

شناسایی عوامل موثر در ارزیابی و انتخاب تامین کننده با استفاده از ANP- DEMATEL و ELECTRE II

امیرحسین عبدالعلی پور^۱، فاطمه بزرگی گردویشه^۲

^۱ دانشجوی مدیریت بازرگانی، تجارت الکترونیک، دانشکده مدیریت، واحد رودبار، دانشگاه آزاد اسلامی، رودبار، ایران.

^۲ دانشجوی دکتری، مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و حسابداری، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران.

نام نویسنده مسئول:

امیرحسین عبدالعلی پور

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۰۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۱/۲۹

چکیده

چگونگی انتخاب تامین کنندگان مناسب در زنجیره تامین برای موفقیت سازمان ها اهمیت بسیاری دارد و این موضوع توجه بسیاری از محققان و پژوهشگران را جلب کرده است. انتخاب تامین کننده را می توان به عنوان یک مسئله تصمیم گیری پیچیده چند معیاری در نظر گرفت که نیازمند بررسی تعدادی از تامین کنندگان جایگزین با معیارهای کمی و کیفی دانست. از این رو پژوهش حاضر به شناسایی عوامل موثر بر انتخاب تامین کننده در شرکت خودرو سازی میپردازد. در همین راستا ابتدا پیشینه پژوهش و مبانی نظری بررسی و شاخص های انتخاب تامین کننده استخراج گردید و در اختیار خبرگان صنعت خودرو قرار داده شد و بر مبنای نظر خبرگان و با استفاده از تکنیک دیمتل روابط بین معیار ها مشخص گردید و با استفاده از فرایند تحلیل شبکه ای وزن معیارها تعیین شده است که هزینه، چابکی و کیفیت دارای بیشترین اهمیت در انتخاب تامین کننده میباشد و در نهایت ۵ شرکت تامین کننده بر اساس تکنیک الکتراه II رتبه بندی شدند.

واژگان کلیدی: انتخاب تامین کننده، ANP، DEMATEL، ELECTRE II، تصمیم گیری چندمعیاره.

مقدمه

مدیریت زنجیره تامین یک هماهنگی استراتژیکی با هدف ترکیب تامین و تقاضاست (Lee ۲۰۱۴; Chu & Varma, 2012; et al). از اهداف آن میتوان به کاهش ریسک، کاهش عدم اطمینان زنجیره تامین، کاهش هزینه های تولید، بهینه سازی سطح موجودی فرایند تجارت، چرخه ی زمانی، نهایتا سوددهی، افزایش رقابت و افزایش رضایت مشتریان اشاره کرد (Boran et al, 2009). زنجیره ی تامین شبکه ای از تامین کنندگان، ماشین آلات کارخانجات، انبارها و کانال های تعبیه شده جهت سازماندهی مواد اولیه و در نهایت تبدیل این مواد به محصولات و توزیع آن هاست (Bidhandi, et al 2009).

با افزایش رقابت بین شرکت ها، رقابت بین تامین کنندگان نیز افزایش یافته است. بنابراین امروزه انتخاب تامین کننده یکی از مهمترین تصمیمات حوزه ی تجارت در خرید و زنجیره ی تامین میباشد. انتخاب تامین کننده فرایند شناخت مناسب ترین تامین کننده که توانایی فراهم کردن محصولاتی با کیفیت و قیمت مناسب در زمان مناسب است. (Yu & Wong, 2015). انتخاب یک تامین کننده مناسب می تواند در آینده ی شرکت از لحاظ هزینه عملکرد و بهبود محصولات تاثیر به سزایی داشته باشد (Zeydan et al, 2011). انتخاب تامین فرایند انتخاب درست تامین کنندگان در مکان درست در زمان درست در یک مقدار درست و با کیفیت درست است تعریف شده است (Ayhan, 2013). یک تولید معمولی تقریبا ۶۰٪ درآمد فروش کل را به خرید مواد خام -نیمه ساخته شده و اجزای دیگر اختصاص میدهد. (Krajewski et al, 2007) در هنگام انتخاب تامین کننده امکان پایه گذاری یک رابطه با تامین کننده در جهت کسب مزیت رقابتی و بهبود عملکرد سازمان امکان پذیر است (Lima et al, 2014). بنابراین کارخانه ها مستلزم انتخاب بهترین تامین کننده با شرایط زمانی طولانی و مقرون به به صرفه از نظر اقتصادی در جهت رشد و پیشرفت در بازارهای تجارت جهانی هستند و به واسطه ی فاکتورهایی نظیر جهانی شدن، تغییر تکنولوژی، انتخاب بهترین تامین کننده مورد توجه محققان قرار گرفته است. با توجه به روند جهانی شدن اقتصاد، امروزه سازمان ها در معرض رقابت شدیدی قرار گرفته اند و سازمان ها برای جذب مشتری بیشتر نیازمند افزایش کیفیت و کاهش (xiou et al, 2015). فرایند انتخاب تامین کننده با اهمیت ترین متغیر در مدیریت موثر شبکه زنجیره تامین مدرن است چرا که در دستیابی به محصولات با کیفیت بالا و رضایت مشتری کمک شایانی میکند. تحقیقات کنونی در مورد انتخاب تامین کننده عمدتا بر ۲ موضوع کلیدی تمرکز دارد: شناسایی معیارهای ارزیابی و روش های تصمیم گیری. (shu et al, 2017). در حقیقت، انتخاب یک مجموعه مناسب از تامین کنندگان، یک عملکرد حیاتی برای موفقیت شرکت می باشد، که مورد تاکید زیادی قرار گرفته است (Zhang et al, 2003). با مفهوم مدیریت زنجیره تامین که اخیرا توسط محققان، دانشمندان و مدیران معرفی شده است، انتخاب تامین کننده مناسب و مدیریت آن میتواند به عنوان یک مزیت رقابتی برای سازمان ها مورد استفاده قرار گیرد. (Lee et al, 2001).

جدول ۱- تحقیقات صورت گرفته در انتخاب تامین کننده

تحقیقات صورت گرفته	محققین
ارزیابی تامین کننده سبز با رویکرد MCDM هیبریدی	Buyukozkan & cifci(2012)
فرآیند ارزیابی تامین کنندگان با رویکرد MCDM هیبریدی فازی	Hashemian et al (2014)
ادغام تکنیک های QFD و DEA برای انتخاب تامین کننده	Dursun & Karsak(2014)
انتخاب و ارزیابی تامین کنندگان با رویکرد ادغامی MCDM فازی	Dursun & Karsak(2015)
بکارگیری معادلات ساختاری تفسیری برای ارزیابی انتخاب تامین کنندگان چابک و رتبه بندی تامین کنندگان با استفاده از روش های TOPSIS-AHP	Beikkhakhian et al(2015)
یک مدل مذاکره مبتنی بر عامل برای انتخاب تامین کننده چند محصولی با اثر هم افزایی و سیستم های خبره	Yu & wong (2015)

Rezaei et al(2014)	انتخاب تامین کننده در صنعت خرده فروشی خطوط هوایی با استفاده از متدلوژی فائل:روش غربالگری همجوشی-سیستم خبره
Vinodh et al(2011)	انتخاب تامین کننده در سازمان های تولیدی با استفاده از سیستم خبره و ANP فازی
Zhang(2012)	روش تصمیم گیری چند گروهی مبتنی بر اپراتورهای تجمع با اطلاعات دوره ای دوطرفه زبان شناختی
Rajesh & Ravi(2014)	انتخاب تامین کننده در زنجیره تامین انعطاف پذیر
Abdollahi et al (2015)	رویکرد یکپارچه برای انتخاب پرتفولیو تامین کننده: ناب یا چابک
میرفخرالدینی و همکاران (۱۳۹۴)	ارزیابی و اولویت بندی تامین کنندگان با استفاده از روش تلفیقی تاپسیس فازی و برنامه ریزی آرمانی با انتخاب چندگانه (مطالعه موردی: شرکت نفت)
پيله وری و عطایی(۱۳۹۳)	انتخاب تامین کنندگان چابک در زنجیره تامین محصولات آرایشی و بهداشتی با استفاده از ویکورفازی
عزیزی و شاعری (۱۳۹۲)	ارزیابی و انتخاب تامین کننده به وسیله ی مدل های DEA ی بازه ای با ناحیه ی اطمینان:یک رویکرد DEA با مرزهای کارا و ناکارا

