

## کاربرد منطق نوتروسوفیک در تکنیک های تصمیم گیری چندشاخصه

فرشاد اندام

دانشجوی دکتری مدیریت صنعتی، پردیس البرز دانشگاه تهران، تهران، ایران.  
farshad.andam@ut.ac.ir

### چکیده

مساله انتخاب پیشینه ای به قدمت تاریخ دارد و از این رو فرآیند تصمیم گیری جهت انتخاب گزینه صحیح از میان گزینه های موجود، بخش جدایی ناپذیر در زندگی روزمره انسان به شمار می رود؛ از سویی دیگر با رشد فزاینده دسترسی به اطلاعات و در نتیجه مواجهه با گزینه های گوناگون و معیارهای متنوع انتخاب، فرآیند تصمیم گیری نیز پیچیده تر شده است بگونه ای که انتخاب یا رتبه بندی گزینه های مطلوب با استفاده از روش های ساده و سرانگشتی به راحتی میسر نخواهد بود. از آنجائیکه اکثر تصمیم گیری های مدیران تحت تأثیر عوامل مختلف کمی و کیفی قرار دارد که اغلب این عوامل با یکدیگر در تعارض هستند و آنان سعی می کنند که بین چندین گزینه موجود بهترین گزینه را انتخاب کنند بنابراین اشتباه در تصمیم گیری مستلزم پرداخت هزینه خطاست و هر چه قدرت و اختیارات مدیریت بیشتر باشد این هزینه بالاتر خواهد بود. در این راستا منطق نوتروسوفیک به عنوان جامع ترین نوع منطق غیرکلاسیک برای مواجهه با عدم قطعیت و نقصان اطلاعات در فرآیند تصمیم گیری معرفی شد که به مثابه سازوکاری برای مواجهه با عدم قطعیت های موجود در قضاوت های ذهنی خبرگان به جای سایر رویکردها می تواند از سوگیری نظرات خبرگان کاسته و با اعمال عدم قطعیت موجود در قضاوت های آنها علاوه بر افزایش انعطاف پذیری بر دقت قضاوت و ارزیابی بیفزاید.

**واژگان کلیدی:** منطق نوتروسوفیک، تکنیک های تصمیم گیری چندشاخصه.

### مقدمه

تصمیم گیری یکی از اساسی ترین موضوعاتی است که بشر همواره و حتی در زندگی روزمره خود با آن رو به رو است؛ در واقع تصمیم گیری به چگونگی انتخاب بهترین گزینه ممکن می پردازد به طوری که بتواند بیشترین سود و موفقیت را به همراه داشته باشد. با توجه به محدود بودن منابع سازمانی و فضای رقابتی حاکم در جهان امروز، اتخاذ تصمیم های درست و به موقع که منجر به تحقق اهداف استراتژیک و در نهایت تحقق چشم انداز سازمانی شوند بسیار مهم است. منابع در دسترس سازمان ها محدود بوده و متأسفانه اغلب سازمان ها به دلیل فقدان اولویت بندی مناسب در شاخص ها و معیارها قادر به اولویت بندی محصولات جهت تخصیص منابع نمی باشند و در پی آن بسیاری از منابع موجود خود را از دست می دهند. فرآیند تصمیم گیری بستگی به وجود اطلاعات لازم و کافی دارد بگونه ای که هرچه این اطلاعات کامل تر و به روز تر باشد امکان تصمیم گیری صحیح بیشتر خواهد بود. در این میان نقش تصمیم گیری مدیران را در عرصه سازمان ها نباید انکار کرد زیرا تصمیم گیری آنان خواه ناخواه با مسائل اقتصادی، فنی، اداری،

اجتماعی، سیاسی و فرهنگی در سطوح خرد و کلان ارتباط تنگاتنگی دارد و لذا نقش آنان در فرایند تصمیم گیری، بسی حساس تر و خطرتر است.

تاکنون از منطق فازی<sup>۱</sup> و منطق فازی شهودی<sup>۲</sup> برای مواجهه با ابهام<sup>۳</sup> ناشی از داده های غیردقیق به طور گسترده ای استفاده شده است بگونه ای که منطق فازی دانش و قضاوت انسان را از طریق متغیرهای زبانی<sup>۴</sup> وارد مدل نموده و با ایجاد انعطاف پذیری توسط توابع عضویت، نتایج حاصل را برای شرایط واقعی کاربردی تر و متناسب تر می نماید. منطق فازی شهودی در مقایسه با منطق فازی در مواجهه با ابهام و عدم اطمینان از اثربخشی بالاتری برخوردار است بگونه ای که منطق فازی شهودی در شرایطی که منطق فازی نمی تواند برای بیان مستقل درستی و نادرستی مورد استفاده قرار گیرد به منظور مواجهه با شرایطی که شواهد موافق و مخالف درخصوص یک گزاره وجود دارد به کار گرفته می شود. با این حال افزایش روزافزون کاربرد منطق نوتروسوفیک<sup>۵</sup> در چند سال اخیر به منزله راهکاری برای مواجهه با اطلاعات نامشخص و ناسازگار در دنیای واقعی می تواند بیانگر کارایی آن در تبیین عدم قطعیت ارزش متغیرها باشد.

### منطق کلاسیک<sup>۶</sup>

منطق کلاسیک براساس اصول و مبانی منطق ارسطو<sup>۷</sup> که اساس ریاضیات قطعی با داده های دقیق را تشکیل می دهد بنا شده است. در این منطق همه چیز تنها مشمول یک قاعده ثابت می شود بگونه ای که آن چیز یا درست است یا نادرست؛ به بیان دیگر منطق کلاسیک دو ارزشی منطق «صفر و یک» یا «بودن و نبودن» و به طور کلی سیستم «این یا آن» می باشد. لازم به ذکر است هر چند در تمام جهان حتی یک پدیده را نمی توان یافت که صد در صد درست یا نادرست باشد با این حال واقعیت های خاکستری با ابزار سیاه و سفید به نمایش گذاشته می شدند (اسمارانداچ، ۲۰۰۳). منطق ریاضی براساس منطق کلاسیک یا آنگونه که برخی ترجیح می دهند آن را بنامند یعنی منطق استاندارد بنا شده است که در اواخر قرن نوزدهم و اوایل قرن بیستم میلادی توسط منطق دانان پیشروی مانند فرگه و راسل بنیان گذاشته شد. هدف آنان ایجاد منطقی بود که بتوان حساب اعداد طبیعی را بر آن بنا نهاد و لذا این منطق از ابتدا با ریاضیات در هم تنیده شده است. هیلبرت، گودل، تارسکی و تورینگ مبانی این منطق را مستحکم کردند و شاخه های متفاوت آن را پایه گذاری نمودند (منیری، ۱۳۹۹). فرض این که به هر گزاره فقط یکی از دو ارزش منطقی درست یا نادرست نسبت داده شود اصل دوگانگی<sup>۸</sup> نامیده می شود و پایه و اساس منطق کلاسیک است. یک مجموعه کلاسیک دارای حد و مرز قطعی است بگونه ای که هر عضو آن یا به مجموعه تعلق دارد یا ندارد یعنی نمی تواند «تا حدی تعلق» داشته باشد؛ هر مجموعه قطعی به صورت رابطه شماره (۱) بیان می شود بگونه ای که تابع عضویت آن به صورت رابطه شماره (۲) بوده و در قالب شکل شماره (۱) نشان داده می شود (مالینوسکی، ۱۹۹۳).

$$A = \{ \langle x, \varphi_A(x) \rangle \mid x \in X \} \quad \text{رابطه (۱)}$$

$$\varphi_A(x) = \begin{cases} 1 & \text{if } x \in A \\ 0 & \text{if } x \notin A \end{cases} \quad \text{رابطه (۲)}$$

<sup>1</sup> Fuzzy Logic

<sup>2</sup> Intuitionistic Fuzzy Logic

<sup>3</sup> Vagueness

<sup>4</sup> Linguistic Variables

<sup>5</sup> Neutrosophic Logic

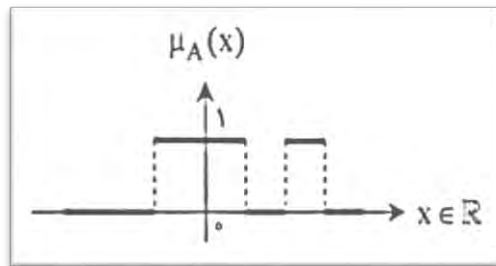
<sup>6</sup> Classical Logic

<sup>7</sup> Aristotle

<sup>8</sup> Principle of Bivalence

خبرگان براساس مفهوم عقلانیت محدود شده<sup>۱</sup> با محدودیت اطلاعاتی، گستردگی مسئله، محدودیت‌های شناختی ذهن و محدودیت زمانی مواجه هستند لذا نظرات آنان و بالطبع اثربخشی تصمیم گیری آنان مورد بحث قرار می گیرد؛ از اینرو برای رفع نقص مذکور تکنیک های تصمیم گیری از طریق ترکیب با سایر تکنیک های تصمیم گیری یا از طریق ترکیب با رویکردهای عدم قطعیت گسترش داده شده اند. یکی از رویکردهای تبیین عدم قطعیت بکارگیری منطق های غیرکلاسیک می باشد و لذا بررسی سیر تطور، جایگاه و نحوه مواجه این منطق ها با عدم قطعیت مسائل دنیای واقعی بیش از پیش مورد توجه مدیران و تصمیم گیران کسب و کارها قرار گرفته است (اسلامی، ۱۳۹۷).

شکل (۱): تابع مشخصه مجموعه قطعی



## منطق غیر کلاسیک<sup>۲</sup>

اگر یک پدیده را بتوان با استفاده از مقدار غیرقطعی<sup>۳</sup> اندازه گیری نمود آنگاه آن پدیده را عدم قطعیت می نامند. برخی یا تمامی متغیرهای یک مسئله بهینه سازی در بسیاری از حالات دارای عدم قطعیت هستند؛ هر چند نظریه احتمال از دیرباز تنها رهیافت ریاضی تکامل یافته برای اقدام در شرایط عدم اطمینان بوده است به گونه ای که بر این باور است که عدم قطعیت مرتبط با پیشامدها صرفاً ماهیتی تصادفی<sup>۴</sup> دارند و می توان آنها را با روش های احتمالی مورد بررسی قرار داد؛ گرچه این نظریه در بسیاری موارد مفید و موفق بوده است اما در حقیقت فقط در یک نوع از عدم اطمینان کارایی دارد و عدم اطلاع کامل در بسیاری از موقعیت ها به دلیل اطلاعات ناکافی، مبهم، نادقیق، متناقض<sup>۵</sup> و سایر می باشد که منجر به انواع گوناگون عدم اطمینان می گردند و لذا نیازمند رویکردهای دیگری برای تبیین هستند.

منطق های غیر کلاسیک با انگیزه های فلسفی یا محاسباتی ناشی از نیازهای علوم کامپیوتر مطرح شدند هرچند برخی از این منطق ها پیش از این با انگیزه های عمدتاً فلسفی مطالعه شده بودند لیکن مطالعه آنها از دید ریاضی جدید است. برخی از این منطق ها گسترش هایی از منطق کلاسیک هستند درحالیکه برخی دیگر در تقابل با منطق کلاسیک و نقض کننده برخی از اصول آن می باشند و معمولاً در حوزه های موسوم به منطق فلسفی یا منطق در علوم کامپیوتر قرار داده می شوند که این بدان معنی نیست که از مدل سازی ریاضی در آنها استفاده نمی شود و لذا در زمره منطق نمادی قرار می گیرند (منیری، ۱۳۹۹). اهم منطق های غیر کلاسیک عبارتند از :

## منطق چندارزشی<sup>۶</sup>

منطق ارسطویی منطق پدیده های گسسته است درحالیکه بسیاری از پدیده های جهان پیوسته هستند و لذا پیوستگی را نمی توان با گسستگی مدل نمود؛ در این راستا ناگزیر باید چارچوب منطقی پیوسته ای تبیین گردد که همان منطق

<sup>1</sup> Bounded Rationality

<sup>2</sup> Non-Classical Logic

<sup>3</sup> Uncertain

<sup>4</sup> Stochastic

<sup>5</sup> Contradictory

<sup>6</sup> Many-Valued Logic

چندارزشی می باشد. منطقیون برای گریز از جزمیت منطق دوارزشی، منطق های چندارزشی را به عنوان تعمیم منطق دوارزشی پایه گذاری کردند بگونه ای که پیشینه تاریخی منطق های چندارزشی در قرون وسطی و توسط دانز اسکات<sup>۱</sup> و ویلیام اُکام<sup>۲</sup> و پیتر دی ریو<sup>۳</sup> ایجاد شد. در اواخر قرن نوزدهم میلادی کوشش هایی برای بوجود آوردن ساختارهای منطقی غیرکلاسیک به ویژه سه ارزشی<sup>۴</sup> انجام گرفت. عصر چندارزشی توسط لوکاسیه ویچ<sup>۵</sup> و پست<sup>۶</sup> رسماً در سال ۱۹۲۰ میلادی به منصف ظهور رسید بگونه ای که مجموعه ارزش های منطقی با اضافه شدن یک ارزش میانی غنی شد و اصول یک حساب گزاره ای سه ارزشی پیاده گردید. مطابق این منطق که بیش از دو ارزش در آن وجود دارد، گزاره ها برحسب سه ارزش ۰، ۰.۵ و ۱ مقدار دهی شده و به ترتیب با مفاهیم درستی، عدم قطعیت و نادرستی تعبیر می شدند و واقعیت ها بهتر از منطق ارسطویی بیان می گردیدند لیکن همچنان با واقعیت فاصله داشت. منطق چندارزشی مشتمل بر دو نوع منطق می باشد؛ منطق چندارزشی متناهی<sup>۷</sup> مانند منطق لوکاسیه ویچ و بوخوار<sup>۸</sup> که مقدار درستی هر گزاره متغیری گسسته و یک عدد گویا بین صفر و یک است و منطق چندارزشی نامتناهی<sup>۹</sup> مانند منطق شهودی که مقدار درستی هر گزاره متغیری پیوسته و یک عدد حقیقی بین صفر و یک است. به بیان دیگر می توان گفت برای آنکه دسته بندی ارزش گزاره ها به واقعیت نزدیکتر باشد منطق سه ارزشی به منطق n ارزشی توسعه داده شد بگونه ای که منطق کامل تر آن است که n به سمت بی نهایت میل کند و هر گزاره بتواند هر عدد گویا بین صفر تا یک را مطابق رابطه شماره (۳) اختیار کند (مالینوسکی، ۱۹۹۳).

