



بهینه یابی مسیر خط انتقال آب توسط هوش مصنوعی (منطق فازی) (*FDM*) مطالعه موردی: آبرسانی به اراضی روستای سیاهپوش

محمد نبویان پور^۱، مهدی پورآباده^۲، طناز پورآباده^۳

۱- nabavianpour@gmail.com

۲- pourabadei@ut.ac.ir

۳- pourabadeh@payandab.com

خلاصه

به طور کلی به منظور استفاده بهینه از منابع مالی و ملی؛ بهینه یابی در جهت ایجاد حداقل هزینه های مالی، اجتماعی، زیست محیطی و ... در خطوط انتقال آب بسیار ضروری به نظر می رسد. در شرایط بهینه سود خالص ناشی از عملکرد سیستم حداکثر خواهد بود. در بهینه یابی یک سیستم باید به دنبال حداقل نمودن یک تابع ضمنی بود در صورتی که این تابع پیوسته و مشتق پذیر باشد می توان به راحتی نقطه بهینه را پیدا نمود. مشکل عمده توابع کاربردی در خطوط انتقال پیوسته نبودن دامنه این گونه توابع می باشد همچنین با توجه به اینکه بسیاری از پارامترهای موجود در پی بردن به مسیر بهینه مفاهیم کیفی داشته و به راحتی قابل تبدیل به مفاهیم کمی نمی باشد به این منظور استفاده از روش های هوش محاسباتی نظیر الگوریتم، شبکه های مصنوعی، منطق فازی و ژنتیک برای غلبه بر این مشکل اجتناب ناپذیر می باشد. فرآیند تکامل در طبیعت الهام بخش دانشمندان برای ایجاد یک مدل بهینه سازی بوده است، و براساس این مدل مراحل بهینه یابی در فضای کد شده، دنبال می گردد.

در این مقاله ابتدا روش انتخاب بهینه توسط هوش مصنوعی (فازی) بررسی می گردد سپس به ارائه الگوریتمی که توانایی تعیین انتخاب بهینه را دارا باشد پرداخته خواهد شد. در پایان به بررسی نتایج یک برنامه کامپیوتری که برای این هدف در محیط *VB* به روش برنامه نویسی ساختار یافته نوشته شده است با مطالعه موردی آبرسانی به اراضی سیاهپوش پرداخته می شود. در این مقاله با استفاده از روش فازی، از میان تعداد زیادی مسیر خط انتقال آب گزینه برتر انتخاب خواهد شد. در این روش با تبدیل اعداد کیفی و کمی به اعداد فازی و محاسبات فازی گزینه برتر انتخاب و سپس با یک *Decoder* اعداد به مفاهیم کمی و کیفی تبدیل می شود. در پایان مدل ارائه شده با روش های معمولی انتخاب مسیر بهینه نظیر روش سلسله مراتبی (*AHP*) مقایسه و مزایا و معایب هر روش به طور مفصل بررسی خواهد شد.

کلمات کلیدی: بهینه یابی، هوش مصنوعی، تئوری فازی، خط انتقال آب

مقدمه

منطق فازی، یک ابزار توانمند برای حل مسائل مربوط به سامانه های مرکب و پیچیده است که عموماً درک آنها مشکل بوده و اطلاعات و دانایی بشر در ارتباط با این سامانه ها ناچیز است. به طور کلی منطق فازی در برابر منطق کلاسیک مطرح شد و لزوم تولد و توسعه این منطق، نگاه جدید آن به مسائل و شکستن منطق صفر و یک می باشد. تئوری مجموعه فازی، اولین بار در سال ۱۹۶۵ توسط پروفسور لطفی عسگرزاده مطرح و پایه گذاری گردید. در اوایل دهه هفتاد و با مطرح شدن این منطق، اولین کاربردهای آن در علوم مهندسی ارائه شد. پس از آن جنبه های تئوری و عملی دیگری از این منطق در علوم مختلف نمایان شده و به طور گسترده مورد استفاده قرار گرفت. شاید مهمترین ویژگی منطق فازی در مقام مقایسه با منطق کلاسیک این باشد که دانش و تجربه را در این منطق می توان به روابط ریاضی بیان نمود. سامانه های فازی عموماً قادر به مدل سازی دو نوع از عدم قطعیت ها در پدیده های موجود در جهان می باشند.

