فصلنامه علوم محیطی،دوره هفدهم، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۸

۱۹۳-۲۱۲

ارزیابی اثرهای محیط زیستی احداث نیروگاه‌های تجدیدپذیر خورشیدی –بادی

مطالعه موردی: منطقه ویژه اقتصادی سلفچگان

ناهید محمدحسینی،[۱] مریم رباطی[۱*] و مجید عمیدپور[۲]

[۱] گروه علوم و مهندسی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

[۲] گروه مهندسی سیستم‌های انرژی، دانشکده مکانیک، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۴/۰۱

محمدحسینی، ن.، م. رباطی و م. عمیدپور.۱۳۹۸. ارزیابی اثرهای محیط زیستی احداث نیروگاه های تجدیدپذیر خورشیدی- بادی مطالعه موردی: منطقه ویژه اقتصادی سلفچگان. فصلنامه علوم محیطی. ۱۷(۴): ۲۱۲-۱۹۳.

سابقه و هدف: بهره‌گیری از انرژی‌های تجدیدپذیر یکی از راه‌های موثر برای مقابله با آلودگی‌های محیط زیستی ناشی از فعالیت نیروگاه با سوخت فسیلی است. اگرچه نیروگاه‌های تجدیدپذیر جزء منبع‌های انرژی پاک محسوب می‌شوند، ولی بیشتر این نیروگاه‌ها سبب تغییر در اکوسیستم منطقه و بهم خوردن تعادل اکولوژیکی می‌گردند. هدف از انجام این تحقیق ارزیابی اثرهای محیط زیستی[۱] بکارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر شامل بادی و خورشیدی در منطقه ویژه اقتصادی سلفچگان ـ زواریان می‌باشد. در این پژوهش با استفاده از دو روش کاربردی ارزیابی اثرهای محیط زیستی (ماتریس ایرانی و روش ماتریس ارزیابی اثرات سریع[۲]) انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها: در این تحقیق در ابتدا به معرفی گزینه‌ها، جمع آوری اطلاعات پایه منطقه، بررسی عامل‌های مؤثر برتوسعه نیروگاه‌های انرژی خورشیدی و بادی از طریق جستجوی اینترنتی و بازدید میدانی پرداخته شد. بر اساس مطالعات انجام شده در بخش‌های شناخت پروژه و ویژگی‌های محیط زیست منطقه مورد مطالعه، پتانسیل انواع اثرهای محیط زیستی ناشی از اجرای پروژه نیروگاه تجدیدپذیر به تفکیک فازساخت و ساز و بهره برداری بر محیط‌های فیزیکی، بیولوژیکی و اجتماعی ، اقتصادی و فرهنگی با استفاده از روش ماتریس ایرانی و روش RIAM مورد پیش بینی قرار گرفتند. روش ماتریس ایرانی و ماتریس ارزیابی اثرهای سریع به دلیل در نظر گرفتن اثرهای انجام پروژه در هر دو مرحله ساخت و بهره‌برداری بر روی اجزای محیط زیست از روش‌های متداول و کاربردی برای ارزیابی اثرهای محیط زیستی در کشور ایران بشمار می‌رود.

نتایج و بحث: نتایج حاصل از ماتریس لئوپولد ایرانی و روش پاستاکیا نشان می‌دهد در فاز ساختمانی و بهره برداری نیروگاه تجدید پذیر بیشترین پیامدهای مثبت در محیط فیزیکی مربوط به کمیت آب سطحی در محیط اقتصادی – اجـتـماعی و فرهنگی مربوط به اشتغال و درآمد زایی می‌باشد. مهم‌ترین پیامد منفی در محیط فیزیکی مربوط به کیفیت هوا ، اقلیم و کیفیت صدا همچنین درمحیط زیستی مربوط به پوشش حیات وحش و در محیط اقتصادی – اجـتـماعی و فرهنگی مربوط به مناظر و چشم اندازهای طبیعی و توسعه فضای سبز و میراث

*Corresponding Author. *Email Address*: m.robati@srbiau.ac.ir

فرهنگی و آثار باستانی می‌باشد. همچنین بیشترین اثرهای منفی مربوط به فعالیت‌های تولید پساب و پسماند، دفع پسماند، تجهیز کارگاه، خطرها و سوانح ، زهکشی و کنترل سیلاب و بیشترین اثرهای مثبت مربوط به تامین نیروی انسانی، تامین انتقال برق و توسعه فضای سبز و تملک زمین‌ها می‌باشد. لازم به بیان می‌باشد که مرحله ساختمانی این گونه طرح‌ها کوتاه مدت بوده و به نوعی هزینه ای برای سرمایه‌گذاری بلند مدت و استفاده‌های آتی محسوب می گردد.

نتیجه گیری: براساس نتایج هر دو ماتریس، احداث نیروگاه‌های تجدیدپذیر خورشیدی – بادی با توجه به بروز کمترین پیامدهای منفی بر اجزای گوناگون محیط زیست، بعنوان مطلوب ترین گزینه مدیریتی انتخاب شد و بدون بیان راهکار، عملکرد پروژه مورد تایید است.

واژه‌های کلیدی: انرژی‌های تجدید پذیر، ارزیابی اثرهای محیط زیستی، ماتریس لئوپولد ایرانی، ماتریس پاستاکیا، انرژی بادی، انرژی خورشیدی.

مقدمه

یکی از موارد مهمی که در جهان امروز تأثیر بسیار زیادی بر همه جوانب زندگی بشری دارد تأمین انرژی می‌باشد (Yari, 2016). در حال حاضر مهمترین منبع‌های تأمین انرژی، سوخت‌های فسیلی هستند. استفاده از سوخت‌های فسیلی یکی از دلیل‌های عمده تولید گازهای گلخانه‌ای و آلودگی‌های محیط زیستی بشمار می‌رود (Panwara *et al.*, 2011). از این رو جوامع بشری به دنبال انرژی‌های جایگزین و انرژی‌های سازگار با محیط زیست، بی پایان و مطمئن هستند. متخصصان بر این باورند که انرژی‌های تجدیدپذیر توانایی پاسخ‌گویی به نیاز روزافزون انرژی و برطرف کردن نگرانی‌های محیط زیستی را دارند. انرژی‌های بادی و خورشیدی هر یک ویژگی‌های خاص خود را دارند (Meyboty *et al.*, 2015). استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر به‌دلیل کاهش وابستگی به نفت و گاز منبع‌های کم ضرر برای محیط زیست می‌باشد (Akkas *et al.*, 2017). ارزان بودن، دائمی بودن، پاک بودن،کاهش مصرف سوخت فسیلی و کاهش گازهای گلخانه‌های، قابلیت بهره برداری به صورت خانگی و در ابعاد بزرگ و نگهداری آسان برخی مزایای استفاده از انرژی خورشیدی و بادی می‌باشند (Meyboty *et al.*, 2015). این ویژگی‌ها، انرژی تجدیدپذیر را به بهترین و پاک‌ترین انرژی‌ها تبدیل نموده‌اند و به‌همین دلیل سرمایه گذاری در مورد استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در جهان روبه افزایش می‌باشد (Papapostolou *et al.*, 2017) .

توسعه محیط‌های روستایی از مهمترین برنامه‌های توسعه کشور می‌باشد. بسیاری از روستاهای ایران در نقاط دور افتاده و مسیرهای سخت واقع شده‌اند و مشکل‌های انتقال و تعمیر و نگهداری برای شرکت‌های توزیع برق می‌تواند با تمهیدات تولید برق پراکنده در روستا تا حد قابل توجهی برطرف شده است. با تامین مناسب انرژی با اتکا به داشته‌ها و منبع‌های نهفته منطقه‌های روستایی نظیر نیروگاه‌های خورشیدی و بادی، می‌توان در کنار تولید انرژی برای مصرف‌های خانگی و کشاورزی، به تامین انرژی برای طرح‌ریزی صنایع کوچک جدید و ایجاد اشتغال و توسعه پایدار در منطقه مبادرت ورزید (Tavanir Org., 2015).

کشور ایران نیز با توجه به شرایط اقلیمی مناسب خود پتانسیل بسیارخوبی برای استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر را دارا می‌باشد(Yari, 2016). در منطقه مورد مطالعه در روستای زواریان به‌دلیل دارا بودن شرایط خاص مانند نزدیک بودن به منطقه ویژه اقتصادی سلفچگان و همچنین توجیه اقتصادی نسبت به برق رسانی شبکه‌ای، استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر ضرورت پیدا می‌کند.

اگرچه نیروگاه‌های بادی و خورشیدی جزء منبع‌های انرژی پاک محسوب می‌شوند، ولی از آنجا که بیشتر این نیروگاه‌ها سبب تغییر در اکوسیستم منطقه و بهم خوردن تعادل اکولوژیکی می‌گردند، بنابراین برای حفظ محیط زیست و رعایت هدف‌های توسعه پایدار، شناسایی اثرها و ارزیابی اثرهای محیط زیستی ضروری می‌باشد. (Science for Environment Policy, 2015). قانون برنامه دوم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور جمهوری اسلامی ایران (۱۳۷۸-۱۳۷۴) مصوب ۱۳۷۳/۹/۲ مجلس شورای اسلامی، در تبصره ۸۲ خود بیان می دارد، طرح‌ها و پروژه‌های بزرگ تولیدی و خدماتی باید قبل از اجرا و در مرحله انجام مطالعات امکان سنجی و مکان یابی، بر اساس

الگوهای مصوب شورای عالی حفاظت محیط زیست مورد ارزیابی محیط زیستی قرار گیرد(Sayedi, 2005).

