

## ارزیابی راهبردهای بیابان‌زدایی با کاربرد روش رتبه‌بندی بردای فردی

محمدحسن صادقی‌روش<sup>۱\*</sup>، حسن خسروی<sup>۲</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۸/۲۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۱/۲۱

### چکیده

در چارچوب تنظیم برنامه‌های توسعه مناطق بیابانی، به دلیل کمبود منابع و نهاده‌ها و حساسیت این بیوم‌ها، اعمال راهبردهای بیابان‌زدایی باید متناسب با شرایط اقتصادی اجتماعی و محیطی و به صورت محلی به انجام برسد. در عین حال، علی‌رغم اثرات جدی زیست‌محیطی و اقتصادی و اجتماعی این پدیده، کوشش‌های اندکی در زمینه ارائه راهبردهای بهینه صورت پذیرفته است. بنابراین این پژوهش با هدف ارائه راهبردهای بهینه به صورت نظام‌مند و در قالب یک مدل تصمیم‌گیری گروهی انجام گرفت. به این منظور، در ابتدا در چارچوب روش تصمیم‌گیری چندشاخصه و با استفاده از تکنیک بردار ویژه، ارجحیت شاخص‌ها به دست آمد. و سپس اولویت راهبردها با استفاده از روش رتبه‌بندی «بردای فردی» مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج حاصل نشان داد که راهبرد جلوگیری از تبدیل و تغییر نامناسب کاربری اراضی (A<sub>۱۸</sub>) مهم‌ترین راهبرد در فرایند بیابان‌زدایی منطقه مطالعاتی است، و راهبردهای توسعه و احیای پوشش گیاهی (A<sub>۱۳</sub>)، تعدیل در برداشت از منابع آب زیرزمینی (A<sub>۳۱</sub>) به ترتیب در اولویت‌های بعدی قرار می‌گیرند. بنابراین پیشنهاد شد که در طرح‌های کنترل و کاهش اثرات بیابان‌زایی و احیای اراضی تخریب‌یافته، نتایج و رتبه‌بندی به دست آمده مورد توجه قرار گیرد.

**واژه‌های کلیدی:** بیابان‌زدایی، تکنیک بردار ویژه، روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، مدل رتبه‌بندی بردای فردی.

۱. استادیار گروه محیط زیست، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان، ایران، نویسنده مسئول / Email: m.sadeghiravesh@tiau.ac.ir

۲. استادیار گروه بیابان‌زدایی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

## مقدمه

بیابان‌زایی عبارت است از تخریب اراضی در نواحی خشک، نیمه‌خشک و خشک نیمه‌مرطوب (نسبت بارندگی به تبخیر و تعرق پتانسیل یا P/EPT مابین ۰/۰۵ و ۰/۶۵) که در نتیجه عوامل گوناگون، از جمله تنوع اقلیمی و فعالیت‌های انسانی حادث می‌شود (گالانتز و اورلوسکی<sup>۱</sup>، ۱۹۸۳؛ علی<sup>۲</sup>، ۱۹۹۸)؛ از این رو ارزیابی راهبردهای مطرح و ارائه راهبردهای بهینه نیز دارای ابعاد پیچیده و چندگانه‌اند و راه حل‌های ارائه‌شده همیشه در محیط‌های عدم اطمینان و تحت تأثیر شدید قضاوت‌های مبهم و غیرصریح قرار می‌گیرند. لذا شیوه‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره<sup>۳</sup> که هدفشان انتخاب بهترین جواب از بین راه‌حل‌های مختلف است، مورد توجه قرار گرفت. هدف از این پژوهش، ارزیابی راهبردهای بیابان‌زدایی به‌منظور دستیابی به راهبردهای بهینه در چارچوب مدیریت پایدار مناطق بیابانی است. برای دستیابی به این هدف، در چارچوب مدل‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه، روش بردای فردی<sup>۴</sup> به‌منظور رتبه‌بندی راهکارهای بیابان‌زدایی مدنظر قرار گرفت.

با مطالعه منابع تحقیقاتی، پیشینه به‌کارگیری مدل‌های تصمیم‌گیری در ارائه راهبردهای بهینه در چارچوب مدیریت مناطق بیابانی به کارهای گرایو<sup>۵</sup> و همکاران، صادقی‌روش و همکاران، و سپهر و پرویان محدود می‌شود. گرایو در پژوهش خود به‌منظور انتخاب راهبردهای بهینه، با هدف ارائه طرحی یکپارچه برای کنترل فرسایش و بیابان‌زدایی، از سه مدل تصمیم‌گیری، الکترا<sup>۶</sup>، مدل تحلیلی سلسله‌مراتبی<sup>۷</sup> و پروته<sup>۸</sup> استفاده کرد (گرایو و همکاران، ۲۰۱۰). نتایج حاصل نشانگر کارایی بالای این مدل‌ها در ارائه راهبردهای بهینه بیابان‌زدایی بود و با وجود روش‌های پیچیده مورد استفاده در هر مدل، نتایج حاصل تا حدود زیادی یکسان بود.

صادقی‌روش نیز با کاربرد مدل‌های تحلیلی سلسله‌مراتبی

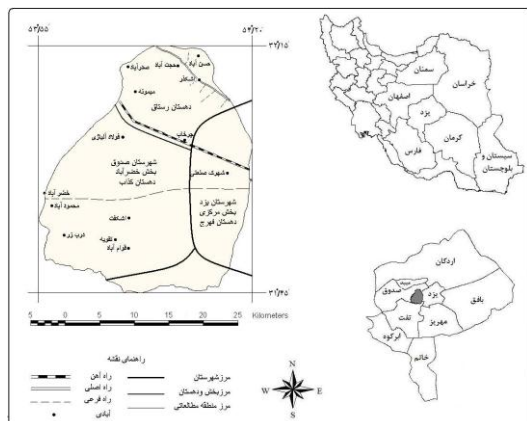
(صادقی‌روش و همکاران، ۲۰۱۰)، تکنیک اولویت‌بندی ترجیحی براساس تشابه به پاسخ‌های ایدئال<sup>۹</sup> (صادقی‌روش<sup>۱۰</sup> و همکاران، ۲۰۱۲)، مدل مجموع وزنی<sup>۱۱</sup> (صادقی‌روش و همکاران، ۲۰۱۳)، جایگشت<sup>۱۲</sup> (صادقی‌روش، ۲۰۱۳) تکنیک اولویت‌بندی ترجیحی براساس تشابه به پاسخ‌های ایدئال فازی<sup>۱۳</sup> (صادقی‌روش و تهمورث، ۲۰۱۴)، الکترا<sup>۱۴</sup> (صادقی‌روش و خسروی<sup>۱۵</sup>، ۲۰۱۴)، بردا<sup>۱۶</sup> (صادقی‌روش، ۲۰۱۴)، روش تحلیلی سلسله‌مراتبی فازی<sup>۱۷</sup> (صادقی‌روش و همکاران، ۲۰۱۵)، روش تخصیص خطی<sup>۱۸</sup> (صادقی‌روش و همکاران، ۲۰۱۶-a) و روش ساختاریافته رتبه‌بندی ترجیحی برای غنی‌سازی ارزیابی‌ها<sup>۱۹</sup> (صادقی‌روش و همکاران، ۲۰۱۶-b) به اولویت‌بندی راهبردهای بیابان‌زدایی در منطقه خضراآباد پرداخت. نتایج حاصل از این مطالعات، یکسان و تا حدود زیادی مشابه نتایج حاصل از پژوهش انجام‌شده است. سپهر و پرویان نیز با کاربرد مدل نارتبه‌ای پروته، ضمن پهنه‌بندی آسیب‌پذیری بیابان‌زدایی در اکوسیستم‌های استان خراسان رضوی، اقدام به ارزیابی راهبردهای مقابله با بیابان‌زدایی کردند (سپهر و پرویان<sup>۲۰</sup>، ۲۰۱۱).

