انتخاب تأمین کننده با رویکرد تلفیقی فرآیند تحلیل سلسله مراتبی دلفی فازی و روش ویکور خاکستری

دکتر محمد مهدی مظفری(نویسنده مسئول)

استادیار گروه مدیریت صنعتی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه بین المللی امام خمینی(ره)، قزوین، ایران

Email: mozaffari@soc.ikiu.ac.ir

چکیده

مسئله انتخاب تأمین کننده، یکی از موضوعات بسیار مهم در مدیریت زنجیره تأمین می باشد و از آن به عنوان عاملی مؤثر برای بقا در محیط رقابت یاد می شود .انتخاب بهترین تأمین کننده از میان تأمین کنندگان متعدد، با در نظر گرفتن معیارهای گوناگون و گاهاً در تضاد با یکدیگر، مقوله انتخاب تأمین کننده را به یک مسئله پیچیده تصمیم گیری چند معیاره تبدیل نموده است؛ از سوی دیگر انتخاب تأمین کننده بشدت وابسته به نظرات تصمیم گیرندگان می باشد، که با توجه به پویایی های محیطی و ناکامل بودن اطلاعات در دسترس تصمیم گیرندگان با نوعی عدم قطعیت در بیان نظرات تصمیم گیرندگان روبرو هستیم. هدف این مقاله، ارائه یک مدل مناسب تصمیم گیری چند معیاره در شرایط عدم قطعیت و با استفاده از مفاهیم تئوری فازی و خاکستری برای انتخاب بهینه تأمین کننده می باشد. در این مقاله ابتدا اوزان معیارهای انتخاب تأمین کننده با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی دلفی فازی(FDAHP) تعیین و سپس با استفاده از روش ویکور خاکستری(Grey VIKOR) که یکی از رویکردهای جدید توسعه یافته تصمیم گیری چند معیاره در شرایط عدم قطعیت، می باشد به رتبه بندی تأمین کنندگان پرداخته شده است

کلید واژه:

انتخاب تأمین کننده، تصمیم گیری چند معیاره، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی دلفی فازی(FDAHP)، ویکور خاکستری(Grey VIKOR)، عدم قطعیت

مقدمه

در فضای رقابتی شدید اقتصاد جهانی، مدیریت زنجیره تأمین بعنوان یک عامل مهم در بهبود رقابت شرکتها، پدیدار شده است[۳-۱]. یکی از مسائل کلیدی و مهم در زنجیره تأمین، مسئله انتخاب تأمین کننده میباشد[۵-٤]. انتخاب تأمین کننده مناسب به عنوان یک تصمیم حیاتی در مدیریت زنجیره تأمین می تواند بر درجه پایداری زنجیره تأمین تأثیرگذار باشد[٦]. انتخاب بهترین تأمین کننده از میان تأمین کنندگان متعدد با در نظر گرفتن معیارهای گوناگون نظیر هزینه، خدمات، ریسک و ... مقوله انتخاب تأمین کننده را به یک مسئله تصمیم گیری چند معیاره پیچیده تبدیل ساخته است[۷]. در واقع ارزیابی و انتخاب تأمین کننده، یک مسأله پیچیده تصمیم گیری چند معیاره شامل عوامل ملموس و ناملموس در سیستم مدیریت زنجیره تأمین می باشد[۸]. شناسایی معیارها و جمع بندی نظرات تصمیم گیرندگان دو مؤلفه اصلی مسئله انتخاب تأمین کننده می باشد[۱]. در خصوص مؤلفه شناسایی معیارها، انتخاب معیارها و محاسبه درجه اهمیت آنها می بایستی مد نظر قرار گیرد[۹]. بطور کلی صحبت در خصوص تعیین معیارها برای انتخاب تأمین کننده شدیداً وابسته به ویژگی های شرکتها و صنایع می باشد، بعبارت دیگر شرکتهای گوناگون دارای ساختار سازمانی و استراتژی ها و تشکیلات اقتصادی و ... متفاوتی می باشند، که تمامی این موارد بر معیارهای انتخاب تأمین کننده تأثیر گذار می باشد[۱]. براین اساس شناسائی معیارهای انتخاب تأمین کننده بطور گسترده ای نیاز به نظرات و قضاوت تصمیم گیرندگان دارد[۱]. در جائیکه نظرات و قضاوت تصمیم گیرندگان نقش مهمی را بر عهده دارد، انتخاب تأمین کننده قویاً به وسعت دامنه دانش و آگاهی وابسته می باشد. بهر حال عدم قطعیت ها و عدم اطمینان های گوناگونی ناشی عدم دقت، ابهام و مانند اینها در حوزه

قضاوتهای ذهنی و کیفی خبرگان و تصمیم گیرندگان وجود دارد[۱]. بنابراین لزوم بکارگیری روش های با کارآیی بیشتر با قابلیت پذیرش انواع عدم قطعیت ها در حوزه انتخاب تأمین کننده امری لازم و ضروری بنظر میرسد[۱۲-۱۰]

تئوری خاکستری[۱] یکی از روش هایی است که برای مطالعه عدم اطمینان و ناکامل بودن اطلاعات، بکار میرود و استفاده از آن در تحلیل ریاضی سیستم های با اطلاعات ناقص روند رو به رشدی را دارا می باشد[۱۳]. همچنین نظریه فازی، نظریه ای است برای اقدام در شرایط عدم اطمینان، این نظریه قادر است بسیاری از مفاهیم، متغیرها و سیستم هایی را که نادقیق و مبهم هستند، چنانچه در عالم واقع در اکثر موارد چنین است، به شکل ریاضی در آورد و زمینه را برای استدلال، استنتاج، کنترل و تصمیم گیری در شرایط عدم اطمینان فراهم آورد[۱٤]. لذا تحقیق حاضر با توجه به مواردی همچون، انتخاب تأمین کننده بعنوان یک مسئله تصمیم گیری چند معیاره، وجود عدم قطعیت ها و عدم اطمینان ها در قضاوتهای ذهنی و کیفی خبرگان، عدم وجود پیشینه ی تحقیقاتی تلفیق همزمان مباحث تئوری خاکستری و فازی و تصمیم گیری چند معیاره در حوزه انتخاب تأمین کننده، با ارائه ی روش تلفیقی فرآیند تحلیل سلسله مراتبی دلفی فازی۲ و روش ویکور خاکستری سعی در پوشش این خلاء مطالعاتی دارد.

با توجه به آنکه در امر تصمیم گیری با نظرات گروهی از تصمیم گیرندگان و اجماع میان آنها روبرو هستیم، روش دلفی سنتی بعنوان ابزاری جهت انجام این امر همواره از ضعف هایی همچون همگرایی پایین نظرات متخصصان، هزینه اجرای بالا و احتمال حذف نظرات برخی از افراد رنج برده است[۱۵]. از سوی دیگر در فرآیند تصمیم گیری، تصمیم گیرندگان معمولاً با تردیدها، مسائل و عدم قطعیت هایی روبرو می شوند[۱٦] لذاجهت پوشش این کاستی ها و تعیین وزن معیارها در این تحقیق از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی دلفی فازی استفاده شده است.

