پژوهش‌های آبخیزداری (پژوهش و سازندگی) شماره ۱۰۵، زمستان ۱۳۹۳

# کاربرد روش تخصیص خطی در ارزیابی راهبردهای مقابله با بیابان‌زایی

• **محمدحسن صادقی روش**
هیات علمی دانشگاه آزاد واحد تاکستان(نویسنده مسئول)
• **حسن خسروی**
هیات علمی دانشگاه تهران
دانشگاه فردوسی مشهد
تاریخ دریافت: اسفند ۹۲ تاریخ پذیرش: آذر ۹۳
Email: m.sadeghiravesh@tiau.ac.ir

**چکیده**
**انتخاب راهبردهای مناسب با توجه به جمیع معیارهای موثر در فرایند بیابانزایی می‌تواند کمک موثری در کنترل، احیاء و بازسازی اراضی تخریب یافته و جلوگیری از تخریب عرصه‌های در معرض خطر بکند. بنابراین این پژوهش با هدف ارائه راهبردهای بهینه به صورت نظامند و در قالب یک مـــدل تصمیم‌گیری گروهی انجام گرفت. به این منظور در ابتدا در چارچوب روش تصمیم‌گیری چند شـــاخصه (MADM) و با استفاده از مدل دلفی (Delphi)، ارجحیت شاخص‌ها بدســـت آمد. و سپس اولویت راهبردها از روش تخصیص خطی (LA) مورد ارزیابی قرار گرفت. بر مبنای نتایج حاصل شـــده، راهبردهای جلوگیری از تبدیل و تغییر نامناســـب کاربری اراضی(A۱۸)، توسعه و احیاء پوشش گیاهی (A۲۳) و تعدیل در برداشت از منابع آب زیرزمینی (A۳۱) به ترتیب به عنوان مهمترین راهبردهای مقابله با بیابان زایی در منطقه تشـــخیص داده شدند. بنابراین پیشنهاد شد که درطرح‌های کنترل و کاهش اثرات بیابانزایی و احیاء اراضی تخریب یافته، نتایج و رتبه‌بندی به دست آمده مورد توجه قرار گیرد.**

**کلمات کلیدی: بیابانزدائی، روشهای تصمیم‌گیری چند معیاره ، مدل تخصیص خطی، مقایسه زوجی**

Watershed Management Research (Pajouhesh & Sazandegi) No 105 pp:80-89

**Application of linear assignment method for assessment of combating-desertification alternatives**

*By: M. Sadeghiravesh,* Takestan Islamic Azad University *(Corresponding Author).*

*H. Khosravi,* University of Tehran.

Select appropriate Alternatives considering all effective desertification measures can have effective aid in controlling, Reclamation and rehabilitation of degraded areas and prevent the destruction of endangered areas. Therefore, this study was performed to provide a systematic and optimal Alternative in a group decision-making model. To this end, first in the framework of Multiple Attribute Decision-making (MADM) the preference indices were obtained using Delphi model, and then priority Alternatives were evaluated using Linear Assignment method (LA). Based on the results, to prevention of unsuitable land use changes (A18), the vegetation cover development and reclamation (A23) and modification of ground water harvesting (A31), were identified as the main combat desertification Alternatives in the area, respectively. Therefore, it was suggested that the results and ranking obtained should be considered in controlling and reducing the effects of desertification and rehabilitating degraded lands plans.

Keywords:Combating desertification, Linear Assignment method, Multiple Attribute Decision-making(MADM), paired comparison

## مقدمه

مدیریت اکوسیستم‌های بیابانی مجموعه‌ای از اقدامات متعدد مدیریتی است که با هدف کنترل بهینه پدیده بیابانزایی و کاهش خسارات اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی 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 هر یک ارجحیت‌های مختلفی را برای مسائل مختلف زیست محیطی، اجتماعی، سیاسی و اقتصادی و سازمانی تامین می‌نمایند. این الزامات موجب استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه MADM می شود که هدف آن انتخاب بهترین جواب از بین راه‌حلهای مختلف می‌باشد. از اینرو هدف از این پژوهش با توجه به محدودیت نهاده‌ها، ارزیابی راهبردهای بیابانزدایی به منظور دستیابی به راهبردهای بهینه در چارچوب مدیریت پایدار مناطق بیابانی می‌باشد. جهت دستیابی به این هدف، در چارچوب مدلهای تصمیم‌گیری چند شاخصه، روش تخصیص خطی (LA) که نوعی از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره جبرانی هماهنگ است، به منظور رتبه‌بندی راهکارهای مقابله با بیابان‌زایی مد نظر قرار گرفت. این روش در عین داشتن یک الگوریتم ساده، توانایی دخالت دادن معیارهای کمی و کیفی را به تعداد زیاد و به طور همزمان در فرایند تصمیم گیری دارد. همچنین قادر است در بازه های زمانی و مکانی مختلف اطلاعات ورودی را تغییر داده و ارزیابی های جدیدی بر اساس این تغییر ارائه کند. از این رو مطالعات تطبیقی به سهولت به انجام می رسد (Asgharpour، 1992).

