

## انتخاب تأمین کنندگان قطعات در صنعت خودروسازی با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

علی خاتمی فیروزآبادی<sup>۱</sup> و روحاله خداوردی<sup>۲\*</sup>

<sup>۱</sup> دانشکده مدیریت و حسابداری - دانشگاه علامه طباطبائی - تهران - ایران

<sup>۲</sup> دانشکده مدیریت و حسابداری - دانشگاه علامه طباطبائی - تهران - ایران (عهده‌دار مکاتبات)

### چکیده

انتخاب و ارزیابی تأمین کننده در مدیریت زنجیره تأمین به صورت گسترده مطالعه و بررسی شده است و روش های تصمیم گیری متنوعی برای انتخاب تأمین کننده پیشنهاد شده است. سازمان ها هم اکنون دریافته اند که قیمت پیشنهادی، تنها ملاک انتخاب و همکاری با تأمین کننده نمی باشد. مسئله انتخاب تأمین کننده فرآیندی پیچیده است که شامل معیارهای کمی و کیفی مختلفی است. در این مقاله به موضوع انتخاب و رتبه بندی تأمین کنندگان قطعات در صنعت خودرو با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی<sup>۱</sup>، به عنوان یک روش تصمیم گیری چند معیاره<sup>۲</sup>، پرداخته می شود. در روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی مسئله انتخاب تأمین کننده بررسی و اوزان معیارها به کمک روش AHP گروهی مشخص خواهد شد. ماتریس های مقایسات زوجی نیز توسط کارشناسان خبره تکمیل شده و از آنها میانگین هندسی گرفته شده است. در پایان نیز مسئله مطالعه موردی انتخاب تأمین کننده قطعه فنر لول در خودروی "تیبیا" همراه با تحلیل حساسیت نتایج آمده است.

**واژه های کلیدی:** فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، انتخاب تأمین کننده، ارزیابی عملکرد تأمین کننده

### ۱- مقدمه

در مسئله انتخاب یک تأمین کننده فرض بر این است که هر تأمین کننده ای که خواسته های سازمان را برآورده کند بهتر است. در مسئله انتخاب چند تأمین کننده، با توجه با وجود محدودیت های ظرفیت تولید، مسئله انتخاب تأمین کننده پیچیده تر می شود؛ به طوری که در این وضعیت سازمان باید در مورد دو مسئله تصمیم بگیرد: کدام تأمین کننده بهترین است و چه تعداد از هر تأمین کننده باید خریداری شود. [۱۷ و ۳۱]

بنابراین ضرورت این تحقیق انتخاب تأمین کنندگان بر اساس معیارهای مختلف کمی و کیفی می باشد.

هدف این تحقیق این است که ضمن شناسایی معیارهای انتخاب تأمین کننده قطعات خودرو، به انتخاب تأمین کننده برتر با توجه به این معیارها پرداخته شود. بدین منظور ابتدا ضمن مطالعه ادبیات موضوع، معیارهای پیشنهادی برای انتخاب تأمین کنندگان شناسایی شدند. انتخاب معیارها در این مسئله با توجه به بررسی و جمع بندی جدول (۱) و استفاده از نظرات کارشناسان خبره شرکت سازه گستر سایپا نهایی شده است. پس از آن با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی به تعیین میزان تأثیر هر یک معیارهای اصلی در انتخاب و ارزیابی تأمین کنندگان پرداخته شده است. برای انجام محاسبات روش تحلیل سلسله مراتبی نیز قطعه "فنر لول" مورد استفاده در خودروی "تیبیا" (از محصولات شرکت سایپا) به

رقابت جهانی نیازمند ارائه محصولات متنوع با توجه به خواست مشتری می باشد. خواست مشتری مبنی بر کیفیت بالا و خدمت رسانی سریع موجب افزایش فشارهایی شده است که قبلاً وجود نداشته است، در نتیجه شرکت ها بیش از این نمی توانند به تنهایی از عهده تمامی کارها برآیند. جهت کسب مزیت رقابتی، بنگاه های اقتصادی و تولیدی علاوه بر پرداختن به سازمان و منابع داخلی، باید بر منابع و ارکان مرتبط خارج از سازمان نیز مدیریت و نظارت کنند. بر این اساس فعالیت هایی نظیر برنامه ریزی عرضه و تقاضا، تهیه مواد، تولید و برنامه ریزی محصول، خدمت نگهداری کالا، کنترل موجودی، توزیع، تحویل و خدمت به مشتری که قبلاً همگی در سطح شرکت انجام می شد، اکنون به سطح زنجیره عرضه انتقال پیدا کرده است. در حال حاضر انتخاب تأمین کننده تنها بر اساس قیمت محصول انجام نمی شود، بلکه انتخاب تأمین کننده یک مسئله چند معیاره است که معیارهای کیفی و کمی را در بر می گیرد. برای انتخاب بهترین تأمین کننده باید بین معیارهای کمی و کیفی که ممکن است در تضاد باشند یک بده بستان انجام گیرد. [۱۷ و ۳۱]

\* r.khodaverdi@gmail.com

1- Analytical Hierarchy Process

2- Multi Criteria Decision Making

دارای بیشترین فاصله از راه حل ایده ال منفی باشد. [۵۳و۵]

## ۲-۳ مدل های رتبه بندی

روش های ELECTRE<sup>۱</sup> و PROMETHEE<sup>۲</sup> روش های اصلی این گروه می باشند. در این روش ها گزینه های مغلوب با توجه به وزن هایی که به آنها داده می شود حذف خواهند شد. در روش ELECTRE به جای رتبه بندی گزینه ها از مفهوم جدیدی معروف به "روابط غیر رتبه ای" استفاده می شود. در این روش کلیه گزینه ها با استفاده از مقایسات غیر رتبه ای مورد ارزیابی قرار گرفته و بدین وسیله گزینه های غیر مؤثر حذف می شوند. گزینه های تصمیم گیری در این روش محدود بوده و نظر تصمیم گیرنده محدود به مشخص کردن وزن اهداف می باشد. روش PROMETHEE همانند روش ELECTRE اما با محاسبات کمتر است. این روش بر گسترش مقیاس معیارها برای سنجش شدت ارجحیت یک گزینه نسبت به یک گزینه دیگر با تبدیل عدد گزینه ها به یک مقیاس ۰ تا ۱ استوار است (صفر معرف بدترین و یک معرف بهترین است). [۵۳و۵] جهت آشنایی بیشتر با روش های مذکور می توان به مراجع [۳و۵۴] مراجعه کرد.

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی روشی برای تبدیل ارزیابی های ذهنی اهمیت های نسبی به مجموعه ای از وزن هاست. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی یکی از روش های MADM (مدل های تصمیم گیری چند معیاره) است که به منظور تصمیم گیری و انتخاب یک گزینه از میان گزینه های متعدد تصمیم ، با توجه به معیار هایی که تحلیل گر تعیین می کند، به کار می رود. این روش در سال ۱۹۸۰ توسط توماس ال. ساعتی ابداع و ارائه گردید، نظرات خبرگان و ارزیابی رتبه ای گزینه ها را یکپارچه کرده و مسائل تصمیم گیری پیچیده را به مسائل سلسله مراتبی ساده تبدیل می کند. این روش امکان مدل سازی مسئله را به صورت سلسله مراتبی فراهم کرده و امکان تحلیل حساسیت روی معیارها و زیر معیارها را میسر می سازد. همچنین بر مبنای مقایسه زوجی بنا نهاده شده، که قضاوت و محاسبات را تسهیل کرده و میزان سازگاری تصمیم را نشان می دهد. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی منعکس کننده رفتار طبیعی و تفکر انسانی است. این روش مسائل پیچیده را بر اساس آثار متقابل آنها مورد بررسی قرار داده و با ساده تر کردن ساختار آن ها به حل آن ها می پردازد. با توجه به مزایای مذکور و سادگی مفهوم، از این روش در این مقاله جهت انتخاب تأمین کننده استفاده می شود. کارشناسان خبره که پرسشنامه ها را پر کرده اند به راحتی مقایسات زوجی را درک کرده و ابهام و مشکلی در این خصوص نداشته اند. [۲۱و۵] همچنین ثابت شده است که این روش برای مسائل تصمیم گیری که در آن باید یک گزینه از بین گزینه های محدود موجود انتخاب شوند، روش مناسبی است. [۳۰و۳۴]

اصول این روش عبارتند از:

۱- اصل شرط معکوس: این اصل بیان می دارد که اگر ترجیح عنصر A بر عنصر B برابر n باشد، ترجیح عنصر B بر عنصر A برابر 1/n خواهد بود.

8-Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation

عنوان قطعه نمونه انتخاب شده است که به کمک روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، تأمین کنندگان این قطعه مورد ارزیابی و انتخاب قرار گرفته اند.

## ۲- فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

محققین در دهه های اخیر توجه خاص به مدل های چند معیاره برای تصمیم گیری ها پیچیده داشته اند. در این تصمیم گیری ها به جای استفاده از یک معیار سنجش از چندین معیار سنجش ممکن استفاده می شود این مدل های تصمیم گیری به دو دسته اصلی تقسیم می شوند. مدل های تصمیم گیری چند هدفه<sup>۳</sup> و مدل های تصمیم گیری چند شاخصه<sup>۴</sup>. مدل های چند هدفه به منظور طراحی به کار گرفته می شوند. هدف در این نوع مدل ها عبارت است از بهینه کردن تابع کلی مطلوبیت برای تصمیم گیرنده. در حالی که مدل های چند شاخصه به منظور انتخاب گزینه برتر استفاده می شوند. در مسائل تصمیم گیری چند شاخصه، تعدادی گزینه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و در مورد آن ها یک نوع اولویت بندی انجام می شود. علاوه بر گزینه ها چندین شاخص نیز وجود دارد که تصمیم گیرنده، باید آن ها را به دقت در مسایل خود مشخص کند. این شاخص ها در ارتباط با هر یک از گزینه ها مورد بررسی قرار می گیرد. [۳] در تقسیم بندی جزئی تر روش های تصمیم گیری چند معیاره MCDM به سه دسته تقسیم می شوند: [۲۵]

## ۲-۱ مدل های اندازه گیری ارزشی (مقداری)

روش AHP و تئوری مطلوبیت چند شاخصه (MAUT)<sup>۵</sup> بهترین روش های شناخته شده در این گروه هستند. در روش MAUT (تئوری مطلوبیت چند شاخصه) از قوانین احتمالات استفاده می شود. در حالی که در روش AHP از مقیاس نسبی در محاسبات استفاده می شود. فرض MAUT به طور ضمنی چنین است که تصمیم گیرنده هرگز در قضاوت های خود ناسازگار نیست در حالی که AHP با ناسازگاری مقابله می کند.

## ۲-۲ مدل های هدف، سطح انتظار و مرجع

روش های برنامه ریزی آرمانی (GP)<sup>۶</sup> و TOPSIS<sup>۷</sup> مهم ترین روش های این گروه هستند. تلاش در GP بر آن است که منطق مدل های ریاضی بهینه تواما با تمایل تصمیم گیرنده در تأمین مقاصد مشخصی از اهداف مختلف مورد توجه قرار بگیرد. برنامه ریزی آرمانی شکل توسعه یافته و پیشرفته برنامه ریزی خطی می باشد. در روش TOPSIS<sup>۷</sup> گزینه ای ارجح است که نزدیکترین گزینه به راه حل ایده ال باشد. در این روش علاوه بر در نظر گرفتن فاصله یک گزینه از گزینه ایده ال، فاصله آن از گزینه ایده ال منفی هم در نظر گرفته می شود. بدین معنی که گزینه انتخابی باید دارای کمترین فاصله از راه حل ایده ال بوده و در عین حال

3-Multiple objective decision making

4-Multiple attribute decision making

5-Multiple attribute utility theory

6-Goal Programming

7-Technique for order-performance by similarity to ideal solution

محاسبه نرخ ناسازگاری تصمیم:

ذهن انسان می تواند به نحوی بین اجزا رابطه برقرار کند که بین آنها سازگاری و ثبات منطقی وجود داشته باشد. یکی از مزایای فرآیند تحلیل سلسله مراتبی کنترل ناسازگاری تصمیم می باشد به عبارت دیگر همواره در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی می توان میزان ناسازگاری تصمیم را محاسبه نموده و نسبت به خوب و بد بودن و یا قبول و مردود بودن آن تصمیم قضاوت کرد. در حالت کلی میزان قابل قبول ناسازگاری تصمیم بستگی به تصمیم گیرنده دارد اما ساعتی عدد ۰/۱ را به عنوان حد قابل قبول ارائه می کند و معتقد است چنانچه میزان ناسازگاری بیشتر از ۰/۱ باشد، باید در قضاوت ها تجدید نظر کرد. [۱ و ۲]

روش AHP کاربردهای مختلفی در مسائل تصمیم گیری، برنامه ریزی، انتخاب بهترین گزینه، تخصیص منابع، رتبه بندی، ارزیابی و ... دارد. [۲۳] در ادامه به مطالعه موردی انتخاب تأمین کننده با استفاده از این روش، می پردازیم.

### ۳- محاسبات انتخاب تأمین کنندگان قطعه فنر لول:

#### ۳-۱ مدل سازی مسئله

در این مقاله درصدد انتخاب یکی از سه شرکت تأمین کننده قطعه "فنر لول" با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی برای استفاده در خودروی تیبیا هستیم. قطعه فنرلول از اجزا اصلی سیستم تعلیق خودرو می باشد. هر سیستم تعلیق از دو جز اصلی فنر مارپیچ (لول) و کمک فنر (لرزه گیر) تشکیل شده است. لرزش های پی در پی خودرو سبب خستگی راننده و سرنشینان می شود و در پی آن کارایی و بازدهی رانندگی و عمر مفید خودرو کاهش یافته و سلامتی انسان به خطر می افتد. استفاده از سیستم تعلیق در خودرو منجر به میرایش ارتعاشات و لرزش ها و رفع بعضی از اغتشاشات حرکت در خودرو شده و به آسایش بیشتر سرنشینان، افزایش دوام خودرو، ایمنی، اطمینان از برقراری تماس بین چرخ و زمین و افزایش کنترل خودرو کمک می کند. فنر مارپیچ (لول) عنصری انرژی دهنده و گیرنده می باشد که بر اثر تغییر شکل کشسان انرژی پتانسیل آن تغییر می کند. این قطعه دارای فرآیند تولید پیچیده بوده و عملکرد صحیح آن تأثیر مستقیم بر راحتی و افزایش رضایت سرنشینان خودرو دارد. وظیفه کمک فنر نیز این است که به فنر کمک می کند تا در برابر نیروی خارجی تغییر شکل داده و انرژی ذخیره کند. به محض حذف نیروی خارجی انرژی ذخیره شده به سرعت آزاد شده و چند بار ارتعاش می کند تا متعادل شود. اگر به سیستم تعلیق در حال ارتعاش، ارتعاش جدیدی وارد شود دامنه ارتعاشات با هم جمع و تولید رزونانس می کند که برای سرنشینان بسیار ناراحت کننده می باشد برای این منظور استفاده از ارتعاش گیر یا کمک فنر برای خودرو ضروری می باشد. [۲۰] قطعه فنر لول دارای سه تأمین کننده می باشد. در حال حاضر با توجه به پایین بودن تعداد تولید خودروی تیبیا، قطعه فنر لول فقط از یک تأمین کننده تهیه می شود. با افزایش تعداد تولید خودرو و رسیدن به شرایط تولید انبوه و وجود محدودیت هایی چون ظرفیت تولید محدود تأمین کنندگان از محصول هر سه تأمین کننده استفاده خواهد شد.

۲- اصل همگنی: این اصل بیانگر قابل مقایسه بودن عنصر A با عنصر B می باشد. به بیان دیگر برتری عنصر A بر عنصر B نمی تواند بینهایت یا صفر باشد.

۳- اصل وابستگی: این اصل بیان می کند که هر عنصر سلسله مراتبی به عنصر یک سطح بالاتر خود می تواند وابسته باشد و به صورت خطی این وابستگی تا بالاترین سطح می تواند ادامه پیدا کند.

۴- اصل نظارت: این اصل بیان می دارد هرگاه تغییری در ساختمان سلسله مراتبی رخ دهد فرآیند ارزیابی باید مجدداً انجام گیرد. [۲۰]

به کارگیری این روش مستلزم چهار گام عمده زیر است:  
گام اول: ترسیم سلسله مراتبی. در این گام مساله و هدف از تصمیم گیری به صورت سلسله مراتبی از عناصر تصمیم که با هم در ارتباط هستند، در می آید. ارتباط هر عنصر با سایر عناصر باید در ساختار رده ای و در سطوح مختلف مشخص گردیده و همچنین ارتباط هدف اصلی مسئله با پایین ترین رده سلسله مراتب دقیقاً روشن شده باشد. عناصر تصمیم شامل "معیار های تصمیم گیری" و "گزینه های تصمیم" است.  
گام دوم: قضاوت ترجیحی. مقایسه هایی بین گزینه های مختلف تصمیم، براساس هر معیار صورت گرفته و برتری یک گزینه بر گزینه دیگر مشخص می شود. سپس این نتایج وارد مدل های مختلف تصمیم گیری شده تا درک بهتری از کل سیستم ارایه شود.

گام سوم: محاسبات وزن های نسبی. وزن و اهمیت عناصر تصمیم نسبت به هم از طریق محاسبات عددی تعیین می شود. در فرآیند سلسله مراتبی عناصر هر سطح نسبت به عنصر یک سطح بالاتر خود به صورت زوجی مقایسه شده و وزن آن ها محاسبه می گردد که آن وزن ها را وزن نسبی می نامند. سپس با تلفیق وزن های نسبی، وزن نهایی هر گزینه محاسبه می شود که آن را وزن مطلق می نامند. تمامی مقایسه ها تصمیم گیرندگان از قضاوت های ذهنی استفاده می کنند به گونه ای که اگر عنصر A با B مقایسه شود، تصمیم گیرنده خواهد گفت که اهمیت A بر Z یکی از حالات مندرج در جدول (۱) است:

جدول شماره (۱): قضاوت های نسبی

مقدار عددی	ترجیحات (قضاوت ذهنی)
۹	کاملاً مرجح یا کاملاً مهم تر
۷	ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت خیلی قوی تر
۵	ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت قوی
۳	کمی مرجح یا کمی مهمتر یا کمی مطلوب تر
۱	ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت یکسان
۱/۲ و ۱/۳ و ۱/۴ و ۱/۵ و ۱/۶ و ۱/۷ و ۱/۸	قضاوت های میانه برای حالات بالا

این قضاوت ها توسط ساعتی به مقادیر کمی بین اعداد ۱ تا ۹ تبدیل شده اند. عدد ۱ نشان دهنده اهمیت یا ترجیح یا مطلوبیت یکسان و عدد ۹ نشاندهنده مطلوبیت کاملاً مرجح یا کاملاً مهم تر است و مابقی اعداد بیانگر میزان ارجحیت بین دو حالت مطلوبیت یکسان و مطلوبیت کاملاً مرجح هستند.

گام چهارم: ادغام وزن های نسبی. این گام به منظور رتبه بندی گزینه های تصمیم صورت می پذیرد. [۸۲ و ۱۰۲]

این مسئله با توجه به بررسی و جمع بندی جدول (۲) و استناد به پرکاربردترین معیارها در مقالات قبلی و استفاده از نظرات کارشناسان خبره شرکت سازه گستر سایپا، که در ارتباط با تأمین قطعات خودرو فعالیت می کنند، نهایی شده است. در این مقاله انتخاب تأمین کننده بر اساس معیارهای "توانایی تولید" (شامل توانایی طراحی، توانایی فنی، تکنولوژی، تحقیق و توسعه)، "کیفیت قطعه" (شامل تعداد قطعات تایید شده در هر یک میلیون، میزان شکایت از کیفیت، برنامه بهبود مستمر، برنامه های مدیریت کیفیت، سیستم کیفیت ایزو، تعداد قطعات مرجوعی از خط تولید و مشتری و...) "قیمت" (شامل رقابتی بودن قیمت، توانایی کاهش قیمت، هزینه های ساخت و لجستیک، هزینه سفارش دهی و تأمین قطعات یدکی، هزینه های مستقیم و غیر مستقیم و...) "زمان تحویل" (شامل مناسب بودن زمان تحویل، میزان تاخیر در زمان تحویل، شرایط و موقعیت جغرافیایی، درصد محصولات تحویلی پیش از زمان مقرر، مدت زمان انتظار و...) صورت می پذیرد. [۱۹ و ۲۹]

معیارهای انتخاب تأمین کنندگان در مقالات مختلف بررسی شده است. مطالعات اولیه در این خصوص به مقاله مرجع [۱۴] برمی گردد. در این مقاله ۲۳ معیار مهم در انتخاب تأمین کننده بررسی شده است. این ۲۳ معیار با معیارهای در نظر گرفته شده در مقالات مختلف تاکنون تقریباً همپوشانی داشته است [۱۴] در جدول (۲) خلاصه معیارها مد نظر در مقالات مختلف بیان شده است. در خصوص شناسایی و اولویت بندی معیارهای مؤثر در انتخاب تأمین کننده با بررسی ادبیات موضوع انتخاب تأمین کنندگان مشخص می شود که مهمترین معیارهای استفاده شده (۶ معیار اول) در ۷۸ مقاله با موضوع انتخاب تأمین کننده از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۸ به ترتیب عبارتند از: کیفیت، زمان تحویل، قیمت، توانایی ساخت و خدمات پس از فروش و نحوه مدیریت [۱۹]. همچنین طبق بررسی آماری مقالات از سال ۱۹۶۰ تا ۱۹۹۶ نیز مهم ترین معیارهای مورد استفاده (۶ معیار اول) عبارتند از: قیمت، زمان تحویل، کیفیت، تجهیزات و ماشین آلات، موقعیت جغرافیایی و توانایی فنی [۳۷]. انتخاب معیارها در

جدول شماره (۲): معیارهای انتخاب تأمین کننده در مقالات مختلف [۳۵ و ۳۳ و ۳۰ و ۲۷ و ۲۶ و ۲۴ و ۲۲ و ۲۱ و ۱۹ و ۱۸ و ۱۵ و ۱۴ و ۱۳ و ۱۲ و ۱۱ و ۱۰]

سال و مرجع	معیارهای انتخاب تأمین کننده
Dickson(1966)[14]	کیفیت، تحویل به موقع، سوابق اجرایی، برنامه گارانتی و مرجوعی، توانایی تولید، قیمت، توانایی فنی، موقعیت مالی، سیستم شکایت از مشکلات، سیستم ارتباطات، شهرت و اعتبار، میزان علاقه به کسب و کار، مدیریت سازمان، کنترل‌های عملکردی، خدمات پس از فروش، اخلاق و رفتار پرسنل، جایگاه شرکت، توانایی بسته بندی، روابط کاری پرسنل، موقعیت جغرافیایی، میزان کسب و کارهای قبلی، کمک های آموزشی، میزان توافقات دوجانبه
Muralidharan et al.(2002)[27]	کیفیت، تحویل به موقع، قیمت، توانایی فنی، موقعیت مالی، سوابق کاری تأمین کننده، انعطاف پذیری، خدمات
Humphreys, et al.,(2003)[22]	قیمت، کیفیت، هزینه ها، نام و برند تجاری تأمین کننده، استفاده از مواد دوستدار طبیعت، انعطاف پذیری، شهرت و اعتبار، برند تجاری تأمین کننده
Choy, et al.,(2003) [13]	قیمت، زمان تحویل، رضایت مشتری، کیفیت محصول، خدمات پس از فروش، انعطاف پذیری سازی تأمین کننده، فرهنگ و روابط کاری، سابقه و تجربه بلند مدت در تأمین
(Dulmin, et al.,2003)[15]	کیفیت، زمان تحویل، هزینه های محصول، رضایت مشتری، هزینه های مدیریت، فرآیند حمل و نقل
(Wang,et al,2004)[33]	اعتبار تحویل، انعطاف پذیری و تحویل، زمان پاسخگویی زنجیره تأمین، قیمت، انعطاف محصول، هزینه های حمل و نقل محصول، هزینه گارانتی محصول یا هزینه قطعات برگشتی، میزان گردش سرمایه
Degraeve, et al.,(2004)[35]	هزینه، کیفیت، قیمت محصول نهایی، داشتن سوابق همکاری با تأمین کننده، شایستگی و تجربه تأمین کننده، توانایی و صداقت کارکنان فروش
Bharadwaj,et al.,(2004)[11]	تحویل به موقع، کیفیت محصول، توانایی پاسخ به درخواست های ضروری، شفافیت حسابهای مالی، توانایی طراحی محصول، خدمات پس از فروش، قیمت محصول
Lin,et al.,(2005)[21]	کیفیت محصول نهایی، هزینه، زمان تحویل، اعتماد، انعطاف پذیری و نوع اوری، تعاون و همکاری، روابط بند مدت مابین مشتری و تأمین کننده، پذیرش تکنولوژی جدید توسط تأمین کننده، عملکرد مالی شفاف، توانایی طراحی محصول، کیفیت اجزا محصول
(Liu and Hai 2005)[24]	کیفیت، پاسخگویی، تحویل به موقع، توانایی مالی، مدیریت، توانایی فنی، امکانات تأمین کننده
(Araz, et al.,2006)[10]	قدرت مالی، قابلیت اطمینان، انعطاف پذیری، نحوه گردش اطلاعات، کیفیت محصول، تحویل به موقع
(Shyur,et al.,2006)[32]	تحویل به موقع، کیفیت محصول، قیمت محصول، سطح تکنولوژی و تولید، پاسخگویی به نیازهای مشتری، حرفه ای بودن پرسنل فروش، کیفیت روابط
Chan et al.(2007)[12]	هزینه، رضایت مشتری، کیفیت، توانایی مالی، توانایی فنی، آموزش پرسنل، فرهنگ سازمانی، تحقیق و توسعه، ایمنی
Su and Hou(2007)[30]	کیفیت، هزینه، تکنولوژی، توانایی تولید، تحقیق و توسعه، تحویل به موقع، خدمات ارائه شده
Ha and Krishnan(2008)[18]	توانایی تولیدی، مدیریت کیفیت، خدمات قبل و پس از فروش، کیفیت، تحویل به موقع، میزان کنترل سازمان، برنامه کسب و کار، ارتباط با مشتری
Mendoza and Ventura(2008)[26]	انعطاف پذیری، کیفیت، قیمت، خدمات، تحویل به موقع
Ho and Xu(2009)[19]	کیفیت، تحویل به موقع، قیمت، توانایی تولید، خدمات، مدیریت، تحقیق و توسعه، توانایی مالی، انعطاف پذیری، شهرت و اعتبار

جدول شماره (۳): ماتریس مقایسات زوجی براساس معیار توانایی تولید

توانایی تولید	A	B	C
A	۱	۴	۶
B	۱/۴	۱	۳
C	۱/۶	۱/۳	۱

به طور کلی در هر مسئله که  $n$  عامل برای مقایسه وجود داشته باشد، تصمیم گیرنده در بیشترین حالت نیازمند  $n(n-1)/2$  مقایسه زوجی است. بر اساس همین روش، ماتریس مقایسات زوجی سه تأمین کننده "A, B, C" بر مبنای معیارهای "کیفیت قطعه"، "قیمت" و "زمان تحویل" نیز تهیه می شود. در نهایت تصمیم گیرنده می بایست اهمیت هر معیار را در ارتباط با معیارهای دیگر مشخص نماید. ماتریس جدول (۴) این مقایسه را نشان می دهد.

جدول (۴): ماتریس مقایسات زوجی برای معیارها

معیار	توانایی تولید	کیفیت قطعه	قیمت	زمان تحویل
توانایی تولید	۱	۳	۵	۶
کیفیت قطعه	۱/۳	۱	۴	۵
قیمت	۱/۵	۱/۴	۱	۲
زمان تحویل	۱/۶	۱/۵	۱/۲	۱

### ۳-۳ محاسبه وزن های نسبی

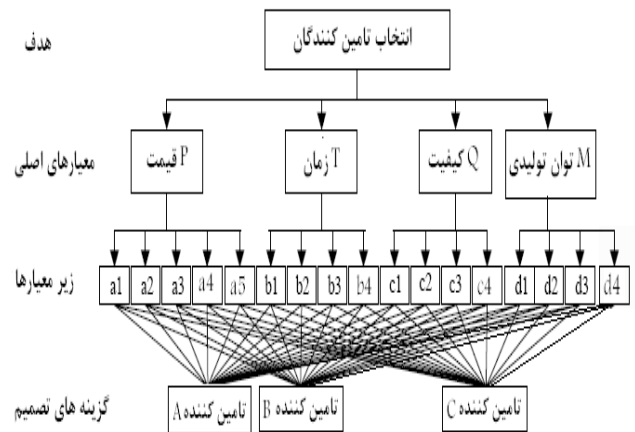
در این مرحله به تعیین اولویت هر یک از عناصر تصمیم با استفاده از اطلاعات ماتریس های مقایسات زوجی می پردازیم. جهت محاسبه وزن های نسبی، ابتدا اعداد ماتریس های مقایسات زوجی نرمال سازی و سپس از آنها میانگین سطری گرفته می شود. مشخص شدن وزن هر معیار و استفاده از نرم افزار Expert Choice [۱۶] مسئله حل می شود. نتایج بدست آمده مطابق شکل (۲) نشان می دهد که تأمین کننده A با بالاترین امتیاز (عدد ۰.۵۸۱) در اولویت اول و تأمین کننده B (عدد ۰.۲۳۱) و تأمین کننده C (عدد ۰.۱۸۸) در اولویت های بعدی قرار دارند.

### ۴- سازگاری در قضاوت ها

تقریباً تمامی محاسبات مربوط به روش AHP بر اساس قضاوت اولیه تصمیم گیرنده، که در قالب ماتریس زوجی ظاهر می شود، صورت می پذیرد و هر گونه خطا و ناسازگاری در مقایسه و تعیین اهمیت بین گزینه ها و معیارها نتیجه نهایی حاصل از محاسبات را مخدوش می سازد. نسبت سازگاری CR که در مراجع [۲۱] آمده است، معیاری است که سازگاری قضاوت ها را مشخص کرده و نشان می دهد که تا چه حد می توان به اولویت های حاصل از مقایسات اعتماد کرد. طبق نظر و تجربه ساعتی اگر نسبت سازگاری کمتر از ۰.۱ باشد سازگاری مقایسات قابل قبول است و در غیر اینصورت مقایسه ها باید دوباره انجام گیرد. نسبت سازگاری برای معیار توان تولیدی با استفاده از نرم افزار Expert Choice برابر با ۰.۰۴۶ بدست می آید.

هر یک از این معیارها جهت انتخاب دقیق تر می تواند به زیر گروه های کوچکتر تقسیم شود. جهت امتیازدهی به معیارهای مدنظر در انتخاب تأمین کنندگان قطعات و انجام مقایسات زوجی از نظرات کارشناسان خیره شرکت سازه گستر سایپا، که دارای حداقل سه سال سابقه کاری هستند، استفاده شده است. [۷ و ۸] با توجه به استفاده از نظرات گروهی کارشناسان، از میانگین هندسی نظرات کارشناسان در محاسبه ماتریس های مقایسات زوجی استفاده می شود.

از آنجا که هدف اصلی، انتخاب یکی از تأمین کنندگان قطعات است، این هدف به عنوان سطح اول سلسله مراتب قرار می گیرد. در سطح بعد چهار معیار "توانایی تولید"، "کیفیت قطعه"، "قیمت" و "زمان تحویل" قرار می گیرد. نهایتاً در سطح سوم، گزینه های تصمیم (شرکت های A, B و C) قرار گرفته و مدل سلسله مراتبی مطابق شکل (۱) تشکیل می شود.



شکل شماره (۱): ساختار سلسله مراتب انتخاب تأمین کننده قطعه فنرلول

### ۳-۲ مقایسات زوجی معیارها

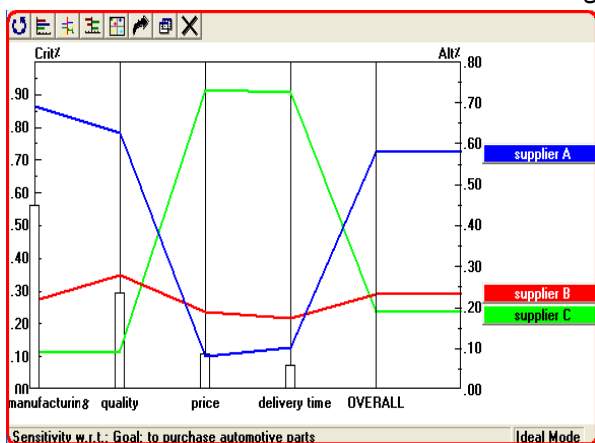
در این مسئله برای انجام مقایسات زوجی در ابتدا باید هر سه تأمین کننده بر اساس معیار توانایی تولید با یکدیگر مقایسه شوند، به این ترتیب که A با B، B با C و A با C مقایسه می گردد. داده های بدست آمده از مقایسه در ماتریسی بنام ماتریس مقایسات زوجی ارائه می شود. (جدول ۳)

عدد ۱ در سطر و ستون اول به این معناست که توانایی تولید قطعات تأمین کننده A نسبت به خودش بی تفاوت است و عدد ۶ در سطر اول و ستون سوم، بیانگر ترجیح زیاد توانایی تولید تأمین کننده A نسبت به تأمین کننده C از دیدگاه تصمیم گیرنده است. اعداد روی قطر اصلی ماتریس از آن جا که هر تأمین کننده را با خودش مقایسه می کنند، ارزش ترجیحی را اخذ کرده اند. این ماتریس با توجه به اصل شرط معکوس به صورت زیر تکمیل می شود.

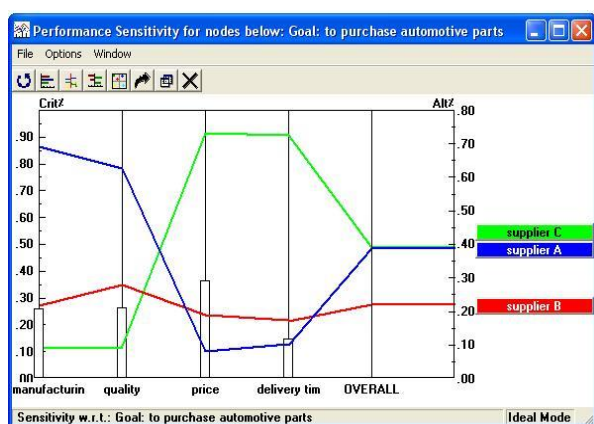
معیارها و سطوح مختلف سلسله مراتب تصمیم را در نظر می گیرد.

### ۵- تحلیل حساسیت نتایج

تحلیل حساسیت نتایج نشان دهنده تأثیر ترتیب و اولویت معیارها بر گزینه ها و نحوه عملکرد تأمین کنندگان می باشد. پس از حل اولیه مسئله با اوزان اولیه، تحلیل حساسیت جهت بررسی تأثیر تغییرات بر اهمیت نسبی اوزان هر معیار یا گزینه انجام می شود. با استفاده از برنامه PSA<sup>1</sup> در نرم افزار Expert Choice تغییرات رتبه بندی تأمین کنندگان نسبت به هر معیار بدست می آید. در شکل (۳) درصد وزنی هر گزینه تصمیم نسبت به هر معیار آمده است. نتایج نشان دهنده این است که در معیار توانایی ساخت تأمین کننده A، در معیار کیفیت تأمین کننده A، در معیار قیمت تأمین کننده C و در معیار زمان تحویل تأمین کننده C برتر می باشند. همچنین با تغییر اوزان معیارهای توانایی تولید، کیفیت، قیمت و زمان تحویل به اوزان جدید به ترتیب ۰.۲۴۹، ۰.۳۴۹ و ۰.۱۵۱ رتبه بندی تأمین کنندگان بصورت  $C > A > B$  مطابق شکل (۴) تغییر می کند. همچنین به عنوان نمونه با استفاده از برنامه GSA نمودار تحلیل حساسیت معیار توانایی تولیدی در شکل (۵) و جدول (۵) آمده است.



شکل شماره (۳): وزن های اصلی معیارها



شکل شماره (۴): وزن های تغییر یافته معیارها و تاثیر آن بر نتایج

Alts	Level 1	Prtly
<b>Percent supplier A</b>		
supplier A	manufacturing ability (L: .552)	.374
	quality (L: .286)	.193
	price (L: .099)	.007
	delivery time (L: .063)	.006
<b>Percent supplier B</b>		
supplier B	manufacturing ability (L: .552)	.118
	quality (L: .286)	.086
	price (L: .099)	.017
	delivery time (L: .063)	.010
<b>Percent supplier C</b>		
supplier C	manufacturing ability (L: .552)	.049
	quality (L: .286)	.029
	price (L: .099)	.067
	delivery time (L: .063)	.043

شکل شماره (۲): نتایج حاصل از حل نرم افزار Expert Choice

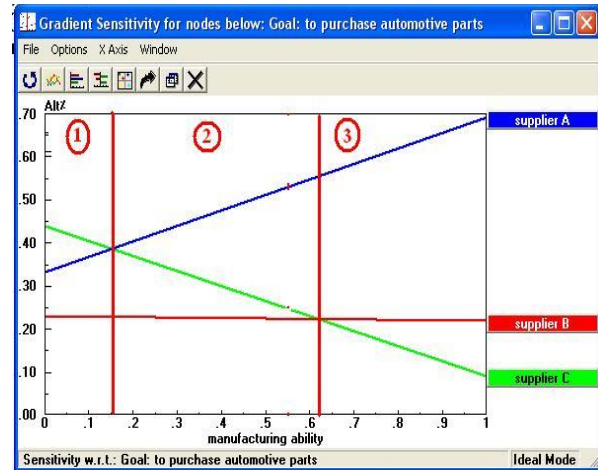
مشاهده می شود که نسبت سازگاری کمتر از ۰.۱ بوده و بیانگر سازگاری بالا در مقایسات است. نسبت سازگاری را برای سایر ماتریس های مقایسات زوجی براساس معیار کیفیت قطعه، قیمت و زمان تحویل به ترتیب برابر ۰.۰۷۵، ۰.۰۵۳ و ۰.۰۲۹ بدست می آید که همگی بیانگر سازگاری بالا در مقایسات می باشد. در مسائل AHP اگر گزینه ای مشابه با یکی از گزینه های قبلی به گزینه های مساله اضافه شود، تقدم و تأخر گزینه های قبل را تحت تأثیر قرار می دهد که این پدیده عکس پذیری اولویت ها نام دارد. اگر تصمیم گیرنده می خواهد این پدیده اتفاق نیفتد باید از اثر جایگزینی پرهیز کند به این معنی که سعی کند گزینه های تقریباً مشابه را از فهرست گزینه های خود حذف کند. برخی راه حل ها که جهت کاهش این مشکل ارائه شده اند عبارتند از: [۳۶]

- ۱- روش ارائه شده توسط بلتون و گیر تحت عنوان B-G modified AHP: به جای آنکه در نرمال سازی ماتریس مقایسات زوجی هر عدد بر مجموع اعداد هر ستون تقسیم شود می توان با تغییر روش نرمال سازی و تقسیم هر عدد بر بزرگترین مقدار هر ستون، عکس پذیری رتبه ها را حذف کرد.
- ۲- روش ارائه شده توسط اسکونر و همکاران تحت عنوان referenced AHP: نرمال سازی بصورت تقسیم هر عدد بر حداقل عدد هر ستون روش ارائه شده توسط اسکونر و همکاران تحت عنوان Rescaled weights: نرمال سازی بصورت تقسیم هر عدد بر مجموع اعداد هر ستون (در حالت قبل از اضافه یا حذف شدن یک گزینه)
- ۳- روش ارائه شده توسط اسکونر و همکاران تحت عنوان AHP linking pin: یکی از گزینه های زیر مجموعه هر معیار به عنوان رابط مقایسه معیارها انتخاب شده و در مقایسه با سایر گزینه ها به آن عدد یک نسبت داده می شود.
- ۴- استفاده از دیگر روش های تصمیم گیری مانند TOPSIS و ELECTRE که میزان پدیده عکس پذیری در آنها کمتر است.
- ۵- استفاده از روش فرآیند تحلیل شبکه ای (ANP) که وابستگی میان

در ارزیابی عملکرد لحاظ نشده است. در واقع وزن دهی و اولویت بندی معیارهای ارزیابی عملکرد به اولویت های کسب و کار و استراتژی شرکت وابسته است. بنابراین پیشنهاد می شود بمنظور بررسی نظرات و صدای ذینفعان و مشتریان شرکت از رویکرد فرآیندی ترکیبی AHP و QFD استفاده شود.

## ۷- منابع و مآخذ

- [۱] مهرگان، محمد رضا، پژوهش عملیاتی پیشرفته، تهران نشر کتاب دانشگاهی، ۱۳۸۳
- [۲] توماس، ال، ساعتی، تصمیم سازی برای مدیران؛ ترجمه: دکتر توفیق، انتشارات سازمان مدیریت صنعتی، سال ۱۳۷۸
- [۳] محمد جواد اصغریور، تصمیم گیری های چند معیاره، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ چهارم، ۱۳۸۷
- [۴] اولسن، دیوید، روش های تصمیم گیری چند معیاره، ترجمه: علی خاتمی فیروزآبادی، انتشارات مردنیز، چاپ اول، ۱۳۸۷
- [۵] مومنی، منصور، مباحث نوین تحقیق در عملیات، انتشارات دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، بهار ۱۳۸۵
- [۶] کتابچه تشریح فرآیندهای عملیاتی شرکت سازه گستر سایپا کد OR006
- [۷] روش اجرایی فرآیند تکوین محصول شرکت سازه گستر سایپا کد PR019، ویرایش ۰۲
- [۸] دستورالعمل امکان سنجی کیفی محصول شرکت سازه گستر سایپا کد IN082، ویرایش ۱
- [۹] انتخاب و رتبه بندی تأمین کنندگان قطعات خودرو با استفاده از تکنیک های تصمیم گیری چند معیاره، پایان نامه کارشناسی ارشد، نگارش فاطمه طاهری، راهنمایی علی خاتمی فیروز آبادی، دانشگاه علامه طباطبایی، تابستان ۸۷
- [10] Araz, C. Ozfirat, P.M., & Ozkarahan, I. (2007), "An integrated multi criteria decision making methodology for outsourcing management", international journal of Computers and Operations Research, Vol. 34, P. 3738-3756
- [11] Bharadwaj, N. (2004), "Investigating the decision criteria used in electronic components procurement" Journal of Industrial Marketing Management, Vol. 33, P. 317-323
- [12] Chan, F.T.S., Chan, H.K., Ip, R.W.L., Lau, H.C.W., (2007). "A decision support system for supplier selection in the airline industry" Proceeding of the Institution of Mechanical Engineers Part B-Journal of Production Economics 102(2)P.289-301
- [13] Choy, K.L., Lee, W.B., Lau, H.C.W. and Choy, L.C., (2003), "a knowledge-based supplier intelligence retrieval system for outsource manufacturing" Journal of Knowledge-Based Systems. Vol.18.p 1-17
- [14] Dickson, G.W. (1966), "An analysis of vendor selection system and decisions", Journal of Purchasing" Vol.2 (1), p.5-17
- [15] Dulmin, R. and Mininno, V., (2003) "Supplier selection using a multi-criteria decision aid method" Journal of Purchasing & Supply Management. Vol.9, p 177-187
- [16] Expert Choice: Decision support software, Inc., 4922 Ellsworth Ave., Pittsburgh, PA
- [17] Ghodspour, S.H and O'Brien, C (1998), "a decision support system for supplier selection using an integrated analytic hierarchy process and liner programming", international journal of production economics, vol. 56-57, pp. 199-212
- [18] Ha, S.H., Krishnan, R., (2008) "A hybrid approach to supplier selection for the maintenance of a competitive supply chain" Expert System with Applications 34(2), p.1303-1311
- [19] Ho W., Xu X. & Dey P.K (2010) "Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: A literature



شکل شماره (۵): نتایج تحلیل حساسیت معیارها نسبت به معیار توانایی تولید

جدول شماره (۵): رتبه بندی تأمین کنندگان نسبت به معیار توانایی تولید

ناحیه	معیار توانایی تولیدی	رتبه بندی تأمین کنندگان
۱	۰-۰.۱۵۴	C > A > B
۲	۰.۱۵۴-۰.۶۲۵	A > C > B
۳	۰.۶۲۵-۱	A > B > C

## ۶- نتایج و پیشنهادات

انتخاب تأمین کننده در عمل به دلیل وجود معیارهای مختلف کمی و کیفی، روابط بین این معیارها، محدودیت های مختلف از جمله بودجه، ظرفیت و ... یک تصمیم گیری چند معیاره است. نظر به اهمیت بحث انتخاب تأمین کننده و تأثیرات آن بر عملکرد شرکت می بایست مدل هایی برای انتخاب تأمین کننده استفاده شود که اهمیت نسبی و تبادل بین معیارها را در فرآیند انتخاب تأمین کننده در نظر گیرد. در این مقاله روش تحلیل سلسله مراتبی برای انتخاب تأمین کنندگان استفاده شده و چهار معیار توانایی تولید، کیفیت قطعه، قیمت و زمان تحویل انتخاب شدند. در ادامه به مطالعه موردی انتخاب تأمین کننده برتر قطعه فنر لول مورد استفاده در خودروی تیا پرداخته شده و تأمین کننده A به عنوان تأمین کننده برتر شناخته شد. با محاسبه نرخ ناسازگاری محاسبات مشخص گردید که مقایسات زوجی و محاسبات دارای نرخ سازگاری بالا می باشند. همچنین نتایج حاصل از انتخاب تأمین کننده با روش AHP با نتایج حاصل از انتخاب تأمین کننده در شرکت سازه گستر مطابقت دارد. جهت تحقیقات آتی نیز موارد زیر پیشنهاد می شود:

۱- جهت کاهش مشکل بکارگیری قضاوت های ذهنی در این روش از روش های ترکیبی فازی مانند AHP/DEA یا AHP/GP در تحقیقات بعدی استفاده شود.

۲- در مقالاتی که به موضوع ارزیابی عملکرد تأمین کنندگان پرداخته اند، تأثیر اهداف کسب و کار و نظرات ذی نفعان شرکت

- review" European Journal of Operational Research 202, 16-24
- [20] www.howstuffworks.com
- [21] Lin, c.chow, w.s.madu, c.n.kuei(2005), "A Structural equation model of supply chain quality management and organizational performance", International Journal of Production Economics ,p.355.365
- [22] Humphreys, P.K, Wongb, A.Y.K and Chanb, F.T.S(2003), "Integrating environmental criteria into the supplier selection process". Journal of material processing Technology, Vol. 20, p. 349-356
- [23] Omkarprasad S.Vaidya, Sushil Kumar, "analytic hierarchy process: An overview of application", European Journal of operation Research 169, p.1-29
- [24] Liu J., Ding ,F.Y., Lall V., 2005. "The voting analytic hierarchy process method for selecting supplier". International Journal of Production Economics 97(3), p.308-317
- [25] Loken, E.(2007), " Use of multi criteria decision analysis method for energy planning problems" journal of renewable sustainable energy, rev.11 ,p.1584-1595
- [26] Mendoza, A., Ventura, J.A., (2008). "An Effective method to supplier selection and order quantity allocation" International Journal of Business and System Research2 (1), p.1-15
- [27] Muralidharan, C., Anantharaman, N., Deshmukh, s.g., (2002). "A Multi criteria group decision making model for supplier rating", Journal of Supply Chain Management 38(4), p.22-33.
- [28] Reuven R.Levary (2008), " Using the analytic hierarchy process to rank foreign suppliers based on supply risks ", international journal of computer and industrial engineering, vol.55, pp. 535-542
- [29] Selcuk Percin (2006), " An application of the integrated AHP-PGP model in supplier selection", measuring business excellence journal, Vol. 10, No.4 2006, pp 34-49
- [30] Su, D. ,Hou, J.,(2007), "Oriented supplier selection system for mass customization ", Journal of Manufacturing Technology Management, Vol.18, p.154-171
- [31] Shin-Chan Ting and Danny I.Cho (2008), " an integrated approach for supplier selection and purchasing decisions ", international journal of supply chain management, vol.13, no.2, pp. 116-127
- [32] Shyura, Huan-Jyh , and Hsu-Shih Shih (2006), "A hybrid MCDM model for strategic vendor selection", journal of Mathematical and Computer Modeling, Vol.44, P. 749-761
- [33] Wang, g., huang ,S.H Dismukes(2004), "product-driven supply chain selection using integrated multi criteria decision making methodology" international journal of production economics, 91-115
- [34] Zahedi, F.(1986). "The analytic hierarchy process: A survey of the method and its application", Interfaces Vol. 16, No.4, pp. 96-108
- [35] Zeger Degraeve, Eva Labro, & Filip Roodhooft(2004), "Total cost of ownership purchasing of a service : the case of airline selection at Alcatel Bell", European Journal of Operational Research, Vol. 156, Pages 23-40
- [36] Wang, Y.M & Elhag T., (2006) "An approach to avoiding rank reversal in AHP" Journal of Decision Support Systems 42 (2006) 1474-1480
- [37] Chen Y. J. (2010) "Structured methodology for supplier selection and evaluation in a supply chain", Journal of Information Sciences (article in press)