علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و دوم، شماره چهار، تیر ماه ۹۹

تحلیل راهبردهای بیابان‌زدایی منتج از مدل‌های تصمیم‌گیری با استفاده از توابع انتخاب اجتماعی، (مطالعه موردی: منطقه خضر آباد یزد)

محمد حسن صادقی روش[1*]

m.sadeghiravesh@tiau.ac.ir

حسن خسروی[2]

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۵/۱۸ **تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۹/۲۹**

چکیده

زمینه و هدف: به منظور ارزیابی و ارایه راهبردهای بهینه بیابان‌زدایی با در نظر گرفتن مجموع معیارهای موثر از مدل‌های مختلف تصمیم‌گیری استفاده می‌شود که گاهاً نتایج اولویت‌بندی این مدل‌ها با هم هم‌خوانی ندارد. این مسأله بستگی به ماهیت مدل، معیارهای در نظر گرفته شده و چگونگی وزن‌دهی معیارها توسط متخصصان به صورت گروهی دارد. لذا لازم است توابعی ارایه شود که از میان راهبردهای ارایه شده در هر منطقه توسط مدل‌های مختلف، ارجحیت راهبردها به صورت گروهی و نهایی ارایه شود.

روش بررسی: در این مقاله سعی شد این مهم توسط توابع انتخاب اجتماعی به انجام رسد. توابع انتخاب اجتماعی یک روش دسترسی به یک توافق جمعی به منظور برطرف کردن پارادوکس رای‌گیری و ناسازگاری اولویت‌بندی از یک مجموعه گزینه‌های مفروض می‌باشد، بنابراین به منظور انتخاب نهایی در چارچوب توابع انتخاب اجتماعی از سه تابع نانسون، کیم‌نی و کوپلند استفاده شد. و راهبردهای بیابان-زدایی در منطقه خضرآباد یزد مورد تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها: بر مبنای نتایج حاصل شده، از دیدگاه هر سه روش تعیین الویت نهایی، 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 ($A_{۳۱}$) ، به ترتیب به عنوان مهم‌ترین راهبردهای بیابان‌زدایی در منطقه تشخیص داده شدند.

بحث و نتیجه‌گیری: نتایج حاصله از ارزیابی راهبردها نشان داد رتبه‌بندی‌های به‌دست آمده تا حدودی با هم اختلاف دارند که این امر عمدتاً به ساختار روش‌ها برمی‌گردد. 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 کاربندند تا ضمن دست‌یابی به نتایج بهتر، از هدر رفتن سرمایه‌های ملی جلوگیری کنند. بنابراین پیشنهاد شد که در طرح‌های کنترل و کاهش اثرات بیابان‌زایی و احیاء اراضی تخریب یافته، نتایج و رتبه‌بندی به دست آمده مورد توجه قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: تابع کوپلند، تابع کیم‌نی، تابع نانسون، توابع انتخاب اجتماعی، ساختار سلسله مراتبی، مدل‌های تصمیم‌گیری.

---

۱ - دانشیارگروه محیط زیست، واحد تاکستان، دانشگاه آزاد اسلامی ، تاکستان، ایران* (مسئول مکاتبات)

۲ - دانشیارگروه بیابان‌زدایی، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، تهران، ایران

J. Env. Sci. Tech., Vol 22, No.4, June, 2020

Analysis of the Alternatives to Combat Desertification Derived from the Decision-Making Models Using the Social Choice Functions (Case Study of Khezerabad Region in Yazd Province)

Mohammad Hassan Sadeghi Ravesh[*1]

m.sadeghiravesh@tiau.ac.ir

Hassan Khosravi[2]

Accepted: 2017.12.20 Received:2017.08.09

Abstract

Background and Purpose: Different decision-making models are applied for assessing and providing the desertification optimal strategies through taking into account the total effective measures that sometimes the results of the prioritization of these models are not consistent. This issue depends on the nature of the model, the considered criteria, and the way of weighing the criteria as a group by the experts. So, there is need for presenting some functions in some groups to prioritize the strategies offered in each region by the different models on the basis of logic and strong principles and theoretical foundations.

Methods: In this paper, it has been tried to do so by using the Social Choice functions. The Social Choice functions are a counting method from a set of given alternatives to resolve the voting paradox and the inconsistency of prioritizing. Therefore, for the final selection from the Nanson, Kemeny and Gopeland functions are used and the desertification strategies were analyzed.

Findings: The obtained results from functions indicated that, the alternatives of prevention of unsuitable land use changes (A_{18}), vegetation cover development and reclamation (A_{23}) and modification of ground water harvesting (A_{31}) respectively were identified as the most important alternatives for combating desertification in the region.

Discussion and Conclusion: The results of the evaluation of the strategies showed that the obtained rankings are somewhat different from each other, which is mainly due to the structure of the methods. The results of this study enable the managers of desert areas to use the limited facilities and funds allocated to control the desertification process in correct and efficient ways in order to achieve better results, to avoid wastage. Prevent the outflow of national funds. Therefore, it was suggested that in the plans to control and reduce the effects of desertification and rehabilitation of degraded lands, the results and rankings obtained should be considered.

Key words: Decision Making Models, Gopeland's Function, Hierarchy Structure, Kemeny's Function, Nanson's Function, Social Choice Functions.

1 - Associate Professor, Department of Environment, Takestan Branch, Islamic Azad University, Takestan, Iran *(Corresponding Author)

2- Associate Professor, Department of Desertification, Faculty of Natural Resources, Tehran University, Tehran, Iran.

مقدمه

بیابان‌زایی مشتمل بر فرایندهای پیچیده‌ای است که در نتیجه عوامل طبیعی و عملکردهای نادرست انسانی ایجاد می‌شود (۱) و طبق تعریف عبارتست از کاهش استعداد اراضی در اثر یک یا ترکیبی از فرایندها، از قبیل فرسایش باد، فرسایش آبی، تخریب پوشش گیاهی، تخریب منابع آب، و ...که توسط عوامل محیطی یا انسانی شدت می‌یابد.

