تاریخ دریافت: ۸۶/۱۲/۱۶
تاریخ پذیرش: ۸۷/۹/۱۰

ارائه روشی برای بدست آوردن اوزان در مسائل تصمیم گیری چند شاخصه در محیط فازی مطالعه موردی (انتخاب کنه کش)

دکتر مقصود امیری[۱]
مصطفی جعفریان[۲]
سارا حاتمی[۳]

۱- چکیده

این تحقیق یک نوع فرآیند ارزیابی را بر مبنای رویکرد *TOPSIS* فازی توسعه داده است. با تمرکز بر روی تعیین وزن و اهمیت معیارها و شاخص های دخیل در تصمیم‌گیری و انتخاب با تکیه بر دو روش آنتروپی و بردار ویژه که مقایسه بین معیارها به صورت کلامی است و با به دست آوردن میانگین اوزان به دست آمده سعی بر این دارد تا اهمیت درست تر و دقیق تری را برای معیارها به دست آورد. به کار گیری و ترکیب روش های متفاوت در این تحقیق در انتخاب بهترین کنه کش و رتبه بندی گزینه های موجود در صنعت کشاورزی می باشد و سعی در انتخاب بهترین دارد.

کلمات کلیدی: آنتروپی، بردار ویژه ، *TOPSIS* فازی، تصمیم گیری چند معیاره، کنهکش

۱- عضو هیات علمی دانشگاه علامه طباطبایی
۲- کارشناس ارشد مهندسی صنایع
۳- کارشناس ارشد مهندسی صنایع

۲.مقدمه

۲-۱. مرور ادبیات:

انتخاب کود یا سم و یا کنه کش مناسب برای مزارع کشاورزی و بهره برداری بهتر بسیار مهم است. انتخاب بهینه این موارد شامل فاکتورهای چندگانه و سطوح مختلفی می باشد لذا این چنین مسائلی به عنوان تصمیم گیری چند شاخصه (*MCDM*)[1] در نظر گرفته می شوند. همچنین ذهنی بودن، زبانی بودن، عدم قطعیت و ابهام داده ها در فرآیند ارزیابی چنین مواردی وجود دارد که به آسانی حل نخواهند شد مگر با در نظر گرفتن تئوری فازی.

در ادبیات علم تصمیم گیری روشهای تصمیم گیری چند معیارهٔ مختلفی در دامنه‌های قطعی ، احتمالی و فازی وجود دارد.

یکی از روشهای حل مسائل تصمیم گیری چند شاخصه، *Topsis*[2] می باشد که نحوهٔ عملکرد آن براساس این مفهوم است که آلترناتیو بهینه باید کمترین فاصله را از ایده آل مثبت و بیشترین فاصله را ایدآل منفی داشته باشد. مفهوم *Topsis* یک مفهوم قابل فهم و عقلانی است و محاسبات پیچیده ای ندارد. رویکرد *Topsis* در زمینه های بسیار وسیعی بکار رفته است. از جمله در مقالات زیر که از روش ایدآل *Topsis* در حوزهٔ دامنهٔ قطعی برای ارزیابی و رتبه بندی اولویتها استفاده شده است .

(*Shanian et al.2006*) تکنیک رتبه بندی اولویت ها به وسیلهٔ *Topsis* را در مسأله تصمیم گیری چند معیاره (*MADM*[3]) برای مسأله *انتخاب* صفحهٔ دو قطبی فلزی برای پیل سوختی الکترولیتی پلیمری بکار برده اند تا به قیمت تمام شده و مقدار ذخیره کمتر و وزن پایین تر و قدرت بالاتر برسند. در این مسأله روش آنتروپی برای تخصیص وزن ها بکار رفته است

1- Multiple criteria Decision Making
2- Multiple Attribute Decision Making
3- Comerical-Of-The-Self

همچنین (*Shyur,2006*) مسأله ارزیابی محصول *COTS* را به عنوان یک مسأله چند شاخصه (*MCDM*) مدل سازی کرده و مدل انتخاب مرکب را از روش *ANP*[1] و *Topsis* ارائه می کند، *ANP* برای تعیین وزن نسبی معیارها استفاده شده و *Topsis* اصلاح شده برای رتبه بندی محصولات رقابتی براساس عملکرد کلی شان بکار می رود.

همچنین *Topsis* در دامنهٔ داده های قطعی در زمینه مدیریت منابع انسانی به منظور انتخاب کشور میزبان (*Chen et al2004*) و در زمینهٔ حمل و نقل برای انتخاب ریل های با سرعت بالا (*Janic،2003*) در زمینهٔ طراحی محصول (*Kwong et al ،2002*) در زمینهٔ تولید برای انتخاب بهترین مواد برای تولید دنده گیربکس (*Milani et al.,2005*) برای ارزیابی سناریوهای مدیریت آب در عرصهٔ مدیریت منابع آب (*Srdjevic et al ،2004*) و عرصهٔ کنترل کیفیت (*Yang et al.،2005*) به منظور مقایسهٔ نرخ های مالی شرکت ها برای مقایسهٔ عملکرد کارخانجات (*Deng et al ،2000*) و انتخاب *Gripper* ها در سیستمهای تولیدی انعطاف پذیـــر(*Agrawal et al.،1992*) و در سرمایه گذارهای اقتصادی در سیستم های تولید پیشرفته (*Kim et al.،*1997) کار رفته است

در دامنهٔ داده های فازی و متغیرهای زبانی نیز *Topsis* در عرصه های مختلفی استفاده شده است. از جمله (*Wang et al.،2007*) یک رویکرد ارزیابی براساس تکنیک *Topsis* برای کمک کردن به آکادمی نیروی هوایی تایوان برای انتخاب هواپیمای آموزشی در یک محیط فازی ارائه کرده اند. در این مقاله ۷ آلترناتیو و ۱۶ شاخص ارزیابی وجود داشته که توسط ۱۵ برآوردکننده از آکادمی نیروی هوایی تایوان تعیین شده است. در این مقاله هر کدام از افراد گروه تصمیم‌گیری وزنی را به صورت متغیر زبانی به هر آلترناتیو اختصاص می دهند که آنها را به اعداد فازی مثلثی تبدیل کرده و برای ادغام و یکپارچه سازی وزن های مختلف هر معیار و تعیین وزن نهایی هر معیار از متوسط وزن ها استفاده کردند و

هر کدام از اعداد ماتریس مقایسات زوجی نیز متوسط اعدادی است که توسط تصمیم گیرنده ها ارائه شده است.

بعد از نرمال سازی ماتریس مقایسات زوجی فازی و ضرب کردن آن در وزن‌های فازی ماتریس نرمال وزین بدست می آید و ایده آل مثبت فازی و ایده‌آل منفی فازی از جدول نرمال وزین فازی تعیین می‌شود و فاصله هر کدام از هواپیماها (آلترناتیوها) تا ایده آل های فازی بدست آمده و آلترناتیوها رتبه بندی می شوند.

در دو مورد، *Fuzzy Topsis* برای انتخاب رباتها بکار گرفته شده است. از جمله در مقالهٔ (*Liang et al. ،1993*) که در این مقاله نقص هایی وجود داشت از جمله اینکه برای ضرب دو عدد فازی مثلثی از فرمول درستی استفاده نکرده است که حاصلضرب آنها عدد فازی مثلثی دیگری بدست آمده و همچنین روش رتبه بندی صحیحی را برای رتبه بندی اعداد فازی مثلثی بکار نگرفته که روش پیچیده رتبه بندی آنها توسط (*Liou et al.،1992*) نقض شده است.

همچنین (*Chu et al.،2003*) نیز برای انتخاب ربات ها از *Fuzzy Topsis* استفاده کرده اند که وزن هر معیار به وسیلهٔ گرفتن میانگین از وزن های فازی ای که هر کدام از ۴ تصمیم گیرنده اختصاص می‌دهند بدست آمده است. اعداد فازی رتبه بندی آلترناتیوها در برابر شاخص ها نیز با میانگین گرفتن از اعداد فازی ارائه شده توسط ۴ تصمیم گیرنده بدست می آید با ضرب کردن وزن معیارها در ماتریس نرمال، ماتریس نرمال وزین بدست می آید که همچنان فازی می باشد. برای پیچیده نشدن محاسبات قبل از تعیین ایده آل مثبت و ایده آل منفی، اعداد فازی جدول نرمال وزین، دِفازی شده (*Defuzzify*) و به اعداد قطعی و دقیق تبدیل می شوند سپس همانند *Topsis* کلاسیک روند کار ادامه پیدا می‌کند.

همچنین *Fuzzy Topsis* در زمینهٔ انتخاب مکان نیز کاربرد متعددی داشته است. (*Chen* ،2003) برای انتخاب مکان مراکز توزیع و (*Chu* ،2002) در دو مقاله برای انتخاب مکان تسهیلات و کارخانجات از *Fuzzy Topsis* استفاده کرده

است در ضمن (*Ertuğrul et a,2007*) مقایسه ای بین *Fuzzy AHP*[1] و *Fuzzy Topsis* برای انتخاب مکان کارخانه انجام داده اند. این مقاله نیز وزن معیارها از تجمع و ادغام وزنهای زبانی ای که هر کدام از تصمیم گیرنده‌ها به معیارها می دهند بدست آورده و نرمال سازی ماتریس را از تبدیل مقیاس خطی استفاده کرده است.

در مقالات ذکر شده برای بدست آوردن ایده آل مثبت فازی و ایده آل منفی فازی از رتبه بندی فازی استفاده شده است حال آنکه رتبه بندی فازی ای که بصورت کارا بتواند در تمامی موارد و موقعیتها بخوبی عمل کند وجود نداشته و از طرفی محاسبهٔ فاصله از ایده آل های فازی بسیار مشکل می باشد.

