مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، سال چهاردهم، شماره سوم (پیاپی ۵۴)، پاییز ۹۶، ص ص ۱۳-۱
شاپا ۷۲۸۶-۲۲۵۱

# ارایه یک روش جدید سلسله‌مراتبی گروهی با استفاده از مدل رای‌گیری ترجیحی

**مهدی سلطانی‌فر*[۱]**
۱- استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سمنان، گروه علوم پایه، سمنان، ایران

رسید مقاله: ۲۶ بهمن ۱۳۹۵
پذیرش مقاله: ۵ تیر ۱۳۹۶

## چکیده
انتخاب گزینه‌های مناسب برای استفاده بهینه از منابع در دسترس همواره موردتوجه مدیران بوده است. نگرش‌های متفاوتی برای استفاده حداکثری از این منابع وجود دارد. محدودیت سرمایه، نیروی انسانی، انرژی، شرایط رقابتی بازار و غیره، مدیران را به‌سوی یافتن یک‌راه حل بهینه سوق داده است. فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی یکی از پرکاربردترین این روش‌ها برای انتخاب گزینه‌ها است که با استفاده از مقایسات زوجی بین گزینه‌ها و معیارها، به اولویت‌بندی آن‌ها می‌پردازد. از طرفی در دنیای واقعی همواره نظرات تصمیم‌گیرندگان دارای سطوح اهمیت یکسان نیست و به علت استفاده از ماتریس مقایسات زوجی فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی زمان‌بر و طولانی است و ممکن است به دلیل عدم دقت در تکمیل آن به ناسازگاری منجر شود. در این مقاله روشی برای فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی گروهی با سطح نابرابر تصمیم‌گیرندگان با استفاده از رای‌گیری ترجیحی ارایه شده است که با یک مثال عددی تبیین گشته است.

**کلمات کلیدی:** فرایند تحلیل‌سلسله‌مراتبی، تصمیم‌گیری گروهی، رای‌گیری ترجیحی.

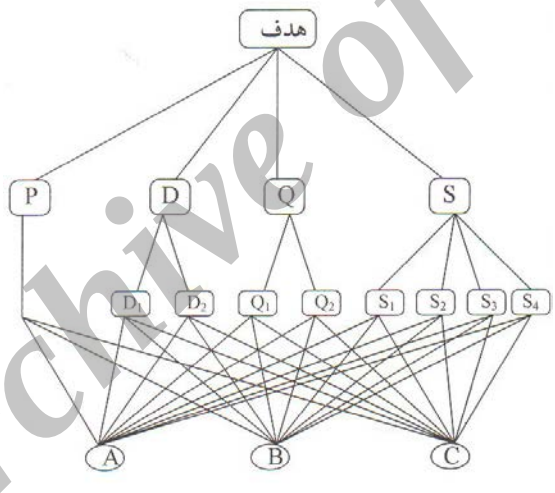
## ۱ مقدمه
مدیران پروژه اغلب با مسایل و محیط‌هایی پیچیده در پروژه روبرو هستند که تصمیم‌گیری در آن‌ها تحت تاثیر عوامل گوناگونی قرار دارد. این مسایل دارای عناصر متعدد و تحت معیارهای گوناگونی است که با یکدیگر مرتبط بوده و هر یک از آن‌ها بر دیگری تاثیرگذار است. این موضوع باعث می‌گردد که هرگونه تغییر در عناصر مساله را نتوان به‌راحتی و با ایجاد یک تناسب ساده با یکدیگر مرتبط ساخت. علاوه بر این در فرایند مدیریت پروژه فاکتورهای عوامل انسانی و سیستم‌های مختلف قضاوت از معیارهای اصلی و جداناپذیر به‌حساب می‌آیند. ازاین‌رو توانایی اخذ تصمیمات صحیح در چنین محیطی چند معیاره، اهمیت بسیار زیادی در کارایی و اثربخشی تصمیمات خواهد داشت [۱].

* عهده‌دار مکاتبات
آدرس الکترونیکی: Soltanifarmahdi@gmail.com



Archive of SID
www.SID.ir

فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی [1] یک تکنیک ساختاریافته برای سازمان‌دهی و تصمیم‌گیری‌های پیچیده، بر اساس ریاضیات و روانشناسی است. این روش برای اولین بار توسط توماس‌ال. ساعتی [۲] ارایه شد و به‌طور گسترده موردمطالعه و بررسی قرار گرفت. فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی کاربرد ویژه‌ای در تصمیم‌گیری گروهی دارد و در سراسر جهان در طیف گسترده‌ای از موقعیت‌های تصمیم‌گیری همچون کسب‌وکار، بهداشت و درمان، صنعت و آموزش‌وپرورش استفاده می‌شود. فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی کمک می‌کند تا تصمیم‌گیرندگان [2] بهترین وجه از هدف و درک خود از مساله تصمیم را پیدا کنند. این‌یک چهارچوب جامع و منطقی در ساختار یک مساله تصمیم‌گیری برای بیان و تعیین کمیت هر یک از عناصر تصمیم‌گیری است که با استفاده از آن جایگاه هر یک از عناصر ساختاری مساله تصمیم در هدف کلی مساله برای ارزیابی راه‌حل‌ها مشخص می‌کند. انتخاب معیارها [3] بخش اول واکاوی فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی است. سپس بر اساس معیارهای شناسایی‌شده گزینه‌ها ارزیابی می‌شوند. علت سلسله‌مراتبی خواندن این روش آن است که ابتدا باید از اهداف و راهبردهای سازمان در رأس هرم آغاز کرد و با گسترش آن‌ها معیارها را شناسایی کرد تا به پایین هرم رسید [۲] . نمونه‌ای از هرم تصمیم‌گیری در این روش به شرح شکل(۱) ارایه‌شده است.