مبانی نظری و پیشینه

با توجه به افزایش قیمت سوخت فسیلی و این واقعیت که هزینه‌ی فناوری‌های انرژی تجدید پذیر به سرعت رو به کاهش است، اکنون تامین انرژی توسط منبع‌های تجدید پذیر در حال رقابتی شدن با انرژی‌های معمولی می‌باشد (Aqajani *et al.,* 2015). در برابر افزایش مصرف انرژی در جهان، انرژی‌های تجدیدپذیر بعنوان انرژی‌های جایگزین و سازگار با محیط زیست به رشد خود ادامه داده‌اند و هر ساله از نظر ظرفیت نصب شده و انرژی تولید شده، بطور چشم‌گیری توسعه یافته اند (Seyyedan and Abdollahi Sarvai, 2015).

با توجه به موقعیت جغرافیای ایران و پراکندگی روستایی در کشور، استفاده از انرژی بادی و خورشیدی یکی از بهترین راه‌های برق رسانی و تولید انرژی پراکنده در مقایسه با دیگر مدل‌های انتقال انرژی به روستاها و نقاط دور افتاده در کشور از نظر هزینه، حمل و نقل، نگهداری و عامل‌های مشابه می‌باشد(Yari, 2016). باید توجه داشت که روستاها بعنوان خطوط انتهایی دریافت کننده برق از شبکه، هزینه‌های زیادی برای تامین، انتقال و توزیع برای شرکت‌های توزیع برق دارند و تامین برق در محل روستا می‌تواند هزینه‌های کوتاه مدت و بلند مدت را حذف کند (Iran Annual Electrical Industries Report, 2015). با تامین مناسب انرژی با اتکا به داشته‌ها و منبع‌های نهفته منطقه‌های روستایی می‌توان در کنار تولید انرژی برای مصارف خانگی و کشاورزی، به تامین انرژی برای طرح‌ریزی صنایع کوچک جدید و ایجاد اشتغال و توسعه پایدار در منطقه مبادرت ورزید.(Tavanir Org., 2015).

اگرچه نیروگاه‌های برق تجدیدپذیر بطور معمول دوستدار محیط زیست هستند، ولی اثرهای نیروگاه بر محیط زیست نظیر متغیر بودن سرعت باد و همچنین هزینه بالای ساخت توربین‌های بادی و سل‌های خورشیدی، اثرهای محیط زیستی انرژی خورشیدی و بادی و همچنین بلا اشکال بودن محل اجرای پروژه از دیدگاه محیط زیستی باید قبل از اجرای نیروگاه بررسی شود (Satba Org, 2018).

هدف اساسی ارزیابی و بازنگری محیط زیستی، دخالت دادن ملاحظات محیط زیستی در فرآیند برنامه ریزی است. در واقع پیش از انتخاب یک گزینه خاص لازم است تجزیه وتحلیل جامعی در زمینه پیامدهای محیط زیستی هر یک از گزینه‌های موجه صورت گیرد تا گزینه‌ای که کمترین پیامدهای محیط زیستی را ایجاد می‌کند و از نظر جنبه‌های فنی - اقتصادی نیز مطلوب باشد انتخاب شود(Sayedi, 2005).

ارزیابی اثرهای محیط زیستی فعالیتی است که بمنظور شناسائی و پیش بینی اثرهای یک پروژه بر روی محیط زیست به انجام می‌رسد. هدف از هر ارزیابی محیط زیستی، سهولت نیل به توسعه پایدار است، بطوری که حتی الامکان سعی بر این است که اثرهای محیط زیستی مفید به بیشترین حد رسیده و در عین حال اثرهای مخرب اصلاح و یا حذف گردند (Shariat, 2016).

فرآیند ارزیابی اثرهای محیط زیستی با روش‌های زیادی شامل چک لیست، ماتریس، تحلیل شبکه، روی‌هم‌گذاری نقشه‌ها و مدل سازی انجام می‌گیرد. از روش‌های ماتریس رایج می‌توان به ماتریس ساده، ماتریس قدم به قدم، ماتریس مور، ماتریس لئوپولد، ماتریس وزنی و ماتریس ارزیابی اثرهای سریع اشاره کرد(Shariat, 2016).

ماتریس لئوپولد اولین بار توسط لئوپولد در سال ۱۹۷۱ برای تجزیه و تحلیل اثرهای محیط زیستی مطرح شد (Leopold *et al.,* 1971) . سپس ماتریس لئوپولد با توجه به شرایط بومی ایران اصلاح گردید و بعنوان ماتریس لئوپولد ایرانی مورد استفاده متخصصان ایرانی در زمینه ارزیابی قرار گرفت. از بزرگترین مزایای این ماتریس می‌توان به جمع بندی اثرهای مثبت و منفی در دو مرحله اجرا و بهره برداری اشاره کرد (Hosseini *et al.,* 2016).

ماتریس ارزیابی اثرهای سریع که اولین بار توسط Christopher Pastakia در سال ۱۹۹۸ بیان شد، قادر است در مدت زمان بسیار کوتاهی به ارزیابی و مقایسه گزینه‌های موجود در طرح‌ها و پروژه‌ها بپردازد و نتایج را

بصورت روشن و گویا در قالب جدول و نمودار نمایش دهد (Pastakia and Jensen, 1998). افزون بر این RIAM به دلیل داشتن ساختاری ساده، توانایی بالا در آنالیز عمیق و تکرارپذیر، دقت بالا، انعطاف پذیری و همچنین قابلیت آن برای انجام یک ارزیابی عینی، می‌تواند بعنوان یک روش قدرتمند برای انجام پروژه‌های ارزیابی اثرهای محیط زیستی استفاده شود(Shoili *et al.*, 2000)

از جمله مطالعاتی که در زمینه استفاده از ماتریس ایرانی و ماتریس ارزیابی اثرهای سریع برای ارزیابی اثرهای محیط زیستی انجام شده است، می‌توان به مطالعه Heydari *et al*. (2017) در زمینه ارزیابی اثرهای محیط زیستی کارخانه سیمان زاوه با استفاده از ماتریس لئوپولد ایرانی اشاره کرد. بر اساس ارزیابی با روش ماتریس ایرانی به تفکیک فازهای ساخت و ساز و بهره برداری، تعداد ستون با میانگین ارزشی کمتر از ۳/۱- وجود نداشت و تعداد ردیف با میانگین کمتر از ۳/۱- کمتر از ۵۰٪ بود، بنابراین احداث کارخانه همراه با اجرای طرح‌های بهسازی قابل قبول بود. در مطالعه Valizadeh and Shekari (2015) که به بررسی کاربرد ماتریس ایرانی در ارزیابی اثرهای زیستی محیط گزینه‌های مدیریت پسماند جامد در شهر بیرجند پرداختند، با توجه به نتایج به‌دست آمده از ماتریس لئوپولد ایرانی، گزینه احداث کارخانه کمپوست بعنوان اولویت اول و منطقی‌ترین گزینه برای مدیریت پسماند در این شهر معرفی گردید. نتایج در مطالعه Hosseini *et al*. (2016) با عنوان بررسی اثرهای محیط زیستی پروژه خط انتقال سوخت به نیروگاه سیکل ترکیبی در شهرستان چابهار با استفاده از ماتریس ایرانی، نشان داد با توجه به آنالیز انجام شده در هیچ یک از ردیف‌ها و ستون‌های ماتریس میانگین رده بندی کمتر از (۲-) یافت نشد، بنابراین انجام پروژه سوخت رسانی به نیروگاه سیکل ترکیبی مورد تائید قرار گرفت. مطالعه Sajjadi *et al*. (2017) با عنوان ارزیابی اثرهای محیط زیستی دفن زباله شهری گناباد با استفاده از ماتریس لئوپولد انجام شد. نتایج نشان داد که گزینه ادامه دفن به روش فعلی به دلیل آسیب‌های محیط زیستی شدید و مشکل‌های بهداشتی آن رد می شود وگزینه احداث کارخانه کمپوست با کمترین نمره منفی بهترین گزینه برای محل دفن پسماندهای شهرستان گناباد بوده و نسبت به چهار مورد دیگر برتری دارد. نتایج مطالعه Josimovic *et al*. (2014) با عنوان استفاده از ماتریس لئوپولد در انجام EIA برای مزرعه‌های باد در صربستان به امکان سنجی استفاده از ماتریس لئوپولد در انجام ارزیابی اثرهای محیط زیستی برای باد خالص Kladovo (مطالعه موردی) در صربستان منجربه شناسایی دقیق اثرهای احتمالی پروژه و همچنین حذف دشواری‌ها و مشکل‌های مربوط به استفاده از انرژی باد را امکان پذیر ساخته است.