علاوه بر مقالات مذکور مقاله (*Yong 2006*) نیز برای انتخاب مکان کارخانه از *Fuzzy Topsis* استفاده کرده است و برخلاف مقالات گذشته ای که در این زمینه کار شده در این مقاله با استفاده از یکسری قواعد و روابط متعارفی نتیجه جمع و ضرب اعداد فازی مثلثی براساس رویکرد میانگین موزون به صورت اعداد قطعی و دقیق بدست می آید لذا بدست آوردن ایده آل های فازی بعد از ضرب وزن و در ماتریس مقایسات زوجی کار آسانی بوده و رتبه بندی به سادگی انجام می شود. همچنین برای انتخاب یک *RP*[2] (تکنولوژی جدیدی که مدلهای فیزیکی ۳ بعدی را از داده های *CAD* ایجاد می‌کند) (*Byun et al.2005*) از *Fuzzy Topsis* استفاده کرده اند تا ضمن انتخاب بهترین سیستم *RP* با استفاده از تصمیم گیری چند معیاره، هزینه و زمان تولید را کاهش دهند. در این مقاله برخی معیارها به صورت متغیرهای زبانی و مقادیر کیفی بوده که به صورت اعداد فازی مثلثی ارائه شده اند که بعد از تبدیل مقادیر معیارهای کیفی به اعداد ترتیبی محاسبات انجام خواهد شد همچنین وزن معیارها نیز از طریق مقایسات زوجی آلترناتیوها بدست خواهد آمد. در این مقاله بعد از انجام مرحلهٔ نرمال سازی و تشکیل ماتریس نرمال وزین، اعداد فازی موجود در ماتریس نرمال وزین را از

1- analytic hierarchy process
2- Rapid Prototyping

روش مرکزیابی از حالت فازی خارج می کنیم، سپس کار را طبق روال *Topsis* کلاسیک ادامه خواهیم داد.

همچنین (*Tsaur et al. ،2002*) برای ارزیابی کیفیت خدمات سرویسهای هواپیمایی از *Fuzzy Topsis* استفاده کرده و (*Chen et al.،2006*) مسالهٔ انتخاب تأمین کنندگان در زنجیر تأمین را به وسیله مدل اصلاح شدهٔ *Fuzzy Topsis* در مسأله چند معیاره انتخاب ، وقتی که گروهی از تصمیم گیرنده ها حضور دارند ارائه کرده اند و یک فرمول اندازه گیری فاصله جدید را برای *Fuzzy Topsis* یافتند.

(*Jahanshahloo et al.،2006*) مفهوم $\alpha - CUT$ را برای نرمال سازی اعداد فازی بکار برده اند.

بعلاوه (*Bottani et al.،2006*) رویکرد چند معیاره براساس تکنیک *Topsis* و تئوری مجموعه فازی را برای رتبه بندی و انتخاب بهترین سرویس دهندهٔ خدمات بکار گرفته اند.

(*Benitez et al.،2007*) روش *Fuzzy Topsis* را برای اندازه گیری یا ارزیابی کیفیت خدمات صنعت هتل داری استفاده کردند.

تحقیق و بررسی در مورد انتخاب بهترین کنه کش در صنعت کشاورزی با استفاده از بدست آوری اوزان برای معیارهای از دو طریق بردار ویژه فازی با انجام مقایسات دو به دوی معیارها با متغیرهای زبانی و آنتروپی و به کار گیری روش *Fuzzy Topsis* برای رتبه بندی انجام نشده است که در تحقیق حاضر به آن می پردازیم.

در بخش دوم چهارچوب ارزیابی و روش کار توضیح داده شده و فرمول ها و قوانین مورد نیار در نظر گرفته شده است، در بخش سوم به بررسی مطالعه موردی پرداخته و در بخش چهارم نتایج مورد بررسی قرار می گیرند.

۲-۲. تئوری مجموعه های فازی در تصمیم گیری های چند معیاره

زبان طبیعی برای بیان احساس یا قضاوت همواره به صورت ذهنی، غیر قطعی یا مبهم است. چنین ابهام و بیانی بودن با احتمالات و آمار (*Dubois et ،1997*

al.) به کار برده می شد. از آنجایی که کلمات دقت کمتری نسبت به اعداد دارند، مفهوم متغییرهای زبانی تقریبا این پدیده را مشخص می نماید که بسیار سخت یا ضعیف با عبارات کمیتی مرسوم توصیف می شوند، تعریف می شوند (*Herrera et al.،2002*). برای حل دوباره ابهام و ذهنی بودن قضاوت های انسانی، تئوری مجموعه های فازی (*Zadeh،1965*) برای بیان عبارات زبانی در فرآیند تصمیم گیری (*DM*[1]) معرفی شد. (*Bellman et al.،1970*) از اولین محققان بودند که به تحقیق در مسایل تصمیم گیری با به کار گیری مجموعه‌های فازی پرداختند، و تصمیم گیری چند معیاره فازی را بنا نهادند.

۱-۳-۲. پیش زمینه

X جامعه ای از متغیرهای کلامی است، $X=\{x_1,x_2,....x_n\}$. مجموعه فازی $\tilde{A}$ از X یک مجموعه ترتیبی از جفتهای $\{(x_1,f_{\tilde{A}}(x_1)),(x_2,f_{\tilde{A}}(x_2)),....,(x_n,f_{\tilde{A}}(x_n))\}$ است که $f_{\tilde{A}}:X\rightarrow[0,1]$ تابع عضویتی از $\tilde{A}$ است و $f_{\tilde{A}}(x_i)$ نشان دهنده درجه عضویت x_i در $\tilde{A}$ است (*Kaufmann et al.،1991*).

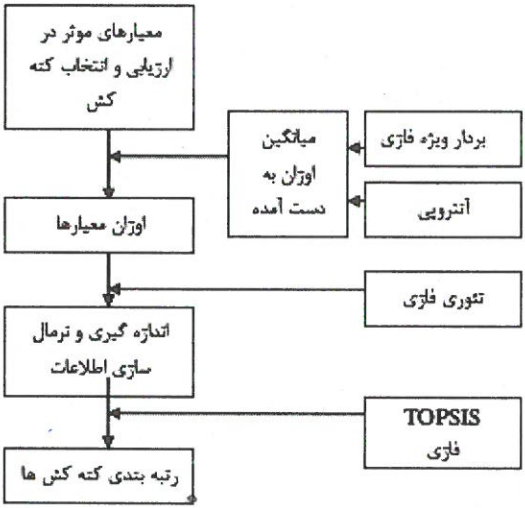
تعریف ۱ : زمانی که X پیوسته است به جای اینکه مجموعه ای قابل شمارش و متناهی باشد، در آن زمان مجموعه فازی $\tilde{A}$ به صورت $\tilde{A}=\int_X f_{\tilde{A}}(x)/(x)$، که $x\in X$ است، نشان داده می شود.

تعریف ۲ : زمانی که X یک مجموعه ای قابل شمارش و متناهی باشد، مجموعه فازی $\tilde{A}$ به صورت $\tilde{A}=\sum_i f_{\tilde{A}}(x_i)/(x_i)$، نشان داده می شود که $x_i\in X$ است.

تعریف ۳ : ارتفاع یک مجموعه فازی بزرگترین درجه عضویت به دست آمده شده از هر عنصر در مجموعه است. مجموعه فازی $\tilde{A}$ که از X جامعه ای از متغییرهای کلامی است، زمانی نرمال خواهد بود که ارتفاع $\tilde{A}$ برابر با ۱ باشد یا

1- Decision making

تابع عضویت $f_{\tilde{A}}(x)$ رابطه $\max_x f_{\tilde{A}}(x)=1$ را برقرار سازد (*Klir et al.،1995*).



شکل ۱. چهارچوب ارزیابی و انتخاب کنه کش

fig1. evaluation framework of tickicide

تعریف ۴ : یک عدد فازی یک زیر مجموعه فازی از X ،جامعه ای از متغییرهای کلامی است که نه تنها محدب است بلکه نرمال نیز می باشد (*Kaufmann et al.،1991*).

تعریف ۵ : برش α، $\tilde{A}_{\alpha}$ و برش قوی α، $\tilde{A}_{\alpha+}$ مجموعه فازی $\tilde{A}$ در X جامعه ای از متغییرهای کلامی به صورت زیر تعریف می شود:

$$\tilde{A}_{\alpha}=\{x_i \mid f_{\tilde{A}}(x_i)\geq\alpha, x_i\in X\} \qquad (1)$$

در جایی که $\alpha\in[0,1]$

$$\tilde{A}_{\alpha+}=\{x_i \mid f_{\tilde{A}}(x_i)\succ\alpha, x_i\in X\} \qquad (2)$$

در جایی که $\alpha\in[0,1]$

تعریف ۶ : مجموعه فازی $\tilde{A}$ که از X جامعه ای از متغییرهای کلامی است محدب خواهد بود اگر و تنها اگر هر $\tilde{A}_\alpha$ محدب باشد، که $\tilde{A}_\alpha$ یک فاصله بسته از R است. که می توان به صورت زیر نوشته شود:

$$\tilde{A}_\alpha = [P_1^{(\alpha)}, P_2^{(\alpha)}] \qquad (3)$$

در جایی که $\alpha \in [0,1]$

یا به عبارت دیگر، مجموعه فازی $\tilde{A}$ که از X جامعه ای از متغییرهای کلامی است محدب خواهد بود اگر و تنها اگر

$$f_{\tilde{A}}(\lambda x_1 + (1-\lambda)x_2) \geq \min(f_{\tilde{A}}(x_1), f_{\tilde{A}}(x_2)) \qquad (4)$$

برای تمام x_1 و x_2 ها و تمام $\lambda \in [0,1]$ ، جایی که min نشاندهنده عملگر min*imum* می باشد (*Klir et al.،1995*) .

تعریف ۷: برش α، $\tilde{A}_\alpha$ عدد فازی $\tilde{A}$ در X جامعه ای از متغییرهای کلامی به صورت زیر تعریف می شود

$$\tilde{A}_\alpha = \{x_i \mid f_{\tilde{A}}(x_i) \geq \alpha, x_i \in X\} \qquad (5)$$

در جایی که $\alpha \in [0,1]$

$\tilde{A}_\alpha = [P_1^{(\alpha)}, P_2^{(\alpha)}]$ نشاندهنده فاصله ای کران دار غیر تهی است که با نشان داده می شود، $P_1^{(\alpha)}$ و $P_2^{(\alpha)}$ به ترتیب حدهای پایین و بالای فاصله بسته می باشند (*Zimmermann*;1991, *Kaufmann et al.،1991*). برای یک عدد فازی $\tilde{A}$، اگر $P_1^{(\alpha)} > 0$ و $P_2^{(\alpha)} \leq 1$ برای تمام $\alpha \in [0,1]$ باشد، عدد $\tilde{A}$ عدد فازی مثبت استاندارد (نرمال) نامیده می شود (*Negi ،1989*).