از آنجا که در این روش از داده‌های توصیفی به جای داده‌های اصلی استفاده می‌شود درک آن آسان و در حوزه‌های مختلف علوم به کار گرفته شده است (Bernardo و Blin، 1997). از جمله این پژوهشها می‌توان به اولویت‌بندی نواحی شهری (Ramesht و Arab Ameri، 2011)، ارزیابی پایداری زیست‌محیطی(Hossenzadeh، Khosrobygi، Istgoldi و Shamsodini، 2011) ارزیابی و رتبه‌بندی ریسک (Sayyadi، Hayati و Azar، 2011)، ارزیابی مالی شرکتها (Mohammadi، 2011)، ارزیابی راهبردهای تامین آب (Mianabadi و Afshar، 2008)، پهنه‌بندی حوزه‌های آبخیز (Ramesht، Arab Ameri و Soltanian، 2012)، تخصیص منابع به منظور به حداقل رساندن مصرف انرژی (Jingon Joung، Ho، Tan و Sun، 2012)، برنامه‌ریزی روباتها (Ji، Leu و Wong، 1992)، برنامه‌ریزی اعزام هلیکوپتر در ماموریت‌های اورژانس(Celi، 2007) و غیره اشاره کرد.

با مطالعه منابع تحقیقاتی پیشینه به کارگیری مدلهای تصمیم‌گیری در ارائه راهبردهای بهینه در چارچوب مدیریت مناطق بیابانی به کارهای گرایو و همکاران، صادقی روش و همکاران و سپهر و پرویان محدود می‌شود. گرایو در پژوهش خود به منظور انتخاب راهبردهای بهینه به منظور ارائه طرحی یکپارچه جهت کنترل فرسایش و بیابانزایی از سه مدل تصمیم‌گیری، AHP، ELECTRE و PROMETHEE استفاده کرد (Grau، Anton، Tarquis، Colombo، Rios و Cisneros، 2010). نتایج حاصله نشانگر کارائی بالای این مدلها در ارائه راهبردهای بهینه مقابله با بیابان‌زایی بود و با وجود روشهای پیچیده مورد استفاده در هر مدل نتایج حاصله تا حدود زیادی یکسان بود. صادقی روش نیز با کاربرد مدلهای AHP(Sadeghi Ravesh، Zehtabian، Ahmadi و Tahmores، 2010) Topsis، (Sadeghi Ravesh، Zehtabian، Ahmadi و Khosravi، 2012)، Electera(Sadeghi Ravesh و Zehtabian، 2011-a) و WSM(Sadeghi Ravesh و Zehtabian، 2011-b) به اولویت‌بندی راهبردهای مقابله با بیابان‌زایی در منطقه خضرآباد پرداخت، نتایج حاصله از این مطالعات یکسان و تا حدود

زیادی مشـابه نتایج حاصله از پژوهش انجام شـده می‌باشـد. سپهر و پرویـان نیز با کاربـرد مدل نارتبـه‌ای PROMETHEE ضمن پهنه‌بندی آسـیب‌پذیری بیابانزایی در اکوسیستم‌های استان خراسان رضـوی، اقدام بـه ارزیابی راهبردهـای مقابله بـا بیابان‌زایی کردند (Sepehr و Peroyan، 2011).

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- منطقه مورد مطالعه

منطقه خضرآباد با وسـعتی معادل ۷۸۱۸۰ هکتار در ۱۰ کیلومتری غرب شـهر یـزد در موقعیت جغرافیایی ۵۵´ ۵۳° الـی ۲۰´ ۵۴° طول شرقی و ۴۵´ ۳۱° الی ۱۵´ ۳۲° عرض شمالی قرار گرفته است. و از نظر اقلیمی در شـرایط خشک و سرد بیابانی طبقه‌بندی می‌شود. ۱۲۹۳۰ هکتار(۱۶/۵٪) از اراضی منطقه را تپه‌ها و پهنه‌های ماسـه‌ای شـکل داده که نشان‌دهنده وضعیت کاملاً تیپیک از نظر بیابان‌زائی در منطقه و بیان‌کننده لزوم پرداختن به راه‌حلهای بیابانزدائی در این حوزه است.

### ۲-۲- روش تحقیق

روش تخصیص خطی یکی از مهمترین روش‌های تصمیم‌گیری چند شـاخصه (MADM) و از زیر مجمـوع مدل‌های جبرانی هماهنگ اسـت که ضمن ترکیب شـاخص‌های کمی و کیفـی و نیز وزن‌دهی متناسـب با اهمیت هر معیار، می‌تواند در انتخـاب بهترین گزینه به تصمیم‌گیران کمک کند. خروجـی این مدل به صورت یک مجموعه از رتبه‌ها بوده، به نحوی که هماهنگی لازم را به مناسـب‌ترین صورت تامین می‌نماید. در این روش گزینه‌های مفروض از مسـاله بر حسب امتیازات آنها از هر شـاخص موجود رتبه‌بندی شـده و سپس، رتبه نهایی گزینه‌ها از طریـق فرایند جبران خطی (به ازاء تبادلات ممکن بین شاخص‌ها) مشخص می‌شود (Asgharpour، 1992). در روش تخصیص خطی بر اساس خاصیت سیمپلکس فضای جواب، ضمن در نظر گرفتن تمامی ترتیبات به طور ضمنی، جواب بهینه در یک فضای محدب سیمپلکس استخراج می‌شـود. بعلاوه خاصیت جبرانی بودن شاخص‌ها از مبادله بین رتبه‌ها و گزینه‌ها بدست می‌آید اگر چه بردار وزن شـاخص‌ها بر اسـاس نظر خبرگان و از مدل دلفی بدست آمده است (Pomerol و Romero، 2000).

به طور خلاصه مراحل بکارگیری این روش به ترتیب ذیل می‌باشد.

