



Available online: <https://ijhe.tums.ac.ir>

مقاله پژوهشی

## طراحی ابزار شناسایی و اولویت‌بندی اثرات ساخت و بهره‌برداری نیروگاه‌های سیکل ترکیبی بر سلامت جسمی

حمید کاریاب<sup>۱</sup>، رضا قنبری<sup>۱</sup>، مهدی رنجبران<sup>۲</sup>، امیرمسعود طاهرخانی<sup>۱\*</sup>

۱- گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران  
۲- گروه اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران

### چکیده

### اطلاعات مقاله:

زمینه و هدف: نظر به ماهیت بسیاری از پروژه‌های عمرانی، ارزیابی اثرات آنها بر سلامت انسان ضروری است. با توجه به فقدان الگوی مشخص، هدف از اجرای این مطالعه ارائه ابزاری جهت اولویت‌بندی اثرات ساخت و بهره‌برداری نیروگاه سیکل ترکیبی بر سلامت جسمی بود.

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۷/۰۵  
تاریخ ویرایش: ۹۹/۰۹/۱۸  
تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۹/۲۴  
تاریخ انتشار: ۹۹/۰۹/۳۰

روش بررسی: با مرور مستندات و مصاحبه با ۱۵ متخصص، متغیرهای موثر بر سلامت جسمی در ساخت و بهره‌برداری نیروگاه‌های سیکل ترکیبی شناسایی شدند. سپس سنجش روایی محتوایی گویه‌ها انجام و پرسشنامه احصاء شده جهت تعیین دامنه، مدت، احتمال، بزرگی و گستردگی اثرات بهداشتی با استفاده از مقیاس چند گزینه‌ای لیکرت در اختیار متخصصان گذاشته شد. در نهایت با روشی ابداعی فاکتورهای دارای اولویت زیاد برای ارزیابی اثرات تعیین شدند.

واژگان کلیدی: اولویت‌بندی، تعیین دامنه، ارزیابی اثرات بهداشتی، نیروگاه سیکل ترکیبی، پیوست سلامت

یافته‌ها: براساس نظرات متخصصین، ۴۸۰ گویه موثر بر سلامت جسمی در ساخت و بهره‌برداری از نیروگاه‌های سیکل ترکیبی شناسایی شد که پس از تعیین شاخص و نسبت روایی محتوایی تعداد ۴۱ گویه حذف گردید. نتایج مطالعه نشان می‌دهد که بیماری‌های منتسب به انتشار ذرات معلق ( $PM_{2.5}$  و  $PM_{10}$ )، بیماری‌های منتسب به انتشار ( $SO_2$ ) و بیماری‌های منتسب به انتشار اکسیدهای ازت در شرایط عادی و اضطراری مهمترین اثرات مرتبط با ساخت نیروگاه‌های سیکل ترکیبی را تشکیل می‌دهد.

پست الکترونیکی نویسنده مسئول:

[amirmasood.taherkhani@gmail.com](mailto:amirmasood.taherkhani@gmail.com)

نتیجه‌گیری: روش ارائه شده در این مطالعه، شناسایی فاکتورهای مؤثر بر سلامت جسمی، تعیین دامنه و اولویت‌بندی آنها را جهت ارزیابی اثرات ساخت و بهره‌برداری از نیروگاه سیکل ترکیبی بر سلامت جسمی قابل اجرا می‌نماید.

## مقدمه

رشد پرشتاب صنعت و درهم‌تنیدگی آن با تاروپود زندگی فیزیکی، اجتماعی و محیط زیستی انسان، موجب آن شده است که به پتانسیل اثرات ناخواسته صنایع گوناگون در زوایای محیط زیستی و اجتماعی نگریسته شود و ارزیابی اثر بر محیط زیست (Environmental Impact Assessment (EIA)) به پروژه‌ها، طرح‌ها، سیاست‌ها و یا برنامه‌های در دست اجرا الحاق شود که از دهه ۱۹۹۰ میلادی ارزیابی اثر بر سلامت (Health Impact Assessment (HIA)) به پروژه‌های صنعتی پیوست گردیده و سازمان جهانی بهداشت نیز در توسعه اندیشه HIA، نقش حمایتی ویژه‌ای را برعهده گرفته است (۱). مشکلات محیط زیستی بر سلامت انسان تاثیر می‌گذارد و این مسئله به تدریج باعث شده توجه به ارزیابی اثرات سلامت افزایش یابد (۲) و در برخی از کشورها، به‌عنوان مثال، تابلند، HIA به بخش اجباری EIA تبدیل شده است (۳). از اوایل قرن ۲۱ میلادی، افزایش نگرانی در مورد مسائل بهداشتی در اجرای پروژه‌ها باعث شد تا معیارهای بیشتری در سراسر جهان به EIA داده شود (۴). در نتیجه بسیاری از کشورها، از جمله انگلستان، استرالیا و نیوزیلند، تلاش کرده‌اند تا با بهبود EIA و ایجاد HIA، پیشرفت ارزیابی را تقویت کنند (۵، ۶). با این حال، همان‌طور که تحقیقات مختلف نشان داده‌اند، به دلیل فقدان قوانین اجرایی و تکنیک‌های پیاده‌سازی، پشتیبانی و منابع و کمبود متخصصان ماهر، ملاحظات بهداشتی و سلامتی در جریان مطالعات EIA غالباً نادیده گرفته می‌شوند (۷). در ایران بعد از ابلاغ استانداردهای ملی پیوست سلامت در سال ۱۳۹۲، انجام ارزیابی اثرات بهداشتی برای طرح‌های بزرگ توسعه‌ای الزامی و HIA به‌عنوان یک بخش مجزا در نظر گرفته شد (۸). هدف HIA، ارزیابی اثرات مثبت و منفی و به حداقل رساندن تاثیرات بهداشتی منفی از سیاست‌ها، برنامه‌ها یا پروژه‌های پیشنهادی و سپس توصیه‌های مناسب برای به حداکثر رساندن تاثیرات مثبت انجام پروژه است (۹).

این فرایند اطلاعاتی درباره تاثیرات مورد انتظار تصمیم‌ها بر سلامت و تعیین‌کننده‌های آن، فراهم می‌کند که می‌توان به‌عنوان حمایت از سلامت عمومی یا به‌عنوان انتقال دانش از تولیدکننده اطلاعات به تصمیم‌گیرندگان تصور کرد (۱۰، ۱۱). از پروژه‌های صنعتی بسیار کارآمد، انعطاف‌پذیر، مقرون به صرفه برای تولید برق که امروزه در بسیاری از نقاط دنیا و همچنین ایران در حال ساخت و بهره‌برداری هست، نیروگاه سیکل ترکیبی است که ترکیبی از توربین بخار و توربین گازی است، به‌نحوی که ژنراتور توربین گازی، برق را تولید می‌کند. در عین حال انرژی حرارتی تلف شده از توربین گاز باعث تولید بخار در توربین بخار و تولید برق اضافی و افزایش راندمان می‌شود (۱۵-۱۲). علیرغم بازده انرژی بالا، کاربرد این تکنولوژی در تولید برق اثرات سلامتی برجسته‌ای را به‌همراه خواهد داشت. با توجه به اهمیت حفاظت از سلامت جسمی و نقش اثبات شده اجرای طرح‌های عمرانی، از جمله طرح‌های ساخت نیروگاه‌ها، در تهدید سلامت انسان، هدف از اجرای این مطالعه ارائه روشی کارآمد جهت اولویت‌بندی و ارزیابی اثرات ساخت و بهره‌برداری از نیروگاه سیکل ترکیبی بر سلامت جسمی بود.

## مواد و روش‌ها

این مطالعه یک بررسی تحلیلی است که با هدف رتبه‌بندی اثرات سلامت ساخت و بهره‌برداری نیروگاه سیکل ترکیبی در فاصله سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ به اجرا رسید. ابتدا جهت شناسایی متغیرهای موثر بر سلامت جسمی در نیروگاه‌های سیکل ترکیبی از مرور مستندات، مصاحبه با متخصصین، دانش و تجربه گروهی از کارشناسان و صاحب‌نظران استفاده شد با توجه به نوع آلاینده‌های پیش‌بینی شده نیروگاه به تفکیک فاز ساختمانی و بهره‌برداری، اثرات احداث نیروگاه بر مولفه‌های بهداشت محیطی در سه محدوده بلافاصله، تحت اثرات مستقیم و تحت اثرات غیرمستقیم و در شرایط عادی و اضطراری مورد بررسی قرار گرفت. سپس تعیین دامنه متغیرهای موثر بر سلامت جسمی و اولویت‌بندی انجام شد.