تعریف ۸ : یک عدد فازی مثلثی می تواند به صورت یک سه ترتیبی (a_1, a_2, a_3) تعریف شود; تابع عضویت عدد مثلثی $\tilde{A}$ به صورت زیر تعریف می‌شود (شکل ۲ ملاحظه شود) :

$$f_{\tilde{A}}(x)=\begin{cases}0, & x<a_1\\ (x-a_1)/(a_2-a_1) & a_1<x<a_2\\ (a_3-x)/(a_3-a_2) & a_2<x<a_3\\ 0, & x>a_3.\end{cases} \qquad (6)$$

اگر $\tilde{A}$ و $\tilde{B}$ دو عدد فازی مثلثی (TFN[1]) باشند که به ترتیب با سه ترتیبی‌های (a_1,a_2,a_3) و (b_1,b_2,b_3) پارامتری شده باشند، قوانین عملیاتی برای این دو عدد فازی مثلثی به صورت زیر خواهد بود:
(شکل ۳. سه عدد فازی را نشان می دهد)

$$\tilde{A}(+)\tilde{B}=(a_1,a_2,a_3)(+)(b_1,b_2,b_3)=(a_1+b_1,a_2+b_2,a_3+b_3) \qquad (7)$$

$$\tilde{A}(-)\tilde{B}=(a_1,a_2,a_3)(-)(b_1,b_2,b_3)=(a_1-b_3,a_2-b_2,a_3-b_1) \qquad (8)$$

$$\tilde{A}(\times)\tilde{B}=(a_1,a_2,a_3)(\times)(b_1,b_2,b_3)=(a_1b_1,a_2b_2,a_3b_3) \qquad (9)$$

$$\tilde{A}(\div)\tilde{B}=(a_1,a_2,a_3)(\div)(b_1,b_2,b_3)=(\frac{a_1}{b_3},\frac{a_2}{b_2},\frac{a_3}{b_1}) \qquad (10)$$

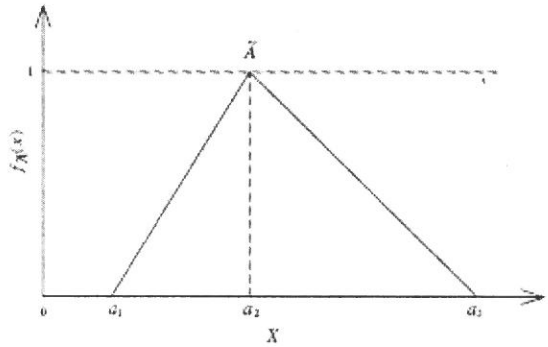
$$k\tilde{A}=(ka_1,ka_2,ka_3) \qquad (11)$$

$$(\tilde{A})^{-1}=(\frac{1}{a_3},\frac{1}{a_2},\frac{1}{a_1}) \qquad (12)$$

بر طبق روش هندسی که توسط (*Chen* ،*2000*) بیان شد، فاصله بین دو عدد فازی $\tilde{A}$ و $\tilde{B}$ به صورت زیر محاسبه می شود:

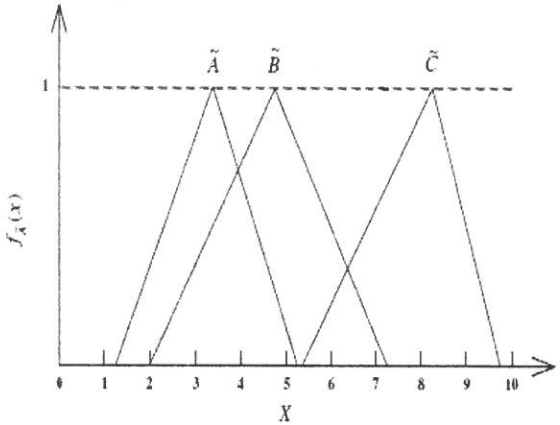
1- Triangular fuzzy number

$$d(\tilde{A},\tilde{B}) = \sqrt{\frac{1}{3}[(a_1-b_1)^2+(a_2-b_2)^2+(a_3-b_3)^2]} \qquad (13)$$



شکل۲. تابع عضویت عدد فازی مثلثی $\tilde{A}$

fig2. membership function of triangular fuzzy number



شکل۳. سه عدد فازی مثلثی

fig3. three triangular fuzzy number

استفاده از اطلاعات فازی در تصمیم گیری، محاسبات و مدل سازی با پیاده‌سازی نتایج فازی در دنیای واقعی تفاوت دارد. علی رغم این که بسیاری از اطلاعات که هر روزه انسان با آن ها سر و کار دارد فازی هستند، بسیاری از اقدامات یا تصمیماتی که اتخاذ و پیاده می شوند قطعی است.

جایی که تحلیل و محاسبات با اطلاعات فازی انجام می شوند و یا یک مدلی بر اساس ساختار فازی و اطلاعات ورودی فازی ایجاد می شود یا باید محاسبات و مدل طوری عمل نماید که خروجی آن که یک تصمیم یا اقدام قطعی باشد (البته نه در همه موارد، بلکه در مواردی که ماهیت تصمیم حکم می کند که باید قطعی باشد) یا اینکه با اعمال یکسری عملگرهایی، نتیجه فازی به قطعی تبدیل شود (*Shavandi ،2006*) .

روش های متعددی برای تبدیل اعداد فازی به اعداد قطعی موجود است، از جمله روش حداکثر میانگین، مرکز ناحیه و یا روش برش α (*Zhao،1991*) که از روش های معمول و مرسوم می باشند. در این تحقیق از روش مرکز ناحیه که کاربردی آسان دارد استفاده می شود. فرمول زیر برای این تبدیل موجود می باشد (*Tsaur et al. ،2002*).

$$BNP_{ij} = [(UE_{ij} - LE_{ij}) + (ME_{ij} - LE_{ij})]/3 + LE_{ij} \qquad \forall i, j \qquad (14)$$

۳. روش بررسی

۳-۱ . تعیین اوزان معیارهای ارزیابی

(*Chen ،2004*) ذکر کرده اند که اوزان معیارها در مسایل تصمیم گیری معانی متفاوتی دارند، و همه آن ها نمی توانند اهمیت یکسانی را اخذ نمایند. برای حل دوباره این مساله، روش های متفاوتی می تواند برای تعیین اوزان به کار رود از جمله، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (یا *AHP*[1] فازی)، تحلیل آنتروپی، روش

1- analytic hierarchy process

بردار ویژه، روش کمترین مربعات اوزان و برنامه ریزی خطی برای ارجحیت تحلیل چند بعدی (*LINMAP*[1]). اهمیت اوزان معیارها در دنیای واقعی همواره ذهنی است که انعکاس ارجحیت تصمیم گیرنده می باشد. در این تحقیق سعی کرده ایم که با تلفیقی از دو روش آنتروپی و بردار ویژه تحت محیط فازی روشی کارامد در تعیین اوزان در مسائل تصمیم گیری چند معیاره ارائه کنیم.

۲-۳. تکنیک آنتروپی (*Asgharpor ,1998*)

آنتروپی یک مفهوم عمده در علوم فیزیکی، علوم اجتماعی و تئوری اطلاعات می‌باشد به طوری که نشان دهنده مقدار عدم اطمینان موجود از محتوای مورد انتظار اطلاعاتی از یک پیام است. به لفظ دیگر، آنتروپی در تئوری اطلاعات معیاری است برای مقدار عدم اطمینان بیان شده توسط یک توزیع احتمال گسسته (P_i) است. این عدم اطمینان به صورت زیر می باشد:

$$P_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum_{i=1}^{m} r_{ij}} \qquad ; \quad \forall i, j \qquad (15)$$

r_{ij}، اطلاعات به دست آمده مربوط به گزینه i–ام و معیار j–ام می باشد،که در اینجا بعضی از مقادیر r_{ij} را بصورت اعداد فازی مثلثی تعریف می‌کنیم (جدول۲ ضمیمه).

$$r_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, ci_j)$$

در ادامه کار این اعداد را ابتدا غیر فازی کرده و مقادیر P_{ij} را طبق رابطه (15) بدست آورده و برای E_j از مجموعه P_{ij} ها به ازای هر مشخصه خواهیم داشت:

$$E_j = -k \sum_{i=1}^{m} [P_{ij} . Ln(P_{ij})]; \quad \forall i, j \qquad (16)$$

1- Linear-programming for multidimensional analysis of preference

به طوری که $k = \frac{1}{Lnm}$ است.

حال عدم اطمینان یا درجه انحراف (d_j) از اطلاعات ایجاد شده به ازای معیار یا شاخص j–ام بدین قرار است:

$$d_j = 1 - E_j \quad ; \quad \forall i, j \qquad (17)$$

و برای اوزان (w_j) از معیارهای موجود خواهیم داشت:

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^{n} d_j} \quad ; \quad \forall j \qquad (18)$$

(جدول ۴ ضمیمه).

۳-۳. تکنیک بردار ویژه با مقایسات فازی

یکی از تکنیک های محاسبه اوزان (W_j) در شرایط عدم وجود ثبات کامل برای ماتریس D می باشد.

ماتریس D، ماتریس مقایسه بین معیارهای (شاخص های) در نظر گرفته شده می‌باشد (جدول ۵ ضمیمه) که در این تحقیق این مقایسه به صورت فازی انجام گرفته است. در واقع مقایسه بین دو معیار مشخص با عبارات کلامی صورت گرفته است (جدول۶ ضمیمه)، سپس با تبدیل اعداد فازی به غیر فازی (۱۴) به ادامه محاسبات تکنیک بردار ویژه می پردازیم.

ساعتی از تجزیه ماتریس مربع و عکس پذیر D به بردار ویژه به ازای عنصر ماکزیمم ویژه آن λ استفاده می نماید.

$$D.W = \lambda_{\max}.W \qquad (19)$$

می دانیم که به طور کلی در رابطه $D.W = \lambda.I.W$ به ازای ماتریس مربع D به منظور آن که $W \neq 0$ باشد باید دترمینان ماتریس ضرائب در دستگاه همگن

$\{D-\lambda.I\}W=0$ نیز برابر با صفر شود، یعنی $|D-\lambda.I|=0$. حل این دترمینان منجر به ارزش های متعددی برای λ میگردد که یک بردار ویژه به ازای استفاده از آنها نیز حاصل خواهد شد. انحراف کم در عناصر ماتریس D موجب تغییر ناچیزی در مقادیر ویژه (λ) و بخصوص برای λ_{max} می گردد، از این رو ساعتی برای محاسبه بردار W (در وضعیت عدم ثبات کامل از ماتریس D) از مقدار ویژه λ_{max} استفاده می نماید.