رابطه (۳)

$$T_n = \{0, \frac{1}{n}, \frac{2}{n}, \dots, 1\}$$

## منطق فازی

منطق فازی دومین نوع منطق غیرکلاسیک است و معادل فارسی آن تشکیک بوده که از قدیم در منطق و فلسفه بکار رفته است؛ مفهوم در علم منطق بر دو قسم جزئی<sup>۱۰</sup> و کلی<sup>۱۱</sup> تقسیم می شود. مفهوم جزئی فقط بر یک مصداق قابل اطلاق است یعنی امکان فرض مصادیق متعدد برای آن وجود نداشته باشد مانند دانشکده مدیریت دانشگاه تهران درحالیکه مفهوم کلی بر همه مصادیق قابل اطلاق است یعنی امکان فرض مصادیق متعدد برای آن وجود داشته باشد مانند درخت. مفاهیم کلی به دو قسمت متواپی و مشکک یا فازی گروه بندی می شوند بگونه ای که مفهوم کلی متواپی بر تمام مصادیقش به یک میزان صدق می نماید مانند صدق درحالیکه مفهوم کلی مشکک بر تمام مصادیقش به یک میزان صدق نمی نماید مانند روشن و این اختلاف صدق به دلایل «شدت و ضعف»، «کم و زیاد»، «اولیت» و «اولویت» می باشد. منطق فازی یک نگرش چندارزشی بوده که علاوه بر ارزش های دوگانه صدق و کذب، مراتب میانی آنها را نیز مدنظر قرار می دهد بگونه ای که سنجش میزان ارزش ها براساس تابع عضویت صورت می پذیرد. براساس

<sup>1</sup> Duns Scott

<sup>2</sup> William Ockham

<sup>3</sup> Peter De Rivo

<sup>4</sup> Three-valued

<sup>5</sup> Lukasiewicz

<sup>6</sup> Post

<sup>7</sup> Finite-valued

<sup>8</sup> Bochvar

<sup>9</sup> Infinite-valued

<sup>10</sup> Individual/Particular Concept

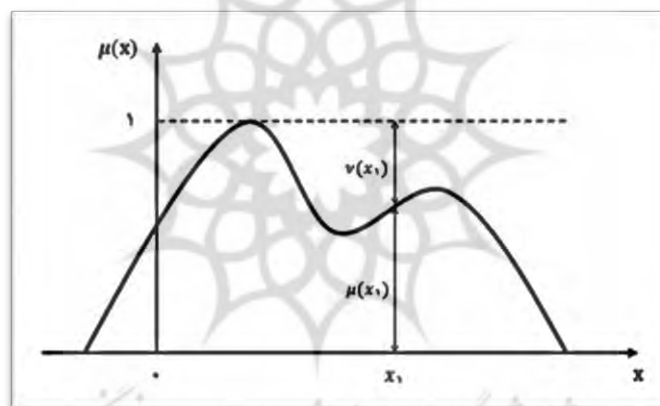
<sup>11</sup> Universal Concept

این منطق مفاهیم بد تعریف<sup>۱</sup> و بیگانه با مفاهیم خوش تعریف<sup>۲</sup> منطق کلاسیک، به تفکرات و منطق بشری چارچوب می دهند (مهرگان و حسین زاده، ۱۳۹۶). در منطق فازی اصل طرد شیق ثالث<sup>۳</sup> یعنی درست بودن هر گزاره یا نقیض اش فاقد موضوعیت است.

برخی اصول منطق کلاسیک در منطق فازی که منطقی فراسازگار<sup>۴</sup> است مانند اصل امتناع تناقض یا اصل عدم تناقض<sup>۵</sup> که براساس آن گزاره‌های متناقض نمی‌توانند هم‌زمان صادق باشند، کلیت خود را از دست می دهند زیرا قواعد منطق کلاسیک برای وضعیت های سازگار یا غیرمتناقض وضع شده اند و در وضعیت های ناسازگار یا متناقض رفتار معقولی از خود نشان نمی دهند. منطق فازی دانش و قضاوت انسان را از طریق متغیرهای زبانی وارد مدل نموده و با ایجاد انعطاف پذیری توسط توابع عضویت، نتایج حاصل را برای شرایط واقعی کاربردی تر و متناسب تر می نماید. مجموعه فازی، تعمیم یافته مجموعه قطعی است و به صورت رابطه شماره (۴) بیان گردیده و در قالب شکل شماره (۲) نشان داده می شود (اسلامی، ۱۳۹۷).

$$\tilde{A} = \{ \langle x, \mu_{\tilde{A}}(x) \rangle | x \in X \} , \mu_{\tilde{A}} : X \rightarrow [0, 1] \quad \text{رابطه (۴)}$$

شکل (۲): تابع عضویت مجموعه فازی



### منطق فازی شهودی

منطق فازی شهودی سومین نوع منطق غیرکلاسیک است و آتاناسوف<sup>۶</sup> در راستای مواجهه با گزاره هایی که دانشی نسبت به آن ها وجود ندارد و با تابع عضویت قطعی متداول قابل تبیین نیستند، این منطق را مطرح نمود؛ به عبارت دیگر این منطق به منظور مواجهه با شرایطی که شواهد موافق و مخالف درخصوص یک گزاره وجود دارد مطرح شده است (صیادی، ۱۳۹۷).

از آنجاییکه درجه عدم عضویت به صورت پیش فرض در قالب متمم درجه عضویت فرض می شود، منطق فازی نمی تواند برای بیان مستقل درستی و نادرستی مورد استفاده قرار گیرد لذا برای رفع این نقیصه در منطق فازی شهودی درجه

<sup>1</sup> Ill-defined  
<sup>2</sup> Well-defined  
<sup>3</sup> Law of Excluded Middle  
<sup>4</sup> Paraconsistent  
<sup>5</sup> Law of Noncontradiction  
<sup>6</sup> Atanassov

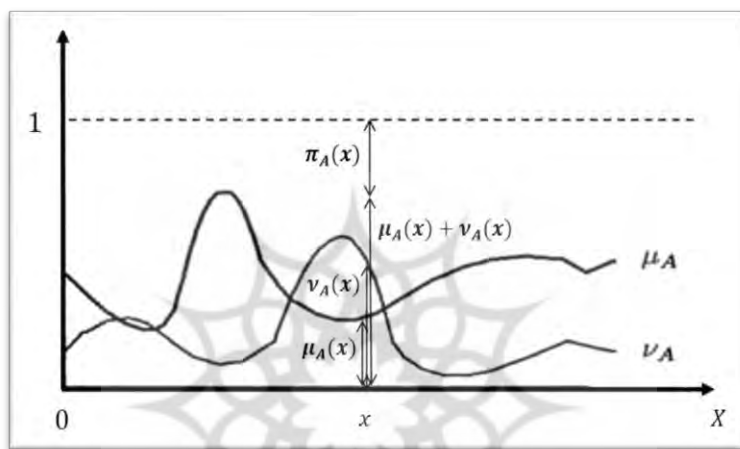
عضویت  $\mu(x)$  و درجه عدم عضویت  $\nu(x)$  الزاماً متمم یکدیگر نیستند و تصمیم گیرنده با حالت سومی با عنوان «نامعینی<sup>۲</sup> یا تردید» مواجه است بگونه ای که مطابق رابطه شماره (۵) درجه نامعینی براساس درجه عضویت و درجه عدم عضویت تعیین می گردد.

رابطه (۵)

مجموعه فازی شهودی، تعمیم یافته مجموعه های فازی است و به صورت رابطه شماره (۶) بیان گردیده و در قالب شکل شماره (۳) نشان داده می شود (اسلامی، ۱۳۹۷).

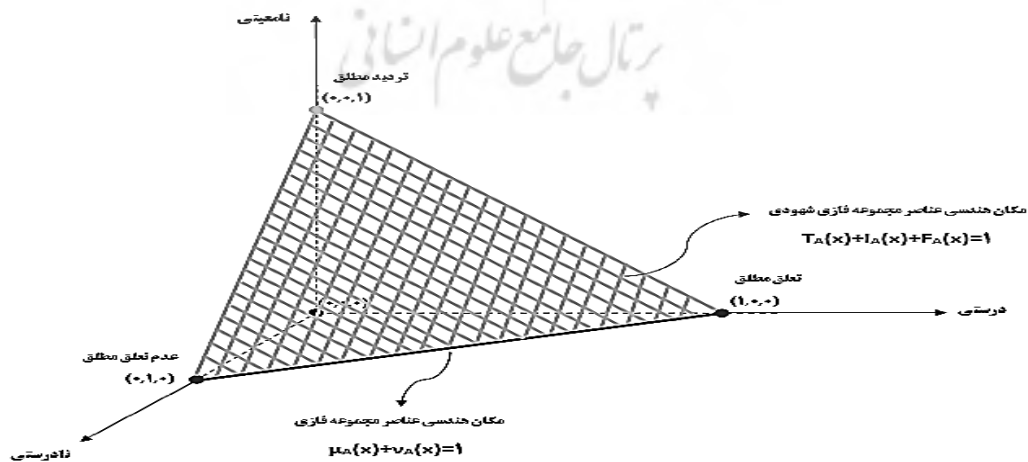
رابطه (۶)  $A = \{ \langle x, \mu_A(x), \nu_A(x) \rangle \mid x \in X \}$  ,  $\mu_A: X \rightarrow [0,1]$  و  $\nu_A: X \rightarrow [0,1]$

شکل (۳): توابع عضویت و عدم عضویت مجموعه فازی شهودی تعمیم یافته



مطابق شکل شماره (۴) مکان هندسی مجموعه فازی شهودی مجموعه نقاطی است که بر روی پاره خط محدود به نقاط تعلق مطلق<sup>۳</sup> و عدم تعلق مطلق<sup>۴</sup> قرار دارد درحالیکه مجموعه فازی شهودی مجموعه نقاطی می باشند که بر روی صفحه<sup>۴</sup> محصور بین نقاط تعلق مطلق، عدم تعلق مطلق و تردید مطلق واقع شده اند.

شکل (۴): مکان هندسی مجموعه فازی شهودی



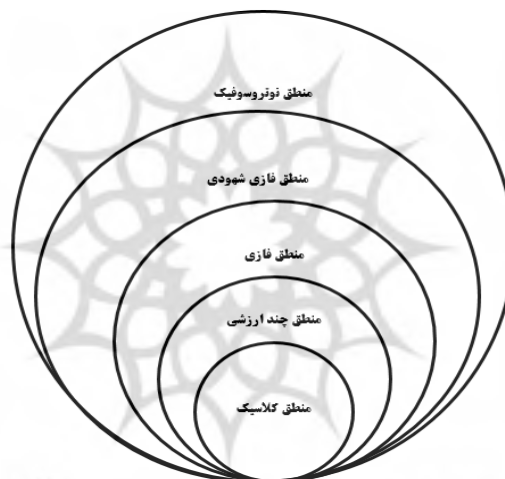
- 1 Non-Membership
- 2 Indeterminacy
- 3 Absolute
- 4 Plane



## منطق نوتروسوفیک

منطق نوتروسوفیک مطابق شکل شماره (۵) جامع ترین نوع منطق غیر کلاسیک است که نخستین بار توسط اسمارانداج<sup>۱</sup> در سال ۱۹۹۷ برای مواجهه با عدم قطعیت و نقصان اطلاعات در فرآیند تصمیم گیری معرفی شد. مجموعه نوتروسوفیک بخشی از مفهوم نوتروسوفی است که تعامل با طیف های مختلف اندیشه ای را مورد مطالعه قرار می دهد و در این راستا به مفاهیم «درستی» و «نادرستی» از دو منظر «نسبی»<sup>۲</sup> و «مطلق»<sup>۳</sup> می نگرد بگونه ای که درستی یا نادرستی نسبی از هر فرد به فرد دیگر متفاوت است درحالیکه درستی یا نادرستی مطلق مستقل از افراد است. منطق فازی شهودی صرفاً قادر به مواجهه با اطلاعات ناقص بوده اما راهکاری برای مواجهه با اطلاعات نامشخص و ناسازگار که در دنیای واقعی وجود دارد ارائه نمی داد (اوتای و کاهرامان، ۲۰۱۹). بکارگیری رویکردهای غیرقطعی نوینی مانند منطق نوتروسوفیک به مثابه سازوکاری برای مواجهه با عدم قطعیت های موجود در قضاوتهای ذهنی خبرگان به جای سایر رویکردها می تواند از سوگیری نظرات خبرگان کاسته و با اعمال عدم قطعیت موجود در قضاوتهای آنها علاوه بر افزایش انعطاف پذیری بر دقت قضاوت و ارزیابی بیفزاید.

شکل (۵): گستره منطق ها



در این راستا منطق نوتروسوفیک سه جنبه از وضعیت تصمیم گیری را در قالب توابع «درستی عضویت»<sup>۴</sup>  $T(x)$ ، «نامعینی عضویت»<sup>۵</sup>  $I(x)$  و «نادرستی عضویت»<sup>۶</sup>  $F(x)$  در نظر گرفته و علاوه بر افزایش انعطاف پذیری بر دقت قضاوت و ارزیابی می افزاید. در منطق نوتروسوفیک تابع نامعینی عضویت برخلاف منطق فازی شهودی مستقل از توابع درستی و نادرستی عضویت می باشد (اوتای و کاهرامان، ۲۰۱۹).  
در شکل شماره (۶) مکعب  $A'B'C'D'E'F'G'H'$  به مکعب نوتروسوفیک مطلق معروف است که تبیین مقدار تئوریک درستی، نامعینی و نادرستی در آن به صورت رابطه شماره (۷) می باشد بگونه ای که مجموعه مقادیر درستی، نامعینی و نادرستی مجموعه هایی غیراستاندارد<sup>۷</sup> بر روی بازه فوق هستند.

<sup>1</sup> Smarandache

<sup>2</sup> Relative

<sup>3</sup> Absolute

<sup>4</sup> Truth Membership

<sup>5</sup> Indeterminacy Membership

<sup>6</sup> Falsehood Membership

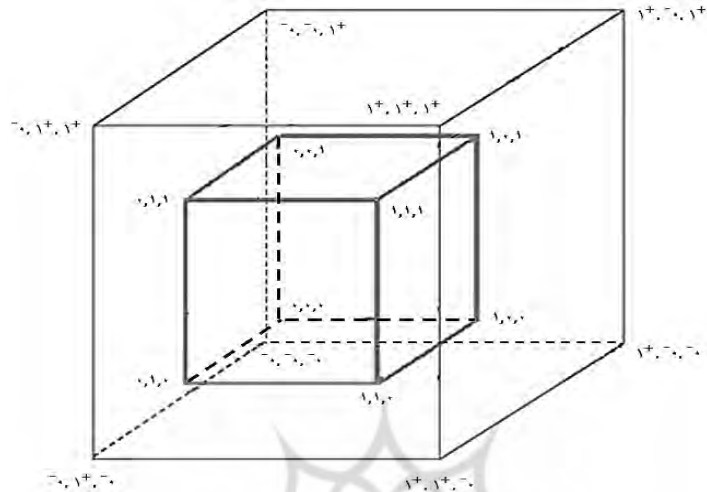
<sup>7</sup> Non-standard

رابطه (۷)

$$\|^{-}0,1^{+} \boxminus = ]^{-}0,1^{+}[ = (0 - \varepsilon, 1 + \varepsilon)$$

مکعب ABCDEFGH به مکعب نوتروسوفیک فنی<sup>۱</sup> معروف است زیرا در عمل از آن برای تبیین مفهوم نوتروسوفیک استفاده می گردد و در آن مجموعه مقادیر درستی، نامعینی و نادرستی مجموعه های استاندارد حقیقی<sup>۲</sup> هستند. درستی نسبی با ۱، نادرستی نسبی با ۰، درستی مطلق با 1<sup>+</sup> و نادرستی مطلق با 0<sup>-</sup> نمایش داده می شود (اسمارانداچ، ۲۰۰۴).

شکل (۶): مکعب نوتروسوفیک مطلق و فنی



مجموعه نوتروسوفیک تعمیم یافته مجموعه فازی شهودی است و به صورت رابطه شماره (۸) بیان گردیده و در قالب شکل شماره (۷) نشان داده می شود (اسمارانداچ، ۲۰۰۴).