**شکل ۱.** نمودار سلسله‌مراتبی انتخاب بهترین فروشنده از میان سه گزینه و بر اساس چهار شاخص [۳]

این روش با استفاده از مقایسات زوجی گزینه‌ها، به اولویت‌بندی هریک از معیارها می‌پردازد و از اصول معکوسی [4]، همگنی [5]، وابستگی [6] و انتظارات [7] تبعیت می‌کند. از دیدگاه ساعتی مهم‌ترین مزیت‌های این روش عبارت‌اند از: یگانگی [8] در ارایه الگو برای حل مساله، رویکرد تحلیلی و سیستمی در حل مسایل پیچیده [9]، قدرت

[1] Analytical Hierarchy process (AHP)
[2] Decision maker
[3] Criterions
[4] Reciprocal Condition
[5] Homogeneity
[6] Dependency
[7] Expectation
[8] Unity
[9] Complexity



Archive of SID
www.SID.ir

حل مساله در هنگام همبستگی متقابل[1] شاخص‌ها، رعایت ساختار سلسله‌مراتبی[2] در تصمیم‌گیری، اندازه‌گیری[3] موارد نامشهود و کیفی، بررسی سازگاری[4] در اولویت‌ها، تلفیق[5] مطلوبیت برای گزینه‌ها، رعایت تعادل[6] در اولویت‌ها، امکان قضاوت گروهی[7] و امکان بهبود از طریق تکرار[8] [۴]. بر همین اساس نریشمان [۵]، پاتوی و همکاران [۶] (۱۹۸۹)، ندیک و همکاران [۷]، باربرسقلو [۸]، یحیی و همکاران [۹]، ملیسا و همکاران [۱۰]، تام و همکاران [۱۱] (۲۰۰۱) و لی و همکاران [۱۲] از این تکنیک برای تعیین امتیازات گزینه‌ها استفاده کردند.

یکی از مسایلی که درروش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی بسیار بااهمیت است، ضرورت دقت در اظهار ماتریس مقایسات زوجی از سوی خبرگان است، چراکه عدم دقت در این خصوص باعث غیرقابل استفاده شدن نتایج نهایی می‌گردد. برای بررسی این دقت ساعتی [۲] اقدام به تعریف نرخ سازگاری نمود و معیاری را تعیین کرد که بر اساس آن اگر نرخ سازگاری هر ماتریس و نرخ سازگاری فرایند تحلیلی سلسله‌مراتبی بیشتر از یک مقدار از پیش تعیین‌شده باشد، نتایج برای تجدیدنظر در ماتریس مقایسات زوجی عودت می‌گردد. این فرایند پیچیده ناخودآگاه شرکت‌کنندگان در فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی را بی‌رغبت و بی‌انگیزه می‌کند و این فرایند خسته‌کننده خود باعث کاهش دقت در نتیجه نهایی می‌گردد؛ لذا، به‌طورکلی باوجود مزیت‌های فراوان، این روش دارای معایب زیر است:

۱. دشواری در مقایسات زوجی هنگام زیاد بودن گزینه‌ها (رعایت اصل سازگاری)
۲. عدم بررسی قدرت تصمیم‌سازی افراد در هنگام تصمیم‌گیری گروهی [۳].

برای حل مشکل اول لیو و های [۱۳] پیشنهاد نمودند برای محاسبه اوزان نسبی شاخص‌ها و همچنین اوزان نسبی هر گزینه نسبت به هر شاخص، از مدل رای‌گیری ترجیحی ارایه‌شده توسط کوک و کِرس [۱۴] که بر اساس سیاست وزن دهی خوش‌بینانه است، استفاده شود که براین اساس وزن گزینه‌ها بدون مقایسات زوجی برای هر معیار قابل‌استخراج است. هادی و همکاران [۱۵] این روش را توسعه دادند. از دیگر استفاده‌ها از این نگرش می‌توان به سلطانی‌فر و همکاران [۱۶] اشاره کرد.

بر اساس آنچه در خصوص مشکلات روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی ارایه شد، روش لیو و های [۱۳] با استفاده از ماتریس «تعداد آراء درجایگاه‌های رتبه‌ای» به‌جای ماتریس «مقایسات زوجی» مشکل ناسازگاری را در تصمیم‌گیری رفع نمود؛ اما همچنان مشکل دوم یا سطح نابرابر افراد در تصمیم‌سازی باقی است. به‌موجب بررسی و حل این مشکل، این تحقیق با بهره‌گیری از سیاست خوش‌بینانه و مدل سلسله‌مراتبی رای‌گیری به مدل‌سازی ریاضی مساله، «تحلیل سلسله‌مراتبی گروهی داده‌ها»، پرداخته است. در پایان سعی شده است تا با ارایه‌ی یک مثال عددی مبانی نظری ارایه‌شده در بوته عمل موردنقد و بررسی قرار گیرد.