۱- کارشناس ارشد عمران آب

۲- کارشناس ارشد سازه های آبی

۳- کارشناس منابع آب



نوع اول عدم قطعیت ناشی از ضعف دانش و ابزار بشری جهت شناخت پیچیدگی‌های یک پدیده می‌باشد. تمامی کمیت‌های گسترده که برای اندازه‌گیری آنها به میانگین‌گیری از چند نقطه در داخل محدوده آن بسنده می‌شود جزء این نوع از عدم قطعیت‌ها به شمار می‌رود. به عنوان مثال بارندگی در یک محدوده مطالعاتی که برای بیان میزان آن، مقادیر اندازه‌گیری شده در چند نقطه از یک طیف گسترده که شامل بی نهایت نقطه است، گزارش می‌شود. این اندازه‌گیری‌ها نیز خود شامل خطای اندازه‌گیری و نیز خطای دستگاه اندازه‌گیری می‌باشد که خود باعث عدم قطعیت در مقدار محاسباتی بارندگی می‌شود.

نوع دوم از عدم قطعیت‌ها به عدم صراحت و شفافیت یک پدیده مربوط شده و یا سلیقه‌ای بودن یک ویژگی از یک پدیده را نشان می‌دهد. به عنوان مثال زیبا بودن یک شی در نظر افراد مختلف، متفاوت بوده و دارای ملاک و مبنای مقایسه‌ای نمی‌باشد. یک شی در نظر یک فرد می‌تواند زیبا و در نظر یک شخص دیگر می‌تواند معمولی و یا حتی زشت جلوه کند. این گونه موارد کیفی دارای تعریف واحد نبوده و عدم قطعیت و صراحت در آن نمایان است. مجموعه سامانه‌های فازی و منطق آن، ابزار مناسبی برای مدل‌سازی این قبیل مسائل می‌باشد. [۱]

تصمیم‌گیری فازی

تصمیم‌گیری شاید اساسی‌ترین موضوعی است که بشر در تمامی مراحل زندگی خود با آن روبرو است. تصمیم‌گیری، به چگونگی انتخاب بهترین گزینه از میان گزینه‌های ممکن می‌پردازد به طوری که گزینه منتخب بتواند بیشترین سود و موفقیت را به همراه داشته باشد. کاربرد این موضوع عمدتاً به مسائل مدیریتی باز می‌گردد و موضوعات متفاوتی در ارتباط با تصمیم‌گیری فازی وجود دارد که در روش‌های مختلفی نمود پیدا کرده است. از جمله این روش‌ها، برنامه ریزی خطی فازی، رتبه بندی فازی، روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه فازی و ... است.

از میان روش‌های موجود، روش تصمیم‌گیری چند شاخصه فازی به دلیل درگیر نمودن شاخص‌های گوناگون برای گزینه‌های تعریف شده، دارای قدرت مانور بیشتر و دقت بهتری است. در روش تصمیم‌گیری چند شاخصه (MADM) یک مسئله تصمیم‌گیری چند شاخصه کلاسیک را می‌توان به صورت زیر بیان نمود: [۲]

$$D = \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} \begin{bmatrix} X_1 & X_2 & \cdots & X_n \\ X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \cdots & X_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ X_{m1} & X_{m2} & \cdots & X_{mn} \end{bmatrix}$$

به طوری که A_i نشان دهنده گزینه A_m و X_j مشخص کننده j امین شاخص برای تعیین ارجحیت گزینه‌ها نسبت به یکدیگر و $i=1,2,\dots,m$ و $j=1,2,\dots,n$ می‌باشد. بردار وزن شاخص‌ها نیز به صورت زیر تعریف می‌شود.

