دوفصلنامه علمی-ترویجی
مطالعات مدیریت
سال ۲۰، شماره ۶۰، تابستان و پاییز ۱۳۸۸
صفحات ۴۰ تا ۵۶

Motaleat- e Modiriyat
Biquarterly Journal of Management and Accounting School
Vol. 20, No. 60, Summer & Fall 2009

ارزیابی عملکرد گروه های پژوهشی در پژوهشکده مهندسی جهاد کشاورزی با استفاده از روش VIKOR

دکتر عزت ا... اصغری زاده[۱]
رحیم احسانی[۲]
فرح اله ولی پور حلبی[۳]
سعید مدیر زارع[۴]

چکیده :

از اصول مهم در بهبود مدیریت در هر سازمان، بکارگیری روش‌های علمی تصمیم‌گیری است. امروزه از چالش های عمده مدیران ارشد سازمان‌ها بررسی علمی عملکرد واحدهای تحت مجموعه مدیریتی خود و ارزیابی موثر آنها می‌باشد. ارزیابی موثر می تواند برای شناسائی نقاط ضعف و قوت مورد استفاده قرار گیرد. از متدهای موجود ارزیابی عملکرد جهت کمک به تصمیم‌گیری بهینه مدیران ارشد، تکنیک تصمیم‌گیری چند شاخصه VIKOR می‌باشد، که در مقایسه با سایر تکنیک های تصمیم‌گیری چند شاخصه دارای مزایا و برتری هائی می‌باشد.

در این مقاله ابتدا مدل های تصمیم‌گیری توضیح داده خواهد شد . سپس روش VIKOR تشریح می‌گردد، بدنبال آن این روش با سایر روش‌ها مقایسه شده و در انتها گروه های پژوهشی در پژوهشکده مهندسی جهاد کشاورزی با استفاده از روش VIKOR و سایر روش‌ها رتبه‌بندی خواهد شد. این تکنیک قابل تعمیم برای کلیه مراکز پژوهشی است که دارای خصوصیات مشابه با سازمان مورد مطالعه می‌باشند.

کلمات کلیدی: شاخص، گروه‌های پژوهشی، رتبه‌بندی، تصمیم‌گیری چند شاخصه، ویکور (VIKOR)

تاریخ دریافت: ۸۸/۷/۸
تاریخ پذیرش: ۸۸/۹/۱۶

۱- استادیار گروه مدیریت صنعتی دانشکده مدیریت دانشگاه تهران
۲- استادیار پژوهشکده مهندسی جهاد کشاورزی
۳-کارشناس پژوهشکده مهندسی جهاد کشاورزی و دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی دانشگاه تهران fvalipour@cir.ac.ir
۴-کارشناس پژوهشکده مهندسی جهاد کشاورزی و دانشجوی کارشناسی ارشد MBA دانشگاه پیام نور واحد کرج

۱- مقدمه

مدیران ارشد سازمان به منظور تصمیم‌گیری در خصوص مرکز تحقیقاتی و گروه های پژوهشی نیازمند ابزاری مناسب برای ارزیابی می‌باشند از مهمترین نتایج ارزیابی، هدایت صحیح مراکز پژوهشی در راستای اهداف کلان ملی و در زمینه توسعه علوم و فناوری در کشور می‌باشد. به‌طور کلی تعیین میزان موفقیت در دستیابی به اهداف و برنامه ها، انجام مأموریت ها و توفیق در انجام فعالیت های جاری از طریق ارزیابی است که ملموس می‌گردد. به‌طور کلی انتظار می رود که توسط ارزیابی، گروه های موفق و کارا مشخص شده و تشویق و تقویت گردند و گروه های ضعیف در مقایسه با واحدهای کارا ترمیم گردند. سازمان‌های پژوهشی بدلیل ماهیت پیچیده خلاق، منحصربفرد و ساختار نیافته این حوزه مستلزم مدیریت پویا و زنده گونه است. همچنین به دلیل عدم قطعیت نتایج فعالیت های پژوهش و توسعه نظام های سنتی ارزیابی عملکرد برای سنجش کارائی و اثربخشی عملکرد به سازمان‌ها و مراکز پژوهشی نیازمند بکارگیری نظام های نوین ارزیابی هستند (مهرگان و زالی،۱۳۸۲،ص۱۲۳). استفاده از نظام‌های ارزیابی به صورت رسمی به قرن نوزدهم باز می‌گردد (طبرسا، ۱۳۷۸). در کشور ما به طور رسمی و در سطح ملی برای نخستین بار در سال ۱۳۴۹ مقرر گردید سازمان‌های دولتی از نظر مدیریت و نحوه اداره امور مورد ارزیابی قرار گیرند(اصغرپور،۱۳۷۷). در بررسی فلسفه وجودی ارزیابی عملکرد با دو دیدگاه روبرو می‌شویم‌یکی نگرش سنتی به ارزیابی است که در آن مهمترین هدف ارزیابی قضاوت ویادآوری عملکرد است دیگری نگرش نوین است که در آن بر رشد و توسعه و بهبود عملکرد توجه می‌شود(طبرسا، ۱۳۷۸) Mario Coccia در تحقیق خود آزمایشگاه های دولتی را شبیه سیستم ها در نظر گرفته ویک مدل ریاضی بر اساس اندازه گیری فعالیت های تحقیق و توسعه باk شاخص توسعه می‌دهد. متدولوژی ارزیابی آزمایشگا ههای تحقیقاتی جنبه های فنی و عملی و مالی را ترکیب نموده ویک نمره ارزیابی آنها ارائه می‌کند. اندازه گیری و ارزیابی مجموعه های تحقیقاتی عمومی می تواند بر اساس ورودی و خروجی آنها با در نظر گرفتن سه بعد هزینه، کمیت و کیفیت باشد، Suwingjo و همکارانش (۲۰۰۰) نیز در مقاله خود از روش نمودار درختی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی برای اندازه گیری عملکرد استفاده نموده اند(Suwignjo ,2000).