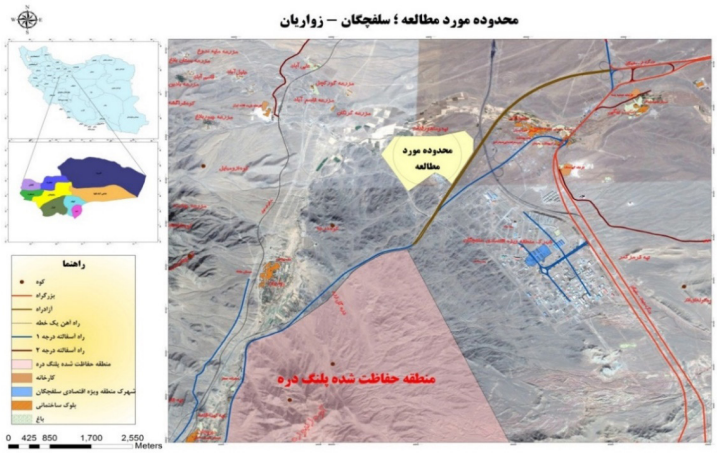
در مطالعه Golamalifard *et al*. (2014) با عنوان کاربرد ماتریس ارزیابی اثرهای سریع و ماتریس ایرانی (اصلاح شده لئوپولد) در ارزیابی اثرهای محیط زیستی محل دفن پسماند جامد شهرکرد اشاره دارد. نتایج نشان داد بر اساس هر دو روش، ادامه دفن به شیوه کنونی از لحاظ بهداشتی غیر قابل قبول و ادامه روند کنونی همراه با آسیب‌های محیط زیستی شدید است. کارخانه کمپوست-بازیافت با توجه به پتانسیل پسماندهای تولیدی در این شهر در اولویت گزینه‌های موجود قرار دارد.

بطور کلی مطالعات زیادی در رابطه با ارزیابی اثرهای محیطی زیستی بکارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر در منطقه‌های روستایی با روش ماتریس لئوپولد ایرانی صورت نگرفته است. بیشتر این تحقیق ها به ارزیابی یک نوع نیروگاه بدون بررسی اثرهای محیطی و همچنین مکان‌یابی انرژی‌های تجدیدپذیر پرداخته اند. بنابراین تحقیقی که افزون بر ارزیابی اثرهای محیط زیستی، آثار اقتصادی و اجتماعی و فرهنگی انرژی‌های تجدیدپذیر را نیز در نظر بگیرد، ضرورت دارد. این پژوهش با هدف ارزیابی اثرهای محیط زیستی بکارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر(بادی-خورشیدی) در روستای زواریان با استفاده از دو روش ماتریس ایرانی و RIAM انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها

استان قم با وسعت ۱۱۳۲۱۱ کیلومتر مربع۶۸ /۰ درصد از مساحت کل کشور را داشته و کمابیش در مرکز ایران بین مختصات جغرافیایی ۵۰ درجه و ۶ دقیقه تا ۵۱ درجه

و ۵۸ دقیقه طول شرقی نسبت به نصف النهار گرینویچ و ۳۴ درجه و ۹ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۱۱ دقیقه عرض شمالی نسبت به خط استوا واقع شده است. جمعیت استان قم در سال ۱۳۹۵ برابر با ۱۲۹۲۲۸۳ نفر بوده است که ۱۲۲۹۹۶۴ نفر آن در شهرها و بقیه در روستاها زندگی می‌کنند. این استان بر اساس آخرین تقسیمات کشوری دارای یک شهرستان قم، پنج بخش، نه دهستان و۳۵۷ آبادی است. منطقه مورد مطالعه در روستای زواریان واقع در دهستان راهجرد شرقی از توابع بخش سلفچگان استان قم می‌باشد که در جنوب غرب استان واقع شده است(شکل۱). روستای زواریان در طول جغرافیایی ۵۰ دقیقه و ۲۴ درجه و عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۲۷ دقیقه واقع شده است.



شکل۱ - موقعیت محدوده مورد مطالعه
Fig. 1- Position of case study Location

ارتفاع روستای زواریان از سطح دریا نیز برابر با ۱۵۵۰ متر است. این روستا در چهار جهت شمال و جنوب و شرق به زمین‌های کشاورزی و باغ‌ها و از غرب به ارتفاعات موجود در انتهای دشت سلفچگان در منطقه محدود شده است. فاصله روستای زواریان از مرکز دهستان۶ کیلومتر، از مرکز بخش ۶ کیلومتر و از مرکز شهرستان ۵۰ کیلومتر می‌باشد که تمامی این فاصله‌ها با جاده‌های آسفالته قابل دسترسی هستند. جمعیت این روستا ۲۰۲ نفر می‌باشد و تعداد خانوار نیز معادل ۷۶ خانوار اعلام شده است(SCI Org, 1395).

مکان پیشنهادی برای احداث نیروگاه تجدیدپذیر (خورشیدی-بادی) که توسط مجریان امر معرفی گردید، در طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۲۶ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۲۸ دقیقه شمالی و در ارتفاع ۱۴۳۰ متری از سطح دریا می‌باشد. فاصله روستای زواریان تا منطقه مورد مطالعه حدود ۴/۵ کیلومتر و فاصله منطقه حفاظت شده پلنگ دره تا منطقه مورد مطالعه حدود ۴ کیلومتر می‌باشد.

وجود منطقه ویژه اقتصادی سلفچگان، شهرک صنعتی، کارخانه ها و صنایع بزرگ، عبور خطوط لوله اصلی انتقال نفت و گاز به تهران، خط لوله آب آشامیدنی از سرشاخه‌های دز به شهر قم، عبور خط فیبر نوری به سمت تهران و قم، عبورخط راه‌آهن سراسری و سریع‌السیر تهران – اصفهان و در نهایت ساخت فرودگاه بین‌المللی در منطقه از جمله بزرگترین نقاط بارز بخش سلفچگان می‌باشد. به‌دلیل موقعیت خاص این بخش، مصرف برق در این منطقه بسیار بالا می‌باشد. نزدیک‌ترین روستا به شهر سلفچگان و منطقه ویژه اقتصادی سلفچگان روستای زواریان می‌باشد. به‌دلیل شرایط خاص این روستا و پتانسیل استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر در آن، این روستا از طرف مجریان امر برای انجام مطالعات بالا در نظر گرفته شده است.

در این تحقیق در ابتدا به معرفی گزینه‌ها، جمع آوری اطلاعات پایه منطقه، بررسی عامل‌های مؤثر برتوسعه نیروگاه‌های انرژی خورشیدی و بادی در فاز ساختمانی و فاز بهره‌برداری بر روی اجزای محیط زیست شامل ۴ گروه شامل: محیط فیزیکی-شیمیایی (P-C)، محیط زیستی-اکولوژیکی (B-E)، محیط اجتماعی - فرهنگی (S-C) و محیط اقتصادی - فنی(E-O) با استفاده از دو روش ماتریس لئوپولد ایرانی و RIAM انجام گرفت.

جدول ۱- فعالیت‌های مرحله‌های ساختمانی و بهره برداری
Table 1- Construction and operation stages activities

فاز ساختمانی Construction phase	فاز بهره برداری Operation phase
تجهیز کارگاه Mobilization	تاسیسات Utilities
عملیات خاکبرداری، تسطیح و پاکتراشی Excavation	تامین و انتقال برق Electricity supply
عملیات زیرسازی و فونداسیون Foundation	تعمیرات و نگهداری Maintenance
زهکشی و کنترل سیلاب Drainage	استخدام Employment
عملیات بتنی و سازه‌های سنگین Civil works	دفع پسماند Wastes disposal
جوشکاری، آماده سازی و اتصال فلزی Welding steel structure	تصفیه پساب Waste treatment
استحصال منبع‌های قرضه و مصرف منبع‌ها Resource	توسعه فضای سبز Green space
تردد ماشین آلات و حمل و نقل پرسنل و مصالح Logistic	خطرات و سوانح Risks and hazards
تولید پساب و پسماند Waste and effluents	
تامین، انتقال و مصرف سوخت و انرژی Energy supply and consumption	
احداث تاسیسات و ابنیه فنی Buildings	
تامین نیروی انسانی Human resource	
تملک اراضی Land earning	

در این مطالعه از ابزار پرسشنامه‌ای دو مرحله‌ای (لیکرت و مقایسه زوجی) استفاده گردید. بدین صورت که ماتریس طراحی شده برای ۲۰ نفر کارشناسان خبره و متخصصان ارزیابی محیط زیست ارسال گردید.

فهرست فعالیت‌های مرحله‌های مختلف ساختمانی و بهره‌برداری در جدول ۱ شده است. همچنین ریز فاکتورهای محیط زیستی نیز در جدول ۲ نشان داده شده است:

روش ماتریس لئوپولد ایرانی

ماتریس اصلاح شده لئوپولد یا همان ماتریس ایرانی بعنوان روش ارزیابی اثرهای محیط زیستی در این مطالعه مطرح است. نسخه اصلی این ماتریس بدلیل ارزش گذاری ۱۰+ تا ۱۰- نتوانست جایگاه مناسبی در ارزیابی اثرهای توسعه در ایران کسب کند، بنابراین در نسخه اصلاح شده این ماتریس برای مطابقت بهتر با صفت‌های موجود در زبان فارسی، گستره ارزش‌گذاری از۵ + تا ۵- تغییر کرد. روش ماتریس لئوپولد به دلیل دقت بالا، بررسی در دو فاز ساختمانی و بهره برداری، تعیین محل مناسب برای احداث و دیگر ویژگی‌های مثبت، بیشتر مورد توجه افراد پژوهشگر قرار گرفته است (Heydari *et al*., 2017).

