

استفاده از تصمیم گیری گروهی چند معیاره در توزیع اعتبار واحدهای پژوهشی دانشگاهی

محمد جواد اصغرپور - دانشگاه علم و صنعت ایران

ام البنین یوسفی - دانشگاه علم و صنعت ایران

چکیده:

در این تحقیق بدنبال تدوین الگویی مناسب جهت توزیع اعتبار مراکز پژوهشی دانشگاهی، با استفاده از متدهای تصمیم گیری گروهی چند معیاره هستیم، لذا ابتدا از روش «دلفی» به عنوان روشی مناسب جهت تهیه شاخصهای توزیع اعتبار استفاده شده و با استفاده از مفاهیم بهره وری به تدوین این شاخصها در دو قسمت «استمرار سطح» و «رشد و توسعه» پرداخته شده است. سپس تکنیک «بردا» جهت تعیین اولویتهای ترتیبی شاخصها بکار رفته و در ادامه از مدل ریاضی «برنامه ریزی خطی» (از آقای دکتر اصغر پور) جهت تعیین اوزان کاردینال شاخصها استفاده شده است. پس از آن با استفاده از روش «الکتر» به رتبه بندی ترتیبی مراکز پژوهشی پرداخته شده و سپس اوزان کاردینال این مراکز با بکار گیری مدل برنامه ریزی خطی بدست آمده اند. در پایان نیز مدل نهایی تخصیص اعتبار با استفاده از اوزان کاردینال مراکز در دو قسمت استمرار سطح و رشد و توسعه ارائه شده است. لازم به توضیح است که تکنیکهای بکار گرفته شده و روش مورد استفاده در این پروژه، قابل تعمیم برای کلیه مواردی است که اولویت بندی ترتیبی و کاردینال تعدادی آلترناتیو با استفاده از مجموعه ای مناسب از شاخصها مورد نظر باشد.

کلمات کلیدی: توزیع اعتبار، شاخص، رتبه بندی ترتیبی، رتبه بندی کاردینال، دلفی، تابع بردا، متد الکتر، برنامه ریزی خطی

۱- مقدمه

از جمله اصول مهم در بهبود مدیریت در هر سازمان، بکارگیری روشهای علمی تصمیم گیری و نگرش سیستمی و جمع آوری سیستماتیک اطلاعات، ارزیابی و سنجش علمی و بهینه اطلاعات می باشد. این تحقیق به دنبال بهبود در امر تصمیم گیری در مورد توزیع مراکز پژوهشی دانشگاهی می باشد از آنجایی که مراکز فوق تحقیقاتی بوده و با معضلات و مسائل خاصی روبرو هستند و ورودی و خروجیهای خاصی را نیز دارا هستند و از طرفی زیر مجموعه ای از مجموعه دانشگاه (با شرایط و اهداف خاص خود) می باشند. و به علاوه با توجه به اهمیت مسئله تخصیص بودجه که گریبان گیر بسیاری از مراکز تصمیم گیری می باشد و نیز لزوم استفاده از نظرات افراد ذی صلاح و ارائه مدلی مناسب جهت تخصیص اعتبار، اهمیت ارائه مدلی مناسب جهت توزیع اعتبار این گونه مراکز، با در نظر گرفتن نکات فوق روشن می شود. این روش می تواند در کلیه سازمانها مؤسسات و شرکتهایی که قصد سنجش و ارزیابی بهتر را دارند مورد استفاده قرار گیرد و به خصوص در مواردی که استفاده از نظرات افراد مختلف مورد نیاز می باشد و نیز مواردی که نیاز به تهیه و تدوین شاخصهای مورد نیاز مناسب جهت ارزیابی تعداد گزینه مورد نظر می باشد و یا رتبه بندی شاخصها لازم بوده و همچنین در مواردی که رتبه بندی ترتیبی و کاردینال تعدادی گزینه مورد نظر می باشد.

۲- تصمیم گیری گروهی

امروزه از مهمترین وظایف یک مدیر بدلیل محدود بودن منابع، تصمیم گیری و برنامه ریزی فعالیتهای به منظور رسیدن به اهداف معین و در محدوده مشخص می باشد. از طرفی بسیاری از تصمیم گیریهای سازمانی منشأ گروهی دارند. دلایل روند گرایش به تصمیم گیری گروهی را می توان عوامل زیر دانست: [۵]

- ۱- بیشتر سازمانها اعتقاد دارند که تصمیم گیری گروهی بهتر از تصمیم گیری فردی است. همزمان با پیچیده شدن سیستم در سازمانها و افزایش نا معلوم ها و مشکلات، این احساس بوجود می آید که تصمیمات گسترده شده و از حدوده تصمیم گیری فردی خارج می گردد.
- ۲- بیشتر سازمانها اعتقاد دارند که گروه بیشتر از فرد خلاقیت دارد. در تصمیم گیریها به راه حلهای ابتکاری نیاز است.

۳- سازمانها بر این باورند که دخالت بیشتر، اعضای گروه را برای اجرای تصمیماتی که شامل آنان هم می شود، زمانی می توان بدست آورد که اعضا در تصمیم گیری مشارکت داشته باشند.

در طول پنجاه سال اخیر، پیرامون بحث تصمیم گیری گروهی، روشها و تکنیکهای بسیاری مطرح شده اند. تصمیم گیری گروهی، به سه بخش عمده زیر تقسیم میشود: [۱]

۱- تئوری انتخابات دسته جمعی (Social choice theory)

۲- رأی گیری از خبرگان / مشارکت گروهی (Expert judgment / Group participation)

۳- تئوری بازیها (Game theory)

تئوری انتخابات دسته جمعی از سه بخش اصلی رأی دادن و رأی گیری، توابع انتاب دسته جمعی و توابع رفاه دسته جمعی تشکیل شده و به بررسی انواع روشهای رسیدن به انتخاب دسته جمعی با توجه به ارجحیتهای افرادی در جوامع دموکراتیک می پردازد. از جمله تکنیک های مورد استفاده از این قسمت «تابع انتخاب دسته جمعی بردا» می باشد که در قسمت (۳-۲) توضیح داده شده است. مشارک گروهی نیز به بررسی روشهای مختلف خلق ایده، رأی گیری از ایده ها، ساختار دهی سیستماتیک به اطلاعات، شبیه سازی، کنترل و اجرای پروژه می پردازد. از جمله تکنیک های مطرح در این بخش که در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته «روش دلفی» است که در قسمت (۳-۱) توضیح داده شده است.

