علوم و تکنولوژی محیط زیست ، دوره شانزدهم، شماره دو ، تابستان ۹۳

ارزیابی راهبردهای بیابان‌زدایی با کاربرد مدل تحلیلی سلسله مراتبی فازی(FAHP) مطالعه موردی منطقه خضرآباد یزد

محمد حسن صادقی روش [1*]

m.sadeghiravesh@tiau.ac.ir

حسن خسروی [2]

تاریخ دریافت:۹۲/۵/۹ **تاریخ پذیرش:۹۲/۱۰/۱۷**

چکیده

به منظور بالا رفتن بازدهی طرح‌های کنترل، احیا و بازسازی اراضی تخریب یافته و جلوگیری از اتلاف سرمایه های محدود، همواره در طرح های بیابان‌زدایی، خلأ روشی که بتواند معیارها و راهکارهای مختلف را در نظر بگیرد و از آن میان بر مبنای ساختاری سیستماتیک و دیدگاه گروهی، راه‌حل‌های بهینه را ارایه دهد، مشهود بوده است. همواره مشاهده می‌شود که راهبردهای ارایه شده بر مبنای نظر کارشناس و به صورت بخشی و غیر سیستماتیک و غیر همه جانبه نگر بوده است و سابقه‌ای در به کارگیری مدل‌های نظام‌مند، از جمله مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (MADM) در زمینه بیابان‌زدایی وجود ندارد. لذا در این پژوهش سعی شد از مدل سیستماتیک فرایند تحلیلی سلسله مراتبی فازی (FAHP)، به منظور ارایه راهکارهای بهینه در بیابان‌زدایی استفاده شود.

در این پژوهش از روش دلفی فازی(Fuzzy Delphi) و به طریقه مقایسات زوجی(Pire Wise) نظرات متخصصان نسبت به ارجحیت و اولویت معیارها و راهبردها، ارزیابی شد. سپس با تشکیل ماتریس تصمیم گیری فازی و از طریق مدل FAHP اولویت نهایی راهبردها به دست آمد. این مدل به منظور ارزیابی کارایی در ارایه راهبردهای بهینه، در منطقه خضرآباد یزد مورد استفاده قرار گرفت. بر مبنای نتایج حاصل، راهبرد تعدیل در برداشت از منابع آب زیرزمینی با میانگین وزنی۹۳٪ به عنوان مهم‌ترین راهبرد بیابان‌زدایی در منطقه تشخیص داده شد و سایر راهبردها نقش موثری در کنترل بیابان‌زایی در منطقه ندارند.

واژه های کلیدی: بیابان‌زدایی، تصمیم گیری چند معیاره، خضرآباد، فرایند تحلیلی سلسله مراتبی فازی، مقایسه زوجی.

۱- استادیارگروه محیط زیست، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان*(مسئول مکاتبات)

۲- استادیارگروه بیابان‌زدایی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

با توجه به اهمیت روزافزون مسئله بیابان‌زایی و پیچیدگی این فرایند که در اثر بر هم کنش‌های متغیرهای مختلفی در طی زمان حاصل می شود، لزوم پرداختن به راهکارهای بهینه به منظور جلوگیری از بیابانی شدن، یا احیا و ترمیم مناطق تخریب یافته، ضروری به نظر می‌رسد. تا ضمن جلوگیری از هدر رفتن سرمایه‌های محدود، بازدهی طرح‌های کنترل، احیا و بازسازی عرصه های طبیعی افزایش یابد.

با مطالعه منابع تحقیقاتی، مشخص شد که تاکنون راهکارهای ارایه شده جهت رفع این مسئله، بخشی و غیر همه‌جانبه‌نگر بوده و هیچ گونه سابقه‌ای در بکارگیری مدل‌های نظام‌مند وجود ندارد و تنها پژوهش صورت گرفته در بکارگیری روش‌های تصمیم گیری چند معیاره (Multi Attribute Decision Making) در مسایل مربوط به مدیریت مناطق بیابانی مقاله" کاربرد فرایند تحلیلی سلسله مراتبی(Analyzes Hierarchy Process) در ارزیابی راهبردهای بیابان‌زدایی" (۱) می‌باشد. بنابراین لزوم پرداختن به روش‌هایی که بتواند راه‌حل‌های بهینه را بر مبنای منطق و اصول قوی و مبانی نظری مستدل ارایه دهد در حوزه مدیریت مناطق بیابانی ضروری به نظر می‌رسد.

مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه از جمله مدل AHP توانایی فرموله کردن مسایل را به صورت سلسله مراتبی دارد، همچنین امکان در نظرگرفتن معیارهای مختلف کمی وکیفی موثر در ارایه راهبردهای پیشنهادی را فراهم می‌آورد، گزینه‌های مختلف را در تصمیم‌گیری دخالت داده و در عین حال متناسب با تغییرات عوامل موثر درآینده، انعطاف‌پذیر است. علاوه براین بر مبنای مقایسه زوجی بنا نهاده شده که قضاوت و محاسبات را تسهیل می‌نماید. در انتخاب راهبردها از مشارکت گروهی نظام-مند استفاده می‌کند و از یک مبنای نظری قوی شکل گرفته که بر اساس اصول بدیهی پایه گذاری شده است (۲ و ۳). همچنین از آن‌جا که پدیده‌های واقعی همواره فازی، نادقیق و مبهم هستند و زمانی که نیاز به پیروی از رفتار انسانی وجود دارد (فرایند تصمیم‌گیری) منطق فازی به صورت واقعی‌تر و نزدیک‌تر به رفتار انسانی است (۴ و ۵)، لذا به منظور دستیابی به هدف ارایه راهبرد بهینه در این پژوهش در چارچوب مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه، روش تحلیلی سلسله مراتبی فازی(Fuzzy Analyzes Hierarchy Process) مد نظر قرار گرفت. این روش اولین بار توسط Laarhoven (۱۹۸۳) بر اساس روش حداقل مجذورات لگاریتمی ارایه شد (۴، ۶ و ۷)، تعداد محاسبات و پیچیدگی مراحل این روش باعث شد که چندان مورد استفاده قرار نگیرد. Chang (۱۹۹۵) روش تحلیلی توسعه‌ای (Extent Analysis Method) را ارایه و از اعداد مثلثی فازی در این روش استفاده کرد (۷ و ۸). این روش با منطق قوی و مستدلی که داشت به سرعت در حوزه-های مختلف علوم توسعه یافت. از پژوهش‌های انجام شده در زمینه کاربرد FAHP می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد، ارزیابی طرح‌های مدیریت آب (۹)، تصمیم‌گیری‌های بحرانی در توسعه محصولات جدید (۱۰)، سیستم‌های صنعتی انعطاف‌پذیر(۱۱)، مدیریت ایمنی در تولید(۱۲)، انتخاب سیستم‌های برنامه‌ریزی منابع(۱۳)، ارزیابی عوامل مطلوب در تجارت الکترونیک (۱۴)، انتخاب کارکنان(۱۵ و ۱۶) و ارزیابی منابع انرژی(۵).

