تجزیه وتحلیل حساسیت راهبردهای بهینه بیابانزدایی درچارچوب فرایند تحلیلی سلسله مراتبی (AHP)[1] مطالعه موردی منطقه خضرآبادیزد

دکترحسن احمدی

استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

دکترغلامرضا زهتابیان

استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

محمد حسن صادقی روش

دانشجوی دکتری محیط زیست ، واحد علوم وتحقیقات دانشگاه آزاد و عضو هیات علمی دانشگاه آزاد واحد تاکستان

E. mail :msadeghiravesh@yahoo.com

چکیده

دراغلب اوقات داده های ارائه شده حاصل ازفرآیند تصمیم گیری چند معیاره غیرکاربردی ومتغیر می باشند،بنابراین یک قدم مهم درکاربرد مسائل تصمیم گیری چند معیاره (MADM)ازجمله فرآیند تصمیم گیری سلسله مراتبی (AHP)،انجام آنالیز حساسیت روی داده های خروجی می باشد.دراین مقاله سعی شد به منظور انجام آنالیز حساسیت برروی اوزان معیارها وراهبردهای تصمیم گیری ونمایش ارزشهای نهایی (اصلاح شده) راه حلهای بیابانزدایی از روش آماری Triantaphyllou استفاده شود.بطور کلی دراین روش ،درابتدا فرآیند آنالیز حساسیت برروی معیارها وراهبردهانجام شد وبه دنبال تعیین حساس ترین معیاروراهبرد ،اوزان جدید راهبردها برمبنای حساس ترین معیار وراهبرد درماتریس تصمیم گیری جایگزین شد وبامحاسبه میانگین موزون هرسطرازماتریس نرمالیزه اصلاح شده، درجه ترجیح یاوزن نهایی راهبردها حاصل شد.درعین حال به منظور دستیابی به نتایج کاربردی ،واقعی وعملی،منطقه خضرآبادیزدبه عنوان یک منطقه تیپیک ازنظرگاه بیابانزایی مدنظر قرارگرفت .نتایج حاصل از کاربرد آنالیز حساسیت برمبنای روش تری آنتافیلو درعرصه بیابانی منطقه خضرآبادبه منظورتعیین وزن نهایی واصلاح شده معیارهاوراهبردهای مؤثردربیابانزایی وبیابانزدایی ،حکایت از توانایی بالای این مدل دارد.به طوری که بعدازتحلیل حساسیت معیارها وراهبردها وتعیین حساسترین معیاروراهبرد ،اولویت بندی معیارها تغییری نکرد وهمچنان معیار تناسب وسازگاری بامحیط زیست (C1)باضریب حساسیت ۰/۳۲۲۲حساسترین معیاربرآوردشدکه بعدازنرمال سازی معیارمذکور بادرجه ترجیح ۳۲/۶درصددراولویت اول قرارگرفت.که این نتیجه نشان دهنده توجه کارشناسان مدیریت مناطق

[1] -Analytical Hierarchy Process

بیابانی به مسائل زیست محیطی وچالشهای مطرح درزمینه تخریب محیط زیست می باشد.درعین حال اولویت بندی راهبردها نیز تغییری نکرد وراهبرد کنترل چرای دام (A4)باضرب حساسیت۰/۱۳۸۱حساسترین راهبرد برآوردشدکه بامحاسبه وزن جدید حساسترین راهبرد،راهبردجلوگیری ازتبدیل وتغییر نامناسب کاربری اراضی (A2)بادرجه ترجیح ۲۳/۴۵ درصددراولویت اول قرارگرفت ودرنهایت بابرآورد اولویت نهایی یااصلاح شده راهبردها مشاهده شد که همچنان راهبرد A2بادرجه ترجیح ۲۲/۷درصددراولویت اول قراردارددودرعین حال اولویت بندی راهبردها نسبت به حالت قبل اندکی تغییریافت به طوری که اولویت نهایی راهبردهای کنترل چرای دام (A4)وتعدیل دربرداشت ازمنابع آب زیرزمینی (A5)جابجاشد.

واژگان کلیدی: فرآیند تحلیل سلسله مراتبی ،تحلیل حساسیت، بیابانزد ائی

۱) مقدمه

تحلیل حساسیت[1] یکی ازمباحث مهم برنامه ریزی خطی است که همواره ازبدوپیدایش وابداع برنامه ریزی خطی تاکنون موردتوجه متخصصین تحقیق درعملیات واقع شده است.تحلیل حساسیت عبارت از "تحلیل وبررسی چگونگی تغییر پارامترهای یک مدل برنامه ریزی خطی وارزیابی تأثیرآن درجواب بهینه می باشد".(آذر،۱۳۸۳)

تحلیل حساسیت رویه ای است که به طور کلی بعدازبه دست آوردن جواب بهینه به اجرادرمی آیدومنظورازآن بررسی تغییرات محتمل پارامترهابرروی جواب بهینه می باشد.بنابراین هدف ازتحلیل حساسیت ،شناخت پارامترهای کاملاًحساس می باشد تا تخمین و برآورد آنها با دقت بیشتری انجام شودوجواب بهینه جدید نیزبرهمین اساس محاسبه گردد (مهرگان،۱۳۷۹) دراین رابطه تحقیقات تئوری وکاربردهای عملی درحوزه های مختلف علوم درقالب فرآیند تصمیم گیری به انجام رسیده است. که ازجمله آنها می توان به کارهای آلپرت (Alpert,1971)وان فیندرفلت و ادوارد (Von Winterfeldt and Edwards , 1986)واتسون وبود (Watson and Buede,1987)بارون واشمیت (Barron and Schmidt,1988)ووندل (Wendel,1992)اشاره کرد. درادامه همزمان و بعد از مطرح شدن فرایند تحلیلی سلسله مراتبی(AHP) توسط ساعتی (Tomas L Saaty, 1980-1994) ، اولین بار اینسوا (Rios Insua,1990) با توسعه دیدگاه وان فیندرفلت و ادوارد آنالیز حساسیت در تصمیم گیری چند هدفه (MODM)[2] را مطرح کرد ، وماسودا (Masuda,1990)آنالیز حساسیت را در فرایند تصمیم گیری تحلیلی سلسله مراتبی مورد بررسی قرار داد،وهمچنین آرماگوست وحسینی (Armacost and Hsseini , 1994) روندی را برای تعیین بحرانی ترین معیار برای یک سطح از سلسله مراتب در مسائل AHPارائه دادند ودر نهایت تری آنتافیلو و همکاران(Triantaphyllou and etal , 1997)روش تحلیل حساسیت برای تصمیم گیری های چند هدفه ارائه شده توسط اینسوا را مورد تأیید قرار داده و باتوسعه این روش ، روشی مناسب را به منظورتحلیل حساسیت درفرایندتصمیم

[1] - Sensitivity Analysis
[2] - Multipe Objective Decision Making

گیری چند معیاره ارائه کردند. روش تری آنتافیلورا درواقع می توان به عنوان ابزاری برای بررسی سیستماتیک آنالیزحساسیت وتحلیل تغییرات راهبردها دانست.در عین حال این روش با معرفی معیارهای بحرانی، وارزیابی مجدد اوزان،قادر است معیارهای کیفی رابه صورت بهینه کمی نموده وفرایند تصمیم گیری حاصل از این معیارها را بهبود ببخشد.