در حال حاظر بیابان‌زایی به عنوان یک معضل گریبان‌گیر بسیاری از کشورهای جهان از جمله کشورهای در حال توسعه می‌باشد که نتیجه آن از بین رفتن منابع تجدید شونده در هر یک از کشورهاست (۲). رشد سریع جمعیت بشر و افزایش و بهره‌برداری مفرط از منابع سبب تشدید اثرات منفی این پدیده از جمله فقر، بیماری و نابرابری‌های فزاینده بشری و غیره شده لذا با توجه به نهاده‌های محدود در این زمینه ارایه راهبردهای مهم با توجه به تمامی معیارهای موثر در پدیده بیابان‌زایی امری ضروریست. بر این مبنا تلاش‌های مختلفی به منظور معرفی مدل‌ها و توابع انتخاب راهبرد بهینه در چارچوب مدل-های تصمیم‌گیری[1] ارایه شده که از این میان می‌توان به کارهای Grau و دیگران، صادقی روش و دیگران و سپهر و پرویان اشاره کرد. گرایو در پژوهش خود به منظور انتخاب راهبردهای بهینه به منظور ارایه طرحی یکپارچه جهت کنترل فرسایش و بیابان‌زایی از سه مدل تصمیم گیری الکترا[2]، فرایند تحلیلی سلسله مراتبی[3] و پرومته[4] استفاده کرد (۳). نتایج حاصله نشان‌گر کارایی بالای این مدل‌ها در ارایه راهبردهای بهینه بیابان‌زدایی بود و با وجود روش‌های پیچیده مورد استفاده در هر مدل نتایج حاصله تا حدود زیادی یکسان بود. صادقی‌روش نیز با کاربرد مدل‌های فرایند تحلیلی سلسله مراتبی[5] (۴)، تکنیک اولویت‌بندی ترجیحی بر اساس تشابه به پاسخ‌های ایده‌آل[6] (۵)، الکترا[7] (۶)، مدل مجموع وزنی[8] (۷)، بردا[9] (۸)، جای گشت[10] (۹)، تحلیل شبکه[11] (۱۰) تخصیص خطی[12] (۱۱)، تکنیک آزمایشگاه آزمون و ارزیابی تصمیم-گیری[13] (۱۲)، تئوری مطلوبیت چند معیاره[14] (۱۳) و روش ساختار یافته‌ی رتبه‌بندی ترجیحی برای غنی‌سازی ارزیابی‌ها[15] (۱۴) به اولویت‌بندی راهبردهای بیابان‌زدایی در منطقه خضرآباد پرداخت، نتایج حاصله از این مطالعات یکسان و تا حدود زیادی مشابه نتایج حاصله از پژوهش انجام شده، می-باشد. سپهر و پرویان نیز با کاربرد مدل نارتبه‌ای پرومته ضمن پهنه‌بندی آسیب‌پذیری بیابان‌زایی در اکوسیستم‌های استان خراسان رضوی، اقدام به ارزیابی راهبردهای مقابله با بیابان‌زایی کردند (۱۵).

نتایج حاصل از اولویت راهبردها، نشان داد که نتیجه‌گیری حاصل از مدل‌های تحلیلی سلسله مراتبی، تاپسیس، الکترا، مجموع وزنی، جایگشت، بردا و غیره، همبستگی مناسب را دارند و تا حدود زیادی مشابه می‌باشند، در عین حال ارزش-های عددی به‌دست آمده با هم اختلاف دارند که این امر عمدتاً به ساختار روش‌ها برمی‌گردد. به عنوان مثال در روش تاپسیس اولویت‌بندی با منطق شباهت به جواب ایده‌آل صورت می‌گیرد. به این صورت که راهبردهای انتخابی کوتاه‌ترین فاصله را از بهترین جواب ایده‌آل و دورترین فاصله را از بدترین جواب ایده-آل دارند در حالی که در مدل دیمتال ارزیابی راهبردها بر مبنای تعیین شدت اثر معیارها و راهبردها در چارچوب نظریه

1 - Decision Making models
2- Elimination et Choice Translating Reality
3 - Analyzes Hierarchy Process
4 - Preference Ranking Organization METHod For Enrichment Evaluation
5 - Analytical Hierarchy Process (AHP)
6 - Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)
7 -- Elimination et Choice Translating Reality (ELECTRE)
8 - Weighted Sum Model (WSM)
9 - BORDA
10 - PERMUTATION
11 - Analytical Network Process (ANP)
12 - Linear Assignment(LA)
13 - Decision Making Trial And Evaluation Laboratory(DEMATEL)
14 - Multi-Attribute Utility Theory (MAUT)
15 - Preference Ranking Organization METHod For Enrichment Evaluation (PROMETHEE)

گراف‌ها ارایه می‌شود. در عین حال این اختلاف نتایج همچنین می‌تواند ناشی از نوع و تعداد معیارهای در نظر گرفته شده و چگونگی وزن‌دهی معیارها توسط متخصصان به صورت گروهی یا فردی باشد. لذا لازم است توابعی ارایه شود که بر مبنای منطق و اصول قوی و مبانی نظری مستدل از میان راهبردهای ارایه شده در هر منطقه توسط مدل‌های مختلف، ارجحیت راهبردها به صورت گروهی و نهایی ارایه شود. در این مقاله سعی شد این مهم توسط توابع انتخاب اجتماعی[1] به انجام رسد. در این میان از تابع نانسون[2]، کیم نی[3] و کوپلند[4] استفاده شد و راهبردهای بیابان‌زدایی منتج از ۱۳ مدل تصمیم‌گیری در منطقه خضرآباد یزد مورد تحلیل و مقایسه قرار گرفت.

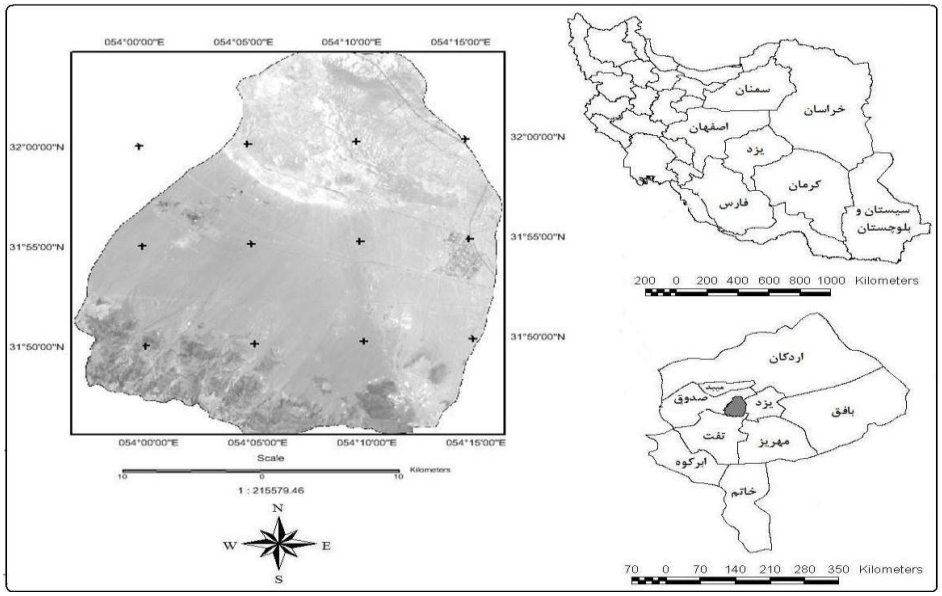
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه خضرآباد با وسعتی معادل ۷۸۱۸۰ هکتار در ۱۰ کیلومتری غرب شهر یزد در موقعیت جغرافیایی ´۵۵، °۵۳ الی ´۲۰، °۵۴ طول شرقی و ´۴۵، °۳۱ الی ´۱۵، °۳۲ عرض شمالی قرار گرفته است. (شکل۱)، ارتفاع متوسط منطقه ۱۳۹۷ متر و ۸۴/۷۹ درصد منطقه (۶۶۳ کیلومترمربع) شیبی کم‌تر از ۱۰درصد دارد. بنابراین، قسمت اعظم منطقه را اراضی پست با شیب متوسط ۹/۴۱ درصد تشکیل می‌دهد. منابع خاک منطقه عمدتاً از خاکهای نارس بیابانی (آنتی سول[5]) دارای رژیم حرارتی ترمیک و رژیم رطوبتی آریدیک و تحت تأثیر فرایند تخریب فیزیکی شکل گرفته و حاوی گچ و نمک می‌باشد و به شدت تحت تأثیر فرایند فرسایش آبی و بادی و تخریب قرار دارد. از نظر اقلیمی بر مبنای اقیم نمای آمبرژه در شرایط خشک و سرد بیابانی طبقه‌بندی می‌شود. متوسط بارندگی سالیانه ۱۲۱ میلی‌متر و جهت باد غالب شمال غربی با فراوانی وقوع ۱۶/۹۴درصد و با حداکثر سرعت ۱۶/۳کیلومتر در ساعت می‌باشد. حدود ۱۳۰ کیلومتر مربع (۱۶/۵ درصد) از اراضی منطقه را تپه‌ها و پهنه‌های ماسه‌ای شکل داده است. ارگ[6] بزرگ اشکذر با وسعتی معادل ۸۹ کیلومترمربع در شمال منطقه با انواع رخساره‌های تخریبی و فرسایشی به چشم می‌خورد که قلمرو وقوع طوفان‌های ماسه‌ای با فراوانی بیش از ۱۰ تکرار در سال با جهت غالب غربی و شمال‌غربی می‌باشد. در عین حال از کل اراضی زراعی منطقه ۱۹۹۵ هکتار (۲۶/۵٪) را اراضی مخروبه حاصل از عملیات انسانی و فرایندهای طبیعی تشکیل داده است (۱۶)، مجموع این ویژگی‌ها بیانگر وضعیت کاملاً تیپیک از نظرگاه بیابان‌زایی در منطقه و بیان کننده لزوم پرداختن به راه‌حل‌های بیابان‌زدایی در این حوزه است.

1 - Social Choice Functions
2 -Nanson’ s Function
3 -Kemeny’ s Function
4 -Gopeland’ s Function

5-Entisols
6 -Erg



شکل ۱- موقعیت منطقه مطالعاتی

Fig1- Location of the study area

روش تحقیق

توابع انتخاب اجتماعی یک روش شمارش آراء و دسترسی به یک توافق جمعی از انتخاب صحیح به منظور برطرف کردن پارادوکس رای‌گیری و ناسازگاری اولویت‌بندی از یک مجموعه گزینه‌های مفروض می‌باشد، (۱۷، ۱۸) در این پژوهش به منظور انتخاب نهایی در چارچوب توابع انتخاب اجتماعی از سه تابع نانسون، کیمنی و کوپلند استفاده شد.

تابع نانسون

این تابع مشتمل بر استفاده از متد بردا[1] توام با حذف گزینه با کم‌ترین عدد بردا، طی هر انتقال می‌باشد. انتقالات متوالیاً تکرار شده تا آن‌که گزینه دیگری قابل حذف شدن نباشد(۱۹). به طور خلاصه مراحل بکارگیری تابع نانسون (f_n) به این ترتیب است: (۲۰)

- تشکیل ماتریس "مجموع ترجیحات از هر زوج گزینه (K)" (جدول ۱)

جدول۱- ماتریس مجموع ترجیحات از هر زوج گزینه

Table 1- The Matrix of Total preferences of each pair-wise option

		A_1	…	A_j	…	A_m	
	A_1	-	…	$K_{1,j}$	…	$K_{1,m}$	$i, j = ۱, ۲, …, m$
	:	:	:	:	:	:	
$K =$	A_i	$K_{i,1}$	…	$K_{i,j}$	…	$K_{i,m}$	
	:	:	:	:	:	:	
	A_m	$K_{m,1}$	…	$K_{m,j}$	…	-	

1- Borda method

رابطه ۱

$$\begin{cases} k_{ij} = ۱،۲،...m \\ k_{ij} = ۰ \;\; ; i = j \end{cases}$$

k_{ij} = مجموع تصمیم گیرندگانی (آراء) که گزینه iام را به گزینه jام ارجح دانسته اند.

عناصر قطر اصلی از ماتریس فوق برابر صفر بوده، عناصر بالای آن قطر تشکیل دهنده مجموعه هماهنگ و عناصر پایین آن نشان دهنده مجموعه ناهماهنگ است.

- محاسبه عدد بردا

عدد بردا طی رابطه ۲ و بر مبنای ماتریس مجموع ترجیحات از هر زوج گزینه (جدول ۱) شکل می‌گیرد.

رابطه ۲

$$N = N_1 : Sum\ option$$

$$N_{j+1} = \left\{ \begin{array}{l} \left(N_j - x\right): f_b(x) \le f_b(y) \xrightarrow{for\ ever\ y \in N_j} \\ \underrightarrow{and}\ f_b(x) < f_b(y) \underrightarrow{for\ ever\ y \in\in N_j} \end{array} \right\}$$

$$f_b(x) = \sum_{\forall y \in N} \#\left(i = x P_i\ y\right)$$

این تابع از مجموع رای دهندگانی که هر گزینه را بر سایرین ارجح دانسته اند ($\forall B \in N$) تشکیل می‌گردد.

- حذف گزینه با کمترین عدد بردا در هر انتقال

در این مرحله در هر انتقال گزینه دارای کم‌ترین عدد بردا حذف شده و انتقالات متوالیاً تکرار می‌شود تا آن‌که گزینه دیگری قابل حذف شدن نباشد.

-برآورد رتبه گزینه‌ها با استفاده از تابع نانسون (رابطه۳)

رابطه ۳ (کاندیدای A اولویت خواهد داشت)

$$f_n(A) = \lim_{j \to \infty} N_j$$

تابع کیم نی

این تابع برای دسترسی به ماکزیمم مجموع توافقات یا مشابهت‌ها در بین ترجیحات موجود از رای‌دهندگان است (۲۱).

مراحل بکارگیری تابع کیم نی (f_k) به قرار ذیل است: (۲۰)

- تشکیل ماتریس نسبت رای دهندگانی که گزینه A_i را به گزینه A_j ارجح ودارند یا ماتریس P (جدول۲)

جدول۲- ماتریس نسبت تصمیم گیرندگان(P)

Table 2- Decision maker's proportion Matrix (P)

		A_1	...	A_j	...	A_m	
P =	A_1	-	...	$P_{1,j}$	...	$P_{1,m}$	i, j = ۱, ۲, ..., m
	:	:	:	:	:	:	
	A_i	$P_{i,1}$	...	$P_{i,j}$	...	$P_{i,m}$	
	:	:	:	:	:	:	
	A_m	$P_{m,1}$	...	$P_{m,j}$	...	-	

در این ماتریس با مفروض بودن m گزینه و n رای‌دهنده فرض کنیم P_{ij} بیان‌گر تعداد رای‌دهندگانی باشد که A_i را به A_j ارجح دانسته اند. و $\mathbf{P_{ij}^I}$ نشان دهنده رای دهنگان بی تفاوت در انتخاب A_i و A_j باشد (رابطه۴).

رابطه ۴

$$P_{ij} = \frac{p_{ij} + p_{ij}^{I}}{n}; i \neq j \quad , P_{ii} = \frac{1}{2}$$

- تشکیل ماتریس انتخابات (E) (جدول۳)

جدول۳- ماتریس انتخابات تصمیم گیرندگان

Table 3- Decision maker's election matrix (E)

E =		A_1	…	A_j	…	A_m	
	A_1	-	…	$E_{1,j}$	…	$E_{1,m}$	i, j = ۱, ۲, …, m
	:	:	:	:	:	:	
	A_i	$E_{i,1}$	…	$E_{i,j}$	…	$E_{i,m}$	
	:	:	:	:	:	:	
	A_m	$E_{m,1}$	…	$E_{m,j}$	…	-	

عناصر E_{ij} در این ماتریس نشان دهنده اختلاف بین نسبت رای‌دهندگانی است که A_i را به A_j ارجح دانسته‌اند. با آن نسبت از رای‌دهندگانی که A_j را به A_i ارجح دانسته‌اند (رابطه۵).

رابطه ۵ $$E = P - P^t$$

- تشکیل ماتریس رتبه‌بندی (L)

این ماتریس یک ماتریس بولین (۰، ۱) به ازای جایگشت‌های مختلف از راهبردها و طی رابطه ۶ حاصل می‌شود.

رابطه ۶ $$L_{ij} = \begin{cases} 1 \rightarrow A_i > A_j \\ 0 \rightarrow A_i \ I \ A_j \\ -1 \rightarrow A_i < A_j \end{cases}$$

- برآورد رتبه گزینه‌ها با استفاده از تابع کیم نی (رابطه۷)

رابطه ۷ $$f_k = \max\left[\sum_{ij} L_{ij} \times E_{ij}\right]$$

بنابراین طی رابطه ۷ ماکزیمم موجود از حاصل مجموع ضرب‌های $L_{ij} \times E_{ij}$ مشخص کننده اولویت‌بندی نهایی از گزینه ها خواهد بود.

تابع کپلند

این تابع برابر با تعداد گزینه‌هایی از مجموعه N است که گزینه x دارای "اکثریت" بر آن‌هاست، منهای تعداد گزینه‌هایی از N که دارای ارجحیت "اکثریت" بر x می‌باشند (رابطه۸).

این تابع طی مراحل ذیل به انجام می رسد: (۲۰)

- تشکیل ماتریس "مجموع ترجیحات از هر زوج گزینه (K)" (جدول ۱، رابطه ۱)

- ترسیم گراف سیکلی با استفاده از قانون اکثریت

- برآورد عددی تابع کپلند طی رابطه ۸

رابطه ۸ $$f_{GP}(x) = \#\left[y : y \in N \xrightarrow{and} x P y\right] - \#\left[y : y \in N \xrightarrow{and} y P x\right]$$

بنابراین طی رابطه ۸ گزینه‌هایی که مقدار عددی بیش‌تری را کسب کنند در اولویت می‌باشند.

یافته‌ها

به منظور دست‌یابی به معیارها و راهبردهای مهم و اولویت‌دار از روش دلفی استفاده شد و از میان ۴۰ راهبرد و ۱۶ معیار پیشنهادی، ۵ معیار و راهبرد از نظر گروه به عنوان معیار و راهبردهای موثر پیشنهاد و نمودار سلسله مراتبی تصمیم‌گیری بر مبنای این معیاره و راهبردها تشکیل شد (۶).

سپس به منظور انجام مقایسه تطبیقی اقدام به اولویت‌بندی راهبردها در قالب ۱۳ مدل تصمیم‌گیری چند معیاره در دشت خضرآباد یزد شد (جدول۴). نتایج حاصله از ارزیابی راهبردها بر مبنای مدل‌های تصمیم‌گیری نشان داد که هر چند در حدود ۷۰ درصد نتایج حاصله مشابه می‌باشند، در عین حال رتبه‌بندی‌های به‌دست آمده تا حدودی با هم اختلاف دارد که این امر عمدتاً به ساختار روش‌ها بر می‌گردد. لذا به منظور دست‌یابی به ارجحیت راهبردها به صورت گروهی و نهایی از مجموع نتایج حاصل از مدل‌های تصمیم‌گیری، مطابق ادبیات تحقیق از سه تابع نانسون، کیم نی و کوپلند استفاده شد.

جدول ۴- رتبه‌بندی پنج گزینه توسط مدل‌های مختلف تصمیم‌گیری

Table 4- Ranking the five groups by different decision-making models

شماره	مدل تصمیم گیری	ارجحیت راهبردها
۱	AHP	$^{1}A_{18}>^{2}A_{23}>^{3}A_{31}>^{4}A_{20}>^{5}A_{33}$
۲	WSM	$A_{23}>A_{18}>A_{33}>A_{20}>A_{31}$
۳	ELECTRE	$A_{18}>A_{23}>A_{31}>A_{20}>A_{33}$
۴	TOPSIS	$A_{18}>A_{23}>A_{31}>A_{20}>A_{33}$
۵	ORESTE	$A_{23}>A_{18}>A_{20}>A_{33}>A_{31}$
۶	VIKOR	$A_{18}>A_{23}>A_{31}>A_{33}>A_{20}$
۷	Promethee	$A_{18}>A_{23}>A_{31}>A_{20}>A_{33}$
۸	LA	$A_{18}>A_{23}>A_{31}>A_{33}>A_{20}$
۹	MAUT	$A_{18}>A_{23}>A_{31}>A_{20}>A_{33}$
۱۰	Permutation	$A_{18}>A_{23}>A_{31}>A_{33}>A_{20}$
۱۱	BORDA	$A_{18}>A_{23}>A_{31}>A_{33}>A_{20}$
۱۲	ANP	$A_{23}>A_{18}>A_{31}>A_{20}>A_{33}$
۱۳	DEMATEL	$A_{23}>A_{33}>A_{20}>A_{18}>A_{31}$

A_{18}[1] - جلوگیری از تبدیل و تغییر نامناسب کاربری اراضی

A_{23}[2] - توسعه و احیای پوشش گیاهی

A_{31}[3]- تعدیل در برداشت از منابع آب زیرزمینی

A_{20}.[4] - کنترل چرای دام (تعادل دام و مرتع، تناسب نوع دام، جلوگیری از چرای خاج از فصل و غیره)

A_{33}[5] - تغییردر الگوی آبیاری و اجرای روش‌های کم آبخواه

- نتایج حاصل از رتبه‌بندی راهبردها بر مبنای تابع نانسون

به این منظور در ابتدا ماتریس ترجیحات مدل‌های تصمیم‌گیری (K) مطابق جدول و رابطه ۱ و بر مبنای جدول رتبه‌بندی راهبردها (جدول ۴) بدست آمد (جدول ۵).

جدول ۵- ماتریس ترجیحات زوجی مدل‌های تصمیم‌گیری و عدد بردای هر گزینه

Table 5- Pair-wise preferences matrix of decision-making models and borda number

A_i	A_{18}	A_{23}	A_{31}	A_{20}	A_{33}	عدد بردا $f_b(A_i)$
A_{18}	-	۱۰	۱۳	۱۲	۱۲	۴۷
A_{23}	۳	-	۱۳	۱۳	۱۳	۴۲
A_{31}	۰	۰	-	۱۰	۱۰	۲۰
A_{20}	۱	۰	۳	-	۷	۱۱
A_{33}	۱	۰	۳	۶	-	۱۰

سپس طی رابطه ۲ اعداد بردا برای هر راهبرد برآورد شد. در ادامه مطابق مدل نانسون گزینه $A_{۳۳}$ را که دارای کم‌ترین عدد بردا می‌باشد از روند محاسبات حذف و در انتقال دوم، چهار راهبرد ($N_۲= \{A_{۱۸}>A_{۲۳}>A_{۳۱}>A_{۲۰}\}$) در نظر گرفته شد (جدول ۶).

جدول۶- رتبه بندی راهبردها در انتقال دوم

Table 6-Rating the Alternatives in second transition

ارجحیت راهبردها				تعداد
$A_{۱۸}$	$>A_{۲۳}$	$>A_{۳۱}$	$>A_{۲۰}$	۵
$A_{۱۸}$	$>A_{۲۳}$	$>A_{۳۱}$	$>A_{۲۰}$	۴
$A_{۲۳}$	$>A_{۱۸}$	$>A_{۲۰}$	$>A_{۳۱}$	۲
$A_{۲۳}$	$>A_{۱۸}$	$>A_{۳۱}$	$>A_{۲۰}$	۱
$A_{۲۳}$	$>A_{۲۰}$	$>A_{۱۸}$	$>A_{۳۱}$	۱
۳	۲	۱	۰	رتبه

اعداد بردا به ازاء ارجحیات از $N_۲$ به قرار ذیل برآورد شد.

$$\xrightarrow[A_{18}]{Borda\ Number} \begin{matrix}(۵+۴)\times۳=۲۷\\(۲+۱)\times۲=۶\\(۱)\times۱=۱\end{matrix}\over ۳۴ \qquad \xrightarrow[A_{23}]{Borda\ Number} \begin{matrix}(۵+۴)\times۲=۱۸\\(۲+۱+۱)\times۳=۱۲\\(۱)\times۱=۱\end{matrix}\over ۳۰$$

$$\xrightarrow[A_{31}]{Borda\ Number} \begin{matrix}(۵+۴+۱)\times۱=۱۰\\(۲+۱)\times۰=۰\end{matrix}\over ۱۰ \qquad \xrightarrow[A_{20}]{Borda\ Number} \begin{matrix}(۵+۴+۱)\times۰=۲۷\\(۱)\times۱=۶\\(۱)\times۲=۱\end{matrix}\over ۳$$

در نتیجه طی انتقال دوم راهبرد $A_{۲۰}$ را که دارای کم‌ترین عدد بردا می‌باشد از روند محاسبات حذف و در انتقال سوم سه راهبرد ($N_۳= \{A_{۱۸}>A_{۲۳}>A_{۳۱}\}$) در نظر گرفته شد. این روند مطابق مدل تا انتقال پنجم تکرار شد (رابطه ۹).

رابطه ۹ $N_۵= \{A۱۸\}= \text{Lim } N_j=f_n(A_{18})$

بنابراین طبق این مدل، $A_{۱۸}$ مناسبترین راهبرد برای انتخاب است و اولویت نهایی سایر راهبردها به ترتیب برابر است با:

$A_{۱۸}>A_{۲۳}>A_{۳۱}>A_{۲۰}>A_{۳۳}$

- نتایج حاصل از رتبه‌بندی راهبردها بر مبنای تابع کیم نی

مطابق جدول ۲ و رابطه ۴ ماتریس نسبت تصمیم‌گیرندگان (**P**) به صورت مقایسات زوجی برآورد شد (جدول ۷).

جدول۷-ماتریس نسبت تصمیم‌گیرندگان(P)

Table 7- Decision maker's proportion Matrix (P)

$A_{۳۳}$	$A_{۲۰}$	$A_{۳۱}$	$A_{۲۳}$	$A_{۱۸}$	A_i
$۱۲/۱۳$	$۱۲/۱۳$	$۱۳/۱۳$	$۱۰/۱۳$	$۱/۲$	$A_{۱۸}$
$۱۳/۱۳$	$۱۳/۱۳$	$۱۳/۱۳$	$۱/۲$	$۳/۱۳$	$A_{۲۳}$
$۱۰/۱۳$	$۱۰/۱۳$	$۱/۲$	۰	۰	$A_{۳۱}$
$۷/۱۳$	$۱/۲$	$۳/۱۳$	۰	$۱/۱۳$	$A_{۲۰}$
$۱/۲$	$۶/۱۳$	$۳/۱۳$	۰	$۱/۱۳$	$A_{۳۳}$

سپس بر مبنای جدول ۳ و رابطه ۵ ماتریس انتخابات راهبردها (E) حاصل شد(جدول ۸).

جدول ۸-ماتریس انتخابات راهبردهای بیابان‌زدایی (E)

Table 8- The election matrix for alternatives to combat desertification (E)

A_{33}	A_{20}	A_{31}	A_{23}	A_{18}	A_i
۱۱/۱۳	۱۱/۱۳	۱۳/۱۳	۷/۱۳	۰	A_{18}
۱۳/۱۳	۱۳/۱۳	۱۳/۱۳	۰	-۷/۱۳	A_{23}
۷/۱۳	۷/۱۳	۰	-۱۳/۱۳	-۱۳/۱۳	A_{31}
۱/۱۳	۰	-۷/۱۳	-۱۳/۱۳	-۱۱/۱۳	A_{20}
۰	-۱/۱۳	-۷/۱۳	-۱۳/۱۳	-۱۱/۱۳	A_{33}

در ادامه پس از برآورد ماتریس انتخابات راهبردها (E) (جدول ۸) مطابق تابع کیمنی ماتریس رتبه بندی (L) به ازای ۱۲۰ جایگشت (!۵) ارجحیت بدست آمد(رابطه ۶). در اینجا به عنوان مثال ماتریس رتبه‌بندی جایگشت { A_{18}A P A_{23} P A_{31} P A_{33} P A_{20} } به شرح جدول ۹ ارایه می‌شود.

جدول۹- ماتریس رتبه‌بندی (L) جایگشت { A_{20} P A_{33} P A_{23} P A_{18} P A_{31}A }

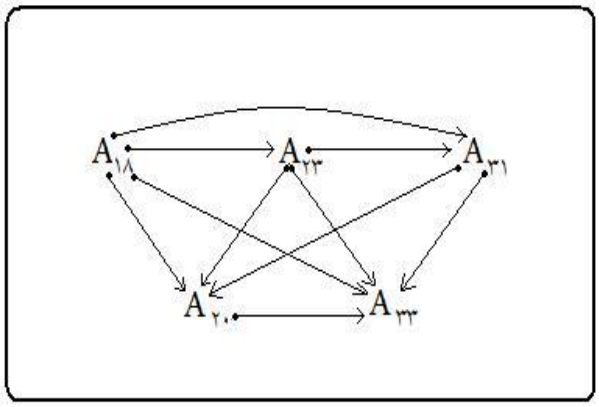
Table 9- Permutation rating matrix {A18 P A23 P A31 P A33 P A20}

A_{33}	A_{20}	A_{31}	A_{23}	A_{18}	A_i
۱	۱	۱	۱	۰	A_{18}
۱	۱	۱	۰	-۱	A_{23}
۱	۱	۰	-۱	-۱	A_{31}
۱	۰	-۱	-۱	-۱	A_{20}
۰	-۱	-۱	-۱	-۱	A_{33}

در نهایت مطابق تابع کیمنی(رابطه ۷) بیشترین ارزش عددی حاصل از مجموع حاصلضرب ماتریس انتخابات راهبردها (E) در هر ماتریس جایگشت بدست آمد نشان داد که جایگشت { A_{20} P A_{18} P A_{23} P A_{31} P A_{33}A } با ارزش عددی ۱۹۱ ارجح-ترین جایگشت در رتبه‌بندی و بیان کننده اولویت نهایی راهبردها برآورد شد.

- نتایج حاصل از رتبه‌بندی راهبردها بر مبنای تابع کپلند

به‌منظور رتبه‌بندی راهبردها بر مبنای تابع کپلند، در ابتدا ماتریس ترجیحات مدل‌های تصمیم‌گیری (K) مطابق جدول و رابطه ۱ و بر مبنای جدول رتبه‌بندی راهبردها (جدول ۴) بدست آمد (جدول ۵). سپس گراف سیکلی با استفاده از ماتریس ترجیحات مطابق شکل ۲ ترسیم شد.



شکل ۲- گراف سیکلی راهبردهای بیابان‌زدایی

Fig 2- Cycle graph the Alternatives to Combat Desertification

و در نهایت مقادیر عددی تابع کپلند به ازای هر راهبرد مطابق رابطه ۸ بدست آمد (روابط۱۳ الی۱۷)

$$f_{GP}(x = A_{18}) = (۴ - ۰) = ۴$$ رابطه ۱۳

رابطه ۱۴ $f_{GP}(x=A_{23})=(۳-۱)=۲$

رابطه ۱۵ $f_{GP}(x=A_{31})=(۲-۲)=۰$

رابطه ۱۶ $f_{GP}(x=A_{20})=(۱-۳)=-۲$

رابطه ۱۷ $f_{GP}(x=A_{33})=(۰-۴)=-۴$

بنابراین مطابق مدل و بر مبنای نتایج حاصل شده از مقادیر عددی تابع کپلند به ازای هر راهبرد (روابط۱۳ الی ۱۷)، الویت راهبردها به صورت ذیل بدست آمد.

$A_{۱۸}>A_{۲۳}>A_{۳۱}>A_{۲۰}>A_{۳۳}$

بحث و نتیجه‌گیری

ارزیابی دقیق راهبردها و انتخاب راهبردهای بهینه عامل موثری در افزایش کارایی طرح‌های بیابان‌زدایی می‌باشد، در غیر این‌صورت تلف شدن منابع هم‌چون زمان، انرژی و سایر نهاده‌ها تاثیر جدی و مخربی بر حصول نتایج خواهد داشت. در این میان به منظور دست‌یابی به راهبردهای بهینه از مدل‌های تصمیم‌گیری مختلفی استفاده می‌شود که نتایج حاصل از آن‌ها به دلایل مختلف در هر منطقه تا حدودی اختلاف دارد به منظور دست‌یابی به راهبردهای گروهی و نهایی در این مقاله از سه تابع انتخاب اجتماعی نانسون، کیم نی و کوپلند استفاده شد و راهبردهای بیابان‌زدایی منتج از ۱۳ مدل تصمیم‌گیری در منطقه خضرآباد یزد مورد تحلیل قرار گرفت.

بر مبنای مطالعات صورت گرفته مشاهده می شود که هر سه تابع نانسون، کیم نی و کپلند واجد ویژگی‌های قطعیت، بی‌طرفی و پاراتویی می‌باشند. به عبارتی، ویژگی قطعیت بیان‌گر این موضوع است که ارجحیات هر فرد تصمیم گیرنده منجر به یک تصمیم قاطع و روشن می‌شود. ویژگی بی‌طرفی بیان‌گر وزن مساوی هر تصمیم‌گیرنده می‌باشد و از قدرت بیش‌تر یک تصمیم‌گیرنده نسبت به بقیه جلوگیری می‌شود. و ویژگی پاراتویی بیان می‌دارد که اگر هر رای دهنده A را بهتر یا حداقل به خوبی B بداند، برداشت جامعه نیز چنین است. در عین حال تابع کیم‌نی و کپلند از ویژگی همگنی و یکنواختی نیز برخوردارند ولی تابع نانسون فاقد این ویژگی‌هاست. ویژگی همگنی بیان‌گر این موضوع است که رای بی‌تفاوت از یک تصمیم‌گیرنده (AI_iB) را می‌توان توسط دو رای جدید (BP_iA ,AP_iB) جایگزین نمود. و ویژگی یکنواختی بیان می‌دارد که اگر یک رای‌دهنده، نظرش به طور نمونه برای گزینه A بهتر از قبل شده، در حالی که موقعیت سایر رای‌های خود از ارجحیت سایر گزینه‌ها را بدون تغییر رها کند، کاندیدای A حداقل در موقعیت قبلی نسبت به هر کاندیدای دیگر باقی می‌ماند(۱۹).

نتایج نهایی حاصله از هر سه تابع مذکور بیانگر این موضوع بود که اولویت‌بندی نهایی به ازای هر سه تابع یکسان می‌باشد و ترتیب راهبردهای $A_{۱۸}>A_{۲۳}>A_{۳۱}>A_{۲۰}>A_{۲۳}$ بهترین ترتیب راهبردهای ارایه شده بدست آمد.

در نهایت پیشنهاد می‌شود طرح‌های بیابانزدائی در منطقه مطالعاتی بر روی این راهبردها تأکید کنند تا از هدر رفت سرمایه‌های محدود جلوگیری و بازدهی طرح‌های کنترل، احیاء و بازسازی بالا رود.

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 کاربندند تا ضمن دست‌یابی به نتایج بهتر، از هدر رفتن سرمایه‌های ملی جلوگیری کنند.

منابع

1. Reynolds, J. F., 2008. Cutting through the confusion: Desertification, an old problem viewed through the lens of a new framework, the Dry lands Development Paradigm (DDP). Dry lands, Deserts & Desertification Conference, December 14-17. Sede Boque Campus, Israel.
2. Ahmadi, H., 2005.Studing the factors affecting the desertification. Journal of Forest and Range, Vol 62, pp. 66-70. (Persian)
3. Grau, J. B., Anton, J. M., Tarquis, A. M., Colombo, F., Rios, L., Cisneros, J. M., 2010. Mathematical model to select the optimal alternative for an

integral plan to desertification and erosion control for the Chaco Area in Salta Province (Argentine), Journal of Biogeosciences Discuss,Vol 7, pp. 2601–2630.

4. Sadeghi Rravesh, M. H., Ahmadi, H., Zehtabian, G. h., Tahmores, M., 2010. Application of analytical hierarchy process (AHP) in assessment of de-desertification alternatives, case study: Khezrabad region. Iranian journal of Range and Desert Research, Vol 17 (1), pp. 35-50. (Persian)
5. Sadeghi Ravesh, M. H., Zehtabian, G. R., Ahmadi, H., Khosravi, H., 2012. Using analytic hierarchy prosess method and ordering technique to assess de-desertification alternatives, case study: Khezrabad, Yazd, IRAN, Carpathian journal of earth and environmental sciences, Vol 7, pp. 51-60.
6. Sadeghi Ravesh, M. H., Khosravi, H., 2014. Application of AHP and ELECTRE models for Assessment of de-desertification alternatives in Central Iran, DESERT, Vol 19-2, pp.141-153.
7. Sadeghi Ravesh, M. H., Zehtabian, G. R., 2013. Combat desertification alternatives classification with using of Multi Attribute Decision Making (MADM) view point and Weighted Sum Model (WSM), Case study: Khezrabad region. Watershed Management Researches, Vol 100, pp. 1-11. (Persian)
8. Sadeghi Ravesh, M. H., 2014. Evaluation of combat desertification alternatives by using BORDA ranking model, Case study: Khezrabad region, Yazd province. Journal of environmental management and planning, Vol 1, pp. 13-24. (Persian)
9. Sadeghi Ravesh, M. H., 2013. Assessment of Combat Desertification Alternatives Using Permutation method, case study: Khezrabad region, Yazd province. Journal of environmental management and planning, Vol 10, pp. 1-10. (Persian)
10. Sadeghi Rravesh, M. H., Khosravi, H., 2015. Application of network analysis process (ANP) in assessment of combating desertification alternatives. Desert Ecosystem Engineering Journal(DEEJ), Vol 4 (8), pp. 11-24. (Persian)
11. Sadeghi Ravesh, M, H., Khosravi, H., Ghasemian, S., 2016. Assessment of combating strategies using the Liner Assignment method, Journal of Solid Earth, Vol 7, pp. 673-683.
12. Sadeghi Ravesh, M. H., Tahmoures, M., 2016. Evaluation of effective strategies in de-desertification using DEMATEL model, Environmental Conservation Journal (In Press).
13. Sadeghi Ravesh, M. H., Khosravi, H., 2017. Rating the Alternatives to Combat Desertification using Multi-Attribute Utility Theory (MAUT), Case Study: Khezerabad Region of Yazd Province. Journal of Environmental Science and Engineering (In press). (Persian)
14. Sadeghi Ravesh, M, H., Khosravi, H., Abolhasani, A., Shekoohizadeghan, S., 2016. Evaluation of de-desertification alternatives by using PROMETHEE model in Khezrabad region, Journal of Geography and Geology, Vol 8(2), pp. 1-14.
15. Sepehr, A., Peroyan, N., 2011. Vulnerability mapping of desertification and combat

desertification alternative ranking in Korasan-e-razavi province ecosystems with application PROMETHEE model, Journal of Earth science researches, Vol 8, pp. 58-71.

16. Sadeghi Ravesh MH (2008) Investigation of effective desertification factors on environment degradation. Ph.D. Thesis, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran. (Persian)
17. Arrow, K. J., 1963. Social choice and individual values, Yale University press, New Haven, Connecticut, United State.
18. Arrow, K. J., Raynaud, H., 1986. Social choice and Multi Criteria Decision Making, MIT Press, Cambridge, Massachusett, United State.
19. Fishborn, P. C., 1977. Condorcet social choice functions, SIAM Journal on Applied Mathematics, Vol 33(3), pp. 469-489.
20. Asgharpur, M., 2003. Group decision and game theory, operations research approach, Tehran University Publishing, Tehran, Iran. (Persian)
21. Kemeny, J. G., Snell, J. L., 1972. Mathematical models in the Social sciences, MIT press, Cambridge, Massachusetts, United State.