**تصمیم گیری چندمعیاره گروهی با استفاده از تحلیل رابطه ای خاکستری در فضای فازی شهودی با رویکردی جدید در اندازه گیری فاصله از گزینه مرجع**

چکیده:در این مقاله روشی جدید برای حل مسایل تصمیم گیری گروهی با معیارهای چند گانه در فضای فازی شهودی ارایه شده است. رویکرد مطرح شده برمبنای تحلیل رابطه خاکستری است که برای اولین بار از یک روش غیر خطی برای محاسبه فاصله گزینه ها از گزینه مرجع استفاده شده است. در این روش از عملگر میانگین وزنی فازی شهودی برای تجمیع نظر خبرگان و ایجاد ماتریس تصمیم گیری استفاده شده همچنین وزن معیارها با استفاده از آنتروپی فازی شهودی بدست آمده. درپایان یک مثال عددی برای نشان دادن کارایی این روش وهمچنین مقایسه این روش با تاپسیس فازیِ شهودی و تحلیل رابطه خاکستری فازیِ شهودی که در آن از روشهای خطی برای محاسبه فاصله گزینه تا گزینه مرجع استفاده شده آورده شده است.

**کلمات کلیدی**:تصمیم گیری گروهی چند گانه ،تحلیل رابطه خاکستری ، فضای فازی شهودی، فاصله کروی

# مقدمه:

پیش بینی و ارزیابی نتایج از راه حل های موجود و انتخاب قطعی یک راه حل برای رسیدن به هدف را تصمیم گیری گویند**.** [1] **اگر مساله مورد تصمیم گیری تنها درصدد بهینه سازی یک هدف یا معیار باشد آن را تک معیاره ودر غیر این صورت آن را یک مساله تصمیم گیری چند معیاره[[1]](#footnote-1) گویند. هدف از تصمیم گیری پیدا کردن بهترین گزینه از مجموعه محدودی از گزینه ها با توجه به مجموعه محدودی از ویژگی ها است. تصمیم گیری چند معیاره در بسیاری از زمینه ها همچون اقتصادی، نظامی، اجتماعی، مدیریت وغیره بکار برده شده است.** [2][3][4][5][6][7].**با افزایش پیچیدگی فضای مسئله های اقتصادی و اجتماعی، تصمیم گیری با در نظرگرفتن تمام جنبه های مسئله برای یک تصمیم گیرنده سخت و دشوار می شود. بنابراین در بسیاری از فرایندهای تصمیم گیری در دنیای واقعی از گروهی از تصمیم گیرندگان استفاده می شود.** [8]

مسایل کلاسیک[[2]](#footnote-2) تصمیم گیری معمولا با اعداد قطعی[[3]](#footnote-3) سرو کار دارند.در این نوع مسایل، رتبه بندی و وزن دهی معیار ها بوسیله اعداد قطعی اندازه گیری میشود.تصمیم گیری فازی با اعداد فازی و فازی شهودی[[4]](#footnote-4) سروکار دارد و رتبه بندی و وزن دهی معیار ها که با متغییرهای کلامی بیان میشود، توسط اعداد فازی یا فازی شهودی مشخص میشود.تئوری فازی اولین بار توسط عسگرزاده در سال 1965 معرفی شد[9]**.** این تئوری بسیاری از عدم قطعیت ها را دربرمی گیرد. مجموعه های فازی شهودی که اولین بار توسط آتاناسوف در سال 1986 پیشنهاد گردیده است[10]با سه تابع درجه عضویت[[5]](#footnote-5) (صحت)،درجه عدم عضویت [[6]](#footnote-6) (عدم صحت)و درجه عدم قطعیت[[7]](#footnote-7) بیان می شود و درجه عدم قطعیت این امر را منعکس می کند که تصمیم گیرندگان نمی توانند همواره درجه عضویت های مشخص و معین را انتخاب کنند.درمدل تصمیم گیری فازی، تحلیل رابطه ای خاکستری به عنوان ابزاری برای پیاده سازی تصمیم گیری چند معیاره پیشنهاد شده است که برای مشخص کردن جواب از تعداد محدودی گزینه استفاده می شود[11][12][13]**.**تئوری سیستم های خاکستری[[8]](#footnote-8) نخستین بار توسط دنگ در سال 1988 به عنوان بسط یافته ی تئوری فازی در شرایط مطالعه مسائلی با عدم قطعیت بواسطه اطلاعات ضعیف مطرح گردید.در این تئوری سیستم های خاکستری،به سه دسته سفید،سیاه و خاکستری تقسیم بندی می شوندکه قسمت های سفید شامل پیام های واضح،قسمت های سیاه پیام های کاملا ناشناخته و رنگ خاکستری بیانگر ناکامل بودن اطلاعات و یا عدم اطمینان برای سیستم است [14]اصلی ترین مشخصه این تئوری کامل نبودن اطلاعات مربوط به این سیستم است. پینگ برای پیش بینی بازده شرکت های مخابراتی از رویکرد تلفیقی پیش بینی خاکستری و شبکه های عصبی استفاده نمود و نشان داده که با توجه به فضای پیچیده و نامطمئن حاکم بر این صنعت مدل پیش بینی خاکستری بهتر می تواند بازده این شرکت ها را پیش بینی نماید [15].