در این روش ماتریسی تشکیل می‌شود که ریز فعالیت‌های پروژه در مراحل ساختمانی و بهره‌برداری در ستون‌های آن و فاکتورهای گوناگون محیط زیست (فیزیکوشیمیایی، بیولوژیکی، اقتصادی – اجتماعی و فرهنگی) در سطرهای آن نوشته می‌شود. برای هر سلول دو عدد، که یکی به دامنه یا شدت اثر و دیگری به اهمیت یا بزرگی اثر اشاره می‌کند،

جدول ۲- ریز فاکتورهای محیط زیستی
Table 2. Environmental sub factors

محیط فیزیکی Physical environment	محیط بیولوژیکی Biological environment	محیط اجتماعی- اقتصادی و فرهنگی Social- economical-cultural environment
توپوگرافی و شکل زمین Topography and land shape	پوشش گیاهی Green coverage	تحولات جمعیتی و مهاجرت Immigration and population
فرسایش و رسوب گذاری Precipitation	رویشگاه و زیستگاه‌های خشکی Off-shore ecosystem	اشتغال و درآمدزایی Employment and salary
بافت و کیفیت خاک Soil qualification	آبزیان و اکوسیستم آبی Water ecosystem	اقتصاد ملی و محلی Local and national economy
زمین شناسی و لرزه خیزی Geology and seismic	پوشش حیات وحش Wild life coverage	امنیت، رفاه و کیفیت زندگی Safety and life quality
کمیت آب سطحی Surface water quantity	مناطق تحت مدیریت سازمان محیط زیست Environmental Protection Agency managed areas	کاربری زمین‌ها Land usage
کیفیت آب سطحی Surface water quality		مشارکت مردمی NGO
کمیت آب زیرزمینی Underground water quantity		طرح‌های توسعه آتی Development plans
کیفیت آب‌های زیرزمینی Underground water quality		بهداشت و سلامتی Health
کیفیت هوا و اقلیم Weather quality		زیرساخت ها و عناصر ساختاری Sub- structures
کیفیت صدا Sound quality		کشاورزی و دامداری Agriculture and farming
		بازرگانی و خدمات business
		طرح‌های توسعه (صنایع و معادن) Industrial development plans
		گردشگری و توریسم turism
		منظره‌ها و چشم اندازهای طبیعی perspectives
		میراث فرهنگی و آثار باستانی Antiquities

در نظر گرفته می‌شود. در جمع بندی اثرها، میانگین اثرهای مثبت و منفی برای هر فعالیت و هر فاکتور محیط زیستی محاسبه شده و در نهایت رتبه‌بندی در ماتریس ایرانی صورت می‌پذیرد. محدوده و تأثیر اثرها بر هر یک از پارامترهای محیطی در این روش در جدول ۳نشان داده شده است (Heydari *et al*., 2017).

در جمع بندی اثرها، میانگین اثرهای مثبت و منفی برای هر فعالیت و هر فاکتور محیط زیستی محاسبه گردید و در نهایت برای هر یک از اجزای محیط زیستی و برای هر یک از مراحل ساختمانی و بهره‌برداری، گزینه‌های مختلف عددی محاسبه شد. در این مرحله میانگین اثرهای مثبت بیانگر مقبولیت محیط زیستی پروژه است، ولی در صورتی که میانگین رده‌بندی ۳/۱- تا ۵/۱- باشد، پروژه از لحاظ مطالعات محیط زیستی مورد پذیرش قرار نمی‌گیرد. اگر میانگین رده‌بندی ۲/۱- تا ۳/۱- باشد، پروژه با انجام موارد اصلاحی قابل انجام است و چنانچه

میانگین رده بندی بین ۲/۱- تا ۰ باشد، پروژه با انجام گزینه‌های اصلاحی و طرح‌های بهسازی قابل اجرا خواهد بود. جدول ۴ نتیجه میانگین رده‌بندی اثرها را نشان می‌دهد (Hosseini *et al*., 2016).

۵ حالت اصلی جمع بندی ماتریس ایرانی در جدول ۵ شرح داده شده است (Heydari *et al*., 2017).

جدول۳- محدوده و تأثیر اثرهای بر هر یک از پارامترهای محیطی
Table 3- Impacts effect ranking on environmental parameters

امتیاز **Rank**	تعریف مقدار اثر **Effect quantity definition**	امتیاز **rank**	تعریف مقدار اثر **Effect quantity definition**
-5	اثرهای منفی بسیار زیاد Very High negative effect	+5	اثرهای مثبت بسیار زیاد Very High positive effect
-4	اثرهای منفی زیاد High negative effect	+4	اثرهای مثبت زیاد High positive effect
-3	اثرهای منفی متوسط Average negative effect	+3	اثرهای مثبت متوسط Average positive effect
-2	اثرهای منفی کم low negative effect	+2	اثرهای مثبت کم low positive effect
-1	اثرهای منفی بسیار کم Very low negative effect	+1	اثرهای مثبت بسیار کم Very low positive effect

جدول۴- نتیجه میانگین رده بندی نسبت به اثرهای ایجاد شده
Table 4- averages of ranks to impacts ratio

میانگین رده بندی **Ranks average**	اثرها یا پیامدهای مثبت **Positive effects or Consequences**	میانگین رده بندی **Ranks average**	اثرها یا پیامدهای منفی **Negative effects or Consequences**
از 4.1 تا5	عالی یا بسیار خوب Excellent or very good	-5 تا -4.1	مخرب یا بسیار شدید Destructive or very intense
از 3.1 تا 4	خوب good	-4 تا -3.1	شدید intense
از 2.1 تا 3	متوسط moderate	-3 تا -2.1	متوسط moderate
از 1.1 تا2	ضعیف Weak	-2 تا -1.1	ضعیف Weak
از 0 تا 1	ناچیز negligible	0 تا -1	ناچیز negligible

ماتریس ارزیابی اثرهای سریع

برای ارزیابی به روش RIAM اجزای محیط زیستی (چهار گروه EO، SC، BE و PC) در ردیف‌ها و معیارها در ستون‌های ماتریس قرار می گیرند. معیارها در RIAM به دو دسته کلی تقسیم می‌شوند: ۱) معیارهای A که نشان دهنده‌ی بزرگی اثر هستند و قادرند بطور مستقل بر امتیاز نهایی تأثیر گذار باشند، ۲) معیارهای B که نشان دهنده‌ی ارزش موقعیت هستند و به تنهایی قادر به تغییر امتیاز نهایی نمی‌باشند (جدول شماره۶) (Asadi Shirin *et al*., 2015).

پس از آنکه اجزای محیط زیستی متأثر از گزینه‌های موجود تشکیل داده شد، امتیازدهی صورت می‌گیرد و در نهایت امتیاز محیط زیستی (ES= Environmental Score) که نشان دهنده‌ی وضعیت محیط زیستی فعالیت‌های پروژه است بصورت زیر محاسبه خواهد شد:

$$(A1)(A2)=AT \quad (۱)$$

$$(B1)+(B2)+(B3)=BT \quad (۲)$$

$$(AT)(BT)=ES \quad (۳)$$

پس از آنکه ES محاسبه شد برای تأمین یک سیستم دقیق

جدول۵- جدول قضاوت یافته‌های ماتریس ایرانی
Table 5- Iranian matrix findings judgment table

بیش از ۵۰٪ میانگین رده بندی در ردیف‌ها و ستون‌ها باشند. More than 50% of rankings exist in rows and columns	اجرای پروژه کاملاً مردود است. rejected
در ردیف‌ها و ستون‌ها میانگین رده بندی کوچک‌تر از ۳/۱- وجود نداشته باشد Not less than -3.1 rankings exist in rows and columns	اجرای پروژه کاملاً تأیید می‌شود. approved
در ردیف‌ها میانگین کمتر از ۳/۱- وجود نداشته باشد و تعداد ستون‌های با میانگین کوچک‌تر از ۳/۱- کمتر از ۵۰٪ باشد. Not less than -3.1 rankings exist in rows Less than 50% of columns has 3.1 ranking	انجام پروژه با اجرای گزینه‌های اصلاحی Approved with minor modification
در ستون‌ها میانگین کمتر از ۳/۱- وجود نداشته باشد و تعداد ردیف‌ها با میانگین کوچک‌تر از ۳/۱- کمتر از ۵۰٪ باشد. Not less than -3.1 rankings exist in columns Less than 50% of rows has 3.1 ranking	انجام پروژه با اجرای طرح بهسازی Approved with major modification
تعداد میانگین رده بندی ردیف‌ها و ستون‌های کوچک تر از ۳/۱- کمتر از ۵۰٪ تعداد کل میانگین سطرها و ستون‌ها باشند. Less than 50% of rows and columns has 3.1 ranking	اجرای پروژه با ارائه گزینه‌های اصلاحی و به شرط طرح بهسازی Approved with major modification and upgrade

ارزیابی، امتیازهای ES در محدوده‌هایی (RB=Rang Bond) قرار می‌گیرند که قابل محاسبه باشند (جدول۷). در این پژوهش برای دستیابی به مقیاس کمی برای قضاوت درباره گزینه‌ها، فراوانی کلاس‌های RB (از E+ تا E-) در میانگین رده‌ها ضرب شده و ارزش نهایی هر گزینه محاسبه گردید (Daryabeigi Zand *et al*., 2019).

