فصلنامه آموزش مهندسی ایران، شماره ۳۵، سال نهم، ص ۵۳- ۳۱

تصمیم‌گیری گروهی فازی، محاسبه وزن نسبی تصمیم‌گیران؛ مطالعه کاربردی: انتخاب دانشجویان مقطع دکتری

حجت میان آبادی و عباس افشار
دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران

چکیده: در یک محیط واقعی تصمیم‌گیری گروهی، تصمیم گیران از دانش، مهارت و تجربه‌های متفاوتی برخوردارند و بسیار نادر است که در یک فرایند تصمیم گیری، دو تصمیم‌گیر از مهارت، تجربه و دانش یکسان (وزن یکسان) برخوردار باشند. در بسیاری از مسائل تصمیم‌گیری گروهی، اختلاف دانش و تجربه تصمیم‌گیران (وزن و اهمیت نسبی تصمیم گیران) در فرایند تصمیم گیری در نظر گرفته نمی‌شود و کلیه تصمیم گیران از وزن و اهمیت یکسانی برخوردارند. کاملاً واضح است که در یک محیط واقعی این مسئله امری انتزاعی و غیرمنطقی است و باعث ایجاد خطا و عدم قطعیت در جواب نهایی می‌شود. در این مقاله ضمن ارائه یک روش جدید برای محاسبه وزن و اهمیت نسبی تصمیم گیران، کاربرد و تأثیر این روش در رتبه بندی نهایی گزینه‌ها در انتخاب دانشجویان مقطع دکتری بررسی شده است. ویژگی بارز این روش این است که در آن وزن نسبی تصمیم گیران با استفاده همزمان از ارزیابی تصمیم گیران نسبت به یکدیگر و ارزیابی ذهنی مدیر گروه در خصوص اهمیت نسبی تصمیم گیران محاسبه می‌شود. علاوه براین، بااستفاده از این روش و درنظر گرفتن وزن نسبی تصمیم گیران، مسئله تصمیم گیری به واقعیت نزدیک و گزینه نهایی با دقت بیشتری انتخاب می‌شود. همچنین، کاربرد و کارایی این روش در عملگر میانگین گیری وزین مرکب (HWA) مورد بررسی قرار می‌گیرد.

واژه‌های کلیدی: تصمیم‌گیری گروهی فازی، وزن نسبی تصمیم‌گیران، عملگر تجمیعی HWA و انتخاب دانشجویان دکتری.

۱. مقدمه

تصمیم گیری چند شاخصه (MADM)[1] امری ضروری و مهم در بسیاری از فعالیتها و زمینه های مختلف علمی است که شامل پیدا کردن برترین گزینه از بین یک مجموعه از گزینه های موجود است[۱]. کاربرد روشهای متعدد تصمیم گیری چند شاخصه در زمینه های مختلف مسائل مدیریت و برنامه ریزی در تعدادی از مطالعات مورد بررسی قرار گرفته است. برای نمونه Abrishamchi و همکاران (۲۰۰۵) در انتخاب بهترین گزینه برای تأمین آب شرب و بهداشتی شهر زاهدان از روش برنامه ریزی سازشی [۲]، Erdogmus و همکاران (۲۰۰۴) برای انتخاب بهترین سوخت در گرمایش مسکونی کشور ترکیه از روش ANP [۳]، Ramnthan وGanesh (۱۹۹۰) درتخصیص منابع انرژی از روشAHP [۴] ، Phua و Minowa (۲۰۰۵) در برنامه ریزی حفاظت از جنگلهای مالزی از روش برنامه ریزی سازشی[۵] و Herath (۲۰۰۴) در مدیریت تالاب Wonga در استرالیا از روشAHP [۶] استفاده کرده‌اند. کاربرد روشهای مختلف تصمیم‌گیری چند شاخصه در زمینه های مختلف مدیریت و برنامه ریزی نشان داده است که آنها ابزار مناسبی در فرایند تصمیم‌گیری و مدیریت و برنامه ریزی به شمار می روند.

تصمیم‌گیری چند شاخصه شامل چهار مرحله: شناسایی و ارزیابی، وزن دهی به شاخصها، انتخاب گزینه برتر با یک روش MADM و در نهایت، آنالیز حساسیت است. وزن دهی و تعیین اهمیت نسبی شاخصها یکی از مهم ترین و مشکل ترین مراحل تصمیم‌گیری چند شاخصه است که می تواند عدم قطعیت بسیاری در فرایند تصمیم گیری ایجاد کند.

در اغلب موارد تصمیم‌گیران نمی‌توانند مقادیر دقیقی برای وزن شاخصها ارائه کنند. این مسئله ممکن است به دلیل وجود برخی ابهامات و تناقضها در فرایند

---

1. Multi Attribute Decision Making.

تصمیم‌گیری یا کمبود دانش و توانایی محدود تصمیم‌گیر در پردازش اطلاعات و حتی وجود فشار زمانی در فرایند تصمیم گیری باشد [۹ و۱۰]. لذا، در یک فرایند تصمیم‌گیری اینکه تصمیم‌گیر(DM)[1] بر اساس برآوردهای ذهنی و تقریبی خود به هر یک از شاخصها وزن w_i را اختصاص دهد و آنها را مستقیماً در محاسبه گزینه برتر استفاده کند، امری اشتباه است، بلکه وزن شاخصها باید با استفاده از روشهای مناسب محاسبه و پس از آن با استفاده از یک روش مناسب MADM گزینه برتر انتخاب شود. روشهای متعددی وجود دارند که می توانند وزن نسبتاً دقیق شاخصها را محاسبه و با استفاده از آنها گزینه مطلوب‌تر را انتخاب کنند. در این روشها تصمیم گیران با استفاده از ارزیابیهای ذهنی یا برآوردهای عینی (ماتریس تصمیم) یا ترکیب هردو آنها وزن شاخصها را مشخص وگزینه برتر را انتخاب می کنند. از جمله روشهای موجود می توان به روشهای پیشنهاد شده توسط AlKloub و همکاران (۱۹۹۷) [۱۱]، Parkan و Wong (۲۰۰۵) [۱۲]، Kheireldin وFahmy (۲۰۰۱) [۱۳] و Yeh و همکاران (۱۹۹۹) [۱۴] اشاره کرد.

به دلیل پیچیدگی محیطهای اقتصادی- اجتماعی جوامع امروز، یک تصمیم‌گیر به تنهایی نمی‌تواند تمام جوانب لازم برای یک مسئله تصمیم‌گیری را در نظر بگیرد، زیرا در چنین حالتی اطلاعات به دست آمده ممکن است بسیار مبهم یا ناقص باشند. از این رو، در بسیاری از فرایندهای تصمیم‌گیری واقعی از چندین تصمیم‌گیر با دانش و مهارتهای مختلف و ارزیابیهای فازی آنها (تصمیم گیری گروهی فازی)[2] استفاده می‌شود [۱]. تصمیم گیری گروهی فازی شامل چهار مرحله: ۱. تعیین و ارزیابی، ۲. همگن سازی نظرها، ۳. تجمیع و انتخاب گزینه برتر و ۴. ارزیابی میزان توافق گروهی است. مراحل تصمیم‌گیری گروهی فازی در شکل ۱ نشان داده شده است.