جدول ۲: معیارها و زیر معیارهای انتخاب تامین کننده

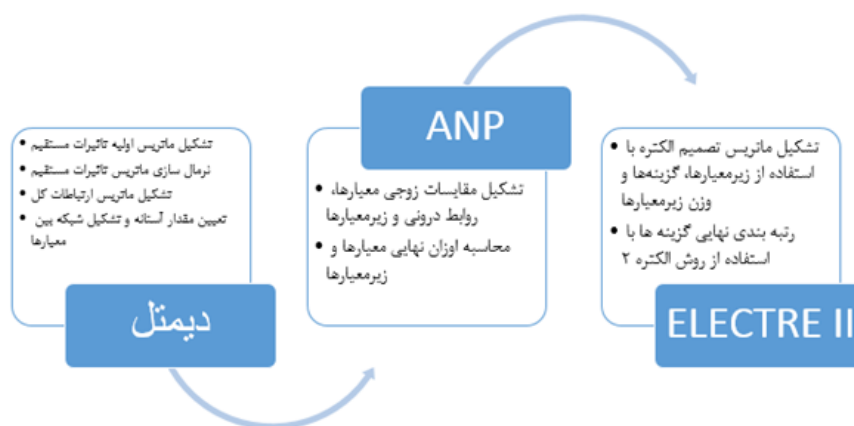
معیارها	زیرمعیارها	نویسنده
کیفیت	عملکرد کیفیت – کنترل کیفیت و بازخورد	Yang and Tzeng (2011)
قیمت و طول مدت	قیمت-طول مدت- حساسیت-کوتاه کردن زمان تحویل	
حمایت زنجیره تامین	واکنش به سفارش خرید-ظرفیت حمایت و انعطاف پذیری-تحویل کالا	
تکنولوژی	پشتیبانی فنی-مشارکت در طراحی	
هزینه	هزینه محصول، هزینه حمل و نقل؛ تعرفه ها و وظایف مشتری	Chen and Yang (2011)
کیفیت	نرخ بازگشت محصول-افزایش زمان تحویل-ارزیابی کیفیت-آمادگی نسبت به مسائل کیفیتی	
عملکرد خدمت	برنامه تحویل، پشتیبانی فنی و تحقیق و توسعه؛ سهولت پاسخ به تغییرات سهولت	
تصویر تامین کننده	ارتباطات وضعیت مالی، پایه مشتری؛ عملکرد؛ امکانات و تسهیلات تولیدی	
ریسک	موقعیت جغرافیایی، ثبات سیاسی؛ اقتصاد،	
تصویر قابلیت های مدیریت عمومی	مدیریت و استراتژی؛ وضعیت مالی؛ روابط مشتری؛ برنامه آموزشی؛ اعتبار، تاریخچه؛ زبان؛ مجوز؛موقعیت جغرافیایی	Lee et al (2015)
تصویر قابلیت های تولیدی	ظرفیت تولید؛ تنوع محصول؛ قابلیت تحقیق و توسعه، مقررات ایمنی؛ مقررات زیست محیطی، کنترل کیفیت؛ قیمت کالا	

	خدمات پس از فروش، اطمینان از تحویل	تصویر قابلیت های همکاری
	سرعت تحویل؛ انعطاف پذیری؛ ساخت انعطاف پذیر محصول؛ انعطاف پذیری منبع؛ پاسخگویی مشتری؛ همکاری با شرکا، زیرساخت فناوری اطلاعات	تصویر چابکی

برای شناسایی معیارهای ارزیابی، دیکسون ابتدا تحقیقاتی انجام داد و ۲۳ معیار مختلف از جمله کیفیت، زمان تحویل، قیمت، پیشینه عملکرد، سیاست های ضمانت، قابلیت های فنی و غیره را پیشنهاد کرد. از میان این معیارها، سه معیار اول محبوب ترین هستند و در بسیاری از مسایل انتخاب تامین کننده (Chen and Yang(2011), Yang and Tzeng(2011), Lee et al(2015), Rezaei et al, and Tzeng(2011) استفاده می شود. بعدها، بسیاری از معیارهای جدید ارزیابی از قبیل مالی، مدیریت و شهرت، خدمات و غیره معرفی شد. بر اساس این معیارها، زیرمجموعه های مختلف (Yang and Tzeng(2011), Chen and Yang(2011), Lee et al(2015) ارائه شد و در لیست جدول ۱ قرار گرفته است. با توجه به روش های تصمیم گیری، مطالعات قبلی برخی از روش های کلاسیک را برای حل مسایل انتخاب تامین کننده با اطلاعات ارزیابی عددی مانند ANP (فرایند تحلیل شبکه) (Tseng et al, 2009) و TOPSIS Lima et al, 2014 مناسب میدانند. با این حال، به دلیل پیچیدگی مسایل تصمیم گیری اطلاعات تصمیم گیری بیشتر و بیشتر مبهم میگردد.

روش های هیبریدی، روش هایی هستند که حداقل دو روش متفاوت با یکدیگر ادغام می گردند. به طور کلی، بعضی از روش های متداول برای تعیین وزن معیار ها و دیگری برای رتبه بندی تامین کننده ها استفاده می شوند. به عنوان مثال هاشمیان و همکاران (۲۰۱۴) و لی و همکاران (۲۰۰۱) با استفاده از AHP فازی اوزان معیارها را محاسبه کرده و با استفاده از PROMETHEE فازی و TOPSIS فازی تامین کنندگان را رتبه بندی نمودند. کارساک و دورسان (۲۰۱۴) از روش QFD برای وزن دهی معیارها استفاده نمود سپس با استفاده از DEA (تحلیل پوششی داده ها) به رتبه بندی تامین کنندگان پرداخت.

روش شناسی پژوهش



تکنیک دیمتل

تکنیک دیمتل توسط فونتلا و گابوس و در سال سال ۱۹۷۱ ارائه شد (Wu, 2008). تکنیک دیمتل که از انواع روش های تصمیم گیری بر اساس مقایسه های زوجی است، با بهره مندی از قضاوت خبرگان در استخراج عوامل یک سیستم و ساختاردهی نظام مند به آنها با بکارگیری اصول نظریه گراف ها، ساختاری سلسله مراتبی از عوامل موجود در سیستم همراه با روابط تاثیر و تاثر متقابل ارائه می دهد، بگونه ای که شدت اثر روابط مذکور را به صورت امتیاز عددی معین می کند (Shyghith et al, 2008). روش دیمتل جهت شناسایی و بررسی رابطه متقابل بین معیارها و ساختن نگاشت روابط شبکه به کار گرفته می شود (shieh et al, 2010). روش دیمتل در تحقیقات بسیاری مورد استفاده قرار گرفته است:

شیه و همکاران با استفاده از تکنیک دیمتل فاکتورهای موثر بر موفقیت کیفیت خدمات بیمارستان را شناسایی نمودند. (shieh et al, 2010). لی و همکاران با استفاده از تکنیک دیمتل فاکتورهای موثر در مدیریت بحران را شناسایی نمودند (li et al, 2014). نظیرمحمد و کاووس از تکنیک دیمتل فازی جهت شناسایی معیارهای ارزیابی سیستم یادگیری مدیریتی بهره جستند. (Nazir mhammad & cavus, 2017) حسو و همکاران (۲۰۱۳)، چوو وارما (۲۰۱۲) از تکنیک دیمتل فازی جهت ارزیابی تامین کنندگان سبز در مقالات خود بهره جستند.

معیارها، زیرمعیارها و گزینه های پژوهش

پرسشنامه مذکور در اختیار خبرگان صنعت خودرو قرار گرفت و از بین عوامل موثر در انتاب تامین کننده ۵ معیار اصلی با ۱۲ زیرمعیار هایش مورد تایید گرفت بدین صورت که برای سنجش این عوامل از طیف ۷ گزینه ای لیکرت استفاده شد و بعد از محاسبه مقادیر عواملی که رتبه آن ها کمتر از ۵ بود کنار گذاشته شد. که عوامل بدست آمده در جدول زیر آورده شده است. در مرحله بعدی پرسش نامه اصلاح شده با معیارها و زیر معیارها مجددا در اختیار خبرگان قرار گرفت تا با مقایسات زوجی روابط درونی و بیرونی بین معیارها یافته شود..

جدول ۳: معرفی معیارها، زیرمعیارها و گزینه ها

معیار	زیرمعیار	گزینه ها
کیفیت (A)	عملکرد کیفی (A1) کنترل کیفیت و بازخورد (A2)	سازه پویش (1) پایا کلاچ (2) پیستون ایران (3) استام صنعت (4) فراوری وساخت (5)
هزینه (B)	هزینه محصول (B1) هزینه تدارکات (B2)	
فناوری (C)	قابلیت تحقیق و توسعه (C1) قابلیت طراحی و ساخت (C2) فناوری اطلاعات (C3)	
چابکی (D)	زمان تهیه (D1) زمان تحویل (D2)	
قابلیت مدیریت عمومی (E)	استراتژی و مدیریت (E1) وضعیت مالی (E2) شهرت (E3)	

روش دیمتل

در این تحقیق به منظور بررسی از ۵ معیار اصلی استفاده شده است که اسامی آن ها در جدول ۳ آورده شده است. همچنین به منظور مقایسه معیارها با یکدیگر از ۵ مقدار استفاده شده است که نام این مقادیر در جدول ۴ نشان داده شده است.

جدول ۴- عبارات کلامی و اعداد متناظر روش دیمتل

نام	مقدار
بدون تأثیر	۰
تأثیر کم	۱
تأثیر متوسط	۲
تأثیر زیاد	۳
تأثیر خیلی زیاد	۴

برای بررسی معیارها از نظر ۱۰ خبره استفاده شده که برای در نظر گرفتن نظر همه خبرگان طبق فرمول ۱ از آن ها میانگین حسابی می گیریم.

$$z = \frac{x^1 + x^2 + x^3 + \dots + x^p}{p} \quad \text{فرمول (۱)}$$

در این فرمول p تعداد خبرگان و x^1, x^2, x^p به ترتیب ماتریس مقایسه زوجی خبره ۱، خبره ۲ و خبره p می باشد.

پیاده سازی روش دیمتل بر معیارهای اصلی

جدول ۳ میانگین مقایسات زوجی را نشان می دهد.