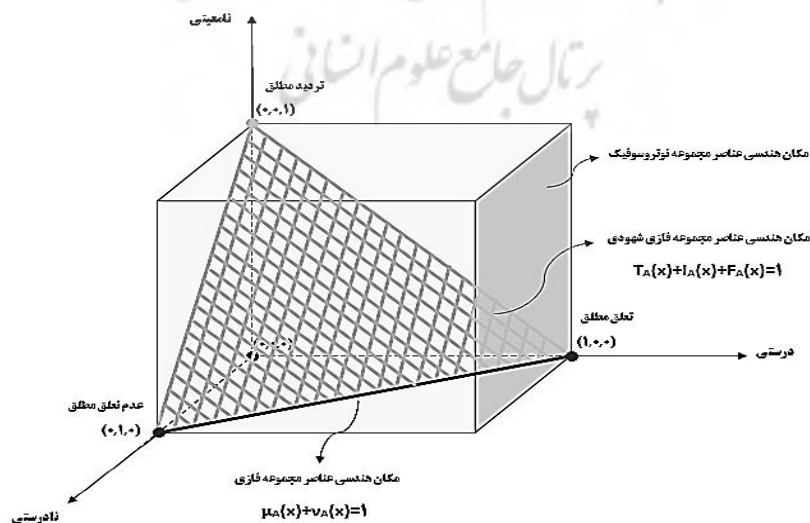
رابطه (۸)

$$A = \{ \langle x, T_A(x), I_A(x), F_A(x) \rangle \mid x \in X \}, T_A: X \rightarrow [0,1], I_A: X \rightarrow [0,1], F_A: X \rightarrow [0,1]$$

$$, 0 \leq T_A(x) + I_A(x) + F_A(x) \leq 3$$

مطابق شکل شماره (۷) مکان هندسی مجموعه نوتروسوفیک مجموعه نقاطی است که داخل و بر روی سطح مکعب قرار دارند.

شکل (۷): مکان هندسی مجموعه نوتروسوفیک



<sup>1</sup> Technical

<sup>2</sup> Real-standard



تحقیقاتی که جهت مواجهه با عدم قطعیت های موجود در قضاوت های ذهنی خبرگان از رویکردهای غیرقطعی فازی، فازی شهودی و اعداد خاکستری استفاده نموده اند دارای کاستی های رویکردهایی بوده اند که در قالب جدول شماره (۱) بیان می گردند.

جدول (۱): کاستی های رویکردهای عدم قطعیت

کاستی	رویکرد
عدم توانایی در مواجهه با شرایطی که دانشی درباره آن ها وجود ندارد بگونه ای که تصمیم گیرنده با حالت سومی با عنوان نامعینی یا تردید مواجه است.	منطق فازی
صرفاً قادر به مواجهه با اطلاعات ناقص بوده لیکن راهکاری برای مواجهه با اطلاعات نامشخص و ناسازگار ارائه نمی دهد.	منطق فازی شهودی
عدم توانایی در تبیین میزان درستی یا نادرستی	اعداد خاکستری <sup>۱</sup>
برای تبیین عدم قطعیت وقوع متغیر کاربرد دارد لیکن فاقد موضوعیت جهت تبیین عدم قطعیت ارزش متغیر است	تصادفی

### پیشینه تکنیک های تصمیم گیری چندشاخصه<sup>۲</sup> با رویکرد نوتروسوفیک

در سال های اخیر روند رو به رشد بکارگیری منطق نوتروسوفیک در تکنیک های تصمیم گیری چندشاخصه نشان دهنده کارایی آن در تبیین عدم قطعیت موجود در قضاوت های ذهنی می باشد لذا در این راستا پیشینه جامعی از کاربرد تکنیک های تصمیم گیری چندشاخصه با رویکرد نوتروسوفیک از ابتدا تا کنون در قالب جدول شماره (۲) ارائه شده است.

جدول (۲): پیشینه کاربرد تکنیک های تصمیم گیری چندشاخصه با رویکرد نوتروسوفیک

ردیف	محقق (سال)	تکنیک	زمینه کاربرد
۱	Karaşan et al. (2022)	AHP-DEMATEL	اولویت بندی نیاز مشتریان
۲	Semėnas & Bausys (2022)	WASPAS	انتخاب استراتژی
۳	Cizmecioğlu et al. (2022)	AHP	انتخاب متدولوژی توسعه نرم افزار
۴	Verma et al. (2022)	AHP	اولویت بندی تخصیص بودجه
۵	Kavus et al. (2022)	BWM-AHP	انتخاب خط هوایی
۶	Irvanizam (2021)	EDAS-VIKOR	انتخاب بنگاه کوچک و زودبازه
۷	Farooq & Saqlain (2021)	TOPSIS	انتخاب ترانسیتور
۸	Stanujkic et al. (2021)	EDAS	انتخاب لپ تاپ
۹	Nafei et al. (2021)	TOPSIS	انتخاب مکان ساخت هتل
۱۰	Rogulj et al. (2021)	VIKOR	تعیین اولویت مرمت پل های تاریخی
۱۱	Zavadskas et al. (2021)	MULTIMOORA	رتبه بندی وب سایت های تجارت الکترونیکی
۱۲	Yazdani et al. (2021)	CRITIC	انتخاب تامین کننده
۱۳	Rani et al. (2021b)	CRITIC-MULTIMOORA	انتخاب روش مدیریت پسماند مواد غذایی
۱۴	Abdullah et al. (2021)	DEMATEL	انتخاب مقاصد کار
۱۵	Zulqarnain et al. (2021)	TOPSIS	انتخاب تامین کننده
۱۶	Şahin et al. (2021)	TOPSIS	انتخاب ماسک محافظ در مقابل ویروس کرونا
۱۷	Deveci et al. (2021)	MABAC	مکان یابی احداث نیروگاه بادی دریایی
۱۸	Farooq et al. (2021)	TOPSIS-WSM-WPM	ارزیابی لیزرهای جراحی

<sup>1</sup> Grey Numbers

<sup>2</sup> Multiple Attribute Decision Making

ادامه جدول (۲): پیشینه کاربرد تکنیک های تصمیم گیری چندشاخصه با رویکرد نوتروسوفیک			
ارزیابی موانع عدم انطباق فناوری زنجیره بلوکی در زنجیره تامین	AHP	Vafadarnikjoo et al. (2021)	۱۹
مقایسه چابکی سازمان ها	AHP	Vafadarnikjoo & Scherz (2021)	۲۰
اولویت بندی حالات بالقوه خرابی	AHP	Yücesan & Gül (2021a)	۲۱
ارزیابی ریسک وقوع حریق پس از زلزله	AHP-TOPSIS	Gülüm et al. (2021)	۲۲
مکان یابی احداث کارخانه	BWM-CODAS	Deveci et al. (2021)	۲۳
ارزیابی روش های مرمت آثار تاریخی	AHP	Navarro et al. (2021)	۲۴
انتخاب شرکت توسعه دهنده نرم افزار مدیریت بانک	EDAS	Demircan & Acarbay (2021)	۲۵
رتبه بندی درجه نابی	DEMATEL	Kilic et al. (2021)	۲۶
ارزیابی امنیت دستگاه های اینترنت اشیا	WPM	Ayoub Khan & Alghamdi (2021)	۲۷
انتخاب ترانزیستور اثرمیدانی کربنی	TOPSIS	Farooq & Saqlain (2021)	۲۸
انتخاب روش تامین امنیت	TOPSIS	Saqlain et al. (2021)	۲۹
انتخاب همسر	TOPSIS	Adeel Saleem et al. (2021)	۳۰
انتخاب شرکت توسعه دهنده نرم افزار	AHP	Slamaa (2021)	۳۱
مکان یابی احداث ایستگاه شارژ وسایل نقلیه الکتریکی	ARAS	Mishra et al. (2021)	۳۲
انتخاب شرکت لجستیک طرف سوم	CRITIC	Mishra & Rani (2021)	۳۳
انتخاب انرژی تجدیدپذیر جایگزین	SWARA	Rani et al. (2021a)	۳۴
ارزیابی ایمنی پروژه های ساختمانی	COPRAS	Wei et al. (2021)	۳۵
اولویت بندی مرمت پل های تاریخی	WASPAS-TOPSIS	Gokasar et al. (2021)	۳۶
اولویت بندی خرابی	BWM	Yücesan & Gül (2021b)	۳۷
ارزیابی روش های ساخت سازه	AHP-VIKOR	Sánchez-Garrido et al. (2021)	۳۸
خرید لوازم، تجهیزات و ماشین آلات	TOPSIS	Wu et al. (2021)	۳۹
رتبه بندی الگوریتم ها	WASPAS	Bausys & K-Januskeviciene (2021)	۴۰
انتخاب روش ساخت	MULTIMOORA	Xiao et al. (2021)	۴۱
انتخاب پزشک	AHP	Sarucan et al. (2021)	۴۲
انتخاب طرح	TOPSIS	Pouresmaeil et al. (2021)	۴۳
انتخاب بانک برای افتتاح حساب	MULTIMOORA	Pramanik & Mallick (2020)	۴۴
انتخاب انرژی تجدیدپذیر جایگزین	ELECTRE I	Karaşan & Kahraman (2020)	۴۵
اولویت بندی سرمایه گذاری	EDAS	Han & Wei (2020)	۴۶
ارزیابی عملکرد مدرسان	TOPSIS	Thong et al. (2020)	۴۷
خرید لوازم، تجهیزات، مواد و ماشین آلات	TOPSIS	Jafar et al. (2020)	۴۸
انتخاب طرح کسب و کار	PROMETHEE-TODIM	Xu et al. (2020b)	۴۹
انتخاب سیستم نگهداری و تغذیه احشام	TODIM	Sudha et al. (2020)	۵۰
انتخاب مکان پارک اتومبیل	TOPSIS	Saqlain et al. (2020)	۵۱
اولویت بندی شاخص های پایداری اجتماعی	BWM	Vafadarnikjoo et al. (2020)	۵۲
اولویت بندی سرمایه گذاری	TOPSIS	Giri et al. (2020)	۵۳
اولویت بندی سرمایه گذاری	MABAC	Irvanizam et al. (2020)	۵۴
انتخاب مسیر کابل کشی	MULTIMOORA	Zavadskas et al. (2020)	۵۵
ارزیابی ریسک جراحی	MULTIMOORA	Cheng et al. (2020)	۵۶
ارزیابی خسارات ناشی از طوفان	DEMATEL	Tan & Zhang (2020)	۵۷

ادامه جدول (۲): پیشنهاد کاربردی تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه با رویکرد نوتروسوفیک			
اولویت بندی سرمایه گذاری	TOPSIS	Karaaslan & Hunu (2020)	۵۸
ارزیابی عملکرد نیروگاه حرارتی سازگار با محیط زیست صنعتی	VIKOR-SWARA	Rani & Mishra (2020)	۵۹
انتخاب هتل جهت رزرو	AHP	Sharma et al. (2020)	۶۰
ارزیابی عملکرد مالی شرکت های پتروشیمی	AHP	Jun et al. (2020)	۶۱
ارزیابی مدل های کسب و کار	AHP	Karadayi-Usta (2020)	۶۲
رتبه بندی عوامل توازن مصرف انرژی	AHP	Bilandi (2020)	۶۳
اولویت بندی تزریق واکسن کرونا	AHP-TOPSIS	Hezam (2020)	۶۴
ارزیابی پایداری محیط زیستی	DEMATEL-TOPSIS	Kilic & Yalçın (2020)	۶۵
ارزیابی ریسک گشت امنیت دریایی	TOPSIS	Başhan et al. (2020)	۶۶
ارزیابی خدمات بیمارستان	DEMATEL	Al-Quran et al. (2020)	۶۷
اولویت بندی بازسازی ساختمان	AHP	Ahmed et al. (2020)	۶۸
انتخاب تامین کننده	PROMETHEE II	Narayanamoorthy et al. (2020)	۶۹
اولویت بندی سرمایه گذاری	EDAS	Fan et al. (2020)	۷۰
اولویت بندی حالات بالقوه خرابی	TODIM	Fan et al. (2020)	۷۱
انتخاب تامین کننده	EDAS	Xu et al. (2020a)	۷۲
ارزیابی ایمنی پروژه های ساختمانی	CODAS	Wang et al. (2020)	۷۳
رتبه بندی فنی وسایل پروازی بدون سرنشین	TOPSIS	Karaşan & Kaya (2020)	۷۴
رتبه بندی انرژی های پاک	PROMETHEE	Altun et al. (2020)	۷۵
انتخاب فروشنده قطعات یدکی	TODIM	Köseoğlu et al. (2020)	۷۶
انتخاب تامین کننده	TOPSIS	Zulqarnain et al. (2020)	۷۷
کمینه سازی خسارت وارده به ربات امدادگر	WASPAS	Semėnas & Bausys (2020)	۷۸
اولویت بندی سرمایه گذاری	MABAC	Şahin & Altun (2020)	۷۹
اولویت بندی چالش های پایداری مدیریت شهری	AHP-TOPSIS	Karaşan et al. (2020)	۸۰
خرید لوازم، تجهیزات، مواد و ماشین آلات	TOPSIS	Yörükoğlu & Aydın (2020)	۸۱
خرید لوازم، تجهیزات، مواد و ماشین آلات	TOPSIS	Saqlain et al. (2020)	۸۲
انتخاب شرکت توسعه دهنده نرم افزار	TOPSIS	Zeng et al. (2020)	۸۳
انتخاب تامین کننده	ANP-VIKOR	Gamal et al. (2020)	۸۴
انتخاب انرژی تجدیدپذیر جایگزین	VIKOR	Eroglu & Şahin (2020)	۸۵
خرید لوازم، تجهیزات، مواد و ماشین آلات	TOPSIS	Sener et al. (2020)	۸۶
رتبه بندی مسیرهای حمل و نقل اورژانسی در مواقع بحران	TOPSIS	Lu & Luo (2020)	۸۷
انتخاب انرژی تجدیدپذیر جایگزین	PROMETHEE	Altun et al. (2020)	۸۸
اولویت بندی درمانی بیماران	TOPSIS	Riaz et al. (2020)	۸۹
انتخاب شرکت توسعه دهنده نرم افزار	TOPSIS	Garg & Nancy (2020)	۹۰
برون سپاری	MABAC	Liu & Cheng (2020)	۹۱
انتخاب شرکت لجستیک طرف سوم	ELECTRE	Zhang et al. (2020)	۹۲
خرید لوازم، تجهیزات، مواد و ماشین آلات	ELECTRE II	Tian et al. (2020)	۹۳
خرید لوازم، تجهیزات، مواد و ماشین آلات-استخدام	VIKOR	Manna et al. (2020)	۹۴
انتخاب روش مرمت	BWM-TODIM	Long et al. (2020)	۹۵
انتخاب ارائه دهنده خدمات	TODIM	Mengwei et al. (2020)	۹۶