---

1. Decision Maker.
2. Fuzzy Group Decision Making (FGDM)

در یک محیط واقعی تصمیم‌گیری گروهی(GDM) تصمیم گیران (DMs) از دانش، مهارت و تجربه های متفاوتی برخوردارند و بسیار نادر است که در یک فرایند تصمیم‌گیری، دو تصمیم‌گیر از مهارت، تجربه و دانش یکسانی برخوردار باشند. این مسئله به علل مختلفی از جمله وجود استعدادها و تواناییهای مختلف در افراد، عدم دسترسی یکسان به منابع و امکانات موجود و بسیاری از عوامل دیگر اقتصادی- اجتماعی بستگی دارد. در بسیاری از مطالعات صورت گرفته با استفاده از تصمیم‌گیری گروهی اختلاف دانش و تجربه تصمیم گیران (وزن و اهمیت نسبی تصمیم گیران) در فرایند تصمیم‌گیری در نظر گرفته نمی شود و کلیه تصمیم‌گیران از وزن و اهمیت یکسانی برخوردارند. کاملاً واضح است که در یک محیط واقعی این مسئله امری انتزاعی و غیر منطقی است و باعث ایجاد خطا و عدم قطعیت در جواب نهایی می‌شود.

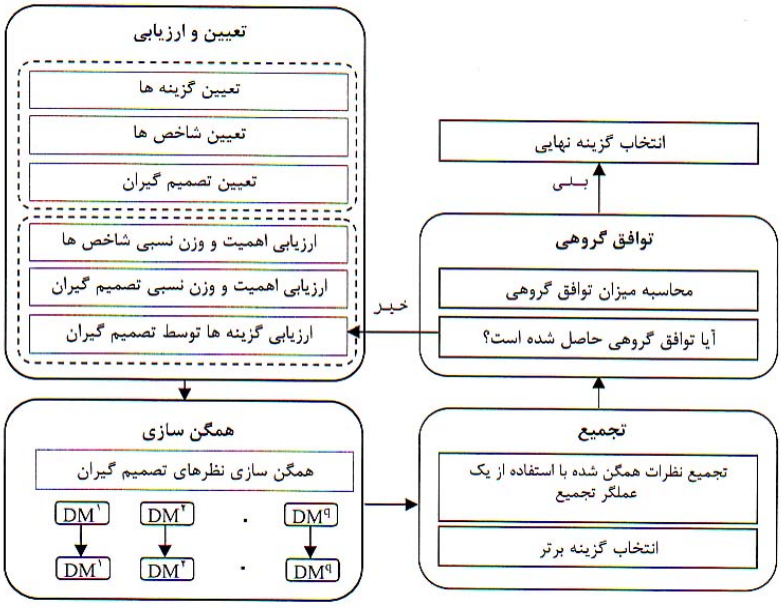
برای حل این مسئله، در برخی از مطالعات، مدیرگروه بر اساس ارزیابیها و برآوردهای ذهنی و تقریبی خود به هر یک ازتصمیم‌گیران وزنی را اختصاص می‌دهد و براساس آنها گزینه نهایی را انتخاب می‌کند. همانند آنچه در خصوص برآورد وزن نسبی شاخصها در روش MADM ذکر شد، این روش اشتباه است و باعث ایجاد عدم قطعیت بسیار زیاد در جواب نهایی می شود. لذا، وجود یک روش مناسب و دقیق که با کمک آن بتوان وزن نسبی تصمیم‌گیران را محاسبه و ارزیابی کرد، امری ضروری و مهم در فرایند تصمیم‌گیری گروهی است.

در این مقاله یک روش جدید برای محاسبه وزن نسبی تصمیم گیران ارائه شده است. در روش پیشنهادی برای محاسبه وزن نسبی تصمیم‌گیران از ارزیابی تصمیمگیران نسبت به یکدیگر و ارزیابیهای ذهنی مدیر گروه نسبت به اهمیت تصمیم گیران به طور همزمان استفاده و علاوه بر این، کاربرد این روش در عملگر میانگین‌گیری وزنی مرکب (HWA)[1] بررسی شده است. بدین ترتیب، در بخش

---

1. Hybrid weighted averaging.

دوم، عملگـر HWA معرفـی شـده اسـت. روش جدیـد محاسـبه وزن نسـبی تصمیم‌گیران در بخش سـوم ارائـه شـده اسـت. در بخـش چهـارم بـا ارائـه مثـال کاربردی در گزینش دانشجویان مقطـع دکتـری، اهمیـت و مزایـای ایـن روش در مسائل تصمیم‌گیری بررسی شده است. در بخش آخر نتایج به دسـت آمـده مـورد تحلیل قرار گرفته است.



شکل ۱: فرآیند تصمیم گیری

عملگر میانگین‌گیری وزنی مرکب (HWA)

همان‌طور که قبلاً اشاره شد، یک مسئله تصمیم‌گیری گروهی فـازی شـامل چهـار مرحلهٔ: تعیین و ارزیابی، همگن سازی، تجمیـع و ارزیـابی میـزان توافـق گروهـی است. تجمیع مهم‌ترین مرحله در فرایند تصمیم‌گیری گروهـی اسـت [۵]. در ایـن مرحله نظر کلیه اعضای گروه برای دستیابی به رتبـه بنـدی نهـایی گزینـه هـا بـا یکدیگر تجمیع می‌شود. عملگر تجمیعی F، یک نگاشت از $X^n = (x_1,...,x_n)$ با n

بعد به یک بعد از X است: $X^n \to X$. بـرداری ورودی x^n و نتیجـه خروجـیX، می توانند متغیرهای زیابی یا اعداد گسسته باشـند. عملگرهـای تجمیـع متعـددی برای تجمیع نظرهای شرکت کنندگان وجود دارد کـه از آن جملـه مـی تـوان بـه عملگرهـای تجمیعـی میـانگین‌گیـری [۱۶،۱۷]، میانـه وزن دهـی شـده [۱۸]، انتگرالSugeno [۱۹]، رتبه بندی Leximin [۲۰] و عملگر تجمیعی میـانگین وزنی مرتب شـده (OWA) [۲۱و۲۳] اشـاره کـرد. در حـال حاضـر، عملگرهـای میانگین گیری حسابی (WAA) و میانگین گیری وزنـی مرتـب شـده (OWA) رایج ترین عملگرهای تجمیعی برای تجمیع داده هـا هسـتند [۲۴و۲۵]. در ادامـه این عملگرها و خصوصیات هریک از آنان معرفی شده است.

عملگرهای میانگین گیری حسابی (WAA)[1]

عملگرهای میـانگین‌گیـری شـبه خطـی عملگرهـای تجمیعـی وزن دهـی شـده ای هستندکه به صورت زیر تعریف می شوند [۲۶و۲۷]:

$$F_{W\alpha}(x) = h^{-1}\left[\sum_{i=1}^{n} w_i h(x_i)\right], x = I^n \qquad (۱)$$

کـــه $h: R^n \to R$ یـــک تـــابع اکیـــداً پیوســـته و یکنواخـــت اســـت و $w \in [0,1]^n$ و $\sum_{i=1}^{n} w_i = 1$ اگر $h(x) = x^\alpha$ و $\alpha = 1$ در نظـر گرفتـه شـود، عملگـر یاد شده به عملگر میانگین گیری حسابی وزنی(WAA) تبدیل می شود:

$$F_{wi}(x) = \sum_{i=1}^{n} w_i . x_i \qquad (۲)$$

که x_i (i=۲،۱،...، n) مجموعه مقادیری هستند کـه مـی خواهنـد بـا یکـدیگر تجمیع شوند. از این رابطه مشهود است که عملگر WAA تمام مقادیر را قبـل از

---

1. Weighted Arithmetic Averaging.

تجمیع به وسیله یک بردار وزن نرمال شده وزن دهی و سپس، این مقادیر وزن دهی شده را با یکدیگر تجمیع می‌کند.

