

## بررسی اثرات زیست محیطی احداث نیروگاه تجدیدپذیر مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران واقع در پارک ملی خجیر

لیلا آمیخ<sup>۱</sup>

سید علی جوزی\*<sup>۲</sup>

[a.Jozie@IAU-TNB.AC.IR](mailto:a.Jozie@IAU-TNB.AC.IR)

نعبت تقوی<sup>۳</sup>

### چکیده

هدف از این تحقیق شناسایی اثرات زیست محیطی نیروگاههای تجدیدپذیر در مقیاس کوچک برای مناطق دور از شبکه برق سراسری و مقایسه اثرات و هزینه‌های آن می‌باشد. در این تحقیق نمونه برداری از آب، هوا، خاک و صوت به روش EPA در چند فصل از مرکز تحقیقات کشاورزی انجام گرفته است. در روش دلفی یک گروه ۱۰ نفره از متخصصان معیارهای اثرات نیروگاههای تجدیدپذیر را امتیاز دهی و با پرسشنامه تاپسیس یک گروه ۱۲ نفره معیارها را نمره دهی و توسط روش TOPSIS معیارها الویت بندی شدند. با توجه به نتایج بررسی آلودگیهای محیطی و مقایسه آن با جدول استانداردها، در نهایت ۳۰ مورد از مهمترین مشکلات نیروگاههای تجدیدپذیر در پارک ملی خجیر شناسایی گشتند که می‌توان از آنها 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 به آب (نهایت توان تولیدی برق از نیروگاه زیست توده با توجه به قابلیت‌های موجود ۷/۲ کیلو وات است) و ... اشاره نمود. از جمله راهکارهای مدیریتی می‌توان به انتقال برخی فعالیت‌های صنعتی مرکز تحقیقات به خارج از پارک ملی خجیر، تأمین درصدی از برق مرکز توسط انرژیهای تجدیدپذیر در تلفیق با دیزل ژنراتور موجود و افزایش فعالیت‌های زیست محیطی مرکز تحقیقات برای کمک به احیای گونه‌های گیاهی و جانوری بومی برای حفظ محیط زیست پارک ملی خجیر اشاره نمود.

**کلمات کلیدی:** ارزیابی اثرات محیط زیستی، نیروگاه تجدیدپذیر، روش TOPSIS، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران.

۱- کارشناس ارشد مهندسی منابع طبیعی- ارزیابی و آمایش سرزمین، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران.  
۲- دانشیار، گروه محیط زیست، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال، ایران (مسئول مکاتبات).  
۳- استادیار، گروه محیط زیست، دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران.

## مقدمه

بادی در مقایسه با تولید بیواتانول از الیاف و پروتئین حاصل از تخمیر چمن برای احتراق در نیروگاه سیکل ترکیبی استفاده شده است. از مقایسه اکسرژی با نتایج حاصل از ارزیابیهای زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی به این نتیجه رسیدند که به جز شاخص اقتصادی در بقیه شاخصها گزینه باد مزرعه ترجیح داده شده است (۴).

در تحقیق عرب پور و کوکی در سال ۱۳۹۰ عنوان شده است سامانه های فتوولتاییک با مزایایی از قبیل قابلیت اطمینان بالا، عدم ایجاد آلودگی، عمر طولانی و امکان به کارگیری در قدرتهای کوچک مورد توجه قرار دارند. اگرچه استفاده از فتوولتاییکها به صورت چشمگیری در حال افزایش است، اما سامانه های فتوولتاییکی تنها کمتر از ۰/۱ درصد از انرژی تولید شده شبکه برق سراسری را تأمین می کنند. مسأله مهم هزینه بالای این فناوریها است که عامل محدودیت استفاده از آنها شده است. لازمه هر سامانه فتوولتاییک را سه معیار پایداری بالا، بازدهی خوب و هزینه مناسب عنوان کرده اند (۵). زید آبادی نژاد و همکاران در سال ۱۳۹۰ تحقیق نموده اند که به منظور برق رسانی به نقاط دور از شبکه برق استفاده از انرژیهای تجدیدپذیر مانند فتوولتاییک و باد راه حل مناسبی است. هزینه های سیستم فتوولتاییک شامل هزینه های سرمایه گذاری اولیه، هزینه جایگزینی و هزینه تعمیر و نگهداری سالیانه اجزای سیستم می باشد. به علت تغییرات ذاتی در این منابع، استفاده از سیستم ترکیبی بادی، فتوولتاییک و باتری باعث افزایش قابلیت اطمینان در بهره برداری می شود که در این مطالعه مدل سازی شده است (۶). در مقاله حسنی و صنیعی سال ۱۳۹۰ در مورد دو روش طراحی نیروگاه فتوولتاییک بحث شده است. نتیجه این دو روش با هم مقایسه و بهره واقعی با توجه به تورم و نرخ سود بانکی سالانه در نظر گرفته شده است. در بهترین حالت که بهره واقعی ۵ درصد در نظر گرفته شده هزینه تولید هر کیلووات ساعت برق فتوولتاییک مبلغ ۲۸۷۱ ریال به دست آمد و گفته شد در صورت آزادسازی کامل یارانه انرژی و افزایش مبلغ برق به ۷۷۳ ریال، باز هم کاربرد نیروگاه فتوولتاییک صرفه اقتصادی ندارد. البته تولید پراکنده و نیروگاه

شرایط فعلی دنیا از جمله محدودیت انرژی فسیلی و آلودگی زیست محیطی، انرژی تجدید پذیر را یک مکمل مناسب برای منابع انرژی فسیلی ساخته است، فواید دیگر این نوع از انرژیها ایجاد اشتغال، عدم احتیاج به آب زیاد، امکان تأمین شبکه کوچک و ناحیه ای، استهلاک کم، عمر زیاد و کاربردهای غیر نیروگاهی منابع انرژی تجدیدپذیر می باشد. از طرف دیگر سازگار کردن این منابع انرژی با سیستم فعلی مصرف انرژی جهانی هنوز با مشکلاتی همراه است. با این حال بدون تردید انرژیهای تجدیدپذیر با توجه به سادگی فن آوری شان در مقابل فن آوری انرژی هسته ای از یک طرف و نیز به دلیل عدم ایجاد مشکلاتی نظیر زباله های اتمی نقش مهمی در سیستمهای جدید انرژی در جهان ایفا می کنند (۱).

در مقاله ای ولادمیر در سال ۲۰۱۵ به اثرات نیروگاههای خورشیدی بر منظر پرداخته و اشاره کرده است که به عنوان مثال برای به دست آوردن ۱۰ مگا وات برق مساحت زیادی در حدود ۱۰ هکتار زمین اشغال خواهد شد. بخش آخر مقاله به ضرورت فرآیند ارزیابی زیست محیطی در زمینه نیروگاههای انرژی خورشیدی فتوولتاییک در جمهوری چک می پردازد (۲). در تحقیقی رونای و الگان در سال ۲۰۱۱ به مقایسه گزینه های ذخیره انرژی با استفاده از روش TOSIS فازی می پردازند. در این تحقیق به هدف جهانی انرژیهای پایدار یعنی جایگزینی سوختهای فسیلی توسط منابع انرژی تجدید پذیر می پردازند. از آن جا که مقایسه سیستمهای ذخیره سازی انرژی پیچیده است، در این مطالعه با استفاده از روش فازی TOPSIS گزینه های ذخیره سازی انرژی را مقایسه کرده اند (۳).

در تحقیقی دیگر استوجی و همکاران در سال ۲۰۱۲ اثرات زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی تولید الکتریسیته از منابع تجدیدپذیر و غیر قابل تجدید را مقایسه کردند، در این تحقیق مقایسه با روش اکسرژی یا کار مفید انجام شده است. مطالعه موردی در این تحقیق شامل منابع انرژی تجدیدپذیر و غیر قابل تجدید برای تولید برق در هلند می باشد. برای برق یک نیروگاه از گزینه های تولید برق یک مزرعه بادی با ۸۶ آسیاب