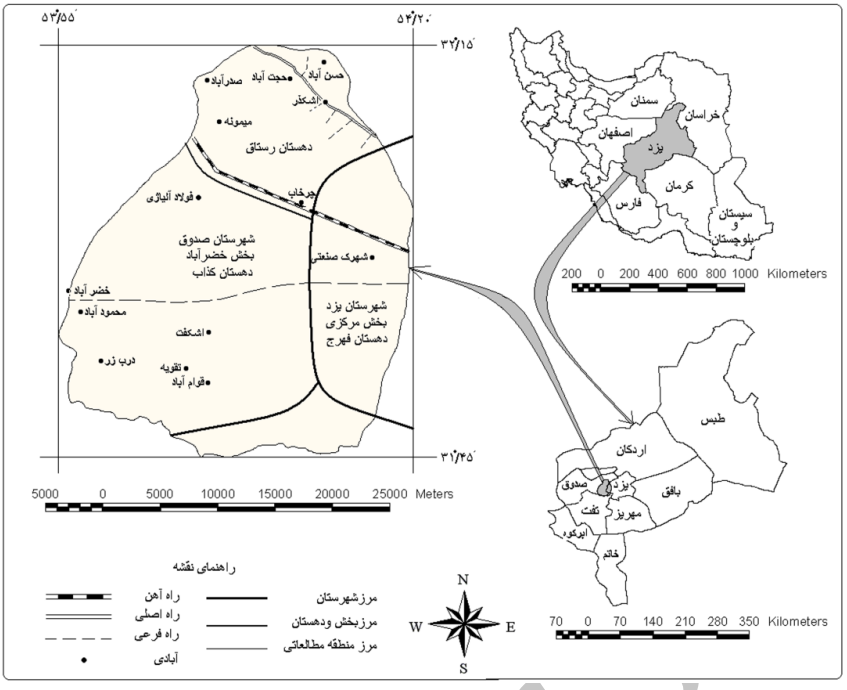
روش بررسی

منطقه مورد مطالعه

منطقه خضرآباد با وسعتی معادل ۷۸۱۸۰ هکتار در ۱۰ کیلومتری غرب شهر یزد در موقعیت جغرافیایی َ۵۵، ْ۵۳ تا َ۲۰، ْ۵۴ طول شرقی و َ ۴۵، ْ۳۱ تا َ ۱۵، ْ۳۲ عرض شمالی قرار گرفته است (شکل۱) و از نظر اقلیمی در شرایط خشک و سرد بیابانی طبقه‌بندی می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- موقعیت منطقه خضرآباد

۱۲۹۳۰ هکتار (۱۶/۵٪) از اراضی منطقه را تپه ها و پهنه‌های ماسه‌ای شکل داده که ارگ بزرگ اشکذر با وسعتی معادل ۸۹۲۳ هکتار در شمال منطقه با انواع رخساره های تخریبی و فرسایشی به چشم می‌خورد. در عین حال از کل اراضی زراعی منطقه ۱۹۹۵ هکتار (۲۶/۵٪) را اراضی مخروبه حاصل از عملیات انسانی و فرایند های طبیعی تشکیل داده است که نشان دهنده وضعیت کاملاً خاص از نظرگاه بیابان‌زایی در منطقه و بیان کننده لزوم پرداختن به راه‌حل‌های بیابان‌زدایی در این حوزه است. بدین منظور از منطق فازی در چارچوب مدل تحلیلی سلسله مراتبی که از مهم‌ترین و جامع‌ترین روشهای تصمیم‌گیری چند معیاره می‌باشد، جهت ارایه راه‌حل-های بهینه بیابان‌زدایی استفاده شد. ساختار این مدل از سه سطح هدف، معیارها و راهبردها شکل یافته است که دو سطح معیارها و راهبردها به منظور دستیابی به هدف، حایز اهمیت هستند.

مراحل بکار گیری روش FAHP به منظور ارزیابی راهبردهای بیابان‌زدایی به این ترتیب است:

- انتخاب معیارها و راهبردها و ترسیم درخت سلسله مراتب تصمیم‌گیری

با توجه به فرایند پیچیده بیابان‌زایی که در اثر بر هم کنش‌های متغییرهای مختلفی حاصل می‌شود. معیارها و راهبردهای مختلفی نیز از نظر متخصصان در هرمنطقه مطرح می‌شود. از آن‌جا که در استقرار یک ساختار سلسله مراتبی به منظور کاهش ناسازگاری مقایسات می‌بایستی تعداد عناصر در هر سطح ۲±۷ باشد (۱۷)، لذا به منظور شناخت معیارها و راهبردهای مهم و اولویت دار از نظر گروه و تشکیل نمودار سلسله مراتبی از روش دلفی استفاده شد. (۱۸) بدین منظور پرسشنامه‌ای در بین متخصصان آشنا به منطقه مطالعاتی توزیع و از آنان خواسته شد که اهمیت و اولویت هر معیار یا راهبرد را در مقیاس ۱ تا ۹ (جدول ۱) برآورد کنند. در ادامه، نتایج حاصل میانگین‌گیری و دوباره در میان جامعه آماری اولیه توزیع شد. و از آن‌ها خواسته شد که با توجه به انحرافات پاسخ‌های اولیه‌شان از میانگین، تغییرات نهایی را بر روی ارزش‌های مورد نظرشان اعمال کنند. در نهایت با به دست آوردن میانگین امتیازات داده شده به هر معیار یا راهبرد، مواردی که دارای امتیازات کمتر از ۷ بود ($\overline{X}$ <۷) حذف و معیارها و راهبردهای باقی مانده($\overline{X}$ ≥۷) جهت ترسیم نمودار سلسله مراتبی

Archive of SID

www.SID.ir

تصمیم‌گیری در سه سطح به ترتیب هدف، معیارها و راهبردها، به کار رفت (شکل ۲) (۱۹ و ۲۰).

جدول ۱- درجه اهمیت و ارجحیت (مقیاس زوجی) ۹ گانه ساعتی

امتیاز	درجه اهمیت	درجه ارجحیت درمقایسه زوجی
۱	بدون اهمیت	ترجیح یکسان
۲	بسیارکم اهمیت	یکسان یا نسبتاً مرجح
۳	کم اهمیت	نسبتاً مرجح
۴	نسبتاً کم اهمیت	نسبتاً تا قویاً مرجح
۵	اهمیت متوسط	قویاً مرجح
۶	اهمیت نسبتاً زیاد	قویاً تا بسیار قوی مرجح
۷	اهمیت زیاد	ترجیح بسیار قوی
۸	اهمیت بسیار زیاد	بسیار تا بی اندازه مرجح
۹	اهمیت درحدعالی	بی اندازه مرجح

- محاسبه وزن نسبی معیارها و راهبردها از روش دلفی فازی و تشکیل ماتریس مقایسات زوجی گروهی

در ادامه به منظور دستیابی به وزن نسبی، با استفاده از روش دلفی فازی، پرسشنامه دوم تحت عنوان" پرسشنامه مقایسات زوجی" شکل گرفت و از متخصصان خواسته شد که معیارها و راهبردهای مهم حاصل از نتایج پرسشنامه اول را به ترتیب از نظر اهمیت نسبت به هدف و اولویت نسبت به تک تک معیارها با سه عدد کمینه، محتمل و بیشینه (اعداد مثلثی فازی)(روابط۱و۲ و شکل ۲) بر مبنای درجه ارجحیت ۹ گانه Saaty (جدول۱) مورد مقایسات زوجی قرار دهند. بدین ترتیب ماتریس مقایسات زوجی فازی هر متخصص در زمینه اهمیت معیارها و اولویت راهبردها بر مبنای شکل کلی ماتریس مقایسه زوجی در AHP شکل گرفت (۴ و ۲۱).