لازم به اشاره است که اگرچه نرم افزارEC[1]،قابلیت محاسبات تحلیل حساسیت درارتباط با فرایندتحلیلی سلسله مراتبی راداراست،درعین حال کاربرصرفأمی تواندبا تغییروزن معیارها،تغییرات اولویت بندی گزینه ها رامشاهده کند،یا به عبارت دیگرنرم افزارمذکورتوانائی برآوردعددی حساسیت معیارها وراهبردها راندارد وصرفأ نمایشی گرافیکی از تغییراولویت بندی گزینه هارا ارائه می دهد.مضافأ اینکه هیچ روشی رابرای آنالیزوبررسی اعمال تغییرات در مقدارعملکردگزینه ها ارائه نمی کند.لذا دراین مقاله به منظورانجام دقیقترآنالیزحساسیت برروی معیارهاوراهبردها از روش تری آنتافیلواستفاده شدودرادامه متدمذکوربه منظوردستیابی به راه حلهای بهینه درمنطقه خضرآبادیزدبه کار رفت.

درعین حال آنچه قابل توجه است این موضوع است که همانطورکه ارائه راه حل بهینه بیابانزدایی درحوزه مسائل بیابانی،بااستفاده ازروشهای تصمیم گیری چندمعیاره(MADM)[2]وازجمله مدل تحلیلی سلسله مراتبی (AHP)سابقه ندارد کاربردفرآیندتحلیل حساسیت ،درشناخت پارامترهای حساس ،نحوه تغییروتعیین راه حل بهینه براساس آنها نیزسابقه ندارد،این پژوهش درحوزه مسائل بیابانی وکاربردعملی آن درمنطقه خضرآبادیزد به عنوان یک پژوهش استراتژیک وکاربردی بااهمیت می باشد.

۲) مواد وروشها

در این پژوهش به منظور تحلیل حساسیت راهبردهای بهینه مطرح دربیابانزدائی ازروشهای آماری[3] ازجمله،درصد حدآستانه تغییر،کمترین مقدار قدر مطلق حدآستانه تغییر(درجه بحرانی) وغیره استفاده شددر عین حال ازیک طرف به دلیل وسعت مفهوم بیابانزائی وپیچیدگی فرایند شکل گیری آن که متضمن دستیابی به حجم زیادی ازاطلاعات میدانی وستادی می باشد،وازطرف دیگرامکان ارائه مدل تحلیل حساسیت در تعیین ضرائب حساسیت معیارها وراهبردهای مطرح در بیابانزدائی واصلاح اولویت راهبردهابه صورت عملی وکاربردی، به صورت موردی[4] منطقه خضرآباد یزد مورد توجه قرار گرفت. این منطقه با وسعتی معادل ۷۸۱۸۰ هکتار در ۱۰ کیلومتری غرب شهریزد درموقعیت جغرافیایی َ ۵۵، ° ۵۳ الی َ ۲۰، ° ۵۴ طول شرقی و َ ۴۵، ° ۳۱الی َ ۱۵، ° ۳۲عرض شمالی قرار گرفته(نقشه۱) ،واز نظر اقلیمی در شرایط خشک وسرد بیابانی طبقه بندی می شود .۱۲۹۳۰ هکتار(۱۶/۵٪)از اراضی منطقه را تپه ها وپهنه های ماسه ای شکل داده که بخشی از ارگ بزرگ اشکذر با وسعتی معادل ۸۹۲۳ هکتار در شمال منطقه با انواع رخساره های تخریبی و فرسایشی به

[1]- Expert Choice
[2] - Multipe Criterion Decision Making
[3] - Statistical
[4] -Case Study

چشم می خورد[1]. در عین حال از کل اراضی زراعی منطقه۱۹۹۵ هکتار(۲۶/۵٪) را اراضی مخروبه حاصل از عملیات انسانی وفرایند های طبیعی تشکیل داده است،که نشان دهنده وضعیت کاملاً تیپیک از نظرگاه بیابان زائی در منطقه وبیان کننده لزوم پرداختن به راه حلهای موثر وبهینه بیابانزدائی در این حوزه است.لذا در این مقاله پس از ارائه راه حلهای بهینه بیابانزدائی با استفاده از مدل تحلیلی سلسله مراتبی که شرح آن از چهارچوب این مقاله خارج است به منظور دستیابی به نتایج صحیح تر ودارای ضریب اطمینان بیشتر،اقدام به انجام آنالیز حساسیت با استفاده از مدل تری آنتافیلو بر روی نتایج حاصله شد. در ادامه ساختار این مدل در دو فاز جداگانه مربوط به معیارها وراهبردها مورد بررسی قرار می گیرد.

