«دانش مدیریت»
سال چهاردهم - شماره ۵۲ - بهار ۱۳۸۰
ص ص ۹۲ - ۶۳

مدل تعدیل شده AHP برای نظرسنجی و تصمیم‌گیری‌های گروهی

دکتر اسماعیل مشیری [۱]

چکیده مقاله

به ندرت اتفاق می‌افتد که یک مسأله دنیای واقعی با مدل مورد نظر تطبیق کامل داشته باشد. لذا در بکارگیری یک مدل برای حل مسأله بخصوص، استفاده از یکی از دو راه‌کار زیر یا ترکیبی از آنها اجتناب‌ناپذیر است:

الف - تعدیل مدل جهت سازگاری با مسأله

ب - تعدیل مسأله جهت تطبیق با مدل مورد نظر

طبیعی است که استفاده از هر کدام از روش‌های بالا و یا ترکیبی از آنها بستگی به عوامل متعددی از قبیل: ماهیت و سنخ مسأله تحت مطالعه، ساختار مدل مورد نظر، میزان دقت مورد انتظار از نتایج حاصله، حفظ نظام منطقی و پیش فرض‌های مستتر در مدل و مسأله، میزان تأثیر در نتایج نهایی ناشی از تغییر در مدل و یا شرایط مسأله و اهمیت آن، قضاوت مدل ساز و ... دارد. طبیعی است که یک تطبیق مناسب و ایده‌آل، آن است که اولاً رویه و نتایج حاصله متناقض با اصول و روح حاکم بر مدل و مسأله نباشد و ثانیاً از طرف طراح مدل و استفاده کنندگان از آن ، نتایج حاصل از حل مدل تعدیل شده مورد قبول واقع شود و رضایت بخش باشد.

با توجه به مطالب بالا، در این مقاله نشان داده خواهد شد که چه مشکلاتی در راه استفاده از مدل اصلی AHP (بخصوص در تصمیم‌گیری‌های گروهی) وجود دارد و چگونه

می‌توان با استفاده از مدل تعدیل شده AHP بر این مشکلات فایق آمد و به عنوان یک مصداق، مورد پژوهی انجام شده در صنعت خودرو ارائه خواهد شد.

واژه‌های کلیدی

AHP[1] - نظرسنجی[2] - تصمیم‌گیری گروهی[3] - موردپژوهی[4] - صنعت خودرو.[5]

مروری کوتاه بر مدل AHP

مدل AHP که برای اولین بار توسط پروفسور ساتی ارائه شده (Saaty, 1980) ، نشان می‌دهد که چگونه اهمیت نسبی چند فعالیت، گزینه، آلترناتیو و ... را در یک مسأله تصمیم‌گیری چند معیاره تعیین کنیم. فهرست جامعی از کاربردهای این مدل در مقالات فاطمه زاهدی (Zahedi, 1986: 96-108) و شیم (Shim, 1988) آمده است. فرایند AHP ترکیب معیارهای کیفی و غیر قابل لمس همراه با معیارهای کمّی و قابل لمس را به طور همزمان امکان‌پذیر می‌سازد. این فرایند از مقایسات دو به دویی آلترناتیوها و معیارهای تصمیم‌گیری استفاده می‌نماید. چنین مقایسه‌ای نیازمند جمع‌آوری اطلاعات از تصمیم گیرنده می‌باشد. مقایسات زوجی به تصمیم‌گیرنده این امکان را می‌دهد که فارغ از هرگونه نفوذ و مزاحمت خارجی تنها بر روی مقایسه دو معیار یا گزینه تمرکز کند. بعلاوه مقایسه دو به دویی، اطلاعات ارزشمندی را در مورد مسأله تحت بررسی فراهم می‌آورد و مالاً باعث بهبود عامل منطقی بودن فرایند تصمیم‌گیری می‌گردد (David, 1983).

در بکارگیری روش AHP برای حل مسأله تصمیم‌گیری، چهار مرحله اساسی به شرح زیر وجود دارد (Zahedi, 1980) :

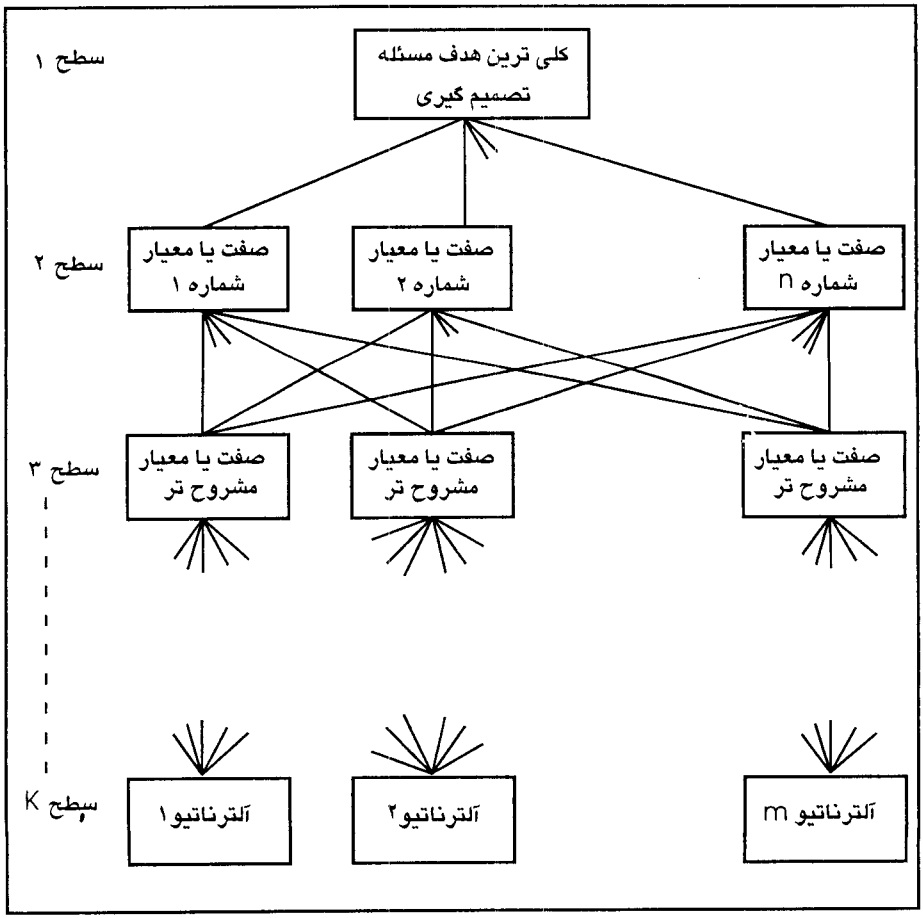
1- Analytic Hierarchy Process

2- Opinion Survey

3- Group Decision-making

4- Case Study

۱ - بنا کردن سلسله مراتب (Hierarchy) و طبقه‌بندی مسأله مورد نظر. به این ترتیب که در رأس سلسله مراتب، هدف کلی و کلان موضوع تصمیم‌گیری و در مراتب پایین‌تر، صفات و معیارهایی که به نحوی از انحاء در کیفیت هدف تأثیر دارند قرار گرفته (چنانچه لازم باشد می‌توان معیارها را به زیر گروه‌های جزیی‌تر تقسیم کرد) و بالاخره در آخرین سطح، گزینه‌ها و انتخاب‌های تصمیم‌گیری قرار می‌گیرند. این وضعیت یک چارچوب کلی و استاندارد به شرح شکل شماره ۱ بوجود می‌آورد که صرف نظر از نوع مسأله برای کلیه مسایل یکسان خواهد بود.



تعداد سطوح، بستگی به پیچیدگی مسأله دارد. از آنجایی که اصول مدل AHP بر مقایسات زوجی استوار است، ساتی پیشنهاد می‌کند که حتی المقدور تعداد عوامل در هر سطح از ۹ عامل تجاوز ننماید. البته این امر به لحاظ تئوریکی الزاماً محدودیتی برای این روش محسوب نمی‌گردد (Satty, 1980).

۲- مرحله دوم شامل مقایسات زوجی عوامل مندرج در هر سطح از سلسله مراتب در جوابگویی به تحقق هدف یا تأمین احتیاجات هدف یا عوامل سطح بالاتر می‌باشد.

این مقایسات در ماتریسی به نام «ماتریس مقایسات زوجی»[1] درج می‌شود. این ماتریس دو خاصیت عمده دارد. اول آنکه قطر این ماتریس عدد ۱ است که این امر به معنای این است که نسبت ترجیح یک عامل در مقایسه با خودش مساوی ۱ است و دوم آنکه ترجیح عوامل نسبت به یکدیگر خاصیت معکوس پذیری[2] دارند. یعنی اینکه اگر مثلاً نسبت ترجیح عامل A نسبت به B، ۴ است در آن صورت نسبت ترجیح عامل B نسبت به A $\frac{۱}{۴}$ خواهد بود و بالعکس. این دو خاصیت باعث می‌شود که برای مقاسه n معیار، صفت و یا گزینه، پاسخ دهنده (تصمیم گیرنده) فقط به $n(n-1)/2$ سؤال (مقایسه زوجی) پاسخ بدهد. زیرا وقتی n عامل به صورت دو به دویی مطرح باشد، ماتریس حاصل $n \times n$ عضو خواهد داشت که از این تعداد، نصف آن معکوس نیمه دیگر می‌باشد و n عضو قطر ماتریس هم عدد ۱ خواهد بود.