نتایج و بحث

بر اساس مطالعات انجام شده در بخش‌های شناخت پروژه و ویژگی‌های محیط زیست منطقه مورد مطالعه، پتانسیل انواع اثرهای محیط زیستی ناشی از اجرای پروژه نیروگاه تجدیدپذیر به تفکیک فاز ساخت و ساز و بهره‌برداری بر اجزای محیط‌های فیزیکی، بیولوژیکی و اجتماعی - اقتصادی مورد پیش بینی قرار گرفتند. در فرآیند امتیاز دهی در هر دو مرحله ساختمانی و بهره‌برداری، اثرهای مثبت و منفی همه فعالیت‌ها بر اجزای محیط زیست در نظر گرفته شد.

پیامدهای ناشی از فعالیت‌های فاز ساختمانی و بهره‌برداری پروژه

مقایسه پیامدهای پروژه برروی اجزای محیط‌های فیزیکی، بیولوژیکی و اجتماعی _ اقتصادی و فرهنگی از نظر میانگین رده‌بندی در شکل۲ تا شکل۴ نمایش داده شده است.

در شکل ۲ مشاهده می‌شود، کیفیت هوا و اقلیم بزرگترین پارامتر تاثیر پذیر منفی (با میانگین رده‌بندی ۱/۶۷-) و کمیت آب سطحی بزرگترین پارامتر تاثیر پذیر مثبت (با میانگین رده‌بندی ۲) در فاز ساختمانی می‌باشد و همچنین کیفیت صدا بزرگترین پارامتر تاثیر پذیر منفی (با میانگین رده‌بندی ۱/۵-) و کیفیت هوا و اقلیم، کیفیت آب‌های سطحی و فرسایش و رسوب گذاری بزرگترین پارامتر تاثیر پذیر مثبت (با میانگین رده‌بندی ۲) در فاز بهره برداری می‌باشند.

در شکل ۳ مشاهده می‌شود، پوشش حیات وحش بزرگترین پارامتر تاثیر پذیر منفی (با میانگین رده‌بندی ۱/۲۲-) در فاز ساختمانی و همچنین بزرگترین پارامتر تاثیر پذیر منفی (با میانگین رده‌بندی ۱/۶۷-) در فاز بهره برداری می‌باشند.

در شکل ۴ مشاهده می‌شود، مناظر و چشم‌اندازی طبیعی بزرگترین پارامتر تاثیر پذیر منفی (با میانگین رده‌بندی ۱/۶-) و اشتغال و درآمدزایی بزرگترین پارامتر تاثیر پذیر مثبت (با میانگین رده‌بندی ۱/۸) در فاز ساختمانی می‌باشد و همچنین میراث فرهنگی و آثار باستانی بزرگترین پارامتر تاثیر پذیر منفی (با میانگین رده‌بندی ۱-) و اشتغال و درآمدزایی بزرگترین پارامتر تاثیر پذیر مثبت (با میانگین رده‌بندی ۲/۷۵) در فاز بهره برداری می‌باشند.

با توجه به بزرگتر بودن میانگین رده‌بندی پیامدهای بیان شده در سه محیط از عدد ۳/۱- مورد اشاره در متدلوژی، بیان راهکارهای کنترل و کاهش و اقدامات اصلاحی ضروری نمی‌باشد.

جدول ۶- معیارهای روش پاستاکیا
Table 6. Pastakia Method Assessment Criteria

معیار Criteria	امتیاز Scale	توصیف Description
A1= اهمیت وضعیت Importance of condition	4	دارای اهمیت ملی و بین المللی erests\int Important to national/international
	3	دارای اهمیت منطقه‌ای و ملی Important to regional/national interests
	2	دارای اهمیت برای مناطق حاشیه محل Important to areas immediately outside the local condition
	1	فقط با اهمیت برای شرایط محلی Important only to the local condition
	0	بدون اهمیت No importance
A2= بزرگی اثرها Magnitude of change/ effect	+3	اثر بسیار مثبت Major positive benefit
	+2	اثر معنی دار مثبت Significant improvement in status quo
	+1	اثر مثبت Improvement in status quo
	0	بی اثر No change/status quo
	-1	اثر منفی Negative change to status quo
	-2	اثر معنی دار منفی Significant negative disbenefit or change
	-3	اثر بسیار منفی Major disbenefit or change
B1= دوام اثرها Permanence	1	بدون تغییر No change/not applicable
	2	موقتی Temporary
	3	دائمی Permanent
B2= برگشت پذیری Reversibility	1	بدون تغییر No change/not applicable
	2	برگشت پذیر Reversible
	3	برگشت ناپذیر Irreversible
B3= اثر تجمعی Cumulative	1	بدون اثر No change/not applicable
	2	اثر غیر تجمعی Non-cumulative/single
	3	اثر تجمعی Cumulative/synergistic

اثرهای ناشی از فعالیت‌های فاز ساختمانی و بهره‌برداری پروژه

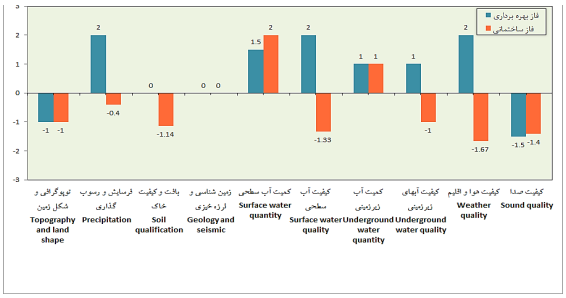
در شکل ۵ و شکل ۶ توزیع و میزان امتیاز اثرگذاری ریزفعالیت‌ها در فاز ساختمانی و بهره برداری بر پارامترهای محیطی نشان داده شده است.

در شکل۵ مشاهده می‌شود، از میان فعالیت‌های فاز ساختمانی، فعالیت تولید پساب و پسماند و تجهیز کارگاه با میانگین رده‌بندی ۱/۳- و ۰/۹- بیشترین اثرهای منفی را بهمراه خواهند داشت. از سوی دیگر تامین نیروی انسانی با میانگین رده‌بندی ۱/۳+ دارای بیشترین و مهمترین اثر مثبت می‌باشد.

در شکل ۶ مشاهده می‌شود، از میان فعالیت‌های فاز بهره‌برداری، فعالیت دفع پساب و خطرها و سوانح به ترتیب با میانگین رده‌بندی ۱- و ۰/۹- بیشترین اثرهای

جدول ۷-رابطه میان امتیازهای محیط زیستی و محدوده تغییرات
Table 7. Conversion of Environmental Scores to Range Bands

امتیاز محیط زیستی Environmental Score	دامنه Range Bands	توضیح Description of Range Bands
72 تا 108	+E	اثرها و تغییرات مفید و مثبت زیاد Major positive change/impacts
36 تا 71	+D	اثرها و تغییرات مثبت مشخص Significant positive change/impacts
19 تا 35	+C	اثرها و تغییرات مثبت متوسط Moderately positive change/impacts
10 تا 18	+B	اثرها و تغییرات مثبت کم Positive change/impacts
1 تا 9	+A	اثرها و تغییرات مثبت ناچیز Slightly positive change/impacts
0	N	بدون اثر و تغییر در محل و یا امکان ناپذیر No change/status quo/not applicable
-1 تا -9	-A	اثرها و تغییرات منفی ناچیز Slightly negative change/impacts
-10 تا -18	-B	اثرها و تغییرات منفی کم Negative change/impacts
-19 تا -35	-C	اثرها و تغییرات منفی متوسط Moderately negative change/impacts
-36 تا -71	-D	اثرها و تغییرات منفی مشخص Significant negative change/impacts
-72 تا -108	-E	اثرها و تغییرات منفی زیاد Major negative change/impacts



شکل ۲- مقایسه پیامدهای پروژه بر محیط فیزیکی در فاز ساختمانی و بهره برداری

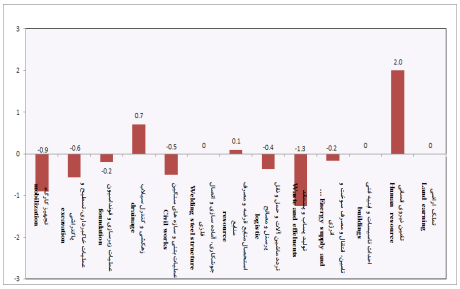
Fig. 2- Projects consequences on physical environment in the construction and operation phases

شکل ۳- مقایسه پیامدهای پروژه بر محیط بیولوژیکی در فاز ساختمانی و بهره برداری

Fig. 3- Projects consequences on biological environment in the construction and operation phases

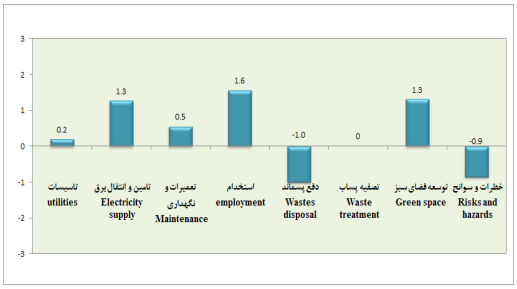
شکل ۴- مقایسه پیامدهای پروژه بر محیط اقتصادی – اجتماعی- فرهنگی در فاز ساختمانی و بهره برداری

Fig. 4- Projects impacts on Social- economical-cultural environment in the construction and operation phases



شکل ۵- مقایسه فعالیت‌های فاز ساختمانی پروژه از نظر میزان اثر

Fig. 5- Activities' impacts' rankings comparision in the construction phase



شکل۶- مقایسه فعالیت‌های فاز بهره‌برداری پروژه از نظر میزان اثر

Fig. 6- Activities' impacts' rankings comparision in the operation phase

جدول ۸- مقایسه تعداد اثرهای فاز ساختمانی و بهره برداری

Table 8- Impacts count comarision in the construction and operation phases

فازها Phases	تعداد اثرها effects	جمع جبری اثرها Total effects	اثرهای مثبت positive effects	نسبت اثرهای مثبت Ratio positive effects	میانگین رده بندی Ranks average
ساختمانی Operation	153	-15	65	5.9	-1.1
بهره برداری Construction	96	58	65	4.6	3

جدول ۹- مقایسه تعداد پیامدها فاز ساختمانی و بهره برداری

Table 9. Consequences count comparision in the construction and operation phases

فازها Phases	محیطها Environment	تعداد پیامدها Consequences	جمع جبری پیامدها Total Consequences	پیامد مثبت Positive Consequences	نسبت پیامد مثبت Ratio positive Consequences	میانگین رده بندی Ranks average
ساختمانی Operation	فیزیکی Physical	38	-38	4	3.2	-4.9
	بیولوژیکی Biological	30	-32	0	0	-4.2
	اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی Social-economical & cultural	85	55	61	9.8	6.2
	جمع فاز ساختمانی	153	-15	65	13	-2.9
بهره برداری Construction	فیزیکی Physical	15	11	3	6.5	7
	بیولوژیکی Biological	10	-6	1.3	1.3	-2
	اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی Social-economical & cultural	71	53	11.2	11.2	12.9
	جمع فاز بهره برداری	96	58	15.5	19	17.9

جدول۱۰ - امتیازهای اثرهای محیط زیستی فاز ساختمانی با روش پاستاکیا
Table 10. Environmental consequences scales of construction phase by pastakia Method

فعالیت‌ها (فاز ساختمانی) Construction phase Activities	مولفه‌های محیط زیستی Environmental parameters					وضعیت فعالیت‌ها Activities satatus	
	A1	A2	B3	B2	B3	امتیاز محیط زیستی Environmental Score	وضعیت ن‌هایی Final Condition
تولید پساب و پسماند Waste and effluents	2	-2	2	2	3	-28	-C
تجهیز کارگاه mobilization	3	1	1	1	2	12	B
احداث تاسیسات buildings	1	-1	1	1	1	-3	-A
عملیات زیرسازی و فونداسیون foundation	3	-1	3	3	2	-24	-C
زهکشی و کنترل سیلاب Drainage	1	-1	2	3	3	-8	-B
جوشکاری، آماده سازی و اتصال فلزی Welding steel structure	4	2	3	3	3	72	E
استحصال منابع قرضه و مصرف منابع Resource	1	0	1	1	2	0	N
حمل مصالح و ماشین آلات Logistic	2	-1	1	2	1	-8	-A
تردد ماشین آلات و حمل و نقل پرسنل و مصالح logistic	3	-2	3	3	2	-48	-D
تامین، انتقال و مصرف سوخت و انرژی Energy supply and consumption	1	1	2	2	2	6	A
عملیات خاکبرداری، تسطیح و پاکتراشی excavation	2	-2	2	2	3	-28	-C
تملک اراضی Land earning	4	-3	3	2	3	-96	-E
عملیات بتنی و سازه‌های سنگین Civil works	2	1	1	1	1	6	A
آسفالت کاری Work asphalt	3	1	2	3	3	24	C

منفی را بهمراه خواهند داشت. از سوی دیگر تامین برق و توسعه فضای سبز با میانگین رده‌بندی ۱/۳+ دارای بیشترین و مهمترین اثر مثبت می‌باشد.

با توجه به بزرگتر بودن میانگین رده‌بندی پیامدهای بیان شده در سه محیط از عدد ۳/۱- مورد اشاره در متدلوژی، بیان راهکارهای کنترل و کاهش و اقدام‌های اصلاحی ضروری نمی‌باشد.

جمع بندی نتایج ارزیابی در دو فاز ساخت و بهره برداری ماتریس ایرنی

همانطور که در جدول ۸ مشاهده می‌شود، فاز بهره‌برداری نسبت به مرحله ساخت اهمیت و ارزش بالای اثرهای مثبت نسبت به اثرهای منفی در این مرحله از پروژه را نشان می‌دهد. در جدول ۹ مشاهده می‌شود بیشترین پیامد منفی بترتیب در فاز ساختمانی مربوط به محیط فیزیکی و محیط زیستی می‌باشد. ولی درمحیط اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی تعداد اثرهای مثبت ناشی از انجام فعالیت بیشتر از اثرهای منفی می‌باشد. ولی در فاز بهره‌برداری بیشترین پیامد منفی مربوط به محیط زیستی می‌باشد و محیط اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی و محیط فیزیکی به ترتیب بالاترین پیامد مثبت را دارند.

اگر پروژه بدون اثرها و پیامدهای تخریبی زیاد و خیلی زیاد باشد،

یعنی میانگین‌های رده بندی کمتر از ۳،۱- چه در ردیف‌ها و چه در ستون‌ها نداشته باشد، پروژه مورد تایید است. بر اساس تعریف مطرح شده، میانگین رده بندی در هیچ یک از سطرها و ستون‌ها در حدی نیست که نیازمند راهکارهای کنترل،کاهش و اقدام‌های اصلاحی ضروری باشد.

حفظ محیط زیست نیروگاه همان رعایت کردن قوانین و مقررات محیط زیستی و به حداقل رساندن اثرهای مضر و تقویت نمودن اثرهای انجام مطالعات ارزیابی محیط زیستی به تنهایی ضامن حفاظت از محیط زیست نیست و برای کاهش آثار منفی طرح‌ها و پروژه‌ها، نیاز به اجرای صحیح کاهش آثار سوء طرح از طریق بیان برنامه مدیریت و پایش محیط زیستی می‌باشد و بنابراین برنامه گفته شده باید در دستور کار مجریان طرح قرار گیرد. بمنظور ایجاد بستر قانونی ضروری است چارچوب تهیه شده در برنامه مدیریت محیط زیستی در مرحله اجرا در مجموعه اسناد مناقصه پیمانکاران منظور و در مرحله بهره‌برداری در چارچوب برنامه‌های نیروگاه و به تائید مدیریت نیروگاه برسد.

جدول ۱۱- امتیازات اثرهای محیط زیستی فاز بهره برداری با روش پاستاکیا
Table 11. Environmental consequences scales of operation phase by pastakia Method

وضعیت فعالیت‌ها Activities satatus		مولفه‌های محیط زیستی Environmental parameters					فعالیت‌های (فاز بهره برداری) Operation phase Activities
وضعیت نهایی Final Condition	امتیاز محیط زیستی Environmental Score	B3	B2	B3	A2	A1	
B	11	1	1	1	1	3	تاسیسات utilities
B	12	2	1	1	1	3	تامین و انتقال برق Electricity supply
-A	-3	1	1	1	-1	1	تعمیرات و نگهداری Maintenance
-C	10	2	1	2	-1	3	استخدام employment
-B	-8	3	3	2	-1	1	دفع پسماند Wastes disposal
E	72	3	3	3	2	4	توسعه فضای سبز Green space
-c	-28	3	2	2	-2	2	خطرها و سوانح Risks and hazards

جدول ۱۲- جمع بندی تعداد و دامنه اثرهای فاز ساختمانی
Table 12. Summary of count and bond of impacts of construction phase

-E	-D	-C	-B	-A	N	+A	+B	+C	+D	+E	دامنه اثرها Effects Range
1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	P/C	فیزیکی – شیمیایی Physical/Chemical
0	1	0	4	0	0	0	0	0	0	B/E	زیست شناسی Biological/Ecological
0	0	1	0	0	3	1	1	0	0	S/C	زیست شناسی- فرهنگی Sociological/Cultural
0	0	0	2	0	1	0	1	0	0	E/O	اقتصادی – فنی Economic/Operational
0	0	3	2	7	0	4	1	2	0	0	جمع

جدول ۱۳- جمع بندی تعداد و دامنه اثرهای فاز بهره برداری
Table 13. Summary of count and bond of impacts of operation phase

-E	-D	-C	-B	-A	N	+A	+B	+C	+D	+E	دامنه اثرها Effects Range
1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	P/C	فیزیکی – شیمیایی Physical/Chemical
0	1	0	4	0	0	0	0	0	0	B/E	زیست شناسی - اکولوژیک Biological/Ecological
0	0	1	0	0	1	3	1	0	0	S/C	زیست شناسی- فرهنگی Sociological/Cultural
0	0	0	0	1	2	0	1	0	0	E/O	اقتصادی – فنی Economic/Operational
0	0	3	2	5	0	0	3	2	0	0	جمع

بر اساس نتایج حاصل از ماتریس لئوپولد ایرانی، بیشترین آسیب محیط زیستی وارد شده به بخش بیولوژیکی و فیزیکی می‌باشد. این نتایج به تفکیک فازهای ساختمانی و بهره برداری در (جدول‌های۶ و ۷) بیان شده است.

بر اساس این جدول‌ها میانگین رده بندی که برای هر سطر و ستون محاسبه شده است، گویای آن است که بیشتر آثار منفی ایجاد شده بر اساس (جدول۴) در رده بندی گروه ضعیف (میانگین رده بندی بین ۲/۱- تا ۰) قرار می‌گیرند. همچنین در ردیف‌ها و در ستون‌ها میانگین رده بندی کوچکتر از ۳/۱- وجود نداشت، بنابراین بر اساس (جدول۵)، اجرای پروژه تأیید می‌شود. در ادامه کار خلاصه نتایج بصورت (شکل‌های ۲،۳،۴) جداگانه آورده شده است.

جمع بندی نتایج ارزیابی در دو فاز ساخت و بهره برداری ماتریس RIAM

همانطور که در جدول ۱۰ نشان داده شده هریک از پارامترهای محیط زیستی توسط معیارهای پاستاکیا در جدول ۶ و روابط یک تا سه، کمی سازی شدهاند و امتیاز هر پارامتر محاسبه گردید که بیشترین و کمترین این امتیازها می‌تواند ۱۰۸+ و ۱۰۸- باشد. (جدول۷) و سپس همانطور که در جدول ۱۰ و ۱۱ مشخص است فراوانی هرکدام از بخش‌های محیطی نسبت به میزان اثرات ازE+ تا E – مشخص گردید. که بترتیب مربوط به فاز ساختمانی و بهره برداری پروژه می‌باشد.

در مرحله و بهره داری طرح نیز: دو اثر مثبت متوسط، سه اثر مثبت کم، سه اثر مثبت ناچیز، ۵ اثر منفی ناچیز، ۲ اثر منفی کم و سه اثر منفی متوسط ایجاد می شود(جدول ۶).

نتیجه‌گیری

در این تحقیق مطالعه ای با هدف ارزیابی اثرهای محیط زیستی بکارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر در منطقه‌های روستایی (مطالعه موردی روستای زواریان)، برای احداث نیروگاه برای مکان پیشنهادی توسط مجریان امر انجام شد. در این مطالعه بمنظور ارزیابی اثرهای محیط زیستی برای مکان تعیین شده از دو روش ماتریس ایرانی و پاستاکیا استفاده شده است.

بطور کلی مطالعات زیادی در رابطه با ارزیابی اثرهای محیط زیستی بکارگیری انرژی‌های تجدید پذیر در منطقه‌های روستایی با روش ماتریس ایرانی صورت نگرفته است. مطالعات صورت گرفته بیشتر در مورد مکان‌یابی انرژی‌های تجدیدپذیر و بررسی اثرهای محیط زیستی انرژی‌های تجدیدپذیر می‌باشد. Arefmanesh *et al.* (2011) به ارزیابی اثرهای محیط زیستی استفاده از انرژی خورشید جهت تأمین برق ایستگاه CGS با استفاده از روش ماتریس سریع پاستاکیا پرداختند. نتایج حاصل از این ارزیابی نشان می‌دهد که اجرای این طرح ٪۳۸ اثر بسیار مثبت، ٪ ۲۳ اثر مثبت قابل ملاحظه، ٪ ۲۳ اثر مثبت، ۸ درصد اثر مثبت اندک و ۸ درصد اثر منفی بسیار کم بر روی محیط زیست نسبت به نبود اجرای این طرح خواهد داشت. نتایج تحقیق Amigh *et al.* (2015) با عنوان بررسی اثرهای محیط زیستی احداث نیروگاه تجدیدپذیر مرکز تحقیقات

کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران واقع در پارک ملی خجیر، با استفاده از روش TOPSIS نشان داد که مهمترین مشکل‌های نیروگاه‌های تجدیدپذیر در پارک ملی خجیر می‌توان به هزینه بسیار بالای ساخت نیروگاه خورشیدی در این حجم تولید برق، اشغال زمین توسط پنل‌های خورشیدی (۵۰۰ متر مربع فضا برای پنل‌های خورشیدی)، کمبود آب در منطقه و نیاز شدید نیروگاه‌های زیست توده (نهایت توان تولیدی برق از نیروگاه زیست توده با توجه به قابلیت‌های موجود ۷/۲ کیلو وات است) و... اشاره نمود.

مقایسه اجرای دو روش ماتریس ایرلنی و پاستاکیا نشان می‌دهد که نیروگاه‌های تجدید پذیر (خورشیدی - بادی) با توجه به ماهیت فعالیتشان، سبب تولید و انتشار آلاینده‌های محیط زیستی کمتری نسبت به دیگر نیروگاه‌های تولید برق می‌شوند، که در صورت اتخاذ راهکارهای جامع مدیریت محیط زیستی می‌توان این میزان آثار منفی را نیز در محیط به کمترین حد رساند. بدیهی است که با توجه به اثرهای مثبت عمده این طرح بر روی محیط زیست، اجرای این طرح از نظر محیط زیستی توجیه پذیر می‌باشد و احداث نیروگاه تجدید پذیر در این منطقه می تواند آثار مثبت زیادی بهمراه داشته باشد.

نتایج حاصل ازاجرای دو روش نشان می‌دهد نیروگاه تجدید پذیر بیشترین پیامد مثبت احداث نیروگاه تجدیدپذیر در محیط فیزیکی، مربوط به کمیت آب سطحی و در محیط اقتصادی – اجـتـماعی و فرهنگی مربوط به اشتغال و درآمدزایی می‌باشد. مهم‌ترین پیامد منفی در محیط فیزیکی مربوط به کیفیت هوا و اقلیم و کیفیت صدا و کاربری زمین‌ها همچنین درمحیط زیستی مربوط به پوشش حیات وحش و در محیط اقتصادی - اجـتـماعی و فرهنگی مربوط به مناظر و چشم اندازه ای طبیعی می‌باشد. همچنین بیشترین اثر منفی مربوط به فعالیت‌های تولید پساب و پسماند و تجهیز کارگاه و بیشترین اثر مثبت تامین نیروی انسانی می‌باشد. لازم به بیان می‌باشد که مرحله ساختمانی این گونه طرح‌ها کوتاه مدت بوده و به نوعی هزینه ای جهت سرمایه‌گذاری‌های بلند مدت و استفاده‌های آینده محسوب می‌شود.

در فاز بهره‌برداری طرح پیشنهادی بیشترین پیامد مثبت در محیط فیزیکی مربوط به کیفیت صدا، کیفیت آب سطحی و فرسایش و رسوب گذاری در محیط اقتصادی – اجـتـماعی و فرهنگی مربوط به اشتغال و درآمد زایی می‌باشد. مهم‌ترین پیامد منفی در محیط فیزیکی مربوط به کیفیت صدا و همچنین درمحیط بیولوژیکی بیشترین پیامد منفی مربوط به پوشش حیات وحش و در محیط اقتصادی – اجـتـماعی و فرهنگی مربوط به میراث فرهنگی و آثار باستانی می‌باشد. همچنین بیشترین اثر منفی مربوط به فعالیت‌های دفع پسماند و خطرها و سوانح و بیشترین اثر مثبت تامین و انتقال برق و توسعه فضای سبز می‌باشد. در فاز بهره برداری تمام اثرهای شناسایی شده متعلق به محیط اجتماعی- فرهنگی و اقتصادی و فنی دارای ماهیت مثبت بوده که نشان می‌دهد فعالیت‌های انجام شده در نهایت برای محیط‌های اجتماعی و اقتصادی مفید می‌باشد. بیان راهکارهای کنترل و کاهش و اقدام‌های اصلاحی ضروری نمی‌باشد، ولی بخش مدیریت و پایش محیط زیستی به شرح زیر می باشد.

