ارائه‌ی سیستم پشتیبانی تصمیم در رابطه با انتخاب و ارزیابی تأمین‌کننده با استفاده از روش UTA

علی خاتمی‌فیروزآبادی[۱]، جهانیار بامدادصوفی[۲]، فاطمه طاهری[۳،*]، مجتبی صالحی[۴]

[۱] دانشکده مدیریت و حسابداری - دانشگاه علامه طباطبایی

[۲] دانشکده مدیریت و حسابداری - دانشگاه علامه طباطبایی

[۳] دانشکده مدیریت و حسابداری - دانشگاه علامه طباطبایی (عهده‌دار مکاتبات)

[۴] دانشکده مدیریت و حسابداری - دانشگاه شهید بهشتی

تاریخ دریافت: فروردین ۱۳۸۸. تاریخ داوری: فروردین ۱۳۸۸. تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۳۸۸

چکیده

انتخاب تأمین‌کننده یک مسئله تصمیم‌گیری چند معیاره است که شاخص‌های کیفی و کمی را در برمی‌گیرد. برای انتخاب بهترین تأمین‌کننده گاهی نیاز است که بین شاخص‌های کمی و کیفی که ممکن است در تضاد باشند یک تبادل انجام گیرد. در این مقاله یک سیستم پشتیبانی تصمیم ارائه شده است، به طوری که بتوان ابتدا به‌کمک روش TOPSIS تأمین‌کنندگان رتبه‌بندی و سپس با استفاده از روش UTASTAR تابع ارزش کلی برای مسئله را براورد نمود. در نهایت با استفاده از تابع ارزش به دست آمده می‌توان تأمین‌کنندگان بخش‌های دیگر سازمان یا تأمین‌کنندگانی که در آینده سازمان از آنان خرید خواهند کرد را ارزیابی و رتبه‌بندی نمود.

کلمات کلیدی: تأمین‌کننده، تصمیم‌گیری چند معیاره، TOPSIS، UTA، UTASTAR.

۱- مقدمه

با افزایش و تنوع در تقاضاهای مشتریان، پیشرفت‌های مربوط به فناوری اخیر در سیستم‌های اطلاعاتی، رقابت در محیط جهانی، کاهش در مقررات دولتی و افزایش آگاهی عمومی، بالاجبار شرکت‌ها باید تمرکز بیشتری روی مدیریت زنجیره تأمین خود داشته باشند [۲۲]. انتخاب چند تأمین‌کننده خوب برای یک سازمان تأثیر به‌سزایی در موفقیت آن دارد. در طی سال‌های اخیر یکی از مسائلی که بر آن تأکید زیادی شده است مسئله انتخاب تأمین‌کننده است. بنا بر اظهارات لویس[۱] (۱۹۴۳)، در میان تمام مسئولیت‌های مرتبط با خرید برای یک سازمان، هیچ کدام مهم‌تر از انتخاب یک منبع مناسب برای آن سازمان نیست.

هزینه‌ی تأمین مواد اولیه و قطعات ترکیبی از طریق تأمین‌کننده، بخش قابل توجهی از هزینه‌ی تمام شده‌ی کالاها را تشکیل می‌دهد. به طور متوسط ۷۰ درصد ارزش محصول نهائی کارخانجات را هزینه‌ی خرید مواد خام و خدمات دریافتی از بیرون تشکیل می‌دهد [۱۰]. این نسبت در شرکت‌های با فناوری پیشرفته، حتی به ۸۰ درصد هم می‌رسد [۲۴]. از این‌رو انتخاب تأمین‌کنندگان برای شرکت‌ها از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار است. به همان مقدار که انتخاب تأمین‌کنندگان مناسب در تقلیل هزینه‌ها مؤثر است و باعث افزایش قدرت رقابت شرکت‌ها می‌شود، انتخاب تأمین‌کنندگان نامناسب نیز می‌تواند باعث تنزل موقعیت مالی و عملیاتی شرکت‌ها شود. در این پژوهش به دنبال ارائه‌ی یک سیستم پشیبانی تصمیم هستیم تا به کمک آن سازمان قادر باشد در هر زمان تأمین‌کنندگان را ارزیابی نموده و بهترین آنان را انتخاب نماید.

۲- پیشینه تحقیق

۲-۱ شاخص‌های انتخاب تأمین‌کننده

در راستای ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده، اولین گام شناسایی شاخص‌ها و معیارهای مناسب است که از اهمیت بسیاری برخوردار می‌باشد. امروزه طراحی و تعیین شاخص‌های ارزیابی تأمین‌کنندگان از جمله مواردی است که هم در محافل دانشگاهی و هم در مجامع کاربردی مورد توجه خاص است. آنچه بیش از هر چیز در این بخش اهمیت دارد، متناسب بودن این شاخص‌ها با اهداف سازمانی است.