در ارتباط با تعیین مقدار عددی ترجیح یک عامل به عامل دیگر، ممکن است تصور شود که می‌توان اعدادی را به طور مستقیم برای این مقایسات منظور نمود. اما در مدل AHP بحث می‌شود که تخصیص مستقیم چنین وزن‌هایی به صورت مطلق، عملاً منجر به ناسازگاری محاسبات و نتایج حاصله خواهد شد. مثلاً ممکن است آن طور که ساتی می‌گوید هنگام مقایسه n عامل یا شیی، کوچکترین آنها (از نظر صفت مورد مطالعه) را انتخاب کنیم و به آن مثلاً ضریب ۱ بدهیم و بقیه را نسبت به واحد (کوچکترین عامل) وزن گذاری کنیم. به نظر او اگر چه این رویه ممکن است از نظر تئوری و علم منطق کاملاً درست باشد، اما کاربرد این

1- Pair - Wise Comparison Matrix

جدول شماره ۱ - مقیاس مقایسات دو به دویی

شدت اهمیت	شرح	توضیح
۱	اهمیت مساوی	دو شیی یا عامل در صفت مورد نظر مساوی هستند
۳	یکی از اشیاء یا عوامل به طور ضمنی بر دیگری ترجیح دارد.	تجربه و یا قضاوت به گونه‌ای ملایم و ضمنی به نفع یکی نسبت به دیگری است.
۵	یکی از اشیاء یا عوامل به وضوح بر دیگری ترجیح دارد	تجربه و قضاوت به طور جدی یکی را بر دیگری ترجیح می‌دهد.
۷	بسیار با اهمیت	شواهد حاکی از آن است که یکی از اشیاء یا عوامل بدون تردید و بحث بر دیگری ترجیح دارد.
۹	بی نهایت با اهمیت	تجربه، شواهد و قضاوت نشان می‌دهد که یکی از عوامل یا اشیاء به نحو بی نهایت بارز و گویا بر دیگری ترجیح دارد (غالب بودن یک صفت در یکی از اشیاء در مقایسه با دیگری صد در صد است).
۸،۶،۴،۲	ارزش‌های واسطه‌ای بین دو قضاوت همجوار	بین دو قضاوت همجوار، ائتلاف لازم است.
خاصیت معکوس بودن		وقتی فعالیت I با فعالیت j (در ارتباط با یک صفت مورد نظر) یکی از اعداد جدول بالا را به خود اختصاص می‌دهد، در آن صورت مقایسه فعالیت j با فعالیت I (در رابطه با همان صفت) معکوس آن عدد را اختیار می‌کند.
منطق		نسبت‌های بالا از منطقی بودن قضاوت به معنای عام نشأت گرفته است.

روش در عمل تقریباً غیر ممکن است و نتایج حاصله غیر قابل اعتماد و ناسازگار خواهد بود (Satty, 1988: 78-79). لذا وی مقایسات نسبی و زوجی[1] را برای این منظور پیشنهاد می‌کند و برای احتراز از کاربرد اعداد مجرد و مطلق یک مقیاس ۹ درجه‌ای را که صحت آن بر اساس

یک آزمایش اپتیومتری در فیزیک تنظیم شده است، به شرح جدول شماره ۱ ارائه می‌نماید.

۳- در مرحله سوم از فرایند مدل AHP ، با استفاده از ماتریس مقایسات زوجی، وزن نسبی عوامل هر سطح محاسبه می‌شود. متدلوژی این محاسبه به شرح زیر است (Zahedi, 1980: 98-99).

اگر مقایسه‌گر می‌توانست وزن‌های واقعی n عامل مورد مقایسه را بداند، در آن صورت ماتریس مقایسات زوجی نسبی عوامل به شکل زیر بود:

$$A = \begin{array}{c} \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ n \end{array} \begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & w_1/w_3 & .... & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & w_2/w_3 & .... & w_2/w_n \\ & & & .... & \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & w_n/w_3 & .... & w_n/w_n \end{bmatrix}$$

در این وضعیت، وزن‌های نسبی به صورت بدیهی[1] می‌تواند از هر کدام از n سطر ماتریس A محاسبه شود. به عبارت دیگر ماتریس A دارای رتبه ۱ بوده و رابطه زیر برقرار است:

$$A.W = n.W \qquad (۱)$$

که در آن $W=[w_1,w_2,w_3,.....,w_n]$ بردار وزن‌های واقعی و n تعداد عوامل یا عناصر است. در جبر ماتریسی، W,n در معادله (۱) به ترتیب «مقدار ویژه آیگن»[2] و «بردار آیگن سمت راست»[3] ماتریس A نامیده می‌شوند.

در مدل AHP استدلال می‌شود که چون قضاوت کننده شناختی نسبت به بردار W ندارد (اجزاء این بردار یعنی $w_n.....,\ w_2,w_1$ برای وی مشخص نیست) بنابر این قادر نیست که وزن‌های نسبی دو به دویی ماتریس A را با دقت صد در صد تعیین کند. بنابر این ماتریس A

1- Trivial

2- Eigen Value

که حاصل قضاوت شخصی او می‌باشد منطقاً ناسازگار[1] است. تخمین یا برآورد بردار W که با $\hat{w}$ نشان داده می‌شود، می‌تواند از رابطه زیر محاسبه شود:

$$\hat{A}.\hat{W} = \lambda max.\ \hat{W} \qquad (۲)$$

که در آن $\hat{A}$ عبارت است از مقایسه دو به دویی عوامل که از سوی تصمیم گیرنده (پاسخ دهنده) ارائه می‌شود. λmax عبارت از بزرگترین «مقدار ویژه آیگن» ماتریس $\hat{A}$ و $\hat{W}$ «بردار آیگن سمت راست» ماتریس $\hat{A}$ و تخمینی از مقدار واقعی بردار W است. علاوه بر این مقدار λmax را می‌توان تخمینی از n درنظر گرفت. پروفسور ساتی نشان داده است که پیوسته: $\lambda max \geq n$.

هر چقدر λmax به n نزدیکتر باشد، در آن صورت درجه سازگاری ماتریس A بیشتر است که بر اساس این خاصیت، مقیاسی تحت عنوان CI یا «مقیاس یا درجه سازگاری»[2] و CR یا «نسبت سازگاری»[3] به شرح زیر محاسبه می‌گردد:

$$CI = (\lambda max - n)/n\text{-}1 \qquad (۳)$$

$$CR = (CI/ACI)\times 100 \qquad (۴)$$

که در رابطه (۴)، ACI متوسط درجه سازگاری متغیرهای تصادفی است (Saaty, 1980). به عنوان یک قانون تجربی چنانچه CR ≤ ۱۰٪ باشد در آن صورت ماتریس A (قضاوت تصمیم گیرنده درباره ترجیح عوامل مورد مقایسه) قابل قبول است و در غیر این صورت، مندرجات A بیش از آن ناسازگار است که منجر به نتایج قابل اعتماد گردد. در این حالت لازم است که مقایسات زوجی تا دستیابی به نسبت سازگاری قابل قبول (کمتر و یا مساوی ۱۰٪) از سوی تصمیم گیرنده تکرار گردد.

ساتی نشان می‌دهد که برآورد بردار W ($\hat{w}$)، از رابطه محاسبات تکراری قابل حصول است که این الگوریتم هم‌اکنون در نرم‌افزاری به نام Expert Choice و یا نرم‌افزارهای مشابه

1- Inconsistent

2- Consistency Index

موجود است و بوسیله آن می‌توان درجه سازگاری ماتریس مقایسات زوجی را نیز محاسبه کرد (Saaty, 1990: 234-281). ضمناً باید توجه داشت که روش مقدار ویژه آیگن[1] تنها یکی از روش‌های تخمین بردار W است و روش‌های دیگری نیز وجود دارند، اما هیچکدام به اندازه این روش شناخته شده نیستند و به کار نرفته‌اند (Zahedi ,p. 99).

۴- مرحله آخر فرایند مدل AHP شامل تعیین اهمیت نسبی هر کدام از گزینه‌های[2] تصمیم‌گیری در رابطه با معیارها و هدف کلی مسأله مورد نظر است. برای این منظور، وزن‌های نسبی عوامل در سطح K ام در رابطه با سطح اول (هدف کلی مسأله) از رابطه زیر محاسبه می‌گردد (Zahedi, p. 100):

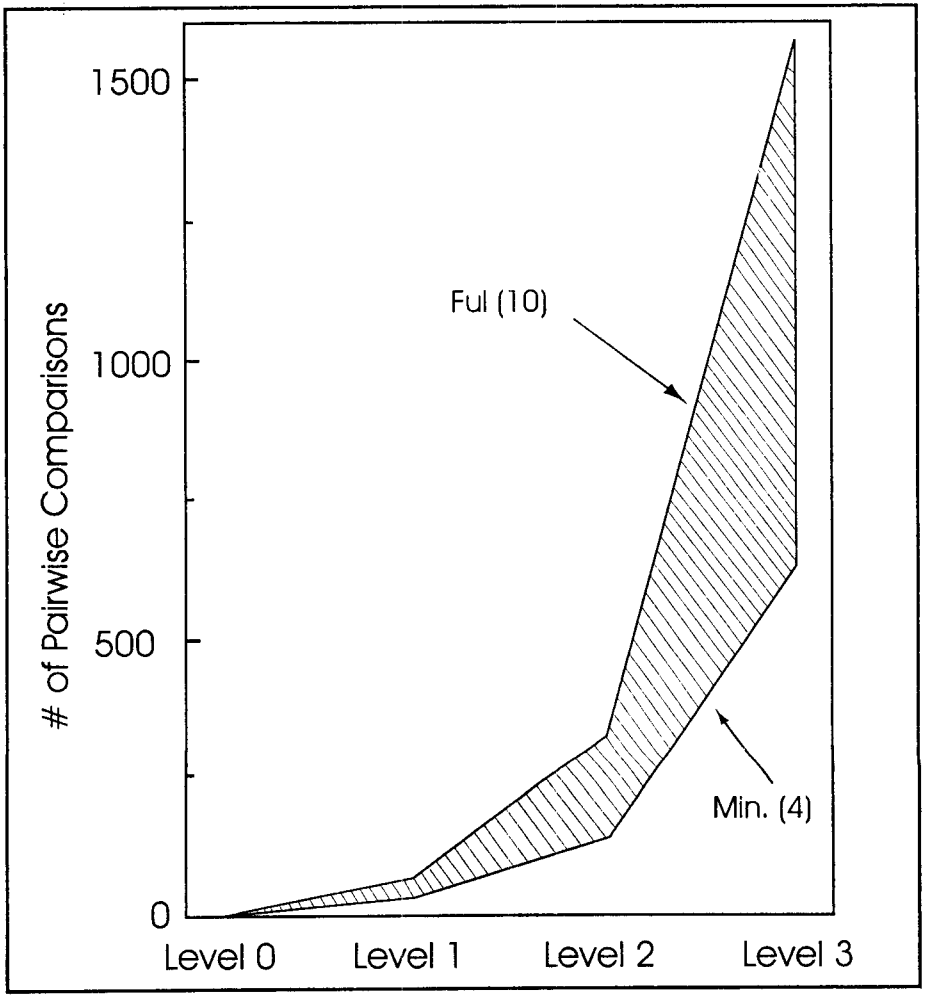
$$C(1,K) = \prod_{i=2} Bi \qquad (۵)$$

که در آن C(1,K) بردار ترکیبی وزن‌های نسبی عوامل در سطح K ام در رابطه با عوامل سطح اول، و Bi یک ماتریس $n_{i-1} \times n$ است که سطرهای آن تشکیل بردارهای $\hat{w}$ را می‌دهند. n_i بیانگر تعداد عوامل در سطح I بوده و در واقع همان وضعیت n در معادله (۱) را دارد و گذاشتن زیرنویس I فقط به منظور نشان دادن سطح I است.

