

بررسی و مقایسه قابلیت‌های روش‌های معمول ارزیابی اثرات محیط زیستی و روش تصمیم- گیری چند معیاره ELECTRE-TRI

مجتبی برزه کار^{*۱}

m.barzehkar2@gmail.com

نرگس کارگری^۲

نغمه مبرقی دینان^۳

چکیده

ارزیابی اثرات محیط زیستی (EIA)^۴ فرآیند شناسایی، پیش بینی و کاهش اثرات منفی پروژه‌های توسعه بر محیط‌های فیزیکی-شیمیایی، بیولوژیکی، اجتماعی-اقتصادی و فرهنگی است. هدف اصلی فرآیند ارزیابی اثرات محیط زیستی اطلاع رسانی به تصمیم‌گیران از اثرات احتمالی یک پیشنهاد قبل از یک تصمیم‌گیری است. ارزیابی اثرات محیط زیستی فرصتی را برای شناسایی مسائل کلیدی و ذینفعان در اوایل حیات یک پیشنهاد فراهم می‌کند، به طوری که اثرات بالقوه نامطلوب می‌تواند آدرس‌دهی شود قبل از این که تصمیم نهایی تایید شود. روش‌های مختلفی برای اجرای یک پروژه ارزیابی اثرات محیط زیستی وجود دارد. بهترین روش، روشی است که می‌تواند اثرات را کمی و اثرات را به طور سریع ارزیابی کند. این مقاله در تلاش برای بررسی و مقایسه قابلیت‌های روش‌های معمول ارزیابی اثرات محیط زیستی شامل چک لیست، ماتریس، تجزیه و تحلیل سیستمی، رویهم‌گذاری نقشه‌ها، شبکه‌ها و روش تصمیم‌گیری چند معیاره ELECTRE-TRI است. این مقاله نشان می‌دهد که روش تصمیم‌گیری چند معیاره ELECTRE-TRI یک روش مناسب برای پروژه‌های ارزیابی اثرات محیط زیستی است. با این حال، قضاوت نهایی انتخاب روش ارزیابی اثرات محیط زیستی وابسته به نظرات کارشناسان ارزیابی اثرات محیط زیستی است.

کلمات کلیدی: ارزیابی اثرات محیط زیستی (EIA)، روش تصمیم‌گیری چند معیاره ELECTRE-TRI، متدولوژی‌های ارزیابی اثرات محیط زیستی.

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد آلودگی محیط زیست، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران (مسئول مکاتبات).

۲ - استادیار علوم محیط زیست، دانشکده محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان، تاکستان.

۳- استادیار برنامه ریزی محیط زیست، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران.

مقدمه

تجزیه و تحلیل سیستمی، رویهم گذاری نقشه‌ها، شبکه‌ها و روش تصمیم‌گیری چند معیاره ELECTRE-TRI برای پروژه‌های توسعه‌ای پرداخته شده است.

متدولوژی‌های ارزیابی اثرات محیط زیستی چک لیست:

چک‌لیست‌ها بعنوان نخستین روش‌های مورد استفاده در ارزیابی محیط‌زیستی به شمار می‌روند و در شکل‌های ساده تا پیچیده ارائه گردیده‌اند. این روش فهرستی از پارامترهایی را که در فرآیند ارزیابی مورد بررسی قرار می‌گیرند، ارائه می‌نماید (۴).

چک لیست‌ها دارای ویژگی‌های زیر می‌باشند (۴):

الف- دارای رویکرد ساختاری برای شناسایی فاکتورهای محیط‌زیستی مرتبط هستند.

ب- در فرآیند ارزیابی محیط‌زیستی به‌عنوان یک ابزار اولیه مورد استفاده قرار می‌گیرند.

پ- فهرست‌های ساده‌ای از فاکتورهای محیط‌زیستی را برای کمک به مدل‌سازی ریاضی جهت تشریح شرایط محیط‌زیستی ارائه می‌نمایند.

ت- داوری و اطلاعات اولیه برای افرادی که تمایل به توسعه آنها را دارند فراهم می‌نمایند.

ماتریس

ماتریس‌ها جداول دو بعدی برای شناسایی اثرات ناشی از فعالیت‌های پروژه بر بخش‌های خاص محیط زیست می‌باشد. بطور کلی فعالیت‌های مراحل مختلف اجرا و بهره برداری پروژه در یک محور و پارامترهای محیط زیست در محور دیگر جدول ارائه می‌شوند. ماتریس‌ها از قابلیت ارائه ارتباط علت و اثر بین فعالیت‌های متعدد پروژه و اثرات آنها در بخش‌های مختلف محیط‌زیست برخوردار می‌باشند. علاوه بر این، ماتریس‌ها دارای ابزار نمایشی جهت ارائه گرافیکی اثرات هستند (۵). ماتریس‌های ساده هر چند که می‌توانند اثرات اولیه و یا مستقیم را شناسایی نمایند لیکن قادر به مشخص نمودن اثرات غیر

از نیم قرن گذشته فعالیت‌های مهم اقتصادی و صنعتی، بکارگیری تکنولوژی‌های پیشرفته همراه با رشد فزاینده جمعیت و نیز عدم هماهنگی دولت‌های مختلف دنیا در استفاده بهینه از منابع طبیعی موجود موجب برهم خوردن تعادل محیط زیست گردیده است. در واقع با نگاهی به سوابق طرح‌ها و پروژه‌های صنعتی و عمرانی در کشور در می‌یابیم که برنامه‌ریزی‌های گذشته بدون در نظر گرفتن ملاحظات محیط زیستی بوده و بسیاری از آنها بدون توجه به این امر احداث و بهره برداری شده‌اند. با توجه به اثرات تخریبی و کاهش غیرقابل جبران و پرهزینه بسیاری از پروژه‌های توسعه، ارزیابی اثرات محیط زیستی بعنوان یک ابزار قدرتمند از سال ۱۳۷۳ در کشور ایران جایگاه قانونی یافته است (۱). همچنین فرآیند تهیه گزارش ارزیابی اثرات محیط زیستی در جهان برای اولین بار در سال ۱۹۶۹ میلادی با وضع قانون سیاست محیط زیستی ملی در آمریکا جنبه رسمی به خود گرفت.

روش‌های مختلفی برای ارزیابی اثرات محیط زیستی پروژه‌های توسعه وجود دارد که انتخاب نوع روش تحت تاثیر عوامل متعددی است که می‌توان به موارد زیر اشاره نمود (۲): زمان مورد نیاز برای ارزیابی، هزینه، اطلاعات موجود و مورد نیاز، نوع طرح توسعه، میزان شدت و مدت اثرات محیط‌زیستی، در دسترس بودن روش‌های ارزیابی اثرات محیط‌زیستی و تجربه تیم ارزیاب در استفاده از روش‌های مختلف نکته مهم در کاربرد این روش‌ها آن است که هر روش منابع و زمینه‌های اطلاعاتی مربوط به خود را نیاز دارد در نتیجه از کارایی و کاربرد ویژه‌ای برای طرح‌های مشخصی برخوردار می‌شود. از این رو تمامی روش‌ها به یک اندازه در ارزیابی طرح یا محیط زیست موثر نخواهند بود (۳). روش‌های مختلفی برای ارزیابی اثرات محیط‌زیست وجود دارد که در این مطالعه به بررسی و مقایسه روش‌های معمول ارزیابی اثرات محیط زیستی از جمله روش‌های چک لیست، ماتریس،

که در A_1 اهمیت اثر، A_2 دامنه اثر، B_1 مدت اثر، روابط فوق

B_3 تجمعی بودن اثر و ES مجموع نمرات می‌باشد.

B_2 مدت سازگاری اثر،

روش ماتریس سریع اثرات در مقایسه با سایر روش‌های معمول ارزیابی اثرات محیط زیستی مزایای زیر را دارد که عبارتند از: هزینه و زمان کم‌تر، دارای صحت نتایج ارزیابی بالاتر، قابلیت تکرار پذیری بالاتر، مناسب برای ارزیابی اثرات تجمعی پروژه‌ها و دارای کارایی بالا برای تجزیه و تحلیل داده‌های زیاد است (۷).

روی هم گذاری نقشه‌ها

در روش رویهم‌گذاری نقشه‌ها با روی هم قرار دادن تعدادی نقشه در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌توان مناطق تحت تاثیر و برخی از اثرات آشکار را شناسایی نمود. در این روش نقشه ترکیبی حاصل، علاوه بر نشان دادن متناسب منطقه برای فعالیت مورد نظر، نمایانگر وسعت انتشار و شدت هر یک از اثرات در محدوده مشخصی می‌باشد. اگر چه ارائه گرافیکی نتایج ارزیابی در بررسی روابط مکانی فعالیت‌ها و اثرات بالقوه مناسب است، اما این امر معیاری از اهمیت، ارزش نسبی یا معنی دار بودن اثرات را ارائه نمی‌دهد (۸).

روش Eco-mapping یکی از انواع روش‌های رویهم‌گذاری نقشه‌های موضوعی است. در این روش، محدوده اثر آلودگی-های مختلف ناشی از اجرای پروژه مشخص گردیده و با رویهم قرار دادن این محدوده‌ها، اثرات بطور نسبی مکان‌دار شده و در نتیجه مناطق حساس به اثر در محدوده مطالعاتی تعیین می‌گردد.

روش رویهم‌گذاری به تنهایی نمی‌تواند به ارزیابی اثرات محیط‌زیستی بپردازد و حتما باید در تلفیق با یکی از روش‌های ارزیابی به ویژه روش ماتریس باشد (۸).

مستقیم و با درجات بالاتر و پیچیده نیستند. ماتریس‌های کامل‌تر که به صورت کمی و درجه بندی شده می‌باشند ویژگی‌های خاصی را جهت تجزیه و تحلیل نتایج در اختیار تصمیم‌گیرندگان قرار می‌دهند. لیکن ماتریس‌ها توانایی برخورد با عدم قطعیت‌ها را نداشته و در واقع کلیه پیش‌بینی‌ها براساس وقوع قطعی اثرات و پیامدهای پروژه است. به همین جهت پیش‌بینی تغییرات غیر منتظره در طبیعت و محیط زیست توسط آن‌ها ممکن نیست (۶).

ماتریس لئوپولد

لئوپولد و همکاران در سال ۱۹۷۱ روشی را برای تحلیل اثرات به نام ماتریس اثرات متقابل معرفی نموده‌اند. در این ماتریس ۱۰۰ فعالیت در محور افقی و ۸۸ پارامتر محیطی در محور عمودی یک جدول برای نشان دادن تلاقی آن‌ها که مشخص کننده بروز یک اثر در مراحل ساختمانی و بهره برداری پروژه است نشان داده می‌شوند.

ماتریس سریع اثرات

در روش ماتریس سریع اثرات، ابتدا ریز فعالیت‌های پروژه مورد نظر شناسایی شده و سپس اثرات این فعالیت‌ها بر هر یک از ریزعامل‌های محیطی مشخص می‌شود. برای هر ریز عامل محیطی یک نمره با استفاده از معیار از پیش تعریف شده منظور می‌گردد. معیارهای مهم ارزیابی در دو طبقه قرار می‌گیرند، طبقه اول معیارهایی هستند که از نظر اهمیت مهم محسوب می‌شوند و می‌توانند از نمره یا امتیاز برخوردار باشند و طبقه دوم معیارهایی می‌باشند که ارزش وضعیت یا شرایط را آشکار می‌سازند اما به طور مستقل نمره‌دهی را تحت شعاع قرار نمی‌دهند. به طور کلی فرآیندی که در روش ارزیابی سریع اثرات مورد استفاده قرار می‌گیرد در روابط زیر خلاصه می‌گردد (۷):

$$(A_1) (A_2) = AT$$

$$(B_1) + (B_2) + (B_3) = BT$$

$$(AT) (BT) = ES$$

کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی در ارزیابی اثرات

محیط زیستی:

- روش ارزیابی مکانی

اثرات محیط‌زیستی از دو منظر اندازه‌گیری می‌شوند: اندازه و اهمیت. توزیع مکانی اثرات یکی از فاکتورهای ارزیابی به شمار می‌رود و بعضا در فرآیند تجمیع فراموش می‌شود. در واقع اثراتی را که در مقیاس محلی وجود دارند را از اثرات در یک مقیاس منطقه‌ای یا ملی را نمی‌توان بطور واضح متمایز کرد و بالعکس. برای غلبه بر این مشکلات روش ارزیابی مکانی اثرات توسعه یافته است. این روش برای تصمیم‌گیری مجموعه‌ای از اثرات را ارائه کرده و در مورد هر مولفه محیط‌زیستی شاخص‌ها را در سطوح مختلف (محلی، منطقه-ای، ملی و جهانی) محاسبه می‌کند. روش ارزیابی مکانی اثرات روشی است که با بکارگیری اطلاعات تولید شده در فرآیند ارزیابی اثرات محیط زیستی و با کمک سیستم اطلاعات جغرافیایی ارزشیابی اهمیت اثرات انجام می‌شود. با این حال اگر چه روش ارزیابی مکانی اثرات به طور ویژه بر ارزیابی اثرات تمرکز دارد اما نیاز است که مراحل قبلی ارزیابی اثرات محیط زیستی به صورتی انجام شود که اطلاعات مورد نیاز را فراهم کند (۹).

- تجزیه و تحلیل سیستمی

این روش، روش کمی و کیفی بوده که کل سیستم را به صورت یک نظام بسته قبول دارد و بر کلیه پارامترهایی که بر محیط‌زیست اثر گذاشته حساس بوده و از هیچ پارامتری صرف نظر نمی‌کند. از برتری‌های این روش بر سه روش دیگر، قابل درک بودن زیاد این روش است. فرآیند ارزیابی با روش تجزیه و تحلیل سیستمی وقت‌گیر و پرهزینه بوده، اما در عین حال دقت ارزیابی با این روش از سایر روش‌های معمول ارزیابی اثرات محیط زیستی بیش‌تر است (۱۰).

- روش شبکه

منظور از این روش شناخت زنجیره ارتباطات متقابلی است که احتمال دارد در اثر پروژه پیشنهادی در محیط‌زیست بروز نماید. به عبارت دیگر شبکه‌ها روابط بین فعالیت‌های پروژه و مشخصه‌های محیط زیستی را مشخص می‌نمایند. تغییر در یک خصوصیت محیط زیستی ممکن است دیگر جنبه‌های محیط‌زیستی را موجب گردند. از مزایای روش شبکه‌ها، راهنمایی مفید آن‌ها در تجزیه و تحلیل اثرات غیرمستقیم و چند جانبه فعالیت‌ها است. به علاوه در خاتمه تجزیه و تحلیل می‌توان خلاصه‌ای مختصر و ساده قابل فهم از اثرات را در اختیار تصمیم‌گیرندگان قرار داد. از معایب مهم این روش، نبود معیار یا ضابطه خاصی برای تعیین نسبی اهمیت اثرات است. لذا در سنجش عوامل کیفی نظیر پارامترهای اجتماعی و زیبایی‌شناسی به این روش نمی‌توان چندان متکی بود و اصولاً شبکه‌ها فقط اثرات نامطلوب را بررسی می‌نمایند (۱۱).

- روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره

روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره به منظور تصمیم‌سازی مناسب، با در نظر گرفتن مجموعه معیارها، کاربرد زیادی در زمینه‌های مختلف علمی داشته است. برای دستیابی به هدفی خاص، بیش‌تر لازم است که تصمیم‌گیرنده، چندین معیار را توأم با هم مورد ارزیابی قرار داده و گزینه‌های تصمیم را بر طبق معیارها بسنجد. چنین فرآیندی تصمیم‌گیری چند معیاره نامیده می‌شود. در واقع روش تصمیم‌گیری چند معیاره برای بیان توأم اطلاعات کیفی و کمی در فرآیند تصمیم‌گیری، با ارائه روش سیستماتیک کمی به منظور کاهش ابهامات و مشکل قضاوت‌های ذهنی انسان معرفی شده‌اند (۱۲).

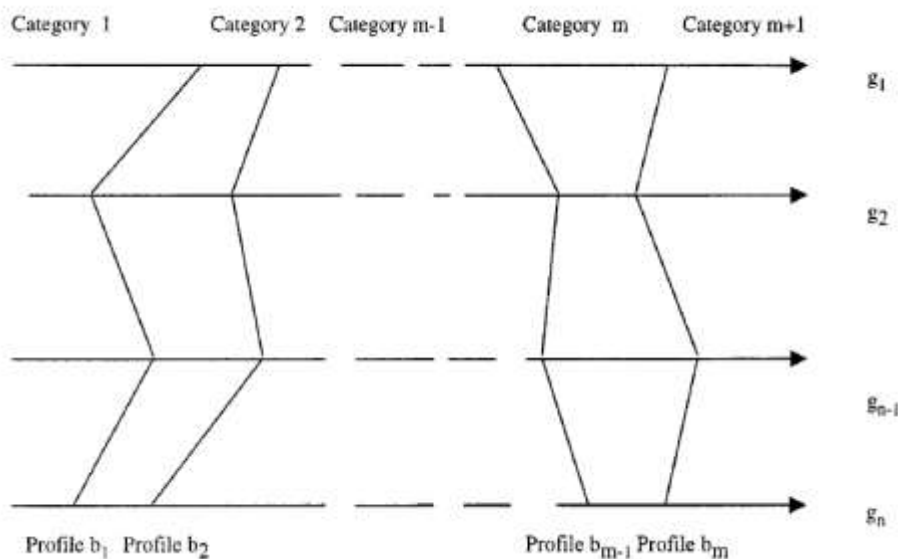
معرفی روش تصمیم‌گیری چند معیاره - ELECTRE

: TRI

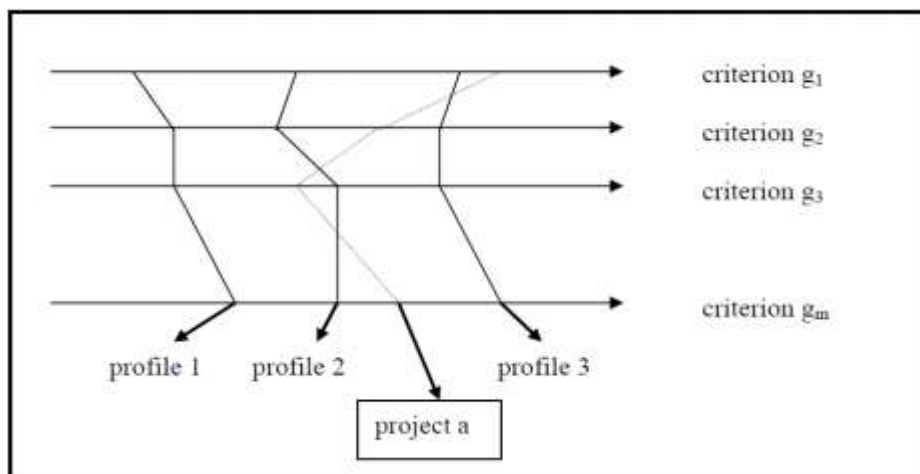
از جمله روش‌های چند شاخصه الکتراست. که برای انتخاب بهترین اقدام از مجموعه اقدامات موجود، در سال

این روش، روش دسته‌بندی برای تصمیم‌گیری چند معیاره است که گزینه‌ها را براساس بازه‌های از پیش تعیین شده، طبقه‌بندی می‌کند. این طبقه‌بندی در نتیجه مقایسه هر گزینه با پروفیل‌هایی که مبین مرز طبقات هستند، حاصل می‌شود (۱۳). چنانچه مطابق شکل برای معیارهای g_1, g_2, \dots, g_m (مجموعه F)، پروفیل‌های b_1, b_2, \dots, b_p (مجموعه B) در نظر گرفته شود و b_h حد بالایی دسته C_h و حد پایینی دسته C_{h+1} باشد، $\{h = (1, 2, \dots, P)\}$ ، در این حالت، $P+1$ دسته وجود خواهد داشت (۱۴).

۱۹۶۵ ابداع شد. مدل الکتز ELECTRE-TRI جزء خانواده روش‌های چند معیاره الکتز، برای رتبه‌بندی است. در حقیقت در همه روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره مقایسه گزینه‌ها انجام می‌شود. چه به صورت مقایسه دو به دو گزینه‌ها با یکدیگر باشد و یا به صورت مقایسه گزینه‌ها با مراجعه به استانداردهای موجود و معتبر باشد. روش الکتز نیاز به یک ورودی از معیارهای ارزیابی برای گزینه‌ها، به نام ماتریس تصمیم‌گیری و نیز اطلاعات مربوط به اولویت‌ها که حاوی وزن، آستانه و پارامترها است، دارد. در این روش معیارهای کیفی به راحتی به اعداد و معیارهای کمی تبدیل می‌شوند.



شکل ۱- نمایش شماتیک دسته‌ها و پروفیل‌ها در مدل ELECTRE-TRI (۱۴)



شکل ۲- نحوه قرارگیری یک گزینه با توجه به پروفیل‌های تعیین شده (۱۴)

می باشند و باید برای تمام معیارها تعیین شوند. در انتها هر گزینه (فعالیت) براساس معیارهای تعیین شده در یکی از این طبقات که نشان دهنده اثر محیط زیستی آن فعالیت است، قرار می‌گیرد (۱۵). مراحل انجام روش تصمیم‌گیری چند معیاره ELECTRE-TRI در ارزیابی اثرات محیط زیستی شامل مراحل زیر است (۱۶):

۱- انتخاب گزینه‌ها

در این مرحله گزینه‌هایی که قرار است بر روی آن‌ها تصمیم‌گیری انجام شود را عملکرد آن‌ها را برای دستیابی به یکسری معیارها مورد ارزیابی قرار می‌دهند و در نهایت هر کدام از این گزینه‌ها که در طبقات مربوطه دسته‌بندی می‌شوند را گزینش می‌کنند. در ارتباط با کار ارزیابی اثرات این گزینه‌ها همان آثار محیط زیستی پروژه مورد نظر هستند که در فازهای ساختمانی و بهره‌برداری پروژه بروز می‌کنند و در نهایت هر کدام از این آثار باید مشخص شوند که جزء چه طبقه‌ای هستند (۱۷).

۲- انتخاب معیارها

معیارهایی که گزینه‌ها براساس آن‌ها مورد ارزیابی قرار می‌گیرند، انتخاب می‌شوند. در واقع برای مقایسه بین گزینه‌ها و در نهایت ارزیابی و دسته‌بندی آن‌ها نیاز به یکسری معیار است که این معیارها می‌توانند هم کمی و هم کیفی باشند. در مورد ارزیابی اثرات، تعیین این معیارها می‌تواند براساس نظر شخصی تصمیم‌گیرنده باشد و یا از تجربیات پروژه‌های مشابه استفاده شود (۱۷).

شکل فوق نتیجه مقایسه گزینه a با پروفیل‌هایی که بعنوان حدود دسته تعیین شده‌اند را نشان می‌دهد. به عبارت دیگر، طبقه بندی یک گزینه در یک طبقه با دسته مشخص، در واقع در نتیجه مقایسه آن گزینه با پروفیل‌های تعیین شده می‌باشد. بدین معنی که گزینه a در مورد هر معیار، به ترتیب از بالاترین به پایین‌ترین پروفیل تعریف شده برای آن معیار مورد مقایسه قرار می‌گیرد تا شرایط برتری ایجاد گردد که در آن گزینه a حداقل بهتر از پروفیل b_h می‌باشد. دو دیدگاه بدبینانه و خوش بینانه برای انجام این طبقه‌بندی وجود دارد. در روش بدبینانه گزینه a به صورت متوالی با پروفیل‌های b_i مقایسه می‌شود و b_h اولین پروفیلی است که در معادله $a \geq b_h$ گزینه a را به دسته C_{h+1} وابسته می‌کند. در روش خوش‌بینانه گزینه a به صورت متوالی با پروفیل‌های b_i مقایسه می‌شود و b_h اولین پروفیلی است که در معادله $b_h > a$ گزینه a را به دسته C_h وابسته می‌کند (۱۴).

کاربرد روش تصمیم‌گیری چند معیاره ELECTRE-TRI در ارزیابی اثرات محیط زیستی:

روش تصمیم‌گیری چند معیاره ELECTRE-TRI نیاز به معیار، گزینه و تعیین وزن دارد. گزینه‌ها اطلاعات واقعی هستند که قرار است مورد ارزیابی قرار گیرند، که در فرآیند ارزیابی اثرات محیط زیست گزینه‌ها فعالیت‌های پروژه هستند و منجر به ایجاد اثرات محیط زیستی می‌شوند. معیارها در واقع شاخص‌های اثرات محیط زیست یا به عبارت دیگر پارامترهایی هستند که گزینه‌ها براساس آن‌ها مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. از طرف دیگر در اکثر مسائل چند معیاره و به خصوص بخش چند شاخصه، نیاز به دانستن وزن نسبی شاخص‌های موجود است، به طوری که مجموع آن‌ها برابر واحد شود. این اهمیت نسبی درجه ارجحیت هر شاخص را نسبت به بقیه جهت تصمیم‌گیری بیان می‌کند. سپس طبقاتی به منظور طبقه‌بندی اثرات محیط زیستی پروژه مورد نظر و پروفیل هر طبقه تعیین می‌شود. پروفیل‌ها مرز بین طبقات دسته بندی

۳- انتخاب مقیاس و کمی سازی معیارها

برای آن که ارزش کلیه معیارها به صورت یکسان و کمی وارد مدل شوند، لازم است که یک مقیاس مناسب جهت کمی‌سازی معیارها انتخاب شود. برای این کار باید به تعیین دامنه امتیازدهی به معیارها پرداخته

شود، به عبارت دیگر باید مشخص شود که معیارها در چه دامنه‌ای از امتیاز قرار می‌گیرند. در کار ارزیابی اثرات می‌توان براساس امتیاز قراردادی در پروژه‌ها، مانند مقیاس (۱ تا ۳) برای امتیازدهی به معیارها استفاده کرد (۱۷).

جدول ۱- الگوی امتیازدهی به معیارهای انتخاب شده در مقیاس ۱ تا ۳ (۱۷)

معیارها					امتیاز
راهکارهای کاهش	احتمال وقوع	تداوم	دامنه	شدت	
اجتناب ناپذیر، یا راهکار مشکل و هزینه بر	با احتمال وقوع کم‌تر از ۵۰٪	موقتی در مرحله ساختمانی	محدوده به هم پیوسته	کم	۱
نسبتاً آسان و هزینه بر	با احتمال وقوع بیش‌تر از ۵۰٪	موقتی در مرحله بهره‌برداری	محدوده مستقیم	متوسط	۲
آسان و با هزینه کم	قطعی	دائمی	محدوده غیرمستقیم	زیاد	۳

۴- کنترل هماهنگی ارزش‌ها

آثار محیط‌زیستی انتخاب شده از پروژه، با توجه به معیارهای تعیین شده و مقیاس عددی در نظر گرفته شده مطابق جدول (۱)، کمی شده و به علت اطمینان از هماهنگی قضاوت‌های کارشناسان مختلف در مورد آثار محیط‌زیستی و معیارهای مرتبط، هماهنگی ارزش‌های داده شده به معیارها از طریق محاسبه انحراف از معیار ارزش‌های ارائه شده مورد کنترل کارشناسان مختلف به هر معیار، قرار می‌گیرد. بدین ترتیب در صورتی که انحراف معیار ارزش‌های ارائه شده در مورد هر معیار، کوچک‌تر از یک باشد، هماهنگی میان اعداد ارائه شده وجود دارد، بنابراین میانگین امتیازات، به عنوان ارزش معیار در آن

گزینه، در نظر گرفته می‌شود و چنانچه انحراف معیار یک و بزرگتر از یک باشد، لازم است تا ارزش‌های ارائه شده مجدداً مورد بازنگری کارشناسان، قرار گیرد (۱۷).

۵- وزن‌دهی به معیارها

روش تصمیم‌گیری چند معیاره ELECTRE- TRI از روش‌هایی است که به طور گسترده‌ای در تعیین اهمیت اثرات محیط‌زیستی مورد استفاده قرار گرفته است. در این روش، وزن معیارها از طریق جدول (۲) تعیین شده و معیارها در مقیاس عددی امتیازدهی می‌گردند. در واقع چنانچه مقیاس توصیفی باشد باید برای انجام محاسبات ابتدا به مقیاس عددی تبدیل گردد. در این روش، اهمیت هر اثر

محیط زیستی بصورت عددی در دامنه (۰-۱) از طریق رابطه محاسبه شده و براساس طبقات جدول (۳) بیان می‌گردد (۱۸):

اجزای فرمول به شرح زیر می باشد (۱۸):
 $a_{(i,j),k} \in [0,1]$ ارزش نرمالیزه شده معیار، اهمیت
 ω_k اثر، وزن معیار است.

$$G_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^n \omega_k a_{(i,j),k}}{\sum_{k=1}^n \omega_k}$$

جدول ۲- معیارها و وزن آن‌ها جهت استفاده در وزن دهی به معیارها (۱۹)

مقیاس	ارزش	وزن	معیار	مقیاس	ارزش	وزن	معیار		
۳	بسیار زیاد	۱	اثر سینرژی	(+)	مثبت	-	نوع اثر		
۲	زیاد								
۱	کم			(-)	منفی				
۳	دائمی	۱	تداوم اثر	۴	بسیار زیاد	۳	شدت اثر		
۱	موقتی								
				۳	زیاد				
				۲	متوسط				
		۱	کم						
۳	مشکل	۱	راهکار کاهش	۳	کلی	۲	دامنه اثر		
۲	متوسط								
۱	آسان			۲	لکه‌ای				
				۱	نقطه‌ای				
۳	منظم و دوره ای	۱	تناوب اثر	۳	تجمعی	۱	اثر تجمعی		
۱	نامنظم و بی قاعده								
۳	مستقیم	۱	ارتباط علت و معلولی	۲	میان مدت				
۱	غیر مستقیم							۱	کوتاه مدت

جدول ۳- طبقه بندی اثرات محیط زیستی براساس اهمیت اثرات (۱۹)

اهمیت	دامنه
سازگار	۰-۰/۲۵
متوسط	۰/۲۶-۰/۵
زیاد	۰/۵۱-۰/۷۵
بحرانی	۰/۷۶-۱

۶- انتخاب طبقه‌ها برای دسته‌بندی گزینه‌ها

طبقه‌ها براساس تجربیات فردی و یا قراردادی که در پروژه‌های مختلف وجود دارند، تعیین می‌شوند (۱۹).

۷- تعیین دامنه ارزش هر طبقه و مرز مربوط به هر طبقه

دامنه و محدوده هر طبقه باید تعیین شود تا مشخص شود گزینه‌ها در کدام محدوده از دسته‌ها قرار می‌گیرند. برای این کار لازم است تا پروفیل و مرز هر طبقه را داشته باشیم. بنابراین از دامنه امتیاز معیارها بصورت زیر استفاده می‌کنیم (۱۹):

حداقل امتیاز (معیار) - حداکثر امتیاز (معیار) = A

$$\frac{A}{n} = x$$

n برابر تعداد طبقاتی است که قرار است وجود داشته باشد و X مقدار فاصله بین طبقات است. در نهایت برای تعیین محدوده هر طبقه به صورت زیر عمل می‌کنیم:

.... و حداقل امتیاز (معیار) = X+ = محدوده طبقه اول

یافته‌ها

در روش چک لیست که از روش پایه و اولیه ارزیابی است به آثار متقابل محیط‌زیستی، اهمیت و میزان آن‌ها

توجهی نمی‌شود و کاربرد آن‌ها معمولاً کلی است و برپا پروژه‌های ویژه استفاده می‌شود. چک لیست‌ها معمولاً علت و معلول را نشان نمی‌دهند. در حالی که روش ماتریس اثرات را بصورت کمی بیان می‌کند و عموماً مبتنی بر درک و تجربه ارزیاب بوده و جزئی‌نگر است. این روش قادر به ارائه محدوده مکانی اثرات نمی‌باشد. همچنین ماتریس‌ها روش مناسبی برای گردآوری جز به جز پیامدها در مراحل مختلف پروژه‌های توسعه می‌باشند. روش رویهم‌گذاری نقشه‌ها در ارزیابی اثرات محیط زیستی پروژه‌ها به کلیات می‌پردازد و تنها پیامدهای تخریبی در این روش قابل مشاهده هستند و در این روش همه اثرات و پیامدهای ناشی از اجرای پروژه در یک سطح قرار دارند و طبقه‌بندی خاصی برای اثرات ارائه نمی‌شود. روش مزبور برای نشان دادن توزیع مکانی اثرات بسیار مطلوب و کارا بوده و در عین حال در مناطقی که آمایش شده‌اند. روش مک‌هارگ کارایی خود را بهتر نشان می‌دهد. اما نتایج این روش به تنهایی نمی‌تواند ملاکی برای ارزیابی اثرات محیط‌زیستی پروژه‌ها باشد. همچنین روش شبکه‌ها برای بررسی اثرات محیط زیستی تجمعی ناشی از اجرای یک پروژه مناسب می‌باشد و در تجزیه و تحلیل اثرات چند جانبه و غیر مستقیم فعالیت‌های انسانی مناسب می‌باشد. روش تصمیم‌گیری چند معیاره ELECTRE-TRI یک روش دسته بندی چند معیاره است که گزینه‌ها را براساس بازه‌های از قبل تعیین شده، طبقه‌بندی می‌نماید و از روش‌های جدید چند معیاره است که در کمی‌سازی اثرات محیط‌زیستی کاربرد دارد و

معیارهای مختلف کمی و کیفی را مد نظر قرار می دهد. این روش در تعیین اهمیت اثرات هر یک از فعالیت‌های موجود با توجه به ماهیت فرآیند ارزیابی اثرات محیط زیست، کاربرد در جدول (۴) مقایسه‌ای میان قابلیت‌های انواع روش‌های ارزیابی اثرات محیط زیستی مطرح شده صورت گرفته است که در آن A به معنای خوب، B به معنای متوسط و C به معنای ضعیف می باشد.

جدول ۴- بررسی و مقایسه قابلیت‌های روش‌های ارزیابی اثرات محیط زیستی

تصمیم‌گیری چند معیاره - ELECTRE- TRI	شبکه	روبهم‌گذاری	تحلیل سیستمی	ماتریس	چک لیست	معیار	
B	B	A	A	B	A	نیاز به متخصص	معیارهای اثرگذار
A	A	B	A	A	A	نیاز به داده	
A	A	A	A	B	A	نیاز به زمان	
A	A	A	A	B	A	انعطاف پذیری	
A	A	B	B	B	A	نیاز به تلاش فردی	
A	C	C	C	A	A	جامعیت	شناسایی اثرات
A	C	A	A	C	C	تکیه بر شاخص‌ها	
B	C	A	C	C	C	قدرت تفکیک	
A	C	B	A	C	C	ابعاد زمانی	
C	C	A	B	C	C	ابعاد مکانی	
B	C	A	A	C	C	نسبی بودن	اندازه‌گیری اثرات
A	B	A	A	B	C	کمی نمایی	
A	B	A	A	B	C	سنجش تغییرات	
A	B	A	A	B	C	عینیت	
A	B	A	A	B	B	اعتبار	ارزیابی اثرات
A	B	A	A	C	C	تکرار پذیری	
A	A	B	B	B	C	جمع پذیری	
C	C	C	C	C	C	عدم قطعیت	
B	C	B	B	C	B	جایگزینی	

بحث و نتیجه گیری

محیط زیستی سرزمین هماهنگی بیش‌تری نسبت به تعیین اهمیت اثرات با روش‌های معمول ارزیابی اثرات محیط زیستی داشته باشد. همچنین می‌توان این روش را در تلفیق با یک روش معمول ارزیابی اثرات محیط زیستی به کار برد. با این حال قضاوت نهایی در خصوص انتخاب روش بهینه ارزیابی اثرات محیط زیستی برای تعیین اهمیت اثرات محیط زیستی را باید به عهده کارشناس ارزیابی - محیط‌زیست گذاشت.

منابع

- ۱- شرفی، مهدیه و همکاران، ۱۳۸۷، ارزیابی اثرات محیط زیستی احداث کارخانه خودروسازی به روش رویهم گذاری، مجله علوم محیطی، سال پنجم، شماره چهارم، ص ۲-۸.
- ۲- منوری، مسعود، ۱۳۸۴، ارزیابی اثرات زیست محیطی، چاپ اول، تهران: انتشارات میترا، ص ۵۳-۱۲۰.
- ۳- شپارد، ریچارد بی، ۱۳۹۰، ارزیابی اثرات توسعه با منطق فازی، عبدالرسول سلمان ماهینی، چاپ اول، تهران: انتشارات مهر مهدیس، ص ۱۱-۱۳.
- ۴- مظلوم، بی بی زهرا، میکائیلی، علیرضا، ۱۳۹۱، روش‌های ارزیابی اثرات محیط زیستی، دومین کنفرانس برنامه ریزی و مدیریت محیط زیست، تهران، ص ۲-۷.
- ۵- رودگرمی، پژمان و همکاران، ۱۳۸۶، ارزشیابی گزینه‌های توسعه در ارزیابی اثرات زیست محیطی به روش ارزشیابی چند معیاره مکانمند، مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره نهم، شماره چهارم، ص ۲-۵.
- ۶- خدابخشی، بهناز، جعفری، حمیدرضا، ۱۳۸۹، بررسی کاربرد مدل دسته بندی چند معیاره

هر کدام از روش‌های ارزیابی اثرات محیط‌زیستی دارای مزایا و معایب خاص مربوط به خود می‌باشند. که در هر روش با توجه به اطلاعات در دسترس، بودجه، زمان، تخصص و غیره باید بهینه‌ترین روش انتخاب شود. تعیین اهمیت اثرات محیط زیستی، یکی از مهم‌ترین مسائل و دغدغه‌های موجود در فرآیند ارزیابی محیط زیستی طرح‌ها و پروژه‌ها است که عمدتاً به ماهیت چند معیاره بودن آن بستگی دارد. در روش‌های معمول ارزیابی اثرات محیط زیست بخصوص در ایران، غالباً شدت و در برخی موارد دامنه اثر بعنوان تنها معیار کمی مطرح هستند و سایر معیارها (در صورت وجود) به صورت کیفی و توصیفی ایفای نقش می‌کنند. از آنجا که این حقیقت غیرقابل انکار وجود دارد که اثرات محیط زیستی را باید از دیدگاه چند معیاره مورد بررسی قرار داد و تقریباً غیرممکن است که این مسائل تنها با در نظر گرفتن یک معیار منفرد، مورد ارزیابی قرار گیرد. در واقع تعیین اهمیت اثرات محیط زیستی یک مساله چند معیاره است و از مهم‌ترین مسائلی است که باید در ارزیابی اثرات محیط زیستی حل شود. لذا استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره در فرآیند ارزیابی اثرات محیط‌زیستی با در نظر گرفتن مجموعه معیارهای ارزیابی کاربرد زیادی دارد. روش تصمیم‌گیری چند معیاره‌ی ELECTRE-TRI روشی برای کمی‌سازی اهمیت اثرات محیط زیستی پروژه‌های توسعه‌ای با در نظر گرفتن مجموعه معیارهای ارزیابی است که از مهم‌ترین قابلیت‌های این روش نسبت به روش‌های معمول ارزیابی اثرات محیط زیستی، ماهیت چند معیاره بودن آن است که ساختار آن کاملاً منطبق با مسائل تعیین اهمیت اثرات محیط زیستی می‌باشد. بنابراین با توجه به ماهیت چند معیاره بودن ارزیابی اثرات محیط زیستی انتظار می‌رود که خروجی روش تصمیم‌گیری چند معیاره‌ی ELECTRE-TRI که طبقه‌بندی اثرات محیط زیستی را با معیارهای مختلف ارائه می‌نماید با اهمیت اثرات پروژه‌های توسعه‌ای و حساسیت

- Impact Assessment for Developing Countries in Asia, Vol.1, pp.33-37.
- 14- Mendoza, G. A. and Prabhu, R., 2003. Qualitative multi-criteria approach assessing indicators of sustainable forest resource management. *Journal of forest ecology*, Vol.174, pp.329-343.
- 15- Mousseau, V., Slowinski. R. and Zielniewicz, P., 2000. A user oriented implementation of the ELECTRE TRI method integrating preference elicitation support. *Journal of Computers & operations research*, Vol. 27, pp.757-777.
- 16- Berger, L., 2002. Transport Infrastructure Regional Study (TRIS) in the Balkans, Final Reports, Apendix 8, ELECTRE TRI, Balkan, pp.1-4.
- 17- Mousseau, V., Slowinski, R., 1998. Inferring an ELECTRE TRI model from assignment examples. *Journal of global optimization*, Vol. 12, pp.157-174.
- 18- Lawrence, D.P., 1997. The need for EIA theory building. *Journal of Environmental Impact Assessment Review*, Vol. 17, pp.79-107.
- 19- Cloquell-Ballester, V.A., Monteerdias, R., Santamarina-Siurana, M., 2007. Systematic Comparative and sensitivity analyses of additive and outranking techniques for supporting impact significance assessments. *Journal of Environmental Impact Assessment Review*, Vol. 27, pp.62-83.
- ELECTRE-TRI در تعیین اهمیت آثار محیط زیستی، مجله پژوهش های محیط زیست، سال اول، شماره دوم، ص ۲-۳.
- ۷- مرادی، حسین، ۱۳۸۲، ارزیابی اثرات توسعه مناطق نفتی بر محیط زیست دریایی خلیج فارس، پایان نامه کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ص ۲۵-۳۲.
- ۸- شرکت تولید و توسعه انرژی اتمی، ۱۳۸۸، تدوین الگوی ارزیابی زیست محیطی احداث و راهبری نیروگاه های هسته ای کشور، گزارش فاز ۱، مرکز تحقیقات و مطالعات محیط زیست و انرژی، تهران، ص ۴۳-۶۵۱.
- 9- Pastakia, C.M.R., Jensen, A., 1998. The Rapid Impact Assessment Matrix (Riam) For EIA/*Journal of EIA Procedure*, Vol. 18, pp. 5-9.
- ۱۰- میرزایی، مژگان و همکاران، ۱۳۹۰، کاربرد ماتریس های ریاضی و سامانه اطلاعات جغرافیایی برای ارزیابی اثرات محیط زیستی کارخانه کمپوست، دومین همایش ملی علوم زمین، ص ۳-۶.
- 11- Antunes, P., Santos, R., Jordao, L., 2001. The Application of Geographical Information Systems to Determine Environmental Impact Significance. Available at/*Journal of Environmental Impact Assessment Review*, Vol. 21, pp. 511- 535.
- ۱۲- حلاج نیشابوری، شیده، ۱۳۸۴، تدوین دستورالعمل ارزیابی آثار محیط زیستی پروژه های اکتشاف و استخراج نفت در دو بخش خشکی و دریایی، پایان نامه کارشناسی ارشد برنامه ریزی محیط زیست، تهران، دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران، ص ۴۲-۴۴.
- 13- Lohani, B.N., Evans, J.W., Everitt, R.R., Ludwig, H., Carpenter, R.A., Liang Tu, S., 1997. *Environmental*

