مجله سلامت و محیط زیست، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره سیزدهم، شماره سوم، پاییز ۱۳۹۹، صفحات ۳۸۵ تا ۴۰۸

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[۱]، رضا قنبری[۱]، مهدی رنجبران[۲]، امیرمسعود طاهرخانی[۱،*]

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

اطلاعات مقاله:

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

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

پست الکترونیکی نویسنده مسئول:
amirmasood.taherkhani@gmail.com

چکیده

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 بهره برداری نیروگاه سیکل ترکیبی بر سلامت جسمی بود.

روش بررسی: با مرور مستندات و مصاحبه با ۱۵ متخصص، متغیرهای موثر بر سلامت جسمی در ساخت و بهره برداری 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.

یافته‌ها: براساس نظرات متخصصین، ۴۸۰ گویه موثر بر سلامت جسمی در ساخت و بهره برداری 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.

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

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.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-10]

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 ارزیابی‌اثر بر محیط زیست(Environmental Impact Assessment (EIA))به‌صورت پیوست‌هایی 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 به‌تدریج باعث شده توجه به ارزیابی اثرات سلامت افزایش یابد (۲) و در برخی از کشورها، به‌عنوان مثال، تایلند، 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). درنتیجه 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 این‌حال، 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 غالبا 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، به‌نحوی‌که ژنراتور توربین گازی، برق را تولید می‌کند. درعین‌حال 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 بهره برداری 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 بهره برداری 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 بهره برداری، اثرات احداث نیروگاه بر مولفه‌های بهداشت محیطی در سه محدوده بلافصل، 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.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-10]

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 به‌صورت 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

به‌منظور بررسی روایی محتوایی، ابزار تهیه شده از مرحله قبلی در بین ۱۵ نفر از صاحب نظران و متخصصین مهندسی بهداشت محیط، بهداشت حرفه‌ای، مهندسی محیط زیست، اپیدمیولوژی، آمار حیاتی و بهداشت عمومی با سابقه کار توزیع شد. ضمنا 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؛ بدین‌صورت 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 می‌گردید (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 صورتی‌که بزرگ‌تر از مقادیر جدول لاوشه (حداقل مقادیر CVR قابل قبول برای تعداد متفاوتی از اعضای پانل ارزیابی کننده سوال) بود، نسبت روایی محتوای آن آیتم مورد تایید قرار گرفت (۱۹،

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-10]

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» 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 درنهایت 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

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 قابل‌درک نیست	(خیلی کم) احتمال وقوع در طول عمر خیلی کم است	(کوتاه مدت) کمتر از یک ماه	(فردی) موارد انفرادی
متوسط	۲	افرادی که تحت اثر قرارگرفته‌اند می‌توانند به آسانی با اثر سازش یافته و سطح پیش از اثر خود را بازیابند	(گاه‌به‌گاه) گاهی در طول عمر رخ می‌دهد	(میان مدت) ۱ تا ۱۲ ماه	(محلی) اثر محدود و کم بر خانوارها
زیاد	۳	افرادی 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	(بلند مدت) ۱ تا ۶ سال	(منطقه‌ای) تمام جوامع پیرامونی، سطح روستا، سطوح منطقه‌ای
خیلی زیاد	۴	افرادی 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	(بسیار بلند مدت) از ۶ سال به بالا (تمام طول عمر پروژه و فراتر از آن)	(فرا منطقه‌ای) فراتر از جوامع پیرامونی، سطوح ملی، جهانی

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-10]

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 به‌عنوان یک روش رایج که دارای قضاوت‌های کلی از میانگین و فاقد تفکیک زمانی و مکانی است، برای تعیین دامنه و اولویت‌بندی 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 درنهایت جمع جبری اعداد بود (۲۹، ۳۰). جهت تعیین دامنه و اولویت‌بندی اثرات، پرسشنامه با ۸ سناریو در قالب ۴ جدول طراحی شد. جهت اولویت‌بندی 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 به‌دست 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 به‌صورت صفر و یک تعیین نمودند. سپس 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 به‌دست آمده، بزرگی، احتمال، مدت و گستردگی اثر در هم ضرب و امتیاز کل هر متغیر به‌دست 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. ضمنا چون سلامت جسمی ملاک نظر مطالعه بود، هر معیار فرعی به‌صورت یک بیماری یا عارضه بیان شد. همچنین تاکید می‌گردد که در این مطالعه صرفا 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.

