ارائه یک مدل استوار به منظور انتخاب تامین کننده در زنجیره تامین با رویکرد تلفیقی تحلیل سلسله مراتبی-بولزای و روش رتبه بندی پاف بر روی اعداد خاکستری سه پارامتره

علی بنیادی نائینی
استادیار دانشکده مهندسی پیشرفت دانشگاه علم و صنعت ایران
bonyadi@iust.ac.ir

،محمد حسن کامفیروزی(نویسنده مسئول)
کارشناسی ارشد مهندسی صنایع-دانشگاه علم و صنعت ایران
Mohammad_Kamfiroozi@yahoo.com

چکیده

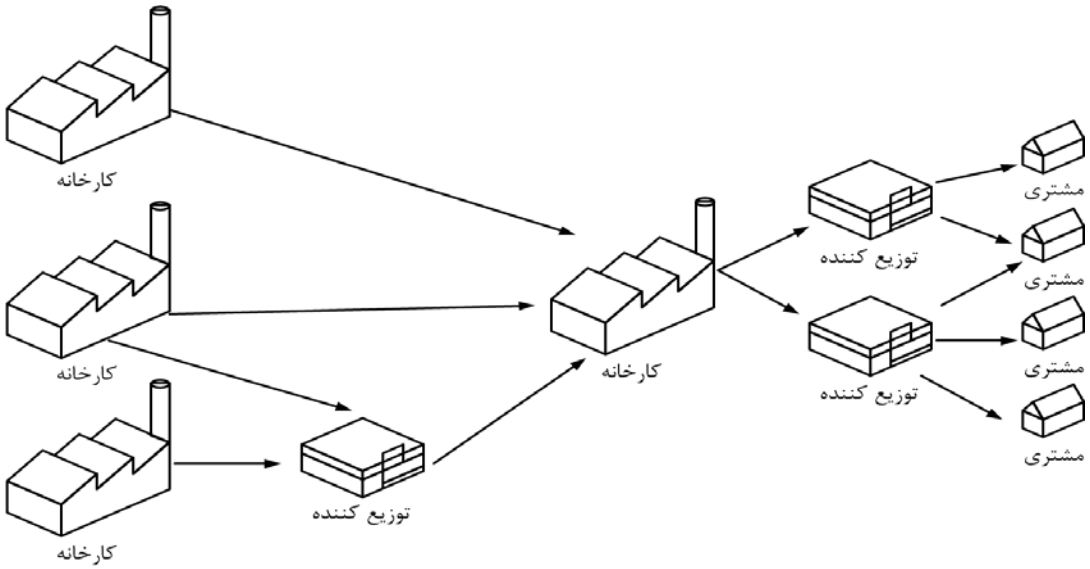
امروزه در فضای رقابتی بازار ها، دیگر شرکت ها توانائی تهیه تمامی مایحتاج خود را ندارند. برای این منظور به استفاده از زنجیره تامین روی می آورند. انتخاب تامین کنندگان در پژوهش ها و مطالعات متعددی به عنوان یک مسئله تصمیم گیری با معیار های چند گانه مطرح شده است. مقاله پیش رو سعی بر آن دارد تا با ارائه مدلی بر مبنای تئوری اعداد خاکستری سه پارامتره به ارائه راه حلی برای این مسئله بپردازد. بر این اساس با استفاده از روش وزندهی تلفیقی تحلیل سلسله مراتبی- بولزای به وزندهی معیار های استخراج شده میپردازد و با استفاده از روش پاف به رتبه بندی گزینه های تصمیم اقدام میکند. در انتها برای اعتبار سنجی نتایج این روش، استواری آن در مقابل روش ساو که یکی از روش های شناخته شده و مورد قبول است بموازات استفاده میشود.

کلید واژه:

انتخاب تامین کننده، روش تحلیل سلسله مراتبی، روش بولزای، روش پاف، تئوری اعداد خاکستری سه پارامتره، استواری

مقدمه

شرکت ها در فضای رقابتی کنونی که به شدت در جریان است در پی تسریع فعالیت ها و عملیات خود هستند. بحث هایی نظیر جهانی سازی و گسترش شبکه هایی مانند اینترنت از موضوعات مهمی هستند که در تأمین منابع، بازاریابی و مواردی دیگر شرکت ها را به شدت درگیر میکند. با وجود گستردگی منابع و افزایش کانال ها و ارتباطات توزیعی، دیگر شرکت ها به تنهایی قادر به تولید و توزیع تمامی مایحتاج موردنیاز خود نیستند. در این حالت، ضرورت تهیه مواد و قطعات از عرضه‌کننده ها احساس میشود. پس باید زنجیره ای از شرکت ها برای همکاری با یکدیگر در جهت تولید و عرضه محصول تشکیل شود. اینجاست که بحث زنجیره تأمین مطرح می شود. می توان زنجیره تأمین را زنجیره ای تعریف کرد که همه فعالیت های مرتبط با جریان کالا و تبدیل مواد، از مرحله تهیه مواد اولیه تا مرحله تحویل کالای نهایی به مصرف کننده را در بر می گیرد. در ارتباط با جریان کالا دو جریان دیگر که جریان اطلاعات و جریان منابع مالی و اعتبارات هستند نیز حضور دارند. شکل ۱، الگویی از زنجیره تأمین را ارائه می دهد.



شکل ۱. مثالی از مدل زنجیره تامین

با توجه به این که معمولاً شرکت ها و اجزا به طور جداگانه فعالیت می کنند و صرفاً خروجی ها و ورودی ها آن ها را باهم مرتبط می سازد، ضرورت مدیریت زنجیره تأمین احساس می شود. مدیریت زنجیره تأمین[۱] را فرایند یکپارچه سازی فعالیت های زنجیره تأمین و نیز جریان های اطلاعاتی مرتبط با آن، از طریق بهبود و هماهنگ سازی فعالیت ها در زنجیره تأمین، از تولید تا عرضه محصول، تعریف می کنند.

امروزه در فضای رقابتی کسب و کار نوین ایجاد شده، انتخاب تامین کننده در زنجیره تامین یکی از مسائل مهم به شمار میرود (Hong, Lyes, & Xie, ۲۰۰۵). عوامل متعددی همچون تنوع تقاضاهای مشتریان، پیشرفت های تکنولوژیک، رقابت های جهانی، کاهش در مقررات دولتی و افزایش آگاهی در محیط پیرامونی شرکت ها، آنان را به سمت تمرکز بر مدیریت زنجیره تامین سوق داده است (Verma & Pullman, ۱۹۹۸). این امر از این جهت است که پژوهش های مختلفی ادعا کرده اند که بیش از ۷۰ درصد از هزینه های تولید شامل مواد خام و اجزای تشکیل دهنده آن میباشد (Ghosypour & O'Brien, ۱۹۹۸). از آنجاکه تامین کننده بر قیمت، کیفیت و ... تاثیر مستقیم دارد، باید معیار های متعددی برای تصمیم گیری در نظر گرفت. از این رو در پژوهش های اخیر، انتخاب تامین کنندگان در زنجیره تامین به عنوان یک مسئله از نوع تصمیم گیری با معیارهای چندگانه[۲] (Amid & Ghodsypour, ۲۰۰۸) (Weber, Current, & Benton, ۲۰۰۱) بسیار مورد توجه قرار گرفته است. بر این مبنا لازم است تا با ایجاد تعاملی بین عوامل ملموس و ناملموس (کمی و کیفی) به انتخاب تامین کننده اقدام گردد (Goffin, Szwejczewski, & New, ۱۹۹۷) تا هدف از این انتخاب که در واقع شناسائی تامین کننده ای با بالاترین پتانسیل ممکن است، محقق شود.