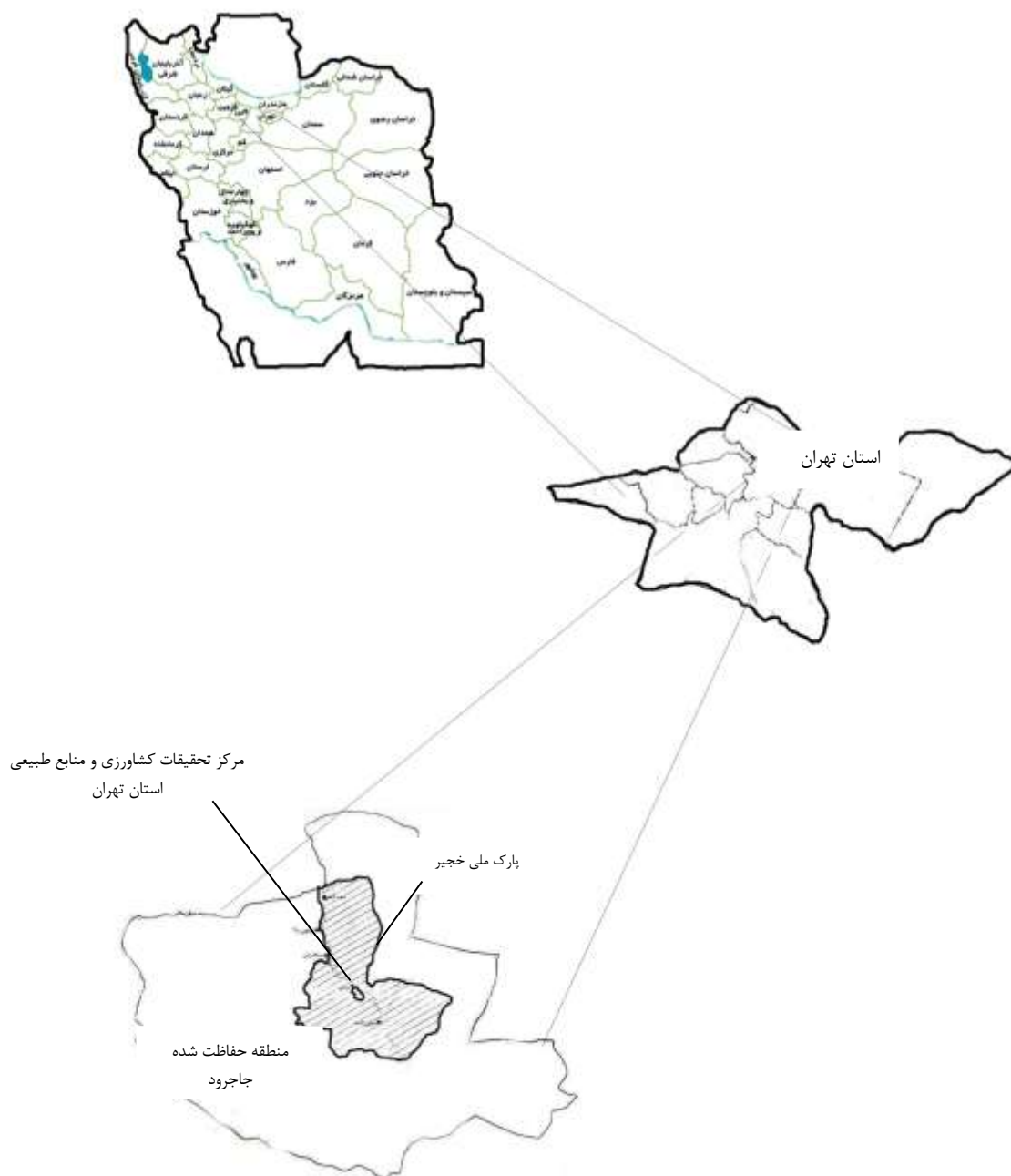
هوای این منطقه نیمه خشک است و اختلاف درجه حرارت روز و شب در آن بالا است. متوسط باران سالانه منطقه ۳۰۵ میلی‌متر است، متوسط حداکثر درجه حرارت سالانه آن ۹/۱۸ درجه سانتی‌گراد و متوسط حداقل آن ۱/۹ درجه سانتی‌گراد است. مهمترین شبکه آبهای سطحی که در این ناحیه جریان دارد، رودخانه جاجرود است که پس از سد لتیان، در حاشیه منطقه جریان پیدا می‌کند و در شهرک پارچین از منطقه خارج می‌شود. رودخانه‌ها در همه طول مسیر خود از بیشه‌زارهای انبوه و باغهای پر درخت می‌گذرند که زیستگاه انواع پرنده‌گان مهاجر در زمستان است (۸).

عمده طرحهای موجود در هفت ایستگاه تحقیقاتی این مرکز در زمینه شیلات، طیور، گیاهان دارویی، پرورش اسبچه خزری، گلخانه‌ها و آزمایشگاه خاک و آب است. انرژی برق مرکز هم اکنون توسط موتور برق تأمین می‌گردد که ماهیانه ۲۴ هزار لیتر سوخت گازوییل برای برق منطقه مصرف می‌گردد و به طور متوسط سالیانه ۱۰۰ میلیون تومان هزینه سوخت و تعمیر و نگهداری موتور برق دیزل می‌شود. چندین گزینه برای تأمین برق این منطقه مدنظر می‌باشد که مسئولان گزینه استفاده از نیروگاههای تجدیدپذیر را با توجه به واقع شدن آن در پارک ملی مد نظر قرار دارند.

فتوولتاییک را در صورتی که مصرف کننده در کنار شبکه برق سراسری قرار داشته باشد، توجیه پذیر دانستند (۷).

با توجه به حساسیت پارکهای ملی و قرار داشتن مرکز تحقیقات کشاورزی در پارک ملی خجیر از تعارضات مهم پارک ملی خجیر می‌توان به ساخت و سازهای غیرمجاز در داخل مستثنیات جهاد کشاورزی و اشخاص، تعارضات و تصرفات حضور صنایع نظامی و هوا - فضا، تخریب حاصل از اجرای پروژه های ملی و احداث راههای دسترسی متعدد، حفر چاههای غیرمجاز در منطقه، شکار و صید غیرمجاز، ایجاد آتش سوزی عرصه های طبیعی و بکر، ورود دام، احداث گلخانه های غیرمجاز و ورود سموم کشاورزی به چرخه محیط، احداث سد ماملو، احداث اتوبان اصلاحی پارچین، ورود غیرمجاز مصالح و افزایش ساخت و سازهای غیرمجاز، ایجاد صداهای مهیب حاصل از انفجار در صنایع نظامی، جنگل کاریهای منابع طبیعی با درختان غیربومی، برداشت غیرمجاز سنگ از بستر رودخانه اشاره کرد (۸).

ایستگاه خجیر مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران در پارک ملی خجیر با  $35^{\circ}$  تا  $50^{\circ}$  عرض جغرافیایی و  $30^{\circ}$  تا  $51^{\circ}$  تا  $52^{\circ}$  طول جغرافیایی در ۲۰ کیلومتری شرق شهر تهران واقع گردیده است. آب و



شکل ۱- موقعیت مکانی پارک ملی خجیر

### مواد و روشها

اثرات زیست محیطی نیروگاههای تجدیدپذیر به وسیله جستجوی اینترنتی و ترجمه مقالات معتبر و همچنین تجربیات کارشناسان سازمان انرژیهای نو و نظرات اساتید صورت پذیرفته است. برای این منظور ابتدا لیستی از اثرات زیست محیطی نیروگاههای تجدیدپذیر تهیه گردید و در اختیار اساتید حوزه محیط زیست قرار گرفت. همچنین با توجه به اطلاعات پایه مربوط به منطقه (توپوگرافی، زمین شناسی، اقلیم، هیدرولوژی،

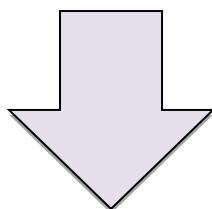
برای رسیدن به اهداف عنوان شده در این پژوهش از روشهای دلفی، TOPSIS و روش EPA استفاده شده است. آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا دستور العمل روشهای سنجش و اندازه گیری غلظت آلاینده های فیزیکی و شیمیایی و بررسی ویژگیها از جمله خواص سمی مواد شیمیایی و ... را منتشر نموده که این روشها در شاخص آژانس به عنوان روش EPA شناخته می شوند (۹). با توجه به روش دلفی شناسایی

اثرات زیست محیطی مشخص گردید. سپس با مطالعه در پروژه-های مشابه بررسی اثرات زیست محیطی و پروژه‌های بخش انرژی روش Topsis به عنوان روشی برای الویت بندی و تحلیل اثرات انتخاب گردید.

پوشش گیاهی، حیات وحش، خاک شناسی، زمین شناسی، زون بندی اقتصادی - اجتماعی و فرهنگی)، مصاحبه با بومیان منطقه و بازدیدهای میدانی که توسط نگارنده صورت گرفت، عوامل و فاکتورهای دیگری هم به فهرست مزبور اضافه شد. توسط پرسشنامه روش دلفی معیارها و شاخصهای مهم بررسی

مرحله اول: شناسایی
بررسی پیشینه تحقیق
تعیین محدوده کار و مشخص نمودن ویژگیهای فنی طرح
شناسایی محیط زیست منطقه
نمونه گیری و بررسی پارامترهای آب، هوا، صوت، خاک
تهیه پرسشنامه دلفی برای شناسایی معیارهای زیست محیطی نیروگاه تجدیدپذیر

مرحله دوم: تحلیل و ارزیابی
تجزیه و تحلیل پارامترهای نمونه گیری شده به روش EPA
تجزیه و تحلیل پرسشنامه‌های دلفی
اولویت بندی اثرات به روش تاپسیس



تصمیم‌گیری در مورد احداث یا عدم اجرای نیروگاه تجدید پذیر
ارایه راهکارهای کاهش اثرات سوء زیست محیطی