عملگر میانگین گیری وزنی مرتب شده (OWA)[1]**:**

عملگر تجمیع OWA را یاگر معرفی کرد [۲۳-۲۱]. عملگر OWA یک عملگر تجمیعی با بردار وزن متناظر $\sum_{i=1}^{n} w_i = 1, w \in [0,1]^n$ است، به طوری که:

$$F_w(x) = \sum_{i=1}^{n} w_i . b_i \quad , \quad \mathrm{x} \in \mathrm{I}^{\mathrm{n}} \qquad (۳)$$

که b_i، iامین مقدار بزرگ مجموعه مرتب شده صعودی به نزولی مجموعه X است.

همان طور که در تعریف عملگر OWA مشاهده شد، یک مسئله مهم در تعریف این عملگر محاسبه بردار وزن W است. دو روش برای محاسبه بردار وزن عملگر وجود دارد: در روش اول، بردار وزن با استفاده از داده های نمونه صورت می گیرد. در روش دوم، بردار وزن با استفاده از کمیت سنجهای زبانی محاسبه می شود. در این روش که آن را یاگر [۲۲و۲۳] پیشنهاد کرد، بردار وزن کمیت سنجها با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$w_i = Q(\frac{i}{n}) - Q(\frac{i-1}{n}) \quad , \quad i = 1,...,n \qquad (۴)$$

که Q یک کمیت سنج زبانی است. مفهوم کمّیت سنجهای فازی برای ترجمه خصوصیات زبان محاوره ای به عبارات ریاضی رسمی به کار می‌روند که باعث فرمول بندی تصمیم‌گیری چند معیار و توابع ارزیابی آنها می‌شوند. کمیت سنجهای زبانی که مفهوم اکثریت فازی را منعکس می کنند، به صورت زیر محاسبه می شوند:

$$Q(r) = \begin{cases} 0 & \text{if :} \quad r < a \\ \frac{r-a}{b-a} & \text{if :} \quad b \le r \le a \\ 1 & \text{if :} \quad r > b \end{cases} \qquad (۵)$$

---

1. Ordered weighted averaging.

رایج‌ترین کمیت سنجهای زبانی فازی که در محاسبه بردار وزن بـه کـار بـرده می شوند، کمیت سنجهای «بیشترین»، «حداقل نیمی»، «تا حد ممکن» هسـتند که بازه آنها به ترتیب (۰/۸و ۰/۳) و (۰/۵و ۰) و (۱و ۰/۵) است. علاوه بر روش یاد شده، روش کلی دیگر برای محاسبه کمیت سنجهای زبانی وجود دارد کـه عبـارت است از:

$$Q_\alpha(r) = r^\alpha, \alpha \geq 0 \qquad (۶)$$

عملگر OWA شامل دو مشخصه اصلی است کـه بیـانگر رفتـار عملگـر OWA است [۲۱و۲۸]: ۱. درجه $ORness$ یا ریسک پـذیری و ۲. میـزان تبـادل بـین شاخصها. درجه$ORness$ یا ریسک پـذیری موقعیـت عملگـر OWA را در بـین روابط and(می نیمم) و or(ماکزیمم) نشـان مـی‌دهـد [۲۹]. ایـن درجـه بیـانگر میـزان تأکیـد تصـمیم‌گیـر بـر روی مقـادیر بهتـر یـا بـدتر یـک مجموعـه از شاخص هاست. افراد ریسک پذیر بر روی خواص خوب یک گزینه و افـراد ریسـک گریز بر روی خواص بد یک گزینه تأکید می‌کنند و آن را ملاک انتخاب خود قـرار می‌دهند[۳۰و۳۱]. درجه $ORness$ به صورت زیر تعریف می‌شود[۲۱]:

$$ORness = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(n-i).w_i \quad , \quad 0 \leq ORness \leq 1 \qquad (۷)$$

هر چـه مقـدار $ORness$ بیشـتر باشـد، میـزان خـوش‌بینـی یـا ریسـک‌پـذیری تصمیم گیر بیشتر خواهد بود.

مشخصه دوم عملگـر OWA میـزان "تبـادل" بـین شـاخص هاسـت. میـزان "تبادل" درجه موازنه یا جبران بین شاخصها را نشان می دهد. درجه "تبـادل" بـه صورت زیر تعریف می شود[۲۸]:

$$trad\ off = 1 - \sqrt{\frac{n}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(w_i - \frac{1}{n})^2} \quad , \quad 0 \leq trad\ off \leq 1 \qquad (۸)$$

یک ویژگی مهم عملگرOWA این است که می توان با استفاده از یک ماتریس تصمیم، جوابهای متعددی براساس خصوصیات ذهنی تصمیم‌گیر ارائه کرد. به بیان دیگر، عملگرOWA خصوصیات ذهنی تصمیم‌گیر را در برآورد مقادیر تجمیعی لحاظ می‌کند، در حالی‌که بسیاری از عملگرهای تجمیعی دیگر این خصوصیت مهم را ندارند.

با توجه به روابط (۲) و (۳) کاملاً واضح است که عملگر WAA وزن دهی خود را فقط بر اساس اهمیت متغیرها انجام می دهد و از اهمیت مقادیر متغیرها صرف نظر می‌کند. در حالی‌که عملگر OWA فقط مقدار و رتبه بندی متغیرها را وزن دهی می‌کند و از اهمیت متغیرها صرف نظر می‌کند. برای حل این مسئله، Xu و Da [۳۳] یک عملگر میانگین گیری وزن دهی مرکب (HWA) معرفی کردند که در آن هم اهمیت متغیرها و هم مقدار آنها را در وزن دهی آنها در نظر گرفته می شود. عمگر HWA به صورت زیر تعریف می شود:

$$HWA_{v,w}(a_1, a_2, ..., a_n) = \sum_{j=1}^{n} v_j . b_j \qquad (۹)$$

که v_j بردار وزن عملگر و $\sum_{j=1}^{n} v_j = 1$ هستند. بردار وزن v_j همانند بردار وزن عملگر OWA به دست می آید. b_j، jامین مقدار بزرگ مجموعه مرتب شده صعودی به نزولی مجموعه $nw_i a_i$ است. $W = (w_1, w_2, ..., w_n)^T$ بردار وزن متغیرهای(i=۲،۱،...، n) a_i است و(j=۲،۱،...، n) $\sum_{j=1}^{n} w_j = 1$, و n ضریب تعادل است که نقش یک متعادل کننده را بازی می کند. اگر بردار وزن $(w_1, w_2, ..., w_n)^T$ به سمت $(\frac{1}{n}, \frac{1}{n}, ..., \frac{1}{n})^T$ میل کند، آن‌گاه بردار $(a_1, a_2, ..., a_n)$ به سمت $(nw_1 a_1, n\ w_2 a_2, ..., nw_n a_n)^T$ میل می کند و عملگر HWA به عملگر OWA تبدیل می شود.

