

## ارائه روش نوین اولویت‌بندی راهبردهای مقابله با بیابان‌زایی بر اساس تصمیم‌گیری چندمعیاره

محمد حسن صادقی‌روش<sup>\*۱</sup>

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۳/۳؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۹/۵)

### چکیده

پرداختن به مسئله بیابان‌زایی به‌خاطر ماهیت چندمعیاری آن، توسعه روز افزون، گسترده و بلندمدت بودن و تأثیر هم‌زمان بر منابع سرزمینی و جمعیت‌های انسانی، به‌منظور دستیابی به توسعه پایدار ضروریست. از این‌رو لازم است به‌منظور بهره‌برداری بهینه از امکانات و سرمایه‌های محدود اختصاص‌یافته به این امر، راهبردهای مقابله با بیابان‌زایی با توجه به معیارهای مختلف مورد ارزیابی قرار گیرد تا ضمن دستیابی به نتایج بهتر، از هدررفت سرمایه‌های ملی جلوگیری شود. بنابراین به‌منظور رتبه‌بندی راهکارهای مقابله با بیابان‌زایی، در چارچوب مدل‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه، از روش دیمتل استفاده شد. ابتدا در چارچوب روش تصمیم‌گیری چند شاخصه و با استفاده از مدل دلفی، معیارها و راهبردهای مهم و اولویت‌دار شناسایی شده و سپس اولویت‌نهایی راهبردها با استفاده از روش دیمتل مورد ارزیابی قرار گرفت. بر مبنای نتایج به‌دست آمده، راهبردهای توسعه و احیاء پوشش گیاهی (A۲۳)، تغییر الگوی آبیاری و اجرای روش‌های کم‌آب‌خواه (A۳۳) و کنترل چرای دام (A۲۰) به‌ترتیب به‌عنوان مهم‌ترین راهبردهای مقابله با بیابان‌زایی در منطقه تشخیص داده شدند. بنابراین پیشنهاد شد در طرح‌های کنترل و کاهش اثرات بیابان‌زایی و احیاء اراضی تخریب‌یافته، نتایج و رتبه‌بندی به‌دست‌آمده مورد توجه قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: مقابله با بیابان‌زایی، روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، مدل دیمتل، مقایسه زوجی

۱. دانشیار گروه محیط زیست، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان، تاکستان.

\*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: m.sadeghiravesh@tiau.ac.ir

## مقدمه

بیابان‌زایی عبارتست از تخریب اراضی در نواحی خشک، نیمه-خشک و خشک نیمه‌مرطوب که در نتیجه عوامل گوناگون از جمله تنوع اقلیمی و فعالیت‌های انسانی اتفاق می‌افتد (۱ و ۲۱). این پدیده به سرعت امنیت غذایی و محیط‌زیستی را با بحران مواجه کرده و عامل از دست رفتن کیفیت خاک و وقوع پدیده گرسنگی در جهان است (۱۴). در حال حاضر بیابان‌زایی به‌عنوان یک معضل گریبان‌گیر بسیاری از کشورهای جهان از جمله کشورهای در حال توسعه است و با تشدید روند گرم‌شدن زمین توسعه می‌یابد (۲۰، ۲۵ و ۶۵). این پدیده مستقیماً منابع سرزمینی زیادی از جمله خاک، آب و پوشش گیاهی و بخش‌های اقتصادی، گروه‌ها و نهادهای اجتماعی را در سطوح محلی و جهانی تحت تأثیر قرار داده است. منابع سرزمینی و جمعیت‌های انسانی که در معرض بیابان‌زایی و تخریب اراضی قرار گرفته‌اند مستعد تهدیدات مختلفی از جمله از دست دادن (کاهش) بهره‌وری زمین، ناامنی غذایی، کمبود و نقصان آب، مشکلات اقتصادی، محرومیت‌های اجتماعی و خطرات سلامتی می‌شوند (۴ و ۳۲)، به‌طوری‌که یکی از اهداف توسعه پایدار (SDG = Sustainable Development Goal) که در کنفرانس ریو در سال ۲۰۱۲ مطرح شد "دستیابی به حفاظت، احیاء و ترویج استفاده پایدار از اکوسیستم‌های زمینی، مدیریت پایدار جنگل‌ها، مبارزه با بیابان‌زایی، و متوقف و معکوس کردن تخریب اراضی و جلوگیری از کاهش تنوع زیستی" است (۶۰). از این‌رو در کنوانسیون مقابله با بیابان‌زایی سازمان ملل (United Nations Convention to Combat Desertification = UNCCD) به نقش مهم اقدامات محلی مناسب و درخور در مقابله با تهدیدات جهانی و بیابان‌زایی و تخریب اراضی تأکید شده است (۵). بنابراین 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. با توجه به محدودیت منابع و نهاده‌ها، حساسیت اکوسیستم‌های

مناطق بیابانی و افزایش ضریب موفقیت در اجرای طرح‌های کنترل و کاهش اثرات بیابان‌زایی و احیاء اراضی تخریب‌یافته، امروزه جای بحثی درباره این موضوع که ارزیابی راهبردهای بیابان‌زدایی باید به‌عنوان عامل تعیین‌کننده در پروژه‌های اجرایی مدنظر قرار گیرد، نمانده است.

در دشت یزد- خضراباد نیز با توجه به اینکه بیش از ۱۶ درصد از اراضی منطقه را تپه‌ها و پهنه‌های ماسه‌ای با انواع رخساره‌های تخریبی و فرسایشی شکل داده و کل اراضی، تحت تأثیر بیابان‌زایی با شدت متوسط تا خیلی شدید است (۴۰)، لزوم پرداختن به راهکارهای بهینه به‌منظور جلوگیری از بیابانی‌شدن یا احیاء و ترمیم مناطق تخریب‌یافته، ضروری به‌نظر می‌رسد تا ضمن جلوگیری از هدر رفتن سرمایه‌های محدود، بازدهی طرح‌های کنترل و احیاء عرصه‌های طبیعی بالا رود.

از جمله تحقیقات انجام‌شده در زمینه به‌کارگیری مدل‌های تصمیم‌گیری (Decision Making Models) برای ارائه راهبردهای بهینه در چارچوب مدیریت مناطق بیابانی می‌توان به کارهای گرایو و همکاران (۲۲)، صادقی‌روش و همکاران (۳۵، ۳۶، ۳۹، ۴۰، ۴۲، ۴۳، ۴۴، ۴۵، ۴۶، ۴۸، ۴۹، ۵۰، ۵۲، ۵۳، ۵۴ و ۵۵) و سپهر و پرویان (۵۶) اشاره کرد.

با توجه به محدودیت مطالعات انجام‌شده، لزوم پرداختن به روش‌هایی که بتواند راه‌حل‌های بهینه را بر مبنای منطق و اصول قوی و مبانی نظری مستدل ارائه دهد، در حوزه مدیریت مناطق بیابانی ضروری به‌نظر می‌رسد. از این‌رو هدف اصلی پژوهش حاضر با توجه به محدودیت نهاده‌ها، ارائه یک مدل مناسب و به‌کارگیری این مدل در عرصه برای ارزیابی راهبردهای مقابله با بیابان‌زایی در چارچوب مدیریت پایدار مناطق بیابانی است. برای دستیابی به این هدف، در چارچوب مدل‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه (Multi Attribute Decision Making Models = MADM) بر اساس مقایسه‌های زوجی، تکنیک آزمایشگاه آزمون و ارزیابی تصمیم‌گیری (Decision Making Trial And Evaluation Laboratory = DEMATEL) به‌منظور رتبه‌بندی راهکارهای مقابله با بیابان‌زایی مدنظر قرار گرفت. این درحالی

اهمیت و وزن هر عامل در سیستم نیز در نهایت نه فقط توسط عوامل بالادست یا منحصراً عامل‌های پایین‌دست، بلکه توسط تمام عوامل موجود در سیستم (و به عبارتی کل مدل) تعیین می‌شود. از این رو مهم‌ترین مشخصه این روش ایجاد رابطه و ساختار بین عوامل است. پذیرش روابط انتقال‌ناپذیر و توانایی نمایش کلیه بازخورهای ممکن نیز از دلایل برتری این شیوه نسبت به سایر شیوه‌های متکی به نظریه گراف‌هاست (۹ و ۳۰). این تکنیک اولین بار توسط گابوس و فونتلا ( Gabus and Fontela) در اواخر سال ۱۹۷۱ به‌طور عمده برای بررسی مسائل بسیار پیچیده جهانی و استفاده از قضاوت خبرگان ارائه شد (۱۵ و ۶۰) و سپس در بخش برنامه علوم انسانی و علوم مؤسسه باتل مموریال (Battelle Memorial) در سال‌های ۱۹۷۲ تا ۱۹۷۶ گسترش یافته و در راستای تحقیق و حل پیچیده مسائل گروهی مورد استفاده قرار گرفت (۱۳، ۱۶، ۱۷، ۱۸ و ۱۹).

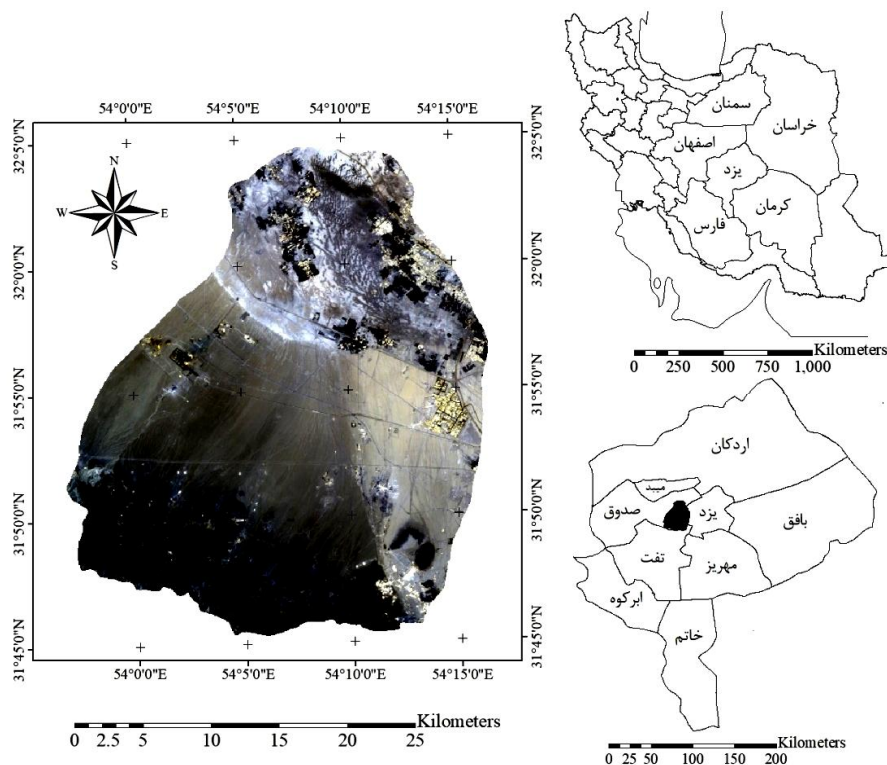
## مواد و روش‌ها

### معرفی منطقه مورد مطالعه

دشت یزد- خضرآباد با وسعت ۷۸۱۸۰ هکتار در ۱۰ کیلومتری غرب شهر یزد و در موقعیت جغرافیایی ۵۳°۵۵' تا ۵۴°۲۰' طول شرقی و ۳۱°۴۵' تا ۳۲°۱۵' عرض شمالی قرار گرفته (شکل ۱) که از نظر اقلیمی 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 سرعت ۱۶/۳ کیلومتر بر ساعت است. ۱۲۹۳۰ هکتار (۱۶/۵ درصد) از اراضی منطقه را تپه‌ها و پهنه‌های ماسه‌ای شکل داده و ارگ (Erg) بزرگ اشکذر با وسعتی معادل ۸۹۲۳ هکتار در شمال منطقه با انواع رخساره‌های تخریبی و فرسایشی به‌چشم 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 درصد) را اراضی مخروطه حاصل از عملیات انسانی و فرایندهای طبیعی تشکیل داده (۳۴) که نشان‌دهنده وضعیت کاملاً خاص آن از نظر گاه بیابان‌زایی و

است که هیچ سابقه‌ای از کاربرد مدل دیمتل در حوزه مسائل مربوط به مدیریت مناطق بیابانی و از جمله انتخاب سیستماتیک راهبردهای بهینه در فرایند مقابله با بیابان‌زایی چه در داخل ایران و چه در خارج از ایران مشاهده نشد، هرچند در سایر زمینه‌های علمی، پژوهش‌هایی در چارچوب این مدل صورت پذیرفته است. از جمله این زمینه‌ها می‌توان به اختصار به تولید پایدار (۱۰ و ۵۷)، مدیریت پایدار زنجیره تأمین سبز (۱۱، ۱۲، ۲۲، ۲۶ و ۵۹)، بررسی عوامل مؤثر بر رضایت مشتریان (۲۹)، ارزیابی عوامل مؤثر بر عملیات نجات (۶۴)، گردشگری پایدار (۶۳)، بازیافت زباله (۶)، تعیین صلاحیت شغلی (۲۸)، مدیریت بحران (۸)، مکان‌یابی بهینه (۵۸)، ارزیابی عملکرد (۲۷)، مدیریت ایمنی (۶۵) و تجزیه و تحلیل ریشه‌ای خرابی‌ها ( Root Cause ) (RCFA =Failure Analysis) (۷) اشاره کرد.

تکنیک آزمایشگاه آزمون و ارزیابی تصمیم‌گیری یا دیمتل یکی از روش‌های تصمیم‌گیری بر اساس مقایسه‌های زوجی است. این تکنیک، روشی جامع برای ایجاد و تحلیل یک مدل ساختاری از روابط علی میان عوامل پیچیده بی‌شمار است (۳۰ و ۳۱) که با بهره‌مندی از قضاوت خبرگان در استخراج عوامل یک سیستم و ساختاردهی نظام‌مند به آنها با به‌کارگیری اصول نظریه گراف‌ها، ساختاری سلسله‌مراتبی از عوامل موجود در سیستم همراه با روابط تأثیر و تأثر متقابل عناصر مذکور را ارائه می‌دهد، به‌گونه‌ای که شدت اثر روابط مذکور را به‌صورت امتیاز عددی معین می‌کند. این روش با این هدف معرفی شد که استفاده مناسب از روش‌های تحقیق علمی می‌تواند ساختار پیچیده مسائل را بهبود بخشد و در شناسایی راه‌حل‌های عملی با استفاده از ساختار سلسله‌مراتبی مشارکت نماید (۹ و ۶۴). یکی از امتیازات روش دیمتل نسبت به سایر روش‌های تصمیم‌گیری بر پایه مقایسه‌های زوجی، پذیرش بازخور روابط است، یعنی در ساختار سلسله‌مراتبی حاصل، هر عنصر می‌تواند بر کلیه عناصر هم‌سطح، سطح بالاتر یا سطح پایین‌تر از خود تأثیر بگذارد و متقابلاً از تک‌تک آنها تأثیر بپذیرد. به بیان دیگر عناصر موجود در سیستم می‌توانند مستقل از همدیگر نباشند.



شکل ۱. موقعیت دشت یزد- خضرآباد (رنگی در نسخه الکترونیکی)

بودند و همچنین نسبت به منطقه و مسائل مربوط به آن اشراف داشتند. میانگین سابقه کاری پرسش‌شوندگان، ۱۸/۸ سال برآورد شد. ۱۸ نفر از پرسش‌شوندگان دارای مدرک دکتری، ۵ نفر کارشناس ارشد و ۵ نفر کارشناس شامل کارشناسان مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی سازمان جهاد کشاورزی استان یزد، ایستگاه تحقیقات بیابان‌زدایی شهید صدوقی اشکذر، مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان صدوق و پژوهشکده مناطق خشک و بیابانی دانشگاه یزد بودند. روایی (Validity) صوری پرسشنامه در پژوهش حاضر با بهره‌مندی از نظر خبرگان علمی و کارشناسان حاصل شد. همچنین برای اطمینان از پایایی (Reliability) سؤالات پرسشنامه از روش آلفای کرونباخ استفاده شد که ضریب برآورد شده (۰/۸۴) بیانگر پایایی بالا در طراحی پرسشنامه بود.

برآورد وزن نسبی معیارها و راهبردها و تشکیل ماتریس مقایسات زوجی (Pairwise) گروهی پس از مشخص شدن معیارها و راهبردهای مؤثر،

بیان‌کننده لزوم پرداختن به راه‌حل‌های مقابله با بیابان‌زایی در این حوزه است.

### روش مطالعه

به‌طور خلاصه مراحل به‌کارگیری تکنیک دیمتل به ترتیب زیر است (۲، ۲۴ و ۶۴).

### انتخاب معیارها و راهبردهای مؤثر

انتخاب معیارها و راهبردها از میان طیف وسیعی از معیارها و راهبردها را می‌توان از طریق طوفان مغزها، روش دلفی (Delphi) یا روش گروه اسمی (Nominal Group Technique) انجام داد. در این پژوهش از روش دلفی به‌منظور انتخاب معیارها و راهبردهای مهم و اولویت‌دار و تشکیل ساختار سلسله مراتبی استفاده شد (۳ و ۵۲). در این رابطه از جامعه آماری ۲۸ نفری از کارشناسان آشنا به منطقه مورد مطالعه استفاده شد که حداقل دارای درجه کارشناسی (تخصص) در زمینه مدیریت مناطق بیابانی و رشته‌های وابسته مانند آبخیزداری و مرتعداری

در نحوه قضاوت باید تجدید نظر شود (۳۳).

در پژوهش حاضر نرخ ناسازگاری با استفاده از رابطه (۲) برای تمام ماتریس‌های مقایسات زوجی بین ۰/۰۱ تا ۰/۰۲ برآورد شد که کمتر از ۰/۱ بوده و نشان داد که قضاوت‌های انجام‌شده از پایایی مناسبی برخوردار است.

روایی پرسشنامه از یک‌جهت، نوعی اعتبار منطقی یا محتوایی است که به روش به‌کار گرفته‌شده برمی‌گردد. در روش مقایسه زوجی، تمام عوامل با هم سنجیده می‌شوند. این عمل خود تمام احتمالات مرتبط را در رابطه با در نظر گرفته‌نشدن یک معیار یا سؤال از بین می‌برد. از سوی دیگر در روش دیمتل از آنجا که معیارها و راهبردهای مورد مقایسه زوجی از نتایج به‌دست آمده از پرسشنامه اول حاصل شده‌اند، ارزیابی روایی در این مورد موضوعیت پیدا نمی‌کند.

#### تعیین شدت اثر اوزان معیارها و راهبردها

##### - تعیین اثر معیارها بر یکدیگر در ارتباط با هدف

در این مرحله به‌منظور تعیین معیارهای مؤثر، ماتریس مقایسات زوجی گروهی معیارها نسبت به هدف (D) مدنظر قرار گرفت و مراحل زیر بر روی ماتریس مذکور انجام شد.

الف- جمع سطری درایه‌های ماتریس D محاسبه و ماتریس D در معکوس بیشینه مقدار حاصل جمع‌های سطری به‌دست‌آمده ( $\lambda$ ) ضرب شد تا ماتریس M که نشانگر شدت اثر نسبی حاکم بر رابطه‌های مستقیم موجود در سیستم است به‌دست آید (رابطه ۳).

$$M = \lambda * D \quad (3)$$

ب- ماتریس S که نشانگر شدت اثر نسبی حاکم بر روابط مستقیم و غیرمستقیم موجود در سیستم است، بر اساس رابطه (۴) تشکیل شد. به‌منظور سهولت در محاسبه ماتریس S و M بهتر است از نرم‌افزارهای محاسباتی استفاده شود. در پژوهش حاضر از نرم‌افزار صفحه گسترده Excel استفاده شد.

$$S = M(1 - M)^{-1} \quad (4)$$

ج- در ماتریس S جمع سطری (R) و ستونی (J) درایه‌ها و مجموع (R+J) و تفاضل (R-J) برای هر یک از عوامل سیستم،

به‌منظور دستیابی به وزن نسبی (Local Priority)، عناصر تصمیم در هر سطح بر اساس میزان اهمیت و اولویت آنها در ارتباط با هدف و معیارها و زیرمعیارهای کنترلی سطوح دیگر به‌صورت دو به دو و بر اساس مقیاس ۹ کمیته‌ی ساعتی (۳۱) توسط تصمیم‌گیران مقایسه شدند. پس از تشکیل ماتریس مقایسات زوجی کارشناسان، از روش میانگین هندسی (رابطه ۱) اقدام به تلفیق قضاوت‌ها کرده و ماتریس مقایسات زوجی گروهی شکل داده شد (جدول ۱).

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

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

سرانجام اوزان نسبی هر معیار یا راهبرد با استفاده از روش میانگین موزون یا میانگین هر سطر از ماتریس نرمال‌شده ارائه شد (۳، ۳۴ و ۵۱). نکته مهم در قضاوت‌ها و مقایسه‌های زوجی در چارچوب پرسشنامه مقایسات زوجی، سنجش پایایی است، زیرا افراد ممکن است در قضاوت‌های خود به‌صورت ضد و نقیض عمل کنند. از آنجا که در تحقیق حاضر تمام گزینه‌ها به‌صورت دو به دو با هم سنجیده شده‌اند، پایایی در این پژوهش تنها نشان می‌دهد که کدام گزینه نسبت به گزینه‌های دیگر برتری دارد، زیرا ضریب بالا زمانی حاصل می‌شود که مخاطبان به‌اجماع در مقایسه دو به دو به برتری یک گزینه نظر داده باشند. از آنجا که این عمل را مدل طراحی‌شده دیمتل به‌گونه‌ای بهتر انجام می‌دهد ضرورتی برای سنجش و محاسبه ضریب پایایی وجود ندارد. از طرفی، ساعتی برای محاسبه پایایی پرسشنامه مقایسات زوجی، ضریبی را به نام نرخ ناسازگاری (I.R. = Inconsistency Ratio) پیشنهاد می‌کند که از تقسیم شاخص سازگاری (C.I. = Consistency Index) به شاخص تصادفی‌بودن (R.I.I. = Random Inconsistency Index) حاصل می‌شود (رابطه ۲).

$$IR = (CI) / IIR \quad (2)$$

نرخ ناسازگاری برای هر ماتریس مقایسه زوجی محاسبه و ارائه می‌شود که اگر از ۰/۱ فراتر رود آن قضاوت ناسازگار است و

جدول ۱. ماتریس مقایسات زوجی

D=	a <sub>11</sub>	a <sub>12</sub>	.....	a <sub>1n</sub>	A=[a <sub>ij</sub> <sup>+</sup> ] , i = 1,2,...,m j = 1,2,...,n
	a <sub>21</sub>	a <sub>22</sub>	.....	a <sub>2n</sub>	
	:	:	:	:	
	a <sub>m1</sub>	a <sub>m2</sub>	.....	a <sub>mn</sub>	

m: تعداد رتبه راهبردها (i)، n: تعداد معیارها (j) و a<sub>ij</sub> ترجیح عنصر iام نسبت به عنصر jام است.

- تعیین اثر راهبردها بر یکدیگر در ارتباط با مجموعه

معیارها و تعیین مؤثرترین راهبردها در دستیابی به هدف

به این منظور در ابتدا ماتریس مقایسات زوجی راهبردها نسبت به هر معیار در ارزش همان معیار از رابطه (۵۵) به دست آمد (جدول ۲) و سپس بر مبنای این جداول، ماتریس مقایسات زوجی میانگین ارزش تأثیر راهبردها در مجموع معیارها با استفاده از رابطه (۶) برآورد شد (جدول ۳). سپس بر مبنای جدول (۳) و با کاربرد روش دیمتل (مراحل الف تا ج)، ماتریس ترتیب نفوذ راهبردها بر یکدیگر در ارتباط با مجموع معیارها به دست آمد و جدول ترتیب نفوذ راهبردها متناسب با آن شکل گرفت.

$$P_{ij} = D_{ij} * W_j \quad (5)$$

در این رابطه:

W<sub>j</sub> = مقدار وزنی نرمال که هر معیار در ارتباط با هدف کسب می‌کند.

D<sub>ij</sub> = ماتریس مقایسات زوجی گروهی اثر تأثیر راهبردها نسبت به هر معیار

$$\overline{P}_{ij} = \frac{\sum_{i=1, j=1}^{M^N} P_{ij}}{N} \quad (6)$$

در نهایت یک نمودار علی (اثرگذاری-اثرپذیری) که شامل یک دستگاه مختصات دکارتی است، به گونه‌ای که محور طولی آن برحسب مقادیر R+J و محور عرضی آن بر حسب R-J مدرج باشد، بر مبنای "جدول ترتیب نفوذ راهبردها بر یکدیگر در ارتباط با مجموع معیارها" تشکیل شده، و موقعیت هر یک از راهبردهای موجود با نقطه‌ای به مختصات

نشانگر اهمیت (وزن) آن عامل در سیستم است. مقدار R برای هر عامل نشانگر میزان تأثیرگذاری آن عامل بر سایر عامل‌های سیستم و مقدار J متناظر با آن بیانگر شدت تأثیرپذیری عامل مذکور از سایر عوامل سیستم است. بنابراین R+J مشخص‌کننده مجموع تأثیر و تأثر عامل مورد نظر در سیستم است. به عبارتی، عامل دارنده بیشترین مقدار R+J دارای بیشترین تعامل با سایر عوامل سیستم است. مقدار نهایی تأثر (فقط اثرگذاری) هر عامل بر مجموعه دیگر عوامل سیستم نیز از تفاضل R-J حاصل می‌شود، به گونه‌ای که:

عامل، یک تأثیرگذار قطعی است:  $R > J \Rightarrow R - J > 0$   
 عامل، یک تأثیرپذیر قطعی است:  $R < J \Rightarrow R - J < 0$   
 بدین ترتیب متناسب با میزان تأثیر و تأثر هر معیار در ارتباط با سایر معیارها، جدول ترتیب اثر معیارها بر یکدیگر در ارتباط با هدف برآورد شد.

- تعیین اثر راهبردها بر یکدیگر در ارتباط با هر معیار

در این مرحله نیز مانند مرحله قبل به منظور تعیین راهبردهای مؤثر و تعیین مقدار اثر هر کدام از آنها، ماتریس مقایسات زوجی گروهی راهبردها نسبت به هر معیار (ماتریس D) مدنظر قرار گرفته و طی مراحل بیان‌شده (مراحل الف تا ج)، جداول ترتیب نفوذ راهبردها بر یکدیگر در ارتباط با هر معیار برآورد شد. در اینجا مشاهده می‌شود که تأثیرگذاری هر راهبردها در ارتباط با هر معیار متفاوت است، بنابراین به منظور تعیین اثر راهبردها در دستیابی به هدف، تعیین اثر در ارتباط با مجموع معیارها طی مراحل زیر مدنظر قرار گرفت.

جدول ۲. ماتریس مقایسات زوجی راهبردها نسبت به هر معیار در ارزش همان معیار

		Alt			
		A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	...	A <sub>m</sub>
P <sub>ij</sub> =	A <sub>1</sub>	P <sub>11</sub>	P <sub>12</sub>	...	P <sub>1m</sub>
	A <sub>2</sub>	P <sub>21</sub>	P <sub>22</sub>	...	P <sub>2m</sub>
	:	:	:	:	:
	A <sub>m</sub>	P <sub>m1</sub>	P <sub>m2</sub>	...	P <sub>mm</sub>

m = تعداد راهبردها، P<sub>ij</sub> = ترجیح اندازه‌های زوجی راهبردها در هر شاخص

جدول ۳. ماتریس مقایسات زوجی میانگین ارزش تأثیر راهبردها در مجموع معیارها

		Alt			
		A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	...	A <sub>m</sub>
$\bar{P}_{ij}$ =	A <sub>1</sub>	$\bar{P}_{11}$	$\bar{P}_{12}$	...	$\bar{P}_{1m}$
	A <sub>2</sub>	$\bar{P}_{21}$	$\bar{P}_{22}$	...	$\bar{P}_{2m}$
	:	:	:	:	:
	A <sub>m</sub>	$\bar{P}_{m1}$	$\bar{P}_{m2}$	...	$\bar{P}_{mm}$

m = تعداد راهبردها،  $\bar{P}_{ij}$  = ترجیح نرمال اندازه‌های زوجی راهبردها در هر شاخص

و در ادامه، ماتریس مقایسات زوجی اهمیت معیارها نسبت به هدف (جدول ۶) و اولویت راهبردها نسبت به تک‌تک معیارها (جدول ۷) از نظر گروه به‌دست آمد.

همچنان که در جدول (۶) ملاحظه می‌شود نسبت ناسازگاری در تمام جداول و مقایسات زوجی کمتر از ۰/۱ برآورد شده که نشان از سازگاری مقایسات دارد (۳۳).

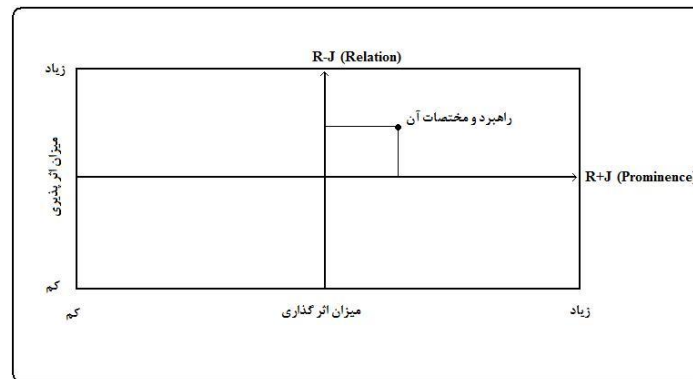
در این مرحله به‌منظور تعیین معیارهای مؤثر و میزان اثر آنها مطابق ادبیات تحقیق، با در نظر گرفتن ماتریس مقایسات زوجی گروهی معیارها نسبت به هدف "ارائه راهبردهای بهینه مقابله با بیابان‌زایی" (جدول ۶)، ماتریس M که نشانگر شدت اثر نسبی حاکم بر رابطه‌های مستقیم موجود در سیستم است از رابطه (۳) محاسبه و ماتریس S که نشانگر شدت اثر نسبی حاکم بر روابط مستقیم و غیرمستقیم موجود در سیستم است از رابطه ۴ برآورد شد. بدین ترتیب متناسب با میزان تأثیر و تأثر هر معیار در ارتباط با سایر معیارها، جدول ترتیب اثر معیارها بر یکدیگر در ارتباط

A:(R+J, R-J) در این دستگاه معین شد. در این دستگاه نقاطی که بالای خط افقی قرار گیرند نشانگر راهبردهای اثرپذیر و نقاطی که در سمت راست خط عمودی قرار گیرند نشانگر راهبردهای اثرگذار هستند (شکل ۲).

## نتایج

با توجه به ادبیات تحقیق، در ابتدا به‌منظور دستیابی به معیارها و راهبردهای مهم و اولویت‌دار از نظر گروه، از روش دلفی و تهیه پرسشنامه استفاده شد (۵۲) و از میان ۱۶ معیار و ۴۰ راهبرد نهایی نظرخواهی شده به‌منظور مقابله با بیابان‌زایی، راهبردها و معیارهای مهم و اولویت‌دار از نظر گروه انتخاب و به‌منظور ترسیم نمودار سلسله‌مراتب تصمیم‌گیری و تهیه پرسشنامه مقایسات زوجی در نظر گرفته شدند (جداول ۴ و ۵).

پس از مشخص شدن معیارها و راهبردهای مهم و اولویت‌دار از نظر گروه، ماتریس مقایسات زوجی هر متخصص شکل گرفت



شکل ۲. نمودار علی و نحوه نمایش راهبردها

مطابق شکل (۳) ملاحظه می‌شود که راهبرد "توسعه و احیاء پوشش گیاهی" ( $A_{23}$ ) با شدت تأثیر و تأثر ( $R+J=1/166$ )، به‌طور قطع تأثیرگذارترین راهبرد به‌منظور دستیابی به هدف است و راهبردهای دیگر به‌ترتیب ازدیاد تأثیرگذاری و کاهش تأثیرپذیری، راهبردهای "تغییر الگوی آبیاری و اجرای روش‌های کم‌آب‌خواه" ( $A_{33}$ ) با شدت تأثیر و تأثر ( $R+J=0/337$ )، "کنترل چرای دام" ( $A_{20}$ ) با شدت تأثیر و تأثر ( $R+J=-0/255$ )، "جلوگیری از تبدیل و تغییر نامناسب کاربری اراضی" ( $A_{18}$ ) با شدت تأثیر و تأثر ( $R+J=-0/506$ ) و "تعدیل در برداشت از منابع آب زیرزمینی" ( $A_{31}$ ) با شدت تأثیر و تأثر ( $R+J=-0/684$ )، ارزیابی شدند.

### بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش، روشی نوین به‌منظور رتبه‌بندی اولویت راهبردهای مطرح در فرایند بیابان‌زدایی بیان شد. یکی از امتیازات روش دیمتل نسبت به سایر روش‌های تصمیم‌گیری بر پایه مقایسه‌های زوجی مانند تکنیک اولویت‌بندی ترجیحی بر اساس تشابه به پاسخ‌های ایده‌آل (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) (TOSIS) (۵۰) و جای‌گشت (Permutation) (۳۵) که ارجحیت معیارها را در اولویت‌بندی راهبردها به‌منظور دستیابی به هدف در نظر نمی‌گیرند، دستیابی به هدف بر مبنای تلفیق ارجحیت معیارها و

با هدف برآورد شد (جدول ۸).

مطابق جدول (۸) مؤثرترین معیار در ارائه راهبردهای بهینه مقابله با بیابان‌زایی، معیار تناسب و سازگاری با محیط‌زیست ( $C_7$ ) با شدت اثرگذاری ( $R-J=1/360$ ) و تخریب منابع و خسارات محیطی و انسانی ( $C_{16}$ ) با شدت اثرگذاری ( $R-J=1/187$ ) ارزیابی شد. ابزارهای علمی و تکنولوژی در دسترس ( $C_5$ ) با شدت اثرگذاری ( $R-J=-0/976$ ) و معیارهای زمان ( $C_2$ ) با شدت اثرگذاری ( $R-J=-1/383$ )، به‌عنوان کم-اثرترین معیارها برآورد شدند.

در ادامه با در نظر گرفتن ماتریس مقایسات زوجی گروهی راهبردها نسبت به هر معیار (جدول ۷)، همین فرایند به‌منظور تعیین اثر راهبردها به نسبت هر معیار انجام شد که به‌منظور جلوگیری از طولانی‌شدن مطلب، تنها ماتریس ترتیب اثر راهبردها بر یکدیگر در ارتباط با معیار تناسب و سازگاری با محیط‌زیست ( $C_7$ ) ارائه می‌شود (جدول ۹).

طبق این جداول ملاحظه شد که بر حسب هر معیار، راهبردهای مؤثر متفاوت هستند. بنابراین برای انتخاب نهایی راهبردها و درجه‌بندی تأثیر آنها، ماتریس ترتیب نفوذ راهبردها بر یکدیگر در ارتباط با مجموع معیارها از نظر گروه شکل گرفت (جدول ۱۰). در نهایت به منظور تفسیر بهتر نتایج، نمودار علی یا تأثیر و تأثر بر مبنای جدول (۱۰) ترسیم شد (شکل ۳).



جدول ۴. معیارهای پیشنهادی و میانگین اهمیت آنها از نظر گروه

C <sub>۶</sub>	C <sub>۵</sub>	C <sub>۴</sub>	C <sub>۳</sub>	C <sub>۲</sub>	C <sub>۱</sub>	نشانه
منابع انسانی متخصص و تکنولوژی در دسترس	ابزارهای علمی	زیبایی چشم‌انداز	مشارکت مردمی	زمان	هزینه-سود	معیار (Criteria)
۷/۵۳	۷/۱	۵/۱	۵/۷۸	۷/۱	۵/۳۸	میانگین امتیازها
C <sub>۱۲</sub>	C <sub>۱۱</sub>	C <sub>۱۰</sub>	C <sub>۹</sub>	C <sub>۸</sub>	C <sub>۷</sub>	نشانه
مشکلات مربوط به نوآوری و تغییر روش‌ها	مدیریت‌های موقتی	درآمدهای نقدی دولت	دولت‌سالاری در مقابله با بیابان‌زایی	مدیریت سستی و دانش بومی	تناسب و سازگاری با محیط زیست (پایداری)	معیار (Criteria)
۲/۸۴	۲/۳۹	۵/۷۲	۵/۲۸	۵/۲۳	۸/۱۵	میانگین امتیازها
	C <sub>۱۶</sub>	C <sub>۱۵</sub>	C <sub>۱۴</sub>	C <sub>۱۳</sub>		نشانه
	تخریب منابع و خسارات محیطی و انسانی	مسائل اورژانسی ناشی از بیابان‌زایی	فشارهای سیاسی و اجتماعی	راحت‌طلبی سیستم‌های اداری دولتی		معیار (Criteria)
	۷/۹۹	۶/۳۴	۵/۳۵	۲/۲۹		میانگین امتیازها

جدول ۵. 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 درختان		- اصلاح، ایجاد و تقویت زیرساخت‌های اقتصادی اجتماعی مناطق حاشیه‌ای
۷/۵۶	A <sub>۲۳</sub> - توسعه و احیاء پوشش گیاهی	۵	A <sub>۱</sub> - کاهش نرخ رشد جمعیت
۶/۷۶	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 مقابله با بیابان‌زایی
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 مقابله با بیابان‌زایی و حفاظت محیط‌زیست
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		۵/۳۲	A <sub>۱۶</sub> - استفاده چندمنظوره از بیابان به‌جای استفاده موردی
	A <sub>۳۵</sub> - جمع‌آوری و استحصال بهینه منابع آب (شامل ایزوله نمودن نهرها، مرمت و لایروبی قنات‌ها، استفاده از کانال‌ها و مجاری، تعبیه آب‌انبارها و استخرها، نمک‌زدایی از آب‌های لب شور و شور و...)	۵/۲۷	A <sub>۱۷</sub> - سپردن مسئله مقابله با بیابان‌زایی به بخش خصوصی
۶/۶۴		۳/۷۹	A <sub>۱۸</sub> - جلوگیری از تبدیل و تغییر نامناسب کاربری اراضی
۶/۰۸	A <sub>۳۶</sub> - تغذیه آب‌های زیرزمینی	۷/۵	A <sub>۱۹</sub> - تهیه نقشه آمایش سرزمین و تعیین محدوده‌های بیابانی و حواشی کویرها و بیابان‌ها
۵/۳	A <sub>۳۷</sub> - احداث شبکه‌های پخش سیلاب و استفاده از آبرفت آن	۶/۴۴	- حفاظت از پوشش گیاهی
۳/۴۷	A <sub>۳۸</sub> - ایجاد بارش‌های مصنوعی برای تغذیه آبخوان‌ها		A <sub>۲۰</sub> - کنترل چرای دام (تعادل دام و مرتع، تناسب نوع دام، جلوگیری از چرای خارج از فصل و...)
	A <sub>۳۹</sub> - ترویج و گسترش کشت گلخانه‌ای و تحت کنترل از نظر مصرف آب و تبخیر و تعرق	۷/۳۴	A <sub>۲۱</sub> - تولید علفوفه و افزایش پتانسیل اقتصاد پایدار دامدارها
۶/۲		۶/۶	
	A <sub>۴۰</sub> - معرفی ارقام گیاهی جدید و مقاوم به خشکی و تنش‌های کم‌آبی از طریق مهندسی ژنتیک		

جدول ۶. ماتریس مقایسات زوجی گروهی معیارها نسبت به هدف "ارائه راهبردهای بهینه مقابله با بیابان‌زایی"

$C_7$	$C_5$	$C_6$	$C_{16}$	$C_7$	$G^*$
۳/۳۸۹۵	۲/۵۵۳۸	۲/۵۵۸۸	۱/۲۴۵۱	۱	$C_7^{**}$
۳/۰۸۰۲	۳/۰۷۷۳	۲/۳۳۵۵	۱	۰/۸۰۳۱	$C_{16}$
۲/۰۴۴۷	۱/۷۴۲۰	۱	۰/۴۲۸۲	۰/۳۹۰۸	$C_6$
۱/۳۱۷۸	۱	۰/۴۱/۵۷	۰/۳۲۵۰	۰/۳۹۱۶	$C_5$
۱	۰/۷۵۸۸	۰/۴۸۹۱	۰/۳۲۴۷	۰/۲۹۵۰	$C_7$

ضریب سازگاری (CR) = ۰/۰۱

$G^*$  عنوان هدف (ارائه راهبردهای بهینه مقابله با بیابان‌زایی)

$C^{**}$  عنوان معیار (تناسب و سازگاری با محیط‌زیست)

جدول ۷. ماتریس مقایسات زوجی گروهی راهبردها نسبت به معیار "تناسب و سازگاری با محیط‌زیست"

$A_{31}$	$A_{20}$	$A_{33}$	$A_{18}$	$A_{33}$	$C_7^*$
۰/۹۳۲۰	۱/۲۶۷۹	۱/۵۷۲۸	۱/۱۱	۱	$A_{33}^{**}$
۱/۳۰۲۱	۱/۵۹۵۷	۲/۳۷۳۳	۱	۰/۹۰۰۹	$A_{18}$
۱/۰۵۹۹	۱/۲۰۶۹	۱	۰/۴۲۱۳	۰/۶۳۵۸	$A_{33}$
۰/۸۶۷۳	۱	۰/۸۲۸۶	۰/۶۲۶۷	۰/۷۸۸۷	$A_{20}$
۱	۱/۱۵۳۰	۰/۹۴۳۴	۰/۷۶۸۰	۱/۰۷۳۰	$A_{31}$

ضریب سازگاری (CR) = ۰/۰۲

$C_7^*$  عنوان معیار (تناسب و سازگاری با محیط‌زیست)

$A_{33}^{**}$  عنوان راهبرد (توسعه و احیاء پوشش گیاهی)

جدول ۸. ترتیب اثر معیارها بر یکدیگر در ارتباط با هدف

ترتیب واقع شدن راهبردها	بر اساس بیشترین مجموع ردیفی (R)	ترتیب واقع شدن راهبردها	بر اساس بیشترین مجموع ستونی (J)	ترتیب واقع شدن راهبردها	بر اساس (R+J)	ترتیب واقع شدن راهبردها	بر اساس (R-J)
$C_7$	۱/۸۵۵۲	$C_7$	۱/۸۷۳۵	$C_7$	۲/۳۶۴۳	$C_7$	۱/۳۵۹۶
$C_{16}$	۱/۷۴۸۶	$C_5$	۱/۵۵۹۶	$C_7$	۲/۳۵۰۸	$C_{16}$	۱/۱۸۷۲
$C_6$	۰/۹۲۹۹	$C_6$	۱/۱۱۷۶	$C_5$	۲/۳۱	$C_6$	-۰/۱۸۷۷
$C_5$	۰/۵۸۳۱	$C_{16}$	۰/۵۶۱۴	$C_{16}$	۲/۰۵۰۴	$C_5$	-۰/۹۷۶۵
$C_7$	۰/۴۹۰۸	$C_7$	۰/۴۹۵۶	$C_6$	۲/۰۴۷۵	$C_7$	-۱/۳۸۲۷

(R) شدت یا میزان تأثیرگذاری هر معیار بر سایر معیارها در ارتباط با هدف

(J) شدت یا میزان تأثیرپذیری هر معیار از سایر معیارها در ارتباط با هدف

(R+J) مجموع تأثیر و تأثر یا تعامل هر معیار با سایر معیارها در ارتباط با هدف

(R-J) مقدار نهایی تأثیر (اثرگذاری) هر معیار بر سایر معیارها در ارتباط با هدف

جدول ۹. ترتیب نفوذ راهبردها بر یکدیگر در ارتباط با معیار "تناسب و سازگاری با محیط‌زیست (C<sub>v</sub>)"

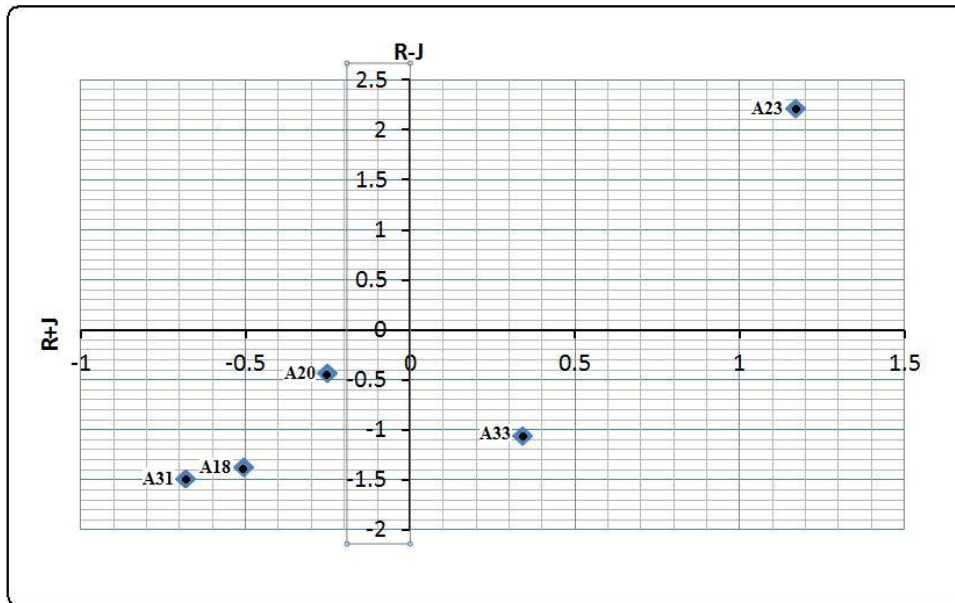
ترتیب واقع‌شدن راهبردها	بر اساس بیشترین مجموع ردیفی (R)	ترتیب واقع‌شدن راهبردها	بر اساس بیشترین مجموع ستونی (J)	ترتیب واقع‌شدن راهبردها	بر اساس (R+J)	ترتیب واقع‌شدن راهبردها	بر اساس (R-J)
A <sub>۳۳</sub>	۰/۷۰۵۱	A <sub>۳۱</sub>	۰/۶۵۷۹	A <sub>۳۳</sub>	۱/۰۹۰۵	A <sub>۳۳</sub>	۰/۳۱۹۷
A <sub>۱۸</sub>	۰/۵۸۴	A <sub>۲۰</sub>	۰/۶۱۷۵	A <sub>۳۱</sub>	۱/۰۸۱۵	A <sub>۱۸</sub>	۰/۱۴۸۲
A <sub>۳۳</sub>	۰/۴۸۹۹	A <sub>۳۳</sub>	۰/۵۱۳۲	A <sub>۲۰</sub>	۱/۰۲۴۶	A <sub>۳۳</sub>	-۰/۰۲۳۳
A <sub>۳۱</sub>	۰/۴۲۳۶	A <sub>۱۸</sub>	۰/۴۳۵۸	A <sub>۱۸</sub>	۱/۰۱۹۸	A <sub>۲۰</sub>	-۰/۲۱۰۴
A <sub>۲۰</sub>	۰/۴۰۷۱	A <sub>۳۳</sub>	۰/۳۸۵۴	A <sub>۳۳</sub>	۱/۰۰۳۱	A <sub>۳۱</sub>	-۰/۲۳۴۳

(R) شدت یا میزان تأثیرگذاری هر راهبرد بر سایر راهبردها در ارتباط با هر معیار  
 (J) شدت یا میزان تأثیرپذیری هر راهبرد از سایر راهبردها در ارتباط با هر معیار  
 (R+J) مجموع تأثیر و تأثر یا تعامل هر راهبرد با سایر راهبردها در ارتباط با هر معیار  
 (R-J) مقدار نهایی تأثیر (اثرگذاری) هر راهبرد بر سایر راهبردها در ارتباط با هر معیار

جدول ۱۰. ترتیب نفوذ راهبردها بر یکدیگر در ارتباط با مجموع معیارها

ترتیب واقع‌شدن راهبردها	بر اساس بیشترین مجموع ردیفی (R)	ترتیب واقع‌شدن راهبردها	بر اساس بیشترین مجموع ستونی (J)	ترتیب واقع‌شدن راهبردها	بر اساس (R+J)	ترتیب واقع‌شدن راهبردها	بر اساس (R-J)
A <sub>۳۳</sub>	۱/۶۹۵۶	A <sub>۱۸</sub>	۰/۴۳۲۷	A <sub>۳۳</sub>	۱/۱۶۶۵	A <sub>۳۳</sub>	۲/۲۲۴۷
A <sub>۳۳</sub>	۰/۶۹۶۱	A <sub>۳۱</sub>	۰/۳۹۸۴	A <sub>۳۳</sub>	۰/۳۳۷۴	A <sub>۲۰</sub>	-۰/۴۲۶۶
A <sub>۲۰</sub>	-۰/۳۴۱	A <sub>۲۰</sub>	۰/۰۸۵۶	A <sub>۲۰</sub>	-۰/۲۵۵۴	A <sub>۳۳</sub>	-۱/۰۵۴۸
A <sub>۱۸</sub>	-۰/۹۳۹۴	A <sub>۳۳</sub>	-۰/۳۵۸۷	A <sub>۱۸</sub>	-۰/۵۰۶۷	A <sub>۱۸</sub>	-۱/۳۷۲۱
A <sub>۳۱</sub>	-۱/۰۸۲۵	A <sub>۳۳</sub>	-۰/۵۲۹۱	A <sub>۳۱</sub>	-۰/۶۸۴۱	A <sub>۳۱</sub>	-۱/۴۸۰۹

(R) شدت یا میزان تأثیرگذاری هر راهبرد بر سایر راهبردها در ارتباط با مجموعه معیارها  
 (J) شدت یا میزان تأثیرپذیری هر راهبرد از سایر راهبردها در ارتباط با مجموعه معیارها  
 (R+J) مجموع تأثیر و تأثر یا تعامل هر راهبرد با سایر راهبردها در ارتباط با مجموعه معیارها  
 (R-J) مقدار نهایی تأثیر (اثرگذاری) هر راهبرد بر سایر راهبردها در ارتباط با مجموعه معیارها



شکل ۳. نمودار تأثیر و تأثر (علی) راهبردهای مقابله با بیابان‌زایی بر مبنای مجموعه معیارها

و راهبردها در سطوح تصمیم‌گیری است. در این مدل‌ها فقط معیارها و راهبردها با ساختار سلسله‌مراتبی و از بالا به پایین سطح‌بندی شده و اوزان آنها مشخص می‌شود، اما روابط داخلی پیچیده بین معیارها و راهبردها و تأثیر آنها بر دستیابی به هدف نهایی لحاظ نمی‌شود. این درحالی است که در بسیاری از موارد نه تنها معیارها و راهبردها از هم مستقل نیستند، بلکه گاهی اوقات میان بعضی از عوامل روابط و وابستگی‌هایی وجود دارد. از این‌رو برآورد اولویت راهبردها بدون در نظر گرفتن وابستگی‌های درونی منجر به نتایج غیرواقعی خواهد شد (۳۷). از دیگر معایب این مدل نادیده‌انگاشتن قضاوت‌های فازی تصمیم‌گیران است. در این رابطه باید گفت بعضی از معیارها ساختار کیفی یا ساختار نامشخصی دارند که نمی‌توانند به دقت اندازه‌گیری شوند. در چنین مواردی به منظور دستیابی به ماتریس ارزشیابی مانند مدل‌های AHP فازی (۵۴) و تاپسیس فازی (۴۹) می‌توان از اعداد فازی استفاده کرد. بنابراین می‌توان روش‌های اولویت‌بندی را با کاربرد اعداد فازی توسعه داد. از این‌رو به‌رغم اینکه رتبه‌بندی و ارزش‌های عددی به‌دست آمده از مدل‌های تصمیم‌گیری در یک منطقه تا حدودی مشابه

اولویت راهبردها است که این امر باعث شده نتایج حاصل از این مدل با مدل‌هایی مانند روش رتبه‌بندی جمعی برای مقایسه ارزیابی‌های ترتیبی گزینه‌ها بر اساس شاخص‌ها (Organisation =Rangement Et Synthese de donnees Relationnelles (ORESTE) (۳۹)، روش حذف و انتخاب سازگار با واقعیت (ELECTRE =Elimination et Choice Translating Reality) (۴۳)، روش ساختاریافته رتبه‌بندی ترجیحی برای غنی‌سازی ارزیابی‌ها (Preference Ranking Organization Method For) (۵۳)، تخصیص خطی (LA =Linear Assignment) (۵۵)، مدل مجموع وزنی (WSM =Weighted Sum Model) (۴۲)، بردا (BORDA) (۳۶) و (۴۵) و تحلیل شبکه (ANP =Analytical Network Process) (۴۴) که اولویت راهبردها را بر مبنای اهمیت معیارها مورد ارزیابی قرار می‌دهند، همخوانی بیشتری داشته باشد. به این معنی که در مدل‌های مذکور هم مانند مدل دیمتل، راهبرد "توسعه و احیاء پوشش گیاهی" (A<sub>۲۳</sub>) به‌عنوان راهبرد مؤثر به‌منظور دستیابی به هدف ارزیابی شد. همچنین روش دیمتل مانند روش‌های مذکور (به‌جز روش تحلیل شبکه)، واجد محدودیت در نظر نگرفتن وابستگی و ارتباط درونی بین معیارها

هستند، در عین حال همچنان با هم اختلاف دارند که این امر عمدتاً به ساختار روش‌ها، نوع و تعداد معیارهای در نظر گرفته‌شده و چگونگی وزن‌دهی معیارها توسط متخصصان به‌صورت گروهی یا فردی بستگی دارد. بنابراین نمی‌توان به‌وضوح از برتری یا عدم برتری یک مدل نسبت به سایر مدل‌ها صحبت کرد و اقدام مناسب، استفاده از توابعی همچون توابع انتخاب اجتماعی و رفاه اجتماعی در ارزیابی نهایی و گروهی راهبردها است (۳۸ و ۴۷).

بر مبنای مدل دیمتل و در چارچوب روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه، به‌منظور مشارکت معیارها در فرایند تصمیم‌گیری و تعیین اولویت نهایی، اهمیت معیارها از جنبه اثر در فرایند مقابله با بیابان‌زایی برآورد شد (جدول ۸). نتایج حاصل نشان داد که معیارهای "تناسب و سازگاری با محیط‌زیست" ( $C_7$ ) با شدت اثرگذاری ( $R-J=1/360$ ) در بالاترین درجه اهمیت قرار دارد و "تخریب منابع و خسارات محیطی و انسانی" ( $C_{16}$ ) با شدت اثرگذاری ( $R-J=1/187$ )، "منابع انسانی متخصص" ( $C_6$ ) با شدت اثرگذاری ( $R-J=-0/187$ )، "ابزارهای علمی و تکنولوژیک" ( $C_5$ ) با شدت اثرگذاری ( $R-J=-0/976$ ) و زمان ( $C_2$ ) با شدت اثرگذاری ( $R-J=-1/383$ )، به‌ترتیب در اولویت‌های بعدی قرار دارند که نشانگر اهتمام کارشناسان و صاحب‌نظران نسبت به مسائل محیط‌زیست و چالش‌های مطرح در زمینه تخریب محیط‌زیست است. در ادامه بر مبنای اولویت معیارها، تأثیر و تأثر راهبردها مورد ارزیابی قرار گرفت. به‌طور کلی با توجه به نتایج حاصل از ارزیابی تأثیر راهبردها می‌توان بیان کرد که در صورت اجرای راهبردهای اولویت‌دار، شامل "توسعه و احیاء پوشش گیاهی" ( $A_{23}$ ) با شدت تأثیر و تأثر ( $R+J=1/166$ )، "تغییر الگوی آبیاری و اجرای روش‌های کم‌آب‌خواه" ( $A_{33}$ ) با شدت تأثیر و تأثر ( $R+J=0/337$ )، "کنترل چرای دام" ( $A_{20}$ ) با شدت تأثیر و تأثر ( $R+J=-0/255$ )، "جلوگیری از تبدیل و تغییر نامناسب کاربری اراضی" ( $A_{18}$ ) با شدت تأثیر و تأثر ( $R+J=-0/506$ ) و "تعدیل در برداشت از منابع آب زیرزمینی" ( $A_{31}$ ) با شدت تأثیر و تأثر

می‌توان از بیابان‌زایی شدن اراضی منطقه جلوگیری و نسبت به احیاء اراضی تخریب‌یافته اقدام کرد. مطابق شکل ۳ ملاحظه می‌شود که راهبرد "توسعه و احیاء پوشش گیاهی" ( $A_{23}$ ) با بیشترین میزان تأثیرگذاری بر سایر راهبردها در ارتباط با مجموعه معیارها ( $R=1/696$ ) و کمترین میزان تأثیرپذیری ( $J=-0/529$ )، مؤثرترین راهبرد در فرایند مقابله با بیابان‌زایی است. در این رابطه، مطالعات میدانی نشان داد که از مجموع اراضی منطقه، ۵۹ درصد به اراضی مرتعی و ۱۴/۲۵ درصد به اراضی تاغ‌کاری‌شده اختصاص دارد. تیپ گیاهی غالب مراتع منطقه را عمدتاً درمنه- بوه شور (*Ar-Sat: Artemisia- Salsola tomentosa*) و درمنه- کوزینیا (*Ar-Co: Artemisia- Cousinia*) با تاج پوشش ۶ تا ۱۵ درصد تشکیل می‌دهد که به‌شدت تحت تأثیر عملکردهای انسانی در قالب بوته‌کنی و چرای مفرط دام است، به‌طوری‌که ۴۰ تا ۵۰ درصد تاج‌پوشش گیاهی بر اثر بوته‌کنی به‌منظور تعلیف دام، تأمین سوخت و مصالح ساختمانی از بین رفته است. در همین حال ۲۰ تا ۳۰ درصد تاج‌پوشش مراتع را گیاهان مهاجم با ارزش غذایی ناچیز مانند گیاه *Cousinia sp.* و *Salsola spp.* اشغال کرده است. به‌طور کلی حدود ۵۹ درصد از عرصه‌های منطقه مورد مطالعه را مراتع درجه چهار و پنج (فقیر تا خیلی فقیر) شکل داده است. این در حالی است که در اراضی مرتفع جنوبی ۵/۱ برابر بیشتر از ظرفیت قابل چرای (به‌طور متوسط ۰/۱۵ واحد دامی در ۱۰۰ روز در هکتار) بهره‌برداری می‌شود که فشار دامی معادل ۰/۱۹ به عرصه‌های کوهستانی وارد می‌کند و در اراضی پست شمالی دام‌ها ۳/۷ برابر بیشتر از ظرفیت مجاز تعلیف می‌کنند که فشاری معادل ۰/۲۷ را به عرصه‌های پست منطقه وارد می‌کند. از این‌رو مطابق ارزیابی‌های صورت‌گرفته، وضعیت مراتع فقیر با گرایش منفی برآورد شده که نشان‌دهنده چرای شدید در مرتع است (۳۴). بنابراین پیشنهاد می‌شود از گونه‌های بومی و مقاوم مرتعی استفاده شود، نسبت به کپه‌کاری یا بذریاشی، مالچ‌پاشی و احداث بادشکن در اراضی حساس اقدام شود، از روند تخریب

بر مبنای مدل دیمتل و در چارچوب روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه، به‌منظور مشارکت معیارها در فرایند تصمیم‌گیری و تعیین اولویت نهایی، اهمیت معیارها از جنبه اثر در فرایند مقابله با بیابان‌زایی برآورد شد (جدول ۸). نتایج حاصل نشان داد که معیارهای "تناسب و سازگاری با محیط‌زیست" ( $C_7$ ) با شدت اثرگذاری ( $R-J=1/360$ ) در بالاترین درجه اهمیت قرار دارد و "تخریب منابع و خسارات محیطی و انسانی" ( $C_{16}$ ) با شدت اثرگذاری ( $R-J=1/187$ )، "منابع انسانی متخصص" ( $C_6$ ) با شدت اثرگذاری ( $R-J=-0/187$ )، "ابزارهای علمی و تکنولوژیک" ( $C_5$ ) با شدت اثرگذاری ( $R-J=-0/976$ ) و زمان ( $C_2$ ) با شدت اثرگذاری ( $R-J=-1/383$ )، به‌ترتیب در اولویت‌های بعدی قرار دارند که نشانگر اهتمام کارشناسان و صاحب‌نظران نسبت به مسائل محیط‌زیست و چالش‌های مطرح در زمینه تخریب محیط‌زیست است. در ادامه بر مبنای اولویت معیارها، تأثیر و تأثر راهبردها مورد ارزیابی قرار گرفت. به‌طور کلی با توجه به نتایج حاصل از ارزیابی تأثیر راهبردها می‌توان بیان کرد که در صورت اجرای راهبردهای اولویت‌دار، شامل "توسعه و احیاء پوشش گیاهی" ( $A_{23}$ ) با شدت تأثیر و تأثر ( $R+J=1/166$ )، "تغییر الگوی آبیاری و اجرای روش‌های کم‌آب‌خواه" ( $A_{33}$ ) با شدت تأثیر و تأثر ( $R+J=0/337$ )، "کنترل چرای دام" ( $A_{20}$ ) با شدت تأثیر و تأثر ( $R+J=-0/255$ )، "جلوگیری از تبدیل و تغییر نامناسب کاربری اراضی" ( $A_{18}$ ) با شدت تأثیر و تأثر ( $R+J=-0/506$ ) و "تعدیل در برداشت از منابع آب زیرزمینی" ( $A_{31}$ ) با شدت تأثیر و تأثر

پی‌ریزی کند. در نهایت پیشنهاد می‌شود طرح‌های مقابله با بیابان‌زایی، مطابق سند راهبردی به‌دست آمده در منطقه مورد مطالعه بر روی راهبردهای مربوط به نقش انسان در مدیریت اکوسیستم تأکید کنند تا از هدررفت سرمایه‌های محدود جلوگیری شده و بازدهی طرح‌های کنترل، احیاء و بازسازی بالا رود. نتایج این پژوهش به مدیران مناطق بیابانی این امکان را می‌دهد تا امکانات و سرمایه‌های محدود اختصاص یافته به‌منظور کنترل روند بیابان‌زایی را با شیوه‌های صحیح و کارآمد به‌کار بندند تا ضمن دستیابی به نتایج بهتر، از هدررفتن سرمایه‌های ملی جلوگیری کنند.

تاغ‌زارها جلوگیری و نسبت به احیاء و بازسازی آنها اهتمام لازم به‌عمل آید، تعادل و تناسب تعداد و نوع دام با ظرفیت و وضعیت مراتع رعایت شود، از چرای خارج از فصل جلوگیری شود، بخشی از چرا از اراضی حساس منتقل شود، به منظور حمایت از دامدار و حفاظت از مراتع به تولید و واردات علوفه اقدام و در جهت افزایش پتانسیل اقتصاد پایدار دامدارها حرکت شود تا دامداران، اقدام به بوته‌کشی برای تعلیف شبانه و همچنین زمستانه و یا تعلیف پس‌چر مزارع و باغات نکنند. بنابراین اهتمام به راهبردهای پیشنهادشده از بین طیف وسیعی از راهبردها، می‌تواند به‌سرعت این اوضاع نابسامان را بهبود بخشیده و ساختاری پایدار در فرایند مقابله با بیابان‌زایی

#### منابع مورد استفاده

1. Ali, T. A. 1998. Extent, severity and causative factors of land degradation in the Sudan. *Journal of Arid Environment* 38: 397-409.
2. Asgharpur, M. J. 2015. Group decision and game theory, operations research approach, 3rd edition. Tehran University, Tehran. (In Farsi)
3. Azar, A. and A. Rajabzadeh. 2018. Applied decision making with an approach of Multi-Attribute Decision Making (MADM), 6<sup>th</sup> edition. Negah Danesh, Tehran. (In Farsi)
4. Bowyer, C., S. Withana, I. Fenn, S. Bassi, M. Lewis, T. Cooper, P. Benito and S. Mudgal. 2009. Land degradation and desertification. European Parliament, Policy Department A, Economic and Scientific Policy, Brussels, Belgium.
5. Briassoulis, H. 2019. Combating land degradation and desertification: the land-use planning quandary. *Land* 8(27): 1-26.
6. Chauhan, A., A. Singh and S. Jharkharia. 2018. An ISM and DEMATEL method approach for the Analysis of barriers of waste recycling in India. *Journal of the Air & Waste Management Association* 68(2): 100-110.
7. Cheshmberah, M., A. Naderizadeh, A. Shafaghat and M. Karimi Nokabadi. 2020. An integrated process model for root cause failure analysis based on reality charting, FMEA and DEMATEL. *International Journal of Data and Network Science* 4(2): 225-236.
8. Ding, X. F. and H. C. Liu. 2018. A 2-dimension uncertain linguistic DEMATEL method for identifying critical success factors in emergency management. *Applied Soft Computing* 71: 386-395.
9. Do, T. H. N. and W. Shih. 2016. Destination decision-making process based on a hybrid MCDM model combining DEMATEL and ANP: the case of Vietnam as a destination. *Modern Economy* 7: 966-983. <http://dx.doi.org/10.4236/me.2016.79099>.
10. Dou, Y. and J. Sarkis. 2013. A multiple stakeholder perspective on barriers to implementing China roHS regulations. *Resources Conservation and Recycling* 81: 92-104.
11. Falatoonitoosi, E., Z. Leman, S. Sorooshian and M. Salimi. 2013. Modeling for green supply chain evaluation. *Mathematical Problems in Engineering* 2013: 1-9. <https://doi.org/10.1155/2013/201208>.
12. Falatoonitoosi, E., A. Shamsuddin and S. Shahryar. 2014. Expanded DEMATEL for determining cause and effect group in bidirectional relations. *The Scientific World Journal* 2014: 1-7. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/103846>.
13. Fontela, E. and A. Gabus. 1976. The DEMATEL pilot survey. *Futures* 8(4): 379-389.
14. Food and Agriculture Organization (FAO). 1979. A provisional methodology for soil degradation assessment. FAO, Rome, Italy.
15. Gabus, A. and E. Fontela. 1972. World problems an invitation to further thought within the framework of DEMATEL. Battelle Geneva Research Centre, Geneva, Switzerland.
16. Gabus, A. and E. Fontela. 1973. Perceptions of the world problematique: communication procedure, communicating with that bearing collective responsibility (DEMATEL Report No. 1). Battelle Geneva Research Centre, Geneva,

- Switzerland.
17. Gabus, A. and E. Fontela. 1974. Structural analysis of the perceptions of the world problematique (DEMATEL Report No. 2). Battelle Geneva Research Centre, Geneva, Switzerland.
  18. Gabus, A. and E. Fontela. 1975. Perceptions of the word problem matique: results of a pilot survey (DEMATEL Report No. 3). Battelle Geneva Research Centre, Geneva, Switzerland.
  19. Gabus, A. and E. Fontela. 1976. The DEMATEL observer, DEMATEL Report No. 4. Battelle Geneva Research Centre, Geneva, Switzerland.
  20. Geist, H. 2017. The Causes and progression of desertification. Routledge, London, UK.
  21. Glantz, M. H. and N. S. Orlovsky. 1983. Desertification: a review of the concept. *Journal of Desertification Control Bull* 9: 15-22.
  22. Govindan, K., R. Khodaverdi and A. Vafadarnikjoo. 2015. Intuitionistic fuzzy based DEMATEL method for developing green practices and performances in a green supply chain. *Expert Systems with Applications* 42(20): 7207-7220.
  23. Grau, J. B., J. M. Anton, A. M. Tarquis, F. Colombo, L. Rios and J. M. Cisneros. 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 Discuss* 7: 2601-2630.
  24. Horng, J. S., C. H. Liu, S. F. Chou and C. Y. Tsai. 2013. Creativity as a critical criterion for future restaurant space design: developing a novel model with DEMATEL application. *International Journal of Hospitality Management* 33: 96-105.
  25. Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES). 2018. Summary for policymakers of the assessment report on land degradation and restoration of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. IPBES Secretariat, Bonn, Germany.
  26. Jalalifar, S., K. F. Hafshejani and M. M. Movahedi. 2013. Evaluation of the effective barriers in GSCM implementation using DEMATEL method. *Nature and Science* 11(11): 95-102
  27. Kabaday, N. and S. Dağ. 2020. Dealership performance evaluation in supply chain with DEMATEL and ELECTRE methods. *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences* 26(1): 241-253.
  28. Kashi, K. and V. Friedrich. 2014. Utilizing DEMATEL method in competency modeling. *Forum scientiae Oeconomia* 2(1): 95-106.
  29. Khosravi, M. A., S. E. Najafi, H. Lak and M. Khosravi. 2014. A study of factors affecting customer's satisfaction with FUZZY DEMATEL method. *Asian Journal of Research in Marketing* 3(1): 46-60.
  30. Lee, W. S., A. Y. Huang, Y. Y. Chang and C. M. Cheng. 2011. Analysis of decision making factors for equity investment by DEMATEL and analytic network process. *Expert Systems with Applications* 38: 8375-8383.
  31. Lin, K. and C. Lin. 2008. Cognition map of experiential marketing strategy for ho spring hotels in Taiwan using DEMATEL method. In: Proceeding of 4<sup>th</sup> International Conference on natural computation, IEEE. Jinan, China. Volume 01, pp. 438-442.
  32. Reynolds, J. F and M. Stafford-Smith. 2003. Global desertification: Dd humans cause deserts? *Geographical Review* 93(3): 413-415.
  33. Saaty, T. L. 2008. The analytical hierarchy and analytical network measurement processes: application to decisions under risk. *European Journal of Pure and Applied Mathematics* 1(1): 122-196.
  34. Sadeghi Ravesh, M. H. 2008. Investigation of effective desertification factors on environmental degradation. Ph.D Thesis, Islamic Azad University, Tehran. (In Farsi)
  35. Sadeghi Ravesh, M. H. 2013. Assessment of combat desertification strategies using Permutation method, case study: Khezrabad region, Yazd province. *Journal of Environmental Management and Planning* 3(4): 5-14. (In Farsi)
  36. Sadeghi Ravesh, M. H. 2014. Evaluation of combat desertification strategies by using BORDA ranking model, case study: Khezrabad region, Yazd province. *Journal of Environmental Management and Planning* 4(2): 5-16. (In Farsi)
  37. Sadeghi Ravesh, M. H. 2016. Decision making process to natural resources, 1st edition. Islamic Azad University Publication, Tehran. (In Farsi)
  38. Sadeghi Ravesh M. H. 2018. Analysis of the desertification strategies derived from the decision-making models using social welfare function of B&C. *Desert Ecosystem Engineering Journal (DEEJ)* 7(18): 37-48. (In Farsi)
  39. Sadeghi Ravesh, M. H. 2019. Evaluation of de-desertification strategies In Ardekan- Khezer Abad plain by using Shannon Entropy method and ORESTE model. *Quarterly journal of Environmental Erosion Research* 4(8): 19-40. (In Farsi)
  40. Sadeghi Ravesh, M. H. 2020. Desertification hazard zoning using Multi Attribute Utility Theory (MAUT) model. *Environmental Researches* 10(20): 177-194. (In Farsi)
  41. Sadeghi Ravesh, M. H. and B. Jabalbarez. 2019. Evaluation of combat desertification strategies by using Multi-Attribute Utility Theory (MAUT), case study of Khezrabad region in Yazd Province. *Journal on Environmental Technology and Sciences* 21(8): 101-112. (In Farsi)



42. Sadeghi Ravesh, M. H. and G. Zehtabian. 2013. Combat desertification strategies 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. (In Farsi)
43. Sadeghi Ravesh, M. H. and H. Khosravi. 2014. Application of AHP and ELECTRE models for assessment of de-desertification strategies in central Iran. *DESERT* 19(2): 141-153.
44. Sadeghi Ravesh, M. H. and H. Khosravi. 2015. Application of Network Analysis Process (ANP) in assessment of combating desertification strategies. *Desert Ecosystem Engineering Journal (DEEJ)* 4(8): 11-24. (In Farsi)
45. Sadeghi Ravesh, M. H. and H. Khosravi. 2016. Evaluation of combat desertification strategies by using Individual Borda Ranking model. *Desert Ecosystem Engineering Journal (DEEJ)* 5(12): 109-121. (In Farsi)
46. Sadeghi Ravesh, M. H. and H. Khosravi. 2018. Assessment of de-desertification approaches using Multi Attribute Decision Making (MADM) and Principal Factor Analysis (PFA). *Geographical Explorations of Desert Areas* 6(1): 229-255. (In Farsi)
47. Sadeghi Ravesh, M. H. and H. Khosravi. 2019. Analysis of the alternatives to combat desertification derived from the decision-making models using the Social Choice functions, case study of Khezrabad region in Yazd Province. *Journal of Environment Science and Technology (JEST)*, Online press. Available online at: [jest.srbiau.ac.ir/article\\_15145.html](http://jest.srbiau.ac.ir/article_15145.html). (In Farsi)
48. Sadeghi Ravesh, M. H. and H. Khosravi. 2020. Identifying the most appropriate of combat desertification strategies by using the Eigenvector Method and the Vikor Model. *Journal of Natural Environmental Hazards* (In press). (In Farsi)
49. Sadeghi Ravesh, M. H. and M. Tahmoures. 2014. Evaluation of strategies to combat desertification using FTOPSIS model. *Environmental Engineering and Sciences Quarterly* 1(3): 79-94. (In Farsi)
50. Sadeghi Ravesh, M. H., G. R. Zehtabian, H. Ahmadi and H. Khosravi. 2012. Using analytic hierarchy process method and ordering technique to assess de-desertification strategies, case study: Khezrabad, Yazd, Iran. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences* 7(3): 51-60.
51. Sadeghi Ravesh, M. H., G. R. Zahtabian and M. Tahmoures. 2013. Vulnerability assessment of environmental issues to desertification risk, case study: Khezrabad Region, Yazd. *Watershed Management Research* 96: 75-87. (In Farsi)
52. Sadeghi Ravesh, M. H., H. Ahmadi, G. H. Zahtabian and M. Tahmoures. 2010. Application of Analytical Hierarchy Process (AHP) in assessment of de-desertification strategies. *Iranian Journal of Range and Desert Research* 17(1): 35-50. (In Farsi)
53. Sadeghi Ravesh, M. H., H. Khosravi and A. Abolhasani. 2016. Evaluation of combating desertification strategies using PROMETHEE Model. *Journal of Geography and Geology* 8(2): 1-14.
54. Sadeghi Ravesh, M. H., H. Khosravi and S. Ghasemian. 2015. Application of fuzzy analytical hierarchy process for assessment of combating-desertification strategies in the central Iran. *Journal of Natural Hazard* 75: 653-667.
55. Sadeghi Ravesh, M. H., H. Khosravi and S. Ghasemian. 2016. Assessment of combating strategies using the Liner Assignment method. *Journal of Solid Earth* 7: 673-683.
56. Sepehr, A. and N. Peroyan. 2011. Vulnerability mapping of desertification and combat desertification alternative ranking in Korasan-e-Razavi Province ecosystems with application of PROMETHEE model. *Journal of Earth science researches* 8: 58-71.
57. Shao, J., M. Taisch, M. O. Mier and E. Avolio. 2014. Application of the DEMATEL method to identify relations among barriers between green products and consumers. In: Proceedings of the 17th European Roundtable on Sustainable Consumption and Production-ERSCP. Portorož, Slovenia. pp. 1029-1040.
58. Sharma, S., S. Routroy and R. Desai. 2018. Retail location decision using an integrated DEMATEL-ANP method. *International Journal of Operations Research and Information Systems* 9(1): 51-65.
59. Su, C. M., D. J. Horng, M. L. Tseng, A. S. F. Chiu, K. J. Wu and H. P. Chen. 2015. Improving sustainable supply chain management using a novel hierarchical grey-DEMATEL approach. *Journal of Cleaner Production*, In Press. Available online at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.05.080>.
60. Tzeng, G. and J. Huang. 2011. Multi attribute decision making: methods and applications. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.
61. United Nations (UN). 2015. Transforming our world, the 2030 agenda for sustainable development; resolution adopted by the general assembly on 25 September 2015; A/RES/70/1; 4th Plenary Meeting. United Nations, New York, USA.
62. United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD). 2017. The global land outlook, 1<sup>st</sup> edition. United Nations Convention to Combat Desertification, Bonn, Germany.
63. Wu, K. Y., M. J. Zheng, S. C. Lu and Y. Y. Wu. 2015. Applying DEMATEL method to the study on sustainable management of low-carbon tourism for cultural heritage conservation. In: Recent advances in energy, environment, economics and technological innovation: Proceedings of the of the 4th International Conference on Development,

- Energy, Environment, Economics (DEEE '13), Proceedings of the 4th International Conference on Communication and Management in Technological Innovation and Academic Globalization (COMATIA '13). Paris, France. pp. 96-102. Available online at: <http://www.wseas.us/e-library/conferences/2013/Paris/DECO/DECO-13.pdf>.
64. Yang, C. K., B. J. Lee and T. C. Lei. 2014. Assessing the influential factors of fire rescue using DEMATEL method. *International Journal on Innovation, Management and Technology* 5 (4): 239-243.
65. Yazdi, M., F. Khan, R. Abbassi and R. Rusli. 2020. Improved DEMATEL methodology for effective safety management decision-making. *Safety Science* 127: 1-17.

## Introducing a New Approach for Prioritizing Combating Desertification Strategies Based on Multi-Attribute Decision Making

M. H. Sadeghi Ravesh<sup>1\*</sup>

(Received: May 23-2020; Accepted: November 25-2020)

### Abstract

Addressing desertification, due to its multi-criteria nature, increasing development, extensive and long-term impacts on natural resources and human populations, is necessary to achieve sustainable development. Therefore, for optimal utilization of facilities and limited funds allocated to this issue, evaluation of current strategies, based on different criteria is essential to avoid wasting national funds, while achieving better results. The current study used Decision Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL) to rank desertification strategies in the context of Multi-Attribute Decision-Making (MADM) models. First, important and high-priority criteria and strategies were identified within the framework of MADM, using the Delphi method. Then, the final priority of strategies was determined using the DEMATEL method. Based on the obtained results, vegetation cover development and reclamation ( $A_{23}$ ), change of irrigation patterns and implementation of low water demand methods ( $A_{33}$ ), and livestock grazing control ( $A_{20}$ ) were recognized as the most important combating desertification strategies in the region. Therefore, it is suggested to consider the obtained results and ranking in control plans to reduce the effects of desertification and reclamation of destructed lands.

**Keywords:** Combating Desertification, DEMATEL Method, Multi-Attribute Decision Making (MADM) Methods, Pairwise Comparisons

---

1. Associate Professor, Department of Environment, College of Agriculture, Takestan Branch, Islamic Azad University, Takestan, Iran.

\*: Corresponding Author, Email: m.sadeghiravesh@tiau.ac.ir