جدول ۲- سطوح امتیاز گویه‌ها جهت سطح بندی در مطالعه

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

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-10]

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 پیروتروئیدها)، بیماری‌های منتسب به سایر پارامترهای شیمیایی آلی (نظیر TPH، PAHs، PCBs، DBPs و رادیونوکلوئیدها)
آلاینده‌های هوا	بیماری‌های منتسب به انتشار (SO_2)، بیماری‌های منتسب به انتشار ذرات معلق ($PM_{2.5}$ و PM_{10})، 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 دی‌اکسین 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 موذی و حشرات مرتبط با پسماند خانگی، بیماری‌های منتسب به انتشار جوندگان موذی 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، گرمازدگی، 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، حیوان گزیدگی 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

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-10]

از کل گویه‌های شناسایی شده، تعداد ۱۰ گویه (۵ گویه در دو فاز ساخت و بهره برداری) 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 بهره برداری 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 بهره برداری 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 هپاتیت B و هپاتیت 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 صرفا 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 بهره برداری 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 صرفا آلاینده‌های هوا نقش دارند.

جدول ۴- نتیجه بررسی CVR پرسشنامه در سناریوهای موجود ساخت و بهره برداری 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 بهره برداری		۳	۵۲	۰/۵۹
۳	شرایط عادی در شعاع اثرات خارج بلافصل و در ساخت		۱۷	۳۸	۰/۴۰
۴	شرایط عادی در شعاع اثرات خارج بلافصل و در مرحله بهره برداری		۹	۴۶	۰/۵۳
۵	شرایط اضطراری در شعاع اثرات بلافصل و در مرحله ساخت		۸	۴۷	۰/۵۶
۶	شرایط اضطراری در شعاع اثرات بلافصل و در مرحله بهره برداری		۳	۵۲	۰/۶۳
۷	شرایط اضطراری در شعاع اثرات خارج بلافصل و در مرحله ساخت		۱۵	۴۰	۰/۴۲
۸	شرایط اضطراری در شعاع اثرات خارج بلافصل و در مرحله بهره برداری		۱۰	۴۵	۰/۵۲

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-10]

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	بلافصل		خارج بلافصل	
				عادی	اضطراری	عادی	اضطراری
هوا	بیماری‌های منتسب به انتشار ذرات معلق ($PM_{2.5}$ و PM_{10})	*	*	*	*	*	*
هوا	بیماری‌های منتسب به انتشار ترکیبات آلی فرار (VOCs)		*	*	*		
آب‌های زیرزمینی	بیماری‌های منتسب به سایر پارامترهای شیمیایی آلی (TPH،PAHs،PCBs،DBPs و رادیونوکلوئیدها)	*	*	*	*		
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 پیروتروئیدها)	*	*	*	*		
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، نیتریت)		*	*	*		
آب‌های سطحی	بیماری‌های منتسب به سایر پارامترهای شیمیایی آلی (TPH، PAHs،PCBs،DBPs و رادیونوکلوئیدها)	*	*	*	*		
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 دوبه‌دو 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

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-10]

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. بدین‌صورت 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 (NOx، CO 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.

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 اسکرین 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 صرفا 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 به‌صورت چهار وجهی ویژگی‌های بزرگی، احتمال، مدت و گستردگی اثر بررسی و ارزیابی می‌شود و در نهایت پارامترهای دارای اولویت به‌دست می‌آیند (۳۸).

