

بررسی کاربرد مدل دسته‌بندی چند معیاره Electre- TRI در تعیین اهمیت آثار محیط‌زیستی (مطالعه موردی: ارزیابی آثار محیط‌زیستی طرح سد و شبکه آبیاری - زهکشی اردبیل)

بهناز خدابخشی*¹، حمیدرضا جعفری²

1 دانشجوی کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی و مدیریت محیط‌زیست دانشگاه تهران
2 دانشیار دانشکده محیط‌زیست دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت: 1389/4/7؛ تاریخ تصویب: 1389/10/27)

چکیده

تعیین میزان اهمیت آثار محیط‌زیستی یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های فرآیند ارزیابی آثار محیط‌زیستی⁽¹⁾ در طرحها و پروژه‌هاست که بیشتر به ماهیت چند معیاره بودن این مسئله وابستگی دارد. در واقع اهمیت اثر محیط‌زیستی تنها مبتنی بر شدت آن اثر نیست و لازم است معیارهای دیگری نیز در تعریف اهمیت اثر لحاظ شوند. در این تحقیق برای نخستین بار در فرآیند ارزیابی آثار محیط‌زیستی (EIA) در ایران، امکان‌سنجی کاربرد مدل ELECTRE-TRI به‌عنوان یکی از معتبرترین تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره در تعیین اهمیت آثار محیط‌زیستی، مورد بررسی قرار گرفته و نتایج حاصل از کاربرد این مدل، با نتایج ارزیابی طرح سد و شبکه آبیاری - زهکشی اردبیل که به یکی از روش‌های معمول ارزیابی صورت پذیرفته، مقایسه شده است. در این تحقیق برای تعیین معیارهای برآورد اهمیت اثر، بررسی جامعی نیز در مراجع ملی و بین‌المللی به‌عمل آمده است. از جمله ورودی‌های مدل دسته‌بندی ELECTRE-TRI، علاوه بر ارزش کمی معیارهای اثر محیط‌زیستی، وزن معیارهاست که با توجه به عدم وجود روش شناسی مدون جهت تعیین وزن معیارها در روش‌های موجود ارزیابی آثار محیط‌زیستی در ایران، در این تحقیق، از روش تلفیقی برای برآورد وزن معیارها استفاده شده است. به این ترتیب که وزن معیارها براساس مراجع بین‌المللی یا قضاوت کارشناسی با وزن بدست آمده معیارها از روش آنتروپی، تلفیق شده و نتیجه به‌منزله وزن نهایی معیار، وارد مدل شده است. نتایج حاصل از کاربرد مدل دسته‌بندی ELECTRE-TRI برای تعیین اهمیت آثار محیط‌زیستی فعالیت‌های طرح سد و شبکه آبیاری - زهکشی اردبیل و مقایسه آن با روش رایج استفاده شده در این طرح گامی به‌منظور معرفی روش‌های جدید ارزیابی آثار محیط‌زیستی در سطح جهانی و امکان‌سنجی کاربرد آن در فرآیند EIA در ایران است و نگارندگان امید آن دارند که این تحقیق راهگشای انجام تحقیقات بیشتر در خصوص روش‌شناسی‌های موجود ارزیابی آثار محیط‌زیستی در سطح جهانی و ارتقای روش‌های موجود در کشور شود.

کلید واژه‌ها: ارزیابی آثار محیط‌زیستی، تصمیم‌گیری چند معیاره، اهمیت آثار محیط‌زیستی، مدل، ELECTRE - TRI

سراغاز

طرح مسئله

اخيراً روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره به‌منظور کمک به تصمیم‌گیرندگان به‌منظور تصمیم‌سازی مناسب و با در نظر گرفتن مجموعه معیارها، کاربرد زیادی در زمینه‌های مختلف علمی داشته است. یکی از مهمترین موضوعات در ارزیابی آثار محیط‌زیستی پروژه‌های توسعه نیز تعیین اهمیت آثار محیط‌زیستی است. در روش‌های معمول ارزیابی آثار محیط‌زیستی بخصوص در ایران، غالباً شدت اثر (در برخی موارد دامنه اثر)، به‌عنوان یگانه معیار کمی برای ارزیابی آثار محیط‌زیستی مطرح است و سایر معیارها (در صورت وجود) به‌صورت کیفی و توصیفی ایفای نقش می‌کنند. غالباً برای کمی‌سازی شدت آثار نیز از قضاوت‌های کارشناسی استفاده به‌عمل می‌آید که در بسیاری از مواقع به‌دلیل عدم دقت کافی، یا یکجانبه‌نگری در قضاوت‌ها، از قاطعیت ارزیابی و تحلیل آثار کاسته و نتیجه‌گیری در مورد اهمیت آثار را دچار ابهام می‌کند. لذا استفاده از روشی معتبر برای کمی‌سازی معیارهای کیفی و تحلیل یکپارچه اثرها با در نظر گرفتن معیارهای تعیین‌کننده ویژگی‌های آن ضروری بوده و موجب افزایش اطمینان به نتایج تحلیل‌ها و ارزیابی‌ها می‌شود.

در این تحقیق سعی شده است تا با استفاده از مدل چندمعیاره ELECTRE - TRI، اهمیت آثار محیط‌زیستی براساس مجموعه معیارهای منتخب، تعیین و نتایج با روش ارزیابی که در طرح «ارزیابی آثار محیط‌زیستی سد و شبکه آبیاری، زهکشی» استفاده شده است، مقایسه شود. در تحقیق حاضر، معیارها در واقع شاخص‌های برآورد اهمیت اثر محیط‌زیستی و گزینه‌ها، آثار محیط‌زیستی ناشی از انجام فعالیت‌های پروژه بر محیط‌زیست هستند. در واقع با این روش می‌توان تعیین کرد که هر یک از این اثرها در چه طبقه‌ای از اهمیت قرار می‌گیرند. همچنین در این روش آرای تصمیم‌گیرنده، یا تصمیم‌گیرندگان نسبت به معیارها، به صورت آستانه‌های ارجحیت⁽²⁾، بی‌تفاوتی⁽³⁾ و وتو⁽⁴⁾ مدنظر قرار می‌گیرند. یکی از ورودی‌های مهم این مدل، وزن معیارهاست که در این تحقیق با بهره‌گیری از روش‌های موجود ارزیابی که وزن معیار در آنها تعیین شده است و همچنین استفاده از نظریه آنتروپی، وزن تلفیقی مناسبی برای معیارهای محیط‌زیستی در نظر گرفته می‌شود. به‌طور خلاصه، نتیجه تحقیق حاضر، ارائه روشی با رویکرد تصمیم‌گیری چند معیاره

برای تعیین اهمیت آثار محیط‌زیستی خواهد بود. البته یادآور می‌شود که کاربرد این روش، به‌هیچ‌وجه ضرورت انجام مطالعات صحرائی و آزمایشگاهی را برای تأمین داده‌های مورد نیاز و استفاده از آن در مرحله امتیازدهی اولیه به سناریوها منتفی نمی‌سازد، بلکه روش ELECTRE - TRI در مرحله انتخاب روش ارزیابی وارد فرایند ارزیابی آثار می‌شود. در حقیقت، مدل به‌منزله ورودی به مجموعه‌ای از داده‌های کمی برای سناریوها (گزینه‌ها) در مورد هر معیار، نیاز خواهد داشت که باید براساس قضاوت‌های کارشناسی مبتنی بر بررسی‌های میدانی و تحلیل‌های آزمایشگاهی حاصل شوند. در واقع موضوع اصلی این تحقیق، مراحل بعد از ارائه و تعیین امتیاز معیارهای اهمیت هر اثر محیط‌زیستی را شامل می‌شود.

شایان ذکر است که مطالعه موردی این تحقیق طرح ارزیابی آثار محیط‌زیستی سد و شبکه آبیاری - زهکشی اردبیل بوده است که در سال 1384 شرکت مهندسی مشاور مهتاب قدس، آن را انجام داده و مورد تصویب سازمان حفاظت محیط‌زیست نیز قرار گرفته است.

معرفی روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره

برای دستیابی به هدفی خاص بیشتر لازم است که تصمیم‌گیرنده، چندین معیار را به صورت توأم ارزیابی کرده و گزینه‌های مختلف را بر طبق معیارها بسنجد. چنین فرایندی، تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM)⁽⁵⁾ نامیده می‌شود (فولادگر، 1386).

در واقع در شرایط تصمیم‌گیری، می‌توان مسئله مورد نظر را در سه حالت بررسی کرد:

- انتخابی: انتخاب بهترین گزینه‌ها از میان گزینه‌های ممکن.
- رتبه‌بندی: رتبه‌بندی گزینه‌ها به ترتیب ارجحیت آنها.
- گروه‌بندی کردن: دسته‌بندی گزینه‌ها در طبقات از پیش تعیین شده براساس مقایسه آنها با مراجع و استانداردهای موجود (ملک‌محمدی و دیگران، 1387؛ Mousseau, et al. (1998)
- مدل‌های MCDM بیشتر به دو دسته MODM⁽⁶⁾ و MADM⁽⁷⁾ تقسیم می‌شوند (فولادگر، 1386).
- مدل‌های چند هدفه (MODM): این مدل‌ها قادر به بهینه‌سازی اهداف مختلف با واحدهای مختلف هستند. هر یک از اهداف استفاده شده دارای درجه برتری‌اند که در فرایند

پروفیل‌ها برقرار می‌شود. این ارتباط که با aSb_h و یا b_hSa نشان داده می‌شود، بدین معنی است که گزینه a حداقل بهتر از پروفیل b_h است، یا بر عکس. حد آستانه‌های بی‌تفاوتی (q) و ارجحیت (P)، اطلاعات برتری داخلی هر معیار را تشکیل می‌دهند. این مقادیر در حقیقت دقت ارزیابی گزینه به ازای معیار را مشخص می‌کنند (ملک‌محمدی و دیگران، 1387، Mousseau et al., 1998, Berger, 2002).

$q_j(b_h)$ بزرگترین اختلاف $g_j(a) - g_j(b_h)$ را مشخص میکند که نشان‌دهنده سطح بی‌تفاوتی بین گزینه a و پروفیل b_h برای معیار g_j است. $P_j(b_h)$ حداقل اختلاف $g_j(a) - g_j(b_h)$ را مشخص میکند که مبین رضامندی گزینه a و پروفیل b_h برای معیار g_j است. نمایش شماتیک دسته‌ها و پروفیل‌ها در روش TRI-ELECTRE در قالب شکل (1) ارائه شده است.

برای طبقه‌بندی گزینه‌ها، همچنین لازم است تا شاخص‌های همانندی⁽¹⁰⁾ و ناهمانندی⁽¹¹⁾ (برای هر جفت گزینه، هر معیار و هر پروفیل برای هر معیار) محاسبه شود (ملک‌محمدی و دیگران، 1387، Mousseau et al., 1998, Berger, 2002).

مجموعه‌ای از ضرائب وزن‌های مهم (k_1, k_2, \dots, k_m) و مجموعه‌ای از آستانه‌های نپذیرفتن $(v_1(b_h), v_2, \dots, v_m(b_h))$ مشخصه‌هایی هستند که در ساختن روابط برتری نقش دارند. $v_j(b_h)$ نشان‌دهنده حداقل اختلاف $g_j(a) - g_j(b_h)$ است که با معادله aSb_h ناموافق است. در این روش شاخص $\sigma(a, b_h) \in [0, 1]$ نشان‌دهنده درجه اعتبار معادله aSb_h است. اگر $\sigma(a, b_h) \geq \lambda$ معادله aSb_h صادق است. λ سطح جدایی⁽¹²⁾ است ($\lambda \in [0, 1]$).

دو دیدگاه بدبینانه⁽¹³⁾ و خوشبینانه⁽¹⁴⁾ 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 aSb_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 $b_h > a$ را به دسته C_h وابسته می‌کند. در نهایت همان‌طور که قبلاً نیز بیان شد، در مدل TRI-ELECTRE، گزینه‌ها براساس معیارهای مشخص در دسته‌ها، یا طبقات از پیش تعیین شده قرار می‌گیرند. این کار در نتیجه مقایسه گزینه با پروفیل‌هایی که در واقع مبین مرز طبقات هستند، انجام می‌شود.

بهینه‌سازی می‌باید ترتیب حل آنها رعایت شود. گزینه‌ها براساس بهینه‌سازی مجموعه‌ای از تابع هدف با توجه به قیود مسئله، طراحی می‌شوند. در این روش افزایش اهمیت یک هدف فقط با کاهش اهمیت حداقل یک هدف دیگر، مسیر خواهد بود.

- مدل‌های چند شاخصه (MADM): این مدل‌ها برای انتخاب گزینه برتر استفاده می‌شوند. معمولاً انتخاب از طریق تعیین سطح قابل قبول برای معیارها، یا مقایسه بین گزینه‌ها صورت می‌گیرد. مدل‌های MADM خود به دو دسته مدل‌های غیرجبرانی و مدل‌های جبرانی تقسیم می‌شوند.

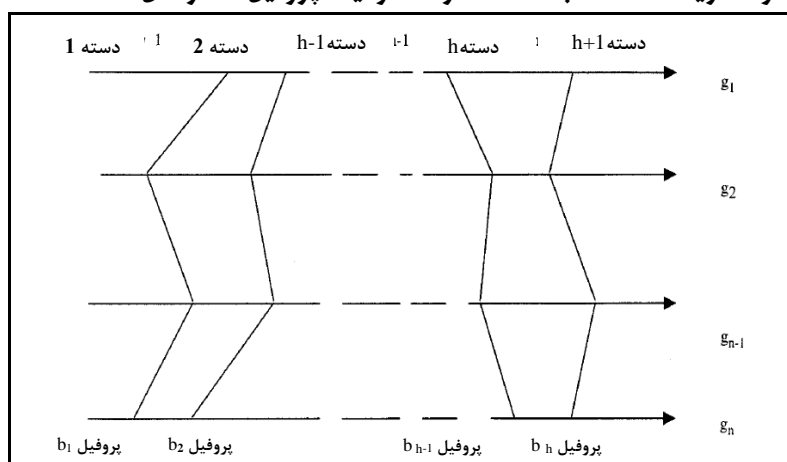
الف- مدل غیرجبرانی⁽⁸⁾: این مدل شامل روش‌هایی است که مبادله در بین شاخص‌ها مجاز نیست؛ بدین معنا که نقطه ضعف موجود در یک شاخص با مزیت موجود در شاخص دیگر جبران نمی‌شود. بنابراین در این روش‌ها هر شاخص به تنهایی مطرح بوده و مقایسه‌ها براساس شاخص به شاخص صورت می‌پذیرد.

ب- مدل جبرانی⁽⁹⁾: این مدل شامل روش‌هایی است که امکان مبادله میان شاخص‌ها وجود دارد، به عبارت دیگر تغییری در یک شاخص می‌تواند با تغییر در شاخصی دیگر تعدیل شود و یا کاهش یک شاخص در صورتی که سبب افزایش شاخص دیگر شود، قابل پذیرش خواهد بود. مدل‌های یاد شده به سه زیر گروه نمره‌گذاری و امتیازدهی، سازشی و هماهنگ تقسیم می‌گردند (فولادگر، 1386).

معرفی مدل TRI-ELECTRE

مدل TRI-ELECTRE جزء خانواده روش‌های چندمعیاره الکتره برای رتبه‌بندی است که اولین بار در سال 1992 Yu آن را ارائه کرد و در سال‌های بعد توسعه داده شد. 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 (ملک‌محمدی و دیگران، 1387، Mousseau et al., 1998, Berger, 2002). چنانچه مطابق شکل (1)، 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. در این روش، رابطه برتری (S) بین گزینه‌ها و

شکل (1): نحوه تعریف دسته‌ها با استفاده از محدودیت پروفیل‌ها در مدل ELECTRE - TRI



منبع: (ملک‌محمدی و دیگران، 1387، 1998، Mousseau et al., Berger, 2002)

مواد و روشها

معرفی مطالعه موردی

مطالعات «ارزیابی آثار محیط‌زیستی طرح سد و شبکه آبیاری و زهکشی اردبیل» که در سال 1384 توسط مهندسی مشاور مهتاب قدس انجام شده و مورد تصویب سازمان حفاظت محیط‌زیست نیز قرار گرفته است، به‌عنوان مطالعه موردی در این مقاله انتخاب شده است (مهتاب قدس، 1384). شایان ذکر است که این طرح به علت دارا بودن سابقه اطلاعاتی مناسب و دریافت مصوبه محیط‌زیستی و همچنین روش ارزیابی تلفیقی، مورد مناسبی برای انجام تحقیق است. هدف کلی طرح اردبیل استفاده بهینه از نیروی رودخانه بالخلی چای، به منظور توسعه اراضی کشاورزی و تامین نیاز آب کشاورزی 15000 هکتار از اراضی دشت اردبیل، تامین بخشی از نیاز آب شرب شهر اردبیل و ایجاد امکان اضافه برداشت از سفره آب زیرزمینی تعریف شده است. طرح اردبیل شامل سد مخزنی اردبیل، بند انحرافی الماس، دریاچه شورابیل، سیستم انتقال آب، بند انحرافی انزاب و شبکه‌های آبیاری و زهکشی شمال و غرب شهر اردبیل است. آب پس از تجمع در مخزن سد از طریق بندهای الماس، انزاب و دریاچه شورابیل به واحدهای عمرانی سه‌گانه منتقل می‌شود. شبکه آبیاری و زهکشی طرح اردبیل از لحاظ موقعیت در غرب و شمال شهر اردبیل واقع است. فلور منطقه دارای ویژگی‌های پایه‌ای جنگلی با ترکیب اصلی از درختان تیره گل سرخ، ولیک و بادام و بخش‌های مرتعی با چیرگی گون‌های چند ساله و کلامیرحسن در مرزهای آلی و جوامع چوبک، گون و لگومینوز

و گراس‌های گوناگون در مرزهای پایین‌تر است.

از جمله منابع آلاینده اصلی در بالادست مخزن سد اردبیل می‌توان شهر نیر و 36 روستا با جمعیتی معادل 517.19 نفر (پساب برگشتی 732.471 متر مکعب در سال و بار آلودگی 781.103 کیلوگرم در سال)، 9 معدن، 7 واحد صنعتی، 6 چشمه آبگرم و 5 مرکز پرورش ماهی اشاره کرد.

روش ارزیابی آثار محیط‌زیستی این طرح، تلفیقی از روش ماتریس ایکولد (ICOLD) در مورد سد اردبیل و فهرست کمیسیون بین‌المللی آبیاری و زهکشی (ICID) برای ارزیابی شبکه آبیاری، زهکشی آن است. در هر خانه ماتریس ایکولد 5 نوع علامت، یا ویژگی به شرح جدول (1) مشخص می‌شود (مهتاب قدس، 1384).

در ادامه به منظور کمی‌سازی آثار در مورد مشخصه‌های کیفی که با حروف مشخص می‌شوند، ضریب تأثیر برای مجموعه‌های تلفیقی به شرح جدول (2) در نظر گرفته شده است.

شایان ذکر است که ارزیابی این طرح در دو گزینه عدم اجرا و اجرا انجام شد و سپس کارشناسانی با تخصص‌های مختلف، امتیازات داده شده به آثار که در قالب ماتریس‌های مراحل ساختمانی و بهره‌برداری و در محیط‌های مختلف فیزیکی‌کوشیمیایی، بیولوژیکی و اقتصادی-اجتماعی ارائه کرده‌اند، پس از جمع‌بندی و اعمال ضرایب تأثیر فوق، در دو گزینه فوق، ارزیابی کردند. در واقع، امتیاز نهایی اثر در طرح ارزیابی سد و شبکه آبیاری، زهکشی اردبیل (اهمیت اثر) حاصل ضرب ضریب تأثیر اثر در شدت اثر است.

جدول (1): معیارهای آثار در طرح ارزیابی سد و شبکه آبیاری اردبیل

معیار آثار	انواع آثار	علامت اختصاری
ماهیت اثر	مثبت (Positive)	+
	منفی (Negative)	-
قطعیت اثر	قطعی (Certain)	C
	احتمالی (Probable)	M
تداوم اثر	مقطعی (Temporary)	T
	دایمی (Permanent)	P
زمان وقوع اثر	فوری (Immediate)	I
	دراز مدت (Long-term)	L
شدت اثر	1 تا 3	Low: کم - Moderate: متوسط - High: زیاد

منبع: مهتاب قدس، 1384

جدول (2): ضریب تأثیر مجموعه ویژگی‌های اثر در طرح سد و شبکه آبیاری اردبیل

ضریب تأثیر	علامت اختصاری	ضریب تأثیر	علامت اختصاری
2/25	LPC	0/75	IPM
1/5	IPC	0/7	ITC
1/12	LPM	0/52	LTM
1/05	LTC	0/35	ITM

منبع: مهتاب قدس، 1384

مراحل انجام تحقیق

- مراحل انجام تحقیق حاضر، به طور خلاصه در بندهای ذیل ارائه شده است:
- انتخاب آثار محیط‌زیستی از طرح سد و شبکه آبیاری اردبیل.
 - طبقه‌بندی آثار در طرح سد و شبکه آبیاری اردبیل.
 - انتخاب معیارهای مناسب جهت بررسی اهمیت آثار محیط‌زیستی.
 - انتخاب مقیاس مناسب جهت کمی‌سازی معیارها.
 - کنترل انسجام و هماهنگی ارزش‌ها⁽¹⁵⁾.
 - تعیین وزن مناسب معیارها.
 - طبقه‌بندی آثار بر اساس مدل ELECTRE-TRI.
 - نتایج (مدل ELECTRE-TRI و روش ارزیابی طرح سد و شبکه آبیاری اردبیل).

یافته‌ها

الف - انتخاب آثار محیط‌زیستی از طرح سد و شبکه آبیاری اردبیل

براساس الگوی انجام این تحقیق، 20 اثر منفی برای اجرای مدل و مقایسه در نظر گرفته شده‌اند. آثار منتخب، از ماتریس ارزیابی پروژه در فازهای ساختمانی و بهره‌برداری استخراج شده‌اند.

ب - طبقه‌بندی آثار در طرح سد و شبکه آبیاری اردبیل

آثار محیط‌زیستی انتخاب شده از طرح سد و شبکه آبیاری اردبیل، امتیازی را کسب کرده‌اند که بر گرفته از حاصل ضرب ارزش کمی شدت اثر در ضریب تأثیر آن اثر است. از آنجا که در طرح اردبیل، جمع‌بندی نهایی براساس محاسبه امتیاز کل آثار در دو گزینه اجرا و عدم اجرا و در مراحل ساختمانی و بهره‌برداری، انجام شده است، در نتیجه طبقه‌بندی آثار محیط‌زیستی انجام نشده و اصولاً طبقاتی نیز در نظر گرفته نشده است. ولی با توجه به این که در تحقیق حاضر، بحث طبقه‌بندی آثار محیط‌زیستی مطرح است، لازم است تا آثار انتخاب شده از طرح اردبیل طبقه‌بندی شوند. بدین‌منظور با توجه به حداکثر و حداقل امتیازات کسب شده در نتیجه حاصل ضرب ارزش کمی شدت اثر در ضریب تأثیر آن اثر که به ترتیب $6/75$ ($3 \times 2/25$) و $0/35$

ملاحظه می‌شود که معیارهای شدت، دامنه و تداوم اثر بیشترین تکرار را بر برآورد اهمیت آثار محیط‌زیستی داشته‌اند. این امر نشان‌دهنده آن است که این معیارها، جزء معیارهای اصلی و اثرگذار در بیان خصوصیات اثرند.

در نهایت پس از بررسی جداول و میزان تکرار معیارها و همچنین مطابقت با روش‌های ارزیابی در ایران، معیارهای ماهیت اثر، شدت، دامنه، تداوم که در برخی مراجع (Bojorquez-Tapia, et al. 1998) به‌عنوان معیارهای اصلی معرفی شده‌اند و همچنین احتمال وقوع اثر و سهولت اجرای راهکارهای کاهش، برای بررسی اهمیت آثار محیط‌زیستی با روش جمع‌وزنی انتخاب شدند.

(1×0/35) است، چهار طبقه به‌صورت جدول (3) انتخاب و آثار براساس آنها طبقه‌بندی شدند.

جدول (3): طبقات پیشنهادی به‌منظور طبقه‌بندی آثار

محیط‌زیستی سد اردبیل

کم (L)	0/35 تا 1/94	زیاد (H)	3/55 تا 5/14
متوسط (M)	1/95 تا 3/54	خیلی زیاد (VH)	15/5 تا 6/75

پ- انتخاب معیارهای مناسب برای بررسی اهمیت آثار محیط‌زیستی

برای انتخاب معیارهای مناسب، معیارهای موجود و میزان تکرار آنها در مراجع ملی و بین‌المللی مورد بررسی قرار گرفته‌اند که نتایج آنها در قالب جدول (4)، در ادامه ارائه شده است.

جدول (4): معیارهای موجود در برآورد اهمیت آثار محیط‌زیستی

معیار	شدت	دامنه	تداوم	هم افزایی	تجمعی	تعارض	راهکار کاهش	حساسیت منابع	چهارچوب زمانی	جمعیت‌ناپذیر	منفی/مثبت	برگشت‌پذیر - برگشت‌ناپذیر	مستقیم - غیرمستقیم	محلی - استراتژیک	احتمال وقوع	اطمینان در پیش‌بینی اثر	وجود ارزش‌های هماهنگ	دوره‌ای بودن	تواتر	اولویت‌های مردم و مسئولین	سطح و نوع ریسک و عدم قطعیت
Antunes et al.2001																					
Bojorquez-Tapia et al. 1998																					
Clark et al.,1983. - Thompson,1990																					
Duinker and Beanlands. 1986																					
Gomez-Orea.1999																					
Lawrence.2003																					
روش‌های معمول ارزیابی در ایران																					
تکرار معیار در روش‌های مختلف	6	6	6	2	3	2	3	2	2	1	3	3	3	1	2	1	1	1	1	1	1

منبع: (Cloquell- Ballester, et al. 2007)

معیارها افزایشی و بعضی کاهش‌اند. در مورد معیارهای افزایشی، ارزش بیشتر و در مورد معیارهای کاهش‌ی، ارزش کمتر آنها مطلوب است. با توجه به ماهیت منفی آثار انتخاب شده، معیارهای شدت، دامنه، تداوم و احتمال وقوع در رده معیارهای کاهش‌ی و معیار راهکار کاهش، در دسته معیارهای افزایشی قرار

ت- انتخاب مقیاس مناسب برای کمی‌سازی معیارها

از آنجا که لازم است تا ارزش کلیه معیارها به‌صورت کمی وارد مدل پیشنهادی در این تحقیق شود، براساس روش‌های موجود، مقیاس (1 تا 3) برای امتیازدهی به معیارها به شرح جدول (5) تعریف شد. شایان ذکر است که در این مدل برخی

می‌گیرند. جدول (5) نشان می‌دهد که در هر معیار چه ویژگی‌هایی موجب کسب امتیازات 1 الی 3 می‌شوند. برای مثال، چنانچه اثری موقتی و در مرحله ساختمانی و همچنین در محدوده مستقیم پروژہ رخ دهد، از نظر معیار «تداوم» امتیاز 1 و از نظر معیار «دامنه»، امتیاز 2 را دریافت می‌کند.

جدول (5): الگوی امتیازدهی به معیارهای انتخاب شده در مقیاس (1 تا 3)

امتیاز	معیارها			
	شدت	دامنه	تداوم	احتمال وقوع
1	کم	محدوده به هم پیوسته	موقتی در مرحله ساختمانی	با احتمال وقوع کمتر از 50%
2	متوسط	محدوده مستقیم	موقتی در مرحله بهره‌برداری	با احتمال وقوع بیشتر از 50%
3	زیاد	محدوده غیرمستقیم	دایمی	قطعی

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، به‌عنوان 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. نتایج این مرحله در جدول (6) ارائه شده است.

ث- کنترل هماهنگی ارزش‌ها

آثار محیط‌زیستی انتخاب شده از طرح اردبیل، با توجه به معیارهای تعیین شده و مقیاس عددی در نظر گرفته شده مطابق جدول (5)، 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 گرفت. بدین ترتیب در

جدول (6): داده‌های ورودی مدل در مورد ارزش معیارها هر گزینه پس از کنترل هماهنگی

ردیف	فعالیت‌های پروژه- پارامترهای محیط‌زیستی	شدت	دامنه	تداوم	احتمال وقوع	راهکار کاهش
1	خاکبرداری و خاکریزی- کیفیت هوا (1-ITC)	1/33	1/00	1/00	3/00	2/67
2	جاده‌سازی و ابنیه فنی- زیستگاه‌های اکوسیستم خشکی (2-IPC)	1/67	1/67	1/00	3/00	1/67
3	جاده‌سازی و ابنیه فنی- پرندگان (2-IPM)	2/33	1/33	1/00	1/67	1/67
4	جاده‌سازی و پل‌سازی- زیستگاه‌های اکوسیستم آبی (3-ITC)	3/00	1/67	1/00	2/67	1/33
5	برداشت منابع قرصه- تراکم گونه‌های گیاهی (2-IPC)	2/33	1/00	1/00	2/33	1/67
6	انباشت زاید و نخاله‌های ساختمانی- کیفیت منظر و چشم‌انداز (1-IPM)	1/00	1/00	1/00	1/67	3/00
7	برداشت آب از رودخانه برای عملیات ساختمانی شبکه- کیفیت آب (1-ITC)	2/33	1/33	1/00	2/33	3/00
8	تملك اراضی در محدوده شبکه- فعالیت‌های کشاورزی (1-LPM)	2/33	1/00	1/00	2/33	2/00
9	فعالیت‌های ساختمانی سد و شبکه- آرامش صوتی (2-ITC)	1/33	1/67	1/00	2/33	2/33
10	بهره‌برداری از شبکه- آلودگی خاک (2-LTM)	2/33	1/00	2/67	2/33	2/00
11	فعالیت‌های ساختمانی سد و شبکه- حوادث و سوانح (1-ITM)	1/00	1/00	1/00	1/00	2/67
12	برداشت منابع قرصه- مرفولوژی رودخانه (1-IPC)	1/33	1/00	1/00	2/33	1/33
13	تامین نیروی انسانی- فرهنگ جوامع بومی (1-LPM)	1/67	1/33	1/67	1/00	3/00
14	کمپ کارگاهی (ساختمانی)- کیفیت منابع آب سطحی (1-ITC)	2/00	1/33	1/00	1/33	1/67
15	ورود زهاب کشاورزی و پساب بهداشتی- تغذیه‌گرایی مخزن سد (3-LPM)	2/67	1/00	2/00	2/33	1/67

3/00	3/00	2/00	2/33	3/00	بهره‌برداری از سد- جریان آب در پایین دست (3LPC)	16
2/33	1/33	2/00	2/33	2/67	بهره‌برداری از سد- کیفیت آب در پایین دست (2LPM)	17
1/67	1/00	2/00	1/33	1/67	کمپ بهره‌برداری- کیفیت منابع آب سطحی (1LPM)	18
2/33	1/33	2/00	1/00	1/33	آبگیری مخزن سد- پایداری شیب‌های ساحلی (2LPM)	19
1/00	3/00	3/00	1/00	1/67	آبگیری مخزن سد- تأسیسات و ابنیه (2IPC)	20

ج- تعیین وزن مناسب معیارها

از جمله الزامات کار با مدل Electre-TRI، تعیین وزن معیارهاست. برای تعیین وزن معیارها سه حالت وجود دارد:

- وزن معیارها بر اساس مراجع موجود مشخص است، یا ارزیاب وزن مشخصی را برای معیارها در نظر دارد.
- وزن مشخصی برای معیارها وجود ندارد و می‌توان از روش آنتروپی که در ادامه به‌طور خلاصه توضیح داده شده است، وزن معیارها را تعیین کرد.
- تلفیق دو حالت فوق از رابطه (1).

در این تحقیق از حالت سوم استفاده شده و وزن نهایی

معیارها به شرح فرمول ذیل تعیین و نتایج آن در جدول شماره (7) ارائه شده است. اجزای رابطه (1) عبارتند از:

رابطه (1):

$$W = \frac{\lambda_j W_j}{\sum \lambda_j W_j}$$

W = وزن نهایی معیار

λ = وزن معیار بر اساس مراجع موجود، یا قضاوت

کارشناسی

W_j = وزن معیار، روش آنتروپی

جدول (7): تعیین وزن معیارها

معیارها					شدت	دامنه	تداوم	احتمال وقوع	راهکارهای کاهش
1	2	3	4	5					
1	1	1	2	3	وزن معیارها بر اساس روش Gomez Orea (1999)				
0/2	0/25	0/38	0/19	0/23	وزن آنتروپی معیارها				
0/1	0/13	0/2	0/2	0/37	وزن نهایی معیارها (تلفیق وزن آنتروپی و وزن مشخص معیارها)				

(مجموع وزن معیارها، معادل واحد می‌شود.)

چ- طبقه‌بندی آثار براساس مدل ELECTRE-TRI

در این مرحله، اطلاعات ورودی مورد نیاز مدل به شرح ذیل وارد شد:

- ارزش معیارها در هر یک از گزینه‌ها پس از کنترل هماهنگی (سازگاری).

ارزش در نظر گرفته شده برای هر معیار در هر یک از گزینه‌ها، به شرح جدول (6)، وارد مدل شد.

- تعیین مقادیر آستانه‌ها.

از جمله الزامات کار با مدل Electre - TRI تعیین مقادیر آستانه‌هاست. مقادیر انتخاب شده آستانه‌های برتری (p)، بی‌تفاوتی (q)، و تو (v)، cut-□ و همچنین پروفیل‌ها در تحقیق حاضر به شرح جدول (8) ارائه شده است. شایان ذکر است که

شایان ذکر است که در برآورد وزن معیارها از روش آنتروپی، مراحل ذیل طی می‌شود:

- نرمالیزه کردن کسری ارزش معیارها: تقسیم ارزش هر معیار بر مجموع ستونی آن.

- محاسبه E_j از رابطه (2) که اجزای آن به شرح ذیل است:

رابطه (2):

$$E_j = -k \sum a_{ij} \ln a_{ij}$$

$$k = 1 / \ln m$$

m = تعداد سناریوها

a = ارزش نرمالیزه شده هر معیار

b₁, b₂ و b₃ به ترتیب پروفیل‌های اول تا سوم و مرز بین چهار طبقه کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد هستند.

$$\square\text{-cut} = 0.5$$

ذکر این نکته ضروری است که در این تحقیق مشخصه v در نظر گرفته نشده و با توجه به انتخاب عدد 0/5 برای

□-cut، نتایج حاصل از دو دیدگاه خوشبینانه و بدبینانه مدل، یکسان است.

(8): مقادیر ورودی مدل در TRI در (اصلی)

راهکار کاهش	احتمال وقوع	تداوم	دامنه	شدت	معیار / پارامتر
T	P	D	E	M	p
0/15	0/15	0/15	0/15	0/15	p
0	0	0	0	0	q
0/1	0/13	0/2	0/2	0/36	وزن معیارها
2/5	1/5	1/5	1/5	1/5	b ₁
2	2	2	2	2	b ₂
1/5	2/5	2/5	2/5	2/5	b ₃

جدول شماره آستانه‌های Electre – سناریوی اول

Electre-TRI تا حدی با نتایج پیش بینی شده از ارزیابی آثار محیط‌زیستی طرح ارزیابی اردبیل، مطابقت دارد و در نتیجه می‌توان از این مدل که دارای رویکرد چند معیاره و مبتنی بر برقراری روابط برتری است، به منزله روش تصمیم‌گیری چندمعیاره برای تعیین اهمیت آثار محیط‌زیستی در فرایند EIA استفاده کرد. همچنین می‌توان این روش را با تلفیق با روش مبتنی بر جمع نیز استفاده کرد و قضاوت نهایی در خصوص اهمیت آثار محیط‌زیستی را به عهده ارزیاب گذاشت.

ح- نتایج (مدل ELECTRE-TRI و روش ارزیابی طرح سد و شبکه آبیاری اردبیل)

نتایج به‌دست آمده از مدل Electre-TRI براساس مشخصه‌های تعیین شده در جدول (8) به همراه نتایج حاصل از روش ارزیابی طرح اردبیل که مبنای اهمیت آثار محیط‌زیستی در چهار طبقه کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد هستند، در جدول (9) ارائه شده است.

براساس جدول مذکور، مشخص می‌شود که خروجی مدل

جدول (9): نتایج حاصل از مدل Electre-TRI و مقایسه با نتایج حاصل از روش ارزیابی طرح سد و شبکه آبیاری اردبیل

روش Electre-TRI	روش ارزیابی طرح اردبیل	فعالیت‌های پروژه - مشخصه‌های محیط‌زیستی
L	L	1 خاکبرداری و خاکریزی - کیفیت هوا
M	M	2 جاده‌سازی و ابنیه‌فنی - زیستگاه‌های اکوسیستم خشکی
M	L	3 جاده‌سازی و ابنیه‌فنی - پرندگان
VH	M	4 جاده‌سازی و پل‌سازی - زیستگاه‌های اکوسیستم آبی
H	M	5 برداشت منابع قرضه - تراکم گونه‌های گیاهی
L	L	6 انباشت زواید و نخاله‌های ساختمانی - کیفیت منظر و چشم‌انداز
L	L	7 برداشت آب از رودخانه برای عملیات ساختمانی شبکه - کیفیت آب
M	L	8 تملک اراضی در محدوده شبکه - فعالیت‌های کشاورزی
L	L	9 فعالیت‌های ساختمانی سد و شبکه - آرامش صوتی
H	L	10 بهره‌برداری از شبکه - آلودگی خاک

11	فعالیت‌های ساختمانی سد و شبکه - حوادث و سوانح	L	L
12	برداشت منابع قرضه - مرفولوژی رودخانه	L	L
13	تأمین نیروی انسانی - فرهنگ جوامع بومی	L	M
14	کمپ کارگاهی (ساختمانی) - کیفیت منابع آب سطحی	L	L
15	ورود زهاب کشاورزی و پساب بهداشتی - تغذیه‌گرایی مخزن سد	M	H
16	بهره‌برداری از سد - جریان آب در پایین دست	VH	H
17	بهره‌برداری از سد - کیفیت آب در پایین دست	M	H
18	کمپ بهره‌برداری - کیفیت منابع آب سطحی	L	M
19	آبگیری مخزن سد - پایداری شیب‌های ساحلی	M	L
20	آبگیری مخزن سد - تأسیسات و ابنیه	M	M

وقوع و برگشت‌پذیری اخذ شده و وارد روش‌های مورد نظر ارزیابی می‌شود. این اطلاعات بیشتر به صورت کیفی بوده و در دامنه از پیش تعریف شده که ویژگی حرفی، یا توصیفی دارند، بیان می‌شوند. اطلاعاتی که بدین ترتیب در روش‌های ارزیابی رایج در ایران، بویژه در ماتریس ارزیابی، یا سایر روش‌های مشابه وارد می‌شوند، یا به شکل داده‌های اسمی (بسیار کم تا بسیار زیاد) است که با اعدادی در دامنه‌های از پیش معین شده (مانند دامنه 1 تا 3، یا 1 تا 5) تعریف می‌شوند و یا به شکل نمادهایی هستند که حاوی اطلاعاتی در زمینه مجموعه ویژگی‌های خاص اثر مورد نظرند (مانند قطعی، دائمی، دراز مدت، برگشت‌پذیر و از این قبیل). علاوه بر اطلاعات یاد شده، کارشناسان آرا و پیشنهادها را تخصیص خود را نیز در زمینه روش، یا راهکار اجتناب و یا کاهش آثار منفی پیش‌بینی شده نیز ارائه می‌دهند که با روش‌شناسی‌های مشخصی ارائه می‌شوند. چنین رویکردی به روش تحلیل ویژگی‌های آثار، چند معیار را در نظر می‌گیرد، اما از توان کافی برای برخورد با مسائلی مانند آریب بودن آرا، بی‌دقتی در اظهارنظرها، تاثیرپذیری میانگین آرا از ارزش‌های بسیار زیاد، یا بسیار کم (یا چولگی داده‌ها) و عدم قطعیت نسبت بدرستی داده‌ها و اطلاعات، برخوردار نیست.

نتایج به دست آمده از کاربرد مدل Electre-TRI در این تحقیق در تلفیق با روش آنترپی برای تعیین وزن معیارها مبین آن است که این مدل با توجه به خاصیت طبقه‌بندی فازی گزینه‌ها (در این تحقیق، همان آثار محیط‌زیستی‌اند) و همچنین به دلیل توانایی تلفیق چندین معیار برای هر گزینه و استفاده از منطق فازی برای تخصیص ارزش‌های آثار به دسته‌های معین با در نظر گرفتن شاخص هماهنگی چندین معیار، می‌تواند به افزایش اطمینان نسبت به تخصیص ارزش‌های نشان‌دهنده ویژگی‌های هر اثر به صورت یکپارچه به طبقه با کمینه میزان

با دقت در نتایج جدول (9) مشخص می‌شود که 40 درصد نتایج حاصل در هر دو روش مشابه هستند و این موضوع نیز در خصوص آثاری با درجه‌های اهمیت کم و متوسط مشاهده می‌شود. در خصوص سایر موارد، نتایج به دست آمده نشان‌دهنده آن است که اهمیت آثار در روش‌های مذکور، بیشتر در یک سطح از اهمیت با یکدیگر تفاوت دارند برای نمونه، در خصوص آثار 15 و 16، مشاهده می‌شود که اهمیت آثار در طرح اردبیل به ترتیب در طبقات متوسط (M) و خیلی زیاد (VH) و در مدل Electre-TRI در طبقه زیاد (H) قرار گرفته است که به ترتیب یک طبقه بالاتر در اثر 15 و یک سطح پایین‌تر در اثر 16 هستند.

بحث و نتیجه‌گیری

روش‌های کاربردی مرسوم و معمول ارزیابی آثار محیط‌زیستی در ایران که بیشتر انواع مختلف روش ماتریس را شامل می‌شوند، به واسطه در نظر گرفتن چند معیار مشخص برای اثر، به نوعی چند معیاره محسوب می‌شوند ولی نکته مهم نحوه تلفیق معیارها براساس روش‌شناسی مشخص و در نهایت لحاظ کردن مجموعه معیارها در قالب اهمیت اثر محیط‌زیستی است. همانگونه که در سرآغاز این مقاله عنوان شد، تحلیل و ارزیابی اهمیت آثار ناشی از فعالیت‌های توسعه بر شاخص‌های محیط‌زیست، ذاتاً مسئله تجزیه و تحلیل چند معیاره بوده و هسته اصلی تمامی روش‌های رایج ارزیابی آثار محیط‌زیستی را تشکیل می‌دهد. اطلاعات مورد استفاده برای تحلیل اهمیت آثار معمولاً شامل اطلاعاتی است که از نتایج بررسی‌های میدانی و در اغلب موارد از آرای تخصصی کارشناسان جمع‌آوری شده است. بدین ترتیب که معمولاً آرای کارشناسان متخصص در خصوص برخی از ویژگی‌های عمده آثار شامل شدت، دامنه، تداوم، احتمال

ساختار مدل پیشنهادی Electre-TRI که در رده مدل‌های چندمعیاره طبقه‌بندی قرار می‌گیرد تا حد زیادی با مسئله تعیین اهمیت آثار محیط‌زیستی، همخوانی دارد. همچنین نتایج آن در مطالعه موردی صورت گرفته در این مقاله، مبین توانایی آن در بالابردن انعطاف‌پذیری ارزیابی آثار محیط‌زیستی با رویکرد طبقه‌بندی آثار بر اساس معیارهای مختلف است.

به عبارت دیگر، این روش علاوه بر دارا بودن سرعت مناسب، اهداف مورد نظر را تحقق بخشیده و در نهایت می‌تواند با ایجاد تفاهم در تصمیم‌گیری، نتیجه نهایی را با عنایت به جمیع آرای تصمیم‌گیرندگان و ذی‌نفعان، به بهترین شکل ارائه کند.

چنانچه مشابه تحقیق حاضر، از روشی دیگر نیز همراه با مدل Electre-TRI استفاده شود، در مواردی که طبقه‌بندی اهمیت آثار در دو روش، در یک سطح، یا بیش از یک سطح با یکدیگر متفاوت باشند، ارزیابی نهایی اهمیت اثر، کاملاً منوط به قضاوت کارشناسی ارزیاب می‌شود و اینجاست که نقش کلیدی کاربر متخصص و دارای شناخت به جمیع جوانب طرح، مشخص می‌شود. در این شرایط، ارزیاب است که با توجه به تجربه و دانش تخصصی لازم و براساس ماهیت طرح و آثار آن بر محیط‌زیست، ارزیابی نهایی اهمیت اثر محیط‌زیستی را انجام می‌دهد. شایان ذکر است، از جمله نقاط ضعف مدل، تعدد مشخصه‌های مورد نیاز آن است که تعیین آنها به‌عنوان مشکل‌ترین مرحله در کار با مدل مطرح است.

پیشنهادها

بررسی مدل دسته‌بندی چند معیاره Electre-TRI و کاربرد آن در مطالعه موردی ارزیابی آثار محیط‌زیستی بخوبی مؤید توانایی این مدل در تعیین اهمیت آثار محیط‌زیستی است، بنابراین پیشنهاد می‌شود که این مدل، به‌عنوان روش ارزیابی آثار با رویکرد چند معیاره مورد استفاده قرار گیرد و مشابه سایر مدل‌های تصمیم‌گیری، نقاط قوت و ضعف آن به مرور مشخص شود.

از طرف دیگر، با هدف ارتقای روش‌های موجود ارزیابی آثار محیط‌زیستی در کشور، پیشنهاد می‌شود تا مطالعه روش‌های گوناگون و مطرح ارزیابی در دنیا، بخصوص روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و امکان‌سنجی استفاده از آنها با توجه به شرایط و مسائل موجود در فرایند ارزیابی آثار در ایران توسط متخصصان و کارشناسان محیط‌زیست کشور انجام شود.

اریب بودن و چولگی داده‌ها کمک کند. با توجه به این نکته که، برآورد صحیح اهمیت آثار در فرایند ارزیابی، شرط اصلی ارائه راهکارهای کاهش مناسب و برنامه‌پایش و مدیریت محیط‌زیستی کاربردی و اصولی خواهد بود، افزایش اطمینان نسبت به روایی نتایج حاصل از کاربرد روش تحلیل و طبقه‌بندی اهمیت آثار محیط‌زیستی یکی از مهم‌ترین موضوعات در فرایند ارزیابی است. از طرف دیگر، یکی از مزایای افزایش اطمینان از روایی و صحت نتایج کاربرد روش ارزیابی، کمک به ایجاد تفاهم در تصمیم‌گیری و کاهش تعارضات در مرحله تصمیم‌گیری در زمینه امکان‌پذیری اجرای پروژه، یا طرح مورد نظر از دیدگاه محیط‌زیست است.

مقایسه اجمالی نتایج حاصل از مدل دسته‌بندی Electre-TRI با نتایج به‌دست آمده از روش ارزیابی طرح اردبیل، مشخص می‌سازد که در صورت انتخاب مناسب مقادیر آستانه‌های مورد نیاز مدل (آستانه‌ها برتری، بی‌تفاوتی و مردودی)، خروجی‌های حاصل از مدل، تطابق بیشتری با نتایج پیش‌بینی شده از ارزیابی اهمیت آثار محیط‌زیستی خواهند داشت. به عبارت دیگر، نکته مهم در انتخاب مدل، کاربرد آن با توجه به هدف مورد نظر است و آنچه در خصوص کاربرد مدل‌ها در مباحث محیط‌زیست، بسیار حایز اهمیت است این است که برای شبیه‌سازی جهان واقعی همیشه نمی‌توان با مدل‌سازی به واقعیت دست یافت و چه بسا مدل‌هایی که در برخی موارد پاسخ منطقی نداشته و احتمال پیش‌بینی نادرست از دنیای طبیعی را افزایش می‌دهند. (مخدوم، 1388). نکته اساسی در این زمینه انتخاب منطق و روش مناسب برای ارزیابی و پیش‌بینی تغییرات در محیط‌زیست در واکنش به فعالیت‌های انسانی است. کاربرد روش فازی با استفاده از مقادیر آستانه‌ای گامی به‌منظور دستیابی به این هدف مهم است. از دیگر مزایای کاربرد مدل در این تحقیق، تلفیق مناسب معیارهای برآورد اهمیت اثر است که با دارا بودن امکان تعیین وزن معیارها، می‌توان آرا و ارجحیت‌های تصمیم‌گیرندگان و ذی‌نفعان مختلف را نیز مدنظر قرار داد. همچنین کاربر قادر است تا براساس نتایج مدل Electre-TRI رتبه‌بندی آثار محیط‌زیستی را نیز در مرحله بعدی انجام دهد.

به‌عنوان جمع‌بندی تحقیق، بر این نکته تأکید می‌شود که یکی از مهم‌ترین مسائلی که باید در ارزیابی آثار محیط‌زیستی حل شود، از نظر تصویب پروژه، از نظر تعیین راهکارهای اصلاحی مناسب، تعیین صحیح اهمیت آثار است.

آبیاری- زهکشی اردبیل را در اختیار اینجانب قرار دادند، صمیمانه قدردانی کنم.

یادداشت‌ها

1. Environmental Impact Assessment (EIA)
2. Preference
3. Indifference
4. Veto
5. Multiple Criteria Decision making
6. Multiple Objective Decision Making
7. Multiple Attribute Decision Making
8. Non-compensatory
9. Compensatory
10. Concordance
11. Discordance
12. Cutting level
13. Pessimistic Procedure
14. Optimistic Procedure
15. Consistency Control

همچنین از جمله مسائلی که طی این تحقیق نمایان شد و در واقع به نوعی خلاء در این خصوص احساس می‌شود، عدم وجود روش‌شناسی مشخص برای تعیین وزن معیارهای برآورد اهمیت اثر محیط‌زیستی است. بنابراین پیشنهاد می‌شود تا با بررسی مطالعات موردی انجام شده در خصوص ارزیابی آثار محیط‌زیستی ناشی از اجرای فعالیت‌های توسعه بر محیط‌زیست، مجموعه‌ای از معیارهای مناسب برای بیان ویژگی آثار در انواع مختلف پروژه‌های توسعه، تدوین و روش‌شناسی‌های مشخصی به‌منظور تعیین وزن مناسب آنها ارائه شود.

تشکر و قدردانی

لازم می‌دانم از حسن توجه و همکاری خانم مهندس توفیق مدیریت بخش محیط‌زیست شرکت مهندسی مشاور مه‌باب قدس) که اطلاعات طرح ارزیابی آثار محیط‌زیستی سد و شبکه

فهرست منابع

- فولادگر، م، م. 1386. طراحی ساختار سیستم پشتیبانی در تصمیم‌گیری جهت مدیریت منابع و مصارف آب متناسب با حوضه‌های آبریز کشور، پایان نامه دوره کارشناسی ارشد مهندسی عمران آب، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس.
- مخدوم، م. 1388. مدل‌هایی که نباید مدل سازی کرد یا مدل‌هایی که همیشه پاسخ منطقی ندارند، فصلنامه علوم محیطی، سال ششم، شماره سوم، 185-192.
- ملک محمدی، ب.؛ زهرایی، ب.؛ کراچیان، ر. 1387. رتبه‌بندی جواب‌های مدل بهینه سازی چند هدفه بهره‌برداری از مخازن با روش Electre-TRI، مجموعه مقالات سومین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران، تبریز. ایران
- مهندسی مشاور مه‌باب قدس. 1384. گزارش ارزیابی آثار محیط زیستی طرح سد و شبکه آبیاری- زهکشی اردبیل.

Berge, L. S. A .2002. Transport Infrastructure Regional Study (TIRS) in the Balkans, Final Report, Appendix 8, ELECTRE TRI.

Bojorquez-Tapia, L. A.; Ezcurra, E. and Garcí'a, O. 1998. Appraisal of environmental impacts and mitigation measures through mathematical matrices, Journal of Environmental Management, 53, 91- 99.

Mousseau, V.; Slowinski, R. 1998. Inferring an ELECTRE TRI model from assignment examples. Journal of Global Optimization, 12: 157- 174.

Mousseau, V.; Slowinski, R. and Zielniewicz, P.1999. ELECTRE TRI 2.0a Methodological Guide and User's manual.

Cloquell- Ballester, V. A. et al. 2007. Systematic comparative and sensitivity analyses of additive and outranking techniques for supporting impact significance assessments, *Environmental Impact Assessment Review* 27, 62- 83.

Yu, W. 1992. ELECTRE TRI: aspects méthodologiques et manuels d'utilisation. Document du Lamsade, vol. 74. Université Paris- Dauphine.