یکی از طرق محاسبه تقریبی برای بردار ویژه W، استفاده از توان افزایشی (k) برای ماتریس D است و سپس نرمالیزه کردن نتایج حاصل از آن بدین صورت :

$$W=\lim_{k\to\infty} D^k.e \,/\, e(D)^k.e \qquad (20)$$

در حالی که e ماتریس یکه است (*Asgharpor ،1998*)

ماتریس D بکار برده شده در این محاسبات در جدول ۹ ضمیمه آورده شده است.

۴-۳. چهارچوب ارزیابی

رویکرد ارزیابی این تحقیق شامل گام های متعددی است که در شکل ۱. نشان داده شده است. ابتدا معیارهای که از لحاظ مشتری در انتخاب کنه کش مهم است را در نظر گرفته، سپس برای گزینه های متفاوت انتخاب جدول تصمیم‌گیری اولیه را به کمک متخصصین تکمیل می نماییم. به کمک دو رویکرد آنتروپی و بردار ویژه (فازی) وزن هر یک از معیار ها را به دست آورده ایم و در نهایت برای تعیین وزن نهایی هر یک از معیارها میانگین به دست آمده از دو روش ذکر شده را برای هر یک از معیارها به عنوان وزن نهایی نظر می گیریم. حال با اوزان به دست آمده و اندازه گیری و نرمال سازی اطلاعات مربوط به گزینه‌ها و به کار گیری روش انتخاب *TOPSIS* فازی، بهترین گزینه را انتخاب می نماییم.

۳-۵. تفویض معیارهای انتخاب:

معیارها نقش بسیار مهمی را در انتخاب گزینه مناسب ایفا می نمایند. تفویض مناسب و در نظر گرفتن معیارهای اثر گذار و کافی گامی مهم و موثر در انتخاب بهترین و مناسب ترین گزینه است.

۳-۶. اطلاعات جدول اولیه تصمیم گیری

بیشتر اطلاعات موجود در جدول تصمیم گیری بسته به نوع معیارهای مورد بررسی واضح و روشن اند و به راحتی از بازار اطلاعات مربوط به آن ها را می توان جمع آوری نمود. ولی برخی از معیارهای مانند کارایی و جذابیت در بسته بندی مواردی اند که اطلاعات به دست آمده در مورد آن ها نسبی است و بسته به نظر و سلیقه هر شخص متفاوت می باشد. در جمع آوری اطلاعات دو معیار نام برده شده پس از تعیین تعدادی متغییر زبانی و تخصیص مقادیر تعیین شده عددی به آن ها و تحقیق و بررسی از ۳۰ باغدار و خریدار و با استفاده از فرمول (۲۱) (در بخش ۱-۷-۳ آمده است) به اعداد در جدول تصمیم گیری اولیه دست یافته ایم.

۳-۷. روش TOPSIS با داده های فازی

در این روش برای انتخاب آلترناتیو انتخابی نه تنها در نظر گرفتن کوتاه ترین فاصله آلترناتیو از نقطه ایده آل مثبت ($PIRP$[1]) مد نظر است، بلکه بزرگ ترین فاصله از نقطه ایده آل منفی ($NIRP$[2]) نیز در نظر گرفته می شود و برای حل مساله تصمیم گیری چند معیاره مورد استفاده قرار می گیرد. می توان دامنه وسیع از کاربرد این روش را در بخش مقدمه ملاحظه نمود.

مساله تصمیم گیری انتخاب کنه کش، مساله تصمیم گیری چند معیاره و چند گزینه ای برای انتخاب می باشد، بنابراین از روش (*Chen ،2000*) برای به

1- positive ideal reference point
2- negative ideal reference point

دست آوردن کارایی هر یک از آلترناتیوها با استفاده از متغییرهای زبانی (مورد استفاده در ارزیابی آلترناتیو ها در برابر برخی از گزینه ها) با نمایش اعداد فازی مثلثی، استفاده می کنیم. الگوریتم این روش به صورت زیر می باشد.

۱-۷-۳. ساختار ماتریس تصمیم گیری فازی

m آلترناتیو ، n معیار و k تصمیم گیرنده برای یک مساله تصمیم گیری گروهی چند معیاره فازی به صورت ماتریس زیر نشان داده می شود:

$$\tilde{D} = \begin{array}{c} \\ A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_m \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} C_1 & C_2 & & C_n \end{array} \\ \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \cdots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \cdots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \cdots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix} \end{array}, \quad i = 1,2,...,m; \quad j = 1,2,...,n$$

$A_1, A_2, ... A_m$ آلترناتیوهایی انتخابی اند، $C_1, C_2, ... C_n$ نشان دهنده معیارهای انتخابی اند، $\tilde{x}_{ij}$ نشان دهنده اندازه آلترناتیو A_i با توجه به معیار C_j است که توسط k تصمیم گیرنده تعیین شده است (اعداد قطعی و مشهود از بازار استخراج شده است).

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{1}{k}(\tilde{x}^1_{ij} \oplus \tilde{x}^2_{ij} \oplus ..... \oplus \tilde{x}^k_{ij}) \qquad (21)$$

$\tilde{x}^k_{ij}$ اندازه آلترناتیو A_i با توجه به معیار C_j است که توسط تصمیم گیرنده k-ام تعیین شده است و $\tilde{x}^k_{ij} = (a^k{}_{ij}, b^k{}_{ij}, c^k{}_{ij})$.

۳-۷-۲. نرمال سازی ماتریس تصمیم گیری فازی

به منظور قابل مقایسه شدن مقیاس‌های مختلف اندازه گیری (به ازای شاخص‌های گوناگون) باید از نرمال سازی استفاده کرد. اگر $j = 1,2,....,n$ و $i = 1,2,...,m$

$$\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m\times n}$$

$$\tilde{r}_{ij} = (\frac{a_{ij}}{c_j^+}, \frac{b_{ij}}{c_j^+}, \frac{c_{ij}}{c_j^+})$$

برای معیارهای با جنبه های مثبت

$$c_j^+ = \max_i c_{ij} \qquad (22)$$

برای معیارها با جنبه های منفی

$$\tilde{r}_{ij} = (\frac{c_j^-}{c_{ij}}, \frac{c_j^-}{b_{ij}}, \frac{c_j^-}{a_{ij}}) \qquad (23)$$

$$c_j^- = \min_i c_{ij}$$

۳-۷-۳. ساختن ماتریس تصمیم گیری فازی نرمال شده وزنی

تصور کنید که هر یک از معیارها اوزان متفاوتی دارند، ماتریس تصمیم گیری نرمال شده وزنی می تواند با ضرب اهمیت اوزان برای معیارهای ارزیابی در اندازه ماتریس تصمیم گیری فازی نرمال شده به دست آید. ماتریس تصمیم گیری نرمال شده وزنی $\tilde{V}$ به صورت زیر تعریف می شود: $i = 1,2,...,m;$

$$\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m\times n} \ , \ j = 1,2,....,n$$

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij} \otimes \tilde{w}_j \qquad (24)$$

$\tilde{w}_j$ نشانگر اهمیت اوزان معیار C_j است.

۳-۷-۴. تعیین نقطه ایده آل مثبت و نقطه ایده آل منفی

برای اینکه اعداد فازی مثلثی مثبت در فاصله [0,1] قرار دارند، نقطه ایده آل مثبت ($FPIRP,A^+$[1]) و نقطه ایده آل منفی ($FNIRP,A^-$[2]) از این رو داریم:

$$A^+ = (\tilde{v}_1^+, \tilde{v}_2^+, ..., \tilde{v}_n^+)$$
$$A^- = (\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, ..., \tilde{v}_n^-)$$

$\tilde{v}_j^+ = (1,1,1)$ و $\tilde{v}_j^- = (0,0,0)$ ، $j = 1,2,....,n$.

۵-۷-۳. محاسبه فاصله هر آلترناتیو با نقطه ایده آل مثبت و نقطه ایده آل منفی

فاصله هر آلترناتیو به ترتیب با نقطه ایده آل مثبت و نقطه ایده آل منفی به صورت زیر می باشد

$$d_i^+ = \sum_{j=1}^{n} d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^+) \quad , \qquad j = 1,2,....,n \qquad i = 1,2,...,m;$$

(25)

$$d_i^- = \sum_{j=1}^{n} d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-) \quad , \qquad j = 1,2,....,n \qquad i = 1,2,...,m;$$

(26)

$d(\tilde{v}_a, \tilde{v}_b)$ نشان دهنده اندازه فاصله بین دو عدد فازی است، d_i^+ نشان دهنده فاصله آلترناتیو A_i از نقطه ایده آل مثبت و d_i^- نشان دهنده فاصله آلترناتیو A_i از نقطه ایده آل منفی است.

به عنوان مثال فاصله هدف از دو معیار در شکل ۴. نشان داده شده است و A^+ و A^- به ترتیب نقطه ایده آل مثبت و نقطه ایده آل منفی می باشند و گزینه A_1 فاصله کوتاه تری تا نقطه ایده آل مثبت (A^+) و نقطه ایده آل منفی (A^-) نسبت به گزینه A_2 دارد.

1- Fuzzy positive ideal reference point
2- Fuzzy negative ideal reference point

در نتیجه این روش به طور همزمان به دوری گزینه ها از نقطه ایده آل منفی و نزدیک بودن به نقطه ایده آل مثبت، توجه می نماید.

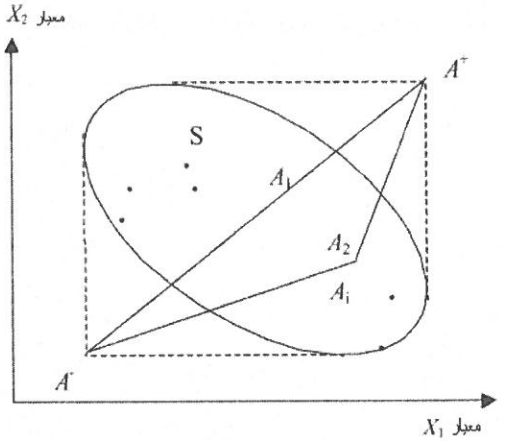
۶-۷-۳. به دست آوردن ضریب نزدیکی و رتبه بندی ترتیب آلترناتیو ها

زمانی که ضریب نزدیکی تعیین شود، رتبه بندی ترتیب آلترناتیو ها به دست خواهد آمد و به تصمیم گیرنده اجازه انتخاب مناسب ترین آلترناتیو را خواهد داد. ضریب نزدیکی هر آلترناتیو به صورت زیر محاسبه می شود.

$$CC_i = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+} \qquad i = 1,2,...,m; \qquad (27)$$

شکل۴. فاصله هدف از دو معیار- فاصله بین نقطه ایده آل مثبت و نقطه ایده آل منفی برای هر گزینه

fig 4. The objective space of the two criteria –the distance between ideal solution and negative ideal solution for each alternative.