۲-۲-۱- انتخاب معیارها و راهبردهای موثر

انتخاب معیارها و راهبردها از طیف وسـیعی از معیارها و راهبردهای مطـرح در فرایند مقابله با بیابان‌زایی به صـورت بومی، هم می‌تواند به صـورت انفرادی با توجه به تجربه کارشـناس، منابع اطلاعاتی، یا مطالعات میدانی صورت پذیرد و یا با استفاده از تکنیک دلفی و با تهیه پرسشنامه از متخصصان آشـنا به منطقه مطالعاتی خواسته شود که معیارها و راهبردهای موثر را بیان و در دامنه ۰ تا ۹ امتیازدهی کنند در نهایت با بدسـت آوردن میانگین امتیازات داده شده به هر معیار یا راهبرد، مواردی که دارای امتیازات کمتر از ۷ بودند ( $\overline{X} < ۷$ ) حذف و معیارها و راهبردهـای باقی‌مانده ( $\overline{X} < ۷$ ) به عنوا ن معیارها و راهبردهـای موثر مد نظر قرار می‌گیـرد. (Azar و Rajabzade، 2003; Azar و Memariani، 2003)

۲-۲-۲- برآورد وزن نسـبی معیارها و راهبردها و تشـکیل ماتریس مقایسات زوجی گروهی

در ادامه به منظور دسـتیابی به وزن نسـبی، پرسشنامه‌ای تهیه و از کارشناسان آشـنا به منطقه مطالعاتی خواسته می‌شود که به ترتیب معیارها و راهبردهای موثر حاصل شده از مرحله قبل را از نظر اهمیت نسـبت به هدف و اولویت نسـبت به تک تـک معیارها در مقیاس ۱ الی ۹ سـاعتی (جدول ۱) مورد مقایسـات زوجی قـرار دهند. پس از تشکیل ماتریس مقایسـات زوجی کارشناسان، (جدول۲) از روش میانگین هندسـی و با فرض اینکه نظرات تمامی کارشناسان از درجه اهمیت یکسـانی برخوردار اسـت از رابطه ۱ اقدام به تلفیق قضاوتها کرده و ماتریس مقایسات زوجی گروهی شکل داده می‌شود. (Azar و Rajabzade، 2003; Ghodsipour، 2002)

جدول۱- درجه ارجحیت (مقیاس زوجی) ۹ گانه ساعتی (Azar و Rajabzade، 2003)

| درجه اهمیت | تعریف |
|---|---|
| ۱ | اهمیت یکسان |
| ۳ | نسبتاً مرجح یا کمی مهمتر یا کمی مطلوبتر |
| ۵ | اهمیت شدید یا مطلوبیت قوی |
| ۹ | اهمیت فوق العاده زیاد یا کاملاً مرجح یا کاملاً مطلوبتر |
| ۲،۴،۶،۸ | ترجیحات بین فواصل فوق |
| ۱/۹، ۱/۸، ۱/۷، ۱/۶، ۱/۵، ۱/۴، ۱/۳، ۱/۲ | ارزش‌های متقابل ارزیابی‌های انجام شده |

جدول۲- ماتریس مقایسات زوجی (Azar و Rajabzade، 2003)

$$A=\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{vmatrix} \quad A=[a_{ij}^{\dagger}]\ ,\ i = 1,2,.....m \quad j = 1,2,.....n$$

† aij ترجیح عنصر iام نسبت به عنصر jام است.

۲-۲-۳- استخراج اولویتها بر مبنای جداول مقایسات زوجی گروهی
در این مرحله اعداد جداول ماتریس مقایسات زوجی گروهی اهمیت معیارها و اولویت راهبردها نسبت به هر معیار بعد از نرمال سازی با استفاده از رابطه ۲، بر مبنای روش میانگین موزون یا میانگین هر سطح از ماتریس نرمال شده برآورد شد. (اشکال ۳ و ۴).

$$\overline{r_{ij}} = \frac{\overline{a_{ij}}}{\sum_{i=1} \overline{a_{ij}}} \qquad (۲)$$

۲-۲-۴- تشکیل ماتریس تصمیم گیری نرمالیزه (NDM)
در این مرحله مقادیر وزنی اهمیت معیارها (Wj) و اولویت راهبردها (Pij) بر مبنای هر معیار، در قالب ماتریس کلی تصمیم‌گیری (جدول۳) لحاظ می‌شود.

۲-۲-۵- رتبه بندی هرگزینه به ازای هر شاخص
پس از تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری، اقدام به رتبه‌بندی راهبردها (Ai) به ازای هر معیار(Ci) با توجه به مطلوبیت افزایشی یا کاهشی می‌کنیم و در قالب ماتریس n×m رتبه¬بندی راهبردها بیان می‌کنیم (جدول۴).

جدول۳- ماتریس تصمیم گیری نرمالیزه (NDM) ( ۳)

| Alt | Criterion | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | C1 | C2 | C3 | --- | Cn |
| | W1 | W2 | W3 | ---------- | Wn |
| A1 | P11 | P12 | P13 | -------- | P1n |
| A2 | P21 | P22 | P23 | ---------- | P2n |
| : | : | : | : | : | : |
| Am | Pm1 | Pm2 | Pm3 | ---------- | Pmn |

در این ماتریس **m** = تعداد گزینه ها یاراهبردها،**n** = تعداد معیارها **C** = عنوان معیار و **Pij** = مقدار وزنی نرمال که هرگزینه با توجه به معیار مربوطه کسب می کند، می باشد. **Wj**= مقدار وزنی نرمال که هر معیار در ارتباط با هدف کسب می کند.

جدول۴ - ماتریس رتبه بندی هر گزینه در مقابل هر شاخص

| معیار (C)◄ رتبه▼ | C1 | C2 | C3 | ------ | Cn |
|---|---|---|---|---|---|
| اولین | | | | | |
| دومین | 21A | 22A | 23A | - | n2A |
| **سومین** | 31A | 32A | 33A | - | n3A |
| - | - | - | - | - | - |
| mامین | 1Am | 2Am | 3Am | - | Amn |

در این ماتریس: m = تعداد رتبه راهبردها،n = تعداد معیارها C = عنوان معیار و Aij = هرگزینه با توجه به معیار و رتبه مربوطه .

۶-۲-۲- تشکیل ماتریس دو بعدی گاما(γ)
ماتریس دو بعدی گاما (γ) یا ماتریس " تخصیص" با توجه به بردار وزن معیارهای برآورد شده از مقایسات زوجی گروهی شکل می‌گیرد. این ماتریس یک ماتریس مربعی ($\gamma_{m\times m}$) بوده که سطر آن راهبرد i و ستون آن رتبه k می‌باشد. مولفه‌های ماتریس ($\gamma_{ik}$) عبارتست از مجموع وزن شاخص‌هایی که راهبردiام در آنها دارای رتبه kام باشد. ماتریس گاما یک ماتریس تخصیص است که می‌توان با هر یک از روش‌های تخصیص نظیر روش حمل و نقل، روش مجارستانی، روش شبکه و روش برنامه‌ریزی خطی صفر و یک جواب بهینه را بدست آورد. متداولترین روش حل در تخصیص خطی روش برنامه‌ریزی خطی است. (Pomerol و Romero، 2000)

۷-۲-۲- محاسبه رتبه نهایی برای هر راهبرد(Ai).
در این مرحله رتبه‌بندی نهایی راهبردها یا به عبارتی جواب بهینه از روش برنامه‌ریزی خطی طی مدل ذیل برآورد می‌شود.

$$\text{Maximize}: \sum_{i=1}^{m}\sum_{k=1}^{m}\gamma_{ik}.h_k \qquad (۳)$$

$$\text{subject to}: \sum_{k=1}^{m} h_{ik} = 1 \quad ;i = 1,2,3...,m \qquad (۴)$$

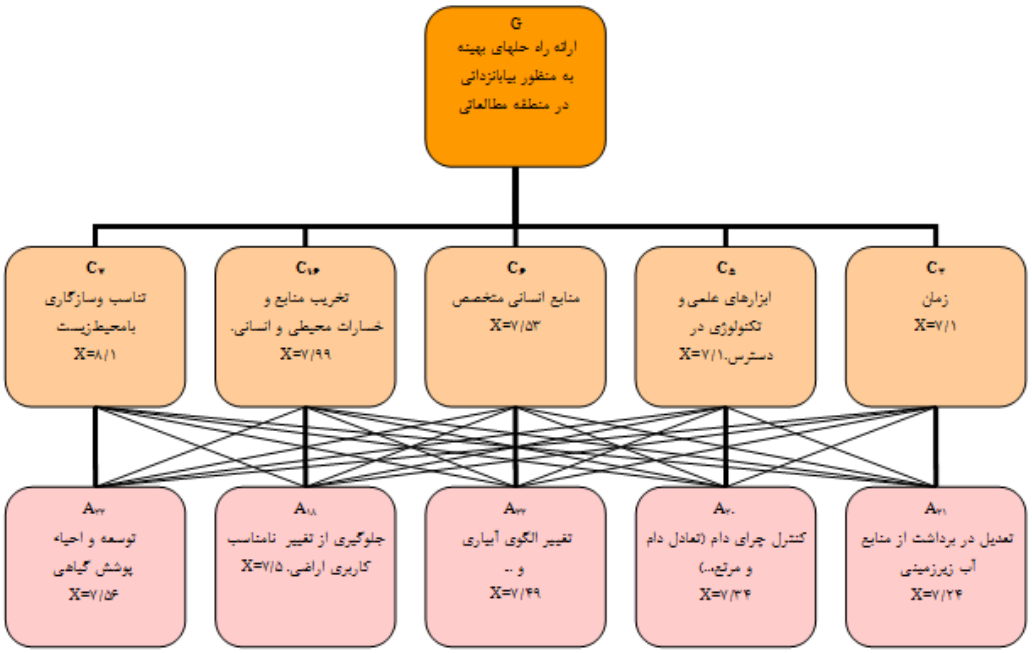
$$\sum_{i=1}^{m} h_{ik} = 1 \quad ;k = 1,2,3...,m \qquad h_{ik}\begin{cases}=1\\=0\end{cases} \qquad (۵)$$

پس از حل مدل برنامه‌ریزی خطی یک ماتریس مربع Hm×m به گونه‌ای در نظر می‌شود که Ai به رتبه نهایی kام واگذار شود، در صورتی که hik= 1 باشد، در غیر اینصورت hik= 0 می‌گردد (Burkard و Qela، 1999 ; Liu، 2000).
از جمله ویژگی‌های بارز این روش می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد، روش فوق با یک رتبه بندی ساده برای گزینه‌ها موجب تبادل در بین شاخص‌ها می‌گردد و محاسبات پیچیده ندارد. همچنین در این روش نیازی به یکسان‌سازی مقیاس‌های اندازه‌گیری نیست و شاخص‌ها می‌توانند از هر مقیاس باشند (Asgharpour، 1992; Saaty و Vargas، 2006). در عین حال، تکنیک‌های دیگر در روش تصمیم‌گیری چند معیاره هم به شاخص‌ها و هم به گزینه‌ها به صورت همزمان برای انجام محاسبه احتیاج دارند در صورتی که در تخصیص خطی بدون وجود گزینه‌ها می‌توان شاخصها و عوامل را رتبه‌بندی نمود (Tajodini، 2003).

## ۳- نتایج

### ۱-۳- انتخاب معیارها و راهبردهای مهم واولویت دار از نظر گروه و ترسیم درخت سلسله مراتب تصمیم‌گیری

به منظور دستیابی به معیارها و راهبردهای مهم و اولویت‌دار از میان تعداد بی‌شمار معیارها و راهبردها، طبق مدل دلفی، پرسشنامه‌ای در دو بخش معیارها و راهبردها تنظیم شد. در نهایت با به دست آوردن میانگین امتیازات داده شده به هر معیار یا راهبرد مواردی که دارای امتیازات کمتر از ۷ بودند حذف و مابقی جهت ترسیم نمودار سلسله مراتب تصمیم‌گیری به کار رفت (شکل۱).




شکل۱- سلسله مراتب تصمیم گیری به منظور ارائه راه حل های بهینه در زمینه بیابانزدائی منطقه مطالعاتی

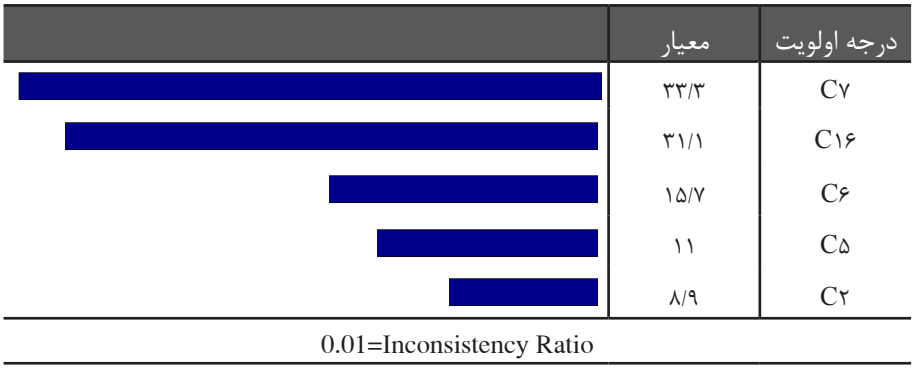
**۲-۳- محاسبه وزن نسبی معیارها راهبردها و تشکیل ماتریس تصمیم گیری گروهی(DM)**

به منظور برآورد وزن نسبی یا اولویت معیارها و راهبردها اقدام به تهیه پرسشنامه مقایسات زوجی و توزیع آن بین متخصصان شد. و در ادامه با اخذ نظرات متخصصان و تلفیق نظرات آنها از طریق میانگین هندسی، ماتریس مقایسات زوجی گروهی اهمیت معیارها نسبت به هدف و اولویت راهبردها نسبت به تک تک معیارها شکل گرفت. در اینجا برای جلوگیری از اطاله کلام تنها ماتریس اهمیت معیارها ارائه شده است (جدول۵) و اولویت راهبردها نسبت به سایر معیارها نیز به این صورت محاسبه شد.

جدول ۵ - ماتریس مقایسات زوجی گروهی اهمیت معیارها نسبت به هدف " ارائه راهبرد های بهینه بیابانزدائی در منطقه"

| معیار | C16 | C6 | C5 | C2 |
|---|---|---|---|---|
| C۷ | ۱/۲ | ۲/۵ | ۲/۵ | ۳/۴ |
| C۱۶ | | ۲/۳ | ۳/۱ | ۳/۱ |
| C۶ | | | ۱/۷ | ۲ |
| C۵ | | | | ۱/۳ |

شکل ۲ - مقایسه اهمیت معیارهای پیشنهادی به منظور دستیابی به هدف




سپس در این مرحله اعداد ماتریس اهمیت معیارها و اولویت راهبردها بر مبنای هر معیار (جدول ۵) وارد نرم افزار EC شد و با انجام عمل نرمال‌سازی و محاسبه میانگین موزون، اهمیت و اولویت معیارها و راهبردهای بیابانزدائی در منطقه مطالعاتی از نظر گروه به صورت نمودارهای میله‌ای و بر مبنای درصد به دست آمد(شکل ۲).

مطابق این نمودارها ملاحظه شد که بر حسب هر معیار راهبردهای انتخابی متفاوت می‌باشند. لذا جهت انتخاب نهائی راهبردها و درجه بندی اولویت آنها، در قالب کلی روشهای تصمیم‌گیری جند معیاره (جدول۳)، ماتریس تصمیم‌گیری راهبردهای بهینه بیابانزدائی از نظر گروه (جدول۶) شکل گرفت.

جدول ۶ - ماتریس تصمیم گیری نرمالیزه راهبردهای بهینه بیابانزدایی از نظر گروه

| اهمیت معیارها (C) ◄<br>الویت راهبردها(A) ▼ | C7 | C16 | C6 | C5 | C2 |
|---|---|---|---|---|---|
| | ۰/۳۳۶۵ | ۰/۳۰۷۴ | ۰/۱۵۷۶ | ۰/۱۰۹۵ | ۰/۰۸۹۲ |
| A23 | ۰/۲۲۵۷ | ۰/۱۸۰۵ | ۰/۲۴۸۸ | ۰/۲۳۸۷ | ۰/۲۵۰۹ |
| A18 | ۰/۲۶۴۳ | ۰/۲۳۸۳ | ۰/۱۹۸۳ | ۰/۱۶۳۵ | ۰/۱۹۶۰ |
| A33 | ۰/۱۵۹۹ | ۰/۱۵۱۰ | ۰/۲۰۹۳ | ۰/۲۵۶۵ | ۰/۱۶۲۰ |
| A20 | ۰/۱۵۸۲ | ۰/۲۲۰۹ | ۰/۱۶۰۸ | ۰/۱۷۶۲ | ۰/۲۲۲۹ |
| A31 | ۰/۱۹۱۸ | ۰/۲۰۹۲ | ۰/۱۸۲۶ | ۰/۱۶۳۳ | ۰/۱۶۸۲ |

### ۳-۳- رتبه بندی هر گزینه به ازای هر شاخص

پس از تشـــکیل ماتریس تصمیم‌گیری، اقـــدام به رتبه‌بندی راهبردها (**Ai**) به ازای هر معیار(**Ci**) به صورت یک ماتریس ۵×۵ که ســـطر آن برابر رتبه و ستون بیانگر شاخص است، شد (جدول۷).

از آنجا که ماتریـــس تصمیم‌گیری راهبردهای مقابلـــه با بیابان زایی مطلوبیت افزایشـــی دارد یعنی در صورتیکه عدد اختصاص داده شده به هر راهبرد در ارتباط با هر معیار بیشتر باشد نشان از اولویت بیشتر آن راهبرد در دســـتیابی به هدف است، لذا در هر معیار، راهبردی که بیشترین درجه اولویت را کسب کند، راهبرد مطلوب می‌باشد.

### ۴-۳- تشکیل ماتریس $\gamma_{5\times5}$ با توجه به اوزان معیارها (W)

در ایـــن مرحله ماتریس گاما که یک ماتریس ۵×۵ می‌باشـــد شـــکل گرفـــت، مولفه‌های ماتریس از مجموع وزن شـــاخص‌هایی که راهبرد iام در آنها دارای رتبه kام می‌باشد، برآورد شد. همانطور که بیان شد وزن هر شـــاخص با نظر سنجی از متخصصان و بر مبنای روش دلفی برآورد شد.(جدول ۸)

جدول ۷- ماتریس رتبه بندی راهبردها

| معیار (C) ◄ رتبه ▼ | C7 | C16 | C6 | C5 | C2 |
|---|---|---|---|---|---|
| اولین | 18A | 18A | 23A | 33A | 23A |
| دومین | 23A | 20A | 33A | 23A | 20A |
| سومین | 31A | 31A | 18A | 20A | 18A |
| چهارمین | 33A | 23A | 31A | 18A | 31A |
| پنجمین | 20A | 33A | 20A | 31A | 33A |

جدول ۸ - ماتریس وزن تعداد دفعات رتبه گزینی گزینه‌ها

| رتبه (K) ◄ اولویت راهبردها(A) ▼ | اولین | دومین | سومین | چهارمین | پنجمین |
|---|---|---|---|---|---|
| $A_{۲۳}$ | ۰/۲۴۶۸ | ۰/۴۴۶ | ۰ | ۰/۳۰۷۴ | ۰ |
| $A_{۱۸}$ | ۰/۶۴۳۹ | ۰ | ۰/۲۴۶۸ | ۰/۱۰۹۵ | ۰ |
| $A_{۳۳}$ | ۰/۱۰۹۵ | ۰/۱۵۷۶ | ۰ | ۰/۳۳۶۵ | ۰/۳۹۶۶ |
| $A_{۲۰}$ | ۰ | ۰/۳۹۶۶ | ۰/۱۰۹۵ | ۰ | ۰/۴۹۴۱ |
| $A_{۳۱}$ | ۰ | ۰ | ۰/۶۴۳۹ | ۰/۲۴۶۸ | ۰/۱۰۹۵ |

ماتریس گاما یک ماتریس تخصیص اســـت و همانطور که ذکر شـــد می‌توان با هر یک از روشـــهای تخصیص جواب بهینه را بدست آورد. متداولتریـــن روش حل در تخصیص خطـــی، روش برنامه‌ریزی خطی است.

### ۵-۳- رتبه بندی راهبردها

در ایـــن مرحله به منظور رتبه‌بنـــدی نهایی راهبردها با اســـتفاده از روش برنامه‌ریزی خطی (روابط۱ الـــی ۳) جدول امتیازدهی گزینه‌ها یا به عبارتی ماتریس بهینه شـــکل گرفت (جدول۹) با توجه به اینکه متغیرهای تصمیم دارای مقادیر صفر و یک می‌باشـــند، خروجی این برنامه فقط بر مبنای عدد ۱ در جدول ۹ ارائه شـــده است و بر مبنای آن جدول رتبه‌بندی گزینه‌ها شگل گرفت (جدول۱۰).

بـــر مبنای جدول ۱۱، ارجحیت راهبردهـــا به صورت 20A، 33A ، 31A، 23A، 18A بدست آمد و راهبرد 18A مناسبترین راهبرد از میان مجموع راهبردها ارزیابی شد.

جدول۹ - جدول امتیاز دهی گزینه ها

$$H^*=\begin{vmatrix} ۰ & ۱ & ۰ & ۰ & ۰ \\ ۱ & ۰ & ۰ & ۰ & ۰ \\ ۰ & ۰ & ۰ & ۰ & ۱ \\ ۰ & ۰ & ۰ & ۰ & ۱ \\ ۰ & ۰ & ۱ & ۰ & ۰ \end{vmatrix}$$

جدول۱۰ - ماتریس ترتیب بهینه گزینه ها

$$H^*\times A=\begin{vmatrix} ۰ & A_{۱۸} & ۰ & ۰ & ۰ \\ A_{۲۳} & ۰ & ۰ & ۰ & ۰ \\ ۰ & ۰ & ۰ & ۰ & A_{۳۱} \\ ۰ & ۰ & ۰ & ۰ & A_{۳۱} \\ ۰ & ۰ & A_{۳۳} & ۰ & ۰ \end{vmatrix}$$

→ ۲/۶۲۴۵= تابع هدف بهینه

جدول ۱۱- جدول رتبه بندی گزینه‌ها

→ | $A_{۱۸}$ $A_{۲۳}$ $A_{۳۱}$ $A_{۳۱}$ $A_{۳۳}$ |

## بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش روشی نوین را به منظور رتبه‌بندی اولویت راهبردهای مطرح در فراینـــد مقابله با بیابان زایی بیـــان کردیم. نتایج حاصل از روش تخصیص خطی، نتایج حاصـــل از روش‌های AHP، Topsis، Electera و WSM را در زمینه اولویت‌بندی راهبردها مورد تاکید قرار داد. به این معنی که راهبردهای A۱۸، A۲۳ وA۳۱ ، به ترتیب در رتبه اول تا ســـوم قـــرار گرفته اند. در عین حـــال روش LA نیز همانند روش‌های مذکور، واجد محدودیت نادیده انگاشتن قضاوت‌های فازی تصمیم‌گیران است. همچنین بعضی از معیارها ساختار کیفی یا ساختار نامشخصی دارند که نمی‌توانند به دقت اندازه‌گیری شوند. در چنین مواردی به منظور دســـتیابی به ماتریس ارزشـــیابی می‌توان از اعداد فازی استفاده کرد. بنابراین می‌توان روش‌های اولویت‌بندی را با کاربرد اعداد فازی توسعه داد. از معایب دیگر این روش می‌توان به این نکته اشاره کرد که در این روش بدون در نظر گرفتن مقادیر داده‌ها و صرفا با ملاک قرار دادن رتبه داده‌ها، حجم زیادی از اطلاعات از دست می‌رود و حصول نتایج با ضریب دقت بالا میسر نیست از این رو سعی شود در جایی که مقادیر دقیقی از داده ها در دسترس است از مدلهای رتبه ای همانند Electera و LA استفاده نشود.

به طور کلی با توجه به نتایج اولویت‌بندی نهائی راهبردها می‌توان بیان داشـــت که در صورت اجرای راهبردهای، جلوگیری از تبدیل و تغییر نامناسب کاربری اراضی(A۱۸)، توسعه واحیاء پوشش گیاهی(A۲۳) و تعدیل دربرداشت ازمنابع آب زیر زمینی(A۳۱)، می‌توان از بیابانی شـــدن اراضی منطقه جلوگیری و نسبت به احیاء اراضی تخریب یافته اقدام کرد.

در این رابطه می‌توان بیان کرد که در منطقه مطالعاتی تغییر کاربری اراضـــی در نتیجه افزایـــش جمعیت، بیکاری، رشـــد صنایع و روحیه شهرنشـــینی به شدت در حال گسترش اســـت. عمدتاً کاربری اراضی به صورت تبدیل اراضی مرتعی به اراضی ز راعی و باغی در اثر توســـعه چاهـــای عمیق و نیمه عمیق موتـــوردار، تبدیل اراضی باغی به زراعی در اثر وقوع خشکســـالیهای متوالی و تبدیـــل اراضی مرتعی به اراضی صنعتی و شـــهری در اثر رشـــد صنایع و شهرنشینی در سالهای اخیر رخ داده است.

تراکم تیپ‌های مرتعی۶ الی۱۵درصد می‌باشدکه به شدت تحت تاثیر عملکردهای انســـانی در قالب بوته‌کنی و چرای مفرط دام می‌باشد به طوری که ۴۰ تا ۵۰ درصد پوشـــش گیاهی بر اثر بوته‌کنی به منظور تالیف دام، سوخت و مصالح ساختمانی از بین می‌رود.

آبیاری در اراضی کشـــاورزی اغلب به صورت ســـنتی غرقابی و کرتی با اســـتخرها و جویهای روباز و بســـترهای با خلل و فرج زیاد صورت می‌گیرد بـــه صورتی که بیش از ۵۰ درصد آب مصرفی هدر می‌رود و راندمان آبیاری در مزرعه و انتقال کمتر از۴۰ درصد برآورد می‌شود.

بنابراین در چارچوب راهبردهای کلان مطرح شده، پیشنهادات اجرایی ذیل توصیه می‌شود.

ـ اهتمام به آمایش ســـرزمین و برآورد توان اکولوژیک در ســـطوح ملـــی، منطقـــه‌ای و محلی و انطباق کاربریها بـــا توان زمین، جدی گرفته شود.

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

ـ از توسعه زیر ساخت‌های صنعتی و کارگاهی در اراضی حساس و شکننده مناطق بیابانی و حاشیه‌ای خودداری شود.

- دربحث توســـعه و احیاء پوشـــش گیاهی سعی شود از گونه های بومی و مقاوم مرتعی و زراعی، سیستمهای آبیاری دور کوتاه و کم آبخواه و غیره استفاده شود.

- از روند تخریب تاغ زارها جلوگیری و نســـبت به احیاء و بازسازی آنها اهتمام لازم به عمل آید.

ـ تعادل تعداد دام و ظرفیت مراتع رعایت شود.

ـ تناســـب نوع دام با وضعیت مراتع در نظر گرفته شـــود و در مراتع ضعیف سعی شود از تعداد بزها کاسته شود زیرا این حیوان خود به عنوان عوامل بالقوه تشدید کننده تخریب مراتع به شمار می‌رود.

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

ـ بـــه 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 بوته کنی جهت تعلیف شبانه و همچنین زمستانه و یا تعلیف پس چر مزارع و باغات نکند که خود باعث تسریع در روند تخریب می‌شود.

در نهایت پیشـــنهاد می شود طرحهای مقابله با بیابان زایی در منطقه مطالعاتی بر روی این راهبردها تأکید کنند تا از هدررفت سرمایه‌های محـــدود جلوگیری و بازدهی طرح‌های کنترل، احیاء و بازســـازی بالا رود.

نتایـــج این پژوهش به مدیران مناطق بیابانـــی این امکان را می دهد که امکانات و ســـرمایه های محدود اختصاص یافته به منظور کنترل روند بیابانزائی را به شـــیوه‌های صحیح و کارآمد به کاربندند تا ضمن دستیابی به نتایج بهتر، از هدر رفتن سرمایه‌های ملی جلوگیری کنند.

## منابع مورد استفاده


1. Asgharpour. M. J (1992) Multiple criteria decision making, Tehran University Press, Tehran, IRAN.

2. Azar. A. and A. Memariani (2003) AHP-a new technique for group decision making. J. Knowledge management, 32-28:22-27

3. Azar. A and A. Rajabzade (2003) Applied decision making, MADM performance, Negahe danesh press, Tehran, IRAN.

4. Bernardo. J. J and J. M. Blin (1977) A programming model of consumer choice among multi-attributed brands. J. Consumer Research, 118-111 :4.

5. Burkard. R. E and E. Qela (1999) Linear assignment problems and extensions, Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, Netherlands. Online available at: http://

www.opt.math.tu-graz.ac.at/~cela/papers/lap_bericht.pdf
6. Celi. R (2007) Rotorcraft dispatching in large-scale emergencies using sequential linear assignment techniques, Presented at the at the AHS 63rd Annual Forum, Virginia Beach, USA, May 2007 ,4-2, pp:14-1.
7. Ghodsipour. S. H (2002) Analytical Hierarchy Process (AHP), Amirkabir University press, Tehran, IRAN.
8. 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 (Argentine). J. Biogeosciences Discuss, 2630–2601 :7.
9. Hossenzadeh. S. R, R. Khosrobygi, M. Istgoldi and R. Shamsodini (2011) Assessment of environmental sustainability in urban areas with using to Linear Assignment multi-criteria decision making technique, case study: Bandar-e- torkman city. J. geography landscape, 51-31 :16.
10. Ji. Z, M. C. Leu and H. Wong (1992) Application of Linear Assignment Model for Planning of Robotic Printed Circuit Board Assembly. J. Electronic Packaging, 460-455 :(4)114.
11. Jingon Joung. J, C. K. Ho, P. H. Tan and S. Sun (2012). Energy Minimization in OFDMA Downlink Systems: A Sequential Linear Assignment Algorithm for Resource Allocation. J. IEEE WIRELESS COMMUNICATIONS LETTERS, 303-300 :(4)1.
12. Liu. S. C (2000) A Fuzzy Multiple Attribute Decision Making Approach for Linear Assignment Problems. Fifth Asia Pacific Decision Sciences Institute Conference Waseda University, Tokyo, Japan, July -24 2000 ,27. Online available at: http://iceb. nccu. edu. tw/proceedings/APDSI/2000/list/categ.htm
13. Mianabadi. H and A. Afshar (2008) Multi attribute decision making to rank urban water supply schemes. J. Water & Wastewater, 45-34 :(66)19.
14. Mohammadi. A (2011) Comparative application of linear assignment TOPSIS method and taxonomy of financial evaluation. J. Economic Research,302-1:273.
15. Pomerol. J. C and S. B. Romero (2000) Multi-Criterion Decision in Management: Principles and practice, Kluwer Academic, Dordrecht, Netherlands.
16. Ramesht. M. H, A. Arab Ameri and M. Soltanian (2012) Zoning Zarand-Saveh watershed for artificial recharge of underground aquifers using electre method & linear assignment with GIS technique, J. Human Social Science Geography & Environmental GeoSciences, 34-23 :(9) 12.
17. Ramesht. M. H and A. Arab Ameri (2011) Prioritize areas to urban fire stations established using two line allocation method and TOPSIS and techniques with GIS, Case Study: City Maku. J. Spatial Planning, :(1)1 16-1.
18. Saaty. T. L and L. G. Vargas (2006) Decision making with the Analytic Network Process: Economic, Political, Social and Technological Applications with Benefits, Opportunities, Costs and Risks. Springer, New York,USA.
19. Sadeghi Ravesh. M. H, H. Ahmadi, G. R. Zehtabian, and M. Tahmores (2010) Application of analytical hierarchy process (AHP) in assessment of dedesertification alternatives, case study: Khezrabad region. Yazd province. J. Marta & Biaban, -35 :(1)17 50.
20. Sadeghi Ravesh. M. H and G. R. Zehtabian (2011) Assessment of De-Desertification Alternatives Using ELECTRE and AHP methods, Case study: Khezrabad region, Yazd province. Proceeding of National Conference on Tourism, Desert ecosystems and Environmental Arts, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Isfahan, IRAN, 25-24 Aug 2011.
21. Sadeghi Ravesh. M. H and G. R. Zehtabian (2011) Combat desertification alternatives classification with using of Multi Attribute Decision Making (MADM) view point and Weighted Sum Model (WSM). Proceeding of National Conference on Tourism, Desert ecosystems and Environmental Arts, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Isfahan, IRAN, 25-24 Aug 2011.
22. Sadeghi Ravesh. M. H, G. Zehtabian, H. Ahmadi and H. Khosravi (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, 60 – 51 :7.
23. Sayyadi. A. R, M. Hayati and A. Azar (2011) Assessment and ranking of risks in tunneling projects

ecosystems with application PROMETHEE model. J. Earth science researches, 71-58 :8.
25. Tajodini. I (2003). Identification and prioritization of the needs of the continuing quality standards in the industry. J. Management Tomorrow, 89-81 :2.
using linear assignment technique. J. International Journal of Industrial Engineering & Production Management, 38-27: (1) 22.
24. Sepehr. A and Peroyan. N (2011). vulnerability Mapping of desertification and combat desertification alternative ranking in Korasan-e-razavi province