

ارزیابی اثرات محیط‌زیستی پروژه‌های گردشگری جنگل با روش اصلاح‌شده RIAM (مطالعه موردی: پارک جنگلی ارغوان، استان ایلام)

علی نجفی فر^{۱*} و عبدالعلی کرمشاهی^۲

*- نویسنده مسئول، استادیار، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایلام، ایران. پست الکترونیک: alinajafifar@yahoo.com
۲- دانشیار، گروه جنگل‌داری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۲/۰۵

چکیده

مدیریت بهینه جنگل مستلزم استفاده چندگانه مطابق با اصول پایداری زیست‌بوم‌های طبیعی است. امروزه با افزایش روزافزون تقاضا برای گردشگری جنگل، پژوهش در زمینه ارزیابی اثرات محیط‌زیستی توسعه این کاربری ضروری است. در پژوهش پیش‌رو، اثرات محیط‌زیستی دو گزینه اجرا (دو فاز ساختمانی و بهره‌برداری) و عدم اجرای پروژه گردشگری پارک جنگلی ارغوان واقع در بخش زاگرس استان ایلام با استفاده از روش RIAM اصلاح‌شده در چهار محیط بیولوژیکی - بوم‌شناختی، فیزیکی - شیمیایی، اجتماعی - فرهنگی و اقتصادی - عملکردی ارزیابی شد. اصلاح انجام‌شده در روش RIAM شامل استفاده از منطق فازی و فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) در اولویت‌بندی معیارهای ارزیابی بود. نتایج نشان داد که مقدار شاخص ارزیابی روش مرسوم در هر دو گزینه اجرا و عدم اجرای پروژه مثبت بود، اما مقدار آن در گزینه اجرا حدود دوبرابر گزینه عدم اجرا به‌دست آمد. همچنین، نتیجه مقایسه شاخص ارزیابی روش اصلاحی نسبت به روش معمول حاکی از کاهش ناچیز (حدود شش درصد) در گزینه اجرا و کاهش قابل توجه (حدود ۱۱۵ درصد) در گزینه عدم اجرا بود. براین اساس، نتایج ارزیابی با فرض رعایت پیش‌فرض‌های اجرایی بیانگر آثار مثبت بیشتر در گزینه اجرای پروژه بود. اگرچه تحلیل نتایج روش اصلاحی به پژوهش‌های تکمیلی بیشتری نیاز دارد، اما به‌دلایل ذهنی بودن ماهیت ارزیابی، وجود خطا در سنجش معیارها، عدم قطعیت در پیش‌بینی اثرات و روابط داخلی زیاد بین عناصر ارزیابی، استفاده از منطق فازی و ANP در راستای بهبود نتایج ارزیابی اثرات محیط‌زیستی ضروری به‌نظر می‌رسد.

واژه‌های کلیدی: جنگل‌های زاگرس، فرآیند تحلیل شبکه‌ای، ماتریس ارزیابی سریع اثرات، منطق فازی.

مقدمه

مدیریت جنگل را فراهم می‌کند (Aghnoui et al., 2014). با توجه به اینکه یک برنامه‌ریزی نادرست می‌تواند منجر به کاهش کیفیت یا تخریب ساختارهای بوم‌شناختی طبیعی، کاهش تنوع زیستی و تهدید پایداری بوم‌شناختی آن شود، ارزیابی اثرات مذکور در مراحل اجرا و بهره‌برداری ضروری است. به دلیل ارزیابی‌های نامناسب محیط‌زیستی، متأسفانه روند تخریب در بسیاری از مناطق طبیعت‌گردی به‌وضوح

امروزه استفاده چندگانه از عرصه‌های جنگلی در راستای مدیریت یکپارچه و پایدار منابع طبیعی تجدیدشونده از اهمیت زیادی برخوردار است. طبیعت‌گردی نوعی گردشگری پایدار است که نقش مهمی هم در توسعه و هم در حفاظت منابع طبیعی ایفا می‌کند (Bunruamkaew & Murayama, 2011). ارزیابی اثرات محیط‌زیستی (EIA) زمینه بهبود طرح‌های

بر اساس نتایج آن‌ها، در روش RIAM مجموع دامنه امتیازها در گزینه اجرا، مثبت و در گزینه عدم اجرا، منفی بود، در حالی که در روش RIAM اصلاح‌شده با اینکه امتیاز هر دو گزینه منفی بود، اما به دلیل آثار منفی کمتر مانند روش اول، ارجحیت گزینه اجرا بر گزینه عدم اجرا گزارش شد. بر این اساس، آثار توسعه‌ای در روش اصلاح‌شده، بهتر و واقع‌گرایانه‌تر ارزیابی می‌شود.

در پژوهش پیش‌رو، درجه مطلوبیت معیارهای ارزیابی بر اساس منطق فازی (Zadeh, 1965) که دربرگیرنده طیفی از اعداد است، تعیین شد. با توجه به وجود انواع خطا در اندازه‌گیری‌ها و الگوریتم‌های تصمیم‌گیری، تغییرات ناگهانی یا تدریجی در طبیعت و همچنین نقص دانش بشر از طبیعت و تنوع در نظرات و ارزش‌گذاری‌های افراد مختلف، به روشی نیاز است که بتواند این تفاوت‌ها را در فرآیند تصمیم‌گیری وارد کند. منطق فازی امکان اتخاذ روش‌های عینی‌تر ارزیابی، در نظر گرفتن خطاهای ذکرشده و ایجاد چهارچوبی برای حل تعارض میان گروه‌های درگیر در طرح‌های توسعه را فراهم می‌کند (Salman Mahini, 2011). در سال‌های اخیر، استفاده از منطق فازی در ارزیابی و پژوهش‌های مختلف منابع طبیعی رواج یافته است. Chou و همکاران (۲۰۰۷) برای ارزیابی و انتخاب مدل فناوری زیستی مناسب حوزه آبخیز، Lina و همکاران (۲۰۰۸) برای ارزیابی اثرات احیای جنگل در کنترل فرسایش، Mehrabi Gohari و همکاران (۲۰۱۷) برای ارزیابی مدل استنباطی خاک-سرزمین، Bai و همکاران (۲۰۱۶) در خصوص سرمایه‌گذاری در زنجیره تأمین سبز، Mehta و همکاران (۲۰۱۸) به منظور ارزیابی احتمال وقوع آتش‌سوزی جنگل، Soroudi و همکاران (۲۰۱۸) برای ارزیابی قابلیت سرزمین و Najafifar (۲۰۱۷) به منظور آمایش جامع کاربری‌های چندگانه جنگل‌های زاگرس از منطق فازی استفاده کردند.

نقص جدی روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) باعث شد تا روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) جایگزین آن شود (Saaty, 1999). در این روش، ارتباط پیچیده بین و میان عناصر تصمیم به صورت ساختار شبکه‌ای در نظر گرفته می‌شود. در سال‌های اخیر، این روش برای ارزیابی جنگل و

قابل مشاهده است (Tsaur *et al.*, 2006). در این راستا، بررسی راهکارهای مناسب ارزیابی اثرات محیط‌زیستی به منظور دستیابی به اهداف توسعه پایدار ضروری است (Salman Mahini, 2011).

فرآیند تهیه گزارش ارزیابی اثرات محیط‌زیست برای اولین بار در سال ۱۹۶۹ میلادی با تصویب قانون خط‌مشی‌های ملی حفاظت محیط‌زیست در آمریکا رسمیت یافت (Salman Mahini, 2011). پس از کنفرانس استکهلم در سال ۱۹۷۲، بسیاری از کشورها خود را موظف به انجام مطالعات ارزیابی اثرات توسعه پیش از اجرای طرح‌ها کردند (Gray, 2001). هرچند فرآیند ارزیابی اثرات توسعه ماهیتی ذهنی دارد، اما با کمی کردن آن به کمک روش‌های ریاضی می‌توان آن را بهبود بخشید (Salman Mahini, 2011). فرآیند تصمیم‌گیری در روش RIAM (Rapid Impact Assessment Matrix) که در اواخر دهه ۱۹۹۰ میلادی ابداع شد، ثبت دائمی وقایع با جایگزینی معیارها و مقیاس‌های استاندارد به جای تصمیم‌گیری‌های ذهنی را امکان‌پذیر کرده است (Pastakia, 1998). سیستم رایانه‌ای RIAM امکان نمایش گرافیکی ماتریس ارزیابی را که به مقدار زیادی باعث شفاف شدن نتایج می‌شود، فراهم می‌کند (Pastakia & Jensen, 1998). این روش به صورت گسترده در ارزیابی اثرات محیط‌زیستی توسعه به کار گرفته شده است (Pastakia & Jensen, 1998; Kankam-Yeboah *et al.*, 2005; Cloquell-Ballester *et al.*, 2007; Phillips, 2012; Asadi Shirin & Gholamalifard, 2015; Aiswarya & Sruthi, 2016; Praveen & Jegan, 2016; Padash, 2017).

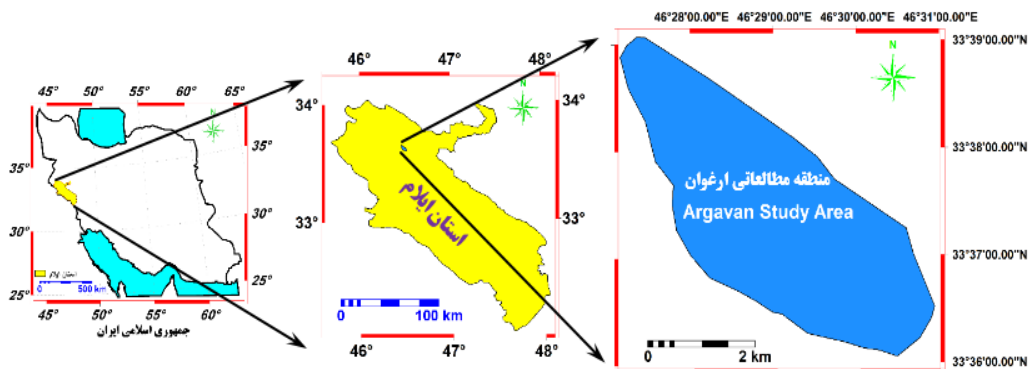
در پژوهش Ijäs و همکاران (۲۰۱۰)، روش اصلاح‌شده RIAM برای ارزیابی اثرات توسعه ۳۷ پروژه بر اساس آزمون احتمالات و مبتنی بر سیستم نمره‌دهی ماتریس باستاکای اصلاح‌شده استفاده شد. نتایج نشان داد که تغییرات در معیارهای گروه A برخلاف معیارهای گروه B باعث اصلاح روش مذکور شد. Gorbaninia و همکاران (۲۰۱۵) در ارزیابی منطقه گردشگری اوان به اصلاح روش RIAM با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی پرداختند.

جنگل (ایجاد پارک جنگلی ارغوان) در راستای بهبود کارایی روش RIAM با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه‌ای- فازی (FANP) بود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه که به دلیل وجود گونه نادر ارغوان (*Cercis siliquastrum* L.) به نام پارک جنگلی ارغوان مشهور است، در محدوده جغرافیائی ۴" ۳۶' ۳۳° تا ۴" ۳۰' ۳۶° عرض شمالی و ۹" ۲۷' ۴۶° تا ۹" ۲۷' ۴۶° طول شرقی در شمال شرق شهر ایلام واقع شده است (شکل ۱). مساحت کل محدوده گردشگری، ۱۵۰۰ هکتار و مساحت منطقه پیشنهادشده برای احداث پارک جنگلی ۱۵۰ هکتار است. در این منطقه ۲۳۱ گونه گیاهی با غالبیت بلوط حضور دارند (Jafari, 2008). میانگین دما و بارندگی سالانه بر اساس روابط رگرسیونی مرتبط با ارتفاع از سطح دریا و داده‌های هواشناسی درازمدت ایستگاه‌های هم‌جوار، به ترتیب ۱/۱۴ درجه سانتیگراد و ۷/۵۲۹ میلی‌متر است (Najafifar, 2017).

گردشگری استفاده شده است. به عنوان مثال، ارزیابی محیط‌زیستی پارک جنگلی صفارود (Gilasgar *et al.*, 2011)، بررسی شاخص‌های پایداری جنگل (Mohammadi & Mohammadi Limaiei, 2018)، ارزیابی احتمال وقوع آتش‌سوزی جنگل (Golejzi *et al.*, 2018)، مقایسه اثرات روش‌های مختلف بهره‌برداری بر مدیریت پایدار جنگل (Ghajar & Najafi, 2012) و آمایش کاربری‌های چندگانه جنگل‌های زاگرس از نظر عوامل اقتصادی- اجتماعی (Najafifar *et al.*, 2018) را می‌توان نام برد که در آن‌ها به اهمیت استفاده از ANP در پژوهش‌های منابع طبیعی اشاره شده است. استفاده از این روش در برنامه‌ریزی جنگل‌های زاگرس که ساختار اقتصادی- اجتماعی پیچیده‌ای دارد، از اهمیت دوچندان برخوردار است (Najafifar *et al.*, 2018). با توجه به ضرورت‌های ذکرشده در ارتباط با ارزیابی اثرات توسعه کاربری‌های چندگانه جنگل و نقش مؤثر فرآیند تحلیل شبکه‌ای و منطق فازی در این خصوص، هدف پژوهش پیش‌رو، بررسی و ارزیابی اثرات محیط‌زیستی پروژه‌های گردشگری



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه در کشور و استان ایلام

مشخصه‌های کوچکتر (زیرمعیارها) به منظور تسهیل دسترسی و اندازه‌گیری عوامل برای ارزیاب‌ها انجام می‌شود (Ijäs *et al.*, 2010). گزینه اجرای پروژه در دو مرحله ساختمانی و بهره‌برداری ارزیابی شد. بر این اساس، بهبود کارایی روش RIAM با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه‌ای- فازی (FANP)

روش پژوهش

اثرات محیط‌زیستی پروژه گردشگری پارک جنگلی ارغوان بر اساس روش RIAM (Pastakia, 1998) در قالب دو گزینه اجرا و عدم اجرای پروژه انجام شد. در روش RIAM، ارزیابی اثرات توسعه به صورت یک مسئله چندمعیاره و تجزیه آن به

جدول ۱ نشان داده شده است (Pastakia & Jensen, 1998). معیارهای مهم ارزیابی به دو دسته کلی A و B تقسیم می‌شوند. معیارهای طبقه A برخلاف معیارهای طبقه B معیارهایی هستند که به تنهایی و براساس موقعیت موجب ایجاد تغییرات در نمره ارزیابی خواهند شد. شاخص ارزیابی RIAM براساس رابطه‌های ۱، ۲ و ۳ محاسبه می‌شود.

$$\text{رابطه (۱)} \quad AT = (A_1) (A_2)$$

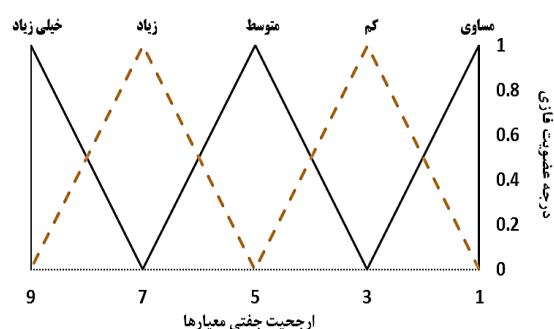
$$\text{رابطه (۲)} \quad BT = (B_1) + (B_2) + (B_3)$$

$$\text{رابطه (۳)} \quad ES = (AT) (BT)$$

که در آن‌ها: A_1 اهمیت اثر، A_2 دامنه اثر، B_1 مدت اثر، B_2 سازگاری اثر و B_3 تجمعی بودن اثر است. ES نیز بیانگر مجموع نمرات ارزیابی است.

راهنمای شاخص‌های دامنه آثار محیط‌زیستی روش ارزیابی ماتریس RIAM در جدول ۲ ارائه شده است (Pastakia, 1998).

بررسی شد (Hefny et al., 2013). اصلاح به عمل آمده شامل تبدیل طبقات گسسته نمرات تخصیصی به دامنه فازی اعداد پیوسته با استفاده از توابع فازی مثلثی (شکل ۲) و تخصیص وزن به آن‌ها براساس روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای بود. ستون‌های ماتریس RIAM شامل فعالیت‌های پروژه و ردیف‌های آن شامل اجزای محیط‌زیست هستند. هر ردیف ماتریس بیانگر اثر کلی فعالیت‌های پروژه بر یک جزء محیط‌زیست و هر ستون نشان‌دهنده اثر هرکدام از فعالیت‌های پروژه بر تمامی اجزای محیط‌زیست است. درنهایت، گزینه‌ای که بیشترین عدد مثبت یا کمترین عدد منفی را به خود اختصاص دهد، انتخاب می‌شود.



شکل ۲- تابع عضویت فازی مثلثی برای متغیرهای زبانی

معیارهای به‌کاررفته در روش ارزیابی RIAM در

جدول ۱- شرح معیارهای به‌کاررفته در روش RIAM

معیار	نمره	شرح معیار	معیار	نمره	شرح معیار
A_1 اهمیت اثر	۴	دارای اهمیت ملی یا بین‌المللی	A_2 دامنه اثر	+۳	دارای تغییرات مؤثر و مفید زیاد
	۳	دارای اهمیت منطقه‌ای یا ملی		+۲	با ایجاد بهبود مشخص
	۲	با اهمیت برای مناطق مجاور خارج از شرایط محلی		+۱	با ایجاد بهبود در محل
	۱	با اهمیت فقط در شرایط محلی		۰	بدون تغییر
B_1 مدت اثر	۰	فاقد اهمیت	B_3 تجمعی بودن اثر	-۱	دارای اثرات منفی در محل
	۱	بدون ایجاد تغییرات		-۲	دارای تغییرات منفی مشخص
	۲	دارای اثرات موقت		-۳	دارای تغییرات منفی زیاد
B_2 برگشت‌پذیری اثر	۳	دارای اثرات دائمی		۱	بدون ایجاد تغییرات- امکان‌ناپذیر
	۱	بدون ایجاد تغییرات		۲	فاقد اثرات تجمعی
	۲	ایجاد تغییرات برگشت‌پذیر		۳	دارای اثرات تجمعی
	۳	ایجاد تغییرات برگشت‌ناپذیر			

جدول ۲- راهنمای شاخص‌های دامنه آثار محیط‌زیستی در روش RIAM

رتبه محیط‌زیستی دامنه عددی (ES)	دامنه حرفی (RV)	شرح شاخص	رتبه محیط‌زیستی (ES)	دامنه حرفی (RV)	شرح شاخص
(-۱) - (-۹)	-۱	-A آثار و تغییرات منفی ناچیز	۷۲-۱۰۸	+E	آثار و تغییرات مفید زیاد
(-۱۰) - (-۱۸)	-۲	-B آثار و تغییرات منفی کم	۳۶-۷۱	+D	آثار و تغییرات مفید مشخص
(-۱۹) - (-۳۵)	-۳	-C آثار و تغییرات منفی متوسط	۱۹-۳۵	+C	آثار و تغییرات مفید متوسط
(-۳۶) - (-۷۱)	-۴	-D آثار و تغییرات منفی مشخص	۱۰-۱۸	+B	آثار و تغییرات مفید کم
(-۷۲) - (-۱۰۸)	-۵	-E آثار و تغییرات منفی زیاد	۱-۹	+A	آثار و تغییرات مفید ناچیز
			۰	N	بدون اثر و تغییر در محل و یا امکان‌ناپذیر

خوشه‌بندی ساختار شبکه‌ای و تعیین مشخصات فرم‌های نظرسنجی براساس مرور منابع و با استفاده از نظر کارشناسی به‌روش دلفی انجام شد. طیف فازی و عبارت کلامی متناظر مقایسه معیارها یا زیرمعیارهای تحلیل شبکه‌ای فازی به‌شرح جدول ۳ و براساس میانگین هندسی مقایسات زوجی نقطه‌نظرات کارشناسی با بیشینه نرخ ناسازگاری ۰/۱ انجام شد.

درنهایت، به‌منظور اصلاح روش RIAM براساس فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی، وزن‌های به‌دست‌آمده از روش ANP فازی (براساس رابطه $ES^* = ES \times A_3$ به‌عنوان معیار A_3 به‌کارگرفته شد. تعیین ارجحیت (وزن) معیارهای ارزیابی با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه‌ای در محیط نرم‌افزار Super Decisions 3.2 و نظرسنجی براساس نظرات ۲۰ کارشناس مجرب شاغل در بخش‌های اجرایی و تحقیقاتی انجام شد.

جدول ۳- طیف فازی و عبارت کلامی متناظر مقایسه معیارها یا زیرمعیارهای تحلیل شبکه‌ای

عدد فازی	عبارات کلامی	مقیاس فازی مثلی	دامنه	تابع عضویت	عدد فازی	عبارات کلامی	مقیاس فازی مثلی	دامنه	تابع عضویت
۱	ترجیح دقیقاً برابر	(۱، ۱، ۱)	-	-	۵	ترجیح متوسط	(۳، ۵، ۷)	$5 < x < 7$	$7-x/7-5$
۱	ترجیح برابر	(۱، ۱، ۳)	$1 < x < 3$	$3-x/3-1$	۷	ترجیح زیاد	(۵، ۷، ۹)	$5 < x < 7$	$9-x/9-7$
۳	ترجیح کم	(۱، ۳، ۵)	$1 < x < 3$	$3-x/3-1$	۹	ترجیح خیلی زیاد	(۷، ۹، ۹)	$7 < x < 9$	$9-x/9-7$

ماتریس مقایسه جفتی و تعیین بردارهای اولویت و سپس تشکیل سوپرماتریس فاقد وزن و تبدیل آن به سوپرماتریس حد به‌ترتیب در گام‌های دوم و سوم انجام می‌شود. درنهایت، در گام آخر رتبه‌بندی بین معیارهای ارزیابی انجام خواهد شد. وجود وابستگی متقابل بین کلیه

فرایندها تحلیل شبکه‌ای متشکل از دو قسمت سلسله‌مراتب کنترلی (ارتباط درونی) و ارتباط شبکه‌ای (وابستگی بین عناصر و خوشه‌ها) است و در چهار مرحله مختلف انجام می‌شود. گام نخست مربوط به ساخت مدل و تبدیل مسئله به یک ساختار شبکه‌ای است. تشکیل

استفاده از رابطه ۴ و در قالب روش لگاریتمی حداقل مجذورات محاسبه شد:

$$W_k^s = \frac{(\prod_{j=1}^n a_{kj}^s)^{1/n}}{\sum_{i=1}^n (\prod_{j=1}^n a_{ij}^m)^{1/n}}, s \in \{l, m, u\} \quad \text{رابطه (۴)}$$

جفت معیارهای تصمیم (شامل محیط‌های مختلف بررسی آثار محیط‌زیستی) تشخیص داده شد. بردار ویژه مدل شبکه‌ای براساس نتایج مقایسات زوجی تجمیع شده با

که در آن: $K=1, 2, 3, \dots, n$ $\tilde{W}_k = (W_k^l, W_k^m, W_k^u)$

مؤلفه‌های هر سطح (W_i^*) ، براساس رابطه ۵ تشکیل شد.

در گام بعد، ماتریس‌های بردار ویژه (W_{ij}) حاصل از مقایسات زوجی مرحله دوم به‌منظور محاسبه وزن نهایی

$$W_i^* = W_{ii} \times W_{i(i-1)} \times W_{i-1}^* \quad \text{رابطه (۵)}$$

وجود نداشت، براساس رابطه ۶ یک ماتریس یک‌هم‌درجه جایگزین آن می‌شود.

در این رابطه، حاصل ضرب ماتریس بردار ویژه روابط درونی در بردار ویژه همان سطح در وزن نهایی سطح بالاتر ضرب می‌شود. در صورتی که برای یک سطح ماتریس W_{ii}

$$W_i^* = I \times W_{i(i-1)} \times W_{i-1}^* \quad \text{رابطه (۶)}$$

آن‌ها نیز در شکل ۳ مشاهده می‌شود.

نتایج ارزیابی به‌روش RIAM درخصوص مقایسه تعداد و دامنه آثار فعالیت‌های پروژه در گزینه‌های عدم اجرا و مجموع مراحل ساختمانی و بهره‌برداری گزینه اجرا نشان داد که گزینه عدم اجرای پروژه گردشگری پارک جنگلی ارغوان، چهار اثر منفی ناچیز، یک اثر منفی کم، دو اثر مثبت ناچیز، یک اثر مثبت کم، یک اثر مثبت متوسط و یک اثر مثبت مشخص داشت، درحالی‌که گزینه اجرای پروژه، دو اثر منفی ناچیز، شش اثر منفی کم، دو اثر مثبت ناچیز، ۱۱ اثر مثبت کم، دو اثر مثبت متوسط و دو اثر مثبت مشخص داشت. بنابراین، درمجموع تعداد

نتایج

وزن زیرمعیارهای مدل اولویت‌بندی ANP در جدول ۴ ارائه شده است. به‌دلیل محدودیت فضای نگارشی مقاله از ارائه جداول ماتریس خوشه‌ای، سوپرماتریس ناموزون، سوپرماتریس موزون و سوپرماتریس حد اجتناب شد. نتایج امتیازها و مقادیر RB و ES مربوط به آثار محیط‌زیستی اجزای سه گزینه عدم اجرا، فاز ساختمانی و فاز بهره‌برداری پروژه در قالب چهار محیط فیزیکی - شیمیایی، بیولوژیکی - بوم‌شناختی، اجتماعی - فرهنگی و اقتصادی - عملکردی در جدول ۵ و جمع‌بندی تعداد و دامنه آثار در جدول ۶ ارائه شده است. نمودار اثرات

شبکه‌ای فازی با روش RIAM بیشتر بود، بنابراین در این روش نیز گزینه اجرا همسو با نتایج روش RIAM مناسب‌تر بود. درعین حال، شاخص گزینه عدم اجرا در روش اصلاح شده نسبت به روش معمولی حدود ۱۱۵ درصد و در گزینه اجرا به مقدار ناچیز (حدود شش درصد) کاهش نشان داد. به عبارت دیگر، اصلاح به عمل آمده در روش ارزیابی منجر به کاهشی محسوس در شاخص گزینه عدم اجرا پروژه شد. در مجموع، مقدار شاخص‌های ES و ES* (وزن دارنده) در گزینه اجرای پروژه به ترتیب ۲/۴۵ و ۵/۰۷ بیشتر از گزینه عدم اجرای آن بود.

آثار مثبت در گزینه اجرای پروژه به مراتب بیشتر از گزینه عدم اجرای آن بود. همچنین، تعداد آثار مثبت مشخص (E) در گزینه اجرا بیشتر از گزینه عدم اجرا به دست آمد. هر چند مقادیر شاخص مجموع نمرات ارزیابی (ES) در روش RIAM در هر دو گزینه اجرا (مجموع دو فاز ساختمانی و بهره‌برداری) و عدم اجرای پروژه مثبت بود، اما مقدار شاخص گزینه اجرا حدود دو برابر گزینه عدم اجرا به دست آمد که بیانگر آثار مثبت بیشتر در صورت اجرای پروژه است. براساس نتایج مقادیر شاخص اصلاح شده، مجموع نمرات ارزیابی (ES*) حاصل از ترکیب فرآیند تحلیل

جدول ۴- وزن زیرمعیارهای مورد ارزیابی در مدل ANP

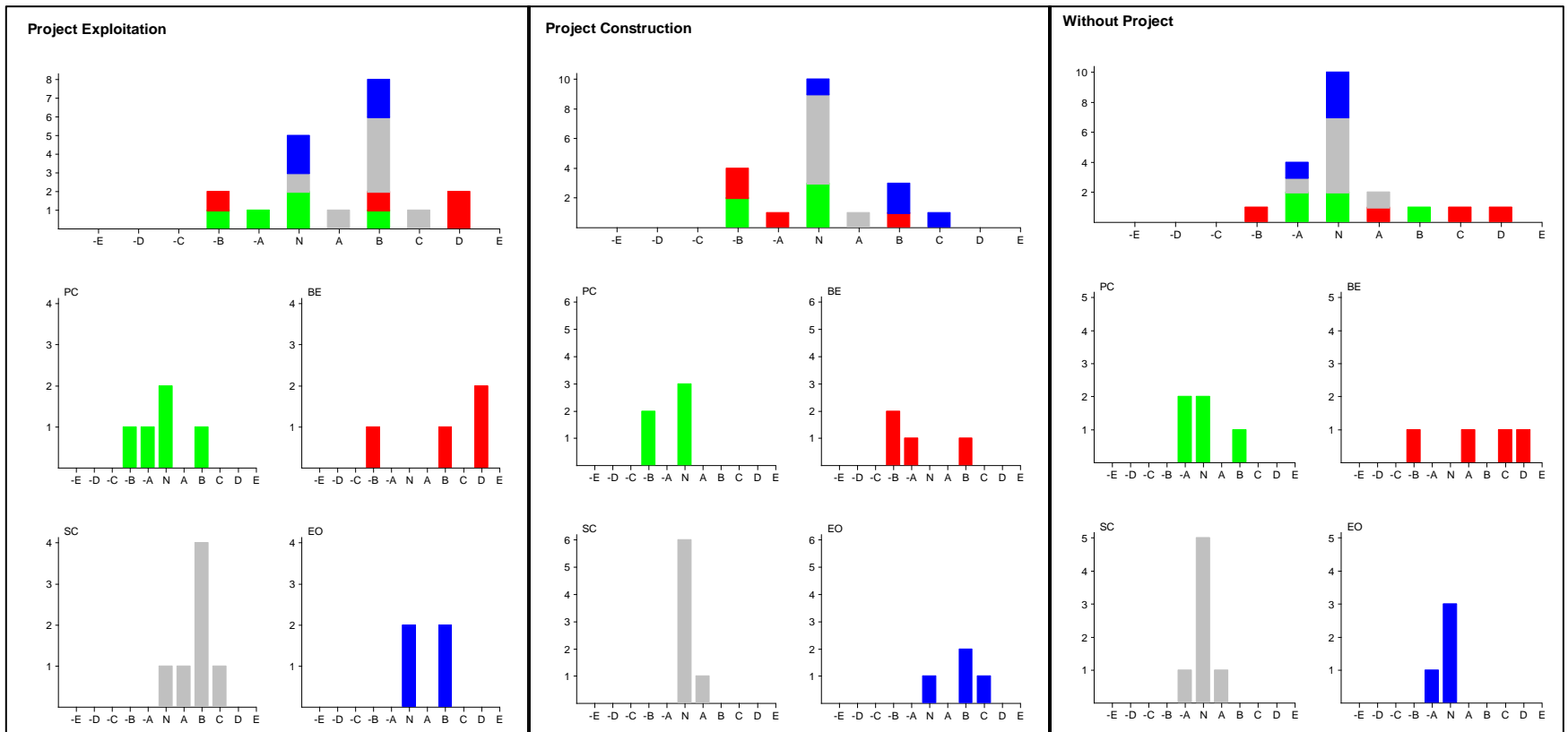
Normalized By Cluster	عنصر	Normalized By Cluster	عنصر	Normalized By Cluster	عنصر	Normalized By Cluster	عنصر	Normalized By Cluster	عنصر
۰/۰۱۶	۱۶	۰/۰۳۶	۱۱	۰/۰۳۵	۶	۰/۰۱۸	۱	۰/۰۰۰	هدف
۰/۱۸۹	۱۷	۰/۰۲۳	۱۲	۰/۰۲۹	۷	۰/۰۰۳	۲	۰/۲۱	B/E
۰/۰۲۳	۱۸	۰/۰۲۰	۱۳	۰/۰۷۳	۸	۰/۰۸۹	۳	۰/۳۱۲	E/O
۰/۱۰۲	۱۹	۰/۰۰۳	۱۴	۰/۰۷۱	۹	۰/۱۳۹	۴	۰/۲۳۵	P/C
۰/۰۵	۲۰	۰/۰۰۹	۱۵	۰/۰۶۶	۱۰	۰/۰۰۶	۵	۰/۲۴۳	S/C

جدول ۵- نتایج نمرات ارزیابی و محاسبات RB و ES اجزای محیط‌های چهارگانه گزینه عدم اجرا (N)، فاز ساختمانی (S) و بهره‌برداری (U) گزینه اجرا

B3			B2			B1			A2			A1			RB			ES			مؤلفه‌ها
U	S	N	U	S	N	U	S	N	U	S	N	U	S	N	U	S	N	U	S	N	
۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۲	۳	-۱	-۲	-۱	۱	۱	۱	-A	-B	-A	-۹	-۱۶	-۹	فرسایش خاک (PC1)
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	N	N	N	۰	۰	۰	کیفیت آب (PC2)
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۳	۲	۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	N	N	N	۰	۰	۰	کمیت آب (PC3)
۲	۱	۲	۲	۲	۲	۳	۲	۳	۲	-۲	۲	۱	۰	۱	B	N	۰	۰	۰	۱۴	کیفیت هوا (PC4)
۲	۲	۲	۳	۲	۳	۳	۲	۳	-۲	-۲	-۱	۱	۱	۱	-B	-B	۰	۰	۰	-۸	آلودگی صوتی (PC5)
۲	۱	۲	۲	۳	۲	۳	۲	۳	۲	-۱	۱	۱	۱	۱	B	-A	A	۱۴	-۶	۷	پوشش گیاهی (BE1)
۲	۲	۲	۲	۲	۲	۳	۲	۳	-۲	-۳	-۲	۱	۱	۱	-B	-B	-B	-۱۴	-۱۸	-۱۴	حیات وحش (BE2)
۱	۱	۱	۲	۲	۱	۳	۲	۳	۳	۱	۲	۲	۲	۲	D	B	C	۳۶	۱۰	۲۰	زیبایی منظر (BE3)
۲	۲	۲	۳	۲	۳	۳	۲	۳	۲	-۱	۲	۳	۳	۳	D	-B	D	۴۸	-۱۸	۴۸	بوم‌سازگان نادر یا حساس (BE4)
۱	۱	۱	۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	N	N	N	۰	۰	۰	رشد جمعیت (SC1)
۳	۱	۱	۲	۱	۱	۲	۱	۱	۱	۰	۰	۲	۰	۰	B	N	N	۰	۰	۰	سواد و آموزش (SC2)
۲	۱	۲	۳	۱	۳	۲	۱	۲	۲	۰	۱	۲	۰	۱	C	N	A	۲۸	۰	۷	رفاه عمومی (SC3)
۲	۱	۱	۲	۱	۱	۲	۱	۱	۲	۱	۰	۱	۱	۰	B	A	N	۱۲	۰	۰	مهاجرت (SC4)
۲	۱	۱	۲	۱	۱	۲	۱	۱	۱	۰	۰	۲	۰	۰	B	N	N	۱۲	۰	۰	فرهنگ عمومی (SC5)
۲	۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۳	۱	۰	-۱	۲	۰	۱	B	N	-A	۱۶	۰	-۷	بهداشت عمومی (SC6)
۲	۱	۱	۲	۱	۱	۲	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۱	A	N	N	۶	۰	۰	جذابیت‌های فرهنگی و تاریخی (SC7)
۳	۱	۱	۳	۱	۱	۳	۱	۱	۱	۰	۰	۲	۱	۰	B	N	N	۱۸	۰	۰	معیشت (EO1)
۳	۳	۱	۳	۲	۱	۳	۲	۱	۱	۱	۰	۲	۲	۰	B	B	N	۱۸	۱۴	۰	اشتغال (EO2)
۱	۳	۱	۱	۲	۱	۱	۲	۱	۰	۱	۱	۰	۲	۰	N	B	N	۰	۱۴	۰	زیرساخت‌ها (EO3)
۲	۲	۲	۲	۳	۲	۳	۳	۳	۱	۲	-۱	۰	۲	۱	N	C	-A	۰	۳۲	-۷	ترافیک (EO4)

جدول ۶- جمع بندی تعداد و دامنه آثار گزینه های ارزیابی

دامنه آثار													گزینه های ارزیابی
ES*	ES	E	D	C	B	A	N	-A	-B	-C	-D	-E	
-۰/۳۷۷	۲/۵۵	۰	۱	۱	۱	۲	۱۰	۴	۱	۰	۰	۰	گزینه عدم اجرا
-۱/۹۲۹	۰/۱۵	۰	۰	۱	۳	۱	۱۰	۱	۴	۰	۰	۰	فاز ساختمانی
۶/۶۲۵	۹/۸۵	۰	۲	۱	۸	۱	۵	۱	۲	۰	۰	۰	فاز بهره برداری
۴/۶۹۶	۵	۰	۲	۲	۱۱	۲	۱۵	۲	۶	۰	۰	۰	مجموع دو فاز ساختمانی و بهره برداری



شکل ۳- نمودار اثرات محیط‌زیستی پروژه بر محیط‌های چهارگانه (راست: عدم اجرا، وسط: ساختمانی، چپ: بهره‌برداری)

بحث

نتایج پژوهش پیش‌رو در مجموع بیانگر بیشتر بودن آثار مثبت اجرای پروژه گردشگری پارک جنگلی ارغوان نسبت به عدم اجرای آن بود. با این حال گفتنی است که این ارزیابی با فرض رعایت شیوه‌نامه‌های ارائه‌شده در راستای پیشگیری و کاهش آثار مخرب محیط‌زیستی انجام شد، بنابراین با هرگونه بی‌توجهی یا سهل‌انگاری در رعایت پیش‌فرض‌های مورد نظر، بی‌شک نتایجی مغایر با یافته‌های پژوهش پیش‌رو به دست خواهد آمد. مهم‌ترین پیش‌فرض‌های این ارزیابی شامل پایش دوره‌ای و مستمر تراکم پوشش جنگلی و حیات وحش منطقه، حفاظت مؤثر از بوم‌سازگان با ارزش ذخیره‌گاه ارغوان، جنگل‌کاری متناسب با تنوع گونه‌ای تیپ جنگلی، عدم استفاده از گونه‌های غیربومی در جنگل‌کاری‌ها، توجه به اصول معماری پایدار با صرفه‌جویی در منابع موجود، اطمینان از بازگشت مواد به چرخه بوم‌شناختی بوم‌سازگان، اجرای طرح تفکیک از مبدأ زباله، استفاده از خاک ناشی از خاک‌برداری سازه‌های ایجادشده در فرآیند اجرای پروژه، کنترل فنی و تدوین برنامه زمان‌بندی فعالیت ماشین‌آلات سنگین، استفاده از عایق‌های صوتی، استفاده از انرژی‌های پاک و ایجاد اجاق‌های گازی به تعداد مناسب در سطح عرصه، استفاده از سازه‌های پیش‌ساخته سبک با مصالح متناسب و سازگار با طبیعت منطقه و درنهایت، جلب مشارکت مردمی همراه با انجام فعالیت‌های متنوع فرهنگی و استفاده از نیروی کار محلی در اجرا و بهره‌برداری از پروژه مذکور بودند.

از مزایای روش ارزیابی RIAM می‌توان به سرعت مناسب، سهولت اجرا و ایجاد شفافیت در تصمیم‌گیری همراه با ارائه شاخص‌های کمی و نمایش جزئیات محیط‌های چهارگانه ارزیابی از طریق هیستوگرام‌های مناسب اشاره کرد که در این پژوهش نیز نشان داده شد. در پژوهش‌های پیشین به بهینه‌سازی ارزش‌گذاری معیارهای ارزیابی با استفاده از منطق فازی (Najafifar, 2017; Soroudi et al., 2018) و بهینه‌سازی اولویت‌بندی معیارهای

ارزیابی با کاربرد فرآیند تحلیل شبکه‌ای (Ghajar & Najafi, 2012; Mohammadi & Mohammadi Limaei, 2018; Najafifar et al., 2018) اشاره شده است. با توجه به مزایای بهینه‌سازی ارزش‌گذاری و اولویت‌بندی معیارهای ارزیابی براساس منطق فازی و تحلیل شبکه‌ای، راهکار ارائه‌شده را می‌توان به‌منظور ارزیابی اثرات محیط‌زیستی کاربری‌های چندگانه جنگل توصیه کرد.

به‌رغم تشابه یافته‌های پژوهش پیش‌رو با نتایج Ghorbaninia و همکاران (۲۰۱۵) که کاهش شاخص ES را در RIAM اصلاح‌شده نسبت به روش RIAM در هر دو گزینه اجرا و عدم اجرای پروژه نشان داد، مقدار این کاهش برخلاف نتایج پژوهش پیش‌رو در گزینه اجرا به‌مراتب بیشتر از گزینه عدم اجرای پروژه ارزیابی شد. نتایج پژوهش‌های دیگر که به‌منظور اصلاح روش RIAM انجام شده‌اند، نشان می‌دهد که اعمال تغییر در معیارهای طبقه A برخلاف معیارهای طبقه B، تأثیری قابل توجه بر نتایج ارزیابی اثرات توسعه در بوم‌سازگان‌های طبیعی خواهد داشت (Ijäs et al., 2010; Madani et al., 2016).

هرچند تحلیل صحیح تغییرات ایجادشده در نتایج ارزیابی به‌روش اصلاح‌شده RIAM، با توجه به سوابق اندک پژوهشی به پژوهش‌های تکمیلی نیاز دارد، با این حال عدم قطعیت به‌نسبت زیاد در ارزیابی معیارها و به‌ویژه در پیش‌بینی اثرات توسعه و ماهیت ذهنی بیشتر معیارهای مربوطه، استفاده از روش RIAM اصلاح‌شده را اجتناب‌ناپذیر می‌کند، بنابراین استفاده از این روش توسط دستگاه‌های مسئول در ارزیابی اثرات محیط‌زیستی استفاده‌های چندگانه از منابع جنگلی تحت سناریوهای مختلف پیشنهاد می‌شود. با توجه به وجود انواع خطا در اندازه‌گیری‌ها و الگوریتم‌های تصمیم‌گیری، تغییرات ناگهانی یا تدریجی در طبیعت و همچنین نقص دانش بشر از طبیعت، تنوع در نظرات و ارزش‌گذاری‌های افراد مختلف از یک سو و انعطاف‌پذیری زیاد RIAM اصلاح‌شده در اصلاح و بهبود نتایج

- (case study: Evan tourism region). *Journal of Tourism Planning and Development*, 4(13): 147-167 (In Persian).
- Gilasgar, R., Saeb, K., Arjomandi, R. and Khorasani, N., 2011. Proposing an integrated environmental strategy for Safarood forest park using ANP method. *Journal of Sciences and Techniques in Natural Resources*, 6(1): 111-125 (In Persian).
 - Goleiji, E., Hoseini, S.M., Khorasani, N. and Monavari, S.M., 2018. Forest fire risk assessment using WLC and ANP (Case study: 33 and 34 watersheds north of Iran). *Journal of Natural Environment Hazards*, 7(15): 107-124 (In Persian).
 - Gray, I.M., 2001. Environmental impact assessment in the forest sector of Great Britain. Ph.D. thesis, University of Wales, Bangor, 391p.
 - Hefny, A.H., Elsayed, H.M. and Aly, H.F., 2013. Fuzzy multi-criteria decision making model for different scenarios of electrical power generation in Egypt. *Egyptian Informatics Journal*, 14(2): 125-133.
 - Ijäs, A., Kuitunen, M.T. and Jalava, K., 2010. Developing the RIAM method (rapid impact assessment matrix) in the context of impact significance assessment. *Environmental Impact Assessment Review*, 30(2): 82-89.
 - Jafari, M., 2008. The environmental features of the protected area of Manesht and Ghalarang. Published by Department of Environment, Ilam, 76p (In Persian).
 - Kankam-Yeboah, K., Asare, E.B., Gyau-Boakye, P. and Nishigaki, M., 2005. Rapid impact assessment matrix (RIAM) - an analytical tool in the prioritization of water resources management problems in Ghana. *Journal of the Faculty of Environmental Science & Technology, Okayama University*, 10(1): 75-81.
 - Lina, W.T., Tsalib, J.S., Linc, C.Y. and Huangd, P.H., 2008. Assessing reforestation placement and benefit for erosion control: A case study on the Chi-Jia-Wan Stream, Taiwan. *Journal of Ecological Modelling*, 2: 444-452.
 - Madani, S., Moghadami, Sh., Abedinzadeh, N. and Malmasi, S., 2016. Application of analytical hierarchy process to compare simple and modified RIAM methods (Case study: environmental impact assessment of Tiam steel plants). *Journal of Environmental Science and Technology*, 18(1): 45-59 (In Persian).
 - Mehrabi Gohari, E., Matinfar, H.R. and Taghizadeh, R., 2017. Evaluating soil- environment inference model (SOLIM) for soil mapping based on fuzzy logic in Kashan. *Journal of Water and Soil Science (Journal of Sciences and Technology of Agriculture and Natural Resources)*, 21(3): 255-268 (In Persian).
- ارزیابی و توانایی آن در ارزیابی اثر تغییرات محیط‌زیستی از سوی دیگر، جایگزینی معیارها و مقیاس‌های سنتی با مقادیر فازی شده و انجام پژوهش‌های بیشتر با هدف اصلاح روش RIAM پیشنهاد می‌شود.
- ### منابع مورد استفاده
- Aghnoum, M., Fegghi, J., Makhdoum, M. and Jabbarian Amiri, B., 2014. Assessing the environmental impacts of forest management plan based on matrix and landscape degradation model. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 16(4): 841-850.
 - Aiswarya, M. and Sruthi, M., 2016. Environmental impact assessment of water using RIAM (rapid impact assessment matrix). *International Journal of Scientific and Engineering Research*, 7(4): 206-221.
 - Asadi Shirin, G. and Gholamalifard, M., 2015. Criteria conformity and environmental impact assessment in Qaemshahr landfill using leopold matrix and RIAM. *Iranian Journal of Research in Environmental Health*, 1(3): 193-206 (In Persian).
 - Bai, C., Dhavale, D. and Sarkis, J., 2016. Complex investment decisions using rough set and fuzzy c-means: An example of investment in green supply chains. *European Journal of Operational Research*, 248(2): 507-521.
 - Bunruamkaew, K. and Murayama, Y., 2011. Site suitability evaluation for ecotourism using GIS & AHP: A case study of Surat Thani province, Thailand. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 21: 269-278.
 - Chou, W.C., Lin, W.T. and Lin, C.Y., 2007. Application of fuzzy theory and PROMETHEE technique to evaluate suitable ecotechnology method: A case study in Shihmen Reservoir Watershed, Taiwan. *Ecological Engineering*, 31(4):269-280.
 - Cloquell-Ballester, V.A., Monrde-Díaz, R., Cloquell-Ballester, V.A and Santamarina-Siurana, M.C., 2007. Systematic comparative and sensitivity analyses of additive and outranking techniques for supporting impact significance assessments. *Environmental Impact Assessment Review*, 27: 62-83.
 - Ghajar, I. and Najafi, A., 2012. Evaluation of harvesting methods for sustainable forest management (SFM) using the analytical network process (ANP). *Forest Policy and Economics*, 21: 81-91.
 - Ghorbaninia, Z., Nikzad, V. and Salehi, E., 2015. The environmental impact assessment of tourism projects

- Impact Assessment Using the Rapid Impact Assessment Matrix (RIAM). Olsen & Olsen, Fredensborg, Denmark, 74p.
- Phillips, J., 2012. Applying a mathematical model of sustainability to the Rapid Impact Assessment Matrix evaluation of the coal mining tailings dumps in the Jiului Valley, Romania. *Resources, Conservation and Recycling*, 63: 17-25.
 - Praveen, S. and Jegan, J., 2016. Investigation of proposed infrastructure developments in Bypore Port, using Rapid Impact Assessment Matrix (RIAM). *International Research Journal of Environment Sciences*, 5(11): 56-64.
 - Saaty, T.L., 1999. Fundamentals of the Analytic Network Process. Proceedings of ISAHP1999. Kobe, Japan, 12-14 Aug. 1999: 14p.
 - Salman Mahini, A.R., 2011. Quantifying Environmental Impact Assessments Using Fuzzy Logic (translation). Mehr Mahdis Press, Tehran, 350p (In Persian).
 - Soroudi, M., Omrani, Gh., Moataar, F. and Jozi, S.A., 2018. Modelling an integrated fuzzy logic and multi-criteria approach for land capability assessment for optimized municipal solid waste landfill siting yeast. *Polish Journal of Environmental Studies*, 27(1): 313-323.
 - Tsaour, S.H., Lin, Y.C. and Lin, J.H., 2006. Evaluating ecotourism sustainability from the integrated perspective of resource, community and tourism. *Tourism Management*, 27(4): 640-653.
 - Zadeh, L.A., 1965. Fuzzy sets. *Information and Control*, 8: 338-353
 - Mehta, D., Baweja, P.K. and Aggarwal, R.K., 2018. Forest fire risk assessment using fuzzy analytic hierarchy process. *Current World Environment*, 13(3): 307-316.
 - Mohammadi, Z. and Mohammadi Limaei, S., 2018. Multiple criteria decision making approaches for forest sustainability (case study: Iranian Caspian forests). *Forestry Research and Engineering: International Journal*, 2(2): 114-120.
 - Najafifar, A., 2017. Presentation of comprehensive model of land use planning for multiple uses in southern Zagros woodlands (case study, Ilam province, Badreh Township, Kabirkouh). Ph.D. thesis, College of Forest Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, 341p.
 - Najafifar, A., Moiyeri, M.H., Shatai-Joybari, Sh. and Salman-Mahini, A.R., 2018. Planning of multiple land uses of Zagros forests in terms of socio-economic and political criteria (Case study: Kabirkooch forest of Badreh city, Ilam province). *Journal of Wood & Forest Science and Technology*, 25(2): 17-31.
 - Padash, A., 2017. Modeling of environmental impact assessment based on RIAM and TOPSIS for desalination and operating units. *Environmental Energy and Economic Research*, 1(1): 75-88.
 - Pastakia, C.M.R. and Jensen, A., 1998. The rapid impact assessment matrix (RIAM) for EIA. *Environmental Impact Assessment Review*, 18(5): 461-482.
 - Pastakia, C.M.R., 1998. The rapid impact assessment matrix (RIAM) - a new tool for environmental impact assessment: 8-18. In: Jensen, K. (Ed.). *Environmental*

Assessing the environmental impacts of forest tourism projects using an improved rapid impact assessment matrix method (Case Study: Arghavan forest park, Ilam Province)

A. Najafifar^{1*} and A. Karamshahi²

1*- Corresponding author, Assistant Prof., Research Division of Natural Resources, Ilam Agricultural and Natural Resources Research & Education Center, AREEO, Ilam, Iran. E-mail: alinajafifar@yahoo.com

2- Associate Prof., Department of Forestry, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran

Received: 13.01.2019

Accepted: 24.02.2019

Abstract

Optimal forest management implies multiple uses in accordance with the principles of sustainability in natural ecosystems. Due to the ever-increasing demand for forest tourism in recent years, further research is required in terms of the environmental impact assessment. In this research, the environmental aspects of two implementation scenarios (two construction phases and exploitation) as well as non-implementation of the Arghavan forest park project were evaluated using an improved RIAM method in biological-ecological, physical-chemical, social-cultural and economic-functional aspects in the Ilam province within the Zagros region. Improving the RIAM method involves the use of fuzzy logic and network analysis (ANP) to prioritize evaluation criteria. The results showed that while the evaluation index in the conventional method was positive in both implementation and non-implementation of the project, its magnitude in the implementation option was almost doubled compared with the non-implementation option. The result of comparing the evaluation index of the improved method with that of the initial method showed a minor reduction (~6%) in the implementation and a significant decrease (~115%) in the non-implementation. Accordingly, assuming compliance with the implementation defaults, the evaluation revealed the most positive effects of the project implementation. Although the analysis of the results of the method requires complementary research, the use of fuzzy logic and ANP in improving the environmental impact assessment seems to be necessary due to the subjective nature of the evaluation, criteria measurement error, the uncertainty in predicting the aspects and the complex internal relations between the evaluation elements.

Keywords: ANP, Fuzzy logic, RIAM, Zagros forests.