یافته‌های مطالعه حاضر نشان می‌دهد که کلیه متغیرهای واقع در سطح یک جزء آلاینده‌های هوا بوده و در شعاع

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-10]

اثـرات بلافصـل در مرحلـه بهـره بـرداری اثـر خواهنـد نمـود. بنابرایـن تمرکـز اصلـی در مطالعـات HIA طرح‌هـای احداث و بهـره بـرداری از نیروگاه‌هـای سـیکل ترکیبـی بایـد بـر آلاینده‌هـای هـوا باشـد. همچنیـن همانگونـه کـه در جـدول ۶ ارائـه شـده اسـت، یافته‌هـای مطالعـه نشـان می‌دهـد کـه (بـدون در نظـر گرفتـن شـرایط عادی/اضطـراری، شـعاع اثـرات بلافصل/خـارج بلافصـل، مرحلـه سـاخت/بهره بـرداری) مهمتریـن فاکتورهای موثر بر سـلامت جسـمی در اثر سـاخت نیروگاه‌هـای سـیکل ترکیبـی علاوه بـر آلاینده‌های هوا، ناشـی از آلودگـی خـاک، آلودگـی منابـع آب‌هـای سـطحی و انتشـار پسـماندها در محیـط هسـتند. بنابرایـن ضـرورت دارد کـه در تدویـن گزارشـات HIA اثـرات و پیامدهـای ایـن متغیرهـا بر سـلامت جسـمی مـورد ارزیابـی قـرار گیرد.

بـا وجـود تمـام مزایـا، یافته‌هـای مطالعـه حاضـر صرفا روشـی جهـت شناسـایی فاکتورهـای موثر بر سـلامت جسـمی، تعیین دامنـه و اولویت‌بنـدی آنهـا در مراحل سـاخت و بهـره برداری از نیـروگاه سـیکل ترکیبـی ارائـه می‌نمایـد. لـذا بررسـی اثـرات بـر سـایر ابعـاد سـلامت نظیـر سـلامت روان و سـلامت اجتماعـی توسـط این ابزار امـکان پذیر نیسـت. همچنین دیگر محدودیـت ابـزار ارائـه شـده در ایـن مطالعـه تخصصـی بودن آن اسـت؛ بگونـه‌ای کـه ایـن ابـزار صرفـا بـرای ارزیابـی اثرات سـلامتی در فاز سـاخت و بهره بـرداری از نیروگاه‌های سـیکل ترکیبـی قابـل کاربـرد بـوده و برای سـایر طـرح هـای عمرانی قابل اسـتفاده نیسـت.

نتیجه‌گیری

نتایـج مطالعـه حاضـر نشـان می‌دهـد کـه در فراینـد سـاخت و بهـره بـرداری از نیروگاه‌هـای سـیکل ترکیبـی، متغیرهـای موثر بر سـلامت جسـمی در شـرایط اضطراری در شـعاع اثرات بلافصل بیشـترین اولویت را دارا هسـتند. مهمترین فاکتورهای موثـر بـر سـلامت مشـتمل بـر انتشـار ذرات معلق، دی‌اکسـید گوگـرد، اکسـیدهای ازت از دودکـش، انتشـار ترکیبـات آلـی فـرار از تصفیـه خانـه فاضـلاب، انتشـار سـموم آلـی در خـاک، انتشـار آلاینده‌هـای حاصـل از سـوزاندن پسـماندهای صنعتی و رهاسـازی فلـزات سـنگین در اثـر تخلیه فاضـلاب در محیط بـود. همچنیـن یافته‌هـای مطالعـه نشـان داد کـه سـاخت

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 دی‌اکسین 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

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-10]