۸-۳. یک مورد تجربی در تعیین کنه کش بهینه

۱-۸-۳. بررسی

کشاورز برای بر طرف سازی نیاز خود در راستای کارهای زراعی خویش نیازمند بهترین انتخاب در تعیین انواع کودها، سموم، روغن، کنه کش و دیگر موارد دیگر در پیشبرد بهتر امور کشاورزی خود می باشد، در نتیجه انتخاب بهتر هر یک از موارد فوق در تعیین بهترین، کشاورز را به سوی کشاورزی مطمئن تر و اصولی تر رهنمون می سازد. در این تحقیق تنها به بررسی انتخاب کنه کش می پردازیم و سعی شده است که به اکثر معیارهای مهم دخیل در انتخاب آن توجه شده و تصمیم گیری را بر مبنای آنها قرار دهیم.

شش گزینه برای انتخاب در این تحقیق بررسی می گردد به طور خلاصه تاریخچه‌ای از گزینه های انتخابی بیان می گردد:

اورتوس (فن پیرو کسیمیت):

با نام شیمیایی:

tert. butyl (E)- α- (1,3- dimethyl-5-phenoxypyrazol 4ylmethyleneaminoxy) -p-toluate

اورتوس (فن پیرو کسیمیت) کنه کشی است از گروه شیمیایی فنوکسی پیرازول که با خاصیت تماسی و نفوذی بسیار بالا برای مبارزه با سنین مختلف پوره، کنه بالغ و همراه با روغن برای تخم کنه قرمز مرکبات و کنه محملی (زنگ) مرکبات و بدون روغن برای کنه قرمز اروپایی سیب به کار می رود.

این محصول تولید شده شرکت نیهون نوهیاکو ژاپن می باشد.

آبا مکتین (ورتی مک):

با نام شیمیایی:

5-0-demethylavermectin A1 a(i) + 5 – 0 - demethyl - 25 - de (1-demethylpropyl) – 25 - (1 - methylethyl) avermectin A1 a(i)

آبا مکتین حشره کش و کنه کشی است که از طریق تماسی و گوارشی حشرات را از بین می برد. سیستمیک نیست ولی در بافت گیاهان نفوذ می کند. این محصول تولید شده شرکت گل سم گرگان ایران می باشد.

متاسیستوکس- آر (اکسی دمتون متیل) :

با نام شیمیایی:

S-2-ethylsulfinylethyl 0,0-dimethyl phosphorothioate

حشره کشی گوارشی، تماسی و تنفسی است که به صورت سیستمیک روی آفات اثر می‌کند. ماده موثر آن پس از سمپاشی توسط بافت های برگ جذب می شود و توسط شیره نباتی به تمام قسمت های گیاه منتقل می شود و آفاتی را که از برگ های گیاه تغذیه می کنند، نابود می سازد. متاسیستوکس- آر بسیار سریع روی آفات اثر می کند و تاثیر آن مدت ها دوام دارد. متاسیستوکس- آر با نباتات به خوبی سازگاری دارد و باعث ریزش برگ ها و یا توقف رشد و نمو گیاهان نمی‌شود.

این محصول تولید شده شرکت بایر کراپ ساینس می باشد.

کلوفنتزین (*Clofentezine*) (آپولو *Apollo*)

با نام شیمیایی:

3,6 –*bis (2-chlorophenyl)*-1,2,4,5-*tetrazine*

آپولو

کنه کشی است از گروه شیمیایی تترازین (ترکیبات حلقوی نیتره) با خاصیت تماسی و نفوذی برای مبارزه با تخم ولارو (*Pre-nymph*) کنه های نباتی، کلوفنتزین دارای دوام طولانی بوده و پس از سمپاشی در مقایسه با سایر کنه کش‌ها به مدت طولانی تری گیاه را در مقابل کنه ها مصون می دارد.

این محصول تولید شده شرکت شیرینگ آلمان می باشد.

اتیون

با نام شیمیایی:

(0,0,0,o-tetraethyl.s,s-methylene bis(phosphorodithioate)،

سم اتیون، حشره کش و کنه کش فسفره تماسی و سیستمیک می باشد.

این محصول تولید شده شرکت اکسیر کشاورزی ایران می باشد.

تترادیفون

امولسیون تترادیفون سمی است مخصوص مبارزه با تخم و پوره کنه های گیاهی. ضمنا به کار بردن این سم روی کنه های ماده بالغ باعث می شود که تخم‌های عقیم به وجود آید و دارای اثر داومی می باشد.

تفویض معیارهای مناسب برای انتخاب یکی از مهم ترین مراحل در فرآیند تصمیم گیری است. با بررسی و تحقیق و پرسش از متخصصین و خریداران معیارهای زیر برای بررسی در نظر گرفته می شوند:

۱. چند کارایی بودن (C_1) : نشان می دهد که یک کنه کش علاوه بر خاصیت کنه کشی خاصیت های دیگری را داراست و می توان آن را در زمینه دیگری به کار برد. به عنوان معیاری مثبت در نظر گرفته شده است.

۲. سابقه کاری و تولید (C_2) : سابقه حضور محصول خاص مورد بررسی در بازار و شناخته شدن آن. این معیار از دیدکاه بسیاری از باغداران از اهمیت به سزایی برخوردار است. به عنوان معیاری مثبت در نظر گرفته شده است.

۳. تعداد بسته بندی (C_3): هر یک از کنه کش ها در اندازه های متفاوتی عرضه می‌شوند به عنوان مثال نیم لیتری، یک لیتری و غیره. و این امر موجب تنوع در انتخاب برای کاربرد هایی در اندازه های متفاوت می باشد. به عنوان معیاری مثبت در نظر گرفته شده است.

۴. قیمت واحدهای فروش (تومان) (C_4): قیمت فروش در واحد محاسبه شده و به عنوان معیاری منفی در نظر گرفته شده است.

۵. دوره کارنس (دوره ایمنی) (C_5): فاصله آخرین سمپاشی تا برداشت محصول. فاصله ای است که اجازه چیدن محصول فراهم نیست. به عنوان معیاری منفی در نظر گرفته شده است.

۶. کارایی (C_6): معیاری لفظی است و نظر کارا بودن کنه کش از دیدگاه باغدار را نشان می دهد. به عنوان معیاری مثبت در نظر گرفته شده است.

۷. جذابیت در بسته بندی (C_7): معیاری لفظی است و نظر جذابیت بسته بندی و طراحی کنه کش را از دیدگاه باغدار (خریدار) را نشان می دهد. به عنوان معیاری مثبت در نظر گرفته شده است.

۸ . مقدار ترکیبی (C_8) ($*\times H_2O$): میزان ترکیب مناسب کنه کش در یک لیتر آب را نشان می دهد. به نسبت هر چه کمتر باشد بهتر است زیرا می توان به اندازه بیشتری از کنه کش استفاده کرد. به عنوان معیاری مثبت در نظر گرفته شده است.

۲-۸-۳. محاسبات

جدول ۱ ضمیمه نشانگر معیارهای تعیین شده و مورد بررسی برای هر یک از گزینه‌های انتخابی است که به همراه علائم اختصاری شان آمده اند.

جدول ۲ ضمیمه نشاندهنده اطلاعات مربوط به گزینه های انتخاب و معیارهای دخیل در انتخاب می باشد. در این جدول اطلاعات برخی از معیارها به صورت معلوم و قطعی است در حالی که اطلاعات برخی از گزینه های دیگر به صورت زبانی است که برای به دست آوردن جوابی دقیق تر و به واقع نزدیک تر از عداد فازی استفاده شده است از جمله معیار هایی که به صورت اعداد فازی بیان شده اند معیارهای، کارایی (C_6) و جذابیت در بسته بندی (C_7) می باشند که هر یک از این گزینه ها در نظر هر یک از مصرف کنندگان این زمینه ارزیابی بیانی خاص خود را داشته اند.

در جدول ۳ ضمیمه اعداد فازی در جدول تصمیم گیری اولیه به اعداد قطعی و غیر فازی تبدیل شده اند (*Defuzzify*) (*Tsaur et al.,2002*).

جدول ۴ ضمیمه نشان دهنده تعیین اهمیت هر یک از معیارها با استفاده از روش آنتروپی و نیز استفاده از فرمول های (۱۸-۱۵) می باشد.

جدول های ۵ تا ۹ ضمیمه ، جدول های مورد نیاز برای استفاده از تکنیک بردار ویژه می باشد که به ترتیب مقایسه شاخص ها (با عبارات کلامی)، تبدیل عبارات کلامی به اعداد فازی، مقایسه شاخصها(با اعداد فازی)، و جدول تبدیل اعداد فازی به اعداد غیر فازی (فرمول ۱۴) در مقایسه بین شاخص ها می باشد. (با توجه به قوانین فازی که در بخش پیش زمینه بیان شده.)

در جدول ۱ ضمیمه مراحل به دست آوردن وزن به روش بردار ویژه فازی به طور خلاصه آورده شده است. البته باید توجه داشت که در این تحقیق ماتریس D (ماتریس مقایسه شاخص ها) بصورت فازی تعریف شده است(جدول ۷ ضمیمه) و برای تولید ماتریسهای مربع از آن ابتدا آن را به ماتریسی با اعداد غیر فازی تبدیل کرده و سایر مراحل را با ماتریس شامل اعداد غیرفازی ادامه می دهیم (جدول ۹ ضمیمه).

پس از محاسبات انجام شده برای D^1 داریم:

$$D^1.e = \begin{vmatrix} 26.86138 \\ 3.257143 \\ 8.120635 \\ 45.51111 \\ 21.9619 \\ 40 \\ 5.534392 \\ 17.49841 \end{vmatrix}$$

پس از انتقال یکم خواهیم داشت:

$$e^t.D^1.e = (1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1).D^1.e = 168.7449735$$

با توجه به فرمول (۲۰) خواهیم داشت:

$$W^1 = \frac{D^1.e}{e^t.D^1.e} =$$
(0.159183 , 0.019302 , 0.048124 , 0.269704 ,
0.130148 , 0.237044 , 0.032797 , 0.103697)

$$W^2 = \frac{D^2.e}{e^t.D^2.e} =$$
(0.108274 , 0.019738 , 0.028701 , 0.294561 ,
0.103482 , 0.318016 , 0.022317 , 0.10491)

$$W^4 = \frac{D^4.e}{e^t.D^4.e} =$$
(0.104699 , 0.0236042 , 0.031924 , 0.286464 ,
0.107279 , 0.3282924 , 0.026735 , 0.091003)

$$W^8 = \frac{D^8.e}{e^t.D^8.e} =$$
(0.104944 , 0.023211 , 0.031766 , 0.287017 ,
0.106884 , 0.3286487 , 0.026406 , 0.093285)

$$W^{16} = \frac{D^{16}.e}{e^t.D^{16}.e} =$$
(0.104935 , 0.023208 , 0.031767 , 0.287024 ,
0.106893 , 0.326457 , 0.026403 , 0.093314)

همانطور که ملاحظه می شود در ۲ وزن آخر تقریبا اعداد اوزان نزدیک به همدیگر است (با توجه به فرمول ۲۰) بنابراین وزن بدست آمده از ماتریس D^{16} را به عنوان اوزان بدست آمده از طریق بردار ویژه به حساب می آوریم.

پس از به دست آوردن اهمیت هر یک از معیارها به هر طریق ممکن زمان ارزیابی و تعیین بهترین گزینه های و رتبه بندی آن ها می باشد. از رویکرد *TOPSIS* فازی بدین منظور استاده شده است.

جدول۱ ضمیمه جدول وزن نهائی بکار برده شده در *TOPSIS* می باشد که از میانگین دو وزن به دست آمده شده به وسیله تکنیک های آنتروپی و بردار ویژه به دست آمده است. جدول ۱۱ ضمیمه جدول اولیه فازی برای رتبه بندی از

طریق *TOPSIS*، جدول ۱۲ ضمیمه جدول نرمالایز فازی، با ضرب وزن هر معیار در اطلاعات گزینه های مربوط به آن جدول نرمالایز فازی وزین شده (فرمول۲۴) به دست می آید که در جدول ۱۳ ضمیمه نشان داده شده است.

حال برای به دست آوردن فاصله هر آلترناتیو با نقطه ایده آل مثبت و نقطه ایده آل منفی از فرمولهای ۲۵ و ۲۶ استفاده می کنیم:

مقادیر ایده ال مثبت:

$$A^{+}=[(1,1,1),(1,1,1),(1,1,1),(0,0,0),(1,1,1),(1,1,1),(1,1,1),(0,0,0)]$$

مقادیر ایده ال منفی:

$$A^{-}=[(0,0,0),(0,0,0),(0,0,0),(1,1,1),(0,0,0),(0,0,0),(0,0,0),(1,1,1)]$$

برای مثال برای گزینه اول خواهیم داشت:

$$d_1^{+}=$$

$$\sqrt{\frac{1}{3}[(1-0.04)^2+(1-0.04)^2+(1-0.04)^2}+\sqrt{\frac{1}{3}[(1-0.02)^2+(1-0.02)^2+(1-0.02)^2}$$
$$+\sqrt{\frac{1}{3}[(1-0.03)^2+(1-0.03)^2+(1-0.03)^2}+\sqrt{\frac{1}{3}[(0-0.022)^2+(0-0.022)^2+(0-0.022)}$$
$$+\sqrt{\frac{1}{3}[(1-0.13)^2+(1-0.13)^2+(1-0.13)^2}+\sqrt{\frac{1}{3}[(1-0.14)^2+(1-0.18)^2+(1-0.18)^2}$$
$$+\sqrt{\frac{1}{3}[(1-0.02)^2+(1-0.03)^2+(1-0.03)^2}+\sqrt{\frac{1}{3}[(0-0.03)^2+(0-0.03)^2+(0-0.03)^2}$$
$$=5.11391023$$

$$d_1^- =$$
$$\sqrt{\frac{1}{3}[(0-0.04)^2+(0-0.04)^2+(0-0.04)^2}+\sqrt{\frac{1}{3}[(0-0.02)^2+(0-0.02)^2+(0-0.02)^2}$$
$$+\sqrt{\frac{1}{3}[(0-0.03)^2+(0-0.03)^2+(0-0.03)^2}+\sqrt{\frac{1}{3}[(1-0.22)^2+(1-0.22)^2+(1-0.22)^2}$$
$$+\sqrt{\frac{1}{3}[(0-0.13)^2+(0-0.13)^2+(0-0.13)^2}+\sqrt{\frac{1}{3}[(0-0.14)^2+(0-0.18)^2+(0-0.18)^2}$$
$$+\sqrt{\frac{1}{3}[(0-0.02)^2+(0-0.023)^2+(0-0.03)^2}+\sqrt{\frac{1}{3}[(1-0.03)^2+(1-0.03)^2+(1-0.03)^2}$$
$$=2.887501752$$

در نهایت جدول ۱۴ ضمیمه تمام این فواصل را نشان می دهد. با توجه به فرمول (۲۷) ضریب نزدیکی هر یک از آلترناتیوها محاسبه می شوند و گزینه ها به صورت زیر برای انتخاب تعیین می شوند:

$$A_5 > A_6 > A_2 > A_4 > A_3 > A_1$$

بدین صورت که انتخاب کنه کش اتیون به عنوان انتخاب توصیه می شود.

۴. نتیجه گیری و بحث

تصور اینکه در برخی از موارد تعیین دقیق مقدار یک معیار بسیار سخت است و یا اینکه نمی توان آن را به صورت عددی بیان کرد، منجر می شود تا از متغیرهای زبانی و یا داده های فازی برای بیان این گونه مقدارها استفاده کرد.

دستیابی به وزن مناسب برای شاخصها در مسائل تصمیم گیری چند شاخصه از مهمترین موضوعات مربوط به این حیطه از مسائل می باشد، بخصوص در زمانی که این شاخصها را نتوان بصورت کمی تعریف کرد که در این حالت آن را از طریق عبارات کلامی بیان می کنند. بدین دلیل در این مقاله سعی شده تا با بسط تعین وزن از طریق بردار ویژه به صورت انجام مقایسات دو به دو بین معیارها به وسیله متغیرهای زبانی، همچنین تعیین وزن معیارها از طریق روش آنتروپی و در نهایت

با در نظر گرفتن میانگین دو وزن به دست آمده، بهترین حالت برای اوزان بکار گرفته شده در *TOPSIS*، معرفی گردد

بدین دلیل از *TOPSIS* با داده های فازی و نیز بسط تعین وزن از طریق بردار ویزه به صورت انجام مقایسات دو به دو بین معیارها به وسیله متغیرهای زبانی کمک گرفته شده است. همچنین تعیین وزن معیارها از طریق روش آنتروپی نیز به دست آمده و در نهایت در نظر گرفتن میانگین دو وزن به دست آمده در *TOPSIS* به کار گرفته شده است. و با استفاده از روش *TOPSIS* با توجه به در نظر گرفتن فاصله زیاد از نقطه ایده آل منفی و فاصله کم از نقطه ایده آل مثبت، سعی شده است تا به بهترین رتبه بندی دست پیدا کرد.

منابع و ماخذ

منابع لاتین

1- *Agrawal, V.P., Verma, A., & Agarwal, S., (1992). Computer-aided evaluation and selection of optimum grippers. International Journal of Production Research, 30 (11), 2713-2732.*

2- *Asgharpour, M.J., (1998). Multiple criteria decision making. Tehran: University of Tehran Press.*

3- *Bellman, R. E., & Zadeh, L. A., (1970). Decision-making in a fuzzy environment management. Science, 17(4), 141–164.*

4- *Benitez, J.M., Martin, J.C., & Roman, C., (2007).Using fuzzy number for measuring quality of service in the hotel industry. Tourism Management, 28, 544–555.*

5-*Bottani, E., & Rizzi, A., (2006). A fuzzy TOPSIS methodology to support outsourcing of logistics services. Supply Chain Management, 11 (4), 294–308.*

6- *Byun, H.S., & Lee, K.H., (2005). A decision support system for the selection of a rapid prototyping process using the modified TOPSIS method. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 26, 1338–1347.*

7- *Chen, C. T., (2000). Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment. Fuzzy Sets and Systems, 114, 1–9.*

8- *Chen, C.T., (2001). A fuzzy approach to select location of the distribution center. Fuzzy Sets and System, 118, 65–73.*

9-*Chen, C.T., Lin, C.T., & Huang, S.F., (2006). A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain management, International Journal of Production Economics, 102,289–301.*

10-*Chen, M. F., & Tzeng, G. H., (2004). Combing grey relation and TOPSIS concepts for selecting an expatriate host country. Mathematical and Computer Modelling, 40, 1473–1490.*

11- Chu, T.C., (2002). Facility location selecting using fuzzy TOPSIS under group decision. International Journal of Uncertainty Fuzziness Knowledge-Based System, 10,687–701.

12- Chu, T.C., (2002). Selecting plant location via a fuzzy TOPSIS approach. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 20, 859–864.

13- Chu, T.C., & Lin, Y.C., (2003). A Fuzzy TOPSIS Method for Robot Selection. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 21,284–290.

14- Deng, H., Yeh, C.H., & Willis, R.J., (2000). Inter-company comparison using modified TOPSIS with objective weights.Computers and Operations Research, 27,963–973.

15- Dubois, D., & Prade, H., (1997). Recent models of uncertainty and imprecision as a basis for decision theory: toward less normative frameworks. Intelligent decision support in process environment. New York: Springer-Verlag.

16- Ertuğrul, I., & Karakaşoğlu, N., (2007). Comparison of fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methods for facility location selection, Inernational Journal of Advance manufacturing Technol (in press)

17- Herrera, F., & Herrera-Viedma, E., (2002). Linguistic decision analysis: steps for solving decision problems under linguistic information. Fuzzy Sets and Systems, 115, 67–82.

18-Jahanshahloo, G.R., Hosseinzadeh, L.F., & Izadikhah, M., (2006). Extension of the TOPSIS method for decision-making problems with fuzzy data. Applied Mathematics and Computation,181, (2), 1544-1551

19- Janic, M., (2003). Multicriteria evaluation of high-speed rail, transrapid maglev, and air passenger transport in Europe. Transportation Planning and Technology, 26 (6), 491–512.