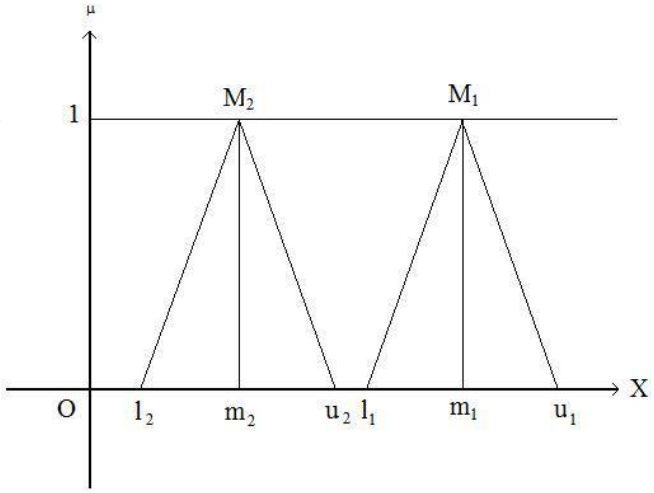
$$\tilde{a}^{t}_{ij}=\left(l^{t}_{ij},m^{t}_{ij},u^{t}_{ij}\right),\quad i,j=1,2,\ldots n_k,\quad t=1,2\ldots \qquad (۱)$$

$$\tilde{a}^{t}_{ji}=\left(\frac{1}{u^{t}_{ij},m^{t}_{ij},l^{t}_{ij}}\right),\quad i,j=1,2,\ldots n_k,\quad t=1,2\ldots \qquad (۲)$$

در این رابطه $\tilde{a}^{t}_{ij}$ مؤلفه فازی مربوط به شخص t ام برای مقایسه i با j است.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲- نمایش دو عدد فازی مثلثی

درادامه با استفاده ازروش میانگین هندسی، و با فرض یکسان بودن رأی تمام افراد پرسش شونده ، از رابطه ۳، اقدام به تلفیق ماتریس مقایسات زوجی فازی هر متخصص و تشکیل ماتریس مقایسات زوجی ازنظرگروه شد.

$$M^{k}_{ij}=\frac{1}{T}\left(\tilde{a}^{1}_{ij}+\tilde{a}^{2}_{ij}+\cdots+\tilde{a}^{T}_{ij}\right) \qquad (۳)$$

در این رابطه M^{k}_{ij} مؤلفه فازی مربوط به گروه kام برای مقایسه i با j است. بنا براین M^{k}_{ij} (میانگین هندسی) برای تمامی مؤلفه‌های فازی متناظر از رابطه ۳ به دست می‌آید (۳).

$$\tilde{S}_{k}=\sum_{j=1}^{n}M^{k}_{kj}\left[\sum_{i=1}^{n_k}\sum_{j=1}^{n_k}M^{k}_{ij}\right]^{-1},\quad i=1,2,\ldots,n_k \qquad (۴)$$

در این رابطه k بیانگر شماره سطر و i و j به ترتیب نشان دهنده راهبردها یا معیارها می‌باشد.

$$\begin{cases} m_1 \geq m_2, & j=1,2,\ldots,n_k,\quad j\neq i \\ \text{Otherwise}, & j=1,2,\ldots,n_k,\quad j\neq i \end{cases} \qquad (۵)$$

بعد از تشکیل ماتریس مقایسات زوجی گروهی فازی، به منظور اعمال نظرات نهایی متخصصان، ماتریس یاد شده در بین جامعه آماری توزیع و از آن‌ها خواسته شد که با توجه به انحرافات پاسخ هایشان ازمیانگین، تغییرات نهایی را برروی ارزش‌های مورد نظرشان اعمال کنند، درنهایت با به دست آوردن میانگین هندسی امتیازات داده شده (رابطه۳) ماتریس‌های نهایی مقایسات زوجی گروهی حاصل شد (جدول۲).

جدول ۲- ماتریس مقایسه زوجی فازی

$$\begin{vmatrix} M^{k}_{11} & M^{k}_{12} & \cdots\cdots & M^{k}_{1n_{k-1}} \\ M^{k}_{21} & M^{k}_{22} & \cdots\cdots & M^{k}_{2n_{k-1}} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ M^{k}_{n_k 1} & M^{k}_{n_k 2} & \cdots\cdots & M^{k}_{n_k n_{k-1}} \end{vmatrix}$$

- محاسبه ارزش $\tilde{S}_k$ یا اعداد فازی مثلثی ترکیبی(STFN) برای هر سطر ماتریس مقایسات زوجی فازی از رابطه ۴

- محاسبه درجه بزرگی ارزش $\tilde{S}_k$ هر سطر ماتریس مقایسات زوجی گروهی نسبت به هم از رابطه ۵

$$\begin{cases} V\left(\tilde{S}^{k}_{ij}\geq\tilde{S}^{k}_{j}\right)=1, \\ V\left(\tilde{S}^{k}_{ij}\geq\tilde{S}^{k}_{j}\right)=\dfrac{u_1-l_2}{(u_1-l_2)+(m_2-m_1)} \end{cases}$$

Archive of SID

www.SID.ir

- محاسبه درجه بزرگی هر عدد فازی مثلثی ترکیبی از K عدد مثلثی فازی ترکیبی دیگر از رابطه ۶

$$P^{K}{}_{ih}\left(A^{k}{}_{i}\right)=\min V\left(\tilde{S}^{k}{}_{i}\geq\tilde{S}^{k}{}_{j}\right),\quad i=1,2,\ldots,n_{k} \qquad (۶)$$

در این رابطه $A^{k}{}_{i}$ بیانگر معیار یا راهبرد iام از جدول ماتریس مقایسات زوجی فازی kام می باشد.

اعداد حاصل از این فرایند بیانگر اوزان غیر بهنجارشده معیارها یا راهبردهای ماتریس مقایسات زوجی ارجحیت معیارها و اولویت راهبردها می‌شد.

- نرمالیزه کردن اوزان نابهنجار معیارها و راهبردها از رابطه ۷ و دستیابی به ارجحیت و اولویت معیارها و راهبردها از نظر گروه(رابطه۸)

$$P^{K}{}_{h}=\frac{P^{K}{}_{ih}\left(A^{k}{}_{i}\right)}{\sum_{i=1}^{k}P^{K}{}_{ih}\left(A^{k}{}_{i}\right)}\quad i=1,2,\ldots,n_{k} \qquad (۷)$$

$$P^{K}{}_{h}=P^{K}{}_{1h},P^{K}{}_{2h},\ldots,P^{K}{}_{n_{k}h} \qquad (۸)$$

این رابطه بیانگر ارجحیت یا اولویت هر معیار یا راهبرد از ماتریس مقایسات زوجی فازی kام نسبت به معیار یا هدف سطوح بالاتر سلسله مراتب تصمیم‌گیری است. بنابراین ارجحیت معیارها نسبت به هدف(راهبرد بهینه بیابان‌زدایی) را می توان به صورت رابطه ۹ نمایش داد.

$$c^{K-1}=\left(c^{K-1}{}_{1},c^{K-1}{}_{2},\ldots,c^{K-1}{}_{n_{k-1}}\right) \qquad (۹)$$

در این رابطه ارجحیت(وزن نسبی) هر معیار(C) نسبت به هدف که در سطح بالاتر(K-1) قرار گرفته بیان می شود

اولویت هر راهبرد(A) نسبت به هر معیار(C) که در سطوح بالاتر(K) از راهبردها واقع شده به صورت رابطه ۱۰ نمایش داده می شود.

$$a^{K}{}_{ij}=\left(a^{K}{}_{1h},a^{K}{}_{2h},\ldots,a^{K}{}_{n_{k}h}\right)^{T} \qquad (۱۰)$$

- تشکیل ماتریس تصمیم گیری فازی

بر مبنای شکل کلی ماتریس تصمیم گیری در AHP و با توجه به روابط ۹ و ۱۰ ماتریس تصمیم گیری فازی به منظور تعیین اوزان نهایی راهبردها(P_i^k) شکل گرفت (جدول۳).