تجمیع اطلاعات با استفاده از عملگر تجمیع HWA در طی سه مرحله به صورت زیر انجام می شود[۱]:

۱. متغیرهای (i=۱،۲،...، n) a_i را در اوزان (i=۱،۲،...، n) w_i و ضریب متعادل کننده n ضرب می کنیم و مقادیر وزین nw_ia_i به دست می‌آید.

۲. متغیرهای وزن دهی شده nw_ia_i به ترتیب صعودی به نزولی ($b_1,b_2,\ldots,b_n$) مرتب می شود که j ،b_j امین مقدار بزرگ nw_ia_i است.

۳. متغیرهای وزین مرتب شده (j=۱،۲،...، n) b_j در اوزان عملگر HWA، (j=۲،۱،...، n) v_j ضرب می شوند و سپس، تمام متغیرهای وزن دهی شده (j=۱،۲،...، n) $v_j.b_j$ با یکدیگر تجمیع می‌شوند.

در یک تصمیم‌گیری گروهی فازی اگر t شرکت کننده نظرهای خود را درباره s گزینه باتوجه به n شاخص، به صورت $p_{ij}^{(q)}$ ارائه دهد، مقدار تجمیعی این مقادیر به وسیله عملگر HWA به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$r_{ij} = HWA_{v,\lambda}(r_{ij}^{(1)}, r_{ij}^{(2)},..., r_{ij}^{(q)},..., r_{ij}^{(t)}) \qquad (۱۰)$$
$$q = 1,2,...,t$$
$$i = 1,2,...,s$$
$$j = 1,2,...,n$$

که $r_{ij}^{(q)}$ مقادیر وزن دهی شده نظرها بر اساس وزن نسبی شاخص هاست که از رابطه زیر به دست می آید:

$$r_{ij}^{(q)} = P_{ij}^{(q)}.w_j \;,\; j = 1,2,...,n \qquad (۱۱)$$

در روابط یاد شده $p_{ij}^{(q)}$ ارزیابی تصمیم گیر q از گزینه i بر اساس شاخص j و (j=۱،۲،...، n) w_j بردار وزن نسبی شاخص هاست که $w_j \geq ۰$ و $\sum_{j=1}^{n} w_j = 1$. بردار $v = (v_1,...,v_t)^T$ نیز بردار وزن عملگر HWA و بردار $\lambda = (\lambda_1,...,\lambda_t)^T$ بردار وزن تصمیم گیران است.

در این روابط، مقادیر $p_{ij}^{(q)}$ توسط تصمیم‌گیران ارائه می‌شود. هر تصمیم‌گیر می تواند ارزیابیهای خود از گزینه‌ها ($P_{ij}^{(q)}$) را به پنج صورت کلی ۱. رابط اولویت فازی، ۲. رابط اولویت چندگانه، ۳. تابع مطلوبیت، ۴. رتبه بندی گزینه‌ها و ۵. عنوانهای زبانی ارائه کند. بردار وزن شاخصها (j=۱،۲،...، n) w_j را نیز

می‌توان با استفاده از روشهای ذکر شده در بخش (۱) محاسبه کرد. بردار وزن متناظر عملگر HWA $v=(v_1,v_2,...,v_t)^T$ با استفاده از روشهای ذکر شده برای تعیین وزن عملگر OWA - که در بخش قبل اشاره شد- به دست می‌آیند. بردار $\lambda=(\lambda_1,...,\lambda_t)^T$ بردار وزن تصمیم‌گیران است که در ادامه یک روش جدید برای محاسبه آن ارائه شده است.

۲. روش پیشنهادی برای محاسبه وزن تصمیم گیران

در روش پیشنهادی برای محاسبه وزن و اهمیت نسبی تصمیم‌گیران از ارزیابی تصمیم‌گیران نسبت به یکدیگر و ارزیابی مدیرگروه نسبت به تصمیم‌گیران به طور همزمان استفاده شده است.

در اولین مرحله، پس از ارزیابی گزینه‌ها توسط تصمیم‌گیران، از هر تصمیم‌گیر (DM_i) خواسته می‌شود تا ارزیابی خود را در باره اهمیت نسبی سایر تصمیم گیران $DM_j(j=1,...,t, j\neq i)$ به صورت w_{ij} ارائه کند. w_{ij} بیانگر میزان اهمیت تصمیم‌گیر j از نظر تصمیم گیر i است که $\sum_{\substack{j=1\\ j\neq i}}^{n} w_{ij}=1$. مقادیر بزرگ تر w_{ij} بیانگر میزان اهمیت بیشتر تصمیم گیر j از نظر تصمیم گیر i است. در یک مسئله واقعی تصمیم‌گیری، اینکه از کلیه تصمیم‌گیران خواسته شود تا تمام اعضای گروه را ارزیابی کنند و با توجه به درجه اهمیت هر یک از آنان، یک وزن به آنها اختصاص دهند، امری غیر عملی است، زیرا: ۱. اینکه تصمیم گیران بخواهند علاوه بر برآورد ارزش هرگزینه و وزن نسبی شاخصها، وزن و درجه اهمیت تمام تصمیم گیران را نیز ارزیابی کنند،کاری بزرگ و تاحدودی نا ممکن است [۳۴]. ۲. اعضای گروه ممکن است نظر واقعی خود را درباره سایر اعضای گروه پنهان سازند و یا نتوانند نظر واقعی خود را به دلیل ملاحظات مختلف در باره اهمیت سایر اعضا بیان کنند [۳۵]. ۳. سومین و مهم ترین دلیل آنکه،

اختصاص یک مقدار عددی به عنوان درجه اهمیت هر شرکت کننده برای سایر اعضای گروه امری انتزاعی است [۳۴]. از این رو، وزن و اهمیت هر فرد را بر اساس میزان تفاوت نظرهای هر عضو گروه با سایر اعضای گروه به دست می آوریم. بدین ترتیب، که هر عضوی که نظرها و ارزیابیهای نزدیک تری به نظرهای تصمیم‌گیر i داشته باشد، وزن بیشتری از طرف تصمیم گیر i به او اختصاص می یابد و برعکس، نظر هر فرد که اختلاف بیشتری با نظرهای تصمیم گیر i داشته باشد، وزن کمتری از طرف تصمیم گیر i به او اختصاص می یابد.