جدول ۵- میانگین نظرات خبرگان روش دیمتل

کیفیت	هزینه	فناوری	چابکی	قابلیت مدیریت عمومی
۰	۳.۱	۲.۶	۲.۶	۲.۷
۲	۰	۲.۳	۱.۹	۲.۹
۱.۸	۲.۲	۰	۲	۱.۸
۱.۷	۱.۵	۱.۷	۰	۱.۷
۱.۵	۱.۷	۱.۹	۱.۸	۰

برای نرمالیزه کردن ماتریس به دست آمده از فرمول های ۲ و ۳ استفاده می کنیم.

$$H_{ij} = \frac{z_{ij}}{r} \quad \text{فرمول (۲)}$$

$$r = \max_{1 \leq i \leq n} \left(\sum_{j=1}^n z_{ij} \right) \quad \text{فرمول (۳)}$$

که r از رابطه زیر به دست می آید. جدول ۴ ماتریس نرمالیزه شده را نشان می دهد.

جدول ۶- ماتریس نرمالیزه شده روش دیمتل

قابلیت مدیریت عمومی	چابکی	فناوری	هزینه	کیفیت	
۰.۲۴۵	۰.۲۳۶	۰.۲۳۶	۰.۲۸۲	۰.۰۰۰	کیفیت
۰.۲۶۴	۰.۱۷۳	۰.۲۰۹	۰.۰۰۰	۰.۱۸۲	هزینه
۰.۱۶۴	۰.۱۸۲	۰.۰۰۰	۰.۲۰۰	۰.۱۶۴	فناوری
۰.۱۵۵	۰.۰۰۰	۰.۱۵۵	۰.۱۳۶	۰.۱۵۵	چابکی
۰.۰۰۰	۰.۱۶۴	۰.۱۷۳	۰.۱۵۵	۰.۱۳۶	قابلیت مدیریت عمومی

بعد از محاسبه ماتریس های فوق، ماتریس روابط کل با توجه به فرمول ۴ به دست می آید.

$$T = \lim_{k \rightarrow +\infty} (H^1 + H^2 + \dots + H^k) = H \times (I - H)^{-1} \quad \text{فرمول (۴)}$$

در این فرمول I ماتریس یکه است. جدول ۵ ماتریس t را نشان می دهد.

جدول ۷- ماتریس روابط کل دیمتل

قابلیت مدیریت عمومی	چابکی	فناوری	هزینه	کیفیت	
۰.۸۴۰	۰.۷۸۳	۰.۷۹۶	۰.۸۲۳	۰.۵۱۵	کیفیت
۰.۷۵۴	۰.۶۴۸	۰.۶۸۵	۰.۵۰۸	۰.۵۸۹	هزینه
۰.۶۲۲	۰.۵۹۷	۰.۴۵۳	۰.۶۱۷	۰.۵۲۷	فناوری
۰.۵۵۰	۰.۳۸۴	۰.۵۲۶	۰.۵۱۱	۰.۴۶۸	چابکی
۰.۴۲۹	۰.۵۳۷	۰.۵۵۲	۰.۵۳۵	۰.۴۶۵	قابلیت مدیریت عمومی

گام بعدی به دست آوردن مجموع سطرها و ستون های ماتریس T است. مجموع سطرها و ستون ها با توجه به فرمول های ۵ و ۶ به دست می آوریم.

$$(D)_{n \times 1} = \left[\sum_{j=1}^n T_{ij} \right]_{n \times 1} \quad \text{فرمول (۵)}$$

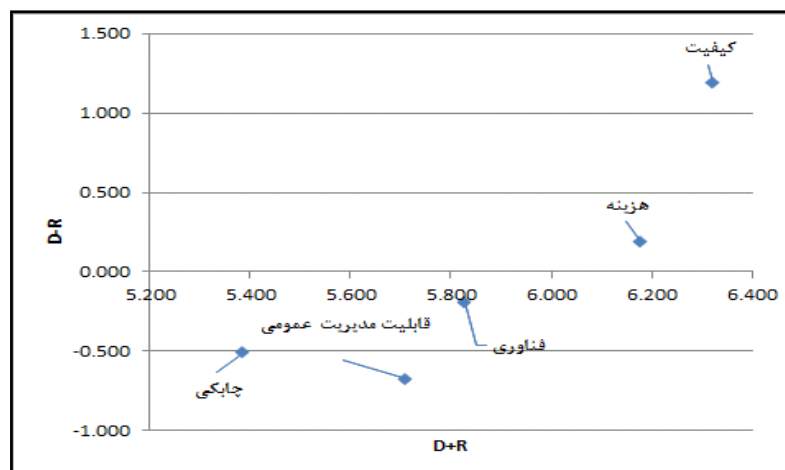
$$(R)_{1 \times n} = \left[\sum_{i=1}^n T_{ij} \right]_{1 \times n} \quad \text{فرمول (۶)}$$

که D و R به ترتیب ماتریس $n \times 1$ و $1 \times n$ هستند. مرحله بعدی میزان اهمیت شاخص ها $(D_i + R_i)$ و رابطه بین معیارها $(D_i - R_i)$ مشخص می گردد. اگر $D_i - R_i > 0$ باشد معیار مربوطه اثرگذار و اگر $D_i - R_i < 0$ باشد معیار مربوطه اثرپذیر است. جدول ۷، $D_i + R_i$ و $D_i - R_i$ را نشان می دهد.

جدول ۸- اهمیت و تأثیرگذاری معیارها

کیفیت	هزینه	فناوری	چابکی	قابلیت مدیریت عمومی
D+R	۶.۳۲۲	۶.۱۷۸	۵.۸۲۹	۵.۳۸۸
D-R	۱.۱۹۳	-۰.۱۹۰	۰.۱۹۶	-۰.۵۰۹

هر چه مقدار $R+D$ بیشتر باشد آن عامل تعامل بیشتری با سایر عوامل دارد لذا اهمیت آن بیشتر است. که در این پژوهش معیارهای کیفیت، هزینه، فناوری، قابلیت مدیریت عمومی و چابکی دارای اهمیت از زیاد به کم می باشند. اگر مقدار $R-D$ مثبت باشد آن عامل یک تأثیر گذار قطعی است و یک متغیر علت (اثر گذار) محسوب می شود که در این پژوهش معیار کیفیت و هزینه عامل تأثیر گذار است. اگر مقدار $R-D$ منفی باشد آن عامل یک تأثیر پذیر قطعی است و یک متغیر معلول (اثر پذیر) محسوب می شود که در این پژوهش به ترتیب معیار فناوری، قابلیت مدیریت عمومی و چابکی جزء معیارهای تأثیرپذیر هستند. شکل ۱ میزان اهمیت و تأثیرگذاری و تأثیرپذیری بین معیارها را نشان می دهد. محور افقی نمودار اهمیت معیارها و محور عمودی تأثیرگذاری یا تأثیرپذیری معیارها را نشان می دهد.

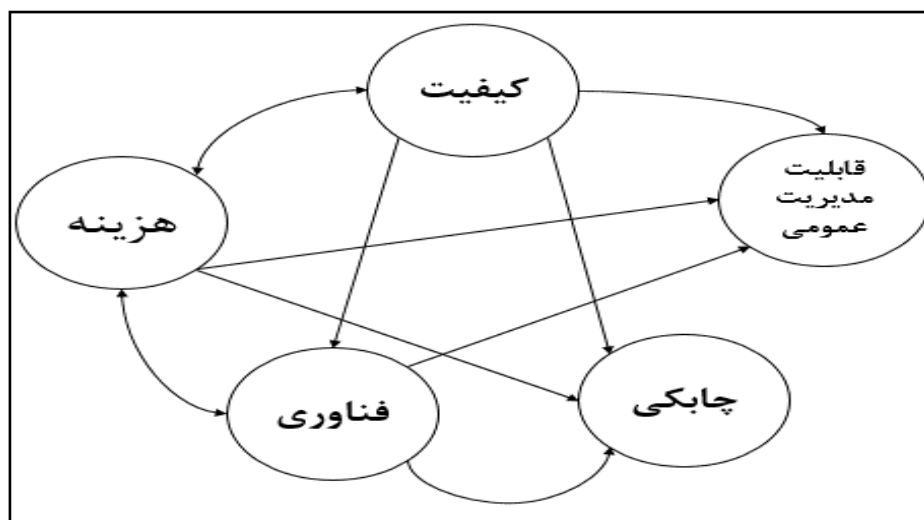


شکل ۱- روابط و اهمیت معیارها

سپس از ماتریس روابط کل مقدار آستانه را محاسبه میکنیم. و اعدادی که کوچکتر از مقدار آستانه است را برابر صفر و اعداد بزرگتر مساوی مقدار آستانه را برابر یک قرار میدهیم. اعداد صفر در سلول ها نشان میدهد که دو معیار با هم رابطه ندارند و عدد ۱ نشان دهنده رابطه دو معیار است. در اینجا ارزش آستانه ۰.۵۸۹ بدست آمد. و ماتریس روابط بین معیارها در جدول ۸ آورده شده است. و با توجه به این جدول در شکل شماره ۲ روابط بین معیارها رسم شده است.