$$W = (w_1, w_2, \dots, w_n)$$

به طوری که w_j اهمیت نسبی شاخص j ام را نشان می‌دهد. بدین ترتیب x_{ij} برابر نرخ ارجحیت گزینه i ام براساس شاخص j ام می‌باشد. در ادامه یک تابع مطلوبیت صریح یا ضمنی به صورت $U(x_1, x_2, \dots, x_m)$ توسط شخص تصمیم‌گیرنده تعریف می‌گردد. برای هر گزینه مانند A_i یک مطلوبیت نهایی به صورت U_i از ترکیب x_{ij} های مربوط به آن گزینه بدست می‌آید. گزینه‌ای که دارای مقدار مطلوبیت بیشتری باشد در اولویت بالاتر قرار خواهد گرفت. در مساله فوق x_{ij} و w_j اعداد معمولی و کلاسیک می‌باشند. اما بسیاری از متغیرهای مربوط به مسائل موجود در دنیای واقعی، به صورت کیفی می‌باشند. مثل خلاقیت افراد و یا توانایی در انتقال مطالب که به صورت خوب، متوسط و یا ضعیف ارزیابی می‌شوند. بنابراین اغلب مسائل MADM در دنیای واقعی، ترکیبی از داده های فازی و کلاسیک می‌باشند. برای حل این گونه مسائل که مفاهیم کمی و کیفی به صورت همزمان در تصمیم‌گیری‌ها دخالت می‌کند ابتدا باید مقدار مطلوبیت گزینه‌های مختلف با استفاده از یک تابع مطلوبیت، در قالب اعداد فازی مشخص گردد و در مرحله بعد، ارجحیت مقادیر مطلوبیت‌های فازی بدست آمده نسبت به یکدیگر، با استفاده از یکی از روش‌های رتبه بندی تعیین گردد. دو



مورد از روش‌های رایج MADM به نام روش وزن‌دهی جمعی و روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) موجود می‌باشد. در این تحقیق از روش تحلیل سلسله مراتبی استفاده شده است. [۳]

مواد و روش‌ها

روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) اولین بار توسط ساعتی در سال ۱۹۸۰ ارائه گردید. این روش بر پایه مقایسات زوجی استوار می‌باشد. مدل سازی با استفاده از این روش شامل گام‌های زیر می‌باشد:

- ساختن یک ساختار سلسله مراتبی برای مساله
- تعیین ماتریس‌های زوجی و محاسبه وزن معیارها و گزینه‌ها
- بررسی سازگاری سیستم

برای ساختن سطوح سلسله مراتبی باید، سطوح مختلف و مرتبط بین اجزا تشکیل دهنده هر سطح با سطوح بالاتر و پایین تر مشخص گردد. به طور کلی، سطح اول مربوط به هدف، سطح دوم مربوط به معیارهای مورد نظر برای اولویت بندی گزینه‌ها و سطح سوم نشان دهنده گزینه‌های مورد بررسی است. پس از مشخص شدن ساختار سلسله مراتبی، باید ماتریس‌های مقایسه زوجی براساس نظر شخص تصمیم گیرنده تعیین گردد. این عمل، برای اجزای در هر سطح به صورت جداگانه انجام می‌گیرد.

به طور کلی اگر تعداد گزینه‌ها و معیارها به ترتیب برابر m و n باشد، آنگاه ماتریس‌های مقایسه زوجی گزینه‌ها به صورت M^*M و ماتریس مقایسه زوجی معیارها یک ماتریس N^*N خواهد بود. اجزای ماتریس مقایسه زوجی با a_{ij} نشان داده می‌شود. در روش AHP فرض می‌گردد که $a_{ij}=1/a_{ji}$ می‌باشد. بنابراین واضح است در صورتی که $i=j$ باشد آن گاه $a_{ij}=1$ خواهد بود. در این تحقیق ماتریس‌های مقایسه زوجی به صورت زیر تعیین می‌گردد: [۴]

۱- ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌های خط انتقال براساس معیارهای فنی

۱-۱- ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها براساس معیارهای مهندسی

۱-۱-۱- ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها براساس معیارهای هیدرولیکی (بلنداء، افت و سرعت)

۱-۱-۲- ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها براساس معیارهای سازه ای (خم و بلوک‌های مهار، سازه‌های نگهدارنده)

۱-۱-۳- ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها براساس معیارهای اجرایی (صعب العبور بودن، برخورد با عوارض طبیعی و مصنوعی)

۱-۱-۴- ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها براساس معیارهای تجهیزات

۱-۱-۵- ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها براساس معیارهای حفاظتی

۱-۱-۶- ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها براساس معیارهای زمین شناسی (جنس زمین و خوردگی)

۲-۱- ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها براساس معیارهای اجتماعی و حقوقی

۲-۱-۱- ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها براساس معیارهای تملک اراضی

۲-۱-۲- ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها براساس معیارهای حریم

۲-۱-۳- ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها براساس معیارهای تعارضات اجتماعی

۲-۱-۴- ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها براساس معیارهای مسائل سیاسی اجتماعی

۲-۲- ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها براساس معیارهای اقتصادی

۲-۲-۱-۱- ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها براساس معیارهای هزینه‌های اولیه (پمپ و ایستگاه پمپاژ و خط لوله و مخزن)

۲-۲-۱-۲- ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها براساس معیارهای هزینه‌های اجرایی

۲-۲-۱-۳- ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها براساس معیارهای هزینه‌های بهره برداری

۲-۲-۱-۴- ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها براساس معیارهای هزینه‌های نگهداری (تعمیرات، حفاظت‌ها و بازرسی)

براساس پیشنهاد آقای ساعتی مقادیر عددی ارجحیت‌ها در مقایسات زوجی به صورت جدول ذیل می‌باشد.



جدول شماره (۱): جدول قضاوت های ارائه شده توسط ساعتی

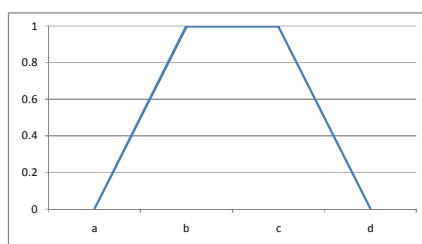
مقدار عددی	توضیحات	
۹	Extreme	کاملاً ارجح یا کاملاً مهم تر یا کاملاً مطلوب تر
۷	Very Strong	ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت خیلی قوی
۵	Strong	ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت قوی
۳	Moderate	کمی مرجح یا کمی مهمتر یا کمی مطلوبتر
۱	Equal	ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت یکسان
۲، ۴، ۶، ۸		ترجیحات بین فواصل فوق

این نکته قابل ذکر است که چنانچه $aij=5$ باشد، این بدین معنی نیست که گزینه i برابر گزینه j اهمیت دارد، بلکه براساس جدول فوق باید چنین استنباط نمود که $aij=5$ به این معنی است که ارجحیت گزینه i بر گزینه j قوی می باشد. در مرحله بعدی محاسبه وزن ها انجام می گیرد. برای این کار روش های مختلفی مانند حداقل مربعات، حداقل مربعات لگاریتمی، بردار ویژه و روش تقریبی وجود دارد. وزن ها در هر سطح برای وزن ها، وزن نسبی نامیده می شود. وزن نهایی هر گزینه با تلفیق وزن های نسبی بدست می آید. اولویت بندی گزینه ها با توجه به وزن نهایی آن ها انجام می گیرد و در نهایت میزان ناسازگاری سیستم محاسبه می گردد که بیانگر صحت وزن دهی داده می باشد. [۵]

به طور کلی مفهوم فازی بودن در روش AHP کلاسیک نیز به صورت غیر مستقیم و بدون استفاده از مجموعه های فازی مورد توجه قرار گرفته است. و در واقع این روش با استفاده از عبارات زبانی ارائه شده در جدول فوق، مفهوم فازی بودن در تعیین ماتریس های مقایسه زوجی دخالت داده می شود. [۱]