طبق تحقیقات دیکسون که در سال ۱۹۶۶ انجام شد، قیمت، کیفیت و تحویل به موقع مهم‌ترین شاخص‌ها در انتخاب تأمین‌کننده شناخته شد. در بین سه شاخص مهم دیکسون، تعریف قیمت خالص توسعه بیشتری یافته است. در مطالعات دیکسون، قیمت خالص به عنوان قیمت پیشنهادی هر تأمین‌کننده که شامل تخفیف‌ها و هزینه‌های حمل و نقل

* fateme.t@gmail.com

1- Lewis

است تعریف شده بود. در مسیر توسعه این شاخص، هزینه‌ها جایگزین قیمت خالص شده است که هزینه‌ها خود شامل: هزینه‌ی ثابت، هزینه‌ی طراحی و هزینه‌ی تأمین‌کننده، هزینه‌ی نگهداری موجودی و هزینه‌ی ثابت سفارش [۲۱]، هزینه‌ی کیفیت، هزینه‌ی فناوری و هزینه‌ی خدمات پس از فروش [۳] است. در سال‌های اخیر روش TCO[۲] اهمیت زیادی پیدا کرده است. TCO روشی است که قیمت را فراتر از قیمت خریداری شده در نظر می‌گیرد و شامل بسیاری دیگر از هزینه‌های مربوط به خرید نیز می‌شود [۳]. در TCO برخی از عوامل (مانند هزینه‌ی محصول، هزینه‌ی کیفیت، هزینه‌ی خدمات و...) کیفی هستند به طوری که مدیریت به راحتی قادر به ارزیابی آن‌ها نیست.

شاخص کیفیت را دیکسون به عنوان توانایی رسیدن به مشخصات کیفی به طور مستمر تعریف نموده است. اما امروزه مشخصات دیگری مانند سیستم ISO 9001، بازرسی، کارکنان کیفی [۱۵] و... هم اضافه شده‌اند. دیکسون تحویل را به عنوان توانایی تحویل طبق برنامه زمان‌بندی شده مطرح نمود. این مفهوم نیز گسترش پیدا کرده است و شامل زمان انجام سفارش، ظرفیت تحویل، کیفیت حمل، توانایی تحویل به موقع می‌شود. علاوه بر توسعه سه شاخص اصلی، معیارهای جدیدی همراه با پیشرفت فلسفه مدیریت به وجود آمده‌اند. اولین این شاخص‌ها، شاخص‌های طراحی و توسعه محصولات است که توانایی طراحی، توسعه و بهبود محصول، تعهد به بهبود مستمر در تولید و فرایند را در برمی‌گیرد. شاخص دیگر انعطاف‌پذیری است که شامل: انعطاف‌پذیری محصول و پاسخ‌گویی به نیازهای مشتری [۲]، پاسخ‌گویی به تغییرات و انعطاف فرایند، انعطاف‌پذیری در تغییر سفارشات، توانایی در پاسخ‌گویی به نیازهای غیرمنتظره می‌شود. روابط میان شرکت خریدار و تأمین‌کنندگان یکی دیگر از شاخص‌ها است. تحقیقات بسیاری در این زمینه صورت گرفته است، از جمله عوامل مهم در این رابطه می‌توان به تمایل تأمین‌کنندگان به ایجاد یک زنجیره تأمین منسجم و به اشتراک گذاشتن اطلاعات محرمانه خود اشاره نمود. جدول (۱) برخی از تحقیقاتی که در زمینه ایجاد و توسعه شاخص‌های انتخاب تأمین‌کننده انجام شده است را نشان می‌دهد.

۲-۲ مدل‌های تصمیم‌گیری

در تحقیقات انجام شده در رابطه با انتخاب تأمین‌کننده از مدل‌های بسیاری به این منظور استفاده شده است. در برخی از مقاله‌ها از یک مدل و در برخی دیگر از ترکیبی از مدل‌ها برای رتبه‌بندی استفاده شده است. باید به این نکته توجه نمود که هیچ‌گاه نمی‌توان ادعا کرد که یک مدل از سایر مدل‌ها بهتر است، زیرا تمامی مدل‌ها نقاط قوت و ضعف خود را دارند. هر مدل با توجه به مسئله موردنظر، شاخص‌های مورد استفاده، درجه اطمینان موجود، میزان دسترسی به اطلاعات، ترجیحات تصمیم‌گیرندگان و... می‌تواند در شرایط خاص یک مدل نسبتاً مناسب باشد و تصمیم اخذ شده یک راه‌حل نسبتاً مناسب می‌باشد. در جدول (۲) برخی از رایج‌ترین مدل‌هایی که در ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان در این پژوهش محقق به دنبال آن است با براورد تابع مطلوبیت برای مسئله، یک سیستم پشتیبانی تصمیم ارائه دهد. یکی از متداول‌ترین روش‌ها در براورد تابع مطلوبیت روش MAUT[۳] است. این روش از لحاظ نظری، پایه‌ای برای دیگر روش‌های تصمیم‌گیری است ولی برای حل مسئله روشی بسیار پیچیده و زمان‌بر است. روش دیگری که برای براورد تابع مطلوبیت از آن استفاده می‌شود UTA[۴] است که در این تحقیق از این مدل برای ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان استفاده شده است.

