کاربرد روش‌های پرامتی در تصمیم گیری‌های پلیس

امیر مسعود عرب حلوایی*

چکیده:

پلیس به‌عنوان یک سازمان حاکمیتی بزرگ مانند هر سازمان دیگری، پیوسته با تصمیم‌گیری‌های متعدد و با سطوح مختلف روبرو است. از آن جایی که این تصمیمات غالباً از اهمیت و حساسیت بالایی برخوردارند و هم‌چنین به نتایج ملموس مثبت و یا تبعات جبران ناپذیری را می‌توانند منجر شوند، استفاده از روش‌های پیشرفته تصمیم‌گیری که با توجه به مطالعات گسترده در چنین موقعیت هایی نتایج مناسبی داشته‌اند ضروری می‌نماید.

روش‌های پرامتی در مواردی که معیارهای تصمیم‌گیری در تضاد با یکدیگر قرار داشته و تصمیم‌گیران اطلاعات پایه در جداول تصمیم‌گیری را ناکافی می‌دانند، عملکرد مناسبی دارند. تصمیم‌گیری‌های پلیس با خصوصیاتی نظیر پیچیدگی، تضاد معیارها، تعدد معیارها و ... زمینه مناسبی را برای استفاده از روش‌های پرامتی فراهم می‌کنند.

این مقاله مروری بر متدولوژی پرامتی[1] در زمینه پشتیبانی تصمیم با معیارهای چندگانه(*MCDA*[2]) است. در ابتدا توضیحاتی در مورد مسایل چند معیاره ارائه شده و سپس این نکته را تشریح خواهیم نمود که مسایل چند معیاره، بدون در اختیار داشتن اطلاعات تکمیلی مرتبط با اولویت‌ها و ارجحیت‌های تصمیم‌گیران، نمی‌توانند مورد بررسی قرار گیرند. اطلاعات در خواستی در پرامتی و گایا برای تحلیل‌گران و تصمیم‌گیران بسیار واضح و خوش تعریف هستند. این اطلاعات شامل یک تابع ترجیحی مرتبط با هر معیار و هم‌چنین وزنهایی هستند که نشان دهنده‌ی اهمیت نسبی معیار مربوطه می‌باشد. روش پرامتی-۱ و رتبه‌بندی کامل در پرامتی-۲ به علاوه ماژول تعاملی تصویری[3] گایا به تشریح و تفسیر این مسائل می‌پردازند.

در این مقاله از ارائه‌ی تفصیلی دیگر روش‌های پرامتی، به خصوص گایا به علت گستردگی صرف نظر شده است.

کلید واژه‌ها:

MCDA، روش‌های غیر رتبه‌ای،پرامتی-گایا، دسیژن لب[4]

* . کارشناسی ارشد مهندسی صنایع – مهندسی سیستم‌های اقتصادی و اجتماعی

1. PROMETHEE
2. Multiple Criteria Decision Aiding
3. Visual Interactive Module
4. Decision Lab

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

پرامتی-۱ (رتبه‌بندی جزئی) و پرامتی-۲ (رتبه‌بندی کامل) توسط جی. پی. برنز[1] ارائه و برای نخستین بار در کنفرانس سازماندهی شده توسط آر. نادئو[2] و ام. لاندری[3] در دانشگاه لاوال کبک کانادا[4] ارائه گردید. در همان سال کاربردهای بسیاری از این روش در زمینه مراقبت‌های بهداشتی توسط جی. داویگنون[5] مورد استفاده قرار گرفت.

چند سال بعد، جی. پی. برنز و بی. مارشال[6]، پرامتی-۳(رتبه‌بندی بر مبنای فاصله ها) و پرامتی-۴(حالت پیوسته) را ارائه نمودند. همین نویسندگان در سال ۱۹۸۸ ماژول تعاملی تصویری گایا را پیشنهاد نمودند که بازنمایی گرافیکی حیرت آوری برای پشتیبانی متدولوژی پرامتی است.

در سالهای ۱۹۹۲ و ۱۹۹۴، جی. پی. برنز و بی. مارشال علاوه بر روش‌های پیشین دو ضمیمه جالب به نام‌های پرامتی-۵ (*MCDA* شامل محدودیتهای بخشی[7]) و پرامتی-۶ (بازنمایی ذهن انسان) را پیشنهاد کردند.

تاکنون تعداد قابل توجهی از کاربردهای موفقیت‌آمیز متدولوژی پرامتی در زمینه‌های مختلفی از قبیل بانکداری، مکان‌یابی صنایع، برنامه‌ریزی منابع انسانی، مدیریت منابع آب، سرمایه‌گذاری، پزشکی، شیمی، مراقبت‌های بهداشتی[8]، جهانگردی[9]، مدیریت پویا[10] و ... مورد بحث قرار گرفته‌اند.

موفقیت این روش اساساً به خاطر خواص ریاضی آن و به ویژه سهولت کار با آن‌ها است.

---

1. J.P. Brans
2. R. Nadeau
3. M. Landry
4. Leval University, Quebec (Ingenerie the Decision. Elaboration of Instruments Decision Support)
5. G. Davignon
6. B. Mareschal
7. MCDA Including Segmentation Constraints
8. Health Care
9. Tourism
10. Dynamic Management

Archive of SID

www.SID.ir

مسایل چند معیاره

مسأله چند معیاره زیر را در نظر بگیرید:

فرمول (۱) $max\{g_1(a), g_2(a), \dots, g_j(a), \dots, g_k(a), |a\epsilon A\},$

به طوری که A مجموعه‌ای از گزینه‌های ممکن است $\{a_1, a_2, \dots a_i, \dots, a_n\}$ و $\{g_1(.), g_2(.), \dots, g_j(.), \dots, g_k(.)\}$ مجموعه‌ای از برآوردهای (ارزیابی) معیارها می‌باشد. در این‌جا بیشینه (Max) و کمینه شدن (Min) برخی از معیارها مدنظر نیست؛ انتظاری که از تصمیم‌گیر می‌رود، شناسایی گزینه‌ای است که همه معیارها را بهینه نماید.

زمانی که هیچ گزینه‌ای وجود ندارد که همه معیارها را به صورت هم‌زمان بهینه کند، معمولاً مسأله ریاضیاتی بد فرمی[1] خواهد بود. به‌هرحال، بیشتر (نزدیک به همه) مسائل انسانی طبیعت چندمعیاره‌ای دارند. به‌دلیل امیال (تمایلات) متفاوت انسانی ما، انتخاب تصمیمی بر مبنای ارزیابی تنها یک معیار، بی معنی بوده و اغلب عادلانه و منصفانه نخواهد بود. در بیشتر موارد، حداقل، معیارهای فنی، اقتصادی، محیطی و اجتماعی می‌بایست به حساب آیند. بنابراین مسایل چندمعیاره بسیار با اهمیت بوده و احتیاج به چاره‌اندیشی مناسبی دارند.

در زیر اطلاعات پایه مسأله چندمعیاره، شامل جدول ارزیابی آمده است.

