فصلنامهٔ علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران
جلد ۱۷، شمارهٔ ۱، صفحهٔ ۵۰-۳۵ (۱۳۸۹)

کاربرد فرایند تحلیلی سلسله مراتبی(AHP) در ارزیابی راهبردهای بیابان‌زدایی (مطالعه موردی: منطقه خضرآباد یزد)

محمدحسن صادقی‌روش[1*]، حسن احمدی[2]، غلامرضا زهتابیان[2] و محمد طهمورث[3]

۱*- نویسنده مسئول، استادیار، گروه محیط‌زیست، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان،
پست الکترونیک: h.sadeghi51@gmail.com
۲- استاد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
۳- کارشناس ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۸۶/۰۵/۲۲ تاریخ پذیرش: ۸۷/۰۵/۱۹

چکیده

با توجه به اهمیت روزافزون مسئله بیابان‌زدایی و پیچیدگی این فرایند که در اثر برهم کنشهای متغیرهای مختلفی در طی زمان حاصل می‌شود، لزوم پرداختن به راهکارهای بهینه به منظور جلوگیری از بیابانی‌شدن یا احیاء و ترمیم مناطق تخریب‌یافته، ضروری به نظر می‌رسد. به‌طوری‌که ضمن جلوگیری از هدررفتن سرمایه‌های محدود، بازدهی طرحهای کنترل، احیاء و بازسازی عرصه‌های طبیعی بالا رود. با مطالعه منابع تحقیقاتی، مشخص شد که متأسفانه تاکنون راهکارهای ارائه شده برای رفع این مسئله، بخشی و غیر همه‌جانبه‌نگر بوده و هیچ‌گونه سابقه‌ای در بکارگیری روشهای نظام‌مند، از جمله روشهای تصمیم‌گیری چندمعیاره (MADM) در زمینه بیابان‌زدایی وجود ندارد. بنابراین سعی شد از روش فرایند تحلیلی سلسله مراتبی(AHP) به منظور ارائه راهکارهای بهینه در بیابانزدائی استفاده شود. در این پژوهش از روش دلفی(Delphi) به صورت مقایسات زوجی(Pire Wise) با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice، نظرات متخصصان نسبت به ارجحیت و اولویت معیارها و راهبردها، ارزیابی شد. سپس با عمل تلفیق بر روی نتایج حاصل شده، اولویت نهایی راهبردها بدست‌آمد. این مدل به منظور ارزیابی کارایی در ارائه راهبردهای بهینه، در منطقه خضرآباد یزد مورد استفاده قرار گرفت. بنابراین بر مبنای نتایج حاصل شده، راهبردهای جلوگیری از تبدیل و تغییر نامناسب کاربری اراضی با میانگین وزنی ۲۲/۹ درصد، توسعه و احیاء پوشش گیاهی با میانگین وزنی ۲۱/۸ درصد و تعدیل در برداشت از منابع آب زیرزمینی با میانگین وزنی۱۹/۱ درصد به‌ترتیب به‌عنوان مهمترین راهبردهای بیابان‌زدایی در منطقه تشخیص داده شدند.

واژه‌های کلیدی: بیابان‌زدایی، تصمیم‌گیری چندمعیاره، خضرآباد، فرایند تحلیلی سلسله مراتبی، مقایسه زوجی.

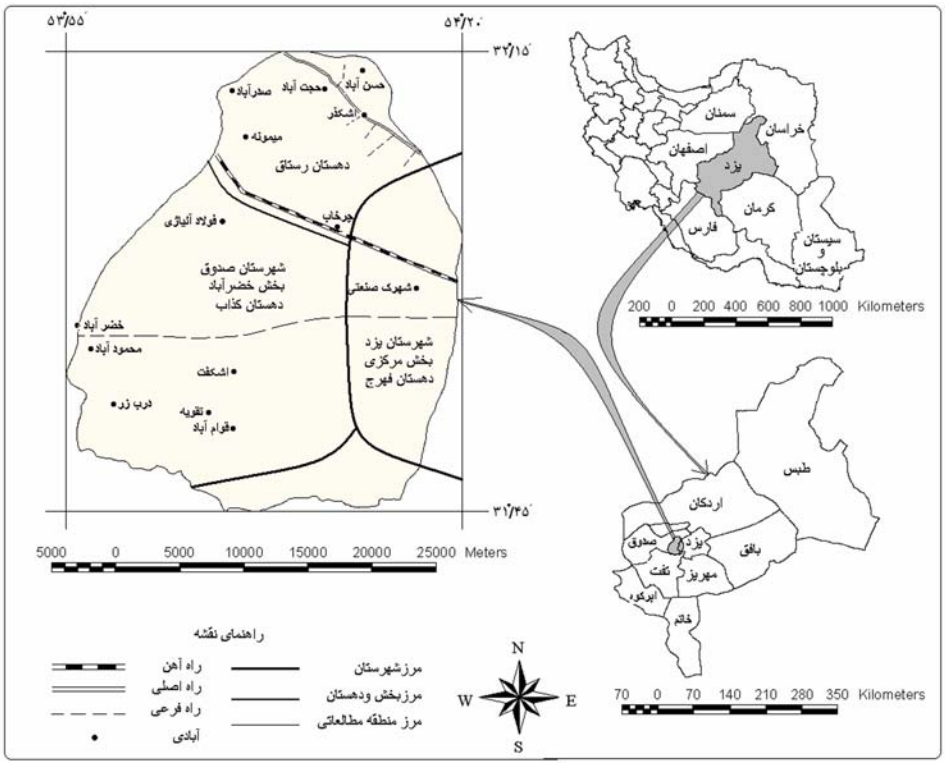
مقدمه

با توجه به رشد روزافزون جمعیت و کاهش سرانه زمین برای تأمین غذا، پدیده بیابان‌زدایی که با کاهش استعداد باروری اراضی، کاهش تولیدات کشاورزی، افزایش تلفات منابع آب و خاک، کاهش کمی و کیفی منابع مرتعی و غیره همراه است به روند کاهش امکانات و