ادامه جدول (۲): پیشینه کاربرد تکنیک های تصمیم گیری چندشاخصه با رویکرد نوتروسوفیک			
انتخاب تامین کننده	MABAC	Pamucar et al. (2020)	۹۷
انتخاب تکنولوژی/روش	MAIRCA	Pamucar et al. (2020)	۹۸
انتخاب استراتژی توسعه تجارت الکترونیک	TOPSIS	Karabasevic et al. (2020)	۹۹
ارزیابی روش های ساخت پل	AHP-TOPSIS	Navarro et al. (2020)	۱۰۰
انتخاب تامین کننده	ANP-TODIM	Yalçın et al. (2020)	۱۰۱
انتخاب انرژی تجدیدپذیر جایگزین	AHP-TOPSIS	Chou et al. (2020)	۱۰۲
خرید لوازم، تجهیزات و ماشین آلات	SWARA-TOPSIS-EDAS	Supciller & Toprak (2020)	۱۰۳
انتخاب خدمت دهنده رایانش ابری	TOPSIS	Tiwari & Kumar (2020)	۱۰۴
اولویت بندی فرصت ها و چالش ها	DEMATEL	Tripathi & Gupta (2020)	۱۰۵
اولویت بندی راهبرد، سیاست و برنامه	CRITIC	Peng & Smarandache (2020)	۱۰۶
رتبه بندی الگوریتم ها	WASPAS	Bausys et al. (2020)	۱۰۷
اولویت بندی استراتژی های دفاعی	CODAS	Karaşan et al. (2020)	۱۰۸
رتبه بندی خرابی های بالقوه	PROMETHEE-TOPSIS	Zhu et al. (2020)	۱۰۹
رتبه بندی خرابی های بالقوه	BWM-WASPAS	Liou et al. (2020)	۱۱۰
ارزیابی عملکرد مدرسان	AHP-TOPSIS	Do et al. (2020)	۱۱۱
ارزیابی وسایل پروازی بدون سرنشین	MABAC	Ćirović et al. (2020)	۱۱۲
انتخاب بیمه تکمیلی	SAW-WPM	Boltürk et al. (2019)	۱۱۳
خرید لوازم، تجهیزات، مواد و ماشین آلات	TOPSIS	Biswas et al. (2019a)	۱۱۴
اولویت بندی سرمایه گذاری	TOPSIS	Jiang et al. (2019)	۱۱۵
اولویت بندی عوامل فرسایش ساحلی	ANP-DEMATEL	Awang et al. (2019)	۱۱۶
اولویت بندی عوامل موفقیت کسب و کارهای هوشمند	AHP	Nabeeh et al. (2019)	۱۱۷
رتبه بندی تیم های فوتبال جام جهانی ۲۰۱۸	TOPSIS	Saeed et al. (2019)	۱۱۸
رتبه بندی شعب فروشگاه	PROMETHEE	Zavadskas et al. (2019)	۱۱۹
اولویت بندی سرمایه گذاری	COPRAS	Şahin (2019)	۱۲۰
اولویت بندی درمانی بیماران	TOPSIS	Tehrim & Riaz (2019)	۱۲۱
اولویت بندی انجام پروژه	EDAS	Karaşan et al. (2019)	۱۲۲
اولویت بندی سرمایه گذاری	TODIM	Pramanik & Mallick (2019)	۱۲۳
انتخاب تامین کننده	TOPSIS	Abdel-Basset et al. (2019)	۱۲۴
انتخاب جانمایی خط تولید	VIKOR	Hussain et al. (2019)	۱۲۵
انتخاب دستگاه اندازه گیری قند خون	TOPSIS	Abdel-Basset et al. (2019)	۱۲۶
ارزیابی روش های پاکسازی زباله های فضایی	MULTIMOORA	Yörükoğlu & Aydın (2019)	۱۲۷
خرید لوازم، تجهیزات، مواد و ماشین آلات-استخدام	TOPSIS	Biswas et al. (2019b)	۱۲۸
انتخاب تامین کننده	TOPSIS-VIKOR	Gamal et al. (2019)	۱۲۹
انتخاب محل سکونت در مناطق شهری	CODAS	Karaşan et al. (2019)	۱۳۰
مکان یابی احداث نیروگاه بادی	CODAS	Karaşan et al. (2019)	۱۳۱
انتخاب سوخت اکولوژیک برای موتور درون سوز	MULTIMOORA-SWARA	Zavadskas et al. (2019)	۱۳۲
انتخاب شرکت توسعه دهنده نرم افزار مدیریت آژانس مسافرتی	TOPSIS	Nancy & Garg (2019)	۱۳۳
استخدام	TOPSIS	Nabeeh et al. (2019)	۱۳۴

ادامه جدول (۲): پیشینه کاربرد تکنیک های تصمیم گیری چندشاخصه با رویکرد نوتروسوفیک

ارزیابی امنیت خدمات مجازی مبتنی بر شبکه	PROMETHEE	Abdel-Basset & Mohamed (2019)	۱۳۵
انتخاب پروژه ساختمانی	EDAS	Wang et al. (2019)	۱۳۶
برون سپاری	COPRAS	Garg & Nancy (2019)	۱۳۷
ارزیابی ایمنی پروژه های ساختمانی	MABAC	Wang et al. (2019)	۱۳۸
رتبه بندی شرکت های سرمایه گذاری	TODIM	Xu et al. (2019)	۱۳۹
انتخاب هتل جهت رزرو	TOPSIS	Sharma et al. (2019)	۱۴۰
انتخاب تامین کننده	QUALIFLEX	Tian et al. (2019)	۱۴۱
برون سپاری	ARAS	Liu & Cheng (2019)	۱۴۲
اولویت بندی سرمایه گذاری	TODIM	Hong et al. (2019)	۱۴۳
انتخاب ارائه دهنده خدمات	TOPSIS	Zhou et al. (2019)	۱۴۴
ارزیابی عملکرد مدرسان	TOPSIS	Thong et al. (2019)	۱۴۵
مکان یابی احداث انبار	MABAC	Pamucar & Božanić (2019)	۱۴۶
انتخاب پزشک	TODIM-ELECTRE III	Sun et al. (2019)	۱۴۷
انتخاب تامین کننده	VIKOR	Wei et al. (2019)	۱۴۸
اولویت بندی سرمایه گذاری	TODIM	Liu & You (2019)	۱۴۹
ارزیابی خدمات بیمارستان	BWM	Luo et al. (2019)	۱۵۰
ارزیابی عملکرد موسسات حقوقی	AHP	Kahraman et al. (2019)	۱۵۱
خرید لوازم، تجهیزات و ماشین آلات	TOPSIS	Elhassouny & Smarandache (2019)	۱۵۲
خرید لوازم، تجهیزات و ماشین آلات	BWM	Scherz & Vafadarnikjoo (2019)	۱۵۳
ارزیابی ریسک های زنجیره تامین	AHP-TOPSIS	Junaid et al. (2019)	۱۵۴
اولویت بندی سرمایه گذاری	TOPSIS	Pang & Yang (2018)	۱۵۵
برون سپاری	QUALIFLEX	Peng et al. (2018)	۱۵۶
برون سپاری	PROMETHEE	Liu et al. (2018)	۱۵۷
انتخاب برترین شرکت تکنولوژی نوپدید	VIKOR	Wang et al. (2018)	۱۵۸
خرید لوازم، تجهیزات، مواد و ماشین آلات	VIKOR	Priyadharshini & Kumari (2018)	۱۵۹
ارزیابی ایمنی پروژه های ساختمانی	TODIM	Wang et al. (2018)	۱۶۰
انتخاب انرژی تجدیدپذیر جایگزین	AHP	Boltürk & Kahraman (2018b)	۱۶۱
انتخاب ارائه دهنده خدمات	TOPSIS	Garg & Nancy (2018)	۱۶۲
انتخاب تکنولوژی/روش	CODAS	Pamucar et al. (2018)	۱۶۳
انتخاب ارائه دهنده خدمات	DEMATEL	Liu et al. (2018)	۱۶۴
استخدام	TOPSIS	Liang et al. (2018)	۱۶۵
خرید لوازم، تجهیزات و ماشین آلات	TOPSIS	Giri et al. (2018)	۱۶۶
انتخاب تامین کننده	TOPSIS	Van et al. (2018)	۱۶۷
انتخاب تامین کننده	ANP	Gamal et al. (2018)	۱۶۸
انتخاب تامین کننده	MOORA	Gamal et al. (2018)	۱۶۹
اولویت بندی برنامه های استراتژیک	AHP	Abdel-Basset et al. (2018)	۱۷۰
انتخاب انرژی تجدیدپذیر جایگزین	CODAS	Boltürk & Karaşan (2018)	۱۷۱
انتخاب تامین کننده	AHP	Abdel-Basset et al. (2018)	۱۷۲
اولویت بندی سرمایه گذاری	TODIM	Pramanik et al. (2018)	۱۷۳



ادامه جدول (۲): پیشینه کاربرد تکنیک های تصمیم گیری چندشاخصه با رویکرد نوتروسوفیک			
استخدام	TOPSIS	Biswas et al. (2018)	۱۷۴
خرید لوازم، تجهیزات، مواد و ماشین آلات	DEMATEL-TOPSIS	Yang & Pang (2018)	۱۷۵
رتبه بندی شعب فروشگاه	DEMATEL-ELECTRE III	Feng et al. (2018)	۱۷۶
اولویت بندی بخش های بازار	DEMATEL-TODIM	Tian et al. (2018)	۱۷۷
رتبه بندی سناریوهای مدیریت کیفیت آب	AHP-TOPSIS	Ortega et al. (2018)	۱۷۸
انتخاب تامین کننده	TOPSIS	Chen et al. (2018)	۱۷۹
رتبه بندی وب سایت های تجارت الکترونیکی	TOPSIS-ELECTRE-I	Akram et al. (2018)	۱۸۰
انتخاب پرسنل	TOPSIS	Dung et al. (2018)	۱۸۱
رتبه بندی شهرهای ایمن	AHP	Aydın et al. (2018)	۱۸۲
اولویت بندی رفع ایراد	VIKOR	Wang et al. (2018)	۱۸۳
رتبه بندی دانشگاه های خصوصی ترکیه	AHP	Kahraman et al. (2018)	۱۸۴
اولویت بندی اهداف توسعه پایدار	EDAS	Karaşan & Kahraman (2018)	۱۸۵
اولویت بندی سرمایه گذاری	VIKOR	Pramanik et al. (2018)	۱۸۶
اولویت بندی عوامل فرسایش ساحلی	DEMATEL	Awang et al. (2018)	۱۸۷
انتخاب تامین کننده	ANP	Otay & Kahraman (2018)	۱۸۸
انتخاب تامین کننده	ANP-TOPSIS	Abdel-Basset et al. (2018)	۱۸۹
انتخاب تامین کننده	TOPSIS	Selvachandran et al. (2018)	۱۹۰
انتخاب چاپ کتاب پرفروش	TOPSIS-MABAC	Peng & Dai (2018)	۱۹۱
اولویت بندی استراتژی رقابتی	AHP	Abdel-Basset et al. (2018)	۱۹۲
اولویت بندی سرمایه گذاری	VIKOR	Pramanik et al. (2018)	۱۹۳
انتخاب روش درمان	QUALIFLEX	Peng & Tian (2018)	۱۹۴
رتبه بندی وب سایت های دولت الکترونیک	VIKOR	Abdel-Basset et al. (2018)	۱۹۵
ارزیابی عملکرد موتورهای جستجو اینترنتی	AHP	Abdel-Basset et al. (2018)	۱۹۶
اولویت بندی سرمایه گذاری	VIKOR	Pramanik & Mallick (2018)	۱۹۷
اولویت بندی سیاستی حوزه انرژی	MULTIMOORA	Butkienė et al. (2018)	۱۹۸
استخدام	TODIM	Ji et al. (2018)	۱۹۹
انتخاب تامین کننده	DEMATEL	Abdel-Basset et al. (2018)	۲۰۰
برون سپاری	ELECTRE-MABAC	Ji et al. (2018)	۲۰۱
انتخاب پیمانکار ساخت مسکن	EDAS	Li et al. (2018)	۲۰۲
انتخاب عینک واقعیت افزوده	MULTIMOORA	Aydın (2018)	۲۰۳
انتخاب سیستم تولید انرژی تجدیدپذیر	AHP	Boltürk & Kahraman (2018a)	۲۰۴
اولویت بندی سرمایه گذاری	VIKOR	Dalapati & Pramanik (2018)	۲۰۵
ارزیابی ریسک های سرمایه گذاری در معادن فلزات	TOPSIS	Liang et al. (2017)	۲۰۶
انتخاب خدمت دهنده رایانش ابری	ELECTRE	Ma et al. (2017)	۲۰۷
انتخاب پروژه	TODIM	Wang & Zhang (2017)	۲۰۸
خرید لوازم، تجهیزات و ماشین آلات	SWARA-MULTIMOORA	Zavadskas et al. (2017)	۲۰۹
اولویت بندی سرمایه گذاری-استخدام	MABAC-EDAS	Peng & Dai (2017)	۲۱۰
ارزیابی قابلیت تجاری سازی تکنولوژی های نوپدید	TODIM	Xu et al. (2017)	۲۱۱