جدول ۳- ماتریس تصمیم گیری در FAHP

	Criterion				
A_i^k	$c^{K-1}{}_1$	$c^{K-1}{}_2$	----------	$c^{K-1}{}_{N_{K-1}}$	P_i^k
A^1	$a^k{}_{11}$	$a^k{}_{12}$	----------	$a^k{}_{1nk-1}$	p^1
A^2	$a^k{}_{21}$	$a^k{}_{22}$	----------	$a^k{}_{2nk-1}$	p^2
:	:	:	:	:	:
A^k	$a^k{}_{nk1}$	$a^k{}_{nk2}$	----------	$a^k{}_{nknk-1}$	P^k

- ادغام اوزان نسبی ارجحیت و اولویت معیارها و راهبردها از روش میانگین موزون (رابطه۹) و برآورد ضریب اولویت راهبردها بر مبنای مجموعه معیارها از نظر گروه

$$P_i^{K}=\sum_{j=1}^{n_{k-1}}a^{k}{}_{ij}c^{k-1}{}_{j} \qquad (۱۱)$$

بر این مبنا راهبردی که بیشترین ضریب اولویت را داشته باشد به عنوان بهترین راهبرد ارزیابی می شود و به همین ترتیب سایر راهبردها اولویت بندی می شود.

یافته‌ها

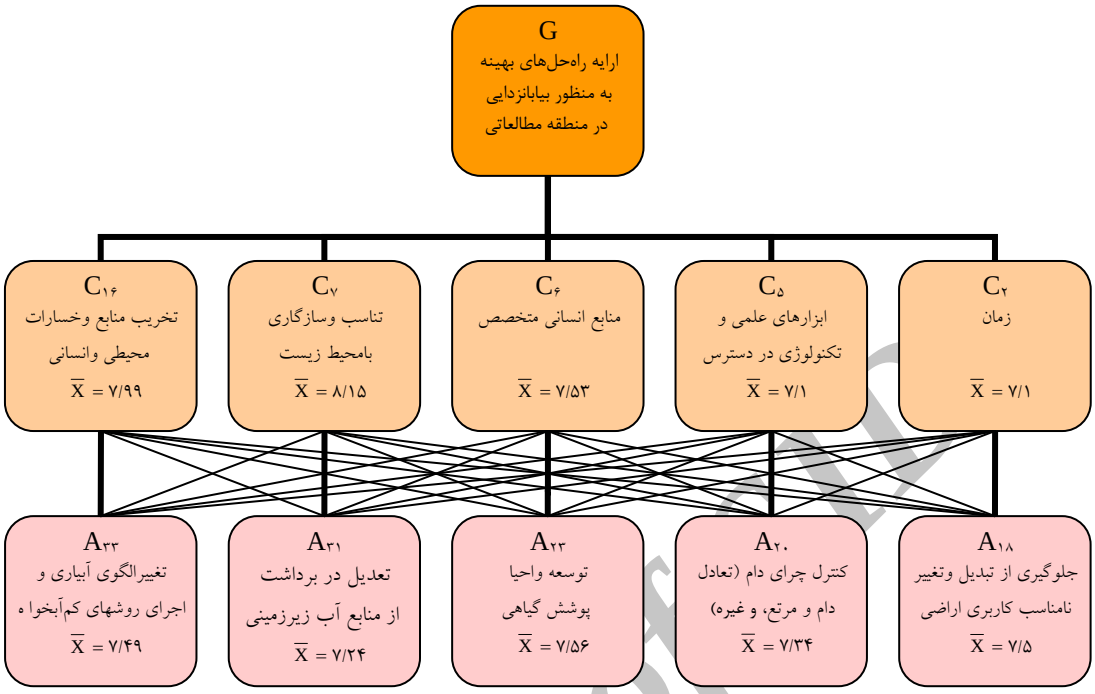
در فرایند ارزیابی راهبردهای بیابان‌زدایی در منطقه مطالعاتی ،ابتدا به به منظور شناخت معیارها و راهبردهای مهم و اولویت دار از نظر گروه از میان مجموع معیارها و راهبردهای پیشنهادی، از روش دلفی و تهیه پرسشنامه استفاده شد و از میان ۱۶ معیار و۴۰ راهبرد نهایی نظرخواهی شده به منظور بیابان‌زدایی، راهبردها و معیار های مهم و اولویت دار از نظر گروه انتخاب و به منظور ترسیم نمودار سلسله مراتب تصمیم

Archive of SID

www.SID.ir

گیری (شکل۳) و تهیه پرسشنامه مقایسات زوجی فازی در نظر

گرفته شدند. (جداول۴ ،۵ و۶)



شکل۳- نمودار سلسله مراتب تصمیم گیری به منظور انجام مقایسات زوجی فازی در منطقه مطالعاتی

جدول ۴- راهبردهای پیشنهادی به منظور بیابان‌زدایی منطقه خضرآباد یزد

- اصلاح، ایجاد وتقویت زیرساخت‌های اقتصادی – اجتماعی مناطق حاشیه‌ای	$A_{۲۲}$- جلوگیری از بوته‌کنی و قطع اشجار
$A_{۱}$ - کاهش نرخ رشد جمعیت	$A_{۲۳}$ - توسعه و احیای پوشش گیاهی
$A_{۲}$ - فقر زدایی	$A_{۲۴}$ - حفاظت از تاغ زارها (جوان سازی و زاد آوری تاغ ها)
$A_{۳}$ - ایجاد و تقویت سازمان‌های روستایی	**- حفاظت خاک**
$A_{۴}$ - افزایش اشتغال	$A_{۲۵}$ - حفاظت از سطوح سنگریزه ای در منطقه (رگ)
$A_{۵}$ - افزایش مشارکت مردمی و حمایت ازNGO ها	$A_{۲۶}$ - جلوگیری و کاهش تردد ماشین الات سنگین کشاورزی و صنعتی
$A_{۶}$ – به کارگیری نیروهای بومی و تکنولوژی محلی در طرحها (دانش بومی)	$A_{۲۷}$ - ایجاد بادشکن‌های زنده و غیرزنده دارای کاربری حفاظت خاک
$A_{۷}$ - آموزش مردم در بکارگیری روش‌های جدید و استفاده ازدانش روز جهت کاربرد بهینه منابع	$A_{۲۸}$ - اصلاح بافت خاک
$A_{۸}$ - تصویب،تقویت واجرای قوانین وتناسب جرم با مجازات	**- توسعه کشاورزی پایدار**
$A_{۹}$ - تأ مین نیازهای ساکنان بومی	$A_{۲۹}$ - اصلاح روش‌های تناوب زراعی و آیش
$A_{۱۰}$ - تعدیل الگوهای مصرف ناپایدار و تغییر و اصلاح شیوه های معیشتی مردم	$A_{۳۰}$ - اصلاح روش‌های شخم زنی، کوددهی، سمپاشی
$A_{۱۱}$ - توجه به نقش زنان و جوانان در بیابان‌زدایی	**- توسعه و مدیریت پایدار منابع آب (آبخوانداری)**
$A_{۱۲}$ – سازمان‌دهی نواحی شهری و جلوگیری از مهاجرت	$A_{۳۱}$- تعدیل در برداشت از منابع آب زیرزمینی
	$A_{۳۲}$- کاهش مصرف آب (مصرف بهینه آب در مزارع)
	$A_{۳۳}$ - تغییردر الگوی آبیاری و اجرای روشهای کم آبخواه

Archive of SID

www.SID.ir

$A_{۱۳}$ - ایجاد هماهنگی بین ادارات و سازمان‌های مسئول در امر بیابان‌زدایی و حفاظت محیط زیست