منابع در برابر رشد جمعیت شتاب بیشتری می‌دهد. در واقع جدی‌ترین اثر نامطلوب بیابان‌زایی، کاهش توان تولید و تهدید امنیت غذایی و از بین بردن ساختارهای بنیانی زیستی است. بنابراین امروزه پرداختن به مسئله بیابان‌زدایی و جلوگیری از توسعه آن در حوزه بین‌المللی و ملی به‌عنوان پیش‌زمینه دستیابی به توسعه پایدار مطرح می‌باشد. متأسفانه تاکنون راهکارهای ارائه شده جهت رفع این مسئله، بخشی و غیر همه‌جانبه‌نگر بوده که عمدتاً اثرهای مثبت آنها در مقایسه با راهبردهای منطبق با شرایط و عوامل واقعی و شدت این عوامل به‌مراتب کمتر است. بنابراین جهت دستیابی به شناختی جامع و تعیین راهکارهای مناسب با شرایط طبیعی و انسانی منطقه و اولویت‌بندی این راهکارها در این پژوهش از روش تحلیلی سلسله مراتبی(AHP)[1] استفاده شد. این روش که اولین بار توسط توماس ال ساعتی[2] در سال ۱۹۷۰ مطرح شد در واقع یکی از جامعترین مدلهای تصمیم‌گیری چندمعیاره(MADM)[3] است. این روش امکان فرموله‌کردن مسائل را به صورت سلسله مراتبی فراهم می‌آورد و همچنین امکان درنظرگرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی را در مسئله مورد توجه قرار می‌دهد؛ به‌نحوی‌که گزینه‌های مختلف را در تصمیم‌گیری دخالت داده و امکان تحلیل حساسیت روی معیارها و زیرمعیارها را دارد. در عین حال متناسب با تغییرات عوامل مؤثر در بیابان‌زدایی در آینده، انعطاف‌پذیر است. علاوه بر این بر مبنای مقایسه زوجی بنا نهاده شده که قضاوت و محاسبات را تسهیل می‌نماید و در انتخاب راهبردها از مشارکت گروهی نظام‌مند استفاده می‌کند، همچنین میزان سازگاری[4] و ناسازگاری[5] تصمیم را نشان می‌دهد و از یک مبنای تئوریک قوی که براساس اصول بدیهی پایه‌گذاری شده برخوردار است (اصغر پور،۱۳۷۱ و قدسی پور،۱۳۸۱).

بنابراین با مطالعه منابع تحقیقاتی مشخص شد که هیچ‌گونه سابقه‌ای در بکارگیری روشهای تصمیم‌گیری چندمعیاره (MADM) و ازجمله فرایند تحلیلی سلسله مراتبی(AHP) در زمینه بیابان‌زدایی وجود ندارد و تنها منبعی که در زمینه مسائل مناطق بیابانی بدست‌آمد، مقاله " دیدگاه سلسله مراتبی در ارزیابی بیابان‌زایی" می‌باشد.Bergamp (1995) که مدل بکار گرفته شده در مقاله یادشده را نوعی سیستم سلسله مراتبی از پایین به بالا می‌داند، معتقد است که برخلاف سیستم‌های سلسله مراتبی از بالا به پایین که برای تعیین و بررسی هدف به کار می‌روند (همانند مدل AHP)، این مدل جهت بررسی واکنشهای سیستم در مقیاس کوچک استفاده می‌شود. (همانند واکنش رواناب بر روی شیبهای مختلف با مرفولوژیهای متفاوت). به‌عبارت دیگر، این پژوهش برای اولین بار است که روش نظام‌مندی را جهت ارزیابی و تعیین راهبردهای مؤثر در زمینه بیابان‌زدایی مطرح می‌کند. به‌طوری‌که در این پژوهش، به‌منظور دقت بالای انتخاب راهبردهای مناسب و جلوگیری از خطای انسانی از یک برنامه رایانه‌ای که بر مبنای سیستم فوق طراحی شده استفاده شده و این برنامه توسط کمپانی EC[6] نوشته شده است. اولین نسخه این برنامه در سال۱۹۸٤ و آخرین تجدیدنظرمربوط به سال ۲۰۰۲ است (قدسی پور،۱۳۸۱). این مدل جهت ارائه راه‌حل‌های بهینه به منظور بیابان‌زدایی در منطقه خضرآباد یزد در فاصله زمانی مهرماه ۱۳۸٤ تا شهریورماه ۱۳۸۵، بکار گرفته شد.

1 - Analytical Hierarchy Process
2 - Tomas. L. Saaty
3 - Multiple Attribute Decision Making
4- Consistency
5- In Consistency
6- Expert Choice (http://www.expertchoice.com)



شکل ۱- موقعیت منطقه خضرآباد

مواد و روشها

این پژوهش به منظور تعیین اهمیت و اولویت معیارها و راهبردها از روش آماری[1] و در فرایند تعیین راهبردهای بهینه از روش ارزیابی[2] سود برده است. در عین حال به دلیل وسعت مفهوم بیابانزدایی و پیچیدگی فرایند آن و نیاز به آمار و اطلاعات میدانی و ستادی، مطالعه به روش موردی انجام گردید و به‌دلیل استفاده از پرسشنامه جهت اخذ نظرات متخصصان از روش دلفی[3] یا پرسشنامه هم سود برده است.

به منظور ارزیابی راهبردهای بیابانزدایی با استفاده از روشهای تصمیم‌گیری چندمعیاره (MADM)، منطقه خضرآباد یزد به صورت موردی مورد توجه قرار گرفت. این منطقه با وسعتی معادل ۷۸۱۸۰ هکتار در ۱۰ کیلومتری غرب شهر یزد در موقعیت جغرافیایی َ ۵۵، ° ۵۳ الی َ ۲۰، ° ۵۴ طول شرقی و َ ۴۵، °۳۱ تا َ ۱۵، ° ۳۲ عرض شمالی قرار گرفته است (شکل ۱)؛ و از نظر اقلیمی در شرایط خشک و سرد بیابانی طبقه‌بندی می‌شود.

۱۲۹۳۰ هکتار(۱۶/۵٪) از اراضی منطقه را تپه‌ها و پهنه‌های ماسه‌ای شکل داده که ارگ بزرگ اشکذر با وسعتی معادل ۸۹۲۳ هکتار در شمال منطقه با انواع رخساره‌های 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 فرایندهای طبیعی تشکیل داده که نشان‌دهنده وضعیت کاملاً تیپیک از نظر بیابانزایی در منطقه و بیان‌کننده لزوم پرداختن به راه‌حل‌های بیابانزدایی در این حوزه است. بدین منظور از مدل تحلیلی سلسله مراتبی گروهی که از

1- Statistical
2 - Evaluation
3 - Delphi

مهمترین و جامعترین روشهای تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌باشد جهت ارائه راه‌حل‌های بهینه بیابان‌زدایی استفاده شد. ساختار این مدل از سه سطح هدف، معیارها و راهبردها تشکیل شده که دو سطح معیارها و راهبردها به منظور دستیابی به هدف، دارای اهمیت هستند.