20- Kaufmann, A., & Gupta, M.M., (1991). Introducing to Fuzzy Arithmetic: Theory and Applications. Van Nostrannd Reinhold, New York.

21- *Kim, G., Park. C., & Yoon, K.P., (1997). Identifying investment opportunities for advanced manufacturing system with comparative-integrated performance measurement. International Journal of Production Economics, 50,23-33.*

22- *Klir, G.J., & Yuan, B., (1995). Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Application. Prentice-Hall Inc., USA.*

23- *Kwong, C.K., & Tam, S.M., (2002). Case-based reasoning approach to concurrent design of low power transformers. Journal of Materials Processing Technology, 128,136–141.*

24- *Liang, G.H., & Wang, M.J.J., (1993). A fuzzy multi-criteria decision making approach for robot selection. Robotics and Computer- Integrated Manufacturing, 10, 267–274.*

25- *Liou, T. S., & Wang, M.J.J., (1992). Ranking fuzzy numbers with integral value.Fuzzy Sets and Systems, 50, 247–255.*

26- *Milani, A.S., Shanian, A., & Madoliat, R., (2005). The effect of normalization norms in multiple attribute decision making models: A case study in gear material selection. Structural Multidisciplinary Optimization, 29 (4), 312–318.*

27- *Negi, D.S., (1989). Fuzzy analysis and optimization. Ph.D. Dissertation, Department of Industrial Engineering , Kansas State University.*

28- *Shanian, A., & Savadogo, O., (2006). TOPSIS multiple-criteria decision support analysis for material selectionof metallic bipolar plates for polymer electrolyte fuel cell. Journal of Power Sources, 159, 1095–1104*

29- *Shavandi, H., (2006). Fuzzy Sets Theory and its Application in Industrial Engineering and Management. Tehran: Gostareshe Olome Payeh.*

30- *Shyur, H.J., (2006). COTS evaluation using modified TOPSIS and ANP. Applied Mathematics and Computation, 177, 251–259.*

31- *Srdjevic, B., Medeiros, Y.D.P., & Faria, A.S., (2004). An objective multi-criteria evaluation of water management scenarios.Water Resources Management, 18, 35–54.*

32- Tsaur, S.H., Chang, T.Y., & Yen, C.H., (2002). The evaluation of airline service quality by fuzzy MCDM. Tourism Management, 23, 107-115.

33- Wang, T.C., & Chang, T.H., (2007). Application of TOPSIS in evaluating initial training aircraft under a fuzzy environment. Expert Systems with Applications, 33,870–880.

34- Yang, T., & Chou, P., (2005). Solving a multiresponse simulation–optimization problem with discrete variables using a multi-attribute decision-making method. Mathematics and Computers in Simulation, 68, 9–21.

35- Yong, D., (2006). Plant location selection based on fuzzy TOPSIS. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 28, 839–844.

36- Zhao, R., & Govind,R.,(1991). Algebraic characteristics of extended fuzzy number. Information Science, 54,103–130.

37- Zadeh, L. A., (1965). Fuzzy sets. Information Control, 8, 338–353.

38- Zimmermann, H.J., (1991). Fuzzy Set Theory and its Applications, second ed. Kluwer Academic Publishers, Boston, Dordrecht, London.

ضمیمه

جدول۱. معیارهای تعیین شده و علائم اختصاری آن ها

table 1. determine criteria with their signals

Compounding Value	Interesting in packaging	efficiency	Karance period	Price of sale unit	Number of packaging quantity	Background of production	Multiple efficiency
C8	C7	C6	C5	C4	C3	C2	C1

جدول۲. جدول اولیه تصمیم گیری

table 2. initial decision making table

Compounding Val	Interesting in packaging			efficiency			Karance period	Price of sale unit	Number of packaging quantity	Background of production	Multiple efficienc	alternatives
	LC	MC	UC	LC	MC	UC						
0.5	7	9	9	7	9	9	20	25000	1	12	1	ortus
0.5	3	5	7	5	7	9	20	8500	1	13	2	vertimac (avermectin)
2.5	7	9	9	3	5	7	20	17500	4	35	3	metasistox
1	3	5	7	7	7	9	20	9000	1	25	1	apollo
2.5	5	7	9	3	5	7	5	7500	2	40	2	etuon
2.5	3	5	7	5	5	7	5	600	2	40	1	tetradifuon

جدول ۳ . تبدیل فازی به غیر فازی با تبدیل $Lc+((Uc-Mc)+(Mc-Lc))/3$

table 3. change fuzzy to defuzzy by $Lc+((Uc-Mc)+(Mc-Lc))/3$

Compounding Value	*Interesting in packaging*	*efficiency*	*Karance period*	*Price of sale unit*	*Number of packaging quantity*	*Background of roduction*	*Multiple efficiency*	*alternatives*
0.5	*8.33*	*8.33*	*20*	*25000*	*1*	*12*	*1*	*ortus*
0.5	*5*	*7*	*20*	*8500*	*1*	*13*	*2*	*vertimac (avermectin)*
2.5	*8.33*	*5*	*20*	*17500*	*4*	*35*	*3*	*metasistox*
1	*5*	*7.67*	*20*	*9000*	*1*	*25*	*1*	*apollo*
2.5	*7*	*5*	*5*	*7500*	*2*	*40*	*2*	*etuon*
2.5	*5*	*5.67*	*5*	*6000*	*2*	*40*	*1*	*tetradifuon*

جدول۴. تعیین وزن شاخصها از طریق تکنیک آنتروپی با مقادیر *defuzzify* شده

table 4.criteria's weights determining by Antrophy technique with defuzzified value

Compounding Value	*Interesting in packaging*	*efficiency*	*Karance period*	*Price of sale unit*	*Number of packaging quantity*	*Background of production*	*Multiple efficiency*	*alternatives*
0.05	*0.22*	*0.22*	*0.22*	*0.34*	*0.09*	*0.07*	*0.1*	*ortus*
0.05	*0.13*	*0.18*	*0.22*	*0.12*	*0.09*	*0.08*	*0.2*	*vertimac (avermectin)*
0.26	*0.22*	*0.13*	*0.22*	*0.24*	*0.36*	*0.21*	*0.3*	*metasistox*
0.11	*0.13*	*0.2*	*0.22*	*0.12*	*0.09*	*0.15*	*0.1*	*apollo*
0.26	*0.18*	*0.13*	*0.06*	*0.1*	*0.18*	*0.24*	*0.2*	*etuon*
0.26	*0.13*	*0.15*	*0.06*	*0.08*	*0.18*	*0.24*	*0.1*	*tetradifuon*
$Ej=-(\frac{1}{Ln6})\sum_{i=1}^{6}P_{ij}\times LnP_{ij}$								
0.89	*0.98*	*0.99*	*0.93*	*0.92*	*0.92*	*0.94*	*0.95*	*Ej*
0.11	*0.02*	*0.01*	*0.07*	*0.08*	*0.08*	*0.06*	*0.05*	*Dj*
0.22	*0.03*	*0.02*	*0.16*	*0.16*	*0.18*	*0.13*	*0.11*	*Wj*

جدول ۵. جدول مقایسه شاخصها(با عبارات کلامی)

table 5. comparison between criterias table with linguistic expression

Compounding Value	Interesting in packaging	efficiency	Karance period	Price of sale unit	Number of packaging quantity	Background of production	Multiple efficiency	
	MEDIUM		SOMEDEAL LOW		VERY HIGH	HIGH	INDFFERENT	Multiple efficiency
						INDFFERENT		Background of production
	SOMEDEAL LOW				INDFFERENT	SOMEDEAL LOW		Number of packaging quantity
HIGH	HIGH		MEDIUM	INDFFERENT	HIGH	SOMEDEAL HIGH	SOMEDEAL HIGH	Price of sale unit
MEDIUM	MEDIUM		INDFFERENT		MDIUM	MEDIUM		Karance period
SOMEDEAL HIGH	MEDIUM	INDFFERENT	MEDIUM	SOMEDEAL LOW	HIGH	MEDIUM	SOMEDEAL HIGH	efficiency
	INDFFERENT					SOMEDEAL LOW		Interesting in packaging
NDFFERENT	MEDIUM				SOMEDEAL LOW	SOMEDEAL LOW	MEDIUM	Compounding Value

جدول ۶. جدول تبدیل عبارات کلامی به اعداد فازی

table 6. change linguistic expression to fuzzy numbers.

INDFFERENT	SOMEDEAL LOW	MEDIUM	SOMEDEAL HIGH	HIGH	VERY HIGH
(1,1,1)	(1,3,5)	(3,5,7)	(5,7,9)	(7,9,9)	(9,9,9)

جدول۷. جدول مقایسه شاخصها(با اعداد فازی)

table 7. comparison between criterias table with fuzzy numbers

Compounding Value	*Interesting in packaging*	*efficcy*	*Karance period*	*Price of sale unit*	*Number of packaging quantity*	*Background of production*	*Multiple efficiency*	
(1/7,1/5,1/3)	*(3,5,7)*	*(1/9,1/7,1/5)*	*(1,3,5)*	*(1/9,1/7,1/5)*	*(9,9,9)*	*(7,9,9)*	*(1,1,1)*	*Multiple efficiency*
(1/5,1/3,1)	*(1/5,1/3,1)*	*(1/7,1/5,1/3)*	*(1/7,1/5,1/3)*	*(1/9,1/7,1/5)*	*(1/5,1/3,1)*	*(1,1,1)*	*(1/9,1/9,1/7)*	*Backound of production*
(1/5,1/3,1)	*(1,3,5)*	*(1/9,1/7,1/5)*	*(1/7,1/5,1/3)*	*(1/9,1/9,1/7)*	*(1,1,1)*	*(1,3,5)*	*(1/9,1/9,1/9)*	*Numbr of packaging quantity*
(7,9,9)	*(7,9,9)*	*(1/5,1/3,1)*	*(3,5,7)*	*(1,1,1)*	*(7,9,9)*	*(5,7,9)*	*(5,7,9)*	*Price of sale Unit*
(3,5,7)	*(3,5,7)*	*(1/7,1/5,1/3)*	*(1,1,1)*	*(1/7,1/5,1/3)*	*(3,5,7)*	*(3,5,7)*	*(1/5,1/3,1)*	*Karance period*
(5,7,9)	*(3,5,7)*	*(1,1,1)*	*(3,5,7)*	*(1,3,5)*	*(5,7,9)*	*(3,5,7)*	*(5,7,9)*	*Efficiency*
(1/7,1/5,1/3)	*(1,1,1)*	*(1/7,1/5,1/3)*	*(1/7,1/5,1/3)*	*(1/9,1/9,1/7)*	*(1/5,1/3,1)*	*(1,3,5)*	*(1/7,1/5,1/3)*	*Interesting in packaging*
(1,1,1)	(3,5,7)	(1/9,1/7,1/5)	(1/7,1/5,1/3)	(1/9,1/9,1/7)	(1,3,5)	(1,3,5)	(3,5,7)	Compounding Value