یک مسئله تصمیم گیری گروهی را در نظر بگیرید که q شرکت کننده ارزیابیهای خود از هر گزینه را براساس n شاخص به صورت زیر ارائه کرده باشند:

$$\begin{array}{c} \\ DM^1 \\ DM^2 \\ DM^3 \\ \\ DM^q \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{ccccc} C_1 & C_2 & C_3 & \dots & C_n \end{array} \\ \begin{pmatrix} P_{11} & P_{12} & P_{13} & \dots & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & P_{23} & \dots & P_{2n} \\ P_{31} & P_{32} & P_{33} & \dots & P_{3n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{q1} & P_{q2} & P_{q3} & \dots & P_{qn} \end{pmatrix} \end{array}$$

اهمیت تصمیم گیر jاز نظر تصمیم گیر i بر اساس رابطه زیر به دست می آید:

$$w_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^{n} \left\{ 1 - \left| P_{ik} - P_{jk} \right|^b \right\}}{\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^{q} \sum_{k=1}^{n} \left\{ 1 - \left| P_{ik} - P_{jk} \right|^b \right\}} \quad , \quad b \in (0,1) \qquad (۱۲)$$

که b میزان سختگیری در اختصاص وزن به هر تصمیم گیر را کنترل می کند. در یک اختلاف نظر ثابت هرچه میزان b بیشتر باشد، وزن کمتری به تصمیم‌گیر در نظرگرفته شده اختصاص می یابد. در رابطه یاد شده p_{ik} بیانگر ارزیابی تصمیم گیر iام از گزینه موجود بر اساس شاخص kام است. q تعداد تصمیم‌گیران

و n تعداد شاخصهاست. با توجه به رابطه یاد شده کاملاً واضح است که هر تصمیم‌گیری که نظرهای نزدیک‌تری نسبت به تصمیم گیر i داشته باشد، وزن بیشتری از طرف تصمیم گیر i به وی اختصاص می یابد. وزن نهایی تصمیم گیر j از نظر سایر اعضای گروه (w_j) از تجمیع اوزان اعمال شده به این تصمیم‌گیر توسط سایر اعضای گروه با استفاده از رابطه زیر به دست می آید:

$$w_j = OWA(w_{1j},...,w_{j-1,j}\ ,w_{j+1,j}\ ,...,w_{qj}) \qquad (۱۳)$$

در یک مسئله واقعی تصمیم‌گیری، مدیر گروه ممکن است نظرهای متفاوتی درباره اهمیت نسبی شرکت کنندگان داشته باشد و مایل باشد که آنها را در فرایند تصمیم گیری و انتخاب گزینه مطلوب‌تر تأثیر دهد. اگر D_j بیانگر اهمیت تصمیم‌گیر j از نظر مدیر گروه باشد، وزن نهایی هر یک از تصمیم گیران از رابطه زیر به‌دست می آید:

$$\lambda_j = \alpha.D_j + \beta.w_j \qquad (۱۴)$$

که α و β به ترتیب بیانگر میزان اهمیت نظر مدیر گروه و نظر تصمیم گیران در برآورد وزن نسبی شرکت کنندگان است و می توان مقادیر آنها را با کمک روش AHP به دست آورد. بدین ترتیب، اگر اهمیت نظر مدیر گروه نسبت به نظر تصمیم‌گیران یکسان باشد، $\alpha = \beta = 1/2$. اگر نظر مدیر گروه نسبت به نظر تصمیم گیران مهم تر باشد، $\alpha = 3\beta \to \alpha = 3/4, \beta = 1/4$ و اگر نظر مدیر گروه بسیار مهم تر از نظر تصمیم گیران در نظر گرفته شود، $\alpha = 5\beta \to \alpha = 5/6, \beta = 1/6$ و اگر نظر مدیر گروه بسیار زیاد مهم تر از نظر تصمیم‌گیران باشد $\alpha = 7\beta \to \alpha = 7/8, \beta = 1/8$ و اگر نظر مدیرگروه کاملاً مهم‌تر از نظر تصمیم‌گیران در نظر گرفته شود $\alpha = 9\beta \to \alpha = 9/10, \beta = 1/10$ است. حال کارایی و اهمیت این روش در رتبه بندی نهایی گزینه ها با ارائه دو مثال کاربردی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۳. مطالعه کاربردی

مثال در نظر گرفته شده برای بررسی کارایی روش ارائه شده بخشی از مثال انتخاب دانشجویان مقطع دکتری است که قبل از این توسط محققان مختلفی مورد بررسی قرار گرفته است [۳۹-۳۶]. شاخصهای در نظر گرفته شده برای انتخاب دانشجویان دکتری عبارت‌اند از:

- میزان هماهنگی با یک گروه تحقیقاتی در دانشگاه؛
- میزان پیشتازی در تحقیق؛
- میزان مشارکت پذیری؛
- دانشگاه مقطع تحصیلی کارشناسی ارشد؛
- معدل مقطع تحصیلی کارشناسی ارشد؛
- دروس تخصصی و مرتبط گذرانده شده.

همزمان با این شاخصها در خواستهای ارسال شده توسط افراد و میزان تسلط به زبان انگلیسی و تجربه کاری افراد نیز مورد بررسی قرار می گیرد. در این مرحله تمام شاخص‌ها از وزن تقریباً یکسانی برخوردارند.

یک گروه از تصمیم گیران برای ارزیابی درخواستهای ارسال شده براساس شاخصهای معرفی شده انتخاب شده اند. تصمیم‌گیران هر درخواست را با توجه به شش معیار معرفی شده ارزیابی و هر یک از آنها را بر اساس این شاخصها ارزش گذاری می کنند. مقادیر در نظر گرفته شده برای سنجش گزینه ها به صورت۳،۲و۱ است که ۳ بیانگر عالی، ۲ بیانگر متوسط و ۱ بیانگر ضعیف است. هدف از ارائه این مثال انتخاب بهترین گزینه برای ادامه تحصیل از دو تقاضانامه ارسال شده است. برای ارزیابی دو گزینه در نظر گرفته شده، با استفاده از داده های [۳۷]، نظرهای چهار تصمیم‌گیر از ۱۱ تصمیم‌گیر موجود انتخاب و به دو گزینه مزبور اختصاص یافته اند. ارزیابیهای چهار تصمیم گیر در نظر گرفته شده در باره دو متقاضی در جدول ۱ نشان داده شده است[۳۷]. از عملگر OWA برای انتخاب گزینه برتر استفاده شده است. ارزیابیهای فردی شرکت کنندگان به وسیله عملگر

OWA و بردار وزن حاصل از کمیت سنج $Q_\alpha(r)=r^\alpha, \alpha \geq ۰$ با یکدیگر تجمیع شده اند. علاوه براین، با توجه به پنج شرط ذکر شده برای تجمیع داده‌ها و محاسبه ارزش نهایی هر گزینه، مقدار $\alpha = ۱,۲$ برای تجمیع نظرهای اولیه هر شرکت کننده و $\alpha = ۰,۴۶۴$ برای تجمیع نهائی نظرهای شرکت کنندگان با یکدیگر در نظر گرفته شده است [برای آگاهی از جزئیات این شروط و نحوه محاسبه α پیشنهاد می شود منابع [۳۸-۳۶] مورد مطالعه قرار گیرند]. در این مثال ارزش نهایی هر متقاضی یک‌بار با در نظر گرفتن اهمیت یکسان برای کلیه شرکت کنندگان و بار دیگر با در نظر گرفتن وزن نسبی هر یک از شرکت کنندگان محاسبه و نتایج آن با یکدیگر مقایسه شده است.

جدول ۱: ارزیابی های فردی تصمیم گیران از گزینه ها و مقادیر تجمیعی آنها.