۳ - مدل UTA

برای اتخاذ بهترین تصمیم در تصمیم‌گیری چندمعیاره، تکنیک‌های مختلفی وجود دارد. برای بهینه‌سازی تصمیم در مسئله مورد مطالعه در این پژوهش از روش UTA استفاده می‌کنیم. روش UTA مجموعه تکنیک‌هایی است که به ارزیابی و تحلیل تابع مطلوبیت تصمیم‌گیری می‌پردازد. این تکنیک اولین بار در سال ۱۹۸۰ توسط سیسکوس[۵] مطرح گردید. از آن زمان تاکنون این روش در زمینه‌های مختلفی به کار برده شده است که نمونه‌هایی از آن در جدول (۳) دسته‌بندی گردیده است. این مدل امکان براورد تابع مطلوبیت تصمیم‌گیرنده را فراهم می‌سازد و فقط به رتبه‌بندی اولیه گزینه‌ها نیاز دارد. همچنین به منظور اعتبار بیشتر مدل، تحلیل حساسیت پس از بهینگی انجام می‌شود. این مدل قادر است در حین براورد تابع مطلوبیت مشکل وابستگی شاخص‌ها به یکدیگر را حل نماید [۱]. از معایب این روش می‌توان به محاسبات پیچیده آن اشاره نمود که با استفاده از نرم‌افزارهایی که بدین منظور طراحی شده است حل مدل بسیار ساده می‌شود. مشکل عمده UTA و مشتقات آن این است که احتمال دارد در انتها چندین جواب بهینه به دست آوریم. در نتیجه در برخی از موارد، زمانی که به دنبال انتخاب تنها یک تأمین‌کننده از میان چند تأمین‌کننده باشیم، ممکن است به چند جواب بهینه برسیم.

۳-۱ اصول اولیه UTA

این روش از تکنیک برنامه‌ریزی خطی به منظور رسیدن به توابع مطلوبیت استفاده می‌کند، به طوری که رتبه‌بندی‌های حاصل از این توابع تا حد ممکن مطابق با رتبه‌بندی اولیه انجام شده بر روی مجموعه‌ی مرجع A_R می‌باشد. فرض می‌شود که مدل ادغام[۶] شاخص‌ها (معیارها) در UTA یک تابع ارزشی افزایشی[۷] به صورت زیر است:

$$u(g) = \sum_{i=1}^{n} p_i u_i(g_i) \qquad (۱)$$

با محدودیت‌های زیر:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^{n} p_i = 1 \\ u_i(g_i^*) = 0,\ \ u_i(g_i^*) = 1,\ \ \forall_i = 1,2,\dots,n \end{cases} \qquad (۲)$$

2- Total Cost of Ownership

3- Multi Attribute Utility Theory
4- Utility Additive
5- Yannis Siskos
6- Aggregation
7- Additive

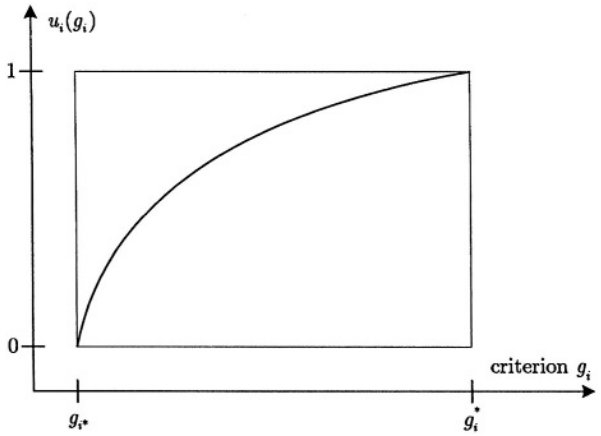
جدول (۱): معیارهای انتخاب تأمین‌کنندگان در مقاله‌های مختلف

مرجع	معیارهای عنوان شده	
[۱۶]	۱- کیفیت	۷- روابط طولانی میان مشتری و تأمین‌کننده
	۲- تحویل	۸- قبول فناوری جدید توسط تأمین‌کننده
	۳- هزینه	۹- سلامت مالی
	۴- انعطاف‌پذیری و نواوری	۱۰- طراحی محصول
	۵- تعاون و همکاری	۱۱- قبول خسارت در حمل و نقل
	۶- اعتماد	۱۲- کیفیت اجزای محصول
[۱۲]	۱- قیمت	۵- نام تجاری تأمین‌کننده
	۲- کیفیت	۶- هزینه‌ها
	۳- انعطاف‌پذیری	۷- استفاده از مواد دوستدار طبیعت
	۴- شهرت	
[۴]	۱- قیمت	۵- ارائه‌ی سرویس بالا
	۲- زمان تحویل	۶- انعطاف‌پذیری سازمان تأمین‌کننده
	۳- رضایت مشتری	۷- فرهنگ
	۴- کیفیت محصول	۸- سابقه و تجربه طولانی مدت در تأمین
[۲۳]	۱- اعتبار تحویل	۳- قیمت
	۲- انعطاف‌پذیری	۴- سرمایه
[۷]	۱- کیفیت	۴- رضایت مشتری
	۲- زمان تحویل	۵- هزینه‌های مدیریت
	۳- هزینه محصول	۶- تکمیل فرایند حمل و نقل