$A_{۱۴}$- بالا بردن نرخ باسوادی

$A_{۱۵}$- توسعه طبیعت‌گردی بیابانی

$A_{۱۶}$- استفاده چند منظوره از بیابان به جای استفاده موردی

$A_{۱۷}$ - سپردن مسئله بیابان‌زدایی به بخش خصوصی

$A_{۱۸}$ - جلوگیری از تبدیل و تغییر نامناسب کاربری اراضی

$A_{۱۹}$ - تهیه نقشه آمایش سرزمین و تعیین محدوده‌های بیابانی و حواشی کویرها و بیابان‌ها

- حفاظت از پوشش گیاهی

$A_{۲۰}$ - کنترل چرای دام (تعادل دام و مرتع، تناسب نوع دام، جلوگیری از چرای خاج از فصل و غیره)

$A_{۲۱}$ - تولید علوفه و افزایش پتانسیل اقتصاد پایدار دامدار

$A_{۳۴}$ - تبدیل سیستم های آبیاری از سنتی با بازده کم به مدرن و تحت فشار با بازده زیاد

$A_{۳۵}$ - جمع آوری و استحصال بهینه منابع آب (شامل: ایزوله نمودن انهار، مرمت و لایروبی قنات ها، استفاده از کانال‌ها و مجاری، تعبیه آب انبارها و استخرها ، نمک زدایی از آب‌های لب شور و شور و غیره)

$A_{۳۶}$ - تغذیه آبهای زیرزمینی

$A_{۳۷}$ - احداث شبکه‌های پخش سیلاب و استفاده از آبرفت آن

$A_{۳۸}$ - ایجاد بارشهای مصنوعی جهت تغذیه آبخوانه ها

$A_{۳۹}$ - ترویج و گسترش کشت گلخانه‌ای و تحت کنترل از نظر مصرف آب و تبخیر و تعرق

$A_{۴۰}$ - معرفی ارقام گیاهی جدید و مقاوم به خشکی وتنش های کم آبی از طریق مهندسی ژنتیک

جدول ۵- معیارهای پیشنهادی و میانگین اهمیت آنها ازنظرگروه

نشانه	$C_۱$	$C_۲$	$C_۳$	$C_۴$	$C_۵$	$C_۶$
معیار(Criteria)	هزینه- سود	**زمان**	مشارکت مردمی	زیبائی چشم انداز	**ابزارهای علمی وتکنولوژی در دسترس**	**منابع انسانی متخصص**
میانگین امتیازها	۵/۳۸	**۷/۱**	۵/۷۸	۵/۱	**۷/۱**	**۷/۵۳**
نشانه	**$C_۷$**	$C_۸$	$C_۹$	$C_{۱۰}$	$C_{۱۱}$	$C_{۱۲}$
معیار(Criteria)	**تناسب و سازگاری با محیط زیست (پایداری)**	مدیریت سنتی ودانش بومی	دولت سالاری در بیابان‌زدایی	درآمدهای نفتی دولت	مدیریتهای موقتی	مشکلات مربوط به نوآوری و تغییر روشها
میانگین امتیازها	**۸/۱۵**	۵/۲۳	۵/۲۸	۵/۷۲	۲/۳۹	۲/۸۴
نشانه	$C_{۱۳}$	$C_{۱۴}$	$C_{۱۵}$	**$C_{۱۶}$**		
معیار(Criteria)	راحت طلبی سیستمهای اداری دولتی	فشارهای سیاسی واجتماعی	مسایل اورژانسی ناشی از بیابان‌زایی	**تخریب منابع وخسارات محیطی وانسانی**		
میانگین امتیازها	۲/۲۹	۵/۳۵	۶/۳۴	**۷/۹۹**		

جدول ۶- میانگین اولویت راهبردها ازنظر گروه

راهبرد(Alternative)	$A_۱$	$A_۲$	$A_۳$	$A_۴$	$A_۵$	$A_۶$	$A_۷$	$A_۸$	$A_۹$	$A_{۱۰}$
میانگین امتیازها	۵	۵/۶۸	۵/۳۵	۶/۷	۶/۱	۶/۵۶	۶/۴۷	۵/۷۳	۵/۸۹	۵/۶
راهبرد(Alternative)	$A_{۱۱}$	$A_{۱۲}$	$A_{۱۳}$	$A_{۱۴}$	$A_{۱۵}$	$A_{۱۶}$	$A_{۱۷}$	**$A_{۱۸}$**	$A_{۱۹}$	**$A_{۲۰}$**
میانگین امتیازها	۴/۵	۵/۲۳	۶/۸۶	۴/۸	۵/۳۲	۵/۲۷	۳/۷۹	**۷/۵**	۶/۴۴	**۷/۳۴**
راهبرد(Alternative)	$A_{۲۱}$	$A_{۲۲}$	**$A_{۲۳}$**	$A_{۲۴}$	$A_{۲۵}$	$A_{۲۶}$	$A_{۲۷}$	$A_{۲۸}$	$A_{۲۹}$	$A_{۳۰}$

Archive of SID

www.SID.ir

میانگین امتیازها	۶/۶	۶/۴۶	**۷/۵۶**	۶/۷۶	۶/۴۵	۵/۵۷	۶/۸۶	۴/۶۶	۵/۴۲	۵/۱
راهبرد(Alternative)	$\mathbf{A_{۳۱}}$	$A_{۳۲}$	$\mathbf{A_{۳۳}}$	$A_{۳۴}$	$A_{۳۵}$	$A_{۳۶}$	$A_{۳۷}$	$A_{۳۸}$	$A_{۳۹}$	$A_{۴۰}$
میانگین امتیازها	**۷/۲۴**	۶/۶	**۷/۴۹**	۶/۵۳	۶/۶۴	۶/۰۸	۵/۳	۳/۴۷	۶/۲	۶

پس از مشخص شدن معیارها و راهبردهای مهم و اولویت دار از نظر گروه، به منظور برآورد وزن نسبی معیارها و راهبردها جهت دستیابی به هدف" ارایه راهبرد های بهینه بیابان‌زدایی" از روش دلفی فازی ماتریسهای مقایسات زوجی گروهی شکل گرفت. در اینجا به منظور جلوگیری از اطاله کلام فقط ماتریس مقایسات زوجی فازی معیارها نسبت به هدف " ارایه راهبرد بهینه بیابان-زدایی" (جدول۷) و ماتریس مقایسات زوجی گروهی اولویت راهبردها نسبت به معیار "زمان"بیان می شود.(جدول۸) ماتریس های فازی اولویت راهبردها نسبت به سایر معیارها نیز همانند جدول ۵ شکل گرفت.