---

[1] Interdependency
[2] Hierarchy Structure
[3] Measurement
[4] Consistency
[5] Synthesis
[6] Tradeoff
[7] Judgment & Consensus
[8] Repetition



www.SID.ir

## ۲ مروری بر فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی گروهی

به‌طورکلی تصمیم‌گیری در سازمان‌ها و ادارات تکنیکی بوده و دارای پیچیدگی خاصی است. سازمان‌ها مشکلات و مسایل خود را در جلسه‌های گروهی مطرح کرده و در این جلسه‌ها نتیجه‌گیری می‌کنند که عموماً در این موارد سرعت و دقت از اهمیت بالایی برخوردار است. حضور کارکنان در سطح پایین حایز اهمیت بوده و بر دقت و کارایی تصمیم اتخاذشده تاثیر مهمی دارد [۳]. بعد از مشخص شدن گروه تصمیم‌ساز جهت اتخاذ یک تصمیم گروهی مراحل زیر انجام می‌پذیرد:

الف: انتخاب گزینه‌ها و معیارها؛

ب: ساخت سلسله‌مراتبی و تعیین عناصر به‌عنوان معیارها و گزینه‌ها از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است؛ زیرا کمک می‌کند تا گروه نوبت به‌نوبت بر جنبه‌های مساله تصمیم فایق آید؛

ج: پس‌ازآنکه گروه بر روی ساختار سلسله‌مراتب تصمیم‌گیری به اجماع رسید، باید ماتریس‌های مقایسات زوجی توسط هر عضو گروه تصمیم‌ساز تعیین شود. کلیه مقایسه‌ها در فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی به‌صورت زوجی انجام می‌گیرد، در این مقایسه‌ها تصمیم‌گیرندگان از قضاوت‌های شفاهی استفاده خواهند کرد، به‌گونه‌ای که اگر عنصر $i$ام با عنصر $j$ام مقایسه شود طبق نظرتوماس ساعتی مقادیر کمی بین ۱ تا ۹ را اختیار خواهند کرد. سپس از میانگین هندسی برای تجمیع درایه‌های ماتریس نهایی مقایسات زوجی استفاده می‌شود. ازآنجاکه خیلی از اوقات اعضا دارای سطح نابرابر هستند، از وزن‌دهی با وزن‌های از پیش تعیین‌شده یا وزن‌های به‌دست‌آمده با استفاده از روش‌های مختلف در میانگین هندسی وزن‌دار استفاده می‌شود [۱۷].

د: تعیین وزن‌ها (بردار ویژه[1])؛ در فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی عناصر هر سطر نسبت به عنصر مربوط خود در سطر بالاتر به‌صورت زوجی مقایسه شده و وزن آن‌ها محاسبه می‌گردد که این وزن‌ها را وزن نسبی می‌نامند.

هـ: سنجش عملکرد گزینه‌ها؛ با تلفیق وزن‌های نسبی، وزن نهایی هر گزینه مشخص می‌گردد که آن را وزن مطلق می‌نامند. برای مثال در انتخاب بهترین اتومبیل ابتدا اتومبیل‌ها ازنظر قیمت، مصرف، راحتی و مدل به‌طور جداگانه مقایسه شده و وزن هرکدام نسبت به این معیارها مشخص می‌گردد. سپس وزن معیارها نیز نسبت به هدف تعیین‌شده و با ترکیب آن‌ها وزن نهایی اتومبیل‌ها مشخص می‌گردد.

و: شناسایی اولویت گزینه‌ها؛ در مرحله آخر با استفاده از وزن‌های نهایی به‌دست‌آمده برای هر گزینه، اولویت انتخاب گزینه‌ها با استفاده از مقادیر به‌دست‌آمده مشخص می‌شود.

## ۳ فرمول‌بندی مساله

در این بخش ابتدا پیش‌زمینه‌ای از مدل رای‌گیری ترجیحی ارایه می‌دهیم و سپس روش برای استخراج وزن در فرایند سلسله‌مراتبی گروهی معرفی می‌کنیم.

[1] Eigenvalues



Archive of SID

www.SID.ir

### ۳-۱ محاسبه وزن از مدل رای‌گیری ترجیحی با رای‌دهندگان با سطح نابرابر

سازوکار رای‌گیری را در نظر بگیرید که در آن می‌خواهیم $S$ کاندید را از بین $n$ نماینده $\{A_1,...,A_n\}$ انتخاب و برحسب اولویت‌ها آن‌ها را رتبه‌بندی کنیم. کوک و کرس [۱۴] اولین بار از دیدگاه خوش‌بینانه برای وزن دهی در رای‌گیری ترجیحی استفاده کردند. فرض کنید که هر رای‌دهنده $S$ کاندید را انتخاب و به ترتیب اولویت‌های خود آن‌ها را در برگه‌ی رای، اولویت‌بندی کند. از طرفی، رای‌دهندگان بسته به نوع مهارت و قدرت تشخیص نابرابر هستند. رای‌دهندگان در $m$ گروه مجزا برحسب مهارت و قدرت تشخیص به‌طوری دسته‌بندی‌شده‌اند که رای هر عضو در دسته $i$ام اهمیت بیش‌تری از رای هر عضو از دسته $i+1$ ام دارد، علاوه بر آن درمجموع $t$ رای‌دهنده داریم. فرض کنید $v_{ir}^{p}$ تعداد رای‌های کاندیدا $p$ ام است که در اولویت $r$ام توسط گروه $i$ ام رای‌دهندگان کسب‌شده است، باشد، تعریف می‌کنیم:

$$x''_{ij} = \sum_{r=1}^{s} v_{ir}^{j}, \quad i = 1,2,\ldots,m, \quad j = 1,2,\ldots,n.$$
$$y_{rj} = \sum_{i=1}^{m} v_{ir}^{j}, \quad r = 1,2,\ldots,s, \quad j = 1,2,\ldots,n. \qquad (1)$$