۳-۱- تکنیک دلفی [۹، ۶، ۵، ۴، ۱]

این متد در سال ۱۹۵۰ میلادی برای نخستین بار در نیروی هوایی ایالات متحده آمریکا بکار گرفته شد. این شرکت برای بدست آوردن نظرات کارشناسی پیرامون مسئله شناسایی میزان خطرات بمب اتمی شوروی برای ایالات متحده، این متد را مورد استفاده قرار داد. پروژه فوق، مشهور به پروژه «دلفی» گردید و از آنجا تکنیک دلفی بوجود آمد.

این متد بصورت تلفیقی از دو روش «ثبت ذهنیات» و «ممیزی» است. هدف از این متد دسترسی به مطمئن ترین توافق گروهی از (عقاید خبرگان) در مورد یک موضوع مورد بحث خواهد بود. این دسترسی با استفاده از پرسشنامه و نظرخواهی از خبرگان، به دفعات مکرر با توجه به بازخور از آنها صورت می پذیرد.

متد دلفی یک «سوروی» از عقاید خبرگان با ویژگی مخصوص می باشد. این ویژگیها عبارتند از:

۱- پاسخ بیطرفانه به پرسشنامه ها

۲- تکرار دفعات ارسال پرسشنامه و دریافت بازخور از آنها

۳- تجزیه و تحلیل آماری از پاسخ به سئوالات بصورت گروهی

دفعات تکرار از ارسال پرسشنامه ها ممکن است بین ۳ الی ۵ دفعه تغییر کند. این تغییر بستگی به درجه توافق گروهی از پاسخ دهندگان و اطلاعات اضافی لازم از آنها دارد. اولین پرسشنامه، معمولاً نیاز به پاسخ به یک سؤال عمده و وسیع از مسئله مورد بحث را داشته، در حالیکه پرسشنامه های بعدی بر اساس پاسخهای دریافتی از پرسشنامه های قبلی تنظیم می شود. فرآیند دلفی زمانی متوقف می شود که توافق گروهی در بین خبرگان پاسخ دهنده حاصل شده باشد و یا آنکه تبادل اطلاعات به قدر کافی صورت پذیرفته باشد.

۳-۱-۱- مراحل روش دلفی

• مرحله اول- تشکیل گروه طراح و تحلیل گر (ستاد عملیاتی)

این گروه مسئولیت تهیه، توزیع و ارزیابی پرسشنامه ها را داشته و خاصاً مسئولیت نتایج حاصل از بکارگیری این متد را به عهده خواهند داشت

• مرحله دوم- انتخاب گروه خبرگان

خبرگان پاسخ دهنده در این مرحله، به تعداد ۱۰ الی ۱۵ نفر از یک گروه همگن و توسط ستاد عملیاتی انتخاب می شوند. پیشنهاد می شود افرادی برای پاسخگویی انتخاب شوند که دارای شرایط زیر باشند:

۱- شخصاً احساس درگیری با مسئله مورد بحث را داشته باشند

۲- اطلاعات مدام از مسئله مفروض را برای همکاری داشته باشند

۳- انگیزه شرکت در فرآیند دلفی را داشته باشند.

۴- احساس کنند که اطلاعات حاصل از یک توافق گروهی برای خود آنها ارزشمند خواهد بود.

• مرحله سوم- اولین مرحله توزیع پرسشنامه

طرح سؤال اصلی از مسئله مورد بحث و تنظیم اولین پرسشنامه با آن سؤال کلی. اولین پرسشنامه به پاسخ دهندگان فرصت می دهد که پاسخ ها و راه حل های خود را به سؤال جامع مطرح شده (حتی بصورت احتمالی) بنویسند.

- مرحله چهارم- تجزیه و تحلیل پاسخ های برگشتی از پرسشنامه شماره ۱ تجزیه و تحلیل این پرسشنامه می بایست منجر به لیستی از نکات (یا شاخص های) تذکر داده شده توسط پاسخ دهندگان شود.
- مرحله پنجم- تهیه و توزیع پرسشنامه دوم پرسشنامه دوم بر اساس نتایج حاصل از پرسشنامه یکم و به منظور مشخص کردن نکات مورد توافق و عدم توافق و نیز نکاتی از پرسشنامه اول که نیاز به شکافته شدن و اظهار نظر دارند تهیه می گردد. همچنین از پاسخ دهندگان خواسته می شود که به نکات موجود در لیست تنظیمی از نتایج پرسشنامه اول رأی داده و آنها رتبه بندی کنند.

• مرحله ششم- تجزیه و تحلیل پاسخ های برگشتی از پرسشنامه شماره ۳ در این مرحله آراء داده شده به شاخص های موجود از لیست تنظیم شده شمارش خواهند شد (یا آنکه بطور نمونه با استفاده از «اعداد بردا» به امتیاز کمی تبدیل می شود) و شاخصها به ترتیب ارجحیت لیست می شوند.

• مرحله هفتم- تهیه و توزیع پرسشنامه سوم این پرسشنامه برای نشان دادن کلیه نتایج حاصل شده تا کنون از فرآیند دلفی، رأی گیری یا رتبه بندی نهایی از شاخص های بوجود آمده، مشخص کردن حدود برای پیشنهاد یا اجراء، نظر خواهی از تناقضات احتمالی و... است.