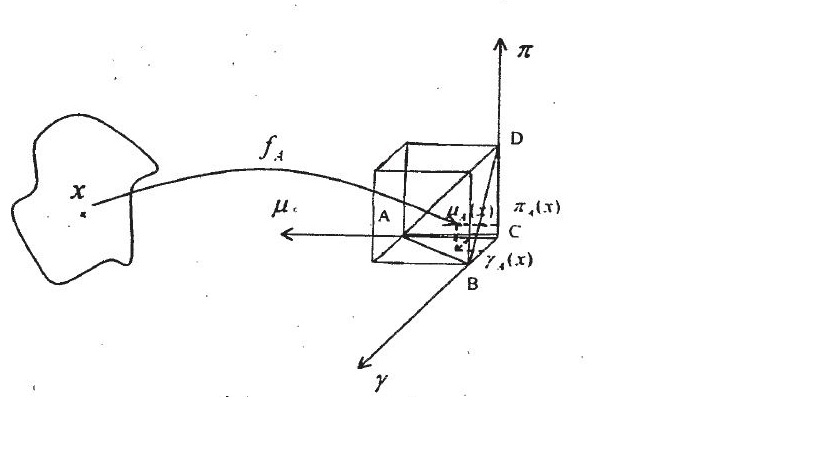
در این مقاله ما با استفاده از تحلیل رابطه ای خاکستری در فضای فازی شهودی و استفاده از روشی جدید در اندازه گیری فاصله، که تا به حال در مسایل تصمیم گیری چند گانه بررسی نشده است رویکردی جدید برای حل مسایل تصمیم گیری چند گانه گروهی ارایه کرده ایم، همچنین روالی برای تصمیم گیری با این روش ارایه کرده ایم وبر مبنای آن مثالی عددی را حل میکینم. ترکیب نظر خبرگان در این روش براساس میانگین وزنی فازی[[9]](#footnote-9) شهودی انجام شده است. همچنین وزن دهی به متغییرها برا ساس آنتروپی فازی شهودی است. انتظار داریم این رویکرد شانس زیادی در تصمیم گیری صحیح درمسایل تصمیم گیری چند گانه گروهی داشته باشد.ادامه مقاله به این صورت سازماندهی شده که در بخش بعد مفاهیم مقدماتی در فضای فازی شهودی بیان شده همچنین اطلاعات پیش نیاز برای مطالعه بخش های بعدی در این بخش آورده شده است.در بخش سه روالی ارایه شده که برمبنای آن میتوان مسایل تصمیم گیری با این روش را گام به گام حل کرد.در قسمت چهارم مثالی عددی برای بررسی امکان سنجی ونشان دادن کارایی این روش ارایه شده ،در پایان نتیجه گیری حاصل از استفاده از این روش مورد بررسی قرار گرفته است.

