

## تحلیل راهبردهای بیابان‌زدایی منتج از مدل‌های تصمیم‌گیری با استفاده از تابع رفاه اجتماعی B&C

محمدحسن صادقی‌روش<sup>۱</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۲۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۲/۳۱

### چکیده

به منظور ارزیابی راهبردهای بیابان‌زدایی و ارائه راهبردهای بهینه با در نظر گرفتن مجموع معیارهای مؤثر از مدل‌های مختلف تصمیم‌گیری استفاده می‌شود که گاهاً نتایج اولویت‌بندی این مدل‌ها با هم همخوانی ندارد. این مسئله بستگی به ماهیت مدل، معیارهای در نظر گرفته شده و چگونگی وزن‌دهی معیارها توسط متخصصان به صورت گروهی دارد. لذا لازم است توابعی ارائه شود که بر مبنای منطق و اصول قوی و مبانی نظری مستدل از میان راهبردهای ارائه شده در هر منطقه توسط مدل‌های مختلف، ارجحیت راهبردها به صورت گروهی و نهایی ارائه شود. در این مقاله سعی شد این مهم توسط توابع رفاه اجتماعی به انجام رسد. در این میان از تابع B&C استفاده شد و راهبردهای بیابان‌زدایی منتج از ۱۳ مدل تصمیم‌گیری در منطقه خضرآباد یزد مورد تحلیل قرار گرفت. به این منظور، پس از تشکیل ماتریس ترجیحات نسبی، تابع هدف شکل گرفت و مطابق مدل خطی B&C اولویت‌بندی نهایی حاصل شد. نتایج حاصل بیانگر این موضوع بود که راهبرد جلوگیری از تبدیل و تغییر نامناسب کاربری اراضی (A<sub>۱۸</sub>)، توسعه و احیای پوشش گیاهی (A<sub>۲۳</sub>)، تعدیل در برداشت از منابع آب زیرزمینی (A<sub>۳۱</sub>)، کنترل چرای دام (A<sub>۲۰</sub>) و تغییر در الگوی آبیاری و اجرای روش‌های کم‌آب‌خواه (A<sub>۳۳</sub>) به عنوان راهبردهای ارجح می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** اولویت‌بندی، بیابان‌زدایی، تابع رفاه اجتماعی B&C، تصمیم‌گیری چندمعیاره.

۱. استادیار گروه محیط‌زیست، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان، ایران / m.sadeghiravesh@tiau.ac.ir

## مقدمه

مدیریت اکوسیستم‌های بیابانی مجموعه‌ای از اقدامات متعدد مدیریتی است که با هدف کنترل بهینه پدیده بیابان‌زایی و کاهش خسارات اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی صورت می‌گیرد. مسائل تصمیم‌گیری مدیریت مناطق بیابانی به دلیل وجود معیارها و شاخص‌های متعدد تصمیم‌گیری، مسائل پیچیده‌ای هستند و برای دستیابی به یک هدف مشخص راه‌حل‌های متعددی وجود دارد که هریک ارجحیت‌های مختلفی را برای مسائل مختلف زیست‌محیطی، اجتماعی، سیاسی و اقتصادی و سازمانی تأمین می‌کنند. از طرف دیگر، تسریع روند بیابان‌زایی و تخریب آشیان‌های اکولوژیک اکوسیستم‌های طبیعی به‌عنوان یکی از دغدغه‌های اساسی مدیران و برنامه‌ریزان عرصه‌های منابع طبیعی کشور در دهه اخیر مطرح شده است. بنابراین با توجه به محدودیت منابع و نهاده‌ها، افزایش ضریب موفقیت در اجرای طرح‌های کنترل و کاهش اثرات بیابان‌زایی و احیای اراضی تخریب‌یافته و حساسیت اکوسیستم‌های مناطق بیابانی، امروزه جای بحثی درباره این موضوع که ارزشیابی راهبردهای بیابان‌زدایی باید به‌عنوان عامل تعیین‌کننده در پروژه‌های اجرایی بیابان‌زدایی مدنظر قرار گیرد، نگذارد. این الزامات موجب استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه<sup>۱</sup> MADM می‌شود که هدف آن انتخاب بهترین جواب از بین راه‌حل‌های مختلف است. با مطالعه منابع تحقیقاتی، پیشینه به‌کارگیری مدل‌های تصمیم‌گیری در ارائه راهبردهای بهینه در چارچوب مدیریت مناطق بیابانی، به کارهای گرایو و همکاران، صادقی‌روش و همکاران و سپهر و پرویان محدود می‌شود. گرایو در پژوهش خود به‌منظور انتخاب راهبردهای بهینه به‌منظور ارائه طرحی یکپارچه جهت کنترل فرسایش و بیابان‌زایی از سه مدل تصمیم‌گیری، الکترا<sup>۲</sup>، فرایند تحلیلی سلسله‌مراتبی<sup>۳</sup> و پروتمه<sup>۴</sup> استفاده کرد (گرایو<sup>۵</sup> 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 فرایند تحلیلی سلسله‌مراتبی<sup>۶</sup> (صادقی‌روش و همکاران، ۲۰۱۰)، تکنیک اولویت‌بندی ترجیحی بر اساس تشابه به پاسخ‌های ایدئال<sup>۷</sup> (صادقی‌روش و همکاران، ۲۰۱۲)، الکترا (صادقی‌روش و خسروی، ۲۰۱۴)، مدل مجموع وزنی<sup>۸</sup> (صادقی‌روش و زهتابیان، ۲۰۱۳)، بردا<sup>۹</sup> (صادقی‌روش، ۲۰۱۴)، جای‌گشت<sup>۱۰</sup> (صادقی‌روش، ۲۰۱۳)، تحلیل شبکه<sup>۱۱</sup> (صادقی‌روش و خسروی، ۲۰۱۵)، تخصیص خطی<sup>۱۲</sup> (صادقی‌روش و همکاران، ۲۰۱۶ b)، تکنیک آزمایشگاه آزمون و ارزیابی تصمیم‌گیری<sup>۱۳</sup> (صادقی‌روش و طهمورث، ۲۰۱۶) و روش ساختاریافته رتبه‌بندی ترجیحی برای غنی‌سازی ارزیابی‌ها<sup>۱۴</sup> (صادقی‌روش و همکاران، ۲۰۱۶ a) به اولویت‌بندی راهبردهای بیابان‌زدایی در منطقه خضرآباد 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 نارته‌ای پروتمه ضمن پهنه‌بندی آسیب‌پذیری بیابان‌زایی در اکوسیستم‌های استان خراسان رضوی، اقدام به ارزیابی راهبردهای مقابله با بیابان‌زایی کردند (سپهر و پرویان، ۲۰۱۱).

نتایج حاصل از اولویت‌نهایی راهبردها، نشان داد که نتیجه‌گیری حاصل از مدل‌های تحلیلی سلسله‌مراتبی، تاپسیس، الکترا، مجموع وزنی، جای‌گشت و بردا و... همبستگی مناسب را دارند و تا حدود زیادی مشابه‌اند، در عین حال ارزش‌های عددی به‌دست‌آمده با هم اختلاف دارد که این امر عمدتاً به ساختار روش‌ها برمی‌گردد. برای مثال در روش تاپسیس،

6. Analytical Hierarchy Process (AHP)  
7. Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)  
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. Preference Ranking Organization METHod For Enrichment Evaluation (PROMETHEE)

1. Multi Attribute Decision Making (MADM)  
2. Elimination et Choice Translating Reality (ELECTRE)  
3. Analyzes Hierarchy Process  
4. Preference Ranking Organization METHod For Enrichment Evaluation  
5. Grau

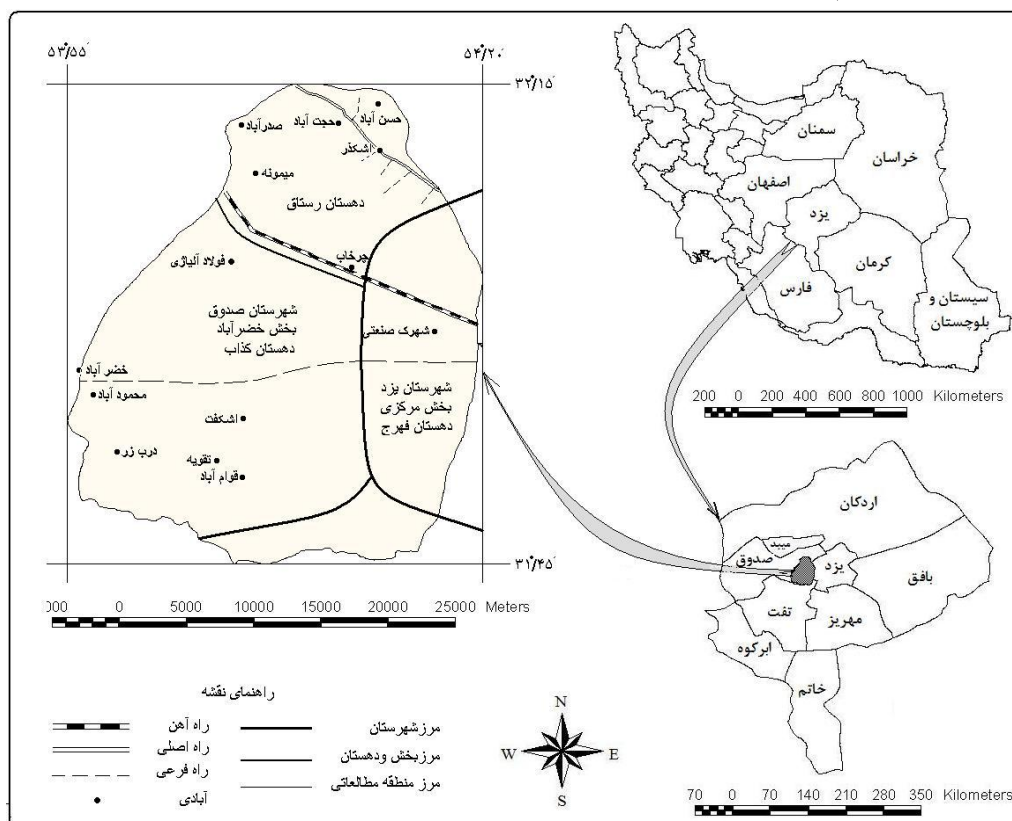
چارچوب توابع انتخاب اجتماعی<sup>۱</sup> نانسون<sup>۲</sup>، کیم‌نی<sup>۳</sup> و گوپلند<sup>۴</sup> به انجام رسیده است (صادقی‌روش و خسروی، ۲۰۱۷a). در این مقاله سعی شد دستیابی به نتایج نهایی توسط توابع رفاه اجتماعی<sup>۵</sup> به انجام رسد. در این میان از تابع B&C<sup>۶</sup> استفاده شد و راهبردهای بیابان‌زدایی منتج از ۱۳ مدل تصمیم‌گیری در منطقه خضرآباد یزد مورد تحلیل قرار گرفت.

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

منطقه خضرآباد با وسعتی معادل ۷۸۱۸۰ هکتار در ۱۰ کیلومتری غرب شهر یزد در موقعیت جغرافیایی ۵۳°، ۵۵' تا ۵۴°، ۲۰' طول شرقی و ۳۱°، ۴۵' تا ۳۲°، ۱۵' عرض شمالی قرار گرفته است (شکل ۱).

اولویت‌بندی با منطق شباهت به جواب ایدئال صورت می‌گیرد. به این صورت که راهبردهای انتخابی کوتاه‌ترین فاصله را از بهترین جواب ایدئال و دورترین فاصله را از بدترین جواب ایدئال دارند، درحالی‌که در مدل دیمتال ارزیابی راهبردها بر مبنای تعیین شدت اثر معیارها و راهبردها در چارچوب نظریه گراف‌ها ارائه می‌شود. در عین حال، این اختلاف نتایج همچنین می‌تواند ناشی از نوع و تعداد معیارهای در نظر گرفته‌شده و چگونگی وزن‌دهی معیارها توسط متخصصان به صورت گروهی یا فردی باشد. لذا لازم است توابعی ارائه شود که بر مبنای منطق و اصول قوی و مبانی نظری مستدل از میان راهبردهای ارائه‌شده در هر منطقه توسط مدل‌های مختلف، ارجحیت راهبردها به صورت گروهی و نهایی ارائه شود. این مهم قبلاً توسط صادقی‌روش در



شکل (۱): موقعیت منطقه خضرآباد

Figure (1): Location of the study area

1. Social Choice Functions
2. Nanson
3. Kemeny
4. Gopeland
5. Social Welfare Function
6. Bowman & Colantoni function

### تابع B&C

تابع B&C در رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها را اولین بار اصغرپور (۲۰۰۳) به منظور ارائه بهترین دیدگاه از آرای مختلف ارائه کرد (اصغرپور، ۲۰۰۳). تابع B&C نوعی تابع رفاه اجتماعی است که از متد اکثریت در اولویت‌بندی استفاده می‌کند، به گونه‌ای که انتقال‌پذیری در اولویت‌بندی گزینه‌ها تأمین خواهد شد. در این روش تابع هدف  $d(P, L)$  منعکس‌کننده مجموع «فرصت از دست‌رفته» از انتخاب اولویت‌بندی یا به عبارت دیگر، مشخص‌کننده مجموع «عدم توافق از اولویت‌بندی مفروض با ارجحیات موجود» است که در نتیجه می‌بایست کمینه گردد.

به‌طور خلاصه مراحل به‌کارگیری این روش به این

ترتیب است:

### - تشکیل ماتریس P

در این ماتریس که با عناصر  $P_{ij}$  تشکیل می‌شود (جدول ۱)، به‌ازای  $m$  گزینه (راهبرد) از مجموعه  $N$  و  $n$  رأی‌دهنده (مدل تصمیم‌گیری)، از ارجحیات رأی‌دهندگان طی رابطه (۱) تشکیل می‌شود.

جدول (۱): ماتریس ترجیحات نسبی مدل‌های تصمیم‌گیری در ارتباط

با راهبردها

Table (1): Decision making model's relative preference Matrix (P)

	Alt			
	$A_1$	$A_2$	...	$A_m$
$P_{ij} =$	$P_{11}$	$P_{12}$	...	$P_{1n}$
	$P_{21}$	$P_{22}$	...	$P_{2n}$
:	:	:	:	:
$A_m$	$P_{m1}$	$P_{m2}$	...	$P_{mn}$

$$\begin{cases} P_{ij} = p_{ij} + \frac{1}{2} p'_{ij}; & i \neq j \\ P_{ii} = \frac{1}{2} \end{cases} \quad (1)$$

در این رابطه  $P_{ij}$  برابر تعداد رأی‌دهندگانی است که  $A_i$  را

بر  $A_j$  ترجیح می‌دهند.

$P'_{ij} =$  تعداد رأی‌دهندگانی که بی‌تفاوت در انتخاب  $A_i$  و

$A_j$  هستند.

ارتفاع متوسط منطقه ۱۳۹۷ متر و ۸۴/۷۹ درصد منطقه (۶۶۳ کیلومتر مربع) 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) دارای رژیم حرارتی ترمیک<sup>۲</sup> و رژیم رطوبتی آریدیک<sup>۳</sup> و تحت تأثیر فرایند تخریب فیزیکی شکل گرفته و حاوی گچ و نمک می‌باشد 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 بزرگ اشکذر با وسعتی معادل ۸۹ کیلومتر مربع 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 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 تیبیک از نظرگاه بیابان‌زایی در منطقه و بیان‌کننده لزوم پرداختن به راه‌حل‌های بیابان‌زدایی در این حوزه است.

### روش تحقیق

توابع رفاه اجتماعی یک روش شمارش به‌منظور برطرف کردن پارادوکس رأی‌گیری و ناسازگاری اولویت‌بندی از یک مجموعه گزینه‌های مفروض است، به‌طوری که ترجیحات رأی‌دهندگان (پرسش‌شوندگان) به انتخاب صحیح و نهایی منجر شود (آروو، ۱۹۶۳؛ برگوسن، ۱۹۳۸؛ سامولسون، ۱۹۴۷). در این پژوهش، به‌منظور انتخاب نهایی در چارچوب توابع رفاه اجتماعی از تابع B&C استفاده شد.

1. Entisols
2. Thermic
3. Aridic

**- تشکیل ماتریس L**

این ماتریس با عناصر  $I_{ij}$  و با ویژگی‌های ذیل طی رابطه (۲) تشکیل می‌شود:

$$\begin{aligned} & \xrightarrow{i,j} A_i > A_j \text{ or } A_j > A_i && \text{کامل باشد یا} \\ & \xrightarrow{i \neq j} A_i > A_j \rightarrow \approx (A_j > A_i)_i && \text{نامتقارن باشد یا} \\ & \xrightarrow{h,i} (A_h > A_i), (A_i > A_j) \rightarrow (A_h > A_j) && \text{انتقال‌پذیر باشد یا} \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{cases} l_{ij} = 1 \rightarrow A_i > A_j & ; i \neq j \\ l_{ji} = 0 \rightarrow A_j > A_i & ; i \neq j \\ l_{ii} = \frac{1}{2} \end{cases}$$

**- تشکیل چندوجهی محدب از محدودیت‌های تحمیلی**  
برای انتقال‌پذیری به صورت رابطه (۳)

$$\begin{cases} l_{ij} = \begin{cases} 1 & ; i \neq j \\ 0 & \end{cases} \\ l_{ij} + l_{ji} = 1 & ; \forall i, j \\ l_{hi} + l_{ij} + l_{jh} \leq 2 & \begin{cases} ; \forall i, j, h \\ i \neq j \neq h \end{cases} \end{cases} \quad (3)$$

اگر داشته باشیم:  $i = j$ ، آنگاه

$$\begin{cases} I_{ij} = \frac{1}{2} \\ I_{hi} = 1 - I_{jh} \end{cases}$$

**- تشکیل تابع تصمیم‌گیری اکثریت  $d(P,L)$**

در صورتی که  $O_{ij}(P)I_{ij}$  نشان‌دهنده «فرصت از دست‌رفته» از تصمیم‌گیری  $A_i > A_j$  باشد، تابع  $d(P,L)$  از تصمیم‌گیری اکثریت از رابطه (۴) برآورد می‌شود.

$$d(P,L) = \sum_{ij} O_{ij}(P)I_{ij} = f \left\{ \sum_{ij} d_{ij}(P_{ij}, l_{ij}) \right\} \quad (4)$$

$f$  یک تابع تصمیم‌گیری از اکثریت است اگر:

یک تابع حقیقی و افزایشی است:  $f$

$$\begin{aligned} & \rightarrow P_{ij} < \frac{1}{2} \rightarrow d_{ij}(P_{ij}, 0) < d_{ij}(P_{ij}, 1) \\ & \rightarrow P_{ij} = \frac{1}{2} \rightarrow d_{ij}(P_{ij}, 0) = d_{ij}(P_{ij}, 1) \\ & \rightarrow P_{ij} > \frac{1}{2} \rightarrow d_{ij}(P_{ij}, 0) > d_{ij}(P_{ij}, 1) \end{aligned}$$

در اینجا  $d_{ij}(P_{ij}, 1)$  یک تابع یکنواخت و غیرافزایشی است (بر روی  $P_{ij}$ )

$d_{ij}(P_{ij}, 0)$  یک تابع یکنواخت و غیرکاهشی است (بر روی  $P_{ij}$ )

**- تشکیل تابع از  $O_{ij}(P)$  در فرم نرمال  $d(P,L)$  به طوری که:**

$$O_{ij}(P) = d_{ij}(P_{ij}, 1) + d_{ij}(P_{ij}, 0) \quad ; i \neq j$$

$$A_i > A_j = (1 - P_{ij}) + P_{ij}$$

$$\rightarrow O_{ii}(P) = 0$$

**- اولویت‌بندی گزینه‌های مفروض (راهبردها) از رابطه (۵)**

$$\min \sum_{ij} O_{ij}(P)I_{ij}$$

$$s.t: l_{ij} = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases} \quad (5)$$

$$l_{ij} + l_{ji} = 1 \quad ; \forall i, j$$

$$l_{hi} + l_{ij} + l_{jh} \leq 2 \quad \forall i, j, h$$

**نتایج**

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 به‌عنوان معیار و راهبردهای مؤثر پیشنهاد و نمودار سلسله‌مراتبی تصمیم‌گیری بر مبنای این معیارها و راهبردها تشکیل شد (صادقی‌روش و همکاران، ۲۰۱۰).

سپس به منظور انجام مقایسه تطبیقی اقدام به اولویت‌بندی راهبردها در قالب ۱۳ مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره در دشت خضرآباد یزد شد (جدول ۲). نتایج حاصل از ارزیابی راهبردها بر مبنای مدل‌های تصمیم‌گیری نشان داد که هرچند در حدود ۷۰ درصد نتایج حاصل مشابه‌اند، رتبه‌بندی‌های به‌دست‌آمده تا حدودی با هم اختلاف دارد که این امر عمدتاً به ساختار روش‌ها برمی‌گردد. بنابراین به‌منظور دستیابی به ارجحیت راهبردها به‌صورت گروهی و نهایی از مجموع نتایج حاصل از مدل‌های تصمیم‌گیری، مطابق ادبیات تحقیق از تابع رفاه اجتماعی B&C استفاده شد.



## بحث و نتیجه‌گیری

ارزیابی دقیق راهبردها و انتخاب راهبردهای بهینه، عامل مؤثری در افزایش کارایی طرح‌های بیابان‌زدایی است. در غیر این صورت تلف شدن منابع همچون زمان، انرژی و سایر نهاده‌ها تأثیر جدی و مخربی بر حصول نتایج خواهد داشت. در این میان، به‌منظور 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. به‌منظور دستیابی به راهبردهای گروهی و نهایی در این مقاله، از تابع انتخاب اجتماعی B&C استفاده شد و راهبردهای بیابان‌زدایی منتج از ۱۳ مدل تصمیم‌گیری در منطقه خضرآباد یزد مورد تحلیل قرار گرفت.

با در نظر گرفتن مجموع معیارها و راهبردها و با تجزیه و تحلیل‌های صورت‌گرفته، به‌طور کلی، از دیدگاه تابع مذکور، راهبرد جلوگیری از تبدیل و تغییر نامناسب کاربری اراضی (A<sub>۱۸</sub>)، توسعه و احیای پوشش گیاهی (A<sub>۲۳</sub>)، تعدیل برداشت از منابع آب زیرزمینی (A<sub>۳۱</sub>)، کنترل چرای دام (A<sub>۲۰</sub>) و تغییر در الگوی آبیاری و اجرای روش‌های کم‌آبخواه (A<sub>۳۳</sub>) به‌عنوان راهبردهای ارجح برآورد شدند. پس می‌توان این رتبه‌بندی را به‌عنوان رتبه‌بندی نهایی و جمعی پذیرفت.

نتایج حاصل از این پژوهش، مطابق نتایج برآورد اولویت نهایی راهبردهای بیابان‌زدایی در چارچوب توابع انتخاب اجتماعی نانسون، کیم نی و کوپلند است (صادقی‌روش و خسروی، ۲۰۱۷). همچنین نتایج حاصل مطابق نتایج مدل‌های تصمیم‌گیری ELECTRE، TOPSIS، AHP، MAUT و Promethee ارزیابی شد.

در این رابطه، می‌توان بیان کرد که در منطقه مطالعاتی 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

بنابراین مدل B&C بر مبنای رابطه (۵) به‌منظور اولویت‌بندی نهایی گزینه‌های بیابان‌زدایی به‌صورت زیر برآورد شد (با به‌کارگیری  $I_{ji} = 1 - I_{ij}$  به‌ازای  $i < j$ ).

$$\min \sum_{ij} O_{ij}(P)I_{ij} = -\frac{14}{13}I_{1,2} - \frac{26}{13}I_{1,3} - \frac{22}{13}I_{1,4} - \frac{22}{13}I_{1,5} - \frac{26}{13}I_{2,3} - \frac{26}{13}I_{2,4} - \frac{14}{13}I_{2,5} - \frac{14}{13}I_{3,4} - \frac{14}{13}I_{3,5} - \frac{2}{13}I_{4,5} + \frac{34}{13}$$

$$st: \begin{cases} l_{1,2} + l_{2,3} - l_{1,3} \leq 1 \\ -l_{1,2} - l_{2,3} + l_{1,3} \leq 0 \end{cases} \begin{cases} l_{1,4} + l_{4,5} - l_{1,5} \leq 1 \\ -l_{1,4} - l_{4,5} + l_{1,5} \leq 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} l_{1,2} + l_{2,4} - l_{1,4} \leq 1 \\ -l_{1,2} - l_{2,4} + l_{1,4} \leq 0 \end{cases} \begin{cases} l_{2,3} + l_{3,4} - l_{2,4} \leq 1 \\ -l_{2,3} - l_{3,4} + l_{2,4} \leq 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} l_{1,2} + l_{2,5} - l_{1,5} \leq 1 \\ -l_{1,2} - l_{2,5} + l_{1,5} \leq 0 \end{cases} \begin{cases} l_{2,3} + l_{3,5} - l_{2,5} \leq 1 \\ -l_{2,3} - l_{3,5} + l_{2,5} \leq 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} l_{1,3} + l_{3,4} - l_{1,4} \leq 1 \\ -l_{1,3} - l_{3,4} + l_{1,4} \leq 0 \end{cases} \begin{cases} l_{2,4} + l_{4,5} - l_{2,5} \leq 1 \\ -l_{2,4} - l_{4,5} + l_{2,5} \leq 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} l_{1,3} + l_{3,5} - l_{1,5} \leq 1 \\ -l_{1,3} - l_{3,5} + l_{1,5} \leq 0 \end{cases} \begin{cases} l_{2,4} + l_{4,5} - l_{2,5} \leq 1 \\ -l_{2,4} - l_{4,5} + l_{2,5} \leq 0 \end{cases}$$

$$I_{ij} \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases}$$

بنابراین بهینه‌ترین مسئله به‌صورت زیر به دست آمد:

$$I_{1,2} = I_{1,3} = I_{1,5} = I_{2,3} = I_{2,4} = I_{2,5} = I_{3,4} = I_{3,5} = 1$$

نتایج حاصل از بهینه‌ترین مسئله و بر مبنای جدول اولویت نسبی (جدول ۳) به دست آمد.

$$A_{18} > A_{33}, A_{18} > A_{20}, A_{18} > A_{31}, A_{23} > A_{33}, A_{23} > A_{31}, A_{23} > A_{20}, A_{23} > A_{33}, A_{20} > A_{33}$$

و در نتیجه اولویت نهایی و جمعی راهبردها از مجموع مدل‌های تصمیم‌گیری به‌ترتیب و به‌صورت ذیل برآورد شد.

$$A_{18} > A_{23} > A_{31} > A_{20} > A_{33}$$

یعنی راهبرد جلوگیری از تبدیل و تغییر نامناسب کاربری اراضی (A<sub>۱۸</sub>)، توسعه و احیای پوشش گیاهی (A<sub>۲۳</sub>)، تعدیل برداشت از منابع آب زیرزمینی (A<sub>۳۱</sub>)، کنترل چرای دام (A<sub>۲۰</sub>) و تغییر در الگوی آبیاری و اجرای روش‌های کم‌آبخواه (A<sub>۳۳</sub>) به‌عنوان راهبردهای ارجح است.

- از روند تخریب تاغزارها جلوگیری و در خصوص 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 یکی از عوامل بالقوه تشدیدکننده تخریب مراتع به شمار می‌رود.

- از چرای خارج از فصل (چرای دیرس و زودرس) به دلیل توان بالقوه تخریب پوشش گیاهی ضعیف، مراتع بیابانی جلوگیری شود.

- به منظور 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 بوته‌کشی جهت تعلیف شبانه و همچنین زمستانه و یا تعلیف پس‌چر مزارع و باغات نکند که خود باعث تسریع در روند تخریب می‌شود.

در نهایت پیشنهاد می‌شود طرح‌های بیابان‌زدایی در منطقه مطالعاتی بر روی این راهبردها تأکید کنند تا از هدررفت سرمایه‌های محدود جلوگیری و بازدهی طرح‌های کنترل، احیا 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 کار بندند تا ضمن دستیابی به نتایج بهتر، از هدر رفتن سرمایه‌های ملی جلوگیری کنند.

صنعتی و شهری در اثر رشد صنایع و شهرنشینی در سال‌های اخیر رخ داده است.

تراکم تپ‌های مرتعی ۶ تا ۱۵ درصد است که به شدت تحت تأثیر عملکردهای انسانی در قالب بوته‌کشی و چرای مفرط دام می‌باشد؛ به طوری که ۴۰ تا ۵۰ درصد پوشش گیاهی بر اثر بوته‌کشی به منظور تألیف دام، سوخت و مصالح ساختمانی از بین می‌رود.

آبیاری در اراضی کشاورزی اغلب به صورت سنتی غرقابی و کرتی با استخرها و جوی‌های روباز و بسترهای با خلل و فرج زیاد صورت می‌گیرد؛ به صورتی که بیش از ۵۰ درصد آب مصرفی هدر می‌رود و راندمان آبیاری در مزرعه و انتقال کمتر از ۴۰ درصد برآورد می‌شود. (صادقی‌روش، ۲۰۰۸).

بنابراین در چارچوب راهبردهای کلان مطرح‌شده، پیشنهادات 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 سعی شود از گونه‌های بومی و مقاوم مرتعی و زراعی، سیستم‌های آبیاری دور کوتاه و کم‌آبخواه و... استفاده شود.

## مراجع

1. Arrow, K. J., 1963. Social choice and individual values. Yale University press New York, New Haven, USA.
2. Asgharpur, M., 2003. Group decision and game theory, operations research approach. Tehran University Publishing, Tehran, Iran.
3. Bergson, A., 1938. A reformulation of certain aspect of welfare economics. Quarterly journal of economics, 52, 310-334
4. 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, 7, 2601-2630.
5. Sadeghi Ravesh, M. H., 2008. Investigation of effective desertification factors on environment degradation. Ph.D. Thesis,



- Islamic Azad University, Science and Research Branch, 395pp.
6. 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*, 3 (4), 5-14.
  7. 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*, 4(2), 5-16.
  8. Sadeghi Ravesh, M. H., Ahmadi, H., Zehtabian, G. H., Tahmoures, 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*, 17(1), 35-50.
  9. Sadeghi Ravesh, M. H., Jabalbarez, B., 2017, Evaluation of combat desertification alternatives by using Multi-Attribute Utility Theory (MAUT), Case study of Khezerabad region in Yazd Province. *Journal of Environmental Science and Engineering* (In press).
  10. Sadeghi Ravesh, M. H., Khosravi, H., 2014. Application of AHP and ELECTRE models for Assessment of de-desertification alternatives in Central Iran. *DESERT*, 19-2, 141-153.
  11. Sadeghi Ravesh, M. H., Khosravi, H., 2015. Application of network analysis process (ANP) in assessment of combating desertification alternatives. *Desert Ecosystem Engineering Journal (DEEJ)*, 4(8), 11-24.
  12. Sadeghi Ravesh, M. H., Khosravi, H., 2017
    - a. 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. *Journal of Environmental Science and Engineering* (In press).
    - b. Evaluation of De-Desertification Alternatives by using shannon entropy method and ORESTE model, Case Study of Khezrabad Region in Yazd Province. *Journal of Researches in Earth Sciences* (In press).
  14. Sadeghi Ravesh, M. H., Khosravi, H., Abolhasani, A & Shekoohizadeghan, S., 2016
    - a. Evaluation of De-Desertification Alternatives by using PROMETHEE Model in Khezrabad Region. *Journal of Geography and Geology*, 8(2), 1-14.
    - b. Assessment of combating strategies using the liner assignment method. *Journal of Solid Earth*, 7, 673-683.
  15. Sadeghi Ravesh, M. H., Khosravi, H., Ghasemian, S., 2016
    - a. Evaluation of De-Desertification Alternatives by using PROMETHEE Model in Khezrabad Region. *Journal of Geography and Geology*, 8(2), 1-14.
    - b. Assessment of combating strategies using the liner assignment method. *Journal of Solid Earth*, 7, 673-683.
  16. Sadeghi Ravesh, M. H., Tahmoures, M., 2016, Evaluation of effective strategies in de-desertification using DEMATEL model, *Environmental Conservation Journal*. (In press)
  17. Sadeghi Ravesh, M. H., Tahmoures, M., 2017, Evaluation of de-desertification alternatives by using Eigenvector Technique and Vikor model. *Polish Journal of Environmental Studies* (In press)
  18. 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*, 100, 1-11.
  19. 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*, 7(3), 51-60.
  20. Samuelson, P. A., 1947. *Foundations of economic analysis*. Harvard University press. Cambridge, England.
  21. 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*, 8, 58-71.

## Analysis of the Desertification Strategies Derived from the Decision-Making Models Using Social Welfare Function of B&C

Mohammad Hassan Sadeghi Ravesh<sup>\*1</sup>

Received: 18/01/2018

Accepted: 21/05/2018

### Extended abstract

**Introduction:** Desert ecosystem management includes a set of multiple management measures taken with the aim of optimal control of desertification phenomenon and reducing the economical, social and environmental losses. The issues related to the management of desert areas are complex matters because of the existence of multiple decision-making criteria and indices and there are several solutions to achieve a specific objective, each of which provides different preferences for the various environmental, social, political, economical, and organizational issues. These requirements necessitate using the Multi-Attribute Decision Making (MADM) methods which aim to choose the best answer from among the different solutions. By reviewing the literature, it can be found that the use of the decision-making models in providing the optimal strategies in the management of the desert areas is only limited to some studies such as Grau, Sadeghi Ravesh and Sepehr and Peroyan.

The obtained results from the prioritization of strategies indicated that the conclusions made by the models of AHP, TOPSIS, Electra, Weighted Sum, permutation, BORDA, and etc. are largely similar. However, the obtained numerical values vary from each other due to the structure of these models. Therefore, it is necessary to offer some functions to prioritize the strategies offered in each region by using different models on the basis of logic and strong principles and theoretical foundations. In this paper, it has been tried to achieve this goal using the Social Welfare Functions. In this regard, the function of B&C was used in the present study and the desertification strategies derived from the 13 decision-making models were analyzed in the Khezrabad Region of Yazd.

**Materials and methods:** The assessment method of B&C was first introduced by Asgharpour to provide the best view from the different options. The B & C function is a social welfare function that uses the majority method in priority, in such a way that transferability will be achieved in the process of prioritizing options. In this way, the objective function  $dn(P,L)$  reflects the sum of the "missed opportunity" of choosing the priority-ranking, or, in other words, indicating the total "disagreement with the prioritization with existing privileges" that should be minimized as a result.

In summary, the procedures for using this method are as follows:

---

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

- Formation of the matrix P according to Eq.1

$$\begin{cases} P_{ij} = p_{ij} + \frac{1}{2} p'_{ij}; & i \neq j \\ P_{ii} = \frac{1}{2} \end{cases} \quad (1)$$

- Formation of the matrix L according to Eq.2

$$\begin{cases} l_{ij} = 1 \rightarrow A_i > A_j & ; i \neq j \\ l_{ji} = 0 \rightarrow A_j > A_i & ; i \neq j \\ l_{ii} = \frac{1}{2} \end{cases} \quad (2)$$

-Convex Multidimensional Formation according to Eq.3

$$\begin{cases} l_{ij} = \begin{cases} 1 & ; i \neq j \\ 0 \end{cases} \\ l_{ij} + l_{ji} = 1 & ; \forall i, j \\ l_{hi} + l_{ij} + l_{jh} \leq 2 & \begin{cases} ; \forall i, j, h \\ i \neq j \neq h \end{cases} \end{cases} \quad (3)$$

-Formation of the decision- making function of the majority d (P, L) according to Eq.4

$$d(P, L) = \sum_{ij} O_{ij}(P) l_{ij} = f \left\{ \sum_{ij} d_{ij}(P_{ij}, l_{ij}) \right\} \quad (4)$$

-Prioritize the desired options (strategy) according to Eq.5

$$\min \sum_{ij} O_{ij}(P) l_{ij} \quad (5)$$

**Results:** In order to comparative compare, prioritizing the strategies was done in the form of 13 multi-criteria models for decision-making in the plains of Khezrabad in Yazd. The results of evaluating the strategies based on the decision-making models showed that although about 70 percent of the results are similar, the rankings obtained are somewhat different, that these results are due to the methods' structures. Therefore, in order to achieve strategic priority as a group and the final solution of the total results of decision-making models, the Social Welfare Functions of B&C was used according to the literature.

Taking in to account the totality of criteria and alternatives and with analysis, in general, that alternative of prevention of unsuitable land use changes ( $A_{18}$ ), alternative of vegetation cover development and reclamation ( $A_{23}$ ), modification of ground water harvesting ( $A_{31}$ ), Livestock grazing Control ( $A_{20}$ ) and Change of irrigation patterns ( $A_{33}$ ) are the most important alternative in de-desertification process in the study area, respectively. Therefore, we accept this ranking as a final and collective ranking. So, by the use of these alternatives in de-desertification projects, we can prevent desertification phenomenon in this area and do something for reclamation of degraded land.

**Discussion and Conclusion:** Detailed assessment of the strategies and choosing the optimal strategies are important factors in increasing the effectiveness of desertification plans, otherwise, wasting the resources such as time, energy and other inputs have serious and destructive impacts on achieving the results. In the meantime, decision-making models are used to achieve the optimal strategies, that for different reasons their results are somewhat different in each region. In order to achieve the group and final strategies, in the present study we used the social welfare function of GRV and the desertification strategies resulted from 13 decision-making models were analyzed in the region of Khezrabad in Yazd. The results showed that the strategy order of  $A_{18} > A_{23} > A_{31} > A_{20} > A_{23}$  is the best presented strategy order.

Finally, it is recommended that the desertification programs in the study regions should emphasize on these strategies to prevent wasting the limit capitals and increase the output of the control, rehabilitation and reconstruction programs.

The results of the present study enable the managers of the desert areas to use the limited funds allocated to control the desertification process in a Correct and efficient manner to in addition to achieve better results, prevent wasting national wealth.

**Keywords:** Desertification, Multiple Attribute Decision-making (MADM), Ranking, Social welfare function B&C.