جدول ۹: ماتریس روابط بین معیارها

کیفیت	هزینه	فناوری	چابکی	قابلیت مدیریت عمومی
کیفیت	۰	۱	۱	۱
هزینه	۱	۰	۱	۱
فناوری	۰	۱	۰	۰
چابکی	۰	۰	۰	۰
قابلیت مدیریت عمومی	۰	۰	۰	۰



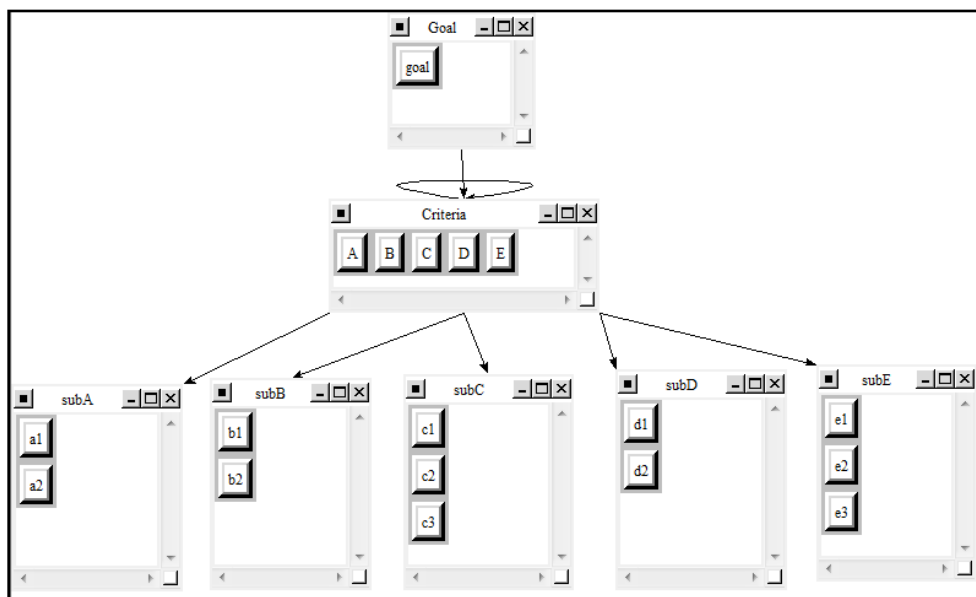
شکل ۲: روابط درونی بین معیارها

تکنیک فرایند تحلیل شبکه ای (ANP)

یک دیگر از روش هایی است که در تصمیم گیری در شرایط پیچیده به ما کمک میکند. ساعتی و وارگاس در سال ۱۹۹۸ این روش را که حالت عمومی AHP (ساختار سلسله مراتبی) بوده توسعه دادند. در ANP ابتدا هدف تعریف میشود و سپس خوشه بندی ها بر اساس هدف مشخص میگردد. آنگاه سوپرماتریس یک ترکیب مختلف اجزا را در این خوشه توسعه می دهد. سپس ماتریس وزنی سوپر ماتریس ایجاد میشود. نهایتاً بهترین آلترناتیو که منجر به غنی شدن هدف میگردد انتخاب میشود (Dencer et al, 2016 a ,b, Dencer et al, 2017).

تکنیک ANP

بعد از تعیین روابط بین معیارها، مدل شبکه‌ای پژوهش را در نرم افزار سوپردسیژن پیاده سازی می‌کنیم تا وزن نهایی معیارها و زیرمعیارها حاصل شود.



شکل ۳: مدل تحلیل شبکه‌ای پژوهش در نرم افزار سوپر دسیژن

نتایج روش ANP

در این قسمت مقایسات زوجی روش ANP انجام می‌شود و اوزان محاسبه می‌گردد. ابتدا مقایسات زوجی معیارها نسبت به هدف و سپس مقایسات زوجی روابط درونی را تشکیل می‌دهیم و در انتها نیز مقایسات زوجی زیرمعیارها نسبت به معیارهایشان را ایجاد کرده و اوزان نسبی را محاسبه می‌کنیم. و در نهایت نیز با تشکیل سوپر ماتریس اوزان نهایی را محاسبه می‌کنیم.

مقایسه زوجی معیارها نسب به هدف

جدول ۱۰: مقایسه زوجی معیارها نسبت به هدف (نرخ ناسازگاری: ۰.۰۱)

وزن نرمال	قابلیت مدیریت عمومی	چابکی	فناوری	هزینه	کیفیت	
۰.۲۳۲	۱.۳۷۴	۱.۰۹۱	۱.۳۳۰	۱.۱۴۵	۱.۰۰۰	کیفیت
۰.۲۶۷	۱.۳۴۹	۱.۹۱۰	۲.۰۲۳	۱.۰۰۰	۰.۸۷۳	هزینه
۰.۱۵۷	۰.۸۵۷	۱.۰۹۱	۱.۰۰۰	۰.۴۹۴	۰.۷۵۲	فناوری
۰.۱۶۹	۱.۰۷۱	۱.۰۰۰	۰.۹۱۷	۰.۵۲۴	۰.۹۱۷	چابکی
۰.۱۷۵	۱.۰۰۰	۰.۹۳۴	۱.۱۶۷	۰.۷۴۱	۰.۷۲۸	قابلیت مدیریت عمومی

با توجه به جدول بالا نتایج زیر حاصل شده است:

- معیار هزینه با وزن ۰.۲۶۷ اولویت اول را در بین معیارهای اصلی کسب کرده است.
 - معیار کیفیت با وزن ۰.۲۳۲ اولویت دوم را در بین معیارهای اصلی کسب کرده است.
 - معیار قابلیت مدیریت عمومی با وزن ۰.۱۷۵ اولویت سوم را در بین معیارهای اصلی کسب کرده است.
 - معیار چابکی با وزن ۰.۱۶۹ اولویت چهارم را در بین معیارهای اصلی کسب کرده است.
 - معیار فناوری با وزن ۰.۱۵۷ اولویت پنجم را در بین معیارهای اصلی کسب کرده است.
- لازم به ذکر است ۵ ماتریس مقایسات زوجی بدست آمده است که نتایج آن بصورت ذیل است:

مقایسه زوجی زیرمعیارهای کیفیت (A)

- زیرمعیار عملکرد کیفی (A1) با وزن ۰.۶۸۶ اولویت اول را در بین زیرمعیارهای کیفیت کسب کرده است.
- زیرمعیار کنترل کیفیت بازخورد (A2) با وزن ۰.۳۱۴ اولویت دوم را در بین زیرمعیارهای کیفیت کسب کرده است.

مقایسات زوجی زیرمعیارهای هزینه (B)

- زیرمعیار هزینه محصول (b1) با وزن ۰.۶۷۱ اولویت اول را در بین زیرمعیارهای هزینه کسب کرده است.
- زیرمعیار هزینه تدارکات (b2) با وزن ۰.۳۲۹ اولویت دوم را در بین زیرمعیارهای هزینه کسب کرده است.

مقایسه زوجی زیرمعیارهای فناوری (C)

- زیرمعیار قابلیت تحقیق و توسعه (C1) با وزن ۰.۷۱۵ اولویت اول را در بین زیرمعیارهای فناوری کسب کرده است.
- زیرمعیار قابلیت طراحی و ساخت (C2) با وزن ۰.۱۷۳ اولویت دوم را در بین زیرمعیارهای فناوری کسب کرده است.
- زیرمعیار فناوری اطلاعات (C3) با وزن ۰.۱۱۲ اولویت سوم را در بین زیرمعیارهای فناوری کسب کرده است.

مقایسه زوجی زیرمعیارهای چابکی (D)

- زیرمعیار زمان تهیه (d1) با وزن ۰.۷۶۳ اولویت اول را در بین زیرمعیارهای چابکی کسب کرده است.
- زیرمعیار زمان تحویل (d2) با وزن ۰.۲۳۷ اولویت دوم را در بین زیرمعیارهای چابکی کسب کرده است.

مقایسه زوجی زیرمعیارهای قابلیت مدیریت عمومی (E)

- زیرمعیار استراتژی و مدیریت (e1) با وزن ۰.۵۹۰ اولویت اول را در بین زیرمعیارهای قابلیت مدیریت عمومی کسب کرده است.
- زیرمعیار وضعیت مالی (e2) با وزن ۰.۲۳۱ اولویت دوم را در بین زیرمعیارهای قابلیت مدیریت عمومی کسب کرده است.
- زیرمعیار شهرت (e3) با وزن ۰.۱۷۹ اولویت سوم را در بین زیرمعیارهای قابلیت مدیریت عمومی کسب کرده است.

تشکیل سوپرماتریس اولیه، وزن دار وحدی

بعد از محاسبه اوزان معیارها، زیرمعیار و روابط داخلی، اقدام به تشکیل سوپرماتریس اولیه می کنیم ابعاد این سوپرماتریس شامل تمام معیارها و زیرمعیارها می باشد و شامل اوزان نسبی که در مراحل قبل محاسبه شد می باشد (جدول ۸). سپس سوپرماتریس وزن دار را تشکیل می هیم این سوپر ماتریس نرمال شده سوپرماتریس اولیه است (جدول ۹). سپس از به توان رساندن سوپرماتریس وزن دار و همگرا شدنش، سوپرماتریس حدی تشکیل می شود، حاصل این وزن های همگرا شده همان وزن نهایی معیارها، زیرمعیارها است (جدول ۱۰).