انتخاب معیارها و راهبردها و ترسیم درخت سلسله مراتب تصمیم‌گیری

با توجه به فرایند پیچیده بیابان‌زدایی که در اثر برهم کنشهای متغیرهای مختلف حاصل می‌شود؛ معیارها و راهبردهای مختلفی نیز از نظر متخصصان در هر منطقه مطرح می‌شود. بنابراین به‌منظور شناخت معیارها و راهبردهای مهم و اولویت‌دار از نظر گروه، از روش دلفی استفاده شد (Saaty, 1995). بدین منظور دو نوع پرسشنامه در چهار نوبت در بین متخصصان آشنا به منطقه مطالعاتی توزیع شد. پرسشنامه اول به‌منظور شناخت معیارها و راهبردهای مهم و اولویت‌دار از میان مجموع معیارها و راهبردهای پیشنهادی از نظر گروه می‌باشد که بعد از توزیع اولیه پرسشنامه، از متخصصان 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 بدست آوردن میانگین امتیازات داده شده به هر معیار یا راهبرد، مواردی که دارای امتیازات کمتر از ۷ بودند ($\overline{X} < ۷$) حذف و معیارها و راهبردهای باقی‌مانده ($\overline{X} \geq ۷$) برای ترسیم نمودار سلسله مراتبی تصمیم‌گیری در سه سطح به‌ترتیب هدف، معیارها و راهبردها، بکاررفت (شکل ۲) (آذر و رجب زاده،۱۳۸۱).

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

امتیاز	درجه اهمیت	درجه ارجحیت در مقایسه زوجی (pirewise)
۱	بدون اهمیت	ترجیح یکسان
۲	بسیار کم اهمیت	یکسان یا نسبتاً مرجح
۳	کم اهمیت	نسبتاً مرجح
٤	نسبتاً کم اهمیت	نسبتاً تا قویاً مرجح
٥	اهمیت متوسط	قویاً مرجح
٦	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 در حد عالی	بی اندازه مرجح

محاسبه وزن نسبی معیارها و راهبردها و تشکیل ماتریس مقایسات زوجی گروهی

در ادامه به‌منظور دستیابی به وزن نسبی[1]، با استفاده از روش دلفی پرسشنامه دوم تحت عنوان" پرسشنامه مقایسات زوجی" شکل گرفت و از متخصصان خواسته شد که معیارها و راهبردهای مهم حاصل شده از نتایج پرسشنامه اول را به‌ترتیب از نظر اهمیت نسبت به هدف و اولویت نسبت به تک‌تک معیارها بر مبنای درجه ارجحیت نه‌گانه ساعتی (جدول۱) مورد مقایسات زوجی[2] قرار دهند. بدین‌ترتیب ماتریس مقایسات زوجی هر متخصص در زمینه اهمیت معیارها و اولویت راهبردها بر مبنای شکل کلی ماتریس مقایسه زوجی درAHP (جدول ۲) شکل گرفت (قدسی‌پور،۱۳۸۱).

1 - Local Priority
2 - Pirewise

جدول ۲- ماتریس مقایسه زوجی

A=[a_{ij}] , i = 1,2,.....m j = 1,2,.....n	a_{1n}	.....	a_{12}	a_{11}	A=
	a_{2n}	.....	a_{22}	a_{21}	
	:	:	:	:	
	a_{mn}	.....	a_{m2}	a_{m1}	

در این ماتریس a_{ij} ترجیح عنصر i ام نسبت به عنصر j ام است.

در ادامه با استفاده از روش میانگین هندسی و با فرض یکسان بودن رأی تمام افراد پرسش‌شونده، از رابطه (۱)، اقدام به تلفیق ماتریس مقایسات زوجی هر متخصص و تشکیل ماتریس مقایسات زوجی از نظر گروه شد (شکلهای ۳ تا ۸).

$$\bar{a}_{ij} = \left(\pi_{K=1}^{N} a_{ij}^{k}\right)^{1/N} \quad \text{(رابطه ۱)}$$

در این رابطه a_{ij}^{k} مؤلفه مربوط به شخص k ام برای مقایسه i با j است. بنابراین $\bar{a}_{ij}$ (میانگین هندسی) برای تمامی مؤلفه‌های متناظر از رابطه ۱ بدست می‌آید (آذر و رجب زاده، ۱۳۸۱).

بعد از تشکیل ماتریس مقایسات زوجی گروهی، به‌منظور اعمال نظرات نهایی متخصصان، ماتریس یادشده میان جامعه آماری، توزیع و از آنها خواسته شد که باتوجه به انحرافات پاسخ‌هایشان از میانگین، تغییرات نهایی را بر روی ارزشهای مورد نظرشان اعمال کنند؛ در نهایت با بدست آوردن میانگین هندسی امتیازات داده شده (رابطه ۱) ماتریس‌های نهایی مقایسات زوجی گروهی حاصل شد.

استخراج اولویتها بر مبنای جدولهای مقایسات زوجی گروهی

در این مرحله اعداد جدولهای ماتریس مقایسات زوجی گروهی اهمیت معیارها و اولویت راهبردها نسبت به هر معیار، (جدولهای ۸ تا ۱۳) وارد نرم‌افزار EC شد (قدسی پور، ۱۳۸۱) و بعد از نرمال‌سازی با استفاده از رابطه (۲) و استخراج اهمیت‌ها و اولویت‌ها، بر مبنای روش میانگین موزون یا میانگین هر سطح از ماتریس نرمال شده، به‌صورت نمودارهای میله‌ای و بر مبنای درصد نمایش داده شد (شکلهای ۳ تا ۸).

$$\bar{r}_{ij} = \bar{a}_{ij} / \sum \bar{a}_{ij} \quad i = 1, 2, \ldots M \quad \text{(رابطه ۲)}$$

در این رابطه $\bar{r}_{ij}$ = مؤلفه نرمال

$\bar{a}_{ij}$ = مؤلفه مقایسه زوجی گروهی i نسبت به j

$\sum \bar{a}_{ij}$ = مجموع ستونی مقایسات زوجی گروهی

انتخاب بهترین راهبرد یا تعیین وزن نهائی گزینه‌ها

در انتها به‌منظور دستیابی به هدف تعیین راهبردهای مهم و درجه‌بندی الویت آنها، در قالب کلی ماتریس تصمیم‌گیری درAHP (جدول ۳)، عمل تلفیق[1] بر روی نتایج حاصل از مرحله قبل انجام شد. به‌طوری‌که وزن نهایی هر راهبرد ($\bar{P}_i$)، از مجموع حاصلضرب وزن هر معیار(W_j) در وزن گزینه مربوط به آن معیار(a_{ij}) بدست آمد (رابطه۳) و نمودار اولویت راهبردها برمبنای مجموعه معیارها شکل گرفت (جدول ۷ و شکل ۹) (Ghodsypour, 1998)

$$\bar{P}i = \sum_{i=1}^{M} \sum_{j=1}^{N} W_j * a_{ij} \quad \text{(رابطه ۳)}$$

1- Synthesis

جدول ۳ - ماتریس تصمیم‌گیری در فرایند تحلیلی سلسله مراتبی

Alt	Criterion					Pi
	C_1	C_2	C_3	----------	C_N	
	W_1	W_2	W_3	----------	W_N	
A_1	a_{11}	a_{12}	a_{13}	————	a_{1N}	p_1
A_2	a_{21}	a_{22}	a_{23}	----------	a_{2N}	p_2
A_3	a_{31}	a_{32}	a_{33}	----------	a_{3N}	p_3
:	:	:	:	:	:	:
A_M	a_{M1}	a_{M2}	a_{M3}	----------	a_{MN}	P_M

در این ماتریس M = تعداد گزینه‌ها یا راهبردها N = تعداد معیارها

C = عنوان معیار W = مقدار وزنی (عددی) معیار مربوطه

a_{ij} = مقدار وزنی که هر گزینه (راهبرد) باتوجه به معیار مربوطه کسب می‌کند

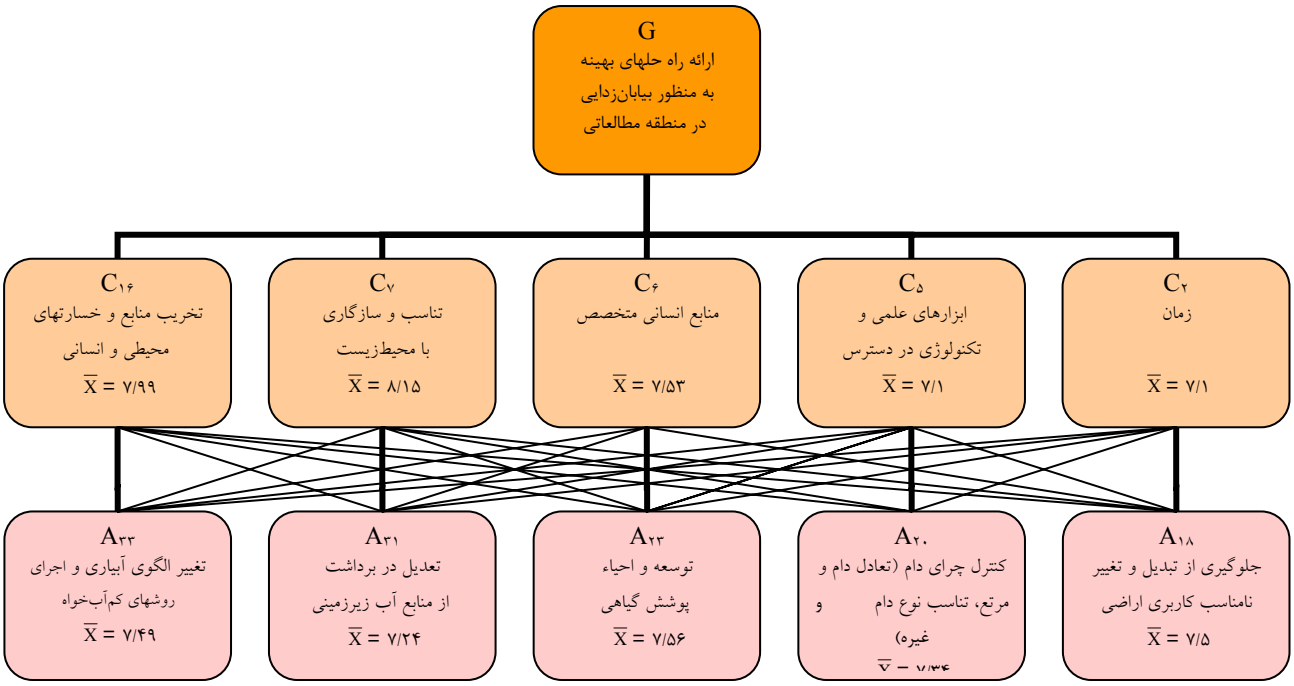
P = درجه ارجحیت راهبردها

نتایج

انتخاب معیارها، راهبردهای مهم و اولویت‌دار از نظر گروه و ترسیم درخت سلسله مراتب تصمیم‌گیری

به منظور تعیین و شناخت معیارها و راهبردهای مهم و اولویت‌دار از نظر گروه، برای تشکیل نمودار سلسله‌مراتب تصمیم‌گیری که در واقع ساختار کلی مسئله تحت‌مطالعه را به صورت گرافیکی نمایش می‌دهد (آذر و رجب زاده،۱۳۸۱) و انجام سایر مراحل مدلAHP تا رسیدن به راهبرد بهینه، از نتایج حاصل از کار میدانی، مطالعات کتابخانه‌ای و مصاحبه با متخصصان، پرسشنامه‌ای در دو بخش معیارها و راهبردها شکل گرفت و در ابتدا ۷ معیار (C_1-C_7) (جدول ٤) و ۳۸ راهبرد (A_1-A_{38}) به شرح جدول (۵) پیشنهاد شد و از متخصصان آشنا به منطقه (کل جامعه آماری ۲۵ نفر) خواسته شد که اهمیت و اولویت هر معیار یا راهبرد را در مقیاس ۱ تا ۹ (بدون اهمیت تا اهمیت در حد عالی) برآورد کنند. درعین حال این پرسشنامه به صورت باز تنظیم شد و از متخصصان خواسته شد که معیارها و راهبردهای با اهمیت از نظرشان که در پرسشنامه ذکر نگردیده را بیان و اهمیت آنها را ذکر کنند. پس از جمع‌آوری پرسشنامه یادشده مشاهده شد که از ۲۵ پرسشنامه پاسخ داده شده، تنها ۷ نفر در زمینه معیارها پیشنهادهایی داشتند، که ازمجموع ۲۱ معیار پیشنهاد شده، تنها ۹ معیار (C_8-C_{16}) جهت نظرخواهی از متخصصان مجدداً مورد توجه قرار گرفت و ۱۲ پیشنهاد دیگر یا جزء راهبردها محسوب می‌شدند، (همانند فرهنگ‌سازی و غیره) یا تکراری و مستتر در معیارهای دیگر بودند (همانند معیارهای کاهش تصادفات و خسارتهای حمل ونقل، خسارت به اراضی کشاورزی و غیره که در معیار تخریب و خسارتهای محیطی و انسانی مستتر بودند). درعین حال تنها ۳ نفر در زمینه راهبردها به ارائه پیشنهاد پرداختند، که از

مجموع ۱۶ راهبرد پیشنهادی تنها ۲ راهبرد تکراری نبوده و مورد توجه قرار گرفت (A_{39} , A_{40}). در ادامه با اعمال معیارها و راهبردهای پیشنهادی، پرسشنامه اولیه تکمیل و با بدست آوردن میانگین نتایج دوباره به متخصصان (پرسش‌شوندگان) ارائه 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 و همچنین به ارزش‌دهی معیارها و راهبردهای پیشنهادی بپردازند. در نهایت با بدست آوردن میانگین امتیازات داده شده ($\bar{x}$) به هر معیار یا راهبرد (جدول ٤ و٦)، مواردی که دارای امتیازات کمتر از ۷ بودند ($\overline{X} < ۷$) حذف شدند و معیارها و راهبردهای باقی‌مانده ($\overline{X} \geq ۷$) برای ترسیم نمودار سلسله‌مراتبی تصمیم‌گیری بکار رفتند (شکل ۲).



شکل ۲- نمودار سلسله‌مراتب تصمیم‌گیری به‌منظور انجام مقایسات زوجی در منطقه مطالعاتی

جدول ٤ - معیارهای پیشنهادی و میانگین اهمیت آنها از نظر گروه

نشانه	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6
معیار (Criteria)	هزینه- سود	زمان	مشارکت مردمی	زیبایی چشم‌انداز	ابزارهای علمی و تکنولوژی در دسترس	منابع انسانی متخصص
میانگین امتیازها	٥/٣٨	٧/١	٥/٧٨	٥/١	٧/١	٧/٥٣
نشانه	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}
معیار(Criteria)	تناسب و سازگاری با محیط‌زیست (پایداری)	مدیریت سنتی و دانش بومی	دولت سالاری در بیابان‌زدایی	درآمدهای نفتی دولت	مدیریتهای موقتی	مشکلات مربوط به نوآوری و تغییر روشها
میانگین امتیازها	٨/١٥	٥/٢٣	٥/٢٨	٥/٧٢	٢/٣٩	٢/٨٤
نشانه	C_{13}	C_{14}	C_{15}	C_{16}		
معیار(Criteria)	راحت‌طلبی سیستمهای اداری دولتی	فشارهای سیاسی و اجتماعی	مسائل اورژانسی ناشی از بیابان‌زایی	تخریب منابع و خسارتهای محیطی و انسانی		
میانگین امتیازها	٢/٢٩	٥/٣٥	٦/٣٤	٧/٩٩		

جدول ۵- راهبردهای پیشنهادی به منظور بیابان‌زدایی

- اصلاح، ایجاد و تقویت زیرساختهای اقتصادی – اجتماعی مناطق حاشیه‌ای	A۲۲- جلوگیری از بوته‌کنی و قطع اشجار
A۱- کاهش نرخ رشد جمعیت	A۲۳- توسعه و احیاء پوشش گیاهی
A۲- فقرزدایی	A۲٤- حفاظت از تاغزارها (جوان‌سازی و زادآوری تاغها)
A۳- ایجاد و تقویت سازمانهای روستایی	- حفاظت خاک
A٤- افزایش اشتغال	A۲۵- حفاظت از سطوح سنگریزه‌ای در منطقه (رگ)
A۵- افزایش مشارکت مردمی و حمایت از NGO ها	A۲٦- جلوگیری و کاهش تردد ماشین الات سنگین کشاورزی و صنعتی
A٦- بکارگیری نیروهای بومی و تکنولوژی محلی در طرحها (دانش بومی)	A۲۷- ایجاد بادشکن‌های زنده و غیرزنده دارای کاربری حفاظت خاک
A۷- آموزش مردم در بکارگیری روشهای جدید و استفاده از دانش روز جهت کاربرد بهینه منابع	A۲۸- اصلاح بافت خاک
A۸- تصویب، تقویت و اجرای قوانین و تناسب جرم با مجازات	- توسعه کشاورزی پایدار
A۹- تأمین نیازهای ساکنان بومی	A۲۹- اصلاح روشهای تناوب زراعی و آیش
A۱۰- تعدیل الگوهای مصرف ناپایدار و تغییر و اصلاح شیوه‌های معیشتی مردم	A۳۰- اصلاح روشهای شخم‌زنی، کوددهی و سمپاشی
A۱۱- توجه به نقش زنان و جوانان در بیابان‌زدایی	- توسعه و مدیریت پایدار منابع آب (آبخوانداری)
A۱۲- سازماندهی نواحی شهری وجلوگیری از مهاجرت	A۳۱- تعدیل در برداشت از منابع آب زیرزمینی
A۱۳- ایجاد هماهنگی بین ادارات و سازمانهای مسئول در امر بیابان‌زدایی و حفاظت محیط‌زیست	A۳۲- کاهش مصرف آب (مصرف بهینه آب در مزارع)
A۱٤- بالا بردن نرخ باسوادی	A۳۳- تغییر در الگوی آبیاری و اجرای روشهای کم‌آبخواه
A۱۵- توسعه اکوتوریسم بیابانی	A۳٤- تبدیل سیستم‌های آبیاری از سنتی با بازده کم به مدرن و تحت فشار با بازده زیاد
A۱٦- استفاده چندمنظوره از بیابان به جای استفاده موردی	A۳۵- جمع‌آوری و استحصال بهینه منابع آب (شامل: ایزوله نمودن انهار، مرمت و لایروبی قنات‌ها، استفاده از کانال‌ها و مجاری، تعبیه آب‌انبارها و استخرها، نمک‌زدایی از آبهای لب‌شور و شور و غیره)
A۱۷- سپردن مسئله بیابان‌زدایی به بخش خصوصی	A۳٦- تغذیه آبهای زیرزمینی
A۱۸- جلوگیری از تبدیل و تغییر نامناسب کاربری اراضی	A۳۷- احداث شبکه‌های پخش سیلاب و استفاده از آبرفت آن
A۱۹- تهیه نقشه آمایش سرزمین و تعیین محدوده‌های بیابانی و حواشی کویرها و بیابانها	A۳۸- ایجاد بارشهای مصنوعی جهت تغذیه آبخوانه‌ها
- حفاظت از پوشش گیاهی	A۳۹- ترویج و گسترش کشت گلخانه‌ای و تحت کنترل از نظر مصرف آب و تبخیر و تعرق
A۲۰- کنترل چرای دام (تعادل دام و مرتع، تناسب نوع دام، جلوگیری از چرای خاج از فصل و غیره)	A٤۰- معرفی ارقام گیاهی جدید و مقاوم به خشکی و تنش‌های کم-آبی از طریق مهندسی ژنتیک
A۲۱- تولید علوفه و افزایش پتانسیل اقتصاد پایدار دامدار	