	متقاضی ۱							متقاضی ۲						
	$C_۱$	$C_۲$	$C_۳$	$C_۴$	$C_۵$	$C_۶$	OWA	$C_۱$	$C_۲$	$C_۳$	$C_۴$	$C_۵$	$C_۶$	OWA
$DM^۱$	۳	۳	۳	۲	۲	۲	۲,۶۱۵	۳	۲	۲	۲	۲	۱	۱,۹۲
$DM^۲$	۳	۳	۳	۲	۲	۲	۲,۴۳۵	۳	۳	۲	۲	۲	۱	۲,۰۷۱
$DM^۳$	۳	۳	۳	۲	۲	۱	۲,۲۳۹	۳	۳	۳	۳	۳	۲	۲,۸۰۴
$DM^۴$	۳	۳	۳	۲	۲	۱	۲,۲۳۹	۳	۳	۳	۳	۲	۲	۲,۶۱۵

فرایند انتخاب گزینه نهایی در دو مرحله کلی: ۱. محاسبه وزن شرکت کنندگان و ۲. محاسبه مقادیر تجمیعی و ارزش نهایی هر گزینه ارائه می شود. در مرحله اول، ابتدا وزن هر یک از تصمیم‌گیران بر اساس نظر سایر اعضا با استفاده از داده های جدول ۱ و رابطه (۱۲) محاسبه می شود. در این مثال b=۱ درنظرگرفته شده است. سپس با استفاده از عملگر OWA و رابطه (۱۳)، وزن نهایی هر تصمیم‌گیر از نظر سایر اعضای گروه (w_j) به‌دست می آید. در این مثال از $\alpha = ۰/۴۶$ و بردار وزن متناظر (۰/۱۷۲، ۰/۲۲۸، ۰/۰۶)=W برای تجمیع وزن هر یک از شرکت کننده‌ها استفاده شده است. وزن نهایی تصمیم‌گیران از نظر سایر اعضای گروه

در جداول ۲ و ۳ نشان داده شده است. وزن های به دست آمده باید با استفاده از رابطه زیر نرمال شوند:

$$\overline{w}_j = \frac{w_j}{\sum_{j=1}^{4} w_j} \qquad (۱۵)$$

همان طور که قبلاً اشاره شد، در یک فرایند تصمیم‌گیری ممکن است مدیر گروه خواهان اعمال نظرهای خود در باره اهمیت نسبی تصمیم‌گیران در فرایند انتخاب گزینه نهایی باشد. مدیر گروه نظرهای خود را در باره اهمیت نسبی تصمیم‌گیران به صورت $D_۱$=۳، $D_۲$=۲، $D_۳$=۱، $D_۴$=۱ ارائه کرده است. با نرمال کردن این مقادیر با استفاده از رابطه (۱۵) مقادیر نرمال شده وزن تصمیم‌گیران از نظر مدیر گروه برابر $D_۱$=۰,۴۳، $D_۲$=۰,۲۹، $D_۳$=۰,۱۴، $D_۴$=۰,۱۴ می شود که در جداول ۲ و ۳ نشان داده شده است. پس از مذاکرات صورت گرفته، اهمیت نظر مدیر گروه در انتخاب گزینه نهایی برابر ۶۰٪ (α = ۰,۶) و نظر تصمیم‌گیران برابر ۴۰٪ (β = ۰,۴) در نظر گرفته شده است. با توجه به مقادیر w_i و D_i در جدول ۲ و ۳ و رابطه (۱۴) وزن نهایی هر یک از تصمیم‌گیران برای متقاضی یک برابر (λ_1 = (۰,۳۶ ،۰,۲۶ ،۰,۱۹ ،۰,۱۹) برای تقاضا نامه دو برابر (۰,۱۷، ۰,۱۹، ۰,۲۷، ۰,۳۷) = λ_2 به دست آمده است.

جدول ۲: وزن و اهمیت نسبی تصمیم گیران در ارزیابی متقاضی ۱.

λ_i	$\overline{D_i}$	D_i	$\overline{w_i}$	w_i	w_{ij}				
					DM^4	DM^3	DM^2	DM^1	
۰,۳۶	۰,۴۳	۳	۰,۲۵	۰,۳۵	۰,۳۱	۰,۳۱	۰,۳۸	–	DM^1
۰,۲۶	۰,۲۹	۲	۰,۲۳	۰,۳۳	۰,۳۴	۰,۳۳	–	۰,۳۳	DM^2
۰,۱۹	۰,۱۴	۱	۰,۲۶	۰,۳۶	۰,۴	–	۰,۳۳	۰,۲۷	DM^3
۰,۱۹	۰,۱۴	۱	۰,۲۶	۰,۳۶	–	۰,۴	۰,۳۳	۰,۲۷	DM^4

جدول ۳: وزن و اهمیت نسبی تصمیم گیران در ارزیابی متقاضی ۲.

λ_i	$\overline{D_i}$	D_i	$\overline{w_i}$	w_i	w_{ij}				
					DM^4	DM^3	DM^2	DM^1	
۰,۳۷	۰,۴۳	۳	۰,۲۷	۰,۴۶	۰,۲۵	۰,۱۲	۰,۶۳	–	DM^1
۰,۲۷	۰,۲۹	۲	۰,۲۳	۰,۴	۰,۳	۰,۲	–	۰,۵	DM^2
۰,۱۹	۰,۱۴	۱	۰,۲۷	۰,۴۶	۰,۶۳	–	۰,۲۵	۰,۱۲	DM^3
۰,۱۷	۰,۱۴	۱	۰,۲۳	۰,۴	–	۰,۵	۰,۳	۰,۲	DM^4

در مرحله دوم مقادیر تجمیعی نظرهای شرکت کنندگان محاسبه و با استفاده از عملگر HWA مقادیر نهایی هر یک از متقاضی ها محاسبه و گزینه برتر انتخاب می شود. همان‌طور که قبلاً اشاره شد، در تجمیع نظرهای فردی تصمیم‌گیران از عملگر OWA با کمیت سنج $Q_\alpha = r^\alpha$, $\alpha = 1.2$ و بردار وزن متناظر (۰/۱۹۶، ۰/۱۸۹، ۰/۱۸۰، ۰/۱۶۸، ۰/۱۵۱، ۰/۱۱۶)=W استفاده شده است. مقادیر تجمیع شده نظرهای فردی شرکت کنندگان در جدول ۱ نشان داده

شده است. با توجه به الگوریتم ارائه شده برای محاسبه عملگر HWA، ارزش نهایی هر یک از گزینه ها به صورت زیر محاسبه می شود:

۱. ارزیابیهای تجمیعی هر تصمیم گیر (جدول ۱) در وزن نسبی هر تصمیم گیر (۴و...و۱=i) λ_i ضرب می شود. در این مرحله مقدار ۱=n فرض شده است. در حالتی‌که کلیه شرکت کنندگان از وزن یکسانی برخوردارند، مقدار (۴و...و۱=i) ۰,۲۵= λ_i در نظر گرفته شده است و در حالت دوم، مقادیر وزن تصمیم گیران در مورد گزینه های ۱ و ۲ بر اساس جداول ۲ و ۳ به ترتیب برابر (۰/۱۹، ۰/۱۹،۰/۲۶،۰/۳۶/۰/۰)= λ_1 و (۰/۱۷، ۰/۱۹، ۰/۲۷، ۰/۳۷)= λ_2 در نظر گرفته شده است.

۲. مقادیر وزین به دست آمده از مرحله قبل به ترتیب صعودی به نزولی مرتب می‌شوند.

۳. مقادیر وزین مرتب شده در اوزان عملگر HWA ضرب می‌شود و ارزش نهایی هر گزینه به دست می‌آید. برای تجمیع نظرهای تصمیم‌گیران با یکدیگر از ۰/۴۶۴= α و بردار وزن متناظر (۰/۱۲۵، ۰/۱۵، ۰/۱۹۹، ۰/۵۲۶)=w استفاده شده است. مقادیر نهایی گزینه‌ها در دو حالت بدون در نظر گرفتن وزن نسبی تصمیم گیران (گروه همگن) و با در نظر گرفتن وزن نسبی تصمیم‌گیران (گروه ناهمگن) به ترتیب در جداول ۴ و ۵ نشان داده شده اند.

همان‌طور که از نتایج به‌دست آمده مشهود است، ارزش نهایی هر گزینه در حالتی که تمام تصمیم‌گیران از اهمیت یکسانی برخوردارند، به ترتیب برای متقاضی ۱ و ۲ برابر ۰/۶۱۹ و ۰/۶۳۷ است. در این حالت، واضح است که امتیاز دانشجوی دوم از امتیاز دانشجوی اول بیشتر است و دانشجوی دوم برای ادامه تحصیل در مقطع دکتری انتخاب می‌شود. اما در حالتی‌که وزن نسبی تصمیم‌گیران محاسبه و در برآورد ارزش نهایی هر متقاضی اثر داده شده است، مشاهده می‌شود که ارزش نهایی متقاضی ۱ و ۲ به ترتیب برابر ۰/۷۳۴ و ۰/۶۱۴

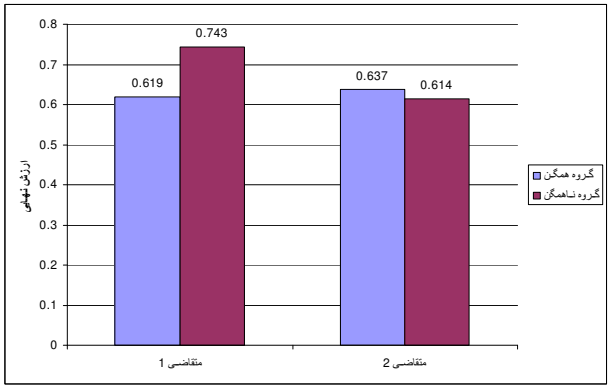
است. کاملاً واضح است که در این حالت امتیاز دانشجوی اول از امتیـاز دانشـجوی دوم بیشتر است و دانشجوی اول باید برای ادامه تحصیل در مقطع دکتری انتخاب شود. در شکل ۱ ارزش و رتبه بنـدی گزینـه‌هـا در دو حالـت گـروه تصـمیم گیـر همگن و ناهمگن نشان داده شده است.

جدول ٤: ارزش نهائی گزینه ها ی ۱ و ۲ بدون در نظرگرفتن وزن نسبی تصمیم گیران (گروه ناهمگن)

متقاضی ۱					متقاضی ۲			
λ_i		P_i	$\lambda_i.P_i$	HWA	λ_i	P_i	$\lambda_i.P_i$	HWA
۰,۲۵	DM^1	۲,۶۱۵	۰,۶۵۳۷	۰,۶۱۹	۰,۲۵	۱,۹۲	۰,۴۸	۰,۶۳۷
۰,۲۵	DM^2	۲,۴۳۵	۰,۶۱		۰,۲۵	۲,۰۷۱	۰,۵۱۸	
۰,۲۵	DM^3	۲,۲۳۹	۰,۵۶		۰,۲۵	۲,۸۰۴	۰,۷۰۱	
۰,۲۵	DM^4	۲,۲۳۹	۰,۵۶		۰,۲۵	۲,۶۱۵	۰,۶۵۴	

جدول ٥: ارزش نهایی گزینه های ۱و۲ با در نظر گرفتن وزن نسبی تصمیم‌گیران (گروه نا همگن)

متقاضی ۱					متقاضی ۲			
λ_i		P_i	$\lambda_i.P_i$	HWA	λ_i	P_i	$\lambda_i.P_i$	HWA
۰,۳۶	DM^1	۲,۶۱۵	۰,۹۱۱۴	۰,۷۴۳	۰,۳۷	۱,۹۲	۰,۶۹۱۲	۰,۶۱۴
۰,۲۶	DM^2	۲,۴۳۵	۰,۶۵۷۴		۰,۲۷	۲,۰۷۱	۰,۵۵۹	
۰,۱۹	DM^3	۲,۲۳۹	۰,۴۲۵۴		۰,۱۹	۲,۸۰۴	۰,۵۳۳	
۰,۱۹	DM^4	۲,۲۳۹	۰,۴۲۵۴		۰,۱۷	۲,۶۱۵	۰,۴۷۱	



شکل۲: ارزش نهایی گزینه ها برای تصمیم گیران گروهی همگن/ ناهمگن

نتایج

در این مقاله ضمن ارائه یک روش جدید برای محاسبه وزن نسبی تصمیم‌گیران، اهمیت و تأثیر این روش در رتبه بندی نهایی گزینه ها مورد بررسی قرار گرفت. ویژگی بارز روش پیشنهادی این است که در این روش برای محاسبه وزن و اهمیت نسبی تصمیم‌گیران، از ارزیابی تصمیم‌گیران نسبت به یکدیگر و ارزیابی ذهنی مدیرگروه نسبت به تصمیم‌گیران به طور همزمان استفاده می شود. با استفاده از این روش و در نظر گرفتن وزن نسبی تصمیم‌گیران، مسئله تصمیم‌گیری به واقعیت نزدیکتر و گزینه نهایی با دقت بیشتری انتخاب می‌شود. همان گونه که در مثال ذکر شده مشاهده شد، نتایج رتبه بندی گزینه ها در دو حالت بدون در نظر گرفتن اهمیت نسبی تصمیم‌گیران و با در نظر گرفتن اهمیت نسبی هریک از تصمیم‌گیران کاملاً با یکدیگر متفاوت بودند که این بیانگر اهمیت و تأثیر روش ذکر شده در رتبه بندی نهایی گزینه هاست. علاوه براین، کاربرد این روش در عملگر HWA که توسط Xu ,Da [۱] معرفی شد، مورد بررسی قرار گرفت.