# فازی شهودی ودانش مرتبط با آن

## تعریف 1:یک مجموعه فازی شهودی A از مجموعه مرجع X اینگونه تعریف می شود:

, (1)

که در آن 🡪[0,1]🡪[0,1] با این شرط که . مقادیرحقیقی که متعلق به بازه [0,1] می باشند،درجه عضویت و درجه عدم عضویت X به A نامیده می شوند.برای هر مجموعه فازی شهودی A از X ، را شاخص شهودی A درX می نامیم که در حقیقت درجه تردیدX در A است و بوضوح برای هر x متعلقX داریم .[10]

یک شمای هندسی از مجموعه های فازی شهودی اینگونه است:

تصویر 1 :در شکل مجموعه فازی شهودی A از X به کمک تابع FA که به هر مقدار x∊X دو مقدار μA (x) و ) vA (x نسبت می دهد مشخص می شود. تصویر نقطه x) fA) از مثلث ABD روی محور AC درجه عضویت x در A ، μA (x) و تصویر آن روی محور BC درجه عدم عضویتx درA ، v

بنابراین ما را یک عدد فازی شهودی می نامیم که ∊ [0,1]∊[0,1]و + و است. بزرگترین و کوچکترین اعداد فازی شهودی به ترتیب و می باشند.[16]

## تعریف 2: فاصله بین 2 عدد فازی شهودی

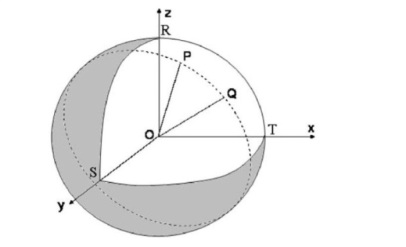
دو مجموعه و را درنظر بگیریم،آنگاه فاصله همینگ و اقلیدسی از فرمول های زیر بدست می آید [17, 18, 19]:

*(2)*

*(3)*

## تعریف 3:فاصله کروی

اگر مجموعه فازی شهودی طبق رابطه (1) تعریف شود آنگاه داریم:



تصویر2 تفسیر فاصله فازی شهودی در فضا

که آن را به معادل زیر می توان تبدیل کنیم:( با این شرط که K2=,Y2=Z2= ):

**K2+Y2+Z2=1**

بنابراین یک نگاشت ساده غیرخطی به حوزه واحد دریک فضای اقلیدسی سه بعدی در اینجا انتخاب شده است.پس ما می توانیم یک مجموعه فازی شهودی را در یک سطح کروی تفسیر کنیم و یک نتیجه گیری از این تفسیر این است که فاصل بین دو نقطه در مجموعه فازی شهودی می تواند به عنوان فاصله کروی بین نقاط متناظر در خود سطح کروی محصور بیان شود و این فاصله به عنوان کوهتاترین مسیر(راه) بین این دو نقطه تعریف می شود..طبق مقاله این فاصله از رابطه زیر بدست می آید[20]

*(4)*

فاصله همینگ و اقلیدسی قابل پذیرش برای تفسیر مسایل خطی هستند و آنها فقط تفاوت های نسبی بین درجه های عضویت،عدم عضویت و تردید مجموعه های فازی شهودی را منعکس می کنند، اما در فاصله کروی مابین عبارت خوب و قابل قبول تمایز قائل می شویم و بدیهی است فاصله معنایی بین عبارت کامل و خوب باید بیشتر(بزرگتر) از فاصله معنایی خوب و قابل قبول است به خاطر همین در فاصله غیرخطی بیان می شود،که فاصله کروی نامیده می شودتصویر2 تفسیر فاصله فازی شهودی در فضا.[20]

## تعریف 4: تبدیل متغیرهای کلامی (کیفی) به فازی شهودی

متغیر کلامی متغیری است که ارزش(مقدار) آن، عبارت طبیعی زبان است و در مواجهه با موقعیت هایی که خیلی پیچیده یا خیلی بد تعریف شده است،به درستی عبارات کیفی متعارف را از قبیل خیلی ضعیف، ضعیف، خوب، متوسط، خیلی خوب و غیره به کار می بریم.در [21] نحوه تبدیل متغیرهای کلامی(کیفی) به اعداد فازی شهودی و برعکس آورده شده است:

جدول 1 نحوه تبدیل متغیرهای کلامی(کیفی) به اعداد فازی

|  |  |
| --- | --- |
| متغییرهای کلامی | متغییرهای فازی شهودی |
| عالی | (0.95،0.05،0.00) |
| بسیار خوب | (0.85،0.10،0.05) |
| خوب | (0.10،0.15،0.75) |
| تقریبا خوب | (0.65،0.25،0.10) |
| متوسط | (0.50،0.40،0.10) |
| تقریبا بد | (0.35،0.55،0.10) |
| بد | (0.25،0.65،0.10) |
| بسیار بد | (0.15،0.80،0.05) |
| کاملا بد | (0.05،0.95،0.00) |

## تعریف 5: آنتروپی فازی شهودی

یکی از تکنیک های وزن دهی به شاخص ها است که اساس این روش این است که هر جه پراکندگی در مقادیر یک شاخص بیشتر باشد آن شاخص از اهمیت بیشتری برخوردار است اما از آنجایی که ممکن است اهمیت همه شاخص ها یکسان فرض نشده باشند، ما یک مجموعه از درجات اهمیت را بیان می کنیم.به منظور بدست آوردنw،از آنتروپی فازی شهودی [22] استفاده می کنیم که ابتدا:

(5)

که در اینجا، اگر ، ، باشد آنگاه به ترتیب ، ، وزن آنتروپی شاخص jام طبق رابطه زیر تعریف می شود:

# روش ارایه شده :

در این بخش ما رویه ای را به صورت گام به گام برای تصمیم گیری گروهی با استفاده از تحلیل رابطه ای خاکستری در فضای فازی شهودی با رویکردی جدید در اندازه گیری فاصله از گزینه مرجع که در [تعریف3](#_تعریف_3:فاصله_کروی) بیان شد، ارایه می دهیم. فرض می کینم مجموعه گزینه ها برای انتخاب را با{x1,x2,..,xm} = X،خبره ها یا تصمیم گیرندگان را با D={d1,d2,…,dt } و معیارها را با C={c1,c2,…,cn } مشخص شده اند، همچنین وزن تصمیم گیرندگان و وزن معیارها مشخص نشده است. برای ساده سازی مساله، مقادیر m, t, n را محدود در نظر میگیریم.

2≤m≤M, 2≤t≤T, 1≤c≤C (7)

**گام1**: **ایجاد ماتریس تصمیم فازیِ شهودی برای هر خبره:** دراین مرحله پرسش نامه ها را به هر خبره می دهیم و از او می خواهیم ارزش هر گزینه را بامتغییر های کلامی که درجدول 1ارایه شده است مشخص کند.فرض کنیم ارزش هر گزینه xi ،i ≤ M در معیار cj ، j ≤ N که توسط خبره dk، k ≤ Tمشخص شده، توسط یک مقدار فازیِ شهودی به صورت بیان شده است. بنابر این یک مساله تصمیم گیری چندگانه می تواند در ماتریسی به شکل زیر بیان شود:

(8)

بیانگر مساله تصمیم گیری چند گانه برمبنای نظر kامین خبره است.

گام2: **مشخص کردن وزن تصمیم گیرندگان:** خبره ها ممکن است در یک سطح نباشند ونظر برخی از آنها برای ما مهمتر از نظر برخی دیگر باشد، وزن هر خبره با متغییر کیفی بیان میشود وتوسط جدول 1 قابل تبدیل به متغییر های فازیِ شهودی است. اگر وزن خبره kام با مشخص شده باشد،طبق فرمول زیر [23] وزن هر تصمیم گیرنده بدست می آید:

(9)

**گام3**: **ایجاد ماتریس تجمعی فازی بر مبنای نظر خبرگان**: فرض می کنیم ماتریس ماتریس تصمیم فازیِ شهودی مربوط به kامین*خبره باشد، همچنین وزن هر خبره باشد، درتصمیم گیری گروهی لازم است که همه ماتریس های تصمیمِ فازیِ شهودی مربوط به هر خبره با هم تجمیع شوند و در قالب یک مساله(ماتریس) تصمیم گیری در بیایند به همین جهت ما از میانگین وزنی فازی شهودی*[24]*برای این منظور استفاده می* *کنیم:*