یکی از راه هایی که می تواند به منظور ارزیابی توسط مدیریت سازمان استفاده شود، مقایسه گروه های پژوهشی بایکدیگر است، بدین ترتیب که گروه های پژوهشی از لحاظ عملکرد رتبه‌بندی گردند. مراکز تحقیقاتی سازمان‌هایی هستند وظیفه آنها انجام پروژه های تحقیقاتی در حوزه های خاص می‌باشد، که قادر هستند به امور تحقیقاتی پرداخته و از محل انجام طرح های تحقیقاتی کسب درآمد نیز نمایند. منظور از گروه های پژوهشی در مراکز تحقیقاتی، حوزه های انجام فعالیت های تحقیقاتی و اجرای پروژه ها است که با توجه به توانمندی های تخصصی خاص، تقسیم بندی شده اند. پژوهشکده مهندسی متشکل از چند گروه پژوهشی مطابق تعریف فوق می‌باشد.

هدف اولیه این تحقیق ابتداً معرفی تکنیک جدید[1] VIKORبوده است، سپس با بکارگیری تکنیک VIKOR،گروه های پژوهشی مورد ارزیابی قرار گرفته و رتبه‌بندی شده اند. در نهایت نتایج رتبه‌بندی توسط این تکنیک با نتایج حاصل از سایر تکنیک های رایج تصمیم‌گیری مقایسه گردید. با معرفی و بکارگیری این روش عمده سوالات مطروحه زیر در این تحقیق مورد کنکاش

1- Visekriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje

قرار گرفته است:
آیا بکارگیری تکنیکVIKORبرای ارزیابی عملکرد گروه های پژوهشی، مناسب است؟
آیا نتایج حاصل ارزیابی در بهبود عملکرد گروه های پژوهشی موثر است؟

۲- مرور ادبیات

مدل های تصمیم‌گیری چند معیاره MCDM[1]که چندین معیار را در نظر می گیرند می توانند جهت مقایسه عملکرد واحدهای مختلف‌یک سازمان بایکدیگر بکار گرفته شوند.
این مدل ها به دو دسته کلی تقسیم می‌شوند (مومنی، ۸۵، ص ۵):

- مدلهای تصمیم‌گیری چند هدفه MODM
- مدلهای تصمیم‌گیری چند شاخصه MADM[2]

۲-۱ - مدلهای تصمیم‌گیری چند هدفه MODM[3]

در این مدل مقیاس سنجش برای هر هدف ممکن است با مقیاس سنجش برای بقیه اهداف متفاوت و بسادگی نتوان آنها را مثلاً بایکدیگر جمع نمود. منظور در این گونه مدل های طراحی عبارت از بهینه کردن تابع کلی مطلوبیت برای تصمیم‌گیرنده می‌باشد. این تابع مطلوبیت در برخی از روش‌های ارزیابی به صورت عینی محاسبه و بهینه می‌گردد و در برخی دیگر به صورت ضمنی مورد بررسی و بهینه شدن قرار می گیرد. از جمله تکنیک های این مدل می توان به سیمپلکس چند معیاره، متدهای MOLP[4]، متد پارامتریک، متد L-P[5]، برنامه‌ریزی آرمانی، متد هدف حد دار، متد STEM ، روش خوشه بندی، روش فیلتر و... اشاره نمود(اصغرپور،۱۳۷۷،ص۹).

۲-۲- مدلهای تصمیم‌گیری چند شاخصه MADM

در این مسائل، تعدادی گزینه، مورد تجزیه و تحلیل قرار می گیرد و در مورد آنها،یک نوع اولویت بندی انجام می‌شود. علاوه بر گزینه‌ها، همانطور که از نام تصمیم‌گیری چند شاخصه بر می آید، چندین شاخص وجود دارد که تصمیم‌گیرنده باید آنها را به دقت، در مسائل خود مشخص کند.
از جمله این مدل ها می توان به موارد زیر اشاره نمود:
مدل SAW[6]،این روش‌یکی از ساده ترین روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه می‌باشد.با محاسبه اوزان شاخص‌ها، می توان به راحتی از این روش استفاده نمود. در روش SAW گزینه ای انتخاب می‌شود که حاصل جمع مقادیر بی مقیاس شده وزنی آن، از بقیه گزینه‌ها بیشتر باشد (مومنی، ۸۵).
مدل TOPSIS[7] ، اولین بار توسط هوانگ ویون ۱۹۸۱ معرفی شد .اساس این تکنیک بر این

1- Multiple Criteria Decision Making
2- Multiple Attribute Decision Making
3- Multiple Objective Decision Making
4- Multiple Objective Linear Programming
5- Linear-Programming
6- Simple additive weighted
7- Technique for order preference by similarity to ideal solution

مفهوم استوار است که گزینه انتخابی، باید کمترین فاصله را با راه حل ایده آل مثبت (بهترین حالت ممکن) و بیشترین فاصله را با راه حل ایده آل منفی (بدترین حالت ممکن) داشته باشد(مومنی، ۸۵).

مدل ELECTRE[1]، در اواخر دهه ۱۹۸۰ مورد بررسی قرار گرفت که اساس مفهوم این روش، روابط غیر رتبه ای است یعنی لزوماً به رتبه‌بندی گروه ها منتهی نمی‌شود، بلکه ممکن است گزینه‌هائی را حذف کند (مومنی، ۸۵).

مدل VIKOR در حل مسائلی که با شاخص‌های ناسازگار و تناسب ناپذیر همراه هستند استفاده می‌شود. در این روش تصمیم‌گیرنده نیازمند راه حلی می‌باشد که این راه حل نزدیکترین راه حل به راه حل ایده آل باشد (Opricovic,2007).

۲-۳- مقایسه بین مدل های تصمیم‌گیری چند شاخصه

مدل های SAW،TOPSIS و VIKOR بر اساس تابع یکی کننده هستند که نشان دهنده نزدیکی به نقطه ایده ال هستند. TOPSIS و SAWدارای جمع رتبه‌بندی یکسان هستند اما TOPSIS قابلیت ها را بهتر تشخیص می‌دهد،TOPSIS و VIKOR موفقیت یکسانی در تعیین اولویتها بوسیله وزن دارند. اگر چه VIKOR رتبه‌بندیهای متفاوت تری نسبت به TOPSIS و SAW ایجاد می کند. همچنین VIKOR انتخاب استراتژی های مناسب را آسان می کند(Mei-Tai Chu۲۰۰۴).