جدول ۷- ماتریس مقایسات زوجی گروهی اهمیت معیارها نسبت به هدف " ارایه راهبردهای بهینه بیابان‌زدایی در منطقه"

معیار	$C_۲$	$C_۵$	$C_۶$	$C_۷$	$C_{۱۶}$	مجموع
$C_۲$	۰،۰،۰	۰/۶۷، ۰/۷۶، ۰/۸۹	۰/۴۱، ۰/۴۹، ۰/۶۰	۰/۲۷، ۰/۳، ۰/۳۳	۰/۲۳، ۰/۳۲، ۰/۳۸	۲/۵۷، ۲/۸۷، ۳/۲
$C_۵$	۱/۱۲، ۱/۳۱، ۱/۵	۰،۰،۰	۰/۵۴، ۰/۵۷، ۰/۶۰	۰/۳۶، ۰/۳۹، ۰/۴۱	۰/۲۹، ۰/۳۳، ۰/۳۵	۳/۳۱، ۳/۶، ۳/۸۶
$C_۶$	۲/۶۵، ۳/۰۸، ۴/۳۴	۱/۶۶، ۱/۷۴، ۱/۸۶	۰،۰،۰	۰/۳۴، ۰/۳۹، ۰/۴۶	۰/۳۵، ۰/۴۳، ۰/۵۸	۵/۰۱، ۵/۶، ۶/۳۲
$C_۷$	۳/۰۵، ۳/۳۸، ۳/۷۱	۲/۴۳، ۲/۵۵، ۲/۷۸	۲/۱۷، ۲/۵۵، ۲/۹۳	۰،۰،۰	۰/۵۹، ۱/۲۴، ۱/۹۱	۹/۲۴، ۱۰/۷۲، ۱۲/۳۳
$C_{۱۶}$	۲/۶۵، ۳/۰۸، ۴/۳۴	۲/۸۷، ۳/۰۷، ۳/۴۰	۱/۷۱، ۲/۳۳، ۲/۸۷	۰/۵۲، ۰/۸۱، ۱/۶۰	۰،۰،۰	۸/۷۵، ۱۰/۲۹، ۱۳/۳

جدول ۸- ماتریس مقایسات زوجی گروهی اولویت راهبردها نسبت به معیار "زمان"

معیار	$A_{۱۸}$	$A_{۲۰}$	$A_{۲۳}$	$A_{۳۱}$	$A_{۳۳}$	مجموع
$A_{۱۸}$	۰،۰،۰	۱، ۱/۰۸، ۱/۲	۰/۵۴، ۰/۶۸، ۰/۹۵	۰/۷۸، ۱/۰۶، ۱/۳۵	۱/۰۸، ۱/۲۳، ۱/۴۲	۴/۴، ۵/۰۵، ۵/۹۲
$A_{۲۰}$	۰/۸۳، ۰/۹۳، ۱	۰،۰،۰	۰/۷۲، ۰/۸۱، ۰/۹۲	۰/۸۸، ۱/۶۴، ۲/۲۴	۰/۸۳، ۱/۴۷، ۴	۴/۲۶، ۵/۸۵، ۹/۱۶
$A_{۲۳}$	۱/۰۵، ۱/۴۶، ۱/۸۶	۱/۰۹، ۱/۲۳، ۱/۳۸	۰،۰،۰	۱/۳۰، ۱/۳۹، ۱/۵	۱/۱۸، ۱/۳۴، ۱/۵۳	۵/۶۲، ۶/۴۲، ۷/۲۷
$A_{۳۱}$	۰/۷۴، ۰/۹۴، ۱/۲۸	۰/۴۵، ۰/۶۱، ۱/۱۴	۰/۶۷، ۰/۷۲، ۰/۷۷	۰،۰،۰	۰/۹۴، ۱/۰۹، ۱/۱۶	۳/۸، ۴/۳۶، ۵/۳۵
$A_{۳۳}$	۰/۷، ۰/۸۱، ۰/۹۳	۰/۲۵، ۰/۶۸، ۱/۲	۰/۶۵، ۰/۷۵، ۰/۸۵	۰/۸۶، ۰/۹۲، ۱/۰۶	۰،۰،۰	۳/۴۶، ۴/۱۶، ۵/۰۴

در ادامه برای هر یک از سطرهای ماتریس مقایسات زوجی فازی، ارزش $\tilde{S}_k$ که خود یک عدد فازی مثلثی ترکیبی است از رابطه ۴ محاسبه شد. به عنوان نمونه نتایج حاصل از برآورد ارزش $\tilde{S}_k$ به دست آمده از جداول ۷ و ۸ در ذیل آمده است (مثال ۱ و۲).

مثال ۱: ارزش $\tilde{S}_k$ به دست آمده از ماتریس مقایسات زوجی گروهی اهمیت معیارها نسبت به هدف " ارایه راهبرد های بهینه بیابان‌زدایی در منطقه"

در ادامه برای هر یک از سطرهای ماتریس مقایسات زوجی فازی، ارزش $\tilde{S}_k$ که خود یک عدد فازی مثلثی ترکیبی است از رابطه ۴ محاسبه شد. به عنوان نمونه نتایج حاصل از برآورد ارزش $\tilde{S}_k$ به دست آمده از جداول ۷ و ۸ در ذیل آمده است (مثال ۱ و۲).

مثال ۱: ارزش $\tilde{S}_k$ به دست آمده از ماتریس مقایسات زوجی گروهی اهمیت معیارها نسبت به هدف " ارایه راهبرد های بهینه بیابان‌زدایی در منطقه"

Archive of SID

www.SID.ir

$$\tilde{S}_2 = (۲/۵۷،۲/۸۷،۳/۲۰)\times(۰/۰۳۴۶،۰/۰۳۰۲،۰/۰۲۵۶) = (۰/۰۸۹،۰/۰۸۷،۰/۰۸۲)$$
$$\tilde{S}_5 = (۳/۳۱،۳/۶۰،۳/۸۶)\times(۰/۰۳۴۶،۰/۰۳۰۲،۰/۰۲۵۶) = (۰/۱۱۴،۰/۱۰۹،۰/۰۹۸)$$
$$\tilde{S}_6 = (۵/۰۱،۵/۶۰،۶/۳۲)\times(۰/۰۳۴۶،۰/۰۳۰۲،۰/۰۲۵۶) = (۰/۱۷۳،۰/۱۶۹،۰/۱۶۲)$$
$$\tilde{S}_7 = (۹/۲۴،۱۰/۷۲،۱۲/۳۳)\times(۰/۰۳۴۶،۰/۰۳۰۲،۰/۰۲۵۶) = (۰/۳۲۰،۰/۳۲۴،۰/۳۱۶)$$
$$\tilde{S}_{16} = (۸/۷۵،۱۰/۲۹،۱۳/۳)\times(۰/۰۳۴۶،۰/۰۳۰۲،۰/۰۲۵۶) = (۰/۳۰۲،۰/۳۱۰،۰/۳۴۰)$$

مثال ۲: ارزش $\tilde{S}_k$ به دست آمده از ماتریس مقایسات زوجی گروهی اولویت راهبردها نسبت به معیار "زمان"

$$\tilde{S}_{18} = (۴/۴،۵/۰۵،۵/۹۲)\times(۰/۰۳۴۶،۰/۰۳۰۲،۰/۰۲۵۶) = (۰/۲۰۴،۰/۱۹۵،۰/۱۸۱)$$
$$\tilde{S}_{20} = (۴/۲۶،۵/۸۵،۹/۱۶)\times(۰/۰۳۴۶،۰/۰۳۰۲،۰/۰۲۵۶) = (۰/۱۹۸،۰/۲۱۶،۰/۲۷۹)$$
$$\tilde{S}_{23} = (۵/۶۲،۶/۴۲،۷/۲۷)\times(۰/۰۳۴۶،۰/۰۳۰۲،۰/۰۲۵۶) = (۰/۲۶۱،۰/۲۴۸،۰/۲۲۲)$$
$$\tilde{S}_{31} = (۳/۸،۴/۳۶،۵/۳۵)\times(۰/۰۳۴۶،۰/۰۳۰۲،۰/۰۲۵۶) = (۰/۱۷۶،۰/۱۶۸،۰/۱۶۳)$$
$$\tilde{S}_{33} = (۳/۴۶،۴/۱۶،۵/۰۴)\times(۰/۰۳۴۶،۰/۰۳۰۲،۰/۰۲۵۶) = (۰/۱۶۱،۰/۱۶۰،۰/۱۵۴)$$

حال با توجه به ارزش $\tilde{S}_k$ های به دست آمده برای هر ماتریس مقایسه زوجی فازی، ارزش هر عدد فازی مثلثی ترکیبی ($\tilde{S}_k$) نسبت به هم از رابطه ۵ مورد مقایسه قرار گرفت و درجه بزرگی آنها نسبت به هم برآورد شد. و به دنبال آن درجه بزرگی هر عدد فازی مثلثی ترکیبی از $K = ۴$ عدد مثلثی فازی ترکیبی از رابطه ۶ برآورد شد.(مثال ۳و ۴)

مثال ۳: اوزان غیر بهنجار ارجحیت معیارها نسبت به هدف " ارایه راه حل های بهینه بیابان‌زدایی"

$$\min V(\tilde{S}_7 \geq \tilde{S}_2, \tilde{S}_5, \tilde{S}_6, \tilde{S}_{16}) = (۱،۱،۱،۱) = ۱$$
$$\min V(\tilde{S}_{16} \geq \tilde{S}_2, \tilde{S}_5, \tilde{S}_6, \tilde{S}_7) = (۱،۱،۱،۰/۶۱) = ۰/۶۱$$
$$\min V(\tilde{S}_6 \geq \tilde{S}_2, \tilde{S}_5, \tilde{S}_7, \tilde{S}_{16}) = (۱،۱،۴/۴۴،-۱۴۱) = -۱۴۱$$
$$\min V(\tilde{S}_3 \geq \tilde{S}_2, \tilde{S}_6, \tilde{S}_7, \tilde{S}_{16}) = (۱،۵/۲۲،۳۵/۶۷،۱۰۲) = ۱$$
$$\min V(\tilde{S}_2 \geq \tilde{S}_5, \tilde{S}_6, \tilde{S}_7, \tilde{S}_{16}) = (۳/۳۱،۱۰/۴۷،۳۹۶/۶۶،-۶۷) = -۶۷$$

مثال۴: اوزان غیر بهنجار اولویت راهبردها نسبت به معیار زمان

$$\min V(\tilde{S}_{18} \geq \tilde{S}_{20}, \tilde{S}_{23}, \tilde{S}_{31}, \tilde{S}_{33}) = (-۴/۲۵،۲/۸۲،۱،۱) = -۴/۲۵$$
$$\min V(\tilde{S}_{23} \geq \tilde{S}_{18}, \tilde{S}_{20}, \tilde{S}_{31}, \tilde{S}_{33}) = (۱،۱،۱،۱) = ۱$$
$$\min V(\tilde{S}_{33} \geq \tilde{S}_{18}, \tilde{S}_{20}, \tilde{S}_{23}, \tilde{S}_{31}) = (۳/۱۳،-۴،۵/۳۵،۱/۴۶) = -۴$$
$$\min V(\tilde{S}_{20} \geq \tilde{S}_{18}, \tilde{S}_{23}, \tilde{S}_{31}, \tilde{S}_{33}) = (۱،۰/۳۶،۱،۱) = ۰/۳۶$$
$$\min V(\tilde{S}_{31} \geq \tilde{S}_{18}, \tilde{S}_{20}, \tilde{S}_{23}, \tilde{S}_{33}) = (-۳۰،-۲/۶۹،-۵/۴۴،۱) = -۳۰$$

Archive of SID

www.SID.ir

پس از دستیابی به اوزان نابهنجار، این اوزان از رابطه ۷ بهنجار شد و ارجحیت و اولویت معیارها و راهبردها از نظر گروه حاصل شد (مثال۵ و ۶).

مثال ۵: اوزان بهنجار شده ارجحیت معیارها نسبت به هدف " ارایه راه حل های بهینه بیابان‌زدایی"

$$P_{\tilde{S}_k} = (۰/۳۲۶، -۰/۰۰۲۹۶، ۰/۶۸۶، -۰/۰۰۴۸، -۰/۰۰۲۹۶)$$

مثال ۶: اوزان بهنجار شده اولویت راهبردها نسبت به معیار زمان

$$P_{\tilde{S}_k} = (۰/۱۱۵، -۰/۰۰۹۷۶، -۰/۰۲۷، ۰/۸۱۳، ۰/۱۰۸)$$

در نهایت با برآورد کلیه اوزان بهنجار شده معیارها نسبت به هدف و راهبردها نسبت به هر معیار، در قالب کلی ماتریس تصمیم گیری در FAHP (جدول۳)، ماتریس تصمیم گیری فازی راهبردهای بهینه بیابان‌زدایی از نظرگروه (جدول۹) شکل گرفت.

جدول ۹- ماتریس تصمیم گیری فازی راهبردهای بهینه بیابان‌زدایی از نظرگروه

اهمیت معیارها(C)◄ / الویت راهبردها(A)▼	$C_۲$	$C_۵$	$C_۶$	$C_۷$	$C_{۱۶}$	$\bar{P}i$
	۰/۳۲۶	-۰/۰۰۲۹۶	۰/۶۸۶	-۰/۰۰۴۸	-۰/۰۰۲۹۶	
$A_{۱۸}$	۰/۱۱۵	-۰/۰۳۵	-۰/۲۹۹	-۰/۱۱	۰/۱۸۶	۰/۰۱۸
$A_{۲۰}$	۰/۰۰۹۸	۰/۷۶۸	۰/۰۷۵	-۰/۱۷۲	۰/۱۷۷	۰/۰۵۲
$A_{۲۳}$	-۰/۰۲۷	-۰/۰۳۵	-۰/۰۲۹۹	۰/۰۵۱	۰/۱۸۶	۰/۰۳۰
$A_{۳۱}$	۰/۸۱۳	۰/۲۷۹	۰/۹۷۲	۰/۲۰۹	۰/۰۷۶	۰/۹۳
$A_{۳۳}$	۰/۱۰۸	۰/۰۲۳	۰/۰۱۲۵	۰/۱۰۲	۰/۳۷۳	۰/۰۳۸

پس از تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری فازی به منظور انتخاب نهایی راهبردها و درجه‌بندی اولویت آنها، فرایند تلفیق بر روی اوزان این ماتریس از روش میانگین موزون (رابطه۱۱) یا میانگین هر سطر از ماتریس نرمال شده به انجام رسید. و اولویت نهایی راهبردها به دست آمد. بر مبنای نتایج حاصل شده از فرایند تحقیق راهبرد " تعدیل در برداشت از منابع آب زیر زمینی" (A_{31}) با ضریب اولویت۰/۹۳ مهم‌ترین راهبرد در کنترل و کاهش اثرات بیابان‌زایی و احیا اراضی تخریب یافته بر مبنای مجموعه معیارها در منطقه مطالعاتی ارزیابی شد.

بحث و نتیجه گیری

نتایج حاصل از کاربرد مدل تحلیلی سلسله مراتبی فازی(FAHP) نشان داد که از میان ۱۶ معیار موثر در ارایه راهبردها و۴۰ راهبرد پیشنهاد شده به منظور کنترل و کاهش پدیده بیابانی شدن اراضی در منطقه مطالعاتی، تنها راهبرد" تعدیل در برداشت از منابع آب زیر زمینی" (A_{31}) با ضریب اولویت۰/۹۳ مهم‌ترین راهبرد بر مبنای مجموعه معیارها در منطقه مطالعاتی ارزیابی شد. و سایر راهبردها نقش ناچیزی در کنترل و کاهش این پدیده بازی می‌کنند. بنابراین با تمرکز بر روی این راهبرد می توان به صورت موثر وکارآمد اقدات کنترلی و اصلاحی را به انجام رساند.