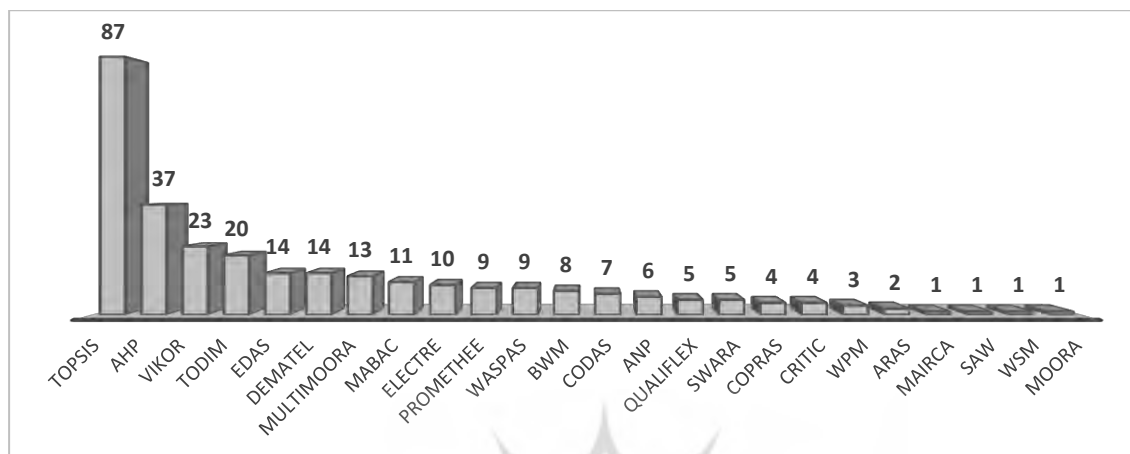


ادامه جدول (۲): پیشینه کاربرد تکنیک های تصمیم گیری چندشاخصه با رویکرد نوتروسوفیک			
انتخاب برترین شرکت تکنولوژی نوپدید	VIKOR	Huang et al. (2017)	۲۱۲
انتخاب مدرسه	TOPSIS	Pramanik et al. (2017)	۲۱۳
اولویت بندی سرمایه گذاری	TODIM	Pramanik et al. (2017)	۲۱۴
مکان یابی احداث انبار	TOPSIS	Smarandache et al. (2017)	۲۱۵
مکان یابی احداث نیروگاه بادی-خورشیدی	WASPAS	Nie et al. (2017)	۲۱۶
خرید لوازم، تجهیزات، مواد و ماشین آلات	TOPSIS	Tan & Zhang (2017)	۲۱۷
انتخاب روش طراحی محصول	QUALIFLEX-TOPSIS	Tian et al. (2017)	۲۱۸
استخدام	AHP	Abdel-Basset et al. (2017)	۲۱۹
انتخاب شرکت توسعه دهنده نرم افزار	MULTIMOORA	Tian et al. (2017)	۲۲۰
انتخاب پروژه شش سیگما	TOPSIS	Otay & Kahraman (2017)	۲۲۱
انتخاب پزشک	VIKOR	Hu et al. (2017)	۲۲۲
انتخاب تامین کننده	EDAS	Karaşan & Kahraman (2017)	۲۲۳
استخدام	ELECTRE	Peng et al. (2017)	۲۲۴
اولویت سرمایه گذاری در پروژه نرم افزاری	EDAS	Peng & Liu (2017)	۲۲۵
انتخاب روش شناورسازی در صنایع معدنی	MULTIMOORA	Stanujkic et al. (2017)	۲۲۶
اولویت بندی سرمایه گذاری	VIKOR-TOPSIS	Pouresmaeil et al. (2017)	۲۲۷
انتخاب سامانه آموزش الکترونیکی	AHP	Radwan et al. (2016)	۲۲۸
خرید لوازم، تجهیزات، مواد و ماشین آلات	TOPSIS	Dey et al. (2016)	۲۲۹
خرید لوازم، تجهیزات، مواد و ماشین آلات	TOPSIS	Pramanik et al. (2016)	۲۳۰
انتخاب تامین کننده	TOPSIS	Nadaban & Dzitac (2016)	۲۳۱
انتخاب تکنولوژی /روش	PROMETHEE	Wang & Liu (2016)	۲۳۲
انتخاب تامین کننده	QUALIFLEX	Peng et al. (2016)	۲۳۳
انتخاب تامین کننده	TOPSIS-AHP	Reddy et al. (2016)	۲۳۴
انتخاب روش طراحی محصول	WASPAS	Zavadskas et al. (2016)	۲۳۵
انتخاب تامین کننده	TOPSIS	Şahin & Yigider (2016)	۲۳۶
اولویت بندی سرمایه گذاری	TODIM	Zhang et al. (2016)	۲۳۷
انتخاب تامین کننده	TOPSIS	Elhassouny & Smarandache (2016)	۲۳۸
مکان یابی احداث کارخانه	WASPAS	Zavadskas et al. (2015)	۲۳۹
اولویت بندی سرمایه گذاری	TOPSIS	Ye (2015)	۲۴۰
خرید لوازم، تجهیزات، مواد و ماشین آلات	TOPSIS	Biswas et al. (2015)	۲۴۱
مکان یابی احداث جایگاه سوخت	COPRAS	Bausys et al. (2015)	۲۴۲
مکان یابی احداث انبار	VIKOR	Bausys & Zavadskas (2015)	۲۴۳
انتخاب محل سکونت	TOPSIS	Dey et al. (2015)	۲۴۴
استخدام	TOPSIS	Dey et al. (2015)	۲۴۵
اولویت بندی سرمایه گذاری	ELECTRE IV	Zhang et al. (2015)	۲۴۶
اولویت بندی سرمایه گذاری	TOPSIS	Peng et al. (2015)	۲۴۷
اولویت بندی سرمایه گذاری	TOPSIS	Tian et al. (2015)	۲۴۸
اولویت بندی سرمایه گذاری	TOPSIS	Said et al. (2014)	۲۴۹
اولویت بندی سرمایه گذاری	VIKOR	Liu & Zhang (2014)	۲۵۰

ادامه جدول (۲): پیشینه کاربرد تکنیک های تصمیم گیری چندشاخصه با رویکرد نوتروسوفیک			
اولویت بندی سرمایه گذاری	TOPSIS	Chi & Liu (2013)	۲۵۱

براساس داده های جدول فوق نمودار فراوانی پیشینه کاربرد تکنیک های تصمیم گیری چندشاخصه با رویکرد نوتروسوفیک در قالب شکل شماره (۹) نشان داده شده است.

شکل (۹): نمودار فراوانی پیشینه کاربرد تکنیک های تصمیم گیری چندشاخصه با رویکرد نوتروسوفیک



پیشینه قلمرو کاربردی تکنیک های تصمیم گیری چندشاخصه با رویکرد نوتروسوفیک نیز در جدول شماره (۳) نشان داده شده اند.

جدول (۳): پیشینه قلمرو کاربردی تکنیک های تصمیم گیری چندشاخصه با رویکرد نوتروسوفیک

تعداد مورد	قلمرو کاربردی
۶۹	انتخاب تامین کننده / برون سپاری / سازمان / خدمت دهنده / پروژه / پیمانکار / بانک / هتل / فروشگاه / مسیر
۵۴	انتخاب نیروی انسانی / تکنولوژی / روش / سیستم / مدل / طرح / خدمت / استراتژی / سیاست / برنامه / سناریو / منابع
۵۳	اولویت بندی برنامه ها / فرصت ها / اهداف / شاخصها / عوامل / خرابیها / اصلاحات
۲۸	خرید لوازم / تجهیزات / مواد / ماشین آلات
۲۵	ارزیابی عملکرد / قابلیت / ایمنی / ریسک / خسارت / موانع
۱۴	مکان یابی کارخانه / نیروگاه / هتل / انبار / جایگاه / محل سکونت / مدرسه / پارکینگ
۸	رتبه بندی الگوریتمها / دانشگاهها / وب سایتها / شهرها / تیم ها

## نتیجه گیری

تصمیم گیری در دنیای پیچیده امروز به چالشی برای مدیران و سازمان ها تبدیل شده است بگونه ای که تعدد شاخص های تصمیم گیری ، تنوع معیارهای کمی و کیفی و لزوم در نظر گرفتن هم زمان آنها، اهمیت اثرات و پیامدهای تصمیم و عواملی نظیر آن بر پیچیدگی تصمیم ها می افزاید. تصمیم گیری فرآیندی خطی و تک بعدی نیست و لذا تصمیم گیرنده موفق کسی است که موضوع تصمیم را از جوانب مختلف مورد بررسی قرار داده و از چندین معیار به طور مشترک و هم زمان استفاده کند بگونه ای که بهترین گزینه را براساس معیارهای مختلف انتخاب نماید. به بیان دیگر تصمیم گیری چندشاخصه یک چارچوب نوید بخش برای ارزیابی مسائل چند بعدی، متناقض و ناسازگار است بگونه ای که گستره مسائل شخصی و فردی تا مسائل بزرگ و کلان را شامل می شود و فرد تصمیم گیرنده سعی می کند تا بهترین گزینه را براساس معیارهای مختلف از میان چندین گزینه موجود انتخاب نماید؛ در این راستا می توان چنین نتیجه گرفت

که روند رو به رشد بکارگیری منطق نوتروسوفیک در حیطه مباحث تصمیم گیری از جمله استفاده از تکنیک های تصمیم گیری چندشاخصه نشان دهنده کارایی آن در تبیین عدم قطعیت می باشد.

## منابع

- ✓ اسلامی، اسفندیار، (۱۳۹۷)، نظریه مجموعه های فازی و تعمیم های آن، سیستم های فازی و کاربردها، سال اول، شماره اول، صص ۱-۲۲.
- ✓ صیادی، حسین، آیت الله، آرزو السادات، (۱۳۹۷)، نظریه مجموعه فازی شهودی و کاربرد آن در مدیریت، رفسنجان، انتشارات دانشگاه ولی عصر رفسنجان.
- ✓ مالدینوسکی، گرزگرز، (۱۹۹۳)، منطق های چندارزشی، ترجمه، اسفندیار اسلامی، (۱۳۷۶)، کرمان، انتشارات دانشگاه شهید باهنر کرمان.
- ✓ منیری، مرتضی، (۱۳۹۹)، چند روشن گری در مورد منطق، منطق پژوهی، دوره ۱۱ شماره ۲، صص ۲۲۷-۲۴۷.
- ✓ مهرگان، محمدرضا، حسین زاده، مهناز، (۱۳۹۶)، مبانی نظری تحقیق در عملیات، تهران، نشر کتاب دانشگاهی.
- ✓ Abdel-Basset, M. et al. (2018). A Hybrid Approach of Neutrosophic Sets and DEMATEL Method for Developing Supplier Selection Criteria, Design Automation for Embedded Systems, 22: 257-278.
- ✓ Abdullah, L. et al. (2021). Single-Valued Neutrosophic DEMATEL for Segregating Types of Criteria: A Case of Subcontractors' Selection, Journal of Mathematics, (4): 1-12.
- ✓ Adeel Saleem, Development of TOPSIS using Similarity Measures and Generalized weighted distances for Interval Valued Neutrosophic Hypersoft Matrices along with Application in MAGDM Problems, in book : Theory and Application of Hypersoft Set, Stuttgart : Pons Publishing House.
- ✓ Ahmed, R. et al. (2020). Neutrosophic-AHP-Based GA Model for Renewals Planning of Hospital Building Assets, International Conference on Decision Aid Sciences and Application (DASA): 1-5.
- ✓ Akram, M. et al. (2018). Decision-Making with Bipolar Neutrosophic TOPSIS and Bipolar Neutrosophic ELECTRE-I, Axioms, 7(33): 1-17.
- ✓ Al-Quran, A. et al. (2020). A Hybrid Approach of Interval Neutrosophic Vague Sets and DEMATEL with New Linguistic Variable, Symmetry, 12(2), 275.
- ✓ Altun, F. et al. (2020). Multi-Criteria Decision Making Approach Based on PROMETHEE with Probabilistic Simplified Neutrosophic Sets, Soft Computing, 24(1): 4899-4915.
- ✓ Awang, A. et al. (2018). The Shapley Weighting Vector-Based Neutrosophic Aggregation Operator in DEMATEL Method, Journal of Physics Conference Series, 1132(1), 012059.
- ✓ Awang, A. et al. (2019). An Integrated Decision-Making Method Based on Neutrosophic Numbers for Investigating Factors of Coastal Erosion, Symmetry, 11(3), 328.
- ✓ Aydın, S. (2018). Augmented Reality Goggles Selection by Using Neutrosophic MULTIMOORA Method, Journal of Enterprise Information Management, 31(4): 1-12.
- ✓ Aydın, S. et al. (2018). Neutrosophic Fuzzy Analytic Hierarchy Process Approach for Safe Cities Evaluation Criteria, 13th International Conference on Applications of Fuzzy Systems and Soft Computing, Warsaw-Poland.

- ✓ Ayoub Khan, M. & Alghamdi, N.S. (2021). A Neutrosophic WPM-Based Machine Learning Model for Device Trust in Industrial Internet of Things, *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*.
- ✓ Bařhan, V. et al. (2020). An FMEA-based TOPSIS Approach under Single Valued Neutrosophic Sets for Maritime Risk Evaluation: The Case of Ship Navigation Safety, *Soft Computing*, 24(3) : 1-16.
- ✓ Bausys, R. & K-Januskeviciene, G. (2021). Qualitative Rating of Lossy Compression for Aerial Imagery by Neutrosophic WASPAS Method, *Symmetry*, 13(2), 273.
- ✓ Bausys, R. & Zavadskas, E.K. (2015). Multicriteria Decision Making Approach by VIKOR under Interval Neutrosophic Set Environment, *Economic computation and economic cybernetics studies and research*, 49(4): 33-48.
- ✓ Bausys, R. et al. (2015). Application of Neutrosophic Set to Multicriteria Decision Making by COPRAS, *Economic computation and economic cybernetics studies and research*, 49(2): 91-106.
- ✓ Bausys, R. et al. (2020). Algorithm Selection for Edge Detection in Satellite Images by Neutrosophic WASPAS Method, *Sustainability*, 12(2), 548.
- ✓ Bilandi, N. (2020). AHP-Neutrosophic Decision Model for Selection of Relay Node in Wireless Body Area Network, *CAAI Transactions on Intelligence Technology*, 5(3): 222-229.
- ✓ Biswas, P. et al. (2016). TOPSIS Method for Multi-Attribute Group Decision-Making under Single-Valued Neutrosophic Environment, *Neural Computing and Applications* 27(3): 727–737.
- ✓ Biswas, P. et al. (2018). TOPSIS Strategy for Multi-Attribute Decision Making with Trapezoidal Neutrosophic Numbers, *Neutrosophic Sets and Systems*, 19: 29-39.
- ✓ Biswas, P. et al. (2019a). NonLinear Programming Approach for Single-Valued Neutrosophic TOPSIS Method, *New Mathematics and Natural Computation*, 15(2): 307-326.
- ✓ Biswas, P. et al. (2019b). Neutrosophic TOPSIS with Group Decision Making, *Studies in Fuzziness and Soft Computing in : Fuzzy Multi-criteria Decision-Making Using Neutrosophic Sets*, Switzerland : Springer International Publishing.
- ✓ Boltürk, E. & Kahraman, C. (2018a). A Novel Interval-Valued Neutrosophic AHP with Cosine Similarity Measure, *Soft Computing*, 22(15): 4941-4958.
- ✓ Boltürk, E. & Kahraman, C. (2018b). Interval-Valued Neutrosophic AHP with Possibility Degree Method, *International Journal of the Analytic Hierarchy Process*, 10(3): 431-446.
- ✓ Boltürk, E. & Karășan, A. (2018). Interval Valued Neutrosophic CODAS Method for Renewable Energy Selection, *Conference on Data Science and Knowledge Engineering for Sensing Decision Support*.
- ✓ Boltürk, E. et al. (2019). Simple Additive Weighting and Weighted Product Methods Using Neutrosophic Sets in : *Fuzzy Multi-criteria Decision-Making Using Neutrosophic Sets*, Switzerland : Springer International Publishing.
- ✓ Butkienė, I.S. et al. (2018). Implementation of EU Energy Policy Priorities in the Baltic Sea Region Countries: Sustainability Assessment Based on Neutrosophic MULTIMOORA Method, *Energy Policy*, 125, 90–102.



- ✓ Chen, J. et al. (2018). An OWA Distance-Based, Single-Valued Neutrosophic Linguistic TOPSIS Approach for Green Supplier Evaluation and Selection in Low-Carbon Supply Chains, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(7), 1439.
- ✓ Cheng, P.F. et al. (2020). Evaluating Surgical Risk Using FMEA and MULTIMOORA Methods under a Single-Valued Trapezoidal Neutrosophic Environment, *Risk Management and Healthcare Policy*, 13: 865-881.
- ✓ Chi, P.P. & Liu, P.D. (2013). An Extended TOPSIS Method for Multiple Attribute Decision Making Problems Based on Interval Neutrosophic Set, *Neutrosophic Sets and Systems*, 1: 63-70.
- ✓ Chou, S.Y. et al. (2020). Interval-Valued Neutrosophic Sets to Develop Multi-Criteria Decision Making Approach for Renewable Energy Selection, *Transdisciplinary Engineering for Complex Socio-technical Systems*, Japan.
- ✓ Ćirović, G. et al. (2020). Multi-Criteria Model Based on Linguistic Neutrosophic Numbers: The Selection of Unmanned Aircraft, *Proceedings of International Conference on Contemporary Theory and Practice in Construction XIV*, Bosnia and Herzegovina.
- ✓ Cizmecioglu, N. et al. (2022). Selection of the Best Software Project Management Model via Interval-Valued Neutrosophic AHP, *Intelligent and Fuzzy Techniques for Emerging Conditions and Digital Transformation*, 388-396.
- ✓ Dalapati, S. & Pramanik, S. (2018). A Revisit to NC-VIKOR Based MAGDM Strategy in Neutrosophic Cubic Set Environment, *Neutrosophic Sets and Systems*, 21, 131-141.
- ✓ Demircan, M. L. & Acarbay, A. (2021). Evaluation of Software Development Suppliers in Banking Sector Using Neutrosophic Fuzzy EDAS, *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems*, 1-12.
- ✓ Deveci, M. et al. (2021a). Remanufacturing Facility Location for Automotive Lithium-Ion Batteries: An Integrated Neutrosophic Decision-Making Model, *Journal of Cleaner Production*, 317(5), 128438.
- ✓ Deveci, M. et al. (2021b). Type-2 Neutrosophic Number Based Multi-Attributive Border Approximation Area Comparison (MABAC) Approach for Offshore Wind Farm Site Selection in USA, *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 103(3), 104311.
- ✓ Dey, P.P. et al. (2015a). Generalized Neutrosophic Soft Multi-Attribute Group Decision Making Based on TOPSIS, *Critical Review*, 11: 41-55.
- ✓ Dey, P.P. et al. (2015b). TOPSIS for Single Valued Neutrosophic Soft Expert Set Based Multi-Attribute Decision Making Problems, *Neutrosophic Sets and Systems*, 10: 88-95.
- ✓ Dey, P.P. et al. (2016). TOPSIS for Solving Multi-Attribute Decision Making Problems under Bi-Polar Neutrosophic Environment in : *New Trends in Neutrosophic Theory and Applications*, Brussels : Pons Publishing House.
- ✓ Do, D.A. et al. (2020). Evaluation of Lecturers' Performance using a Novel Hierarchical Multi-Criteria Model Based on an Interval Complex Neutrosophic Set, *Decision Science Letters*, 9(2): 119-144.
- ✓ Dung, V. et al. (2018). TOPSIS Approach Using Interval Neutrosophic Sets for Personnel Selection, *Asian Journal of Scientific Research*, 11(3): 434-440.
- ✓ Elhassouny, A. & Smarandache, F. (2016). Neutrosophic-Simplified-TOPSIS Multi-Criteria Decision-Making Using Combined Simplified-TOPSIS Method and Neutrosophics, *IEEE International Conference on Fuzzy Systems*, Canada.