VIKOR وTOPSIS هر دو روش‌های مناسب برای ارزیابی مسائل مشابه هستند که نتایج عالی نزدیک به واقعیت ایجاد می کنند و امتیاز تجزیه و تحلیل برتر را ارائه می کنند (Cheng۲۰۰۴). مقایسه بین TOPSIS و VIKORنشان می‌دهد که هر دو بر اساس تابع یکی کننده هستند و نشان دهنده نزدیکی به مرجع ایده آل می‌باشند. هر دو از روش ال پی متریک استفاده می کنند. TOPSISاز نرمالیزه کردن برداری استفاده می کند در حالیکه VIKORاز نرمالیزه کردن خطی استفاده می کند تبدیل بر نرمالیزه کردن VIKOR اثر ندارد ولی به ارزشهایTOPSISاثر می گذارد (Jabeur2007 ,Espinasse1997,).

VIKORنشان دهنده نزدیکی به ایده آل است در حالیکه TOPSIS تعیین کننده‌یک راه حل با کمترین فاصله از راه حل ایده آل مثبت است و دورترین فاصله را از راه حل ایده آل منفی مشخص می کند.یک راه حل با روش TOPSIS همیشه نزدیکترین به ایده آل نمی‌باشد(Xiaozhan۲۰۰۴).

آنالیز مقایسه ای بین دو روش VIKORو ELECTREنشان می‌دهد که در فرض های معین، وضعیت ناهماهنگ و تصمیم با Rj، شالوده MCDMیکسانی (مینیمم تاسف فردی) وجود دارد.در حالیکه‌یک راه حل توافقی با VIKORمهیا کننده‌یک تعادل بین ماکزیمم مطلوبیت گروهی اکثریت که توسط S به‌دست می آید(نشان دهنده توافق و هماهنگی است) و حداقل تاسف فردی، مخالفان است که توسط مقدارR به‌دست می آید.(R نشان دهنده عدم توافق است)(Opricovic ,2007).

۳- روش‌شناسی تحقیق:

روش VIKORیک ابزار موثر در تصمیم‌گیری چند شاخصه است و در حل مسائلی که با شاخص‌های ناسازگار و تناسب ناپذیر همراه هستند، استفاده می‌شود.منظور از ناسازگاری معیارها

1- Elimination et choice in translating to reality

این است که در بعضی از موارد معیارها با هم متضاد می‌شوند برای مثال اگر کسی بخواهد اتومبیل زیباتری بخرد باید پول بیشتری بپردازد بنابراین معیار هزینه با زیبائی در تضاد هستند(مومنی، ۸۵ص۵). این روش خصوصاً در شرایطی به‌کار می رود که تصمیم‌گیر قادر نیست که ترجیحاتش را در شروع طراحی سیستم بیان کند. در این روش تصمیم‌گیرنده نیازمند راه حلی می‌باشد که این راه حل نزدیکترین راه حل، به راه حل ایده آل باشد.

۳-۱- ویژگی مسائل قابل حل با VIKOR

VIKOR برای حل مسائلی با خصوصیات زیر مناسب است:

- توافق برای حل ناسازگاری قابل قبول می‌باشد .
- تصمیم‌گیرنده مشتاق است راه حلی را که نزدیکترین راه حل به راه حل ایده آل است تایید کند .
- یک رابطه خطی بین هر تابع شاخص ویک مطلوبیت تصمیم‌گیرنده وجود دارد .
- معیارها، ناسازگار و نامتناسب می‌باشند.
- تمام گزینه‌ها با تمام شاخص‌ها ارزیابی می‌شوند.
- اولویت تصمیم‌گیرنده توسط وزن ها بیان می‌گردد .
- روش VIKOR می تواند بدون مشارکت تعاملی تصمیم‌گیر شروع گردد، اما تصمیم‌گیر مسؤول تایید راه حل نهایی می‌باشد و ترجیحاتش باید پوشش داده شود(Opricovic,2007).

۳-۲- سیر تکاملی روش VIKOR

سیر تکاملی روش VIKOR با فرمLP- متریک زیر شروع شد : (Opricovic,2007).

$$1 \le p \le \infty ; j = 1,2,\ldots,J \quad L_{p,j} = \left\{ \sum_{i=1}^{n} \left[w_i \left(f_i^* - f_{ij} \right) \Big/ \left(f_i^* - f_i^- \right) \right]^p \right\}^{1/p}$$

فاصله متریک در روشهای L-P بمنظور سنجش نزدیکی‌یک راه حل موجود نسبت به راه حل ایده آل مورد استفاده قرار می گیرد. این سنجش از انحراف به صورت‌یک تابع سازگار به‌صورت فوق خواهد بود(اصغرپور،۱۳۷۷،ص۱۲).

بوسیله اپرکاویک داکستاین () (۱۹۸۰)، معرفی گردیده است و بیانگر فاصله گزینه تا راه حل ایده آل می‌باشد .

سیر تکاملی روش VIKOR با شکل LP- متریک فوق الذکر به عنوان‌یک تابع‌یکی کننده آغاز شد. در روش VIKOR، $L_{1,j}$ به عنوان S_j و $L_{\infty,j}$ به عنوان R_j لحاظ می‌شوند که برای فرموله کردن رتبه‌بندی استفاده می‌شوند(Opricovic,2007). به‌طور خلاصه $L_{1,j}$ مجموع تمام عدم مطلوبیت های فردی است، و $L_{\infty,j}$، حداکثر عدم مطلوبیتی است که‌یک فرد می تواند داشته باشد .

۳-۳- تشریح الگوریتم روش VIKOR

۳-۳-۱- تشکیل ماتریس تصمیم

شاخص‌ها

$$D=\begin{bmatrix} f_{11} & f_{12} & \cdots & f_{1n} \\ f_{21} & f_{22} & \cdots & f_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f_{m1} & f_{m2} & \cdots & f_{mn} \end{bmatrix}$$ گزینه

شاخص‌ها(که در آن f_{ij} ارزش گزینه jام (j=۱,۲,۳,....m) در ارتباط با شاخص iام (i=۱,۲,۳,....n)

۳-۳-۲- بی مقیاس کردن ماتریس تصمیم:

به منظور قابل مقایسه شدن مقیاس های مختلف اندازه گیری (به ازای شاخص‌های گوناگون) باید از بی مقیاس کردن استفاده نمود که از جمله طرق مختلف می توان به بی مقیاس کردن با استفاده از نرم، بی مقیاس کردن خطی و بی مقیاس سازی فازی اشاره نمود(اصغرپور،۱۳۷۷،ص۱۹۴).

