

اولویت بندی عوامل مؤثر بر گردوغبار با استفاده از مدل DPSIR و روش های تصمیم گیری در شهرستان ریگان، استان کرمان

مینا بهنود^۱، مریم مروتی^{۲*}، محمدجواد قانعی بافقی^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۳/۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۶/۵

چکیده

گردوغبار محلی ناشی از فرسایش بادی از جمله بلایای طبیعی است که عمدتاً در مناطق خشک و نیمه خشک ایران مرکزی مشاهده می شود و معمولاً علت آن علاوه بر شرایط طبیعی حاکم، عدم مدیریت معقول روی منابع خاک است. هدف از این پژوهش، بررسی عوامل مؤثر بر گردوغبار محلی با استفاده از مدل DPSIR و اولویت بندی راهکارهای ارائه شده با استفاده از تکنیک AHP و TOPSIS می باشد. گام اول بر اساس مرور منابع و بازدید میدانی از منطقه چرخه علت معلولی گردوغبار بسته شد و در گام دوم با استفاده از روش سلسله مراتبی معیارها و شاخص های مشخص شده به وسیله پرسش نامه توسط خبرگان تأیید و در نرم افزار اکسپرت چویس وزن دهی و در نهایت راهکارهای ارائه شده در روش TOPSIS رتبه بندی گردید. معیارهای انتخاب شده بر اساس مدل DPSIR هستند که به ترتیب ۴ معیار اصلی نیرو محرکه، فشار، وضعیت و اثرات است. نتایج اوزان های به دست آمده در نرم افزار اکسپرت چویس به ترتیب عبارت اند از: نیرو محرکه (۰/۳۹۷)، فشار (۰/۲۷۵)، وضعیت (۰/۱۸۶) و اثرات (۰/۱۶۰) و همچنین از میان ۳۳ شاخص شناسایی شده، سه شاخص رشد جمعیت (۰/۰۷۵)، افزایش تقاضای آب (۰/۰۶۷) و شاخص محیط زیست (۰/۰۵۹) به ترتیب در رده یک تا سه قرار گرفتند. رتبه بندی پاسخ ها بر اساس نتایج روش TOPSIS مدیریت منابع آبی (۰/۵۹۲)، جلوگیری از سدسازی (۰/۵۷۵) و ریگ پاشی (۰/۷۵) بوده که به ترتیب رتبه اول تا سوم را به دست آوردند. نتایج نشان داد که مدیریت صحیح منابع آبی در حوزه های مختلف و بهره گیری از عناصر طبیعت برای حفظ آن از اهمیت بالایی در منطقه برخوردارند.

کلیدواژه ها: بلایای طبیعی، نیروی محرکه، فشار، وضعیت، اثرات.

۱. کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران.

۲. استادیار گروه علوم و مهندسی محیط زیست، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران.

عضو پژوهشکده گیاهان دارویی و صنعتی، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران، نویسنده مسئول، mymorovati@ardakan.ac.ir

۳. استادیار گروه مهندسی طبیعت، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران.

مقدمه

فرسایش بادی و گردوغبار ناشی از آن باعث تضعیف خاک و کاهش میزان مواد مغذی آن می‌شود (چپیل^۱ و همکاران، ۲۰۱۸) و یک روند مهم تخریب خاک در محیط‌های خشک و فراخشک به حساب می‌آید (اورو^۲ و همکاران، ۲۰۱۶). فرسایش بادی یکی از پدیده‌های مخرب است که به‌عنوان تهدید جدی برای بقای بشر به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان محسوب می‌شود (محمودآبادی و رجب‌پور، ۲۰۱۷، عباس‌نژاد و ذهاب‌ناظوری، ۲۰۱۲). یکی از مهم‌ترین بحران‌های محیط‌زیستی در مناطق خشک و نیمه‌خشک، پدیده مخرب بیابان‌زایی و فرسایش بادی است که وقوع طوفان‌های گردوغبار و حرکت ریزگردها از پیامدهای آن به‌شمار می‌آید (شهناز و همکاران، ۲۰۱۷). قطعاً طوفان‌های گردوغبار دارای تبعات اجتماعی و اقتصادی مخربی برای انسان است؛ از جمله تشدید روند مهاجرت افراد به‌ویژه نخبه و متخصص در مناطق متأثر از گردوغبار، بیکاری با کاهش درآمد در مشاغل مختلف شهری و روستایی، کاهش تولیدات کشاورزی، رکود گردشگری، اختلال در حمل و نقل، تعطیلی مراکز آموزشی و تفریحی (خالدی، ۲۰۱۳). طوفان‌های گردوغبار اثرات مضر بر سلامت و اقتصاد جامعه و تغییر اقلیم دارد و شناخت ماهیت، منشأ و اثرات طوفان‌های گردوغباری در تعیین روش‌های کنترل آن نقش بسزایی دارد (شاهسونی و همکاران، ۲۰۱۰). آگاهی داشتن و شناخت از وضعیت اقلیمی مناطق کشور به توسعه پایدار در کشور کمک شایانی می‌کند؛ زیرا فرسایش بادی معمولاً در اثر اعمال مدیریت نامعقول روی منابع خاک و سرزمین مانند تشدید عملیات زراعی، چرای مفرط، تخریب جنگل و منابع آب به وجود می‌آید (حنیف‌پور و همکاران، ۲۰۱۷). بیش از ۲۰ میلیون هکتار از ایران تحت‌تأثیر فرسایش بادی قرار دارد (امین و تقی‌زاده، ۲۰۱۶). چهارچوب DPSIR^۳ در اواخر دهه ۱۹۹۰ توسعه‌یافته مدل PSR (فشار، وضعیت و پاسخ) توسط سازمان همکاری توسعه اقتصادی (OECD)^۴ به

اضافه مدل DSR (نیروی محرکه، وضعیت و پاسخ) سازمان ملل متحد است (تسچرنینگ^۵ و همکاران، ۲۰۱۲؛ اسوارستاد^۶ و همکاران، ۲۰۱۲) و در سال ۱۹۹۵ برای اولین بار توسط آژانس محیط‌زیست اروپا (EEA)^۷، به‌عنوان ابزار سازمان‌دهی شاخص‌ها برای تصمیم‌گیرندگان مورد حمایت و استفاده قرار گرفت (ماکسین^۸ و همکاران، ۲۰۰۹؛ تسچرنینگ و همکاران، ۲۰۱۲؛ گری^۹ و همکاران، ۲۰۱۵) و همچنین چهارچوبی برای ارزیابی علل - پیامدها و واکنش‌ها برای تغییر در یک راه جامع است (اتکینز^{۱۰} و همکاران، ۲۰۱۱). یکی از روش‌های وزن‌دهی، روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)^{۱۱} می‌باشد که بیش از سایر روش‌ها در علم مدیریت مورد استفاده قرار گرفته است. فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی منعکس‌کننده رفتار طبیعی و تفکر انسانی است. این تکنیک، مسائل پیچیده را بر اساس آثار متقابل آن‌ها مورد بررسی قرار می‌دهد و آن‌ها را به شکلی ساده تبدیل کرده و به حل آن می‌پردازد. در این روش، مقایسات وزنی هریک از فاکتورها را در راستای گزینه‌های رقیب مورد ارزیابی در تصمیم نشان می‌دهد. در نهایت منطق فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی به‌گونه‌ای ماتریس‌های حاصل از مقایسات زوجی را با یکدیگر تلفیق می‌سازد که تصمیم بهینه حاصل آید. مقایسه زوجی و ارجحیت یک گزینه یا عامل نسبت به خودش مساوی با یک است. لذا اصل معکوس بودن یک عامل نسبت به دیگری و ارجحیت یک (اهمیت یکسان) برای یک عامل یا گزینه نسبت به خودش، دو خاصیت اصلی ماتریس مقایسه‌ای دوجه‌دویی در فرایند AHP هستند (عطایی، ۲۰۱۰). TOPSIS^{۱۲} تکنیکی برای مرتب کردن ترجیحات با توجه به شباهتشان به راه‌حل ایدئال است. در واقع روش اولویت‌بندی بر اساس نزدیکی به راه‌حل ایدئال است. این روش توسط هوانگ و یون ایجاد شد که روشی معروف برای مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره است. در این روش، راه‌حل

5. Tscherning

6. Svarstad

7. European Economic Area

8. Maxin

9. Gari

10. Atkins

11. Analytical Hierarchy Process

12. Technique for Orther Preference by Similarity to Ideal Solution

1. Chappell

2. Oro

3. Driving forces, Pressures, State, Impacts, Responses

4. Organisation for Economic CO-operation and Development

اولویت آن‌ها نسبت به یکدیگر مشخص شد. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد عواملی نظیر توسعه و بهبود حمل‌ونقل عمومی، بهبود کیفیت سوخت، بهبود استانداردهای انتشار خودرو، بررسی خودروها و در نهایت مدیریت ترافیک شهری، به ترتیب به‌عنوان گام‌های عملی برای کنترل و کاهش آلودگی هوا می‌تواند مؤثر باشد. شو-دونگ^۳ و همکاران (۲۰۱۳) به ارزیابی توسعه پایدار کشاورزی بر اساس مدل DPSIR در منطقه جیانگسو در چین پرداختند. در این مطالعه، با استفاده از مدل DPSIR ارتباط بین فعالیت‌های انسانی با محیط‌زیست را با اتخاذ معیارهای توسعه پایدار ارزیابی کردند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد با افزایش جمعیت و تقاضای زمین برای کشاورزی و مشکلات ناشی از آن (آلودگی آب) بدون در نظر گرفتن مسائل زیست‌محیطی، بازدهی توان محیط کاهش می‌یابد.

با توجه به اینکه پدیده گردوغبار آثار متفاوتی بر جنبه‌های مختلف محیط‌زیست از جمله هوا، گیاه، جانوران و سلامت انسان و جنبه‌های اقتصادی و اجتماعی دارد (غفاری و مصطفی‌زاده، ۲۰۱۵)، هدف از این پژوهش، بررسی عوامل مؤثر بر این پدیده با استفاده از چهارچوب DPSIR و اولویت‌بندی معیارها و شاخص‌های مشخص‌شده با استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری AHP و TOPSIS در منطقه ریگان است.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مورد مطالعه

شهرستان ریگان با وسعتی حدود ۲۰۰۰ هکتار در فاصله ۳۰۰ کیلومتری جنوب کرمان واقع شده است. منطقه ریگان از شمال به شهرستان فهرج و نورماشیر و از جنوب رودبار، شرق به استان سیستان و بلوچستان و از غرب به شهرستان بم و عنبرآباد محدود می‌شود. در واقع در مرز دو استان کرمان و سیستان و بلوچستان قرار دارد (اداره محیط‌زیست ریگان، ۲۰۱۸). در سیستم مرکاتور متقاطع جهانی دارای چهار گوشه با مختصات ۳۱۷۳۸۳۳ متر شمالی و ۷۲۴۱۵۰ متر شرقی، ۳۱۷۱۶۱۸ متر شمالی و ۷۲۴۱۵۰ متر شرقی، ۳۱۶۷۹۴۴۹ متر شمالی و ۷۲۷۰۳۷ متر شرقی، ۳۱۷۰۱۶۳ متر شمالی و

ایدئال مثبت (PIS)^۱ و راه‌حل ایدئال منفی (NIS)^۲ در نظر گرفته شده و مقدار فاصله گزینه‌ها از آن‌ها تعیین می‌شود (میرزایی و همکاران، ۲۰۱۴). از جمله مطالعاتی که انجام شده می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

شاهسونی و همکاران (۲۰۱۰) در مطالعه‌ای، آثار و پیامدهای زیست‌محیطی گردوغبار را بررسی کردند. در این بررسی، به عوامل ایجادکننده گردوغبار و اثرات آن بر محیط‌زیست، سلامت، اقتصاد و همچنین روش‌های منشأیابی و کنترل طوفان‌های گردوغباری پرداخته شده است. نتیجه تحقیقشان نشان داد ذرات تولیدشده گردوغبار تا ارتفاع ۶km مسدود و تا مسافت ۶۰۰۰km انتقال می‌یابد و دید افقی را به ۱۰^۴m تا ۱۰^۳ کاهش می‌دهند.

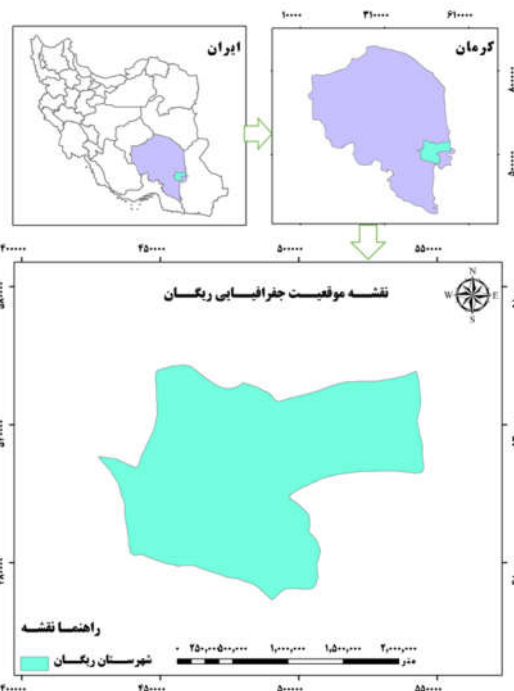
در مطالعه‌ای دیگر، صالحی و زبردست (۲۰۱۶) با استفاده از کاربرد چهارچوب نیروی محرکه، فشار، وضعیت، اثر و پاسخ (DPSIR) به ارزیابی یکپارچه محیط‌زیست از تغییرات آب‌وهوایی در شهر تهران پرداختند. تغییر آب‌وهوا یک مسئله پیچیده است که بسیاری از عوامل نقش مهمی در شکل‌گیری و توزیع آن دارند. آن‌ها با توجه به این موضوع برای درک بهتر و مدیریت این عوامل از چهارچوب یکپارچه و سیستماتیک DPSIR به‌منظور شناسایی علل و ارائه راه‌حل‌های مناسب استفاده کردند. آن‌ها با استفاده از این چهارچوب جنبه‌های مختلف وضعیت آب‌وهوایی تهران را مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند و در نهایت راهکارهای کنترل تغییر اقلیم ارائه شد.

محمدی‌زاده و همکاران (۲۰۱۶) در مطالعه‌ای از مدل ترکیبی DPSIR و FAHP برای مدیریت یکپارچه محیط‌زیست و کنترل آلودگی هوا در شهر تهران استفاده کردند. آن‌ها از تکنیک فرایند سلسله‌مراتبی برای پاسخ به اولویت‌های نیروهای محرکه، فشار، وضعیت و اثرات استفاده کردند. در این تحقیق، وضعیت حمل‌ونقل شهری در تهران و تعدادی از مسائل لازم برای برنامه‌ریزی استراتژیک برای کاهش آلودگی هوای محلی ارزیابی و اولویت‌بندی شدند و پاسخ به بهبود عوامل محرک، فشار، وضعیت فعلی و تأثیرات موجود مورد بررسی و به‌صورت سلسله‌مراتبی مقایسه شدند و در نهایت

1. Positive Ideal Solution
2. Negative Ideal Solution

۷۲۲۵۵۴ متر شرقی و در قاج ۴۰' شمالی قرار دارد (مروج، ۲۰۱۷).

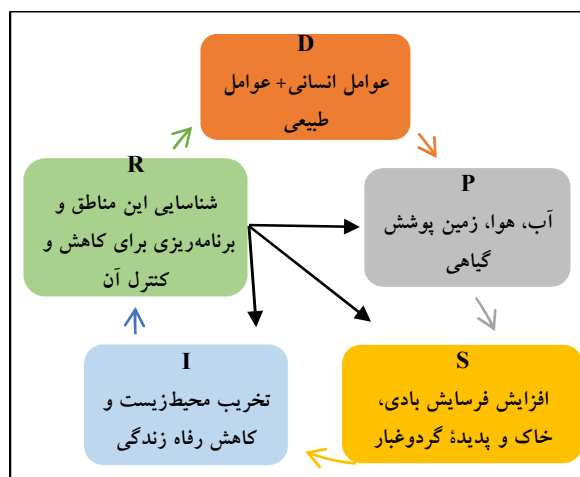
محیطزیست، بهره‌برداری از منابع آب، افزایش بیماری، افزایش مهاجرت، کاهش رفاه اجتماعی، تخریب محصولات کشاورزی، تخریب خاک، آلودگی هوا؛ شاخص‌های معیار اثرات عبارت‌اند از: از بین رفتن زیبایی‌های شهر، خالی شدن روستاها از سکنه، افزایش انواع بیماری‌های تنفسی، از بین رفتن منابع طبیعی، مهاجرت افراد متخصص، تغییر سیمای سرزمین، افزایش ذرات معلق هوا، خشکسالی، کاهش بازدهی محصولات کشاورزی. گام دوم مقایسات زوجی معیارها و شاخص‌ها بر اساس طیف ارزش‌گذاری (جدول ۱) انجام گرفت. سپس با استفاده از روش AHP در نرم‌افزار اکسپرت چویس وزن‌دهی و در نهایت راهکارهای ارائه‌شده در روش TOPSIS رتبه‌بندی شدند.



شکل (۱): نقشه منطقه مورد مطالعه
Figure (1): Map of the study area

روش پژوهش

در این تحقیق، در گام اول با استفاده از چهارچوب DPSIR چرخه علت‌معلولی فرسایش بادی بر اساس مرور منابع و بازدید میدانی از منطقه (شکل ۲) بسته شد. معیارها و شاخص‌های مشخص‌شده به وسیله پرسشنامه به تأیید خبرگان (در اداره‌های محیطزیست، منابع طبیعی، جهاد کشاورزی، بهداشت محیط، برنامه‌ریزی شهری و استاد دانشگاه) رسید و پایایی آن در نرم‌افزار SPSS سنجیده شد. معیارهای انتخاب‌شده همان چهار عنصر اصلی مدل DPSIR هستند که عبارت‌اند از: نیروی محرکه، فشار، وضعیت و اثر که هر یک از آنها چند شاخص دارند. شاخص‌های معیار نیروی محرکه عبارت‌اند از: رشد جمعیت، مهاجرت به داخل، کاربری اراضی، مدیریت منابع طبیعی، افزایش تقاضای آب، سطح آگاهی مردم، توسعه شهری؛ شاخص‌های معیار فشار عبارت‌اند از: سلامت، امنیت، مهاجرت، وضعیت اشتغال، وضعیت درآمد، سرمایه‌گذاری، کشاورزی، محیطزیست؛ شاخص‌های معیار وضعیت عبارت‌اند از: تغییر کاربری اراضی، تخریب



شکل (۲): چرخه DPSIR گردوغبار در منطقه ریگان
Figure (2): DPSIR cycle of dust in the Rigan district

جدول (۱): ارزش‌گذاری شاخص‌ها طیف ۹ تایی نسبت به هم با روش AHP (ساتی، ۲۰۰۰)

مقدار عددی	کیفی
۱	اهمیت یکسان
۳	نسبتاً ارجح
۵	ترجیح زیاد
۷	ترجیح خیلی زیاد
۹	ترجیح فوق‌العاده
۲,۴,۶,۸	ارزش بینابینی
	معکوس

تعیین وزن «عناصر تصمیم» نسبت به هم، از طریق

میسر نبوده و باید با به‌کارگیری نرخ سازگاری به این اعتماد دست یافت. تجربه نشان داده است که اگر نرخ ناسازگاری کمتر از ۰/۱۰ باشد، سازگاری مقایسات قابل قبول بوده و در غیر این صورت مقایسه‌ها باید تجدیدنظر شود. قدم‌های زیر برای محاسبه نرخ ناسازگاری به کار گرفته می‌شود:

گام ۱. محاسبه بردار مجموع وزنی: ماتریس مقایسات زوجی در بردار ستونی «وزن نسبی» ضرب می‌شود؛ بردار حاصل بردار مجموع وزنی^۲ نامیده می‌شود.

گام ۲. محاسبه بردار سازگاری: عناصر بردار مجموع وزنی بر بردار اولویت نسبی تقسیم می‌شود. بردار حاصل بردار سازگاری^۳ نامیده می‌شود.

گام ۳. به‌دست‌آوردن λ_{max} ، میانگین عناصر برداری سازگاری λ_{max} را به دست می‌دهد.

گام ۴. محاسبه شاخص سازگاری: شاخص سازگاری به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (3)$$

n عبارت است از تعداد گزینه‌های موجود در مسئله

λ_{max} = بزرگ‌ترین مقدار ویژه

CI = شاخص سازگاری

گام ۵. محاسبه نسبت سازگاری: نسبت سازگاری از تقسیم شاخص سازگاری بر شاخص تصادفی^۴ به دست می‌آید (رابطه ۴).

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (4)$$

CI = شاخص سازگاری

RI = شاخص تصادفی

CR = سازگاری تصادفی

نسبت سازگاری ۰/۱ یا کمتر سازگاری در مقایسات را بیان می‌کند.

شاخص سازگاری تصادفی از جدول استاندارد ساعتی (جدول ۲) استخراج می‌شود.

مجموعه‌ای از محاسبات عددی است. مجموع اعداد هر ستون از ماتریس مقایسات زوجی را محاسبه کرده، سپس هر عنصر ستون بر مجموع اعداد آن ستون تقسیم می‌شود. ماتریس جدیدی که بدین صورت به دست می‌آید (رابطه ۱)، «ماتریس مقایسات نرمال‌شده» نامیده می‌شود.

$$rij = \frac{aij}{\sum aij} \quad (1)$$

rij = درایه ماتریس نرمال‌شده

aij = درایه ماتریس مقایسه زوجی

$\sum aij$ = مجموع اعداد هر ستون

میانگین اعداد هر سطر از ماتریس مقایسات نرمال‌شده محاسبه می‌شود (رابطه ۲). این میانگین، وزن نسبی عناصر تصمیم با سطرهای ماتریس را ارائه می‌کند.

$$Wi = \frac{\sum_{i=1}^n rij}{n} \quad (2)$$

Wi = میانگین وزن گزینه مورد نظر

$\sum rij$ = درایه ماتریس نرمالیزه‌شده به‌ازای گزینه نام و

شاخص نام

n = تعداد سطر

تقریباً تمامی محاسبات مربوط به فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی بر اساس قضاوت اولیه تصمیم‌گیرنده که در قالب ماتریس مقایسات زوجی ظاهر می‌شود، صورت می‌پذیرد و هر گونه خطا و ناسازگاری در مقایسه و تعیین اهمیت بین گزینه‌ها و شاخص‌ها نتیجه نهایی به‌دست‌آمده از محاسبات را مخدوش می‌سازد. نرخ ناسازگاری^۱ وسیله‌ای است که سازگاری را مشخص ساخته و نشان می‌دهد که تا چه حد می‌توان به اولویت‌های حاصل از مقایسات اعتماد کرد. برای مثال اگر گزینه A نسبت به B مهم‌تر (ارزش ترجیحی ۵) و B نسبت به C نسبتاً مهم‌تر (ارزش ترجیحی ۳) باشد، آنگاه باید انتظار داشت A نسبت به C خیلی مهم‌تر (ارزش ترجیحی ۷ یا بیشتر) ارزیابی شود یا اگر ارزش ترجیحی A نسبت به B، ۲ و B نسبت به C، ۳ باشد آنگاه ارزش A نسبت به C باید ارزش ترجیحی ۴ را ارائه کند. شاید مقایسه دو گزینه امری ساده باشد، اما وقتی که تعداد مقایسات افزایش یابد اطمینان از سازگاری مقایسات به‌راحتی

2. Weighted sum Vector= WSV

3. Consistency Index = CI

4. Random Index = RI

1. Inconsistency Ratio (I.R)

جدول (۴): پاسخ‌هایی اجرایی به وضع موجود در منطقه مورد مطالعه
Table (4): Executive responses to the current situation in the study area

پاسخ‌های اجرایی شده در منطقه
مالج پاشی (سطح حدود ۱۴۵۰۰ هکتار)
عملیات نهال کاری (سطح ۴۷۲۸۰ هکتار)
احداث تله رسوب گیر (به طول ۲۰ کیلومتر)
بادشکن بیولوژیک (سطح ۲۳۰۰ هکتار)

جدول (۴) نشان‌دهنده پاسخ‌هایی است که کارشناسان اداره منابع طبیعی ریگان تاکنون در منطقه اجرایی کرده‌اند، اما آنچه باعث بحرانی شدن منطقه شده است عدم هماهنگی بین سازمان‌ها، ادارات مربوط و عدم مدیریت صحیح در منطقه است. همچنین در منطقه در کنار پدیده فرسایش بادی و پدیده گردوغبار، شاهد پدیده خشکسالی نیز هستیم و سالانه به جای کاهش فرسایش بادی و پدیده گردوغبار، شاهد افزایش بیابان‌زایی هستیم.

جدول (۵): پاسخ‌های کلیدی و بلندمدت به وضع موجود منطقه
Table (5): Key and long-term responses to the current situation of the study area

مدیریت صحیح منابع آبی	R
نهال کاری	
عدم استفاده از الگوهای ناکارآمد و نادرست به خصوص در بخش کشاورزی	
اجرای قوانین موجود در رابطه با حفظ محیط‌زیست و منابع طبیعی (جلوگیری از چرای مفروط دام)	
جلوگیری از سدسازی در منطقه	
آموزش مردم در ارتباط با مسائل محیط‌زیست و موظف دانستن خود در حفظ آن	
ریگ‌پاشی (بهره‌گیری از عناصر طبیعت)	
افزایش بادشکن بیولوژیکی	
احداث تله رسوب گیر	

جدول (۵) بیان‌کننده پاسخ‌هایی کلیدی و بلندمدت است که بر اساس چرخه DPSIR و نظر متخصصان مربوط برای منطقه بیان شده و نشان‌دهنده استفاده از کارشناسان و متخصصان به‌روز در حوزه‌های مختلف و ایجاد هماهنگی بین ارگان‌ها و همچنین بالا بردن سطح آگاهی مردم از مسائل محیط‌زیستی و موظف نمودن آن‌ها در حفظ محیط‌زیست است. قطعاً از بین رفتن محیط‌زیست به شرایط زندگی خود افراد ساکن در منطقه آسیب می‌رساند.

جدول (۲): شاخص سازگاری تصادفی (RI) (ساعتی، ۲۰۰۰)
Table (2): Random consistency Index (RI) (Saaty, 2000)

RI	N
۰	۲
۰/۵۸	۳
۰/۹	۴
۱/۱۲	۵
۱/۲۴	۶
۱/۳۲	۷
۱/۴۱	۸
۱/۴۵	۹
۱/۴۹	۱۰
۱/۵۱	۱۱
۱/۴۸	۱۲
۱/۵۶	۱۳
۱/۵۷	۱۴
۱/۵۹	۱۵

در نهایت برای اولویت‌بندی راهکارهایی (گزینه‌ها) که بر اساس چرخه DPSIR و نظر متخصصان مربوط برای منطقه به دست آمد، از روش TOPSIS استفاده شد. در واقع این روش اولویت‌بندی بر اساس نزدیکی به راه‌حل ایدئال است (قدسی‌پور، ۲۰۱۶).

نتایج

داده‌های به‌دست‌آمده از پرسشنامه به‌کمک نرم‌افزار آماری SPSS میزان ضریب پایایی با روش آلفای کرونباخ طبق جدول (۳) محاسبه شد.

جدول (۳): مقدار آلفای کرونباخ پرسشنامه

Table (3): Cronbach's alpha for the questionnaire

متغیر	تعداد سؤالات	آلفای کرونباخ	نتیجه آزمون
نیرو محرکه	۷	۰/۸۶۶	تأیید
فشار	۸	۰/۸۳۶	تأیید
وضعیت	۹	۰/۸۲۸	تأیید
اثرات	۹	۰/۸۱۲	تأیید
کل پرسشنامه	۳۳	۰/۸۴۳	تأیید

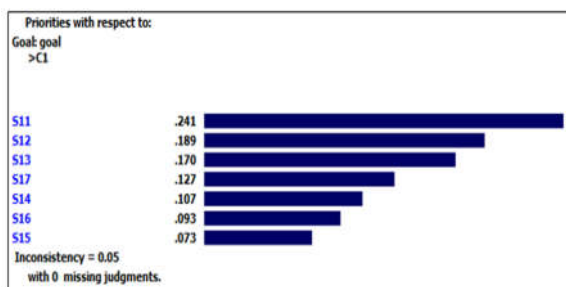
با توجه به جدول (۳)، مقدار آلفای کرونباخ به‌دست‌آمده برای این پرسشنامه ۰/۸۴۳ است. این عدد نشان‌دهنده این است که پرسشنامه از پایایی مناسبی برخوردار بوده است.

جدول (۷): مقایسه زوجی شاخص‌های نیروی محرکه (نرخ ناسازگاری: ۰/۰۵)

Table (7): Paired comparison of driving force indices (inconsistency rate: 0.05)

	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17
S11		۱/۲۵۵	۲/۳۵۱	۳/۲۴۱	۱/۸۷۵	۲/۵۴۱	۱/۴۴۲
S12			۱/۶۵۲	۲/۱۴۲	۱/۴۱۱	۲/۳۲۰	۱/۴۷۱
S13				۲/۲۵۱	۳/۲۵۱	۱/۴۷۲	۱/۹۸۲
S14					۲/۳۵۲	۱/۴۱۲	۱/۱۲۲
S15						۰/۴۴۴	۰/۵۳۴
S16							۰/۴۷۱
S17							

وزن شاخص‌ها نیز در شکل (۴) ارائه شده است.



شکل (۴): وزن شاخص‌های نیروی محرکه

Figure (4): Weight of driving force indices

با توجه به شکل (۴)، توسعه شهری (S11) با وزن ۰/۲۴۱ رتبه اول، رشد جمعیت (S12) با وزن ۰/۱۸۹ رتبه دوم و افزایش تقاضای آب (S13) با وزن ۰/۱۷۰ رتبه سوم، کاربری اراضی (S17) با وزن ۰/۱۲۷ رتبه چهارم، سطح آگاهی مردم (S14) با وزن ۰/۱۰۷ رتبه پنجم، مدیریت منابع طبیعی (S16) با وزن ۰/۰۹۳ رتبه ششم و مهاجرت به داخل (S15) با وزن ۰/۰۷۳ را در بین شاخص‌های نیروی محرکه کسب کرده‌اند.

۳. مقایسه زوجی شاخص‌های فشار

معیار فشار دارای هشت شاخص است که مقایسه زوجی ادغامی آن‌ها در جدول (۸) آورده شده است.

جدول (۸): مقایسه زوجی شاخص‌های فشار (نرخ ناسازگاری: ۰/۰۸)

Table (8): Paired comparison of pressure indices (inconsistency rate: 0.08)

	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28
S21		۳/۲۵۱	۱/۷۴۵	۲/۵۵۱	۱/۶۵۵	۲/۳۲۱	۱/۸۷۲	۲/۳۶۲
S22			۳/۲۵۱	۴/۳۲۱	۱/۷۵۱	۳/۲۵۵	۱/۷۵۱	۲/۳۶۲
S23				۱/۵۷۲	۱/۳۵۵	۱/۰۱۲	۲/۲۵۱	۴/۲۲۱
S24					۰/۳۷۷	۰/۳۰۸	۰/۵۰۴	۲/۲۵۱
S25						۲/۳۵۱	۳/۲۵۱	۱/۸۷۲
S26							۱/۶۵۲	۲/۱۲۴
S27								۲/۰۱۲
S28								

۱. مقایسه زوجی معیارها نسبت به هدف

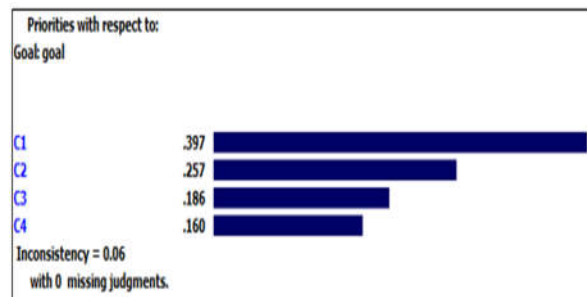
این پژوهش شامل چهار معیار اصلی است که مقایسات زوجی ادغام‌شده آن‌ها در جدول (۶) آورده شده است. نرخ ناسازگاری این مقایسات زوجی ۰/۰۰۶ شده است و چون کمتر از ۰/۱ است، نشان‌دهنده سازگاری قابل قبول است.

جدول (۶): مقایسه زوجی معیارها نسبت به هدف (نرخ ناسازگاری: ۰/۰۰۶)

Table (6): Paired comparison between the criteria (inconsistency rate: 0.06)

	C1	C2	C3	C4
C1		۲/۲۵۲	۲/۱۲۵	۱/۷۵۴
C2			۲/۱۲۲	۱/۵
C3				۱/۷۵۵
C4				

بعد از وارد کردن مقایسات زوجی در نرم‌افزار اکسپرت چویس وزن معیارها محاسبه گردید که در شکل (۳) ارائه شده است.



شکل (۳): وزن معیارها

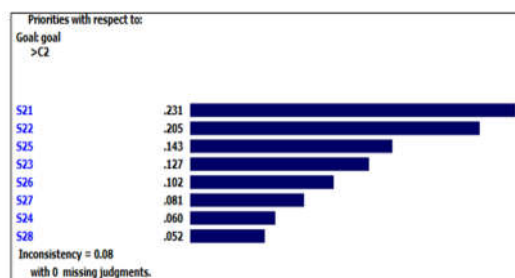
Figure (3): Weight of criteria

با توجه به شکل (۳)، معیار نیروی محرکه (C1) با وزن ۰/۳۹۷ رتبه اول، فشار (C2) با وزن ۰/۲۵۷ رتبه دوم، وضعیت (C3) با وزن ۰/۱۸۶ رتبه سوم و معیار اثرات (C4) با وزن ۰/۱۶۰ رتبه چهارم را کسب کرده است.

۲. مقایسه زوجی شاخص‌های نیروی محرکه

معیار نیروی محرکه دارای هفت شاخص است که مقایسه زوجی ادغامی آن‌ها در جدول (۷) آورده شده است.

وزن شاخص‌ها نیز به صورت زیر است:



شکل (۵): وزن شاخص‌های فشار

Figure (6): Weight of Pressure indices

با توجه به شکل (۵)، محیط‌زیست (S21) با وزن ۰/۲۳۱ رتبه اول، کشاورزی (S22) با وزن ۰/۲۰۵ رتبه دوم، سرمایه‌گذاری (S25) با وزن ۰/۱۴۳ رتبه سوم، امنیت (S23) با وزن ۰/۱۲۷ رتبه چهارم، وضعیت اشتغال (S26) با وزن ۰/۱۰۲ رتبه پنجم، وضعیت درآمد (S27) با وزن ۰/۰۸۱ رتبه ششم، سلامت (S24) با وزن ۰/۰۸۰ رتبه هفتم و مهاجرت (S28) با وزن ۰/۰۵۲ رتبه هشتم را در بین شاخص‌های فشار کسب کرده است.

۴. مقایسه زوجی شاخص‌های وضعیت

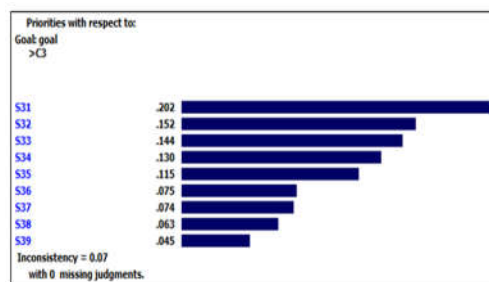
معیار وضعیت دارای نه شاخص است که مقایسه زوجی ادغامی آن‌ها در جدول (۹) آورده شده است.

جدول (۹): مقایسه زوجی شاخص‌های وضعیت (نرخ ناسازگاری: ۰/۰۷)

Table (9): Paired comparison of status indices (inconsistency rate: 0.07)

	S31	S32	S33	S34	S35	S36	S37	S38	S39
S31		۳/۲۱۴	۱/۸۷۵	۲/۳۵۲	۱/۲۲۴	۲/۳۵۲	۱/۴۲۱	۲/۳۶۲	۳/۲۲۲
S32			۱/۸۷۵	۲/۳۵۲	۱/۴۵۲	۱/۹۸۸	۲/۳۳۲	۱/۶۵۲	۲/۳۳۲
S33				۱/۴۵۲	۲/۳۳۲	۳/۲۵۱	۱/۴۵۱	۲/۰۱۲	۳/۲۵۱
S34					۲/۲۵۱	۱/۵۸۲	۳/۰۱۲	۲/۱۲۴	۳/۵۵۷
S35						۳/۲۵۱	۱/۷۸۸	۲/۵۴۱	۱/۹۸۸
S36							۲/۳۵۲	۱/۴۴۵	۱/۶۸۵
S37								۲/۳۵۲	۱/۲۲۱
S38									۲/۵۱۴
S39									

وزن شاخص‌ها نیز بدین صورت است:



شکل (۶): وزن شاخص‌های وضعیت

Figure (6): Weight of situation indices

با توجه به شکل (۶)، بهره‌برداری از منابع آب (S31) با وزن ۰/۲۰۲ رتبه اول، تخریب محیط‌زیست (S32) با وزن ۰/۱۵۲ رتبه دوم، تخریب خاک (S33) با وزن ۰/۱۴۴ رتبه سوم، آلودگی هوا (S34) با وزن ۰/۱۳۰ رتبه چهارم، افزایش بیماری (S35) با وزن ۰/۱۱۵ رتبه پنجم، تخریب محصولات کشاورزی (S36) با وزن ۰/۰۷۵ رتبه ششم، تغییر کاربری اراضی (S37) با وزن ۰/۰۷۴ رتبه هفتم، کاهش رفاه اجتماعی (S38) با وزن ۰/۰۶۳ رتبه هشتم و افزایش مهاجرت (S39) با وزن ۰/۰۴۵ رتبه نهم را در بین شاخص‌های فشار کسب کرده است.

۵. مقایسه زوجی شاخص‌های اثر

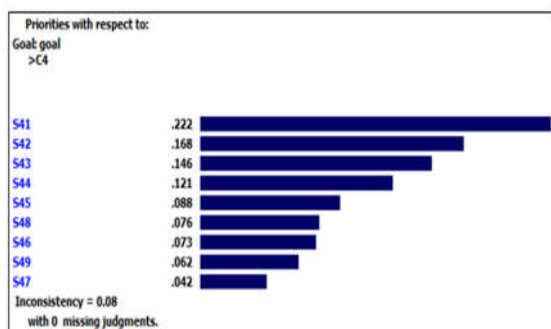
معیار تأثیرات دارای نه شاخص است که مقایسه زوجی ادغامی آن‌ها در جدول (۱۰) آورده شده است.

جدول (۱۰): مقایسه زوجی زیرمعیارهای تأثیرات (نرخ ناسازگاری: ۰/۰۸)

Table (10): Paired comparison effects indices (inconsistency rate: 0.08)

	S41	S42	S43	S44	S45	S46	S47	S48	S49
S41		۳/۲۵۱	۱/۷۵۴	۲/۶۵۲	۱/۸۵۵	۴/۳۲۱	۲/۲۱۴	۲/۳۲۲	۱/۷۵۴
S42			۱/۴۷۵	۲/۳۵۲	۱/۴۴۸	۲/۸۹۲	۳/۶۶۲	۴/۲۵۱	۱/۷۵۴
S43				۲/۳۶۶	۳/۲۵۱	۱/۵۷۲	۲/۶۵۵	۱/۴۵۱	۲/۳۵۱
S44					۱/۵۷۲	۴/۳۲۱	۳/۲۵۱	۱/۶۵۵	۲/۳۳۲
S45						۱/۲۵۱	۱/۴۵۱	۱/۰۱۲	۳/۲۱۴
S46							۲/۳۲۱	۱/۴۵۱	۲/۳۲۲
S47								۰/۳۰۸	۰/۳۸۷
S48									۱/۵۴۱
S49									

وزن شاخص‌ها نیز به صورت زیر است:



شکل (۷): وزن شاخص‌های اثرات

Figure (7): Weight of effects inducers

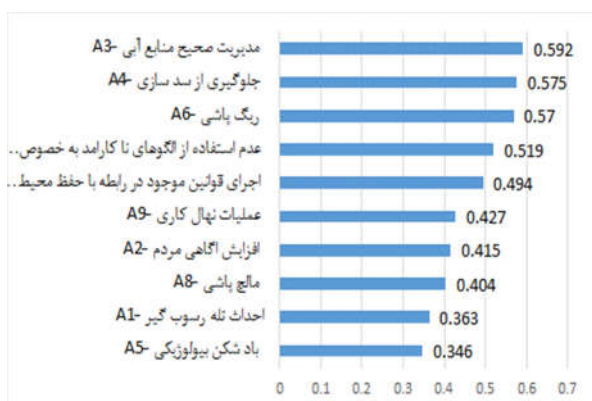
با توجه به شکل (۷)، خشکسالی (S41) با وزن ۰/۲۲۲ رتبه اول، تغییر سیمای سرزمین (S42) با وزن ۰/۱۶۸ رتبه دوم، از بین رفتن منابع طبیعی (S43) با وزن ۰/۱۴۶ رتبه سوم، حالی شدن روستاها از سکنه (S44) با وزن ۰/۱۲۱ رتبه چهارم،

۶. مقایسه زوجی ۳۳ شاخص، افزایش ذرات معلق هوا (S45) با وزن ۰/۰۸۸ رتبه پنجم، افزایش بیماری تنفسی (S48) با وزن ۰/۰۷۶ رتبه ششم، کاهش بازدهی محصولات کشاورزی (S46) با وزن ۰/۰۷۳ رتبه هفتم، خروج افراد متخصص (S49) با وزن ۰/۰۶۲ رتبه هشتم و از بین رفتن زیبایی شهر (S47) با وزن ۰/۰۴۲ رتبه نهم را در بین شاخص‌های تأثیرات کسب کرده است.

جدول (۱۱): مقایسه زوجی ۳۳ شاخص

Table (11): Comparison of paired 33 Indicators

	S17	S16	S15	S14	S13	S12	S11		
	۱/۴۴۲	۲/۵۴۱	۱/۸۷۵	۳/۲۴۱	۲/۳۵۱	۱/۲۵۵		S11	
	۱/۴۷۱	۲/۳۲۰	۱/۴۱۱	۲/۱۴۲	۱/۶۵۲			S12	
	۱/۹۸۲	۱/۴۷۲	۳/۲۵۱	۲/۲۵۱				S13	
	۱/۱۲۲	۱/۴۱۲	۲/۳۵۲					S14	
	۰/۵۳۴	۰/۴۴۴						S15	
	۰/۴۷۱							S16	
								S17	
	S28	S27	S26	S25	S24	S23	S22	S21	
	۲/۳۶۲	۱/۸۷۲	۲/۳۲۱	۱/۶۵۵	۲/۵۵۱	۱/۷۴۵	۳/۲۵۱		
	۲/۳۶۲	۱/۷۵۱	۳/۲۵۵	۱/۷۵۱	۴/۳۲۱	۳/۲۵۱			
	۴/۲۲۱	۲/۲۵۱	۱/۰۱۲	۱/۳۵۵	۱/۵۷۲				
	۲/۲۵۱	۰/۵۰۴	۰/۳۰۸	۰/۳۷۷					
	۰/۵۰۴	۰/۳۰۸	۰/۳۷۷						
	۲/۱۲۴	۱/۶۵۲							
	۲/۰۱۲								
	S39	S38	S37	S36	S35	S34	S33	S32	S31
	۳/۲۲۲	۲/۳۶۲	۱/۴۲۱	۲/۳۵۲	۱/۲۲۴	۲/۳۵۲	۱/۸۷۵	۳/۲۱۴	
	۲/۳۳۲	۱/۶۵۲	۲/۳۳۲	۱/۹۸۸	۱/۴۵۲	۲/۳۵۲	۱/۸۷۵		
	۳/۲۵۱	۲/۰۱۲	۱/۴۵۱	۳/۲۵۱	۲/۳۳۲	۱/۴۵۲			
	۳/۵۵۷	۲/۱۲۴	۳/۰۱۲	۱/۵۸۲	۲/۲۵۱				
	۱/۹۸۸	۲/۵۴۱	۱/۷۸۸	۳/۲۵۱					
	۱/۶۸۵	۱/۴۴۵	۲/۳۵۲						
	۱/۲۲۱	۲/۳۵۲							
	۲/۵۱۴								
	S49	S48	S47	S46	S45	S44	S43	S42	S41
	۱/۷۵۴	۲/۳۲۲	۲/۲۱۴	۴/۳۲۱	۱/۸۵۵	۲/۶۵۲	۱/۷۵۴	۳/۲۵۱	
	۱/۷۵۴	۴/۲۵۱	۳/۶۶۲	۲/۸۹۲	۱/۴۴۸	۲/۳۵۲	۱/۴۷۵		
	۲/۳۵۱	۱/۴۵۱	۲/۶۵۵	۱/۵۷۲	۳/۲۵۱	۲/۳۶۶			
	۲/۳۳۲	۱/۶۵۵	۳/۲۵۱	۴/۳۲۱	۱/۵۷۲				
	۳/۲۱۴	۱/۰۱۲	۱/۴۵۱	۱/۲۵۱					
	۲/۳۲۲	۱/۴۵۱	۲/۳۲۱						
	۰/۳۸۷	۰/۳۰۸							
	۱/۵۴۱								
									S49



شکل (۹): امتیاز و رتبه نهایی گزینه‌ها

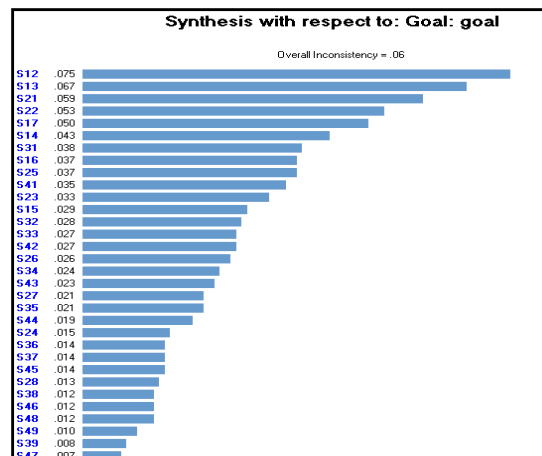
Figure (9): Ratings and Final Ratings of Options

بحث و نتیجه گیری

در این پژوهش، عوامل مؤثر بر گردوغبار در منطقه ریگان با استفاده از مدل DPSIR مشخص شود و پاسخ‌های کلیدی و بلندمدت بر اساس نظر متخصصان مربوط به وضع موجود بیان گردد و سپس با استفاده از تکنیک AHP، معیارها و شاخص‌ها وزن‌دهی و در نهایت پاسخ‌های (گزینه‌ها) داده‌شده به وضع موجود با استفاده از روش TOPSIS اولویت‌بندی شدند. در این تحقیق، عوامل تأثیرگذار بر گردوغبار در شهرستان ریگان کرمان با کمک روش تصمیم‌گیری سلسله‌مراتبی بررسی گردید و سپس به کمک روش تاپسیس راه‌حل‌های متعدد ارائه شده توسط کارشناسان خبره رتبه‌بندی شد. یکی از مهم‌ترین بحران‌های زیست‌محیطی در مناطق خشک و نیمه‌خشک پدیده مخرب فرسایش بادی است (شهنواز و همکاران، ۲۰۱۷) که به عنوان تهدیدی برای بقا بشر محسوب می‌شود (محمودآبادی و رجب‌پور، ۲۰۱۷). استان کرمان بیش از ۱۷/۶٪ از سطح بیابان‌های کشور را به خود اختصاص داده که بخش قابل توجهی از این بیابان‌ها در شرق استان واقع شده است. چهار شهرستان ریگان، فهرج، نرماشیر و بم داری مساحتی بالغ بر ۱۳۰۲۰۰۰ هکتار اراضی بیابانی بوده و بیش از ۵۵٪ کانون‌های بحرانی استان را به خود اختصاص داده‌اند. تعداد طوفان‌های گردوغبار در شهرستان ریگان با توجه به وقوع خشکسالی‌های پی‌درپی و خشک شدن رودخانه‌های فصلی و عدم پوشش گیاهی مناسب و تبخیر بالا، زیاد است. میزان غلظت گردوغبار ناشی از فرسایش بادی در این منطقه

۷. وزن نهایی شاخص‌ها

وزن نهایی شاخص‌ها از ضرب وزن نسبی شاخص‌ها در وزن معیارها به دست می‌آید که توسط نرم‌افزار اکسپرت چویس محاسبه شده و نتیجه در شکل (۸) ارائه شده است؛ که نشان می‌دهد سه شاخص رشد جمعیت (۰/۰۷۵)، افزایش تقاضای آب (۰/۰۶۷) و شاخص محیط‌زیست (۰/۰۵۹) به ترتیب در رده یک تا سه قرار گرفتند.



شکل (۸): وزن نهایی شاخص‌ها

Figure (8): Final weight of indices

نتایج روش تاپسیس

از روش تاپسیس برای رتبه‌بندی گزینه‌های پژوهش (۱۰) راهکار ارائه شده بر اساس چرخه DPSIR و نظر متخصصان مربوط برای منطقه) استفاده شد. راهکارها به همراه کدبندی عبارت‌اند از: ۱. احداث تله رسوب‌گیر (A1)، ۲. افزایش آگاهی مردم (A2)، ۳. مدیریت صحیح منابع آبی (A3)، ۴. جلوگیری از سدسازی (A4)، ۵. بادشکن بیولوژیکی (A5)، ۶. ریگ‌پاشی (A6)، ۷. اجرای قوانین موجود در رابطه با حفظ محیط‌زیست و منابع طبیعی (A7)، ۸. مالچ‌پاشی (A8)، ۹. عملیات نهال‌کاری (A9)، ۱۰. عدم استفاده از الگوهای ناکارآمد به خصوص در بخش کشاورزی (A10).

همکاران (۲۰۱۳) نیز در تحقیق خود با هدف به حداقل رساندن خسارت ناشی از ریزگردها با مدل DPSIR در شهر اهواز، معیارهای اصلی خود را مدیریت گردوغبار، خشکسالی، ترافیک و آموزش زیست محیطی به عنوان عوامل اصلی در نظر گرفتند.

وزن نهایی شاخص‌ها در شکل (۹) مشخص شد که از بین آن‌ها رشد جمعیت با وزن ۰/۰۷۵، افزایش تقاضای آب با وزن ۰/۰۶۷ و محیط‌زیست با وزن ۰/۰۵۹ به ترتیب رتبه یک تا سه را به خود اختصاص دادند. بنابراین با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان گفت در واقع افزایش جمعیت می‌تواند با توجه به محدود بودن منابع در منطقه، به تشدید مشکلات و اثرات زیست محیطی کمک شایانی کند. شاهی و همکاران (۲۰۱۸) نیز در تحقیق خود که به کمک مدل DPSIR عوامل مؤثر بر محیط‌زیست تهران را بررسی کردند، جمعیت انسانی مهم‌ترین عامل تشخیص داده شد. نعمتی و سرداری چرمی (۲۰۱۷) نیز در تحقیق خود به بررسی وضعیت آب سد لیتان به کمک مدل مفهومی DPSIR پرداختند و به این نتیجه رسیدند که افزایش جمعیت و افزایش تقاضای آب عامل اصلی تخریب منابع محیط‌زیست منطقه است. در این تحقیق نیز نتایج اولویت‌بندی نشان از اهمیت منابع آبی و بهره‌گیری از عناصر طبیعت برای حفظ آن در منطقه دارد و از نظر متخصصان نیز نسبت به بقیه پارامترها دارای اهمیت بیشتری بوده است. نتایج رتبه‌بندی هریک از پاسخ‌ها (گزینه‌ها) در منطقه نیز نشان داد که مهم‌ترین گزینه مدیریت منابع آبی است.

۱۵۰۰ میکروگرم بر مترمکعب برآورد شده است (اداره منابع طبیعی و آبخیزداری استان کرمان، ۲۰۱۸).

در تحقیق حاضر، مشخص شد که مدل DPSIR در تشخیص مهم‌ترین عوامل مؤثر بر گردوغبار محلی در بین عوامل متعدد ارائه شده توسط کارشناسان کارایی لازم را دارد. این نتیجه در راستای نتایج خطی و همکاران (۲۰۱۵) است که بر لزوم استفاده از این مدل در حل مشکلات زیست محیطی تأکید کردند. همچنین صالحی و زبردست (۲۰۱۶) با استفاده از مدل زنجیره‌ای علت معلولی (DPSIR) عوامل مؤثر روی آلودگی هوای تهران را با همکاری سازمان محیط‌زیست تهران مشخص و دسته‌بندی کردند و به شرایط موجود پاسخ دادند. قربانی و همکاران (۲۰۱۵) نیز برای بررسی و نشان دادن وضعیت اکولوژیک منطقه سه تهران به منظور احداث پل از چرخه سیستماتیک (DPSIR) استفاده کردند و عوامل اکولوژیکی تأثیرگذار این سازه را به صورت یک چرخه نمایش دادند.

نتایج تحقیق نشان داد که در وزن معیارهای اصلی نیروی محرکه با توجه به اهمیتش با وزن ۰/۳۹۷ بیشترین وزن را به خود اختصاص داد و بعد آن به ترتیب فشار با وزن ۰/۲۵۷، وضعیت با وزن ۰/۱۸۶ و در آخر اثرات با وزن ۰/۱۶۰ در رده‌های بعدی قرار گرفتند در واقع نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که با شناسایی دقیق نیروهای محرکه در هر منطقه، می‌توان کمک قابل توجهی به حل مسائل مربوط به آن‌ها کرد و مشکلات را به حداقل رساند. جعفرزاده حقیقی فرد و

منابع

1. Abbas Nejad, A. and Zahab Nazori, S., 2012. Identification of erosion forms in Rafsanjan Plain, Quantitative Geomorphology Researches (2), pp. 127-144.
2. Amin, p. and Taghizadeh-ye Meredi, R., 2016. Investigation of the potential of soil wind erosion in arid and permafrost regions of Iran (Case study: Yazd-Ardakan plain). Quantitative Geomorphology Researches, 5 (2), pp. 20-35.
3. Atay, M., 2010. Multi-criteria decision making. Shahrood University Press, First Edition.
4. Atkins, J.P., Burdon, D., Elliot, M. and Gregory, A.J., 2011. Management of the marine environment: integrating ecosystem services and societal benefits with the DPSIR framework in a systems approach. Mar. Pollut. Bull. (62): 215- 226.
5. Department of Natural Resources and Watershed Management, Kerman Province, 2018.
6. Chappella, A., Webbb, N.P., Guerschmana, G., Dean, P.G., Mata, T.T., Handcock, R.N., Leyse, J.F. and Butlerf, H.J., 2018, "Improving ground cover monitoring for wind

- erosion assessment using MODIS BRDF parameters", *Remote Sensing of Environment* 204, pp.756-768.
7. Gari, S.R., Newton, A.I. and Icely, J.D., 2015. A review of the application and evolution of the DPSIR framework with an emphasis on coastal social- ecological systems, *Ocean & Coastal Management*, 103, pp. 63-77.
 8. Ghaffari, d. and Mostafazadeh, R., 2015. Investigating the origin of effects and solutions of dusty phenomena in Iran, *Journal of Protecting and Utilizing Natural Resources*, Vol. 4, (2), pp. 157-125.
 9. Ghorbani, H., Zahedi, S. and Hedayati Aghamshadi, A., 2015. Evaluating the environmental effects of the construction of the Nature Bridge sidewalk and improving its ecological performance in the geographical area of Tehran's District 3. *Geographical Research of Urban Planning*, Vol. 3, Number 2, pp. 261-247.
 10. Hanifepour, M., Mashhadi, N. and Khosravi, h., 2013. Effect of intensity and duration of dryness on wind conditions and wind erosion in agricultural lands (Case study: Damghan city), *Journal of Research*, 3 (10), pp. 65-77.
 11. Ghodsipoor, H., 2016. Analytical Hierarchy (AHP), Amir Kabir University of Technology. Twelfth Edition. Number of pages 222.
 12. Jafarzadeh Haghighi Fard, N., Al-Busouke, S.A., Sadegari, A., Lahijan-zadeh, A. and Khaksar, E., DPSIR Conceptual Model Indicators in Studies of dust Effects on Ahwaz City Transport Using Multi-criteria Decision Making Technique. 2th National Conference on Air and Sound Pollution Management, Tehran, Sharif University of Technology, https://www.civilica.com/Paper-CANPM02-CANPM02_020.html
 13. Khatibi, A., Danehkar, A. and Pourebrahim, S., 2015. "Introduction of DPSIR Model and Its Applicable in Environmental decision making", *Human & Environment*, 13(4), pp. 65-79.
 14. Khalidi, K., 2013. Economic losses of dust storms on the western province of Iran (case study: Ilam, Khuzestan, Kermanshah). *Economic Modeling Quarterly*, 7 (33), pp. 105-125.
 15. Mahmoud Abadi, M. and Rajabpour, E., 2017. Investigation of Soil Moisture Moisture on Erosion Severity Using Laboratory Wind tunnel. *Water and Soil Conservation Research Journal*, Vol. 24, pp. 167-183.
 16. Mirza'i, M., Salman Mahanini, A.S. and Mirkarimi, h., 2014. Location of landfill by applying hierarchical analysis process and TOPSIS method (Case study: Golpayegan city), *Journal of Natural Environment of Iran*, Vol. 67, (1), pp. 105-119.
 17. Maxim, L., Spangenberg, J.H.O. and Connor, M., 2009. An analysis of risks for biodiversity under the DPSIR Framework. *Ecological Economic*, 69, pp. 12-23.
 18. Mohammadzadeh, M.J., Karbassi, A.R., Nabi Bidhendi, Gh.R. and Abbaspour, M., 2016. Integrated environmental management model of air pollution control by hybrid model of DPSIR and FAHP. *Global J. Environ. Sci. Manage.* 2 (4), pp. 381-388.
 19. Mahmoud Abadi, M. and Zamani, S., 2012. Investigating the Effects of Wind Speed and Particle Size Distribution on Sediment Deposition Due to Wind Erosion, *Journal of Engineering and Management of Abkiz*, Vol. 4, Issue 3, pp. 141-151.
 20. Marwaj, K., 2017. "Classification and Proportion of Lands for Development of Disadvantaged Areas in the Resistance Economy (Case Study: Reagan County in the South East of Kerman Province", *Geography and Development*, No. 48, pp. 133-152.
 21. Nemati, M. and Sardari Charmi, A., 2017. "Analysis of Latiyan Dam Catchment's Water Resource Condition Based On DPSIR Conceptual Model", *Human & Environment*, 15(3), pp. 31-46.
 22. Oro, Laura A. de. Colazo, J.C. and Buschiazzi, D.E., 2016. RWEQ-Wind erosion predictions for variable soil roughness conditions, *Aeolian Research* 20, pp. 139-146.
 23. Reagan Environmental Bureau, 2018.
 24. Saaty, T.L., 2000. Fundamentals of decision making and priority theory. 2nd Ed., PA: RWS Publication. Pittsburgh.
 25. Shahi, E., Zebardast, L., Salehi, E. and Salehi, R., 2018. "Analysis of Human Habitat in Tehran Based on SoE", *Human Geography Research*, 50 (2), pp. 277-295. doi: 10.22059/jhgr.2016.59970
 26. Salehi, E. and Zebardast, L., 2016. Application of Driving force- Pressure- State-Impact- Response (DPSIR) framework for integrated environmental assessment of the climate change in city of Tehran, *Graduate Faculty of Environment, University of Tehran, Iran*. 2 (1): 83-92.
 27. Shahnavaaz, M., Gholami, A.S., Norouzadeh Haddad, M. and shelter, O.H., 2017. Investigating the Efficiency of Polymer

- Mulch and Mulch with Plant Base on Chalky on Reducing Soil Loss in Land Suitable for Erosion in Khuzestan Province. *Iran Water and Soil Research*, Vol. 48, (3), pp. 651-658.
28. Shahsooni, A.S., Yarahmadi, M., Jafarzadeh Haghighifard, N., Naeemabadi, A. Mahmoudian, M.H., Saki, h., Solat, M.H., Suleimani, Z. and Nadafi, K., 2010. Effects of dust storms on health and the environment. *Journal of North Khorasan University of Medical Sciences*, Vol. 2, Issue 4, pp. 45-56.
29. Shu-dong, Z., Mueller, F., Burkhard, B., Xing-jin, C. and ying, H., 2013. Assessing Agricultural Sustainable Development Based on the DPSIR Approach: case study in Jiangsu, china, *Journal of integrative Agriculture*, 12 (7): 1292-1299.
30. Svarstad, H., Peterson, L.K., Rothman, D., Siepel, H. and Watzold, F., 2008. "Discursive biases of the environmental research framework DPSIR", *Land use policy* 25, pp: 116-125.
31. Tscherning, K., Helming, K., Krippner, B., Sieber, S. and Palomab, S.G., 2012. "Does research applying the DPSIR framework support decision making?", *Land Use Policy* 29, pp. 102– 110.

Prioritizing effective factors on dust through DPSIR model and decision-making methods in Rigan city, Kerman province

Mina Behnood¹, Maryam Morovati^{2*}, Mohammad Javad Ghanei Bafghi³

Received: 26/05/2019

Accepted: 28/08/2019

Extended abstract

Introduction: As a serious threat for human societies, especially in arid and semi-arid regions, dust storm is an irreversibly destructive phenomenon with irreparable effects. Being caused by dust storms and the movement of fine soil particles, desertification and wind erosion are two important environmental crises in arid and semi-arid areas which may bring about some social and economic consequences including an increase in migration of people, especially the elites, unemployment, sharp reduction of revenues in various urban and rural jobs, decrease of crops production, tourism downturn, disruption of air transportation, closure of training and recreation centers etc. In this regard, considering the detrimental effects incurred by dust storms on the health and economy of a society and the climate change, it should be noted that understanding the nature, origin and effects of dust storms could play an important role in identifying and setting its control methods. This study, therefore, sought to investigate the causal relationships between the influential factors on dust storms as identified by the DPSIR model, weighing the identified criteria and indices by the experts via the AHP technique, and ranking the specified strategies by TOPSIS in Rigan city, Kerman province.

Materials and Method: Based on the review of the related literature and the data collected from field observations, the cyclic causes of wind erosion were examined, using the DPSIR framework. The criteria and indices identified by administering a standard questionnaire were confirmed by experts (selected from those working in departments of Environment, Natural Resources, Agricultural-Jahad, Environmental Health, Urban Planning, and some University lecturers and faculty members). Validity and reliability of the data were measured by SPSS software. The criteria selected for analyzing the data are the same as the four main elements of the

1. MSc Assessment and land use planning, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Ardakan University, Ardakan, Iran.

2 Assistant Professor, Department of Environmental Sciences & Engineering, Faculty of Agriculture & Natural Resources, Ardakan University, P.O. Box184, Ardakan, Iran.

Medicinal and Industrial Plants Research Institute, Ardakan University, P.O. Box184, Ardakan, Iran.

Corresponding Authors, mymorovati@ardakan.ac.ir

3. Assistant Professor, Department of Nature Engineering, Faculty of Agriculture & Natural Resources, Ardakan University, Ardakan, Iran.

DOI: 10.22052/deej.2020.9.26.11

DPSIR model: the driving force, pressure, state, and effect, each containing a number of indices which are as follows: the driving force indices include the population growth, inward immigration, land use, natural resources management, increase in water demand, public awareness and, urban development; the pressure indices are health, security, immigration, employment status, income status, investment, agriculture, and the environment; the state indices comprise of the land use change, environmental degradation, utilization of water resources, rising diseases, inward immigration, social welfare decline, destruction of agricultural products, soil degradation, and air pollution; the effect indices include Destruction of cities beauty, immigration from villages, rise of respiratory diseases, destruction of natural resources, expert migration, landform change, increase of Particulates, drought, and the downfall of agricultural productivity. The criteria and indices were then weighted by AHP method through Expert Choice Software and finally, the proposed strategies were ranked according to TOPSIS method.

Results: Having applied DPSIR model, the cycles of the influential factors on dust storms were examined, followed by the weighing of the identified criteria, and the indices confirmed by the experts, using AHP technique through the Expert Choice software. The results of the study indicated that the driving force with the weight of 0.379 was, from among the four criteria, ranked first, followed by pressure with the weight of 0.257, the state with the weight of 186, and the effects with weight 160/0. On the other hand, the findings showed that out of the final indices weights, Population growth with the weight of 0.75 ranked the first, and increase of water demand, and the environment were ranked second and third with weights of 0.67 and 0.059 respectively. Finally, the TOPSIS method was used to rank the responses whose results were turned out to be as follows: 1-Proper management of water resources (592/0); 2- Preventing dam construction (5/175); 3-Pebble mulch (0, 75%); 4. Not applying inefficient models, especially in agriculture (519/0); 5. Enforcing existing laws regarding environmental protection (494/0); 6- conducting seedling operations (427/0); 7- Increasing public awareness (0.415); 8. Mulching (0.440) 9. Constructing sediment trap (0.339); 10. Using Biological wind-break systems (0.346).

Discussion and Conclusion: As a potential threat to human survival, dust phenomenon is considered as one of the most important environmental crises in arid and semi-arid regions. Kerman province includes more than 17.6 percent of the Iran's desert lands, the most significant part of which are located in its eastern regions including Rigan, Fahraj, Norshshir, and Bam that comprise of 1302,000 hectares desert lands, accounting for more than 55 percent of the province's total desert areas. Due to such causes as frequent droughts, seasonal drying of rivers, lack of suitable vegetation, and high evaporation, Reagan city experiences a large number of dust storms annually. In present study, DPSIR model was found to be effective in identifying, from among the various factors suggested by the experts, the most important factors affecting local dust. It is consistent with the results found by Khatibi et al (2015) who emphasized the necessity of using this model in solving environmental problems. In the same vein, Salehi and Zebbardast (2016), with the cooperation of the Tehran environmental organization, identified and categorized the factors affecting air pollution in Tehran city in the current state of affair, using the causative-effect chain model (DPSIR). The findings of the current study showed that the driving force with the weight of 0.397 had the highest weight, followed by the pressure (0.275), state (0.186), and effects (0.160) respectively. In fact, it was found that accurate identification of the driving forces in each region could be a great help in solving their problems which is consistent with the results found by Jafarzadeh Haghighi Fard et al. (2013). As for the final weighting, the findings suggested that population growth with a weight of 0.5 was the most important index, a fact that corresponds with the findings reported by Shahi et al. (2018) and Nemati and Sardari Leather (2017). The results of this study also indicated that the proper management of water resources in different areas and the utilization of nature elements were of high importance.

Keywords: Natural disasters, Driving forces, Pressures, State, Impacts.