در انتخاب تامین کننده، معیار های مختلفی را با وزن های گوناگون میتوان دخالت داد که این موارد به استراتژی خرید در زنجیره تامین بستگی دارد (Wang, Hang, & Dismukes, ۲۰۰٤). صنایع و واحد های سازمانی به این نکته دست یافته اند که قیمت پیشنهادی تامین کنندگان نمیتواند به عنوان تنها معیار برای انتخاب آنها مد نظر قرار گیرد. فاکتور ها و عوامل دیگری نظیر کیفیت کالا و یا خدمات و همچنین مدت زمان وصول کالا و حسن سابقه همکاری از دیگر عواملی است که باید در نظر گرفت (Faeza, Ghodsypour, & O'Brien, ۲۰۰۹).

این مقاله تصمیم دارد تا با رویکردی جدید و مدلی نو به بررسی این مسئله بپردازد. استفاده از روش تلفیقی بولزای و تحلیل سلسله مراتبی برای وزندهی به شاخص ها و رتبه بندی با استفاده از روش پاف[۳] مدل پیشنهادی این مقاله است که بر روی اعداد خاکستری سه پارامتره پیاده سازی میشود. برای استخراج شاخص های ارزیابی، با استفاده از ادبیات موضوع و با کمک خبرگان شاخص ها احصاء شده و برای رتبه بندی مورد استفاده قرار میگیرند.

ضرورت بکار گیری روش های تلفیقی در کاهش عدم قطعیت مسئله نهفته است. باسون[٤] در پژوهش خود دسته بندی انواع عدم قطعیت در مدل های تصمیم را انجام داد. وی سه نوع عدم قطعیت را شناسائی نمود که یکی از انواع آنها عدم قطعیت ناشی از روش بود(Basson,۲۰۰٤). بر این اساس تلفیق روش های مختلف باعث افزایش قطعیت روش مورد استفاده شده و قابلیت اطمینان نتایج بدست آمده از روش را افزایش میدهد.

۱. بررسی ادبیات پژوهش

برای انتخاب تامین کنندگان مطالعات متعددی انجام گرفته است. در هر مطالعه، پژوهشگران با استفاده از منطقی خاص به انتخاب شاخص های مورد نظر خود جهت ارزیابی، اقدام نموده اند. در جدول ۱ میتوان برخی ازاین مطالعات و شاخص های مورد نظر در هر مطالعه را مشاهده نمود.

جدول ۱. شاخص های مختلف مورد استفاده در مطالعات قبلی برای مسئله انتخاب تامین کننده

پژوهش ها	شاخص ها
(Weber, Current, & Benton, ۱۹۹۱)	قیمت- تحویل- کیفیت- توانایی فنی- سودمندی- مدیریت سازمانی- شهرت- مکان- ثبات مالی- جایگاه شرکت در صنعت- سوابق عملکرد- ماندگاری
(Evans, ۱۹۸۰)	قیمت- کیفیت- تحویل
(Ellram, ۱۹۹۰)	کیفیت محصول- کیفیت سرویس دهی- قیمت پیشنهادی- زمان تحویل
(Wang, Hang, & Dismukes, ۲۰۰۴)	اعتبار زمان تحویل- مسئولیت و انعطاف پذیری- قیمت- دارائی ها
(Chen, Lin, & Huang, ۲۰۰۶)	سودمندی- روابط دوستانه- توانائی فنی- تطابق کیفیت- عملکرد رقابتی
(Lin & Chang, ۲۰۰۸)	ارتباطات- شهرت- جایگاه در صنعت- روابط نزدیک- پاسخگوئی به مشتری- توان حل مسائل
(Montazer, Saremi, & Ramezani, ۲۰۰۹)	قیمت- کیفیت- زمان تحویل- خدمات پس از فروش- انعطاف پذیری- سیاست های اعمالی
(Timmerman, ۱۹۸۶)	کیفیت- تحویل- خدمات

در عین حال مدل های متعددی نیز برای مسئله انتخاب مطرح شده اند. در اغلب این مدل ها میتوان رد پائی از روش تحلیل سلسله مراتبی مشاهده نمود. برخی از مطالعات صورت گرفته و مدل های پیشنهاد شده در جدول ۲ دیده میشوند.

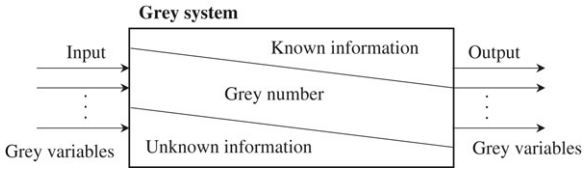
جدول ۲. مطالعات و مدل های استفاده شده برای مسئله انتخاب تامین کننده

پژوهش	مدل
(Ghosypour & O'Brien, ۱۹۹۸)	ترکیب تحلیل سلسله مراتبی و برنامه ریزی خطی
(Wang, Hang, & Dismukes, ۲۰۰۴)	ترکیب تحلیل سلسله مراتبی و برنامه ریزی آرمانی
(Chan & Kumar, ۲۰۰۷)	روش تحلیل سلسله مراتبی فازی
(Ustun & Demirtas, ۲۰۰۸)	ترکیب ای ان پی[۵] و برنامه ریزی عدد صحیح مختلط چند هدفه
(Kahraman, Cebeci, & Ulukan, ۲۰۰۳)	روش تحلیل سلسله مراتبی فازی
(Ozgen, Onut, Gulsun, Rıfat, & Tuzkaya, ۲۰۰۸)	ترکیب تحلیل سلسله مراتبی و برنامه ریزی چند هدفه احتمالی
(Famuyiwa, Monplaisir, & Nepal, ۲۰۰۸)	برنامه ریزی آرمانی فازی
(Shahanaghi & Yazdian, ۲۰۰۹)	تاپسیس گروهی فازی
(Yang, Chiu, Tzeng, & Yeh, ۲۰۰۸)	تحلیل سلسله مراتبی فازی
(Jadidi, Hong, Firouzi, Yusuf, & Zulkifli, ۲۰۰۸)	ترکیب تاپسیس و مدل چند هدفه فازی
(Faeza, Ghodsypour, & O'Brien, ۲۰۰۹)	ترکیب سی بی آر[۶] و برنامه ریزی چند هدفه
(Chamodrakas, Batis, & Martakos, ۲۰۰۹)	روش تحلیل سلسله مراتبی فازی
(Montazer, Saremi, & Ramezani, ۲۰۰۹)	روش الکتره فازی
(Dalalah, Hayajneh, & Batieha, ۲۰۱۱)	ترکیب دیماتل[۷] فازی و تاپسیس فازی
(Chen & Yang, ۲۰۱۱)	ترکیب تحلیل سلسله مراتبی فازی و تاپسیس فازی
(Xu & Yan, ۲۰۱۱)	ترکیب برنامه ریزی چند هدفه فازی و الگوریتم پی اس او[۸]
(Cebi & Bayraktar, ۲۰۰۳)	ترکیب برنامه ریزی آرمانی یکپارچه و تحلیل سلسله مراتبی
(Wang, Huang, & Dismukes, ۲۰۰۴)	ترکیب تحلیل سلسله مراتبی و برنامه ریزی آرمانی انحصاری
(Wang & Yang, ۲۰۰۹)	ترکیب برنامه ریزی خطی چند هدفه، تحلیل سلسله مراتبی و برنامه ریزی فازی
(Kahraman, Cebeci, & Ruan, ۲۰۰۴)	روش تحلیل سلسله مراتبی فازی
(Handfield, Walton, Sroufe, & Melnyk S. A., ۲۰۰۲)	روش تحلیل سلسله مراتبی
(Pi & Low, ۲۰۰۶)	ترکیب روش تحلیل سلسله مراتبی و تابع زیان تاگوچی
(Sevkli, Koh, Zaim, M., & Tatoglu, ۲۰۰۷)	روش تحلیل سلسله مراتبی
(Ghodsypour & O'Brien, ۲۰۰۱)	روش تحلیل سلسله مراتبی فازی