پایش و کنترل محیط زیستی

- تدوین خط مشی محیط زیستی و منظور نمودن خط مشی‌ها در بخش‌های اجرایی آن در شرح خدمات اسناد مناقصه در مرحله اجرای طرح و در برنامه بهره برداری پس از راه اندازی نیروگاه

- اجرا و عملیات شامل ساختار سازمانی و مسئولیت‌ها، آموزش، آگاهی و صلاحیت کارکنان، ارتباطات درون سازمانی، مستندات مورد نیاز و کنترل آن ها، کنترل‌های عملیاتی و آمادگی واکنش مناسب در شرایط اضطراری از دیدگاه کلان می‌توان گفت سیستم پیشنهادی مدیریت محیط زیستی شامل فعالیت‌هایی همچون کنترل آلودگی‌ها پس از ایجاد آن‌ها، چندان مطلوب نیست و به این امر تاکید می‌کند که کلیه فعالیت‌های نیروگاه باید به طریقی طراحی و اجرا شود که آلودگی در همان ابتدا تحت کنترل قرار گیرد.

پی نوشت‌ها

[1]Environmental impact assessment=EIA

[2]Rapid Impact Assessment Matrix=RIAM

منابع

Akkas, O.P. Erten, M.Y. Cam, E. and Inanc, N., 2017. Optimal Site Selection for a Solar Power Plant in the Central Anatolian Region of Turkey. International Journal of Photoenergy. 2017, 1-13.

Amigh, L. Jozi, S.A. and Taghavi, L., 2015. Environmental Effects of Constructing a Renewable power station Natural Resources Research Center, Tehran Province, located in the Khojier National Park. Sustainability, Development & Enivironment. 1(4), 35-46. (In Persian with English abstract)

Aqajani, H., Fattahi Moghadam, M., Akbari, H. and Fattahi, R., 2015. Location of wind turbines based on environmental assessment (case study: Khorasan Razavi province). Iranina journal of Energy. 18(1), 85-100. (In Persian with English abstract)

Arefmanesh, Z. and Shahedi, M.R., 2011. Environmental Impact Assessment of the use of solar energy to supply power to the Abarkuh CGS station. In Proceedings 5th National Conference & Exhibition on Environmental Engineering, 8th -9th November, Tehran, Iran. pp.14. (In Persian with English abstract).

Asadi Shirin, G. and Gholamalifard, M., 2015. Criteria Conformity and Environmental Impact Assessment in

Qaemshahr Landfill using Leopold Matrix and RIAM. Journal of Research in Environmental Health. 1(3), 193-206. (In Persian with English abstract)

Daryabeigi Zand, A., Vaezi Heir, A. and Hoveidi, H., 2019. Comparative Evaluation of Unmitigated Options for Solid Waste Transfer Stations in North East of Tehran Using Rapid Impact Assessment Matrix and Iranian Leopold Matrix. Environmental Energy and Economic Research. 3(3), 189-202

Heydari, E.A., Alidadi, H., Sarkhosh, M. and Sadeghian, S., 2017. Zaveh cement plant environmental impact assessment using Iranian Leopold Matrix. Journal of Research in Environmental Health. 3(1), 84- 93. (In Persian with English abstract).

Hosseini, S., Alimohammadi, M., Nabizadeh, R. and Dehghani, M.H., 2016. Environmental Impact Assessment of the fuel transmission line to combined cycle power Plant of Chabahar project using Iranian Matrix. Journal of Environmental Health Engineering. 4(1), 20-29. (In Persian with English abstract).

Heydari, E.A. Alidadi, H., Sarkhosh, M. and Sadeghian, S., 2017. Zaveh cement plant environmental impact assessment using Iranian Leopold Matrix. Journal of Research in Environmental Health. 3(1), 84- 93. (In Persian with English abstract).

Josimovic, B., Petric, J. and Milijic, S., 2014. The Use of the Leopold Matrix in Carrying Out the EIA for Wind Farms in Serbia. Energy and Environment Research. 4(1), 43-54.

Leopold, L.B., Clarke, F.E., Hanshaw, B.B. and Balsley, J.R., 1971. A procedure for Evaluating Environmental Impact. Geological Survey Circular. 645, 13.

1Panwara, N.L., Kaushikb, S.C. and Kothari, S., 2011. Role of renewable energy sources in environmental protection: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 15, 1513–1524.

Papapostolou, A., Karakosta, C. and Doukas, H., 2017. Analysis of policy scenarios for achieving renewable energy sources targets: A fuzzy TOPSIS approach. Energy & Environment. 28(1–2), 88–109.

Pastakia, C.M.R. and Jensen, A., 1998. The rapid impact assessment matrix (Riam) For EIA. Environ Impact Assesmant Review. 18(5), 461-482.

Satba Org, 2018. The Criteria and Requirements for writing a feasibility study report. Available online at: http://www.satba.gov.ir/.

Science for Environment Policy, 2014. Wind & Solar Energy and nature conservation. Future Brief 9 produced for the European Commission DG Environment. European Union.

Sayedi, H., Karbasi, A., Sohrabi, T. and Samadi, R., 2005. Environmental management of power plants. Ministry of Power (SANA). Iran.

Shariat, S.M., 2016. Environmental Impact Assessment. Wetland press. Iran.

Sajjadi, A.L., Aliakbari, Z., Matlabi, M., Biglari, H. and Rasouli, S.S., 2017. Environmental impact assessment of Gonabad municipal waste landfill site using Leopold Matrix. Electronic Physician. 9(2), 3714-3719.

Seyyedan, M.H. and Abdollahi Sarvai, J., 2015. Renewables Energy. Global Status Report. France.

SCI Org. 1395.Detailed results of the general census of population and housing, Iran. Available online at: http://amar.tavanir.org.ir

Shoili, A.G., Farrokhi, M., Alizadeh, H., 2000. Selection of optimum option for sludge disposal in the Guilan province of Iran using rapid impact assessment matrix (RIAM). Water Resources and Environ Eng. 3(12), 288-97. (In Persian with English abstract)

Tavanir Org. 2014. Electric Power Industry statistics in Iran. Available online at: http://amar.tavanir.org.ir.

Tavanir Org.2015. Electric Power Industry statistics in Iran. Available online at: http://amar.tavanir.org.ir.

Yari, M., 2016. Investigating the use of renewable energy in different regions of Iran. In Proceedings 3th Third International Conference on Research in Science and Technology.9th July, Berlin.Germany. pp.17 (In Persian with English abstract).

Valizadeh, S. and Shekari, Z., 2015. Evaluation of Iranian Leopold matrix application in the environmental impact assessment (EIA) of solid waste management options in Birjand city. Health and Environmental. 8(2), 249-62. (In Persian with English abstract).

Environmental Sciences Vol.17/ No.4 /winter 2020

193-212

Environmental impact assessment of renewable power plants (solar -wind): A case study of Salafchegan Special Economic Zone

Nahid Mohammad Hosseini[1], Maryam Robati[1*] and Majid Amidpour[2]

[1]Department of Environmental Science and Engineering, Natural Resource and Environment Faculty, Islamic Azad University, Research and Science Unit, Tehran, Iran

[2]Department of Energy Systems Engineering, Faculty of Mechanics, Khaje Nasir Al-Din Tusi University of Technology, Tehran, Iran

Received: 2019.01.06 Accepted: 2019.06.22

Mohammad Hosseini, N., Robati, M. and Amidpour, M., 2020. Environmental Impact Assessment of renewable Power Plants (Solar -Wind) Case Study: Salafchegan Special Economic Zone. Environmental Sciences. 17(4): 193-212.

Introduction: Utilizing renewable energies is one of the most effective ways to deal with environmental pollution resulting from fossil fuel power plants. Renewable energy sources are considered as clean energy sources, but some of these power plants may change the ecosystem of the region and disturb the ecological balance. The purpose of this research was to evaluate the environmental impacts of renewable energy (solar-wind) in Salafchegan-Zwaryan Special Economic Zone using the Iranian matrix and rapid impact assessment matrix (RIAM).

Material and methods: In this research, basic information of the area was collected and factors affecting the development of solar and wind power plants were studied based on the internet search and field observation. According to these studies, the potential environmental impacts of the implementation of renewable power projects on the physical, biological and social, economic and cultural environments were determined. These impacts were separately predicted in construction and operation phases using the Iranian matrix method and the Rapid Impact Assessment Matrix (RIAM). The Iranian matrix and RIAM, considering the effects of project implementation in both the construction and operation phases on the environmental components, are applied methods for environmental impact assessment in Iran.

Results and discussion: The results from the Iranian Leopold and RIAM indicated that in the renewable power plant construction and operation phases, the most important positive consequence in the physical environment was related to surface water quantity and the economic, social and cultural environment associated with employment and salary. The most important negative consequences in the physical environment were related to the weather

*Corresponding Author. *Email Address*:m.robati@srbiau.ac.ir

and sound quality in the biological environment related to wildlife coverage and in the social- economical-cultural environment related to perspectives and antiquities. Also, the most negative impact was related to waste and effluents, wastes disposal, risks, and hazards. Also, the most positive impact was energy supply and consumption, green space, land earning, and human resources. It should be noted that the construction phase of such projects was short and would be considered as a long-term investment for future uses.

Conclusion: According to the results of both matrices, the construction of solar and wind power plants, regarding the least negative consequences on the various components of the environment, was chosen as the most favorable management option, and without providing a solution, the project performance was confirmed.

Keywords: Renewable energy, Environmental impact assessment, Iranian Leopold Matrix, RIAM, Wind energy, Solar energy.