شکل ۲- مراحل انجام تحقیق

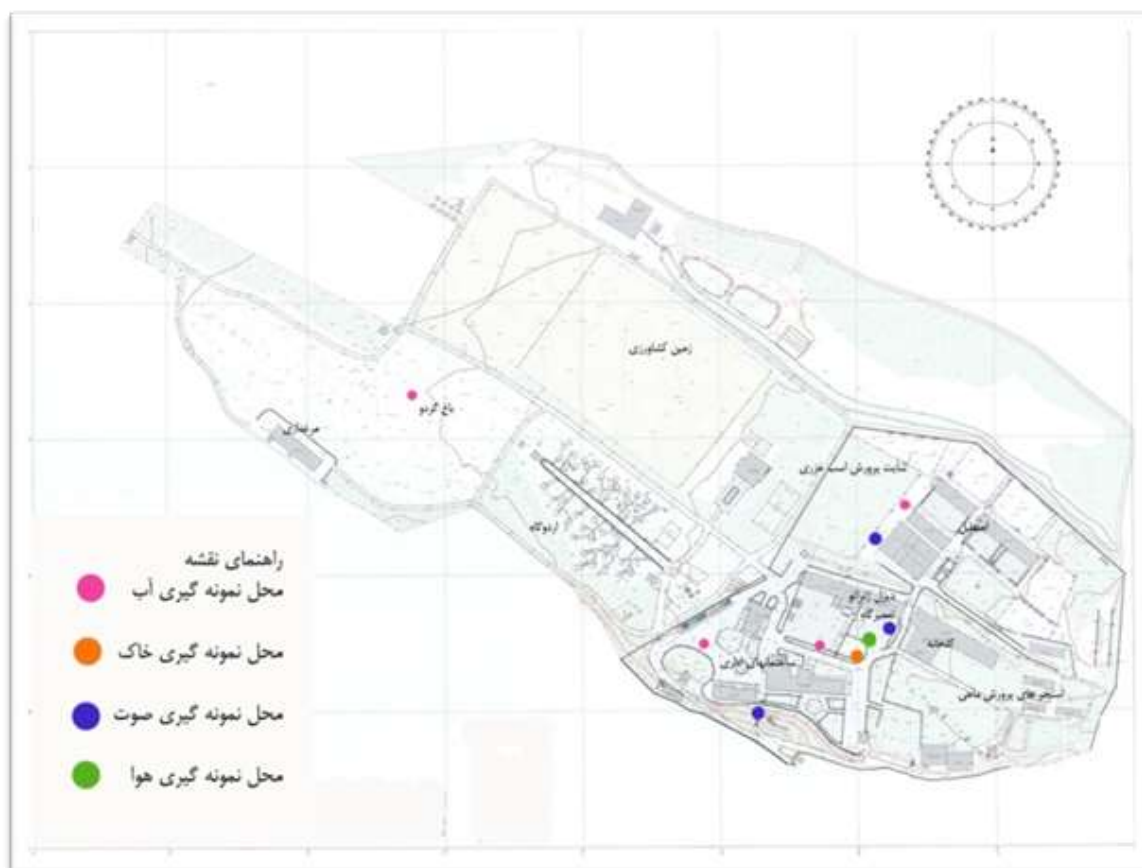
کدام پارامترها در آب و خاک و هوا اندازه‌گیری شوند انجام شد. فصلهای نمونه‌گیری انتخاب و نمونه‌گیری طبق روشهای استاندارد EPA انجام گردید.

- روش نمونه برداری از پارامترهای محیطی: روش کار به این صورت بوده که ابتدا پارامترهای مورد نیاز برای سنجش اثرات زیست محیطی انتخاب گردیدند. برای این کار پس از مطالعه مقالات معتبر در این زمینه تصمیم‌گیری در مورد اینکه

در مورد آلودگی خاک در ۱ ایستگاه در کنار محوطه موتور دیزل ژنراتور نمونه برداری انجام گرفت. این نمونه برداری در فصل بهار انجام شد. در این نمونه برداری پارامترهای آلودگی خاک به علاوه مواد موجود در سوخت پس از انتقال به آزمایشگاه اندازه‌گیری شدند. روش کار این گونه بود که نمونه خاک از محل مرکز تحقیقات توسط نگارنده جمع‌آوری گردید و جهت آنالیز فلزات سنگین، با روش جذب اتمی به آزمایشگاه منتقل شد.

این نتایج نشان می‌دهند که سوخت و ساز گازوییل موتورهای دیزلی بر خاک منطقه تأثیر گذاشته است.

در خصوص اثرات زیست‌محیطی یک سری پارامترهای محیطی در مورد آب، خاک، هوا و صوت اندازه‌گیری شدند. این اندازه‌گیریها در مورد آلودگی هوا در محوطه مرکز تحقیقات انجام شد و در فصل بهار و بر اساس ذرات معلق اندازه‌گیری صورت گرفت. نحوه آنالیز به این صورت بود که توسط دستگاه مکنده هوا، نمونه‌گیری انجام شده و ذرات معلق با دستگاه سیار آلودگی هوا و دستگاه MetOne توسط نگارنده اندازه‌گیری شد. در خصوص آلودگی صوت در فصل بهار در ۴ ایستگاه تراز صوت اندازه‌گیری شد، ۳ ایستگاه در داخل محوطه و ۱ ایستگاه خارج از محوطه بود. نمونه‌گیری توسط دستگاه دسی بل متر TES 1363 H انجام شد.



شکل ۳- محل‌های نمونه برداری از پارامترهای محیطی

تحقیقات انجام گرفت و پارامترهای مربوط به اسیدپتِه آب در آزمایشگاه این مرکز اندازه‌گیری شد. این نمونه برداریها در ۳ ایستگاه انجام شد. در فصل بهار نمونه برداری از آب چاه محوطه مرکز تحقیقات انجام گرفت. این نمونه به آزمایشگاه انتقال یافت

در نمونه برداریهای دیگری که در فصلهای پاییز و زمستان و بهار انجام گرفت، پارامترهای مربوط به خاک کشاورزی در آزمایشگاه موجود در مرکز تحقیقات اندازه‌گیری شد. در مورد آلودگی آب در فصل پاییز نمونه برداری در ۴ ایستگاه در مرکز

پنلهای خورشیدی به دست آمد و برای تعیین حجم مخزن زیست توده، با محاسبه حجم فاضلاب، تعداد اسب، تعداد مرغ در مرغداری، تعداد ماهی پرورشی و مساحت باغ و زمین کشاورزی این مهم محاسبه گردید.

- **روش دلفی:** پس از تعیین بار مصرفی برق مورد نیاز و طراحی تعداد پنلهای مورد نیاز از روشهای تصمیم‌گیری چند معیاره برای اولویت‌بندی و بررسی اثرات زیست محیطی استفاده شد.

ابتدا برای تعیین اثرات زیست محیطی پروژه از روش دلفی استفاده شد (۱۰).

جهت امتیاز دهی به معیارهای نیروگاههای تجدید پذیر در پارک ملی خجیر پس از تنظیم پرسشنامه و اصلاح نهایی آن یک گروه دلفی ۱۰ نفره که شامل متخصصان، کارشناسان و اساتید محیط زیست بودند، شکل گرفت. حجم جامعه آماری مخاطب (گروه دلفی) از رابطه ذیل به دست آمد.

$$n \geq \left[ \frac{\sum z_i - \left(\frac{x}{2}\right)}{e} \right] \quad \text{در این رابطه :}$$

n = حجم نمونه انتخابی

x = ضریب اطمینان

Z1 = جمعیت پایه

e = میزان خطا

سپس پرسشنامه بین آنها توزیع شد و از آنها خواسته شد که به معیارهای نیروگاههای تجدیدپذیر در پارک ملی خجیر بر طبق جدول زیر امتیاز دهی نمایند (۱۱).

و پارامترهای اکسیژن محلول، تیرگی، اسیدیته و دمای آب اندازه‌گیری شدند. این ۵ پارامتر با توجه به روش EPA از نمونه آب محوطه مرکز تحقیقات توسط نگارنده مورد آزمایش قرار گرفت. در این آزمایش نمونه آب توسط ظروف نمونه‌گیری جمع آوری شد و به آزمایشگاه ظرف مدت ۱ روز منتقل گردید. تستهای DO, TDS, EC, PH و دما توسط دستگاه مولتی متر (الکترو کاندکتیویته) انجام شد. تست BOD با انکوباتور اندازه‌گیری شد، به این شیوه که با دستگاه مولتی متر ابتدا DO آب اندازه‌گیری شد، سپس نمونه آب مورد نظر به مدت ۵ روز در انکوباتور قرار گرفت. بعد از ۵ روز DO دوباره توسط انکوباتور اندازه‌گیری گردید.

$$BOD = DO - \text{روز اول} - DO \text{ روز پنجم}$$

در مرحله بعد نمونه از لحاظ CO<sub>2</sub> توسط راکتور CO<sub>2</sub> اندازه‌گیری شد، که محدوده مقدار CO<sub>2</sub> به دست آمد و در اسپکتروفوتومتر CO<sub>2</sub> نهایی اندازه‌گیری شد.