- ✓ Elhassouny, A. & Smarandache, F. (2019). Neutrosophic Modifications of Simplified TOPSIS for Imperfect Information, Neutrosophic Sets and Systems, 24, 1-14.
- ✓ Eroglu, H. & Şahin, R. (2020). A Neutrosophic VIKOR Method-Based Decision-Making with an Improved Distance Measure and Score Function: Case Study of Selection for Renewable Energy Alternatives, Cognitive Computation, 12(6): 1338-1355.
- ✓ Fan, J. et al. (2020a). A New Multi-Criteria Group Decision Model Based on Single-Valued Triangular Neutrosophic Sets and EDAS Method, Journal of Intelligent and Fuzzy Systems, 38(3):1-14.
- ✓ Fan, J. et al. (2020b). An Extended TODIM Method with Unknown Weight Information under Interval-Valued Neutrosophic Environment for FMEA, International Journal of Computational Intelligence Systems, 14(1): 174–186.
- ✓ Farooq, M. & Saqlain, M. (2021). The Application of Neutrosophic Hypersoft Set TOPSIS (NHSS-TOPSIS) in the Selection of Carbon Nano Tube-based Field Effective Transistors CNTFETs, Neutrosophic Sets and Systems, 43: 212-224.
- ✓ Farooq, M.U. & Saqlain, M. (2021). The Application of Neutrosophic Hypersoft Set TOPSIS (NHSS-TOPSIS) in the Selection of Carbon Nano Tube-based Field Effective Transistors CNTFETs, Neutrosophic Sets and Systems, 43, 212-224.
- ✓ Farooq, M.U. et al. (2021). The Selection of LASER as Surgical Instrument in Medical Using Neutrosophic Soft Set with Generalized Fuzzy TOPSIS, WSM and WPM along with MATLAB Coding, Neutrosophic Sets and Systems, 40(1), 29-44.
- ✓ Feng, J. et al. (2018). Study of Decision Framework of Shopping Mall Photovoltaic Plan Selection Based on DEMATEL and ELECTRE III with Symmetry under Neutrosophic Set Environment, Symmetry, 10(5), 150.
- ✓ Gamal, A. et al. (2018a). A Novel Methodology Developing an Integrated ANP: A Neutrosophic Model for Supplier Selection, Neutrosophic Operational Research, 63-85.
- ✓ Gamal, A. et al. (2018b). A Scientific Decision Framework for Supplier Selection under Neutrosophic Moora Environment, Neutrosophic Operational Research, 33-47.
- ✓ Gamal, H. et al. (2019). Calculation of the Unknown Criteria Weights under the Neutrosophic TOPSIS and the Neutrosophic VIKOR MCGDM Problems, International Journal of Scientific and Engineering Research, 10(4): 1125-1132.
- ✓ Gamal, A. et al. (2020). An Integrated Neutrosophic ANP and VIKOR Method for Achieving Sustainable Supplier Selection: A Case Study in Importing Field ,Computers in Industry, 106: 94-110.
- ✓ Garg, H. & Nancy (2018). Non-Linear Programming Method for Multi-Criteria Decision Making Problems under Interval Neutrosophic Set Environment, Applied Intelligence, 48(8): 2199-2213.
- ✓ Garg, H. & Nancy (2019). Algorithms for Possibility Linguistic Single-Valued Neutrosophic Decision-Making Based on COPRAS and Aggregation Operators with New Information Measures, Measurement, 138: 278-290.
- ✓ Garg, H. & Nancy (2020). Algorithms for Single-Valued Neutrosophic Decision Making Based on TOPSIS and Clustering Methods with New Distance Measure, AIMS Mathematics, 5(3): 2671-2693.
- ✓ Giri, B.C. et al. (2018). TOPSIS Method for MADM Based on Interval Trapezoidal Neutrosophic Number, Neutrosophic Sets and Systems, 22:151-165.



- ✓ Giri, B.C. et al. (2020). TOPSIS Method for Neutrosophic Hesitant Fuzzy Multi-Attribute Decision Making, *Informatica*, 31(1), 35–63.
- ✓ Gokasar, I. et al. (2021). CO2 Emission Based Prioritization of Bridge Maintenance Projects using Neutrosophic Fuzzy Sets Based Decision Making Approach, *Research in Transportation Economics*, 1-13.
- ✓ Gülüm, P. et al. (2021). A Two Level Interval Valued Neutrosophic AHP Integrated Neutrosophic TOPSIS Methodology for Post-Earthquake Fire Risk Assessment: An Application for Istanbul, *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 61(5), 102330.
- ✓ Han, L. & Wei, C. (2020). An Extended EDAS Method for Multicriteria Decision-Making Based on Multivalued Neutrosophic Sets, *Complexity*, (2): 1-9.
- ✓ Hezam, I.M. (2020). COVID-19 Vaccine: A Neutrosophic MCDM Approach for Determining the Priority Groups, *Results in Physics*, 20, 103654.
- ✓ Hong, Y. et al. (2019). Multi-Attribute Decision-Making Based on Preference Perspective with Interval Neutrosophic Sets in Venture Capital, *Mathematics*, 7(257), 1-13.
- ✓ Hu, J. et al. (2017). An Interval Neutrosophic Projection-Based VIKOR Method for Selecting Doctors, *Cognitive Computation*, 9(4): 1-16.
- ✓ Huang, Y.H. et al. (2017). VIKOR Method for Interval Neutrosophic Multiple Attribute Group Decision-Making, *Information*, 8(4), 144.
- ✓ Hussain, S.A.I. et al. (2019). VIKOR Method for Decision Making Problems in Interval Valued Neutrosophic Environment in: *Fuzzy Multi-criteria Decision-Making Using Neutrosophic Sets*, Switzerland : Springer International Publishing.
- ✓ Irvanizam, I. et al. (2020). An Extended MABAC Method Based on Triangular Fuzzy Neutrosophic Numbers for Multiple-Criteria Group Decision Making Problems, *Axioms*, 9(3), 104.
- ✓ Irvanizam, I. (2021). An Improved EDAS Method Based on Bipolar Neutrosophic Set and Its Application in Group Decision-Making, *Applied Computational Intelligence and Soft Computing*, 2021(3).
- ✓ Jafar, M.N. et al. (2020). Nonagonal Neutrosophic Linear Non-Linear Numbers, Alpha Cuts and Their Applications Using TOPSIS, *International Journal of Neutrosophic Science*, 10(1), 45-64.
- ✓ Ji, P. et al. (2018a). A Projection-Based TODIM Method under Multi-Valued Neutrosophic Environments and Its Application in Personnel Selection, *Neural Computing and Applications*, 29(1): 221–234.
- ✓ Ji, P. et al. (2018b). Selecting an Outsourcing Provider Based on the Combined MABAC–ELECTRE Method Using Single-Valued Neutrosophic Linguistic Sets, *Computers & Industrial Engineering*, 120, 429-441.
- ✓ Jiang, W. et al. (2019). Multi-Attribute Decision Making Method Based on Aggregated Neutrosophic Set, *Symmetry*, 11(2), 267.
- ✓ Jun, D. et al. (2020). A Novel Neutrosophic Data Analytic Hierarchy Process for Multi-Criteria Decision Making Method: A Case Study in Kuala Lumpur Stock Exchange, *IEEE Access*, 7: 53687-53697.
- ✓ Junaid, M. et al. (2019). A Neutrosophic AHP and TOPSIS Framework for Supply Chain Risk Assessment in Automotive Industry of Pakistan, *Sustainability*, 12(1), 154.

- ✓ Kahraman, C. et al. (2018). An Integrated AHP & DEA Methodology with Neutrosophic Sets, Studies in Fuzziness and Soft Computing in : Fuzzy Multicriteria Decision Making Using Neutrosophic Sets, Switzerland : Springer International Publishing.
- ✓ Kahraman, C. et al. (2019). Single & Interval-Valued Neutrosophic AHP Methods: Performance Analysis of Outsourcing Law Firms, Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, 38(1), 749-759.
- ✓ Karadayi-Usta, S. (2020). Neutrosophic Analytic Hierarchy Process for Evaluating a New Servicizing Business Model of Transportation, International Symposium of the Analytic Hierarchy Process, Pittsburgh, USA.
- ✓ Karaşan, A. et al. (2022). Customer-oriented product design using an integrated neutrosophic AHP & DEMATEL & QFD methodology, Applied Soft Computing 118(4):108445.
- ✓ Karaaslan, F. & Hunu, F. (2020). Type-2 Single-Valued Neutrosophic Sets and Their Applications in Multi-Criteria Group Decision Making Based on TOPSIS Method, Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing, 11(10): 4113-4132.
- ✓ Karabasevic, D. et al. (2020). A Novel Extension of the TOPSIS Method Adapted for the Use of Single-Valued Neutrosophic Sets and Hamming Distance for E-Commerce Development Strategies Selection, Symmetry, 12(8), 1263.
- ✓ Karaşan, A. & Kaya, I. (2020). Neutrosophic TOPSIS Method for Technology Evaluation of Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) in : Intelligent and Fuzzy Techniques in Big Data Analytics and Decision Making, Switzerland : Springer International Publishing.
- ✓ Karaşan, A. et al. (2019a). A Novel Neutrosophic CODAS Method: Selection Among Wind Energy Plant Locations, Journal of Intelligent and Fuzzy Systems, 36(1): 1-14.
- ✓ Karaşan, A. et al. (2019b). An Integrated Methodology Using Neutrosophic CODAS & Fuzzy Inference System: Assessment of Livability Index of Urban Districts, Journal of Intelligent and Fuzzy Systems, 36(15): 1-13.
- ✓ Karaşan, A. et al. (2019c). Interval-Valued Neutrosophic EDAS Method: An Application to Prioritization of Social Responsibility Projects in : Fuzzy Multi-criteria Decision-Making Using Neutrosophic Sets, Switzerland : Springer International Publishing.
- ✓ Karaşan, A. et al. (2020a). An Integrated Interval-Valued Neutrosophic AHP and TOPSIS Methodology for Sustainable Cities' Challenges in : Intelligent and Fuzzy Techniques in Big Data Analytics and Decision Making, Switzerland : Springer International Publishing.
- ✓ Karaşan, A. et al. (2020b). Evaluation of Defense Strategies by Using a MCDM Methodology Based on Neutrosophic Sets: A Case Study for Turkey, Intelligent and Fuzzy Techniques in Big Data Analytics and Decision Making, 6, 683-692.
- ✓ Karaşan, A. & Kahraman, C. (2017). Interval-Valued Neutrosophic Extension of EDAS Method in : Advances in Fuzzy Logic and Technology, Switzerland : Springer International Publishing.
- ✓ Karaşan, A. & Kahraman, C. (2018). A Novel Interval-Valued Neutrosophic EDAS Method: Prioritization of the United Nations National Sustainable Development Goals, Soft Computing, 22(15): 4891-4906.
- ✓ Karaşan, A. & Kahraman, C. (2020). Selection of the Most Appropriate Renewable Energy Alternatives by Using a Novel Interval-Valued Neutrosophic ELECTRE I Method, Informatica, 31(2): 225-248.

- ✓ Kavus, B.Y. et al. (2022). A three-level framework to evaluate airline service quality based on interval valued neutrosophic AHP considering the new dimensions, *Journal of Air Transport Management*, 99: 102179.
- ✓ Kilic, H.S. & Yalçın, A.S. (2020). Comparison of Municipalities Considering Environmental Sustainability via Neutrosophic DEMATEL Based TOPSIS, *Socio-Economic Planning Sciences*, 75(5), 100827.
- ✓ Kilic, H.S. et al. (2021). A Leanness Assessment Methodology Based on Neutrosophic DEMATEL, *Journal of Manufacturing Systems*, 59(3): 320-344.
- ✓ Köseoğlu, A. et al. (2020). A Simplified Neutrosophic Multiplicative Set- Based TODIM Using Water- Filling Algorithm for the Determination of Weights, *Expert Systems*, 37(4): 1-28.
- ✓ Li, Y.Y. et al. (2018). A Linguistic Neutrosophic Multi-Criteria Group Decision-Making Approach with EDAS Method, *Arabian Journal for Science and Engineering*, 44: 2737–2749.
- ✓ Liang, W. et al. (2017). Evaluating Investment Risks of Metallic Mines Using an Extended TOPSIS Method with Linguistic Neutrosophic Numbers, *Symmetry*, 9(8), 149.
- ✓ Liang, R. et al. (2018). A Linguistic Neutrosophic Multi-Criteria Group Decision-Making Method to University Human Resource Management, *Symmetry*, 10, 364.
- ✓ Liou, J.J.H. et al. (2020). A Failure Mode Assessment Model Based on Neutrosophic Logic for Switched-Mode Power Supply Risk Analysis, *Mathematics*, 8(12), 2145.
- ✓ Liu, F. et al. (2018). A Multicriteria Model for the Selection of the Transport Service Provider: A Single Valued Neutrosophic DEMATEL MultiCriteria Model, *Decision Making Applications in Management and Engineering*, 1(2), 1-9.
- ✓ Liu, P. & Cheng, S. (2019). An Extension of ARAS Methodology for Multi-criteria Group Decision-Making Problems within Probability Multi-valued Neutrosophic Sets, *International Journal of Fuzzy Systems*, 21(1), 1-18.
- ✓ Liu, P. & Zhang, L. (2014). The Extended VIKOR Method for Multiple Criteria Decision Making Problem Based on Neutrosophic Hesitant Fuzzy Set, <https://doi.org/10.5281/zenodo.34907>
- ✓ Liu, P. & Cheng, S. (2020). An Improved MABAC Group Decision-Making Method Using Regret Theory and Likelihood in Probability Multi-Valued Neutrosophic Sets, *International Journal of Information Technology and Decision Making*, 19(5): 1353-1387.
- ✓ Liu, P. & You, X. (2019). Improved TODIM Method Based on Linguistic Neutrosophic Numbers for Multicriteria Group Decision-Making, *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 12(2), 544.
- ✓ Liu, P. et al. (2018). An Extended Multi-criteria Group Decision-Making PROMETHEE Method Based on Probability Multi-valued Neutrosophic Sets, *International Journal of Fuzzy Systems*, 21(2): 388-406.
- ✓ Long, X. et al. (2020). Restoration Methods Selection for Wood Components of Chinese Ancient Architectures Based on TODIM with Single-Valued Neutrosophic Sets, *Mathematical Problems in Engineering*, (2): 1-14.
- ✓ Lu, L. & Luo, X. (2020). Emergency Transportation Problem Based on Single-Valued Neutrosophic Set, *Discrete Dynamics in Nature and Society*, (2): 1-8.
- ✓ Luo, M. et al. (2019). Multi-Criteria Decision Making Method Based on the Single Valued Neutrosophic Sets, *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems*, 37(2): 2403-2417.