اگر $u = (u_1,u_2,\ldots,u_m)$ اگر $w = (w_1,w_2,\ldots,w_s)$ به ترتیب بردارهای وزن دسته‌های رای‌دهندگان و اولویت‌های رای‌گیری باشند، سلطانی‌فر [۱۸] مدل (۲) را برای رتبه‌بندی کاندیدها ارایه کرد:

$$Z_p^* = Max \frac{\sum_{r=1}^{s} w_r y_{rp}}{\sum_{i=1}^{m} u_i (t - x''_{ip})}$$
$$s.t.$$
$$\frac{\sum_{r=1}^{s} w_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^{m} u_i (t - x''_{ij})} \le 1, \quad j = 1,2,\ldots,n, \qquad (2)$$
$$w_r - w_{r+1} \ge d(r,\varepsilon), \quad r = 1,2,\ldots s-1,$$
$$w_s \ge d(s,\varepsilon),$$
$$u_i - u_{i+1} \ge f(i,\varepsilon), \quad i = 1,2,\ldots m-1,$$
$$u_m \ge f(m,\varepsilon).$$

که در آن $d(0,\varepsilon)$ و $f(0,\varepsilon)$ توابع شدت تشخیص نام دارد که نامنفی و به‌صورت یکنواخت افزایشی است. سلطانی‌فر [۱۸]، مدل (۲) را به‌صورت مدل (۳) به فرم مساله برنامه‌ریزی خطی تبدیل کرد.



Archive of SID

www.SID.ir

$$
\begin{aligned}
& Z_p^* = Max \sum_{r=1}^{s} w_r y_{rp} \\
& s.t. \\
& \sum_{i=1}^{m} u_i x_{ip} = 1, \\
& \sum_{r=1}^{s} w_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} u_i x_{ij} \le 0, \quad j = 1,2,\ldots,n, \\
& w_r - w_{r+1} \ge d(r,\varepsilon), \quad r = 1,2,\ldots s-1, \\
& w_s \ge d(s,\varepsilon), \\
& u_i - u_{i+1} \ge f(i,\varepsilon), \quad i = 1,2,\ldots m-1, \\
& u_m \ge f(m,\varepsilon).
\end{aligned}
\qquad (3)
$$

که در آن

$$x_{ij} = (t - x''_{ij}), \quad i = 1,2,\ldots m, \quad j = 1,2,\ldots,n.$$

## ۳-۲ فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی گروهی با استفاده از رای‌گیری ترجیحی

بر اساس توضیحات بالا و با استفاده از نگرش لیو و های [۱۳] مراحل زیر را برای تعیین گزینه مناسب در فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی گروهی ارایه می‌دهیم.

الف: انتخاب گزینه‌ها و معیارها؛

ب: ساخت سلسله‌مراتبی و تعیین عناصر به‌عنوان معیارها و گزینه‌ها؛

ج: جمع‌آوری آرا؛ پس‌ازآنکه گروه بر روی ساختار سلسله‌مراتب تصمیم‌گیری به اجماع رسید، اعضای گروه تصمیم‌ساز که در $m$ گروه مجزا دسته‌بندی‌شده‌اند، به‌جای ارایه ماتریس مقایسات زوجی بین معیارها با زیر معیارها یا بین معیارها و گزینه‌ها از رای‌گیری ترجیحی استفاده می‌کنند.

د: تعیین وزن‌ها؛ بعدازآنکه رای‌ها جمع‌آوری شد، با استفاده از مدل (۳) برای هر گزینه نسبت به هر معیار، یک وزن نسبی به دست می‌آید.

هـ: سنجش عملکرد گزینه‌ها؛ با تلفیق وزن‌های نسبی، وزن نهایی هر گزینه مشخص می‌گردد.

و: شناسایی اولویت گزینه‌ها؛ در مرحله آخر با استفاده از وزن‌های نهایی به‌دست‌آمده برای هر گزینه، اولویت انتخاب گزینه‌ها با استفاده از مقادیر به‌دست‌آمده مشخص می‌شود.

توجه داریم که مراحل بالا شبیه به مراحل فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی گروهی است، با این تفاوت که از ماتریس مقایسات زوجی استفاده نمی‌شود و تنها در یک مرحله نیاز به نظرخواهی از اعضای گروه تصمیم‌ساز هستیم؛ لذا فرایند پاسخ‌دهی به هدف سلسله‌مراتبی علاوه بر استفاده از خرد جمعی، بسیار سریع‌تر خواهد بود. در جدول (۱) مقایسه‌ای بین مراحل روش پیشنهادی و روش مرسوم در فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی انجام‌شده است.



Archive of SID

www.SID.ir

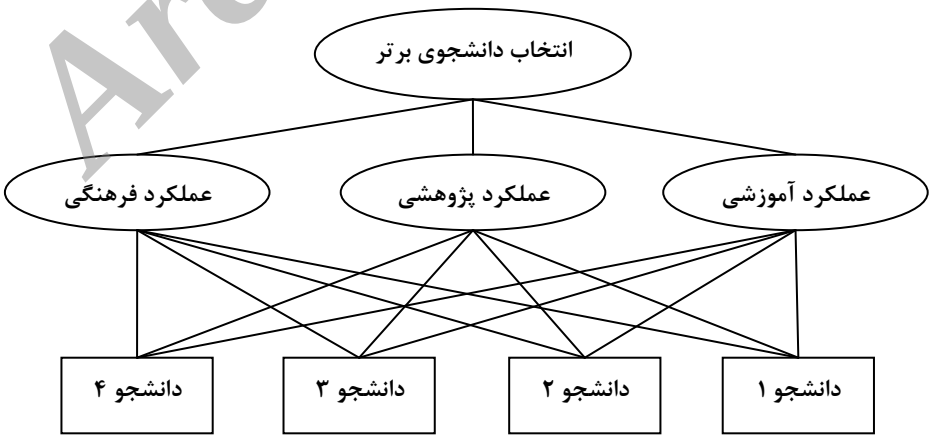
**جدول ۱.** مقایسه بین روش پیشنهادی و روش مرسوم