جدول ٦ - میانگین اولویت راهبردها از نظر گروه

راهبرد(Alternative)	A١	A٢	A٣	A٤	A٥	A٦	A٧	A٨	A٩	A١٠
میانگین امتیازها	٥	٥/٦٨	٥/٣٥	٦/٧	٦/١	٦/٥٦	٦/٤٧	٥/٧٣	٥/٨٩	٥/٦
راهبرد (Alternative)	A١١	A١٢	A١٣	A١٤	A١٥	A١٦	A١٧	A١٨	A١٩	A٢٠
میانگین امتیازها	٤/٥	٥/٢٣	٦/٨٦	٤/٨	٥/٣٢	٥/٢٧	٣/٧٩	٧/٥	٦/٤٤	٧/٣٤
راهبرد (Alternative)	A٢١	A٢٢	A٢٣	A٢٤	A٢٥	A٢٦	A٢٧	A٢٨	A٢٩	A٣٠
میانگین امتیازها	٦/٦	٦/٤٦	٧/٥٦	٦/٧٦	٦/٤٥	٥/٥٧	٦/٨٦	٤/٦٦	٥/٤٢	٥/١
راهبرد (Alternative)	A٣١	A٣٢	A٣٣	A٣٤	A٣٥	A٣٦	A٣٧	A٣٨	A٣٩	A٤٠
میانگین امتیازها	٧/٢٤	٦/٦	٧/٤٩	٦/٥٣	٦/٦٤	٦/٠٨	٥/٣	٣/٤٧	٦/٢	٦

محاسبه وزن نسبی معیارها و راهبردها و تشکیل ماتریس مقایسات زوجی گروهی

پس از مشخص شدن معیارها و راهبردهای مهم و اولویت‌دار از نظر گروه، به‌منظور برآورد وزن نسبی معیارها و راهبردها برای دستیابی به هدف" ارائه راهبردهای بهینه بیابان‌زدایی" اقدام به تهیه پرسشنامه مقایسات زوجی بر مبنای معیارها و راهبردهای انتخاب شده از نتایج پرسشنامه اول و توزیع آن بین متخصصان شد و درنهایت با اخذ نظرات متخصصان و تلفیق نظرات آنها از طریق میانگین هندسی، (رابطه ١) ماتریس مقایسات زوجی گروهی اهمیت معیارها و اولویت راهبردها شکل گرفت (جدولهای ٨ تا ١٣).

استخراج اولویت راهبردها بر مبنای هر معیار (P)

در این مرحله اعداد ماتریس اهمیت معیارها و اولویت راهبردها بر مبنای هر معیار (جدولهای ٨ تا ١٣) وارد نرم‌افزار EC شد و با انجام عمل نرمال‌سازی و محاسبه میانگین موزون، اهمیت و اولویت معیارها و راهبردهای بیابان‌زدایی در منطقه مطالعاتی از نظر گروه به‌صورت نمودارهای میله‌ای و برمبنای درصد بدست‌آمد (شکلهای ٣ تا ٨).

تعیین اولویت نهایی راهبردها ($\overline{Pi}$)

مطابق شکلهای (٤ تا ٨) ملاحظه شد که برحسب هر معیار راهبردهای انتخابی متفاوت می‌باشند. بنابراین جهت انتخاب نهایی راهبردها و درجه‌بندی اولویت آنها، در قالب کلی ماتریس تصمیم‌گیری در AHP (جدول٣)، ماتریس تصمیم‌گیری راهبردهای بهینه بیابان‌زدایی از نظر گروه (جدول ٧) در محیط نرم‌افزاری EC شکل گرفت و با عمل تلفیق بر روی این ماتریس، وزن نهایی راهبردها بدست‌آمد (شکل ٩).

جدول ۷ – ماتریس تصمیم‌گیری به‌منظور انتخاب راهبردهای بهینه بیابان‌زدایی از نظر گروه

اهمیت معیارها (C) ◄ / اولویت راهبردها (A) ▼	C۲	C۵	C۶	C۷	C۱۶	$\overline{Pi}$
	۰/۰۸۹	۰/۱۱۰	۰/۱۵۷	۰/۳۳۳	۰/۳۱۱	
A۱۸	۰/۱۹۶	۰/۱۶۹	۰/۱۹۷	۰/۲۶۶	۰/۲۳۷	۰/۲۲۹
A۲۰	۰/۲۲۳	۰/۱۷۴	۰/۱۶۱	۰/۱۵۵	۰/۲۱۹	۰/۱۸۵
A۲۳	۰/۲۵۰	۰/۲۳۷	۰/۲۴۶	۰/۲۲۷	۰/۱۸۱	۰/۲۱۸
A۳۱	۰/۱۶۸	۰/۱۶۳	۰/۱۸۷	۰/۱۹۲	۰/۲۰۸	۰/۱۹۱
A۳۳	۰/۱۶۳	۰/۲۵۶	۰/۲۱۱	۰/۱۵۹	۰/۱۵۴	۰/۱۷۷

جدول ۸ – ماتریس مقایسات زوجی گروهی اهمیت معیارها نسبت به هدف " ارائه راهبردهای بهینه بیابان‌زدایی در منطقه"

معیار	C۱۶	C۶	C۵	C۲
C۷	۱/۲	۲/۵	۲/۵	۳/۴
C۱۶		۲/۳	۳/۱	۳/۱
C۶			۱/۷	۲
C۵				۱/۳

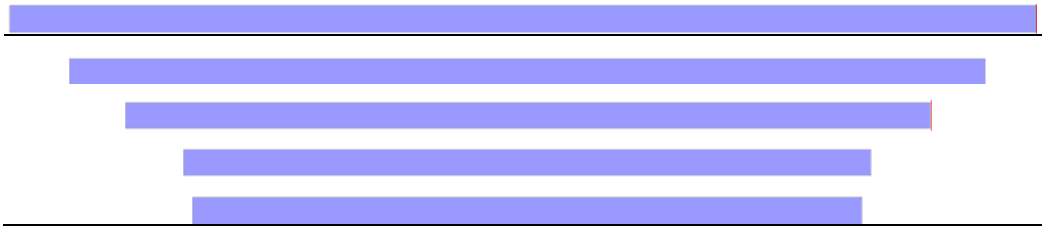
معیار	درجه اولویت
C۷	۳۳/۳
C۱۶	۳۱/۱
C۶	۱۵/۷
C۵	۱۱
C۲	۸/۹

شکل ۳ – مقایسه اهمیت معیارهای پیشنهادی به منظور دستیابی به هدف

جدول ۹ – ماتریس مقایسات زوجی گروهی اولویت راهبردها نسبت به معیار "زمان"

راهبرد	A۲۰	A۱۸	A۳۱	A۳۳
A۲۳	۱/۲	۱/۵	۱/۴	۱/۳
A۲۰		(۱/۱)	۱/۶	۱/۵
A۱۸			۱/۱	۱/۲
A۳۱				۱/۱

راهبرد	درجه اولویت
A۲۳	**۲۵**
A۲۰	۲۲/۳
A۱۸	۱۹/٦
A۳۱	۱٦/۸
A۳۳	۱٦/۳



شکل ٤ – مقایسه اولویت راهبردها با توجه به معیار زمان ($C_۲$)

جدول ۱۰– ماتریس مقایسات زوجی گروهی اولویت راهبردها نسبت به معیار " ابزارهای علمی و تکنولوژی در دسترس"

راهبرد	A۲۳	A۲۰	A۱۸	۳۱A
A۳۳	۱/٤	۱/۱	۱/٤	۱/۷
A۲۳		۱/۷	۱/٦	۱/۳
A۲۰			(۱/۱)	۱/۱
A۱۸				۱

راهبرد	درجه اولویت
A۳۳	۲۵/٦
A۲۳	۲۳/۷
A۲۰	۱۷/٤
A۱۸	۱٦/۹
A۳۱	۱٦/۳

شکل ۵ – مقایسه اولویت راهبردها با توجه به معیار ابزارهای علمی و تکنولوژی در دسترس ($C_۵$)

جدول ۱۱ – ماتریس مقایسات زوجی گروهی اولویت راهبردها نسبت به معیار "منابع انسانی متخصص "

راهبرد	A۳۳	A۱۸	A۳۱	۲۰A
A۲۳	۱/۱	۱/۷	۱/۱	۱/٤
A۳۳		(۱)	۱/۲	۱/۳
A۱۸			۱	۱/٦
A۳۱				(۱)

راهبرد	درجه اولویت
A۲۳	۲٤/٦
A۳۳	۲۱/۱
A۱۸	۱۹/۷
A۳۱	۱۸/۷
A۲۰	۱٦

شکل ٦ – مقایسه اولویت راهبردها با توجه به معیار منابع انسانی متخصص ($C_٦$)

جدول ۱۲ – ماتریس مقایسات زوجی گروهی اولویت راهبردها نسبت به معیار " تناسب و سازگاری با محیطزیست"

راهبرد	A۲۳	A۳۱	A۳۳	A۲۰
A۱۸	(۱/۱)	۱/۳	۲/٤	۱/٦
A۲۳		(۱/۱)	۱/٦	۱/۳
۳۱A			(۱/۱)	۱/۲
A۳۳				۱/۲

راهبرد	درجه اولویت
A۱۸	۲٦/٦
A۲۳	۲۲/۷
A۳۱	۱۹/۲
A۳۳	۱٥/۹
A۲۰	۱٥/٥

شکل ۷ – مقایسه اولویت راهبردها با توجه به معیار تناسب و سازگاری با محیطزیست ($C_{۷}$)

جدول ۱۳ – ماتریس مقایسات زوجی گروهی اولویت راهبردها نسبت به معیار " تخریب منابع و خسارتهای محیطی و انسانی"

راهبرد	A۲۰	A۳۱	A۲۳	A۳۳
A۱۸	۱/٤	۱	(۱/۱)	۱/۹
A۲۰		۱/٤	۱/٤	۱/۲
A۳۱			۱/٥	۱/۲
A۲۳				۱/۲

راهبرد	درجه اولویت
A۱۸	۲۳/۷
A۲۰	۲۱/۹
A۳۱	۲۰/۸
A۲۳	۱۸/۱
A۳۳	۱٥/٤

شکل ۸– مقایسه اولویت راهبردها با توجه به معیار تخریب منابع و خسارتهای محیطی و انسانی ($C_{۱٦}$)

راهبرد	درجه اولویت
A۱۸	۲۲/۹
A۲۳	۲۱/۸
A۳۱	۱۹/۱
A۲۰	۱۸/٥
A۳۳	۱۷/۷

شکل ۹ – اولویت راهبردها بر مبنای مجموعه معیارها از نظر گروه

بحث

نتایج حاصل از پرسشنامه ارائه شده جهت تعیین و شناخت معیارها و راهبردهای مهم و اولویت‌دار به منظور ترسیم نمودار سلسله‌مراتب تصمیم‌گیری، نشان داد که از میان ١٦ معیار و٤٠ راهبرد نهایی نظرخواهی شده تنها ٥ معیار و راهبرد میانگین گروهی بالای ٧ داشتند که جهت ترسیم نمودار سلسله‌مراتب تصمیم‌گیری و تهیه پرسشنامه مقایسات زوجی (جدولهای ٤ و ٦) در نظر گرفته شدند. به‌طوری‌که از میان آنها معیار تناسب و سازگاری با محیط‌زیست ($C_٧$) با میانگین ٨/١٥ ، مهمترین معیار و راحت‌طلبی سیستمهای اداری دولتی ($C_{١٣}$) با میانگین ٢/٢٩، کم‌اهمیت‌ترین معیار در نظر گرفته شد (جدول ٤) و در مورد راهبردها، توسعه و احیاء پوشش گیاهی ($A_{٢٣}$) با میانگین ٧/٥٦، به‌عنوان مهمترین راهبرد و سپردن مسئله بیابان‌زدایی به بخش خصوصی ($A_{١٧}$) با میانگین ٣/٧٩، به‌عنوان کم‌اولویت‌ترین راهبرد بدست‌آمد (جدول ٦).