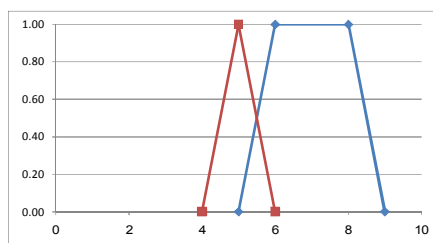
روش باکلی

روش AHP فازی ارائه شده توسط باکلی، شکل تعمیم یافته ای از روش AHP کلاسیک می باشد. در این روش برای مقایسه زوجی گزینه ها از اعداد فازی و برای به دست آوردن وزن ها و ارجحیت ها از روش میانگین هندسی استفاده می گردد. چرا که این روش به راحتی به حالت فازی قابل تعمیم می باشد و همچنین جواب یگانه ای برای ماتریس مقایسات زوجی تعیین می نماید. در این روش شخص تصمیم گیرنده می تواند مقایسات زوجی اجزای هر سطح را در قالب اعداد فازی دوزنقه ای بیان نماید. نحوه نشان دادن اعداد فازی دوزنقه ای در این روش با سایر روش ها متفاوت می باشد. عدد فازی دوزنقه ای به صورت (a,b,c,d) در شکل زیر نمایش داده شده است. [۶]



نمودار شماره (۱): نمایش یک عدد فازی

به عنوان مثال عدد فازی دوزنقه ای $(4,5,5,6)$ نشان دهنده ارجحیت در حدود ۵ به ۱ می باشد و عدد $(5,6,8,9)$ مشخص کننده ارجحیت بین در ۶ به ۱ تا در ۸ به ۱ می باشد که در شکل زیر نمایش داده شده است.



نمودار شماره (۲): مقایسه دو عدد فازی



برای تحلیل روش باکلی ابتدا به تعاریف اصلی که در حالت کلاسیک وجود دارد پرداخته می شود. در زیر ماتریس مقایسه زوجی نمایش داده شده است.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

میانگین هندسی هر یک از سطرها به وسیله رابطه زیر محاسبه می گردد.

$$z_i = \left[\prod_{j=1}^n a_{ij} \right]^{\frac{1}{n}}$$

حال وزن جزء i ام از رابطه زیر به دست می آید.

$$w_i = \frac{z_i}{(z_1 + z_2 + \dots + z_n)}, \quad \forall i$$

که در واقع w_i بیانگر وزن و اهمیت گزینه یا معیار i ام می باشد. حال برای تعمیم روش فوق به حالت فازی باید در تمام روابط بالا بجای استفاده از عملگرهای کلاسیک از عملگرهایی مانند جمع فازی، ضرب فازی، تبدیل اعداد به اعداد دوزنقه‌ای فازی و ... استفاده نمود. [۷]

به طور عمومی الگوریتم روش باکلی را می توان در غالب سه مرحله زیر بیان نمود: [۹]

الف - مرحله اول

در این مرحله ماتریس مقایسه زوجی توسط شخص تصمیم گیرنده مشخص می گردد. اجزای این ماتریس‌ها، اعداد فازی دوزنقه‌ای خواهند بود. چنانچه ارجحیت جزء i ام بر جزء j ام با $\tilde{a}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}, d_{ij})$ نشان داده شود در این صورت ارجحیت جزء j ام

$$\tilde{a}_{ji} = \left(\frac{1}{a_{ij}}, \frac{1}{b_{ij}}, \frac{1}{c_{ij}}, \frac{1}{d_{ij}} \right)$$

بر جزء i ام به صورت خواهد بود.