به‌منظور رتبه‌بندی سیستماتیک گزینه‌ها در حوزه مسائل تصمیم‌گیری، هرچند سابقه‌ای در زمینه کاربرد روش بردا در مدیریت مناطق بیابانی و ارزیابی راهبردهای بهینه کنترل و کاهش شرایط بیابانی، چه در داخل ایران و چه در خارج از ایران، مشاهده نشده، در سایر زمینه‌های علمی، پژوهش‌هایی صورت پذیرفته است. از جمله این پژوهش‌ها می‌توان به اختصار، به برآورد نتیجه نهایی مسابقات قهرمانی فرمول ۱ (سوارس دی ملو<sup>۲۱</sup>، ۲۰۰۵)، ارزیابی ریسک اکولوژیکی حوزه

9. Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)
10. Sadeghi Ravesh
11. Weighted Sum Model (WSM)
12. PERMUTATION
13. Fuzzy Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (FTOPSIS)
14. ELECTRE
15. Sadeghi Ravesh and Khosravi
16. BORDA
17. Fuzzy Analyzes Hierarchy Process (FAHP)
18. Linear Assignment (LA)
19. Preference Ranking Organization METHod For Enrichment Evaluation (PROMETHEE)
20. Sepehr and Peroyan
21. Soares de Mello

1. Glantz and Orlovsky
2. Ali
3. Multi Attribute Decision Making (MADM)
4. Individual BORDA method
5. Grau
6. Elimination et Choice Translating Reality (ELECTRE)
7. Analytical Hierarchy Process (AHP)
8. Preference Ranking Organization METHod For Enrichment Evaluation (PROMETHEE)

با فراوانی بیش از ۱۰ تکرار در سال با جهت غالب غربی و شمال غربی است. 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. مجموع این ویژگی‌ها بیانگر وضعیت کاملاً تپیک از نظرگاه بیابان‌زایی در منطقه و بیان‌کننده لزوم پرداختن به راه‌حل‌های بیابان‌زدایی در این حوزه است.



شکل (۱): موقعیت منطقه خضرآباد

### روش تحقیق

مدل‌های تصمیم‌گیری در رفع یا بهبود یک مشکل، به مفروض بودن راهکارها یا سناریوها و معیارهای تصمیم‌گیری نیاز دارند. این معیارها و راهکارها در اکثر موارد، در آغاز و قبل از تصمیم‌گیری، می‌بایست با استفاده از قضاوت خبرگان مشخص شوند (هوانگ و یون<sup>۷</sup>، ۱۹۹۵). بنابراین در ابتدا از آنجاکه هم در فرایند کاربرد تکنیک بردار ویژه و هم در مدل رتبه‌بندی بردا، از تکنیک دلفی<sup>۸</sup> به منظور ارزیابی نظریات افراد و دستیابی به اجماع گروهی استفاده می‌شود، قبل از تشریح مراحل انجام کار، به اختصار این روش بیان می‌شود.

### - تکنیک دلفی

روش دلفی که توسط نورمن دالکی و اولاف هلمر<sup>۹</sup> در اوایل دهه ۱۹۶۰، برای ارزیابی نظریات ارائه شد، برای رسیدن به یک اجماع نظر درباره وقوع یا عدم وقوع رویدادی در بازه زمانی مشخص در آینده، به کار می‌رود. این روش بر پایه پرسش از افراد متخصص در زمینه مورد تحقیق استوار است

آبخیز (فانگوا و گانچون<sup>۱</sup>، ۲۰۱۰)، رتبه‌بندی کشورها در مسابقات المپیک (گومز<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۴)، اولویت‌بندی طرح‌های استراتژیک (دودانگه<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۰۸) و اولویت‌بندی سیستم‌های کنترل تولید (رشیدی کمیجانی و قربانی، ۲۰۰۵) اشاره کرد. در تمامی این مقالات، محققان ابتدا به ارزیابی اوزان معیارها با روش‌های آنروپی، میانگین موزون، لینمپ<sup>۴</sup>، کمترین مجذورات و بردار ویژه<sup>۵</sup> پرداخته‌اند و سپس با استفاده از تکنیک‌های رتبه‌بندی، از جمله روش بردا به اولویت‌بندی راهبردهای موجود اقدام کرده‌اند (اصغرپور، ۲۰۰۳).

### مواد و روش‌ها

#### منطقه مورد مطالعه

منطقه خضرآباد با وسعتی معادل ۷۸۱۸۰ هکتار در ۱۰ کیلومتری غرب شهر یزد، در موقعیت جغرافیایی ۵۳°، ۵۵' الی ۵۴°، ۲۰' طول شرقی و ۳۱°، ۴۵' الی ۳۲°، ۱۵' عرض شمالی قرار گرفته است (شکل ۱). ارتفاع متوسط منطقه، ۱۳۹۷ متر و ۸۴/۷۹ درصد منطقه ۶۶۳ کیلومترمربع) شیبی کمتر از ۱۰ درصد 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<sup>۱۰</sup>) دارای رژیم حرارتی ترمیک و رژیم رطوبتی آریدیک و تحت تأثیر فرایند تخریب فیزیکی شکل گرفته و حاوی گچ و نمک است و به‌شدت، 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 ۱۶/۹۴ درصد و با حداکثر سرعت ۱۶/۳ کیلومتر در ساعت است. حدود ۱۳۰ کیلومتر مربع (۱۶/۵ درصد) از اراضی منطقه را تپه‌ها و پهنه‌های ماسه‌ای شکل داده است. ارگ<sup>۶</sup> بزرگ اشکذر با وسعتی معادل ۸۹ کیلومترمربع، در شمال منطقه با انواع رخساره‌های تخریبی و فرسایشی به چشم می‌خورد که قلمرو وقوع طوفان‌های ماسه‌ای

1. Fanghua and Guanchun
2. Silvio Figueiredo Gomes
3. Dodangeh
4. Linmap
5. Eigenvector
6. Erg

7. Hwang and Yoon
8. Delphi
9. Norman Dalkey and Olaf Helmer

از کارشناسان آشنا به منطقۀ مطالعاتی خواسته می شود که معیارهای مهم حاصل شده از مرحلۀ قبل را از نظر اهمیت نسبت به هدف در مقیاس ۱ تا ۹ ساعتی (جدول ۱) مورد مقایسات زوجی<sup>۵</sup> قرار دهند. پس از تشکیل ماتریس مقایسات زوجی کارشناسان (جدول ۲)، از روش میانگین هندسی و با فرض اینکه نظریات تمامی کارشناسان از درجه اهمیت یکسانی برخوردار است، از رابطه (۱) اقدام به تلفیق قضاوتها کرده و ماتریس مقایسات زوجی گروهی شکل داده می شود.

(آذر و رجبزاده، ۲۰۰۳؛ قدسی پور، ۲۰۰۲)

$$\bar{a}_{ij} = \left( \prod_{k=1}^N a_{ij}^k \right)^{\frac{1}{N}} \quad (1)$$

در این رابطه،  $a_{ij}^k$  مؤلفه مربوط به شخص  $k$ ام برای مقایسه  $i$  با  $j$  است.

جدول (۱): درجه ارجحیت (مقیاس زوجی) نه گانه ساعتی	
درجه اهمیت	تعریف
۱	اهمیت یکسان
۳	نسبتاً مرجح یا کمی مهم تر یا کمی مطلوب تر
۵	اهمیت شدید یا مطلوبیت قوی
۹	اهمیت فوق العاده زیاد یا کاملاً مرجح یا کاملاً مطلوب تر
۲، ۴، ۶، ۸	ترجیحات بین فواصل فوق
۱/۲، ۱/۳، ۱/۴، ۱/۵	ارزش های متقابل ارزیابی های انجام شده
۱/۶، ۱/۷، ۱/۸، ۱/۹	

جدول (۲): ماتریس مقایسات زوجی				
A=	$a_{11}$	$a_{12}$	...	$a_{1n}$
	$a_{21}$	$a_{22}$	...	$a_{2n}$
	:	:	:	:
	$a_{m1}$	$a_{m2}$	...	$a_{mn}$
	$A=[a_{ij}^k], i = 1,2,\dots,m$ $j = 1,2,\dots,n$			

– محاسبه اوزان معیارهای مؤثر با استفاده از تکنیک بردار ویژه تکنیکهایی برای شناخت و دانستن اهمیت نسبی معیارهای مؤثر موجود وجود دارد؛ در این تکنیکها، مجموع وزن هر مجموعه برابر با واحد (نرمالیزه) بوده و اهمیت نسبی درجه ارجحیت هر معیار را نسبت به بقیه معیارها برای تصمیم گیری در زمینه مورد نظر می سنجند. در این زمینه، چهار روش برای ارزیابی اوزان معیارها در تصمیم گیری وجود دارد که عبارتند از: روش آنتروپی شانون، روش لینمپ، روش کمترین مجذورات وزین شده، و تکنیک بردار ویژه (اصغرپور، ۲۰۰۳).

(دالکی و هلمر<sup>۱</sup>، ۱۹۶۳). هدف از این متد، دسترسی به مطمئن ترین توافق گروهی برای یک موضوع مورد بحث خواهد بود که با استفاده از پرسشنامه و نظرخواهی از خبرگان، به دفعات مکرر با توجه به با خور حاصل از آنها صورت می پذیرد. مدل دلفی یک سوری<sup>۲</sup> از عقاید خبرگان، با سه ویژگی مخصوص است که عبارتند از: پاسخ بی طرفانه به پرسشنامهها، تکرار دفعات ارسال پرسشنامه و دریافت بازخور از آنها، و تجزیه و تحلیل آماری از پاسخ به سؤالات به صورت گروهی (اصغرپور، ۲۰۰۳؛ آذر و رجبزاده، ۲۰۰۳). ارسال پرسشنامهها ممکن است بین ۳ تا ۵ بار تکرار شود، و این تغییر بستگی به درجه توافق گروهی از پاسخ دهندگان و اطلاعات اضافی لازم از آنها دارد. فرایند دلفی، زمانی متوقف می شود که توافق گروهی در بین خبرگان پاسخ دهنده حاصل شده باشد یا آنکه تبادل اطلاعات به قدر کافی صورت پذیرفته باشد (اصغرپور، ۲۰۰۳؛ سومرویل<sup>۳</sup>، ۲۰۰۷).

به طور خلاصه، مراحل به کارگیری این روش به این ترتیب است:

#### – انتخاب معیارها و راهبردهای مؤثر مورد توافق گروه

انتخاب معیارها و راهبردها از طیف وسیعی از معیارها و راهبردهای مطرح در فرایند بیابان زدایی به صورت بومی، هم می تواند به صورت انفرادی با توجه به تجربه کارشناس، منابع اطلاعاتی، یا مطالعات میدانی صورت پذیرد و یا با استفاده از تکنیک دلفی و با تهیه پرسشنامه از متخصصان آشنا به منطقۀ مطالعاتی خواسته شود که معیارها و راهبردهای مؤثر را بیان و در دامنه ۰ تا ۹ امتیازدهی کنند. در نهایت با به دست آوردن میانگین امتیازات داده شده به هر معیار یا راهبرد، مواردی که دارای امتیازات کمتر از ۷ بودند ( $\bar{X} < 7$ ) حذف، و معیارها و راهبردهای باقی مانده ( $\bar{X} \geq 7$ ) به عنوان معیارها و راهبردهای مؤثر مدنظر قرار می گیرد (آذر و رجبزاده، ۲۰۰۳).

#### – برآورد وزن نسبی و تشکیل ماتریس مقایسات زوجی گروهی معیارها

در ادامه، به منظور دستیابی به وزن نسبی<sup>۴</sup>، پرسشنامه ای تهیه و

1. Dalkey and Helmer

۲. بررسی عقاید یک گروه خاص از یک جامعه آماری معروف به «سوری» است.

3. Somerville

4. Local Priority

$$e = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ \vdots \\ 1 \end{pmatrix} \quad (4)$$

بر مبنای این روش، معیاری که بیشترین وزن را دارد، بیشترین نقش در تصمیم‌گیری را نیز دارد (۲).

**– ارزیابی اولویت راهبردها با کاربرد روش فردی در تصمیم‌گیری گروهی از طریق رتبه‌بندی<sup>۳</sup> یا روش بردای فردی**

این روش را که در زیرمجموعه روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه گروهی با استفاده از مقیاس رتبه‌ای قرار می‌گیرد، اولین بار ریاضی‌دان فرانسوی به نام جن چارلس دی بردا<sup>۴</sup> در قرن هجدهم ارائه کرد. در این روش، با فرض توافق گروه تصمیم‌گیرنده برای معیارهای مشترک، هر تصمیم‌گیرنده<sup>۵</sup> راهبردهای موجود از مسئله مورد نظر را در ابتدا به‌ازای هر یک از معیارها رتبه‌بندی نموده و آنگاه با توجه به ماتریس وزین فردی، به‌ازای  $n$  رتبه از  $m$  گزینه به‌دست‌آمده به یک مدل برنامه‌ریزی صفر و یک دست خواهد یافت که از حل آن، رتبه‌بندی گزینه‌ها به‌ازای هر تصمیم‌گیرنده حاصل خواهد شد (اصغریور، ۲۰۰۳؛ پان<sup>۶</sup>، ۲۰۰۸).

مراحل به‌کارگیری این روش به این ترتیب است که:

– رتبه‌بندی راهبردها به‌صورت فردی با استفاده از تکنیک دلفی برآورد می‌شود. در این مرحله، با تهیه پرسشنامه‌ای، از کارشناسان آشنا به منطقه مطالعاتی خواسته می‌شود اولویت راهبردها را بر مبنای هر معیار در مقیاس  $\lambda_m$  (تعداد راهبردها) رتبه‌بندی کنند.

– نتایج رتبه‌بندی هر تصمیم‌گیرنده که از طریق تکنیک دلفی به‌صورت فردی به‌دست آمده است، به‌صورت ماتریس ماتریس تصمیم‌گیری فردی ( $D^P$ ) تنظیم می‌شود.

جدول (۴): ماتریس تصمیم‌گیری فردی

	$x_1$	$x_j$	$x_n$
$A_1$	$r_{1,1}$	...	$r_{1,j}$ ... $r_{1,n}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$A_i$	$r_{i,1}$	...	$r_{i,j}$ ... $r_{i,n}$

در این تحقیق، از روش تکنیک بردار ویژه استفاده شده است. در این روش، اگر ماتریس مقایسات زوجی گروهی معیارها را  $A$  در نظر بگیریم (جدول ۲) و دترمینان ماتریس  $(A - \lambda I)$  (جدول ۳) را برابر صفر قرار دهیم (که در آن  $\lambda$  مجهول و  $I$  ماتریس یک  $m \times n$  است) مقادیر ویژه ماتریس  $A$  به‌دست می‌آید. همچنین اگر بزرگ‌ترین مقدار ویژه  $A$  ( $\lambda_{max}$ ) را در ماتریس  $((A - \lambda I)^*(W_1, W_2, \dots, W_n)^T)$  به‌جای  $\lambda$  قرار دهیم و حاصل را مساوی صفر فرض کنیم، با حل رابطه ایجادشده بردار ویژه ماتریس  $A$  که همان وزن‌های نسبی  $(W_1, W_2, \dots, W_n)$  است، به‌دست خواهد آمد. با استفاده از این روش، ناسازگاری ماتریس در وزن‌ها اعمال و نتایج به واقعیت نزدیک‌تر می‌شود (رمضانی مهربان و همکاران، ۲۰۱۱).

جدول (۳): دترمینان ماتریس  $A - \lambda I$

$A - \lambda I =$	$1 - \lambda$	$a_{12}$	...	$a_{1n}$
	$a_{21}$	$1 - \lambda$	...	$a_{2n}$
	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
	$a_{m1}$	$a_{m2}$	...	$1 - \lambda$

بردار ویژه یکی از روش‌های مناسب در شرایط عدم ثبات کامل برای ماتریس مقایسات زوجی است که اولین بار آقای ساعتی (۱۹۹۷) از تجزیه ماتریس مربع و عکس‌پذیر  $D$  به بردار ویژه<sup>۱</sup> به‌ازای عنصر ماکزیمم ویژه<sup>۲</sup> آن  $\lambda$  به‌کار برد (رابطه ۲).

$$D \cdot W = \lambda_{max} \times W \quad (2)$$

یک طریقه محاسبه بردار ویژه  $W$ ، استفاده از توان افزایشی  $k$  برای ماتریس  $D$  است و سپس نرمالیزه کردن نتایج حاصل از آن (رابطه ۳).

$$W_j = \frac{\lim_{k \rightarrow \infty} D^k \times e}{e^t \times D^k \times e} \quad (3)$$

در این رابطه،  $W_j$  مقدار وزن نرمالی است که هر معیار در ارتباط با هدف کسب می‌کند.  $D$  ماتریس مقایسات زوجی گروهی ارجحیت معیارها نسبت به هدف و  $e$  یک ماتریس ستونی واحد است (رابطه ۴).

3. Individual method in group decision-making  
 4. Jean-Charles de Borda  
 5. Decision Making (DM)  
 6. Paun

1. Eigenvector  
 2. Eigenvalue

به ازای  $Q'_p$  به منظور مشخص کردن اولویت بندی نهایی راهبردها توسط هر تصمیم گیرنده باید حل شود (رابطه ۷):

$$\max : \sum_{i=1}^m \sum_{t=1}^m q'_{it} \times h_{it}$$

$$s.t : \sum_{i=1}^m h_{it} = 1 \quad ; t = 1, \dots, m \quad (7)$$

$$s.t : \sum_{t=1}^m h_{it} = 1 \quad ; i = 1, \dots, m \quad , h_{it} = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases}$$

در راه حل نهایی،  $h_{it}=1$  خواهد بود چنانچه رتبه  $t$ ام به گزینه  $t$ ام تخصیص یافته باشد؛ در غیر این صورت برابر صفر است (اصغریور، ۲۰۰۳).

در نهایت، از نتایج حاصل از مجموع تصمیم گیران، ماتریس اولویت بندی راهبردها ( $S$ ) تشکیل شد. سپس رتبه های هر ستون از ماتریس مذکور را به اعداد بردا تبدیل می کنیم، بدین صورت که گزینه در رتبه یکم توسط تصمیم گیرنده  $p$ ام دارای ارزش نسبی  $m-1$ ، گزینه در رتبه دوم، دارای ارزش نسبی  $m-2$  و گزینه در رتبه  $m$ ام دارای ارزش نسبی صفر خواهد شد. بدین طریق، یک مقایسه رتبه ای را به گونه ای از مقیاس نسبی<sup>۲</sup> تبدیل کرده و عمل جمع پذیری را میسر می سازد (جدول ۶).

- مجموع ردیفی از ماتریس  $S_{(Borda)}$  به ازای  $K$  تصمیم گیرنده را به دست آورده و از آنجا رتبه نهایی هر راهبرد را به ازای مجموع معیارها محاسبه خواهیم کرد. بدین صورت که ردیف با بیشترین مجموع از اعداد بردا دارای رتبه یکم و ردیف با کمترین مجموع دارای رتبه  $m$ ام خواهد بود.

جدول (۶): ماتریس اعداد بردا به ازای ماتریس اولویت بندی راهبردها

		(S)					
		رتبه به ازای هر تصمیم گیرنده	۱	...	t	...	m
$S_{(Borda)} =$	$A_1$		$b_{1,1}$	...	$b_{1,t}$	...	$b_{1,m}$
	:		:	:	:	:	:
	$A_i$		$b_{i,1}$	...	$b_{i,t}$	...	$b_{i,m}$
	:		:	:	:	:	:
	$A_m$		$b_{m,1}$	...	$b_{m,t}$	...	$b_{m,m}$

نتایج

	:	:	:	:	:
$A_m$	$r_{m,1}$	...	$r_{m,j}$	...	$r_{m,n}$

این ماتریس نشان دهنده تصمیم گیرنده  $p$ ام (از  $k$  تصمیم گیرنده) به ازای  $m$  راهبرد ( $A_i$ ) در مقابل  $n$  معیار ( $X_j$ ) است.

- با توجه به اوزان معیارها از نظر گروه ( $W_j$ )، ماتریس وزین فردی ( $Q'_p$ ) را به ازای  $m$  رتبه از  $m$  راهبرد به صورت جدول (۵) تشکیل می دهیم.

جدول (۵): ماتریس وزین فردی ( $Q'_p$ ) را برای عضو  $p$ ام به ازای  $m$

		رتبه برای $m$ راهبرد					
		رتبه	۱	...	t	...	m
$Q'_p =$	$A_1$		$q'_{1,1}$	...	$q'_{1,t}$	...	$q'_{1,m}$
	:		:	:	:	:	:
	$A_i$		$q'_{i,1}$	...	$q'_{i,t}$	...	$q'_{i,m}$
	:		:	:	:	:	:
	$A_m$		$q'_{m,1}$	...	$q'_{m,t}$	...	$q'_{m,m}$

عناصر این ماتریس به صورت رابطه (۵) برآورد می شوند.

$$q'_{i,t} = \sum_{j=1}^n \pi_{ij} \times W_j \quad (5)$$

به طوری که  $\pi_{ij} = 1$  خواهد بود چنانچه گزینه  $t$ ام در رتبه  $t$ ام به ازای شاخص  $j$ ام واقع شده باشد؛ در غیر این صورت برابر با صفر خواهد بود.

در عین حال می توان ماتریس وزین فردی ( $Q'_p$ ) را بر مبنای اوزان معیارها از نظر هر تصمیم گیرنده  $p$ ام ( $W_j^{(p)}$ ) نیز شکل داد. به این صورت که در ابتدا اوزان فردی معیارها را بر مبنای ماتریس مقایسات زوجی کارشناسان (جدول ۲)، از روش میانگین موزون یا میانگین هر سطر از ماتریس نرمال شده برآورد کرد و سپس از رابطه ۶ ماتریس وزین فردی ( $Q'_p$ ) را به ازای  $m$  رتبه از  $m$  گزینه شکل داد.

$$q'_{i,t} = \sum_{j=1}^n \pi_{ij} \times W_j^{(p)} \quad (6)$$

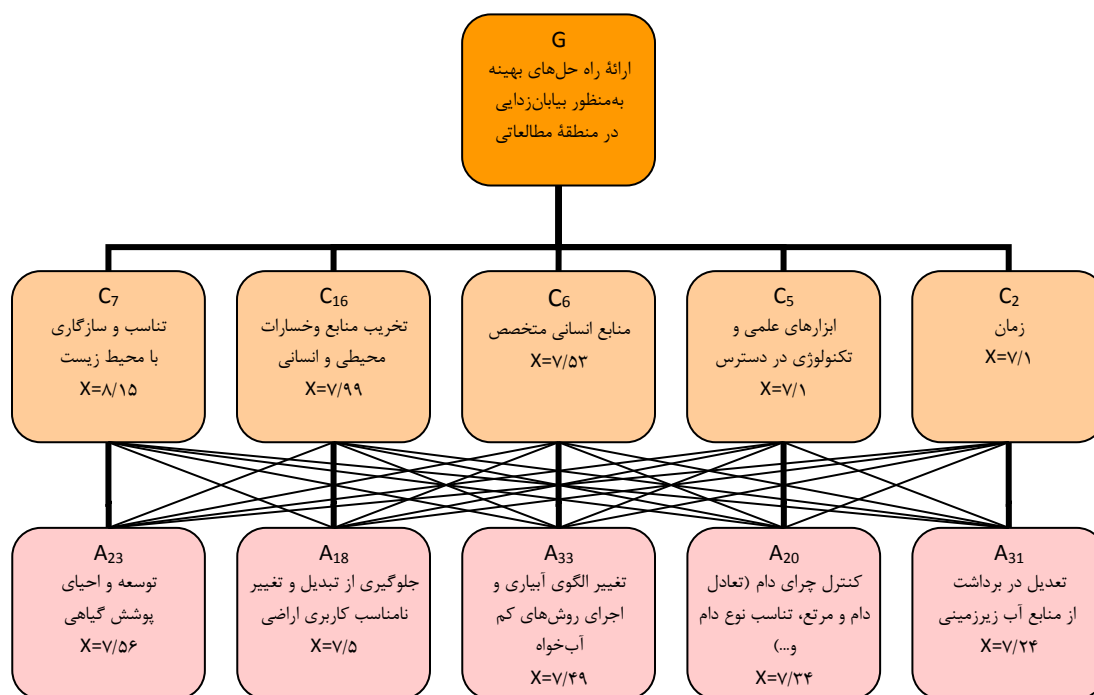
در این پژوهش، اوزان معیارها از نظر گروه ( $W_j$ ) و از روش بردار ویژه، محاسبه و در ارزیابی ماتریس وزین فردی ( $Q'_p$ ) مورد استفاده قرار گرفت.

- سپس مسئله تخصیص<sup>۱</sup> با متغیرهای صفر- یک  $h_{it}$  را

**انتخاب معیارها و راهبردهای مهم و اولویت‌دار**

همکاران، (۲۰۱۰) و از میان ۱۶ معیار و ۴۰ راهبرد نهایی نظرخواهی شده به منظور بیابان‌زدایی، راهبردها و معیارهای مهم و اولویت‌دار از نظر گروه انتخاب و به منظور ترسیم نمودار سلسله‌مراتب تصمیم‌گیری (شکل ۲) و تهیه پرسشنامه مقایسات زوجی در نظر گرفته شدند (جدول ۷ و ۸).

در فرایند ارزیابی راهبردهای بیابان‌زدایی در منطقه مطالعاتی، ابتدا به منظور شناخت معیارها و راهبردهای مهم و اولویت‌دار از نظر گروه، از میان مجموع معیارها و راهبردهای پیشنهادی، از روش دلفی و تهیه پرسشنامه استفاده شد (صادقی‌روش و



شکل (۲): سلسله‌مراتب تصمیم‌گیری به منظور ارائه راه حل‌های بهینه در زمینه بیابان‌زدایی منطقه مطالعاتی

جدول (۷): معیارهای پیشنهادی و میانگین اهمیت آن‌ها از نظر گروه

نشانه	C <sub>۱</sub>	C <sub>۲</sub>	C <sub>۳</sub>	C <sub>۴</sub>	C <sub>۵</sub>	C <sub>۶</sub>
معیار (Criteria)	هزینه- سود	زمان	مشارکت مردمی	زیبایی چشم‌انداز	ابزارهای علمی و تکنولوژی در دسترس	منابع انسانی متخصص
میانگین امتیازها	۵/۳۸	۷/۱	۵/۷۸	۵/۱	۷/۱	۷/۵۳
نشانه	C <sub>۷</sub>	C <sub>۸</sub>	C <sub>۹</sub>	C <sub>۱۰</sub>	C <sub>۱۱</sub>	C <sub>۱۲</sub>
معیار (Criteria)	تناسب و سازگاری با محیط زیست (پایداری)	مدیریت سنتی و دانش بومی	دولت‌سالاری 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 <sub>۱۳</sub>	C <sub>۱۴</sub>	C <sub>۱۵</sub>	C <sub>۱۶</sub>		
معیار (Criteria)	راحت‌طلبی سیستم‌های اداری دولتی	فشارهای سیاسی و اجتماعی	مسائل اورژانسی ناشی از بیابان‌زدایی	تخریب منابع و خسارات محیطی و انسانی		
میانگین امتیازها	۲/۲۹	۵/۳۵	۶/۳۴	۷/۹۹		



جدول (۸): راهبردهای پیشنهادی و میانگین اولویت آنها از نظر گروه

میانگین اولویت	راهبردها	میانگین اولویت	راهبردها
۶/۴۶	A <sub>۲۲</sub> - جلوگیری از بوته‌کشی و قطع اشجار		- اصلاح، ایجاد و تقویت زیرساخت‌های اقتصادی اجتماعی مناطق حاشیه‌ای
۷/۵۶	A <sub>۲۳</sub> - توسعه و احیای پوشش گیاهی	۵	A <sub>۱</sub> - کاهش نرخ رشد جمعیت
۶/۸۶	A <sub>۲۴</sub> - حفاظت از تاغ‌زارها (جوان‌سازی و زادآوری تاغ‌ها)	۵/۶۸	A <sub>۲</sub> - فقرزدایی
	- حفاظت خاک	۵/۳۷	A <sub>۳</sub> - ایجاد و تقویت سازمان‌های روستایی
۶/۴۵	A <sub>۲۵</sub> - حفاظت از سطوح سنگریزه‌ای در منطقه (رگ)	۶/۷	A <sub>۴</sub> - افزایش اشتغال
۵/۵۷	A <sub>۲۶</sub> - جلوگیری و کاهش تردد ماشین‌آلات سنگین کشاورزی و صنعتی	۶/۱	A <sub>۵</sub> - افزایش مشارکت مردمی و حمایت از NGOها
۶/۸۶	A <sub>۲۷</sub> - ایجاد بادشکن‌های زنده و غیرزنده دارای کاربری حفاظت خاک	۶/۵۶	A <sub>۶</sub> - به‌کارگیری نیروهای بومی و تکنولوژی محلی در طرح‌ها (دانش بومی)
۴/۶۶	A <sub>۲۸</sub> - اصلاح بافت خاک	A <sub>۷</sub> - آموزش مردم در به‌کارگیری روش‌های جدید و استفاده از دانش روز برای کاربرد بهینه منابع	
	- توسعه کشاورزی پایدار	۶/۴۷	A <sub>۸</sub> - تصویب، تقویت و اجرای قوانین و تناسب جرم با مجازات
۵/۴۲	A <sub>۲۹</sub> - اصلاح روش‌های تناوب زراعی و آیش	۵/۷۳	A <sub>۹</sub> - تأمین نیازهای ساکنان بومی
۵/۱	A <sub>۳۰</sub> - اصلاح روش‌های شخم‌زنی، کوددهی، سمپاشی	۵/۸۹	A <sub>۱۰</sub> - تعدیل الگوهای مصرف ناپایدار و تغییر و اصلاح شیوه‌های معیشتی مردم
	- توسعه و مدیریت پایدار منابع آب (آبخوانداری)	۵/۶	A <sub>۱۱</sub> - توجه به نقش زنان و جوانان در بیابان‌زدایی
۷/۲۴	A <sub>۳۱</sub> - تعدیل در برداشت از منابع آب زیرزمینی	۴/۵	A <sub>۱۲</sub> - سازمان‌دهی نواحی شهری و جلوگیری از مهاجرت
۶/۶	A <sub>۳۲</sub> - کاهش مصرف آب (مصرف بهینه آب در مزارع)	۵/۳۳	A <sub>۱۳</sub> - ایجاد هماهنگی بین ادارات و سازمان‌های مسئول در امر بیابان‌زدایی و حفاظت محیط زیست
۷/۴۹	A <sub>۳۳</sub> - تغییر در الگوی آبیاری و اجرای روش‌های کم آبخواه	۶/۸۶	A <sub>۱۴</sub> - بالا بردن نرخ باسوادی
	A <sub>۳۴</sub> - تبدیل سیستم‌های آبیاری از سنتی با بازده کم به مدرن و تحت فشار با بازده زیاد	۴/۸	A <sub>۱۵</sub> - توسعه طبیعت‌گردی بیابانی
۶/۵۳	A <sub>۳۵</sub> - جمع‌آوری و استحصال بهینه منابع آب (شامل ایزوله نمودن آنها، مرمت و لایروبی قنات‌ها، استفاده از کانال‌ها و مجاری، تعبیه آب‌انبارها و استخرها، نمک‌زدایی از آب‌های لب شور و شور و...)	۵/۳۲	A <sub>۱۶</sub> - استفاده چندمنظوره از بیابان به‌جای استفاده موردی
	A <sub>۳۶</sub> - تغذیه آب‌های زیرزمینی	۵/۲۷	A <sub>۱۷</sub> - سپردن مسئله بیابان‌زدایی به بخش خصوصی
۶/۶۴	A <sub>۳۷</sub> - احداث شبکه‌های پخش سیلاب و استفاده از آبرفت آن	۳/۷۹	A <sub>۱۸</sub> - جلوگیری از تبدیل و تغییر نامناسب کاربری اراضی
۶/۱۸	A <sub>۳۸</sub> - ایجاد بارش‌های مصنوعی باری تغذیه آبخوانه‌ها	۷/۵	A <sub>۱۹</sub> - تهیه نقشه آمایش سرزمین و تعیین محدوده‌های بیابانی و حواشی کویرها و بیابان‌ها
۵/۳	A <sub>۳۹</sub> - ترویج و گسترش کشت گلخانه‌ای و تحت کنترل از نظر مصرف آب و تخیر و تفرق	۶/۴۴	- حفاظت از پوشش گیاهی
۳/۴۷	A <sub>۴۰</sub> - معرفی ارقام گیاهی جدید و مقاوم به خشکی و تنش‌های کم‌آبی از طریق مهندسی ژنتیک	A <sub>۲۰</sub> - کنترل چرای دام (تعادل دام و مرتع، تناسب نوع دام، جلوگیری از چرای خاج از فصل و...)	
		۷/۳۴	A <sub>۲۱</sub> - تولید علوفه و افزایش پتانسیل اقتصاد پایدار دامدار
۶		۶/۶	

حاصل شد (جدول ۹).

جدول (۹): ماتریس مقایسات زوجی گروهی اهمیت معیارها نسبت به هدف ارائه راهبرد مناسب برای بیابان‌زدایی منطقه

G	C <sub>۷</sub>	C <sub>۱۶</sub>	C <sub>۶</sub>	C <sub>۵</sub>	C <sub>۲</sub>
C <sub>۷</sub>	۱	۱/۲۴۵۱	۲/۵۵۸۸	۲/۵۵۳۸	۳/۳۸۹۵
C <sub>۱۶</sub>	۰/۸۰۳۱	۱	۲/۳۳۵۵	۳/۰۷۷۳	۳/۰۸۰۲
C <sub>۶</sub>	۰/۳۹۰۸	۰/۴۲۸۲	۱	۱/۷۴۲۰	۲/۰۴۴۷
C <sub>۵</sub>	۰/۳۹۱۶	۰/۳۲۵۰	۰/۴۱/۵۷	۱	۱/۳۱۷۸

### برآورد ماتریس مقایسات زوجی گروهی اهمیت معیارها

همان‌طور که در ادبیات تحقیق ذکر آن رفت، لازمه برآورد اوزان ارجحیت معیارها دستیابی به ماتریس مقایسات زوجی گروهی معیارهاست، به این منظور با استفاده از روش دلفی ماتریس مقایسات زوجی هر متخصص در زمینه اهمیت معیارها برآورد و سپس با به‌دست آوردن میانگین هندسی امتیازات فردی، ماتریس نهایی مقایسات زوجی گروهی



جدول (۱۱): برآورد اوزان معیارهای مطرح در ارائه راهبردهای بیابان‌زدایی در منطقه خضرآباد

معیارها (C)	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$	$C_6$	$C_7$	$W_j$
	۰/۳۳۸۶۷	۰/۳۱۱۲۶	۰/۱۵۷۰۶	۰/۱۰۳۹۴	۰/۰۸۹۰۴			

ارزیابی اولویت راهبردها با کاربرد روش فردی در تصمیم‌گیری گروهی

در این مرحله هر تصمیم‌گیرنده، راهبردهای موجود را به‌ازای هر یک از معیارها رتبه‌بندی کرد؛ برای مثال، رتبه‌بندی راهبردها توسط کارشناس شماره ۱ به‌صورت جدول (۱۲) به‌دست آمد.

جدول ۱۲- رتبه‌بندی راهبردها به وسیله کارشناس شماره ۱

	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$	$C_6$	$C_7$
$A_{13}$	۱	۴	۱	۲	۱		
$A_{18}$	۲	۲	۲	۱	۲		
$A_{33}$	۴	۳	۳	۴	۵		
$A_{20}$	۳	۵	۵	۵	۴		
$A_{31}$	۵	۱	۴	۳	۳		

سپس ماتریس وزین رتبه‌بندی راهبردهای هر کارشناس برآورد شد (جدول ۱۳).

جدول (۱۳): ماتریس وزین برای اولین تصمیم‌گیرنده

	پنجم	چهارم	سوم	دوم	یکم	
	۰	$W_5=0/1039$	۰	$W_{13}=0/3112$	$W_{13}+W_5+W_{18}=0/5848$	$A_{13}$
	۰	۰	۰	$W_{33}+W_5+W_{13}+W_{20}=0/6887$	$W_{13}=0/3112$	$A_{18}$
	$W_{33}=0/3386$	$W_{13}+W_{18}=0/4003$	$W_{33}+W_5=0/2610$	۰	۰	$A_{33}$
	$W_{33}+W_5+W_{13}=0/5723$	$W_{18}=0/3386$	$W_{13}=0/890$	۰	۰	$A_{20}$
	$W_{13}=0/890$	$W_{18}=0/1570$	$W_{13}+W_{18}=0/6500$	۰	$W_5=0/1039$	$A_{31}$

با توجه به داده‌های جدول اولویت‌بندی راهبردها توسط گروه تصمیم‌گیران (جدول ۱۴)، ماتریس S شکل گرفت (جدول ۱۵) و رتبه‌های هر ستون از این ماتریس به اعداد بردا تبدیل شد (جدول ۱۶).

جدول (۱۵): ماتریس S از اولویت‌بندی راهبردها توسط گروه

تصمیم‌گیران						
	خبره یکم	خبره دوم	خبره سوم	خبره چهارم	خبره پنجم	
$A_{13}$	۱	۲	۳	۲	۲	
$A_{18}$	۲	۱	۲	۱	۱	
$A_{33}$	۴	۴	۵	۳	۴	

$C_2$  ۰/۲۹۵۰ ۰/۳۲۴۷ ۰/۴۸۹۱ ۰/۷۵۸۸ ۱

تعیین اهمیت معیارهای مطرح در فرایند بیابان‌زدایی از روش بردار ویژه

پس از تشکیل ماتریس مقایسات زوجی گروهی معیارها (جدول ۷)، وزن هر کدام از معیارها با استفاده از تکنیک بردار ویژه (رابطه ۳) در نرم‌افزار MATLAB محاسبه و نتایج آن در جدول (۱۰) ارائه شد.

جدول (۱۰): اوزان معیارها در پنج انتقال

معیارها (C)	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$	$C_6$	$C_7$	$W_j$
$W_1$	۰/۳۱۲۳۱۸	۰/۱۷۰۰۴۱	۰/۱۰۴۶۵۴	۰/۰۸۶۹۸۴				
$W_2$	۰/۳۱۱۱۵۹	۰/۱۵۷۱۰۵	۰/۱۰۳۰۶۴	۰/۰۸۸۷۷۱				
$W_3$	۰/۳۱۱۲۳۳	۰/۱۵۷۰۷۲	۰/۱۰۳۹۳۳	۰/۰۸۹۰۴۵				
$W_4$	۰/۳۱۱۲۶۲	۰/۱۵۷۰۶۸	۰/۱۰۳۹۴۹	۰/۰۸۹۰۴۱				
$W_5$	۰/۳۱۱۲۶۲	۰/۱۵۷۰۶۸	۰/۱۰۳۹۴۹	۰/۰۸۹۰۴۱				

همان‌طور که مشاهده می‌کنیم، همگرایی فرایند انتقال در انتقال پنجم رخ داده است، به‌طوری‌که  $W_5$  اوزانی برابر با  $W_4$  را نشان می‌دهند. بنابراین می‌توان  $W_5$  را مشخص‌کننده بردار ویژه نهایی و تعیین‌کننده اوزان معیارهای تأثیرگذار در ارائه راهبردهای بیابان‌زدایی دانست (جدول ۱۱).

در ادامه، مدل تخصیص (رابطه ۷) برای هر ماتریس وزین محاسبه و اولویت راهبردها از دیدگاه هر کارشناس برآورد شد و جدول اولویت‌بندی راهبردها توسط گروه تصمیم‌گیران به‌دست آمد (جدول ۱۴).

جدول (۱۴): اولویت‌بندی راهبردها توسط گروه تصمیم‌گیران

	یکم	دوم	سوم	چهارم	پنجم	
اولویت‌بندی	$A_{13}$	$A_{18}$	$A_{31}$	$A_{33}$	$A_{20}$	$=S_1$
اولویت‌بندی	$A_{18}$	$A_{23}$	$A_{31}$	$A_{33}$	$A_{20}$	$=S_2$
اولویت‌بندی	$A_{31}$	$A_{18}$	$A_{33}$	$A_{33}$	$A_{20}$	$=S_3$
اولویت‌بندی	$A_{18}$	$A_{23}$	$A_{33}$	$A_{33}$	$A_{20}$	$=S_4$
اولویت‌بندی	$A_{18}$	$A_{23}$	$A_{31}$	$A_{33}$	$A_{20}$	$=S_5$

رتبه	مجموع ردیفی	خبره پنجم	خبره چهارم	خبره سوم	خبره دوم	خبره یکم	A <sub>۲۰</sub>
۲	۱۵	۳	۳	۲	۳	۴	A <sub>۳۳</sub>
۱	۱۸	۴	۴	۳	۴	۳	A <sub>۱۸</sub>
۴	۶	۱	۲	۰	۲	۱	A <sub>۳۳</sub>
۵	۱	۰	۰	۱	۰	۰	A <sub>۲۰</sub>
۳	۱۱	۲	۱	۴	۲	۲	A <sub>۳۱</sub>

جدول (۱۶): رتبه‌های هر ستون از ماتریس S را به اعداد بردا تبدیل می‌کنیم

روش، می‌توان به این نکته اشاره کرد که در این روش بدون مبنای آن، رتبه نهایی هر راهبرد به‌ازای مجموع معیارها، به‌دست آمد. بدین صورت که ردیف با بیشترین مجموع از اعداد بردا دارای رتبه یکم و ردیف با کمترین مجموع، پنجم ارزیابی شد (جدول ۱۶).

با ملاحظه جدول (۱۶) نتیجه می‌شود که راهبرد جلوگیری از تبدیل و تغییر نامناسب کاربری اراضی (A<sub>۱۸</sub>)، مهم‌ترین راهبرد در فرایند بیابان‌زدایی است و راهبردهای توسعه و احیای پوشش گیاهی (A<sub>۲۳</sub>)، تغییر الگوی آبیاری و اجرای روش‌های کم آب‌خواه (A<sub>۳۳</sub>) و کنترل چرای دام (A<sub>۲۰</sub>) به‌ترتیب در اولویت‌های بعدی قرار گرفته‌اند.

به‌طور کلی، با توجه به نتایج اولویت‌بندی نهایی راهبردها می‌توان بیان داشت که راهبردهای جلوگیری از تبدیل و تغییر نامناسب کاربری اراضی (A<sub>۱۸</sub>)، توسعه و احیای پوشش گیاهی (A<sub>۲۳</sub>)، و تعدیل در برداشت از منابع آب زیرزمینی (A<sub>۳۱</sub>)، به‌ترتیب به‌عنوان مهم‌ترین راهبردهای بیابان‌زدایی در منطقه تشخیص داده شدند.

تغییر کاربری اراضی در نتیجه افزایش جمعیت، بیکاری، رشد صنایع و روحیه شهرنشینی، به‌شدت در حال گسترش است. عمدتاً کاربری اراضی به‌صورت تبدیل اراضی مرتعی به اراضی زراعی و باغی در اثر توسعه چاه‌های عمیق و نیمه‌عمیق موتوردار، تبدیل اراضی باغی به زراعی در اثر وقوع خشکسالی‌های متوالی و تبدیل اراضی مرتعی به اراضی صنعتی و شهری در اثر رشد صنایع و شهرنشینی در سال‌های اخیر رخ داده است.

در منطقه مطالعاتی، تراکم تیپ‌های مرتعی، ۶ تا ۱۵ درصد است که به‌شدت تحت تأثیر عملکردهای انسانی در قالب بوته‌کشی و چرای مفرط دام می‌باشد به‌طوری‌که ۴۰ تا ۵۰ درصد پوشش گیاهی بر اثر بوته‌کشی به‌منظور تألیف دام، سوخت و مصالح ساختمانی از بین می‌رود.

مجموع ردیفی از هر راهبرد ماتریس بردا برآورد شد و بر مبنای آن، رتبه نهایی هر راهبرد به‌ازای مجموع معیارها، به‌دست آمد. بدین صورت که ردیف با بیشترین مجموع از اعداد بردا دارای رتبه یکم و ردیف با کمترین مجموع، پنجم ارزیابی شد (جدول ۱۶).

با ملاحظه جدول (۱۶) نتیجه می‌شود که راهبرد جلوگیری از تبدیل و تغییر نامناسب کاربری اراضی (A<sub>۱۸</sub>)، مهم‌ترین راهبرد در فرایند بیابان‌زدایی است و راهبردهای توسعه و احیای پوشش گیاهی (A<sub>۲۳</sub>)، تعدیل در برداشت از منابع آب زیرزمینی (A<sub>۳۱</sub>)، تغییر الگوی آبیاری و اجرای روش‌های کم آب‌خواه (A<sub>۳۳</sub>) و کنترل چرای دام (A<sub>۲۰</sub>) به‌ترتیب در اولویت‌های بعدی قرار گرفته‌اند.

### بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش، روشی نوین را به‌منظور رتبه‌بندی اولویت راهبردهای مطرح در فرایند بیابان‌زدایی بیان کردیم. نتایج حاصل از اولویت‌بندی نهایی راهبردها از روش بردا، نتایج حاصل از روش‌های تحلیلی سلسله‌مراتبی، تاپسیس، الکترا، مجموع وزنی و جایگشت را در زمینه اولویت‌بندی راهبردها مورد تأکید قرار داد. به این معنی که راهبردهای A<sub>۱۸</sub>، A<sub>۲۳</sub> و A<sub>۳۱</sub>، به‌ترتیب در رتبه اول تا سوم قرار گرفته‌اند. در عین حال، روش بردا نیز همانند روش‌های مذکور، واجد محدودیت نادیده‌انگاشتن قضاوت‌های فازی تصمیم‌گیران است. همچنین بعضی از معیارها ساختار کیفی یا ساختار نامشخصی دارند که نمی‌توانند به‌دقت اندازه‌گیری شوند. در چنین مواردی به‌منظور دستیابی به ماتریس ارزشیابی، می‌توان از اعداد فازی استفاده کرد. بنابراین می‌توان روش اولویت‌بندی مذکور را با کاربرد اعداد فازی توسعه داد. از معایب دیگر این

مقاوم مرتعی و زراعی، سیستم‌های آبیاری دور کوتاه و کم آبخواه، ایجاد بادشکن در اطراف مزارع و منابع آب، اصلاح کانال‌های انتقال آب و... استفاده شود.

- از روند تخریب تاغ‌زارها جلوگیری و نسبت به احیا و بازسازی آن‌ها اهتمام لازم به عمل آید.

- تعادل تعداد دام و ظرفیت مراتع رعایت شود.

- تناسب نوع دام با وضعیت مراتع در نظر گرفته شود و در مراتع ضعیف سعی شود از تعداد بزها کاسته شود، زیرا این حیوان خود به‌عنوان عوامل بالقوه تشدیدکننده تخریب مراتع به‌شمار می‌رود.

- از چرای خارج از فصل (چرای دیرس و زودرس)

به‌دلیل توان بالقوه تخریب پوشش گیاهی ضعیف، مراتع بیابانی جلوگیری شود.

- به‌منظور حمایت از دامدار و حفاظت از مراتع، به تولید و واردات علوفه اقدام و در جهت افزایش پتانسیل اقتصاد پایدار دامدار حرکت شود تا علاوه بر چرا، دامدار اقدام به بوته‌کنی برای تعلیف شبانه و همچنین زمستانه یا تعلیف پس‌چر مزارع و باغات نکند که خود باعث تسریع در روند تخریب می‌شود.

بنابراین در صورت اهتمام بر اجرای راهبردهای مذکور در طرح‌های بیابان‌زدایی، می‌توان از بیابانی شدن اراضی منطقه جلوگیری و نسبت به احیای اراضی تخریب‌یافته اقدام کرد.

افزایش برداشت از منابع آب زیرزمینی در سال‌های اخیر که با توسعه فعالیت‌های معدنی و کشاورزی همراه بوده، باعث افت سطح آب به میزان ۳۰ تا ۴۵ سانتی‌متر در سال شده که این امر به نوبه خود، باعث افزایش شوری آب منطقه به بیش از ۵ تا ۷ هزار میلی‌موس بر سانتی‌متر شده است. این مسئله با وضعیت آبیاری اراضی کشاورزی تشدید می‌شود، به‌طوری‌که آبیاری در اراضی کشاورزی، اغلب به‌صورت سنتی غرقابی و کرتی با استخرها و جوی‌های روباز و بسترهای با خلل و فرج زیاد صورت می‌گیرد، به‌صورتی‌که بیش از ۵۰ درصد آب مصرفی هدر می‌رود و راندمان آبیاری در مزرعه و انتقال کمتر از ۴۰ درصد برآورد می‌شود.

بنابراین در چارچوب راهبردهای کلان مطرح‌شده، پیشنهادت اجرایی زیر توصیه می‌شود:

- اهتمام به آمایش سرزمین و برآورد توان اکولوژیک در سطوح ملی، منطقه‌ای و محلی و انطباق کاربری‌ها با توان زمین، جدی گرفته شود.

- از تبدیل نامناسب اراضی مرتعی ضعیف به اراضی زراعی با بازده کم و با توان بالقوه زیاد تخریب و فرسایش جلوگیری شود.

- از توسعه زیرساخت‌های صنعتی و کارگاهی در اراضی حساس و شکننده مناطق بیابانی و حاشیه‌ای خودداری شود.

- در بحث توسعه و احیای پوشش گیاهی و کنترل برداشت از منابع آب زیرزمینی سعی شود از گونه‌های بومی و

## مراجع

1. ALI, T. A., 1998. Extent, severity and causative factors of land degradation in the Sudan. *Journal of Arid Environment*, Vol 38:397- 409.
2. Asgharpur, M., 2003. Group decision and game theory, operations research approach. Tehran, Iran, Tehran University Publishing, 418.
3. Azar, A., Rajabzade, A., 2003. Applied decision making, MADM performance. Tehran, Iran, Negaheh Danesh publishing, 183.
4. Dalkey, N., Helmer, O., 1963. An experimental application of the Delphi method to the use of experts. *Management science*, Vol 9, Issue 3: 458-467.
5. Dodangeh, J., Anisseh, M., Mousakhani, M., 2008. Priority of strategic plans in Balanced SCorecard (BSC) model by using Borda method, Paper presented at the 4th International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing (WiCOM), Dalian, China, 12-14 Oct.
6. Fanghua, H., Guanchun, C., 2010. A Fuzzy Multi-Criteria Group Decision-Making Model Based on Weighted Borda Scoring Method for Watershed Ecological Risk Management: a Case Study of Three Gorges Reservoir Area of China. *Water Resources Management*, Vol 24: 2139-2165.
7. Ghodspour, S. H., 2002. Analytical Hierarchy

- Process (AHP). Tehran, Iran, Amirkabir University publishing, 220.
8. Glantz, M. H., Orlovsky, N. S., 1983. Desertification: A review of the concept. *Desertification Control Bull*, Vol 9: 15-22.
  9. Gomes, S. F., Soares De Mello, C. C. B., Meza, L. A., 2014. Sequential use of ordinal multi criteria methods to obtain a ranking for the 2012 Summer Olympic Games. *WSEAS Transactions on Systems*, Vol 13: 223-230.
  10. 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 (Argentina). *Journal of Biogeosciences Discussions*; Vol 7: 2601-2630.
  11. Hwang, C. L., Yoon, K. P., 1995. *Multiple Attribute Decision Making and Introduction*. London, England, Sage Publication; 1995. 245.
  12. Paun, R. A., 2008. On the Borda Method for Multicriterial Decision-Making. *Journal of Information Systems & Operations Management*, Vol 2, Issue 2: 364-375.
  13. Ramazani Mehrian, M., Malek Mohammadi, B., Jafari, H. R., Rafii, Y., 2011. Positioning of Locations of operation artificial recharge of groundwater using multi criteria decision making techniques and GIS: A case study Hormozgan province, Shamil and obvious plain. *Journal of Iran-Watershed Management Science & Engineering*, Vol 5, Issue 14: 1-10.
  14. Rashidi Kamijani, A. R., Ghorbani, M., 2005. Prioritization of production control systems and hybrid and traction inventory in Iran Khodro Company. *Journal of Management*, Vol 25: 35-44.
  15. Saaty, T. L., 1997. A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of Mathematical Psychology*; Vol 15: 234-281.
  16. 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: 1-10.
  17. 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: 13-24.
  18. Sadeghi Ravesh, 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, Yazd province. *Iranian journal of Range and Desert Research*, Vol 17, Issue 1: 35-50.
  19. 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: 141-153.
  20. Sadeghi Ravesh, M. H., Khosravi, H., Abolhasani, A., 2016- b. Evaluation of Combating Desertification Alternatives using PROMETHEE Model, *Journal of Geography and Geology*, Vol 8, NO 1 (In Press).
  21. Sadeghi Ravesh, M. H., Khosravi, H., Ghasemi, S., 2015. Application of fuzzy analytical hierarchy process for Assessment of combating-desertification alternatives in the central Iran. *Journal of Natural Hazard*, Vol 75: 653-667.
  22. Sadeghi Ravesh, M. H., Khosravi, H., Ghasemian, S., 2016-a. Assessment of combating strategies using the liner assignment method. *Journal of Solid Earth*. (In Press). Available from: <http://www.solid-earth-discuss.net/se-2015-133/>
  23. Sadeghi Ravesh, M. H., Tahmores, M., 2014. Assessment of Combat Desertification Alternatives Using Fuzzy Topsis Model (FTOPSIS), *Journal of Environmental Science and Engineering*, Vol 3: 79-94.
  24. Sadeghi Ravesh, M. H., Zehtabian, G., 2013. Combat desertification alternatives classification with using of Multi Attribute Decision Making (MADM) view point and Weighted Sum Model (WSM), Case study: Khezrabad region, Yazd province. *Journal of Pajouhesh & Sazandeghi*, Vol 100: 1-11.
  25. Sadeghi Ravesh, M. H., Zehtabian, G. R., Ahmadi, H., Khosravi, H., 2012. Using analytic hierarchy process method and ordering technique to assess de-desertification alternatives, case study: Khezrabad, YAZD, IRAN. *Carpathian journal of earth and environmental sciences*, Vol 7, N:3: 51-60.

26. Sepehr, A., Peroyan, N., 2011. Vulnerability mapping of desertification and combat desertification alternative ranking in Korasane-razavi province ecosystems with application PROMETHEE model. *Journal of Earth science researches*, Vol 8: 58-71.
27. Soares de Mello, C. C. B., Gomes, L. F. A. M., Gomes, E. G., Soares deMello, M. H. C., 2005. Use of ordinal multi-criteria methods in the analysis of the Formula 1 World Championship, *Cadernos EBAPE.BR*, Vol 3, Issue 2: 1-8.
28. Somerville, J. A., Factors affecting the meaningful assessment of student learning outcomes: A Delphi study of the opinions of community college personnel, Ph.D. Thesise, Education Management, Oregon State University, Corvallis, United State, pp. 270. 2007.

## Evaluation of Combat Desertification Alternatives by using Individual Borda Ranking Model

Mohammad Hassan Sadeghi Ravesh<sup>\*1</sup>, Hassan Khosravi<sup>2</sup>

Received: 10/02/2016

Accepted: 14/11/2016

### Abstract

Desertification is a global problem in most arid and semiarid countries including Iran are facing with this problem. Desertification causes many restrictions in terms of agriculture, food security, livestock rising, industry and providing service costs. This phenomenon is a process which gradually developed and accelerated and adjustment costs is increasing exponentially, so according to resource constraints and the desert area sensitivity, providing optimal combat desertification alternatives natively is necessary to achieve success in controlling and reducing the effects of this phenomenon among different regions. This paper tries to provide systematic and optimal alternatives in a group decision-making model. At the first in the framework of Multiple Attribute Decision-making (MADM), indices preference was determined using Eigenvector model. Alternatives priority was evaluated by Borda model. The results showed that the alternative of prevention of unsuitable land use changes ( $A_{18}$ ) is the most important alternative in combat desertification process in the study area and alternatives of vegetation cover development and reclamation ( $A_{23}$ ) and modification of ground water harvesting ( $A_{31}$ ) were in the next priority, respectively. Therefore, it is suggested that the obtained results and ranking should be considered in projects of controlling and reducing the effects of desertification and rehabilitatyon of degraded lands plans.

**Keywords:** Combat Desertification, Eigenvector Technique, Individual Borda Ranking Model, Multiple Attribute Decision-making (MADM).

1. Assistant Professor of Department of Environment, College of Agriculture, Takestan Branch, Islamic Azad U University, Takestan, Iran, Email: m.sadeghiravesh@tiau.ac.ir

2. Assistant Professor of Department of De desertification, Faculty of Natural Resources, Tehran University, Tehran, Iran