جدول (۲): طبقه‌بندی مدل‌های تصمیم‌گیری

طبقه	روش	برای مطالعه رجوع شود به:
هوش مصنوعی	Neural networks	[۴]
برنامه‌ریزی ریاضی	Total cost based approaches	[۶]
	Non-linear programming	[۱۱]
	Linear programming	[۲۶]
	Integer programming	[۸]
	Goal programming	[۲۳]
	DEA	[۱۹]
مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره	AHP	[۲۳]
	MAUT	[۱۴]
	Linear weighted point	[۱۸]
	Interpretive structural modeling	[۱۷]
	Fuzzy sets	[۲۵]
تحلیل آماری	Principal component analysis	[۱۹]
	Factor analysis	[۲۲]
روش‌های ترکیبی	Group decision making	[۲۶]
	Multiple methods	[۲۳]

به طوری که u_i ،$i = 1,2,\ldots,n$ توابع ارزشی افزایشی هستند که تابع مطلوبیت[8] یا ارزش حاشیه[9] نام دارند و معمولاً عددی بین ۰ و ۱ است. p_i وزن u_i است.



شکل (۱): تابع ارزش حاشیه‌ای نرمال شده

ارزش هر گزینه $a \in A_a$ را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$u'[g(a)]=\sum_{i=1}^{n} u_i\,[g_i(a)]+\sigma(a) \qquad \forall a\in A_R \qquad (۳)$$

به طوری که $\sigma(a)$ خطای بالقوه مربوط به $u'[g(a)]$ است.

سیسکوس و لاگرز [۲۰] به منظور براورد تابع ارزشی حاشیه‌ای مشابه در یک قالب خطی تکه‌ای (منقطع) استفاده از میانه‌یابی خطی[10] را پیشنهاد کرده‌اند. به طوری که برای هر شاخص، بازه $[g_i^*\ ,\ g_i^*]$ به $(\alpha_i - 1)$ فاصله‌های مساوی تقسیم می‌شوند، به صورتی که نقاط پایانی هر بازه به وسیله فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$g_i^j=g_i+\frac{j-1}{\alpha_i-1}\left(g_i^*-g_i^*\right) \qquad \forall j=1,2,\ldots,\alpha_i \qquad (۴)$$

ارزش حاشیه‌ای هر گزینه توسط یک میانه‌یابی خطی تقریب زده می‌شود. بنابراین برای فرمول $g_i(a) \in \left(g_i^j - g_i^{j+1}\right)$ داریم:

$$u_i[g_i(a)]=u_i\left(g_i^j\right)+\frac{g_i(a)-g_i^j}{g_i^{j+1}-g_i^j}\left[u_i\left(g_i^{j+1}\right)-u_i\left(g_i^j\right)\right] \qquad (۵)$$

مجموع گزینه‌های مرجع A_R به طوری که a_1 در بالای رتبه‌بندی (بهترین گزینه) و a_n در انتهای رتبه‌بندی باشد (بدترین گزینه)، مرتب می‌شود. حال برای هر جفت گزینه متوالی (a_k, a_{k+1}) که ممکن است a_k بر a_{k+1} ارجحیت داشته $(a_k > a_{k+1})$ و یا نسبت به یکدیگر نداشته باشند $(a_{k+1}\ a_k \sim)$ داریم:

$$\Delta(a_k, a_{k+1})=u'[g(a_k)]-u'[g(a_{k+1})] \qquad (۶)$$

به طوری که یکی از روابط زیر برقرار است:

$$\begin{cases}\Delta\,(a_k, a_{k+1}) \geq \delta & if \quad a_k > a_{k+1}\\ \Delta\,(a_k, a_{k+1}) = 0 & if \quad a_k \sim a_{k+1}\end{cases} \qquad (۷)$$

δ یک عدد بسیار کوچک مثبت است $(\delta \geq 0)$.

۴- مدل UTASTAR

روش UTASTAR نتیجه اصلاح شده روش UTA است. این روش توسط سیسکوس و یاناکوپلس در سال ۱۹۸۵ ارائه شده است. در تحقیقی که به منظور مقایسه مدل‌های مشتق از UTA انجام شده، نشان می‌دهد که مدل UTASTAR در بسیاری از موارد نتایج بهتری نسبت به دیگر مدل‌ها ارائه می‌دهد.