برای بی مقیاس کردن ماتریس تصمیم در روش VIKOR از نرمالیزه کردن خطی استفاده می‌شود(Opricovic,2007). که این کار در فرمول های محاسباتی روش مورد مطالعه انجام خواهد شد. مزیت اینگونه بی مقیاس سازی آن است که خطی بوده و کلیه نتایج تبدیل به‌یک نسبت خطی می‌شوند.

۳-۳-۳- تعیین بهترین و بدترین مقدار از میان مقادیر موجود برای هر شاخص در ماتریس تصمیم

بهترین مقادیر f_i^* و بدترین f_i^- از تمام گزینه‌ها انتخاب می گردد، (۱۰)

اگر iامین تابع سود را نشان دهد خواهیم داشت : $f_i^- = \min_j f_j$ و $f_i^* = \max_j f_j$

اگر iامین تابع هزینه را نشان دهد خواهیم داشت : $f_i^- = \max_j f_j$ و $f_i^* = \min_j f_j$

نوع شاخص	بهترین	بدترین
معیار مثبت	$f_i^* = \max_j f_{ij}$	$f_i^- = \min_j f_{ij}$
معیار منفی		$f_i^- = \max_j f_{ij}$

Oprcovic Duckstein

۳-۳-٤- محاسبه مقدار Q

Q تابعی ترکیبی است که تابع مزیت نامیده می‌شود که RوS را با وزن V به صورت معادله با هم‌یکی می کند. تابع ترکیبی باید با احتیاط زیاد استفاده شود زیرا شامل امکان مقایسه کمیت های قیاس ناپذیراست (Opricovic,2004).

$$S_j = \sum_{i=1}^{n} w_i \left(f_i^* - f_j\right)\left(f_i^* - f_i^-\right)$$

$$R_j = \max_i \left[w_i \left(f_i^+ - f_j\right)\left(f_i^* - f_j\right)\right]$$

۳-۳-٥- محاسبه مقدار Q

Q تابعی ترکیبی است که تابع مزیت نامیده می‌شود که RوS را با وزن V به صورت معادله با هم‌یکی می کند. تابع ترکیبی باید با احتیاط زیاد استفاده شود زیرا شامل امکان مقایسه کمیت های قیاس ناپذیراست (Opricovic,2004).

$$Q_j = V\left(S_j - S^+\right)\left(S^- - S^+\right) + (1-V)\left(R_j - R^+\right)\left(R^- - R^+\right)$$

که در آن $S^* = Min_j S_j$ ، $S^- = Max_j S_j$ ، $R* = \min_j R_j$ و $R^- = \max_j R_j$ است و V به عنوان وزنی است که بر اساس میزان حداکثر توافق گروه تعیین می گردد.

۳-۳-٦- رتبه‌بندی گزینه‌ها

در این مرحله گزینه‌ها رتبه‌بندی می‌شوند بدین ترتیب که مقادیر S،R و Q را به ترتیب نزولی مرتب می‌شوند. نتایج در سه لیست رتبه‌بندی شده در دسترس قرار می گیرند.

۳-۳-۷- انتخاب گزینه نهائی

(۱) به‌عنوان‌یک راه حل توافقی گزینه (a') انتخاب خواهد گردید که دارای حداقل مقدار Q در لیست رتبه‌بندی شده باشد، اگر دو شرط زیر برآورده شده باشند

$C1$، «امتیاز قابل قبول بودن» : $Q(a'') - Q(a') \geq D$

که در آن a'' گزینه با موقعیت دوم در لیست رتبه‌بندی Q است و $D = 1/(J-1)$ و J تعداد گزینه‌ها می‌باشد .

$C2$، «ثبات قابل قبول در تصمیم‌گیری» : گزینه a' نیز باید به بهترین شکل بوسیله S و R رتبه‌بندی شده باشد .

(۲) اگریکی از شرط ها برآورده نشده باشد، سپس‌یک مجموعه از راه حل های توافقی پیشنهاد می‌شود که شامل :

(۲-۱) گزینه‌های a' و a'' اگر تنها شرط $C2$ برآورده نشده باشد

(۲-۲) متغیرهای a' ، a'' ، . . . ، $a^{(m)}$ اگر شرط برآورده نشده باشد ؛ $a^{(m)}$ با رابطه $Q\left(a^{(m)}\right) - Q(a') < D$ برای ماکزیمم M تعیین می گردد .

بهترین گزینه، رتبه‌بندی شده بوسیله Q، گزینه ای است که مقدار حداقل Q را دارد(Opricovic,2004).

۴- بکارگیری روش *VIKOR* برای ارزیابی عملکرد گروه های پژوهشی در پژوهشکده مهندسی

٤- مطالعه موردی در پژوهشکده مهندسی

پژوهشکده مهندسی با شش گروه پژوهشی با هدف پژوهش، در زمینه های مختلف مهندسی و فن آوری، همکاری با دانشگاه ها و موسسات آموزش عالی در به‌کارگیری نتایج پژوهش های بعمل آمده، هدایت و برنامه‌ریزی اجرای مطالعات علمی و عملیات آزمایشگاهی و انجام پژوهش های کاربردی و توسعه ای فعالیت می نماید.

٤-١ شناسائی شاخص‌ها

جهت ارزیابی عملکرد گروه های پژوهشی با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری نیاز به تعریف شاخص‌های مورد نیاز می‌باشد که بدین منظور از کار پژوهشی احسانی (۱۳۸۳) استفاده شد. این تحقیق با استفاده از روش دلفی شاخص‌هایی را برای ارزیابی عملکرد گروه های پژوهشی شناسائی کرده است. این شاخص‌ها در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول (۱): شاخص‌های ارزیابی عملکرد گروه های پژوهشی
(احسانی،۱۳۸۳،ص۱۵۸)

ردیف	شاخص	وزن شاخص	جنبه شاخص
1	میانگین ضریب عملکرد پروژه ها	0.5	+
2	سرانه درآمد اختصاصی به ازای هر نفر در گروه	0.1	+
3	سرمایه گذاری	0.1	+
4	نفر ساعت آموزش	0.07	+
5	نسبت هزینه های ستادی	0.13	-
6	سرانه درآمد اختصاصی به ازای افراد غیر پروژه	0.1	+

٤-٢ - تشکیل ماتریس تصمیم

گروه های پژوهشی مورد نظر با شاخص‌های تعیین شده، تشکیل ماتریس تصمیم می‌دهد.