جدول ۱۱: سوپر ماتریس اولیه

E3	E2	E1	D2	D1	C3	C2	C3	B2	B1	A2	A1	Goal	E	D	C	B	A	
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۰.۲۳۲	.	.	.	۰.۴۳۵	.	A
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۰.۲۶۷	.	.	۰.۵۲۶	.	۰.۳۶۰	B
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۰.۱۵۷	.	.	.	۰.۲۵۵	۰.۲۲۲	C
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۰.۱۶۹	.	.	۰.۲۸۲	۰.۱۶۲	۰.۳۰۲	D
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۰.۱۷۵	.	.	۰.۱۹۲	۰.۱۴۸	۰.۱۱۶	E
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Goal
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۰.۶۸۶	A1
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۰.۳۱۴	A2
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۰.۶۷۱	.	B1
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۰.۳۲۹	.	B2
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۰.۷۱۵	.	.	C1
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۰.۱۷۳	.	.	C2
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۰.۱۱۲	.	.	C3
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۰.۷۶۳	.	.	.	D1
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۰.۲۳۷	.	.	.	D2
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۰.۵۹۰	.	.	.	.	E1
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۰.۲۳۱	.	.	.	.	E2
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۰.۱۷۹	.	.	.	.	E3

جدول ۱۲: سوپر ماتریس وزن دار

E3	E2	E1	D2	D1	C3	C2	C3	B2	B1	A2	A1	Goal	E	D	C	B	A	
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۰.۲۳۲	.	.	.	۰.۲۱۸	.	A
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۰.۲۶۷	.	۰.۱۸	۰.۲۶۳	.	۰.۱۸	B
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۰.۱۵۷	.	۰.۱۱۱	.	۰.۱۲۸	۰.۱۱۱	C
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۰.۱۶۹	.	۰.۱۵۱	۰.۱۴۱	۰.۰۸۱	۰.۱۵۱	D
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۰.۱۷۵	.	۰.۰۵۸	۰.۰۹۶	۰.۰۷۴	۰.۰۵۸	E
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Goal
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۰.۳۴۳	.	.	۰.۳۴۳	A1
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۰.۱۵۷	.	.	۰.۱۵۷	A2
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۰.۳۳۶	.	B1
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۰.۱۶۵	.	B2
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۰.۳۵۸	.	.	C1
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۰.۰۸۶۵	.	.	C2
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۰.۰۵۶	.	.	C3
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۰.۲۱۸	.	D1
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۰.۱۸	۰.۲۶۳	.	۰.۱۸	D2
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۰.۵۹۰	.	.	.	.	E1
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۰.۲۳۱	.	.	.	.	E2
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۰.۱۷۹	.	.	.	.	E3

بعد از به توان رساندن سوپرماتریس وزن دار، نتایج زیر به عنوان وزن نهایی معیارها، زیرمعیارها و گزینه ها حاصل شد.

جدول ۱۳: نتایج حاصل از سوپر ماتریس حدی

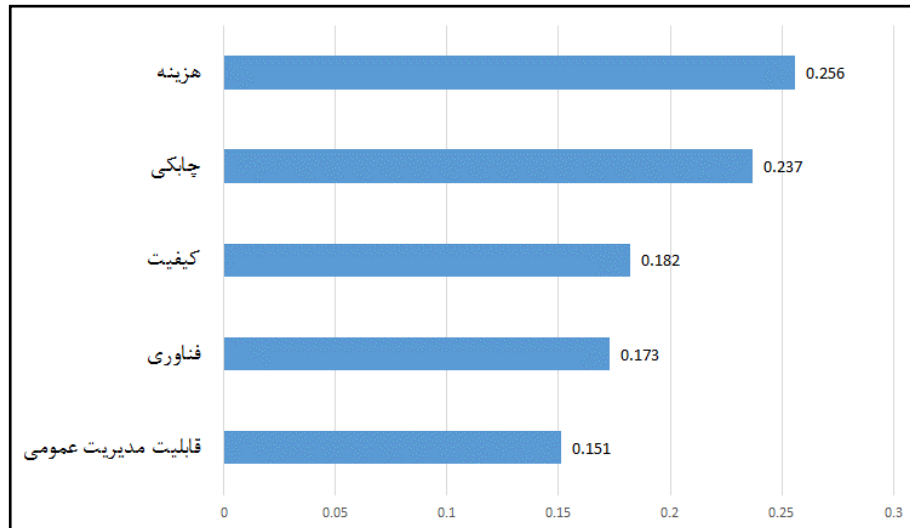
نام معیار	وزن نرمال شده بر اساس خوشه	وزن حاصل از سوپرماتریس حدی
A	۰.۱۸۲	۰.۰۵۵۷
B	۰.۲۵۶	۰.۰۷۸۳
C	۰.۱۷۳	۰.۰۵۳۰
D	۰.۲۳۷	۰.۰۷۲۶
E	۰.۱۵۱	۰.۰۴۶۲
A1	۰.۶۸۶	۰.۰۶۲۵
A2	۰.۳۱۴	۰.۰۲۸۷
B1	۰.۶۷۱	۰.۰۸۶۰
B2	۰.۳۲۹	۰.۰۴۲۱
C1	۰.۷۱۴	۰.۰۶۱۹
C2	۰.۱۷۳	۰.۰۱۵۰
C3	۰.۱۱۲	۰.۰۰۹۷
D1	۰.۷۶۳	۰.۱۸۱۲
D2	۰.۲۳۷	۰.۰۵۶۳
E1	۰.۵۹۰	۰.۰۸۹۱
E2	۰.۲۳۱	۰.۰۳۴۸
E3	۰.۱۷۹	۰.۰۲۷۱

وزن نهایی معیارهای اصلی

با توجه به جدول ۱۳ وزن نهایی معیارها به صورت زیر می باشد.

جدول ۱۴: وزن نهایی معیارهای اصلی

نام معیار	وزن نهایی نرمال شده	اولویت
کیفیت	۰.۱۸۲	۳
هزینه	۰.۲۵۶	۱
فناوری	۰.۱۷۳	۴
چابکی	۰.۲۳۷	۲
قابلیت مدیریت عمومی	۰.۱۵۱	۵



شکل ۴: وزن و اولویت نهایی معیارهای اصلی

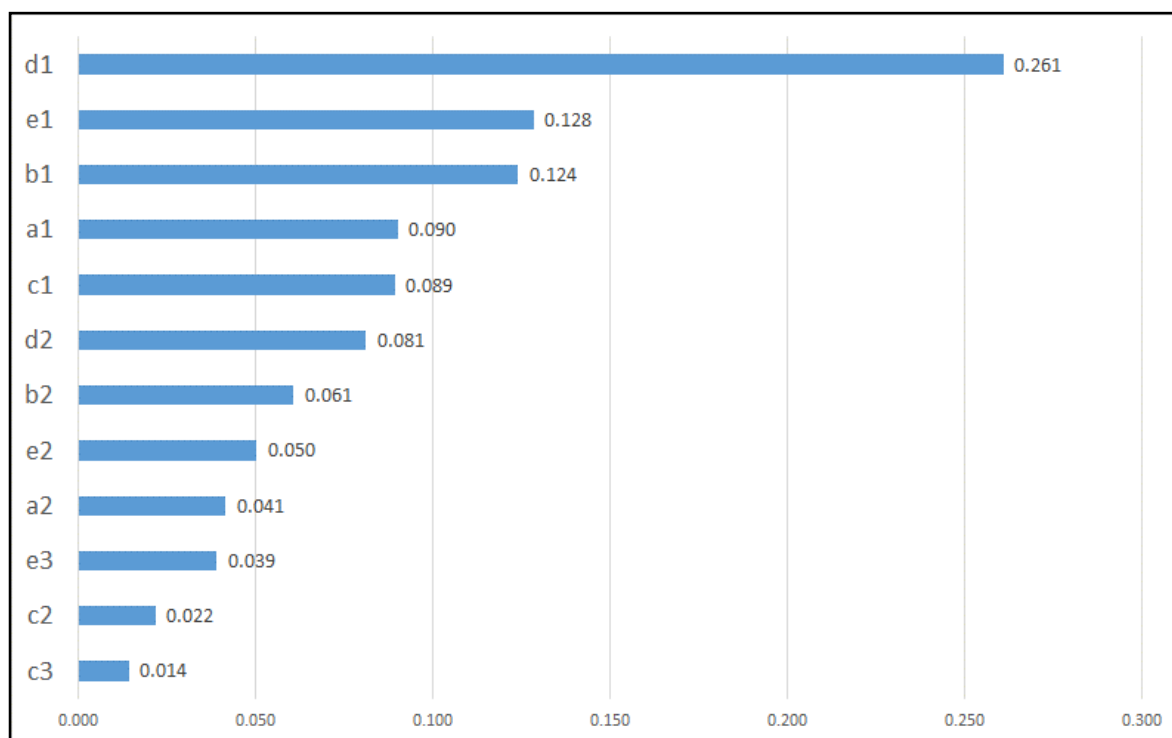
با توجه به جدول ۱۱، هزینه با وزن ۰.۲۵۶ اولویت اول، چابکی با وزن ۰.۲۳۷ اولویت دوم، کیفیت با وزن ۰.۱۸۲ اولویت سوم، فناوری با وزن ۰.۱۷۳ اولویت چهارم و قابلیت مدیریت عمومی اولویت پنجم را کسب کرده اند.