جدول شماره (۱) : ارزیابی

a	$g_1(\cdot)$	$g_2(\cdot)$	$\dots$	$g_j(\cdot)$	$\dots$	$g_k(\cdot)$
a_1	$g_1(a_1)$	$g_2(a_1)$	$\dots$	$g_j(a_1)$	$\dots$	$g_k(a_1)$
a_2	$g_1(a_2)$	$g_2(a_2)$	$\dots$	$g_j(a_2)$	$\dots$	$g_k(a_2)$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\ddots$	$\vdots$	$\ddots$	$\vdots$
a_i	$g_1(a_i)$	$g_2(a_i)$	$\dots$	$g_j(a_i)$	$\dots$	$g_k(a_i)$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\ddots$	$\vdots$	$\ddots$	$\vdots$
a_n	$g_1(a_n)$	$g_2(a_n)$	$\dots$	$g_j(a_n)$	$\dots$	$g_k(a_n)$

1. *Ill-Posed Mathematical*

Archive of SID

www.SID.ir

فرض کنید مسأله‌ای در مورد خرید شخصی یک اتومبیل مطرح است و البته قیمت اتومبیل فاکتور مهمی بوده و باید کمینه شود. از طرف دیگر واضح است که افراد، فقط قیمت را به عنوان یک عامل مهم در نظر نمی‌گیرند. همگان با ارزان‌ترین خودرو رانندگی نمی‌کنند! بیشتر مردم تمایل به رانندگی با ماشین‌های لوکس[1] یا اسپرت با قیمتی اقتصادی را دارند. در حقیقت آن‌ها معیارهای متعددی نظیر؛ اعتبار، قیمت، راحتی، سرعت، قابلیت اطمینان و مقدار مصرف و... را در نظر می‌گیرند. اگر چه هیچ اتومبیلی همه این معیارها را همزمان و در سطح بهینه ندارد. اما در نهایت یک راه حل میانی (توافقی[2]) می‌بایست انتخاب گردد. بیشتر مسایل تصمیم‌گیری چنین ماهیت چند معیاره‌ای دارند. ارائه راه حل برای یک مسأله چند معیاره تنها به اطلاعات اساسی (پایه) مثل جدول ارزیابی بستگی نداشته، بلکه به خود تصمیم‌گیرنده نیز وابسته است. همه اشخاص یک اتومبیل را نمی‌خرند. هیچ راه حل بهینه مطلقی وجود ندارد! بهترین راه حل توافقی (میانه) وابسته به ترجیحات[3] شخصی هر تصمیم‌گیرنده است، که این ترجیحات در "ذهن"[4] هر تصمیم‌گیرنده وجود دارد.

در نتیجه اطلاعات جانبی، برای بازنمایی این ترجیحات ذهنی، مورد نیاز است تا تصمیم‌گیرنده را به سمت یک هدف تصمیم مفید سوق دهد. ارتباط معمول، مربوط به مسایل چند معیاره از نوع (۱) به این گونه تعریف می‌شود.

برای هر $(a,b)\ \epsilon\ A$:

فرمول (۲)

$$\begin{cases} \forall_j: g_j(a) \geq g_j(b) \\ \exists_k: g_k(a) > g_k(b) \end{cases} \Leftrightarrow aPb,$$

$$\forall_j: g_j(a) = g_j(b) \Leftrightarrow aIb,$$

$$\begin{cases} \exists_s: g_s(a) > g_s(b) \\ \exists_T: g_r(a) < g_r(b) \end{cases} \Leftrightarrow aRb,$$

به طوری که P و I و R به ترتیب مخففهایی برای ارجحیت[5]، بی تفاوتی[6] و غیر قابل قیاس بودن[7] می‌باشند. این تعاریف بسیار واضح هستند. یک گزینه از دیگر گزینه‌ها بهتر

1. *Luxury*
2. *Compromise Solution*
3. *Preferences*
4. *Brain*
5. *Preference*
6. *Indifference*
7. *Incomparability*

Archive of SID

www.SID.ir

است اگر در تمام معیارها، از گزینه مفروض، بهتر یا حداقل برابر باشد. اگـر یـک گزینـه در معیار s بهتر از بقیه باشد و گزینه دیگری در معیار r بهتر باشد. این امکان وجـود نـدارد کـه بدون استفاده از اطلاعات اضافی بهترین گزینه انتخاب شود. بنابراین در این حالت دو گزینه غیر قابل مقایسه اند!

گزینه‌هایی که توسط دیگر گزینه‌ها مغلوب نمی‌شوند راه حلهای کارا[1] نامیده می‌شوند. در یک جدول ارزیابی معین برای یک مسأله چند معیاره خاص معمولاً بیشتر گزینه‌ها (و اغلب همه آن‌ها) کارا هستند. غالباً ارتباط ضعیفی از نوع P و I وجود دارد. زمانی که یک گزینه از منظر یک معیار بهتر است دیگر گزینه‌ها روی سایر معیارها بهتر هستند. در نتیجه هم‌چنـان غیر قابل قیاس بودن در مورد بیشتر مقایسات زوجی[2] اتفاق افتاده که در این صورت امکـان تصمیم‌گیری بدون اطلاعات جانبی (اضافی) وجود ندارد. برای مثال این اطلاعات مـی‌تواننـد شامل:

- تعاملات[3] بین معیارها؛
- تابع ارزشـی کـه همـه معیارهـا را در یـک تـک تـابع تجمیـع کـرده، تـا مسـأله‌ای تک معیاره[4] به دست آید که راه حل بهینه‌ای برای آن وجود داشته باشد؛
- وزن‌هایی که اهمیت نسبی معیار را نشان می‌دهند؛
- ترجیحات مربوط به هر مقایسه زوجی در داخل هر معیار؛
- آستانه‌هایی[5] که حدود ترجیحی را تثبیت نماید.
- ...

تاکنون تعداد زیادی از روش‌های پشتیبان تصمیم‌گیری چند معیاره پیشنهاد شده‌انـد کـه همه این روش‌ها از همان جدول ارزیابی نشأت گرفته‌اند، اما به فراخور اطلاعات اضافی مورد نیاز متفاوتند. روش‌های پرامتی به اطلاعات تکمیلی (جانبی یا اضافی) شفافی نیاز دارند و این اطلاعات به آسانی از طریق تصمیم گیران و تحلیل گـران بـه دسـت مـی‌آیـد و قابـل فهـم می‌باشد.

---

1. Efficient Solutions
2. Pair-Wise Comparisons
3. Trade-Offs
4. Mono-Criterion
5. Thresholds

Archive of SID

www.SID.ir

هدف همه روش‌های چند معیاره، غنی سازی گراف تسلط[1] است، برای مثال؛ کاهش تعداد ناسازگاری‌ها (R). زمانی که تابع مطلوبیتی ساخته شده است، مسأله چند معیاره به مسأله‌ای تک معیاره تبدیل می‌شود که جواب بهینه‌ای برای آن وجود دارد. این موضوع بسیار اغراق آمیز به نظر می‌رسد، زیرا مبتنی بر فرضیات کاملاً محکمی است(آیا واقعاً همه تصمیمات ما مبتنی بر یک تابع مطلوبیت[2] است که جایی در مغزمان تعریف شده؟) و کاملاً ساختار یک مسأله تصمیم را تبدیل می‌کند. به این دلیل بی. روی[3] پیشنهاد کرد، ارتباطات خارج رتبه‌ای[4] ایجاد شود که فقط شامل غنی سازی‌های واقع گرایانه روابط تسلط باشد(*Roy,1985*) و (*Roy,1993*). روش‌های پرامتی در زمره روش‌های خارج رتبه‌ای قرار می‌گیرند.