در نسخه اصلی UTA بر روی هر گزینه $a \in A_R$ یک خطای $\sigma(a)$ ارائه شده بود که این خطا باید حداقل شود، اما در مدل UTASTAR سیسکوس دو خطای مثبت را تعریف می‌کند. بنابراین فرمول $u_i[g_i(a)]$ به صورت زیر درمی‌آید:

$$u'[g(a)]=\sum_{i=1}^{n} u_i\,[g_i(a)]-\sigma^+(a)+\sigma^-(a) \qquad \forall a\in A_R \qquad (۸)$$

۴-۱ خلاصه الگوریتم *UTASTAR*

مرحله اول: بیان ارزش کلی گزینه‌های مرجع $u[g(a_k)]\ , k = 1,2, \ldots n$ ابتدا بر حسب ارزش‌های حاشیه‌ای $u_i(g_i)$ و سپس بر حسب متغیرهای w_{ij} طبق فرمول زیر باید توجه داشت که $u_i(g_i^1) = 0$ است:

$$W_{ij}=U_i\left(g_i^{j+1}\right)-U_i\left(g_i^j\right)\leq 0 \quad ,\forall_i=1,2,\ldots,n \quad ,\forall_j=1,2,\ldots,\propto_i \qquad (۹)$$

مرحله دوم: $\Delta(a_k, a_{k+1})$ را با در نظر گرفتن خطاهای σ^+, σ^- به صورت زیر می‌نویسیم:

$$\Delta(a_k,a_{k+1})= U[g(a_k)]-\sigma^+_{(a_k)}+\sigma^-_{(a_k)}- U[g(a_{k+1})]+\sigma^+_{(a_{k+1})}-\sigma^-_{(a_{k+1})} \qquad (۱۰)$$

مرحله سوم: مدل نهایی برنامه‌ریزی خطی به صورت زیر در می‌آید:

$$\text{Min} \quad Z=\sum_{k-1}^{m}\left(\sigma^+_{(a_k)}+\sigma^-_{(a_k)}\right)$$

S.t.:

$$\begin{aligned}&\Delta(a_k, a_{k+1}) \geq \delta && \text{if } a_k > a_{k+1}\\ &\Delta(a_k, a_{k+1}) = 0 && \text{if } a_k \approx a_{k+1}\end{aligned} \qquad (۱۱)$$

$$\sum_{i-1}^{n}\sum_{j-1}^{\propto_i-1} w_{ij} = 1$$

$$\begin{aligned}&W_{ij} \geq 0 && ,\forall_{i,j}\\ &\sigma^+_{(a_k)} \geq 0 && ,\forall_{i,j,k}\\ &\sigma^-_{(a_k)} \geq 0 && ,\forall_{i,j,k}\end{aligned}$$

به صورتی‌که σ عدد مثبت بسیار کوچکی است.

8- Utility Function
9- Marginal Value
10- Liner Interpolation

جدول (۳): نمونه‌هایی از کاربرد روش UTA

زمینه کاربرد	موضوع	منبع
	براورد ریسک	Cosset, J. C., Siskos, Y. & Zopounidis, C. (1992)
مدیریت مالی	پیش‌بینی شکست سازمان	Zopounidis, C. (1987)
	ارزیابی سرمایه	Siskos, Y. & Zopounidis, C. (1987)
	بازاریابی محصولات کشاورزی	Siskos, Y., Matsatsinis, N. F., & Baourakis, G. (2001)
بازاریابی	رفتار مصرف‌کننده	Manouselis, N., & Matsatsinis, N. F. (2001)
	رضایت مشتری	Siskos, Y., Grigoroudis, E., Politis, Y., & Malandrakis, Y. (2001)
	ارزیابی مشاغل	Spyridakos, A., Siskos, Y., Yannakopoulos, D., & Skouris, A. (2000)
مدیریت عمومی	ارزیابی پروژه	Beuthe, M., Eeckhoudt, L., & Scanella, G. (2000)
	مدیریت محیط زیست	Hatzinakos, I., Yannacopoulos, D., Faltsetas, C., & Ziourkas, C. (1991)

۴-۲ تحلیل حساسیت

در این مدل به منظور اطمینان از صحت ضرایب تابع براورد شده و نیز یافتن جواب‌های "تقریبا بهینه"[11] مدل برنامه‌ریزی خطی مطرح شده (در شرایطی که جواب بهینه منحصربه‌فرد وجود ندارد)، لازم است تا میانگین جواب‌های "تقریباً بهینه" حاصل از حل مدل‌هایی با تابع هدف‌های زیر را به دست آوریم:

$$U_i(g_i^*)=\sum_{j-1}^{\alpha_i-1} w_{ij} \qquad \forall_i=1,2,...,n \quad , \forall_j=1,2,..., \alpha_i \qquad (۱۲)$$

محدودیت جدید زیر نیز به مجموعه محدودیت‌های مسئله اضافه می‌شود:

$$\sum_{k=1}^{m}\left[\sigma^+_{(a_k)}+\sigma^-_{(a_k)}\leq z^*+\varepsilon\right] \qquad (۱۳)$$

که در آن z^* مقدار بهینه حاصل از حل مدل LP است و σ یک عدد مثبت کوچک خواهد بود.