در صورتی که $i=j$ باشد می توان نوشت

$$\tilde{a}_{ij} = \tilde{a}_{ji} = (1,1,1,1)$$

ب - مرحله دوم:

در این مرحله وزن‌های فازی \tilde{w}_i محاسبه می گردد. برای این کار ابتدا میانگین هندسی هر سطر از ماتریس‌های مقایسات زوجی با استفاده از رابطه زیر تعیین می شود.

$$\tilde{z}_i = (\tilde{a}_{i1} \cdot \tilde{a}_{i2} \cdot \dots \cdot \tilde{a}_{in})^{\frac{1}{n}}$$

سپس وزن \tilde{w}_i فازی از رابطه زیر محاسبه می گردد. [۸]

$$\tilde{w}_i = \tilde{z}_i \cdot (\tilde{z}_1 \oplus \tilde{z}_2 \oplus \dots \oplus \tilde{z}_n)^{-1}$$

باید توجه داشت که تمام عملگرهای روابط بالا فازی می باشند. در صورتی که کران چپ و راست مجموعه فازی \tilde{a}_{ij} با استفاده از روابط زیر تعریف گردد

$$f_i(\alpha) = \left[\prod_{j=1}^n ((b_{ij} - a_{ij})\alpha + a_{ij}) \right]^{\frac{1}{n}} \quad \alpha \in [0,1]$$



$$g_i(\alpha) = \left[\prod_{j=1}^n ((c_{ij} - d_{ij})\alpha + b_{ij}) \right]^{\frac{1}{n}} \quad \alpha \in [0,1]$$

در اینصورت می توان a_i و a را با روابط زیر محاسبه نمود

$$a_i = \left[\prod_{j=1}^n a_{ij} \right]^{\frac{1}{n}}$$

$$a = \sum_{i=1}^m a_i$$

همچنین به صورت مشابه می توان b ، b_i و b ، b_i و b را نیز محاسبه کرد و بدین ترتیب وزن \tilde{w}_i فازی از رابطه زیر محاسبه خواهد شد.

$$\tilde{w}_i = \left(\frac{a_i}{d}, \frac{b_i}{c}, \frac{c_i}{b}, \frac{d_i}{a} \right)$$

با استفاده از روابط بالا می توان تابع $\mu_{\tilde{w}_i}(x)$ عضویت را به صورت زیر تعریف نمود

$$\mu_{\tilde{w}_i}(x) = \begin{cases} 0 & \text{if } x \leq (a_i/d) \text{ or } x \geq (d_i/a) \\ 1 & \text{if } (b_i/c) \leq x \leq (c_i/b) \\ \alpha \in [0,1] & \text{if } (a_i/d) \leq x \leq (b_i/c) \\ \alpha \in [0,1] & \text{if } (c_i/b) \leq x \leq (d_i/a) \end{cases}$$

زمانی که $(a_i/d) \leq x \leq (b_i/c)$ باشد x از رابطه زیر محاسبه می شود.

$$x = \frac{f_i(\alpha)}{g(\alpha)}$$

همچنین زمانی که $(c_i/b) \leq x \leq (d_i/a)$ باشد x از رابطه زیر تعیین می گردد.

$$x = \frac{g_i(\alpha)}{f(\alpha)}$$

به طوریکه

$$f(\alpha) = \sum_{i=1}^m f_i(\alpha) \quad g(\alpha) = \sum_{i=1}^m g_i(\alpha)$$

به طریق مشابه این مرحله برای تمام مقادیر i و j تکرار و تمام ارجحیت های فازی \tilde{r}_{ij} ها محاسبه می شود.

ج-مرحله سوم:

در این مرحله با ترکیب ارجحیت ها و وزن های به دست آمده در گام قبل، مقادیر مطلوبیت فازی \tilde{U}_i با استفاده از رابطه زیر محاسبه می گردد.

$$\tilde{U}_i = \sum_{j=1}^n \tilde{w}_j \tilde{r}_{ij}$$



البته باید توجه داشت که در روابط فوق تمامی جمع و ضربها بر اساس تعاریف فازی بوده و نباید آن را با جمع و ضرب کلاسیک اشتباه نمود. [۱۰]
مطالعه موردی:

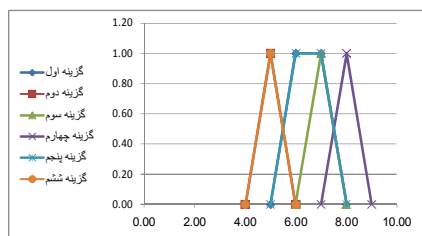
نرم افزار محاسبه گر:

در راستای محاسبه گزینه برتر توسط منطق فازی اقدام به برنامه نویسی در محیط نرم افزار اکسل (Excel) گردید. استفاده از مجموعه VB در محیط اکسل موجب امکان استفاده همزمان از قابلیت های دو محیط اکسل و VB می گردد. این نرم افزار امکان بررسی ۲۵۶ گزینه که هر کدام قادر به درک ۲۵۶ معیار می باشد را دارا بوده است. البته در مسیرهای خط انتقال تعداد معیارها و همچنین گزینهها بسیار محدود بوده است ولی چون هدف از برنامه نویسی این برنامه ایجاد برنامه ای نسبتا جامع بوده است سعی شده تا حد امکان قابلیت های این برنامه افزایش پیدا کند.

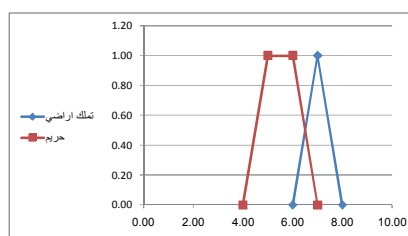
مطالعه موردی

روستای سیاهپوش در ۱۰۵ کیلومتری شمال غربی قزوین و در جنوب دریاچه سد منجیل واقع شده است. تنها منبع آب کشاورزی روستا، رودخانه سنگان است. این رودخانه نیز در سالهای اخیر به دلیل کاهش نزولات جوی و افزایش مصرف آب روستاهای بالادست (در نتیجه توسعه کشت) در بازه روستا در فصل تابستان خشک می شود. از این رو اهالی با مشکل کمبود آب مواجه هستند و در جهت تلاش برای آبیاری اقدام به حفر چند حلقه چاه دستی در کنار رودخانه نموده اند که کمبود آب منطقه را جبران نمی نماید. در راستای افزایش سطح زیر کشت محصولات کشاورزی و ایجاد منبع آبی مطمئن سازمان آب منطقه ای قزوین اقدام به حفر دو حلقه چاه در مسیر رودخانه شاهرود در ۱۰ کیلومتری روستای سیاهپوش کرده است. [۱۱] هدف از انجام این مطالعات انتقال آب از چاه های مذکور به بالادست اراضی سیاهپوش می باشد. به منظور دستیابی به اهداف بالا با بررسی های میدانی شش مسیر انتقال به عنوان مسیرهای برگزیده جهت انتقال آب انتخاب گردید که سه عدد از این مسیرها از کنار دریاچه سد سفید رود تعدادی از کنار جاده دسترسی روستای سیاهپوش و سه عدد دیگر در مسیر جاده خاکی اراضی سیاهپوش بوده است.

از میان معیارهای مختلف معیار های زیر به عنوان معیارهای اصلی انتخاب گزینه برتر انتخاب گردید و با ایجاد اعداد فازی برای هرگزینه و هر معیار اقدام به غربال و انتخاب گزینه برتر گردید.
معیارهای منتخب انتقال آب به اراضی سیاهپوش
معیارهای هیدرولیکی (بلندای کمتر، افت کمتر و سرعت مناسب تر)
معیارهای سازه ای (خم کمتر و بلوک های مهاری کمتر، سازه های نگهدارنده کمتر)
معیارهای اجرایی (صعب العبور بودن، موانع طبیعی و مصنوعی کمتر)
معیار تملک اراضی
معیار حریم
معیارهای هزینه های اولیه (پمپ و ایستگاه پمپاژ و خط لوله و مخزن)
معیارهای هزینه های اجرایی
معیارهای هزینه های بهره برداری
سپس با تبدیل تمامی پارامترهای کمی و کیفی به اعداد فازی اقدام به بررسی و انتخاب گزینه برتر گردید.
در نمودار شماره ۳ معیار هیدرولیکی در گزینه های مختلف و در نمودار شماره ۴ معیارهای تملک اراضی و حریم به صورت فازی با یکدیگر مقایسه شده اند.