به منظور ساخت روش چند معیاره مناسب، بعضی موارد لازمه در زیر آمده اند:

شرط لازمه ۱: دامنه‌ی انحرافات (اختلافات) بین ارزیابی‌های گزینه‌ها نسبت به هر معیار باید در نظر گرفته شود:

فرمول (۳)

$$d_j(a,b) = g_j(a) - g_j(b).$$

این اطلاعات به سادگی قابل محاسبه‌اند، اما در تئوری کارائی استفاده نمی‌شود. در زمانی که این انحرافات نامحسوس است ارتباط تسلط می‌تواند غنی‌تر شود.

شرط لازمه ۲: از آنجایی که ارزیابی‌های $g_j(a)$ از هر معیار بر طبق واحد خودش بیان شده است، اثرات مقیاسی[5] می‌بایست کاملاً حذف شود. به دست آوردن نتایج مبتنی بر مقیاس‌هایی که ارزیابی‌ها ارائه نموده‌اند، قابل پذیرش نیست. متأسفانه همه دستورالعمل‌های چند معیاره این شرط را رعایت نمی‌کنند.

شرط لازمه ۳: در مورد مقایسات زوجی، یک روش چند معیاره مناسب می‌بایست اطلاعات لازم را ارائه نماید، که عبارتند از:

---

1. Dominance Graph
2. Utility Function
3. B. Roy
4. Outranking Relations
5. Scaling Effects

Archive of SID

www.SID.ir

a بر b ارجحیت دارد؛

a و b بدون تفاوتند؛

a و b قابل مقایسه نیستند؛

البته هدف از این کار کاهش دست کم تعداد غیرقابل قیاس بودن‌ها می‌باشد اما نه در زمانی که واقع گرایانه نیستند. پس این دستورالعمل ممکن است به عنوان دستورالعملی عادلانه مورد توجه قرار گیرد. زمانی که برای یک دستورالعمل خاص همه غیر قابل قیاس بودن‌ها، به صورت سیستماتیک توسط اطلاعات فراهم شده پس گرفته شدند، این دستورالعمل بیشتر می‌تواند قابل بحث باشد.

شرط لازمه ٤: روش‌های چند معیاره مختلف، به اطلاعات تکمیلی متفاوتی نیاز دارند و دستورالعمل‌های محاسباتی متفاوتی را عمل می‌کنند، به طوری که راه حل‌های پیشنهادی آن‌ها متفاوت است. بنابراین توسعه روش‌هایی که برای تصمیم‌گیران قابل فهم باشند، با اهمیت است. از دستورالعمل‌های "جعبه سیاه[1]" می‌بایست اجتناب گردد.

شرط لازمه ٥: یک دستورالعمل مناسب نمی‌بایست شامل پارامترهای فنی باشد که برای تصمیم‌گیر اهمیتی ندارد. چنین پارامترهایی مجدداً همان اثر جعبه سیاه را القاء می‌کنند.

شرط لازمه ٦: یک روش مناسب می‌بایست اطلاعاتی درباره ماهیت متضاد[2] معیارها ارائه کند.

شرط لازمه ٧: بیشتر روش‌های چند معیاره تخصیص دهنده وزن‌های اهمیت نسبی برای هر معیار هستند. این وزن‌ها نشان دهنده بخش مهمی از ذهنیت تصمیم‌گیرنده می‌باشند. انتصاب این وزن‌ها به معیارها کار آسانی نیست و معمولاً تصمیم‌گیران از این عمل به شدت متنفرند. یک شیوه مناسب باید در برگیرنده ابزارهای حساسیت سنجی[3] (تحلیل حساسیت) باشد تا به آسانی مجموعه اوزان مختلف را مورد آزمایش قرار دهد.

روش‌های پرامتی و ماژول تعاملی بصری مرتبط با گایا همه این شروط را در نظر

---

1. Black Box
2. Conflicting Nature
3. Sensitivity Tools

Archive of SID

www.SID.ir

می‌گیرند. از سوی دیگر برخی خصوصیات ریاضی که مسائل چند معیاره امکان دارد از آن برخوردار باشند نیز می‌تواند در نظر گرفته شود برای مثال مرجع [۳] را ملاحظه کنید.

اطلاعات مدل‌سازی ترجیحی پرامتی

روش‌های پرامتی طراحی شده است تا مسائل چند معیاره و هم‌چنین جداول ارزیابی مربوط را مورد بحث قرار دهد.

اطلاعات اضافی مورد لزوم برای اجرای پرامتی، هم برای تحلیل گران و هم برای تصمیم‌گیران شفاف و قابل فهم هستند، این اطلاعات شامل موارد زیر است:

- اطلاعات بین معیارها
- اطلاعات درون هر معیار

اطلاعات بین معیارها

با توجه به فهمی که از مجموعه $\{w_j, j = 1,2,\ldots,k\}$ وجود دارد وزن‌های اهمیت نسبی معیارهای متفاوت جدول شماره (۲) می‌بایست تکمیل گردد. این وزن‌ها اعداد غیر منفی بوده و از واحد اندازه گیری هر معیار مستقل هستند.

جدول شماره (۲): وزن‌های اهمیت نسبی

$g_1(.)$	$g_2(.)$	…	$g_i(.)$	…	$g_k(.)$
w_1	w_2	…	w_j	…	w_k

بالاترین وزن، معیاری با بیشترین اهمیت است.

هیچ ایرادی ندارد که اوزان را نرمال در نظر بگیریم چون:

فرمول (٤) : $\sum_{j=1}^{k} w_j = 1.$

در نرم افزار پرامتی، پرامکلک[1] و دسیژن لب، کاربر می‌تواند اعداد اختیاری برای اوزان

1. Promcalc

Archive of SID

www.SID.ir

انتخاب کند که این امر نشان دادن اهمیت نسبی معیارها را آسان‌تر می‌کند. این اعداد بر مجموعشان تقسیم شده و خودکار نرمال می‌شوند.

تخصیص اوزان برای معیارها ساده نیست زیرا در برگیرنده اولویت‌ها و ادارک تصمیم‌گیرنده است. انتخاب اوزان فضای آزاد ذهنی[1] خود را دارد. پرامکلک و دسیژن لب، شامل ابزارهای حساسیت سنجی (تحلیل حساسیت) مختلفی هستند تا مجموعه‌های مختلفی از اوزان را به منظور کمک به تصحیح آن‌ها مورد آزمایش قرار دهد.