مراجع

1. Z. Xu & J. Chen, "An Interactive Method for Fuzzy Multiple Attribute Group Decision Making", *Information Sciences*, Article in Press, 2006.
2. A. Abrishamchi, A. Ebrahimian, M. Tajrishi, "Case Study: Application of Multicriteria Decision Making to Urban Water Supply". *Journal of Water Resources Planning and Management,* Vol. 131, No. 4, pp. 326 –335, 2005.
3. S. Erdog˘mus, H.Arasb., E.Koc. , "Evaluation of Alternative Fuels for Residential Heating in Turkey Using Analytic Network Process (ANP) with Group Decision-making", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Article in Press, 2004.
4. R. Ramanathan, L.S.Ganesh, "A Multi-objective Programming Approach to Energy Resource Allocation Problems", *International Journal of Energy Research*, vol. 17, pp. 105–19, 1990.
5. M.H. Phua, M.Minowa, "A GIS-based Multi-criteria Decision Making Approach to Forest Conservation Planning at a Landscape Scale: a Case Study in the Kinabalu Area, Sabah, Malaysia", *Landscape and Urban Planning*, vol. 71, pp. 207–222, 2005.
6. G. Herath, "Incorporating Community Objectives in Improved Wetland Management: The Use of The Analytic Hierarchy Process", *Journal of Environmental Management*. Vol. 70, pp. 263–273, 2004.
7. O.I. Larichev, H.M. Moshkovich, "ZAPROS-LM-a Method and System for Ordering Multiattribute Alternatives", European Journal of Operational Research, vol. 82, pp. 503–521, 1995.
8. B. Roy, P .Vincke, "Multicriteria Analysis: Survey and New Directions". European Journal of Operational Research, vol.8, pp. 207–218, 1981.
9. V.Mousseau, J. Figueira, L.Dias, C. Gomes da Silva, Climaco & J. "Esolving Inconsistencies Among Constraints on the Parameters of an MCDA Model", *European Journal of Operational Research*. Vol. 147, pp. 72–93, 2003.
10. Z. Xu, "Induced Uncertain Linguistic OWA Operators Applied to Group Decision Making", *Information Fusion*, Vol. 7, pp. 231–238, 2006.
11. B. Al-Kloub, T. Al-Shemmeri, A. Pearman, "The Role of Weights in Multi-criteria Decision Aid, and the Ranking of Water Projects in Jordan", *European Journal of Operational Research.* Vol. 99, pp. 278–288, 1997.
12. Y.M. Wang, C .Parkan, 2005, "A General Multiple Attribute Decision-Making Approach for Integrating Subjective Preferences and Objective Information", Fuzzy Sets and Systems. Article in Press.
13. K. Kheireldin, H. Fahmy, "Multi-criteria Approach for Evaluating Long Term Water Strategies", *Water International*, Vol. 26, pp. 527–535, 2001.
14. C.H. Yeh, R.J. Willis, H. Deng & H. Pan, "Task Oriented Weighting in Multi-Criteria Analysis", *European Journal of Operational Research*, V. 119, pp. 130–146, 1999.

15. Z. Chen, “Consensus in Group Decision Making under Linguistic Assessments” *PhD Thesis,* Department of Industrial and Manufacturing Systems Engineering, College of Engineering Kansas State University, Manhattan, 2005.
16. P. S. Bullen, D. S. Mitrinovic & P. M. Vasic, “Means and their Inequalities”, Mathematics and its Applications, 31, D. Reidel Publishing Co., Dordrecht, 1988.
17. J.L. Marichal, “Aggregation Operators for Multicriteria Decision and Ph.D. Dissertation”, University de Liege, 1999.
18. R.R. Yager, “On Weighted Median Aggregation”, International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-based Systems 2. 101– 113, 1994.
19. M. Sugeno, “Theory of Fuzzy Integrals and its Applications”, Ph.D. thesis, Tokyo Institute of Technology, Tokyo, 1974.
20. D. Dubois, H. Fargier, H. Prade, “Refinements of the Maximin Approach to Decision-making in a Fuzzy Environment”, *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 81, No. 1, pp. 103-122.
21. R.R. Yager, “On Ordered Weighted Averaging Aggregation Operators in Multi-criteria Decision Making”, IEEE Trans.Systems, Man Cybernet. Vol. 18, pp. 183–190, 1988.
22. R.R. Yager, “Families of OWA Operators”, Fuzzy Sets and Systems, Vol. 59, pp. 125–148, 1993.
23. R.R. Yager, “Aggregation Operators and Fuzzy Systems Modeling”, Fuzzy Sets and Systems, Vol. 67, pp.129–145, 1994.
24. Z.S. Xu & Q.L. Da, "An Overview of Operators For Aggregating Information", *International Journal of Intelligent Systems*, Vol. 18, pp. 953–969, 2003.
25. R.R. Yager & J. Kacprzyk, " Ordered Weighted Averaging Operators: Theory and Applications" *Kluwer Academic Publishers*, Boston, 1997.
26. P.S. Bullen, D.S. Mitrinovic, P.M. Vasic, "Means and Their Inequalities", *D. Reidel Publishing Company*, Dordrecht, 1988.
27. J.L. Marichal, "Aggregation Operators for Multicriteria Decision Aid", *Ph.D. Dissertation*, Universite de Liege, 1999.
28. H. Jiang & J.R. Eastman, “Application of Fuzzy Measures in Multi-criteria Evaluation in GIS”. Int J Geogr Inf Syst. Vol. 14, No. 2, pp.173–184, 2000.
29. C. Carlsson & R. Full´er & S. Full´er, “OWA Operators for Doctoral Student Selection Problem”, in: R.R. Yager and J. Kacprzyk eds., The Ordered Weighted Averaging operators: Theory, Methodology, and Applications, Kluwer Academic Publishers, Boston, pp. 178-197, 1997.
30. S.E. Bodily, “Modern Decision Making: a Guide to Modeling with Decision Support Systems”, McGraw-Hill Book Company, New York, 1985.
31. B. Mellers & S. Chang , “Representations of Risk Judgments”, Organ Behav Hum Dec. Vol. 52, No. 7, pp.167–184 1994.
32. R.R. Yager &, “Quantifier Guided Aggregation Using OWA Operators’. *International Journal of Intelligent Systems*, Vol. 11, pp. 49-73 1996.
33. Z.S. Xu & Q.L. Da, "An Overview of Operators for Aggregating Information", *International Journal of Intelligent Systems*, Vol. 18, pp. 953–969, 2003.

34. H. Regan, M. Olyvan & L. Markovchick, “A Formal Model for Consensus and Negotiation in Environmental Management”, *Journal of Environmental Management,* Article in press, pp.1-10, 2005.
35. E. Condon, B. Golden, E. Wasil, "Visualizing Group Decisions in the Analytic Hierarchy Process", *Computers and Operations Research*, Vol. 30, pp. 1435–1445, 2003.
36. G. Bordogna, M. Fedrizzi, & G. Pasi, "A Linguistic Modeling of Consensus in Group Decision Making Based on OWA Operators", *IEEE Trans. Systems, Man, Cybernet.-Pt. A: Systems Humans*, Vol. 27, No. 1, pp. 126–132, 1997.
37. C. Carlsson, R. Fuller, S. Fuller, "OWA Operators for Doctoral Student Selection Problem", in: R.R. Yager, J. Kacprzyk (Eds.), The Ordered Weighted Averaging Operators: Theory, Methodology and Applications, *Kluwer Academic Publishers*, Boston, pp. 167–178, 1997.
38. A. Davey, D. Olson & J. Wallenius, "The Process of Multi Attribute Decision Making: a Case Study of Selecting Applicants for a Ph.D. Program", *European J. Oper. Res*. Vol. 72, pp. 469–484, 1994.
39. R. Smolíková & M.P. Wachowiak, "Aggregation Operators for Selection Problems", *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 131, No. 1, pp. 23-34, 2002.

(تاریخ دریافت مقاله: ۲ /۱۲/۱۳۸۵)

(تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۸۶/۴/۲۳)