بعد از انجام آزمایش بر روی نمونه‌ها، نتایج با جداول استاندارد مقایسه گردید. برای تحلیل و مقایسه با استاندارد EPA از روشهای آزمون آماری، توسط نرم افزار SPSS استفاده شد. نتیجه آن در ارزیابی میزان آلودگی موتورهای دیزلی و اثر آن بر محوطه محل قرارگیری مرکز تحقیقات بود.

- **روش تعیین ویژگیهای فنی نیروگاه:** برای تعیین مقدار پنل خورشیدی مورد نیاز میزان بار مصرفی، به صورت جزء به جزء، آمار هواشناسی ۳۰ ساله از منطقه مورد نظر تهیه گردید و طرح شماتیک از تعداد و مساحت تحت اشغال و هزینه

جدول ۱- طیف امتیاز دهی به معیارها (۱۱)

میزان تأثیر	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم
امتیاز	۵	۴	۳	۲

که نمره‌ای بالاتر از میانگین حسابی و هندسی کل پاسخهای به پرسشنامه (به ازای تک تک اعضا) داشتند، نگه داشته شدند و تعدادی از اثرات که میانگین حسابی یا هندسی کمتر از میانگین کل داشتند، حذف شدند.

در مجموع از ۱۰ پرسشنامه، تعداد ۸ عدد از آنها بازگشت داده شد. سپس جهت تلفیق نظرات و شناسایی نهایی اثرات زیست محیطی، از طریق نرم افزار Excel، میانگین حسابی و هندسی اهمیت اثرات زیست محیطی محاسبه گردید و آن دسته از اثرات

جدول ۲- پرسشنامه به کار رفته در ارزیابی معیارهای احداث نیروگاه تجدید پذیر  
بر مبنای پاسخ دهی به روش طیف لیکرت

اثرات زیست محیطی	احتمال اثر	شدت اثر	حساسیت محیط
۱			تغییر شکل زمین
۲			آتش سوزی
۳			بهره برداری از پوشش گیاهی با هدف تأمین مواد اولیه و..
۴			برداشت بی رویه آب زیر زمینی و خشکسالی
۵			آلودگی هوا
۶			آلودگی صدا
۷			آلودگی آب
۸			افزایش درجه حرارت محیط
۹			افزایش جمعیت ساکن در پارک ملی
۱۰			آلودگی خاک
۱۱			اثر بر زیستگاههای حساس
۱۲			اثر بر تنوع جانوران خشکی زی
۱۳			اثر بر زیبایی شناسی منطقه
۱۴			اثر بر تنوع پرندگان بومی
۱۵			تغییر فرهنگ جوامع بومی
۱۶			جابه جایی جاده های دسترسی و احداث جاده
۱۷			تغییر کاربری اراضی
۱۸			اثر بر محیط زیست رودخانه جاجرود
۱۹			از بین رفتن اراضی کشاورزی
۲۰			اثر بر خرد اقلیم
۲۱			بیکاری و ایجاد شغل های جدید
۲۲			تردد وسایل نقلیه در دشتهای منطقه
۲۳			ساخت سازه ها و لوله کشیهای مربوط به نیروگاه زیست توده
۲۴			کمبود امکانات و تجهیزات حفاظتی و ایمنی در منطقه
۲۵			رها سازی پسماندها و پسابها در منطقه
۲۶			عدم آگاهی بومیان از ارزشهای زیستی منطقه
۲۷			هزینه اولیه ساخت نیروگاه تجدید پذیر
۲۸			تعمیر و نگهداری نیروگاه تجدید پذیر
۲۹			اشغال زمین
۳۰			احداث نیروگاه تجدید پذیر



- روش تاپسیس

طبیعی توزیع شد و از آنها خواسته شد که با توجه به ۳ شاخص شدت اثر، احتمال وقوع پیامد (۱۲) و حساسیت محیط پذیرنده (۱۳)، کار نمره‌دهی به شدت اثر زیست محیطی مطابق جدول شماره ۱ را انجام دهند.

پس از آن جهت اولویت بندی اثرات زیست محیطی نیروگاههای تجدیدپذیر با استفاده از روش TOPSIS، پرسشنامه ای از نوع پرسشنامه‌های بسته، تهیه و تنظیم شد. سپس این پرسشنامه بین ۱۲ نفر از کارشناسان و متخصصان محیط زیست و منابع

جدول ۳- شاخص نمره‌دهی به پرسشنامه TOPSIS (۱۴)

نمره	
۱	اگر شدت اثر محیط زیستی خیلی کم باشد.
۳	اگر شدت اثر محیط زیستی کم باشد.
۵	اگر شدت اثر محیط زیستی متوسط باشد.
۷	اگر شدت اثر محیط زیستی زیاد باشد.
۹	اگر شدت اثر محیط زیستی خیلی زیاد باشد.
۱	اگر احتمال وقوع پیامد خیلی کم باشد.
۳	اگر احتمال وقوع پیامد کم باشد.
۵	اگر احتمال وقوع پیامد متوسط باشد.
۷	اگر احتمال وقوع پیامد زیاد باشد.
۹	اگر احتمال وقوع پیامد خیلی زیاد باشد.
۱	اگر محیط پذیرنده حساسیت خیلی کمی داشته باشد.
۳	اگر محیط پذیرنده حساسیت کمی داشته باشد.
۵	اگر محیط پذیرنده حساسیت متوسطی داشته باشد.
۷	اگر محیط پذیرنده حساسیت زیادی داشته باشد.
۹	اگر محیط پذیرنده حساسیت خیلی زیادی داشته باشد.

به یک ماتریس بی‌مقیاس تبدیل شد. در ادامه با استفاده از

$$V = N_D \cdot W_{n \times n}$$

رابطه

ماتریس بی‌مقیاس موزون محاسبه شد (به کمک نرم افزار Matlab و همچنین وزن دهی توسط کارشناسان و متخصصان محیط زیست ماتریس بی‌مقیاس موزون به دست آمد) که در آن  $V$ ، ماتریس بی‌مقیاس موزون،  $N_D$ ، ماتریسی است که امتیازات شاخصها در آن بی‌مقیاس و قابل مقایسه شده است و  $W$ ، یک ماتریس قطری از وزنهاى به دست آمده برای شاخصها

در ادامه مراحل تجزیه و تحلیل به روش TOPSIS به

صورت ذیل انجام شد: ابتدا تمامی ۱۲ پرسشنامه با استفاده از میانگین هندسی با یکدیگر تلفیق شدند و یک ماتریس نهایی شامل ۳ ستون (شاخصها) و ۳۰ سطر (اثرات زیست محیطی) به دست آمد که به آن ماتریس تصمیم (ماتریس  $D$ ) اتلاق شد. سپس ماتریس تصمیم گیری موجود (ماتریس  $D$ ) با استفاده از رابطه:

$$n_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m r_{ij}^2}}$$

(شدت اثر، احتمال وقوع و حساسیت محیط پذیرنده) می‌باشد. منفی ( $A_i^-$ ) مشخص شد. در مرحله بعد راه‌حل ایده‌آل مثبت ( $A_i^+$ ) و راه‌حل ایده‌آل

$$A^+ = \left\{ (\max_i V_{ij} \mid j \in J_1), (\min V_{ij} \mid j \in J_2) \mid i = 1, 2, \dots, n \right\}$$

$$A^- = \left\{ (\min_i V_{ij} \mid j \in J_1), (\max V_{ij} \mid j \in J_2) \mid i = 1, 2, \dots, m \right\}$$

$CI_i^+ = 0$  خواهد شد، بنابراین هر اثر زیست محیطی  $A_i$  به راه‌حل ایده‌آل نزدیکتر باشد، مقدار  $CI_i^+$  آن نیز به یک نزدیکتر خواهد بود.

در نهایت بر اساس ترتیب نزولی  $CI_i^+$  اثرات زیست محیطی بر اساس بیشترین اهمیت اولویت بندی شدند (۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۸، ۱۹ و ۲۰).

#### نتایج

**شناسایی محدوده بلافاصل:** اقلیم منطقه نیمه خشک خفیف می‌باشد، ارتفاع ۱۴۰۰ متر، نفوذپذیری متوسط، فرسایش سطحی متوسط و فرسایش رودخانه ای با عمق ۵۰ تا ۱۰۰ متر، بافت خاک لومی، لومی و شنی و لومی رسی می‌باشد، پوشش گیاهی در محدوده مورد نظر شامل آرتمیزیا و پسته وحشی و گیاهان علفی است، منطقه جزو مناطق پراکنش سنگ محسوب می‌گردد، از نظر زونهای حفاظتی مرکز تحقیقات در زون حفاظت شده یا بکر پارک ملی قرار گرفته است.

سپس فاصله اقلیدسی هر اثر زیست محیطی از ایده‌آل مثبت ( $d_j^+$ ) و فاصله هر اثر زیست محیطی تا ایده‌آل منفی ( $d_j^-$ ) بر اساس روابط زیر محاسبه شد.

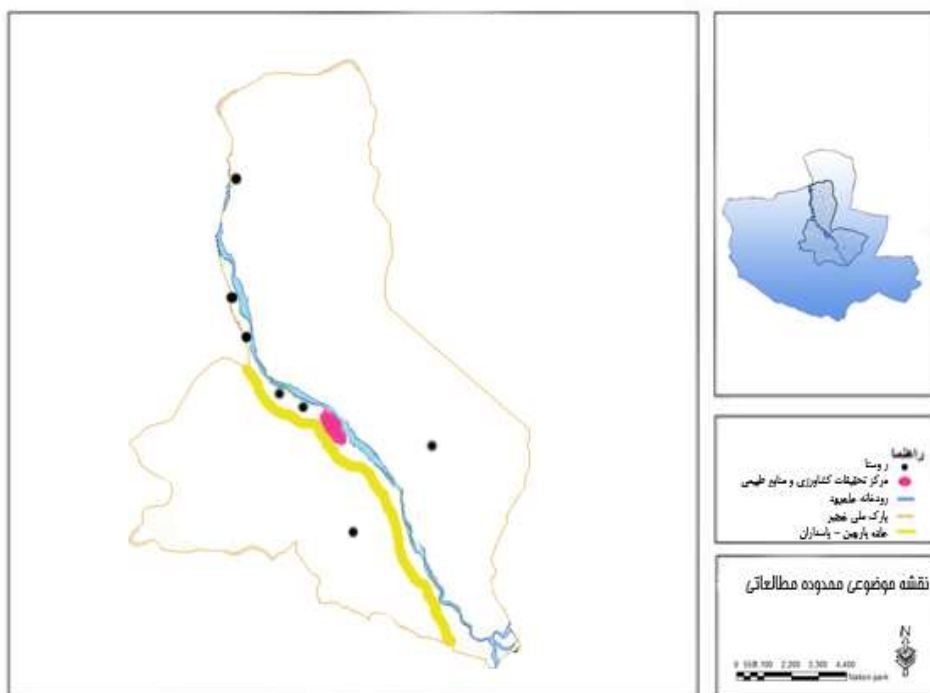
$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2}, \quad (i = 1, 2, \dots, m)$$

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}, \quad (i = 1, 2, \dots, m)$$

در مرحله بعد نزدیکی نسبی  $A_i$  به راه‌حل ایده‌آل به صورت زیر محاسبه گردید.

$$CI_i^+ = \frac{d_i^-}{(d_i^- + d_i^+)}, \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

(چنانچه  $A_i = A_i^+$  باشد، آنگاه  $d_i^+ = 0$  و  $CI_i^+ = 1$  می‌شود و در صورتی که  $A_i = A_i^-$  باشد، آنگاه  $d_i^- = 0$  و



شکل ۴- نقشه موضوعی محدوده مطالعاتی

نتایج نمونه برداری از پارامترهای محیطی: با توجه به نتایجی از وضعیت زیست محیطی منطقه به دست می آید. جدول نتایج نمونه برداری پارامترهای آب، خاک، هوا و صوت

جدول ۴- سنجش آلودگی آب

EC	pH	درصد گل آلودگی (تیرگی)※	ایستگاه
۶۴۸	۷/۰۱	۰/۰۳۲	محوطه اداری
۶۸۰	۷/۰۹	۰/۰۷۴	ایستگاه اسب
۶۱۱	۷/۱۲	۰/۰۴۵	باغ
۶۵۰	۶/۷۸	۱/۱۵۱	تعمیرگاه

جدول ۵- استاندارد آلودگی آب (۹)

	Fresh water
Oxygen, Dissolved	110
PH	6/5-9
TDS	Less than 300 = excellent 300-600= good 600-900=Fair 900-1,200=Poor Above 1,200= unacceptable
BOD	4/0 mg/l
EC	Forest area=100 Coastal plains=500 Highland=1500

جدول ۶- سنجش آلودگی هوا ( $\text{ug}/\text{m}^3$ )

فصل	PM <sub>10</sub>
پاییز ۹۱	۵۸
زمستان ۹۱	۴۹
بهار ۹۲	۶۳

جدول ۷- استاندارد آلودگی هوا (۹)

pollutant	Federal Primary Standard
PM <sub>10</sub>	50 $\text{ug}/\text{m}^3$ annual avg 150 $\text{ug}/\text{m}^3$ 24-hr avg

جدول ۸- سنجش آلودگی صوت

تراز صوتی (دسی بل)	نام ایستگاه
۷۹	ایستگاه جنب موتور خانه دیزل ژنراتور
۴۵	ایستگاه محوطه پرورش اسب
۵۲	ایستگاه ورودی مرکز تحقیقات
۶۰	ایستگاه جاده پارچین - پاسدارن

جدول ۹- استاندارد آلودگی صوت (۹)

Source(s)	Sound Levels <sup>2</sup> (dBA)
Wooded residential (Ldn) Rainfall	50
Quiet residential area Rural Residential (Ldn)	40

جدول ۱۰- سنجش آلودگی خاک

نتایج	واحد	نام پارامتر اندازه گیری شده
۱۲/۶	Ppm (mg/kg)	کرم
۳۷/۷	Ppm (mg/kg)	نیکل
۴۸/۳	Ppm (mg/kg)	سرب
<۰/۱	Ppm (mg/kg)	جیوه

جدول ۱۱- کیفیت خاک

فصل	PH	فسفر	پتاس	نیتروژن	مواد آلی OC	کرم	نیکل
پاییز	۷/۵	۲/۵	۱۹۲	۰/۰۰۲	۰/۲۹۲	۱۱	۳۸/۲
زمستان	۶/۵	۳	۱۸۷	۰/۰۰۴	۰/۲۹۹	۱۳/۲	۳۷/۱
بهار	۷	۲	۱۶۲	۰/۰۰۱	۰/۲۸۵	۱۲	۳۷

جدول ۱۲- استاندارد آلودگی خاک (۹)

Table	Soil (ug/g)	
	Agricultural or other property use	Residential/ Parkland/ Industrial/ Institutional/ Commercial/Community Property Use
Nickel	37	82
Chromium Total	67	70
Chromium VI	0/66	0/66
Zinc	290	290
Petroleum Hydrocarbons	17	25
DDT	0/078	1/4
Carbon Tetrachloride	0/05	0/05
Electrical Conductivity (mS/cm)	0/47	0/57

جدول ۱۳- نتیجه آزمون آماری فرض از آلودگیهای محیط زیست در محدوده مرکز تحقیقات کشاورزی در پارک ملی خجیر

نتیجه	آزمون T_min	پارامتر
فرض $H_0$ رد می شود	$P < 0/001$	گل آلودگی آب
فرض $H_0$ پذیرفته می شود	$P \geq 0/05$	PH آب
فرض $H_0$ رد می شود	$P < 0/05$	هدایت الکتریکی آب
فرض $H_0$ رد می شود	$P < 0/05$	ذرات معلق هوا
فرض $H_0$ رد می شود	$P < 0/05$	صوت
فرض $H_0$ پذیرفته می شود	$P \geq 0/05$	PH خاک
فرض $H_0$ رد می شود	$P \geq 0/05$	نیکل خاک

**نتایج آلودگی خاک:** آزمایش جذب اتمی نشان از آلودگی خاک به عناصر موجود در سوخت فسیلی دارد ولی در مقایسه با جداول استاندارد آلودگی در سطح پایین و غیر نگران کننده قرار دارد.

**نتایج روش دلفی و تاپسیس:** در مرحله بعد شناسایی اثرات زیست محیطی نیروگاه تجدید پذیر در مرکز تحقیقات کشاورزی واقع در پارک ملی خجیر با استفاده از روش دلفی صورت گرفت. در مرحله نهایی ۳۰ عامل شناسایی گردید. در ارزیابی اثرات زیست محیطی از سه شاخص شدت اثر، احتمال وقوع پیامد و حساسیت محیط پذیرنده استفاده گردید. سپس وزن دهی و با استفاده از روش تاپسیس تجزیه و تحلیل و اولویت بندی اثرات زیست محیطی انجام شد.

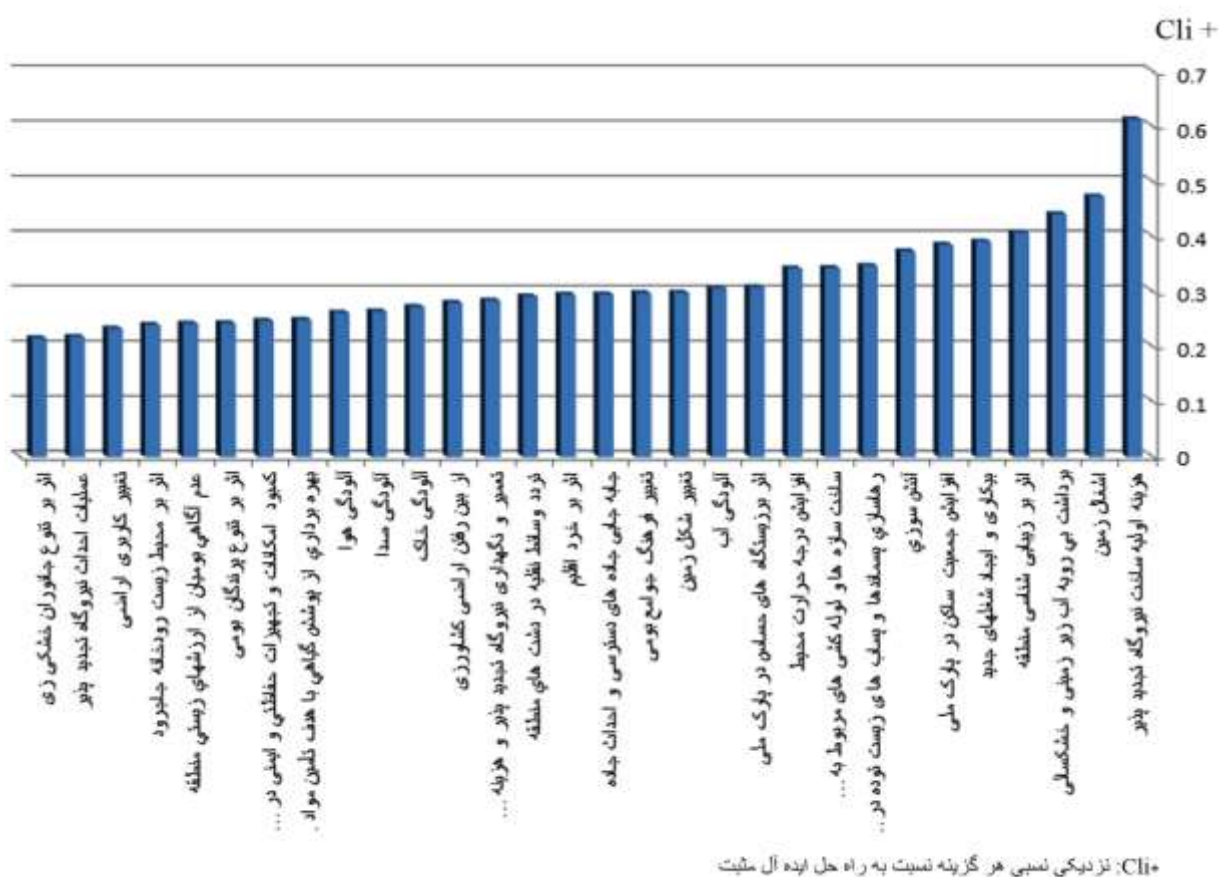
**وضعیت آب منطقه:** با توجه به سه فاکتور موجود در جدول و همچنین اندازه گیری BOD آب می توان نتیجه گرفت وضعیت آب در سطح قابل قبولی است، وضعیت اکسیژن خواهی آب کمتر از ۵ به دست آمد که نشان از این دارد که آب منطقه که از آب چاه استفاده می کنند در وضعیت مطلوبی قرار دارد.

**وضعیت هوا:** آزمایش هوای منطقه نشان از گرد و غبار و ذرات معلق در سطح پایین دارد.

**وضعیت آلودگی صوت:** نتایج آلودگی صوتی نشان از سر و صدای فراوان درون مرکز تحقیقات دارد ولی به علت محصور شدن مرکز در بین درختان بلند آلودگی صوت به خارج از محوطه انتقال پیدا نمی کند. در مجموع آلودگی صوتی در سطح استاندارد قرار دارد.

## جدول ۱۴- اولویت بندی اثرات زیست محیطی نیروگاه تجدیدپذیر

اثرات زیست محیطی	Cli+	رتبه
هزینه اولیه ساخت نیروگاه تجدید پذیر	۰/۶۱۳	۱
اشغال زمین	۰/۴۷۳	۲
برداشت بی رویه آب زیر زمینی و خشکسالی	۰/۴۴۱	۳
اثر بر زیبایی شناسی منطقه	۰/۴۰۷	۴
بیکاری و ایجاد شغل‌های جدید	۰/۳۹۱	۵
افزایش جمعیت ساکن در پارک ملی	۰/۳۸۵	۶
آتش سوزی	۰/۳۷۳	۷
رهاسازی پسماندها و پسابهای زیست توده در منطقه	۰/۳۴۷	۸
ساخت سازه‌ها و لوله کشیهای مربوط به نیروگاه زیست توده	۰/۳۴۳	۹
افزایش درجه حرارت محیط	۰/۳۴۲	۱۰
اثر بر زیستگاههای حساس در پارک ملی	۰/۳۰۸	۱۱
آلودگی آب	۰/۳۰۶	۱۲
تغییر شکل زمین	۰/۲۹۸	۱۳
تغییر فرهنگ جوامع بومی	۰/۲۹۷	۱۴
جابه جایی جاده های دسترسی و احداث جاده	۰/۲۹۵	۱۵
اثر بر خرد اقلیم	۰/۲۹۴	۱۶
تردد وسایل نقلیه در دشتهای منطقه	۰/۲۹۱	۱۷
تعمیر و نگهداری نیروگاه تجدید پذیر و هزینه های جاری	۰/۲۸۴	۱۸
از بین رفتن اراضی کشاورزی	۰/۲۸۰	۱۹
آلودگی خاک	۰/۲۷۲	۲۰
آلودگی صدا	۰/۲۶۴	۲۱
آلودگی هوا	۰/۲۶۲	۲۲
بهره برداری از پوشش گیاهی با هدف تأمین مواد اولیه و..	۰/۲۴۹	۲۳
کمبود امکانات و تجهیزات حفاظتی و ایمنی در منطقه	۰/۲۴۷	۲۴
اثر بر تنوع پرندگان بومی	۰/۲۴۳	۲۵
عدم آگاهی بومیان از ارزشهای زیستی منطقه	۰/۲۴۲	۲۶
اثر بر محیط زیست رودخانه جاجرود	۰/۲۴۰	۲۷
تغییر کاربری اراضی	۰/۲۳۳	۲۸
عملیات احداث نیروگاه تجدید پذیر	۰/۲۱۸	۲۹
اثر بر تنوع جانوران خشکی زی	۰/۲۱۵	۳۰



CLi+ : نزدیکی نسبی هر گزینه نسبت به راه حل ایده آل مثبت

شکل ۵- نتایج اولویت بندی اثرات زیست محیطی نیروگاههای تجدید پذیر با استفاده از روش تاپسیس

- ✓ هزینه اولیه ساخت نیروگاه تجدیدپذیر: پس از بررسیها و تعیین هزینههای ساخت نیروگاه تجدیدپذیر به دلیل بالا بودن این هزینه ها و مقایسه آن با هزینههای جاری ناشی از تعمیر و نگهداری و سوخت موتور دیزل نشان می دهد این عامل یکی از مهمترین موانع سد راه برای جایگزین کردن نیروگاه تجدید پذیر به نیروگاه فعلی مرکز تحقیقات می باشد.
- ✓ اشغال زمین: تعیین نتایج ویژگیهای فنی نیروگاه تجدید پذیر نشان از وسعت زیاد زمین مورد نیاز برای احداث این نیروگاه دارد که با توجه به مساحت مرکز تحقیقات و عدم وجود جای خالی مناسب درون مرکز تحقیقات و همچنین قرارگیری آن در زیستگاه حساس پارک ملی خجیر، اشغال زمین توسط نیروگاه تجدیدپذیر دومین مانع برای تغییر وضعیت حال حاضر مرکز تحقیقات کشاورزی می باشد.
- ✓ برداشت بی رویه آب زیر زمینی و خشکسالی: مخزن زیست توده و همچنین پاکسازی و نگهداری دراز مدت پنلهای خورشیدی احتیاج به آب دارد با توجه به مطالعات گذشته نگر در مرکز تحقیقات کشاورزی برای انجام کارهای تحقیقاتی خود هم اکنون دچار کمبود آب می باشند و آب یک عامل محدود کننده برای آنها به شمار می آید.
- ✓ اثر بر زیبایی شناسی منطقه: با توجه به نتایج تحقیقات گذشته در مورد احداث نیروگاههای تجدیدپذیر و عملیات لوله کشی و حفر زمین برای مخازن زیست توده و همچنین جاگذاری پنلهای خورشیدی در منطقه ای حساس مثل پارک ملی و با توجه به این مورد که مرکز تحقیقات در زون بکر پارک ملی قرار دارد این گونه ساخت و سازها بر زیبایی شناسی پارک ملی اثر منفی خواهد گذاشت.



هزینه هر کیلووات ۷۰ الی ۸۰ میلیون ریال می‌باشد که این رقم اگر در تعداد ۲۰۰ پنل ۳۰۰ واتی ضرب گردد هزینه اولیه خرید و نصب پنلها ۴۸۰۰۰۰۰۰۰۰ ریال می‌گردد. هزینه های باتری و نصب و تعمیرات هم به این هزینه ها افزوده می‌گردد، پنلها ۲۰ تا ۲۵ سال عمر مفید دارند.

در مورد نیروگاه زیست توده اگر مقدار بیوگاز تولیدی از فاضلاب انسانی، فضولات اسب، فضولات ماکیان و زایدات پرورش ماهی را محاسبه نماییم توان تولیدی برق از نیروگاه زیست توده ۷/۲ کیلووات خواهد شد.

$$\text{مقدار بیوگاز تولیدی} = (63 + 22/8 + 0.17) \text{m}^3/\text{day}$$

$$= 86/5 \text{ m}^3/\text{day} = 3/6 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{توان الکتریکی} = 3/6 \times 2 = 7/2 \text{ Kw}$$

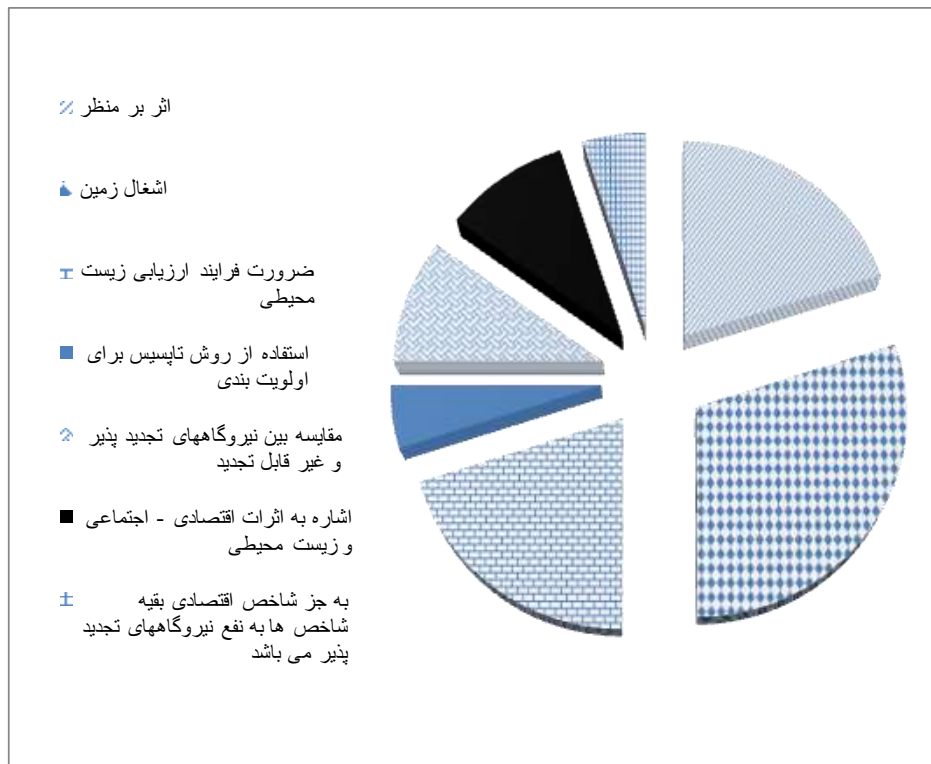
#### یافته ها

– مقایسه مطالعات گذشته در ایران و جهان با تحقیق حاضر

✓ **بیکاری و ایجاد شغل‌های جدید:** برچیدن موتور دیزل و جایگزین نمودن انرژی تجدید پذیر موجبات بیکار شدن عده ای از افراد بومی ساکن پارک می‌گردد و باعث ورود افراد جدید با تخصصهای مربوطه و افزایش جمعیت ساکن در پارک ملی می‌شود.

✓ **افزایش جمعیت ساکن در پارک ملی:** در صورتی که محدودیتها در پارک ملی اعمال نگردد به زودی روستاهای درون پارک نیز خواهان تهیه برق به این روش و تغییر چهره پارک ملی به منطقه‌ای صنعتی می‌شوند و از طرف دیگر این امر افزایش جمعیت را در پی خواهد داشت.

**نتایج محاسبه اشغال زمین توسط تجهیزات مورد نیاز برای نیروگاه تجدید پذیر:** اگر پنلهایی با توان ۳۰۰ وات و اندازه ۲ متر مربع و وزن تقریبی ۲۶ کیلوگرم مورد استفاده قرار گیرند برای توان برق مورد نیاز مرکز مورد نظر به تعداد ۲۰۰ پنل نیاز است و اگر فاصله پنلها از هم ۱/۵ متر باشد، زمینی به مساحت ۵۰۰ متر مربع نیاز است. از نظر هزینه در حال حاضر



شکل ۶- مقایسه مطالعات گذشته در ارتباط با تحقیق حاضر در جهان



شکل ۷- مقایسه مطالعات گذشته در ارتباط با تحقیق حاضر در ایران

### نتیجه گیری

سوخت و اثرات حمل و نقل سوخت به این منطقه در یک سال بسیار بیشتر خواهد بود ولی از طرف دیگر هزینه اولیه ساخت نیروگاه ظرف مدت ۵ سال (که دیگر هزینه سوخت و تعمیر دیزل ژنراتورها حذف شوند یا کاهش یابند) جبران خواهد شد. می توان گفت مهمترین مشکل یا اثر بازدارنده نیروگاه تجدید پذیر تعداد زیاد پنلهای خورشیدی مورد نیاز می باشد که این تعداد منطقه وسیعی را اشغال خواهد کرد و با توجه به محدودیت زمین برای این مرکز احداث آن غیر ممکن به نظر می رسد. شاید بهترین گزینه برای این مرکز تحقیقات ادامه دادن روش حال حاضر در برق رسانی به همراه استفاده از محصولات متنوع انرژی خورشیدی مانند آبگرمکن خورشیدی و پمپ آب خورشیدی و مخزن زیست توده در حد مورد نیاز مرکز تحقیقات به همراه تلفیق با موتورهای دیزل ژنراتور باشد زیرا به هر حال دیزل ژنراتورها برای این مرکز هزینه شده اند. از طرف دیگر این مرکز تحقیقات با این حجم کار صنعتی وجودش در منطقه ایجاد اشکال می نماید زیرا طبق دستورالعمل سازمان

پس از اینکه اثرات زیست محیطی شناسایی شدند و توسط مدل ریاضی اولویت بندی شدند، مهمترین اثرات منفی که احداث نیروگاه تجدیدپذیر در پارک ملی با همه محدودیتهاش خواهد گذاشت شامل: هزینه اولیه ساخت نیروگاه تجدید پذیر، اشغال زمین، برداشت بی رویه آب زیر زمینی و خشکسالی، اثر بر زیبایی شناسی منطقه، بیکاری و ایجاد شغل های جدید، افزایش جمعیت ساکن در پارک ملی و ... می باشد.

پس از به دست آمدن نتایج آلودگیهای زیست محیطی منطقه، توسط نرم افزار SPSS پارامترهای به دست آمده با استانداردهای زیست محیطی آلودگیها مقایسه شدند. نتایج حاکی از آن بود که موتورهای دیزلی آلودگی قابل ذکری در محدوده مورد نظر ایجاد نمی کنند و این اثرات در مقایسه با اثرات احداث نیروگاه تجدیدپذیر بسیار کم هزینه تر می باشند به عنوان مثال اثرات هزینه اولیه ساخت نیروگاه در مقایسه با اثرات جاری تعمیر و نگهداری دیزل ژنراتورها و هزینه های

محیط‌زیست فعالیتهای صنعتی در پارکهای ملی ممنوع می باشد. شاید بهتر باشد به این موضوع هم فکر شود که فعالیتهای پرورش طیور و ماهی و گلخانه ای مرکز تحقیقات به قسمتی خارج از پارک ملی منتقل شود و به حفاظت و بکر ماندن پارک ملی توجه بیشتری شود.

جدول ۱۵- خلاصه ای از اثرات مهم و راهکارهای کاهش آن به ترتیب اولویت

برنامه مدیریت زیست محیطی			
اثرات زیست محیطی	پیامد	راهکار کنترلی	زمان ممیزی و پایش
هزینه اولیه ساخت نیروگاه تجدید پذیر	تصمیم گیری در عدم استفاده از انرژیهای تجدیدپذیر	ایجاد موازنه بین درآمدها و هزینه در مرحله ساختمانی محاسبه زمان برگشت سرمایه در مرحله بهره برداری	در هر سال یکبار و از طریق ایجاد موازنه بین هزینه‌ها و درآمدها بررسی گردد
اشغال زمین	از بین رفتن زیستگاههای مهم و حساس از بین رفتن زمینهای مورد استفاده برای دیگر کاربرها در منطقه	نیاز به طراحی شماتیک محل قرارگیری نیروگاه و تجهیزات در مرحله ساختمانی استفاده از پشت بام ساختمانهای اداری موجود جهت نصب تجهیزات نیروگاه خورشیدی استفاده موردی و پراکنده از محصولات متنوع خورشیدی (چراغهای خورشیدی، پمپ آب خورشیدی، آبگرمکن خورشیدی)	در هر سال یکبار از طریق بررسی و مکانیابی دقیق و طراحی با رعایت اصول ساخت نیروگاهها
برداشت بی رویه آب زیر زمینی و خشکسالی	اختلال در کار نیروگاه زیست توده اختلال در آبیاری زمین کشاورزی و باغ منطقه اختلال در کارهای پژوهشی مرکز تحقیقات	ایجاد طرح تصفیه فاضلاب و پایش سیستم ایجاد چاه جذبی طراحی سیستم آبرسانی با کمترین هرز آب استفاده از آب استخرهای پرورش ماهی برای مصرف در مخزن بیوگاز در مرحله بهره برداری	هر ماه یکبار کیفیت آب و روشهای آبرسانی بررسی گردد
اثر بر زیبایی شناسی منطقه	از بین رفتن انسجام پارک ملی	استتار کلیه سازه‌های دائمی مرحله بهره برداری	در هر سال یکبار از استتار سازه‌ها اطمینان حاصل گردد
بیکاری نیروی کار قدیم و ایجاد شغل‌های جدید	بیکاری نیروهای بومی منطقه و ورود افراد جدید برای نگهداری نیروگاه	آموزش به افراد بومی و کارکنان قدیمی ساکن در محل	هر از ۵ سال از طریق مشاوره با جوامع بومی
افزایش جمعیت ساکن در پارک ملی	تخریب پارک ملی	احداث نیروگاه با قدرتی در حد نیازهای فعلی در مرحله ساختمانی	هر از ۵ سال سالنامه آماری

تنهایی عامل تهدید به شمار نمی‌آید، وجود مراکز نظامی و دیگر مراکز تحقیقاتی در این پارک ملی از عوامل تهدید محیط زیست منطقه هستند. اگر بتوان فعالیتهای صنعتی و گلخانه و

حجم زیاد برق مصرفی و فعالیتهای متنوع مرکز تحقیقات کشاورزی در پارک ملی خجیر از مسائل زیست محیطی پارک ملی خجیر به حساب می‌آید، البته این مرکز به

## منابع

۱. گروه پژوهشی انرژیهای نو، ۱۳۸۸، «مطالعات شناخت، امکان سنجی فنی و اقتصادی کاربرد طراحی سیستمهای هیبرید انرژیهای تجدید پذیر (باد، خورشیدی، زیست توده) در ایران»، گزارش نهایی سازمان انرژیهای نو ایران - پژوهشگاه نیرو.
2. Lapcik, Vladimír, 2012, Solar Energetics And Its Environmental Impact , GeoScience Engineering Volume LVI (2010), No.2, <http://gse.vsb.cz> p. 10-16, ISSN 1802-5420
3. Ak, Ronay, Canan algan, Comparison of Energy Storage Alternatives Using Fuzzy TOPSIS Method, Proceedings of the World Congress on Engineering 2011 Vol II, WCE 2011, July 6 - 8, 2011, London, U.K.
4. Stougie, Lydia, 2012, Electricity production from renewable and nonrenewable energy sources: a comparison of environmental, economic and social sustainability indicators with exergy losses throughout the supply chain, The 25th International Conference ON Efficiency, Cost, Optimization, Simulation and Environmental Impact of Energy Systems June 26-29, 2012, Perugia, Italy.
۵. عرب پور، فرزانه. کوکبی، مهرداد، «تولید انرژی الکتریکی از انرژی خورشیدی توسط سلولهای خورشیدی پلیمری: شرایط کنونی، چالشها»، نخستین همایش ملی انرژی باد و خورشید، سوم و چهارم اسفند ماه سال ۱۳۹۰، تهران.
۶. زیدآبادی نژاد، امید. محمدیان، محسن. شاهقلیان، غضنفر (۱۳۹۰)، مدل سازی و بهینه سازی اقتصادی سیستم هیبرید تولید انرژی متصل به شبکه با استفاده از نرم افزار HOMER، دومین همایش بیوانرژی ایران (بیوماس و بیوگاز)، تهران، هم اندیشان انرژی کیمیا،

فعالتهای تحقیقاتی وسیع مرکز تحقیقات را به مراکزی در خارج از پارک ملی منتقل نمود می توان برای فعالتهای تحقیقاتی کوچک از انرژیهای تجدید پذیر خصوصاً پنلهای خورشیدی به میزان محدود استفاده نمود. زیرا با این وسعت کاری استفاده از انرژی تجدیدپذیر در آینده در این پارک ملی تبدیل به عامل تهدید دیگری خواهد شد و علاوه بر آن فعالتهای صنعتی دیگری در پوشش ظاهری تأمین برق از انرژی تجدیدپذیر ممکن است ایجاد گردند و هرکدام باعث تخریب قسمتی از محیط زیست پارک ملی شوند.

## پیشنهادها

- ۱- در صورت تمایل به استفاده از انرژیهای تجدیدپذیر نیمی از برق تولیدی توسط دیزل ژنراتورها تأمین گردد و در حجم و مساحت کوچکتری از پنلهای خورشیدی استفاده گردد تا از اشغال زمین جلوگیری شود.
- ۲- با توجه به مقدار برق تولیدی از انرژی زیست توده در این مرکز که رقم ۷/۲ کیلووات خواهد بود و بسیار ناچیز است و از طرفی مصرف آب را افزایش می دهد سامانه زیست توده پیشنهاد نمی گردد.
- ۳- در صورت استفاده از پنلهای خورشیدی در مقیاس کوچک، زمین کشاورزی موجود در مرکز تحقیقات می تواند مورد خوبی باشد .
- ۴- نصب دستگاه تصفیه آب به منظور تصفیه پساب و برداشت کمتر آب زیر زمینی در منطقه.
- ۵- فرهنگ سازی زیست محیطی در بین مردم و روستاهای درون پارک ملی خجیر در خصوص پسماندها و پسابها.
- ۶- اصلاح و احیای پوشش گیاهی در محلهای احداث جادههای فرعی و در داخل مرکز تحقیقات.
- ۷- مبارزه با تخریب پوشش گیاهی و مبارزه با وارد نمودن گونه های جدید به منطقه.
- ۸- همکاری با سازمان حفاظت محیط زیست در خصوص احیای گونه های گیاهی و جانوری بومی و پرورش آن در سایت های موجود در مرکز تحقیقات.

14. Dagdeviren, M, Yavuz, S, Kılınç, N, 2009, Weapon selection using the AHP and TOPSIS methods under fuzzy environment, Expert Systems with Applications, Volume 36 Issue 4, May, 2009, Pages 8143-8151
15. Opricovic, S, Hshiang Tzeng, G, 2004, Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS, European Journal of Operational Research, vol 156, 445-455
16. Mahmoodzadeh, S. et al., 2007, Project Selection by Using Fuzzy AHP and TOPSIS Technique, World Academy of Science, Engineering and Technology, International Journal of Social, Management, Economics and Business Engineering Vol:1 No:6, 2007
17. Önüt S. and Soner S.: Transshipment site selection using the AHP and TOPSIS approaches under fuzzy environment, Waste Management 28 1552-1559, 2008.
18. Dodangeh, J, Yusuff, R, Jassbi, J, Using Topsis Method with Goal Programming for Best selection of Strategic Plans in BSC Model, Journal of American Science 2010;6(3)
19. TOPSIS Technique, International Journal of Human and Social Sciences 1:3, 2007
۲۰. اصغرپور، محمد جواد «تصمیم گیریهای چند معیاره»، شماره چاپ: نهم، تهران، سال ۱۳۹۰، موسسه انتشارات دانشگاه تهران - صفحات ۶۴-۶۵.
- [http://www.civilica.com/Paper-BIOENERGY02-BIOENERGY02\\_048.html](http://www.civilica.com/Paper-BIOENERGY02-BIOENERGY02_048.html)
۷. حسنی، عبدالمجید. صنیعی، محسن (۱۳۹۰) «بررسی و مقایسه دو روش طراحی نیروگاه فتوولتائیک»، نخستین همایش ملی انرژی باد و خورشید، تهران، هم اندیشان انرژی کیمیا،  
[http://www.civilica.com/Paper-WINDCONF01-WINDCONF01\\_023.html](http://www.civilica.com/Paper-WINDCONF01-WINDCONF01_023.html)
۸. مهندسین مشاور بوم آباد، (۱۳۸۱)، «طرح مدیریت زیست محیطی منطقه جاجرد»، گزارش علمی سازمان حفاظت محیط زیست، جلد ۱۵، صفحات ۳ - ۶.
9. United state Environmental Protection Agency,  
<http://www2.epa.gov/laws-regulations>
10. Tsaur S.H., Wang C. H. (2007), The Evaluation of Sustainable Tourism Development by Analytic Hierarchy Process and Fuzzy Set Theory: An Empirical Study on the Green Island in Taiwan, Asia Pacific Journal of Tourism Research, Vol. 12, No. 2, P:127-145 .
11. Kulas J, Stachowski A. Middle category endorsement in odd-numbered Likert response scales: Associated item characteristics, cognitive demands, and preferred meanings. Journal of Research in Personality 2009; 43 (2009): 489-493
12. Beer.T. Ismail-Zadeh, Environmental Risk and Sustainability, journal of Risk Science and Sustainability Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 39-62, 2003
13. Zhijun, T, Jiquan, Z, Xingpeng, L 2009, GIS-based risk assessment of grassland fire disaster in western Jilin province, China, Stoch Environ Res Risk Assess, 23:463-471