مهندسی بهداشت محیط، بهداشت حرفه‌ای، مهندسی محیط زیست، اپیدمیولوژی، آمار حیاتی و بهداشت عمومی با سابقه کار توزیع شد. ضمناً در جلسه‌ای نظرات پانل خبرگان، متشکل از تخصص‌های ارائه شده قبلی، اخذ و اصلاحات لازم در پرسشنامه انجام شد. برای بررسی روایی محتوایی آزمون، شاخص روایی محتوا ((Content Validity Index (CVI) و نسبت روایی محتوا ((Content Validity Ratio (CVR) محاسبه شد. جهت بررسی CVI از روش والتز و باسل (Waltz & Bausell) استفاده شد؛ بدین صورت که متخصصان «مربوط بودن»، «واضح بودن» و «ساده بودن» هر گویه را براساس یک طیف لیکرتی ۴ قسمتی مشخص کردند. حداقل مقدار قابل قبول برای شاخص CVI برابر با ۰/۷۹ در نظر گرفته شد و اگر شاخص CVI گویه‌ای کمتر از ۰/۷۹ باشد آن گویه حذف می‌گردد (۲۰-۱۷). جهت اطمینان از اینکه آیا مهمترین و صحیح‌ترین محتوا (ضرورت آیتم) انتخاب شده است از CVR استفاده شد. اساس این روش، به میزان مرتبط بودن گویه‌ها بر پایه قضاوت پانل خبرگان، بنا نهاده شده است. جهت محاسبه این شاخص از نظردهی اعضای پانل به لیکرت سه بخشی «گویه ضروری است»، «گویه مفید ولی ضروری نیست» و «گویه ضرورتی ندارد» استفاده شد. سپس طبق معادله ۱ میزان نسبت روایی محاسبه شد. در این معادله  $ne$  تعدادی از اعضای پانل است که آن گویه یا سوال را «ضروری» تشخیص داده‌اند و  $n$  تعداد کل اعضای پانل است (۲۱، ۲۲).

$$CVR = \frac{ne - n/2}{n/2} \quad (1)$$

نسبت‌های محاسبه شده برای هر گویه با اعداد ارائه شده توسط Lawshe مقایسه و در صورتی که بزرگ‌تر از مقادیر جدول لاوشه (حداقل مقادیر CVR قابل قبول برای تعداد متفاوتی از اعضای پانل ارزیابی کننده سوال) بود، نسبت روایی محتوایی آن آیتم مورد تایید قرار گرفت (۱۹)،

## شناسایی و تعیین متغیرها

شناسایی اولیه متغیرها و طراحی پرسشنامه (ضمائم) با استفاده از متون علمی، مقالات و نظرات متخصصینی از ۱۵ رشته تخصصی مشتمل بر مهندسی بهداشت محیط، بهداشت حرفه‌ای، مهندسی محیط زیست، اپیدمیولوژی، آمار حیاتی و بهداشت عمومی انجام شد. در طی این مرحله فاکتورهای موثر بر سلامت جسمی در احداث نیروگاه سیکل ترکیبی با استفاده از مرور مستندات برگزاری جلسات طوفان فکری، شناسایی و مورد تحلیل قرار گرفتند. گویه‌های انتخاب شده برای اخذ نظر متخصصان به صورت یک پرسشنامه در قالب ۸ سناریو (مشتمل بر سناریوی اول: شرایط عادی، شعاع اثرات بلافصل و مرحله ساخت؛ سناریوی دوم: شرایط عادی، شعاع اثرات بلافصل و مرحله بهره برداری؛ سناریوی سوم: شرایط عادی، شعاع اثرات خارج بلافصل و مرحله ساخت؛ سناریوی چهارم: شرایط عادی، شعاع اثرات خارج بلافصل و مرحله بهره برداری؛ سناریوی پنجم: شرایط اضطراری، شعاع اثرات بلافصل و مرحله ساخت؛ سناریوی ششم: شرایط اضطراری، شعاع اثرات بلافصل و مرحله بهره برداری؛ سناریوی هفتم: شرایط اضطراری، شعاع اثرات خارج بلافصل و مرحله ساخت؛ و سناریوی هشتم: شرایط اضطراری، شعاع اثرات خارج بلافصل و مرحله بهره برداری) استخراج گردید. در این مطالعه آتش‌سوزی، انفجار، سیل و زلزله شرایط اضطراری تلقی شدند. همچنین محدوده بلافصل، محدوده‌ای که پروژه در آن صورت می‌پذیرد و محدوده خارج بلافصل، محدوده‌ای در نظر گرفته شد که اثرات مستقیم و غیرمستقیم بهداشتی در مکانی فراتر از محل اجرای پروژه حادث گردند (۱۶).

## بررسی روایی ابزار

به منظور بررسی روایی محتوایی، ابزار تهیه شده از مرحله قبلی در بین ۱۵ نفر از صاحب نظران و متخصصین

تا «خیلی زیاد» از ۱ تا ۴ نمره‌دهی شد (۱). در تعاریف اصطلاحات ارائه شده در جدول ۱ قطعیت وجود ندارد. ولی در این مطالعه در نهایت در پس زمینه فرایند تحلیل اثر بر سلامت، امتیاز اثرات احتمالی با رهیافتی نیمه کمی مورد سنجش و امتیازدهی قرار داده شد. برتری این شیوه در آن بود که اعضای گروه قادر بودند تا طرح عملکردی خود را براساس اولویت‌بندی، برنامه‌ریزی نمایند (۱).

با توجه به آنکه ساخت نیروگاه سیکل ترکیبی جزء پروژه‌های شعاعی است، انتظار می‌رود دامنه آثار و پیامدهای ناشی از فعالیت‌ها در دو فاز احداث و بهره برداری از مرکز دایره یعنی محل استقرار پروژه (محدوده بلافصل) به نسبت شعاع دایره کم گردد. لذا بدیهی است که شدت و دامنه این آثار و پیامدها با فاصله از محل پروژه، رابطه عکس دارد. بدین مفهوم که با افزایش فاصله از محور استقرار، آثار و پیامدها از شدت کمتری برخوردار خواهند بود. لذا انتخاب روشی که بتواند از یک

۲۱، ۲۳-۲۵). طبق جدول Lawshe سوالاتی که CVR بیشتر از ۰/۴۹ دارند ضروری و مهم تلقی شدند که در این مطالعه تصمیم گرفته شد سوالاتی با CVR بیش از ۰/۴۷ در پرسشنامه حفظ شوند و مابقی آنها حذف گردید (۲۳). بدین ترتیب پرسشنامه تعیین دامنه متغیرهای شناسایی شده موثر بر سلامت در نیروگاه‌های سیکل ترکیبی تهیه شد.

### تعیین دامنه اثرات

هدف از اجرای این مرحله رتبه دهی هر یک از متغیرها براساس مدت، احتمال، بزرگی و گستردگی اثرات بهداشتی آنها در مراحل مختلف ساخت نیروگاه و شرایط عادی و اضطراری بود. جهت این کار، رتبه دهی هر یک از متغیرها براساس مدت، احتمال، بزرگی و گستردگی اثرات بهداشتی آنها با استفاده از مقیاس چهار گزینه‌ای لیکرت انجام پذیرفت. مطابق با جدول ۱، در این بخش بزرگی اثر، احتمال اثر، مدت اثر و گستردگی اثر از گزینه «کم» و «متوسط» و «زیاد»

جدول ۱- راهنمای توصیف مدت، احتمال، بزرگی و گستردگی اثرات بهداشتی در تعیین دامنه (۱، ۲۶، ۲۷)

سطح اثر امتیاز	بزرگی اثر	احتمال اثر	مدت اثر	گستردگی اثر
کم	۱	اثر ناچیز و قابل درک نیست	(خیلی کم) احتمال وقوع در طول عمر خیلی کم است	(فردی) موارد انفرادی
متوسط	۲	افرادى که تحت اثر قرار گرفته‌اند می‌توانند به آسانی با اثر سازش یافته‌گاه‌گاهی در طول عمر و سطح پیش از اثر خود را بازیابند	(گاه‌به‌گاه) رخ می‌دهد	(محلی) اثر محدود و کم بر خانوارها
زیاد	۳	افرادى که تحت اثر قرار گرفته‌اند می‌توانند با اثر سازش یافته و می‌توانند با حمایت، سطح سلامت پیش از اثر خود را بازیابند	(محتمل) در طول عمر چندین بار رخ می‌دهد	(منطقه‌ای) تمام جوامع پیرامونی، سطح روستا، سطوح منطقه‌ای
خیلی زیاد	۴	افرادى که تحت اثر قرار گرفته‌اند نمی‌توانند با اثر بر سلامت سازش یافته و سطح سلامت پیش از اثر خود را بازیابند.	(مکرر) به‌طور مکرر رخ می‌دهد	(فرا منطقه‌ای) فرا تر از جوامع پیرامونی، سطوح ملی، جهانی

محاسبات توسط محقق انجام و ستون‌هایی دارای عدد یک در امتیاز مربوطه ضرب و در نهایت در یک جدول از مجموع نظرات متخصصین معدل (میانگین) گرفته شد. در مرحله آخر میانگین نمره به دست آمده، بزرگی، احتمال، مدت و گستردگی اثر در هم ضرب و امتیاز کل هر متغیر به دست آمد. براساس این روش امتیاز هر متغیر مطابق با جدول ۲ در پنج سطح و در محدوده ۱ تا ۲۵۶ گسترده شد.