نمودار شماره (۴): مقایسه معیارهای تملک اراضی و حریم

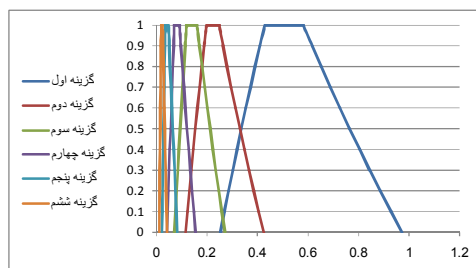


نمودار شماره (۳): مقایسه دو عدد فازی معیار هیدرولیکی در گزینه های مختلف



نتیجه گیری

با ترکیب تمام گزینه‌ها نمودار شماره ۵ ایجاد می‌گردد که بیانگر گزینه برتر می‌باشد. با بررسی این نمودار به خوبی مشخص می‌گردد که در صورتی که شرایط به صورت معمولی بررسی شود گزینه برتر گزینه اول می‌باشد اما در صورتی که گزینه اول دچار ۸۰ درصد بدشانسی و گزینه دوم با ۸۰ درصد خوش شانسی روبرو گردد گزینه دوم گزینه برتر خواهد بود.



نمودار شماره (۵): مقایسه گزینه‌های مختلف

پیشنهادات

به طور کلی با بررسی‌های انجام شده می‌توان نتیجه گرفت که در استفاده از احتمالات و اصل عدم قطعیت در برآورد پروژه‌ها و انتخاب گزینه برتر می‌تواند نگاهی واقع‌بینانه‌تر به مدیران و کارشناسان دهد و استفاده از منطق فازی می‌تواند راهگشای آینده کشور باشد همچنین می‌توان با ایجاد استاندارد گزینه‌یابی در پروژه‌ها با استفاده از روش‌های پیشرفته و نظرات کارشناسان مختلف دستورالعملی جامع در گزینه‌یابی پروژه‌های مختلف ارائه نمود.

مراجع

۱. کوزه‌پزان دزفولی، امین. (۱۳۸۴). اصول تئوری مجموعه‌های فازی و کاربردهای آن در مدلسازی مسایل مهندسی آب. انتشارات جهاد

دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر

2. Zimmermann, H.J. (1987). Fuzzy sets decision-making and expert systems, Boston Pordrecht Lanchester.

3. Ross, T.J. (1995). Fuzzy logic with engineering Applications. McGraw Hill inc. USA.

۴. قدسی پور، حسن. (۱۳۸۱). فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) چاپ سوم. انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر

5. Laarhouen, P.J.M. and W, pedych. (1983). A fuzzy extension of saaty's priority theory. Fuzzy sets and systems, vol. 11, no. 3, pp. 229-241.

6. Buckley, JJ. (1985). Fuzzy hierarchical analysis Fuzzy sets and systems, vol. 17, no. 3, pp. 233-247.

7. Bonissone, PP. and K.S Decker (1986). Selecting uncertainly calculi and granularity: An experiment in trading off precision and complexity. In kanal and lemmer. 217-247

8. Bonissone PP. (1982). A fuzzy set based linguistic approach: theory and applications, in approximate reasoning in decision analysis. Gupta, MM and Sanchez (Eds). North-Holland pp329-339

9. Buckley, JJ. Hayashi. (1994). can fuzzy neural nets approximate continuous fuzzy functions? fuzzy sets and systems, no. 1 pp.43-52

10. Rafik, A, Guliaz, M. (1993). fuzzy sets theory and its Applications, Tabriz university

۱۱. مهندسین مشاور پایندآب توان. (۱۳۸۶). مطالعات مرحله دوم پمپاژ از رودخانه شاهرود به اراضی منطقه سیاهپوش (طارم سفلی). نشریه

شماره ۸۰. سازمان آب منطقه‌ای قزوین.