وزن نهایی زیرمعیارها

وزن نهایی زیرمعیارها به صورت زیر می باشد. با توجه به جدول ۱۲ زیر معیار هزینه محصول (b1) با وزن ۰.۲۶۱ اولویت اول، زیرمعیار زمان تهیه (d1) با وزن ۰.۱۲۸ اولویت دوم و زیرمعیار استراتژی و مدیریت (e1) با وزن ۰.۱۲۴ اولویت سوم را در بین تمامی زیرمعیارها کسب کرده اند. همچنین زیرمعیار فناوری اطلاعات (c3) با وزن ۰.۰۱۴ اولویت آخر را در بین تمامی زیرمعیارها کسب کرده است.

جدول ۱۵: وزن نهایی زیرمعیارها

نام زیرمعیار	وزن نهایی	اولویت
A1	۰.۰۹۰	۴
A2	۰.۰۴۱	۹
B1	۰.۱۲۴	۳
B2	۰.۰۶۱	۷
C1	۰.۰۸۹	۵
C2	۰.۰۲۲	۱۱
C3	۰.۰۱۴	۱۲
D1	۰.۲۶۱	۱
D2	۰.۰۸۱	۶
E1	۰.۱۲۸	۲
E2	۰.۰۵۰	۸
E3	۰.۰۳۹	۱۰



شکل ۵: وزن و اولویت نهایی زیرمعیاره

روش الکترون II

روش الکترون از جمله روش های تصمیم گیری چندشاخصه است و در این روش شاخص های کمی، کیفی مورد استفاده قرار می گیرند و با مقایسات دو وجهی میان گزینه ها، رتبه بندی ها بدست می آید. البته اساس این مفهوم، به رتبه بندی گزینه ها منتهی نمی شود، بلکه ممکن است گزینه هایی را حذف کند. (مومنی، ۱۳۸۹، ص ۲۷)

فروضی که بر این روش حاکم اند به شرح زیر است:

معیارها باید کمی و یا قابل تبدیل به کمی باشند.

معیارها الزاما جبرانی نیستند و تمامی معیارها غیر جبرانی هستند.

معیارها کاملا ناهمگن هستند. (اصغر پور، ۱۳۷۹)

روش کار الکترون به این صورت است که پس از تبدیل شاخص های کیفی به کمی در صورت وجود، همسان سازی انجام می گیرد. همسان سازی به این دلیل صورت می گیرد که شاخص ها ممکن است از دو جنس متفاوت باشند و همسان سازی سبب هم جنس شدن و قابل مقایسه شدن بین دو شاخص می شود. سپس ماتریس بی مقیاس شده، در ضرایب وزنی آن ضرب گردیده تا ماتریس موزون آن بدست آید. در مرحله ی بعد همه ی گزینه ها نسبت به تمام شاخص ها مورد ارزیابی قرار می گیرند و ماتریس هماهنگ و ناهماهنگ مشخص می شوند. در این مرحله باید توجه داشت که برای یافتن مطلوبیت گزینه ها باید به نوع شاخص تصمیم گیری، از نظر داشتن جنبه مثبت و منفی توجه شود. پس از مشخص کردن ماتریس هماهنگی و ناهماهنگی، ماتریس هماهنگ مؤثر برای اینکه بتوانیم یک نتیجه گیری از برتری گزینه ها با هم داشته باشیم، دو ماتریس هماهنگی مؤثر و ناهماهنگی مؤثر را در هم ضرب می کنیم تا ماتریس نهایی مؤثر جهت تصمیم گیری بدست آید. این ماتریس در صورتی دارای مؤلفه یک خواهد بود که وقتی ضرب ماتریسی مذکور انجام شد، مؤلفه های متناظری که در هم ضرب شده اند یک باشند. ماتریس نهایی مؤثر، نشان دهنده ترتیب برتری راهکارهای مختلف نسبت به یکدیگر است. (امیری و فراهانی، ۱۳۹۲) (مومنی، ۱۳۸۹).

روش الکترون جهت رتبه بندی گزینه ها مورد استفاده قرار می گیرد. بنابراین در گام اول باید ماتریس تصمیم این روش را ایجاد کرد. ماتریس تصمیم این پژوهش شامل یک ماتریس با ستون هایی از زیرمعیارها و سطریهایی از گزینه ها می باشد که هر

سلول امتیاز هر گزینه نسبت به هر زیرمعیار است. ابتدا نظرات ۱۰ خبره جمع آوری شد و بعد از ادغام در جدول زیر آورده شده است.

جدول ۱۶: ماتریس تصمیم روش الکترون

	A1	A2	B1	B2	C1	C2	C3	D1	D2	E1	E2	E3
گزینه ۱	۲.۷۴	۵.۰۶	۴.۸۲	۳.۸۴	۳.۳۰	۴.۰۷	۳.۲۰	۴.۴۵	۳.۵۲	۳.۸۴	۳.۲۳	۴.۲۸
گزینه ۲	۳.۲۷	۳.۴۶	۵.۸۷	۲.۵۱	۴.۵۱	۴.۸۴	۳.۳۵	۴.۰۴	۳.۱۲	۵.۷۳	۴.۷۰	۳.۹۲
گزینه ۳	۳.۳۹	۳.۹۶	۳.۳۳	۳.۴۰	۳.۳۴	۴.۷۷	۴.۰۳	۴.۳۷	۴.۰۲	۴.۶۹	۴.۴۴	۴.۱۰
گزینه ۴	۴.۹۱	۲.۱۵	۳.۵۱	۳.۹۵	۵.۱۳	۳.۹۰	۴.۷۱	۵.۰۲	۳.۸۲	۴.۱۳	۳.۵۴	۳.۱۸
گزینه ۵	۴.۶۵	۴.۰۲	۳.۷۷	۵.۴۸	۴.۹۷	۳.۷۴	۳.۸۷	۲.۸۴	۵.۴۴	۴.۵۱	۳.۶۲	۶.۵۹

در گام دوم می بایست این ماتریس را نرمال کرد نرمال سازی از رابطه زیر استفاده می شود.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad \text{فرمول (۷)}$$

جدول ۱۷: ماتریس نرمال روش الکترون

	A1	A2	B1	B2	C1	C2	C3	D1	D2	E1	E2	E3
گزینه ۱	۰.۳۲	۰.۵۹	۰.۴۹	۰.۴۳	۰.۳۴	۰.۴۲	۰.۳۷	۰.۴۷	۰.۳۹	۰.۳۷	۰.۳۷	۰.۴۲
گزینه ۲	۰.۳۸	۰.۴۰	۰.۶۰	۰.۲۸	۰.۴۷	۰.۵۰	۰.۳۹	۰.۴۳	۰.۳۴	۰.۵۵	۰.۵۳	۰.۳۸
گزینه ۳	۰.۳۹	۰.۴۶	۰.۳۴	۰.۳۸	۰.۳۵	۰.۵۰	۰.۴۷	۰.۴۶	۰.۴۴	۰.۴۵	۰.۵۰	۰.۴۰
گزینه ۴	۰.۵۷	۰.۲۵	۰.۳۶	۰.۴۵	۰.۵۳	۰.۴۱	۰.۵۴	۰.۵۳	۰.۴۲	۰.۴۰	۰.۴۰	۰.۳۱
گزینه ۵	۰.۵۴	۰.۴۷	۰.۳۹	۰.۶۲	۰.۵۱	۰.۳۹	۰.۴۵	۰.۳۰	۰.۶۰	۰.۴۴	۰.۴۱	۰.۶۵

در گام سوم باید با استفاده از وزن های نهایی روش ANP ماتریس نرمال را وزن دار کرد کفایت وزن نهایی هر زیرمعیار را در ستون مربوط به خودش در ماتریس نرمال ضرب کرد.

جدول ۱۸: ماتریس نرمال وزن دار شده روش الکترون

	A1	A2	B1	B2	C1	C2	C3	D1	D2	E1	E2	E3
گزینه ۱	۰.۰۲ ۸	۰.۰۲ ۴	۰.۰۶ ۱	۰.۰۲ ۶	۰.۰۳ ۰	۰.۰۰ ۹	۰.۰۰ ۵	۰.۱۲ ۴	۰.۰۳ ۱	۰.۰۴ ۸	۰.۰۱ ۸	۰.۰۱ ۶
گزینه ۲	۰.۰۳ ۴	۰.۰۱ ۷	۰.۰۷ ۴	۰.۰۱ ۷	۰.۰۴ ۲	۰.۰۱ ۱	۰.۰۰ ۵	۰.۱۱ ۲	۰.۰۲ ۸	۰.۰۷ ۱	۰.۰۲ ۷	۰.۰۱ ۵
گزینه ۳	۰.۰۳ ۵	۰.۰۱ ۹	۰.۰۴ ۲	۰.۰۲ ۳	۰.۰۳ ۱	۰.۰۱ ۱	۰.۰۰ ۷	۰.۱۲ ۱	۰.۰۳ ۶	۰.۰۵ ۸	۰.۰۲ ۵	۰.۰۱ ۶
گزینه ۴	۰.۰۵ ۱	۰.۰۱ ۰	۰.۰۴ ۵	۰.۰۲ ۷	۰.۰۴ ۷	۰.۰۰ ۹	۰.۰۰ ۸	۰.۱۳ ۹	۰.۰۳ ۴	۰.۰۵ ۱	۰.۰۲ ۰	۰.۰۱ ۲

گزینه ۵	۰.۰۴ ۸	۰.۰۱ ۹	۰.۰۴ ۸	۰.۰۳ ۸	۰.۰۴ ۶	۰.۰۰ ۸	۰.۰۰ ۶	۰.۰۷ ۹	۰.۰۴ ۹	۰.۰۵ ۶	۰.۰۲ ۱	۰.۰۲ ۵
------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

در گام چهارم مجموعه معیارهای موافق و مخالف را تعیین می کنیم که در جدول زیر آورده شده است.