| مراحل | فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی گروهی با استفاده از رای‌گیری ترجیحی | فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی گروهی |
|---|---|---|
| الف | شناسایی گزینه‌ها و معیارها | شناسایی گزینه‌ها و معیارها |
| ب | تعیین ساختار سلسله‌مراتبی | تعیین ساختار سلسله‌مراتبی |
| ج | تعیین اولویت بین گزینه‌ها یا معیارها | تعیین ماتریس مقایسات زوجی |
| د | محاسبه وزن (روش سلطانی‌فر [۱۸]) | محاسبه وزن (روش بردار ویژه و استفاده از میانگین هندسی) |
| ه | سنجش عملکرد هر گزینه | سنجش عملکرد هر گزینه |
| و | شناسایی اولویت گزینه‌ها | شناسایی اولویت گزینه‌ها |

لازم به ذکر است که علاوه بر استفاده از مدل (۳) می‌توان از مدل‌های جایگزین دیگر همچون مدل‌های ارایه‌شده توسط ابراهیم نژاد [۱۹] و ابراهیم نژاد و همکاران [۲۰] استفاده کرد.

## ۵ مثال عددی و نتایج محاسباتی

در این بخش از روش پیشنهادی برای انتخاب دانشجوی برتر در یک ساختار سلسله‌مراتبی پیش‌فرض که در شکل (۲) نشان داده‌شده است، استفاده می‌کنیم. فرض کنید که برای انتخاب دانشجوی برتر سه شاخص عملکرد آموزشی، پژوهشی و فرهنگی مدنظر است و ازنظر اعضای هیئت‌علمی دانشگاه استفاده می‌کنیم، رییس دانشگاه می‌خواهد ازنظر اساتید که در سه گروه استادیار، دانشیار و استاد تمام بر اساس مرتبه علمی دسته‌بندی‌شده‌اند استفاده کند. از طرفی برای ریاست دانشگاه نظر یک استاد بر نظر یک دانشیار برتری دارد و نظر یک دانشیار بر نظر استادیار ارجحیت خواهد داشت.




**شکل ۲.** ساختار سلسله‌مراتبی انتخاب دانشجوی برتر



Archive of SID
www.SID.ir

نتایج رای‌گیری برای هر دسته از اعضای هیئت‌علمی به تفکیک دسته‌بندی در جدول (۲)، (۳) و (۴) آمده است؛ که در مجموع ۲۲ نفر اساتید تمام، ۴۳ نفر دانشیار و ۷۰ نفر استادیار در انتخاب دانشجویان برتر دخیل هستند.

**جدول ۲.** تعداد آرای دانشجویان در اولویت‌های رای‌گیری به‌وسیله گروه استادان در شاخص آموزشی

| گروه اساتید تمام/ آموزشی | دانشجو ۱ | دانشجو ۲ | دانشجو ۳ | دانشجو ۴ |
|---|---|---|---|---|
| تعداد رای در اولویت اول | ۵ | ۷ | ۴ | ۶ |
| تعداد رای در اولویت دوم | ۲ | ۸ | ۷ | ۵ |
| تعداد رای در اولویت سوم | ۳ | ۹ | ۷ | ۳ |
| تعداد رای در اولویت چهارم | ۶ | ۷ | ۵ | ۴ |

**جدول ۳.** تعداد آرای دانشجویان در اولویت‌های رای‌گیری به‌وسیله گروه دانشیاران در شاخص آموزشی

| گروه دانشیاران/ آموزشی | دانشجو ۱ | دانشجو ۲ | دانشجو ۳ | دانشجو ۴ |
|---|---|---|---|---|
| تعداد رای در اولویت اول | ۱۲ | ۱۳ | ۱۰ | ۸ |
| تعداد رای در اولویت دوم | ۶ | ۱۹ | ۹ | ۹ |
| تعداد رای در اولویت سوم | ۵ | ۲۱ | ۱۰ | ۷ |
| تعداد رای در اولویت چهارم | ۴ | ۱۵ | ۱۲ | ۱۲ |

**جدول ۴.** تعداد آرای دانشجویان در اولویت‌های رای‌گیری به‌وسیله گروه استادیاران در شاخص آموزشی

| گروه استادیاران/ آموزشی | دانشجو ۱ | دانشجو ۲ | دانشجو ۳ | دانشجو ۴ |
|---|---|---|---|---|
| تعداد رای در اولویت اول | ۹ | ۲۶ | ۱۵ | ۲۰ |
| تعداد رای در اولویت دوم | ۱۶ | ۲۱ | ۱۳ | ۲۰ |
| تعداد رای در اولویت سوم | ۶ | ۲۸ | ۱۹ | ۱۷ |
| تعداد رای در اولویت چهارم | ۱۷ | ۱۹ | ۱۹ | ۱۵ |

**جدول ۵.** نتایج حاصل از تجمیع آرا و استفاده از مدل (۳) برای تعیین وزن دانشجو نسبت به معیار آموزشی

| آموزشی | دانشجو ۱ | دانشجو ۲ | دانشجو ۳ | دانشجو ۴ |
|---|---|---|---|---|
| وزن به‌دست‌آمده از مدل (۳) | ۰/۴۶ | ۱ | ۰/۶۰ | ۰/۶۳ |

حال وزن نسبی گزینه‌ها نسبت به شاخص آموزش را با تقسیم اوزان جدول (۵) بر مجموع اوزان به‌صورت زیر به دست می‌آوریم.