### یافته‌ها

همانگونه که در جدول ۳ ارائه شده است، تعداد کل گویه‌های اولیه شناسایی شده پس از اصلاح از نظر دستور زبان فارسی، نحوه نگارش، استفاده از کلمات مناسب، در بعضی موارد ادغام چند گویه با هم، قرارگیری گویه‌ها در جای مناسب خود، مشتمل بر ۴۸۰ گویه بود که شامل ۶۰ معیار فرعی در فاز ساخت و بهره برداری بود. مطابق با اطلاعات ارائه شده در این جدول، متغیرهای شناسایی شده در ۸ معیار اصلی و هر یک از معیارهای اصلی در چند معیار فرعی طبقه‌بندی شدند. ضمناً چون سلامت جسمی ملاک نظر مطالعه بود، هر معیار فرعی به صورت یک بیماری یا عارضه بیان شد. همچنین تاکید می‌گردد که در این مطالعه صرفاً متغیرهای موثر بر سلامت جسمی مورد توجه قرار گرفت. بدیهی است فاکتورهای مهم دیگری نظیر جنبه‌های سلامت روانی و سلامت اجتماعی موضوع مطالعه حاضر نیست.

طرف منعکس کننده اثرات بوده و از طرف دیگر دارای نواقص اندکی باشد، مورد توجه قرار گرفت.

در جمع بندی انجام شده توسط متخصصین همکار در تیم مطالعه، روش ماتریس به عنوان یک روش رایج که دارای قضاوت‌های کلی از میانگین و فاقد تفکیک زمانی و مکانی است، برای تعیین دامنه و اولویت بندی اثرات انتخاب شد. در انتخاب ماتریس به اصل استاندارد بودن، علمی بودن نسبی و تکرارپذیری شاخص‌های ارزیابی توجه شد (۲۸). اساس کار در ماتریس نمره‌دهی به اثرات گویه‌ها و در نهایت جمع جبری اعداد بود (۲۹، ۳۰). جهت تعیین دامنه و اولویت بندی اثرات، پرسشنامه با ۸ سناریو در قالب ۴ جدول طراحی شد. جهت اولویت بندی اثرات (گویه‌ها)، از ماتریس جدید ۴ سطحی استفاده شد. چهار پیامد گوناگون (احتمال اثر، مدت اثر، بزرگی و گستردگی اثر) مورد سنجش قرار گرفت. برون‌دهی این سنجش، امتیاز میان صفر تا سه برای هر پیامد بود (۱) ولی از آنجاکه پرسشنامه در اختیار چندین متخصص قرار گرفته که نسبت به پیامدها نظرات خود را اعلام نموده‌اند، برای لحاظ کردن همه نظرات و امتیازدهی صورت گرفته از میانگین امتیاز به دست آمده هر سوال استفاده شد. برای از بین بردن خطا نیز کمترین امتیاز ۱ و بیشترین امتیاز ۴ در نظر گرفته شد.

جهت تعیین دامنه، پرسشنامه در اختیار متخصصین قرار گرفت. ایشان جداگانه پیامد بزرگی، احتمال، مدت و گستردگی اثر را به صورت صفر و یک تعیین نمودند. سپس

جدول ۲- سطوح امتیاز گویه‌ها جهت سطح بندی در مطالعه

محدوده امتیاز	سطح	ردیف
۱۲۸-۲۵۶	یک	۱
۶۴-۱۲۸	دو	۲
۳۲-۶۴	سه	۳
۱۶-۳۲	چهار	۴
۱-۱۶	پنج	۵

جدول ۳- معیارهای اصلی و فرعی شناسایی شده موثر بر سلامت جسمی در احداث نیروگاه‌های سیکل ترکیبی

معیار اصلی	معیارهای فرعی
آلاینده‌های آب‌های سطحی و زیرزمینی	بیماری‌های منتسب به مواجهه با پارامترهای شیمیایی غیرسمی، بیماری‌های منتسب به مواجهه پارامترهای معدنی سمی (نظیر کبالت، سرب، کادمیوم، نیکل، جیوه و آرسنیک)، بیماری‌های منتسب به کاربرد سموم ارگانیک (نظیر کلره، فسفره، کاربامات‌ها و پیروترئوئیدها)، بیماری‌های منتسب به سایر پارامترهای شیمیایی آلی (نظیر TPH، PAHs، PCBs، DBPs و رادیونوکلئیدها)
آلاینده‌های هوا	بیماری‌های منتسب به انتشار (SO <sub>2</sub> )، بیماری‌های منتسب به انتشار ذرات معلق (PM <sub>2.5</sub> و PM <sub>10</sub> )، بیماری‌های منتسب به انتشار منواکسیدکربن، بیماری‌های منتسب به انتشار اکسیدهای ازت، بیماری‌های منتسب به عناصر رادیواکتیو در اثر کنترل جوشکاری و بیماری‌های منتسب به انتشار ترکیبات آلی فرار (VOCs)
پسماندهای محدوده طرح	انتشار عوامل بیماری‌زا در اثر مدیریت ناصحیح پسماند عفونی، بیماری‌های منتسب به انتشار فوران‌ها و دی‌اکسید در اثر سوزاندن زائدات کنترل نشده، بیماری‌های منتسب به انتشار فلزات سنگین در اثر مدیریت ناصحیح باقیمانده عملیات ساختمانی (بتن، سیمان)، بیماری‌های منتسب به انتشار جوندگان موزی و حشرات مرتبط با پسماند خانگی، بیماری‌های منتسب به انتشار جوندگان موزی و حشرات مرتبط با پسماند ساختمانی و بیماری‌های منتسب به انتشار TPH در محیط در اثر مدیریت ناصحیح پسماند
آلاینده‌های خاک	بیماری‌های منتسب به مواجهه با سموم شیمیایی، بیماری ناشی از مسمومیت با کل هیدروکربن نفتی (TPH)، بیماری ناشی از مسمومیت با دی‌اکسیدها و فوران‌ها، بیماری ناشی از مسمومیت با پارامترهای شیمیایی غیرسمی در اثر تخلیه فاضلاب و بیماری ناشی از مسمومیت مواجهه با فلزات سنگین سمی (کبالت، سرب، نیکل، جیوه و آرسنیک) در اثر تخلیه فاضلاب
شیوع بیماری‌های غیرواگیر	شیوع سرطان، بیماری‌های ریوی، بیماری‌های متابولیک (فشارخون، دیابت، گرم‌زدگی، سرمازدگی)، بیماری ناشی از پرتوهای یونیزان، بیماری ناشی از پرتوهای غیریونیزان، بیماری ناشی از مسمومیت با فلزات سنگین، آزبستوزیس، سیلیکوزیس، حوادث رانندگی، حوادث شغلی (سقوط، برق‌گرفتگی، سوختگی) و بیماری‌های قلبی
شیوع بیماری‌های واگیر	شیوع بیماری‌های واگیر شامل ۱۴ زیر گروه هپاتیت A، شیگلوز، حصبه، مسمومیت‌های غذایی سالمونلایی، سل، سالک، وبا، کیست هیداتیک، کزاز، آنفولانزا، حساسیت و بیماری‌های پوستی، حیوان‌گزیدگی و هاری، گال، پدیکولوزیس، مالاریا و عفونت‌های انگلی
آلودگی صوتی	اختلال شنوایی در اثر ترافیک و تردد وسیله نقلیه، عوارض ناشی از آلودگی صوتی نظیر اختلال شنوایی در اثر فرایند اجرایی، ساختمانی و تولید

هیپاتیت B و هیپاتیت C از تمام سناریوها ولی معیار فرعی، پدیکولوزیس از برخی سناریوها حذف شد.

پس از تکمیل پرسشنامه، نتایج اولویت‌بندی گویه‌ها در سطوح مختلف مشتمل بر ۶ گویه در سطح یک، ۴۰ گویه در سطح دو، ۶۲ گویه در سطح سه، ۸۰ گویه در سطح چهار و ۱۸۱ گویه در سطح پنج به‌دست آمد. در این مطالعه فرض گردید که گویه‌های سطح ۱ و ۲ حائز اولویت بهداشتی زیاد هستند و بنابراین در این مقاله صرفاً متغیرهای سطح ۱ و ۲ معرفی شده‌اند.

شش گویه واقع در سطح یک به ترتیب شامل بیماری‌های منتسب به انتشار ذرات معلق ( $PM_{2.5}$  و  $PM_{10}$ )، بیماری‌های منتسب به انتشار ( $SO_2$ ) و بیماری‌های منتسب به انتشار اکسیدهای ازت در شرایط عادی و اضطراری بودند. همگی این فاکتورها در معیار اصلی آلاینده‌های هوا و در شعاع اثرات بلافصل در مرحله بهره‌برداری بر سلامت جسمی تاثیر خواهند گذاشت.