نیـروگاه سـیکل ترکیبـی در شـرایط عـادی در شـعاع اثـرات خـارج بلافصـل کمترین اولویـت را برای ارزیابی اثرات سـلامت جسـمی دارا اسـت. همچنین این مطالعه نشـان داد که انتشـار آلاینده‌هـای هـوا در شـعاع اثـرات بلافصـل و در مرحلـه بهـره بـرداری از نیروگاه‌هـای سـیکل ترکیبـی واجـد مهمتریـن و برجسـته‌ترین اثـرات بـر سـلامت جسـمی اسـت. در مجموع با بهره‌گیـری از ایـن روش ارائـه شـده در ایـن مقالـه، شناسـایی فاکتورهـای موثـر بـر سـلامت جسـمی و تعیین دامنـه آنها در مراحـل سـاخت و بهره بـرداری از نیروگاه‌های سـیکل ترکیبی امـکان پذیـر می‌گـردد. البتـه بایـد تاکید نمـود که ابـزار ارائه شـده در ایـن مطالعـه صرفا سـلامت جسـمی را مورد بررسـی قـرار می‌دهـد و سـایر جنبه‌هـای سـلامت نظیر سـلامت روان در ایـن مطالعـه بررسـی نشـده و محدودیـت اساسـی کاربـرد ابـزار فـوق اسـت. لذا پیشـنهاد می‌گـردد در مطالعـات دیگری سـایر جنبه‌هـای سـلامت متاثـر از احـداث و بهـره بـرداری از طرح‌هـای عمرانـی نظیـر نیروگاه‌های سـیکل ترکیبـی مطالعه شود.

ملاحظات اخلاقی

نویسـندگان کلیـه نـکات اخلاقی شـامل رضایـت آگاهانه، عدم سـرقت ادبـی، عـدم انتشـار دوگانـه، عـدم تحریـف داده‌هـا و داده‌سـازی را در ایـن مقالـه رعایـت کرده‌انـد. کـد کمیتـه اخـلاق IR.QUMS.REC.1397.063 اسـت.

تشکر و قدردانی

ایـن مقالـه حاصل بخشـی از پایان‌نامه با عنوان "روش‌شناسـی ارزیابـی اثـرات سـلامت جسـمی در مراحـل سـاخت و بهـره بـرداری پروژه‌هـای عمرانـی؛ مطالعـه مـوردی: نیروگاه سـیکل ترکیبی" در مقطع کارشناسـی ارشـد اسـت که در سال ۱۳۹۷ و بـا شـماره ۱۴۰۰۳۱۸۳ بـا حمایت دانشـگاه علوم پزشـکی و خدمـات بهداشـتی، درمانـی قزویـن اجرا شـده اسـت.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-10]

ضمائم

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

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 صورتی‌که 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 (بلافصل، خارج بلافصل) در غالب ۴ فرم در نظر گرفته‌شده‌اند.

نام و نام خانوادگی: مدرک تحصیلی و تخصص:

نکته: در این مطالعه صرفاً متغیرهای مؤثر بر سلامت جسمی موردتوجه 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:

.....

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-10]

متغیرهای شناسایی‌شده (معیار اصلی)	معیار فرعی	مرحله ساخت، بهره برداری	ضرورت معیار		
			غیرضروری	مفید ولی غیرضروری	ضروری
آلاینده‌های آب	پارامترهای شیمیایی غیر سمی (TDS، نیترات، سختی، سولفات، Fe، Mn و...)	ساخت			
		بهره‌برداری			
	پارامترهای معدنی سمی (کبالت، سرب، کادمیوم، نیکل، جیوه و آرسنیک)	ساخت			
		بهره‌برداری			
	سموم ارگانیک (کلره، فسفره، کاربامات‌ها و پیروتروئیدها)	ساخت			
		بهره‌برداری			
	سایر پارامترهای شیمیایی آلی (TPH، PAHs، PCBs، DBPs و رادیو نوکلوئیدها و ...)	ساخت			
		بهره‌برداری			
	آلاینده‌های بیولوژیک آب	ساخت			
		بهره‌برداری			
آلاینده‌های هوا	دی‌اکسید گوگرد (SO_2)	ساخت			
		بهره‌برداری			
	ذرات معلق ($PM_{2.5}$ و PM_{10})	ساخت			
		بهره‌برداری			
	منواکسید کربن	ساخت			
		بهره‌برداری			
	اکسیدهای ازت	ساخت			
		بهره‌برداری			
	ترکیبات آلی فرار VOCs	ساخت			
		بهره‌برداری			
پسماندهای محدوده طرح	انتشار عوامل بیماری‌زا در محیط در اثر مدیریت ناصحیح پسماند عفونی	ساخت			
		بهره‌برداری			
	انتشار فوران‌ها و دی‌اکسین در اثر سوزاندن زائدات پلاستیکی	ساخت			
		بهره‌برداری			
	انتشار فلزات سنگین (سرب و ...)	ساخت			
		بهره‌برداری			
	برهم خوردن سیمای محیطی	ساخت			
		بهره‌برداری			
	انتشار جوندگان موذی و حشرات مرتبط با پسماند ساختمانی	ساخت			
		بهره‌برداری			
	انتشار TPH در محیط در اثر مدیریت ناصحیح پسماند صنعتی	ساخت			
		بهره‌برداری			
شیوع بیماری‌های غیر واگیر	سرطان	ساخت			
		بهره‌برداری			
	آسم	ساخت			
		بهره‌برداری			
	فشارخون	ساخت			
		بهره‌برداری			

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-10]

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

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-10]

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

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-10]

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								
	متوسط								
	زیاد								
	خیلی زیاد								
احتمال اثر	خیلی کم								
	گاه به گاه								
	محتمل								
	مکرر								
مدت اثر	کوتاه مدت								
	میان مدت								
	بلند مدت								
	بسیار بلند مدت								
گستردگی اثر	کم								
	متوسط								
	زیاد								
	خیلی زیاد								

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-10]

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

متغیرهای شناسایی شده		مرحله:	بزرگی اثر				احتمال اثر				مدت اثر				گستردگی اثر			
معیار اصلی	معیار فرعی		کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	خیلی کم	گاه به گاه	محتمل	مکرر	کوتاه مدت	میان مدت	بلند مدت	بسیار بلند مدت	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
آلاینده آب‌های سطحی	بیماری‌های منتسب به مواجهه با پارامترهای شیمیایی غیر سمی (نیترات، نیتریت)	ساخت																
		بهره برداری																
	بیماری‌های منتسب به مواجهه پارامترهای معدنی سمی (کبالت، سرب، کادمیوم، نیکل، جیوه و آرسنیک)	ساخت																
		بهره برداری																
	بیماری‌های منتسب به کاربرد سموم ارگانیک (کلره، فسفره، کاربامات‌ها و پیروتروئیدها)	ساخت																
		بهره برداری																
	بیماری‌های منتسب به سایر پارامترهای شیمیایی آلی	ساخت																
		بهره برداری																
آلاینده‌های آب‌های زیرزمینی	بیماری‌های منتسب به مواجهه با پارامترهای شیمیایی غیر سمی (نیترات، نیتریت)	ساخت																
		بهره برداری																
	بیماری‌های منتسب به مواجهه پارامترهای معدنی سمی (کبالت، سرب، کادمیوم، نیکل، جیوه و آرسنیک)	ساخت																
		بهره برداری																
	بیماری‌های منتسب به کاربرد سموم ارگانیک (کلره، فسفره، کاربامات‌ها و پیروتروئیدها)	ساخت																
		بهره برداری																
	بیماری‌های منتسب به سایر پارامترهای شیمیایی آلی	ساخت																
		بهره برداری																
آلاینده‌های هوا	بیماری‌های منتسب به انتشار دی‌اکسید گوگرد	ساخت																
		بهره برداری																
	بیماری‌های منتسب به انتشار ذرات معلق	ساخت																
		بهره برداری																

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-10]

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

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-10]

متغیرهای شناسایی شده		مرحله:	بزرگی اثر				احتمال اثر				مدت اثر				گستردگی اثر			
معیار اصلی	معیار فرعی		کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	خیلی کم	گاه به گاه	محتمل	مکرر	کوتاه مدت	میان مدت	بلند مدت	بسیار بلند مدت	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
	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																
شیوع بیماری‌های غیر واگیر	سرطان	ساخت																
		بهره برداری																
	بیماری‌های ریوی	ساخت																
		بهره برداری																
	بیماری‌های متابولیک (فشار خون، دیابت، گرمازدگی، 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																
	آزبستوزیس	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																

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-10]

متغیرهای شناسایی شده		مرحله:	بزرگی اثر				احتمال اثر				مدت اثر				گستردگی اثر			
معیار اصلی	معیار فرعی		کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	خیلی کم	گاه به گاه	محتمل	مکرر	کوتاه مدت	میان مدت	بلند مدت	بسیار بلند مدت	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
شیوع بیماری‌های واگیر	هپاتیت A	ساخت																
		بهره برداری																
	شیگلوز، حصبه و مسمومیت‌های غذایی سالمونلایی	ساخت																
		بهره برداری																
	سل	ساخت																
		بهره برداری																
	سالک	ساخت																
		بهره برداری																
	وبا	ساخت																
		بهره برداری																
	کیست هیداتیک	ساخت																
		بهره برداری																
	کزاز	ساخت																
		بهره برداری																
	آنفولانزا	ساخت																
		بهره برداری																
	حساسیت و بیماری‌های پوستی	ساخت																
		بهره برداری																
	حیوان گزیدگی و هاری	ساخت																
		بهره برداری																
	گال	ساخت																
		بهره برداری																
	پدیکولوزیس	ساخت																
		بهره برداری																
	مالاریا	ساخت																
		بهره برداری																

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-10]

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

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-10]

References

1. Nabipour I. Book review: Guide to health impact assessment (HIA) in petroleum industry. Iranian South Medical Journal. 2013;16(1):77-79 (in Persian).
2. 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.
3. Hengpraprom S, Sithisarankul P. Developing tools for health impact assessment in environmental impact assessment in Thailand. Acta Medica Okayama. 2011;65(2):123-28.
4. 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.
5. 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.
6. Morgan RK. Health and impact assessment: Are we seeing closer integration? Environmental Impact Assessment Review. 2011;31(4):404-11.
7. 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.
8. 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).
9. 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.
10. 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).
11. Ann Forsyth CSS, Kevin Krizek. Health impact assessment (HIA) for planners: What tools are useful? Journal of Planning Literature. 2010;24(3):231-45.
12. Rajesh R, Kishore PS. Thermal efficiency of combined cycle power plant. International Journal of Engineering and Management Research. 2018;8(3):229-34.
13. 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.
14. 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.
15. Kehlhofer R, Hannemann F, Rukes B, Stirnimann F. Combined-Cycle Gas & Steam Turbine Power Plants. Tulsa: PennWell; 2009.
16. Desai B, Allen BR. Nailing the Written Emergency Medicine Board Examination. New York: Springer; 2016.
17. Yaghmaei F. Content validity and its estimation. Journal of Medical Education. 2003;3(1):e105015. doi: 10.22037/jme.v3i1.870.
18. Davis LL. Instrument review: Getting the most from a panel of experts. Applied Nursing Research. 1992;5(4):194-97.
19. 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).
20. Hajimirmohammad 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).
21. Hajizadeh E, Asghari M. Statistical methods and analyses in health and biosciences a research methodological approach. Tehran: Jahad Daneshgahi Publications; 2011 (in Persian).
22. Mohammadbeigi A, Mohammadsalehi N, Aligol M. Validity and reliability of the instruments and types of measurments in health applied researches. Journal of Rafsanjan University of Medical Scienc-

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-10]

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 Uuniversity 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. Dastkhan 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.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-10]

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

Orginal 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[1], Reza Ghanbari[1], Mehdi Ranjbaran[2], Amir Masood Taherkhani[1,*]

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

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

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

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 ($PM_{2.5}$ and PM_{10}), SO_2 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.

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.

Copyright © 2020 Iranian Association of Environmental Health, and Tehran University of Medical Sciences. Published by Tehran University of Medical Sciences. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Noncommercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-10]