- مرحله هشتم- تجزیه و تحلیل پاسخ های برگشتی از پرسشنامه شماره ۳ این تجزیه و تحلیل شبیه به تجزیه و تحلیل موجود از مرحله ششم بوده و رتبه بندی نهایی از شاخصها و طبقات آنها تعیین خواهد شد.
- مرحله نهم- ارسال و برگشت پرسشنامه ها می تواند تا پنج مرحله تکرار شود (در صورت نیاز حتی توأم با مصاحبه حضوری)
- مرحله دهم- تهیه گزارش هایی از فرآیند دلفی
- مرحله یازدهم- مطلع کردن خبرگان پاسخ دهنده از نتایج حاصله

۲-۲- تابع انتخاب دسته جمعی بردا (Borda) [۱،۲،۳]

Borda (۱۷۹۹-۱۷۳۳) یک ریاضیدان و دریانورد فرانسوی است که این تابع را ارائه داده ست. روشی که وی پیشنهاد میکند یک روش رتبه ای (rank-order) می باشد. به اینصورت که با فرض وجود m کاندید در مجموعه A اعداد $m-1, \dots, m-2, \dots, 1$ به ترتیب به کاندید رتبه اول، دوم، سوم و... تا آخرین رتبه تخصیص می یابد. آنگاه نمره بردا برای هر کاندید تعیین می گردد که در واقع مجموع نمره های انفرادی هر کاندید می باشد. در نهایت کاندید ها به ترتیب نزولی نمره بردا مرتب می شوند. به بیان ریاضی تابع بردا بصورت زیر است:

$$f_B(x) = \sum_{y \in A} \#(i: xp_i, y) \quad (1)$$

$\#(I: Xp_i Y)$: تعداد افرادی که X را بر Y ترجیح داده اند. A : مجموعه آلترناتیوها

۵- کاربرد روش ELECTRE در رتبه بندی تریبی گزینه ها [۷]

در دهه های اخیر مدل های چند معیاره (MCDM) توجه محققین زیادی را جهت تصمیم گیری های پیچیده، به خود جلب کرده است. این مدل های تصمیم گیری به دو دسته عمده تقسیم می شوند: مدل های چند هدفه (MODM) و مدل های چند شاخصه (MADM)، بطوریکه مدل های چند هدفه به منظور طراحی بکار گرفته می شوند. در حالیکه مدل های چند شاخصه به منظور انتخاب گزینه های برتر استفاده می گردند. مدل های ارزیابی برای یک MADM به دو مدل جبرانی و غیر جبرانی تقسیم میشوند. مدل غیر جبرانی شامل روشهایی می گردد که اغلب نیاز به کسب اطلاعات از DM نداشته و منجر به یک جواب عینی می گردند. در مدل های جبرانی تبادل بین شاخصها مجاز است، یعنی بطور مثال ضعف یک شاخص ممکن است توسط امتیاز شاخص دیگری جبران شود. روش الکترا یکی از متدهای موجود در مدل های جبرانی می باشد. در این روش کلیه گزینه ها با استفاده از مقایسات «غیر رتبه ای» مورد ارزیابی قرار می گیرد، کلیه مراحل انجام این روش بر مبنای یک مجموعه هماهنگ و یک مجموعه ناهماهنگ پایه ریزی می شوند و روش بدین لحاظ معروف به «آنالیز هماهنگی» هم می باشد.

۵-۱- مراحل کلی روش الکترون

- قدم اول- تبدیل ماتریس تصمیم گیری D به یک ماتریس «بی مقیاس»
 - قدم دوم- تشکیل ماتریس «بی مقیاس وزین» با استفاده از بردار اوزان مربوط به شاخصها
 - قدم سوم- مشخص نمودن مجموعه هماهنگی و مجموعه ناهماهنگی برای هر زوج از گزینه ها. مجموعه هماهنگی برای دو گزینه دلخواه K, Z مشتمل بر کلیه شاخصهایی خواهد بود که بازای آنها گزینه K بر گزینه Z ترجیح داده می شود. مکمل مجموعه فوق مجموعه ناهماهنگی را تشکیل میدهد.
 - قدم چهارم- محاسبه معیار هماهنگی و ماتریس هماهنگی. معیار هماهنگی منعکس کننده اهمیت نسبی یک گزینه نسبت به گزینه دیگر بوده و از جمع اوزان شاخصهای موجود در مجموعه هماهنگی مربوط به دو گزینه بدست می آید. ماتریس هماهنگی نشان دهنده معیار هماهنگی بین کلیه زوج گزینه هاست.
 - قدم پنجم- محاسبه معیار ناهماهنگی و ماتریس ناهماهنگی. معیار ناهماهنگی منعکس کننده شدت بدتر بودن یک گزینه نسبت به گزینه دیگر است. این معیار و ماتریس نظیر آن مشابه با قدم قبل بدست می آید.
 - قدم ششم- تشکیل ماتریس هماهنگ مؤثر و ماتریس ناهماهنگ مؤثر (ماتریسهای بولین) با مشخص کردن دو ارزش آستانه (دلخواه) برای دو ماتریس هماهنگی و ناهماهنگی و مقایسه اعداد آنها با ارزش آستانه مربوطه این اعداد به صفر و یک تبدیل شده و این دو ماتریس حاصل می شود.
 - قدم هفتم- مشخص نمودن ماتریس کلی و مؤثر
- از حاصل ضرب بولین دو ماتریس حاصل از قدم قبلی حاصل می شود و نشان دهنده ترتیب ارجحیت های نسبی از گزینه هاست و با مقایسه تعداد عناصر صفر یا یک در هر ستون (مربوط به یک گزینه) بدست می آید.
- لازم به تذکر است که با تغییر ارزشهای آستانه می توان تنها به یک گزینه مؤثر رسید یا می توان به یک رتبه بندی از کلیه گزینه ها دست یافت، در صورت ایجاد گره در رتبه بندیها می توان از روشهای توسعه یافته این مدل یعنی ELECTRE II, ELECTRE III استفاده نمود.

۶- مشخص کردن امتیازات کاردینال با استفاده از رتبه بندیهای مفروض برای m گزینه [۶]

اکثر الگوریتمهای گروهی و موجود تا کنون، برای اولویت بندی m گزینه (بصورت کاندیدا و یا در مقابل m شاخص مفروض) موفق به ارائه «رتبه بندی» از اولویتها می گردند. بدون آنکه به شدت ارجحیت ممکن از رتبه بندیها توجهی داشته باشند. تعدادی از الگوریتمها در این زمینه بصورت تصمیم گیری گروهی مطرح گردیده است. مانند توابع انتخاب دسته جمعی «بردا»، «کوک و سیفرد»، «برناردو» و ... لازم به توضیح است که الگوریتمهای رتبه بندی نیاز به مفروضات کمتری نسبت به الگوریتمهای کاردینال دارند. الگوریتمی که در ادامه توضیح داده می شود (از دکتر اصغرپور) با استفاده از اولویت بندی از m گزینه و با استفاده از مدل برنامه ریزی خطی به اوزان کاردینال برای گزینه ها می رسد.

• شرح مدل

فرض کنیم یک اولویت بندی از m گزینه، بطور نمونه بصورت ذیل مفروض باشد:

$$A_1^{(i)} > A_2^{(i)} > \dots > A_j^{(i)} > A_{j+1}^{(i)} > \dots > A_{m+1}^{(i)} > A_m^{(i)} \quad (2)$$

بطوریکه گزینه $A^{(i)}$ در رتبه یکم و گزینه $A^{(m)}$ در آخرین رتبه (m) واقع شده است. از طرفی تنها استنباط صحیح از رابطه $A_j^{(i)} > A_{j+1}^{(i)}$ (بازای برتری گزینه t بر گزینه l) این واقعیت است که می بایست $W_j > W_{j+1}$ باشد. بدین لحاظ برای اولویت بندی (۲) باید داشته باشیم:

$$W_1 > W_2 > \dots > W_j > W_{j+1} > \dots > W_{m-1} > W_m \quad (3)$$

و به بیان دیگر:

$$(w_1 - w_2) > 0, (w_2 - w_3) > 0, \dots, (w_j - w_{j+1}) > 0, \dots, (w_{m-1} - w_m) > 0 \quad (4)$$

اما، بمنظور رعایت شدت مکن از اولویت بندی های مختلف، از پارامترز برابر با بالاترین رتبه از هر یک از نامعادلات رابطه اخیر استفاده می نماییم یعنی:

$$(5) \quad 1(w_1 - w_2) > 0, 2(w_2 - w_3) > 0, \quad 3(w_3 - w_4) > 0 \quad \forall \quad j(w_j - w_{j+1}) > 0 \quad \forall \quad (m-1)(w_{m-1} - w_m) > 0$$

بنابر این به منظور دسترسی به ارزشهای مناسب از w های

موجود می بایست:

$$(6) \quad \begin{aligned} \text{Max} : & \quad \{(w_1 - w_2), 2(w_2 - w_3), \dots, j(w_j - w_{j+1}), \dots, (m-1)(w_{m-1} - w_m)\} \\ \text{st} : & \quad \sum_{j=1}^m w_j = 1 \quad , \quad w_j \geq 0 \end{aligned}$$

برای بیشینه سازی از مدل چند هدفه فوق (MODM) کافی است کمینه آن اهداف را بیشینه نماییم، بدینصورت:

$$(7) \quad \begin{aligned} \text{Max} : & \quad z \\ \text{st} : & \quad z \leq j(w_j^{(t)} - w_{j+1}^{(l)}) \quad j = \{1, 2, 3, \dots, m\} \\ & \quad z \leq mw_m^{(i)} \quad t, l = \{1, 2, 3, \dots, m\} \\ & \quad \sum_{j=1}^m w_j^{(i)} = 1 \quad i = \{1, 2, 3, \dots, m\} \\ & \quad w_j^{(i)} \geq 0 \end{aligned}$$

z یک مقدار دلخواه بوده و پارامترز بر حسب نظر آنالیست، به منظور تأمین درجه خاصی از شدت برای ارجحیات و اختلاف در بین آنها به $z/2$ و غیره تغییر می یابد.

همچنین نشان دهنده (پوزان) کاردینال برای گزینه l ام واقع در رتبه z ام است.

• مثال

فرض کنیم رتبه بندی چهار گزینه از یک تصمیم گیری به صورت زیر است:

$$A_3 > A_2 > A_1 > A_4$$

بنابراین A_3 در رتبه یکم، A_2 در رتبه دوم، A_1 در رتبه سوم و A_4 در رتبه چهارم واقع شده اند. بمنظور مشخص نمودن اوزان کاردینال برای این گزینه ها

$$\begin{aligned} \text{Max} \quad & \quad z \\ & \quad z \leq 1(w_1^{(3)} - w_2^{(2)}) \\ & \quad z \leq 2(w_2^{(2)} - w_3^{(1)}) \\ & \quad z \leq 3(w_3^{(1)} - w_4^{(4)}) \\ & \quad z \leq 4(w_4^{(4)}) \\ & \quad w_1^{(3)} + w_2^{(2)} + w_3^{(1)} + w_4^{(4)} = 1 \\ & \quad w_1, w_2, w_3, w_4 \geq 0 \end{aligned}$$

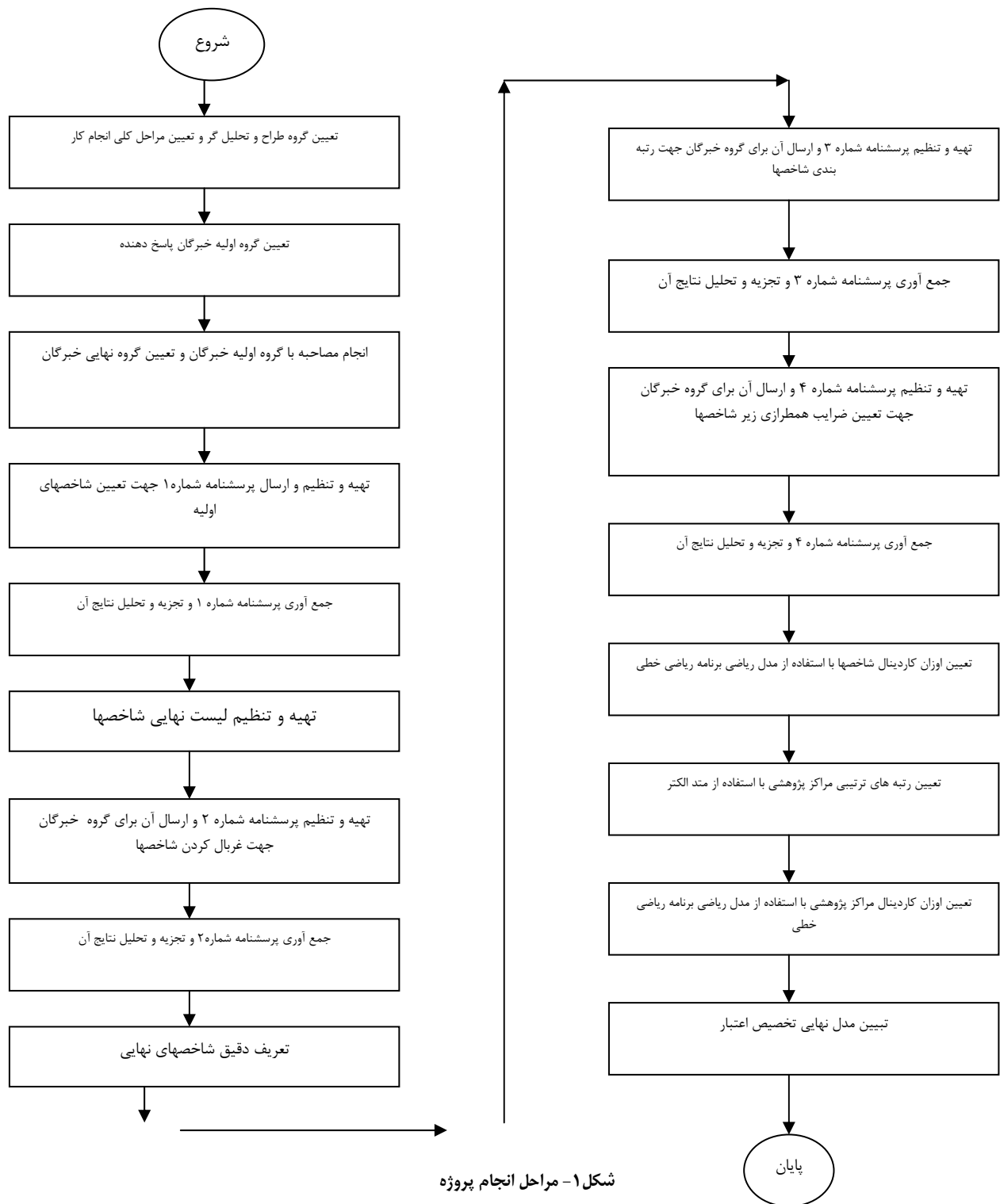
با بکارگیری مدل بهینه سازی (۷) خواهیم داشت:

بهینه حاصل از این برنامه ریزی خطی بدین قرار است (بازاء پارامتر r_j)

$$\begin{aligned}w_1^{(3)} = w_{A_3} &= 0.5209 & w_2^{(2)} = w_{A_2} &= 0.2708 \\w_3^{(1)} = w_{A_1} &= 0.1458 & w_4^{(4)} = w_{A_4} &= 0.625 & z &= 0.25\end{aligned}$$

۷- مورد اجرایی پروژه

از جمله وظایف دفتر برنامه بودجه و طرح در دانشگاه علم و صنعت ایران توزیع اعتبار مراکز آموزشی و پژوهشی در لذا ارائه مدلی مناسب جهت توزیع اعتبار مراکز پژوهشی بعنوان مطالعه موردی تحقیق حاضر انتخاب شده است. مراحل کلی کار در قالب شکل (۱) نشان داده شده است. در ادامه به شرح مختصر هر یک از این مراحل پرداخته شده و نتایج حاصله بررسی می شود.



۷-۱- تهیه و تدوین شاخصهای اولیه

در این مرحله مطابق با متد دلفی ابتدا گروه طراح و تحلیل گر شامل معاون مالی و اداری دانشگاه و رئیس دفتر بودجه، طرح و برنامه دانشگاه و مجری پروژه تعیین شد و مراحل انجام کار توسط این گروه مشخص گردید. در ادامه مجموعه ۱۴ نفری خبرگان، شامل شش نفر رؤسای پژوهشکده های دانشگاه، معاون پژوهشی دانشگاه و هفت نفر از افراد با صلاحیت علمی و عملی لازم، معرفی شده توسط رؤسای پژوهشکده ها و به درخواست ستاد عملیاتی، انتخاب گردید و با ارسال نامه و مصاحبه حضوری با هر یک از اعضاء مراحل و اهداف کار مشخص گردید. سپس ضمن مطالعه طرحهای مشابه در معاونت پژوهشی و یا مراکز غیر دانشگاهی توسط ستاد عملیاتی با ارسال پرسشنامه ۱ از افراد گروه خبرگان خواسته شد شاخصهای کمی و کیفی که از نظر آنها می تواند در توزیع اعتبار واحدها استفاده شود را لیست کنند. نتایج این مرحله شامل ۴۹ شاخص کلی و ۷۹ شاخص جزئی می باشد که در جدول ۱ ارائه شده است.

۷-۲- تهیه و تدوین شاخصهای نهایی

با توجه به تعداد زیاد شاخص بدست آمده از مرحله قبل (۷۹ شاخص) و کاهش کارایی در عمل در این مرحله به «غربال کردن شاخصها پرداخته شد این کار با استفاده از یک مقیاس فاصله ای صورت پذیرفت بدین ترتیب که ضمن ارسال پرسشنامه دوم از گروه خبرگان خواسته شد، به هر یک از شاخصهای موجود با توجه به اهمیت آن در تخصیص اعتبار به واحدهای پژوهشی امتیازی بین صفر تا ده بر اساس یک مقیاس ده نقطه ای و مطابق جدول زیر اختصاص دهند

۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
			کم		متوسط		زیاد			خیلی زیاد
	خیلی کم									

سپس در ادامه در مورد هر شاخص میانه اعداد تخصیص یافته توسط گروه بدست آمده، در مورد کل شاخصها نیز میانه میانه ها بدست آمد و شاخصهای با میانه کمتر از میانه کل بعنوان شاخصهای کم اهمیت حذف شدند، بدین ترتیب تعداد شاخصها به نصف تقلیل یافت. از طرف دیگر برای کاهش بیشتر تعداد شاخصها در مورد تعدادی از آنها چند شاخص بعنوان زیر شاخصهای یک شاخص کلی (البته با ضرایب اهمیت متفاوت که در مراحل بعد باید مشخص شدند) با یکدیگر تلفیق شدند. در ادامه این شاخصها باید بطور دقیق تعریف می شدند لذا مفاهیم بهره وری مورد نظر قرار گرفت، چرا که در واقع اعتبار بیشتر به مراکز بهره ورترباید تعلق گیرد. بدین منظور، با توجه به تعریف کلی بهره وری برابر با نسبت خروجی به ورودی واحد، خروجیها و ورودیهای مراکز پژوهشی مورد مطالعه قرار گرفت. لذا در مورد تعدادی از ورودی و خروجیهای خاص این نسبت بعنوان شاخص بهره وری تعریف گردید نظیر نسبت مقالات منتشره به تعداد اعضاء هیأت علمی (سرانه تعداد مقالات)، با اینحال با توجه به اینکه نمی توان نسبت همه خروجیها را به همه ورودیها در نظر گرفت. (به علل مختلف نظیر مشخص نبودن خروجیهای مربوط به یک ورودی خاص و یا مشکل محاسبه مقدر تعدادی از ورودیها و خروجیهای خاص مانند مواد اولیه و...) شاخصها به دو قسمت «رشد و توسعه» و «استمرار سطح» تفکیک شدند. این دو دسته شاخص همان شاخصهای باقیمانده پس از غربال کردن هستند ولی از لحاظ مقدار متفاوت هستند. شاخصهای استمرار سطح مقادیر شاخصها در یک سال بوده و مشخص کننده «بودجه استمرار سطح» واحد هستند و شاخصهای رشد و توسعه میزان افزایش شاخصها (مثبت یا منفی) نسبت به سال قبل واحد بوده و مشخص کننده «بودجه رشد و توسعه» واحد هستند. در نهایت در پایان این مرحله تعداد ۱۸ شاخص کلی که ۷ مورد از آنها از تعدادی زیر شاخص تشکیل شده اند بعنوان شاخصهای نهایی و در دو قسمت رشد و توسعه و استمرار سطح بدست آمد. جدول ۲ نشاندهنده این شاخصها است. (بهمراه نتایج قسمتهای بعدی)