همچنین در جدول ۵ گویه‌های دارای سطح اولویت ۲ درج شده است. همان‌گونه که در این جدول ارائه شده است، متغیرهای سطح ۲ شامل آلاینده‌های هوا، آلاینده‌های آب و پسماندها هستند. درحالی‌که در اولویت یک صرفاً آلاینده‌های هوا نقش دارند.

از کل گویه‌های شناسایی شده، تعداد ۱۰ گویه (۵ گویه در دو فاز ساخت و بهره‌برداری) به دلیل CVI کمتر از ۰/۷۹ از مطالعه حذف گردید. این موارد شامل بیماری‌های منتسب به آلاینده‌های بیولوژیک آب از دو معیار اصلی آلاینده آب‌های سطحی و آلاینده‌های آب‌های زیرزمینی، بیماری‌های منتسب به برهم خوردن سیمای محیطی از پسماندهای محدوده طرح، بیماری‌های منتسب به عناصر رادیواکتیو و بیماری‌های منتسب به حضور آلاینده‌های معدنی غیرسمی (محتوای نیترات و ...) در خاک بودند. بدین ترتیب تعداد ۴۴۰ گویه در مجموع دو فاز ساخت و بهره‌برداری برای تعیین ضرورت گویه یا CVR باقی ماند. همچنین بنابر جدول لاوشه، با اخذ نظرات ۱۵ متخصص، گویه‌هایی با CVR کمتر از ۰/۴۷ از مطالعه حذف گردید که نتایج این بخش در جدول ۴ ارائه شده است (۲۳). همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، بیشترین تعداد گویه حذف شده مربوط به سناریوی شماره ۳ است. با احتساب ۹ گویه حذف شده در سناریوی ۴ در شرایط عادی در شعاع اثرات خارج بلافصل و در مرحله ساخت و بهره‌برداری نیروگاه سیکل ترکیبی، حداکثر ۲۶ گویه حذف شد. از نظر تنوع در سناریوها ۲۹ گویه در برخی سناریوها به شکل متفاوت حذف شد. به این معنی که از معیار اصلی، شیوع بیماری‌های واگیر، معیار فرعی ایدز و

جدول ۴- نتیجه بررسی CVR پرسشنامه در سناریوهای موجود ساخت و بهره‌برداری نیروگاه‌های سیکل ترکیبی

شماره سناریو	سناریوهای موجود	تعداد گویه اولیه	تعداد گویه حذف شده	تعداد گویه باقیمانده	میانگین CVR ۵۵ گویه
۱	شرایط عادی در شعاع اثرات بلافصل و در مرحله ساخت	۵۵	۶	۴۹	۰/۵۸
۲	شرایط عادی در شعاع اثرات بلافصل و در مرحله بهره‌برداری	۵۵	۳	۵۲	۰/۵۹
۳	شرایط عادی در شعاع اثرات خارج بلافصل و در ساخت	۵۵	۱۷	۳۸	۰/۴۰
۴	شرایط عادی در شعاع اثرات خارج بلافصل و در مرحله بهره‌برداری	۵۵	۹	۴۶	۰/۵۳
۵	شرایط اضطراری در شعاع اثرات بلافصل و در مرحله ساخت	۵۵	۸	۴۷	۰/۵۶
۶	شرایط اضطراری در شعاع اثرات بلافصل و در مرحله بهره‌برداری	۵۵	۳	۵۲	۰/۶۳
۷	شرایط اضطراری در شعاع اثرات خارج بلافصل و در مرحله ساخت	۵۵	۱۵	۴۰	۰/۴۲
۸	شرایط اضطراری در شعاع اثرات خارج بلافصل و در مرحله بهره‌برداری	۵۵	۱۰	۴۵	۰/۵۲

جدول ۵- فاکتورهای دارای اولویت سطح دو در ارزیابی اثرات ساخت و بهره برداری نیروگاه‌های سیکل ترکیبی

معیار اصلی	اولویت‌بندی معیار فرعی	ساخت	بهره برداری		بلافاصل		خارج بلافاصل
			عادی	اضطراری	عادی	اضطراری	
هوا	بیماری‌های منتسب به انتشار ذرات معلق (PM <sub>10</sub> و PM <sub>2.5</sub> )	*	*	*	*	*	*
هوا	بیماری‌های منتسب به انتشار ترکیبات آلی فرار (VOCs)	*	*	*	*	*	*
آب‌های زیرزمینی	بیماری‌های منتسب به سایر پارامترهای شیمیایی آلی (DBPs, PCBs, PAHs, TPH) و رادیونوکلئیدها	*	*	*	*	*	*
پسماند صنعتی	بیماری‌های منتسب به انتشار فوران‌ها و دی اکسین در اثر سوزاندن زائدات پلاستیکی کنترل نشده	*	*	*	*	*	*
آب‌های زیرزمینی	بیماری‌های منتسب به کاربرد سموم ارگانیک (کلره، فسفره، کاربامات‌ها و پیروترئوئیدها)	*	*	*	*	*	*
هوا	بیماری‌های منتسب به انتشار ترکیبات آلی فرار (VOCs)	*	*	*	*	*	*
هوا	بیماری‌های منتسب به انتشار اکسیدهای ازت	*	*	*	*	*	*
آب‌های سطحی	بیماری‌های منتسب به مواجهه پارامترهای معدنی سمی (کبالت، سرب، کادمیوم، نیکل، جیوه و آرسنیک)	*	*	*	*	*	*
آب‌های زیرزمینی	بیماری‌های منتسب به مواجهه پارامترهای معدنی سمی (کبالت، سرب، کادمیوم، نیکل، جیوه و آرسنیک)	*	*	*	*	*	*
آب‌های زیرزمینی	بیماری‌های منتسب به مواجهه با پارامترهای شیمیایی غیرسمی (نیترات، نیتريت)	*	*	*	*	*	*
آب‌های سطحی	بیماری‌های منتسب به سایر پارامترهای شیمیایی آلی (TPH, DBPs, PCBs, PAHs) و رادیونوکلئیدها	*	*	*	*	*	*
خاک	بیماری ناشی از مسمومیت مواجهه با فلزات سنگین سمی (کبالت، سرب، نیکل، جیوه و آرسنیک) در اثر تخلیه فاضلاب	*	*	*	*	*	*
خاک	بیماری ناشی از مسمومیت با پارامترهای شیمیایی غیرسمی در اثر تخلیه فاضلاب	*	*	*	*	*	*

## بحث

تاکنون محققان برای ارزیابی اثرات احداث نیروگاه‌ها بر محیط زیست روش‌های مختلفی ارائه نموده‌اند. بطور مثال برای پیش‌بینی، ارزیابی و پیامدهای اجرای پروژه نیروگاه سیکل ترکیبی هریس از روش چک لیست ساده و ماتریس تعاملی لئوپولد تعدیل شده استفاده شده است. بر این اساس محقق ماتریسی متشکل از معیارهای محیط زیستی و ریز فعالیت‌ها ارائه نموده است (۳۱).

در نیروگاه سیکل ترکیبی یزد اولویت‌بندی ریسک‌ها با روش تاپسیس، با مقایسه دوه‌دو هر یک از معیارها و زیرمعیارها نسبت به یکدیگر برحسب شدت اثر و احتمال وقوع خطر انجام پذیرفت (۳۲). در مطالعه دیگر با استفاده از روش ارزیابی ویلیام فاین به شناسایی جنبه‌های محیط‌زیستی نیروگاه سیکل ترکیبی یزد پرداخته شد (۳۳). همچنین برای ارزیابی اثرات محیط زیستی نیروگاه یزد از روش آنالیز خطا استفاده شد و پس از مشخص شدن تعداد ریسک‌های

همچنین در مطالعه دیگری Alrafea و همکاران (۲۰۱۹) در آنالیز اثرات سلامتی بهره برداری از نیروگاه‌های سیکل ترکیبی از مدل‌های ریاضیاتی و کامپیوتری استفاده نمودند. در این مطالعه جهت برآورد آلاینده‌های گازی منتشره از دودکش از مدل ریاضیاتی اسکریپت ۳ و جهت برآورد اثرات سلامتی از الگوی The Health Canada's Air Quality Benefits Assessment Tool استفاده نمودند. همانگونه که ابزار ارائه شده در مطالعه حاضر تاکید می‌نماید، یافته‌های مطالعه Alrafea و همکاران نیز نشان داد که آلاینده‌های هوا متغیرهای تاثیرگذاری بر سلامت جسمی هستند (۳۹).

روش ارائه شده در این مطالعه در شناسایی فاکتورهای موثر بر سلامت جسمی در تمام شرایط (اعم از فاز ساخت/ بهره برداری، شرایط عادی/ اضطراری) کارا بوده و در آن همه پیامدها در نظر گرفته شده است. ضمن آنکه کارشناس ارزیابی‌کننده با این روش به سادگی قادر خواهد بود اولویت‌بندی و ارزیابی را انجام دهد. درحالیکه بسیاری از ابزارها نظیر مدل‌های ریاضیاتی دارای پیچیدگی‌های فنی و اجرایی بوده و در آنها صرفاً یک جنبه از اثرات نیروگاه‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد. بطور مثال با کاربرد مدل معرفی شده در مطالعه Fouladi Fard و همکاران (۲۰۱۶)، کاربر قادر می‌گردد تا هزینه اثرات سلامتی ناشی از بهره برداری نیروگاه سیکل ترکیبی را به اجرا رساند؛ درحالیکه سایر جنبه‌های سلامت جسمی با این مدل قابل ارزیابی نیست. دیگر ویژگی ابزار ارائه شده در این مطالعه چند وجهی بودن ارزیابی است. در روش‌های معمول ماتریسی احتمال اثرات در مقابل شدت اثرات مورد بررسی قرار می‌گیرند؛ درحالیکه در روش معرفی شده در این مطالعه به صورت چهار وجهی ویژگی‌های بزرگی، احتمال، مدت و گستردگی اثر بررسی و ارزیابی می‌شود و در نهایت پارامترهای دارای اولویت به دست می‌آیند (۳۸). یافته‌های مطالعه حاضر نشان می‌دهد که کلیه متغیرهای واقع در سطح یک جزء آلاینده‌های هوا بوده و در شعاع

متقدم، جنبه‌های بارز شناسایی و پیشنهادهایی جهت کاهش هریک از اثرات ارائه گردید (۳۴). ارزیابی اثرات محیط زیستی پروژه خط انتقال سوخت به نیروگاه سیکل ترکیبی چابهار در دو فاز ساختمانی و بهره برداری با استفاده از روش مبتنی بر ماتریس ایرانی انجام شد. در این فرایند امتیازدهی در هر دو فاز ساختمانی و بهره برداری در نظر گرفته شد. بدین صورت که در جدولی نمرات نهایی گزینه اجرای طرح پیشنهادی محاسبه و در نهایت اثرات مثبت و منفی طرح ارائه گردید (۳۵). همچنین ارزیابی اثرات محیط زیستی نیروگاه سیکل ترکیبی بیستون با استفاده از روش ماتریس ریاضی انجام پذیرفت (۳۶). همچنین ارزیابی اثرات حاصل از اجرای پروژه نیروگاه سیکل ترکیبی اصفهان با کاربرد روش‌های چک لیست ساده و ماتریس تعاملی لئوپولد تعدیل شده انجام پذیرفت (۳۷).

کلیه روش‌های ارائه شده فوق برای ارزیابی اثرات احداث نیروگاه بر محیط زیست ارائه شده و هیچ یک از آنها اثرات سلامت را بطور اختصاصی بررسی ننموده‌اند. همچنین بررسی پایگاه‌های علمی Scopus و Web of science در فاصله سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ نشان داد که تاکنون در هیچ مطالعه‌ای "اثرات احداث نیروگاه بر سلامت جسمی" بررسی نشده است. مطالعات یافت شده در پایگاه‌های علمی مرتبط با ارزیابی اثرات نیروگاه‌ها بر سلامت است. بطور مثال Fouladi Fard و همکاران (۲۰۱۶) در ارزیابی اثرات سلامتی بهره برداری از نیروگاه سیکل ترکیبی قم نشان دادند که آلاینده‌های منتشره از دودکش مشتمل بر ذرات معلق ( $PM_{10}$ ) و آلاینده‌های گازی ( $CO$ ،  $NO_x$ ) و  $SO_2$ ) اثرات برجسته‌ای در اثرات سوء سلامت دارند (۳۸). این یافته با اطلاعات جزئیات ابزار معرفی شده در مطالعه حاضر هماهنگی دارد. به نحوی که مطالعه حاضر تاکید می‌نماید گارهای خروجی از دودکش در فاز بهره برداری یکی از مهمترین فاکتورهای موثر بر سلامت است که باید در مطالعات HIA مورد بررسی قرار گیرند.

اجتماعی توسط این ابزار امکان پذیر نیست. همچنین دیگر محدودیت ابزار ارائه شده در این مطالعه تخصصی بودن آن است؛ بگونه‌ای که این ابزار صرفاً برای ارزیابی اثرات سلامتی در فاز ساخت و بهره برداری از نیروگاه‌های سیکل ترکیبی قابل کاربرد بوده و برای سایر طرح‌های عمرانی قابل استفاده نیست.

### نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد که در فرایند ساخت و بهره برداری از نیروگاه‌های سیکل ترکیبی، متغیرهای موثر بر سلامت جسمی در شرایط اضطراری در شعاع اثرات بلافضل بیشترین اولویت را دارا هستند. مهمترین فاکتورهای موثر بر سلامت مشتمل بر انتشار ذرات معلق، دی‌اکسید گوگرد، اکسیدهای ازت از دودکش، انتشار ترکیبات آلی فرار از تصفیه خانه فاضلاب، انتشار سموم آلی در خاک، انتشار آلاینده‌های حاصل از سوزاندن پسماندهای صنعتی و رهاسازی فلزات سنگین در اثر تخلیه فاضلاب در محیط بود. همچنین یافته‌های مطالعه نشان داد که ساخت

اثرات بلافضل در مرحله بهره برداری اثر خواهند نمود. بنابراین تمرکز اصلی در مطالعات HIA طرح‌های احداث و بهره برداری از نیروگاه‌های سیکل ترکیبی باید بر آلاینده‌های هوا باشد. همچنین همانگونه که در جدول ۶ ارائه شده است، یافته‌های مطالعه نشان می‌دهد که (بدون در نظر گرفتن شرایط عادی/اضطراری، شعاع اثرات بلافضل/خارج بلافضل، مرحله ساخت/بهره برداری) مهمترین فاکتورهای موثر بر سلامت جسمی در اثر ساخت نیروگاه‌های سیکل ترکیبی علاوه بر آلاینده‌های هوا، ناشی از آلودگی خاک، آلودگی منابع آب‌های سطحی و انتشار پسماندها در محیط هستند. بنابراین ضرورت دارد که در تدوین گزارشات HIA اثرات و پیامدهای این متغیرها بر سلامت جسمی مورد ارزیابی قرار گیرد. با وجود تمام مزایا، یافته‌های مطالعه حاضر صرفاً روشی جهت شناسایی فاکتورهای موثر بر سلامت جسمی، تعیین دامنه و اولویت‌بندی آنها در مراحل ساخت و بهره برداری از نیروگاه سیکل ترکیبی ارائه می‌نماید. لذا بررسی اثرات بر سایر ابعاد سلامت نظیر سلامت روان و سلامت

جدول ۶- لیست مهمترین پارامترهای سطح ۱ و ۲ در تدوین HIA طرح‌های نیروگاه‌های سیکل ترکیبی

ردیف	پارامتر	اثرات سلامتی
۱	آلاینده‌های هوا	بیماری‌های منتسب به انتشار ذرات معلق بیماری‌های منتسب به انتشار دی‌اکسید گوگرد بیماری‌های منتسب به انتشار اکسیدهای ازت بیماری‌های منتسب به انتشار ترکیبات آلی فرار
۲	آب‌های سطحی	بیماری‌های منتسب به کاربرد سموم ارگانیک بیماری‌های منتسب به مواجهه با پارامترهای معدنی سمی بیماری‌های منتسب به مواجهه با پارامترهای شیمیایی غیرسمی
۳	پسماندهای صنعتی	بیماری‌های منتسب به انتشار فوران‌ها و دی‌اکسید در اثر سوزاندن کنترل نشده پسماند
۴	خاک	مسمومیت مواجهه با فلزات سنگین سمی در اثر تخلیه فاضلاب بیماری ناشی از مسمومیت با پارامترهای شیمیایی غیرسمی در اثر تخلیه فاضلاب

نیروگاه سیکل ترکیبی در شرایط عادی در شعاع اثرات خارج بلافصل کمترین اولویت را برای ارزیابی اثرات سلامت جسمی دارا است. همچنین این مطالعه نشان داد که انتشار آلاینده‌های هوا در شعاع اثرات بلافصل و در مرحله بهره برداری از نیروگاه‌های سیکل ترکیبی واجد مهمترین و برجسته‌ترین اثرات بر سلامت جسمی است. در مجموع با بهره‌گیری از این روش ارائه شده در این مقاله، شناسایی فاکتورهای موثر بر سلامت جسمی و تعیین دامنه آنها در مراحل ساخت و بهره برداری از نیروگاه‌های سیکل ترکیبی امکان پذیر می‌گردد. البته باید تاکید نمود که ابزار ارائه شده در این مطالعه صرفاً سلامت جسمی را مورد بررسی قرار می‌دهد و سایر جنبه‌های سلامت نظیر سلامت روان در این مطالعه بررسی نشده و محدودیت اساسی کاربرد ابزار فوق است. لذا پیشنهاد می‌گردد در مطالعات دیگری سایر جنبه‌های سلامت متاثر از احداث و بهره برداری از طرح‌های عمرانی نظیر نیروگاه‌های سیکل ترکیبی مطالعه شود.

### ملاحظات اخلاقی

نویسندگان کلیه نکات اخلاقی شامل رضایت آگاهانه، عدم سرقت ادبی، عدم انتشار دوگانه، عدم تحریف داده‌ها و داده‌سازی را در این مقاله رعایت کرده‌اند. کد کمیته اخلاق IR.QUMS.REC.1397.063 است.

### تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل بخشی از پایان‌نامه با عنوان "روش‌شناسی ارزیابی اثرات سلامت جسمی در مراحل ساخت و بهره برداری پروژه‌های عمرانی؛ مطالعه موردی: نیروگاه سیکل ترکیبی" در مقطع کارشناسی ارشد است که در سال ۱۳۹۷ و با شماره ۱۴۰۳۱۸۳ با حمایت دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی قزوین اجرا شده است.

## ضمائم

الف- پرسشنامه نظرسنجی متخصصان جهت تعیین روایی محتوایی (CVR و CVI)

طراحی ابزار شناسایی و اولویت‌بندی اثرات ساخت و بهره‌برداری نیروگاه‌های سیکل ترکیبی بر سلامت جسمی

متخصص گرامی

با سلام و احترام، خواهشمند است در صورت تمایل نظرات خود را در خصوص ذیل جدول ذیل اعلام فرمایید. ضمناً در صورتی که معیارهای دیگری را نیز مؤثر ارزیابی می‌نمایید، در ردیف‌های خالی انتهای جدول بیان فرمایید. نظرات برای ۲ سناریو (شرایط عادی و اضطراری) و ۲ شعاع اثر (بلافاصل، خارج بلافاصل) در غالب ۴ فرم در نظر گرفته شده‌اند.

نام و نام خانوادگی: مدرک تحصیلی و تخصص:

نکته: در این مطالعه صرفاً متغیرهای مؤثر بر سلامت جسمی مورد توجه قرار می‌گیرد، بدیهی است فاکتورهای مهم دیگری نظیر جنبه‌های سلامت روانی، سلامت اجتماعی و ... نیز از اجرای این گونه طرح‌ها نشات می‌گیرد که موضوع مطالعه حاضر نمی‌باشند.

چنانچه معیارهای دیگری را در تکمیل فرم فوق مؤثر می‌دانید، لطفاً درج نمایید:

.....

ضرورت معیار		مقیاسه ساخت، بهره برداری	معیار فرعی	مشترک‌های شناسایی شده (معیار اصلی)
ضروری	مقیاسه ولی غیر ضروری			
		ساخت	پارامترهای شیمیایی غیر سمی (TDS، نیترات، سختی، سولفات، Mn، Fe و ...)	آلاینده‌های آب
		بهره برداری		
		ساخت	پارامترهای معدنی سمی (کیالت، سرب، کادمیوم، نیکل، جیوه و آرسنیک)	
		بهره برداری		
		ساخت	سموم ارگانیک (کلره، فسفره، کاربامات‌ها و پیروتریئیدها)	
		بهره برداری		
		ساخت	سایر پارامترهای شیمیایی آلی (TPH، PAHs، PCBs، DBPs و رادیو نوکلئیدها و ...)	
		بهره برداری		
		ساخت	آلاینده‌های بیولوژیک آب	
		بهره برداری		
		ساخت	دی‌اکسید گوگرد (SO <sub>2</sub> )	آلاینده‌های هوا
		بهره برداری		
		ساخت	ذرات معلق (PM <sub>10</sub> و PM <sub>2.5</sub> )	
		بهره برداری		
		ساخت	مناوکسید کربن	
		بهره برداری		
		ساخت	اکسیدهای ازت	
		بهره برداری		
		ساخت	ترکیبات آلی فرار VOCs	
		بهره برداری		
		ساخت	انتشار عوامل بیماری‌زا در محیط در اثر مدیریت ناصحیح پسماند عفونی	پسماندهای محدودده طرح
		بهره برداری		
		ساخت	انتشار فوران‌ها و دی‌اکسید در اثر سوزاندن زائدات پلاستیکی	
		بهره برداری		
		ساخت	انتشار فلزات سنگین (سرب و ...)	
		بهره برداری		
		ساخت	برهم خوردن سیمای محیطی	
		بهره برداری		
		ساخت	انتشار جوندگان موزی و حشرات مرتبط با پسماند ساختمانی	
		بهره برداری		
		ساخت	انتشار TPH در محیط در اثر مدیریت ناصحیح پسماند صنعتی	
		بهره برداری		
		ساخت	سرطان	شیوع بیماری‌های غیر واگیر
		بهره برداری		
		ساخت	آسم	
		بهره برداری		
		ساخت	فشارخون	
		بهره برداری		

		ساخت	بیماری ناشی از پرتوها	آلاینده‌های خاک
		یهره‌برداری		
		ساخت	آزبستوزیس و سیلیکوزیس	
		یهره‌برداری		
		ساخت	حوادث غیر شغلی	
		یهره‌برداری		
		ساخت	حوادث شغلی	
		یهره‌برداری		
		ساخت	دیابت	
		یهره‌برداری		
		ساخت	بیماری‌های قلبی	
		یهره‌برداری		
		ساخت	سموم شیمیایی	
		یهره‌برداری		
		ساخت	کل هیدروکربن نفتی (TPH)	
		یهره‌برداری		
		ساخت	دی‌اکسیدها و فوران‌ها	
		یهره‌برداری		
		ساخت	ریز مغذی‌ها (محتوای نیترات و ...)	
		یهره‌برداری		
		ساخت	فلزات سنگین سمی (کبالت، سرب، نیکل، جیوه و آرسنیک)	
		یهره‌برداری		
		ساخت	عناصر رادیواکتیو	
		یهره‌برداری		
		ساخت	اختلال شنوایی	آلودگی صوتی
		یهره‌برداری		
		ساخت	شیگلوز، حصبه و مسمومیت‌های غذایی سالمونلایی	شیع بیماری‌های واگیر
		یهره‌برداری		
		ساخت	سل	
		یهره‌برداری		
		ساخت	سالک	
		یهره‌برداری		
		ساخت	ویا	
		یهره‌برداری		
		ساخت	ایدز و هپاتیت B, C	
		یهره‌برداری		
		ساخت	کزاز	
		یهره‌برداری		
		ساخت	آنفلوانزا	
		یهره‌برداری		
		ساخت	بیماری‌های پوستی	
		یهره‌برداری		

			ساخت	کیست هیداتیک
			بهره‌برداری	
			ساخت	هاری
			بهره‌برداری	
			ساخت	گال
			بهره‌برداری	
			ساخت	پدیکولوزیس
			بهره‌برداری	
			ساخت	مالاریا
			بهره‌برداری	
			ساخت	عفونت‌های انگلی
			بهره‌برداری	

ب- نمونه فرم تهیه شده برای تعیین دامنه اثرات

متغیرهای شناسایی شده	معیار اصلی								
	معیار فرعی								
مرحله	ساخت		بهره برداری	ساخت	بهره برداری	ساخت	بهره برداری	ساخت	بهره برداری
	بزرگی اثر	کم							
بزرگی اثر	متوسط								
	زیاد								
	خیلی زیاد								
	احتمال اثر	خیلی کم							
احتمال اثر	گاه به گاه								
	محتمل								
	مکرر								
	مدت اثر	کوتاه مدت							
مدت اثر	میان مدت								
	بلند مدت								
	بسیار بلند مدت								
	گسترده‌گی اثر	کم							
متوسط									
زیاد									
خیلی زیاد									

## ج- پرسشنامه تعیین دامنه متغیرهای مؤثر بر سلامت جسمی در شرایط عادی در شعاع اثرات بلافصل

گسترده‌گی اثر	مدت اثر	احتمال اثر	بزرگی اثر	مردم:	متغیرهای شناسایی شده	
					معیار اصلی	معیار فرعی
خیلی زیاد	بسیار بلند مدت	مکرر	خیلی زیاد	خیلی کم	ساخت	بیماری‌های منتسب به مواجهه با پارامترهای شیمیایی غیر سمی (نیترات، نیتريت)
زیاد	بلند مدت	مختل	زیاد	کم		
متوسط	میان مدت	گاه به گاه	زیاد	متوسط	ساخت	بیماری‌های منتسب به مواجهه پارامترهای معدنی سمی (کبالت، سرب، کادمیوم، نیکل، جیوه و آرسنیک)
کم	کوتاه مدت	مختل	متوسط	کم		
					ساخت	بیماری‌های منتسب به کاربرد سموم ارگانیک (کلره، فسفره، کاربامات‌ها و پیروتروئیدها)
					ساخت	بیماری‌های منتسب به سایر پارامترهای شیمیایی آلی
					ساخت	بیماری‌های منتسب به مواجهه با پارامترهای شیمیایی غیر سمی (نیترات، نیتريت)
					ساخت	بیماری‌های منتسب به مواجهه پارامترهای معدنی سمی (کبالت، سرب، کادمیوم، نیکل، جیوه و آرسنیک)
					ساخت	بیماری‌های منتسب به کاربرد سموم ارگانیک (کلره، فسفره، کاربامات‌ها و پیروتروئیدها)
					ساخت	بیماری‌های منتسب به سایر پارامترهای شیمیایی آلی
					ساخت	بیماری‌های منتسب به انتشار دی‌اکسید گوگرد
					ساخت	بیماری‌های منتسب به انتشار ذرات معلق

گسترده‌گی اثر	مدت اثر						احتمال اثر						بزرگی اثر						معیار اصلی	معیار فرعی	متغیرهای شناسایی شده
	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	بسیار بلند مدت	بلند مدت	میان مدت	کوتاه مدت	مکرر	محتصل	گاه به گاه	خیلی کم	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم					
																	ساخت	بیماری‌های انتشار متناسب به منواکسید کربن	بیماری‌های انتشار متناسب به منواکسید کربن		
																	بهره برداری				
																	ساخت	بیماری‌های متناسب به انتشار اکسیدهای ازت	بیماری‌های متناسب به انتشار اکسیدهای ازت		
																	بهره برداری				
																	ساخت	بیماری‌های متناسب به عناصر رادیواکتیو در اثر کنترل کیفیت جوشکاری	بیماری‌های متناسب به عناصر رادیواکتیو در اثر کنترل کیفیت جوشکاری		
																	بهره برداری				
																	ساخت	بیماری‌های متناسب به انتشار ترکیبات آلی فرار VOCs	بیماری‌های متناسب به انتشار ترکیبات آلی فرار VOCs		
																	بهره برداری				
																	ساخت	بیماری‌های متناسب به انتشار عوامل بیماری‌زا در محیط	بیماری‌های متناسب به انتشار عوامل بیماری‌زا در محیط در اثر مدیریت ناصحیح پسماند عفونی		
																	بهره برداری				
																	ساخت	بیماری‌های متناسب به انتشار فوران‌ها و دی‌اکسید در اثر سوزاندن زائدات پلاستیکی کنترل نشده	بیماری‌های متناسب به انتشار فوران‌ها و دی‌اکسید در اثر سوزاندن زائدات پلاستیکی کنترل نشده		
																	بهره برداری				
																	ساخت	بیماری‌های متناسب به انتشار فلزات سنگین در اثر مدیریت ناصحیح باقیمانده عملیات ساختمانی (بتن، سیمان)	بیماری‌های متناسب به انتشار فلزات سنگین در اثر مدیریت ناصحیح باقیمانده عملیات ساختمانی (بتن، سیمان)		
																	بهره برداری				
																	ساخت	بیماری‌های متناسب به انتشار جوندگان موذی و حشرات مرتبط با پسماند خانگی	بیماری‌های متناسب به انتشار جوندگان موذی و حشرات مرتبط با پسماند خانگی		
																	بهره برداری				
																	ساخت	بیماری‌های متناسب به انتشار جوندگان موذی و حشرات مرتبط با پسماند ساختمانی	بیماری‌های متناسب به انتشار جوندگان موذی و حشرات مرتبط با پسماند ساختمانی		
																	بهره برداری				
																	ساخت	بیماری‌های متناسب به انتشار TPH در محیط در اثر مدیریت ناصحیح پسماند	بیماری‌های متناسب به انتشار TPH در محیط در اثر مدیریت ناصحیح پسماند		
																	بهره برداری				
																	ساخت	بیماری‌های متناسب به مواجهه با سموم شیمیایی	بیماری‌های متناسب به مواجهه با سموم شیمیایی		
																	بهره برداری				
																	ساخت	بیماری ناشی از مسمومیت با هیدروکربنهای نفتی	بیماری ناشی از مسمومیت با هیدروکربنهای نفتی		
																	بهره برداری				
																	ساخت	بیماری ناشی از مسمومیت با دی‌اکسید ها و فوران‌ها	بیماری ناشی از مسمومیت با دی‌اکسید ها و فوران‌ها		
																	بهره برداری				

پسماندهای محالوده طرح

آلاینده‌های خاکی

متغیرهای شناسایی شده		بزرگی اثر	احتمال اثر	مدت اثر	گسترده‌گی اثر	معیار اصلی	معیار فرعی									
درجه:																
خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	بسیار بلند مدت	بلند مدت	میان مدت	کوتاه مدت	مکرر	معمول	گاه به گاه	خیلی کم	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	
							بیماری ناشی از مسمومیت با پارامترهای شیمیایی غیر سمی در اثر تخلیه فاضلاب	ساخت بهره برداری								
							بیماری ناشی از مسمومیت مواجهه با فلزات سنگین سمی (کبالت، سرب، نیکل، جیوه و آرسنیک) در اثر تخلیه فاضلاب	ساخت بهره برداری								
							سرطان	ساخت بهره برداری								
							بیماری‌های ریوی	ساخت بهره برداری								
							بیماری‌های متابولیک (فشار خون، دیابت، گرمادگی، سرمازدگی)	ساخت بهره برداری								
							بیماری ناشی از پرتوهای یونیزان	ساخت بهره برداری								
							بیماری ناشی از پرتوهای غیر یونیزان	ساخت بهره برداری								
							بیماری ناشی از مسمومیت با فلزات سنگین	ساخت بهره برداری								
							آزیستوزیس	ساخت بهره برداری								
							سیلیکوزیس	ساخت بهره برداری								
							حوادث رانندگی و تصادفات	ساخت بهره برداری								
							حوادث شغلی (سقوط، برق گرفتگی، سوختگی)	ساخت بهره برداری								
							بیماری‌های قلبی	ساخت بهره برداری								

شیوع بیماری‌های غیر واگیر

گسترده‌گی اثر		مدت اثر		احتمال اثر		بزرگی اثر		مردم حمله:		متغیرهای شناسایی شده							
										معیار اصلی	معیار فرعی						
خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	بسیار بلند مدت	بلند مدت	میان مدت	کوتاه مدت	مکرر	محتمل	گاه به گاه	خیلی کم	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	ساخت	هیپاتیت A
																بهره برداری	
																ساخت	شینگلوز، حصبه و مسمومیت‌های غذایی سالمونلایی
																بهره برداری	
																ساخت	سل
																بهره برداری	
																ساخت	سالک
																بهره برداری	
																ساخت	وبا
																بهره برداری	
																ساخت	کیست هیداتیک
																بهره برداری	
																ساخت	کزاز
																بهره برداری	
																ساخت	آنفلوانزا
																بهره برداری	
																ساخت	حساسیت و بیماری‌های پوستی
																بهره برداری	
																ساخت	حیوان‌گزیدگی و هاری
																بهره برداری	
																ساخت	گال
																بهره برداری	
																ساخت	پدیکولوزیس
																بهره برداری	
																ساخت	مالاریا
																بهره برداری	

شیوع بیماری‌های واگیر

گسترده‌گی اثر		مدت اثر		احتمال اثر		بزرگی اثر		مرحله:	متغیرهای شناسایی شده								
خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	بسیار بلند مدت	بلند مدت	میان مدت	کوتاه مدت		مکرر	محمول	گاه به گاه	خیلی کم	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	معیار فرعی
								ساخت	عفونت‌های انگلی								
								بهره برداری									
								ساخت	عوارض ناشی از آلودگی صوتی نظیر اختلال شنوایی		آلودگی صوتی						
								بهره برداری	در اثر ترافیک و تردد وسیله نقلیه								

## References

- Nabipour I. Book review: Guide to health impact assessment (HIA) in petroleum industry. *Iranian South Medical Journal*. 2013;16(1):77-79 (in Persian).
- Bhatia R, Wernham A. Integrating human health into environmental impact assessment: an unrealized opportunity for environmental health and justice. *Ciência & Saúde Coletiva*. 2009;14:1159-75.
- Hengpraprom S, Sithisarankul P. Developing tools for health impact assessment in environmental impact assessment in Thailand. *Acta Medica Okayama*. 2011;65(2):123-28.
- ING Group. The equator principles, environmental and social risk framework. The Netherlands: ING Group; 2019 [cite 20 July 2020]. Available from: <https://www.ing.com/Sustainability/The-world-around-us-1/Equator-Principles.htm>.
- Wernham A, Bhatia R. Integrating human health into environmental impact assessment: an unrealized opportunity for environmental health and justice. *Environmental Health Perspectives*. 2008;116:991-1000.
- Morgan RK. Health and impact assessment: Are we seeing closer integration? *Environmental Impact Assessment Review*. 2011;31(4):404-11.
- Harris PJ, Harris E, Thompson S, Harris-Roxas B, Kemp L. Human health and wellbeing in environmental impact assessment in New South Wales, Australia: Auditing health impacts within environmental assessments of major projects. *Environmental Impact Assessment Review*. 2009;29(5):310-18.
- Hoseinzadeh E, Mirza Hedayat B, Karimpour Roshan S. Systematic review on evaluation of health impact assessments in Iran: Evolution, studies and areas for improvement. *Journal of Environmental Health Engineering*. 2017;4(3): 197-214 (in Persian).
- Forsyth A, Schively Slotterback C, Krizek K. Health impact assessment (HIA) for planners: what tools are useful? *Journal of Planning Literature*. 2010;24(3):231-45.
- Shojaei P, Malekafzali H, Karimloo M, Sajjadi H, Forouzan AS, Mohammadi F. Review models of health impact assessment. *Social Welfare*. 2013;12(47):7-28 (in Persian).
- Ann Forsyth CSS, Kevin Krizek. Health impact assessment (HIA) for planners: What tools are useful? *Journal of Planning Literature*. 2010;24(3):231-45.
- Rajesh R, Kishore PS. Thermal efficiency of combined cycle power plant. *International Journal of Engineering and Management Research*. 2018;8(3):229-34.
- Amann J-M, Kanniche M, Bouallou C. Reforming natural gas for CO2 pre-combustion capture in combined cycle power plant. *Clean Technologies and Environmental Policy*. 2009;11:67-76.
- Tiwari A, Islam M, Khan MN. Thermodynamic analysis of combined cycle power plant. *International Journal of Engineering Science and Technology*. 2010;2(4):480-91.
- Kehlhofer R, Hannemann F, Rukes B, Stirnimann F. Combined-Cycle Gas & Steam Turbine Power Plants. Tulsa: PennWell; 2009.
- Desai B, Allen BR. Nailing the Written Emergency Medicine Board Examination. New York: Springer; 2016.
- Yaghmaei F. Content validity and its estimation. *Journal of Medical Education*. 2003;3(1):e105015. doi: 10.22037/jme.v3i1.870.
- Davis LL. Instrument review: Getting the most from a panel of experts. *Applied Nursing Research*. 1992;5(4):194-97.
- Pazargadi M, Ashktorab T, Alavimajd H, Khosravi S. Developing an Assessment Tool for Nursing Students' General Clinical Performance. *Iranian Journal of Medical Education*. 2013;12(11):877-87 (in Persian).
- Hajmirmohammad Ali R, Karyab H, Jamali H, Emamjome M, Ansari Maleki F, Arezomand A. Designing a satisfaction level questionnaire for using in sewage collection network: Evaluation of validity and reliability. *Iranian Journal of Health and Environment*. 2017;9(4):571-76 (in Persian).
- Hajizadeh E, Asghari M. Statistical methods and analyses in health and biosciences a research methodological approach. Tehran: Jahad Daneshgahi Publications; 2011 (in Persian).
- Mohammadbeigi A, Mohammadsalehi N, Aligol M. Validity and reliability of the instruments and types of measurements in health applied researches. *Journal of Rafsanjan University of Medical Scienc-*

- es. 2015;13(12):1153-70 (in Persian).
23. Mohseni Pouya H, Majlessi f, Shojazadeh DS, Rahimi Foroushani A, Ghaffari R, Habibi V. Development and psychometrics of self-care assessment scale in heart surgery patients based on health promotion model. *Razi Journal of Medical Sciences*. 2016;23(150):11-19 (in Persian).
24. Lavizeh M, Kouhpayeh zadeh J. Validity and reliability of the attitudes towards and self-reported ability in evidence-based medicine questionnaire. *Iranian Journal of Medical Education*. 2015;14(11):998-1006 (in Persian).
25. Lawshe CH. A quantitative approach to content validity. *Personnel Psychology*. 1975;28(4):563-75.
26. Mirmohammadi T, NaseriPouya Z, Hosseinalipour Z. Risk factors assessment in educational equipment manufacturers company using FMEA. *Journal of Health Research in Community*. 2016;2(2):9-18 (in Persian).
27. Morovati P, Gholami Borujeni F. Risk assessment of healthcare waste by preliminary hazard analysis method. *Journal of Health Research in Community*. 2017;3(2):26-34 (in Persian).
28. Moayed MS, Karimi S. Environmental impact assessment (EIA) study of Hamadan gas transmission line emphasizes the use of RS and GIS. *Journal of Environmental Studies*. 2007;33(41):33-44 (in Persian).
29. Valizadeh S, Shekari Z. Evaluation of Iranian Leopold Matrix application in the environmental impact assessment (EIA) of solid waste management options in Birjand city. *Iranian Journal of Health and Environment*. 2015;8(2):249-62 (in Persian).
30. Gholamalifard M, Mirzaei M, Hatamimanesh M, Riyahi Bakhtiari A, Sadeghi M. Application of rapid environmental impacts assessment matrix and Iranian matrix in environmental impact assessment of solid waste landfill of Shahrekord. *Journal of Shahrekord University of Medical Sciences*. 2014;16(1):31-46 (in Persian).
31. ashrafzadeh m, samiei a. Investigation of Environmental Effects of Harris Combined Cycle Power Plant. 7th National Energy Conference; 2009; National Iranian Energy Committee of the Islamic Republic of Iran, Tehran (in Persian).
32. Jozi SA, PouriyeH Alsadat A, . Health-safety and environmental risk assessment of power plants using multi criteria decision making method. *Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly*. 2011;17(4):437-49 (in Persian).
33. Mosavi S, Setodeh A, Azimzadeh H. National Iranian energy committee of the Islamic Republic of Iran. Fourth International Conference on Environmental Planning and Management; 2017; Tehran (in Persian).
34. Dašt Khan R, Hanzayizadeh M. Identification and evaluation of environmental aspects of Yazd combined cycle power plant by FMEA method. Third National Conference on Thermal Power Industry; 2011; Amir Kabir University of Technology, Tehran (in Persian).
35. Hosseini S, Alimohammadi M, Nabizadeh R, Dehghani MH. Environmental impact assessment of the fuel transmission line to combined cycle power plant of Chabahar project using Iranian Matrix. *Journal of Environmental Health Engineering*. 2016;4(1):20-29 (in Persian).
36. Karimi H, Naderi H, Moradi H. Application of mathematical matrix in evaluation of developmental effects (Case study: Bistoon Thermal Power Plant, Kermanshah). *Geomatics Congress*; 2015; Tehran (in Persian).
37. Ashrafzadeh M, Madadi H, Samiei A. Environmental impact assessment of isfahan combined cycle power plant design. Second International Symposium on Environmental Engineering; 2009; Khajeh Nasir al-Din Toosi Industrial University, Tehran (in Persian).
38. Fouladi Fard R, Naddafi K, Yunesian M, Nabizadeh Nodehi R, Dehghani MH, Hassanvand MS. The assessment of health impacts and external costs of natural gas-fired power plant of Qom. *Environmental Science and Pollution Research*. 2016;23(20):20922-36.
39. AlRafea K, Elkamel A, Abdul-Wahab SA. Cost-analysis of health impacts associated with emissions from combined cycle power plant. *Journal of Cleaner Production*. 2016;139:1408-24.



Available online: <https://ijhe.tums.ac.ir>

Original Article



## Designing a tool to identify and prioritize the effects of construction and operation phases of combined cycle power plants on physical health

Hamid Karyab<sup>1</sup>, Reza Ghanbari<sup>1</sup>, Mehdi Ranjbaran<sup>2</sup>, Amir Masood Taherkhani<sup>1\*</sup>

1- Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran

2- Department of Epidemiology, School of Public Health, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran

### ARTICLE INFORMATION:

**Received:** 26 September 2020

**Revised:** 8 December 2020

**Accepted:** 14 December 2020

**Published:** 20 December 2020

### ABSTRACT

**Background and Objective:** Given the nature of many development projects, it is necessary to evaluate their effects on human health. Due to the lack of a specific model, the purpose of this study was to provide a tool to prioritize the effects of construction and operation (C&O) of a combined cycle power plants (CCPPs) on physical health.

**Materials and Methods:** By reviewing the documents and interviewing 15 experts, the variables affecting physical health in the C&O of the CCPPs were identified. Then, the content validity of the variables was assessed and the enumerated questionnaire was provided to the experts to determine the range, duration, probability, magnitude and extent of health effects using a multiple-choice Likert scale. Finally, with an innovative method, high priority variables were determined to evaluate the physical health effects on individuals.

**Results:** According to expert's comments, 480 variables affecting physical health in the C&O of the CCPPs were selected and 41 variables were rejected based on the content validity index. The obtained results showed that diseases attributed to particulate matter (PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub>), SO<sub>2</sub> and nitrogen oxide, under normal and emergency conditions, highly contributed to the physical health problems during the construction of CCPPs.

**Conclusion:** The method presented in this study is applicable to (1) identifies the factors affecting physical health, (2) determines the range of each physical health-associated factor and (3) prioritizes influencing criteria that might affect human health status during the construction and operation of a combined cycle power plant.

**Keywords:** Prioritization, Scoping, Health impact assessment, Combined cycle power plant, Health annex

**\*Corresponding Author:**  
amirmasood.taherkhani@gmail.com

Please cite this article as: Karyab H, Ghanbari R, Ranjbaran M, Taherkhani AM. Designing a tool to identify and prioritize the effects of construction and operation phases of combined cycle power plants on physical health. Iranian Journal of Health and Environment. 2020;13(3):385-408.