اطلاعات درون معیاری

روش پرامتی به هیچ وجه مطلوبیت مطلق ذاتی را به یک گزینه تخصیص نمی‌دهد. ساختار ترجیحی پرامتی، مبتنی بر مقیاسات زوجی است. در این روش انحراف (اختلاف) بین ارزیابی‌های هر دو گزینه از نظر یک معیار خاص لحاظ شده است. در مورد انحرافات کم و کوچک، تصمیم گیرنده، یک ارجحیت کوچک را به بهترین گزینه تخصیص می‌دهد و حتی امکان دارد در صورتی که انحراف (اختلاف) مربوطه ناچیز باشد هیچ ترجیحی از دید تصمیم‌گیرنده مورد نظر نباشد. هر چه اختلاف بزرگتر باشد ارجحیت بزرگتری نیز داده می‌شود. ایرادی ندارد که این ترجیحات را اعداد حقیقی متغییر بین صفر و یک در نظر بگیریم. این بدان معناست که در مورد هر معیاری، تصمیم گیرنده، تابعی به صورت زیر در ذهن خود دارد:

فرمول (۵) :

$$P_j(a,b) = F_j\big[d_j(a,b)\big] \ \forall a,b \in A,$$

$$d_j(a,b) = g_j(a) - g_j(b).$$

$$0 \le P_j(a,b) \le 1.$$

در مورد ملاک و معیاری که می‌بایست ماکزیمم (بیشینه) شود، تابع ترجیح a بر b را مبتنی بر انحرافات مشاهده شده بین ارزیابی‌های آن‌ها روی هر معیار $g_j(.)$ ارائه می‌دهد. که این تابع از شکل شماره (۱) تبعیت می‌کند. ترجیحات برای مقادیر منفی انحرافات (اختلافات) مقدار صفر را می‌گیرند. یعنی:

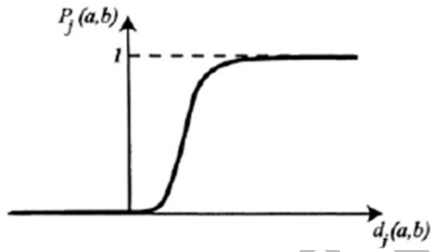
---

1. Space of Freedom

Archive of SID

www.SID.ir

$$P_j(a,b) > 0 \Rightarrow P_j(b,a) = 0.$$



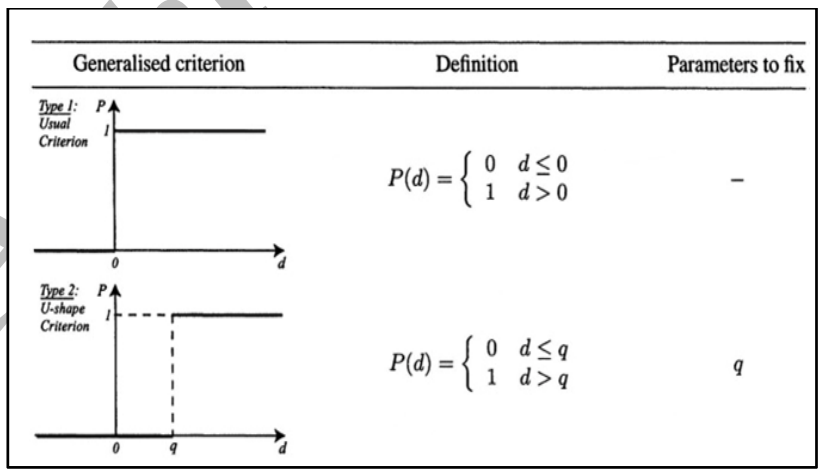
شکل شماره (۱): تابع ارجحیت

در مورد ملاک یا معیاری که می‌بایست مینیمم (کمینه) شود، تابع ارجحیت مـی‌بایسـت معکوس شود یا به وسیله فرمول (رابطه) زیر جایگزین شود.

فرمول (٦): $P_j(a,b) = F_j\left[-d_j(a,b)\right].$

زوج $\{g_j(.), P_j(a,b)\}$ را معیار عمومی شده مربوط به معیار $g_j(.)$ می‌نامیم. چنین ملاک کلی(تعمیم یافته‌ای) برای هر معیار تعریف شده است. به منظور تسهیل شناسایی، شش نـوع از توابع ترجیحی خاص در شکل شماره (۲) پیشنهاد شده است.

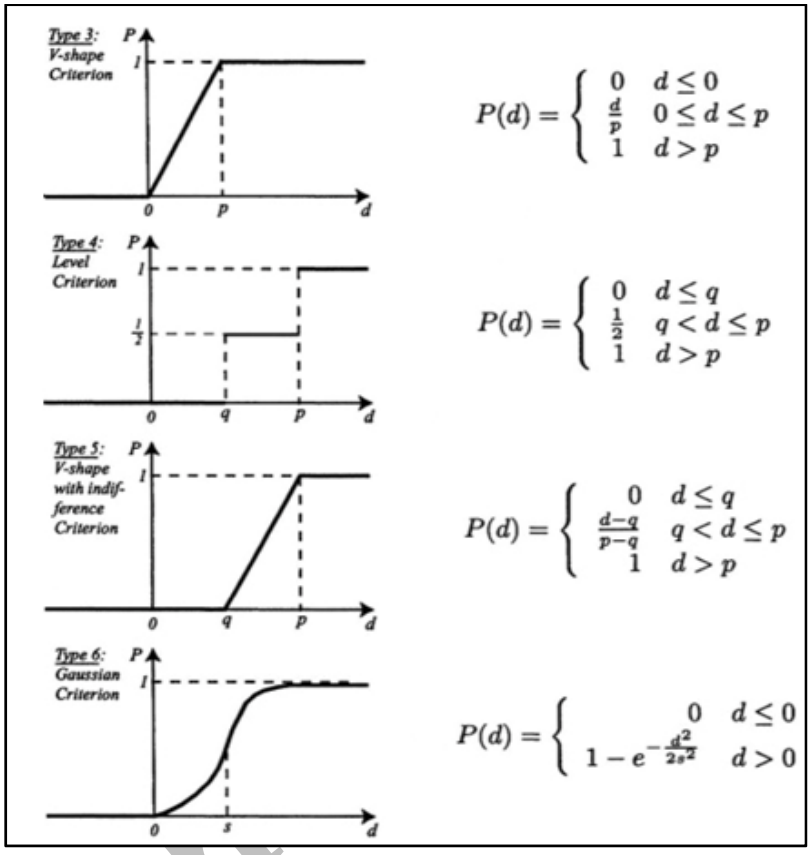
انواع ملاک‌های تعمیم یافته($p(d)$ تابع ترجیح)



شکل شماره (۲): توابع ارجحیت معمول

Archive of SID

www.SID.ir



ادامه شکل شماره (۲): توابع ارجحیت معمول

در هر مورد صفر و یک یا دو پارامتر می‌بایست تعریف شوند که اهمیت آن‌ها کاملاً واضح است:

q : حد آستانه بی تفاوتی؛

P : حد آستانه ترجیح محکم یا اکید؛

S : ارزش بینابینی p و q؛

در آستانه بی‌تفاوتی q بزرگترین انحرافی است که توسط تصمیم‌گیرنده بی‌اهمیت محسوب می‌شود. در حالی که آستانه ترجیحی p کمترین انحرافی است که برای ایجاد یک

Archive of SID

www.SID.ir

ترجیح کامل کافی است. تعریف و شناسایی یک ملاک تعمیم یافته کاملاً متاثر از انتخاب پارامترهای مناسب است.

نرم افزار پرامکلک و دسیژن لب فقط اشکال شش‌گانه جدول را ارائه می‌کنند. تا آنجا که می‌دانیم این دو نرم افزار به طور رضایت بخشی در بیشترین کاربردهای جهان واقع به کار گرفته شده‌اند. به هر حال ایرادی ندارد که معیار تعمیم یافته اضافی را نیز در نظر بگیریم.

در مورد نوع ۵ (*Type 5*) حد آستانه بی تفاوتی q و حد آستانه ارجحیت اکید p می‌بایست انتخاب شود.

در مورد معیار گوسین نوع ۶ (*Type 6*) تابع ترجیحی برای همه انحرافات افزایشی باقی می‌ماند و هیچ شکستی ندارد نه در شکل و نه در مشتقاتش. پارامتر s باید انتخاب شود که نقطه عطف تابع ترجیحی را تعریف می‌کند. توصیه ما این است که ابتدا یک q و p را شناسایی کرده و سپس پارامتر s را بین آن دو تثبیت کنید. اگر s نزدیک q باشد ترجیحات برای انحرافات کوچک تقویت می‌شوند و اگر نزدیک p باشد از ترجیحات کاسته می‌شود. به محض آنکه جدول ارزیابی $\{g_i(.)\}$ داده شد و اوزان W_j و معیار عمومی $\{g_j(.), P_j(a,b)\}$ برای $i=1,2,...,n$ و $j=1,2,...,k$ تعریف رویه پرامتی می‌تواند به کار گرفته شود.

رتبه بندی‌های پرامتی–۱ و پرامتی–۲

دستورالعمل پرامتی مبتنی بر مقایسات زوجی است(به منابع انتهای مقاله مراجعه شود). نخست تعریفی از شاخص‌های ترجیحی تجمعی[1] و جریان‌های خارج رتبه‌ای ارائه می‌شود.

شاخص‌های ترجیحی تجمعی

فرض کنید، برای $a, b \in A$؛

فرمول (۷) :

$$\begin{cases} \pi(a,b) = \sum_{j=1}^{k} P_j(a,b) w_j, \\ \pi(b,a) = \sum_{j=1}^{k} P_j(b,a) w_j. \end{cases}$$

1. Aggregated Preference Indices

Archive of SID

www.SID.ir

که $\pi(a,b)$ بیان کننده امتیاز ترجیحی a نسبت به b در مورد تمام معیارهاست و $\pi(b,a)$ یعنی چطور b بر a ترجیح داده می‌شود. در بیشتر موارد، معیاری برای بهتر بودن a نسبت به b و معیاری برای ترجیح b بر a وجود دارد، در نتیجه $\pi(a,b)$ و $\pi(b,a)$ معمولاً مثبت‌اند.

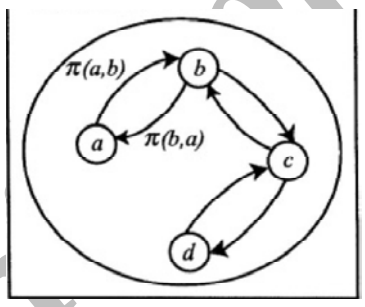
فرمول (۸) :

$$\begin{cases} \pi(a,a) = 0, \\ 0 \le \pi(a,b) \le 1, \\ 0 \le \pi(b,a) \le 1 \\ 0 \le \pi(a,b) + \pi(b,a) \le 1, \end{cases}$$

کاملاً واضح است که، $\pi(a,b)\sim 0$ نشان دهنده‌ی ارجحیت عمومی ضعیف a بر b است.

$\pi(a,b)\sim 1$ نشان دهنده‌ی ارجحیت عمومی قوی a بر b است.

در زمانی که $\pi(a,b)$ و $\pi(b,a)$ برای هر جفت گزینه A محاسبه شد یک گراف خارج رتبه‌ای کاملاً ارزش گذاری شده به شکل دو کمان بین جفت گره به دست می‌آید.



شکل شماره (۳): گراف خارج رتبه‌ای ارزش‌گذاری شده

جریان‌های خارج رتبه ای

هر گزینه a با *(n-1)* گزینه دیگر در A مواجه است، فرض کنید؛ در زیر تعریفی از دو جریان ارائه شده است:

- جریان‌های خارج رتبه‌ای مثبت

فرمول (۹) :

$$\phi^{+}(a) = \frac{1}{n-1}\sum_{x\epsilon A}\pi(a,x)$$

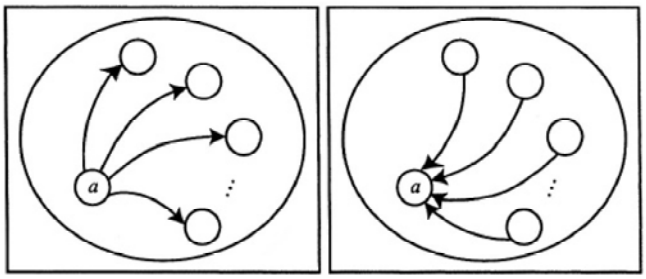
- جریان‌های خارج رتبه‌ای منفی

فرمول (۱۰) :

$$\phi^{-}(a) = \frac{1}{n-1}\sum_{x\epsilon A}\pi(x,a)$$

Archive of SID

www.SID.ir



شکل شماره (٤): جریان خارج رتبه‌ای، پرامتی

جریان خارج رتبه‌ای مثبت بیانگر این است که چگونه یک گزینه a دیگر گزینه‌ها را از رتبه خارج می‌کند. این قدرت a و به عبارتی ویژگی از رتبه خارج کردن گزینه a است. هر چه $\phi^+(a)$ بالاتر باشد گزینه a بهتر است (شکل (a) ملاحظه شود)

جریان خارج رتبه‌ای منفی بیانگر این است که چطور یک گزینه a به وسیله دیگر گزینه‌ها از رتبه خارج می‌شود. این ضعف از رتبه خارج شدن a است. هر چه $\phi^-(a)$ کمتر باشد، گزینه a بهتر است (شکل (b) ملاحظه شود)

رتبه بندی جزئی در پرامتی

رتبه بندی جزئی در پرامتی (P^I, I^I, R^I) از جریان‌های خارج رتبه‌ای مثبت و منفی به دست می‌آید. هر دو جریان معمولاً شامل رتبه بندی‌های هم شکل نیستند، پرامتی اشتراک آن‌ها است.