۷-۳- رتبه بندی شاخصها در دو قسمت رشد و توسعه و استمرار سطح

در این مرحله ضمن ارسال پرسشنامه سوم از گروه خبرگان خواسته شد با توجه به اهمیت شاخصها نسبت به یکدیگر در تخصیص اعتبار به هر یک رتبه ای بین ۱ تا ۱۸ و در دو قسمت استمرار سطح و رشد و توسعه تخصیص دهند. پس از جمع آوری پاسخنامه ها از تکنیک بردا جهت بدست آوردن رتبه های ترتیبی نهایی استفاده گردید. نتایج این مرحله نیز در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۱- لیست شاخصهای کلی و جزئی اولیه

ردیف	شاخص	ردیف	شاخص
۲۳	تعداد بروشور و خبرنامه جهت معرفی واحد	۱	امتیاز انتشار کتب (کل واحد و سرانه)
۲۴	میزان فضای در اختیار	۲	امتیاز انتشار مقالات تخصصی (کل واحد و سرانه)
۲۵	تعداد عناوین کتب موجود در کتابخانه واحد	۳	تعداد مجلات و نشریات منتشره واحد (فارسی و لاتین)
۲۶	تعداد عناوین نشریات و مجلات موجود در کتابخانه واحد	۴	تعداد پروژه های انجام شده در واحد (دانشگاهی و صنعتی)
۲۷	تعداد دانشجویانی که پایان نامه خود را در واحد گذرانده اند (کارشناسی، کارشناسی ارشد، دکتری)	۵	حجم ریالی پروژه های انجام شده در واحد (دانشگاهی، صنعتی)
۲۸	تعداد دانشجویانی که کار آموزی خود را در واحد گذرانده اند	۶	تعداد پروژه های تحقیقاتی در جهت حل مشکلات دانشگاه
۲۹	تعداد سایر دانشجویان فعال	۷	تعداد پروژه های خدمات رسانی به دانشگاه از منابع داخلی واحد
۳۰	داوری مقالات، مجلات، سمینارها، کنفرانسها و طرحهای پژوهشی	۸	تعداد پروپوزالهای ارائه شده به صنعت
۳۱	تعداد دانشجویان شاخص مرتبط با واحد (ممتاز، قبول شده در مقطع بعدی، با رتبه قبولی شاخص)	۹	تعداد پروتکلهای امضاء شده (داخلی، خارجی)
۳۲	تعداد مجامع فرا دانشگاهی که واحد عضو آن است (غیر بین المللی، بین المللی)	۱۰	تعداد اختراعات، ابتکارات و اکتشافات ثبت شده
۳۳	میزان نفر ساعت اعضای هیأت علمی با رتبه (استاد، دانشیار، استادیار، مربی)	۱۱	تعداد سخنرانیهای ارائه شده در همایشهای برگزار شده در (داخل واحد، داخل کشور (بین المللی و غیر بین المللی) خارج کشور)
۳۴	تعداد کلاسهای آموزشی برگزار شده توسط واحد (برای صنعت، برای دانشگاه)	۱۲	تعداد بازدیدهای برنامه ریزی شده از صنعت (از طرف معاونت پژوهشی، از طرف واحد)
۳۵	همکاری در زمینه مدیریت پژوهش در دانشگاه	۱۳	تعداد کارگاههای آموزشی ارائه شده در همایشهای برگزار شده در (داخل واحد، خارج واحد)
۳۶	امتیاز آزمایشگاهی فعال (کل واحد، سرانه)	۱۴	تعداد سمینارهای ارائه شده در همایشهای برگزار شده در (داخل واحد، خارج واحد)
۳۷	داوری کتاب برای شورای انتشارات کتاب	۱۵	تعداد همایشهای برگزار شده توسط واحد در داخل کشور (غیر بین المللی)، خارج کشور (بین المللی)
۳۸	نمره مدیریت	۱۶	تعداد همایشهای برگزار شده با همکاری واحد در داخل کشور (غیر بین المللی)، خارج کشور (بین المللی)
۳۹	تعداد آزمایشگاههای فعال	۱۷	تعداد نمایشگاههای برگزار شده توسط واحد در (داخل کشور (غیر بین المللی)، خارج کشور (بین المللی))
۴۰	ضریب اشتغال	۱۸	تعداد نمایشگاههای برگزار شده با همکاری واحد در (داخل کشور (غیر بین المللی)، خارج کشور (بین المللی))
۴۱	افتخارات علمی، هنری، ملی و یا بین المللی	۱۹	تعداد قراردادهای مشاوره صنعتی
۴۲	تعداد مراکز مختلف و مستقل که از آنها منابع مالی تأمین می شود		
۴۳	همکاری در محورهای پژوهشی یا قطبهای علمی		
۴۴	نظارت بر طرحهای پژوهشی		
۴۵	همکاری در انتشار مجلات تخصصی		
۴۶	امتیاز حضور در گنجینه دانشگاه		
۴۷	مدیریت کتابخانه واحد		
۴۸	مدیریت مرکز کامپیوتر واحد		
۴۹	تجهیز و راه اندازی آزمایشگاهها و کارگاههای آموزشی		

۷-۴- بدست آوردن ضرایب همطرازی زیر شاخصها

در این مرحله ضمن ارسال پرسشنامه چهارم از گروه خبرگان خواسته شد در مورد زیر شاخصهای هر یک از ۷ شاخص حاوی زیر شاخص، با توجه به اهمیت آن در بدست آوردن شاخص اصلی ضریبی بین صفر تا صد بعنوان درصد اهمیت تخصیص دهند، پس از جمع آوری پاسخنامه ها، ضریب همطرازی هر یک از زیر شاخصها برابر با میانه اعداد تخصیص یافته توسط گروه، بدست آمد. جدول ۲ این ضرایب را نیز نشان میدهد.