(10)

با استفاده از فرمول میانگین وزنی فازی شهودی تمام ماتریسها در قالب یک ماتریس به شکل زیر نوسته می شوند:

که در آن

**گام 4: مشخص کردن وزن معیارها:** *درتصمیم گیری با معیارهای چند گانه ممکن است بعضی از معیارها در رتبه بندی برای ما از دیگر معیار ها مهم تر باشند، متغییرw به معیار ها بر حسب مهم بودن درجه می دهد برای بدست آوردن w می توانیم از آنتروپی فازی شهودی* [22] *استفاده کنیم. برا ساس این رابطه وزن* jامین  *معیار از رابطه (6) بدست می آید.* علاوه بر این رابطه ما می توانیم از رابطه **میانگین وزنی** که هر تصمیم گیرنده به هر معیار میدهد نیز به عنوان وزن آن معیار استفاده کنیم[30]

گام 5: در این مرحله گزینه ایده آل مثبت فازیِ شهودی رابدست می آوریم.برای هر عدد فازی شهودی به صورت هر چه بزرگتر وکوچکتر باشد عدد فازی بزرگتر میشود.بنابراین ایده آل مثبت از رابطه زیر بدست می آید.

r+= () (11)

پس بزرگترین مقدار در فضای فازی شهودی برابر است با:

r+= (1.0.0)

گام 6: محاسبه میزان فاصله از ایده آل مثبت: این فاصله از روش کروی برای هر معیار، با استفاده از رابطه زیر بدست می آید

(12)

گام 7: محاسبه ضریب رابطه خاکستری برای ایده آل مثبت با استفاده از رابطه زیر

(13)

گام 8: بدست آوردن درجه رابطه خاکستری: با استفاده از رابطه زیر:

**(14)**

**(15)**

گام 9: **رتبه بندی همه گزینه های** {x1,x2,..,xm} =X و انتخاب بهترین گزینه بر مبنای درجه رابطه خاکستری، . گزینه ي با بالا ترین درجه بهترین انتخاب است.

# مثال عددی

دراین بخش ما روش ارایه شده را درقالب مثالی عددی برای رتبه بندی چند شاخصه ارایه می کنیم. از این رو مقاله[21]که در آن از تحلیل رابطه خاکستریِ فازیِ شهودی برای انتخاب پرسنل استفاده شده است را باروش ارایه شده را حل می کنیم و نتایج بدست آمده را با نتایج مقاله فوق مقایسه می کنیم. فرض کنید یک شرکت نرم افزاری قصد استخدام نیروی جدید را دارد، بعد از بررسی اولیه چهار کاندید(گزینه) x1, x2, x3,x4 برای بررسی نهایی باقی می مانند. یک کمیته سه نفری از تصمیم گیرندگان شامل d3,d2,d1برای انجام مصاحبه از چهار کاندید باقی مانده تشکیل شده است. تصمیم گیرندگان بر مبنای 5 معیار شامل ثبات عاطفی(C1)، مهارت ارتباط کلامی (C2)، شخصیت (C3)، سابقه کار(C4)، و اعتماد به نفس(C5).. ازمتغییر های زبانی جدول 1 استفاده می کنند تا مصاحبه شوندگانxi(i=1,2,3,4) را با توجه به معیار های فوق ارزیابی کنند. با گام به گام حل کردن این مساله طبق روش گفته شده در قسمت قبل نتایج زیر به دست می آید  
اکنون ما از روش پیشنهادی برای پیدا کردن مناسب ترین گزینه اقدام می کنیم درجه رابطه خاکستری برای هر یک از این گزینه ها از قرار زیر است.

بر این اساس رتیه بندی کاندیداهای استخدام به صورت زیر است.