همچنین بمنظور رتبه بندی تأمین کنندگان بعنوان گزینه ها، در شرایط عدم قطعیت از روش ویکور خاکستری، که از جدیدترین روشهای توسعه یافته در حوزه تصمیم گیری چند معیاره می باشد، استفاده شده است. این روش توسط صیادی و همکاران، ۲۰۰۹، بعنوان مدل توسعه یافته روش ویکور با استفاده از اعداد بازه ای می باشد[۱۷]. در تئوری خاکستری، اعداد بازه ای بعنوان یکی از انواع اعداد خاکستری شناخته می شوند[۱۸].

۱. ادبیات تحقیق

ارزیابی و انتخاب تأمین کنندگان فرآیندی است که در طی آن تأمین کنندگان ، به عنوان یک جزء از زنجیره تأمین، مورد تحلیل، ارزیابی و انتخاب قرار می گیرند . با ظهور بحث مدیریت زنجیره تأمین، توجه خاصی نیز به مسئله انتخاب تأمین کننده شده است[۱۹] و در این زمینه تاکنون مقالات بسیاری به چاپ رسیده است. جدول ۱ نشان دهنده برخی از پژوهشها و تحقیقات انجام شده در حوزه انتخاب تأمین کننده می باشد. مطالعات نشان داده شده در این جدول بر اساس دو رویکرد تقسیم بندی شده اند.

جدول(۱) رویکردهای تصمیم گیری بکار گرفته شده در انتخاب تأمین کننده

رویکرد	روش(های) پیشنهادی	منبع	سال
با استفاده از یک روش	فرآیند تحلیل سلسله مراتبی(AHP)	[۲۰]	۲۰۱۰
	فرآیند تحلیل شبکه ای(ANP)	[۲۱]	۲۰۰۷
	تحلیل پوششی داده ها(DEA)	[۲۲]	۲۰۱۰
	الگوریتم ژنتیک	[۲۳]	۲۰۰۷
با استفاده از رویکردهای تلفیقی	فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی(FAHP)	[۲٤]	۲۰۱۱
	فرآیند تحلیل شبکه ای فازی(FANP)	[۲٥]	۲۰۱۱
	دیماتل فازی	[۲٦]	۲۰۱۱
	استنباط فازی و عملیات جبری فازی	[٦]	۲۰۱۲
	برنامه ریزی خطی چند هدفه فازی و تاپسیس فازی	[۲۷]	۲۰۱۳
		[۲۸]	۲۰۱۱
	ویکور فازی	[۲۹]	۲۰۱۱

با توجه به مطالعات اشاره شده در جدول ۱ مشاهده می شود که در رویکردهای حل مسئله به روش تصمیم گیری چند معیاره، هم در آنهایی که از یک روش جهت ارزیابی و انتخاب استفاده شده است و هم در رویکرد تلفیقی، بهره گیری همزمان از مفاهیم تئوری خاکستری و فازی مشاهده نمی شود. اگر چه که در حوزه های مختلف تلفیق تئوری خاکستری و تکنیکهای تصمیم گیری چند معیاره بکارگرفته شده است اما در حوزه مطالعاتی تحقیق حاضر این امر تا به حال انجام نشده است از این رو تحقیق حاضر با پیشنهاد رویکرد تلفیقی فرآیند تحلیل سلسله مراتبی دلفی فازی و روش ویکور خاکستری زمینه بکارگیری همزمان مفاهیم تئوری فازی و خاکستری را در قالب تصمیم گیری چند معیاره در یک مطالعه موردی فراهم آورده است.

معیارهای ارزیابی و انتخاب تأمین کننده در مطالعات گوناگون، همواره مشابه نبوده و گاهاً در برخی معیارها با یکدیگر مشترک بوده اند و همانطور که در مقدمه تحقیق ذکر گردید بنا به ماهیت شرکتها و صنایع، معیارهای گوناگونی جهت ارزیابی و انتخاب تأمین کننده وجود دارد. جونیور و همکاران(۲۰۱٤) جهت مقایسه معیارهای بکار گرفته شده جهت ارزیابی و انتخاب تأمین کننده، ١٤ تحقیق انجام شده را معرفی نموده و معیارهای انتخابی از سوی هر تحقیق را نشان داده است[۳۰].

برخی از معیارهای مطرح شده در این تحقیق بر اساس بیشترین استفاده از معیار در تحقیقات عبارتند از: قیمت، تحویل به موقع، امکانات فنی، کیفیت(تعهد به کیفیت)، موقعیت مالی و شهرت. معیارهای مطرح شده در این مطالعه ۱۹ معیار بوده که در این میان برخی تنها از ٤ معیار جهت ارزیابی تأمین کنندگان بهره برده اند که از آن جمله میتوان به مطالعات شن و یو۳، ۲۰۰۹، و بوران و همکاران۴، ۲۰۰۹ اشاره نمود[۳۲-۳۱] . برخی مطالعات بیش از ۸ معیار را در این زمینه استفاده کرده اند که از آن جمله می توان به تحقیقات بویوکزکان و سیفچی، ۲۰۱۱ و چان و کومار۵، ۲۰۰۷ اشاره نمود[۳٤-۳۳]. در تحقیق حاضر با در نظر گرفتن معیارهای انتخاب تأمین کننده استفاده شده در مطالعات پیشین که پیش تر بدان اشاره شد و نیز معیارهای معرفی شده از سوی دیکسون(وبر۶، ۱۹۹۱)[۳٤] و بر اساس نظر خبرگان، شش معیار بعنوان ارزیابی تأمین کنندگان و انتخاب تأمین کننده بهینه انتخاب شد. معیارهای شش گانه عبارتند از: کیفیت، قیمت، تحویل به موقع، امکانات و ظرفیت تولید، انعطاف پذیری در نحوه پرداخت و موقعیت در صنعت.

۲. روش تحقیق

تحقیق حاضر از نظر نوع روش توصیفی-پیمایشی و از نظر نوع هدف کاربردی می باشد. برای حل مسئله تصمیم گیری چند معیاره می بایستی معیارها و گزینه ها جهت ارزیابی تهیه و با بکار گیری روشهای تحلیل چند معیاره قاعده مند بدیل مناسب انتخاب گردد[۳۵]. در تحقیق حاضر به منظور تعیین اوزان معیارها از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی دلفی فازی استفاده شده است و در ادامه به منظور ارزیابی و رتبه بندی تأمین کنندگان از روش ویکور خاکستری استفاد شده است. در این بخش جهت آگاهی از روند انجام محاسبات، نکات ضروری و مورد نیاز در حوزه تئوری خاکستری، اعداد فازی، روش تحلیل سلسله مراتبی دلفی فازی و روش ویکور خاکستری بیان شده است.

۲.۱. اعداد فازی

تابع عضویت: مجموعه $\tilde{A}$ در یک مجموعه مرجع X با تابع عضویت $\tilde{A}\mu(x)$ نشان داده می شود که به هر عنصر x از X عددی از بازه [۰،۱] نسبت می دهد. مقدار تابع $\tilde{A}\mu(x)$، درجه تعلق مقدار حقیقی x به مجموعه $\tilde{A}$ را نشان می دهد[١٤].