در ادامه، با تهیه پرسشنامه مقایسات زوجی و نظرخواهی و محاسبه میانگین نظرات ارائه شده توسط متخصصان و تشکیل ماتریس مقایسات زوجی گروهی اهمیت معیارها و اولویت راهبردها، که در شکلهای ٣ تا ٨ آورده شد، نتایج زیر حاصل شد. مطابق شکل ٣ که بیانگر درجه‌بندی اهمیت معیارها نسبت به هدف از نظرگروه است. معیار تناسب و سازگاری با محیط‌زیست($C_٧$) در بالاترین درجه اهمیت و زمان ($C_٢$) در پایین‌ترین درجه قراردارند. میزان اهمیت تناسب و سازگاری با محیط‌زیست برابر با ٣٣/٣ درصد و بعد از آن تخریب منابع و خسارتهای محیطی و انسانی($C_{١٦}$) با ٣١/١ درصد در درجه دوم اهمیت قرار گرفته است. از معیارهای دیگر، منابع انسانی متخصص(C٦) با ١٥/٧ درصد، ابزارهای علمی و تکنولوژی در دسترس ($C_٥$) با ١٠/٩ درصد و زمان با ٨/٩ درصد، در درجه‌های بعدی قرارگرفتند (جدول٧). شکلهای ٤ تا ٨ اولویت راهبردها را نسبت به تک‌تک معیارهای یادشده بیان می‌کنند. همان‌گونه‌که از این شکلها استنباط می‌شود، بر حسب هر معیار راهبردهای انتخابی متفاوت خواهند بود. به‌عنوان مثال، در رابطه با معیار تناسب و سازگاری با محیط‌زیست ($C_٧$)، راهبرد جلوگیری از تبدیل و تغییر نامناسب کاربری اراضی ($A_{١٨}$) با ٢٦/٦ درصد، توسعه و احیاء پوشش گیاهی ($A_{٢٣}$) با ٢٢/٧ درصد به‌ترتیب در رتبه اول و دوم قرار دارند. درحالی‌که تجزیه و تحلیل راهبردها در رابطه با معیار منابع انسانی متخصص ($C_٦$) بدین صورت است که راهبرد توسعه و احیاء پوشش گیاهی ($A_{٢٣}$) با ٢٤/٦ درصد و تغییر الگوی آبیاری و اجرای روشهای کم‌آبخواه ($A_{٣٣}$) با ٢١/١ درصد به‌ترتیب در رتبه اول و دوم قرار گرفته‌اند. بنابراین برای انتخاب نهایی راهبردها و درجه‌بندی اولویت آنها عمل تلفیق (Synthesis) انجام شد و نمودار اولویت راهبردها بر مبنای مجموعه معیارها شکل گرفت (شکل ٩ و جدول ٧). همان‌گونه که از این نمودار استنباط می‌شود، راهبردهای پیشنهادی به صورت زیر درجه‌بندی شدند:

جلوگیری از تبدیل و تغییر نامناسب کاربری اراضی ($A_{١٨}$) ٢٢/٩ درصد

توسعه و احیاء پوشش گیاهی ($A_{٢٣}$) ٢١/٨ درصد

تعدیل در برداشت از منابع آب زیرزمینی ($A_{٣١}$) ١٩/١ درصد

کنترل چرای دام ($A_{٢٠}$) ١٨/٥ درصد

تغییر الگوی آبیاری و اجرای روشهای کم‌آب‌خواه ($A_{٣٣}$) ١٧/٧ درصد

به طورکلی با توجه به نتایج اولویت‌بندی نهایی راهبردها می‌توان بیان داشت که در صورت اجرای راهبردهای جلوگیری از تبدیل و تغییر نامناسب کاربری اراضی ($A_{۱۸}$)، توسعه و احیاء پوشش گیاهی ($A_{۲۳}$) و تعدیل در برداشت از منابع آب زیرزمینی ($A_{۳۱}$)، می‌توان به‌میزان ۷۰ درصد از بیابانی‌شدن اراضی منطقه جلوگیری و نسبت به احیاء اراضی تخریب‌یافته اقدام کرد. پیشنهاد می‌شود طرح‌های بیابان‌زدایی در منطقه مطالعاتی بر روی این راهبردها تأکید کنند تا از هدررفت سرمایه‌های محدود جلوگیری و بازدهی طرحهای کنترل، احیاء و بازسازی بالا رود.

منابع مورد استفاده

- آذر، ع. و رجب زاده، ع.، ۱۳۸۱. تصمیم‌گیری کاربردی رویکرد (MADM). نشرنگاه دانش. ۱۸۳ صفحه.
- اصغرپور، م.ج.، ۱۳۷۱. تصمیم‌گیری چندمعیاره. مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران. ۳۹۸ صفحه.
- قدسی پور، س. ح.، ۱۳۸۱. فرایند تحلیل سلسله مراتبی(AHP). انتشارات دانشگاه امیرکبیر. ۲۲۰ صفحه.
- Bergamp, G., 1995. A Hierarchical Approach for Desertification Assessment. Environmental Monitoring and Assessment, 37(5): 59-78.
- Ghodsypour, S.H., 1998. A Decision Support System For Supplier Selection Using An Integrated Analytical Hierarchy Process And Linear Programming. International Journal of Production Economics, 56(3): 199-212.
- Saaty, T.L., 1995. Decision making for leaders. USA. RWS Publications, 320 p

Application of Analytical Hierarchy Process (AHP) in assessment of de-desertification alternatives Case study: Khezrabad region, Yazd province

Sadeghi Ravesh, M.H.[1*], Ahmadi, H.[2], Zehtabian, Gh.[2] and Tahmores, M.[3]

1*- Corresponding Author, Assistant Professor, Department of Environment, Faculty of Agriculture, Takestan Branch, IAU, Ghazvin, Iran, Email: h.sadeghi51@gmail.com
2- Professor of department of De- desertification, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.
3- MSc of Watershed management, Faculty of Natural Resources, Tehran University, Karaj, Iran.

Received: 13.08.2007 Accepted:09.08.2008

Abstract

With respect to importance of desertification issue and complication of this phenomenon because of interaction of different and numerous variables during the time, paying effective attention to the optimum alternatives is vital for prevention of de-desertification or rehabilitation and improvement of degradation lands so the loss of limited capitals are prevented and efficiency of control and rehabilitation projects is enhanced. Study of research sources showed that unfortunately proposed alternatives are superficial and there are not any precedence in application of systematic methods such as Multiple Attribute Decision Making (MADM) for desertification issues. Therefore in this research AHP method has been used for offering the optimal alternatives for de-desertification. In this study the opinion of experts about alternatives and criteria were assessed by using Delphi method and Pirewise comparison and with application of EC software. Then final preference for the alternatives was obtained with synthesis and integration of the results. The ability of the model was assessed for offering de-desertification alternatives in Khezrabad region in Yazd province. On the basis of obtained results unsuitable land use alternative with weighted average of %22.9, vegetation cover development and reclamation with weighted average of %21.8 and modification of groundwater harvesting with weighted average of %19.1 were determined as the optimum de-desertification alternatives in the study area.

Key words: Analytical Hierarchy Process (AHP), Khezrabad, Multiple Attribute Decision Making (MADM), pirewise comparative, de-desertification