جدول (٢): ماتریس تصمیم‌گیری

	سرانه درآمد اختصاصی به ازای افراد غیر پروژه	نسبت هزینه های ستادی	نفر ساعت آموزش	سرمایه گذاری	سرانه درآمد به ازای هر نفر در گروه	میانگین ضریب عملکرد پروژه ها
گروه A	320	0.38	105	6500	180	0.83
گروه B	210	0.3	120	4400	155	0.69
گروه C	350	0.7	140	6000	192	0.81
گروه D	400	0.5	10	7000	237	0.75
گروه E	290	0.6	5	2000	105	0.86
گروه F	335	0.4	100	3200	178	0.74

شاخص‌های تعیین شده کمی می‌باشند و ارزش هر گزینه در ارتباط با هر شاخص دارای مقدار عددی می‌باشد و از بین ٨ شاخص تعیین شده ٥ شاخص ماهیت مثبت و ١ شاخص آخر ماهیت منفی دارند. هریک از این شاخصهای تعیین شده دارای واحد های متفاوتی از قبیل جلد- ریال - نفر و .. می‌باشند. این تفاوت در واحد ها به طور ضمنی در مراحل بعد نرمالیزه خواهند گردید. بی مقیاس کردن ماتریس تصمیم به‌طور خودکار انجام خواهد شد (احسانی،١٣٨٣).

٤-٣ -تعیین ماتریس وزن شاخص‌ها

در اکثر مسائل MADM نیاز به داشتن و دانستن اهمیت نسبی از شاخصهای موجود داریم، به‌طوریکه مجموع آنها برابر با واحد (نرمالیزه) [1] شده و این اهمیت نسبی درجه ارجحیت هر شاخص را نسبت به بقیه برای تصمیم‌گیری مورد نظر بسنجد. از روش‌های ارزیابی اوزان برای شاخص‌های موجود دریک تصمیم‌گیری می توان به روش‌های، آنتروپی، Linamp،کمترین مجذورات وزین شده، بردار ویژه و نظر سنجی از خبرگان اشاره نمود. در این مقاله وزن هریک از شاخص‌ها با نظرسنجی از خبرگان تهیه شده است و مقادیر وزنی شاخص‌ها به صورت ماتریس زیر محاسبه شده است.

$$W_i = [w_1, w_2, w_3 ..... w_n] = [0.5, 0.1, 0.1, 0.0, 0.3, 0.1]$$

1- Normalization

W_i وزن شاخص‌ها می‌باشد که بیان کننده ترجیحات تصمیم‌گیرنده‌یعنی بیانگر اهمیت نسبی هر شاخص می‌باشد.

٤-٤ -اجرای مدل VIKOR

۴-۴-۱- تعیین بهترین و بدترین مقدار از میان مقادیر موجود برای هر شاخص در ماتریس تصمیم بیشترین و کمترین ارزش هر شاخص (با در نظر گرفتن ماهیت شاخص) تعیین می گردد.

جدول (۳): تعیین بهترین و بدترین مقادیر شاخص‌ها

جدول (۳): تعیین بهترین و بدترین مقادیر شاخص‌ها

	سرانه درآمد اختصاصی به ازای افراد غیر پروژه	نسبت هزینه های ستادی به کل هزینه ها	نفر ساعت آموزش	سرمایه گذاری	سرانه درآمد اختصاصی به ازای هر نفر در گروه	میانگین ضریب عملکرد پروژه ها
A	320	0.38	105	6500	180	0.83
B	210	0.3	120	4400	155	0.69
C	350	0.7	140	6000	192	0.81
D	400	0.5	10	7000	237	0.75
E	290	0.6	5	2000	105	0.86
F	335	0.4	100	3200	178	0.74
بهترین مقدار	400	0.3	140	7000	237	0.86
بدترین مقدار	210	0.7	5	2000	105	0.69

٤-٤-٢- محاسبه مقدار S و R

با توجه به مقادیر تعیین شده در گام قبل و فرمول مربوط به پارامتر S و R، مقادیر دو پارامتر اخیر برای هر گزینه محاسبه می گردد.

جدول (۴): محاسبه پارامتر S

گروه A	0.04	0.03	0.02	0.01	0.04	0.09	0.23
گروه B	0.10	0.00	0.01	0.05	0.06	0.50	0.72
گروه C	0.03	0.13	0.00	0.02	0.03	0.15	0.36
گروه D	0.00	0.07	0.07	0.00	0.00	0.32	0.46
گروه E	0.06	0.10	0.07	0.10	0.10	0.00	0.43
گروه F	0.03	0.03	0.02	0.08	0.04	0.35	0.56
بهترین مقدار							0.23
بدترین مقدار							0.72

جدول (۵): محاسبه پارامتر R

گروه A	0.04	0.03	0.02	0.01	0.04	0.09	0.09
گروه B	0.10	0.00	0.01	0.05	0.06	0.50	0.50
گروه C	0.03	0.13	0.00	0.02	0.03	0.15	0.15
گروه D	0.00	0.07	0.07	0.00	0.00	0.32	0.32
گروه E	0.06	0.10	0.07	0.10	0.10	0.00	0.10
گروه F	0.03	0.03	0.02	0.08	0.04	0.35	0.35
بهترین مقدار							0.09
بدترین مقدار							0.50

٤-٤-٣- محاسبه مقدار Q

در این مرحله با توجه به تابع ترکیبی Q و مقادیر دو جدول فوق (R,S) و در نظر گرفتن شاخص v، Q محاسبه می‌شود.

که با توجه به وابستگی Q به مقادیر مختلف v، نتایج حاصله در گام های بعدی قابل مشاهده می‌باشد.