طی مطالعات انجام شده ملاحظه شد که حوزه آبریز دشت یزد-اردکان که منطقه مطالعاتی بخشی از آن می باشد، از بیلان آبی نامناسبی برخوردار است، و با کسری بیلانی معادل ۱۸۷ میلیون متر مکعب در سال مواجه است. این در حالی است که در

Archive of SID

www.SID.ir

منطقه مطالعاتی هر چقدر از ارتفاعات و دشت سر لخت در نواحی جنوبی که دارای شدت بیابان‌زایی و حساسیت کمتری است به مناطق دشت سر پوشیده و پلایا که در نواحی شمالی واقع شده و دارای حساسیت بیشتری نسبت به بیابانی شدن است پیش می‌رویم افت سطح آب زیر زمینی بیشتر شده که در نتیجه اضافه برداشت بیشتر است. که نقش موثری در تسریع روند بیابانی شدن اراضی دارد. به طوری که طی برآوردهای انجام شده افت متوسط سفره آب زیر زمینی در مناطق جنوبی ۲۰ سانتیمتر در سال و در مناطق شمالی به ۴۵ سانتیمتر می رسد.

افت سفره یا به عبارتی اضافه برداشت از منابع آب زیر زمینی در نتیجه عوامل چندی در منطقه مطالعاتی حادث می شود که به منظور دستیابی به نتایج بهینه با ضریب اطمینان بیشتر به منظور کنترل بیابان‌زایی لازم است مورد توجه قرار گیرد. که از آن جمله می توان به روش آبیاری سنتی(غرقابی و کرتی) با بازدهی کم و مصرف آب زیاد(۷۳/۸ درصد کشاورزان از سیستم آبیاری سنتی استفاده می کنند)، افزایش تعاونی های کشت و افزایش حفر چاه های عمیق، وجود استخرها و جویهای روباز با خلل و فرج زیاد با راندمان پایین(راندمان کمتر از ۴۰ درصد به دلیل بدون پوشش بودن ۷۷ درصد شبکه‌های آبیاری)، وسعت کم اراضی زراعی(به طور متوسط کمتر از ۱۰ هکتار برای هر کشاورز)، افزایش صنایع با مصرف آب زیاد(آبخواه) همچون صنایع شن و ماسه و رنگرزی و نساجی، افزایش برداشت در نتیجه موتوردار شدن چاهها، ابعاد نامناسب کرتها ، افزایش برداشت به منظور آبیاری مناطق کشت شده با گونه تاغ که در سالهای اخیر به منظور کنترل فرسایش بادی در مناطق رسی و تپه‌های ماسهای ارگ اشکذر توسعه زیادی یافته است و غیره اشاره کرد.

از طرف دیگر نتایج این پژوهش نمایانگر کارایی مدل مدل تحلیلی سلسله مراتبی فازی(FAHP) در ارایه راهبردهای بهینه و موثر در کنترل و کاهش پدیده بیابان‌زایی و و احیا اراضی تخریب یافته می‌باشد. نتایج این پژوهش به مدیران مناطق بیابانی این امکان را می‌دهد که امکانات و سرمایه‌های محدود اختصاص یافته به منظور کنترل روند بیابان‌زایی را به شیوه‌های صحیح و کارآمد به کار بندند تا ضمن دستیابی به نتایج بهتر، از هدر رفتن سرمایه‌های ملی جلوگیری کنند.

پیشنهاد می‌شود طرح‌های بیابان‌زدایی بر روی راهبردهای نتیجه شده از این پژوهش‌های سیستماتیک، تأکید کنند تا از هدر رفت سرمایه‌های محدود جلوگیری و بازدهی طرحهای کنترل، احیا و بازسازی بالا رود.

منابع

۱. صادقی روش، محمد حسن و همکاران، «کاربرد فرایند تحلیلی سلسله مراتب(AHP) در ارزیابی راهبردهای بیابان‌زدایی مطالعه موردی: منطقه خضر آباد یزد»، تحقیقات مرتع و بیابان ایران، بهار ۱۳۸۹، جلد ۱۷، شماره ۱.

۲. قدسی پور، سید حسن، « فرایندتحلیل سلسله مراتبی(AHP)»، چاپ سوم، انتشارات دانشگاه امیرکبیر، ۱۳۸۱.

3. Bergamp, G., 1995. A hierarchical approach for desertification assessment. Environmental Monitoring and Assessment, Vol 37, pp. 59 -78.

۴. آذر، عادل و فرجی، حجت، «علم مدیریت فازی»، چاپ اول ، انتشارات اجتماع(دانشگاه تربیت مدرس)، ۱۳۸۱.

5. Meixner, O., 2012. Fuzzy AHP group decision analysis and application for the evaluation of energy sources. Institute of marketing, Vienna, Austria.

6. Laarhoven, V., Pedrycz, W., 1983. A fuzzy extention of saaty′s priority theory. fuzzy sets and systems, Vol , pp. 229-241.

7. Zhu, K. J., Jing, Y., Chang, D. Y., 1999. Theory and Methodology, A discussion on extent analysis method and applications of fuzzy AHP.

Archive of SID

www.SID.ir

European journal of operational research, Vol 116, pp. 450-456.

8. Chang, D. Y., 1996. Application of the extent analysis method on fuzzy AHP. European journal of operational research, Vol 95, pp. 649-655.
9. Sredjevic, B., Medeiros,Y. D. P., 2008. Fuzzy AHP Assessment of Water Management Plans. Water Resources Management, Vol 22, pp. 877-894.
10. Buyukozkam, G., Fezioglu, O., 2004. A fuzzy- logic- based decision making approach for new product development. International journal of production economics, Vol 90, pp. 27-45.
11. Chutima, P., Suwanfuji P., 1998. Fuzzy Analytical Hierarchy Process part routing in FMS. International Journal of Science and Technology, Vol 3, pp. 29-74.
12. Dagdeviren, M., Yuksel, I., 2009. Developing an Analytical Hierarchy Process (AHP) model for behavior-based management. Information Sciences, Vol 178, pp. 1717-1733.
13. Cebeci, U., 2009. fuzzy AHP- based decision support system for selecting ERP system in textile industry by using balanced scorecard. Expert System with Applications, Vol 36, pp. 8900-8909.
14. Kong, F., Liu, H., 2005. Applying Fuzzy Analytical Hierarchy Process to evaluate success factors of e-commers. International Journal of Information and system Sciences, Vol 1, pp. 406-412.
15. Dagdeviren, M., Yavuz, S., Kilinc, N., 2009. Weapon selection using the AHP and TOPSIS methods under fuzzy environment. Expert Systems with Applications, Vol 36, pp. 8143-8151.
16. Gungor, Z., Serhadlioglu, G., Kesen, E., 2009. A fuzzy AHP approach to personnel selection problem. Applied Soft Computing, Vol 9, pp. 641-646.
17. Saaty, T, L., 1980. The Analytic Hierarchy Process. McGraw-Hill International Press, New York, USA.
18. Saaty, T. L., 1995. Decision making for leaders. The Analytic Hierarchy Process for decisions in a complex word. RWS Publications, Pittsburgh, Germany.

۱۹. آذر، عادل و رجب زاده، علی، « تصمیم گیری کاربردی (رویکرد MADM) »، چاپ اول، انتشارات نگاه، ۱۳۸۱.

20. Sung, W. C., 2001. Application of Delphi method, a qualitative and quantitative analysis, to the healthcare management. Journal of Healthcare Management, Vol 2, pp. 11–20.

۲۱. زارع- آ ، احمدی ناصری- س م، « ارایه شاخص پایداری با استفاده از تحلیل حساسیت AHP فازی»، اولین کنفرانس سیستم های فازی و هوشمند، شهریور ۱۳۸۶، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران.

Archive of SID

www.SID.ir