جدول ۱۹: معیارهای موافق و مخالف روش الکره

ارتباط گزینه ها	مجموعه معیارهای موافق (C)	مجموعه معیارهای مخالف (D)
1-2	a2,b1,e3	a1,b2,c1,c2,c3,d1,d2,e1,e2
1-3	a2,d2,e3	a1,b1,b2,c1,c2,c3,d1,e1,e2
1-4	a2,b2,c2,d1,d2,e3	a1,b1,c1,c3,e1,e2
1-5	a2,b2,c2,d2	a1,b1,c1,c3,d1,e1,e2,e3
2-1	a1,b2,c1,c2,c3,d1,d2,e1,e2	a2,b1,e3
2-3	b2,c1,c2,d1,d2,e1,e2	a1,a2,b1,c3,e3
2-4	a2,b2,c2,d1,d2,e1,e2,e3	a1,b1,c1,c3
2-5	b2,c2,d2,e1,e2	a1,a2,b1,c1,c3,d1,e3
3-1	a1,b1,b2,c1,c2,c3,d1,e1,e2	a2,d2,e3
3-2	a1,a2,b1,c3,e3	b2,c1,c2,d1,d2,e1,e2
3-4	a1,b1,b2,c2,d1,e1,e2,e3	a2,c1,c3,d2
3-5	b1,b2,c2,c3,d2,e1,e2	a1,a2,c1,d1,e3
4-1	a1,b1,c1,c3,e1,e2	a2,b2,c2,d1,d2,e3
4-2	a1,b1,c1,c3	a2,b2,c2,d1,d2,e1,e2,e3
4-3	a2,c1,c3,d2	a1,b1,b2,c2,d1,e1,e2,e3
4-5	b1,b2,c1,c2,c3,d2	a1,a2,d1,e1,e2,e3
5-1	a1,b1,c1,c3,d1,e1,e2,e3	a2,b2,c2,d2
5-2	a1,a2,b1,c1,c3,d1,e3	b2,c2,d2,e1,e2
5-3	a1,a2,c1,d1,e3	b1,b2,c2,c3,d2,e1,e2
5-4	a1,a2,d1,e1,e2,e3	b1,b2,c1,c2,c3,d2

در گام پنجم نیز ماتریس توافق (C) را تشکیل می دهیم.

جدول ۲۰: ماتریس توافق روش الکره

C	گزینه 1	گزینه 2	گزینه 3	گزینه 4	گزینه 5
گزینه 1	-	۰.۲۰۴	۰.۱۶۱	۰.۵۰۵	۰.۲۰۵
گزینه 2	۰.۷۹۶	-	۰.۶۹۲	۰.۶۸۳	۰.۳۴۲
گزینه 3	۰.۸۳۹	۰.۳۰۸	-	۰.۷۷۴	۰.۴۸۰
گزینه 4	۰.۴۹۵	۰.۳۱۷	۰.۲۲۶	-	۰.۳۹۰
گزینه 5	۰.۷۹۵	۰.۶۵۸	۰.۵۲۰	۰.۶۱۰	-

در گام ششم ماتریس مخالف (D) را تشکیل می دهیم.

جدول ۲۱: ماتریس مخالف روش الکترون

D	گزینه 1	گزینه 2	گزینه 3	گزینه 4	گزینه 5
گزینه 1	-	۱	۱	۱	۱
گزینه 2	۰.۵۶۹	-	۱	۱	۱
گزینه 3	۰.۲۷۹	۰.۴۰۲	-	۰.۹۱۷	۱
گزینه 4	۰.۷۰۲	۰.۹۰۸	۱	-	۱
گزینه 5	۰.۳۸۶	۰.۶۲۶	۰.۳۳۶	۰.۲۴۱	-

در گام هفتم چهار آستانه روش الکترون II را تعیین می کنیم این آستانه ها با هم اندیشی خبرگان تعیین شده است.

جدول ۲۲: آستانه های روش الکترون II

*C	۰.۷	آستانه موافقت برای تسلط قوی
*D	۰.۵	آستانه مخالفت برای تسلط قوی
-C	۰.۶	آستانه موافقت برای تسلط ضعیف
-D	۰.۳	آستانه مخالفت برای تسلط ضعیف

در گام هشتم ماتریس نهایی مقایسه تسلط گزینه ها را تشکیل می دهیم. ماتریس نهایی تصمیم گیری در روش تسلط تقریبی II ارتباط تمامی گزینه ها را از نظر تسلط شامل می شود. برای تشکیل ماتریس گزینه ها دو به دو با هم مقایسه می شوند. با توجه به ماتریس توافق (C) و ماتریس مخالفت (D) دو شرط تسلط به شرح زیر بین هر زوج گزینه a و b کنترل می شود. الف) اگر $C(a,b) \geq C^*$ ، $D(a,b) \leq D^*$ و $C(a,b) \geq C(b,a)$ باشد گزینه a بر گزینه b به صورت قوی مسلط است. در این صورت در درایه متناظر با آن زوج گزینه در ماتریس تسلط نهایی نماد SF نوشته می شود. ب) اگر $C(a,b) \geq C -$ ، $D(a,b) \leq D -$ و $C(a,b) \geq C(b,a)$ باشد گزینه a بر گزینه b به صورت ضعیف مسلط است. در این صورت در درایه متناظر با آن زوج گزینه در ماتریس تسلط نهایی نماد Sf نوشته می شود.

جدول ۲۳: ماتریس نهایی الکترون II

	گزینه 1	گزینه 2	گزینه 3	گزینه 4	گزینه 5
گزینه 1	-	•	•	•	•
گزینه 2	•	-	•	•	•
گزینه 3	SF	•	-	•	•
گزینه 4	•	•	•	-	•
گزینه 5	SF	•	•	SF	-

در گام آخر نیز گزینه ها را با دو حالت کاهشی و افزایشی رتبه بندی می کنیم و سپس دو حالت را بررسی نموده و به یک حالت کلی تبدیل می کنیم.

جدول ۲۴: رتبه بندی نهایی گزینه ها

رتبه بندی نهایی	
حالت افزایشی	$a_1=a_2=a_4<a_3<a_5$
حالت کاهشی	$a_1<a_4<a_5=a_2=a_3$

با توجه به جدول بالا شرکت فراوری و ساخت رتبه اول، پیستون ایران رتبه دوم، پایا کلاچ رتبه سوم، استام صنعت رتبه چهارم و سازه پویش رتبه پنجم را کسب کرده است.

نتیجه گیری

با افزایش روز افزون محیط رقابتی سازمان ها به انتخاب تامین کننده برای قطعات و مواد خام درخواستی خود توجه بیشتری دارند. ارزیابی و انتخاب تامین کننده از نقش های مهم زنجیره تامین در موفقیت سازمان های تولیدی است. هدف اصلی ارزیابی و انتخاب تامین کنندگان جهت تامین قطعات میباشد که شرکت ایرانخودرو به عنوان مطالعه موردی کار است. امروزه از روش های متفاوتی جهت ارزیابی و انتخاب تامین کننده در دنیا مطرح گردیده است که عمده ی این روش ها ضعف مستقل در نظر گرفتن هر یک از معیارها نسبت به معیار دیگر است دارند. در صورتیکه فرض وابستگی و وجود ارتباط میان عوامل محتمل است. از این رو جهت اتخاذ تصمیمی صحیح استفاده از فرایند تحلیل شبکه ای (ANP) مناسب به نظر میرسد. یکی از نقاط ضعف این روش محدودیت در تعیین ارتباط میان عوامل است که توسط تکنیک دیمتل قابل حل میباشد. همچنین محدودیت های تکنیک دیمتل عدم دستیابی به وزن معیارها و دستیابی به سازگاری قضاوتی است که توسط تکنیک ANP قابل حل است. در نهایت تکنیک الکترو II جهت ارزیابی تامین کنندگان مورد استفاده قرار گرفته است. نتایج حاصل از تحقیق بیانگر آن است که هزینه در انتخاب تامین کننده از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. و چابکی در اولویت دوم قرار دارد، بر مبنای اولویت ها شرکت های تامین کننده قطعات ایرانخودرو رتبه بندی گردیدند که شرکت فراوری و ساخت رتبه اول و پیستون ایران رتبه دوم را به خود اختصاص داد. در تحقیقات آتی میتوان از روش های فوق در شرکت های خدماتی و یا از روش های مربوطه در حالت فازی و در کل شرکت های خودرو سازی استفاده نمود و نتایج حاصل از آن را با این تحقیق مقایسه نمود.