در حال حاضر بر اساس الگوریتم VIKORسه لیست Q, R, S تهیه می گردد .

در جدول ذیل الذکر پارامتر Q بر اساس V= 0.5 محاسبه شده است.

جدول (۶): محاسبه پارامتر Q

	S		R		Q	
A	0.23		0.09		0.00	
B	0.72		0.50		1.00	
C	0.36		0.15		0.20	
D	0.46		0.32		0.52	
E	0.43		0.10		0.21	
F	0.56		0.35		0.66	

٤-٤-٤-تحلیل حساسیت پارامتر Q نسبت به v

برای شفاف سازی الگوریتم VIKOR، Q را بر حسب مقادیر مختلف v در حد فاصل ۱-۰ محاسبه شده است. و در جدول زیر نتایج قابل مشاهده است .

جدول (۷): محاسبه Q براساس مقادیر مختلف v

1 Q	0.9 Q	0.8 Q	0.7 Q	0.6 Q	0.5 Q	0.4 Q	0.3 Q	0.2 Q	0.1 Q	0 Q		
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	گروه A	گزینه ها
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	گروه B	
0.26	0.25	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.15	0.14	گروه C	
0.46	0.47	0.48	0.49	0.50	0.52	0.53	0.54	0.55	0.56	0.57	گروه D	
0.40	0.36	0.32	0.29	0.25	0.21	0.18	0.14	0.10	0.07	0.03	گروه E	
0.67	0.67	0.67	0.66	0.66	0.66	0.65	0.65	0.65	0.65	0.64	گروه F	

که مقدار Q برای مقادیر مختلف از v قابل تحلیل می‌باشد.یعنی اینکه Q بر حسب درصد آرای اکثریت مقادیر مختلفی را می پذیرد. در پژوهشکده مهندسی ۷، ۰,۵ در نظر گرفته شده است.

٤-٤-٥-رتبه‌بندی نهائی و انتخاب بهترین گزینه

ماحصل روش رتبه‌بندی VIKOR، بعد از مرتب کردن (با ترتیب نزولی)جدول فوق در جدول(۸) نشان داده شده است.

جدول (۸): محاسبه نهائی پارامتر Q براساس مقدار ۰,۵ = v

Q		R		S	
0.00	گروه A	0.09	گروه A	0.23	A
0.20	گروه C	0.10	گروه E	0.36	B
0.21	گروه E	0.15	گروه C	0.43	C
0.52	گروه D	0.32	گروه D	0.46	D
0.66	گروه F	0.35	گروه F	0.56	E
1.00	گروه B	0.50	گروه B	0.72	F

اکنون زمان کنترل جدول و انتخاب بهینه است. بدین منظور باید شروط انتخاب گزینه نهائی تست گردد:

تست اول :امتیاز قابل قبول بودن $(0.2-0.0) \geq [1(6-1]$ $[0.2] \geq (0.2)$

همانطور که مشاهده می‌شود شرط اول مدل برای گزینه گروه A پوشش داده شده است. به همین دلیل در این مرحله گزینه A انتخاب می گردد.

تست دوم: ثبات قابل قبول در تصمیم گیری:

با مشاهده داده های جدول(۸) مشخص می گردد که گزینه گروه A در پارامترهای S و R دارای کمترین مقدار،یعنی بهترین رتبه‌بندی می‌باشد.

با توجه به دو تست فوق گزینه گروه A به‌عنوان بهترین گروه انتخاب می گردد. در نهایت رتبه‌بندی مابقی گزینه‌ها نیز بر اساس مراحل فوق الذکر انجام خواهد شد.

در ادامه مسئله فوق با دو روش دیگر تصمیم‌گیری SAW وTOPSIS حل می‌گردد. (اصغرپور، ۱۳۷۷،ص ۲۶۰) تا مقایسه عملی بین این سه روش صورت گیرد.

٤-٥-مدل مجموع وزنی ساده SAW

۱- تشکیل ماتریس تصمیم(ماتریس مطالعه موردی تحقیق جدول(۲) می باشد)

۲- بیشترین مقدار هر شاخص مربوط به گزینه‌ها مشخص می گردد.(شاخص‌هائی که جنبه منفی دارند کمترین مقدار و شاخص‌هائی که جنبه مثبت دارند بیشترین مقدار)

جدول (۹): ماتریس تصمیم و تعیین مقدار بیشینه

	میانگین ضریب عملکرد پروژه ها	سرانه درآمد اختصاصی به ازای هر نفر در گروه	سرمایه گذاری	نفر ساعت آموزش	نسبت هزینه های ستادی به کل هزینه ها	سرانه درآمد به ازای افراد غیر پروژه
A	0.83	180	6,500	105	0.38	320
B	0.69	155	4,400	120	0.30	210
C	0.81	192	6,000	140	0.70	350
D	0.75	237	7,000	10	0.50	400
E	0.86	105	2,000	5	0.60	290
F	0.74	178	3,200	100	0.40	335
بیشترین مقدار	0.86	237	7000	140	0.3	400

۳- تقسیم تک تک درایه ها بر بیشترین مقدار شاخصه مربوطه

۴- ضرب هر درایه در وزن شاخص مربوطه

۵- مرتب کردن نزولی گزینه‌ها

جدول (۱۰): رتبه‌بندی گزینه‌ها به روش SAW

وزن شاخص ها	0.50	0.10	0.10	0.07	0.13	0.10			
گزینه ها	میانگین ضریب عملکرد پروژه ها	سرانه درآمد اختصاصی به ازای هر نفر در گروه	سرمایه گذاری	نفر ساعت آموزش	نسبت هزینه های ستادی به کل هزینه ها	سرانه درآمد به ازای افراد غیر پروژه	نتیجه	مرتب شده	نتیجه
A	1.0	0.8	0.93	0.75	1.27	0.80	0.98	C	1.16
B	1.2	0.7	0.63	0.86	1.00	0.53	0.99	D	1.10
C	1.1	0.8	0.86	1.00	2.33	0.88	1.16	F	1.01
D	1.1	1.0	1.00	0.07	1.67	1.00	1.10	B	0.99
E	1.0	0.4	0.29	0.04	2.00	0.73	0.91	A	0.98
F	1.2	0.8	0.46	0.71	1.33	0.84	1.01	E	0.91

٤-٦-روش TOPSIS

یون و هوانگ[1] تکنیکی برای برترین پیشنهاد از راه مشابه به راه حل ایده آل ارائه دادند. به این مفهوم که انتخاب گزینه باید کوتاهترین مسافت از راه حل ایده آل و در عین حال دورترین مسافت را از راه حل ایده آل منفی داشته باشد.