**جدول ۶.** اوزان نسبی گزینه‌ها نسبت به شاخص آموزش

| آموزشی | دانشجو ۱ | دانشجو ۲ | دانشجو ۳ | دانشجو ۴ |
|---|---|---|---|---|
| وزن نسبی | ۰/۱۷۱ | ۰/۳۷۲ | ۰/۲۲۳ | ۰/۲۳۴ |



Archive of SID

www.SID.ir

**جدول ۷.** تعداد آرای دانشجویان در اولویت‌های رای‌گیری به‌وسیله گروه استادان در شاخص فرهنگی

| گروه اساتید تمام/ فرهنگی | دانشجو ۱ | دانشجو ۲ | دانشجو ۳ | دانشجو ۴ |
|---|---|---|---|---|
| تعداد رای در اولویت اول | ۶ | ۶ | ۶ | ۶ |
| تعداد رای در اولویت دوم | ۶ | ۵ | ۱۰ | ۱ |
| تعداد رای در اولویت سوم | ۵ | ۷ | ۶ | ۴ |
| تعداد رای در اولویت چهارم | ۴ | ۹ | ۴ | ۵ |

**جدول ۸.** تعداد آرای دانشجویان در اولویت‌های رای‌گیری به‌وسیله گروه دانشیاران در شاخص فرهنگی

| گروه دانشیاران/ فرهنگی | دانشجو ۱ | دانشجو ۲ | دانشجو ۳ | دانشجو ۴ |
|---|---|---|---|---|
| تعداد رای در اولویت اول | ۱۷ | ۱۰ | ۸ | ۸ |
| تعداد رای در اولویت دوم | ۱۲ | ۱۶ | ۸ | ۷ |
| تعداد رای در اولویت سوم | ۸ | ۱۴ | ۷ | ۱۴ |
| تعداد رای در اولویت چهارم | ۷ | ۱۴ | ۱۰ | ۱۲ |

**جدول ۹.** تعداد آرای دانشجویان در اولویت‌های رای‌گیری به‌وسیله گروه استادیاران در شاخص فرهنگی

| گروه استادیاران/ فرهنگی | دانشجو ۱ | دانشجو ۲ | دانشجو ۳ | دانشجو ۴ |
|---|---|---|---|---|
| تعداد رای در اولویت اول | ۱۹ | ۲۱ | ۱۳ | ۱۸ |
| تعداد رای در اولویت دوم | ۱۷ | ۲۰ | ۱۴ | ۱۹ |
| تعداد رای در اولویت سوم | ۱۶ | ۲۳ | ۱۷ | ۱۴ |
| تعداد رای در اولویت چهارم | ۱۸ | ۱۸ | ۲۰ | ۱۴ |

**جدول ۱۰.** نتایج حاصل از تجمیع آرا و استفاده از مدل (۳) برای تعیین اوزان نسبی نسبت به معیار فرهنگی

| فرهنگی | دانشجو ۱ | دانشجو ۲ | دانشجو ۳ | دانشجو ۴ |
|---|---|---|---|---|
| وزن به‌دست‌آمده از مدل (۳) | ۱ | ۱ | ۰/۷۳ | ۰/۷۶ |

حال وزن نسبی گزینه‌ها نسبت به شاخص فرهنگی را با تقسیم اوزان جدول (۱۰) بر مجموع اوزان به‌صورت زیر به دست می‌آوریم:

**جدول ۱۱.** اوزان نسبی گزینه‌ها نسبت به شاخص فرهنگی

| فرهنگی | دانشجو ۱ | دانشجو ۲ | دانشجو ۳ | دانشجو ۴ |
|---|---|---|---|---|
| وزن نسبی | ۰/۲۸۷ | ۰/۲۸۷ | ۰/۲۰۹ | ۰/۲۱۸ |



Archive of SID

www.SID.ir

**جدول ۱۲.** تعداد آرای دانشجویان در اولویت‌های رای‌گیری به‌وسیله گروه استادان در شاخص پژوهشی

| گروه اساتید تمام/ پژوهشی | دانشجو ۱ | دانشجو ۲ | دانشجو ۳ | دانشجو ۴ |
|---|---|---|---|---|
| تعداد رای در اولویت اول | ۵ | ۵ | ۵ | ۹ |
| تعداد رای در اولویت دوم | ۴ | ۳ | ۸ | ۷ |
| تعداد رای در اولویت سوم | ۵ | ۷ | ۵ | ۵ |
| تعداد رای در اولویت چهارم | ۴ | ۷ | ۳ | ۸ |

**جدول ۱۳.** تعداد آرای دانشجویان در اولویت‌های رای‌گیری به‌وسیله گروه دانشیاران در شاخص پژوهشی

| گروه دانشیاران/ پژوهشی | دانشجو ۱ | دانشجو ۲ | دانشجو ۳ | دانشجو ۴ |
|---|---|---|---|---|
| تعداد رای در اولویت اول | ۱۲ | ۱۰ | ۸ | ۱۳ |
| تعداد رای در اولویت دوم | ۱۰ | ۱۴ | ۷ | ۱۲ |
| تعداد رای در اولویت سوم | ۱۰ | ۱۰ | ۹ | ۱۴ |
| تعداد رای در اولویت چهارم | ۱۰ | ۱۱ | ۱۱ | ۱۱ |