منابع و مراجع

- [۱] اصغرپور، محمد جواد (۱۳۷۷)، تصمیم گیری چند معیاره. تهران، دانشگاه تهران.
- [۲] پيله وری، نازنین و عطایی، الهام (۱۳۹۳) "انتخاب تامین کنندگان چابک در زنجیره تامین محصولات آرایشی و بهداشتی با استفاده از ویکورفازی" فصلنامه مدیریت صنعتی دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج-سال نهم، شماره ۲۸، تابستان ۱۳۹۳.
- [۳] عزیزی، حسین، جعفری شاعری، اکبر (۱۳۹۲) "ارزیابی و انتخاب تامین کننده به وسیله ی مدل های DEA بازه ای با ناحیه ی اطمینان: یک رویکرد DEA با مرزهای کارا و ناکارا" فصلنامه مدیریت صنعتی دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج، سال هشتم، شماره ۲۵، پاییز ۱۳۹۲.
- [۴] امیری، مقصود و دارستانی فراهانی (۱۳۹۲). تصمیم گیری با معیارهای چندگانه. اول چاپ تهران، انتشارات دانشگاهی کیان.
- [۵] مومنی، منصور (۱۳۸۹)، موضوعات نوین در تحقیق در عملیات، تهران، دانشگاه تهران
- [۶] میرفخرالدینی، سید حیدر، نوربخش، ایمان، ربیعی، اکرم، بردبار، محمد امین (۱۳۹۴) ارزیابی و اولویت بندی تامین کنندگان با استفاده از روش تلفیقی تاپسیس فازی و برنامه ریزی آرمانی با انتخاب چندگانه (مطالعه موردی: شرکت نفت). مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، سال دوازدهم، شماره چهارم (پیاپی ۴۷)، زمستان ۹۴، ص ۸۱-۶۱.
- [7] Abdollahi, M., Razmi, J., & Arvan, M. (2015). An integrated approach for supplier portfolio selection: Lean or agile? *Expert Systems with Applications*, 42(1), 679–690.
- [8] Ayhan, M.B. (2013) Fuzzy TOPSIS application for supplier selection problem', *International Journal of Information Business and Management*, Vol. 5, No. 2, pp.159–174.
- [9] Bidhandi, H. M., Yusuff, R. M., Ahmad, M. M. H. M., & Abu Bakar, M. R. (2009). Development of a new approach for deterministic supply chain network design. *European Journal of Operational Research*, 198(1), 121–128.
- [10] 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 Systems with Applications*, 36(8), 11363–11368.
- [11] Buyukozkan, G., & Cifci, G. (2012). A novel hybrid MCDM approach based on fuzzy DEMATEL, fuzzy ANP and fuzzy TOPSIS to evaluate green suppliers. *Expert Systems with Applications*, 39(3), 3000–3011.
- [12] Beikhhakhiana, Yokabed. Javanmard, , Mohammad Mahdi Karbasianb, Bijan Khayambashi(2015) The application of ISM model in evaluating agile suppliers selection criteria and ranking suppliers using fuzzy TOPSIS-AHP methods expert Systems with Applications 42 ,6224–6236
- [13] Chen . Z, W. Yang , (2011) . An MAGDM based on constrained FAHP and FTOPSIS and its application to supplier selection, *Math. Comput. Modell.* 54 ,2802–2815 .
- [14] Chu, T. C., & Varma, R. (2012). Evaluating suppliers via a multiple levels multicriteria decision making method under fuzzy environment. *Computers & Industrial Engineering*, 62(2), 653–660
- [15] Choi, T.Y. and Hartley, J.L. (1996) 'An exploration of supplier selection practices across the supply chain', *Journal of Operations Management*, Vol. 14, pp.333–345.
- [16] Dincer, H., Hacioglu, U., Yuksel, S., (2016a). Balanced scorecard-based performance assessment of Turkish banking sector with analytic network process. *Int. J.Decis. Sci. Applications-IJDSA* 1 (1), 1-21.

- [17] Dincer, H., Hacıoglu, U., Yuksel, S., (2016b). Performance assessment of deposit banks with CAMELS analysis using fuzzy ANP-moora approaches and an application on Turkish banking sector. *Asian J. Res. Bus. Econ. Manag.* 6 (2), 32-56.
- [18] Hsu, C.W., Kuo, T.C., Chen, S.H., Hu, A.K., (2013). Using DEMATEL to develop a carbon management model of supplier selection in green supply chain management. *J. Clean. Prod.* 56 (2013), 164-172
- [19] Hashemian, M. Behzadian, R. Samizadeh, J. Ignatius, (2014). A fuzzy hybrid group decision support system approach for the supplier evaluation process, *Int. J. Adv. Manuf. Technol.* 73 -1105-1117.
- [20] Krajewski, L.J., Ritzman, L.P. and Malhotra, M.K. (2007) *Operations Management: Process and Value Chains*, 7th ed., Pearson Prentice-Hall, Delhi.
- [21] Karsak, E.E., M. Dursun, (2014). An integrated supplier selection methodology incorporating QFD and DEA with imprecise data, *Expert Syst. Appl.* 41, 6995-7004.
- [22] Karsak, E.E., M. Dursun, (2015). An integrated fuzzy MCDM approach for supplier evaluation and selection, *Comput. Ind. Eng.* 82- 82-93.
- [23] Lee, J., Cho, H., & Kim, Y. S. (2014). Assessing business impacts of agility criterion and order allocation strategy in multi-criteria supplier selection. *Expert Systems with Applications*, 42(3), 1136-1148
- [24] Lee, J., Cho, H., Y.S. Kim, (2015). Assessing business impacts of agility criterion and order allocation strategy in multi-criteria supplier selection, *Expert Syst. Appl.* 42- 1136-1148
- [25] Lima, F. R., Jr., Osiro, L., & Carpinetti, L. C. R. (2014). A comparison between fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS methods to supplier selection. *Applied Soft Computing*, 21, 194-209.
- [26] Lee, E.-K., Ha, S., & Kim, S.-K. (2001). Supplier selection and management system considering relationships in supply chain management. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 48(3), 307-318
- [27] Li, Ya; Hub, Yong; Zhanga, Xiaoge; Yong Denga, Sankaran Mahadevanc(2014) An evidential DEMATEL method to identify critical success factors in emergency management” *Applied Soft Computing* 22, 504-510
- [28] Nazir Muhammada, Muhammad & Cavus, Nadire(2017)”Fuzzy DEMATEL method for identifying LMS evaluation criteria” *Procedia Computer Science* Volume 120, 2017, Pages 742-749
- [29] Rezaei, J., Fahim, P. B. M., & Tavasszy, L. (2014). Supplier selection in the airline retail industry using a funnel methodology: Conjunctive screening method and fuzzy AHP. *Expert Systems with Applications*, 41(18), 8165-8179.
- [30] Rajesh, R., & Ravi, V. (2014). Supplier selection in resilient supply chains: A grey relational analysis approach. *Journal of Cleaner Production* <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.08.054>
- [31] Shu-ping Wan a, Gai-li Xu, Jiu-ying Dong “(2017) Supplier selection using ANP and ELECTRE II in interval 2-tuple linguistic environment” *Information Sciences* 385,386,19-38
- [32] Shyghith, K., Ilangkumaran, M., & Kumanan, S. (2008). Multi-criteria decision making approach to evaluate optimum maintenance strategy in textile industry. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 14(4), 375-386.
- [33] Shieh, Jiunn, Hsin-Hung Wu, Kuan-Kai Huang (2010). A DEMATEL method in identifying key success factors of hospital service quality’ *Knowledge-Based Systems*, Volume 23, Issue 3, Pages 277-282
- [34] Singh, Amol (2016)” A goal programming approach for supplier evaluation and demand allocation among suppliers” *Int. J. Integrated Supply Management*, Vol. 10, No. 1,

- [35] Tseng, M.L., 2009c. Using extension of DEMATEL to integrate hotel service quality perceptions into a cause-effect model in uncertainty. *Expert Syst. Appl.* 36 (5),9015-9023.
- [36] Vinodh , S. Ramiya , R.A. Gautham , S.G (2011) .Application of fuzzy analytic network process for supplier selection in a manufacturing organization, *Expert Syst. Appl.* 38-272–280
- [37] Wu, W. W (۲۰۰۸). Choosing knowledge management strategies by using a combined ANP and DEMATEL approach, *Expert Systems with Applications*, ۳۵, ۸۲۸–۸۳۵
- [38] Xiao J.H., Xie K., Wu Y., Liao X., 2015, The supply chain transformation from being partner – oriented to being customer-oriented: a double-case study on the supply chains in ecommerce enterprises, *Management World*, 4, 137-188.
- [39] Yu, C., & Wong, T. N. (2015). An agent-based negotiation model for supplier selection of multiple products with synergy effect. *Expert Systems with Applications*, 42(1), 223–237.
- [40] Yang , J.L. Tzeng , G.H. (2011) , An integrated MCDM technique combined with DEMATEL for a novel cluster-weighted with ANP method, *Expert Syst. Appl.* 38,1417–1424 .
- [41] Zeydan, M, Colpan, C., & Cobanog lu, C. (2011). A combined methodology for supplier selection and performance evaluation. *Expert Systems with Applications*, 38(3), 2741–2751.
- [42] Zhang , H.M(2012) , The multicriteria group decision making method based on aggregation operators with interval-valued 2-tuple linguistic information, *Math. Comput. Modell.* 56 ,27–35 .
- [43] Zhang, Z., Lei, J., Cao, N., To, K., & Ng, K. (2003). Evolution of supplier selection criteria and methods. *European Journal of Operational Research*, 4(1), 335–342.