۱- استفاده از ماتریس تصمیم جدول شماره (۲)

۲- نرمالیزه کردن ماتریس تصمیم

$$r_{ij} = \frac{X_j}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} X_j^{\,2}}}$$

جدول (۱۱): بی مقیاس سازی ماتریس تصمیم جدول شماره (۲)

وزن شاخص‌ها / گزینه ها	0.50 میانگین ضریب عملکرد پروژه ها	0.10 سرانه درآمد اختصاصی به ازای هر نفر در گروه	0.10 سرمایه گذاری	0.07 نفر ساعت آموزش	0.13 نسبت هزینه های ستادی به کل هزینه ها	0.10 سرانه درآمد به ازای افراد غیر پروژه
A	0.43	0.41	0.51	0.45	0.31	0.40
B	0.36	0.35	0.35	0.51	0.25	0.27
C	0.42	0.44	0.47	0.60	0.57	0.44
D	0.39	0.54	0.55	0.04	0.41	0.51
E	0.45	0.24	0.16	0.02	0.49	0.37
F	0.39	0.41	0.25	0.43	0.33	0.42

جدول (۱۲): تعیین راه حل ایده آل مثبت و منفی

	میانگین ضریب عملکرد پروژه ها	سرانه درآمد اختصاصی به ازای هر نفر در گروه	سرمایه گذاری	نفر ساعت آموزش	نسبت هزینه های ستادی به کل هزینه ها	سرانه درآمد به ازای افراد غیر پروژه
A	0.217	0.041	0.051	0.031	0.040	0.040
B	0.180	0.035	0.035	0.036	0.032	0.027
C	0.211	0.044	0.047	0.042	0.074	0.044
D	0.196	0.054	0.055	0.003	0.053	0.051
E	0.224	0.024	0.016	0.001	0.064	0.037
F	0.193	0.041	0.025	0.030	0.043	0.042
(+A)Max	0.224	0.054	0.055	0.042	0.032	0.051
(-A)Min	0.180	0.024	0.016	0.001	0.074	0.027

1- Hwang & Yoon

۳- ضرب درایه های نرمالایز شده در وزن شاخص مربوطه

۴- تعیین راه حل ایده آل مثبت و منفی

دو گزینه مجازی A^* و A^- را به صورت زیر تعریف می کنیم :

دو گزینه مجازی ایجاد شده A^* و A^- به ترتیب برترین گزینه (راه حل ایده آل) و کم اثرترین گزینه (راه حل ایده آل منفی) است.

$$A^* = \left\{ \left(\max v_{ij} \mid j \in J \right) \text{or} \left(\min v_{ij} \mid j \in J' \right) \mid i = 1,2,...m \right\} = \left\{ v_1^*, v_2^*, ..., v_n^* \right\}$$

$$A^- = \left\{ \left(\min v_{ij} \mid j \in J \right) \text{or} \left(\max v_{ij} \mid j \in J' \right) \mid i = 1,2,...m \right\} = \left\{ v_1^-, v_2^-, ..., v_n^- \right\}$$

j های مربوط به شاخص سود

j' های مربوط به شاخص هزینه

۵- محاسبه اندازه فاصله :

فاصله بین هر گزینه بعدی را می‌توان به روش اقلیدسی سنجید . فاصله گزینه ام از ایده آل مثبت با فرمول زیر به‌دست می آید:

$$S_{i^*} = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (v_j - v_j^*)^2} \quad (\text{n}\ldots,۱,۲,۳=\text{i})$$

جدول (۱۳): محاسبه اندازه فاصله گزینه‌ها از ایده ال مثبت

+Si	جمع	سرانه درآمد به ازای افراد غیر پروژه	نسبت هزینه های شاغلی به کل هزینه ها	نفر ساعت آموزش	سرمایه گذاری	سرانه درآمد اختصاصی به ازای هر نفر در گروه	میانگین ضریب خشکرد پروژه ها	
0.02	0 0005	0 0001	0 0001	0 0001	0 0000	0 0002	0 0001	A
0 06	0 0034	0 0006	0 0000	0 0000	0 0004	0 0003	0 0020	B
0 05	0 0022	0 0000	0 0018	0 0000	0 0001	0 0001	0 0002	C
0 05	0 0028	0 0000	0 0005	0 0015	0 0000	0 0000	0 0008	D
0 07	0 0053	0 0002	0 0010	0 0016	0 0016	0 0009	0 0000	E
0 05	0 0024	0 0001	0 0001	0 0001	0 0009	0 0002	0 0010	F

۶- به‌طور مشابه، فاصله گزینه ام از ایده آل منفی به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$S_{i^-} = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (v_j - v_j^-)^2}$$

جدول (۱۴): محاسبه اندازه فاصله گزینه‌ها از ایده ال منفی

	میانگین ضریب عملکرد پروژه ها	سرانه درآمد اختصاصی به ازای هر نفر در گروه	سرمایه گذاری	نفر ساعت آموزش	نسبت هزینه های ستادی به کل هزینه ها	سرانه درآمد به ازای افراد غیر پروژه	جمع	-Si
A	0.0013	0.0003	0.0013	0.0009	0.0012	0.0002	0.005	0.07
B	0.0000	0.0001	0.0004	0.0012	0.0018	0.0000	0.003	0.06
C	0.0010	0.0004	0.0010	0.0016	0.0000	0.0003	0.004	0.07
D	0.0002	0.0009	0.0016	0.0000	0.0005	0.0006	0.004	0.06
E	0.0020	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.002	0.05
F	0.0002	0.0003	0.0001	0.0008	0.0010	0.0002	0.003	0.05

۷- محاسبه نزدیکی نسبی نسبت به به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$C_i^* = \frac{S_{i^-}}{S_{i^*} + S_{i^-}}$$

بر اساس ترتیب نزولی می‌توان گزینه‌های موجود را رتبه‌بندی کرد.