۲ . مبانی نظری روش

۲ .۱ . تئوری اعداد خاکستری سه پارامتره

تئوری سیستمهای خاکستری اولین بار توسط دنگ[۹] مطرح شد و بعدها توسط دیگران بسط داده شد (LIN & SIFENG, ۱۹۹۹). این منطق اساسا اینگونه ساخت دهی میشود که اگر سیاه نمایانگر اطلاعاتی کاملا نا شناخته و سفید شامل اطلاعاتی کاملا روشن و واضح باشد، خاکستری اطلاعاتی است که تا حدی معلوم و تا حدی نامعلوم است. سیستمی که حاوی اطلاعات خاکستری باشد را سیستم خاکستری مینامند. در شکل ۲. شمایی از مفهوم سیستم خاکستری را میتوانید مشاهده کنید (Kamfiroozi, Aliahmadi, & Jafari-Eskandari, ۲۰۱۲).



شکل۲ . مفهوم سیستم خاکستری

عدد خاکستری سه پارامتره $a(\otimes)$ را میتوان بصورت $a(\otimes)\in[\underline{a},\tilde{a},\overline{a}]$ نشان داد، $\underline{a}$کران پایین، $\tilde{a}$مرکز ثقل (عددی که بیشترین امکان را داراست) و $\overline{a}$ را کران بالا گویند. در حالتی که مرکز ثقل مشخص نباشد عدد سه پارامتره خاکستری به عدد معمولی خاکستری تبدیل می شود.

۲ .۱ .۱ . عملگرهای خاکستری

فرض کنید $a(\otimes)\in[\underline{a},\tilde{a},\overline{a}]$ و $b(\otimes)\in[\underline{b},\tilde{b},\overline{b}]$ دو عدد خاکستری سه پارامتره باشند. جمع، ضرب و تقسیم این اعداد به صورت زیر تعریف میشود:

(۱)عملیات جمع خاکستری

$$a(\otimes)+b(\otimes)\in[\underline{a}+\underline{b},\tilde{a}+\tilde{b},\overline{a}+\overline{b}]$$

(۲)عملیات تقسیم خاکستری

$$\frac{a(\otimes)}{b(\otimes)}\in[\min\{\frac{\underline{a}}{\underline{b}},\frac{\underline{a}}{\overline{b}},\frac{\overline{a}}{\underline{b}},\frac{\overline{a}}{\overline{b}}\},\frac{\tilde{a}}{\tilde{b}},\max\{\frac{\underline{a}}{\underline{b}},\frac{\underline{a}}{\overline{b}},\frac{\overline{a}}{\underline{b}},\frac{\overline{a}}{\overline{b}}\}]$$

(۳)
$$a(\otimes)\times b(\otimes)\in[\min\{\underline{ab},\underline{a}\overline{b},\overline{a}\underline{b},\overline{ab}\},\tilde{a}\tilde{b},\max\{\underline{ab},\underline{a}\overline{b},\overline{a}\underline{b},\overline{ab}\}]$$

۲ .۱ .۲ فاصله دو عدد خاکستری سه پارامتره

فاصله دو عدد خاکستری $a(\otimes)$ و $b(\otimes)$ با $d(a(\otimes),b(\otimes))$ نمایش داده میشود. در واقع نگاشت d بصورت زیر تعریف می شود، $d:F\times F\to R$ که دارای شرایط زیر است: (برای هر عدد خاکستری سه پارامتره $c(\otimes)$)

(٤)
$$d(a(\otimes),b(\otimes))\geq 0$$

(٥)
$$d(a(\otimes),b(\otimes))=d(b(\otimes),a(\otimes))$$

(٦)
$$d(a(\otimes),b(\otimes))\leq d(a(\otimes),c(\otimes))+d(c(\otimes),b(\otimes))$$

تابع

$$L(a(\otimes),b(\otimes))=3^{-1/2}\sqrt{(\underline{a}-\underline{b})^2+(\tilde{a}-\tilde{b})^2+(\overline{a}-\overline{b})^2} \quad (۷)$$

را بعنوان فاصله بین در عدد خاکستری $a(\otimes)$ و $b(\otimes)$ تعریف می کنیم. براحتی می توان ثابت کرد شرایط سه گانه فوق در مورد این رابطه صادق است. درحالتی که دو عدد به صورت قطعی بیان شوند یعنی $a(\otimes),b(\otimes)\in R$، در این حالت $\underline{a}=\tilde{a}=\overline{a}$ و $\underline{b}=\tilde{b}=\overline{b}$، آنگاه $L(a(\otimes),b(\otimes))=\left|\overline{a}-\overline{b}\right|=d(a,b)$ که $d(a,b)$ بیانگر فاصله بین دو عدد در حالت حقیقی است.

۲. ۲ روش تحلیل سلسله مراتبی

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی اول بار توسط ساعتی[۱۰] و در سال ۱۹۸۰ مطرح گردیده است.در مراجع مختلف این فرآیند دارای سه گام اصلی به شرح زیر معرفی شده است (Lee A. H., Kang, Hsu, & Hung, ۲۰۰۹) (Lee, Kang, & Wang, ۲۰۰۶) (Murtaza, ۲۰۰۳):

۲.۲.۱. تعریف معیارهای تصمیم‌گیری و ساختن سلسله مراتب:

بنابر شاخص‌های مسئله، برای تجزیه کردن هر وصف و ساختن یک ساختار سلسله مراتبی، لایه صفرم هدف نهایی را نشان می دهد. لایه اول معیارهای پر اهمیت تصمیم‌گیری که بر هدف نهایی موثرند را نمایش می‌دهد و لایه های زیرین زیر معیارهای مهم لایه اول را نشان می‌دهند. آخرین لایه نیز گزینه های انتخابی شدنی را نمایش می‌دهد.

۲.۲.۲. ساختن ماتریس مقایسات زوجی:

در این مرحله به معیارها، زیر معیارها و گزینه‌ها به عنوان تابعی از اهمیتشان برای عناصر متناظرشان در لایه‌های بالاتر وزن‌دهی صورت می‌گیرد. بدین منظور، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی از مقایسات زوجی برای تعیین وزن و درجه‌بندی کردن استفاده می‌کند. بنابراین تحلیلگران می‌توانند هر بار فقط بر دو عامل تمرکز کنند.

۲.۲.۳. بدست آوردن بردار ارجحیت:

پس از آنکه ماتریس تصمیم‌گیری بدست آمد، بردار ارجحیت برای وزن دهی به اوزان ماتریس محاسبه می‌شود که این بردار، بردار ویژهٔ نرمال شده ماتریس است.

برای محاسبات این روش، نرم افزارهای متعددی معرفی شده اند که یکی از معروفترین این نرم افزارها اکسپرت چویس[۱۱] میباشد.

۲. ۳ روش وزن دهی بولزای[۱۲]

این روش وزندهی توسط دو تن از پژوهشگران برای وزن دهی در ماتریس های تصمیم خاکستری سه پارامتره بکار برده شد(Luo & Xia, ۲۰۱۲)

الگوریتم این روش در یک رویکرد قدم به قدم به صورت زیر است.

۲.۳.۱. نرمال سازی

فرض کنیم ماتریس تصمیم گیری ما بصورت زیر باشد

$$S=\{u_{ij}(\otimes)\left|u_{ij}(\otimes)\in(\underline{u}_{ij},\tilde{u}_{ij},\overline{u}_{ij}),0\le\underline{u}_{ij}\le\tilde{u}_{ij}\le\overline{u}_{ij},i=1,2,...,n,\ j=1,2,...,m\right.\} \quad (۸)$$

برای بی مقیاس سازی ماتریس از روش زیر استفاده می کنیم:

برای مقادیر از نوع منفعت(برای $i=1,2,3,...,m$, $j=1,2,3,...,n$):

$$\tilde{x}_{ij}=\frac{\tilde{u}_{ij}-\underline{u}_j^{\nabla}}{\overline{u}_j^{*}-\underline{u}_j^{\nabla}}\quad \overline{x}_{ij}=\frac{\overline{u}_{ij}-\underline{u}_j^{\nabla}}{\overline{u}_j^{*}-\underline{u}_j^{\nabla}}\quad \underline{x}_{ij}=\frac{\underline{u}_{ij}-\underline{u}_j^{\nabla}}{\overline{u}_j^{*}-\underline{u}_j^{\nabla}} \qquad (۹)$$

و برای مقادیر از نوع هزینه (برای $i=1,2,3,...,m$, $j=1,2,3,...,n$):

$$\tilde{x}_{ij}=\frac{\overline{u}_j^{*}-\tilde{u}_{ij}}{\overline{u}_j^{*}-\underline{u}_j^{\nabla}}\quad \overline{x}_{ij}=\frac{\overline{u}_j^{*}-\underline{u}_{ij}}{\overline{u}_j^{*}-\underline{u}_j^{\nabla}}\quad \underline{x}_{ij}=\frac{\overline{u}_j^{*}-\overline{u}_{ij}}{\overline{u}_j^{*}-\underline{u}_j^{\nabla}} \qquad (۱۰)$$

در معادلات فوق $\overline{u}_j^{*}=\max_{1\le i\le n}\{\overline{u}_{ij}\}, \underline{u}_j^{\nabla}=\min_{1\le i\le n}\{\underline{u}_{ij}\}$ هستند. در حالتی که $\overline{u}_j^{*}-\underline{u}_j^{\nabla}=0$ این شاخص یک شاخص بی تاثیر است و می توان آنرا از ماتریس حذف کرد.

$x_{ij}\in(\underline{x}_{ij},\tilde{x}_{ij},\overline{x}_{ij})$ یک عدد خاکستری سه پارامتره در بازه $[0,1]$ است. در حال حاضر ماتریس تصمیم گیری ما به شکل استاندارد زیر تبدیل شده است:

$$R=\begin{pmatrix} x_{11} & x_{12}\cdots & x_{1n}\\ x_{21} & \ddots & \vdots\\ \vdots & & \\ x_{m1} & \cdots & x_{mn}\end{pmatrix} \qquad (۱۱)$$

۲.۳.۲. بولزای مثبت را بدست می آوریم

برای این منظور از رابطه زیر استفاده می کنیم:

$$Z^{+}=(z_1^{+},z_2^{+},...,z_n^{+}) \qquad (۱۲)$$

$$z_j^{+}\in(\underline{x}_j^{+},\tilde{x}_j^{+},\overline{x}_j^{+})\mid \underline{x}_j^{+}=\max_{1\le i\le m}\{\underline{x}_{ij}\},\tilde{x}_j^{+}=\max_{1\le i\le m}\{\tilde{x}_{ij}\},\overline{x}_j^{+}=\max_{1\le i\le m}\{\overline{x}_{ij}\}$$

۲. ۳. ۳. بدست آوردن وزن شاخص ها با فرمول زیر:

$$w_j^{*}=b_j[\alpha w_j^{0}-(\sum_{j=1}^{n}\alpha w_j^{0}b_j-1)/\sum_{j=1}^{n}b_j] \qquad (۱۳)$$

که

$$b_j=\frac{1}{\alpha+\beta\sum_{i=1}^{m}\left[(\underline{x}_{ij}-\underline{x}_{ij}^{+})^2+(\tilde{x}_{ij}-\tilde{x}_{ij}^{+})^2+(\overline{x}_{ij}-\overline{x}_{ij}^{+})^2\right]} \qquad (۱۴)$$

در فرمول فوق وزن بیرونی که توسط تصمیم گیرنده اتخاذ شده بصورت زیر است:

$$W^{0}=(w_1^{0},w_2^{0},...,w_n^{0})$$

α و β اهمیت وزن های بیرونی و درونی را مشخص می کنند .همچنین مجموع این دو برابر با یک و هر دو غیر منفی هستند.

۴.۲ روش پاف

روش پاف اولین بار توسط (Dang, ۲۰۰۹) معرفی شد. فرایند این روش درزیر تشریح شده است.

نماد های مورد استفاده در معادلات بصورت زیر میباشد.

$$\underline{x}_j^+ = \max_i\{\underline{x}_{ij}\}, \tilde{x}_j^+ = \max_i\{\tilde{x}_{ij}\}, \overline{x}_j^+ = \max_i\{\overline{x}_{ij}\}, \underline{x}_j^- = \min_i\{\underline{x}_{ij}\}, \tilde{x}_j^- = \min_i\{\tilde{x}_{ij}\}, \overline{x}_j^- = \min_i\{\overline{x}_{ij}\} \quad (۱۵)$$

تعریف: فرض کنید بردار ارزیابی الترناتیو تصمیم به صورت زیر باشد

$$x_i(\otimes) = (x_{i1}(\otimes), x_{i2}(\otimes), ..., x_{im}(\otimes)), i = 1,2,...,n \quad (۱۶)$$

پس بردار های غیر منفی از اعداد خاکستری سه پارامتره m بعدی $x^+(\otimes) = (x_1^+(\otimes), x_2^+(\otimes), ..., x_m^+(\otimes)), i = 1,2,...,n$ و $x^-(\otimes) = (x_1^-(\otimes), x_2^-(\otimes), ..., x_m^-(\otimes)), i = 1,2,...,n$ را به ترتیب آلترناتیو بهینه (ایده آل مثبت) و آلترناتیو بحرانی (ایده آل منفی) مینامیم که در آن

$$x^+(\otimes) \in [\underline{x}_j^+, \tilde{x}_j^+, \overline{x}_j^+], x^-(\otimes) \in [\underline{x}_j^-, \tilde{x}_j^-, \overline{x}_j^-] \quad for(j = 1,2,...,m) \quad (۱۷)$$

برای سهولت میتوان گفت که بردار ارزیابی آلترناتیوهای تصمیم را میتوان در ماتریس تصمیم نرمال شده به صورت زیر نشان داد.

$$x^+(\otimes) = (x_{kj}^+)_{3\times m} = \begin{bmatrix} x_{11}^+ & x_{12}^+ & \dots & x_{1m}^+ \\ x_{21}^+ & x_{22}^+ & \dots & x_{2m}^+ \\ x_{31}^+ & x_{32}^+ & \dots & x_{3m}^+ \end{bmatrix} \quad (۱۸)$$

$$x^-(\otimes) = (x_{kj}^-)_{3\times m} = \begin{bmatrix} x_{11}^- & x_{12}^- & \dots & x_{1m}^- \\ x_{21}^- & x_{22}^- & \dots & x_{2m}^- \\ x_{31}^- & x_{32}^- & \dots & x_{3m}^- \end{bmatrix} \quad (۱۹)$$

که در این ماتریس ها نشانگرها به صورت زیر میباشند.

$$x_{1j}^+ = \underline{x}_j^+, x_{2j}^+ = \tilde{x}_j^+, x_{3j}^+ = \overline{x}_j^+, x_{1j}^- = \underline{x}_j^-, x_{2j}^- = \tilde{x}_j^-, x_{3j}^- = \overline{x}_j^-, j = 1,2,...,m \quad (۲۰)$$

اگر بردار وزن معیار ها را با $w_j(j = 1,2,...,m)$ نشان دهیم، آنگاه برای هر i=۱،۲،...,n موارد زیر را نماد گذاری میکنیم.

$$Z(i)_1^- = \sum_{j=1}^m w_j(x_{i1j} - x_{1j}^-)^2, Z(i)_2^- = \sum_{j=1}^m w_j(x_{i2j} - x_{2j}^-)^2, Z(i)_3^- = \sum_{j=1}^m w_j(x_{i3j} - x_{3j}^-)^2 \quad (۲۱)$$

$$Z(i)_1^+ = \sum_{j=1}^m w_j(x_{i1j} - x_{1j}^+)^2, Z(i)_2^+ = \sum_{j=1}^m w_j(x_{i2j} - x_{2j}^+)^2, Z(i)_3^+ = \sum_{j=1}^m w_j(x_{i3j} - x_{3j}^+)^2 \quad (۲۲)$$

تعریف: فرض کنید بردار های استاندارد ارزیابی آلترناتیو ها و آلترناتیو بهینه و بحرانی $Z(i)_k^-, Z(i)_k^+ (i = 1,2,..,n; k = 1,2,3)$ به صورتی که در تعاریف قبلی ارائه شد، تعریف شده اند. همچنین $Z^{'}(i)$ به صورت زیر تعریف شده باشد.

$$Z^{'}(i) = \left[(1-\varepsilon)Z(i)_1^- + Z(i)_2^- + \varepsilon Z(i)_3^-\right]^{1/2} + \left[(1-\varepsilon)Z(i)_1^+ + Z(i)_2^+ + \varepsilon Z(i)_3^+\right]^{1/2} \quad (۲۳)$$

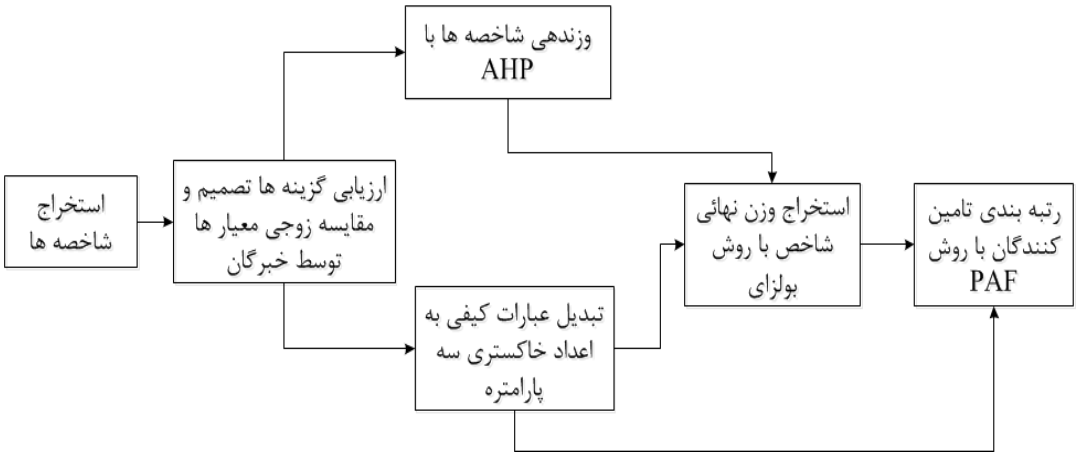
آنگاه مقدار پاف برای هر آلترناتیو تصمیم به صورت زیر محاسبه میشود

$$Z(i)=\frac{\left[(1-\varepsilon)Z(i)_1^- + Z(i)_2^- + \varepsilon Z(i)_3^-\right]^{1/2}}{Z^{'}(i)} \qquad (i=1,2,...,m) \qquad (۲٤)$$

در این رابطه $\varepsilon \in [0,1]$ ضریب اهمیت نام دارد. مقدار $Z(i)$ نزدیکی نسبی آلترناتیو i ام به آلترناتیو بهینه و بحرانی را مشخص میکند.

۳. روش پیشنهادی پژوهش

در این پژوهش ابتدا با استفاده از ادبیات پژوهش شاخص های ارزیابی تامین کنندگان گردآوری میشود. پس از آن ماتریس مقایسات زوجی شاخص ها با استفاده از اعداد قطعی و ماتریس تصمیم با استفاده از معیار های زبانی توسط خبرگان چینش پیدا میکنند. با استفاده از ماتریس مقایسات زوجی و با استفاده از نرم افزار اکسپرت چویس وزن هر عامل مطابق روش تحلیل سلسله مراتبی به دست می آید. از طرف دیگر نیز ماتریس کیفی به ماتریسی با اعداد خاکستری سه پارامتره تبدیل میشود. خروجی های این مرحله به عنوان ورودی مرحله بعد تبدیل شده و با استفاده از روش بولزای وزن نهائی شاخص ها بدست می آید. در انتها با استفاده از رویکرد روش پاف رتبه بندی گزینه های تصمیم انجام میگیرد. مراحل پیاده سازی متدولوژی را میتوان به صورت شماتیک در شکل ۳ مشاهده کرد.



شکل ۳. روش پیشنهادی پژوهش

٤. اعمال روش پیشنهادی تا دستیابی به یافته های پژوهش

بر اساس گام های مشروحه در روش شناسی، گام اول استخراج شاخص های ارزیابی است که این مرحله با مطالعه و تجمیع شاخص های استفاده شده در مطالعات پیشین و با حذف اشتراکات و زوائد حصول میابد. در این راستا ۹ شاخص زیر برای ارزیابی تامین کنندگان به شرح زیر استخراج شد:

۴.۱. گام اول شناسایی شاخصها

۱) قیمت
۲) زمان تحویل
۳) کیفیت (محصول و یا خدمات سرویس دهی)
۴) توانائی فنی
۵) شهرت (شامل جایگاه شرکت در صنعت و سوابق عملکرد)
۶) مکان (نزدیکی و یا دوری)
۷) ثبات مالی(میزان دارائی های شرکت و توان مالی آن)
۸) مسئولیت و انعطاف پذیری
۹) پاسخگوئی به مشتری

۴. ۲. **گام دوم تشکیل جدول مقایسات زوجی شاخص ها** است که این جدول طبق الگوی نرم افزار اکسپرت چویس به صورت جدول ۳ تشکیل یافت.

جدول ۳. ماتریس مقایسات زوجی معیارها

	شهرت	مکان	قیمت	توانائی فنی	مسئولیت و انعطاف پذیری	زمان تحویل	کیفیت	ثبات مالی	پاسخگوئی به مشتری
شهرت		۱,۵	۱,۲	۱,۲	۱,۱	**۱,۱**	۱,۰	**۱,۰۵**	۱,۲
مکان			۱,۳	۱,۴	۱,۵	**۱,۱۵**	**۱,۲**	**۱,۱**	۱,۳
قیمت				۲,۰	۲,۱	۱,۲	۱,۱	۱,۱	۱,۹
توانائی فنی					۲,۰	**۱,۱**	**۱,۳**	**۱,۲**	۱,۰۵
مسئولیت و انعطاف پذیری						**۱,۲**	**۱,۶**	**۱,۴**	۱,۱
زمان تحویل							**۱,۲**	**۱,۲**	۱,۱
کیفیت								۱,۲	۱,۷
ثبات مالی									۱,۴
پاسخگوئی به مشتری									

در عین حال در این گام باید گزینه های تصمیم مورد ارزیابی قرار میگرفتند که این ارزیابی در جدول ٤ قابل مشاهده است.

جدول ٤. ارزیابی گزینه ها

پاسخگوئی به مشتری	ثبات مالی	کیفیت	زمان تحویل	مسئولیت و انعطاف پذیری	توانائی فنی	قیمت	مکان	شهرت	
نامناسب	نامناسب	بشدت نامناسب	مناسب	نامناسب	خیلی خوب	مناسب	خیلی خوب	خوب	تامین کننده ١
خیلی خوب	خوب	مناسب	نامناسب	خوب	نامناسب	مناسب	خوب	نامناسب	تامین کننده ٢
مناسب	بشدت نامناسب	خوب	خیلی خوب	مناسب	خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	مناسب	تامین کننده ٣
نامناسب	مناسب	مناسب	نامناسب	مناسب	بشدت نامناسب	خوب	نامناسب	بشدت نامناسب	تامین کننده ٤
نامناسب	مناسب	خوب	خیلی خوب	نامناسب	نامناسب	مناسب	خیلی خوب	خوب	تامین کننده ٥
مناسب	نامناسب	نامناسب	بشدت نامناسب	خیلی خوب	مناسب	خوب	بشدت نامناسب	نامناسب	تامین کننده ٦

۴. ۳. گام سوم که به صورت موازی با گام چهارم پیاده سازی میشود تبدیل معیار های زبانی به اعداد خاکستری سه پارامتره میباشد. این مرحله با استفاده از جدول ٥ قابل پیاده سازی است.

جدول ٥. مقادیر زبانی و معادل آنها در قالب اعداد خاکستری سه پارامتره

مقادیر زبانی	معادل خاکستری
خیلی خوب	[٠,٨،٠,٩،١,٠]
خوب	[٠,٦،٠,٧،٠,٨٥]
مناسب	[٠,٤،٠,٥،٠,٦٥]
نامناسب	[٠,٢،٠,٣،٠,٤٥]
به شدت نامناسب	[٠,٠،٠,١،٠,٢٥]

۴. ۴. گام چهارم که استخراج وزن شاخص ها با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی است، به صورت همزمان با گام قبل پیاده سازی میشود. نتایج این گام و وزن هر معیار در جدول ٦ قابل مشاهده است.

جدول ٦. وزن معیار ها با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی

وزن	معیار
۰,۱۲۲	شهرت
۰,۱۱۶	مکان
۰,۱۳۸	قیمت
۰,۰۹۸	توانائی فنی
۰,۰۷۹	مسئولیت و انعطاف پذیری
۰,۱۰۹	زمان تحویل
۰,۱۳۱	کیفیت
۰,۱۱۹	ثبات مالی
۰,۰۸۸	پاسخگوئی به مشتری

۴. ۵. **گام پنجم وزن نهائی هر معیار** با استفاده از ورودی های قبل بدست می آید. این مقادیر را میتوان در جدول ۷ دید.

جدول ۷. وزن نهائی هر معیار با روش بولزای

وزن	معیار
۰,۱۳۱۶	شهرت
۰,۱۰۳۳	مکان
۰,۱۷۰۵	قیمت
۰,۰۷۲۱	توانائی فنی
۰,۰۹۲۴	مسئولیت و انعطاف پذیری
۰,۰۷۵۶	زمان تحویل
۰,۱۵۱۷	کیفیت
۰,۱۲۵۸	ثبات مالی
۰,۰۷۷۱	پاسخگوئی به مشتری

۴. ۶. **گام ششم واقع در گام نهائی ماتریس رتبه بندی تامین کنندگان با استفاده از روش پاف** محاسبه میشود. این رتبه بندی را میتوان در جدول ۸ دید.

جدول ۸. رتبه بندی تامین کنندگان

رتبه	Z	
۴	۰,۵۰۲۲	تامین کننده ۱
۳	۰,۵۴۵۳	تامین کننده ۲
۱	۰,۶۳۸۴	تامین کننده ۳
۶	۰,۳۵۱۳	تامین کننده ۴
۲	۰,۵۸۹۷	تامین کننده ۵
۵	۰,۳۶۸۴	تامین کننده ۶

۵. اعتبارسنجی و استواری نتایج

همانگونه که مشاهده میشود در این رتبه بندی تامین کننده ۳ بهترین انتخاب بوده و پس از آن تامین کننده ۵ قرار دارد. این نکته حائز توجه است که باید دید این مدل تصمیم گیری تا چه میزان استواری دارد. برای این منظور با مقایسه این مدل با روش پایه ای و پذیرفته شده ساو[۱۳] به تحلیل میپردازیم.

محاسبات رتبه بندی با هر دو روش در جدول ۹ دیده میشود.

جدول ۹. رتبه بندی با روش ساو و پاف

رتبه در روش ساو	ساو	رتبه در روش پاف	Z	
۴	۱۳,۸۵	۴	۰,۵۰۲۲	تامین کننده ۱
۳	۱۵,۱	۳	۰,۵۴۵۳	تامین کننده ۲
۱	۱۷,۴	۱	۰,۶۳۸۴	تامین کننده ۳
۶	۱۰,۳۵	۶	۰,۳۵۱۳	تامین کننده ۴
۲	۱۵,۶۵	۲	۰,۵۸۹۷	تامین کننده ۵
۵	۱۱,۵	۵	۰,۳۶۸۴	تامین کننده ۶

همانگونه که در جدول ۹ دیده میشود رتبه بندی مشابهی بین دو روش وجود دارد. این اتفاق حکایت از قابلیت اعتماد بالای روش پیشنهادی است. برای اطمینان بیشتر ضریب همبستگی بین نتایج دو روش (ستون ساو و ستون Z) محاسبه میشود. جدول ۱۰ و ۱۱ که خروجی نرم افزار اس پی اس اس[۱۴] میباشد جوابگوی دقیقی برای فرضیات است.

جدول ۱۰. ضریب همبستگی پیرسون بین نتایج دو روش

Correlations			
		VAR۰۰۰۰۱	VAR۰۰۰۰۲
VAR۰۰۰۰۱	Pearson Correlation	۱	.۹۹۲**
	Sig. (۲-tailed)		.۰۰۰
	N	۶	۶
VAR۰۰۰۰۲	Pearson Correlation	.۹۹۲**	۱
	Sig. (۲-tailed)	.۰۰۰	
	N	۶	۶
**. Correlation is significant at the ۰,۰۱ level (۲-tailed).			

جدول ۱۱. ضریب همبستگی اسپیرمن بین نتایج دو روش

Correlations				
			VAR۰۰۰۰۱	VAR۰۰۰۰۲
Spearman's rho	VAR۰۰۰۰۱	Correlation Coefficient	۱,۰۰۰	۱,۰۰۰**
		Sig. (۲-tailed)	.	.
		N	۶	۶
	VAR۰۰۰۰۲	Correlation Coefficient	۱,۰۰۰**	۱,۰۰۰
		Sig. (۲-tailed)	.	.
		N	۶	۶
**. Correlation is significant at the ۰,۰۱ level (۲-tailed).				

مطابق جداول بالا دیده میشود که همبستگی بین نتایج دو روش، در سطح کمتر از ۰,۰۱ معنادار میباشد. این واقعیت نشانگر این است که همبستگی به شدت بالائی بین آنها برقرار بوده و میتوان نتیجه گرفت که روش پیشنهادی با مقایسه با روش ساو استواری بالائی از خود نشان داده و میتوان این روش را به عنوان روشی مورد اطمینان پذیرفت.

نتیجه گیری

امروزه در بازار رقابتی موجود، نقش زنجیره تامین به شکل غیر قابل انکاری خود را نشان میدهد. انتخاب تامین کننده در زنجیره تامین به عنوان یک مسئله تصمیم گیری با معیار های چندگانه مطرح شده است. در این مقاله با مروری بر پژوهش های صورت گرفته اقدام به ارائه مدلی صورت گرفت که این مدل حاصل تلفیق روش های وزندهی تحلیل سلسله مراتبی- بولزای و روش رتبه بندی پاف بود. در این مقاله ضمن معرفی تک تک این روش ها، الگوریتم تلفیقی نیز به صورت گام به گام پیاده سازی شد. با پیاده سازی این روش در انتها تامین کننده سوم و پنجم به ترتیب به عنوان بهترین تامین کنندگان انتخاب شدند. در مقایسه نتایج روش پیشنهادی این مقاله با روش شناخته شده ساو و سنجش میزان همبستگی نتایج، استواری این مدل نشان داده شد.

منابع

Amid, A., & Ghodsypour, S. (۲۰۰۸). An Additive Weighted Fuzzy Programming for Supplier Selection Problem in a supply chain. International Journal of Industrial Engineering & Production Research, ۱۹(٤), ۱-۸.

Basson, L. (۲۰۰٤). Context,Compensation and Uncertainty in Environmental Decision Making. Australia: PhD thesis,Department of Chemical Engineering,University of Sydney.

Cebi, F., & Bayraktar, D. (۲۰۰۳). An integrated approach for supplier selection. Logistics Information Management, ۱٦(٦), ۳۹٥–٤۰۰.

Chamodrakas, I., Batis, D., & Martakos, D. (۲۰۰۹). Supplier selection in electronic marketplaces using satisficing and fuzzy AHP. Expert Systems with Applications, ۳۷(۱), ٤۹۰–٤۹۸.

Chan, F. T., & Kumar, N. (۲۰۰۷). Global supplier development considering risk factors using fuzzy extended AHP-based approach. Omega, ۳٥, ٤۱۷–٤۳۱.

Chen, C. T., Lin, C. T., & Huang, S. F. (۲۰۰٦). A fuzzy approach for suppler evaluation and selection in supply chain management. International Journal of Production Economics, ۱۰۲, ۲۸۹–۳۰۱.

Chen, Z., & Yang, W. (۲۰۱۱). An MAGDM based on constrained FAHP and FTOPSIS and its application to supplier selection. Mathematical and Computer Modeling, ٥٤, ۲۸۰۲–۲۸۱٥.

Dalalah, D., Hayajneh, M., & Batieha, F. (۲۰۱۱). A fuzzy multi-criteria decision making model for supplier selection. Expert Systems with Applications, ۳۸, ۸۳۸٤–۸۳۹۱.

Ellram, L. (۱۹۹۰). The supplier selection decision in strategic partnerships. Journal of Purchasing and Material Management, ۲٦(۱), ۸–۱٤.

Evans, R. H. (۱۹۸۰). Choice criteria revisited. Journal of Marketing, ٤٤(۱), ٥٥–٥٦.

Faeza, F., Ghodsypour, S. H., & O'Brien, C. (۲۰۰۹). Vendor selection and order allocation using an integrated fuzzy case-based reasoning and mathematical programming model. International Journal of Production Economics, ۱۲۱, ۳۹۵–٤۰۸.

Famuyiwa, O., Monplaisir, L., & Nepal, B. (۲۰۰۸). An integrated fuzzy-goalprogramming-based framework for selecting suppliers in strategic alliance formation. International Journal of Production Economics, ۱۱۳, ۸٦۲–۸۷٥.

Ghodsypour, S. H., & O'Brien, C. (۲۰۰۱). The total cost of logistics in supplier selection, under conditions of multiple sourcing, multiple criteria and capacity constraint. International Journal of Production Economics, ۷۳, ۱٥–۲۷.

Ghosypour, S., & O'Brien, C. (۱۹۹۸). A decision support system for supplier selection using an integrated analytic hierarchy process and linear programming. International Journal of Production Economics, ٥٦–٥۷, ۱۹۹–۲۱۲.

Goffin, K., Szwejczewski, M., & New, C. (۱۹۹۷). Managing suppliers: When fewer can mean more. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, ۲۷(۷), ٤۲۲–٤۳٦.

Handfield, R., Walton, S. V., Sroufe, R., & Melnyk S. A. (۲۰۰۲). Applying environmental criteria to supplier assessment: A study in the application of the Analytical Hierarchy Process. European Journal of Operational Research, ۱٤۱, ۷۰–۸۷.

Hong, W., Lyes, B., & Xie, X. (۲۰۰٥). A simulation optimization methodology for supplier selection problem, International. Journal of Computer Integrated Manufacturing, ۱۸(۲-۳), ۲۱۰- ۲۲٤.

Jadidi, O., Hong, T., Firouzi, F., Yusuf, R. M., & Zulkifli, N. (۲۰۰۸). TOPSIS and fuzzy multi-objective model integration for supplier selection problem. Journal of Achievements, ۳۱(۲), ۷٦۲-۷٦۹.

Kahraman, C., Cebeci, U., & Ruan, D. (۲۰۰٤). Multi-attribute comparison of catering service companies using fuzzy AHP: The case of Turkey. International Journal of Production Economics, ۸۷, ۱۷۱–۱۸٤.

Kahraman, C., Cebeci, U., & Ulukan, Z. (۲۰۰۳). Multi-criteria supplier selection using fuzzy AHP. Logistics Information Management, ۱٦(٦), ۳۸۲–۳۹٤.

Kamfiroozi, M. H., Aliahmadi, A., & Jafari-Eskandari, M. (۲۰۱۲). Application of Three Parameter Interval Grey Numbers in Enterprise Resource Planning Selection. International Journal of Information, Security and Systems Management, ۱(۲), ۷۲-۷۷.

Lee, A. H., Kang, H.-Y., & Wang, W.-P. (۲۰۰٦). Analysis of priority mix planning for semiconductor fabrication under uncertainty. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, ۲۸, ۳٥۱-۳٦۱.

Lee, A. H., Kang, H.-Y., Hsu, C.-F., & Hung, H.-C. (۲۰۰۹). A green supplier selection model for high-tech industry. Expert Systems with Applications, ۳٦, ۷۹۱۷-۷۹۲۷.

Lin, H. T., & Chang, W. L. (۲۰۰۸). Order selection and pricing methods using flexible quantity and fuzzy approach for buyer evaluation. European Journal of operational Research, ۱۸۷(۲), ٤۱٥–٤۲۸.

LIN, M., & SIFENG, L. (۱۹۹۹). Several Programming Models with Unascertained Parameters and their Applications. J. Multi-Crit. Decis. Anal. ۸,, ۲۰٦-۲۲۰.

Luo،Dang, & Wang،Xia. (۲۰۱۲). The multi-attribute grey target decision method for attribute value within three-parameter interval grey number. Applied Mathematical Modelling . ۳٦, ۱۹٥۱-۱۹٦۳.

Montazer, G., Saremi, H., & Ramezani, M. (۲۰۰۹). Design a new mixed expert decision aiding system using fuzzy ELECTRE III method for vendor selection. Expert Systems with Applications, ۳٦, ۱۰۸۳۷–۱۰۸٤۷.

Murtaza, M. B. (۲۰۰۳). Fuzzy-AHP application to country risk assessment. American Business Review, ۲۱(۲), ۱۰۹-۱۱٦.

Ozgen, D., Onut, S., Gulsun, B., Rıfat, U., & Tuzkaya, G. (۲۰۰۸). A two-phase possibility linear programming methodology for multi-objective supplier evaluation and order allocation problems. Information Sciences, ۱۷۸, ٤۸٥–٥۰۰.

Pi, W. N., & Low, C. (۲۰۰٦). Supplier evaluation and selection via Taguchi loss functions and an AHP. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, ۲۷(٥-٦), ٦۲٥–٦۳۰.

Sevkli, M., Koh, S. C., Zaim, S., M., D., & Tatoglu, E. (۲۰۰۷). An application of data envelopment analytic hierarchy process for supplier selection: A case study of BEKO in Turkey. International Journal of Production Research, ٤٥(۹), ۱۹۷۳–۲۰۰۳.

Shahanaghi, K., & Yazdian, S. (۲۰۰۹). Vendor Selection Using a New Fuzzy Group TOPSIS Approach. Journal of Uncertain Systems, ۳(۳), ۲۲۱-۲۳۱.

Timmerman, E. (۱۹۸٦). An approach to vendor performance evaluation. Journal of Purchasing and Materials Management, ۲۲, ۲۲(٤), ۲–۹.

Ustun, O., & Demirtas, E. (۲۰۰۸). An integrated multi-objective decision-making process for multi-period lot-sizing with supplier selection . International Journal of management science- Omega, ۳٦, ٥۰۹– ٥۲۱.

Verma, R., & Pullman, M. E. (۱۹۹۸). An analysis of he supplier selection process. Omega, ۲٦(٦), ۷۳۹–۷٥۰.

Wang, G., Hang, S., & Dismukes, J. (۲۰۰٤). Product-driven supply chain selection sing integrated multi-criteria decision making methodology. International Journal of Production Economics, ۹۱, ۱-۱٥.

Wang, G., Hang, S., & Dismukes, J. (۲۰۰٤). Product-driven supply chain selection using integrated multi-criteria decision making methodology. International Journal of Production Economics, ۹۱, ۱-۱٥.

Wang, G., Huang, S. H., & Dismukes, J. P. (۲۰۰٤). Product-driven supply chain selection using integrated multi-criteria decision making methodology. International Journal of Production Economics, ۹۱, ۱–۱٥.

Wang, T. Y., & Yang, Y. H. (۲۰۰۹). A fuzzy model for supplier selection in quantity discount environments. Expert Systems with Applications, ۳٦(۱۰), ۱۲۱۷۹–۱۲۱۸۷.

Weber, C. L., Current, J. R., & Benton, W. C. (۱۹۹۱). Vendor selection criteria and methods. European Journal of Operational Research, ٥۰(۱), ۲–۱۸.

Weber, C., Current, J., & Benton, W. (۲۰۰۱). Vendor selection criteria and methods. UROPEAN Journal of Operational Research, ٥۰, ۲-۱۸.

Xu, J., & Yan, F. (۲۰۱۱). A multi-objective decision making model for the vendor selection problem in a bi fuzzy environment. Expert Systems with Applications, ۳۸, ۹٦۸٤–۹٦۹٥.

Yang, J., Chiu, H., Tzeng, G., & Yeh, R. (۲۰۰۸). Vendor selection by integrated fuzzy MCDM techniques with independent and interdependent relationships. Information Sciences, ۱۷۸, ٤۱٦٦–٤۱۸۳.

پی‌نوشت

[۱] *Supply Chain Management(SCM)*
[۲] *MADM*
[۳] *Projection Attribute Function(PAF)*
[٤] *Basson*
[٥] *ANP*
[٦] *CBR*
[۷] *DEMATEL*
[۸] *PSO*
[۹] *Deng*
[۱۰] *Saaty*
[۱۱] *Expert Choice*
[۱۲] *Bull’s-eye*
[۱۳] *SAW*
[۱٤] *SPSS*