۴-۳ تصمیم بهینه

با داشتن تابع مطلوبیت تصمیم‌گیرنده می‌توان به دو دسته از سؤال‌ها پاسخ داد:

انتخاب مناسب‌ترین گزینه: زمانی که فرد تصمیم‌گیرنده دو یا چند تأمین‌کننده را مدنظر دارد و می‌خواهد بداند با توجه به شاخص‌های انتخاب تأمین‌کننده که برای وی دارای اهمیت است، کدام یک از این تأمین‌کننده‌ها می‌توانند به عنوان بهترین تأمین‌کننده برای شرکت باشند. در این مرحله کاربر اطلاعات موردنیاز در مورد تأمین‌کنندگان را وارد نموده و مدل بهترین و مناسب‌ترین تأمین‌کننده را به وی معرفی خواهد نمود.

نتیجه‌گیری در مورد یک تأمین‌کننده خاص: چنانچه فرد تصمیم‌گیرنده به دنبال اتخاذ این تصمیم باشد که یک تأمین‌کننده تا چه حد می‌تواند تأمین‌کننده مناسبی برای شرکت باشد، این مدل آن را مشخص می‌نماید. به عبارت دیگر مدل یک سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری ارائه می‌نماید که به کمک آن می‌توان مطلوبیت هر تأمین‌کننده را براورد نمود.

11- Near-Optimal

۵- مطالعه موردی

به منظور پیاده ساختن مدل، شرکت X که در زمینه تولید قطعات خودرو فعالیت می‌کند، انتخاب شد. برای شناسایی شاخص‌هایی برای انتخاب تأمین‌کنندگان پرسشنامه‌ای طراحی شد. سؤال‌های این پرسشنامه مبتنی بر ادبیات تحقیق و اقتباس از تحقیقات انجام شده در سایر کشورها بود. پس از تحلیل پرسشنامه چند شاخص به عنوان شاخص‌های نهایی برای ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان انتخاب شدند (جدول (۴)). همان طور که قبلا ذکر شد، برای حل UTASTAR به یک مجموعه مرجع رتبه‌بندی شده نیاز داریم. به این منظور مجموعه‌ای متشکل از پنج تأمین‌کننده را به عنوان مجموعه مرجع انتخاب و با استفاده از تکنیک TOPSIS این مجموعه رتبه‌بندی گردید. نتایج حاصل از رتبه‌بندی در جدول (۵) آمده است.

جدول (۴): شاخص‌های انتخاب تأمین‌کننده

شاخص	واحد اندازه‌گیری
C1	تعداد قطعات مرجوعی در یک میلیون واحد
C 2	درصدی از سفارش که به موقع تحویل داده می‌شود
C 3	دارا بودن FMEA، OPC و Control plan
C 4	قیمت یک واحد محصول
C 5	مقدار تولید تأمین‌کننده در یک روز
C 6	قابلیت تجهیزات و ماشین‌آلات تأمین‌کننده

جدول (۵): رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان با استفاده از روش TOPSIS

رتبه	تأمین‌کننده
۱	B
۲	D
۳	E
۴	C
۵	A

۵-۱براورد تابع مطلوبیت به روش UTASTAR

به منظور حل مدل مراحل زیر را طی می‌کنیم:

مرحله اول: همان طور که قبلاً ذکر شد، برای حل مدل نیاز به ماتریس تصمیم‌گیری و رتبه‌بندی گزینه‌های مرجع داریم که در جدول (۶) آمده است.

مدل نهایی برنامه‌ریزی خطی به صورت زیر درمی‌آید:

$$\text{Min } Z=\sum_{k-1}^{m}(\sigma^{+}_{(a_k)}+\sigma^{-}_{(a_k)})$$

S.t.:

$$0.745\,w_{12}+0.34\,w_{13}+0.926\,w_{23}+w_{31}+w_{32}-w_{41}-w_{42}+0.690\,w_{54}+w_{61}+w_{62}-\sigma^{+}_{B}+\sigma^{-}_{B}+\sigma^{+}_{D}-\sigma^{-}_{B}\geq\delta$$

$$0.42\,w_{11}+0.255\,w_{12}+0.065\,w_{22}+0.074\,w_{23}-w_{31}+w_{41}+w_{42}+0.932w_{53}+0.172\,w_{54}-w_{61}-w_{62}-\sigma^{+}_{D}+\sigma^{-}_{D}+\sigma^{+}_{E}-\sigma^{-}_{E}\geq\delta$$

$$-0.42\,w_{11}-w_{12}-w_{13}+0.848\,w_{22}-w_{41}-0.932\,w_{53}-0.172w_{54}-w_{63}-\sigma^{+}_{E}+\sigma^{-}_{E}+\sigma^{+}_{C}-\sigma^{-}_{C}\geq\delta$$

$$w_{11}+w_{12}+w_{13}+w_{21}+0.087w_{22}-w_{32}+w_{51}+w_{52}+w_{53}+0.172\,w_{54}+w_{62}+w_{63}-\sigma^{+}_{C}+\sigma^{-}_{C}+\sigma^{+}_{A}-\sigma^{-}_{A}\geq\delta$$

$$\sum_{i-1}^{n}\sum_{j-1}^{\propto_i-1}w_{ij}=1$$

$$W_{ij}\geq 0 \qquad ,\forall_{i,j}$$

$$\sigma^{+}_{(a_k)}\geq 0 \qquad ,\forall_{i,j,k}$$

$$\sigma^{-}_{(a_k)}\geq 0 \qquad ,\forall_{i,j,k}$$

(۱۴)

پس از حل مدل را با استفاده از نرم‌افزار LINGO حل کرده و نتایج زیر حاصل شد:

$$\delta=0.05$$
$$Z^{*}=0$$
$$w_{23}=0.005399568$$
$$w_{22}=0.7077588$$
$$w_{52}=0.2382455$$

۵-۲ تحلیل حساسیت

همان طور که قبلا ذکر شد این جواب منحصربه‌فرد نمی‌باشد. برای پیدا کردن دیگر جواب‌های بهینه یا جواب‌هایی که به جواب بهینه نزدیک است تحلیل حساسیت انجام می‌گیرد بدین صورت که تابع هدف قبل به عنوان یک محدودیت که برابر است با $0+\varepsilon$ وارد مسئله شده و توابع هدف جدیدی در هر مرحله طبق فرمول زیر وارد مسئله می‌شود:

$$U_i(g_i^{*})=\sum_{j-1}^{\propto_{i-1}}w_{ij} \qquad \forall_i=1,2,\ldots,n \quad ,\forall_j=1,2,\ldots,\propto_i \qquad (۱۵)$$

محدودیت زیر را نیز به مسئله اضافه می‌نماییم:

$$Z^{*}=\sum_{k-1}^{m}(\sigma^{+}_{(a_k)}+\sigma^{-}_{(a_k)})=0+\varepsilon \qquad (۱۶)$$

در آخر متوسط جواب‌های به دست آمده از هر مرحله را به عنوان جواب نهایی می‌پذیریم. جواب‌های حاصل از حل مسئله در جدول (۷) آمده است. مطلوبیت کلی هر گزینه را محاسبه می‌کنیم (جدول (۸)).

در نهایت تابع مطلوبیت مسئله به صورت زیر درمی‌آید:

$$u(g)=0.100(g_1)+0.289(g_2)+0.087(g_3)+0.144(g_4)+0.230(g_5)+0.134(g_6) \qquad (۱۷)$$

۶- نتیجه‌گیری

در این مقاله روشی برای براورد تابع مطلوبیت ارائه شده است. این روش، ضمن آنکه قادر است با گرفتن کم‌ترین اطلاعات از تصمیم‌گیرنده تابع مطلوبیت را تخمین بزند، در صورت مستقل نبودن شاخص‌ها از یکدیگر نیز قادر به حل مسئله است. با به دست آوردن تابع مطلوبیت می‌توان هر زمان میزان مطلوبیت هر تأمین‌کننده را محاسبه نمود و تأمین‌کنندگان را رتبه‌بندی کرد. با توجه به این که حل مدل در ابعاد وسیع نیاز به محاسبات پیچیده دارد، می‌توان با طراحی نرم‌افزاری فرایند حل مسئله را تسهیل نمود. باید توجه داشت که رتبه‌بندی گزینه‌های مرجع باید به دقت انجام گیرد تا تابع مطلوبیت به دست آمده کارایی لازم را داشته باشد. با توجه به تعدد مدل‌هایی که برای تصمیم‌گیری وجود دارند، پیشنهاد می‌شود فرایند تحقیق با استفاده از سایر مدل‌ها تکرار گردد و نتایج تحقیقات با یکدیگر مقایسه شود.

جدول (۶): ماتریس تصمیم‌گیری و رتبه‌بندی گزینه‌های مرجع

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	Ranking
B	340	86.7833	3	0.21	400	5	1
D	513	60	1	0.19	350	3	2
F	620	56	2	0.21	260	5	3
C	235	31.45	2	0.20	340	6	4
A	713	0	3	0.20	110	4	5

جدول (۷): جواب‌های بهینه به دست آمده حاصل از هر مرحله تحلیل حساسیت

	w11	w12	w13	w21	w22	w23	w31	w32	w41	w42	w51	w52	w53	w54	w61	w62	w63	Average
	0.532	0.067			0.401													0.089
				0.238	0.708	0.054												0.011
					0.110			0.425				0.419	0.046					0
					0.059			0.096		0.446						0.399		0.04
					0.088							0.769		0.143				0.241
					0.078					0.421					0.406			0.009
																		0
								0.087										0.144
																		0
																		0.198
																		0.008
																		0.024
																		0.068
																		0.067
																		0

جدول (۸): مطلوبیت به دست آمده هرگزینه با استفاده از مدل **UTASTAR**

تأمین‌کننده	مطلوبیت کلی
B	0.839731
D	0.730051
E	0.648882
C	0.22803
A	0.154476

۷- منابع و مأخذ

[1] Beuthe, M., & Scannella, G. (2001). Comparative analysis of UTA multicriteria methods. *European Journal of Operational Research*, 130.

[2] Bevilacqua, M., & Petroni, A. (2002). From traditional purchasing to supplier management: a fuzzy logic-based approach to supplier selection. *International Journal of Logistics*, 5.

[3] Bhutta, K. S., & Huq, F. (2002). Supplier selection problem: a comparison of total cost of ownership and analytical hierarchy process approach. *Supply Chain Management, an International journal,* 17.

[4] Choy, K. L., Lee, W. B., & Lo, V. (2004). Development of a case based intelligent supplier relationship management system-linking supplier rating system and product coding system. *Supply Chain Management, an International Journal,* 9, 86-101.

[5] Choy, K. L., & Lee, W. B. (2003). A generic supplier management tool for outsourced manufacturing. *Supply Chain Management, an International Journal*, 8.

[6] Degraeve, Z., Roodhooft, F., & Van doveren, B. (2005). The use of total cost of ownership for strategic procurement: a company-wide management information system. *Journal of the Operational Research Society*, 56, 51–59.

[7] Dulmin, R., & Mininno, V. (2003). Supplier selection using a multi-criteria decision aid method. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 9, 177-187.

[8] Feng, C. X., Wang, J., & Wang, J. S. (2001). An optimization model for concurrent selection of tolerances and suppliers. *Computers & Industrial Engineering*, 40, 15-33.

[9] G., Huang, S. H., & Dismukes, J. P. (2004). Product-driven supply chain selection using integrated Multi-criteria decision-making methodology. *International Journal of Production Economics*, 9, 1-15.

[10] Ghobadian, A., Stainer, A., & Kiss, T. (1993). A computerized vendor rating system. In Proceedings of the First International Symposium on Logistics, Nottingham, UK, University of Nottingham, 321–328.

[11] Ghodyspour, S. H., & O'Brien, C. (2001). The total cost of logistics in supplier selection, under conditions of multiple sourcing, multiple criteria and capacity constraint. *International Journal of Production Economics*, 73, 15-27.

[12] Gphreys, P. K., Wong, Y. K., & Chan, F. T. (2003). Integrating environmental criteria into the supplier selection process. *Journal of Materials Processing Technology*, 138, 349-356.

[13] Jacquet-Lagrèze, E., & Siskos, Y. (1982). Assessing a set of additive utility functions for multicriteria decision making: The UTA method. *European Journal of Operational Research*, 10(2).

[14] Jayaraman, V., Srivastava, R., & Benton, W. C. (1999). Supplier selection and order quantity allocation: A comprehensive model. *Journal of Supply Chain Management*, 35.

[15] Lee, M. S., Lee, Y. H., & Jeong, C. S. (2003). *A high-quality-supplier selection model for supply chain management and ISO 9001 system.* Production Planning & Control, 14.

[16] Lin, C., Chow, W. S., Madu, C. N., Kuei, C. H., & Yu, P. P. (2005). A structural equation model of supply chain quality management and organizational performance. *International Journal of Production Economics*, 96, 355-365.

[17] Mandal, A., & Deshmukh, S. G. (1994). Vendor Selection Using Interpretive Structural Modeling (ISM). *International Journal of Operations and Production Management*, 14, 52-59.

[18] Muralidharan, C., Anantharaman, N., & Deshmukh, S. G. (2001). Vendor rating in purchasing scenario: a confidence interval approach. *International Journal of Operations and Production Management*, 21, 1306-1325.

[19] Petroni, A., & Braglia, M. (2000). Vendor Selection Using Principal Component Analysis. *The Journal of Supply Chain Management, a Global Review of Purchasing and Supply*, 36, 63-69.

[20] Siskos, Y., & Jacquet-Lagrèze, E. (1982). Assessing a set of additive utility functions for multicriteria decision making, The UTA method. *European Journal of Operational Research*.

[21] Tempelmeier, H. (2002). *A simple heuristic for dynamic order sizing and supplier selection with time-varying data.* Production and Operation Management, 11.

[22] Tracey, M., & Tan, C. L. (2001). Empirical analysis of supplier selection and involvement, customer satisfaction, and firm performance. *Supply chain management:an international journal*, 6, 174-188.

[23] Selection using integrated multi-criteria decision-making methodology. *International Journal of Production Economics*, 9, 1-15.

[24] Weber, C. A., Current, J. R., & Benton, W. C. (1991). Vendor selection criteria and methods. 50(1), 2-18.

[25] Wu, C. Y. (1990). Robot selection decision support system: A fuzzy set approach. Mathematical and Computer Modeling, 14, 440-443.

[26] Yan, H., & Wei, Q. (2002). Determining compromise weights for group decision making. *Journal of the Operational Research Society*, 53, 680-687.