جدول (۱۵): رتبه‌بندی گزینه‌ها به روش TOPSIS

گزینه ها	Ci=-Si/(-Si+Si)	مرتب شده	نتیجه
A	0.76	گروه A	0.76
B	0.50	گروه C	0.58
C	0.58	گروه D	0.54
D	0.54	گروه F	0.51
E	0.39	گروه B	0.50
F	0.51	گروه E	0.39

با مقایسه نتایج به‌دست آمده در سه روش فوق این طور به نظر می رسد که دو روش VIKOR و TOPSIS بر خلاف روش SAW جواب های نزدیک به هم دارند. در دو روش VIKOR و TOPSIS اولین گزینه، گزینه Aانتخاب شده، گزینه دوم گزینه و از گزینه سوم به بعد نتایج عوض شده است.

VIKOR	1	6	2	4	3	5
TOPSIS	1	5	2	3	6	4
SAW	5	4	1	2	6	3
	A	B	C	D	E	F

شکل (۱): مقایسه اجمالی نتایج سه روش

۵- نتیجه گیری

نتیجه حاصل از این مقاله معرفی‌یک روش جدید در مدلهای تصمیم‌گیری MADM می‌باشد که این مدل قابل استفاده در مسائل مختلف از جمله در ارزیابی عملکرد می‌باشد.بررسی های نهائی نشان داد که دو روش VIKOR و TOPSIS دارای نتایج نسبتاً نزدیک به هم می‌باشند . این مدل به نگارندگان این مقاله کمک نمود که‌یک ارزیابی نسبتاً صحیح از مرکز تحقیقاتی مورد بحث به‌دست آورند و از آن در جهت رفع نواقص مجموعه تحقیقاتی و تقویت نقاط قوت آن استفاده نمایند. در پژوهشکده مهندسی مطابق مراحل طی شده، روش VIKOR گروه پژوهشی A به عنوان برترین گروه پژوهشی انتخاب گردید و این نتیجه با آزمون بوسیله روش TOPSIS تایید گردید.

ضمناً می توان به برخی از عوامل عمده تأثیرگذار در ضعف و قوت گروه های پژوهشی به موارد ذیل اشاره نمود:

۱-ضعف در هرم نیروی انسانی

۲-تقاضای متفاوت بازار بر این مبنا که بازار برخی از تخصصها نسبت به بقیه بهتریا بدتر است.

۳-ضعف و قوت مدیریت

۴-اعتقاد ویا عدم اعتقاد گروه ها به فعالیت های تحقیق و توسعه

۵-سیاست گذاری دولت برای مراکز دولتی

با توجه به نتایج مثبت استفاده از این روش پیشنهاد می‌شود این تکنیک در سایر مراکز تحقیقاتی مشابه پژوهشکده مهندسی نیز مورد آزمون قرار گیرد، ضمنا مقایسه نتایج این روش با نتایج حاصل از سایر تکنیک های تصمیم‌گیری چند شاخصه نیز مفید خواهد بود.

- منابع و مآخذ:

- احسانی، رحیم،(۱۳۸۳)، *طراحی یک مدل ارزیابی عملکرد یکپارچه دینامیک برای مراکز تحقیقاتی*، پایان نامه دکترا.
- اصغرپور، محمد جواد، (۱۳۷۷)، *تصمیم‌گیری های چند معیاره*، انتشارات دانشگاه تهران.
- طبرسا، غلامرضا، (۱۳۷۸)، بررسی و تبیین نقش اقتضائات استراتژیک در انتخاب الگوی ارزیابی عملکرد سازمان‌های دولتی، *مجموعه مقالات اولین همایش ارزیابی عملکرد دستگاه‌های اجرائی کشور*، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور.
- مهرگان، محمد رضا. زالی، محمد رضا، (۱۳۸۲)، در جستجوی مدلی برای ارزیابی عملکرد سازمان‌های پژوهش و توسعه، *مطالعات مدیریت*، فصلنامه علوم انسانی، شماره ۳۹-۴۰، نشریه دانشکده حسابداری و مدیریت دانشگاه علامه طباطبائی.
- مومنی، منصور (۱۳۸۵)، *مباحث نوین تحقیق در عملیات*، انتشارات دانشکده مدیریت دانشگاه تهران.
- Cheng. Ch.B ; (2004).Group Opinion Aggregation Based on a Grading Process: A Method for Constructing Triangular Fuzzy Numbers, Computers and Mathematics with Applications 1632-481619.
-Espinasse. B , Guy Picolet , Eugene Chouraqui; (1997). Negotiation support systems: A multi-criteria and multi-agent approach, European Journal of Operational Research 409-103389.
- Jabeur .Kh , Martel .J; (2007).A collective choice method based on individual preferences relational systems (p.r.s.) ,European Journal of Operational Research 1565-1771549.
-Jabeur .Kh , Martel .J ; (2004). A Distance – Based Collective Preorder Integrating the Relative Importance of the Groups Members , Groups Decision and Negotiation 349-327 :13.
- Mei-Tai Chu, Joseph Z. Shyu, Gwo-Hshiung Tzeng, Rajiv Khosla; (2007). Comparison among three analytical methods for knowledge communities group-decision analysis, Expert Systems with Applications:An International Journal pp 1024-1011.
-Opricovic, S., Tzeng, G.H ; (2007). Extended VIKOR method in Compromise with outranking methods, European Journal of Operational Research 529–514 178.
-Opricovic, S., Tzeng, G.H ; (2004). The Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS, European Journal of Operational Research 455–445 ,156.
-Opricovic, S., Tzeng, G.H ; (2007). Group Opinion Aggregation Based on a Grading Process: A Method for Construting Triangular Fuzzy Numbers , European Journal of Operational Research 529–514 178.
- Suwignjo P. ,Bititci U.S. and Carrie A.S. ,"Quantitave models for Performance measurement system" , International Journal of Production Economics vol. 64 , Is.-3,01-1March2000-
-Xiaozhan Xu Martel .J Bernard F.Lamond; (2004). A multiple criteria ranking procedure based on distance between partial preorders, European Journal of Operational Research 80-13369.