**جدول ۱۴.** تعداد آرای دانشجویان در اولویت‌های رای‌گیری به‌وسیله گروه استادیاران در شاخص پژوهشی

| گروه استادیاران/ پژوهشی | دانشجو ۱ | دانشجو ۲ | دانشجو ۳ | دانشجو ۴ |
|---|---|---|---|---|
| تعداد رای در اولویت اول | ۱۸ | ۱۹ | ۱۵ | ۱۹ |
| تعداد رای در اولویت دوم | ۱۴ | ۱۸ | ۱۹ | ۱۹ |
| تعداد رای در اولویت سوم | ۱۹ | ۲۰ | ۱۳ | ۱۸ |
| تعداد رای در اولویت چهارم | ۱۹ | ۱۴ | ۱۹ | ۱۸ |

**جدول ۱۵.** نتایج حاصل از تجمیع آرا و استفاده از مدل (۳) برای تعیین وزن دانشجو نسبت به معیار پژوهشی

| پژوهشی | دانشجو ۱ | دانشجو ۲ | دانشجو ۳ | دانشجو ۴ |
|---|---|---|---|---|
| وزن به‌دست‌آمده از مدل (۳) | ۰/۸۰ | ۰/۸۷ | ۰/۷۳ | ۱ |

حال وزن نسبی گزینه‌ها نسبت به شاخص پژوهشی را با تقسیم اوزان جدول(۱۵) بر مجموع اوزان به‌صورت زیر به دست می‌آوریم:

**جدول ۱۶.** اوزان نسبی گزینه‌ها نسبت به شاخص پژوهشی

| پژوهشی | دانشجو ۱ | دانشجو ۲ | دانشجو ۳ | دانشجو ۴ |
|---|---|---|---|---|
| وزن نسبی | ۰/۲۳۵ | ۰/۲۵۶ | ۰/۲۱۵ | ۰/۲۹۴ |

همچنین نتایج رای‌گیری ترجیحی برای معیارهای آموزشی، پژوهشی و فرهنگی در جدول‌های (۱۷)، (۱۸) و (۱۹) آمده است.



Archive of SID

www.SID.ir

**جدول ۱۷.** تعداد آرای معیارها در اولویت‌های رای‌گیری به‌وسیله گروه اساتید تمام

| گروه استادان | آموزشی | پژوهشی | فرهنگی |
|---|---|---|---|
| تعداد رای در اولویت اول | ۵ | ۱۲ | ۵ |
| تعداد رای در اولویت دوم | ۱۲ | ۶ | ۴ |
| تعداد رای در اولویت سوم | ۵ | ۵ | ۱۲ |

**جدول ۱۸.** تعداد آرای معیارها در اولویت‌های رای‌گیری به‌وسیله گروه دانشیاران

| گروه دانشیاران | آموزشی | پژوهشی | فرهنگی |
|---|---|---|---|
| تعداد رای در اولویت اول | ۱۶ | ۱۵ | ۱۳ |
| تعداد رای در اولویت دوم | ۱۵ | ۱۶ | ۱۳ |
| تعداد رای در اولویت سوم | ۱۵ | ۱۳ | ۱۶ |

**جدول ۱۹.** تعداد آرای معیارها در اولویت‌های رای‌گیری به‌وسیله گروه استادیاران

| گروه استادیاران | آموزشی | پژوهشی | فرهنگی |
|---|---|---|---|
| تعداد رای در اولویت اول | ۲۱ | ۳۹ | ۱۰ |
| تعداد رای در اولویت دوم | ۱۰ | ۲۱ | ۳۹ |
| تعداد رای در اولویت سوم | ۳۹ | ۱۰ | ۲۱ |

با استفاده از مدل (۳) و با قرار دادن $\varepsilon = ۰/۰۰۱$ و $d(r,\varepsilon) = \varepsilon/r, (r = ۱,...,s)$ و $f(i,\varepsilon) = \varepsilon/i, (i = ۱,...,m)$ نتایج را برای هر دانشجو و معیار به‌طور جداگانه به دست آوردیم که در جدول (۸) و (۹) نمایش داده‌شده است. توجه کنید که این تابع شدت تشخیص می‌تواند در مواقع ضروری بسیار دقیق‌تر و با مطالعه بهتر انتخاب گردد.

**جدول ۲۰.** نتایج حاصل از تجمیع آرا و استفاده از مدل (۳) برای تعیین وزن معیارها

| | آموزشی | پژوهشی | فرهنگی |
|---|---|---|---|
| وزن به‌دست‌آمده از مدل (۳) | ۱ | ۱ | ۰/۹۳ |

حال اوزان نسبی معیارها به‌صورت زیر خواهد بود.

**جدول ۲۱.** اوزان نسبی معیارها

| | آموزشی | پژوهشی | فرهنگی |
|---|---|---|---|
| اوزان مطلق معیارها | ۰/۳۴۱ | ۰/۳۴۱ | ۰/۳۱۷ |

نتایج رتبه‌بندی نهایی حاصل از مجموع ضریب گزینه‌ها در معیارها در جدول (۲۲) نمایش داده‌شده است.



Archive of SID

www.SID.ir

**جدول ۲۲.** نتایج حاصل از تجمیع آرا و استفاده از روش پیشنهادی برای تعیین وزن مطلق گزینه‌ها

| | دانشجو ۱ | دانشجو ۲ | دانشجو ۳ | دانشجو ۴ |
|---|---|---|---|---|
| امتیاز نهایی هر دانشجو | ۰/۲۳ | ۰/۳۰۶ | ۰/۲۱۷ | ۰/۲۴۷ |

همان‌طور که ملاحظه می‌کنید، دانشجو ۲ به‌عنوان دانشجو برتر انتخاب شد. علاوه بر اینکه از ماتریس مقایسات زوجی استفاده نشد و به‌جای آن از رای‌گیری ترجیحی استفاده کردیم. با معرفی مدل (۳) به‌عنوان یک ابزار توانستیم زمان اجرای فرایند را به طرز چشمگیری کاهش دهیم و تنها یک‌بار به نظرخواهی از اعضای گروه تصمیم‌ساز نیازمندیم. این کار باعث بالا بردن انگیزه و دقت شرکت‌کنندگان در فرایند وزن‌دهی می‌شود.

## ۶ نتیجه و جمع‌بندی

در این مقاله روشی برای انتخاب گزینه‌ها در ساختار سلسله‌مراتبی گروهی با گروه تصمیم‌ساز با سطح قدرت نابرابر اعضا، ارایه شد. این روش علاوه برداشتن مزایای فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی هر دو ضعف آن را پوشش می‌دهد. اول آنکه با به‌کارگیری رای‌گیری ترجیحی نیاز به مقایسات زوجی و در نتیجه محاسبه نرخ سازگاری نیست؛ لذا فرایند تصمیم‌گیری بسیار سریع‌تر و با استفاده از خرد جمعی انجام می‌پذیرد. استفاده ازاین‌روش در سازمان‌ها و ادارات بسیار ثمربخش خواهد بود؛ زیرا اعضای گروه تصمیم‌ساز می‌توانند نظرات خود را در رابطه با یک معیار یا یک گزینه به‌صورت ترجیحی در رای‌گیری بیان کنند. دوم آنکه تصمیم سازها در گروه‌های مختلف با اهمیت وزن متفاوت قرار می‌گیرند. از طرفی استفاده از تکنیک رای‌گیری در خلال روش کمک شایانی به اعضای گروه تصمیم‌ساز با درجه اهمیت کم‌تر می‌کند که بدون ترس از عواقب اظهارنظر در حضور افراد تصمیم‌ساز با اهمیت بیش‌تر از خود، به‌طور مستقل نظرات انتقادی و مخالف خود را اعلام کنند. در نتیجه استفاده از این روش واقعی‌تر و دارای انعطاف‌پذیری بالایی در تصمیم‌گیری است.

## منابع


[۱] فیلی‌زاده، م.، صادقی، ح.، معینی، ف.، (۱۳۸۶)، مدیریت پروژه بر اساس فرایند تصمیم‌گیری چند معیاره. سمینار مهندسی صنایع، پایگاه اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی.

[۳] قدسی پور، س. ح.، (۱۳۷۹)، فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP). تهران: انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر.

[۴] آذر، ع.، رجب‌زاده، ع.، (۱۳۸۸)، تصمیم‌گیری کاربردی (رویکرد MADM). تهران: نگاه دانش.

[2] Saaty, T. L., (1980). The analytic hierarchy. New York: McGraw-Hill.

[5] Narasimhan, R., (1983). An analytic approach to supplier selection. Journal of PurchasingSupply Management, 1, 27–32.

[6] Partovi, F. J. B., Banerjee, A., (1989). Application of analytic hierarchy process in operations management.

[7] Nydick, R., Hill, R., (1992). Using the analytic hierarchy process to structure thesupplierselection procedure. International Journal of Purchasing and Materials Management, 25(2), 31–36.

[8] Barbarosoglu, G., Yazgac, T., (1997). An application of the analytic hierarchy process to the supplier selection problem. Production and Inventory Management Journal, 38, 14–21.




Archive of SID
www.SID.ir

[9] Yahya, S., Kingsman, B., (1999). Vendor rating for an entrepreneur development program: A case study using the analytic hierarchy process method. Journal of Operations Research Society, 51, 916–930.
[10] Masella, C., Rangone, A., (2000). A contingent approach to the design of vendors election systems for different types of cooperative customer/supplier. International Journal of Operations and Production Management, 20, 70–84.
[11] Tam, M., Tummala, V., (2001). An application of the AHP in vendor selection of a telecommunications system. Omega, 29, 171–182.
[12] Lee, E., Ha, S., Kim, S., (2001). Supplier selection and management system considering relationships in supply chain management. IEEE Transactions on Engineering Management, 48, 307–318.
[13] Liu, F. H. F., Hai, H., (2005). The voting analytic hierarchy process method for selecting supplier. International Journal of Production Economics, 97(3), 308–317.
[14] Cook, W. D., Kress, M., (1990). A data envelopment model for aggregating preference rankings. Management Science, 36(11), 1302–1310.
[15] Hadi-Vencheh, A., Niazi-Motlagh, M., (2011). An improved voting analytic hierarchy process-data envelopment analysis methodology for suppliers selection. International Journal of Computer Integrated Manufacturing.
[16] Soltanifar, M., HosseinzadehLotfi, F., (2011). The voting analytic hierarchy process method for discriminating among efficient decision making units in data envelopment analysis. Computers & Industrial Engineering 60 585–592.
[17] Aczel, J., Saati, T., (1983). Procedure for Synthesizing Ratio Judgments. Journal of Mathematical, 27, 93-102.
[18] Soltanifar, M., (2017). A new voting model for groups with member of unequal power and proficiency. International Journal of Industrial Mathematics, (Accepted).
[19] Ebrahimnejad, A., (2012). a new approach for ranking of candidates in voting systems, OPSEARCH, 103–115.
[20] Ebrahimnejad, A., MadjidTavana, F. J., Santos, A., (2016). An integrated data envelopment analysis and simulation method for groupconsensusranking. Mathematics and Computers in Simulation 1191–1221.

Archive of SID



www.SID.ir