# نتیجه گیری

در این مقاله ما با استفاده از یک روش غیر خطی اندازه گیری فاصله(روش کروی) درفضای فازی شهودی توانستیم بااستفاده از تحلیل رابطه ای خاکستری مدلی را برای رتبه بندی با معیارهای چندگانه ارایه کنیم ،فضای فازی شهودی برای حل مسایلی که با عدم قطعیت سرو کار دارند بسیار مناسب است همچنین استفاده از اندازه گیری فاصله کروی بجای اقلیدسی یا همینگ به ما کمک می کند تا اندازه گیری دقیق تری در رتبه بندی داشته باشیم. چرا که مقایسه متغییر های کلامی با یکدیگر لزوما خطی نمی باشد به طور مثال فاصله بین متغییر خوب وعالی الزاما برابر با فاصله خوب و متوسط نیست.اگر ما در محاسبات خود از اندازه گیری خطی استفاده کنیم این فاصله را برابر در نظر گرفته ایم، که موجب ایجاد خطای ناخواسته در محاسبات می شود.ما روش خود را با 2 روش ترکیبی دیگر مقایسه کردیم که نتایج جدول بدست آمد.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| تحلیل رابطه ای خاکستری فازی شهودی با روش کروی | | | | | | | |  | | | | |
| A5 | **A4** | | **A3** | | **A2** | | **A1** | **A3>A1>A2>A4>A5** | | | | (F.E Boran وS Genç, 2009)  تاپسیس فازی شهودی |
| 0.743363 | **0.863993** | | **1.306765** | | **0.768313** | | **0.974815** |
| A3>A1>A4>A2>A5 | | | | | | | |
| A4 | | **A3** | | **A2** | | **A1** | | **A4** | **A3** | **A2** | **A1** | (S.-f. Zhang , S-y.Liu b, 2011)  تحلیل رابطه ای خاکستری فازی شهودی |
|  | |  | |  | |  | | **0.6078** | **0.6346** | **0.7069** | **0.8918** |
| A1>A2>A3>A4 | | | | | | | | **A1>A2>A3>A4** | | | |

جدول 5 مقایسه روش ارایه شده با دیگر روشها

باتوجه به نتایج بدست آمده از این روش و مقایسه آن با دوروش دیگر وشباهت آنها در رتبه بندی نهایی صحت عملکرد این روش مشخص میشود. همانطور که از جدول پیداست، نسبت فاصله گزینه ها در رتبه بندی نهایی با روش های قبلی فرق کرده که ناشی از دقت اندازه گیری بالا در این روش است .این روش برای گزینه هایی که در رتبه بندی بسیار به هم شبیه هستند دقیق تر عمل میکند.