جدول۸. جدول مقایسه شاخصها (با اعداد فازی)

table 8. comparison between criterias table with fuzzy numbers

Compounding Value			Interesting in packaging			efficiency			Karance period			Price of sale unit			Number of packaging quantity			Background of production			Multiple efficiency			
Lc	Mc	Uc	Lc	Mc	Uc	Lc	Mc	Uc	Lc	Mc	Uc	Lc	Mc	Uc	Lc	Mc	Uc	Lc	Mc	Uc	Lc	Mc	Uc	
0.14	0.20	0.33	0.03	0.05	0.07	0.11	0.14	0.20	0.01	0.03	0.05	0.11	0.14	0.20	0.09	0.09	0.09	0.07	0.09	0.09	0.01	0.01	0.01	Multiple efficiency
0.20	0.33	0.01	0.20	0.33	0.01	0.14	0.20	0.33	0.14	0.20	0.33	0.11	0.14	0.20	0.20	0.33	0.01	0.01	0.01	0.01	0.11	0.11	0.05	Background of production
0.20	0.33	0.01	0.01	0.03	0.05	0.11	0.14	0.20	0.14	0.20	0.33	0.11	0.11	0.14	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.05	0.11	0.11	0.20	Number of packaging quantity
0.07	0.09	0.09	0.07	0.09	0.09	0.20	0.33	0.01	0.03	0.05	0.07	0.01	0.01	0.01	0.07	0.09	0.09	0.05	0.07	0.09	0.05	0.07	0.33	Price of sale unit
0.03	0.05	0.07	0.03	0.05	0.07	0.14	0.20	0.33	0.01	0.01	0.01	0.14	0.20	0.33	0.03	0.05	0.07	0.03	0.05	0.07	0.05	0.07	0.01	Karance period
0.05	0.07	0.09	0.03	0.05	0.07	0.01	0.01	0.01	0.03	0.05	0.07	0.01	0.03	0.05	0.05	0.07	0.09	0.03	0.05	0.07	0.05	0.07	0.09	efficiency
0.14	0.20	0.33	0.01	0.01	0.01	0.14	0.20	0.33	0.14	0.20	0.33	0.11	0.11	0.14	0.20	0.33	0.01	0.01	0.03	0.05	0.14	0.20	0.33	Interesting in packaging
0.01	0.01	0.01	0.03	0.05	0.07	0.11	0.14	0.20	0.14	0.20	0.33	0.11	0.11	0.14	0.01	0.03	0.05	0.01	0.03	0.05	0.03	0.05	0.07	Compounding Value

جدول ۹. جدول تبدیل اعداد فازی به اعداد غیر فازی در مقایسه بین شاخص ها

table 9. change fuzzy numbers to defuzzified numbers in comparison between criterias

Compounding Value	*Interesting in packaging*	*efficiency*	*Karance period*	*Price of sale unit*	*Number of packaging quantity*	*Background of production*	*Multiple efficiency*	
0.225	*5*	*0.151*	*3*	*0.151*	*9*	*8.333*	*1*	*Multiple efficiency*
0.511	*0.511*	*0.225*	*0.225*	*0.151*	*0.511*	*1*	*0.122*	*Background of production*
0.511	*3*	*0.151*	*0.225*	*0.122*	*1*	*3*	*0.111*	*Number of packaging quantity*
8.333	*8.333*	*0.511*	*5*	*1*	*8.333*	*7*	*7*	*Price of sale unit*
5	*5*	*0.225*	*1*	*0.225*	*5*	*5*	*0.511*	*Karance period*
7	*5*	*1*	*5*	*3*	*7*	*5*	*7*	*efficiency*
0.225	*1*	*0.225*	*0.225*	*0.122*	*0.511*	*3*	*0.225*	*Interesting in packaging*
1	*5*	*0.151*	*0.225*	*0.122*	*3*	*3*	*5*	*Compounding Value*
22.81	*32.84*	*2.641*	*14.9*	*4.893*	*34.36*	*35.33*	*20.97*	*Sum of elements in each column*

جدول ۱۰. جدول وزن نهائی بکار برده شده در *TOPSIS*

table 10. final weight table applied in TOPSIS

C_8	C_7	C_6	C_5	C_4	C_3	C_2	C_1	C / W
0.22	*0.03*	*0.02*	*0.16*	*0.16*	*0.18*	*0.13*	*0.11*	Wj *(ANTROPI)*
0.09331	*0.026403*	*0.32646*	*0.10689*	*0.28702*	*0.031767*	*0.0232*	*0.10493*	Wj (λ_{max})
0.1581	*0.029148*	*0.17509*	*0.13147*	*0.22478*	*0.103466*	*0.0767*	*0.10852*	*AVERAGE* Wj

جدول ۱۱. جدول اولیه فازی برای رتبه بندی از طریق *TOPSIS*

table 11. initial fuzzy table for ranking by applying TOPSIS

C۸(-)			C۷(+)			C۶(+)			C۹(-)			C۴(-)			C۳(+)			C۲(+)			C۱(+)			alternatives
0.158097907			0.029148188			0.175090571			0.13146937			0.224783158			0.103466087			0.07672405			0.10852112			Wj
0.5	0.5	0.5	7	9	9	7	9	9	20	20	20	25000	25000	25000	1	1	1	12	12	12	1	1	1	Ortus (A1)
0.5	0.5	0.5	3	5	7	5	7	9	20	20	20	8500	8500	8500	1	1	1	13	13	13	2	2	2	vertimac (avermectin) (A۲)
2.5	2.5	2.5	7	9	9	3	5	7	20	20	20	17500	17500	17500	4	4	4	35	35	35	3	3	3	Metasistox (A۳)
1	1	1	3	5	7	7	7	9	20	20	20	9000	9000	9000	1	1	1	25	25	25	1	1	1	Apollo (A٤)
2.5	2.5	2.5	5	7	9	3	5	7	5	5	5	7500	7500	7500	2	2	2	40	40	40	2	2	2	Etuon (A٥)
2.5	2.5	2.5	3	5	7	5	5	7	5	5	5	6000	6000	6000	2	2	2	40	۰40	40	1	1	1	Tetradifuon (A٦)

جدول ۱۲. جدول نرمالایز فازی

table 12. normalized fuzzy table

C8(-)			C7(+)			C6(+)			C5(-)			C4(-)			C3(+)			C2(+)			C1(+)			alternatives
0.158097907			0.029148188			0.175090571			0.13146937			0.224783158			0.103466087			0.07672405			0.10852112			Wj
0.2	0.2	0.2	0.78	1	1	0.78	1	1	1	1	1	1	1	1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	Ortus (A1)
0.2	0.2	0.2	0.33	0.56	0.78	0.56	0.78	1	1	1	1	0.34	0.34	0.34	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.7	0.7	0.7	vertimac (avermectin) (A۲)
1	1	1	0.78	1	1	0.33	0.56	0.78	1	1	1	0.7	0.7	0.7	1	1	1	0.9	0.9	0.9	1	1	1	Metasistox (A۳)
0.4	0.4	0.4	0.33	0.56	0.78	0.78	0.78	1	1	1	1	0.36	0.36	0.36	0.3	0.3	0.3	0.6	0.6	0.6	0.3	0.3	0.3	Apollo (A۴)
1	1	1	0.56	0.78	1	0.33	0.56	0.78	0.25	0.25	0.25	0.3	0.3	0.3	0.5	0.5	0.5	1	1	1	0.7	0.7	0.7	Etuon (A۵)
1	1	1	0.33	0.56	0.78	0.56	0.56	0.78	0.25	0.25	0.25	0.24	0.24	0.24	0.5	0.5	0.5	1	1	1	0.3	0.3	0.3	Tetradifuon (A۶)

جدول ۱۳. جدول نرمالایز فازی وزین شده (Wj×rji)

table 13. weighted normalized fuzzy table Wj×rji

C8(-)			C7(+)			C6(+)			C5(-)			C4(-)			C3(+)			C2(+)			C1(+)			alternatives
0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.14	0.18	0.18	0.13	0.13	0.13	0.22	0.22	0.22	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.04	0.04	0.04	Ortus (A1)
0.03	0.03	0.03	0.01	0.02	0.02	0.1	0.14	0.18	0.13	0.13	0.13	0.08	0.08	0.08	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.07	0.07	0.07	vertimac (avermectin) (A٢)
0.16	0.16	0.16	0.02	0.03	0.03	0.06	0.1	0.14	0.13	0.13	0.13	0.16	0.16	0.16	0.1	0.1	0.1	0.07	0.07	0.07	0.11	0.11	0.11	Metasistox (A٣)
0.06	0.06	0.06	0.01	0.02	0.02	0.14	0.14	0.18	0.13	0.13	0.13	0.08	0.08	0.08	0.03	0.03	0.03	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	Apollo (A٤)
0.16	0.16	0.16	0.02	0.02	0.03	0.06	0.1	0.14	0.03	0.03	0.03	0.07	0.07	0.07	0.05	0.05	0.05	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07	Etuon (A ٥)
0.16	0.16	0.16	0.01	0.02	0.02	0.1	0.1	0.14	0.03	0.03	0.03	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.08	0.08	0.08	0.04	0.04	0.04	Tetradifuon (A ٦)

جدول ۱۴. تعیین فواصل گزینه ها از نقطه ایده آل مثبت و نقطه ایده آل منفی

table 14. determine distances of alternatives from positive and negative ideal points

$CC_i = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+}$	*distance between negative ideal solution* (d_i^-)	*distance between idea solution* (d_i^+)	
0.360874026	*2.887501752*	*5.11391023*	A_1
0.379821445	*3.040507322*	*4.964589193*	A_2
0.369944085	*2.961695492*	*5.044096767*	A_3
0.37510695	*3.001672292*	*5.000504937*	A_4
0.383202786	*3.068012829*	*4.938225488*	A_5
0.380941882	*3.048510441*	*4.954050008*	A_6