بر حسب نوع تابع عضویت و توزیع امکان پذیری تعداد بی نهایت انواع عدد فازی وجود دارد. در این پژوهش بر حسب نیاز اعداد فازی مثلثی را معرفی می کنیم:

۲. ۱. ۱. اعداد فازی مثلثی[۷](TFN)

یکی از کاربردی ترین اعداد فازی، عدد فازی مثلثی می باشد که بصورت

$\tilde{N}=(l, m, r)$ نمایش داده میشود و شکل ریاضی تابع عضویت آن بصورت زیر می باشد[۳٦]:

$$\mu_{\tilde{N}}(x)=\begin{cases}(x-l)/(m-l), & x\le m\\ (r-x)/(r-m), & x\ge m\\ 0, & x\notin[l,r]\end{cases}$$

دو عدد فازی $\tilde{N}_1$=(l1, m1, r1) و $\tilde{N}_2$=(l2, m2, r2) و عدد قطعی و مثبت K را در نظر بگیرید. عملیات ریاضی با توجه به اعداد فوق الذکر بصورت زیر می باشد[۳۶]

$$\sum_{i=1}^{n}\tilde{N}_i=\left(\sum_{i=1}^{n}l_i,\sum_{i=1}^{n}m_i,\sum_{i=1}^{n}r_i\right)$$
$$\tilde{N}+K=(l+K,m+K,r+K)$$
$$\tilde{N}_1-\tilde{N}_2=(l_1-r_2,\ m_1-m_2,r_1-l_2)$$
$$\tilde{N}-K=(l-K,m-K,r-K)$$
$$\tilde{N}_1\times\tilde{N}_2=(l_1\times l_2,\ m_1\times m_2,r_1\times r_2),\ for\ l_1\ge 0\ (positive\ \tilde{N}_1)$$

۲.۲. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی دلفی فازی(FDAHP)

روش دلفی فازی در سال 1988 توسط کوفمان و گوپتا ۸ ارائه شده است[۳۷] . این روش، تعمیم روش دلفی سنتی در علم مدیریت است. در روش دلفی فازی، اطلاعات لازم در قالب زبان طبیعی از خبرگان اخذ شده و به صورت فازی مورد تحلیل قرار میگیرند[۳۸] .

روش تحلیل سلسله مراتبی دلفی فازی نیز در واقع ترکیبی از روش دلفی و تحلیل سلسله مراتبی در محیط فازی است.تحلیل سلسله مراتبی ، روشی است که اولین بار توسط توماس ال .ساعتی۹ 1980 ارائه گردید .مبنای این روش، وزن دهی پارامترها بر مبنای مقایسه دو به دوی آنها در قالب ماتریس مقایسه زوجی می باشد .

گامهای روش FDAHP [۳۹-٤۰]

نظرسنجی از متخصصان : ابتدا از متخصصان خواسته می شود که معیارهای مؤثر بر تصمیم را با توجه به میزان اهمیت آنها به صورت کیفی و یا در صورت امکان به صورت کمی ارزیابی کنند.

تشکیل ماتریس های مقایسات زوجی : بر اساس نظرسنجی صورت گرفته از هر متخصص، ماتریس مقایسات زوجی مربوطه به صورت زیر تشکیل می گردد:

$$A=[a_{ij}]=\begin{bmatrix}1 & a_{12} & \cdots & a_{1n}\\ 1/a_{12} & 1 & \cdots & a_{2n}\\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots\\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \cdots & 1\end{bmatrix}$$

۳.۲. محاسبه اعداد فازی مثلثی:

برای محاسبه اعداد فازی $\tilde{a}_{ij}$ نظرات حاصل از نظر سنجی بصورت مستقیم مد نظر قرار می گیرند و بصورت زیر محاسبه می شوند:

$$a_{ij}=(\alpha_{ij},\ \delta_{ij}\ ,\ \gamma_{ij})$$

$$\alpha_{ij}=Min(\beta_{ijk}),\ k=1,\ \dots,\ n$$
$$\delta_{ij}=\left(\prod_{k=1}^{n}\beta_{ijk}\right)^{\frac{1}{n}}$$

$\gamma_{ij} = Max(\beta_{ijk}),\ k = 1, \dots, n$

β_{ijk} بیانگر اهمیت نسبی معیار i بر معیار j از دیدگاه تصمیم گیرنده k ام می باشد. همانطور که مشخص است مولفه های عدد فازی بگونه ای تعریف شده اند که :

$$\alpha_{ij} \leq \delta_{ij} \leq \gamma_{ij}$$

با توجه به توضیحات فوق ماتریس مقایسات زوجی دلفی فازی بصورت زیر تعریف می گردد:

$$\tilde{A} = [\tilde{a}_{ij}]_{n\times n},\ \forall i,j = 1,2,\dots,n$$

$$\tilde{A} = \begin{bmatrix} (1,1,1) & \cdots & (\alpha_{1j},\delta_{1j},\gamma_{1j}) & \cdots & (\alpha_{1n},\delta_{1n},\gamma_{1n}) \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ (\frac{1}{\gamma_{1j}},\frac{1}{\delta_{1j}},\frac{1}{\alpha_{1j}}) & \cdots & (1,1,1) & \cdots & (\alpha_{2n},\delta_{2n},\gamma_{2n}) \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ (\frac{1}{\gamma_{1n}},\frac{1}{\delta_{1n}},\frac{1}{\alpha_{1n}}) & \cdots & (\frac{1}{\gamma_{2n}},\frac{1}{\delta_{2n}},\frac{1}{\alpha_{2n}}) & \cdots & (1,1,1) \end{bmatrix}$$

محاسبه وزن فازی معیارها: وزن فازی نسبی معیارها بصورت زیر محاسبه می شوند:

$$\tilde{Z}_i = [\tilde{a}_{i1} \times \dots \times \tilde{a}_{in}]^{1/n},$$
$$\tilde{W}_i = \tilde{Z}_i / (\tilde{Z}_1 + \dots + \tilde{Z}_n)$$

دیفازی نمودن(تغییر عدد فازی به عدد معمولی) با استفاده از روش میانگین هندسی(کافمن، گوپتا، ۱۹۸۸):

$$W_i = \left(\prod_{j=1}^{n} w_{ij}\right)^{1/n}$$

۴.۲. تئوری خاکستری[۱]

تئوری خاکستری در سال ۱۹۸۲ توسط آقای دنگ[۱۱] مطرح شد[۴۱]. اگر اطلاعات واضح و شفاف یک سیستم را با رنگ سفید و اطلاعات کاملاً ناشناخته یک سیستم با رنگ سیاه تجسم شود، در این صورت اطلاعات مربوط به بیشتر سیستم های موجود در طبیعت اطلاعات سفید (کاملاً شناخته شده) و یا سیاه(کاملاً ناشناخته) نیستند، بلکه مخلوطی از آن دو یعنی به رنگ خاکستری هستند .این گونه سیستم ها را سیستم ها ی خاکستری می نامند که اصلی ترین مشخصه آن ها، کامل نبودن اطلاعات مربوط به آن سیستم است[۴۲] .تئوری خاکستری با استفاده از مفهوم اعداد خاکستری قابلیت پذیرش و به کارگیری اطلاعات نامطمئن را فراهم کرده است.