۷-۵- تعیین اوزان کاردینال شاخصها با استفاده از مدل ریاضی برنامه ریزی خطی

با توجه به قسمت (۷-۳) رتبه بندی ترتیبی شاخصها به صورت زیر بدست آمد: (A_i شاخص i ام است)
در استمرار سطح: $A_2 > A_6 > A_9 > A_18 > A_5 > A_{12} > A_{17} > A_3 > A_{13} > A_1 > A_{16} > A_4 > A_{15} > A_{14} > A_{11} > A_7 = A_8 = A_{10}$

در رشد و توسعه: $A_2 > A_6 > A_{18} > A_9 > A_{13} > A_3 > A_1 > A_{12} = A_{16} > A_5 > A_{17} > A_{14} > A_{15} > A_{10} > A_7 > A_4 > A_{11} > A_8$

در این قسمت با استفاده از مدل برنامه ریزی توضیح داده شده در قسمت ۶ اوزان کاردینال شاخصها بدست آمد. نتایج حل مدل (با استفاده از نرم افزار LINGO) بازاء پارامتر Z در جدول ۲ ارائه شده است.

۷-۶- تعیین اوزان ترتیبی مراکز با استفاده از متد الکتور

در این مرحله ضمن جمع آوری اطلاعات دو سال متوالی مربوط به شش مرکز پژوهشی در دانشگاه (مقادیر شاخصهای استمرار سطح و رشد و توسعه در قالب ماتریسهای تصمیم گیری) با استفاده از متد الکتور که در قسمت ۵ توضیح داده شد رتبه های ترتیبی مراکز به صورت زیر بدست آمد: (منظور از A_i مرکز پژوهشی i ام است).

۱- در بخش استمرار سطح: $A_1 > A_3 > A_6 > A_5 > A_4 > A_2$

۲- در بخش رشد و توسعه: $A_2 > A_3 > A_6 > A_1 > A_4 > A_5$

۷-۷- رتبه بندی کاردینال گزینه ها با استفاده از مدل ریاضی برنامه ریزی خطی

در این قسمت نیز با توجه به رتبه های ترتیبی گزینه ها مانند تعیین اوزان کاردینال شاخصها با استفاده از مدل ریاضی برنامه ریزی خطی اوزان کاردینال گزینه ها در دو قسمت استمرار سطح و رشد و توسعه بدست آمد. نتایج حل مدل (با استفاده از نرم افزار LINGO) در جدول ۳ ارائه شده است.

۷-۸- مدل نهایی تخصیص اعتبار

تا کنون برای هر یک از مراکز پژوهشی دو ضریب وزنی V و W به ترتیب معادل وزن مرکز در دو قسمت استمرار سطح و رشد و توسعه بدست آمد. بمنظور بدست آوردن وزن نهایی مرکز i ام میتوان از رابطه زیر استفاده کرد:

$$U = AV + BW$$

بطوریکه A, B ضریب دلخواهی بوده و با توجه به نظر مدیریت و شرایط موجود هر ساله تعیین میشود و با توجه به درصدی که مدیریت برای هر یک از قسمتهای فوق قائل است میتوهند مقادیر مختلف بین صفر و یک بگیرند.

در جدول ۳ بازاء مقادیر مختلف متغیرهای فوق اوزان نهایی مراکز ارائه شده است

اگر در توزیع اعتبار مراکز تنها محدودیت بودجه وجود داشته باشد، بودجه مورد نظر به نسبت ضرایب فوق تقسیم میشود. در صورت در نظر گرفتن بیش از یک محدودیت ضرایب فوق می توانند ضرایب تابع هدف یک مدل برنامه ریزی ریاضی (حتی چند هدفه) با وجود محدودیتهای مورد نظر را تشکیل دهند.

جدول ۲- لیست شاخصها و زیر شاخصهای نهایی به همراه رتبه های ترتیبی و کاردینال آنها در دو قسمت استمرار سطح و رشد و توسعه

ردیف	نام شاخص	نام زیر شاخص	ضریب همطرازی	رتبه استمرار سطح		رتبه رشد و توسعه	
				ترتیبی	کاردینال	ترتیبی	کاردینال
۱	تعداد اختراعات، ابتکارات و اکتشافات ثبت شده	-	-	۱۰	۰/۰۳۴	۷	۰/۰۵۳
۲	تعداد پروژه های انجام شده توسط واحد	دانشگاهی	۴۸	۱	۰/۲۱	۱	۰/۱۹۸
		صنعتی	۵۲				
۳	سرانه تعداد دانشجویان تحصیلات تکمیلی که پایان نامه خود را در واحد گذرانده اند	کارشناسی ارشد	۴۰	۱۲	۰/۰۲۳	۱۵	۰/۰۱۰
		دکتری	۶۰				
۴	سرانه تعداد سخنرانی، کارگاه و سمینارهای ارائه شده در همایشها	سخنرانی داخل کشور	۱۵	۸	۰/۰۴۹	۶	۰/۰۶۳
		سخنرانی خارج کشور	۱۵				
		کارگاه آموزشی داخل واحد	۲۰				
		کارگاه آموزشی خارج واحد	۲۰				
		سمینار آموزشی داخل واحد	۱۰				
		سمینار آموزشی خارج واحد	۲۰				
۵	میزان نفر- ساعت اعضای هیأت علمی در واحد با رتبه	استاد	۵۰	۵	۰/۰۸۱	۹	۰/۰۳۹
		دانشیار	۳۰				
		استادیار	۲۰				
۶	سرانه امتیاز انتشار مقالات تخصصی	-	-	۲	۰/۱۴۸	۲	۰/۱۳۹
۷	سرانه افتخارات علمی- هنری و ملی یا بین المللی واحد	-	-	۱۶	۰/۰۰۳	۱۴	۰/۰۱۴
۸	سرانه تعداد مجلات و نشریات تخصصی منتشره توسط واحد	فارسی	۵۰	۱۶	۰/۰۰۳	۱۷	۰/۰۰۳
		لاتین	۵۰				
۹	حجم ریالی پروژه های انجام شده در واحد	دانشگاهی	۳۰	۳	۰/۱۱۷	۴	۰/۰۹
		صنعتی	۷۰				
۱۰	تعداد پروتکل های امضا شده توسط واحد	داخلی	۴۰	۱۶	۰/۰۰۳	۱۳	۰/۰۱۹
		خارجی	۶۰				
۱۱	تعداد نمایشگاههای برگزار شده توسط واحد(در خارج واحد)	-	-	۱۵	۰/۰۰۸	۱۶	۰/۰۳۳
۱۲	سرانه تعداد قرار دادهای مشاوره صنعتی	-	-	۶	۰/۰۶۸	۸	۰/۰۴۵
۱۳	نسبت امتیاز پژوهشی واحد به فضای در اختیار	-	-	۹	۰/۰۴۱	۵	۰/۰۷۵
۱۴	سرانه امتیاز آزمایشگاههای فعال	-	-	۱۴	۰/۰۱۲	۱۱	۰/۰۲۸
۱۵	نمره مدیریت	-	-	۱۳	۰/۰۱۷	۱۲	۰/۰۱۳
۱۶	سرانه امتیاز انتشار کتب	-	-	۱۱	۰/۰۲۸	۸	۰/۰۴۵
۱۷	سرانه پروپوزالهای ارائه شده به صنعت	-	-	۷	۰/۰۵۸	۱۰	۰/۰۳۳
۱۸	سرانه امتیاز پژوهشی واحد	-	-	۴	۰/۰۹۶	۳	۰/۰۱۱

جدول ۳- اوزان نهایی مراکز پژوهشی بازاء مقادیر مختلف A,B

اوزان نهایی مراکز پژوهشی بازاء... ..					وزن رشد و توسعه	وزن استعمار سطح	مرکز پژوهشی	رتبه
A=3/4 B=1/4	A=1/4 B=3/4	A=2/3 B=1/3	A=1/3 B=2/3	A=1/2 B=1/2				
۰/۰۳۹۸۳	۰/۱۷۳۳	۰/۳۶۰۸۲	۰/۲۱۰۸۱	۰/۲۸۵۸	۰/۰۶۰۸	۰/۵۱۰۸۳	A1	۱
۰/۱۳۰۶	۰/۳۸۴۱	۰/۱۷۲۸۴	۰/۳۴۱۸۴	۰/۲۵۷۳۴	۰/۵۱۰۸۳	۰/۰۰۳۸۵	A2	۲
۰/۲۶۰۸۳	۰/۲۶۰۸۳	۰/۲۶۰۸۳	۰/۲۶۰۸۳	۰/۲۶۰۸۳	۰/۲۶۰۸۳	۰/۲۶۰۸۳	A3	۳
۰/۰۲۰۸۵	۰/۰۲۰۸۵	۰/۰۲۰۸۵	۰/۰۲۰۸۵	۰/۰۲۰۸۵	۰/۰۲۰۸۵	۰/۰۲۰۸۵	A4	۴
۰/۰۴۶۶	۰/۰۱۸۱	۰/۰۱۳۴۹	۰/۰۲۲۸	۰/۰۳۳۳۵	۰/۰۰۳۸۵	۰/۰۶۰۸	A5	۵
۰/۱۰۲۸۴	۰/۰۳۶۸۴	۰/۰۹۱۸	۰/۰۴۷۸	۰/۰۶۹۸۴	۰/۰۰۳۸۵	۰/۱۳۵۸۳	A6	۶

۸- جمع بندی و نتیجه گیری

در این تحقیق که به منظور ارائه مدلی مناسب جهت تخصیص اعتبار مراکز پژوهشی دانشگاهی صورت پذیرفت، بطور کلی از متدهای تصمیم گیری چند معیاره و گروهی و از مدل خاصی از برنامه ریزی خطی جهت بدست آوردن شاخص های مناسب برای مقایسه مراکز مزبور و تخصیص اعتبار به هر یک و نیز اولویت بندی ترتیبی و کاردینال شاخصها، همچنین اولویت بندی ترتیبی و کاردینال مراکز پژوهشی و در نهایت ارائه مدلی مناسب جهت توزیع اعتبار با استفاده از این اولویتها، استفاده گردید. بدیهی است روش مورد استفاده و متدهای بکاررفته در این تحقیق قابل استفاده در کلیه موارد مشابهی است که نیاز به تصمیم گیری گروهی در مورد اولویت بندی تعدادی گزینه (به هر منظوری نظیر ارزیابی عملکرد، تخصیص اعتبار و...)، با استفاده از شاخصهای مناسب می باشد. بسیاری از شاخصهای بدست آمده از این تحقیق قابل استفاده در سایر مراکز پژوهشی دانشگاهی و غیر دانشگاهی میباشد.

۹- مراجع

- [1] Hwang ching-Lia & M.L.Lin;"Group Decision-Making under Multiple Criteria";Springer-Verlag Berlin Heidelberg;1987
- [2] Clive L.Dym & Willham h. Wood & Michal J.Scot;"Rank Ordering Engineering Design: Pairwise Comparition Charts and Borda Counts";Claremont & Baltimor & Chicago;2002
- [3] Arkadi Slinko;"On Asympotic Strategy- Prefrences Of Clasical Social Choice Rules';2000
- [4] Mike Robson ;"Problem Solving in Groups";Gower Publishing,Company Limited;1994

[۵] حاضر ، منوچهر، «تصمیم گیری در مدیریت»؛ مرکز آموزش مدیریت دولتی؛ ۱۳۷۴

[۶] اصغر پور ، محمد جواد؛ «تصمیم گیری گروهی و نظریه بازیها»؛ انتشارات دانشگاه تهران؛ ۱۳۸۱

[۷] اصغر پور ، محمد جواد؛ « تصمیم گیری با معیارهای چندگانه»؛ انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۷