

ارزیابی اثرات محیط‌زیستی مجتمع‌های صنعتی با روش AN-AM (مطالعه موردی: مجتمع مس سرچشمه)

عباس اکبری نژاد باقلعه^۱، شاهر کرمی*^۲، رضا احمدیان^۳، سید مصطفی مختاباد امرئی^۴، سامان گلالی‌زاده^۵

۱. دانشجوی کارشناسی‌ارشد برنامه‌ریزی منطقه‌ای، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.
aakbari206@gmail.com

۲. دانشجوی دکتری آموزش محیط‌زیست، دانشگاه پیام نور تهران، تهران، ایران

Rahmadian2001@yahoo.com

۳. رضا احمدیان، استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد زنجان، زنجان، ایران

۴. سید مصطفی مختاباد امرئی، دانشیار دانشکده هنر و معماری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران
mokhtabm@modares.ac.ir

۵. سامان گلالی‌زاده، دانش‌آموخته مدیریت و برنامه‌ریزی محیط‌زیست، دانشکده محیط‌زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران
saman.galali64@gmail.com

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۲/۰۴/۰۱

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۱/۱۲/۰۷

چکیده

بهره‌مندی از مواهب طبیعی و قابلیت‌های بالقوه محیط‌زیست حق قانونی، شرعی و عرفی هر ایرانی است. لیکن بهره‌برداری از امکانات طبیعی، پیشرفت اجتماعی و رشد اقتصادی نباید به شکلی انجام پذیرد که سبب نابودی منابع پایه (آب، خاک، جنگل، مرتع، حیات‌وحش، هوا و ...) شود و آسیب جبران‌ناپذیری را متوجه محیط‌زیست و جامعه کند. ارزیابی تأثیرات محیط‌زیستی یکی از روش‌های قابل قبول برای دستیابی به اهداف توسعه پایدار است و می‌تواند به عنوان یک ابزار برنامه‌ریزی در دسترس مدیران و تصمیم‌گیران قرار گیرد. آنها با استفاده از این ابزار می‌توانند تأثیرات بالقوه‌ای را که در نتیجه اجرای پروژه عمرانی و توسعه پدیدار می‌شود، شناسایی کرده. سپس اقداماتی منطقی به‌منظور رفع یا کاهش آنها ارائه کنند. امروزه با توجه به فعالیت بیش از پیش کارخانه‌های مس برای تولید مس مورد نیاز کشور و نیز اهمیت روزافزون رعایت مسائل تأثیرگذار بر محیط زیست در صنایع مختلف، به خصوص صنعت مس، باید از روش‌های بهتر و کارآمدتری استفاده کرد تا تأثیرات حاصل از فعالیت مجتمع‌های صنعتی شناسایی و کنترل شوند. در این پژوهش تأثیرات زیست‌محیطی مجتمع مس سرچشمه بررسی شده است. در این راستا ابتدا با استفاده از نظر کارشناسان و یک چک‌لیست ارزیابی مهم‌ترین فاکتورهای محیط‌زیستی و اقتصادی-اجتماعی که از پروژه متأثر می‌شوند، شناسایی شدند. در ادامه با استفاده از روش ماتریس سریع (RIAM)، که با روش ANP وزن‌دار شده است (روش AN-AM)، و با کمک کارشناسان، اثرات ارزیابی شد. نتایج نشان داد که ۱۲ فاکتور محیط‌زیستی و ۳ فاکتور اجتماعی در حد متوسط و کمتر، از پروژه ضرر می‌بینند و ۵ فاکتور اقتصادی-اجتماعی از پروژه به صورت بسیار مثبت نفع می‌برند. در نتیجه با توجه به استراتژیک بودن صنعت مس در کشور ادامه کار پروژه با اجرای طرح‌های بهسازی و گزینه‌های اصلاحی پیشنهاد می‌شود.

کلیدواژه

فاکتورهای اقتصادی-اجتماعی، فاکتورهای محیط‌زیستی، ماتریس سریع موزون، مجتمع مس سرچشمه

۱. سرآغاز

نابودی منابع پایه یعنی آب، خاک، جنگل، مرتع، حیات‌وحش، هوا و ... شود و آسیب جبران‌ناپذیری را متوجه محیط‌زیست و جامعه کند (وزارت نیرو، ۱۳۸۴). در چند دهه اخیر به دنبال پیشرفت علم و فن‌آوری و

بهره‌مندی از مواهب طبیعی و قابلیت‌های بالقوه محیط‌زیست حق قانونی، شرعی و عرفی هر ایرانی است. لیکن بهره‌برداری از امکانات طبیعی، پیشرفت اجتماعی و

بوده و بسیاری از آنها بدون توجه به ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی-اجتماعی طراحی و بهره‌برداری شده‌اند. حاصل و پیامد چنین اقداماتی بروز آلودگی‌های مختلف و تخریب منابع و بروز مسائل اجتماعی در سطح وسیعی از کشور بوده‌است. هرچند که در بسیاری از حوزه‌های تخصصی الزام به مطالعات ارزیابی اثرات از وجاهت قانونی در ابعاد ملی یا بین‌المللی برخوردار نیست، لیکن اجرا و اهتمام به این موضوعات در مراحل استقرار یا اجرای سامانه‌های مختلف به جزئی جدایی‌ناپذیر از این مطالعات تبدیل شده‌است (معاونت آموزش تحقیقات و فن‌آوری، ۱۳۸۲).

بررسی سوابق و تاریخچه ارزیابی اثرات محیط‌زیست در کشور آشکار می‌کند که به دلیل نبود قوانین و مقررات مرتبط، در عمل به جز برخی موردهای موضوعی، مسئولان پروژه‌های توسعه خود را موظف به تهیه گزارش ارزیابی نمی‌دیده‌اند. اصولاً کشور ما جزء آن دسته از کشورهایی بوده که قانون خاصی در مورد ارزیابی اثرات محیط‌زیستی نداشته‌است. لیکن بر اساس قوانین محیط‌زیستی به دولت اختیار داده می‌شود که در بعضی از پروژه‌های خاص بررسی‌های محیط‌زیستی را الزامی کند (شریعت و منوری، ۱۳۷۵؛ نژادی، ۱۳۸۴). اولین بار در سال ۱۳۵۶ دکتر مجید کوپاهی با انتشار مقاله‌ای با عنوان "نقش الگوی شبیه‌سازی در ارزیابی محیط‌زیستی طرح‌های عمرانی" و دکتر پرویز ثمر با تهیه یک گزارش محیط‌زیستی برای پروژه نیروگاه هسته‌ای بوشهر در مهندسين مشاور اکوزیست مفهوم ارزیابی را در ایران مطرح کردند. همچنین در سال ۱۳۶۱ در شماره ۱۱ مجله محیط‌شناسی دکتر مجید مخدوم مقاله‌ای با عنوان «الگوی ارزیابی تغییرات محیط‌زیست» ارائه کرد و دیگر کارشناسان و متخصصان این راه را تا به امروز ادامه داده‌اند (ملکوتی، ۱۳۸۴).

مس به عنوان یکی از کالاهای مهم و استراتژیک کشور به دلیل قابلیت هدایت الکتریکی و حرارت

محیط‌زیست انگشت اتهام به سوی انسان، نشانه رفته است؛ خواه به عنوان مقصر اصلی تبعات مخرب اعمالش و یا در جایگاه یکی از اصلی‌ترین قربانیان. بنابراین تلاش برای حفظ و احیای منابع طبیعی و غلبه بر موانع و کاستی‌های موجود به مبارزه‌ای برای زیستن، بقا و پایدارماندن تبدیل شده‌است. امروزه دیگر نمی‌توان توقع داشت که همراه با استقرار توسعه‌های مختلف، که از ملزومات پیشرفت علمی و اقتصادی بشر است، محیط‌زیست دست‌نخورده باقی بماند. مدیریت محیط‌زیست نیز به دنبال چنین امر محالی نیست، لیکن تقلیل آلودگی‌ها و کاهش آثار تخریبی آن در حدی معقول در روند توسعه پایدار مورد نظر است. این امر مهم از راه ارزیابی محیط‌زیستی، مدیریت درست، تصویب لوایح و قوانین لازم، به‌کاربردن وسایل مورد نیاز و نظارت و پایش درست و به‌موقع ممکن می‌شود (رهبر، ۱۳۸۰؛ نژادی، ۱۳۸۴).

ارزیابی تأثیرات محیط‌زیستی ابزاری برای اطمینان یافتن از اجرای مناسب و درست یک پروژه است و می‌توان آن را روشی برای تعیین، پیش‌بینی و تفسیر اثرات یک پروژه پیشنهادی بر جامعه و محیط‌زیست دانست (شریعت و منوری، ۱۳۷۵). همچنین به نظر Canter (1996) ارزیابی اثرات محیط‌زیستی در واقع شناسایی سیستماتیک و بررسی آثار پروژه‌ها، برنامه‌ها و طرح‌های پیشنهادی بر اجزای فیزیکی، زیستی، فرهنگی و اجتماعی-اقتصادی محیط‌زیست است. با این ارزیابی می‌توان اطمینان یافت که تمامی گزینه‌های مورد نظر توسعه موافق با توسعه پایدار باشند و هر گونه پیامد محیط‌زیستی در مرحله طراحی پروژه شناسایی شود و مورد توجه قرارگیرد (Lawrence, 2003). بررسی سوابق اجرای طرح‌ها و پروژه‌های عمرانی در کشور نشان می‌دهد که در برنامه‌ریزی‌های گذشته، به مانند بسیاری از کشورهای در حال توسعه، اهمیت و ارزش‌های منابع طبیعی و محیط اجتماعی از دیدگاه تصمیم‌گیران پنهان

انتخاب مجتمع مس سرچشمه (رفسنجان) به عنوان مطالعه موردی به ارائه مدل کاربردی چندشاخصه می‌پردازیم.

مواد و روش بررسی

منطقه مورد مطالعه: شهرستان رفسنجان با وسعتی حدود ۷۶۷۸ کیلومتر مربع در شمال غرب استان کرمان و در سر راه دو شهر کرمان و یزد واقع شده است. از شمال به شهرستان بافق در استان یزد، از جنوب به شهرستان‌های سیرجان و بردسیر، از غرب به انار و شهر بابک، از شرق به شهرستان کرمان و از شمال شرق به شهرستان زرنند محدود می‌شود. ارتفاع این شهرستان در مرکز شهر ۱۴۶۹ متر از سطح دریاست. جمعیت رفسنجان در سال ۱۳۹۰ حدود ۳۹۰۳۸۷ نفر بوده است (سازمان آمار، ۱۳۹۱). ۴۵ درصد از جمعیت شهرستان در مناطق روستایی زندگی می‌کنند و مهم‌ترین فعالیت اقتصادی آنها باغداری (کشت پسته) است. شکل ۱ موقعیت شهرستان رفسنجان و مس سرچشمه را نشان می‌دهد.

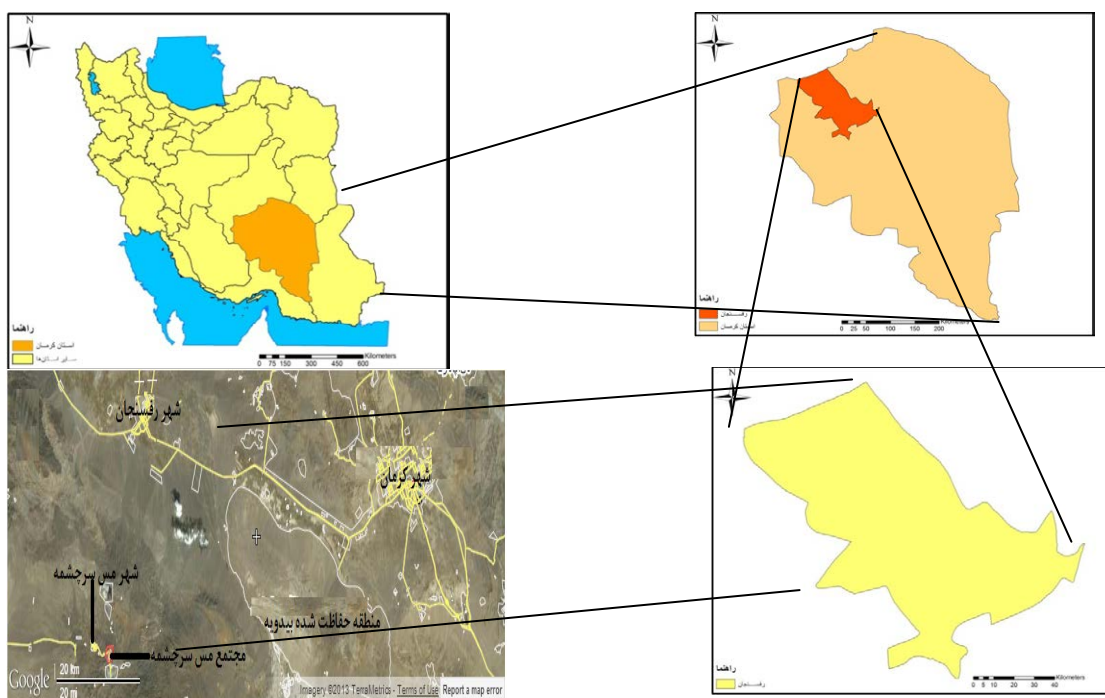
مجتمع مس سرچشمه: مختصات معدن مس سرچشمه "۲۰'۵۲" ۵۵° طول شرقی و "۴۰'۵۶" ۲۹° عرض شمالی است. این معدن با جاده آسفالت به رفسنجان و سیرجان مرتبط است. ارتفاع این ناحیه به طور متوسط ۲۶۲۰ متر از سطح دریا است و بلندترین نقطه آن از سطح دریا ۳۲۸۰ متر ارتفاع دارد. این معدن در ۱۶۰ کیلومتری جنوب غربی کرمان و ۵۰ کیلومتری جنوب رفسنجان و در ناحیه مرکزی رشته‌کوه زاگرس قرار گرفته است. مجتمع مس سرچشمه یکی از بزرگ‌ترین مجتمع‌های صنعتی معدنی جهان به حساب می‌آید و بزرگ‌ترین تولیدکننده مس ایران است. ذخیره زمین‌شناسی معدن بالغ بر یک میلیارد و دویست میلیون تن سنگ سولفوری با عیار متوسط ۷ درصد برآورد شده است. معدن مس سرچشمه از دیدگاه زمین‌شناسی بر روی کمر بند جهانی مس قرار دارد و پهنه گسترش آن از جنوب شرقی تا

گرمایی بالا، مقاومت در برابر خوردگی، چکش‌خواری عالی با قابلیت ماشین‌کاری، سختی کم، استحکام کششی خوب و خاصیت آلیاژی عالی کاربرد فراوانی در صنایع مختلف دارد. سهم مصرف مس در صنایع مختلف، متفاوت است. در ایران تا قبل از آغاز بهره‌برداری از مجتمع مس سرچشمه در سال ۱۳۶۸، تنها از محصولات کارخانه مس غنی‌آباد در اطراف تهران، آن هم برای مصارف نظامی، استفاده می‌شده است. بقیه نیازها با واردات مس چه به صورت محصولات اولیه و چه محصولات نیمه‌ساخته مسی و آلیاژهای گوناگون تأمین می‌شده است. اما پس از بهره‌برداری از مجتمع مس سرچشمه و رشد تولیدات این مجتمع علاوه بر رفع کلیه نیازهای داخلی بخشی از محصولات به خارج از کشور صادر می‌شود. امروزه با توجه به فعالیت بیش از پیش کارخانه‌های مس، برای تولید مس مورد نیاز در کشور و نیز اهمیت روزافزون رعایت مسائل تأثیرگذار در صنایع مختلف، به خصوص صنعت مس، نیاز به استفاده از روش‌های بهتر و کارآمدتر برای شناسایی تأثیرات حاصل از فعالیت مجتمع‌های صنعتی تولیدکننده مس در زمینه‌های گوناگون (زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی) بیش از پیش شده است.

اثرات محیط‌زیستی در مجتمع‌های صنعتی رویدادها یا وضعیت‌های ممکن‌الوقوع نامعلومی هستند. نتیجه وقوع آنها به صورت پیامدهای منفی یا مثبت زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی بر اهداف پروژه تأثیر می‌گذارد. نتایج نامطلوب می‌تواند جنبه‌های مثبت پروژه‌های مذکور را نیز تحت تأثیر قرار دهد. تاکنون روش عملی و مدیریتی در خصوص ارائه مدل چندشاخصه تحلیل اثرات محیط‌زیستی، اجتماعی و اقتصادی برای پروژه‌های مجتمع‌های صنعتی در ایران به شکل مدون بررسی نشده است. از این رو این پژوهش به دنبال ارائه یک مدل تحلیل چندشاخصه برای ارزیابی اثرات محیط‌زیستی مجتمع‌های صنعتی در کشور است. برای این منظور با

میلیون سال پیش است. بخش‌های تولیدی مجتمع مس سرچشمه عبارت از معدن، تغلیظ، ذوب، پالایشگاه، ریخته‌گری‌ها و لیچینگ است.

شمال‌غربی به صورت یک محدوده بیضوی با ابعاد ۲۳۰۰ متر و ژرفای ۱۶۱۲ متر است. ساختار معدنی در این منطقه به صورت چندبافتی (پروفیری) بوده و سنگ منطقه از نوع گرانودیوریت و زمان تشکیل آن حدود ۲۵



شکل ۱. موقعیت شهرستان رفسنجان و مس سرچشمه

روش ANP موزون شده‌اند. بنابراین نام روش مورد استفاده "ماتریس سریع موزون (AN-AM)" است.

تعیین فاکتورهای متأثر از کارخانه مس: مهم‌ترین فاکتورهای متأثر از پروژه، فاکتورهایی هستند که از طرفی به خوبی میزان تخریب و آثار زیانبار بر محیط‌زیست را نشان‌دهند و از طرفی دیگر میزان اثرات سودمند برای جوامع ساکن در محل پروژه و سایر افراد را. در این پروژه مهم‌ترین فاکتورهای محیط‌زیستی و انسانی متأثر از مجتمع مس سرچشمه با استفاده از یک چک‌لیست معرفی می‌شوند. ماهیت این فاکتورها که در ارزیابی اثرات پروژه‌ها کاربرد دارند، تعیین شد. در این راستا از ۴۰ نفر از کارشناسان محیط‌زیست و متخصصان اقتصادی-اجتماعی (۲۰ کارشناس محیط‌زیست و ۲۰ متخصص اقتصادی-اجتماعی) خواسته شد تا مهم‌ترین فاکتورهای

وضعیت اسکان در مجتمع مس سرچشمه: از نظر تسهیلات زندگی در معدن شهرکی با ۲۵۰۰ واحد مسکونی برای سکونت خانواده‌ها با مساحتی معادل ۲۸۰۰۰۰ متر مربع زیربنا احداث شده‌است. ۱۵۰ دستگاه کاروان مسکونی نیز با تجهیزات کامل برای اسکان افراد مجرد در نظر گرفته شده‌است. این شهرک دارای تسهیلات آموزشی (از قبیل مهدکودک، کودکستان، دبستان، راهنمایی و دبیرستان)، مسجد، فروشگاه، رستوران، استادیوم ورزشی، بانک و سرویس‌های ایاب و ذهاب کارکنان است (سایت مجتمع مس سرچشمه، ۱۳۹۱).

روش بررسی: در این پژوهش برای ارزیابی اثرات مجتمع مس سرچشمه از روش ماتریس سریع (RIAM) استفاده می‌شود، با این تفاوت که در این ماتریس تغییراتی ایجاد و پارامترهای مورد بررسی در آن، با استفاده از

در این مرحله شبکه‌ای از اهداف (تعیین وزن فاکتورها)، معیارها (فاکتورها)، زیرمعیارها (فاکتورهای جزئی) و روابط بین آنها شناسایی و رسم می‌شود. در این پروژه هدف "تعیین وزن فاکتورهای محیط‌زیستی و اقتصادی-اجتماعی برای ارزیابی اثرات" است. بعد از هدف، معیارها (فاکتورها)، سپس زیرمعیارها (فاکتورهای جزئی) قرار می‌گیرند. اما مهم‌ترین بخش در شبکه شناسایی ارتباطات است. در این پروژه ارتباطات به صورت زیر بیان می‌شود:

- معیارهای اصلی (بیوفیزیکی، بیولوژیکی، اقتصادی-اجتماعی، فرهنگی) با هدف کلی در ارتباط هستند؛
- معیار بیوفیزیکی با زیرمعیارهای زمین، آب، اتمسفر و صدا ارتباط عمودی به طرف پایین دارد؛
- معیار زمین با زیرمعیارهای فرسایش، فشردگی و لرزش ارتباط عمودی از بالا به پایین دارد؛
- معیار زمین به صورت افقی با دو معیار اتمسفر و آب ارتباط دارد؛
- معیار آب با زیرمعیارهای کیفیت آب سطحی، زهکشی و کیفیت آب زیرزمینی ارتباط عمودی از بالا به پایین دارد؛
- معیار آب به صورت افقی با دو معیار اتمسفر و زمین ارتباط دارد؛
- معیار اتمسفر با دو زیرمعیار کیفیت هوا و تغییرات اقلیم ارتباط عمودی و از بالا به پایین دارد؛
- معیار بیولوژیک با زیرمعیارهای گیاه، جانور و زیستگاه ارتباط عمودی و از بالا به پایین دارد؛
- معیار جانوران با دو معیار زیستگاه و گیاهان به صورت افقی ارتباط دارد؛
- معیار اقتصادی-اجتماعی با زیرمعیارهای اشتغال، رفاه، قیمت زمین، ساختار اجتماعی و طرح‌های توسعه آتی ارتباط عمودی و از بالا به پایین دارد؛
- معیار رفاه به صورت افقی با دو معیار اشتغال و طرح‌های توسعه آتی ارتباط دارد؛

متأثر از کارخانه مس را نام‌برند و ماهیت آنها را نیز تعیین کنند.

با دریافت پاسخ از ۳۲ نفر از آنها، که شامل ۱۷ کارشناس محیط‌زیست و کارشناس در زمینه اقتصادی-اجتماعی هستند، فاکتورها در چهار دسته کلی زیر قرار گرفتند که هر یک خود دارای چند فاکتور جزئی‌تر هستند.

- فاکتورهای فیزیکی شامل زمین (فرسایش، فشردگی، لرزش)، آب (کیفیت آب سطحی، زهکشی، کیفیت آب زیرزمینی)، اتمسفر (کیفیت هوا، تغییرات اقلیمی) و صدا.
- فاکتورهای بیولوژیکی شامل گیاهان، جانوران و زیستگاه‌ها.
- فاکتورهای اقتصادی-اجتماعی شامل اشتغال، رفاه، قیمت زمین، ساختار اجتماعی و طرح‌های توسعه آتی.
- فاکتورهای فرهنگی شامل آثار تاریخی، سلامت فیزیکی و آسایش روانی.

تعیین وزن فاکتورها با روش ANP

روش ANP: توماس ساعتی در سال ۱۹۹۶ روشی به نام روش فرایند تحلیل شبکه‌ای را برای تصمیم‌گیری چندمعیاره ارائه کرد. طی سال‌های متمادی روش ANP یک روش فراگیر و چندمنظوره تصمیم‌گیری است که به صورت گسترده‌ای در حل مسائل پیچیده تصمیم‌گیری استفاده می‌شود. روش ANP قالبی کلی را ایجاد می‌کند که در آن بر وابستگی بین عناصر بالاتر به پایین و وابستگی عناصر بین خودشان تأکید می‌شود. علت موفقیت مدل همبستگی زیاد نتایج آن با دنیای واقعی و تصمیم‌گیری مردمی در دنیای واقعی با پیچیدگی‌هایش است (Saaty, 1996؛ Saaty, 2005؛ Banar et al, 2007). نبی‌بیدهندی و همکاران، ۱۳۹۱؛ مومنی و شریفی، ۱۳۹۱). برای حل مسئله‌های مختلف با این روش مؤسسه تصمیمات خلاق ساعتی نرم‌افزار Super decisions را ارائه کرده‌است (نبی‌بیدهندی و همکاران، ۱۳۹۱).

مقیاس ساعتی انجام می‌شود که به صورت جدول ۱ است (نبی‌بیدهندی و همکاران، ۱۳۹۱).

جدول ۱. مقیاس ساعتی برای مقایسه‌های زوجی

وضعیت مقایسه نسبت به z	ارزش ترجیحی
اهمیت برابر	۱
نسبتاً مهم‌تر	۳
مهم‌تر	۵
خیلی مهم‌تر	۷
کاملاً مهم	۹
	۲ و ۶ و ۸

(منبع: Saaty, 1996؛ کرمی و همکاران، ۱۳۹۲)

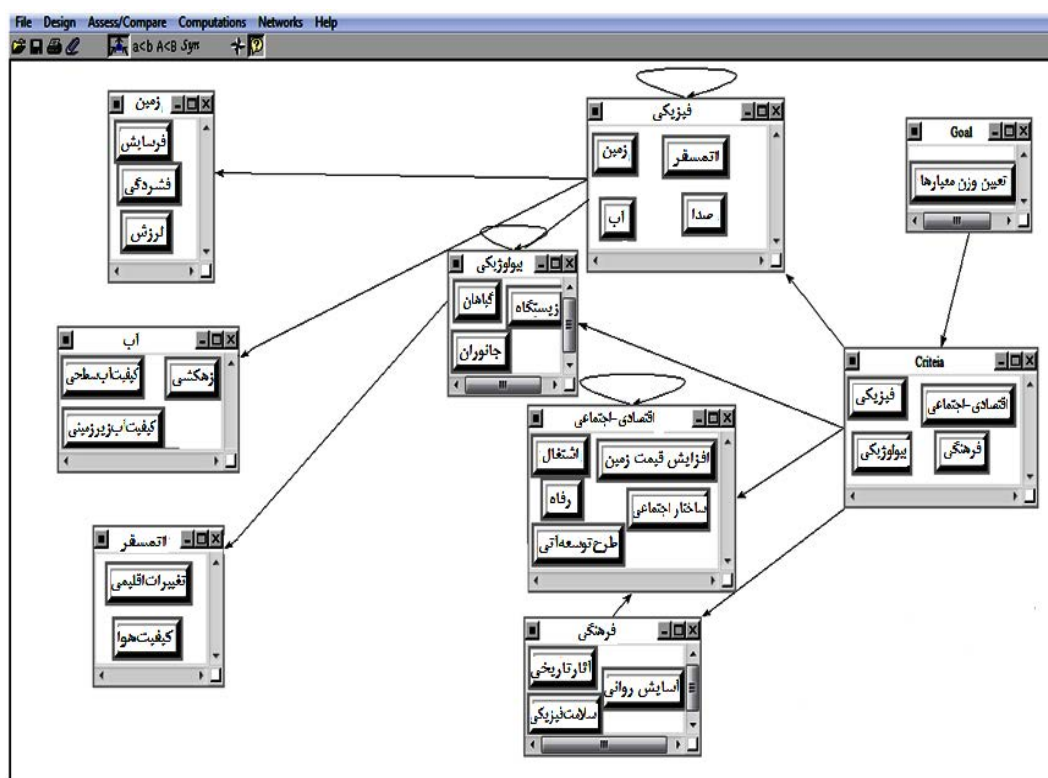
- معیار فرهنگی با زیرمعیارهای آثار تاریخی، سلامت فیزیکی و آسایش روانی ارتباط عمودی و از بالا به پایین دارد؛

- معیار آسایش روانی با معیارهای اشتغال، رفاه، طرح‌های توسعه آتی و ساختار اجتماعی به صورت افقی ارتباط دارد.

شکل ۲ شبکه و ارتباط مذکور را نشان می‌دهد

(مدل‌سازی پروژه در نرم‌افزار Super decision).

ماتریس‌های مقایسه زوجی: در این مرحله مقایسه‌های زوجی انجام می‌شود. معیاری (پارامتری) که مقایسه‌های زوجی نسبت به آن انجام می‌شود، به معیار کنترلی معروف است (زبردست، ۱۳۸۸) (Khan and Faisal, 2008). در روش فرآیند تحلیل شبکه مقایسه‌ها با



شکل ۲. شبکه تعیین وزن معیارها در نرم‌افزار Super Decision

که همکاری کردند) همراه با تصمیم‌گیران در این پروژه انجام شد. نتایج این مقایسه‌ها به نرم‌افزار Super Decision وارد شد و وزن فاکتورهای محیط‌زیست به دست آمد. سپس این وزن‌ها جهت استفاده بر مبنای عدد

در این پروژه ۱۳ مقایسه زوجی برای تعیین وزن فاکتورهای ارزیابی اثرات محیط‌زیستی مجتمع مس سرچشمه رفسنجان انجام شد. همه این مقایسه‌ها با استفاده از نظر کارشناسان مربوط (۳۲ کارشناس ذکر شده

$$(aT)*(bT)=ES$$

در گروه یک: معیار $a1$ بیانگر اهمیت اثر و $a2$

نشان‌دهنده بزرگی اثر است.

در گروه دو: معیار $b1$ پایداری اثر، $b2$ برگشت‌پذیری

اثر و $b3$ تجمعی بودن اثر است.

و در بخش آخر aT امتیاز گروه a ، bT امتیاز گروه b و

ES (Environmental Scoring) ارزش نهایی ارزیابی

است (Jensen & Laursen, 1998).

در مرحله بعد اثرات پروژه بر هر کدام از فاکتورهای

محیط‌زیستی متأثر از پروژه با استفاده از جدول ۱

امتیازدهی و برای هر یک از پارامترهای محیط‌زیستی ES

محاسبه می‌شود. جدول ۳ ملاک امتیازدهی در روش

ماتریس سریع را نشان می‌دهد.

برای تعیین امتیازهای فاکتورهای مختلف محیط‌زیستی

و اقتصادی-اجتماعی از نظر کارشناسانی استفاده شد که

حاضر به همکاری در این پروژه بودند (۳۲ نفر)، بدین

منظور فرمی طراحی شد و پس از صحبت کردن مستقیم

با آنها و توضیح دادن مسئله روش ماتریس سریع نیز

برایشان یادآوری شد. در نهایت فرم طراحی شده برای

پرکردن در اختیار آنها قرار گرفت. سپس برآیند نظر آنها

محاسبه شد و امتیاز فاکتورهای مختلف به دست آمد. لازم

است بدانیم که در این مطالعه امتیاز به دست آمده از

ماتریس سریع «امتیاز اولیه» نامیده می‌شود و از

حاصل ضرب امتیاز اولیه در «وزن پارامترها»، که با استفاده

از روش ANP به دست آمد، «امتیاز نهایی» فاکتورها

به دست خواهد آمد. «امتیازات اولیه» و «امتیازات نهایی»

فاکتورهای مختلف در جدول ۴ ارائه شده است.

برای تعیین امتیازهای فاکتورهای مختلف محیط‌زیستی

و اقتصادی-اجتماعی از نظر کارشناسانی استفاده شد که

حاضر به همکاری در این پروژه بودند (۳۲ نفر)، بدین

منظور فرمی طراحی شد و پس از صحبت کردن مستقیم با

آنها و توضیح دادن مسئله روش ماتریس سریع نیز

برایشان یادآوری شد. در نهایت فرم طراحی شده برای

یک نرمال شدند. جدول ۲ وزن‌های نسبی و نرمال را برای

هر فاکتور محیط‌زیستی نشان می‌دهد.

ماتریس سریع: مفهوم ماتریس سریع را پاستاکیا در

سال ۱۹۹۸ تدوین کرده است. این روش براساس یک

تعریف استاندارد از معیارهای مهم ارزیابی قرار دارد.

ماتریس سریع ارزیابی اثرات ابزاری برای سازماندهی،

تجزیه و تحلیل و نشان دادن نتایج حاصل از یک ارزیابی

همه‌جانبه اثرات محیط‌زیستی است (شرفی و همکاران،

۱۳۸۷).

روش ماتریس سریع بر اساس امتیازدهی به اثرات

فعالیت‌های پروژه بر فاکتورهای محیط‌زیستی است. این

امتیازدهی بر اساس معیارهای تعریف شده صورت

می‌گیرد.

در این روش معیارهای ارزیابی به دو گروه تقسیم

می‌شوند (Pastakia, 1998).

- معیارهایی که دارای اهمیت بیشتری هستند، به

طوری که هر یک می‌توانند امتیاز کسب شده را به

نحو قابل توجهی تغییر دهند (معیارهای گروه a

شامل $a1$ و $a2$).

- معیارهایی که اهمیت نسبی دارند، ولی به تنهایی

نمی‌توانند تغییر شدیدی در امتیاز کسب شده ایجاد

کنند (معیارهای گروه b شامل $b1$ و $b2$ و $b3$).

در این سیستم امتیازدهی، امتیازهای مربوط به

معیارهای گروه اول (a) در هم ضرب می‌شوند. به این

ترتیب این معیارها هر یک دارای وزن بیشتری در

امتیازدهی خواهند بود. امتیازهای مربوط به گروه دوم (b)

با هم جمع می‌گردند. به این ترتیب وزن کمتری را به

خود اختصاص می‌دهند، اما ارزش آنها در امتیازدهی

در نظر گرفته می‌شود. با ضرب کردن جمع نهایی امتیازهای

هر دو گروه در هم ارزش نهایی ارزیابی محیط‌زیستی و

اقتصادی-اجتماعی تعیین می‌شود (Pastakia & Madsen,

1998).

$$(a1)*(a2)=aT$$

$$(b1)+(b2)+(b3)=bT$$

جدول ۲. وزن فاکتورهای مختلف مجتمع مس سرچشمه

وزن نرمال	وزن نسبی	معیار (پارامتر)	ردیف	وزن نرمال	وزن نسبی	معیار (پارامتر)	ردیف
۰/۵	۰/۰۴۹	جانوران	۱۱	۰/۵	۰/۰۴۹	فرسایش خاک	۱
۱	۰/۰۹۸	زیستگاه‌ها	۱۲	۰/۱۲	۰/۰۱۲	فشرده‌گی	۲
۰/۵۴	۰/۰۵۳	اشتغال	۱۳	۰/۱۴	۰/۰۱۴	لرزش	۳
۱	۰/۰۹۸	رفاه	۱۴	۰/۵	۰/۰۴۹	کیفیت آب سطحی	۴
۰/۰۸	۰/۰۰۸	افزایش قیمت زمین	۱۵	۰/۱۲	۰/۰۱۲	زهکشی	۵
۰/۰۸	۰/۰۰۸	ساختارهای اجتماعی	۱۶	۰/۴۲	۰/۰۴۱	کیفیت آب زیرزمینی	۶
۰/۱۷	۰/۰۱۷	طرح‌های توسعه آتی	۱۷	۰/۲۰	۰/۰۲۰	کیفیت هوا	۷
۰/۳۴	۰/۰۳۳	آثار تاریخی	۱۸	۱	۰/۰۹۸	تغییرات اقلیمی	۸
۱	۰/۰۹۸	سلامت فیزیکی	۱۹	۰/۵	۰/۰۴۹	میزان صدا	۹
۱	۰/۰۹۸	آسایش روانی	۲۰	۱	۰/۰۹۸	گیاهان	۱۰

جدول ۳. ملاک امتیازدهی به معیارهای ارزیابی در روش ماتریس سریع

توصیف	امتیاز	معیار
دارای اهمیت ملی/بین‌المللی	۴	A1 اهمیت اثر
دارای اهمیت ملی/منطقه‌ای	۳	
دارای اهمیت با وسعت بیش از محلی	۲	
دارای اهمیت محلی	۱	
بدون اهمیت	۰	
منافع بسیار مثبت	۳	A2 بزرگی اثر
بهبود چشمگیر در وضعیت	۲	
بهبود وضعیت محیط‌زیست	۱	
بدون تغییر	۰	
تغییر منفی در وضعیت محیط‌زیست	-۱	
تغییر منفی قابل ملاحظه	-۲	B1 پایداری اثر
تغییر منفی شدید	-۳	
بدون تغییر	۱	
موقتی	۲	B2 برگشت‌پذیری
دائمی	۳	
بدون تغییر	۱	
برگشت‌پذیر	۲	B3 تجمعی بودن
برگشت‌ناپذیر	۳	
بدون تغییر	۱	تجمعی بودن
غیرتجمعی	۲	
تجمعی	۳	

(منبع: Pastakia & Madsen, 1998 & Jensen & Laursen, 1998)

حاصل ضرب امتیاز اولیه در «وزن پارامترها»، که با استفاده از روش ANP به دست آمد، «امتیاز نهایی» فاکتورها به دست خواهد آمد. «امتیازات اولیه» و «امتیازات نهایی» فاکتورهای مختلف در جدول ۴ ارائه شده است.

پرکردن در اختیار آنها قرار گرفت. سپس برآیند نظر آنها محاسبه شد و امتیاز فاکتورهای مختلف به دست آمد. لازم است بدانیم که در این مطالعه امتیاز به دست آمده از ماتریس سریع «امتیاز اولیه» نامیده می‌شود و از

جدول ۴. امتیاز نهایی روش AN-AM برای فاکتورها

دامنه اثر	امتیاز نهایی	امتیاز اولیه	وزن نرمال	پارامتر تحت تأثیر
-B	-۱۸	-۳۶	۰/۵	فرسایش خاک
-A	-۰.۹۶	-۸	۰/۱۲	فشرده‌گی
-A	-۱.۱۲	-۸	۰/۱۴	لرزش
-A	-۹	-۱۸	۰/۵	کیفیت آب سطحی
-A	-۰.۹۶	-۸	۰/۱۲	زهکشی
-C	-۳۰.۲۴	-۷۲	۰/۴۲	کیفیت آب زیرزمینی
-B	-۱۴.۴	-۷۲	۰/۲۰	کیفیت هوا
-A	-۸	-۸	۱	تغییرات اقلیمی
-A	-۸	-۱۶	۰/۵	میزان صدا
-B	-۱۸	-۱۸	۱	گیاهان
-A	-۹	-۱۸	۰/۵	جانوران
-B	-۱۸	-۱۸	۱	زیستگاه‌ها
+D	+۴۳.۷۴	+۸۱	۰/۵۴	اشتغال
+D	+۵۴	+۵۴	۱	ساختارهای اجتماعی
+A	+۴.۳۲	+۵۴	۰/۰۸	افزایش قیمت زمین
+A	+۶.۴۸	+۸۱	۰/۰۸	رفاه
+B	+۱۳.۷۷	+۸۱	۰/۱۷	طرح‌های توسعه آبی
-A	-۶.۱۲	-۱۸	۰/۳۴	آثار تاریخی
-D	-۳۶	-۳۶	۱	سلامت فیزیکی
-D	-۳۶	-۳۶	۱	آسایش روانی

نتایج

برای پنج فاکتور نتیجه مثبت (دو فاکتور در دامنه A و یک فاکتور در دامنه B و دو فاکتور در دامنه D) و برای سه فاکتور نتیجه منفی (یک فاکتور A- و دو فاکتور در دامنه- D) دارد. بنابراین آثار پروژه بر محیط اقتصادی-اجتماعی دارای نوسان بیشتری است و آثار اقتصادی-اجتماعی بسیار مفیدی در مقیاس منطقه‌ای و حتی ملی برای کشور ما دارد.

از آنجا که استخراج مس پروژه‌ای استراتژیک برای اقتصاد کشور است، پروژه باید در کشور اجرایی باشد و توسعه یابد. اما برای کاهش تخریب محیط بهتر است با بررسی‌های بیشتر برای هرکدام از فاکتورهای محیط‌زیستی و اقتصادی-اجتماعی، که از پروژه متضرر می‌شود، گزینه‌های اصلاحی و طرح‌های بهسازی پیشنهاد شود.

به منظور تحلیل نتایج حاصل از امتیازدهی به روش ماتریس سریع موزون (AN-AM)، لازم است "امتیاز نهایی" در دامنه‌های جدول ۵، مورد مقایسه قرارگیرد. نتایج مقایسه دامنه‌ها در جدول ۴ در بخش "دامنه اثر" مشخص شده است.

در ادامه، در جدول ۶ تعداد فاکتورهای محیط‌زیستی و انسانی را در دامنه‌های مختلف مشخص می‌کنیم.

همان طور که در جدول ۶ دیده می‌شود، کل دوازده فاکتور (پارامتر) محیط‌زیستی از پروژه متضرر شده و تخریب می‌شوند، اما یازده فاکتور آسیب‌چندان زیادی نمی‌بینند و در دامنه A- و B- قراردارند و تنها یک فاکتور در دامنه C- است. اما در بخش انسانی (اقتصادی-اجتماعی) هشت فاکتور (پارامتر) بررسی شده‌اند که پروژه

جدول ۵. تبدیل امتیازهای به‌دست‌آمده در ماتریس سریع به دامنه دسته‌ها

توصیف	دامنه دسته	امتیاز محیط‌زیستی (ES)	توصیف	دامنه دسته	امتیاز محیط‌زیستی (ES)
اثر منفی زیاد	-E	-۷۲ تا -۱۰۸	اثر بسیار مثبت	+E	+۷۲ تا +۱۰۸
اثر منفی قابل ملاحظه	-D	-۳۶ تا -۷۱	اثر مثبت قبل ملاحظه	+D	+۳۶ تا +۷۱
اثر منفی متوسط	-C	-۱۹ تا -۳۵	اثر مثبت متوسط	+C	+۱۹ تا +۳۵
اثر منفی اندک	-B	-۱۰ تا -۱۸	اثر مثبت اندک	+B	+۱۰ تا +۱۸
اثر منفی ناچیز	-A	-۱ تا -۹	اثر مثبت ناچیز	+A	+۱ تا +۹
			فاقد اثر	N	صفر

جدول ۶. تعداد پارامترها در دامنه‌های مختلف

E	D	C	B	A	N	-A	-B	-C	-D	-E	دامنه‌ها / محیط
-	-	-	-	-	-	۷	۴	۱	-	-	محیط‌زیستی
-	۲	-	۱	۲	-	۱	-	-	۲	-	اقتصادی-اجتماعی
-	۲	-	۱	۲	-	۸	۴	۱	۲	-	کل

بحث و نتیجه‌گیری

امروزه انجام فرآیند ارزیابی اثرات محیط‌زیستی از ملزومات اجرای پروژه‌های توسعه اقتصادی و اجتماعی در اکثر کشورهای جهان است. اما فرآیند ارزیابی اثرات محیط‌زیستی به تنهایی کفایت نمی‌کند. در این فرآیند باید روش‌هایی به‌کار گرفته شود که بتواند ابعاد مختلف محیط‌زیست و جامعه را ببیند و میزان تأثیرپذیری آنها را از فعالیت‌های مختلف پروژه در حین احداث و هنگام بهره‌برداری بررسی کند. به این ترتیب پروژه با کمترین آثار و تخریب با هدف ایجاد توسعه پایدار و بهره‌مندی مردم از این پروژه‌ها اجرا خواهد شد. تاکنون روش‌های مختلفی برای ارزیابی اثرات محیط‌زیستی پیشنهاد شده و هر کدام از این روش‌ها در کشورهای مختلف با تغییراتی به‌کار گرفته شده‌است، اما واضح و مشخص است که هیچ‌کدام از این روش‌ها تاکنون نتوانسته‌اند به‌طور کامل تمام آثار ناشی از انجام پروژه را ببینند و مناسب‌ترین راه حل را پیشنهاد کنند. اما این روش‌ها با گذشت زمان

مناسب‌تر و کامل‌تر شده‌است. در این پروژه از مدل ANP برای موزون کردن ماتریس سریع استفاده و روش ماتریس سریع موزون (روش AN-AM) ارائه شد.

استفاده از مدل ANP در ارزیابی اثرات محیط‌زیستی و ارائه ماتریس سریع موزون برای ارزیابی اثرات پروژه‌های گوناگون از دو جهت قابل بررسی است. از طرفی این روش بسیاری از مشکلات را برطرف می‌کند و در مقایسه با سایر روش‌های ارزیابی اثرات هزینه‌ها را کاهش می‌دهد و از طرف دیگر روش ANP در بین مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره مدل کاملتری است.

مدل ANP با بررسی روابط بین معیارها و زیرمعیارهای هم‌سطح و حتی بررسی روابط پایین به بالا (روابط در جهت معکوس، به عنوان مثال روابط معیارها با توجه به گزینه‌ها که معکوس روابط بین گزینه‌ها با توجه به معیارهاست) توانسته‌است ایرادها و کاستی‌های سایر مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره از جمله AHP و TOPSIS را رفع کند. روش ماتریس سریع موزون با

مردم بومی و ساکن در منطقه استفاده کرد. با این عمل تضاد ظاهری بین توسعه و رفاه مردم ساکن در منطقه از بین می‌رود و آنها به حامیان اجرای پروژه تبدیل می‌شوند. علاوه بر این در پروژه‌های مختلف با توجه به شرایط منطقه و ... ممکن است فاکتورهای مختلف محیط‌زیستی و انسانی دارای اهمیت متفاوت باشند. با استفاده از روش AN-AM به سادگی می‌توان این فاکتورها را موزون کرد و اهمیت آنها را در نظر گرفت.

وزن دادن به فاکتورهای مختلف محیط‌زیستی و اقتصادی- اجتماعی اهمیت فاکتورهای مختلف را در نظر می‌گیرد تا بدین صورت بتواند در ارزیابی تصمیم درست را بگیرد. با توجه به اینکه در این مدل مقایسه‌های زوجی در تمام سطح‌ها وجود دارد و برای انجام این مقایسه‌ها باید از نظرهای کارشناسان و صاحبان منافع استفاده کرد، در این مدل از مشارکت مردم استفاده می‌شود. مشارکت مردم در تمام سطح‌ها می‌تواند انجام شود، از آغاز پروژه تا اجرای آن و در ادامه و به هنگام پایش هم می‌توان از مشارکت

منابع

- رهبر، د. ۱۳۸۰. *ارزیابی اثرات زیست‌محیطی*، سازمان حفاظت محیط زیست.
- زبردست، ا. ۱۳۸۸. "کاربرد فرآیند تحلیل شبکه‌ای در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، تهران"، *نشریه هنرهای زیبا-معماری و شهرسازی*. شماره ۴۱، ص ۷۹-۹۰.
- سایت سازمان آمار. ۱۳۹۱. نتایج سرشماری سراسری سال ۱۳۹۰، www.amar.org.ir
- سایت مجتمع مس سرچشمه، ۱۳۹۱. <http://www.nicico.com>
- شرفی، س.م.، م.مخدوم و م.غفوریان بلوری مشهد ۱۳۸۷. "ارزیابی اثرات محیط‌زیستی احداث کارخانه خودروسازی به روش رویهم‌گذاری"، *مجله علوم محیطی*، سال پنجم، شماره چهارم، ص ۲۷-۴۲.
- شریعت، س.م.، منوری، س.م. ۱۳۷۵. *مقدمه‌ای بر ارزیابی اثرات زیست‌محیطی*، انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست، تهران.
- کریمی، ش.، نبی‌بیدهندی، غ.ر.، جعفری، ح. و وحیدی، ح. ۱۳۹۲. "طراحی سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری برای مدیریت مواد شیمیایی با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره"، *فصلنامه علمی-پژوهشی محیط‌شناسی*، دوره ۳۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۲، ص ۵۳-۶۲.
- معاونت آموزش تحقیقات و فن آوری. ۱۳۸۲. *ارزیابی و توجیه فنی و اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی پروژه‌های راه و راه آهن*.
- ملکوتی، م. ۱۳۸۴. "ارزیابی اثرات محیط‌زیستی آزادراه امام‌زاده‌هاشم- انزلی با دو روش چک لیست ADHOC و رویهم‌گذاری نقشه‌ها با کاربرد GIS". *پایان‌نامه کارشناسی ارشد*، دانشکده محیط‌زیست، دانشگاه تهران.
- مومنی، م.، شریفی سلیم، ع. ۱۳۹۰. *مدل‌ها و نرم‌افزارهای تصمیم‌گیری چندشاخصه*، تهران، ناشر مؤلفان با حمایت شرکت داروسازی اکسیر.
- نبی‌بیدهندی، غ.ر.، امیری، م.ج. و کریمی، ش. ۱۳۹۱. *کاربرد روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره در محیط‌زیست*، انتشارات کیاجور، تهران.
- نژادی، ا. ۱۳۸۴. "ارزیابی اثرات محیط‌زیستی بزرگراه تهران-پردیس با استفاده از دو روش ماتریس لئوپولد (با تأکید بر ارزیابی اثرات بر تنوع زیستی) و ماتریس سریع پاستاکیا". *پایان‌نامه کارشناسی ارشد*، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران.
- وزارت نیرو. ۱۳۸۴. *دستورالعمل ارزیابی اثرات طرح‌های سدسازی بر محیط زیست*.

Banar, M., et al. 2007. Choos ing a municipal landfill site by analytic network process. Environ Geol journal. Vol.52, PP:747-751.

Canter, L. 1996. Environmental Impact Assessment. McGraw Hill. Second Edition, Lewis Publishers. PP255.

- Jensen, A., K., Laursen. 1998. Use of the Rapid Impact Assessment Method (RIAM) on the fly ash landfill at the power station Vestkraft I/S in Esbjerg. Danish Environmental Protection Agency, vol.23, PP: 49-61.
- Khan, Sh., M.N., Faisal. 2008. An analytic network process model for municipal solid waste disposal options. Waste Management journal, vol.23, PP: 98-112.
- Lawrence, D.P. 2003. Environmental Impact Assessment. Practical Solutions to Recurrent Problems. John Wiley & Sons, Inc, Publication. PP387.
- Pastakia, C. 1998. The Rapid Impact Assessment Matrix (RIAM)- A New Tool for Environmental Impact Assessment. K. Jensen, Olsen & Olsen, Fredensborg, Denmark, pp156.
- Pastakia, C., K., Madsen. 1998. A RAPID ASSESSMENT MATRIX FOR USE IN WATER RELATED PROJECTS. Environmental Impact Assessment Review. Vol18, PP: 461-482.
- Saaty, T.L. 1996. Decision Making with Dependence and Feedback to the Analytic Network Process. RWS Publications, Pittsburgh.
- Saaty, T.L. 2005. Theory and Applications of the Analytic Network Process. Pittsburgh, PA: RWS Publications, 4922 Ellsworth Avenue, Pittsburgh.
- Saaty, T.L. 2005. Why We Need AHP/ANP Instead of Utility Theory in Today's Complex World AHP from the Perspective of Bounded Rationality. Honolulu, Hawaii, ISAHP. Eizo Kinoshita, Meijo University.