- ✓ Ma, H. et al. (2017). Time-Aware Trustworthiness Ranking Prediction for Cloud Services Using Interval Neutrosophic Set and ELECTRE, *Knowledge-Based Systems*, 138: 27-45.
- ✓ Manna, S. et al. (2020). A Soft Set Based VIKOR Approach for Some Decision-Making Problems under Complex Neutrosophic Environment, *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 89, 103432.
- ✓ Mengwei, Z. et al. (2020). TODIM Method for Multiple Attribute Group Decision Making Based on Cumulative Prospect Theory with 2- Tuple Linguistic Neutrosophic Sets, *International Journal of Intelligent Systems*, 36(3): 1199-1222.
- ✓ Mishra, A.R. & Rani, P. (2021). Assessment of Sustainable Third Party Reverse Logistic Provider Using the Single-Valued Neutrosophic Combined Compromise Solution Framework, *Cleaner and Responsible Consumption*, 2: 1-13.
- ✓ Mishra, A.R. et al. (2021). Single- Valued Neutrosophic Similarity Measure- Based Additive Ratio Assessment Framework for Optimal Site Selection of Electric Vehicle Charging Station, *International Journal of Intelligent Systems*, 36(10): 5573-5604.
- ✓ Nabeeh, N.A. et al. (2019a). An Integrated Neutrosophic-TOPSIS Approach and Its Application to Personnel Selection: A New Trend in Brain Processing and Analysis, *IEEE Access*, 7, 29734-29744.
- ✓ Nabeeh, N.A. et al. (2019b). Neutrosophic Multi-Criteria Decision Making Approach for IoT-Based Enterprises, *IEEE Access*, 7, 59559 - 59574.
- ✓ Nadaban, S. & Dzitac, S. (2016). Neutrosophic TOPSIS: A General View, 6th International Conference on Computers Communications and Control.
- ✓ Nafei, A.H. et al. (2021). Optimized Score Function and its Application in Group Multiattribute Decision Making Based on Fuzzy Neutrosophic Sets, *International Journal of Intelligent Systems*, 36(12): 7522-7543.
- ✓ Nancy & Garg, H. (2019). A Novel Divergence Measure and its Based TOPSIS Method for Multi Criteria Decision-Making under Single-Valued Neutrosophic Environment, *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems*, 36(1): 101-115.
- ✓ Narayanamoorthy, S. et al. (2020). Single Valued Trapezoidal Neutrosophic Multi-Criteria Decision Making Problems-PROMETHEE II, *Proceedings of International Conference on Advances in Materials Research*.
- ✓ Navarro, I. et al. (2020). Sustainability Assessment of Concrete Bridge Deck Designs in Coastal Environments using Neutrosophic Criteria Weights, *Structure and Infrastructure Engineering*, 16(7): 949-967.
- ✓ Navarro, I. et al. (2021). Neutrosophic Completion Technique for Incomplete Higher-Order AHP Comparison Matrices, *Mathematics*, 9(5), 496.
- ✓ Nie, R.X. et al. (2017). Solving Solar-Wind Power Station Location Problem Using an Extended Weighted Aggregated Sum Product Assessment (WASPAS) Technique with Interval Neutrosophic Sets, *Symmetry*, 9(7), 106.
- ✓ Ortega, R.G. et al. (2018). Sinos River Basin Social-Environmental Prospective Assessment of Water Quality Management using Fuzzy Cognitive Maps and Neutrosophic AHP-TOPSIS, *Neutrosophic Sets & Systems*, 23: 160-171.
- ✓ Otay, I. & Kahraman, C. (2017). Six Sigma Project Selection Using Interval Neutrosophic TOPSIS, *The 10th Conference of the European Society for Fuzzy Logic and Technology*, 643: 83-93.



- ✓ Otay, I. & Kahraman, C. (2018). Analytic Network Process with Neutrosophic Sets, Studies in : Fuzziness and Soft Computing, Vol.369, Switzerland : Springer International Publishing.
- ✓ Otay, İ., & Kahraman, C. (2019). A state-of-the-art review of neutrosophic sets and theory in : Fuzzy multi-criteria decision-making using neutrosophic sets, Switzerland : Springer International Publishing.
- ✓ Pamucar, D. et al. (2018). A Novel Approach for the Selection of Power-Generation Technology Using a Linguistic Neutrosophic CODAS Method: A Case Study in Libya, Energies, 11(9), 2489.
- ✓ Pamucar, D. et al. (2020a). A Novel Fuzzy Hybrid Neutrosophic Decision-Making Approach for the Resilient Supplier Selection Problem, International Journal of Intelligent Systems, 35(12): 1934-1986.
- ✓ Pamucar, D. et al. (2020b). Developing a Novel Fuzzy Neutrosophic Numbers Based Decision Making Analysis for Prioritizing the Energy Storage Technologies, International Journal of Hydrogen Energy, 45(43): 23027-23047.
- ✓ Pamucar, D. & Božanić, D. (2019). Selection of a Location for the Development of Multimodal Logistics Center: Application of Single-Valued Neutrosophic MABAC Model, Operational Research in Engineering Sciences: Theory and Applications, 2(2), 55-71.
- ✓ Pang, Y. & Yang, W. (2018). Hesitant Neutrosophic Linguistic Sets and Their Application in Multiple Attribute Decision Making, Information, 9(4),88.
- ✓ Peng, J. & Tian, C. (2018). Multi-Valued Neutrosophic Distance-Based QUALIFLEX Method for Treatment Selection, Information, 9(12), 327.
- ✓ Peng, J. et al. (2015). An Multi-Criteria Decision-Making Approach Based on Choquet Integral-Based TOPSIS with Simplified Neutrosophic Sets, <https://doi.org/10.5281/zenodo.32243>
- ✓ Peng, J. et al. (2016). A Multi-Valued Neutrosophic Qualitative Flexible Approach Based on Likelihood for Multi-Criteria Decision-Making Problems, International Journal of Systems Science, 48(2): 425-435.
- ✓ Peng, X. & Liu, C. (2017). Algorithms for Neutrosophic Soft Decision Making Based on EDAS, New Similarity Measure and Level Soft Set, Journal of Intelligent and Fuzzy Systems, 32(1): 955-968.
- ✓ Peng, X. & Smarandache, F. (2020). A Decision-Making Framework for China's Rare Earth Industry Security Evaluation by Neutrosophic Soft CoCoSo Method, Journal of Intelligent and Fuzzy Systems, 39(5): 1-15.
- ✓ Peng, X. & Dai, J. (2017). Algorithms for Interval Neutrosophic Multiple Attribute Decision Making Based on MABAC, Similarity Measure and EDAS, International Journal for Uncertainty Quantification, 7(5): 395–421.
- ✓ Peng, X. & Dai, J. (2018). Approaches to Single-Valued Neutrosophic MADM Based on MABAC, TOPSIS and New Similarity Measure with Score Function, Neural Computing and Applications, 29(10): 939–954.
- ✓ Peng, H.G. et al. (2018). Probability Multi-Valued Neutrosophic Sets and its Application in Multi-Criteria Group Decision-Making Problems, Neural Computing and Applications, 30(2), 563–583.
- ✓ Peng, J. et al. (2017). An Extension of the ELECTRE Approach with Multi-Valued Neutrosophic Information, Neural Computing and Applications, 28, 1011-1022.

- ✓ Poursmaeil, H. et al. (2017). An Extended Method Using TOPSIS and VIKOR for Multiple Attribute Decision Making with Multiple Decision Makers and Single Valued Neutrosophic Numbers, *Advances and Applications in Statistics*, 50(4): 261-292.
- ✓ Poursmaeil, H. et al. (2021). A Parametric Scoring Function and the Associated Method for Interval Neutrosophic Multi-Criteria Decision-Making, *Evolving Systems*, <https://doi.org/10.1007/s12530-021-09394-1>.
- ✓ Pramanik, S. et al. (2016). TOPSIS Approach for Multi Attribute Group Decision Making in Refined Neutrosophic Environment in : *New Trends in Neutrosophic Theory and Applications*. Brussels : Pons Publishing House.
- ✓ Pramanik, S. et al. (2017a). An Extended TOPSIS for Multi-Attribute Decision Making Problems with Neutrosophic Cubic Information, *Neutrosophic Sets and Systems*, 17: 20-28.
- ✓ Pramanik, S. et al. (2017b). NC-TODIM-Based MAGDM under a Neutrosophic Cubic Set Environment, *Information*, 8(4), 149.
- ✓ Pramanik, S. et al. (2018a). NC-VIKOR Based MAGDM Strategy under Neutrosophic Cubic Set Environment, *Neutrosophic Sets and Systems*, 20: 95-108.
- ✓ Pramanik, S. et al. (2018b). TODIM Method for Group Decision Making under Bipolar Neutrosophic Set Environment in : *New Trends in Neutrosophic Theory and Applications Volume II*, Brussels : Pons Publishing House.
- ✓ Pramanik, S. et al. (2018c). VIKOR Based MAGDM Strategy under Bipolar Neutrosophic Set Environment, *Neutrosophic Sets and Systems*, 19: 57-69.
- ✓ Pramanik, S. & Mallick, R. (2019). TODIM Strategy for Multi-Attribute Group Decision Making in Trapezoidal Neutrosophic Number Environment, *Complex & Intelligent Systems*, 5: 379-389.
- ✓ Pramanik, S. & Mallick, R. (2018). VIKOR Based MAGDM Strategy with Trapezoidal Neutrosophic Numbers, *Neutrosophic Sets and Systems*, 22: 118-129.
- ✓ Pramanik, S. & Mallick, R. (2020). MULTIMOORA Strategy for Solving MAGDM in Trapezoidal Neutrosophic Number Environment, *CAAI Transactions on Intelligence Technology*, 5 (3): 150-156.
- ✓ Priyadarshini, M.A. & Kumari, K.S. (2018). VIKOR Method for Decision Making Problem Using Octagonal Neutrosophic Soft Matrix, *International Journal of Latest Engineering Research and Applications*, 2(7) : 41-45.
- ✓ Radwan, N. et al. (2016). Neutrosophic AHP Multi Criteria Decision Making Method Applied on the Selection of Learning Management System, *International Journal of Advancements in Computing Technology*, 8(5): 95-105.
- ✓ Rani, P. et al. (2021a). An Integrated Single-Valued Neutrosophic Combined Compromise Solution Methodology for Renewable Energy Resource Selection Problem, *Energies*, 14(15), 4594.
- ✓ Rani, P. et al. (2021b). Multi-Criteria Food Waste Treatment Method Selection Using Single-Valued Neutrosophic-CRITIC-MULTIMOORA Framework, *Applied Soft Computing*, 111(12), 107657.
- ✓ Rani, P. & Mishra, A.R. (2020). Single-Valued Neutrosophic SWARA-VIKOR Framework for Performance Assessment of Eco-Industrial Thermal Power Plants, *ICSES Transactions on Neural and Fuzzy Computing*, 3(1), 1-9.



- ✓ Reddy, P. et al. (2016). Lean Supplier Selection Based on Hybrid MCGDM Approach using Interval Valued Neutrosophic Sets: A Case Study, *International journal of innovative research and development*, 5: 291-296.
- ✓ Riaz, M. et al. (2020). Neutrosophic N-Soft Sets with TOPSIS Method for Multiple Attribute Decision Making, *Neutrosophic Sets and Systems*, 32: 1-24.
- ✓ Rogulj, K. et al. (2021). Hybrid MCDM Based on VIKOR and Cross Entropy under Rough Neutrosophic Set Theory, *Mathematics*, 9(12), 1334.
- ✓ Saeed, M. et al. (2019). Application of Generalized Fuzzy TOPSIS in Decision Making for Neutrosophic Soft set to Predict the Champion of FIFA 2018: A Mathematical Analysis, *Journal of Mathematics*, 51(8): 111-126.
- ✓ Şahin, R. & Altun, F. (2020). Decision Making with MABAC Method under Probabilistic Single-Valued Neutrosophic Hesitant Fuzzy Environment, *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 11(5): 4195–4212.
- ✓ Şahin, R. & Yigider, M. (2016). A Multi-Criteria Neutrosophic Group Decision Making Method Based TOPSIS for Supplier Selection, *Applied Mathematics & Information Sciences*, 10(5): 1843-1852.
- ✓ Şahin, R. (2019). COPRAS Method with Neutrosophic Sets in : Fuzzy Multi-criteria Decision-Making Using Neutrosophic Sets, Switzerland : Springer International Publishing.
- ✓ Şahin, R. et al. (2021). A Single- Valued Neutrosophic Multicriteria Group Decision Approach with DPL- TOPSIS Method Based on Optimization, *International Journal of Intelligent Systems*, 36(7): 3339-3366.
- ✓ Said, B. et al. (2014). An Extended TOPSIS Method for Multiple Attribute Decision Making Based on Interval Neutrosophic Uncertain Linguistic Variables, *Neutrosophic Sets and Systems*, 8, 22-31.
- ✓ Sánchez-Garrido, A.J. et al. (2021). Neutrosophic Multi-Criteria Evaluation of Sustainable Alternatives for the Structure of Single-Family Homes, *Environmental Impact Assessment Review*, 89(1), 106572.
- ✓ Saqlain, M. et al. (2020a). A New Approach of Neutrosophic Soft Set with Generalized Fuzzy TOPSIS in Application of Smart Phone Selection, *Neutrosophic Sets and Systems*, 32: 307-316.
- ✓ Saqlain, M. et al. (2020b). Generalization of TOPSIS for Neutrosophic HypersoftSet Using Accuracy Function and its Application, *Neutrosophic Sets and Systems*, 27, 131-137.
- ✓ Saqlain, M. et al. (2021). Distance and Similarity Measures for Neutrosophic HyperSoft Set (NHSS) with Construction of NHSS-TOPSIS and Applications, *IEEE Access*, 9: 30803-30816.
- ✓ Sarucan, A. et al. (2021). Physician Selection with a Neutrosophic Multi-criteria Decision Making Method in : Intelligent and Fuzzy Techniques: Smart and Innovative Solutions, Switzerland : Springer International Publishing.
- ✓ Scherz, M. & Vafadarnikjoo, A. (2019). Multiple Criteria Decision Analysis under Uncertainty in Sustainable Construction: A Neutrosophic Modified Best-Worst Method, *Sustainable Built Environment Conference*, Austria.
- ✓ Selvachandran, G. et al. (2018). An Extended Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution (TOPSIS) with Maximizing Deviation Method Based on Integrated Weight Measure for Single-Valued Neutrosophic Sets, *Symmetry*, 10, 236.

- ✓ Semėnas, R. & Bausys, R. (2020). Modelling of Autonomous Search and Rescue Missions by Interval-Valued Neutrosophic WASPAS Framework, *Symmetry*, 12(1), 162.
- ✓ Semėnas, R. & Bausys, R. (2022). Adaptive Autonomous Robot Navigation by Neutrosophic WASPAS Extensions, *Symmetry*, 14, 179.
- ✓ Sener, B. et al. (2020). A New TOPSIS Methodology Based on Single-Valued Neutrosophic Numbers for Selection of Suitable Roll Stabilizer Type for Motor Yachts, *Neural Computing and Applications*, 27(3), 1-11.
- ✓ Sharma, H. et al. (2019). Ranking Hotels using Aspect Ratings Based Sentiment Classification and Interval-Valued Neutrosophic TOPSIS, *International Journal of Systems Assurance Engineering and Management*, 10(5): 973-983.
- ✓ Sharma, H. et al. (2020). Ranking Hotels Based on Online Hotel Attribute Ratings Using Neutrosophic AHP and Stochastic Dominance, *Proceedings of the 1st International Conference on Data Science, Machine Learning and Applications*.
- ✓ Slamaa, A.A. (2021). Comparative Analysis of AHP, FAHP and Neutrosophic-AHP Based on Multi-Criteria for Adopting ERPS, *Neutrosophic Sets and Systems*, 41, 64.
- ✓ Smarandache, F. et al. (2003). A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic. *Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability*, Rehoboth : American Research Press.
- ✓ Smarandache, F. et al. (2004). Neutrosophic Set – A Generalization of the Intuitionistic Fuzzy Set, *International Journal of Pure and Applied Mathematics*, 24(3): 1-15.
- ✓ Smarandache, F. et al. (2017). Rough Neutrosophic TOPSIS for Multi-Attribute Group Decision Making, *Neutrosophic Sets and Systems*, 13, 105-117.
- ✓ Stanujkic, D. et al. (2017). A Neutrosophic Extension of the MULTIMOORA Method, *Informatica*, 28(1): 181-192.
- ✓ Stanujkic, D. et al. (2021). A Single-Valued Neutrosophic Extension of the EDAS Method, *Axioms* 2021, 10, 245.
- ✓ Sudha, A.S. et al. (2020). Assessment of MCDM Problems by TODIM Using Aggregated Weights, *Neutrosophic Sets and Systems*, 35: 78-98.
- ✓ Sun, R. et al. (2019). Novel Single-Valued Neutrosophic Decision-Making Approaches Based on Prospect Theory and Their Applications in Physician Selection, *Soft Computing*, 23(1): 211–225.
- ✓ Supciller, A.A. & Toprak, F. (2020). Selection of Wind Turbines with Multi-Criteria Decision Making Techniques Involving Neutrosophic Numbers: A Case From Turkey, *Energy*, 207(118237): 1-14.
- ✓ Tan, R. & Zhang, W. (2017). Multiple Attribute Group Decision Making Methods Based on Trapezoidal Fuzzy Neutrosophic Numbers, *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems*, 33(3): 1-18.
- ✓ Tan, R. & Zhang, W. (2020). Multiple Attribute Decision Making Method Based on DEMATEL and Fuzzy Distance of Trapezoidal Fuzzy Neutrosophic Numbers and its Application in Typhoon Disaster Evaluation, *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems*, 39(3): 3413-3439.
- ✓ Tehrim, S.T. & Riaz, M. (2019). A Novel Extension of TOPSIS to MCGDM with Bipolar Neutrosophic Soft Topology, *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems*, 37(4): 1-19.
- ✓ Thong, N.T. et al. (2019). Dynamic Interval Valued Neutrosophic Set: Modeling Decision Making in Dynamic Environments, *Computers in Industry*, 108: 45-52.

- ✓ Thong, N.T. et al. (2020). An Extended TOPSIS Method with Unknown Weight Information in Dynamic Neutrosophic Environment, *Mathematics*, 8, 401.
- ✓ Tian, C. et al. (2019). An Extended Single-Valued Neutrosophic Projection-Based Qualitative Flexible Multi-Criteria Decision-Making Method, *Mathematics*, 7(39): 1-16.
- ✓ Tian, Z.P. et al. (2015). Multi-Criteria Decision Making Method Based on Cross-Entropy with Interval Neutrosophic Sets, *International Journal of Systems Science*, 47(15): 3598-3608.
- ✓ Tian, Z.P. et al. (2017a). An Improved MULTIMOORA Approach for Multi-Criteria Decision-Making Based on Interdependent Inputs of Simplified Neutrosophic Linguistic Information, *Neural Computing and Applications*, 28(1), 585–597.
- ✓ Tian, Z.P. et al. (2017b). Simplified Neutrosophic Linguistic Multi-criteria Group Decision-Making Approach to Green Product Development, *Group Decision and Negotiation*, 26(3): 597-627.
- ✓ Tian, Z.P. et al. (2018). Hybrid Single-Valued Neutrosophic MCGDM with QFD for Market Segment Evaluation and Selection, *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems*, 34(1): 177-187.
- ✓ Tian, Z.P. et al. (2020). Single-Valued Neutrosophic ELECTRE II for Multi-Criteria Group Decision-Making with Unknown Weight Information, *Computational and Applied Mathematics*, 39(3): 224-255.
- ✓ Tiwari, R. & Kumar, R. (2020). A Framework for Prioritizing Cloud Services in Neutrosophic Environment, *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, 1-16.
- ✓ Tripathi, S. & Gupta, M. (2020). Identification of Challenges and Their Solution for Smart Supply Chains in Industry 4.0 Scenario: A Neutrosophic DEMATEL Approach, *International Journal of Logistics Systems and Management*, 1(1): 1-12.
- ✓ Vafadarnikjoo, A. & Scherz, M. (2021). A Hybrid Neutrosophic-Grey Analytic Hierarchy Process Method: Decision-Making Modelling in Uncertain Environments, *Mathematical Problems in Engineering*, (2): 1-18.
- ✓ Vafadarnikjoo, A. et al. (2020). A Neutrosophic Enhanced Best-Worst Method for Considering Decision-Makers' Confidence in the Best and Worst Criteria, *Annals of Operations Research*, 289(2): 391-418.
- ✓ Vafadarnikjoo, A. et al. (2021). Analyzing Blockchain Adoption Barriers in Manufacturing Supply Chains by the Neutrosophic Analytic Hierarchy Process, *Annals of Operations Research*, 1-28.
- ✓ Van, L.H. et al. (2018). New Integrated Quality Function Deployment Approach Based on Interval Neutrosophic Set for Green Supplier Evaluation and Selection, *Sustainability*, 10(3), 838.
- ✓ Verma, V. et al. (2022). Neutrosophic AHP Approach for Budget Constrained Reliability Allocation Among Modules of Software System in: *Optimization Models in Software Reliability*, Switzerland : Springer International Publishing.
- ✓ Wang, J. et al, (2018a). TODIM Method for Multiple Attribute Group Decision Making under 2-Tuple Linguistic Neutrosophic Environment, *Symmetry*, 10(10), 486.
- ✓ Wang, J. et al. (2018b). An Extended VIKOR Method for Multiple Criteria Group Decision Making with Triangular Fuzzy Neutrosophic Numbers, *Symmetry*, 10(10): 497.

- ✓ Wang, P. et al. (2019a). EDAS Method for Multiple Criteria Group Decision Making under 2-Tuple Linguistic Neutrosophic Environment, *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems*, 37(3): 1-12.
- ✓ Wang, P. et al. (2019b). The Multi-Attributive Border Approximation Area Comparison (MABAC) for Multiple Attribute Group Decision Making under 2-Tuple Linguistic Neutrosophic Environment, *Informatica*, 30(4): 799-818.
- ✓ Wang, X. et al. (2018). Multiple Attribute Group Decision Making Approach Based on Extended VIKOR and Linguistic Neutrosophic Set, *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems*, 36(4): 1-12.
- ✓ Wang, N. & Zhang, H. (2017). Probability Multi-Valued Linguistic Neutrosophic Sets for Multi-Criteria Group Decision-Making, *International Journal for Uncertainty Quantification*, 7(3): 207–228.
- ✓ Wang, P. et al. (2020). CODAS Method for Multiple Attribute Group Decision Making under 2-Tuple Linguistic Neutrosophic Environment, *Informatica*, 31(1), 161-184.
- ✓ Wang, Z. & Liu, L. (2016). Optimized PROMETHEE Based on Interval Neutrosophic Sets for New Energy Storage Alternative Selection, *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia*, 39(9): 69-77.
- ✓ Wei, G. et al. (2019). VIKOR Method for Multiple Criteria Group Decision Making under 2-Tuple Linguistic Neutrosophic Environment, *Economic Research*, 33(1): 1-24.
- ✓ Wei, G. et al. (2021). An Extended COPRAS Model for Multiple Attribute Group Decision Making Based on Single-Valued Neutrosophic 2-Tuple Linguistic Environment, *Technological and Economic Development of Economy*, 27(2): 1-16.
- ✓ Wu, J. et al. (2021). Similarity Measures and Multi-Person TOPSIS Method Using m-Polar Single-Valued Neutrosophic Sets, *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 14(1): 869-885.
- ✓ Xiao, F. et al. (2021). An Improved MULTIMOORA Method for Multi-Valued Neutrosophic Multi-Criteria Group Decision-Making Based on Prospect Theory, *Scientia Iranica International Journal of Science & Technology*, 1-32.
- ✓ Xu, D. et al. (2019). A Method of Determining Multi-Attribute Weights Based on Single-Valued Neutrosophic Numbers and Its Application in TODIM, *Symmetry*, 11(4), 506.
- ✓ Xu, D. et al. (2020a). An Extended EDAS Method with a Single-Valued Complex Neutrosophic Set and Its Application in Green Supplier Selection, *Mathematics*, 8(2), 282.
- ✓ Xu, D. et al. (2020b). A New Method Based on PROMETHEE and TODIM for Multi-Attribute Decision-Making with Single-Valued Neutrosophic Sets, *Mathematics*, 8(10), 1816.
- ✓ Xu, D.S. et al. (2017). TODIM Method for Single-Valued Neutrosophic Multiple Attribute Decision Making, *Information*, 8(4), 125.
- ✓ Yalçın, A.S. et al. (2020). An Integrated Model with Interval Valued Neutrosophic Sets for the Selection of Lean and Sustainable Suppliers in: *Intelligent and Fuzzy Techniques in Big Data Analytics and Decision Making*, Switzerland : Springer International Publishing.
- ✓ Yang, W. & Pang, Y. (2018). New Multiple Attribute Decision Making Method Based on DEMATEL and TOPSIS for Multi-Valued Interval Neutrosophic Sets, *Symmetry*, 10(4), 115.
- ✓ Yazdani, M. et al. (2021). An Interval Valued Neutrosophic Decision-Making Structure for Sustainable Supplier Selection, *Expert Systems with Applications*, 183(2), 115354.



- ✓ Ye, J. (2015). An Extended TOPSIS Method for Multiple Attribute Group Decision Making Based on Single Valued Neutrosophic Linguistic Numbers, *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems*, 28(1): 247-255.
- ✓ Yörükoğlu, M. & Aydın, S. (2019). Evaluation of Space Debris Mitigation Measures by Neutrosophic MULTIMOORA Method, 9th International Conference on Recent Advances in Space Technologies, Turkey.
- ✓ Yörükoğlu, M. & Aydın, S. (2020). Smart Container Evaluation by Neutrosophic MCDM Method, *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems*, 38(1): 723-733.
- ✓ Yücesan, M. & Gül, M. (2021a). Failure Modes and Effects Analysis Based on Neutrosophic Analytic Hierarchy Process: Method and Application, *Soft Computing*, 25(16): 11035 – 11052.
- ✓ Yücesan, M. & Gül, M. (2021b). Failure Prioritization and Control using the Neutrosophic Best and Worst Method, *Granular Computing*, 6(6), 1-15.
- ✓ Zavadskas, E.K. et al. (2015). Sustainable Assessment of Alternative Sites for the Construction of a Waste Incineration Plant by Applying WASPAS Method with Single-Valued Neutrosophic Set, *Sustainability*, 7(12): 15923-15936.
- ✓ Zavadskas, E.K. et al. (2016). Selection of Lead-Zinc Flotation Circuit Design by Applying WASPAS Method with Single-Valued Neutrosophic Set, *Acta Montanistica Slovaca*, 21(2): 85-92.
- ✓ Zavadskas, E.K. et al. (2017). Model for Residential House Element and Material Selection by Neutrosophic MULTIMOORA Method, *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 64: 315-324.
- ✓ Zavadskas, E.K. et al. (2019a). Hedonic Shopping Rent Valuation by One-to-One Neuromarketing and Neutrosophic PROMETHEE Method, *Applied Soft Computing*, 85, 105832.
- ✓ Zavadskas, E.K. et al. (2019b). Internal Combustion Engine Analysis of Energy Ecological Parameters by Neutrosophic MULTIMOORA and SWARA Methods, *Energies*, 12(8), 1415.
- ✓ Zavadskas, E.K. et al. (2020). M-Generalised q-Neutrosophic MULTIMOORA for Decision Making, *Studies in Informatics and Control*, 29(4): 389-398.
- ✓ Zavadskas, E.K. et al. (2021). MULTIMOORA under Interval-Valued Neutrosophic Sets as the Basis for the Quantitative Heuristic Evaluation Methodology HEBIN, *Mathematics*, 9(1), 66.
- ✓ Zeng, S. et al. (2020). A Correlation-Based TOPSIS Method for Multiple Attribute Decision Making with Single-Valued Neutrosophic Information, *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 19(1), 343-358.
- ✓ Zhang, R., & Chen, H. (2015). A Review of Service Supply Chain and Future Prospects. *Journal of Service Science and Management*, 8(04), 485.
- ✓ Zhang, L. et al. (2020). Probability Multi-Valued Neutrosophic ELECTRE Method for Multi-Criteria Group Decision-Making, *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems*, 39(5): 7587-7604.
- ✓ Zhang, M. et al. (2016). An Extended Multiple Attribute Group Decision-Making TODIM Method Based on the Neutrosophic Numbers, *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems*, 30(3): 1773-1781,



- ✓ Zhang, H.Y. et al. (2015). An Outranking Approach for Multi-Criteria Decision-Making Problems with Interval-Valued Neutrosophic Sets, *Neural Computing and Applications*, 30, 213-224.
- ✓ Zhou, L.P. et al. (2019). Two New Approaches for Multi-Attribute Group Decision-Making with Interval-Valued Neutrosophic Frank Aggregation Operators and Incomplete Weights, *IEEE Access*, 7, 102727- 102750.
- ✓ Zhu, J. et al. (2020). Failure Mode and Effect Analysis using Regret Theory and PROMETHEE under Linguistic Neutrosophic Context, *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 64, 104048.
- ✓ Zulqarnain, R.M. et al. (2021). An Integrated Model of Neutrosophic TOPSIS with Application in Multi-Criteria Decision-Making Problem, *Neutrosophic Sets and Systems*, 40, 117-133.
- ✓ Zulqarnain, R.M. et al. (2020). Generalized Neutrosophic TOPSIS to Solve Multi-Criteria Decision-Making Problems, *Neutrosophic Sets and Systems*, 38: 276-292.