# منابع

|  |  |
| --- | --- |
| [1] | R. L. Daft, Management, 10 ed., Australia ; Mason, OH : South-Western., 2012. |
| [2] | T. Saaty, The Analytic Hierarchy Process,, New York: McGraw-Hill, 1980, pp. McGraw-Hill, New York, 1980. |
| [3] | C.L. Hwang, K. Yoon, Multiple Attribute Decision Making,, Berlin: Springer-Verlag, 1981. |
| [4] | M. Zeleny, Multiple Criteria Decision Making, New York: McGraw-Hill, 1982. |
| [5] | S.J.J. Chen, C.L. Hwang, M.J. Beckmann, W. Krelle, Fuzzy Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications,, New York Secaucus, NJ, USA: Springer-Verlag, 1992. |
| [6] | B. Roy, Multicriteria Methodology for Decision Aiding, Springer, 1996. |
| [7] | R.R. Yager, J. Kacprzyk, The Ordered Weighted Averaging Operators: Theory and Applications, Norwell, MA, US: Kluwer Academic Publishers , 1997. |
| [8] | Z.L. Yue, Y.Y. Jia, G.D. Ye, “An approach for multiple attribute group decision making based on intuitionistic fuzzy information,,” *Int. J. Uncertainty Fuzziness Knowledge Based Syst. 17 (3),* p. 317–332, 2009. |
| [9] | L. Zadeh, "Fuzzy sets," *Information and Control 8 (2),* pp. 338-353, 1965. |
| [10] | K. T. Atanassov, "intuitionstic fuzzy sets," *Fuzzy Sets and Systems,* vol. 20, pp. 87-96, 1986. |
| [11] | Y. Y. T. &. H. G. W. Kuo, "The use of grey relational analysis in solving multiple attribute decision-making problems," *Computers and Industrial Engineering, 55,* p. 80–93, 2008. |
| [12] | Y. H. L. P. C. &. C. T. P. Lin, " Practical expert diagnosis model based on the grey relational analysis technique," *Expert Systems with Applications, 36,* pp. 523-1528, 2009. |
| [13] | M. L. Tseng, " Using linguistic preferences and grey relational analysis to evaluate the environmental knowledge management capacity," *Expert Systems with Applications, 37,* pp. 70-81, 2010. |
| [14] | deng.j, "introduction to grey system theory," *the journal of grey system,* vol. 1, pp. 1-24, 1988. |
| [15] | y. ping y. and h, "using hybrid grey model to achieve revenue assurance of telecommucation companies," *grey system,* vol. 7, pp. 39-50, 2004. |
| [16] | S.-y. L. S.-f. Zhang, "a gra-based intuitionistic fuzzy multi-criteria group decision making method for personnel selection," 2011. |
| [17] | k. j. szmidt e, "distance between intuitionistic fuzzy sets," *fuzzy sets system,* vol. 114(3), pp. 505-518, 2000. |
| [18] | K. T. Atanassov, "Intuitionistic fuzzy sets," *Heidelberg: Springer,* 1999. |
| [19] | P. Grzegorzewski, "Distances between intuitionistic fuzzy sets and/or interval-valued fuzzy sets based on the Hausdorff metric," *Fuzzy Sets and Systems, 148,* p. 319–328, 2004. |
| [20] | Y. Yang, F. Chiclana, "Intuitionistic Fuzzy Sets: Spherical Representation and Distances," *INTERNATIONAL JOURNAL OF INTELLIGENT SYSTEMS,* vol. 24, p. 399–420, 2009. |
| [21] | S.-f. Zhang , S-y.Liu b, "A GRA-based intuitionistic fuzzy multi-criteria group decision making method," *Expert Systems with Applications 38,* p. 11401–11405, 2011. |
| [22] | i. vlachos, "intuitionistic fuzzy information applications to pattern recognition," *pattern recognition letters,* vol. 28, pp. 197-206, 2007. |
| [23] | F. E. G. S. K. M. &. A. D. Boran, "A multi-criteria intuitionistic fuzzy group decision making for supplier selection with TOPSIS method," 2009. |
| [24] | Z. S. Xu, "Intuitionistic fuzzy aggregation operators," *IEEE Transaction of Fuzzy Systems,* vol. 15(6), p. 1179–1187, 2007. |
| [25] | Dubois,d.and parade,h, "fuzzy sets and systems:theory and applications," *academic press inc.newyork,* 1980. |
| [26] | k. david, "grey system and grey relational model," *acm sigce bulletin,* vol. 20, pp. 1-9, 1994. |
| [27] | m. g. fang, "combining grey relation and topsis concepts for selecting an expatriate host country," *mathematical and computer modeling,* vol. 46, pp. 1473-1490, 2004. |
| [28] | y. d. a. m. dong g., "a grey\_based decision making approach to the supplier selection problem," *mathematical and computer modeling,* vol. 46, pp. 573-581, 2006. |
| [29] | c. p. chang, "managing business attributes and performance for commercial banks," *journal of american academy of business,* vol. 9, pp. 104-109, 2006. |
| [30] | D. S.Pramanik, "Grey Relational Analysis based Intuitionistic Fuzzy Multi-criteria Group Decision-making Approach for Teacher Selection in Higher Education," vol. 34, 2011. |

1. -**Multiple-criteria decision-making** [↑](#footnote-ref-1)
2. -Classic [↑](#footnote-ref-2)
3. -Crisp [↑](#footnote-ref-3)
4. - Intuitionistic Fuzzy [↑](#footnote-ref-4)
5. -Membership [↑](#footnote-ref-5)
6. -Nonmember ship [↑](#footnote-ref-6)
7. -Hesitancy [↑](#footnote-ref-7)
8. -Grey System Theory [↑](#footnote-ref-8)
9. - Intuitionistic Fuzzy Weighted Averaging (IFWA) [↑](#footnote-ref-9)