محدودیت‌های کاربردی مدل AHP در تصمیم‌گیری‌های گروهی

یک عیب اساسی مدل AHP در کوششی که برای مقایسات دوبه‌دویی مورد نیاز است، نهفته است. به محض اینکه اندازه سلسله مراتب افزایش یابد، تعداد مقایسات دو به دویی مورد نیاز به صورت تابع نمایی افزایش می‌یابد. شکل شماره ۲ نشان می‌دهد که چگونه تعداد مقایسات به عنوان تابعی از تعداد سطوح افزایش می‌یابد.

1- Eigen Value



شکل شماره ۲

در رسم این شکل فرض بر این بوده که در هر سطح فقط پنج عامل وجود دارد. بنابر این مجموع کامل مقایسات لازم در هر سطح برابر است با ۱۰ = ۲ / (۵×۴) و حداقل مقایسات لازم برابر است با ۴ = ۱-۵ . قابل توجه است که جمع کلی مقایسات لازم (به صورت کامل) برای سه سطح، برابر با ۱۵۶۰ مقایسه است. حداکثر تعداد مقایسات، (۱۰ مقایسه وقتی

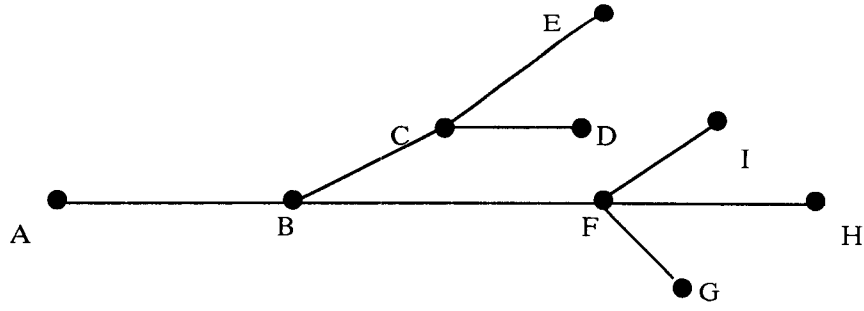
نصف اعضای ماتریس، معکوس نیمه دوم و عناصر قطر ماتریس هم عدد ۱ است در نظر گرفته شده است و حداقل تعداد مقایسات (۴ مقایسه وقتی N = ۵ باشد) بر اساس این منطق در نظر گرفته شده که مثلاً اگر در مقایسه بین سه عامل A,B,C ، مقایسات دو به دویی A و B و نیز A و C در دست باشد، در آن صورت به طور غیر مستقیم می‌توان عوامل C و B را با یکدیگر مقایسه کرد. مثلاً فرض کنیم در یک مقایسه بین A و B، یک تصمیم گیرنده ارزش A را دو برابر B اظهار کرده باشد یعنی A = 2B. از طرف دیگر همین تصمیم گیرنده در مقایسه دیگری ارزش ترجیحی A نسبت به C را سه برابر ذکر کرده باشد یعنی A=3C. حال با در دست داشتن این دو مقایسه می‌توان به طور غیر مستقیم، عوامل B و C را (بدون سؤال از تصمیم گیرنده) مقایسه کرد یعنی 2B=3C و در نتیجه $B = \frac{۳}{۲}c$. بنابر این چنانچه به طور کلی قرار باشد N عامل دو به دو مقایسه گردند، می‌توان با در دست داشتن N-1 مقایسه، بقیه مقایسات را به صورت غیر مستقیم بدست آورد.

اگر چه چنین امکانی به لحاظ عملی برای کاستن از حجم مقایسات موجود است، اما انتقاد اساسی وارد به این روش این است که فرصت مستقیم را که در پاره‌ای از موارد بسیار مهم و حیاتی می‌باشد از تصمیم گیرنده سلب می‌کند و در نتیجه نتایج حاصله ممکن است منعکس کننده قضاوت واقعی فرد تصمیم گیرنده نباشد و مهمتر از آن این اشکال وجود دارد که معیار میزان سازگاری قضاوت‌های تصمیم گیرنده در ماتریس مقایسات دو به دویی که روح اساسی مدل AHP را تشکیل می‌دهد، مخدوش می‌شود. دلیل این امر این است که وقتی مقایسات با حداقل پاسخ‌ها (N-1) انجام می‌شود و بقیه عناصر ماتریس مقایسه‌ای به صورت غیر مستقیم تکمیل می‌گردد، در آن صورت درجه سازگاری ماتریس حاصله کامل (صد در صد) و یا نزدیک به کامل خواهد بود که چنین وضعیتی ممکن است صرفاً جنبه صوری داشته باشد و به هیچ وجه با قضاوت واقعی فرد تصمیم گیرنده مطابقت نداشته باشد. لذا منطق مدل AHP این است که علیرغم امکان تکمیل ماتریس مقایسات با حداقل پاسخ‌ها (N-1)، از حداکثر مقایسه یعنی N×(N-1)/2 استفاده می‌نماید. واقعیت این است که مدل AHP برای

دستیابی به درجه سازگاری واقعی و نه صوری، مقایسات ظاهراً زاید[1] را ضروری می‌داند. اما سؤال اساسی این است که آیا برای دستیابی به سطح مطلوبی از درجه سازگاری، کلیه سؤالات زاید ضرورت دارد و یا می‌توان بخشی از آنها را حذف کرد و باز هم به همان درجه سازگاری و یا میزانی بسیار نزدیک به آن دست یافت (David, 1983)؟.

میلت و هارکر با توجه به شکل فوق استدلال می‌کنند که به لحاظ منطقی پاسخ به سؤال مربوط به کاستن از تعداد مقایسات زاید، قاعدتاً در منطقه هاشور زده (بین حداقل و حداکثر سؤالات) قرار می‌گیرد(Millet & Harker, 1996: 88-97) و کلیه کوشش‌هایی که در این راستا صورت گرفته در همین چارچوب بوده است که به پاره‌ای از آنها به طور خلاصه اشاره می‌شود.

پروفسور ساتی استفاده از مقایسات غیرمستقیم را در چارچوب درخت در برگیرنده[2] به شرح زیر پیشنهاد می‌کند:



شکل شماره ۳- درخت در برگیرنده

به عنوان مثال چنانچه قرار باشد ۹ عامل (I,..., B,A) دو به دو با یکدیگر مقایسه شوند،

1- Redundant

فقط با هشت مقایسه (خطوط واسط بین حروف) می‌توان تمام عوامل را دو به دو مقایسه کرد (Satt, 1988: 230) در صورتی که اگر قرار باشد بر اساس رویه اصلی مدل AHP این ۹ عامل دو به دو مقایسه شوند، ۳۶=۸×۹/۲ مقایسه لازم است. بنابر این ملاحظه می‌شود که چه صرفه‌جویی مهمی (۲۸=۸-۳۶) در تعداد مقایسات صورت می‌گیرد. به خصوص در یک مدل بزرگ، صرفه‌جویی در مقایسات با استفاده از این روش بسیار چشمگیر خواهد بود. اما اشکال این روش همانگونه که پیشتر اشاره گردید، این است که اختیار انتخاب آزاد را از تصمیم گیرنده سلب می‌کند و نهایتاً ماتریس مقایسات به یک سازگاری صوری می‌انجامد. ویس و رائو (Weiss & Rao, 1987: 43-61) کاهش تعداد سؤالات با استفاده از روش «طرح بلوک‌های ناکامل متوازن»[1] که بوسیله آن زیر گروه‌های عوامل در هر سطح بوسیله تصمیم گیرندگان مختلف مقایسه می‌شوند و سپس از ترکیب کلی آنها ماتریس نهایی تنظیم می‌شود را پیشنهاد می‌نمایند. در واقع در این روش از تعداد مقایسات کاسته نمی‌شود، بلکه مقایسات بین اشخاص مختلف تقسیم می‌شود. این روش نیز حق قضاوت کلی برای هر فرد را از وی سلب می‌کند.

«هارکر» روش «مقایسه دو به دویی ناکامل»[2] را پیشنهاد می‌نماید (Harker, 1987) . بر اساس این روش مقایسات زاید با تنظیم سؤالات بر مبنای کاهش ارزش اطلاعاتی آنها در هر گره، حذف می‌شوند و فرایند مقایسات تا جایی که ارزش افزوده سؤالات از سطح معینی بیشتر باشد ادامه یافته و پس از آن متوقف می‌شود.

«میلت» و «هارکر» در توسعه‌ای که به روش «مقایسه دو به دویی ناکامل» دادند، با استفاده از اینکه:

۱- چنانچه یک گره در مقایسه با گره‌های هم ردیف خود از وزن کلی بسیار کمتری برخوردار باشد می‌توان از آن صرف نظر کرد؛

۲- چنانچه تصمیم گیرنده بخواهد بهترین N گزینه را از M گزینه موجود انتخاب نماید؛

1- Balanced Incomplete Block Design

۳- در نظر گرفتن این نکته که یک گره نه فقط در چارچوب گره‌های هم ردیف خود بلکه در چارچوب وزن کلی همه گره‌ها مورد ارزیابی و قضاوت قرار می‌گیرد، روشی را پیشنهاد می‌کنند که تعداد مقایسات را به نحو چشمگیری کاهش می‌دهد (Millet & Harker, 1996).

به لحاظ کاربردی، روش‌های فوق‌الذکر دو اشکال عمده اساسی دارند:

الف - بیشتر این روش‌ها خصوصاً روش پیشنهادی هارکر (روش مقایسه دو به دویی ناکامل) و نیز روش پیشنهادی میلت و هارکر، قابل استفاده در تصمیم‌گیری‌های گروهی به خصوص زمانی که از پرسشنامه استفاده می‌شود، نیستند. زیرا برای اجرای این روش‌ها لازم است که سؤال کننده و پاسخ دهنده مشترکاً فرایند مقایسات را دنبال کنند که این امر در شرایط پرسشنامه به هیچ وجه امکان‌پذیر نیست.

ب -کلیه روش‌ها فقط سعی در کاهش تعداد مقایسه‌ها دارند و نه ماهیت و نوع مقایسه. به عبارت دیگر همه این روش‌ها برای مقایسات از همین مقیاس ۹ درجه‌ای پیشنهاد شده توسط ساتی استفاده می‌کنند. در صورتی که حتی اگر درستی و تطبیق مقیاس پیشنهادی را به لحاظ تئوریکی بپذیریم هنوز باب این بحث باز است که آیا همه افراد و در همه شرایط: اولاً مایلند که در مقایسات خود از این مقیاس استفاده کنند؟ و ثانیاً در صورت تمایل به استفاده از این مقیاس آیا عملاً می‌توانند از آن استفاده کنند؟ تجربیات روزانه نشان می‌دهد که اکثر افراد در بیان ترجیحاتشان نوعاً از کمترین واژه‌ها تا جایی که به کاربرد زبانی ارتباط داشته باشد، استفاده می‌نمایند. به عنوان مثال اگر در مورد بوی دو نوع گل از شخصی سؤال شود، در اکثر مواقع شخص به این قضاوت که مثلاً گل «الف» از گل «ب» خوش بوتر است (و بالعکس) اکتفا می‌کند. اما اگر بخواهیم کمی فراتر رفته و فرایند قضاوت را به درجه خوش بوتر بودن گل «الف» نسبت به گل «ب» در چارچوب یک مقیاس مثل مقیاس پیشنهادی ۹ درجه‌ای ساتی گسترش دهیم، در آن صورت ممکن است شخص سؤال شونده نه مایل و نه قادر به انجام چنین قضاوتی باشد. به عبارت دیگر ممکن است شخص سؤال شونده به راحتی بتواند در مورد نفس خوش بوتر بودن گل «الف» نسبت به گل «ب» قضاوت نماید، اما در همان زمان نخواهد و نتواند در مورد میزان و یا درجه شدت خوش بوتر بودن قضاوت نماید. مسأله وقتی

صفت مثل بو بلکه در مورد ده‌ها صفت از قبیل رنگ، اندازه، زیبایی و .... در چارچوب یک مقیاس درجه‌بندی شده قضاوت نماید. طبیعی است که در چنین شرایطی (به خصوص اگر تصمیم‌گیری به صورت گروهی باشد و مقایسه‌های زیادی در قالب پرسشنامه ارائه شده باشد) عملاً استفاده از مقیاس پیشنهادی در مدل AHP غیر ممکن می‌شود.

«نسا.ال. وو» به این نکته بسیار ظریف و حساس ازلحاظ کاربردی توجه کرده و در کوششی برای فایق آمدن به این مشکل متدلوژی زیر را توسعه داده است (Wu, 1995: 65-72).

روش‌شناسی مدل تعدیل شده AHP

مدل تعدیل شده AHP با استفاده از اطلاعات پاسخ دهندگان، در شش مرحله زیر خلاصه می‌شود:

۱- مسأله در چارچوب سلسله مراتب Saaty فرموله می‌شود.

۲- داده‌های اولیه بنا می‌شود. به این ترتیب که پاسخ دهندگان تمام معیارها و نیز کلیه آلترناتیوها در رابطه با معیارها را رتبه‌بندی می‌کنند.

۳- ماتریس احتمال ترجیحات محاسبه می‌شود. به این ترتیب که داده‌های رتبه‌بندی شده مرحله دوم برای تولید احتمال θ به شرح زیر بکار برده می‌شود:

$$\theta = \lfloor \theta_{ij} \rfloor = \lfloor p(A_i > A_j) \rfloor$$

که در آن A_i صفت i، A_j صفت j و $p(A_i>A_j)$ احتمال اینکه صفت i به صفت j ترجیح داشته باشد ماتریس احتمالات ترجیحی به گونه‌ای تنظیم می‌شود که:

برای عناصر قطری $p(A_i>A_j) = 1-p(A_j>A_i)]$

یا:

$$\theta_{ij} = 1-\theta_{ji}$$

۴- تمام عناصر ماتریس احتمال مرحله سوم، با استفاده از فرمول انتقال زیر که به بزرگترین مقدار ویژه آیگن منتهی می‌شود، به ماتریس مقایسات دو به دویی تبدیل می‌شود.

$$\alpha_{ij} = e^{(2\theta ij-1)} \qquad (۲)$$

فرمول شماره ۲ به گونه‌ای است که:

برای تمام صفات I

الف = $\alpha_{ij} = ۱$

ب = $\alpha_{ji} = \frac{۱}{\alpha_{ij}}$

یعنی دو شرط لازم برای ماتریس مقایسات دو به دویی مدل AHP کاملاً برقرار است.

۵- وزن‌های نرمال شده تمام معیارها در رابطه با هدف کلی و نیز تمام گزینه‌ها در رابطه با معیارها محاسبه می‌شود.

۶- تمام وزن‌های نرمال شده مرحله قبل به صورت ریاضی تلفیق شده تا وزن نرمال شده نهایی برای اولویت‌های گزینه‌های تصمیم‌گیری بدست آید.

سهم این مقاله در توسعه مدل تعدیل شده

مهمترین ویژگی و امتیاز متدلوژی پیشنهادی این است که برخلاف روش‌های دیگر، پاسخ دهنده را مجبور نمی‌کند که مقایسه خود را الزاماً در چارچوب مقیاس ۹ درجه‌ای پیشنهادی Saaty و یا مقیاس‌های مشابه، ارائه نماید. بلکه این فرصت برای وی فراهم است که مقایسه را در یک چارچوب بسیار کلی و با حداقل فرایند فکری و روانی انجام دهد. همین امر احتمال استقبال پاسخ دهندگان از شرکت در تکمیل و اجرای مدل AHP را به مقدار زیادی افزایش می‌دهد. علاوه بر این وقتی قرار است مدل AHP در شکل اصلی برای تصمیم‌گیری‌های گروهی مورد استفاده قرار گیرد، لازم است که برای هر پاسخ دهنده ماتریس‌های مقایسه‌ای جداگانه تنظیم شود و سپس با روش‌های معینی مثل محاسبه میانگیر هندسی، اجزا ماتریس‌های مختلف تلفیق شده و مالاً به یک ماتریس کلی تبدیل شود. در صورتی که در چارچوب متدلوژی پیشنهادی فوق‌الذکر، ماتریس‌های مقایسه‌ای برای گروه تنظیم می‌شود و نه شخص. همین امر وظیفه طاقت‌فرسای تنظیم صدها ماتریس مقایسه‌ای را منتفی می‌نماید. و بالاخره امتیاز دیگر این روش این است که در این متدلوژی، برای تکمیل ماتریس‌های مقایسه‌ای کماکان از N(N-1)/2 سؤال استفاده می‌شود و در نتیجه پاسخ دهنده فرصت خواهد داشت که با پاسخ به مجموعه کاملی از مقایسات، درجه سازگاری واقعی پاسخهای خود را

از جمله نقدهایی که بر متدلوژی فوق وارد می‌باشد این است که اولاً این متدلوژی فقط برای تصمیم‌گیری‌های گروهی قابل استفاده است. زیرا مقایسه به صورت احتمال بررسی می‌شود و در نتیجه طبیعی است که باید تعدادی تجربه و یا مشاهده وجود داشته باشد تا بتوان احتمال مورد نظر را محاسبه کرد. بنابر این چنانچه پاسخ دهنده فقط یک فرد و یا حتی تعداد بسیار محدود و کمی باشند، عملاً این متدلوژی کاربرد ندارد و بالعکس هر چه تعداد پاسخ دهندگان بیشتر باشد، اعتبار مدل افزایش می‌یابد. ثانیاً در متدلوژی فوق مقایسه بین دو عامل فقط دو وضعیت لحاظ شده است. بدین معنی که مثلاً اگر قرار است دو معیار و یا گزینه A و B با هم مقایسه شوند، تنها وضعیت‌های ترجیح A و B(A>B) و B بر A (B>A) در نظر گرفته شده است. در صورتی که منطقاً شق سومی برای ترجیحات مساوی مطرح می‌شود. بالاخره اینکه در متدلوژی فوق علیرغم ارائه فرمولی برای تبدیل احتمالات به اهمیت نسبی، ماهیت ریاضی موضوع تشریح نشده است. به همین دلیل مقاله حاضر وظیفه رفع این نقایص و توسعه متدولوژی مزبور را به شرح زیر بعهده گرفت و به انجام رساند.

تابع ترجیح

وقتی قرار است که رفتار یک پدیده به صورت یک مدل ریاضی بیان شود، ابتدا لازم است که پدیده مورد نظر به لحاظ توصیفی و با توجه به مشاهدات و تجربیات علمی تئوریزه شود. به عبارت دیگر ابتدا باید به لحاظ نظری مشخص شود که رفتار مورد نظر اولاً به چه متغیرهایی بستگی دارد و ثانیاً نوع و چگونگی ارتباط توصیف شود. بعد از این مرحله، ریاضی دان سعی می‌کند که با توجه به کم و کیف تئوری ارائه شده، یک ساخت ریاضی مناسب برای رفتار مورد نظر ارئه نماید.

با توجه به مقدمه بالا، ابتدا لازم است که پدیده «ترجیح» به لحاظ توصیفی و بر اساس تجربیات و مشاهدات عینی تئوریزه شود و پس از آن یک ساخت ریاضی بر آن تطبیق داده شود. اولین سؤالی که در این رابطه مطرح می‌شود این است که پدیده ترجیح، تابع چه متغیر و یا متغیرهایی است؟ با یک تعمیم کلی و عام می‌توان گفت که ترجیحات ما نوعاً تابع میزان

می‌کند که خود رضایت خاطر و یا مطلوبیت تابع چیست؟

پاسخ به این سؤال به این بیان کلی برمی‌گردد که اصولاً انسان رضایت خاطر و مطلوبیت را از مصرف و یا داشتن یک کالا یا خدمت و یا دارا بودن یک موقعیت و وضعیت، در جهت پاسخگویی به سلسله مراتب نیازهای مادی و معنویش، کسب می‌کند. به عبارت دیگر علت اینکه شخص از بین چند گزینه، یکی را بر بقیه ترجیح می‌دهد و آن را انتخاب می‌کند، این است که در گزینه انتخاب شده حتماً عامل یا عواملی وجود دارد که اولاً قادر به ارضاء یکی از نیازهای انتخاب کننده است و ثانیاً میزان (اندازه، حجم، مقدار و ...) حضور این عوامل در گزینه انتخاب شده از نظر انتخاب کننده غالب‌تر از حضور آنها در سایر گزینه‌ها است.

در چارچوب تحلیل بالا رفتار شخص در ترجیح یک عامل بر عامل دیگر و یا یک گزینه بر گزینه دیگر به ترتیب زیر تفسیر و مدل‌سازی می‌شود:

«تغییرات سطح ترجیحات شخص، تابع میزان رضایت خاطر یا مطلوبیتی است که از انتخاب مورد نظر بدست می‌آورد که این رضایت خاطر خود تابعی است از شدت اختلاف نسبی در وزن مقایسه‌ای عامل یا عوامل مؤثر در ارضای یکی از نیازهای شخصی، در گزینه‌های رقیب».

بنابر این هر چقدر اختلاف بین وزن‌های عامل یا عومل (موجود در گزینه‌های رقیب) و یا حتی خود صفات و معیارها (بدون ارتباط با گزینه‌ای خاص) از سوی شخص مقایسه کننده بیشتر درک و ارزیابی شود (خواه واقعی یا تصوری) در آن صورت شخص بر روی منحنی تابع ترجیح بر حسب شدت ترجیحش حرکت می‌کند.

با توجه به تحلیل بالا و با توجه به اینکه میزان احساس اختلاف بین دو حالت به درصد اختلاف بستگی دارد، بهترین تابعی که چنین رفتاری را به لحاظ ریاضی توضیح می‌دهد، تابع نمایی است. با توجه به اینکه تابع ترجیح برای هر فرد منحصر به فرد است، بنابر این در حالتی که مقایسه‌گر فقط یک فرد باشد با مقایسه دو به دویی در چارچوب مقیاس پیشنهادی Saaty که از منطقی بودن قضاوت به معنای عام نشأت گرفته و در یک آزمایش اپتیومتری تأیید شده است، استفاده می‌شود. اما اگر مقایسه کنندگان (پاسخ دهندگان) متعدد باشند، هیچ

استفاده از فرمول پیشنهادی آقای «وو» یعنی $e^{(2\theta ij-1)}$، به شرحی که در متدلوژی صفحات قبل آمد استفاده ننماییم. این فرمول بر اساس این فرض بنا شده است که هر چه وزن یک عامل نسبت به عامل دیگر بیشتر باشد، از سوی تعداد بیشتری از افراد قابل تشخیص است و در نتیجه θ_{ij} افزایش یافته و در نقطه‌ای بالاتر روی تابع نمایی ترجیح قرار می‌گیریم و بالعکس. بنابر این به جای اینکه ماتریس‌های جداگانه‌ای برای هر فرد تنظیم کنیم می‌توانیم با استفاده از این خاصیت، یک ماتریس کلی برای گروه پاسخ دهندگان تنظیم کنیم. از سوی دیگر فرمول بالا طوری تنظیم شده است که دو خاصیت اصلی ماتریس‌های مقایسات زوجی مورد نظر مدل AHP (قطر ۱ و خاصیت معکوس پذیری) را تضمین می‌کند.

ترجیح مساوی

جهت استفاده از متدلوژی «وو» لازم است که پاسخ دهندگان یا از طریق مصاحبه و یا از طریق پرسشنامه، ترجیح خود را درباره مقایسه دو عامل یا معیار، و یا دو گزینه نسبت به یک معیار، بدین صورت که کدام بر دیگری مرجح است بیان کنند. به عبارت دیگر در این روش برخلاف روش اصلی AHP که پاسخ دهنده موظف است علاوه بر بیان ترجیح خود، میزان و شدت این ترجیح را نیز با انتخاب یکی از وضعیت‌های مقیاس ۹ درجه‌ای ساتی ذکر کند، نیازی به تعیین میزان و شدت ترجیح نیست و همین امر کاربرد این روش را بسیار ساده می‌کند.

اما نکته اساسی این است که وقتی قرار است دو عامل، شیی، گزینه و ... با هم مقایسه شوند و ترجیح یکی بر دیگری تعیین شود، در آن صورت سه نوع قضاوت و یا پاسخ بالقوه محتمل است:

۱- معیار یا عامل اولی بر دومی ترجیح دارد.

۲- عامل دوم بر عامل اول ترجیح داده می‌شود.

۳- و بالاخره آنکه هیچکدام بر دیگری ترجیح ندارد و یا به عبارت دیگر ترجیح هر دو مساوی است.

شیر انجام داده است برای مقایسات، فقط دو حالت اول و دوم را در نظر گرفته و شق سوم یعنی ترجیحات مساوی را منظور نکرده است.

بنابر این در این تحقیق یکی از توسعه‌هایی که در این متدلوژی ایجاد گردید، لحاظ کردن وضعیت سوم (ترجیح مساوی) در مدل بود. چگونگی شیوه عمل نیز بدین قرار است که تعداد پاسخ‌های مربوط به ترجیح‌های مساوی را دو بار (یک بار برای هر کدام از عوامل) به حساب می‌آوریم و سپس احتمال مربوطه را برای هر کدام از عوامل نسبت به دو برابر مشاهدات محاسبه می‌کنیم. مثلاً فرض کنیم که ۵ نفر در مقایسه بین دو شیی به لحاظ یک صفت خاص، هیچ یک از دو شیی مورد مقایسه را بر دیگری ترجیح نداده باشند. این امر به این معناست که انتخاب هر کدام از اشیاء از سوی انتخاب کنندگان مساوی است و چون مقایسه بین دو شیی انجام می‌گیرد، این احتمال برابر $\frac{۱}{۲}$ یا ۵۰٪ است. حال چنانچه تعداد مشاهدات که در حال حاضر ۵ است را دو برابر کرده و سپس نسبت احتمال را برای هر یک از اشیاء محاسبه کنیم خواهیم داشت:

احتمال انتخاب شی اول = $\frac{۵}{۱۰} = \frac{۱}{۲} = ٪۵۰$

احتمال انتخاب شی دوم = $\frac{۵}{۱۰} = \frac{۱}{۲} = ٪۵۰$

که این موضوع کاملاً با منطق و مشاهدات روزانه تطبیق می‌کند. بنابر این پرسشنامه‌ها در این پژوهش طوری تنظیم شده که پاسخ دهندگان عملاً حق هر سه نوع انتخاب ذکر شده در بالا را داشته باشند.

کاربرد مدل AHP در مقیاس کلان

ماهیت مدل AHP به گونه‌ای است که نوعاً متناسب با تصمیم‌گیری‌های فردی و نهایتاً گروه‌های کوچک تخصصی و همگن است. به خصوص وقتی سلسله مراتب مسأله مورد نظر و نیز تعداد معیارها و آلترناتیوهای تصمیم‌گیری زیاد باشد، با توجه به تعداد زیاد مقایسات زوجی و آن هم در مقیاس ۹ درجه‌ای پیشنهادی، عملاً کاربرد مدل را برای تصمیم‌گیری‌های گروهی با پیچیدگی‌های جدی روبرو می‌کند. لذا در بررسی کاربردهای این مدل در مورد

مورد پژوهشی آقای «وو» حجم نمونه ۵۵ نفر می‌باشد.

یکی دیگر از نکات جدیدی که با استفاده از مدل ارائه شده در این تحقیق به ادبیات کاربردی موضوع اضافه می‌گردد این است که این مدل برای نمونه‌ای قریب به ۵۰۰ نفر از گروه‌های مختلف اجتماعی که هیچگونه سنخیتی با هم نداشتند، بکار گرفته شد و نتایج حاصله با استفاده از شاخص درجه سازگاری پاسخ‌ها، ارزیابی گردید و اعتبار مدل کاملاً تأیید گردید.

و بالاخره شیوه تنظیم پرسشنامه به گونه‌ای انجام گرفته که پاسخ دهنده با انتخاب کد مناسب، به آسانی و در کمترین زمان امکان پر کردن پرسشنامه را دارد. بنابر این شکل و شیوه تنظیم پرسشنامه نیز می‌تواند به عنوان یک الگوی استاندارد در کاربردهای مشابه مورد استفاده قرار گیرد.

اجرای مدل و تجزیه و تحلیل نتایج

تکنولوژی مناسب از یکسو تابع خواست و سلیقه مصرف کنندگان و از سوی دیگر تابع توانایی تکنولوژیکی و خواست تولید کنندگان است. برای تعیین این خواست و توانایی در چارچوب یک طرح تحقیقی به شرح زیر عمل گردید.

برای تعیین معیارهای سلیقه‌ای و تمایل مصرف کنندگان و نیز توانایی تکنولوژیکی و خواست تولیدکنندگان، از روش دلفی[1] استفاده شد. در مورد مصرف کنندگان، گروه دلفی عبارت بودند از ۳ صاحب نمایشگاه اتومبیل، ۲ مکانیک و ۱۱ نفر صاحب خودروکه بیش از ۱۰ سال دارای اتومبیل بودند. در مورد تولید کنندگان، گروه دلفی از ۱۲ متخصص خودرو در کارخانه‌های ایران خودرو، پارس خودرو، سایپا و مرکز تحقیقات خودرو تشکیل گردید. سپس فرایند روش دلفی برای هر دو گروه سه بار تکرار گردید که حاصل آن تعیین معیارها به شرح دو دیاگرام ضمیمه ۱ و ۲ می‌باشد.

در ارتباط با معیارهای تعیین شده توجه به نکات زیر ضروری است:

● بنا به ملاحظات فنی مربوط به مدل‌سازی، پاره‌ای از متغیرهای کم اهمیت حذف و بعضی از متغیرهای هم خانواده و نزدیک به هم در یکدیگر ادغام شدند. مثل اندازه و شکل، سهولت تعمیرات و دسترسی به لوازم یدکی و ...

● به منظور استفاده کاربردی و مدل‌سازی نهایی، متغیرها تحت عناوین: اقتصادی، فنی و سلیقه‌ای برای مصرف کنندگان و اقتصادی، تکنولوژیکی، اجتماعی و بومی برای تولید کنندگان طبقه‌بندی شدند.

● سعی شد که فقط متغیرهای غالب در مدل سازی لحاظ گردند و متغیرهایی که در حالات خاص و برای اشخاص خاصی مطرح بوده و منظور نکردن آنها باعث تغییر بنیادی در رفتار مدل نخواهد گردید، حذف شوند.

● چون مدل سازی بر مبنای ماشین‌های کلاس سواری و جیپ ساخت داخل مد نظر بود، از اتومبیل‌های ساخت خارج و نیز اتومبیل‌های بزرگ صرف نظر گردید.

برپایی سلسله مراتب مدل

از آنجا که در این تحقیق، الویت بندی ۸ گزینه تصمیم‌گیری از دو دیدگاه مختلف مطرح بود با استفاده از معیارهای تعیین شده، دو سلسله مراتب (یکی برای مصرف کننده و یکی برای تولید کننده) و هر کدام مشتمل بر ۴ سطح به صورتی که در ضمیمه مقاله آمده است برپا گردید.

مقایسات زوجی

بعد از برپایی سلسله مراتب مدل AHP، برای مقایسات زوجی، بنا به ضرورت (تعداد زیاد پاسخ دهندگان) از مدل تعدیل شده AHP (به شرحی که در صفحات قبل آمد) استفاده گردید. برای این منظور دو نوع پرسشنامه (یکی برای مصرف کننده و دیگری برای تولید کننده) تنظیم گردید و به تعداد ۵۰۰ نسخه بین مصرف کنندگان و ۲۵ نسخه بین مدیران و کارشناسان شرکت‌های خودروساز و مراکز تحقیقات خودرو توزیع گردید. از بین نسخ توزیع

پرسشنامه‌های توزیع شده بین متخصصین جمعاً ۱۹ نسخه عودت داده شد که در برپایی ماتریس مقایسات زوجی مورد استفاده قرار گرفتند.

استخراج اطلاعات و تشکیل ماتریس‌های مقایسه‌ای

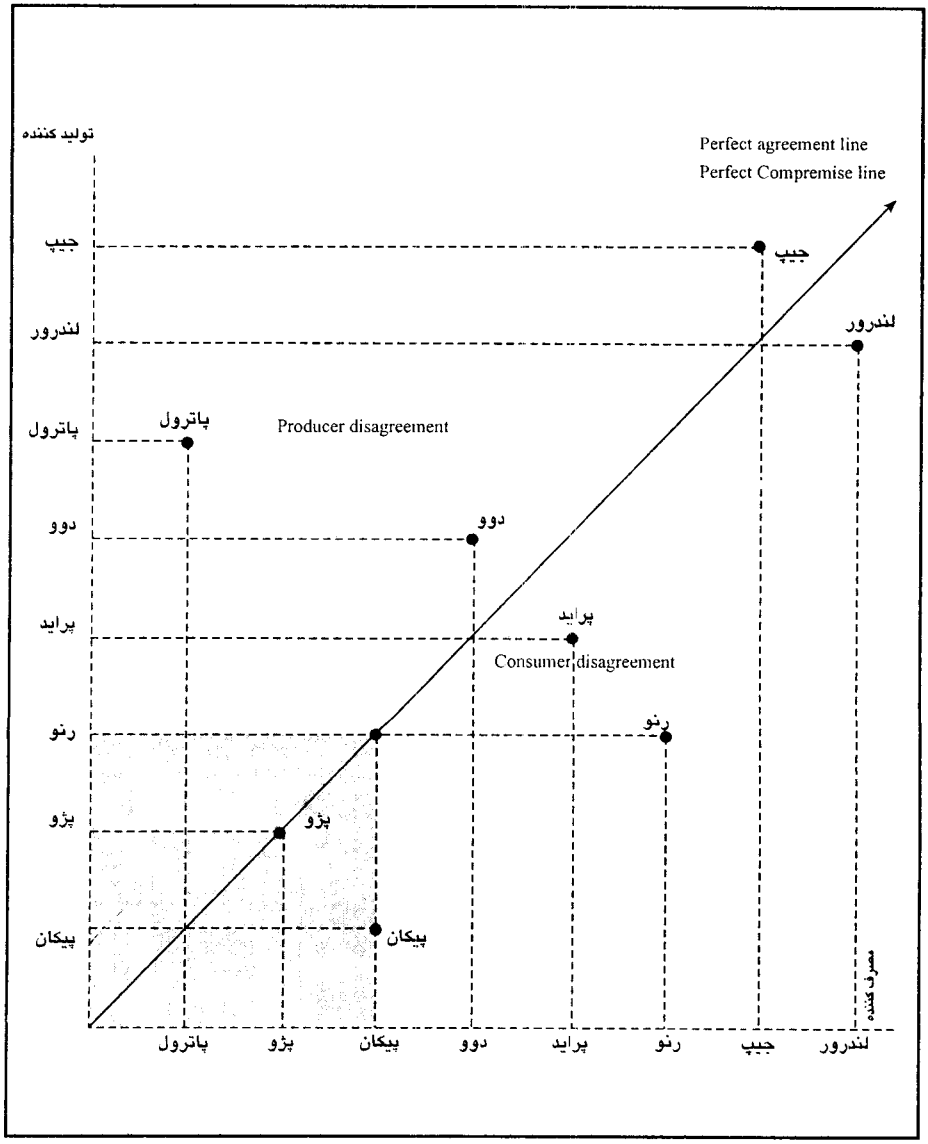
با شمارش پاسخ‌های ارائه شده از سوی پاسخ دهندگان، فراوانی کدهای صفر و ۱ و ۲ (کد صفر به معنای ترجیح مساوی، کد ۱ به معنای ترجیح اولی به دومی و کد ۲ به معنای ترجیح دومی به اولی) تعیین گردید. سپس با زبان Basic برنامه کوتاهی نوشته شد که احتمال کدهای یک و صفر را نسبت به کل پاسخ‌ها محاسبه نماید و در ماتریسی به آرایش ماتریس‌های مدل اصلی AHP درج نماید. در گام بعدی با استفاده از فرمول تبدیل $e^{(2\theta ij-1)}$ ، عناصر اصلی ماتریس‌های مدل AHP (aij) محاسبه و ماتریس‌های اصلی بنا گردید.

حل مدل

پس از بنا کردن ماتریس مقایسات و کنترل صحت مندرجات آنها بر اساس پاسخ‌های ارائه شده، مدل با استفاده از نرم‌افزار Criterum حل گردید که نتایج آن برای مصرف کننده و تولید کننده در ضمیمه مقاله آمده است.

یک مدل ابتکاری برای ترکیب نتایج

با فرض استقلال خطی، نتایج حاصله از دو مدل (مصرف کننده و تولید کننده)، الویت‌های مصرف کننده به ترتیب الویت روی محور افقی و الویت‌های تولید کنندگان بر روی محور عمودی در یک دستگاه دو بعدی درج گردید. سپس موقعیت قرار گرفتن هر کدام از آلترناتیوها روی هر کدام از محورها، به عنوان یک مختص در نظر گرفته شد و موقعیت هر گزینه در دستگاه محورهای مختصات رسم گردید. ضمناً خط ۴۵ درجه نیز برای تجزیه و تحلیل نتایج رسم شد. شکل شماره ۴ موقعیت هر گزینه را در رابطه با خواست مصرف



شکل شماره ۴ - مدل ترکیب کننده نتایج

کنندگان و تولیدکنندگان نشان می‌دهد.

نظر گرفته شده است. اگر اولویت کلیه گزینه‌ها در هر دیدگاه (مصرف و تولید) یکسان بودند، در آن صورت کلیه نقاط مختصات روی خط ۴۵ درجه قرار می‌گرفتند که این به معنای هماهنگی صد در صد دیدگاه تولید کنندگان و مصرف کنندگان در مورد اتومبیل‌های انتخابی بود. به همین ترتیب می‌توان استدلال کرد که فاصله نقاط از خط ۴۵ درجه و میزان دوری و نزدیکی آنها به این خط بیانگر میزان توافق یا عدم توافق بین دیدگاه‌ها است. به عنوان مثال همانگونه که در مدل ملاحظه می‌شود در مورد اتومبیل‌های پراید و دوو، جیپ و لندرور، بین مصرف کنندگان و تولید کنندگان اختلاف چندانی وجود ندارد، اما در مورد اتومبیل‌های پاترول و رنو اختلاف زیاد است. مثلاً در حالی که پاترول از نظر مصرف کنندگان در الویت اول است، از نظر تولیدکنندگان در الویت ششم است و ملاحظه می‌شود که موقعیت این اتومبیل با چه فاصله‌ای از خط ۴۵ درجه قرار گرفته است و بیانگر اختلاف فاحش در دیدگاه مصرف کننده و تولید کننده در رابطه با این اتومبیل است. به طور کلی می‌توان گفت که نقاط واقع در قسمت پایین و راست خط ۴۵ درجه، نشان دهنده عدم توافق مصرف کننده و نقاط واقع در قسمت بالا و چپ خط ۴۵ درجه بیانگر عدم توافق تولیدکننده می‌باشد. طبیعی است که هر چه نقاط، متمایل به طرف خط ۴۵ درجه و به سوی پایین صفحه باشد، ائتلاف بیشتر بوده و مطلوب‌تر است. در این مدل با این فرض که هدف، انتخاب بهترین سه گزینه از بین گزینه‌های موجود با توجه به دیدگاه‌های مصرف کننده و تولید کننده می‌باشد، منطقه هاشور زده که در برگیرنده سه گزینه اول از هر کدام از رتبه‌بندی‌ها است، به عنوان «ناحیه ائتلاف» در نظر گرفته شده است. همچنانکه ملاحظه می‌شود، اتومبیل‌های پیکان و پژو در این ناحیه قرار می‌گیرند. به عبارت دیگر تولید کنندگان و مصرف کنندگان بر روی این دو اتومبیل توافق بیشتری در مقایسه با سایر اتومبیل‌ها دارند. در نتیجه این دو اتومبیل شانس بقاء و توسعه بیشتری دارند.

باید توجه داشت که چنانچه تعداد دیدگاه‌ها از ۲ و یا حداکثر ۳ بیشتر باشد، دیگر با روش ترسیمی نمی‌توان مدل را تجزیه و تحلیل کرد و نیاز به یک مدل ریاضی است. البته ابعاد به هر تعداد که باشد، منطق موضوع تغییری نمی‌کند و پیوسته باید در جستجوی نقاطی در ناحیه

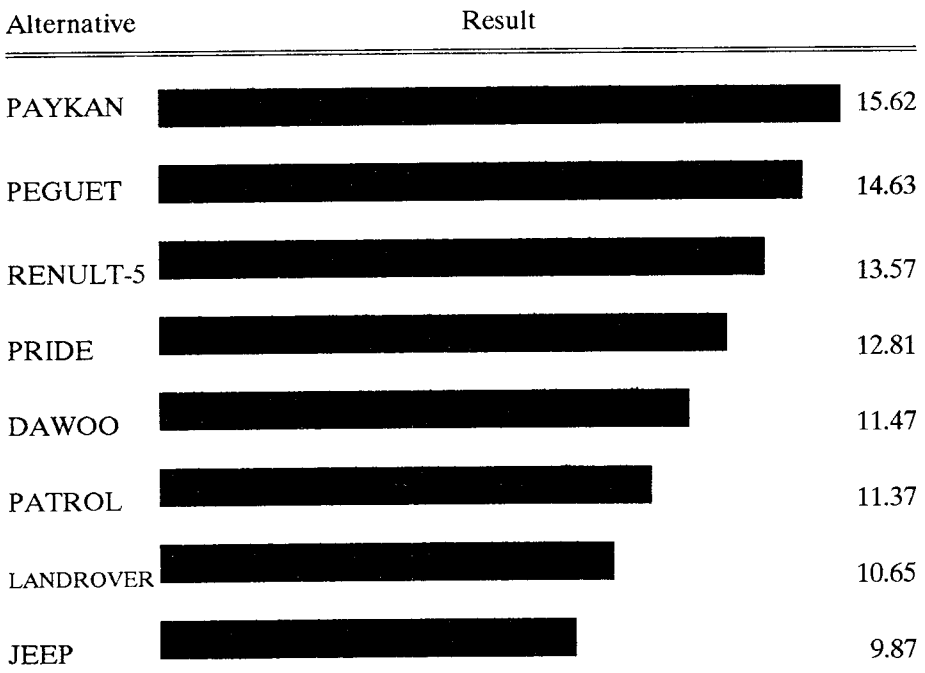
درجه و ناحیه مطلوب را حداقل کند.

نتیجه گیری

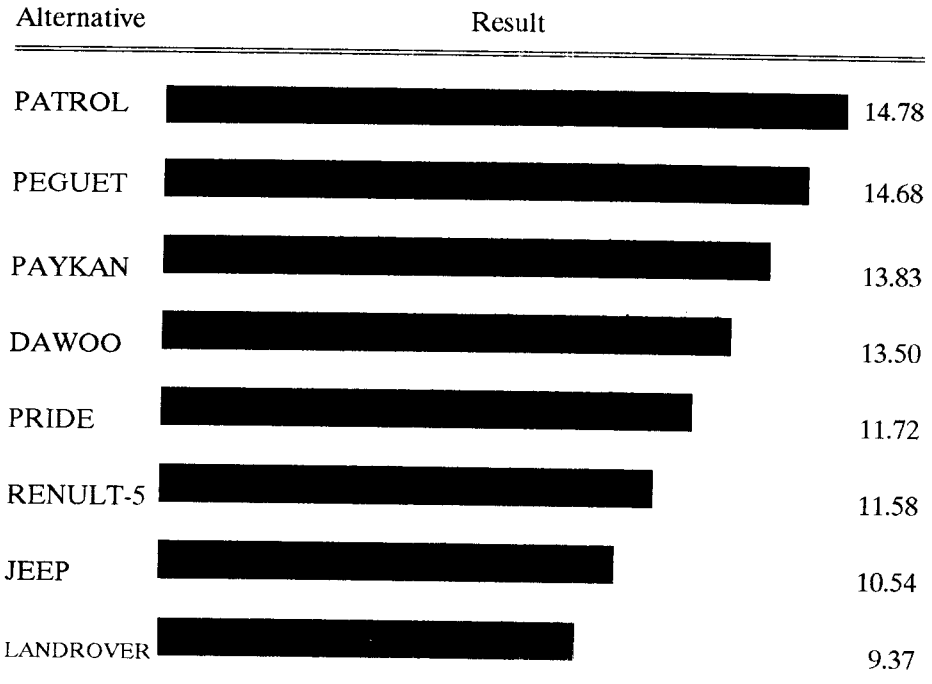
در تصمیم‌گیری‌های گروهی، تصمیم نهایی به لحاظ تئوریک زاییده یک اجماع کلی بین گروه تصمیم‌ساز می‌باشد. این اجماع را به لحاظ ریاضی می‌توان یک تلفیق کمّی بین داده‌های مسأله توسط فرد فرد افراد گروه تلقی کرد. همانگونه که در حوزه مسایل روان‌شناختی، جامعه شناختی، منطق، سبک‌شناسی و ... تحقیقات بسیار متنوع و گوناگونی در حوزه تئوری تصمیم‌گیری گروهی صورت گرفته، در حوزه ریاضیات و مدلهای کمّی نیز روش‌های متعدد و متنوعی برای این منظور تدارک و پیشنهاد شده است. دامنه و طیف این روش‌ها از یک حد بسیار ساده شامل میانگیری تا روش‌های پیشرفته و متنوعی که بعضاً در این مقاله به آنها اشاره شد، گسترده شده است. طبیعی است که استفاده از هر کدام از روش‌های کمّی در تصمیم‌گیری‌های گروهی، اولاً باید با سنخ و طبیعت مسأله مورد نظر سازگار باشد، ثانیاً با منطق مدل و تئوری موضوع همخوانی داشته باشد. ثالثاً باید به لحاظ کاربردی، امکان استفاده عملی برای روش بکار گرفته شده وجود داشته باشد. و بالاخره آنکه روش مذکور به لحاظ تئوریک قابل دفاع باشد. در مجموع می‌توان گفت متدلوژی پیشنهادی در این مقاله، تمام ویژگی‌های مورد اشاره را در ارتباط با کاربرد مدل AHP در تصمیم گیری‌های گروهی دارا می‌باشد و با استفاده از آن قابلیت کاربردی این مدل تصمیم‌گیری به نحو چشمگیری افزایش می‌یابد.

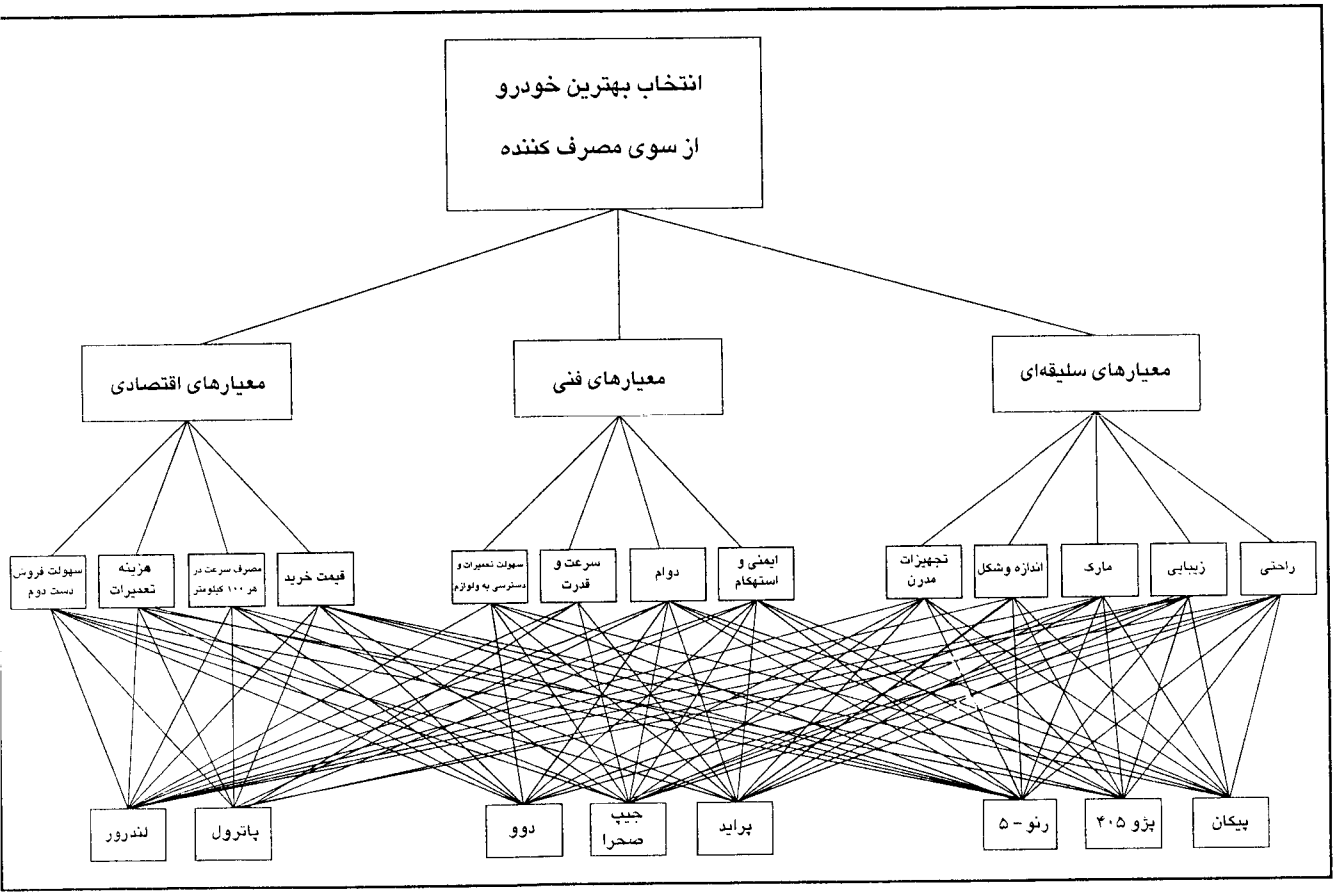
ضمائم

Rank	Score	Rules	Block Name
1	15.62%	PASS	PAYKAN
2	14.63%	PASS	PEGUET
3	13.57%	PASS	RENULT-5
4	12.81%	PASS	PRIDE
5	11.47%	PASS	DAWOO
6	11.37%	PASS	PATROL
7	10.65%	PASS	LANDROVER
8	9.87%	PASS	JEEP

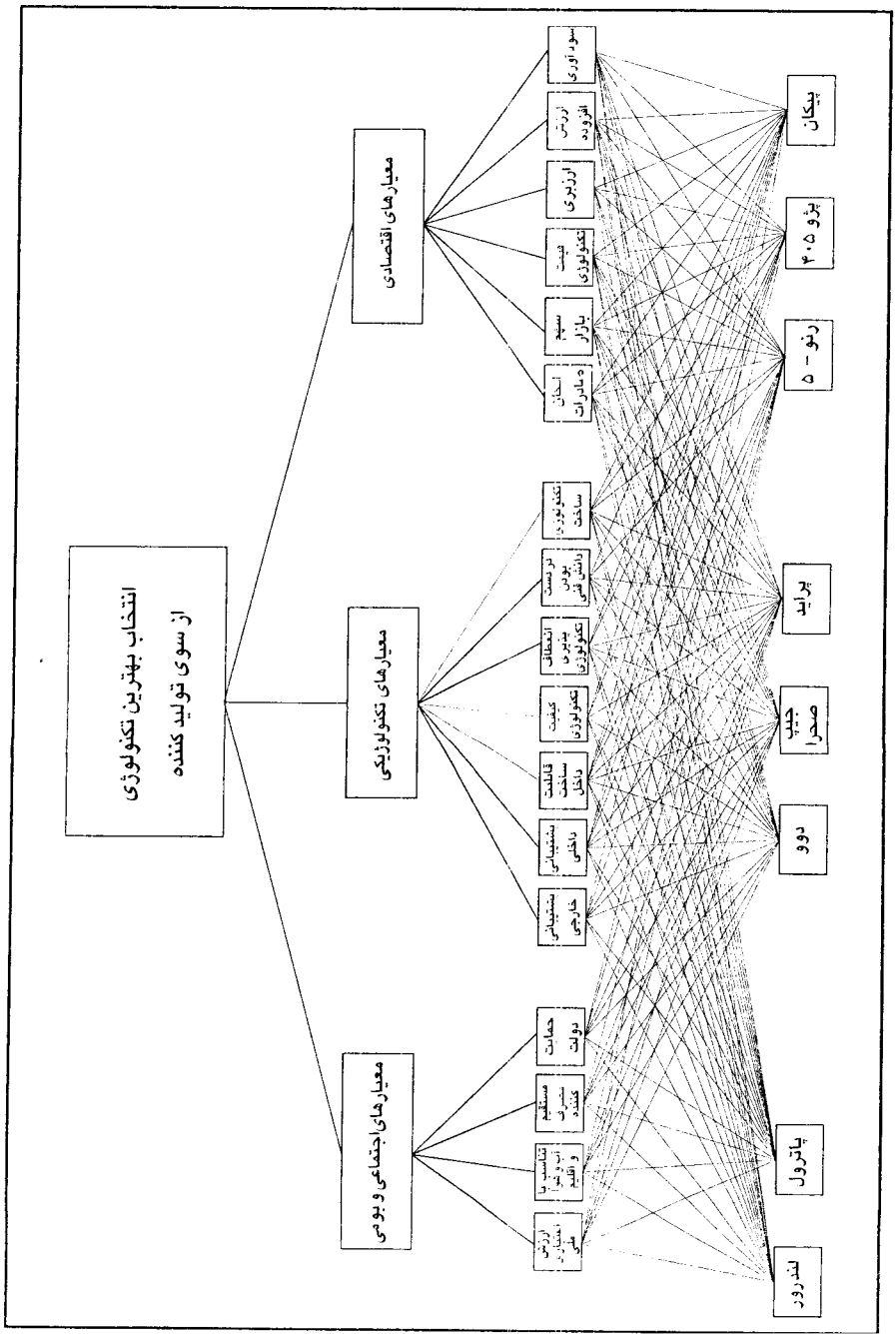


Rank	Score	Rules	Block Name
1	14.78%	PASS	PATROL
2	14.68%	PASS	PEGUET
3	13.83%	PASS	RAYKAN
4	13.50%	PASS	DAWOO
5	11.72%	PASS	PRIDE
6	11.58%	PASS	RENULT-5
7	10.54%	PASS	JEEP
8	9.37%	PASS	LANDROVER




انتخاب بهترین خودرو
از سوی مصرف کننده
معیارهای اقتصادی
معیارهای فنی
معیارهای سلیقه‌ای
سهولت فروش دست دوم
هزینه تعمیرات
مصرف سرعت در هر ۱۰۰ کیلومتر
قیمت خرید
سهولت تعمیرات و دسترسی به ولوازم
سرعت و قدرت
دوام
ایمنی و استحکام
تجهیزات مدرن
اندازه وشکل
مارک
زیبایی
راحتی
لندرور
پاترول
دوو
جیپ صحرا
پراید
رنو - ۵
پژو ۴۰۵
پیکان

«ضمیمه ۳»


انتخاب بهترین تکنولوژی
از سوی تولید کننده
معیارهای اقتصادی
معیارهای تکنولوژیکی
معیارهای اجتماعی و بومی
سود آوری
ارزش افزوده
ارزبری
قیمت تکنولوژی
سهم بازار
اشتغال و صادرات
تکنولوژی ساخت
نرم بودن
پیوس راندن فنی
انعطاف پذیری تکنولوژی
کیفیت تکنولوژی
قابلیت ساخت داخل
بخشهای داخلی
بخشهای خارجی
حمایت دولت
مسئولیت پذیری
تناسب با آب و هوا و اقلیم
ارزش اجتماعی
بیکان
پژو ۴۰۵
رنو - ۵
پراید
جیپ صحرا
دوو
پاترول
لندرور

«ضمیمه ۴»

منابع و مآخذ

1- Saaty, T. L. (1980); *The Analytic Hierarchy Process*; New York: McGraw-Hill.

2- Zahedi, F. (1986); "The Analytic Hierarchy Process: A Survey of The Method and its Applications", *Interfaces*; Vol. 16, No. 4, pp. 96-108.

3- Shim, J. P. (1988); "Bibliographical Research on Analytic Hierarchy Process (AHP)"; *ORSA/TIMS Joint National Meeting*, Denver, Co., October 24.

4- David, H. A.(1983); *The Method of Paired Comparisons*; New York: Hafner Publishing.

5- Saaty, T. L. (1988); *Decision Making for Leaders: The Analytical Hierarchy Process for Decision a Complex World*; PWS Publications, pp. 78-79.

6- Saaty, T. L. (1990); "A Scaling Method for Priorities in Hierarchial Structures", *Journal of Mathematical Psycology*; Vol. 15, No. 3, pp. 234-281.

7- Millet, I. & P. T. Harker (1996); "Globally Effective Questioning in the Analytic Hierarchy Process", *European Journal of Operational Research*; No. 48, pp. 88-97.

8- Weiss, E. N. & V. R. Rao (1987); "AHP Design Issues for Large Scale Systems", *Decision Science*"; No. 18, pp. 43-61.

9- Harker, P. T. (1987); "Incomplete Pair-wise Comparisions in the Analytic Hierarchy Proess", *Mathematical Modelling a*; pp. 837-848.

10- Harker, P. T. (1987); "Alternative Modes of Questioning in the Analytic Hierarchy Process", *Mathematical Modelling*; No. 9, pp. 535-360.

11- Wu, N. L. (1995); "Identifying, Measuring and Anaylsing Multi Dimentional Attributer for Design and Redesign Consideration", *IJOPM*; 10.4, pp. 65-72.