فرمول (۱۱) :

$$\begin{cases} aP^Ib & \text{iff} \quad \begin{cases} \phi^+(a) > \phi^+(b) \text{ and } \phi^-(a) < \phi^-(b), \text{ or} \\ \phi^+(a) = \phi^+(b) \text{ and } \phi^-(a) < \phi^-(b), \text{ or} \\ \phi^+(a) > \phi^+(b) \text{ and } \phi^-(a) = \phi^-(b); \end{cases} \\ aI^Ib & \text{iff} \quad \phi^+(a) = \phi^+(b) \text{ and } \phi^-(a) = \phi^-(b); \\ aR^Ib & \text{iff} \quad \begin{cases} \phi^+(a) > \phi^+(b) \text{ and } \phi^-(a) > \phi^-(b), \text{ or} \\ \phi^+(a) < \phi^+(b) \text{ and } \phi^-(a) < \phi^-(b); \end{cases} \end{cases}$$

www.SID.ir

به طوری که (P^I, I^I, R^I) به ترتیب بیانگر ترجیح، بی‌تفاوتی و غیرقابل قیاس بودن می‌باشد. زمانی که aP^Ib توان بالا و پایین a با توجه به b به هم مرتبط می‌شوند. اطلاعات هر دو جریان خارج رتبه‌ای سازگار بوده و ممکن است با اطمینان (قطعی) در نظر گرفته شوند. زمانی که aI^Ib وجود دارد هر دو جریان مثبت و منفی با هم مساوی هستند.

زمانی که aR^Ib توان بالای یک گزینه با توان پایین گزینه دیگر مرتبط می‌شوند و اغلب مواقعی اتفاق می‌افتد که گزینه a روی مجموعه‌ای از معیارها نسبت به b خوب بوده و b در آن‌ها ضعیف است و به عکس b در یک‌سری معیار خوب بوده که a در آن‌ها ضعیف است.

در چنین هنگامی اطلاعات ارائه شده به وسیله هر دو جریان همسان (سازگار) نیستند، عقلائی به نظر می‌رسد که دقیق باشیم و در این حالت هر دو گزینه را غیر قابل مقایسه با یک‌دیگر در نظر بگیریم.

رتبه‌بندی پرامتی محتاطانه است و این که کدام عمل در چنین مواقعی بهترین است را تصمیم‌گیری نمی‌کند، بلکه تنها مسئولیت پذیری تصمیم‌گیرنده را بالا می‌برد.

رتبه‌بندی کامل پرامتی-۲

روش پرامتی-۲ رتبه‌بندی کاملی را شامل (P^{II}, I^{II}) است. در اغلب مواقع که تصمیم‌گیرنده احتیاج به رتبه‌بندی کاملی دارد جریان خارج رتبه‌ای خالص[1] می‌تواند مورد توجه قرار گیرد.

فرمول (۱۲) :

$$\phi(a) = \phi^+(a) - \phi^-(a)$$

که تعادلی (تعاملی) بین جریان‌های خارج رتبه‌ای مثبت و منفی است. هر چه جریان خالص، بیشتر باشد گزینه بهتر است، به طوری که:

فرمول (۱۳) :

$$\begin{cases} aP^{II}b & \text{iff} \quad \phi(a) > \phi(b) \\ aI^{II}b & \text{iff} \quad \phi(a) = \phi(b) \end{cases}$$

1. Net Outranking Flow

Archive of SID

www.SID.ir

وقتی رتبه‌بندی کامل پرامتی-۲ مورد عمل قرار می‌گیرد، همه گزینه‌ها قابل مقایسه‌انـد و گزینه‌های غیر قابل مقایسه‌ای باقی نمی‌مانند. اما نتایج اطلاعات بیشتر می‌تواند مـورد بحـث قرار گیرند. زیرا بیشتر اطلاعات متأثر از توجه به تفاوت‌ها استخراج می‌شوند.

خواص زیر برقرار است:

فرمول (۱٤) : $\begin{cases} -1 \le \phi(a) \le 1 \\ \sum_{x \epsilon A} \phi(x) = 0. \end{cases}$

زمانی که $\phi(a) > 0$، a بیشتر دارای خاصیت از رتبـه خـارج کـردن نسـبت بـه همـه گزینه‌ها در همه معیارها می‌باشد و وقتی $\phi(a) < 0$، a بیشتر از رتبه خارج شده است.

در کاربردهای واقعی، به تحلیلگران و تصـمیم‌گیـران توصـیه مـی‌شـود کـه پرامتـی-۱ و پرامتی-۲ را مورد توجه قرار دهند. رتبه‌بندی کامل دارای سهولت کاربرد است، امـا تحلیـل غیر قابل مقایسه‌ها[در پرامتی-۱] اغلب به نهایی شدن یک تصمیم مناسب کمـک مـی‌کنـد. زیرا جریان خالص $\phi(.)$ رتبه بندی کاملی را ارائه می‌کند. درنتیجه امکان مقایسه مطلوبیـت وجود دارد. یکی از مزیتهای $\phi(.)$ آن است که اطلاعات ترجیحـی واضـح و سـاده‌ای ایجـاد می‌کند (وزن‌ها و توابع ترجیحی)؛ یعنی این که مبتنی بر گزاره‌های نسبی است تا گـزاره‌هـای مطلق.

اَشکال گزینه

بر طبق تعریف جریان‌های خارج رتبه‌ای مثبت و منفی و شاخص‌های تجمعی داریم:

فرمول (۱۵) : $\phi(a) = \phi^{+}(a) - \phi^{-}(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^{k} \sum_{x \epsilon A} [P_j(a,x) - P_j(x,a)] w_j.$

بنابراین

فرمول (۱٦) : $\phi(a) = \sum_{j=1}^{k} \phi_j(a)\, w_j$

اگر

فرمول (۱۷) : $\phi_j(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \epsilon A} [P_j(a,x) - P_j(x,a)].$

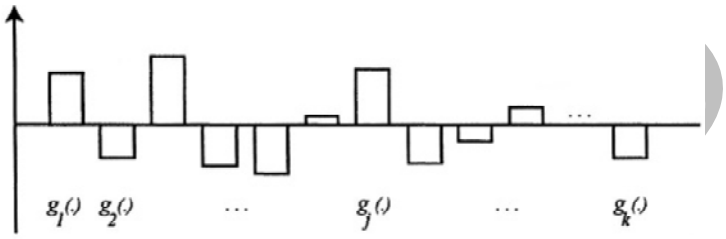
$\phi_j(a)$ جریان خالص تک معیار است زمانی که فقط معیار $g_j(.)$ مورد نظر است.

Archive of SID

www.SID.ir

شکل یک گزینه مرکب از مجموعه‌ای از همه جریان‌های تک معیار خالص:

$\phi_j(a)\ , j = 1,2,...,k$



شکل شماره (۵): یک گزینه

اشکال گزینه‌ها به خصوص برای درک "کیفیت" در معیارهای مختلف مفید است. این روش در همه موارد توسط تصمیم‌گیران در جهت افزایش در آن‌ها مورد استفاده واقع می‌شود.