-آنالیز حساسیت مربوط به معیارها

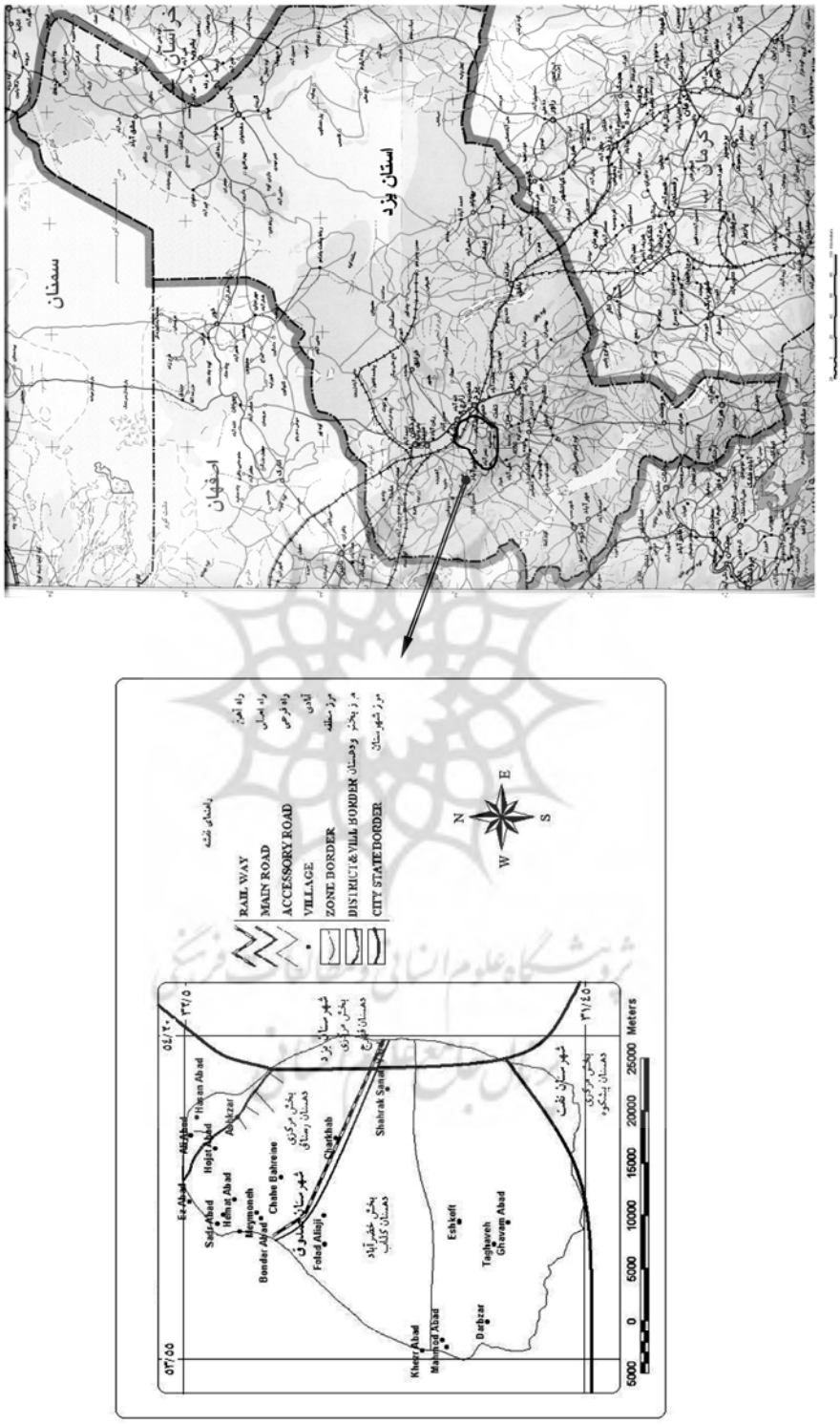
با توجه به اینکه مقادیرعددی هرمعیار تأثیربسزایی در اولویت‌بندی راهبردها دارد، لذا وزن معیارها نیز در فرایند تحلیل حساسیت مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. بنابراین در ابتدا به منظور لحاظ این موضوع،ماتریس تصمیم گیری در AHP که نتیجه نهایی آنالیز سلسله مراتبی جهت ارائه راهبرد بهینه می باشد،مد نظر قرار می گیرد.(جدول۱)

جدول(۱): ماتریس تصمیم‌گیری در AHP

Alt راهبردها	Criterion C_1 W_1	 C_2 W_2	 C_3 W_3	 ----------	 C_N W_N	Pi
A_1	a_{11}	a_{12}	a_{13}	----------	a_{1N}	p_1
A_2	a_{21}	a_{22}	a_{23}	----------	a_{2N}	p_2
A_3	a_{31}	a_{32}	a_{33}	----------	a_{3N}	p_3
¦	¦	¦	¦	¦	¦	¦
A_M	a_{M1}	a_{M2}	a_{M3}	----------	a_{MN}	P_M

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

[1]-ارگ اشکذر وی‌زد مساحتی معادل ۲۹۰/۶۸کی‌لومتر مربع رادربرگرفته است(احمدی،۱۳۸۴)



نقشه (۱) : موقعیت جغرافیائی منطقه خضر آباد

در این ماتریس:

M : تعداد گزینه‌ها یا راهبردها W: مقدار وزنی(عددی) معیار مربوطه

A: عنوان گزینه یا راهبرد a_{ij}: مقدار وزنی که هر گزینه با توجه به معیار مربوطه کسب می‌کند.

N: تعداد معیارها P: درجه ارجحیت راهبردها C: عنوان معیار

در ادامه به منظور دستیابی به مقدار عددی حساس ترین معیار واصلاح اوزان سایر معیارها بر مبنای آن مراحل ذیل به ترتیب به انجام می رسد

۱ – **محاسبه مقادیر عددی کمترین تغییروزنی مرتبط با هر معیار C_K ($\delta_{k,i,j}$) از رابطه۱**، به عبارت دیگر حداقل تغییرات مربوط به معیار W_k را که منجر به تغییر اولویت A_i, A_J می‌شود محاسبه می کنیم.

$$\delta_{k,i,j} = \frac{(P_J - P_I)}{(a_{jk} - a_{ik})}$$ رابطه(۱)

۲– **تشکیل جدول حد آستانه تغییر در وزن معیارها**،پس از مقایسه دو دویی راهبردها با هم بر مبنای رابطه(۱) ، مقادیر عددی $\delta_{k,i,j}$ با W_k مربوطه مقایسه می‌شود،چنانچه هر یک از مقادیر محاسبه شده از W_k مربوطه کوچکتر یا مساوی آن بود شرط لازم در محاسبه برقرار بوده(رابطه۲) و در غیر این صورت تغییر در وزن معیارها جهت تغییر در اولویت‌بندی غیرممکن می‌باشد. بنابراین در خانه مربوطه در جدول $\delta_{k,i,j}$ ، N/F یعنی عدم امکان‌پذیر بودن اعمال تغییر قرار گرفته و این مقدار در محاسبات بعدی وارد نمی‌شود

$$\delta_{k,i,j} \le W_K$$ رابطه(۲)

۳– محاسبه درصدحدآستانه تغییردر وزن معیارها (δ'_{kij})، با استفاده از رابطه(۳)و تشکیل ماتریس دو بعدی مربوطه

$$\delta'_{k,i,j} = \frac{\delta_{k,i,j \times 100}}{W_K}$$ رابطه(۳)

۴– **محاسبه درجه بحرانی بودن معیارها(D'_K) از رابطه(۴)**، که در واقع عبارتست از قدرمطلق کمترین مقدار **درصد حد آستانه تغییر در وزن معیارها**

$$D'_K = \min\left[\left|\delta'_{k,i,j}\right|\right] \quad N \le K \le 1$$ رابطه(۴) برای همه مقادیر

$$1 \le i < j \le M$$

۵– **محاسبه ضرایب حساسیت معیارها ازرابطه(۵)**،که درواقع معادل معکوس درجه بحرانی آن معیار می باشد

$$Sens(C_K) = \frac{1}{D'_K} \quad N \ge K \ge 1$$ رابطه (۲–۲۸) برای همه مقادیر

۶–**مقایسه ضرایب حساسیت معیارهاوتعیین حساس ترین معیار**یامعیاری که بیشترن ضریب حساسیت رادارامی باشد

۷-**اصلاح مقدارعددی حساس‌ترین معیارباستفاده ازرابطه(۶)**،دراین رابطه لازم است که حداقل قدر مطلق δ'_{kij} را ازجدول مربوطه بدست آورده،وعدد حقیقی $\delta_{k,i,j}$ متناظرباآنراازجدول حدآستانه تغییردروزن معیارها،درنظربگیریم.

$$W^* = W - \delta_{kij}$$ رابطه (۶)

W^*= مقدار عددی جدید مربوط به معیار حساس

W= مقدار عددی مربوط به معیار حساس در شرایط اولیه

۸- **نرمال‌سازی مقـادیر**،پـس ازتعیـین مقدارجدیـدبرای حسـاس‌تـرین معیار،وباتوجـه بـه اینکـه تغییرایجادشـده در حساس‌ترین معیارموجب ضرورت اصلاح سایرمعیارهاخواهدبود،لذاتمام معیارها بر اساس رابطه (۷) اصلاح می شوند.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^{m} a_{ij}}$$ رابطه(۷)

-آنالیز حساسیت مربوط به راهبردها

در این مرحله نیز همانند مرحله قبلی،مقدمتاً ماتریس تصمیم گیری درAHP (جدول۱) رامـدنظر قـرار داده ومراحـل ذیل راجهت تحلیل حساسیت راهبردها به انجام می رسانیم

۱- **محاسبه مقادیر عددی مقدار آستانه وزنی a_{ij} (ijk) از رابطه ۸** ، یاکمترین تغییری که بـرای هـر یـک از اوزان راهبردها اتفاق می‌افتد وسبب تغییر اولویت‌بندی راهبردها درارتباط با هریک ازمعیارها خواهد شد.

$$i,j,k = \frac{(p_i - p_k)}{\left[p_i - p_k + w_j\left(a_{kj} - a_{ij} + ۱\right)\right]}$$ رابطه(۸)

۲-**محاسبه مقادیر عددی درصد مقدار آستانه وزنیa_{ij} ($\grave{}$i,j,k)از رابطه(۹)**

$$\grave{}i,j,k = \frac{i,j,k \times 100}{a_{ij}} \quad 1 \le i,k \le M, \text{AND} 1 \le i \le N$$ برای همه مقادیر رابطه(۹)

۳- **مقایسه مقادیر عددی ijk$\grave{}$باعدد ۱۰۰و تشکیل ماتریس مربوطه** ،مطـابق رابطـه۱۰چنانچـه هـر یـک از مقـادیر محاسبه شده از ۱۰۰ کوچکتر یا مساوی آن بود شرط لازم در محاسبه برقرار بوده و در غیر این صورت در خانـه جـدول علامت N/F قرار گرفته و مقدار محاسبه شده $\grave{}i,j,k$ در محاسبات بعدی وارد نمی‌شود

$$'i,j,k \le 100$$ رابطه(۱۰)

۴- **محاسبه درجه بحرانی راهبردها(ij´) از رابطه(۱۱)**، که معادل قدرمطلق کمترین مقدار مربوط به$\grave{}i,j,k$ می باشد

$$'ij = \min\{|'i,j,k|\} \quad M \ge i \ge 1, \text{and } N \ge j \ge 1 \quad k \ne i$$ رابطه(۱۱)

۵-**برآورد بحرانی‌ترین راهبرد($\grave{}$LK)از رابطه۱۲**، که معادل قـدر مطلـق کمتـرین مقـدار درجـه بحرانـی راهبردهـا می‌باشد

$$'Lk = \min\begin{Bmatrix}\min\{'ij\}\\ N \geq i \geq ۱\end{Bmatrix} N \geq k \geq 1 \qquad M \geq i \geq ۱$$

رابطه(۱۲) برای بعضی مقادیر

۶-محاسبه وتعیین ضرائب حساسیت راهبردها($Sens(a_{ij})$ از رابطه۱۳،که معادل معکوس بحرانی‌ترین راهبردها می‌باشد

$$sens(a_{ij}) = \frac{1}{'ij} \quad M \geq i \geq ۱, \text{and} \quad N \geq J \geq 1$$

رابطه(۱۳) برای هر مقدار

۷- **مقایسه ضرایب حساسیت وتعیین حساس ترین راهبردکه بیشترین ضریب حساسیت رادارا می باشد**

۸- **اصلاح مقدار عددی حساس‌ترین راهبرد با استفاده از رابطه۱۴**،دراین مرحله مقدار جدیدی رابرای حساس ترین راهبرد تعیین می کنیم

$$a_{ij}^{*} = a_{ij} - i,j,k$$

رابطه(۱۴)

در این رابطه a_{ij}^{*}= مقدار عددی جدید مربوط به راهبرد حساس a_{ij}

a_{ij}= مقدار عددی راهبرد حساس در شرایط اولیه

i,j,k= مقدار عددی آن طبق تعریف از رابطه(۱۵) بدست می‌آید

$$i,j,k = \frac{'i,j,k \times a_{ij}}{۱۰۰}$$

رابطه(۱۵)

۹- **نرمال‌سازی مقادیر:** پس ازتعیین مقدارجدیدبرای حساس‌ترین راهبرد،لازم است با توجه به رابطه (۷)و نیزبا توجه به اینکه تغییرایجاد شده درحساس‌ترین راهبرد موجب ضرورت اصلاح سایرراهبردها خواهد بود، تمامی راهبردهای واقع در ستونی که حساس‌ترین راهبرد در آنجا قرار دارد اصلاح شود.

- **تعیین اولویت نهائی راهبردها**

به دنبال تعیین اوزان جدید معیارها و راهبردها بر مبنای حساس‌ترین معیار و راهبرد و به منظور محاسبه اولویت اصلاح شده یا نهایی راهبردها برای دستیابی به هدف، ماتریس تصمیم گیری درAHP (جدول۱) را مد نظر قرار داده ومقادیر جدید معیارها وراهبردهای اصلاح شده را جایگزین مقادیر اولیه کرده و سپس با محاسبه میانگین موزون هر سطر از ماتریس نرمالیزه اصلاح شده ، درجه ترجیح یا وزن نهایی راهبردها حاصل می شود.

نتایج

همانطور که بیان شد به منظور تحلیل حساسیت راهبردهای بهینه منتج از روش AHP ، از مدل آماری تری آنتافیلو استفاده شد.بنابراین در ابتدا آنالیز حساسیت معیارها به انجام رسید.بدین منظور مطابق روش تحقیق ابتدا ماتریس تصمیم گیری حاصل شده در چهارچوب روش AHP به منظور ارائه راه حلهای بهینه مد نظر قرار گرفت(جدول۲)

جدول (۲) : ماتریس تصمیم گیری راهبردهای بهینه بیابانزدایی از نظر گروه

اهمیت معیارها(C) ◄ الویت راهبردها(A) ▼	تناسب و سازگاری با محیط زیست (C_1)	تخریب منابع و خسارات محیطی وانسانی (C_2)	منابع انسانی متخصص (C_3)	ابزارهای علمی و تکنولوژی دردسترس (C_4)	زمان (C_5)	الویت نهائی راهبردها (P_i)
	۰/۳۳۶۵	۰/۳۰۷۴	۰/۱۵۷۶	۰/۱۰۹۵	۰/۰۸۹۲	
توسعه واحیاء پوشش گیاهی(A_1)	۰/۲۲۵۷	۰/۱۸۰۵	۰/۲۴۸۸	۰/۲۳۸۷	۰/۲۵۰۹	۰/۲۱۹۲
جلوگیری ازتبدیل وتغییر نامناسب کاربری (A_2)	۰/۲۶۴۳	۰/۲۳۸۳	۰/۱۹۸۳	۰/۱۶۳۵	۰/۱۹۶۰	۰/۲۲۸۸
تغییر الگوی آبیاری واجرا روشهای کم آبخواه(A_3)	۰/۱۶۰۰	۰/۱۵۱۰	۰/۲۰۹۳	۰/۲۵۶۵	۰/۱۶۲۰	۰/۱۷۵۸
کنترل چرای دام(A_4)	۰/۱۵۸۲	۰/۲۲۰۹	۰/۱۶۰۸	۰/۱۷۶۲	۰/۲۲۲۹	۰/۱۸۵۷
تعدیل در برداشت از منابع آب زیرزمین(A_5)	۰/۱۹۱۸	۰/۲۰۹۲	۰/۱۸۲۶	۰/۱۶۳۳	۰/۱۶۸۲	۰/۱۹۰۵

وسپس با تشکیل ماتریس دو بعدی $\delta'_{k,i,j}$(جدول۳) مقادیر عددی ماتریس مذکور را با در نظر گرفتن اعداد ماتریس تصمیم گیری وبا استفاده از رابطه۱و۳بدست آوردیم

جدول (۳) : کمترین درصدتغییردروزن معیارها جهت معکوس سازی اولویت بندی راهبردها

گزینه (راهبرد) Alternative	معیار (Criterion) C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
A_1-A_2	۷۳/۹۰۷۹	۵۴/۰۰۱۳	-۱۲۰/۶۲۱۸	-۱۱۶/۶۲۱	-۱۹۶/۰۷۶۲
A_1-A_3	N/F	N/F	N/F	-۲۲۲۶/۴۸۴	N/F
A_1-A_4	N/F	-۲۶۹/۷۴۶۲	N/F	N/F	N/F
A_1-A_5	N/F	-۳۲۵/۳۰۹۰	N/F	N/F	N/F
A_2-A_3	N/F	N/F	-۳۰۵۷/۲۳۳۵	-۵۲۰/۴۵۶۶	N/F
A_2-A_4	N/F	N/F	N/F	-۳۰۹۹/۲۶۹۴	-۱۷۹۶/۱۸۸۳
A_2-A_5	N/F	-۴۲۸/۱۳۹۲	N/F	N/F	N/F
A_3-A_4	-۱۶۳۴/۴۷۲۵	۴۶/۰۶۳۷	-۱۲۹/۵۰۵۰	-۱۱۲/۶۰۲۷	N/F
A_3-A_5	N/F	۸۳/۰۱۸۸	-۳۴۹/۳۶۵۴	-۱۳۸/۵۳۸۸	N/F
A_4-A_5	۴/۲۴۹۶	-۱۳۳/۴۴۱۷	N/F	-۳۳۹/۸۱۷۳	-۹۸/۲۰۶۳

سپس بااستفاده از رابطه۴ اقدام به برآورد کمترین مقدار قدر مطلق موجود در هر ستون مربوط به هرمعیار کردیم،که این اعداد نمایانگر درجه بحرانی بودن معیارها(D'_k) می باشند.(جدول۴)

جدول (۴) : درجه بحرانی بودن معیارها

علائم	D'_1	D'_2	D'_3	D'_4	D'_5
درجه بحرانی بودن معیار (D'_k)	۴/۲۴۹۶	۴۶/۰۶۳۷	۱۲۰/۶۲۱۸	۱۱۲/۶۰۲۷	۹۸/۲۰۶۳

ودرانتها به منظور محاسبه ضرایب حساسیت معیارها و تعیین حساس ترین معیارمطابق رابطه ۵، عکس درجه بحرانی آن معیاردرنظرگرفته شد و ازآنجا که حساس ترین معیار بزرگترین درجه حساسیت را به خود اختصاص می دهد ، لذا معیارتناسب وسازگاری با محیط زیست (C1) به عنوان حساس ترین معیار با ضریب حساسیت۰/۲۳۵۳ در نظر گرفته شد.(جدول۵)

جدول (۵) : ضرایب حساسیت معیارها

علائم	$Sens(C_1)$	$Sens(C_2)$	$Sens(C_3)$	$Sens(C_4)$	$Sens(C_5)$
ضریب حساسیت معیار $k\ Sens(C_k)$	۰/۲۳۵۳	۰/۰۲۱۷	۰/۰۰۸۳	۰/۰۰۸۹	۰/۰۱۰۲

با مشخص شدن ضرایب حساسیت معیارها وحساس ترین معیار،با استفاده ازرابطه۶مقدارعددی جدیدی معادل ۰/۲۳۲۲برای حساس‌ترین معیاربدست آمدوباتوجه به این مطلب که تغییرایجادشده دروزن حساس‌ترین معیار،لزوم اصلاح سایروزن‌های معیارها رابه همراه خواهد داشت، اقدام به نرمال سازی وزن معیارها از رابطه (۷) شد (جدول ۶).

جدول (۶) : نرمال سازی وزن معیارها

معیار	وزن اولیه	رتبه اولیه	اعمال وزن جدید حساسترین معیار	وزن جدید (نرمال شده)	رتبه جدید
C_1^*	۰/۳۳۶۵	۱	**۰/۳۲۲۲**	۰/۳۲۶۸	۱
C_2	۰/۳۰۷۴	۲	۰/۳۰۷۴	۰/۳۱۱۸	۲
C_3	۰/۱۵۷۶	۳	۰/۱۵۷۶	۰/۱۵۹۸	۳
C_4	۰/۱۰۹۵	۴	۰/۱۰۹۵	۰/۱۱۱۱	۴
C_5	۰/۰۸۹۲	۵	۰/۰۸۹۲	۰/۰۹۰۵	۵
	$\sum=$ ۱		$\sum=$ ۰/۹۸۹۵	$\sum=$ ۱	

*- حساسترین معیار

در اینجا ملاحظه می شود که مقادیر عددی وزن هریک از معیارهادر مقایسه با اوزان اولیه اندکی تغییر یافت ولی همچنان اولویت بندی اولیه معیارها ثابت ملند،بنابراین نتایج اولویت بندی معیارها براساس وزن عددی به دست آمده درمرحله تحلیل حساسیت معیارها به عنوان اولویت نهایی تلقی شد.

پس ازانجام فرایندتحلیل حساسیت معیارها،تحلیل حساسیت راهبردها مدنظرقرارگرفت ودراین راستا همانند مرحله قبل ماتریس تصمیم گیری درAHP (جدول۱)درنظرگرفته شد.سپس با استفاده از رابطه۸و۹،ماتریسi,j,k´ شکل گرفت(جدول ۷)

جدول (۷) : حداقل درصد تغییردرارزش عملکردهرراهبرد(a_{ij})درارتباط باهرمعیار(C_j)جهت تغییرالویت بندی راهبردها

راهبرد Alternative (A_i)	معیار(Criterion)					راهبرد Alternative (A_k)
	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	
A_1	-۱۲/۴۹۴۵	-۱۶/۸۴۲۱	-۲۷/۵۷۲۳	-۴۳/۸۶۲۶	-۵۱/۲۱۵۶	
A_1	۵۳/۷۴۳۹	۷۰/۳۶۰۱	۸۹/۵۴۹۸	N/F	N/F	
A_1	۴۲/۷۵۶	۵۲/۵۲۰۸	۷۶/۰۰۴۸	N/F	N/F	
A_1	۳۵/۹۳۲۶	۴۶/۰۹۴۱	۶۵/۵۹۴۸	۹۲/۵۴۲۹	N/F	**A_2**
A_2	۱۰/۸۹۶۷	۱۳/۴۷۰۴	۲۷/۶۳۴۹	۴۶/۱۱۶۲	۴۷/۲۴۴۹	**A_3**
A_2	۵۶/۵۶۴۵	۶۶/۶۸۰۷	N/F	N/F	N/F	**A_4**
A_2	۴۷/۴۰۸۲	۵۲/۴۱۲۹	N/F	N/F	N/F	**A_5**
A_2	۴۱/۳۵۴۵	۴۷/۷۱۳۰	۹۹/۸۴۸۷	N/F	-۴۹۸/۸۸۸۸	**A_1**
A_2	-۸۶/۰۶۲۵	-۱۰۵/۲۳۱۸	-۱۷۳/۱۰۰۸	-۲۶۳/۵۴۷۸	-۸۳/۴۵۶۸	**A_3**
A_3	-۱۰۴	-۱۲۴/۸۳۴۴	-۲۴۶/۱۰۶	-۴۴۶/۲۷۶۸	-۷۲/۱۶۰۵	**A_4**
A_3	-۱۹	-۲۰/۵۲۹۸	-۳۶/۰۷۲۶	-۴۲/۴۵۵۱	-۱۲۰/۹۸۷۷	**A_5**
A_3	-۲۹/۳۷۵	-۳۱/۳۲۴۵	-۵۰/۶۴۵۰	-۶۷/۷۵۸۳	-۲۵۸/۲۳۲۴	**A_1**
A_4	-۶۵/۰۴۴۲	-۵۷/۹۹۰۰	-۱۵۰/۹۹۵۰	-۲۲۹/۶۲۵۴	-۴۴۲/۴۸۵۷	**A_2**
A_4	-۸۲/۸۰۶۶	-۷۲/۳۸۵۷	-۲۲۲/۶۳۶۸	-۳۷۶/۳۳۳۷	۴۷/۴۲۰۴	**A_3**
A_4	۱۸/۰۱۵۲	۱۵/۱۶۵۲	۳۵/۱۳۶۸	۴۳/۸۱۳۸	-۲۷/۰۹۷۴	**A_5**
A_5	-۸/۸۴۹۶	-۷/۲۴۳۱	-۱۹/۰۹۲۰	-۲۶/۳۹۰۵	-۲۵۱/۳۹۸۰	**A_1**
A_5	-۴۶/۸۷۱۷	-۵۰/۸۱۲۶	-۱۱۲/۸۱۴۹	-۱۹۷/۹۱۷۹	-۴۲۶/۶۶	**A_2**
A_5	-۶۱/۸۸۷۴	-۶۶/۸۲۸۳	-۱۷۲/۱۷۹۶	-۳۲۹/۳۹۳۸	۸۴/۵۹۲۵	**A_3**
	۲۲/۵۲۳۵	۲۳/۰۸۷۹	۴۵/۶۱۸۸	۶۶/۹۹۳۳	۲۸/۸۵۱۹	**A_4**
	۷/۵۵۹۹	۷/۲۶۵۸	۱۶/۵۳۸۹	۲۵/۴۱۳۳		

درادامه درجه بحرانی بودن راهبردهادرارتباط با هرمعیار ازرابطه(۱۱) بدست آمدونتایج حاصله در ماتریس دوبعدی تحت عنوان " درجه بحرانی بودن راهبردها (ij')" وارد شد. (جدول ۸) بر مبنای رابطه (۱۲) راهبرد کنترل چرای دام($A4$) بحرانی ترین راهبرد برآورد شد.

جدول (۸) : درجه بحرانی بودن راهبردها(ij) به درصد

راهبرد (Alternative)	معیار(Criterion)				
	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
	۱۲/۴۹۴۵(A_2)	۱۶/۸۴۲۱(A_2)	۲۷/۵۷۲۳(A_2)	۴۳/۸۶۲۶(A_2)	۵۱/۲۱۵۶(A_2)
A_1	۱۰/۸۹۶۷(A_1)	۱۳/۴۷۰۴(A_1)	۲۷/۶۳۴۹(A_1)	۴۶/۱۱۶۲(A_1)	۴۷/۲۴۴۹(A_1)
A_2	۱۹(A_4)	۲۰/۵۲۹۸(A_4)	۳۶/۰۷۲۶(A_4)	۴۲/۴۹۵۱(A_4)	۷۲/۱۶۰۵(A_4)
A_3	۸/۸۴۹۶(A_5)	**۷/۲۴۳۱(A_5)**	۱۹/۰۹۲۰(A_5)	۲۶/۳۹۰۵(A_5)	۲۷/۰۹۷۴(A_5)
A_4	۷/۵۵۹۹(A_4)	۷/۲۶۵۸(A_4)	۱۶/۵۳۸۹(A_4)	۲۵/۴۱۳۳(A_4)	۲۸/۸۵۱۹(A_4)
A_5					

حال به منظور برآورد ضریب حساسیت بحرانی‌ترین راهبرد، ضریب حساسیت راهبردها از رابطه (۱۳) محاسبه شد(جدول۹) و با توجه به ماتریس مذکور، حساس‌ترین راهبرد،راهبرد کنترل چرای دام (A4) با ضریب حساسیت (۰/۱۳۸)،حساس‌ترین راهبرد درارتباط با معیار C2 بدست آمد

جدول (۹) : ضرایب حساسیت گزینه ها(راهبردها)

راهبرد (Alternative)	معیار(Criterion)				
	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
	۰/۰۸(A_2)	۰/۰۵۹۴(A_2)	۰/۰۳۶۳(A_2)	۰/۰۲۲۸(A_2)	۰/۰۱۹۵(A_2)
A_1	۰/۰۹۱۸(A_1)	۰/۰۷۴۲(A_1)	۰/۰۳۶۲(A_1)	۰/۰۲۱۷(A_1)	۰/۰۲۱۲(A_1)
A_2	۰/۰۵۲۶(A_4)	۰/۰۴۸۷(A_4)	۰/۰۲۷۷(A_4)	۰/۰۲۳۵(A_4)	۰/۰۱۳۸(A_4)
A_3	۰/۱۱۳۰(A_5)	۰/۱۳۸۱(A_5)	۰/۰۵۲۴(A_5)	۰/۰۳۷۹(A_5)	۰/۰۳۶۹(A_5)
A_4	۰/۱۳۲۳(A_4)	۰/۱۳۷۶(A_4)	۰/۰۶۰۵(A_4)	۰/۰۳۹۳(A_4)	۰/۰۳۴۶(A_4)
A_5					

در ادامه با مشخص شدن ضرایب حساسیت راهبردها وحساس‌ترین راهبرد، با استفاده از رابطه (۱۴)، مقدارعددی جدیدی معادل ۰/۲۳۷ ، برای حساس‌ترین راهبرد به دست آمد. دراین مرحله نیز با توجه به این موضوع که تغییر ایجاد شده در وزن حساس‌ترین راهبرد نسبت به معیار مربوطه لزوم اصلاح سایر وزن‌های راهبردهای مربوط به آن معیار را به همراه خواهد داشت، اقدام به نرمال سازی وزن راهبردها شد (جدول ۱۰).

جدول (۱۰) : نرمال سازی وزن راهبردها نسبت به معیارC_2

راهبرد	وزن اولیه	رتبه بندی اولیه	اعمال وزن جدید حساسترین راهبرد	وزن جدید (نرمال شده)	رتبه بندی جدید
A_1	۰/۱۸۰۵	٤	۰/۱۸۰۵	۰/۱۷۷۷	٤
A_2	۰/۲۳۸۳	۱	۰/۲۳۸۳	۰/۲۳٤٥	۱
A_3	۰/۱۵۱۰	۵	۰/۱۵۱۰	۰/۱٤۸٦	۵
A_4^*	۰/۲۲۰۹	۲	**۰/۲۳۷۰**	۰/۲۳۳۳	۲
A_5	۰/۲۰۹۲	۳	۰/۲۰۹۳	۰/۲۰۵۹	۳
	$\sum=$۱		$\sum=$۱/۰۱۶	$\sum=$۱	

*– حساسترین راهبرد

جدول۱۰بیانگراین مطلب است که هر چند مقادیر عددی وزن نهایی هر یک از راهبردها اندکی تغییر کرد،ولی همچنان اولویت بندی راهبردها درارتباط با معیارمربوطه (C2) نسبت به حالت قبل ثابت ماند.

به دنبال تعیین اوزان جدیدمعیارهاوراهبردهابرمبنای حساس‌ترین معیاروراهبردوبه منظورمحاسبه اولویت اصلاح شده یا نهایی راهبردها برای دستیابی به هدف"ارائه راهبردهای مناسب جهت بیابانزدائی" اقدام به تشکیل ماتریس دوبعدی تحت عنوان ماتریس تصمیم گیری اصلاح شده کردیم (جدول۱۱) و معیارهای اصلاح شده حاصل از عملیات نرمال

جدول (۱۱) : ماتریس تصمیم گیری اصلاح شده در AHP

اهمیت معیارها(C) ◄ الویت راهبردها(A) ▼	تناسب و سازگاری با محیط زیست (C_1)	تخریب منابع و خسارات محیطی وانسانی (C_2)	منابع انسانی متخصص (C_3)	ابزارهای علمی و تکنولوژی دردسترس (C_4)	زمان (C_5)	الویت نهائی راهبردها (P_i)
	۰/۳۲۶۸	۰/۳۱۱۸	۰/۱۵۹۸	۰/۱۱۱۱	۰/۰۹۰۵	
توسعه واحیاء پوشش گیاهی(A_1)	۰/۲۲۵۷	۰/۱۷۷۶	۰/۲۴۸۸	۰/۲۳۸۷	۰/۲۵۰۹	۰/۲۱۸۱
جلوگیری ازتبدیل وتغییر نامناسب کاربری (A_2)	۰/۲۶۴۳	۰/۲۳۴۵	۰/۱۹۸۳	۰/۲۶۳۵	۰/۱۹۶۰	۰/۲۲۷۱
تغییر الگوی آبیاری واجرای روشهای کم آبخواه(A_3)	۰/۱۶۰۰	۰/۱۴۸۶	۰/۲۰۹۳	۰/۲۵۶۵	۰/۱۶۲۰	۰/۱۷۵۳
کنترل چرای دام(A_4)	۰/۱۵۸۲	۰/۲۳۳۳	۰/۱۶۰۸	۰/۱۷۶۲	۰/۲۲۲۹	۰/۱۸۹۹
تعدیل در برداشت از منابع آب زیرزمین(A_5)	۰/۱۹۱۸	۰/۲۰۵۹	۰/۱۸۲۶	۰/۱۶۳۳	۰/۱۶۸۲	۰/۱۸۹۴

سازی باتوجه به حساس‌ترین معیار(C1) رادر ردیف افقی ماتریس وراهبردهای اصلاح شده حاصل از عملیات نرمال سازی بادرنظرگرفتن حساس‌ترین راهبرد(A4)نسبت به معیارمربوطه(C2)رادرردیف عمودی واردماتریس کردیم و میانگین موزون هرسطرازماتریس نرمالیزه اصلاح شده رامحاسبه ودرجه ترجیح یاوزن نهایی راهبردها رابدست آوردیم.

جدول ۱۱نمایانگر تغییردروزن اولیه راهبردهامی‌باشد.درعین حال اولویت بندی راهبردها نسبت به حالت قبلی اندکی دچار تغییر شد، بدین صورت که راهبرد تعدیل در برداشت از منابع آب زیرزمینی (A5) با درجه ترجیح (Pi) ۰/۱۹۰۵ دراولویت سوم وراهبردکنترل چرای دام(A4) بادرجه ترجیح۰/۱۸۵۷ دراولویت چهارم قرارداشتند(جدول۲).درصورتی

که پس ازاصلاح اولویت نهایی راهبردهای A4 وA5 جابه‌جا شد وراهبردA4 بادرجه ترجیح ۰/۱۸۹۹ در اولویت نهـایی سوم و راهبرد A5 با درجه ترجیح ۰/۱۸۹۴ در اولویت نهایی چهارم واقع شد(جدول ۱۱).

در عین حال همچنان راهبرد جلوگیری از تبدیل و تغییر نامناسب کاربری اراضی (A2) با درجه ترجیح ۲۲/۷ درصد، مهمترین راهبرد و راهبردهای توسعه و احیای پوشش گیاهی (A1) با درجـه تـرجیح ۲۱/۸ درصـد و کنتـرل چـرای دام (A4) با درجه ترجیح ۱۹ درصد به ترتیب در اولویت‌های بعدی قرار دارند.

بحث ونتیجه گیری

همانطور که در مقدمه بیان شد ، به منظور دستیابی به نتایج صحیح تر ودارای ضریب اطمینـان بیشـتر،اقدام بـه انجـام آنالیز حساسیت بر روی اوزان معیارها وراهبردهای حاصل از فرایند تحلیلی سلسله مراتبی کـردیم.تاضـمن دسـتیابی بـه حساس ترین معیار وراهبرد ازنظرگروه ومحاسبه مقادیر عددی جدید برای آنها ،تغییرات نهایی اولویت راهبردها را مـورد تجزیه وتحلیل قرار داده وراهبردهای نهائی موثر در بیابانزدائی منطقه مطالعاتی رااز نظر اولویت اجرائی مشخص کنیم در این راستا به دلیل نواقصی که نرم افزارECدرآنالیز حساسیت راهبردها دارد،سعی شد ازروش آنتافیلو استفاده شود.بنابراین در ابتدا طی فرایند تحلیلی سلسله مراتبی گروهی،راهبردهای موثر درفرایند بیابانزدائی مورد ارزیابی قرار گرفت وماتریس تصمیم گیری گروهی تشکیل شد(جدول۲)،لازم به اشاره است که فرایند مذکور خارج از بحث مقاله حاظر بـوده لـذا در اینجا به آن پرداخته نشده است.در ادامه،مطابق روش آنتافیلو آنالیز حساسیت بـرروی وزن معیارهـا وراهبردهـای بدسـت آمده از فرایند تحلیلی سلسله مراتبی اعمال شد،ونتایج بدست آمده(جدول۶) نشان داد که هـر چنـد مقـادیر عـددی وزن معیارهادر مقایسه با اوزان اولیه اندکی تغییر یافت ولی همچنان اولویت بندی اولیه معیارها ثابـت مانـد، و معیـار تناسـب وسازگاری بامحیط زیست (C1) باضریب حساسیت ۰/۳۲۲۲ به عنوان حساسترین معیـار همچنـان در اولویـت اول(بـا درجه ترجیح۳۲/۶۸٪) قرار گرفت که نشان از توجـه کارشناسـان مـدیریت منـاطق بیابـانی بـه مسـائل زیسـت محیطـی وچالشهای مطرح درزمینه تخریب محیط زیست می باشد. در عین حال، نتایج آنالیز حساسیت برروی وزن راهبردها نیز بیانگر این مطلب بود که که هرچند مقادیر عددی وزن نهایی هر یک از راهبردها اندکی تغییر کـرد(جـدول ۱۰)در عـین حال اولویت بندی راهبردها درارتباط با معیارمربوطه (C2) نسبت به حالت قبل ثابت ماند.وراهبردکنترل چرای دام(A4) از نظر گروه با ضریب حساسیت ۱۳۸۱/ ،حساس ترین راهبرد،در ارتباط با معیار تخریـب منـابع و خسـارات محیطـی و انسانی(C2) به دست آمد. ولی همچنان راهبرد جلوگیری از تبـدیل وتغییـر نامناسـب کـاربری اراضـی(A2) بـا درجـه ترجیح۲۳/۴۵٪،در اولویت اول از نظرگاه بیابانزدائی قرار گرفـت کـه نشـان ازاهمیـت ایـن راهبـرد دربیابـانزدائی منطقـه مطالعاتی دارد.

در نهایت با تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری اصلاح شده(جدول۱۱) و اعمال اوزان اصلاح شـده معیارهاوراهبردهـا در این ماتریس،و محاسبه میانگین موزون هر سطر از ماتریس نرمالیزه اصلاح شـده،درجه تـرجیح یـا وزن نهـایی راهبردهـا

حاصل شد،نتایج حاصله نمایانگرتغییردروزن اولیه راهبردهامی‌باشد.درعین حال اولویت بندی راهبردها نسبت بـه حالـت قبلی اندکی دچار تغییر شد، به طوری که اولویت بندی راهبردهای تعـدیل در برداشـت از منـابع آب زیرزمینـی (A5) و کنترل چرای دام (A4) حاصل از عملیات تحلیل حساسیت ، نسبت به نتایج اولیـه حاصـل از مـاتریس تصـمیم گیـری ،جابه جا شد. در عین حال همچنان همانند نتایج گذشته،راهبرد جلوگیری از تبـدیل و تغییـر نامناسـب کـاربری اراضـی (A2) با درجه ترجیح ۲۲/۷ درصد، مهمترین راهبرد و راهبردهای توسعه و احیای پوشش گیاهی (A1) با درجه ترجیح ۲۱/۸ درصد و کنترل چرای دام (A4) با درجه ترجیح ۱۹ درصد به ترتیب در اولویت‌های بعدی قرار گرفتند. لذا نتیجـه می‌شود که به ترتیب با اجرای راهبردهای دوم، اول و چهارم می‌توان به میزان ۷۰ درصد از بیابانی شـدن اراضـی منطقـه جلوگیری و نسبت به احیای اراضی تخریب یافته اقدام کرد.

منابع:

۱- آذر،عادل(۱۳۸۳)،تحقیق در عملیات، انتشارات مؤسسه نشر علوم نوین،چاپ سوم

۲- احمدی ، حسن،(۱۳۸۴)، ئومرفولوزی کاربردی، جلد۲، بیابان وفرسایش بادی،انتشارات دانشگاه تهران

۳- مهرگان ، محمد رضا(۱۳۷۹)،پژوهش در عملیات،انتشارات مرکز خدمات فرهنگی سالکان

4- Armacost,R.Land Hosseini,J.C(1994)Identification of determinant attributes using the analytic hierarchy process.Jornal of the Academy of Marketing Science,22(4),383-392

5- Barron ,H,&Schmidt,C.P.(1988) Sensitivity analysis of additive multi-attribute value models.Operations Research,36(1),122-127

6- Masuda,T.(1990). Hierarchical Sensitivity analysis of the priorities used in Analytical Heirarchy Process,Systems Science,21(2),415-427

7- Rios Insua,D(1990)Sensitivity analysis in multi-objective decision making ,Lecture Notes in Economics and Mathematicaal System,Berlin, Germany: Springer-Verlag

8- Triantaphyllou,E and Sanchez, A(1997),a sensitivity analysis approach for deterministic multi-criteria decision making methods,decision sciences,vol 28, No1

9- Von Winterfeldt,D.,&Edwards ,W.(1986) Decision analysis and behavioral research. Cambridge:Cambridge University Press

10- Watson,S.,&Buede,D(1987)Decision synthesis.Cambridge:Cambridge University Press

11- Wendel, R.E(1992) Sensitivity analysis revisited and extended,Decision Sciences,23,1127-1142

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی