

## تعیین شاخص‌های موثر در معدنکاری سبز با روش‌های ارزیابی دپسی و دیمتل فازی، سازگار با شرایط محیط‌زیستی ایران

حسین فخرایی\*<sup>۱</sup>، محمد یزدی<sup>۲</sup>، سیدمحمدشبییری<sup>۳</sup>، روانبخش شیردم<sup>۴</sup>، حسن برزگر<sup>۵</sup>

۱ دانشجوی دکتری آموزش محیط‌زیست دانشگاه پیام نور، تهران

۲ استاد زمین شناسی محیط‌زیست، دانشگاه شهید بهشتی، تهران

۳ استاد گروه آموزش محیط‌زیست دانشگاه پیام نور، تهران

۴ دانشیار دانشکده محیط‌زیست، سازمان محیط‌زیست، تهران

۵ استادیار گروه زمین شناسی، دانشگاه پیام نور تهران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۱۷؛ تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۰۷/۰۷)

### چکیده

معدنکاری سبز مجموعه‌ای از روش‌های علمی و فنی برای کاهش اثرات زیانبار محیط‌زیستی معدنکاری در مراحل اکتشاف، استخراج، فراوری، بهره‌برداری و رهاسازی معادن متروکه است. هدف این پژوهش طراحی مدل مدیریت معدنکاری سبز با تعیین شاخص‌های موثر بر معدنکاری سبز است. ماهیت این پژوهش از نوع کاربردی و نیاز محور است. روش و ابزار گردآوری داده‌ها شامل روش تحقیق پیمایشی زمینه‌یابی با رویکرد مرور نظام‌مند ادبیات پژوهشی همراه با ابزار پرسش‌نامه بود. جامعه آماری پژوهش، مجموعه کارشناسان و فعالان حوزه محیط‌زیست معدنی بود. از روش دیمتل فازی و مدل محیط‌زیستی فشار-پاسخ دپسی برای ارزیابی داده‌ها استفاده شد. براساس این داده‌ها یازده شاخص موثر بر مدیریت معدنکاری سبز تعیین گردید. نتایج ارزیابی‌ها نشان می‌دهد که شاخص رشد اقتصادی و شاخص بانک اطلاعات محیط‌زیستی معدنی از شاخص‌های اصلی معدنکاری سبز است. شاخص تدوین مقررات محیط‌زیستی، شاخص فرآیند جهانی شدن و شاخص التزام به کنوانسیون‌های محیط‌زیستی از شاخص‌های ضعیف معدنکاری سبز هستند. شاخص ارتقای آگاهی‌های محیط‌زیستی کارکنان، شاخص فرهنگ سازمانی محیط‌زیستی، شاخص نقش ذی‌نفعان و شاخص تاثیر دیدگاه سازمان‌های مردم نهاد از شاخص‌های نسبتاً مستقل با اثرگذاری کم محسوب می‌گردند. شاخص ممیزی مستمر محیط‌زیستی و شاخص استفاده از فناوری روز از شاخص‌های مستقل می‌باشد و بر بقیه شاخص‌ها تاثیر چندانی ندارد.

کلید واژه‌ها: شاخص، معدنکاری سبز، مدل، مدیریت، ایران

## سرآغاز

توسعه معادن و صنایع به عنوان ابزارهای رشد اقتصادی و رفاه اجتماعی از نیمه دوم قرن گذشته شتاب گرفت. صنایع مادر پرهزینه، آلوده‌کننده و انرژی بر بوده و کنترل آن‌ها نیز مشکل است. توسعه پایدار موقعیتی است که میان نیازهای یک جامعه برای بهبود سطح زندگی از یک سو و کیفیت محیط‌زیست و منافع نسل‌های آینده از سوی دیگر موازنه برقرار می‌کند. بخش معدن و صنایع معدنی در بسیاری از کشورها، هر چند مهمترین مسیر در رسیدن به توسعه پایدار بوده است ولی در برخی از کشورها به عنوان منبع اصلی درآمدی دولت، یک نظام ناکارآمد را به وجود آورده است که برای عبور از بحران حفظ منابع طبیعی، بسط معدنکاری سبز پیشنهاد شده است.

معدنکاری سبز یکی از مولفه‌های اصلی توسعه پایدار و مجموعه‌ای از روش‌هایی برای کاهش اثرات سوء مراحل استخراج و پردازش معادن از طریق مدیریت آب و ضایعات، عدم تخریب چشم انداز، کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، کاهش مصرف انرژی، ... می‌باشد.

مزایای معدنکاری سبز عبارت است از:

- کاهش هزینه‌های عملیاتی و بهبود مصرف انرژی و مواد شیمیایی کمتر منجر می‌گردد (Nurmai, 2017)
- کاهش آسیب‌های محیط‌زیستی معدنکاری، کاهش ردپای اکولوژیک معادن و کاهش استفاده از مواد شیمیایی در صنایع معدنی
- بهره‌وری مطلوب مواد، آب و انرژی و نیز کاهش اثرات محیط‌زیستی چرخه‌های محصول مواد معدنی (Sousa and Veiga, 2009)
- بازیابی مواد معدنی و به حداقل رساندن ضایعات معدنی
- اطمینان از تامین منابع معدنی برای نسل‌های آینده که نیازمند سرمایه‌گذاری طولانی مدت در زمینه اکتشاف مواد معدنی همراه با تحقیقات و توسعه روش‌های اکتشاف (Ming-yin, 2009)
- به حداقل رساندن زیان‌های محیط‌زیستی و تاثیرات منفی اجتماعی در تمام مراحل معدنکاری (Guo-liang et al., 2011)
- سازماندهی مراحل معدنکاری با هدف تامین ایمنی کارکنان و ساکنین محلی (Muduli & Barve, 2011)
- بعد از تعطیلی معدن، کمک به بازسازی منطقه معدنی و

استفاده از زمین برای کاربری‌های دیگر (Hui-qi, 2012)

- ایجاد بسترهای گسترده مشارکت ساکنان محلی و ذی‌نفعان دیگر در سراسر چرخه عمر معدن از اکتشاف تا تعطیلی معادن (Zhengkang, 2015)
- بهره‌وری انرژی، افزایش بهره‌وری، مدیریت زباله و مدیریت آب (Tanushree et al., 2016)

## مبانی نظری و پیشینه پژوهش

توسعه پایدار در معادن و صنایع معدنی، هدف مشترک معدنی‌ها و محیط‌زیستی‌ها و ایجاد تعامل میان این دو بخش است. زیرا، همان‌گونه که باید به فکر زنده نگه‌داشتن منابع طبیعی و محیط‌زیست باشیم، برای پیشبرد اهداف تعریف شده در اقتصاد کشور و صنایع وابسته به معدن، امکان تعطیلی معادن وجود ندارد (Jamshidi & Osanloo, 2013). آنچه امروزه از آن با نام توسعه پایدار یاد می‌شود مثلی است که اضلاع آن را ثبات اقتصادی، حفاظت از محیط‌زیست و مسئولیت‌پذیری اجتماعی تشکیل می‌دهند. از آنجا که معدنکاری به معنی استخراج منابع تجدیدناپذیر معدنی است، در ابتدا به کارگیری عبارت توسعه پایدار در زمینه معدنکاری به صورت تناقض به ذهن می‌رسد، اما این عبارت در معدنکاری وارد شده و دارای مفهوم قابل قبولی است (Poormirzaee, 2017).

برای اولین بار در سال ۲۰۰۵ تعریف توسعه پایدار در معدنکاری ارائه شد: «معدنکاری زمانی پایدار خواهد بود که دارای رویه‌ای باشد که در آن سه اصل اقتصاد، محیط‌زیست و ملاحظات اجتماعی در تعادل باشند». مثلث توسعه پایدار در شکل (۱) نشان داده شده است. در سال ۲۰۰۰ هیلسون و مارک (Hilson & Murck, 2000). سرفصل‌هایی برای شرکت‌های معدنی که به دنبال دستیابی به توسعه پایدار هستند ارائه نمودند. در این راهنما، شش توصیه به شرکت‌های معدنی برای بهبود بخشیدن شرایط توسعه پایدار فعالیت‌هایشان آورده شده است. این توصیه‌ها عبارتند از: طراحی بهبود یافته، مدیریت محیط‌زیستی بهبود یافته، به کارگیری فن‌آوری‌های پاک، افزایش مشارکت ذی‌نفعان، سازمان‌دهی مشارکت‌ها و آموزش بهبود یافته. در سال ۲۰۱۱، لاورنس (Laurence, 2011) با بررسی حدود هزار معادن بسته شده در سی سال، بیان داشت در معدنکاری برای رسیدن به توسعه پایدار علاوه بر سه اصل اقتصاد، محیط‌زیست و

می‌باشد. ضرورت و اهمیت معدنکاری سبز، در راستای مساله حفاظت محیط‌زیست معدنی است. معدنکاری بدون توجه به مساله محیط‌زیستی، می‌تواند منجر به آتاز زیان‌باری در مقیاس وسیع شود که نه تنها در کوتاه مدت، بلکه در بلند مدت نیز امکان جبران آن وجود نداشته باشد.

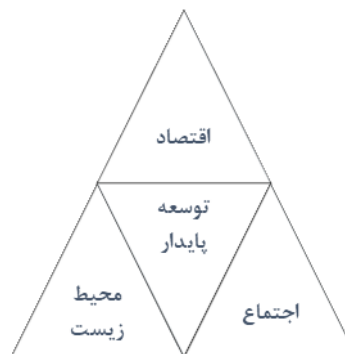
سوالات تحقیق شامل دو مورد ذیل است:

- سوال اول پژوهش: مولفه‌های موثر بر اعمال مدیریت سبز معدنکاری کدامند؟
- سوال دوم پژوهش: روابط بین مولفه‌های موثر بر اعمال مدیریت سبز معدنکاری چگونه است؟

در رابطه با پیشینه پژوهش، مدیریت ایمنی بهداشت و محیط‌زیست، دستورالعمل‌های متعددی ارائه نموده است که منجر به کاهش آسیب به محیط‌زیست می‌گردد. ولی بررسی پارامترهای موثر بر معدنکاری سبز در سطح ملی بایستی بررسی گردد و تعیین روابط بین آن‌ها در حیطه مدیریت ایمنی بهداشت و محیط‌زیست نمی‌گنجد. در سطح بین‌الملل وانگ و همکاران (Wang et al., 2015) مطالعاتی برای تعیین معیارهای موثر بر معدنکاری سبز انجام دادند. مدل مفهومی پژوهش حاضر نیز بر مبنای مطالعات مذکور پایه‌ریزی شده است (شکل ۳). پژوهش حاضر با توسعه و تکمیل مدل مذکور، معیارهای موثر بر اعمال معدنکاری سبز را بومی‌سازی و تعیین خواهد نمود.

هدف پژوهش حاضر تعیین عوامل موثر بر معدنکاری سبز با استفاده از الگوهای مدیریتی و شاخص‌های موثر بر معدنکاری سازگار با شرایط محیط‌زیستی ایران می‌باشد. این پژوهش از نوع کاربردی و با ماهیت نیاز محور می‌باشد.

جامعه باید به مسایل ایمنی و همچنین بهره‌وری ذخیره معدنی نیز توجه نمود. در شکل (۲) اصول توسعه پایدار معدنکاری نشان داده شده است.



شکل (۱): مثلث توسعه پایدار



شکل (۲): پنج ضلعی توسعه پایدار معدنکاری (Poormirzaee, 2017)

هدف پژوهش حاضر بررسی مولفه‌های موثر بر معدنکاری سبز



شکل (۳): مدل مفهومی عوامل موثر بر معدنکاری سبز

## مواد و روش‌ها

روش تحلیل گراف دیمتل<sup>(۱)</sup> یکی از انواع روش‌های تصمیم‌گیری گروهی بر اساس مقایسه‌های زوجی و قضاوت کارشناسان است، که برای مطالعه و حل مسایل پیچیده، ارایه و برای اهداف استراتژیک مسایل جهانی و دسترسی به راه حل‌های مناسب به کار گرفته می‌شود. (Bahadori et al., 2014). این روش بر مبنای گراف جهت‌دار بنا نهاده شده که با بهره‌مندی از قضاوت کارشناسان در شناسایی عوامل موجود در یک سیستم و

با به کارگیری اصول نظریه گراف‌ها، به استخراج روابط تاثیرگذار یا تاثیرپذیر عناصر پرداخته و ساختاری سلسله مراتبی و نظام‌مند از آن‌ها ارایه می‌دهد. پایه روش تحلیل گراف دیمتل بر اساس این فرض بنا شده که یک سیستم شامل مجموعه‌ای از معیارها بوده و مقایسه زوجی روابط میان آن‌ها می‌تواند به وسیله معادلات ریاضی مدل شود. (Haghighat, 2017). کلیات مراحل روش پژوهش تحلیل گراف دیمتل در جدول (۱) آورده شده است

جدول (۱): مراحل پژوهش

مراحل	فعالیت
اول	تعیین مولفه‌های موثر بر معدنکاری سبز با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای و الگوی محیط‌زیستی فشار- پاسخ دپسی
دوم	بیان خصوصیات مولفه‌های موثر بر معدنکاری سبز
سوم	طراحی پرسش‌نامه و جمع‌آوری اطلاعات با هدف تعیین روابط بین مولفه‌های موثر
چهارم	انجام محاسبات و تشکیل ماتریس‌های مربوطه
پنجم	طراحی مدل روابط متقابل مولفه‌های موثر بر معدنکاری سبز

فشار-پاسخ برای تجزیه و تحلیل و تصمیم‌گیری استفاده می‌شود. این الگو توسط آژانس محیط‌زیست اروپا برای امور محیط‌زیستی توسعه یافته است. مدل دپسی قادر به ارزیابی پارامترهای اقتصادی-اجتماعی و محیط‌زیستی بوده و ابزار موثری برای تشریح مسایل محیط‌زیستی و درک ارتباطات بین انتشار آلاینده و اثرات آن‌ها است. این الگو با معیارهای نیروی محرکه، فشار، وضعیت، اثرات و پاسخ، عناصری از چارچوب تحلیلی را به پاسخ‌های اجتماعی، اقتصادی و قانونی جامعه مرتبط می‌کند. شکل (۴) چارچوب مفهومی این مدل را نشان می‌دهد (Khatibi et al., 2017).

پس از مشخص شدن عوامل منفی، علل را به منظور یافتن اقدامات درست می‌توان پیدا نمود. با دنبال کردن مسیر معکوس عوامل منفی می‌توان نیروهای محرک آن‌ها را شناسایی کرد (Smeets & Weterings, 1999) معمولا فعالیت‌های اقتصادی، صنعتی و انسانی به طور مستقیم سبب تخریب محیط‌زیست می‌شوند. این تغییرات در اکوسیستم‌ها، سلامت انسان‌ها و فرآیندهای طبیعی اثر منفی بر جا می‌گذارند. با دنبال کردن مسیر معکوس این عوامل مخرب محیط‌زیست می‌توان نیروهای محرک آن‌ها را مشخص نمود. سپس با اصلاح این شاخص‌ها می‌توان از تخریب محیط‌زیست جلوگیری نمود.

روش و ابزار گردآوری داده‌ها شامل روش پژوهش پیمایشی (زمینه‌یابی) با رویکرد مرور نظام‌مند ادبیات پژوهشی با ابزار پرسش‌نامه بود. بعد از طراحی پرسش‌نامه و تایید روایی آن توسط اساتید دارای تخصص مرتبط، پرسش‌نامه بصورت کاغذی، لینک آنلاین و ایمیل برای جامعه کارشناسان ارسال گردید. جامعه کارشناسان شامل اساتید دانشگاهی محیط‌زیستی و معدنی، کارشناسان خانه معدن استان‌ها، فعالان دبیرخانه شورای عالی معادن، سازمان نظام مهندسی معدن و اعضاء گروه سمن (سازمان مردم نهاد) معدنکاری سبز بود. همچنین از کارشناسان شرکت‌کننده در همایش هفتمین فرصت‌های سرمایه‌گذاری در معدن و صنایع معدنی ایران نیز نظرخواهی گردید. معیار انتخاب خبره، داشتن مطالعات، فعالیت و پژوهش و تجربه در زمینه محیط‌زیست معدنی بوده است. از تعداد ۱۱۰ پرسش‌نامه ارسال شده از نوع کاغذی، ایمیلی و برخط، تعداد ۳۶ پرسش‌نامه تکمیل شده بدون نقص دریافت گردید. در این پرسش‌نامه‌ها جواب‌دهندگان می‌بایست تاثیر یازده پارامتر را بر یکدیگر با عبارات کیفی مشخص می‌کردند. جواب‌ها بر مبنای عبارات «بدون تاثیر، تاثیر خیلی کم، تاثیر کم، تاثیر زیاد و تاثیر خیلی زیاد» تنظیم شده و سپس طبق پروتکل منطق فازی به مقادیر کمی تبدیل شدند. در ادامه برای پردازش و تحلیل داده‌ها و ارایه مدل مناسب از مدل دپسی<sup>(۲)</sup> استفاده گردید. این مدل محیط‌زیستی

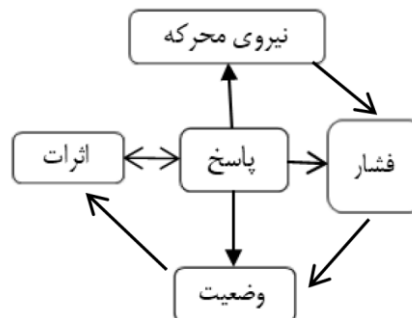
(Hemmati & Shobeiri, 2016). با وجود قوانین بالادستی قوی هنوز کمبود قوانین اجرایی کارا و بازدارنده وجود دارد. بنابراین تدوین مقررات محیط‌زیستی کارا تر ضروری خواهد بود.

- ایجاد فرهنگ سازمانی محیط‌زیستی: فرهنگ سازمانی شالوده درونی و ساختار غیر مشخص سازمان است که بر اساس اهداف، فن‌آوری، ساختار، سیاست‌ها و عملکردها و محصولات سازمان تجلی یافته و آشکارترین نمودش را می‌توان در رفتار کارکنان مشاهده کرد. یک سازمان بایستی تعهد نسبت به سیستم مدیریت محیط‌زیستی را تضمین و خطمشی سازمان را تعریف نماید. فرهنگ محیط‌زیستی یک سازمان، عملکرد محیط‌زیستی لازم را مشخص و مبنایی برای تمامی فعالیت‌های آتی سیستم مدیریت محیط‌زیستی خواهد بود. فرهنگ سازمانی در بستر دانش و آگاهی محیط‌زیستی مدیران ارشد یک سازمان بایستی شکل گرفته و سپس به کارکنان منتقل گردد.

#### جدول (۲): شاخص‌های منتخب موثر بر معدنکاری سبز

شماره	شاخص
۱	ارتقای آگاهی‌های محیط‌زیستی کارکنان
۲	تدوین مقررات محیط‌زیستی کارا تر
۳	فرهنگ سازمانی محیط‌زیستی
۴	ممیزی مستمر محیط‌زیستی
۵	استفاده از فناوری روز
۶	رشد اقتصادی
۷	فرآیند جهانی شدن
۸	نقش ذی‌نفعان
۹	التزام به کنوانسیون‌های محیط‌زیستی
۱۰	تاثیر دیدگاه سازمان‌های مردم نهاد (سمن)
۱۱	بانک اطلاعات محیط‌زیستی معدنی

- انجام ممیزی مستمر محیط‌زیستی: ممیزی سیستم مدیریت محیط‌زیستی عبارت است از ارزیابی توان سازمان صنعتی بر انجام اقدامات محیط‌زیستی و میزان انطباق آن‌ها با قوانین و مقررات محیط‌زیستی است. فرآیندی نظام‌مند و مستند برای دستیابی و ارزیابی بی‌طرفانه و اطمینان از اینکه سیستم مدیریت محیط‌زیستی با معیارهای ممیزی، تطابق داشته باشد. (Rahimnia & Nikzad, 2013). برای پیش مستمر محیط‌زیست تلاش سازمانی به همراه کاربرد فناوری‌های روز ضروری است.



شکل (۴): مدل محیط‌زیستی فشار-پاسخ دیسی (Khatibi et al., 2017)

#### یافته‌ها

به منظور تعیین شاخص‌های موثر بر معدنکاری سبز، با توجه به داده‌های انتشارات بین‌المللی (Wang et al. 2015; Wang et al., 2018; Peprah et al., 2016; Govindan et al., 2016) و انتشارات داخلی و مشورت با کارشناسان معدنی و محیط‌زیستی تعداد زیادی شاخص‌های موثر بر معدنکاری سبز در زمینه اجتماعی، اقتصادی، بین‌المللی، تسهیلات، جامعه، فرهنگی، محیط‌زیستی، فنی و قانونی استخراج گردید. سپس در چند مرحله و همچنین با استفاده از مدل محیط‌زیستی فشار-پاسخ دیسی، تعداد شاخص‌ها کاهش و در نهایت یازده شاخص (جدول ۲) به دست آمد که در بخش‌های زیر توضیح داده می‌شود:

- ارتقای آگاهی‌های محیط‌زیستی کارکنان: سواد محیط‌زیستی فراتر از سواد اولیه و شامل دانش، نگرش و رفتارهای محیط‌زیستی می‌باشد. امروزه مسایل محیط‌زیستی نه تنها یک دانش روز است بلکه دارای مفهوم اجتماعی و ریشه فرهنگی عمیق نیز دارد. اولویت اصلی در این زمینه ارتقای دانش و فرهنگ محیط‌زیستی کارکنان دولتی و بخش خصوصی است که در ردیف تخریب یا حفظ محیط‌زیست قرار دارند.
- تدوین مقررات محیط‌زیستی کارا تر: ضوابط محیط‌زیستی، مجموعه‌ای از مقررات خاص است که به منظور پیشگیری از آلودگی و تخریب و انجام فعالیت‌های اقتصادی دوستدار محیط‌زیست تدوین می‌شود. استانداردهای محیط‌زیستی معیارهای حفاظت محیط‌زیست از آلودگی می‌باشند. در کشور عزیز ایران با توجه به اصل پنجاهم قانون اساسی، حفاظت محیط‌زیست که نسل امروز و نسل‌های بعد باید در آن حیات رو به رشدی داشته باشند، وظیفه عمومی تلقی می‌شود.

- استفاده از فناوری‌های روز: آنچه سبب کاهش هزینه، افزایش درآمد و در نتیجه تداوم سودآوری و امنیت سرمایه‌گذاری در صنایع معدنی می‌شود، کاربرد فناوری‌های به روز توسط منابع انسانی متخصص است. کاربرد روش‌های قدیمی اکتشاف، استخراج، فراوری و بهره‌برداری در معادن کشور هنوز هم متداول است. برای افزایش بهره‌وری و کاهش آلودگی‌های محیط‌زیستی می‌بایستی از فناوری‌های روز استفاده گردد.
- رشد اقتصادی: ارتباط میان رشد اقتصادی و کیفیت محیط‌زیستی در یک بستر زمانی بلند مدت می‌تواند به صورت مستقیم، معکوس و یا ترکیبی از هر دو باشد. فرضیه محیط‌زیستی کوزنتس<sup>(۳)</sup> موضوع فوق را بیان می‌کند (Hosseini & Paykari, 2012; Shahab & Sadrabad, 2014) در مرحله اول همگام با رشد اقتصادی کشورها، میزان آلودگی منتشر شده به ازای هر واحد تولید ناخالص ملی افزایش یافته سپس در طول زمان به نقطه اوج خود رسیده، و بعد از آن سرانه آلودگی کاهش می‌یابد. در مقابل، گروه دیگر که منتقدان منحنی سبز کوزنتس به حساب می‌آیند بر این باورند که نمودار در نهایت به یک نمودار N شکل تغییر می‌یابد (Herati, 2008). به این صورت که به دنبال افزایش رشد اقتصادی، هرگونه بهبود ایجاد شده در وضعیت محیط‌زیست، به تعادل می‌رسد.
- فرآیند جهانی شدن: جهانی شدن فرآیندی است که دارای ابعاد سیاسی، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی است. اما اصلی‌ترین موتور محرک رقابت جهانی، در بعد اقتصادی آن می‌باشد که طیف گسترده‌ای از تحولات مانند اقتصاد محیط‌زیست، اخلاق محیط‌زیستی، شیوه تولید نوین، سرمایه‌گذاری خارجی، ... را شامل می‌شود (Tavakolnia & Akbarian, 2011).
- نقش ذی‌نفعان: ذی‌نفع شخص یا سازمانی است که فعالانه در یک پروژه صنعتی شرکت نموده به طوری که بر سود یا زیان او تاثیر می‌گذارد. ذی‌نفعان بر سازمان صنعتی اثر می‌گذارند یا از آن اثر می‌پذیرند و طیف وسیعی از کارکنان، مشتریان، شرکای تجاری و جوامع محلی گرفته تا محیط‌زیست، رسانه‌ها، نهادهای مردمی، شهروندان و دولت را شامل می‌شوند. موفقیت پروژه تنها مربوط به هزینه، زمان و کیفیت نبوده، بلکه مدیریت موثر و در نظر گرفتن رضایت
- ذی‌نفعان را نیز در بر می‌گیرد.
- التزام به کنوانسیون‌های محیط‌زیستی: اصل همکاری بین‌المللی که در حقوق بین‌الملل محیط‌زیست به عنوان یکی از شاخه‌های حقوق بین‌الملل عمومی تلقی می‌گردد جایگاه خاصی دارد. در این چارچوب، بهره‌برداری منطقی و معقولانه از سرزمین و مدیریت منابع مشترک، تغییرات آب و هوا و تنوع زیستی نیازمند همکاری‌های بین‌المللی است. یکی از مباحث بسیار مهم جهانی، دیپلماسی محیط‌زیستی و تاثیر آن بر تعاملات بین‌المللی و صلح جهانی است. در این راستا دیپلماسی به عنوان یک ابزار کاربردی و تسهیل‌گر در روابط بین‌الملل بوده که هدف اصلی آن صلح و آرامش است (Poorhashemi et al., 2013).
- تاثیر دیدگاه سازمان‌های مردم نهاد (سمن): سازمان‌های مردم نهاد محیط‌زیستی می‌توانند مشارکت‌های مردمی را در حفاظت از محیط‌زیست جهت‌دهی و هدایت نموده، با متمرکز نمودن تلاش‌های فردی و جمعی، بازدهی‌ها را افزایش دهند. مشارکت را می‌توان فرآیندی برای آموزش مردم به شرکت در اتخاذ تصمیمات گروهی و در عین حال سهیم شدن در مسئولیت‌ها دانست که امروزه بیشتر در کنار واژه توسعه به کار گرفته می‌شود (Abdoli et al., 2017).
- بانک اطلاعات محیط‌زیستی معدنی: ایجاد شفافیت در مسایل محیط‌زیستی معادن می‌تواند راه‌حلی پایدار برای مشکلاتی مانند ضعف نظارت بر عملکرد محیط‌زیستی معادن، وجود ضعف در قوانین، عدم شفافیت در استعلامات و تعاملات با معادن محسوب گردد. ایجاد شفافیت در مسایل محیط‌زیستی معادن می‌تواند راه‌حلی پایدار برای بسیاری از این مشکلات باشد.

### بحث و نتیجه‌گیری

در پرسش‌نامه ماتریسی از کارشناسان خواسته شده که تاثیر هریک از یازده شاخص موثر بر معدنکاری سبز را بر یکدیگر با عبارات کیفی «بدون تاثیر، تاثیر خیلی کم، تاثیر کم، تاثیر زیاد و تاثیر خیلی زیاد» مشخص نمایند. در جدول (۳)، نمونه‌ای از پرسش‌نامه ماتریسی تکمیل شده، مشاهده می‌گردد. در پرسش‌نامه‌های تحلیل دیمتل، ضریب پایایی آلفای کرونباخ استفاده نمی‌شود بلکه از مفهوم نرخ ناسازگاری استفاده خواهد شد. نرخ ناسازگاری شاخصی است که مقدار آن نشان‌دهنده

تناقضات و ناسازگاری‌های احتمالی در ماتریس مقایسات زوجی است. چنانچه نرخ ناسازگاری کمتر از ۰/۱ باشد، سازگاری ماتریس مقایسات مورد تایید بوده و قابل قبول می‌باشند. برای سازگاز شدن پرسش‌نامه‌ها در چندین مرحله پرسش‌نامه‌های ضعیف‌تر حذف و در نهایت نرخ ناسازگاری پرسش‌نامه کمتر از ۰/۱ حاصل و سازگاری پرسش‌نامه‌ها مورد تایید قرار گرفت.

برای تبدیل عبارات کیفی فازی «بدون تاثیر، تاثیر خیلی کم، تاثیر کم، تاثیر زیاد و تاثیر خیلی زیاد» به عدد کمی از معادله فوجینگ<sup>(۴)</sup> استفاده گردید (جدول ۵ و شکل ۵). به عنوان مثال پرسش‌نامه جدول (۳) بر اساس معادله فوجینگ، کمی‌سازی و نتایج آن در جدول (۴) ارایه شده است.

جدول (۳): نمونه پرسش‌نامه تکمیل شده

شاخص‌های موثر بر معدنکاری سبز	تاثیر شاخص‌های ستون بر شاخص‌های سطر	بدون تاثیر، تاثیر خیلی کم، تاثیر کم، تاثیر زیاد و تاثیر خیلی زیاد	ارتقای آگاهی‌های محیط‌زیستی کارکنان	تدوین مقررات محیط‌زیستی کارآتر	فرهنگ سازمانی محیط‌زیستی	ممیزی مستمر محیط‌زیستی	استفاده از فناوری روز	رشد اقتصادی	فرآیند جهانی شدن	نقش ذی‌نفعان	التزام به کنوانسیون‌های محیط‌زیستی	تاثیر دیدگاه سازمان‌های مردم‌نهاد (سمن)	بانک اطلاعات محیط‌زیستی معدنی
ارتقای آگاهی‌های محیط‌زیستی کارکنان	*	بدون تاثیر	خیلی زیاد	خیلی کم	زیاد	خیلی کم	خیلی کم	خیلی کم	بدون تاثیر	کم	بدون تاثیر	خیلی کم	خیلی کم
تدوین مقررات محیط‌زیستی کارآتر	کم	*	خیلی کم	خیلی زیاد	کم	خیلی زیاد	کم	بدون تاثیر	زیاد	کم	بدون تاثیر	زیاد	کم
فرهنگ سازمانی محیط‌زیستی	خیلی زیاد	بدون تاثیر	*	خیلی کم	زیاد	خیلی زیاد	زیاد	خیلی کم	زیاد	کم	بدون تاثیر	کم	زیاد
ممیزی مستمر محیط‌زیستی	خیلی کم	خیلی کم	کم	*	خیلی کم	خیلی کم	کم	خیلی کم	کم	خیلی کم	کم	خیلی کم	زیاد
استفاده از فناوری روز	خیلی کم	خیلی کم	بدون تاثیر	*	کم	کم	*	کم	زیاد	خیلی کم	کم	کم	زیاد
رشد اقتصادی	خیلی کم	خیلی کم	بدون تاثیر	کم	زیاد	کم	زیاد	*	زیاد	زیاد	کم	کم	بدون تاثیر
فرآیند جهانی شدن	زیاد	خیلی زیاد	کم	کم	زیاد	کم	زیاد	کم	*	کم	زیاد	زیاد	کم
نقش ذی‌نفعان	خیلی کم	خیلی کم	کم	کم	کم	بدون تاثیر	کم	کم	زیاد	*	کم	کم	زیاد
التزام به کنوانسیون‌های محیط‌زیستی	زیاد	خیلی زیاد	زیاد	کم	کم	خیلی زیاد	کم	کم	خیلی زیاد	کم	*	زیاد	زیاد
دیدگاه سازمان‌های مردم‌نهاد	کم	زیاد	کم	کم	بدون تاثیر	بدون تاثیر	بدون تاثیر	بدون تاثیر	زیاد	کم	زیاد	*	زیاد
بانک اطلاعات محیط‌زیستی معدنی	زیاد	زیاد	زیاد	کم	خیلی کم	بدون تاثیر	بدون تاثیر	خیلی کم	زیاد	زیاد	بدون تاثیر	زیاد	*

به روش تحلیل گراف دیمتل، میانگین اعداد پرسش‌نامه‌ها در سه بخش کرانه پایین، کرانه میانه و کرانه بالا محاسبه می‌گردد. در

ابتدا ماتریس میانگین کرانه پایین محاسبه شد. با نرمال‌سازی ماتریس مذکور، ماتریس نرمال میانگین کرانه پایین بنام HL به

دست آمد. محاسبات دیمتل ادامه یافته و ماتریس‌های بعدی ب. ماتریس معکوس ماتریس قبلی برای کرانه پایین محاسبه می‌شوند که عبارت است از:

الف. ماتریس میانگین نرمال شده منهای ماتریس یک‌ه برای کرانه پایین

ج. ماتریس نهایی برای کرانه پایین

جدول (۴): کرانه پایین، میانه و بالا فازی

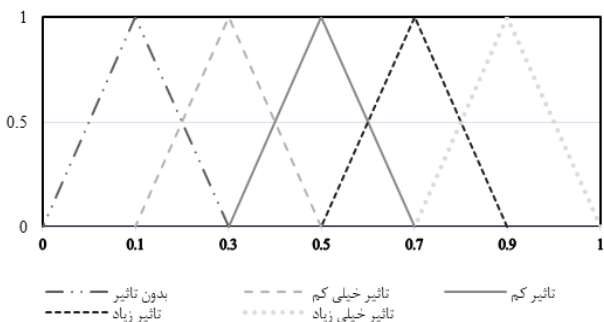
معدنی	بانک اطلاعات محیط‌زیستی	تاثیر دیدگاه سازمان‌های مردم‌نهاد (سمن)	التزام به کنوانسیون‌های محیط‌زیستی	نقش ذی‌نفعان	فرآیند جهانی شدن	رشد اقتصادی	استفاده از فناوری روز	ممیزی مستمر محیط‌زیستی	فرهنگ سازمانی	محیط‌زیستی	تدوین مقررات محیط‌زیستی	کاراثر	ارتقای آگاهی‌های محیط‌زیستی کارکنان	کرانه پایین، میانه و بالا فازی بر اساس پرسش‌نامه جدول ۳
۰/۵	۰/۵	۰/۳	۰/۷	۰/۳	۰/۵	۰/۵	۰/۹	۱/۰	۰/۳	۰/۰	۰/۰	۰/۰	ارتقای آگاهی‌های محیط‌زیستی کارکنان	
۰/۳	۰/۳	۰/۱	۰/۵	۰/۱	۰/۳	۰/۳	۰/۷	۰/۹	۰/۱	۰/۰	۰/۰	۰/۰	تدوین مقررات محیط‌زیستی کاراثر	
۰/۷	۰/۹	۰/۳	۰/۵	۰/۹	۰/۳	۰/۷	۱/۰	۰/۵	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	فرهنگ سازمانی محیط‌زیستی	
۰/۵	۰/۷	۰/۱	۰/۳	۰/۷	۰/۱	۰/۵	۰/۹	۰/۳	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	ممیزی مستمر محیط‌زیستی	
۰/۳	۰/۵	۰/۰	۰/۱	۰/۵	۰/۰	۰/۳	۰/۷	۰/۱	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	استفاده از فناوری روز	
۰/۹	۰/۷	۰/۳	۰/۷	۰/۹	۰/۵	۰/۹	۱/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۳	۰/۰	۰/۰	رشد اقتصادی	
۰/۷	۰/۵	۰/۱	۰/۵	۰/۷	۰/۳	۰/۷	۰/۹	۰/۰	۰/۰	۰/۱	۰/۰	۰/۰	فرآیند جهانی شدن	
۰/۵	۰/۳	۰/۰	۰/۳	۰/۵	۰/۰	۰/۵	۰/۷	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	نقش ذی‌نفعان	
۰/۹	۰/۷	۰/۳	۰/۷	۰/۹	۰/۳	۰/۷	۱/۰	۰/۹	۰/۷	۱/۰	۰/۰	۰/۰	التزام به کنوانسیون‌های محیط‌زیستی	
۰/۵	۰/۷	۰/۰	۰/۳	۰/۷	۰/۱	۰/۵	۰/۳	۰/۷	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	دیدگاه سازمان‌های مردم‌نهاد	
۰/۳	۰/۵	۰/۰	۰/۳	۰/۷	۰/۰	۰/۳	۰/۷	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	بانک اطلاعات محیط‌زیستی معدنی	
۰/۰	۰/۹	۰/۳	۱/۰	۰/۹	۱/۰	۰/۳	۰/۵	۰/۹	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰		
۰/۰	۰/۷	۰/۱	۰/۹	۰/۷	۰/۰	۰/۹	۰/۱	۰/۳	۰/۷	۰/۰	۰/۰	۰/۰		
۰/۰	۰/۵	۰/۰	۰/۷	۰/۵	۰/۰	۰/۷	۰/۰	۰/۵	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰		



- شاخص‌های ضعیف معدنکاری سبز بوده و نیاز به تقویت دارند.
- شاخص ارتقای آگاهی‌های محیط‌زیستی کارکنان، شاخص فرهنگ سازمانی محیط‌زیستی، شاخص نقش ذی‌نفعان و شاخص تاثیر دیدگاه سازمان‌های مردم نهاد از شاخص‌های نسبتاً مستقل با اثرگذاری کم محسوب می‌گردند.
- شاخص ممیزی مستمر محیط‌زیستی و شاخص استفاده از فناوری روز از شاخص‌های مستقل می‌باشند.

جدول (۵): داده‌ها بر اساس معادله فوجینگ

میزان تاثیر	کرانه پایین	میان	کرانه بالا
بدون تاثیر	۰/۳	۰/۱	۰
تاثیر خیلی کم	۰/۵	۰/۳	۰/۱
تاثیر کم	۰/۷	۰/۵	۰/۳
تاثیر زیاد	۰/۹	۰/۷	۰/۵
تاثیر خیلی زیاد	۱	۰/۹	۰/۷



شکل (۵): تابع عضویت فازی فوجینگ

جدول (۶): ماتریس فازی زدایی شده

شاخص موثر	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	جمع سطر
۱	-۰/۵۶	-۰/۳۷	-۰/۴۹	-۰/۴۰	-۰/۴۳	-۰/۴۵	-۰/۳۴	-۰/۴۲	-۰/۳۳	-۰/۵۱	-۰/۳۸	-۴/۶۷
۲	-۰/۴۹	-۰/۵۰	-۰/۶۱	-۰/۴۹	-۰/۴۶	-۰/۶۱	-۰/۳۹	-۰/۶۴	-۰/۴۲	-۰/۶۷	-۰/۳۷	-۵/۶۵
۳	-۰/۵۳	-۰/۴۲	-۰/۶۴	-۰/۴۳	-۰/۵۲	-۰/۵۳	-۰/۳۵	-۰/۴۹	-۰/۳۸	-۰/۴۹	۰/۴۵	-۵/۲۲
۴	-۰/۵۹	-۰/۴۱	-۰/۵۲	-۰/۵۸	-۰/۵۵	-۰/۵۷	-۰/۳۷	-۰/۶۴	-۰/۳۷	-۰/۶۶	-۰/۴۹	-۵/۷۴
۵	-۰/۵۷	-۰/۳۹	-۰/۶۰	-۰/۵۱	-۰/۶۴	-۰/۱۶۶	-۰/۳۸	-۰/۶۴	-۰/۳۵	-۰/۵۵	-۰/۴۸	-۵/۵۹
۶	-۰/۴۳	-۰/۲۹	-۰/۵۰	-۰/۳۵	-۰/۴۲	-۰/۵۱	-۰/۲۸	-۰/۵۰	-۰/۲۶	-۰/۵۰	-۰/۳۹	-۴/۴۲
۷	-۰/۷۲	-۰/۴۸	-۰/۶۳	-۰/۵۷	-۰/۶۶	-۰/۵۷	-۰/۵۲	-۰/۶۶	-۰/۴۳	-۰/۷۸	-۰/۴۶	-۶/۴۷
۸	-۰/۵۸	-۰/۴۰	-۰/۶۰	-۰/۵۲	-۰/۴۵	-۰/۵۷	-۰/۳۸	-۰/۷۴	-۰/۳۶	-۰/۵۵	-۰/۴۹	-۵/۶۵
۹	-۰/۵۸	-۰/۳۸	-۰/۶۱	-۰/۴۶	-۰/۴۳	-۰/۴۲	-۰/۳۴	-۰/۶۴	-۰/۴۳	-۰/۶۵	-۰/۴۷	۵/۴۱
۱۰	-۰/۴۹	-۰/۴۲	-۰/۴۹	-۰/۳۸	-۰/۶۰	-۰/۶۲	-۰/۳۸	-۰/۶۲	-۰/۳۸	-۰/۷۴	-۰/۴۸	-۵/۶۱
۱۱	-۰/۴۰	-۰/۲۷	-۰/۴۱	-۰/۳۱	-۰/۴۱	-۰/۳۷	-۰/۲۴	-۰/۴۲	-۰/۲۸	-۰/۴۵	-۰/۳۹	-۳/۹۴
جمع ستون	-۵/۹۴	-۴/۳۲	-۶/۱۱	-۵/۰۰	-۵/۵۷	-۵/۶۷	-۳/۹۷	-۶/۴۲	-۳/۹۸	-۶/۵۵	-۴/۸۵	

به همین ترتیب محاسبات دیمتل برای مقادیر میانه و مقادیر کرانه بالا نیز تکرار و ماتریس‌های نهایی به دست می‌آید. سه ماتریس نهایی در کرانه پایین، میانه و کرانه بالا را فازی زدایی نموده (یک ششم مجموع کرانه پایین و کرانه بالا و چهار برابر مقدار میانه) که نتایج در جدول (۶) ارائه شده است. برای به دست آوردن ویژگی‌های کمی و کیفی شاخص‌های موثر بر مدیریت معدنکاری سبز براساس محاسبات ماتریس فازی زدایی اقدام شد. در این روش ماتریس فازی زدایی شده (جدول ۶) را مدنظر قرار داده و مقادیر جمع اعداد ستون به نام C و جمع اعداد سطر به نام R و نیز مقادیر R+C و R-C را محاسبه شد که نتایج آن در جدول (۷) ارائه می‌شود. اطلاعات موجود در جدول (۷) در شکل (۶) نیز آورده شده است. در این شکل بر روی محور افقی بنام R+C اعداد بزرگ‌تر به معنای تاثیرگذاری بیشتر و بر روی محور عمودی بنام R-C اعداد بزرگ‌تر به معنای تاثیرپذیری بیشتر شاخص نسبت به سایر شاخص‌ها می‌باشد. در شکل (۶)، چهار ناحیه مشاهده می‌شود که بنا به روش دیمتل، هر ناحیه دارای خصوصیتی است. خصوصیات نواحی چهارگانه در شکل (۷) ارائه می‌شود. با مقایسه اشکال (۶ و ۷)، نتایج زیر استنتاج می‌گردد:

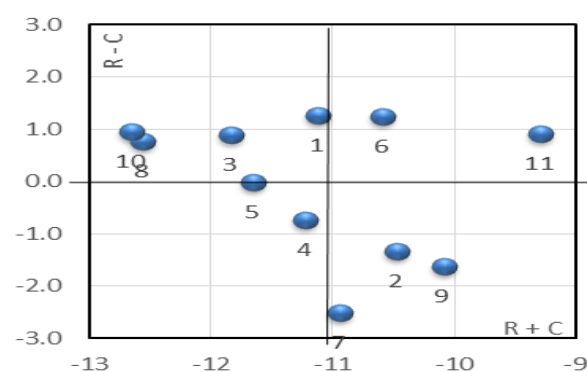
- شاخص‌های اصلی معدنکاری سبز، شاخص رشد اقتصادی و شاخص بانک اطلاعات محیط‌زیستی معدنی هستند.
- شاخص تدوین مقررات محیط‌زیستی، شاخص فرآیند جهانی شدن و شاخص التزام به کنوانسیون‌های محیط‌زیستی از

جدول (۷): تاثیرگذاری و تاثیرپذیری شاخص‌ها نسبت به هم

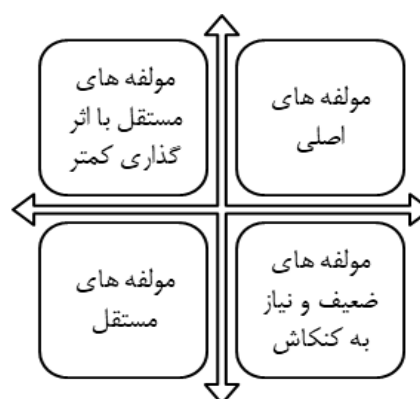
شماره	شاخص‌های موثر	R-C	R+C
۱	ارتقای آگاهی‌های محیط‌زیستی کارکنان	۱/۲۷	-۱۱/۱۲
۲	تدوین مقررات محیط‌زیستی کارآتر	-۱/۳۳	-۱۰/۶۴
۳	فرهنگ سازمانی محیط‌زیستی	۰/۸۹	-۱۱/۳۶
۴	ممیزی مستمر محیط‌زیستی	-۰/۷۴	-۱۱/۱۹
۵	استفاده از فناوری روز	۰/۰۱	-۱۱/۷۴
۶	رشد اقتصادی	۱/۲۵	-۱۰/۷۴
۷	فرآیند جهانی شدن	-۲/۵۱	-۱۰/۸۵
۸	نقش ذی‌نفعان	۰/۷۶	-۱۲/۷۴
۹	التزام به کنوانسیون‌های محیط‌زیستی	-۱/۸۲	-۱۰/۱۱
۱۰	تاثیر دیدگاه سازمان‌های مردم نهاد (سمن)	۰/۹۵	-۱۲/۸۱
۱۱	بانک اطلاعات محیط‌زیستی معدنی	۰/۹۱	-۹/۳۱

ماتریس فازی‌زدایی شده که بیشتر از ارزش آستانه باشد را حذف نموده و نتیجه نهایی محاسبات در جدول (۸) ارائه می‌گردد. از جدول (۸) نتایج مختلفی می‌توان استنتاج نمود. با توجه به مقادیر سلول‌ها می‌توان مشاهده نمود، کوچک‌ترین اعداد ۲۵/۸، ۲۴/۳ و ۲۷ و بزرگ‌ترین اعداد ۴۵/۳ و ۴۵/۱ است. لذا شاخص بانک اطلاعات محیط‌زیستی معدنی بیشترین تاثیر را بر روی شاخص فرآیند جهانی شدن با ۲۴/۳ واحد دارد. تاثیر شاخص رشد اقتصادی بر شاخص التزام به کنوانسیون‌های محیط‌زیستی با ۲۵/۸ واحد و نیز شاخص بانک اطلاعات محیط‌زیستی معدنی بر شاخص تدوین مقررات محیط‌زیستی کارآتر با ۲۷ واحد در رتبه‌های بعدی قرار دارند. همچنین شاخص فرهنگ سازمانی محیط‌زیستی کمترین تاثیر را بر روی شاخص بانک اطلاعات محیط‌زیستی معدنی با ۴۵/۱ واحد، شاخص ارتقای آگاهی‌های محیط‌زیستی بر شاخص رشد اقتصادی با ۴۵/۳ واحد و شاخص نقش ذی‌نفعان بر شاخص استفاده از فناوری روز با ۴۵/۳ واحد در رتبه بعدی قرار دارند.

برای ارائه یک مدل مدیریتی معدنکاری سبز از داده‌های جدول (۸) استفاده و سپس داده‌ها به صورت شکل (۸) ارائه می‌شود. این شکل، مدل مدیریتی معدنکاری سبز را نشان می‌دهد که در آن روابط متقابل شاخص‌های موثر بر مدیریت معدنکاری سبز به خوبی نشان داده شده است. به منظور احراز از پیچیدگی، قوی‌ترین روابط بین شاخص‌ها در مدل ارائه شده است. از مدل روابط متقابل شاخص‌های موثر بر مدیریت معدنکاری سبز، اطلاعات زیر قابل استنتاج می‌باشد:



شکل (۶): روابط تاثیرگذار-تاثیرپذیر شاخص‌های موثر بر معدنکاری سبز

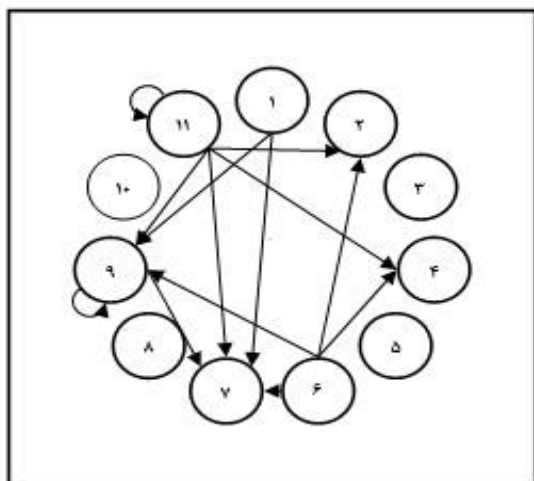


شکل (۷): نواحی چهارگانه در روابط تاثیرگذار-تاثیرپذیر

به منظور تعیین تاثیرگذاری و تاثیرپذیری شاخص‌ها، میانگین ماتریس فازی‌زدایی شده در جدول (۶) محاسبه گردیده و عدد حاصل را ارزش آستانه می‌نامند. ماتریس فازی‌زدایی شده در این پژوهش دارای ارزش آستانه ۴۵/۸ است. هر عدد موجود در

جدول (۸): اعداد پایین‌تر از ارزش آستانه (\*۱۰۰-) در جدول ۶ فازی زدایی شده

۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	شاخص‌های موثر بر معدنکاری سبز  تاثیر شاخص‌های ستون بر شاخص‌های سطر  (ارزش آستانه = ۴۵/۸)
بانک اطلاعات محیط‌زیستی معدنی	تاثیر دیدگاه سازمان‌های مردم‌نهاد	التزام به کنوانسیون‌های محیط‌زیستی	نقش ذی‌نفعان	فرآیند جهانی شدن	رشد اقتصادی	استفاده از فناوری روز	ممیزی مستمر محیط‌زیستی	فرهنگ سازمانی محیط‌زیستی	تدوین مقررات محیط‌زیستی کارآتر	ارتقای آگاهی‌های محیط‌زیستی کارکنان	
۳۷/۷	-	۳۳/۱	۴۱/۹	۳۳/۶	۴۵/۳	۴۳/۲	۳۹/۹	-	۳۶/۵	-	۱ ارتقای آگاهی‌های محیط‌زیستی کارکنان
۳۶/۸	-	۴۱/۹	-	۳۸/۷	-	-	-	-	-	-	۲ تدوین مقررات محیط‌زیستی کارآتر
۴۵/۱	-	۳۷/۶	-	۳۴/۹	-	-	۴۳/۰	-	۴۱/۶	-	۳ فرهنگ سازمانی محیط‌زیستی
-	-	۳۶/۷	-	۳۴/۷	-	-	-	-	۴۰/۸	-	۴ ممیزی مستمر محیط‌زیستی
-	-	۳۵/۴	-	۳۷/۶	-	-	-	-	۳۹/۴	-	۵ استفاده از فناوری روز
۳۹/۰	-	۲۵/۸	-	۲۷/۹	-	۴۱/۶	۳۵/۱	-	۲۸/۹	۴۳/۳	۶ رشد اقتصادی
-	-	۴۳/۱	-	-	-	-	-	-	-	-	۷ فرآیند جهانی شدن
-	-	۳۶/۰	-	۳۸/۲	-	۴۵/۳	-	-	۴۰/۰	-	۸ نقش ذی‌نفعان
-	-	۴۳/۴	-	۳۴/۵	۴۲/۴	۴۲/۶	-	-	۳۷/۷	-	۹ التزام به کنوانسیون‌های محیط‌زیستی
-	-	۳۸/۳	-	۳۸/۰	-	-	۳۷/۷	-	۴۲/۴	-	۱۰ تاثیر دیدگاه سازمان‌های مردم‌نهاد
۳۹/۱	۴۵/۰	۲۷/۶	۴۲/۰	۲۴/۳	۳۶/۸	۴۰/۵	۳۰/۵	۴۱/۲	۲۷/۰	۳۹/۹	۱۱ بانک اطلاعات محیط‌زیستی معدنی



شکل (۸): مدل مدیریت معدنکاری سبز

۱. آگاهی‌های محیط‌زیستی ۲. مقررات محیط‌زیستی ۳. فرهنگ سازمانی
۴. ممیزی محیط‌زیستی ۵. فناوری روز ۶. رشد اقتصادی ۷. جهانی شدن
۸. ذی‌نفعان ۹. کنوانسیون‌های محیط‌زیستی ۱۰. سازمان‌های مردم‌نهاد
۱۱. بانک اطلاعات محیط‌زیستی

- شاخص ۱۱ و ۶ شاخص‌های بانک اطلاعات محیط‌زیستی معدنی (شفافیت اطلاعات) و رشد اقتصادی، تاثیرگذارترین شاخص
- شاخص ۷، فرآیند جهانی شدن، شاخص ۹ یعنی التزام به کنوانسیون‌های زیست‌تاثیرپذیرترین شاخص
- شاخص‌های ۳، ۵، ۸، ۱۰ یعنی شاخص‌های فرهنگ سازمانی محیط‌زیستی، استفاده از فناوری روز، نقش ذی‌نفعان، تاثیر دیدگاه سازمان‌های مردم‌نهاد (سمن)، کمترین تعامل با دیگر شاخص‌ها
- شاخص ۹ و ۱۱، یعنی شاخص‌های التزام به کنوانسیون‌های محیط‌زیستی و بانک اطلاعات محیط‌زیستی معدنی بر خودشان نیز موثر هستند.

## نتیجه‌گیری

به منظور شناسایی شاخص‌های موثر بر معدنکاری سبز از نظرات و پاسخ‌های جامعه آماری متشکل از مجموعه کارشناسان و فعالان حوزه محیط‌زیست معدنی استفاده گردید. در این پژوهش ارزیابی داده‌های جمع‌آوری شده با روش دیمتل فازی و مدل محیط‌زیستی فشار-پاسخ دپسی برای انجام شد. نتایج ارزیابی‌ها نشان داد که شاخص بانک اطلاعات محیط‌زیستی معدنی بیشترین تاثیر را بر روی شاخص فرآیند جهانی شدن دارد. تاثیر شاخص رشد اقتصادی بر شاخص التزام به کنوانسیون‌های محیط‌زیستی و نیز شاخص بانک اطلاعات محیط‌زیستی معدنی بر شاخص تدوین مقررات محیط‌زیستی در رتبه‌های بعدی قرار دارند. همچنین شاخص فرهنگ سازمانی محیط‌زیستی کمترین تاثیر را بر روی شاخص بانک اطلاعات محیط‌زیستی معدنی را دارد. شاخص ارتقای آگاهی‌های محیط‌زیستی بر شاخص رشد اقتصادی و شاخص نقش ذی‌نفعان بر شاخص استفاده از فناوری‌های روز در رتبه‌های بعدی قرار دارند.

در این پژوهش به کمک دانش خبرگان محیط‌زیست معدنی، شاخص‌های اصلی موثر بر معدنکاری سبز که حاصل تجمیع تعداد زیادی شاخص اولیه بود، شناسایی، ارزیابی و مدل‌سازی شد. هر یک از شاخص‌های معرفی شده خود دارای

زیرشاخص‌های متعددی است که بایستی به آن زیرشاخص‌ها نیز توجه و روابط بین آن‌ها را نیز تعیین نمود که در نهایت مدل جامع‌تری بدست خواهد آمد.

## تقدیر و تشکر

نویسندگان مقاله از مساعدت، همکاری و راهنمایی‌های جناب آقای مهندس بهرامن رئیس خانه معدن و همکاران ایشان به ویژه جناب آقای دکترکنی و نیز از آقای دکتر نظری از مدیران وزارت صنعت، معدن و تجارت که در انجام این پژوهش یاری بی‌دریغ داشته‌اند، تشکر می‌نمایند.

## یادداشت‌ها

1. DEMATEL: Decision Making Trial And Evaluation
2. DPSIR: Driving force, Pressure, State, Impacts, Responses
3. Kuznets
4. Fuchang

## فهرست منابع

- Abdoli, G.; Bahmanpour, H. & Damghani, M. 2017. Recognizing the views of environmental experts and activists on the legal status and role of environmental non-governmental organizations (NGOs). *Journal of Research in the Arts and Humanities*, 2(4). 9-23 (In Persian).
- Bahadori, M.K.; Rajabi, G.; Raadabadi M. & Yaghoubi, M. 2014. Analysis of the Systematic Relationships between Influencing Factors on Effective Teaching from the Perspective of Graduate Students Using Graph Theory. *Journal of Educational Development of Judishapur*, 5(1): 28-36 (In Persian).
- Govindan, K.; Mudulib, K.; Devikac, K. & Barve, A. 2016. Investigation of the influential strength of factors on adoption of green supply chain management practices: an indian mining scenario. *resources. Journal of Conservation and Recycling*, 107: 185-194.
- Guo-liang, Y.; Ren-shu, Y.; Qiang, T. & Chuan, H. 2011. Coalmine green mining with gangue backfilling technique. *Journal of Environmental Sciences*, 10: 1205-1209.
- Haghighat, A. 2017. Presenting Prioterizing Model of Factors Affecting on Open Innovation by Using DEMATEL Method. *Journal of Technology Development*, 51(13): 8-15 (In Persian).
- Hemmati, Z. & Shobeir, S.M. 2016. Environmental Culture and the Factors Affecting It (Case Study: The Citizens of Shiraz). *Journal of Iran Cultural Research*, 8(4): 197-215 (In Persian).
- Herati, M. 2008. Investigate the investment situation in Iran's mining sector and provide solutions to encourage investment in this sector. *Journal of Banking and Economics*, 93: 63-70 (In Persian).

- Hilson, G. & Murck, B. 2000. Sustainable development in the mining industry: clarifying the corporate perspective. *Journal of Resources Policy*, 26: 227-238.
- Hosseini, S.E. & Paykari S. 2012. Study of Economic Growth and Trade Relaxation on the Pollution of Environment. *Journal of Economic*, 12 (9 and 10): 61-82 (In Persian).
- Hui-qi, S. 2012. Mine green mining. *Journal of Energy Procedia*, 16: 409-416.
- Jamshidi, M. & Osanloo, M. 2013. The need for mining to move towards sustainable development, 35: 62-72 (In Persian).
- Khatibi, A.; Danehkar, A.; Pourebrahim, S. & Vahid, M. 2017. Introduction of DPSIR Model and Its Applicable in Environmental decision making. *Journal of Human and Environment*, 13(4): 65-79 (In Persian).
- Laurence, D. 2011. Establishing a sustainable mining operation: an overview. *Journal of Cleaner Production*, 38: 278-284.
- Ming-yin, L.; Zhen-fang Z.; Xing, M. & Dai, L. 2009. Study on incentive mechanisms of coal green mining. *Journal of Procedia Earth and Planetary Science*, 1: 211-218.
- Muduli, K. & Barve, A. 2011. Role of green issues of mining supply chain on sustainable development. *Journal of Innovation Management and Technology*, 2(6): 484-489.
- Peprah, J.; Opoku, I.; & Nduro, K. 2016. Factors influencing green supply chain in the mining sector in Ghana European. *Journal Of Logistics Purchasing And Supply Chain Management*, 4(1) : 32-50.
- Poorhashemi, A.; Zarei, S. & Khalatbari, Y. 2013. The Cooperation Principle in International Environmental Law. *Journal of Public Law Research*, 15(39): 61-90 (In Persian).
- Poormirzaee, R. 2017. The role of mining industry and mineral resources in sustainable development of Iran. *Journal of Mineral Resources Engineering*, 2(3): 81-92. (In Persian).
- Rahimnia, F. & Nikzad, N. 2013. The impact of Cultural Dimensions on Standards of Environmental Management (ISO14001). *Journal of Environmental Science and Technology*, 15(3): 91-105 (In Persian).
- Shahab, M.R. & Sadrabad, M. 2014. Investigating the effect of economic policies of government on environmental quality in elected countries. *Journal of Environmental Science and Technology*, 16(2): 139-150 (In Persian).
- Smeets, E. & Weterings, R. 1999. Environmental indicators: typology and overview. Technical report, 25.
- Sousa, R.N. & Veiga, M.M. 2009. Using performance indicators to evaluate an environmental education program in artisanal gold mining communities in the Brazilian Amazon . *A Journal of the Human Environment*, 38(1): 40-46
- Tanushree, D.; Ki-Hyun, K.; Minori, U.; Eilhann, E.; Byong-Hun, J.; Akash, D.; & Seong-Taek, Y. 2016. Global demand for rare earth resources and strategies for green mining. *Journal of Environmental Research*, 150:182-190.
- Tavakolnia. M.R. & Akbarian, M.A. 2011. Globalization, Opportunity or Threat for Environment. *Journal of Strategic Studies of Public Policy*, 2(5): 97-120 (In Persian).
- Wang, L.; Yu, M. & Wang, S. 2015. Driving factors of green mining in coal mining enterprises in china. *Journal of Frontiers Of Engineering Management*, 2(3): 211-223.
- Wang, L.; Cao, Q. & Zhou. L. 2018. Research on the influencing factors in coal mine production safety based on the combination of DEMATEL and ISM. *Journal of Safety Science*, 103: 51-61.
- Zhengkang, S. 2015. Green mining technology of mining in Chin. *Bund EJGE*, 20: 62-80.