عدد خاکستری می‌تواند به عنوان عددی با اطلاعات نامطمئن تعریف شود. مثلاً رتبه معیارها در یک تصمیم‌گیری، بصورت متغیرهای زبانی بیان می‌شوند که می‌توان آنها را با بازه های عددی بیان نمود. این بازه‌های عددی شامل اطلاعات نامطمئن خواهد بود[۱۳] . عدد خاکستری بازه ای $\otimes x$ بصورت زیر تعریف می شود: [۴۱] :

$$\otimes x = [\underline{\otimes} x, \overline{\otimes} x] = [x' \in x \mid \underline{\otimes} x \leq x' \leq \overline{\otimes} x]$$

که $\underline{\otimes} x$ و $\overline{\otimes} x$ به ترتیب حد پایین و حد بالای عدد خاکستری بازه ای $\otimes x$ می باشند.

عملیات ریاضی اعداد خاکستری بازه ای

فرض کنید که دو عدد خاکستری مطابق رابطه زیر موجود است:

$$\otimes_1 \in [a,b],\ a < b$$
$$\otimes_2 \in [c,d],\ c < d$$

در آن صورت جمع، تفریق، ضرب و تقسیم دو عدد خاکستری $\otimes_1$ و $\otimes_2$ و قرینه و معکوس هر عدد خاکستری به صورت روابط ذیل تعریف می‌گردد[۱۳]

$$\otimes_1 + \otimes_2 \in [a+c, b+d]$$

$$-\otimes = [-b, -a]$$

$$\otimes_1 - \otimes_2 = \otimes_1 + (-\otimes_2) \in [a-d, b-c]$$

$$\otimes^{-1} \in \left[\frac{1}{b}, \frac{1}{a}\right], ab > 0$$

$$\otimes_1 . \otimes_2 \in [\min\{ac, ad, bc, bd\}, \max\{ac, ad, bc, bd\}]$$

۲.۵. روش ویکور خاکستری

روش ویکور برای بهینه سازی چند معیاره سیستم های پیچیده توسعه یافته است[۴۳] .این روش روی دسته بندی و انتخاب از یک مجموعه گزینه ها تمرکز داشته و جواب های سازشی را برای یک مسئله با معیارهای متضاد تعیین میکند.در اینجا جواب سازشی نزدیکترین جواب به جواب ایده آل است که کلمه سازش به یک توافق متقابل اطلاق می گردد[۴۳]. از سوی دیگر در عمل قضاوت تصمیم گیرندگان اغلب نامطمئن بوده و بوسیله مقادیر عددی دقیق قابل بیان نیستند، لذا جهت مواجهه با این پیچیدگی ها، استفاده از رویکردهای جدید بین رشته ای نظیر تئوری خاکستری که برای مطالعه عدم اطمینان و ناکامل بودن اطلاعات بکار میرود، روند رو به رشدی را دارا می باشد[۱۳] در تحقیق حاضر جهت ارزیابی و انتخاب تأمین کننده در شرایط عدم قطعیت از روش ویکور خاکستری پیشنهادی توسط صیادی و همکاران، ۲۰۰۹، استفاده شده است[۱۷] . با در نظر گرفتن ماتریس تصمیم بصورت شکل (۱) گامهای این روش به ترتیب در ادامه نشان داده شده است:

	C_1	C_2	…	C_n
A_1	$[f_{11}^L, f_{11}^U]$	$[f_{12}^L, f_{12}^U]$	…	$[f_{1n}^L, f_{1n}^U]$
A_2	$[f_{21}^L, f_{21}^U]$	$[f_{22}^L, f_{22}^U]$	…	$[f_{2n}^L, f_{2n}^U]$
…	…	…	…	…
A_m	$[f_{m1}^L, f_{m1}^U]$	$[f_{m2}^L, f_{m2}^U]$	…	$[f_{mn}^L, f_{mn}^U]$

$$W = [w_1, w_2, \ldots, w_n]$$

شکل (۱)ماتریس تصمیم در روش ویکور خاکستری

در ماتریس فوق Am، ….، A2 ،A1 بیانگر گزینه ها(تأمین کنندگان) جهت ارزیابی و انتخاب از سوی تصمیم گیرنده می باشند، Cn، …، C2 ،C1 بیانگر معیارهای لازم جهت ارزیابی گزینه ها می باشند.fij رتبه ی گزینه Ai با توجه به معیار Cj می باشد که مقدار آن بطور دقیق مشخص نمی باشد و فقط می دانیم که $f_{ij} \in [f_{ij}^L \quad f_{ij}^U]$ ؛ Wj بیانگر وزن معیارها می باشد.

گام ۱: تعیین راه حل ایده آل مثبت و راه حل ایده آل منفی:

$$A^* = \{f_1^*, \ldots, f_n^*\} = \{(max_i f_{ij}^U \mid j \in b) \text{ or } (min_i f_{ij}^L \mid j \in c)$$
$$A^- = \{f_1^-, \ldots, f_n^-\} = \{(min_i f_{ij}^L \mid j \in b) \text{ or } (max_i f_{ij}^U \mid j \in c)$$

b بیانگر معیارهای از جنس سود و cبیانگر معیارهای از جنس هزینه می باشد.

گام دوم: محاسبه $[R_i^L \quad R_i^U]$ و $[S_i^L \quad S_i^U]$

$$S_i^L = \sum_{j \in b} w_j \left(\frac{f_j^* - f_{ij}^U}{f_j^* - f_j^-}\right) + \sum_{j \in c} w_j \left(\frac{f_{ij}^L - f_j^*}{f_j^- - f_j^*}\right) \quad i = 1, 2, \ldots, m$$

$$S_i^U = \sum_{j\in b} w_j\left(\frac{f_j^* - f_{ij}^L}{f_j^* - f_j^-}\right) + \sum_{j\in c} w_j\left(\frac{f_{ij}^U - f_j^*}{f_j^- - f_j^*}\right) \quad i = 1,2,\dots,m$$

$$R_i^L = \max\left\{ w_j\left(\frac{f_j^* - f_{ij}^U}{f_j^* - f_j^-}\right) \mid j\in b, \quad w_j\left(\frac{f_{ij}^L - f_j^*}{f_j^- - f_j^*}\right) \mid j\in c \right\}$$

$$R_i^L = \max\left\{ w_j\left(\frac{f_j^* - f_{ij}^L}{f_j^* - f_j^-}\right) \mid j\in b, \quad w_j\left(\frac{f_{ij}^U - f_j^*}{f_j^- - f_j^*}\right) \mid j\in c \right\}$$

گام۳: محاسبه شاخص ویکور: $Qi = [Q_i^L \quad Q_i^U]$

$$Q_i^L = v\frac{S_i^L - S^*}{S^- - S^*} + (1-v)\frac{R_i^L - R^*}{R^- - R^*}$$

$$Q_i^U = v\frac{S_i^U - S^*}{S^- - S^*} + (1-v)\frac{R_i^U - R^*}{R^- - R^*}$$

$$S^* = \min_i S_i^L$$

$$S^- = \max_i S_i^U$$

$$R^* = \min_i R_i^L$$

$$R^- = \max_i S_i^U$$

که در اینجا v بعنوان وزن استراتژی اکثریت معیارها، یا بیشترین مطلوبیت گروهی تعریف شده است و ما در اینجا آن را ۰/۵ فرض می کنیم.

گام ٤: بر اساس روش ویکور، گزینه ای که کمترین مقدار Qi را به خود اختصاص می دهد بعنوان بهترین گزینه انتخاب می شود. با توجه به آنکه مقادیر Qi بصورت بازه ای می باشند جهت مقایسه آنها و انتخاب کوچکترین مقدار بعنوان بهترین، از دستورالعمل نشان داده شده در جدول ۲ استفاده می شود، شایان ذکر است که پارامتر آلفا در این جدول بیانگر سطح خوشبینی تصمیم گیرنده می باشد که ما در این تحقیق مقدار آن را ۰/۵ در نظر می گیریم.

جدول (۲)مقایسه دو عدد خاکستری بازه ای[۱۷]

با فرض دو عدد خاکستری بازه ای $[b^L, b^U]$ و $[a^L, a^U]$، $\alpha \in (0,1]$	
$[b^L, b^U] < [a^L, a^U]$	$[b^L, b^U] < [a^L, a^U]$ هنگامیکه
$[b^L, b^U] < [a^L, a^U]$	$a^L \le b^L < b^U \le a^U$ هنگامیکه $\alpha(b^L - a^L) \ge (1-\alpha)(a^U - b^U)$ اگر
$[\alpha^L, a^U] < [b^L, b^U]$	$a^L \le b^L < b^U \le a^U$ هنگامیکه $\alpha(b^L - a^L) < (1-\alpha)(a^U - b^U)$ اگر
$[b^L, b^U] < [a^L, a^U]$	$a^L \le b^L < a^U \le b^U$ هنگامیکه $(1-\alpha)(a^U - b^U)\alpha(b^L - a^L) \ge$ اگر
$[\alpha^L, a^U] < [b^L, b^U]$	$a^L \le b^L < a^U \le b^U$ هنگامیکه $(1-\alpha)(a^U - b^U)\alpha(b^L - a^L) <$ اگر

۳ . تجزیه و تحلیل داده ها

گامهای اساسی و نظامند تحقیق جهت ارزیابی و انتخاب تأمین کننده بدین صورت می باشد که:

گام ۱: تعیین معیارهای مورد نیاز جهت ارزیابی و انتخاب تأمین کننده.

گام ۲: تعیین اوزان معیارهای انتخابی با استفاده ار روش تحلیل سلسله مراتبی دلفی فازی

گام۳: ارزیابی و انتخاب تأمین کننده با استفاده از روش ویکور خاکستری.

همانطور که در بخش ادبیات تحقیق اشاره گردید تعداد شش معیار بر اساس مطالعات پیشین و مصاحبه با خبرگان(تصمیم گیرندگان) جهت ارزیابی تأمین کنندگان و انتخاب تأمین کننده بهینه تعیین گردید که عبارتند از: کیفیت(C1)، قیمت(C2)، انعطاف پذیری در نحوه پرداخت(C3)، امکانات و ظرفیت تولید(C4)، تحویل به موقع(C5) و موقعیت در صنعت(C6). منظور از خبرگان در این تحقیق، مدیرعامل کارخانه، کارشناس مواد غذایی سازمان صنایع، کارشناس استاندارد، مدیر کنترل کیفیت و مدیر بازرگانی می باشد. میزان اهمیت هر معیار بر اساس مقیاس نشان داده شده در جدول۳ با توجه نظرات ٥ تصمیم گیرنده بررسی گردید که در جدول ٤ نشان داده شده است.

جدول (۳)واژه های بیانی و معادل عددی جهت ارزیابی معیارها

معادل عددی	واژه بیانی	گزینه پرسشنامه ای
۹	فوق العاده با اهمیت	Absolutely Important(AI)
۸	بسیار با اهمیت	Very Important(VI)
۷	با اهمیت	Fairly Important(FI)
٦	نسبتاً با اهمیت	Slightly Important(SI)
٥	متوسط	Equal(E)
٤	نسبتاً کم اهمیت	Slightly low Important(SL)
۳	کم اهمیت	Fairly low Important(FL)
۲	بسیار کم اهمیت	Very Low Important(VL)
۱	فوق العاده کم اهمیت	Absolutely Low Important(AL)

جدول (٤)رزیابی و بیان اهمیت نسبی معیارها به تفکیک برای هر تصمیم گیرنده

معیارها	***نظرات تصمیم گیرندگان***				
	فرد ۱	فرد۲	فرد۳	فرد٤	فرد٥
C1	AI	AI	AI	FI	AI
C2	FI	AI	AI	AI	FI
C3	FL	FL	E	FL	AL
C4	FI	FL	E	E	FI
C5	AI	FI	E	FI	E
C6	E	FL	AL	FL	E

با توجه امتیازات اختصاص یافته، برای هر یک از تصمیم گیرندگان ماتریس مقایسات زوجی تشکیل و مولفه های اصلی آن بر اساس تقسیم امتیازات دو معیار تنظیم گردید(حیاتی و همکاران، ۲۰۱٤).

در ادامه با محاسبه اعداد فازی ماتریس مقایسات زوجی دلفی فازی بصورت جدول ٥ حاصل گردید. نهایتاً اوزان فازی و غیرفازی معیارها در جدول ٦ نشان داده شده است.

جدول(٥)ماتریس مقایسات زوجی دلفی فازی حاصل از نظرات تصمیم گیرندگان

معیار	C1	C2	C3	C4	C5	C6
C1	(١،١،١)	(٠/٧٧٧ ،١/٢٨٦ ،١/٠٥١)	(١/٨ ،٣/٢ ،٩)	(١/٢٨٥ ،١/٦٥٧ ،٣)	(١ ،١/٣٣ ،١/٨)	(١/٨ ،٢/٣٢٥ ،٣)
C2	(٠/٧٧٧ ،٠/٩٥ ،١/٢٨٥)	(١،١،١)	(١/٨ ،٣/٠٥١ ،٧)	(١ ،١/٥٧٥ ،٣)	(٠/٧٧٧ ،١/٢٦٥ ،١/٨)	(١/٤ ،٢/٢١١ ،٣)
C3	(٠/١١١ ،٠/٣١١ ،٠/٥٥٥)	(٠/١٤٢ ،٠/٣٢٧ ،٠/٥٥٥)	(١،١،١)	(٠/١٤٢ ،٠/٥١٦ ،١)	(٠/٢ ،٠/٤١٤ ،١)	(٠/٢ ،٠/٧٢٤ ،١/٦٦٦)
C4	(٠/٣٣٣ ،٠/٦٠٣ ،٠/٧٧٧)	(٠/٣٣٣ ،٠/٦٣٤ ،١)	(١ ،١/٩٣٦ ،٧)	(١،١،١)	(٠/٤٢٨ ،٠/٨٠٢ ،١/٤)	(١ ،١/٤٠٣ ،١/٦٦٦)
C5	(٠/٥٥٥ ،٠/٧٥١ ،١)	(٠/٥٥٥ ،٠/٧٩ ،١/٢٨٥)	(١ ،٢/٤١٢ ،٥)	(٠/٧١٤ ،١/٢٤٥ ،٢/٣٣٣)	(١،١،١)	(١ ،١/٧٤٨ ،٢/٣٣٣)
C6	(٠/٣٣٣ ،٠/٤٢٩ ،٠/٥٥٥)	(٠/٣٣٣ ،٠/٤٥٢ ،٠/٧١٤)	(٠/٦ ،١/٣٧٩ ،٥)	(٠/٦ ،٠/٧١٢ ،١)	(٠/٤٢٨ ،٠/٥٧١ ،١)	(١،١،١)

جدول (٦)اوزان فازی و غیرفازی معیارها

معیار	$\tilde{Z}_i$	$\tilde{W}_i$(وزن فازی)	Wi(وزن غیر فازی)
C1	(١/٢١٦ ،١/٦٠٨ ،٢/٣٩٢)	(٠/١٢١ ،٠/٢٤٧ ،٠/٥٤٥)	٠/٢٥٣
C2	(١/٠٧٢ ،١/٥٢٩ ،٢/٢٩٤)	(٠/١٠٦ ،٠/٢٣٤ ،٠/٥٢٢)	٠/٢٣٥
C3	(٠/٢١١ ،٠/٥٠١ ،٠/٨٩٥)	(٠/٠٢١ ،٠/٠٧٦ ،٠/٢٠٣)	٠/٠٦٩
C4	(٠/٦٠٢ ،٠/٩٧ ،١/٥٢٧)	(٠/٠٥٩ ،٠/١٤٩ ،٠/٣٤٨)	٠/١٤٦
C5	(٠/٧٧٧ ،١/٢٠٨ ،١/٨٠٨)	(٠/٠٧٧ ،٠/١٨٥ ،٠/٤١٢)	٠/١٨
C6	(٠/٥٠٧ ،٠/٦٩١ ،١/١٢)	(٠/٥٠٥ ،٠/١٠٦ ،٠/٢٥٥)	٠/١١١
جمع	(٤/٣٨٨ ،٦/٥٠٩ ،١٠/٠٣٨)		١

در این گام با استفاده ار روش ویکور خاکستری به ارزیابی و رتبه بندی تأمین کنندگان پرداخته شده است. جدول٧ نشان دهنده ارزیابی گزینه ها نسبت به معیارها توسط تصمیم گیرندگان و بر اساس واژه های بیانی جدول٨ می باشد.

جدول (٧)واژه های بیانی و معادل عددی خاکستری جهت ارزیابی گزینه ها[٤٤]

اعداد خاکستری	واژه های بیانی
[١ ،٢]	خیلی ضعیف(VL)
[٢ ،٤]	ضعیف(L)
[٤ ،٦]	متوسط(M)
[٦ ،٨]	خوب(G)
[٨ ،٩]	خیلی خوب(VG)

جدول(۸)ارزیابی گزینه ها(تأمین کنندگان) نسبت به معیارها به تفکیک برای هر تصمیم گیرنده							
		1	C2	C3	C4	C5	C6
فرد ۱	S1	G	M	G	M	VG	L
	S2	VG	M	G	VG	G	G
	S3	G	VG	M	M	G	VG
فرد ۲	S1	G	M	G	M	VG	M
	S2	VG	M	G	VG	G	VG
	S3	G	VG	M	M	VG	M
فرد ۳	S1	M	M	M	M	VG	M
	S2	VG	M	G	VG	G	G
	S3	G	VG	M	G	VG	M
فرد ٤	S1	M	M	G	L	G	M
	S2	VG	M	M	VG	VG	VG
	S3	G	VG	L	G	VG	M
فرد ٥	S1	VG	M	G	M	VG	M
	S2	VG	M	G	G	VG	VG
	S3	M	VG	G	G	G	M

پس از جایگزینی معادل عددی خاکستری واژه های بیانی جدول۹ می بایستی ماتریس اولیه تصمیم گیری روش ویکور خاکستری جهت ارزیابی و رتبه بندی تأمین کنندگان تشکیل گردد. در اینجا تأمین کننده ۱ با نماد S1، تأمین کننده ۲ با نماد S2، و تأمین کننده ۳ با نماد S3 نمایش داده شده است. جدول ۹ بیانگر میانگین نظرات تصمیم گیرندگان در خصوص ارزیابی تأمین کنندگان با توجه به معیارهای شش گانه بوده و ماتریس اولیه تصمیم گیری بدین ترتیب تشکیل شده است. پس از تشکیل ماتریس اولیه تصمیم با استفاده از گام های شرح داده شده مربوط به روش ویکور خاکستری ، بهترین تأمین کننده را بر اساس معیارهای شش گانه انتخاب می نمائیم.

شایان ذکر است که در میان معیارهای مورد نظر، معیار قیمت از نوع معیارهای از نوع هزینه بوده و بقیه معیارها از نوع سود می باشند، این بدان معنا می باشد که ، در حوزه معیارهای از نوع سود همواره در پی بیشینه سازی آنها و در مورد معیارهای از نوع هزینه همواره در پی کمینه سازی آنها می باشیم.

در پایان پس از بدست آوردن مقادیر Qi با استفاده از قواعد اشاره شده در جدول۲ مقادیر بازه ای Qi با یکدیگر مقایسه و کوچکترین آنها معرف بهترین گزینه خواهد بود.

جدول (۹) ماتریس اولیه تصمیم گیری میانگین نظرات

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
وزن معیارها	۰/۲۵۳	۰/۲۳۵	۰/۰۶۹	۰/۱٤٦	۰/۱۸	۰/۱۱۱
S1	]٥/٦ ،٧/٤[	]٤ ،٦[	]٥/٦ ،٧/٦[	]٣/٦ ،٥/٦[	]٧/٦ ،٨/٨[	]٣/٦ ،٥/٦[
S2	]٨ ،٩[	]٤ ،٦ [	]٥/٦ ،٧/٦[	]٧/٦ ،٨/٨[	]٦/٨ ،٨/٤[	]٧/٢ ،٨/٦[
S3	]٥/٦ ،٧/٦[	]٨ ،٩[	]٤ ،٦[	]٥/٢ ،٧/٢[	]٧/٢ ،٨/٦[	]٤/٨ ،٦/٦[
f^*	٩	٤	٧/٦	٨/٨	٨/٨	٨/٦
f^-	٥/٦	٩	٤	٣/٦	٦/٨	٣/٦
$f^* - f^-$	٣/٤	–	٣/٦	٥/٢	٢	٥
$f^- - f^*$	–	٤	–	–	–	–

جدول (۱۰) محاسبات S_i و R_i

	SL	SU	RL	RU
S1	۰/۲۷۵	۰/۷۵	۰/۱۱۹	۰/۲۵۳
S2	۰/۰۳٦	۰/٤٥۱	۰/۰۳٦	۰/۱۸
S3	۰/٤۳	۰/۸۸٦	۰/۱۸۸	۰/۲۵۳

جدول (۱۱) محاسبات *S، *R، S، R

S*	۰/۰۳٦	R*	۰/۰۳٦
S-	۰/٤٥۱	R-	۰/۱۸
S- - S*	۰/٤۱۵	R- - R*	۰/۱٤٤

جدول (۱۲) محاسبه شاخص ویکور و رتبه بندی نهائی

	QL	QU	رتبه
تأمین کننده ۱	۰/۵۷٦	۱/٦۱۳	۲
تأمین کننده۲	۰	۱	۱
تأمین کننده۳	۱/۰۰۲	۱/۷۷٦	۳

مقایسه شاخص ویکور خاکستری بازه ای تأمین کننده۱ و تأمین کننده۳ :

Q_1=[۰/۱،۵۷٦/٦۱۳]

Q_2=[۱/۰۰۲،۱/۷۷٦]

۰ < ۰/۵۷٦ < ۱ < ۱/٦۱۳

(۱/٦۱۳ -۱/۷۷٦) ۰/۵ ≥ (۰/۵۷٦- ۱/۰۰۲) ۰/۵

روابط فوق بر قرار است پس $Q_1 < Q_3$

با انجام محاسبات مشابه فوق، نتیجه نهایی بشکل نشان داده شده در جدول ۱۲ میباشد. همانطوریکه در جدول ۱۲ نشان داده شده است تأمین کننده شماره ۲ بر اساس کمترین مقدار Qi بعنوان تأمین کننده برتر انتخاب می شود.

نتیجه گیری

انتخاب تأمین کننده شامل تحلیل و ارزیابی عملکرد مجموعه ای از تأمین کنندگان به منظور رتبه بندی و انتخاب آنها برای حفظ کارایی سیستم زنجیره تأمین می باشد[٤۵]. نظر به آنکه یک تولید کننده در تأمین نیازهای خود از میان تأمین کنندگان گوناگون اهداف مختلف و گاهاً متناقض نظیر حداقل سازی هزینه و افزایش کیفیت را دنبال می نماید، تأمین این اهداف آن هم از طریق آزمون و خطا عملاً غیرممکن بوده و منجر به تحمیل هزینه های گزاف به تولید کننده می گردد. با توجه به آنکه اغلب شاخص ها در مدلهای تصمیم گیری چند معیاره از مقیاسهای

مختلف بوده و غالباً در تعارض با یکدیگر می باشند[۱٤]. لذا بهره گیری از این مدلها می تواند در حل مسئله انتخاب تأمین کننده با معیارهای چندگانه به تصمیم گیرندگان کمک بسیاری نماید.

از سوی دیگر با توجه به پویایی فضای رقابتی کسب وکار، عدم قطعیتها و عدم اطمینانها در نظرات و قضاوتهای تصمیم گیرندگان و مواجه بودن با معیارهای کیفی جهت ارزیابی گزینه ها استفاده از مدلهای تصمیم گیری بدون بهره گیری از مفاهیمی همچون تئوری خاکستری و تئوری فازی جهت غلبه بر عدم قطعیت ها و عدم اطمینان های محیطی و قضاوتی چندان مناسب به نظر نمی رسد. در تحقیق حاضر به منظور هم خوانی بیشتر مدل تصمیم گیری پیشنهادی ارزیابی و انتخاب تأمین کنندگان با دنیای واقعی و پذیرش عدم قطعیت از تلفیق مدل های تصمیم گیری چند معیاره با تئوریهای فازی و خاکستری استفاده گردید. بدین ترتیب که جهت تعیین اهمیت و وزن معیارهای پیشنهادی از روش تحلیل سلسله مراتبی دلفی فازی و جهت ارزیابی و رتبه بندی تأمین کنندگان از روش ویکور خاکستری که از جدیدترین مدلهای تصمیم گیری چند معیاره بوده و از مفاهیم تئوری خاکستری نیز بهره برده است، استفاده گردید. روش حاضر در صورتی که معیارها کمی یا کیفی و یا تلفیقی از این دو نوع باشد نیز کاربردی می باشد.

مدل پیشنهادی تحقیق در حوزه انتخاب تأمین کننده تا کنون در حوزه مطالعات و پژوهشهای داخلی و خارجی صورت انجام نپذیرفته است.

با توجه به آنکه در دنیای واقعی معیارهای انتخابی ممکن است با یکدیگر رابطه مستقیم و یا غیر مستقیم داشته باشند، لذا پیشنهاد می گردد که جهت تعیین اوزان معیارها از روشهایی نظیر فرآیند تحلیل شبکه ای(ANP)[۱۲] استفاده گردد. ضمناً از تکنیکهایی همچون تکنیک DEMATEL[۱۳] که قادر به بررسی روابط علت و معلولی معیارها نیز می باشد نیزجهت ارزیابی و رتبه بندی تأمین کنندگان می توان استفاده نمود. شایان ذکر است که تلفیق تکنینکهای فوق الذکر با مفاهیم تئوری فازی و تئوری خاکستری جهت نزدیک بودن و همخوانی بیشتر نتایج با دنیای واقعی می تواند بیشتر مفید باشد..

منابع

[1] Deng, X., Hu, Y., Deng, Y., & Mahadevan, S.(2014). Supplier selection using AHP methodology extended by D numbers.Experts systems with applications,41,156-167.

[2] Othman, R., & Ghani, R. A. (2008). Supply chain management and suppliers' HRMpractice. Supply Chain Management, 13(4), 259–262.

[3] Gunasekaran, A., & Ngai, E. W. T. (2005). Build-to-order supply chain management:A literature review and framework for development. Journal of Operations Management, 23(5), 423–451.

[4] Wu, C., & Barnes, D. (2011). A literature review of decision-making models and approaches for partner selection in agile supply chains. Journal of Purchasing and Supply Management, 17(4), 256–274.

[5] Huang, S. H., & Keskar, H. (2007). Comprehensive and configurable metrics for supplier selection. International Journal of Production Economics, 105(2), 510–523.

[6] Amindoust, A., Ahmed, S., Saghafinia, A., & Bahreininejad, A. (2012). Sustainable supplier selection: A ranking model based on fuzzy inference system. *Applied Soft Computing, 12(6), 1668-1677.*

[7] Chai, J., Liu, J. N., & Ngai, E. W. (2013). Application of decision-making techniques in supplier selection: A systematic review of literature. Expert Systems with Applications, 40(10), 3872–3885.

[8] Dey, Supratik., Kumar, Akshay., Ray, Amitava., & Pradhan, B.B. (2012). Supplier selection: Integrated theory using DEMATEL and quality function development methodology. *Procedia Engineering, 38(1), 2111-2116.*

[9] Lee, A. H. I., Kang, H. Y., Hsu, C. F., & Hung, H. C. (2009). A green supplier selection model for high-tech industry. Expert Systems with Applications, 36(4), 7917–7927.

[10] Kara, S. S. (2011). Supplier selection with an integrated methodology in unknown environment. Expert Systems with Applications, 38(3), 2133–2139.

[11] Li, L., & Zabinskys, Z. B. (2011). Incorporating uncertainty into a supplier selection problem. International Journal of Production Economics, 134(2), 344–356.

[12] Wu, L. C. (2009). Supplier selection under uncertainty: A switching options perspective. Industrial Management & Data Systems, 109(1–2), 191–205.

[13] Dong, G., Yamaguchi, D., & Nagai, M., (2006). A grey-based decision making approach to the supplier selection problem. mathematical and computer modeling, 46,573-581.

[١٤] مومنی، منصور. (١٣٨٧). *مباحث نوین تحقیق در عملیات*. تهران، انتشارات دانشکده مدیریت دانشگاه تهران.

[15] Okoli, C., & Pawlowski, S. D. (2004). The Delphi method as a research tool: An example, design considerations and applications. *Information and Management*, *42*(1), 34-47.

[١٦] امیری، مقصود.(١٣٨٦). تصمیم گیری گروهی برای انتخاب ابزار ماشین با استفاده از روش ویکور فازی. *مطالعات مدیریت صنعتی، سال ششم، شماره ١٦. صص ١٨٨-١٦٧.*

[17] Sayadi, M.K., Heydari, M., & Shahangahi, K.(2009). Extension of VIKOR method for decision making problem with interval numbers. Applied Mathematical Modelling, 33(5), 2257-2262

[18] Liu, S. F., & Lin, Y. (2006). *Grey information: Theory and practical applications* (1st ed.). London, Britain: Springer.

[١٩] امیری، مقصود؛ جهانی، سمانه.(١٣٨٩). به کارگیری یک روش *IDEA/AHP* برای ارزیابی و انتخاب تأمین کنندگان. *فصلنامه مدیریت صنعتی. دوره٢. شماره ٥.صص ١٨-٥.*

[20] Hudymáˇcová, M., Benková, M., Pócsová, J., ˇSkovránek, T.(2010). Supplier selection based on multi-criterial AHP method, *Acta Montanistica Slovaca, 15, 249–255.*

[21] Gencer,C., Gürpinar, D.(2007). Analytic network process in supplier selection: a case study in an electronic firm, *Applied Mathematical Modelling, 31 (11), 2475–2486.*

[22] Saen, R.F. (2010). Restricting weights in supplier selection decisions in the presence of dual-role factors, , *Applied Mathematical Modelling, 34 (10), 2820–2830.*

[23] Liao, Z., Rittscher, J. (2007). Integration of supplier selection, procurement lot sizing and carrier selection under dynamic demand conditions . *International Journal of Production Economics, 107 (2), 502–510.*

[24] Kilincci, O., Onal, S.A.(2008).Fuzzy-AHP approach for supplier selection in a washing machine company, *Expert Sysemt and application, 38(8) 9656–9664.*

[25] Vinodh, S., Ramiya, R.A., Gautham, S.G. (2011). Application of fuzzy analytic network process for supplier selection in a manufacturing organization. *Expert Systems with Applications*, 38(1), 272–280.

[26] Büyüközkan,G., Cifci, G. (2011). A novel fuzzy multi-criteria decision framework for sustainable supplier selection with incomplete information, *Computers in Industry, 62 (2), 164–174.*

[27] Amid, A.A., Ghodsypour, S.H., Brien, C.O. (2008). Fuzzy multiobjective linear model for supplier selection in supply chain. International Journal of Production Economics, 104 (2), 394–407.

[28] Liao, C., Kao, H. (2011). An integrated fuzzy-TOPSIS and MCGP approach to supplier selection in supply chain management, Expert Systems with Applications, 38 (9) 10803–10811.

[29] Shemshadi, a., Shirazi, H., Toreihi, M., Tarokh, M.J. (2011). A fuzzy VIKOR method for supplier selection based on entropy measure for objective weighting, Expert Systems with Applications, 38 (10), 12160–12167.

[30] Junior, F.RL., Osiro, O., & Carpinetti, L.C.R.(2014). A comparison between Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS methods to supplier selection . *Applied Soft Computing, 21, 194-209.*

[31] Shen, C., Yu, K. (2009). Enhancing the efficacy of supplier selection decision-making on the initial stage of new product development: a hybrid fuzzy approach considering the strategic and operational factors simultaneously. *Expert Systems with Applications,* 36 (8), 11271–11281.

[32] Boran, F.E., Genc, S., Kurt, M.,& Akay, D.(2009). A multi-criteria intuitionistic fuzzy group decision making for supplier selection with TOPSIS method, Expert Sysemt and application. 36 (8), 11363–11368.

[33] Chan, F.T.S.,& Kumar, N. (2007).Global supplier development considering risk factors using fuzzy extended AHP-based approach, *Omega*, 35 417–431.
[34] Weber, C.A., Current, J.R., Benton, W.C. (1991). Vendor selection criteria and methods. *European Journal of Operational Research, 50(1), 2-18.*
[۳۵] دری نوکورانی، بهروز؛ باقر زاده، محمد.(۱۳۸۸). مدل تصمیم گیری برای ارزیابی و گزینش بهترین تأمین کننده راهبردی در زنجیره تأمین با رویکرد فرآیند تحلیل شبکه ای. *فصلنامه مطالعات مدیریت. سال۲۰،شماره ۶۰.* صص۳۸-۲۲.
[36] Opricovic, S. (2011). Fuzzy VIKOR with an application to water resources planning. *Expert system and application,38(10), 12983-12990.*
[37] Kaufmann, A. and Gupta, M. M. (1988).*Fuzzy Mathematical Models in Engineering &Management Science*,North-Holland.
[۳۸] عطائی، محمد .(۱۳۸۹). *تصمیم گیری چند معیاره*. چاپ اول .شاهرود : انتشارات دانشگاه صنعتی شاهرود.
[39] Hayati, M., Tvakoli Mohammadi, M.R., Rezaei, A. & Shayestehfar, M.R. (2014). Risk Assessment and Ranking of Metals Using FDAHP and TOPSIS. *Mine water and environment . DOI 1 0.1007/s10230-014-0263-y.*
[40] Liu, Y. C., Chen, C. S. (2007). A new approach for application of rock mass classification on rock slope stability assessment. *Engineering geology, 89(1), 129–43.*
[41] Deng, J.L.(1989**).** The introduction of grey system, The *Journal of Grey System*, 1 (1), 1–24.
[42] David, K. (1994). Grey system and grey relational model. *ACM SIGCE Bulletin, Volume 20, 1-9.*
[43] Opricovic, S., & Tzeng, G.H.(2004). Compromise Solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. European Journal of Operational Research, 156(2), 445-455.
[44] Neguyen, H.T., Dawal, S.Z.M., Yusoff, N., & Aoyama, H.(2013). A hybrid approach for fuzzy multi-attribute decision making in machine tool selection with consideration of the interactions of attributes. *Expert Systems with Application,41(6), 3078–3090.*
[45] Genovese, A., Koh, S. C. L., Bruno, G., & Bruno, P. (2010). *Green supplier selection: A literature review and a critical perspective.* MC Grew-Hill, New York.

پی نوشت

[1] *Grey Theory*
[2] *Fuzzy delphi analytical hierarchy process (FDAHP)*
[3] *Shen& Yu.*
[4] *Boran et al.*
[5] *Chun& Kumar*
[6] *Weber*
[7] *Triangular Fuzzy Number*
[8] *Kaufmann& Gupta*
[9] *Saaty*
[10] *Grey Theory*
[11] *Deng*
[12] *Analyticl Networl Process*
[13] *Decision Making Trial and Evaluation Laboratory*