مطالعه‌ی موردی:

انتخاب یک طرح تحقیقاتی از میان چند طرح پیشنهادی به یک مرکز تحقیقاتی پلیس

یکی از تصمیمات راهبردی سازمان پلیس، جهت گیری و انتخاب سمت و سوی تحقیقات و پروژه‌های مطالعاتی است. در این جا مسأله‌ای فرضی در نظر گرفته شده است که در مرکز تحقیقات پلیس می‌بایست از بین چهار طرح تحقیقاتی که از جنبه‌ی پنج معیار بررسی می‌شوند یکی را انتخاب و همچنین آن‌ها را جهت ارائه گزارش به فرماندهی رتبه‌بندی کند.

گزینه‌ها: طرح‌های ۱ تا ۴

معیارها: معیار ۱تا ۵

معیار۱: هزینه

معیار۲: مدت زمان اجرا

معیار۳: شانس موفقیت

Archive of SID

www.SID.ir

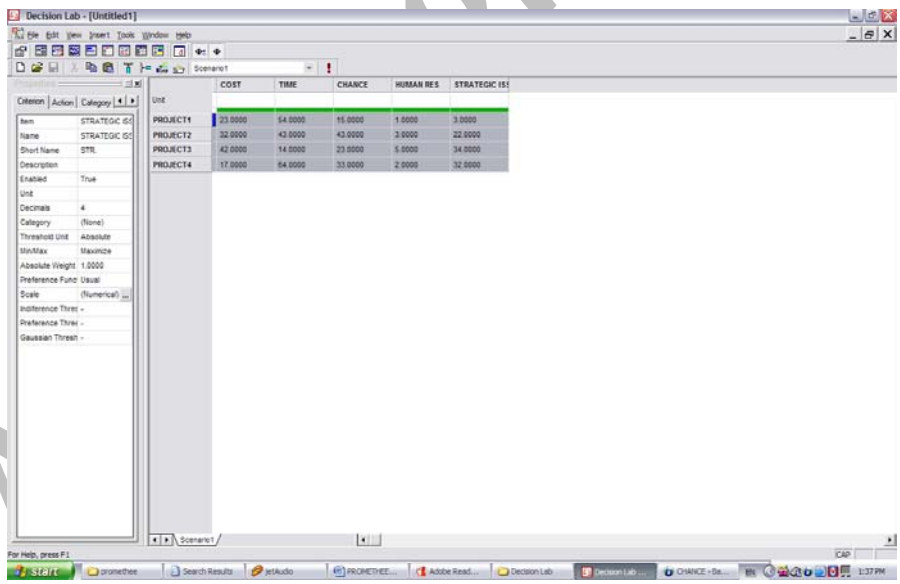
معیار ۴: وجود نیروی متخصص

معیار۵: هم‌راستایی با راهبرد تحقیقات

جدول شماره (۳):

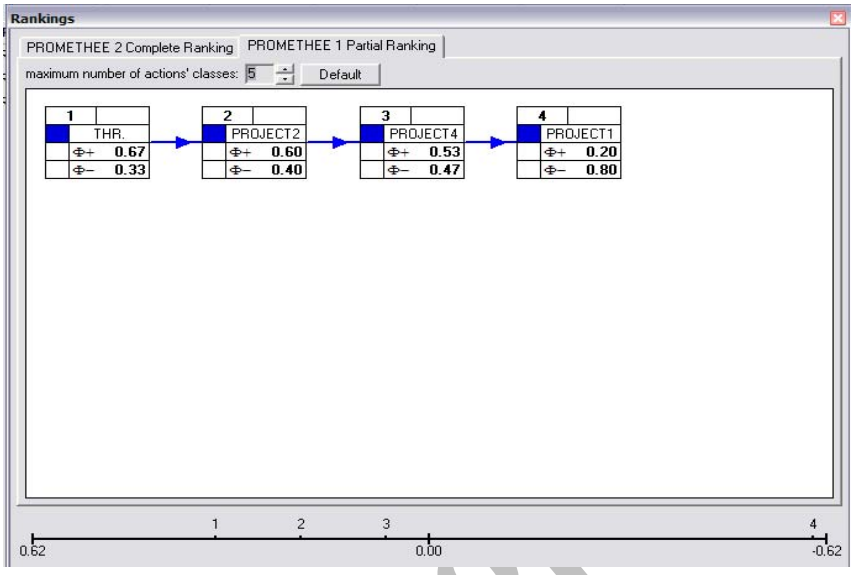
	هزینه	مدت زمان اجرا	شانس موفقیت	وجود نیروی متخصص	هم‌راستایی با راهبرد تحقیقات
پروژه۱	۲۳,۰۰۰۰	۵۴,۰۰۰۰	۱۵,۰۰۰۰	۱,۰۰۰۰	۳,۰۰۰۰
پروژه۲	۳۲,۰۰۰۰	۴۳,۰۰۰۰	۴۳,۰۰۰۰	۳,۰۰۰۰	۲۲,۰۰۰۰
پروژه۳	۴۲,۰۰۰۰	۱۴,۰۰۰۰	۲۳,۰۰۰۰	۵,۰۰۰۰	۳۴,۰۰۰۰
پروژه۴	۱۷,۰۰۰۰	۶۴,۰۰۰۰	۳۳,۰۰۰۰	۲,۰۰۰۰	۳۲,۰۰۰۰

برای مدل‌سازی این مسأله از نرم افزار دسیژن لب استفاده شده است:

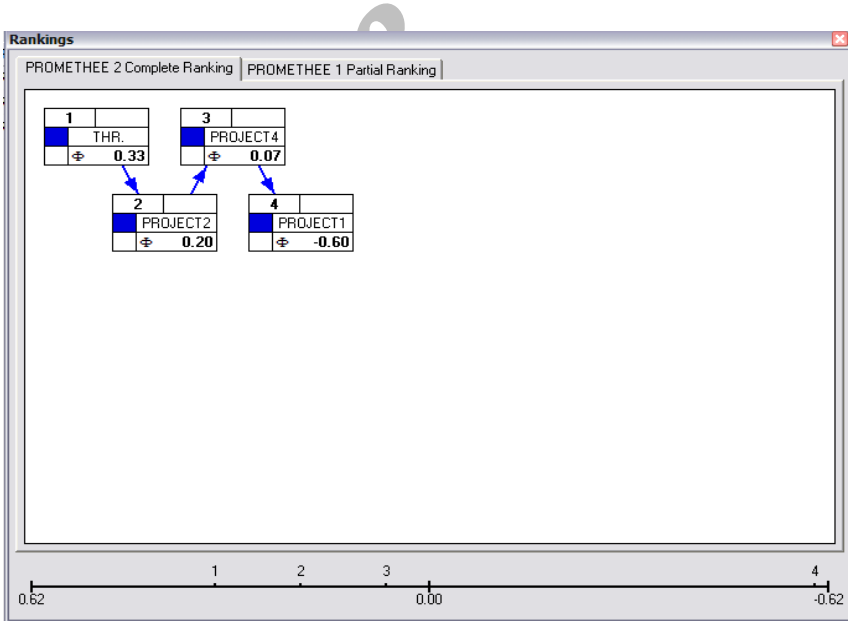


شکل شماره (٦): نرم‌افزار دسیژن لب- پس از ورود اطلاعات

www.SID.ir

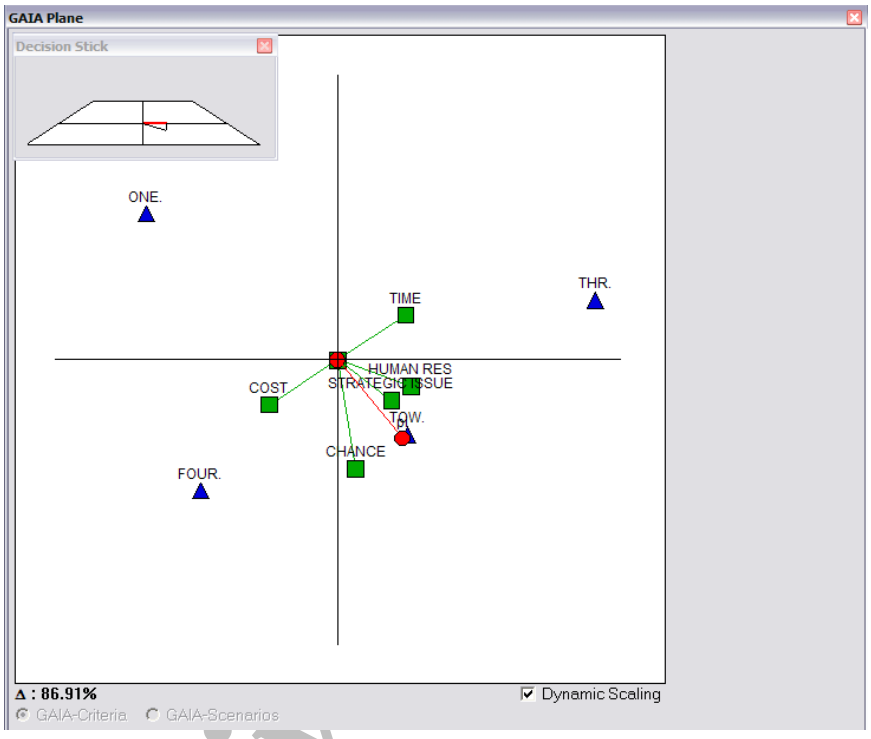


شکل شماره (۷): رتبه‌بندی جزیی در پرامتی۱



شکل شماره (۸): رتبه بندی کامل در پرامتی۲

www.SID.ir



شکل شماره (۹): ماژول تصویری گایا

نتیجه گیری:

روش‌های پرامتی به‌عنوان یکی از روش‌های تصمیم‌گیری خارج رتبه‌ای دسته‌بندی می‌شوند. این روش‌ها که بیشتر در اروپا توسعه یافته‌اند، به دنبال گونه‌ای از مدل‌سازی ذهن تصمیم‌گیران می‌باشند. به عبارتی این روش‌ها با بهره‌گیری از اطلاعات تکمیلی، ارجحیت‌های ذهن تصمیم‌گیران را در مدل‌سازی تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره لحاظ می‌کنند. روش‌های پرامتی از ابزار اولیه که پرامتی-۱ نامیده می‌شود تاکنون، به صورت فزاینده‌ای توسعه یافته است و به خصوص در تصمیم‌گیری‌های پیچیده‌ای که معیارها در تضاد با یکدیگر قرار دارند کارایی مناسبی دارد. با این حال پیچیدگی ریاضیاتی این روش‌ها علی‌رغم نتایج قابل قبول

Archive
www.SID.ir

یکی از موانع گسترش کاربرد بوده است. روش‌های پرامتی با خصوصیاتی کـه در ایـن مقالـه ذکر شده است، به جهت معیارهای غالباً متضادی که در تصمیم‌گیری‌های مرتبط با پلیس به چشم می‌خورد کاربردهای مناسبی به خصوص در حوزه‌ی تصمیم‌گیـری‌هـای کـلان خواهـد داشت. از آن جمله؛ می‌توان به مواردی چون انتخـاب خودروهـای سـازمانی، انتخـاب محـل ایستگاه‌ها و مراکز اداری یا انتظامی پلیس، رتبه بندی یگان‌هـا، انتخـاب راهبـردهـا، اولویـت بندی پروژه‌های تحقیقاتی، استفاده از خرد جمعـی در تصـمیم‌گیـری بـا روش‌هـای علمـی و بسیاری موارد دیگر اشاره نمود.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع:

- *Brans, J.P. & Macharis, C. Kunsch, P.L. & Schwaninger, M. (1998). "***Combining multicriteria decision aid and system dynamics for the control of socio-economic processes***". An iterative real-time procedure. European Journal of Operational Research, 109(2):428–441.*
- *Brans, J.P. & Mareschal, B. & Ph. Vincke.(1984). "***PROMETHEE: A new family of outranking methods in multicriteria analysis***". In J.P. Brans, editor, Operational Research '84, pages 477-490. North-Holland, Amsterdam.*
- *Brans, J.P. & Mareschal, B. (1992). "***A System Interactive Multiple Criteria For Evaluation Enterprise Financiers with Promote Methods***". Actualité Economique, 68(4).*
- *Brans, J.P. & Mareschal, B. (1992). "***Promethee-V – MCDM problems with segmentation constraints***". INFOR, 30(2):85–96.*
- *Brans, J.P. & Mareschal, B. (1994). "***The Promcalc and Gaia decision-support system for multicriteria decision aid***". Decision Support Systems, 12(4-5):297–310.*
- *Brans, J.P. & Mareschal, B. (1995). "***The PROMETHEE VI procedure***". How to differentiate hard from soft multicriteria problems. Journal of Decision Systems, 4:213–223.*
- *Brans, J.P. & Mareschal, B. (2002). "***PROMETHEE-GAIA***". A Methodology Of Aid Decision of Presence Multiple Criteria. Ellipses, Paris, France.*
- *Brans, J.P. (1996). "***The space of freedom of the decision maker modelling the human brain***". European Journal of Operational Research, 92(3):593–602.*
- *Brans, J.P. (2002). "***Ethics and decision***". European Journal of Operational Research, 136(2):340– 352.*
- *Brans, J.P. (1982) Engneering Decision; Elaboration of the Instruments Decision Support.* **"A Method PROMETHEE. In R. Nadeau & M. Landry, Editors***", Decision Support: Nature,Instruments& Perspectives of Avenir,Quebec, Canada, Laval University Presses, PP.183–213.*
- *Mareschal, B. & Brans J.P.. (1991). "***BANK ADVISER***". An industrial evaluation system. European Journal of Operational Research, 54:318–324.*
- *Mareschal, B. & Brans. J.P.(1988). "***Geometrical representations for MCDA***". the GAIA module. European Journal of Operational Research, 34:69–77.*

Archive of SID

www.SID.ir

- *Roy, B. & Bouyssou, D.(1993). "***Multiple Critteria aid Decision***". Méthodes et Cas. Economica,Paris, France.*
- *Roy, B. (1985). "***A Methodology of Aid Decision***". Economica, Paris, France.*
- *Vincke, P.(1989). "***Multicriteria Decision Aid***". John Wiley & Sons, New York.*

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir