

Risk Management Model for Mineral Hot Spas Based on Quality, Structural, and HSE System Index

Taha Mohammadhoseini¹, Hossein Saadati^{*2}, Leyla Azadvari³, Farahnaz Ezzati⁴

1. National Iranian Copper Industries Developments & Engineering Co, Tehran, Iran

2. Department of Environmental, Ardabil branch, Islamic Azad University, Ardabil, Iran.

3. Dentistry Faculty, Ardabil University of Medical Sciences, Ardabil, Iran.

4. Health Department, Ministry of Health and Medical Education, Tehran, Iran

* **Corresponding author.** Tel: +989141503887, Fax: +984533727799, E-mail: hs.saadati@iau.ac.ir

Received: Aug 04, 2022

Accepted: Oct 31, 2024

ABSTRACT

Background & objectives: A key issue in health tourism, particularly in mineral spas, is the high incidence of injuries among users. This study aims to develop a conceptual model for assessing and managing risks associated with hot mineral water pools, focusing on quality, structural, and health, safety, and environmental (HSE) parameters. The research follows a four-step process aligned with standard risk management principles to create this model.

Methods: By analyzing Iranian and international standards for mineral spas, along with research reports, 83 critical parameters were identified-16 related to quality, 30 to structural factors, and 37 to HSE. The impact weights of these parameters were determined through a questionnaire and hierarchical analysis. According to these weights, expert opinions, and standard allowable ranges, quantitative and qualitative risk classifications were established across five levels for each parameter. Aggregating these scores provided the overall risk assessment for each pool.

Results: The model was applied to evaluate risks in hot mineral water pools across Ardabil province. Water samples from six pools were analyzed, revealing varying risk levels: the Gotor Soei pool scored 81.5 (unacceptable risk), Gavmish Goli spas scored 70.62, Shabel scored 61.88, and Qinarjeh scored 59.1 (all high-risk), while Sabalan (48.23) and Busheli (46.16) were classified as medium-risk

Conclusions: The risk levels aligned with forensic records of injuries, validating the model's effectiveness in identifying and managing risks in mineral spas.

Keywords: Health; Quality Index; Risk Management; Safety; Spa

ارائه مدل مفهومی مدیریت ریسک برای استفاده در استخرهای آب گرم معدنی بر اساس شاخص‌های کیفی، سازه‌ای و HSE

طه محمدحسینی حیران^۱، حسین سعادت^{۲*}، لیلا آزادواری^۳، فرحناز عزتی^۴

۱. شرکت مهندسی و توسعه صنایع ملی مس ایران، تهران، ایران.

۲. گروه محیط زیست، واحد اردبیل، دانشگاه آزاد اسلامی، اردبیل، ایران

۳. دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، اردبیل، ایران

۴. حوزه معاونت بهداشت، وزارت بهداشت و درمان و آموزش پزشکی، تهران، ایران

* نویسنده مسئول. تلفن: ۰۴۵۳۳۷۲۹۸۲۰ فکس: ۰۴۵ ۳۳۷۲۷۹۹ ایمیل: Hs.saadati@iau.ac.ir

چکیده

زمینه و هدف: یکی از معضلات مهم در بخش استخرهای آبگرم معدنی، آمار قابل توجه افراد آسیب دیده، مطابق اسناد پزشکی قانونی و پرونده های قضایی می باشد. هدف اصلی این تحقیق ارائه مدل مفهومی، برای سنجش و مدیریت ریسک استفاده از استخرهای آب گرم معدنی بر اساس پارامترهای کیفیت، سازه ای و سلامت، ایمنی و محیط زیست (HSE) می باشد.

روش کار: در این تحقیق برای تهیه مدل مفهومی ریسک در چهار مرحله مطابق اصول استاندارد مدیریت ریسک اقدام گردید. با مطالعه استانداردهای ایران و جهان برای آبگرم های معدنی، پس از آزمون های روایی و پایایی، ۸۳ پارامتر موثر که شامل ۱۶ پارامتر کیفی، ۳۰ پارامتر سازه ای و ۳۷ پارامتر HSE بود استخراج گردید. وزن اثر آنها بر اساس پرسشنامه و مقدار خطر برای استفاده کنندگان با روش تحلیل سلسله مراتبی، بدست می آید. در مرحله بعد طبقات ریسک کمی و کیفی در پنج محدوده برای هر پارامتر بدست آمد. سپس با تجمیع امتیاز این پارامترها، نتیجه نهایی ریسک استفاده از هر استخر حاصل می شود.

یافته ها: به منظور مطالعه و ارزیابی ریسک استخرهای آب گرم معدنی استان اردبیل با روش ابداع شده از این تحقیق، ارزیابی مدیریت ریسک شش استخر در استان اردبیل انجام شد. مشخص شد که استخر قطورسویی با امتیاز ۸۱٫۵، دارای سطح ریسک غیر قابل قبول بوده، آبگرم های گاو میش گلی با امتیاز ۷۰/۶۲، شاییل با امتیاز ۶۱/۸۸ و قینرجه با امتیاز ۵۹/۱ دارای سطح ریسک زیاد بوده و استخرهای سبلان با امتیاز ۴۸/۲۳ و بوشلی با امتیاز ۴۶/۱۶، دارای سطح ریسک متوسط می باشند.

نتیجه گیری: مدل ارائه شده با شواهد و مدارک وقایع پزشکی قانونی مورد اعتبار سنجی قرار گرفت. با توجه به نتایج مدل مفهومی ریسک و امتیاز به دست آمده برای هر جزء و اجزای فرعی، می توان راه حل های متناسب از جمله، لزوم اصلاح استانداردهای جاری برای هر استخر آب گرم ارائه کرد.

واژه های کلیدی: استخر آبگرم معدنی، شاخص کیفی، سلامت، ایمنی و مدیریت ریسک

دریافت: ۱۴۰۱/۵/۱۳ پذیرش: ۱۴۰۳/۹/۱۰

مقدمه

شناخته شده و اغلب در ترکیب با سایر جاذبه ها به عنوان مثال فرهنگی، تاریخی، زمین شناسی عرضه می شود. یکی از تهدیدات جاذبه های توریستی مربوط

چشمه های آب گرم و معدنی طبیعی توسط صنعت گردشگری به عنوان یک منبع طبیعی منحصربه فرد

به چشمه‌های آب گرم معدنی، عدم وجود استاندارد جامع و تمهیدات مناسب در جهت حذف خطرات گاز گرفتگی ناشی از گازهای خطرناک متصاعد شده در استخرهای آبگرم معدنی و حذف آلاینده‌های میکروبی بدون استفاده از پرکلرین می‌باشد. این مساله باعث به خطر افتادن یکی از مهمترین جاذبه‌های توریستی استان بدلیل امکان شیوع اخبار ناگوار مرگ و میر در چشمه‌های آبگرم استان در سطح ملی و بین المللی خواهد شد (۱).

چشمه‌های آبگرم معدنی بدلیل وجود عوامل خاصی از جمله گازهای خطرناک و دمای بالا، نمی‌توانند با استانداردها و الزامات استخرهای معمولی (مصوب سازمان استاندارد، وزارت بهداشت و وزارت کار) اداره شوند بطور مثال گندزدایی میکروبی این آبها نیز با پرکلرین نمی‌تواند انجام گیرد چراکه آن ماده با ترکیبات خاص آبهای معدنی واکنش داده و فرایند دیگری را طی می‌کند (۲) و آلودگی‌های میکروبی نیز مطابق بررسیهای صورت گرفته در این آبها مشهود است و در ضمن احتمال بروز و تشدید تاثیرات ریوی بخارات کلر در اثر مواجهه با گازهای خطرناک متصاعده از بستر آب نیز وجود دارد که روش سنتی مذکور (کلرزنی) را غیر قابل استفاده می‌نماید بطوریکه در حال حاضر بدلیل جامع نبودن استانداردهای ملی درخصوص آبهای گرم معدنی از همان استانداردهای استخرهای معمولی استفاده شوند (۳، ۴).

در زمینه بررسی خطرات استفاده از استخرهای آبگرم معدنی تحقیقات زیادی وجود دارد. در تحقیقی که در آبهای گرم معدنی اسپانیا صورت گرفته نقش مولفه‌های میکروبی در آبگرم معدنی طبیعی بررسی شده که اثر مولفه‌های فیزیکی بر مولفه‌های میکروبی در آبهای معدنی را بررسی می‌کند نتیجه گرفته شد که دمای آبگرم‌های معدنی تاثیر مثبتی بر رشد باکتری‌ها دارد (۵).

در مطالعه ای دیگر در بیش از ۲۷۰۰۰ منبع چشمه‌ها آب معدنی کشور ژاپن که با برخی از شیوه‌های بهداشتی معمولی سنتی مورد استفاده مردم هست، حاکی از آن است که آبهای گرم به عنوان یک چشم‌انداز درمانی نقش مهمی در حفظ سلامت و رفاه مردم کشور ژاپن دارد و نظربه اینکه تداوم رویه فعلی، بدون رعایت استانداردها، چالش‌هایی به همراه خواهد داشت (۶). تحقیق دیگری بر روی آبگرم‌های استان اردبیل با هدف رتبه بندی سطح درمانی آنها و شاخص‌های درمانی آنها و بررسی آمار سه ساله اخیر بیماری‌های شایع کشور، انجام شده است (۷).

در تحقیقی دیگر کمیت و کیفیت چشمه‌های آبگرم موجود در ایران مورد بررسی قرار گرفت و معلوم گردید که غالب این چشمه‌ها از شرایط بهداشتی و رفاهی مناسبی برخوردار نیستند که در صورت تامین و ارتقا این شرایط و امکانات اولیه، ایران به قطب گردشگری طبیعی و درمانی دنیا معرفی میگردد (۸). در تحقیقی دیگر، ارزیابی مدل کمی ارزیابی ریسک میکروبی (QMRA) برای بیماری لژیونر (LD) انجام شد. شیوع ذرات آئروسول، ترکیب آب، مدت زمان قرار گرفتن در معرض بیماری، و پارامترهای تهویه ساختمانی با یک مدل دو بخشی آب و هوا برآورد شد. این ارزیابی در دو مجموعه آبگرم، در مورد انتقال لژیونلا از فاز آب به ذرات هوا در آبگرم در نظر گرفته است. این مدل توانست غلظت کلنی عامل بیماری را در بخش‌های مختلف هوای استخر برآورد کند (۹). در مطالعه ای که بر روی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی چشمه‌های ایزینوکا^۱ در آفریقای جنوبی صورت گرفت مشخص شد که رسوبات رسی غار و آب استخر شنا دارای غلظت کلسیم بالا (حداکثر ۱۳۴۵۰۶ میلی گرم در کیلوگرم در برای)، فلز کمیاب آهن (تا ۳۶۲۷۲ میلی گرم در کیلوگرم) و فلز سمی سرب (تا ۲۵ mg/kg) می‌باشند. سطح فلزات اساسی و

^۱ Isinuka

سمی به جز روی و مس در آب بیش از حد توصیه شده بود (۱۰).

در مطالعه‌ای تعداد ۵۲ نمونه از چشمه‌های آب گرم معدنی شهرستان مشکین‌شهر (قینرجه و موئیل) برداشته شد. هیچ‌یک از خواص فیزیکوشیمیایی اندازه‌گیری شده مطابق با استاندارد نبود (۱۱).

هدف تحقیق ارزیابی نقش چشمه‌های آب گرم و معدنی طبیعی در سلامت، تندرستی و گردشگری تفریحی با استفاده از الگوی است که به عنوان چارچوبی برای ارزیابی نقش چشمه‌های آب گرم در گردشگری ایجاد شده است. این ارزیابی از طریق ایجاد مدل مفهومی همراه با انجام آزمایشات و همچنین مشاهدات شخصی و مصاحبه‌های نیمه ساختاری است، انجام شده است. این تحقیق بر امکان حذف یا کاهش خطرات موجود در استخرهای چشمه‌های آب گرم معدنی تا حد مجاز و مطلوب و ارزیابی راهکارهای مناسب با مدل مفهومی ریسک جامع براساس ۸۳ پارامتر ارائه شده، تمرکز دارد تا بتوان بحث سلامت ایمنی و ملاحظات زیست محیطی در گردشگری را بطور کامل تامین نمود.

روش کار

برای تهیه مدل مفهومی ریسک در چهار مرحله مطابق اصول استاندارد مدیریت ریسک ایزو ۳۱۰۰۰ اقدام گردید که شامل برنامه ریزی، شناسایی، ارزیابی و راهکار، نظارت و گزارش دهی بازخورد راهکارها می‌باشد (۱۲، ۱۳). بطوریکه در مرحله برنامه ریزی، نحوه مدیریت خطرهای احتمالی مشخص شد و چهارچوب کلی مدل برای نشان دادن خطر استفاده از استخرهای آبگرم معدنی مشخص شد. در مرحله دوم شناسایی پارامترهای ریسک‌های احتمالی که می‌توانند در اشکال مختلفی همچون پارامترهای کیفی و شرایط محیطی وجود داشته باشند، مرحله سوم ارزیابی ریسک‌های شناسایی شده با استفاده از معیار پارامترهای کیفی و الزامات استانداردهای جاری و...

می‌باشد و ریسک‌ها براساس احتمال وقوع و پیامدهای احتمالی‌شان ارزیابی و امتیازدهی شدند. در نتیجه این مدل مدیریتی ریسک، براساس پارامترهای شاخص کیفی استخرهای آب گرم معدنی به پنج طبقه، بدون ریسک، ریسک جزئی قابل تحمل، ریسک متوسط، ریسک بالا و ریسک غیرقابل تحمل، تقسیم بندی می‌شود. در مرحله چهارم در فرآیند مدیریت ریسک، نحوه اداره آن به چهار روش کاهش و حذف، اجتناب، واگذاری و پذیرش ریسک است در نتیجه می‌توان آن را مرحله ارائه راهکار نامید. برای هر استخر شرایط و سطح ریسک مشخص می‌شود و با ارائه راهکار و نظارت بر عملکرد، اقدامات مدیریتی بعدی تعیین می‌شود.

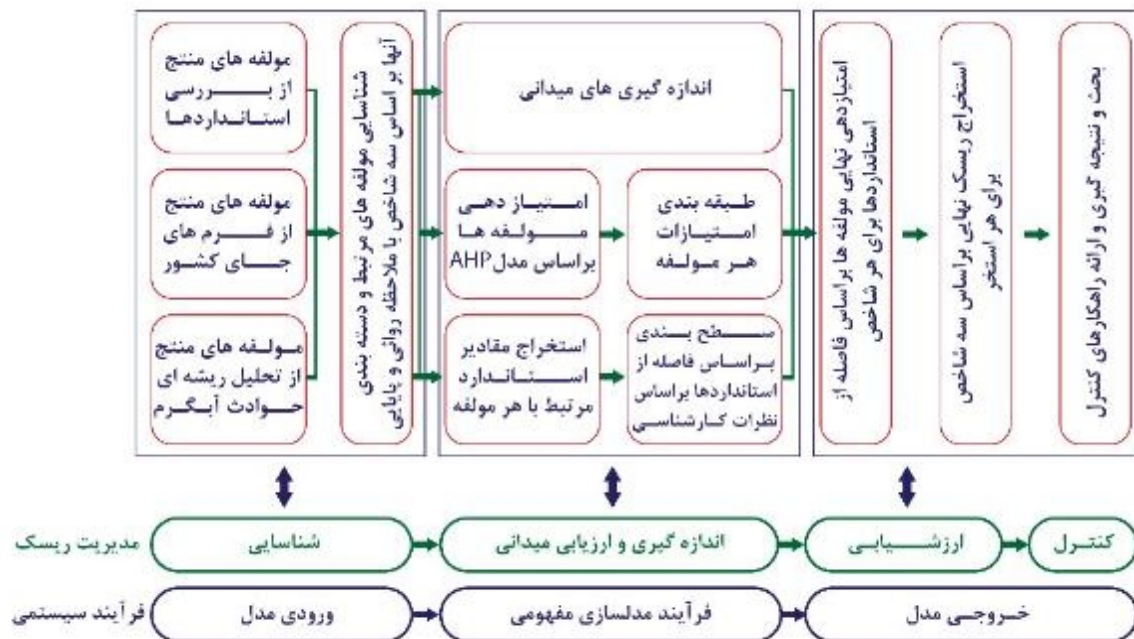
در این پژوهش عزم بر آن بود که اولاً سوابق حوادث صورت گرفته در استخرهای آبگرم استان مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد و علت یابی شود، سپس تمامی اسناد و گزارش‌های علمی و تحقیقاتی ملی و بین‌المللی موجود (۱۴) در رابطه با مدل‌های ریسک استفاده از آب گرم‌های معدنی استخری و همچنین شناسایی و انتخاب مولفه‌های تحقیق از مفاد و الزامات استانداردهای جاری و نتایج حاصله از تحلیل حوادث آب‌های گرم معدنی به روش تحلیل علت ریشه‌ای^۱ (RCA) استفاده شد.

مطابق فلوچارت در شکل ۱ پس از شناسایی و تعیین پارامترهای شاخص کیفی، ساختار و طبقاتی برای هر کدام از مولفه‌های در نظر گرفته شد. در ابتدا براساس محدوده استاندارد به ۵ طبقه تقسیم شدند و سپس براساس مقدار وزن بدست آمده با روش تحلیل سلسله مراتبی فازی، به ۵ گروه تقسیم می‌شوند پس از مشخص شدن مقدار ۸۳ مولفه با اندازه‌گیری یا برآورد و مقایسه با طبقات استاندارد و بعد با اختصاص وزن، امتیاز هر مولفه مشخص می‌گردد، در نهایت خروجی مدل، مشخص کننده

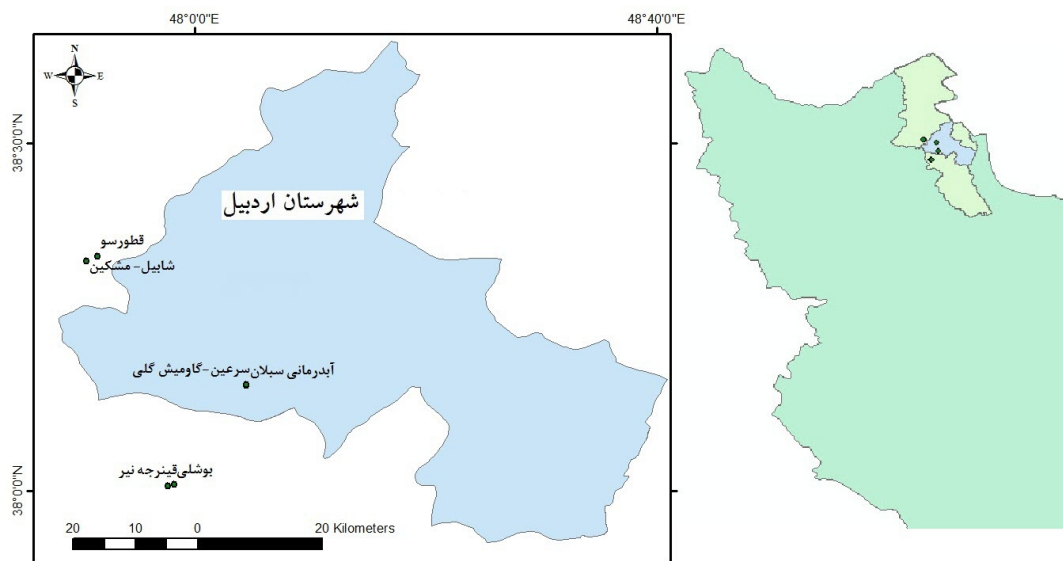
^۱ Root Cause Analyses

نیر، سرعین و مشکین شهر پس از نمونه برداری در زمان‌های با تعداد مراجعه متوسط، در آزمایشگاه دانشگاه آزاد اردبیل، اندازه گیری شد. بقیه مولفه‌ها هم با پرسشنامه و فرم‌های ایجاد شده در این تحقیق با نظر کارشناسی، گردآوری و برآورد شد.

شرایط استفاده از استخرهای آبگرم معدنی (مراحل چهارم استاندارد ایزو ۳۱۰۰۰) خواهد بود (۱۲). محدوده مطالعاتی این تحقیق در استخرهای آبگرم معدنی استان اردبیل می‌باشد که در شکل ۲ نشان داده شده است. مولفه‌های شاخص کیفی در استخرهای موجود در چند شهرستان استان ازجمله



شکل ۱. فرایند مدل‌سازی مفهومی ریسک برای آب‌های گرم معدنی



شکل ۲. موقعیت شش استخر مورد مطالعه در شهرستان اردبیل

شاخص کیفیت استفاده شده در این روش در سه دسته شیمیایی، فیزیکی و میکروبی با ۱۶ پارامتر مطابق جدول ۱ با مقدار استاندارد و ۵ محدوده ریسک، قرار می گیرد. در شاخص HSE تعداد ۳۷ فاکتور (جدول ۲) امتیاز دهی شد و شاخص سازه ای در سه دسته ی فضا، تجهیزات و فیلتراسیون مطابق جدول ۳ می باشد که در ۳۰ فاکتور امتیاز دهی شد.

در این روش مدیریت ریسک، به طور کلی ۸۳ پارامتر موثر که شامل ۱۶ پارامتر کیفیت، ۳۰ پارامتر سازه ای و ۳۷ پارامتر HSE بود استخراج و امتیازدهی شد بطوری که جمع امتیازها ۱۰۰ خواهد بود. مقدار امتیاز هر فاکتور از طریق پرسشنامه با جدولی مجزا، که دربرگیرنده ریزفاکتورها با جزئیات فنی می باشد، بدست آمد. در نهایت برای هر استخر عدد ریسک محاسبه گردید و در این روش مدیریت ریسک، ۵ طبقه، شامل سطح بدون ریسک، ریسک ضعیف (قابل

تحمل)، سطح ریسک متوسط، سطح ریسک بالا و سطح ریسک غیرقابل تحمل برای استخرها در نظر گرفته شد که محدوده امتیاز کمی آن نیز با اختلاف ۲۵ امتیاز تا مقدار ۱۰۰ بدست آمد. برای هر پارامتر نیز ۵ سطح در نظر گرفته می شود. اگر مقدار پارامتری در محدوده مقدار استاندارد باشد سطح بدون ریسک خواهد بود و ۴ سطح ریسک دیگر با تقسیم بندی فاصله ای یکسان، که در بخش بالا اشاره شد اعمال می شود. برای هر پارامتر، براساس مقدار فاصله از استاندارد و خطر حاصل از آن، که با نظر کارشناسان حوزه سلامت بدست آمده، ۵ طبقه مدل ریسک در نظر گرفته شد. برای هر پارامتر اندازه گیری یا برآورد شده، سطح ریسک آن از جداول ۱ تا ۳، مشخص شده و در جداول ۵ تا ۷، امتیاز سطح ریسک پارامتر براساس وزن بدست آمد.

جدول ۱. پارامترهای شاخص کیفی با محدوده استاندارد

نام عامل	حدود استاندارد (واحد)	نام عامل	حدود استاندارد (واحد)	نام عامل	حدود استاندارد (واحد)
H ₂ S محلول	۱ ppm	Mg	۱۵۰ ppm	کل جامدات محلول	۸۰۰ ppm
H ₂ S آزاد	۰ ppm	HCO ₃	۱۳۰۰ ppm	اسیدیته	۷٫۲ الی ۸
گاز SO ₂	۷۵ ppb (در ۱ ساعت هر روز)*	F	۱ ppm	کلیفرم	۱
گاز NH ₃	۰	دمای آب	۱۵-۵۵ C	اشرشیا کلی	۱
گاز CO ₂	۳۵۰	دمای هوا	۵ درجه گرمتر	تعداد کلونی ها	۲۰۰
Ca	۵۰۰ ppm				

* a daily maximum 1-hour concentration above 75 ppb

جدول ۲. پارامترهای شاخص HSE با شرایط استاندارد

ردیف	مولفه	استاندارد	ردیف	مولفه	استاندارد
۱	ساز و کار تعویض ۵۰ درصدی آب استخر در ایام عادی و ۱۰۰ درصدی در ایام پیک وجودپاشویه دمپایی و صندلی محل ایمن تعویض مایو پلاستیک و دستمال کاغذی و دست خشک کن و ...	رعایت کامل	۲۰	دستورالعمل و پروتکل های ایمنی و سلامت مانند کرونا	رعایت کامل
۲	وجودپاشویه دمپایی و صندلی محل ایمن تعویض مایو پلاستیک و دستمال کاغذی و دست خشک کن و ...	رعایت کامل	۲۱	وضعیت کمی و کیفی کارکنان (آموزش hse/گواهی سلامت / حقوق کافی / اشرافیت به زبان انگلیسی و امکانات دیگر) تابلوی شماره تماس برای گزارش تخلفات، امکان بازدید مشتری قبل از استفاده سیستم تجزیه وتحلیل پیشنهادات کارکنان و مشتریان	رعایت کامل
۳	دمای محیط بین ۲۱ تا ۲۸ درجه باشد	۲۱ الی ۲۸	۲۲		انجام کامل

۴	تعطیلی استخر در ایام پیک یک ساعت در ظهر	یک ساعت	۲۳	ساماندهی محیط، عدم نگهداری اقلام مازاد در واحدها تفکیک رنگ انواع لوله‌ها برحسب محتویات	رعایت کامل
۵	وضعیت نظافت و بهداشت انواع فضاها و روش گندزدایی	رعایت کامل	۲۴	ساز و کار کنترل جلوگیری از شیرجه زدن و تحرک بیش از حد	رعایت کامل
۶	امکانات ضد عفونی	رعایت کامل	۲۵	تمهیدات مختلف برای معلولین	رعایت کامل
۷	حوضچه‌های کلر درب ورودی‌ها با غلظت حداقل ۱۰ ppm	یک ساعت	۲۶	انجام اندازه گیری‌های لازم و حفظ سوابق	رعایت کامل
۸	ممنوعیت آیا استفاده از پر کلرین	رعایت کامل	۲۷	مجوزهای دوره ای لازم از متولیان مربوطه و اسناد لازم	رعایت کامل
۹	فرد مسئول کنترل کیفیت استخر	وجود فرد	۲۸	وجود دو دستگاه برق اضطراری وجود کلیدچراغ حداکثر ۱۲ ولت و ضد آب	رعایت کامل
۱۰	نظامات کاری و شیفت‌های هشت ساعته	رعایت کامل	۲۹	وجود مسئول امور فنی در تمام مدت سرویس به مشتریان	وجود فرد
۱۱	تمهیدات پایش و نظارت‌های سلامت ظاهری در ورود و حین استفاده توسط کادر پزشکی (عدم استفاده از مشروبات الکلی و مخدر نبود عارضه قلبی و تنفسی خاص و بیماری‌های پوستی خطر آفرین برای سایرین / سن ۲ الی ۶۰ سال و پوشش دستورات عمل روزهای پیک مانند اعلام ظرفیت استخر	رعایت کامل	۳۰	دستورالعمل‌های مکتوب استانداردهای مربوطه و پایش عملکرد و سوابق کنترل آن	رعایت کامل
۱۲	و افراد موجود در داخل در ورودی استخر و ساز و کار کنترل مدت زمان حضور مشتریان و ظرفیت استفاده از استخرهای مختلف و سونا و وان وجود تابلوها برای بیان ترکیبات و اطلاعات پایه،	رعایت کامل	۳۱	وجود تلفن ثابت در محوطه و رختکن و لیست شماره‌های ضروری	رعایت کامل
۱۳	دمای آب، بیان محدودیتها بیان عمق‌ها و انواع، تعداد و کیفیت، ابعاد و رنگ فسفری تابلو و یا فلورسنت	رعایت کامل	۳۲	در صورت استفاده از نور طبیعی وجود شیشه‌های رنگی و مات	رعایت کامل
۱۴	سیستم شناسایی خطرات و مدیریت ریسک وثبت حوادث و شبه حوادث در سازمان وجود دارد	رعایت کامل	۳۳	عدم ورود بیماران قلبی به سونا با کمک کنترل‌های پزشکی وجود دارد	رعایت کامل
۱۵	مشخص بودن درب به ابعاد یک ونیم عرض و دو ونیم ارتفاع و وجود چکش در کنار درب و مشخص بودن مسیر خروج با رنگ مناسب، درب سونا به بیرون باز شود،	رعایت کامل	۳۴	مطالعات آمایش سرزمین و طرح توجیهی اثرات زیست محیطی انجام شده است	رعایت کامل
۱۶	منجیان غریق برای هر ۱۰۰ نفر یک نفر تغییرات برحسب متراژ و وجود تجهیزات کمک نظارتی با افزایش هر پنجاه نفر یک نفر به منجی اضافه خواهد شد	رعایت کامل	۳۵	تصفیه فاضلاب	رعایت کامل
۱۷	سیستم نظارت عالی به بر منجیان غریق جهت نظارت عمومی بر شناگران	رعایت کامل	۳۶	عدم استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه شده	رعایت کامل
۱۸	تجهیزات امداد، جعبه‌های تعیبه شده در محل و سایر تمهیدات حفاظتی و اورژانسی و احیا قلبی ریوی	رعایت کامل	۳۷	نبود صدای بیش از حد در محیط استخر و میزان برد صداهای اخباری و هشدار	۴۰ دسی بل
۱۹	عدم حضور افراد غیر مسئول با توجه به تخصص‌های مورد نیاز در بخش‌های مختلف	رعایت کامل			

جدول ۳. پارامترهای شاخص ایمنی سازه ای

مؤلفه	استاندارد	مؤلفه	استاندارد
۱ ابعاد، مساحت و ظرفیت فضاهای آبی (حداقل $M^2 40$ حداقل برای هر نفر $1,2 M^3$ آب)	رعایت کامل	۱۶ وضعیت حوضچه کلر	رعایت کامل
۲ ملاحظه میزان عمق استخرها در رده های مختلف سنی	رعایت کامل	۱۷ وضعیت اتاقک مواد شیمیایی و فاصله بیست متری از محوطه استخر	رعایت کامل
۳ حداقل دوتوالت ایرانی و یک توالت فرنگی وجود دارد و محل آنها بین رختکن و استخر می باشد	رعایت کامل	۱۸ وضعیت پارکینگ و ظرفیت پنجاه درصدی شناگران	رعایت کامل
۴ وضعیت پله ها در عمق استخر (ارتفاع ۱۵ و پاخوری ۳۰ الی ۳۵ سانتی متر) وضعیت ارتفاع سکو ها حداکثر چهل سانتی متر است	رعایت کامل	۱۹ وضعیت روشنایی انواع فضاها	حداقل ۲۵۰ لوکس
۵ وضعیت درب و پنجره و نرده مطابق استاندارد ۴۵۷۸	رعایت کامل	۲۰ وضعیت سقف و لزوم نبود سقف کاذب	رعایت کامل
۶ بکارگیری مصالح ضد رطوبی و عایق صدا	رعایت کامل	۲۱ رنگ روشن دیوارها	رعایت کامل
۷ وضعیت رختکن و سکوی ثابت در آن و رختکن معلولین	رعایت کامل	۲۲ وجود مدارهای الکتریکی محافظت شده (ارتفاع بیش از سه متر و نبود کلید و پریز در محوط استخر) و سیستم ارت	رعایت کامل
۸ وضعیت دوشها (تعداد و ابعاد و نحوه قرار گیری در مسیر)	رعایت کامل	۲۳ سیستم پایش گازها و ذرات متصاعده	رعایت کامل
۹ وضعیت کف و لغزنده نبودن و قابل شستشو بودن و سطوح بدون لبه تیز	رعایت کامل	۲۴ سیستم پایش گازها و ذرات متصاعده	رعایت کامل
۱۰ وضعیت لابی و پذیرش	رعایت کامل	۲۵ وجود دماسنج آب و محیط	رعایت کامل
۱۱ وضعیت بوفه و دوری از محوطه استخر	رعایت کامل	۲۶ برنامه تعمیرات و نگهداری دوره ای دیگهای بخار مطابق استاندارد ۴۲۳۱	رعایت کامل
۱۲ وضعیت سونای خشک (طول نیمکت $0,6$ متر برای هر نفر) وضعیت سونای تر (40 تا 50 درجه گرما با رطوبت 100 درصد) و نحوه تزریق بخار	رعایت کامل	۲۷ سیستم جمع آوری پساب و مناسب بودن کانال و لوله های انتقال پساب آب/ دور استخر به سیستم فاضلاب هدایت شود	رعایت کامل
۱۳ سطح صاف و مقاوم داخل استخر	رعایت کامل	۲۸ وجود تهویه طبیعی	رعایت کامل
۱۴ وضعیت وانجکوزی	رعایت کامل	۲۹ وجود تهویه مصنوعی و وجود دمنده های هوا وضعیت کارکرد آن (محل نصب دریچه ورودی هوای تازه در ارتفاع کم و دریچه هوای خروجی از استخر در سقف بوده و نباید نزدیک یکدیگر تعبیه شود)	رعایت کامل
۱۵ وضعیت فضای دومتری در حاشیه استخر	رعایت کامل	۳۰ دبی جریان و نرخ گردش فیلتراسیون طبیعی و سیستم بازچرخانی آب	رعایت کامل

جدول ۴. محدوده‌های کمی و کیفی ریسک مدل مدیریت ریسک

ردیف	امتیاز کمی (عدد ریسک)	امتیاز کیفی (سطح ریسک)
۱	۰	بدون ریسک
۲	۱-۲۵	ریسک جزئی و قابل تحمل
۳	۲۶-۵۰	ریسک متوسط
۴	۵۱-۷۵	ریسک زیاد
۵	۷۶-۱۰۰	ریسک غیرقابل تحمل

یافته‌ها

به منظور ساده‌سازی و کاربرپسند شدن این مدل ریسک، بدلیل تعداد زیاد مولفه‌ها، محدوده امتیاز هر شاخص از صفر تا صد تعیین گشت تا در امتیاز دهی از طریق پرسشنامه، پیچیدگی مقایسه زوجی مولفه‌ها کمتر شود. و در انتها با در نظر گرفتن وزن هر شاخص اصلی، امتیاز نهایی با توجه به ۳ شاخص برای هر استخر بدست می‌آید.

نتایج شاخص کیفی

در ابتدا نتایج شاخص کیفی ارزیابی شد. شانزده پارامتر کیفی، مطابق نظر کارشناسان و پرسشنامه‌های تهیه‌شده، وزن دهی شد و به سه دسته شیمیایی با مجموع امتیاز ۵۷ و فیزیکی با مجموع امتیاز ۱۶ و میکروبی با مجموع امتیاز ۲۷ تقسیم بندی شد. بطوری که مطابق جدول ۵ بیشترین وزن به سولفید هیدروژن محلول و متصاعده با امتیاز ۱۶ برای هر کدام در بخش پارامترهای شیمیایی اختصاص پیدا کرد و کمترین امتیاز به پارامتر مجموع جامدات معلق در آب از پارامترهای فیزیکی با مقدار یک تعلق گرفت.

مطابق نظر کارشناسان حوزه حوادث و گزارشهای پزشکی قانونی، در ارتباط با بررسی کالبد شکافی متوفیان این حوادث در استخرهای آب گرم معدنی مشخص گردید که ترکیبات گوگردی (سولفید هیدروژن و دی‌اکسید گوگرد) عوامل اصلی خفگی و

در نتیجه فوت بوده‌اند. با توجه به سایر شواهد پزشکی قانونی، ترکیبات گوگردی علاوه بر تاثیر مستقیم بر خفگی انسان، با تاثیر برافت فشار خون باعث بی حالی و در نتیجه افتادن فرد در داخل آب شده و خفگی ناشی از آب را نیز بطور غیرمستقیم باعث می‌شود (۷). در تحقیقات دیگری هم که صورت گرفته بر این پارامترها تاکید شده است (۱۰). پس از پارامترهای گوگردی، عوامل میکروبی از جمله اشرشیاکلی و کلی‌فرمها پارامترهای موثر در تهدید سلامت و همینطور مدل مدیریت ریسک در این تحقیق شناسایی شدند. پس از این پارامترها، دو عامل حرارت آب و حرارت هوای محیط پیرامون این استخرها بعنوان عوامل تاثیر گذار در مدل مدیریت ریسک در این تحقیق رتبه‌بندی شدند که بصورت تشدید کننده اثر پارامترهای شیمیایی نیز می‌تواند در نظر گرفته شود (۱۵).

با توجه به نتایج وزن دهی به هر کدام از پارامترها، محدوده امتیاز آنها بدست آمده و در جدول ۵ این محدوده امتیاز به ۴ بخش مساوی تقسیم شد. البته برای ساده‌سازی امتیاز برخی پارامترها گرد شد. در این مدل مدیریتی، ریسک دارای ۵ طبقه است و اگر مقدار یک پارامتر، مساوی یا کوچکتر از مقدار استاندارد آن باشد در کلاس ۱ یا بدون ریسک قرار خواهد گرفت که عدد آن صفر خواهد بود.

جدول ۵. محدوده امتیاز وزن پارامترهای کیفی

متغیر	پارامتر	روش اندازه گیری	استاندارد	محدوده وزن یا امتیاز	متغیر	پارامتر	روش اندازه گیری	استاندارد	محدوده وزن یا امتیاز
گازهای محلول	H ₂ S	نمونه برداری آب	۱	۱۶	فلئور	F	نمونه برداری آب	۱	۱.۵
	H ₂ S	دتکتور پورتابل	۰	۱۶	درجه حرارت آب	T	در عمق ۵۰-۴۰ سانتیمتری	۵۵-۱۵	۷
گازهای متصاعده	SO ₂	دتکتور پورتابل	۰/۰۳	۱۲	درجه حرارت هوا	T	محیط بیرون آب	۵ درجه گرمتر و ۱۵ سردتر	۶
	NH ₃	دتکتور پورتابل	--	۴	کل جامدات معلق	TDS	نمونه برداری	۸۰۰	۱
	CO ₂	دتکتور پورتابل	--	۳	pH	pH	کیت مربوطه	۸-۷/۲	۲
کاتیون‌ها	Ca	نمونه برداری آب	۵۰۰	۱.۵	کلیفرم	coli	نمونه برداری آب	کمتر از یک	۱۰
	Mg	نمونه برداری آب	۱۵۰	۱.۵	اشرشیا کلی	Esch	نمونه برداری آب	کمتر از یک	۱۲
آنیون‌ها	HCO ₃	نمونه برداری آب	۱۳۰۰	۱.۵	تعداد کلونی‌ها	NC	نمونه برداری آب	۲۰۰	۵

نتایج اندازه گیری‌ها و نمونه‌های برداشت شده از شش استخر آب گرم معدنی مورد تحلیل قرار گرفت و ۱۶ پارامتر برای هر نمونه بدست آمد که در جدول ۶ ارائه شده است. مطابق نتایج این جدول، استخر آبگرم قطورسویی دارای بیشترین مقادیر پارامتر شیمیایی و استخر آبگرم سبلان دارای کمترین پارامتر شیمیایی می‌باشد. در مورد گازهای متصاعده نیز آبگرم قطورسویی و شاییل دارای مقادیر چند برابری نسبت به سایر آبگرم‌ها بود و البته دمای بالای آنها نیز

مزید بر علت افزایش این گازها می‌باشد. در پارامترهای فیزیکی نیز آبگرم قطورسویی بیشترین و بوشلی کمترین مقدار را داشت. بعلاوه این که پارامترهای میکروبی تحت تاثیر گازهای متصاعده گوگردی بود در نتیجه آبگرم گاومیش گلی در رتبه حداکثر و آبگرم بوشلی در رتبه حداقل قرار داشت. در جدول ۶ در کنار مقدار اندازه گیری شده هر مولفه، مقدار امتیاز نهایی آن نیز ارائه شده است.

جدول ۶. نتایج پارامترهای کیفی اندازه گیری شده و استخراج امتیاز نهایی ریسک پارامترهای کیفی در ۶ آبگرم مورد مطالعه

نام عامل / عدد ریسک	قطورسو	شاییل	گاومیش گلی	سبلان	قینرجه	بوشلی
مقدار امتیاز	مقدار امتیاز	مقدار امتیاز	مقدار امتیاز	مقدار امتیاز	مقدار امتیاز	مقدار امتیاز
ریسک	ریسک	ریسک	ریسک	ریسک	ریسک	ریسک
H ₂ S محلول	۰/۰۴ >	۰/۰۳ >	۰/۰۳ >	۰/۰۲ >	۰/۰۳ >	۰/۰۴ >
H ₂ S آزاد	۹۸.۵	۱۶	۰	۱.۷	۰.۹	۸
گاز SO ₂	۵۸	۱۲	۰	۰	۰	۰
گاز NH ₃	۱۱	۴	۰.۳۶	۰.۳	۰.۶	۱.۲
گاز CO ₂	۱۱۲۴	۳	۴۰۰	۲۱۱	۴۳۰	۲۵۰
Ca	۷۱.۷	۲۷۲.۸	۷۶.۲	۱۱۷	۶۴	۱۰۳

Mg	۳۱,۹	۰	۲۹,۵	۰	۲۴,۲	۰	۲۳,۱	۰	۲۹,۳	۰	۲۸,۳	۰
HCO ₃	۷۰۴,۸	۰	۱۸۱۶	۱,۵	۴۶۵,۴	۰	۵۴۷	۰	۷۷۴	۰	۶۷۸	۰
F	۰,۱۸	۰	۲,۰۴	۰,۷۵	۰,۴	۰	۰,۵۶	۰	۰,۴۲	۰	۰,۵۱	۰
ریسک شیمیایی	۳۵	۲۱,۲۵	۹,۷۵	۵	۱۰,۵	۱۰	۳۵	۲۱,۲۵	۹,۷۵	۵	۱۰,۵	۱۰
دمای آب	۵۲,۱	۳,۵	۳۱,۱	۰	۴۸,۱	۱,۷۵	۳۳,۳	۰	۵۸,۴	۳,۵	۳۸,۴	۰
دمای هوا	۳۴	۰	۳۰	۰	۳۲	۰	۳۳	۰	۳۴	۰	۳۵	۰
کل جامدات محلول	۱۱۲۱	۱	۶۰۵۴	۱	۱۰۲۴	۰,۷۵	۲۱۲۳	۱	۱۰۹۵	۰,۷۵	۳۲۳۱	۱
اسیدیته	۳,۱	۲	۶,۵۳	۱	۶,۲	۱	۶,۱	۱,۵	۷,۰۶	۰,۵	۶,۸	۰,۵
ریسک فیزیکی	۶,۵	۲	۳,۵	۲,۵	۴,۷۵	۱,۵	۱۰	۳۳	۱۰	۱۱	۱,۵	۱۰
کلیفرم	۱۵	۱۰	۳۳	۱۰	۴۳	۱۰	۱۵	۱۰	۳۳	۱۰	۱۱	۱۰
اشرشیا کلی	۶	۱۲	۱۴	۱۲	۷	۱۲	۹	۰	۱۶	۱۲	۰	۰
تعداد کلونی‌ها	۵۵	۰	۷۰	۰	۶۹۰	۵	۴۴۰	۵	۲۳۳	۱,۲۵	۱۹۸	۰
ریسک میکروبی	۲۲	۲۲	۲۷	۱۵	۲۳,۲۵	۱۰	۲۱,۵	۳۸,۵	۲۲,۵	۴۰,۲۵	۶۳,۵	۲۱,۵
جمع امتیاز ریسک	۶۳,۵	۴۵,۲۵	۴۰,۲۵	۲۲,۵	۳۸,۵	۲۱,۵	۲۱,۵	۳۸,۵	۲۲,۵	۳۸,۵	۲۱,۵	۲۱,۵

نتایج شاخص HSE

مولفه‌های ایمنی بودند، اختصاص پیدا کرد. کمترین امتیاز به نه پارامتر با مقدار یک تعلق گرفت. چهار پارامتر از مولفه‌های ایمنی و پنج پارامتر از مولفه‌های سلامت بودند. وزن هر مولفه به چهار تقسیم می‌شود تا ۵ سطح ریسک مورد نظر حاصل شود با این توضیح که طبقه بدون ریسک، صفر در نظر گرفته می‌شود.

در ابتدا ۳۷ پارامتر سلامت، ایمنی و محیط زیست، مطابق نظر کارشناسان و پرسشنامه‌های تهیه شده، وزن دهی شد و مولفه سلامت شامل ۱۹ امتیاز، مولفه ایمنی، ۷۱ امتیاز و مولفه محیط زیست، ۱۰ امتیاز بدست آورد. بطوریکه مطابق جدول ۷ بیشترین وزن‌ها به چهار پارامتر با مقدار شش، که همه آنها از

جدول ۷. وزن دهی به پارامترهای شاخص HSE بر اساس تقسیم بندی به ۵ طبقه ریسک

وزن ریسک	مولفه	وزن ریسک	مولفه
۳	ساز و کار تعویض ۵۰ درصدی آب استخر در ایام عادی و وجود پاشویه دمپایی و صندلی محل ایمن تعویض مایو	۱	وضعیت کمی و کیفی کارکنان (آموزش hse/گواهی سلامت /
۱	دمای محیط بین ۲۱ تا ۲۸ درجه باشد	۲	تابلوی شماره تماس برای گزارش تخلفات، امکان بازدید
۲	در ایام پیک یک ساعت در ظهر استخر تعطیل می‌شود	۵	ساماندهی محیط، عدم نگهداری اقلام مازاد در واحدها تفکیک
۵	وضعیت نظافت و بهداشت انواع فضاها و روش گندزدایی	۱	ساز و کار کنترل جلوگیری از شیرجه زدن و تحرک بیش از
۱	امکانات ضد عفونی	۱	تمهیدات مختلف برای معلولین
۱	هر روز، ترجیحا ظهر، به مدت یک ساعت حوضچه‌های کلر	۴	انجام اندازه گیری‌های لازم و حفظ سوابق
۴	استفاده از پر کلرین ممنوع	۱	مجوزهای دوره ای لازم از متولیان مربوطه و اسناد لازم
۱	فرد مسئول کنترل کیفیت استخر وجود دارد	۲	وجود دو دستگاه برق اضطراری وجود کلیدچراغ حداکثر ۱۲
۲	نظامات کاری و شیفتهای هشت ساعته	۶	وجود مسئول امور فنی در تمام مدت سرویس به مشتریان
۶	تمهیدات پایش و نظارت‌های سلامت ظاهری در ورود و حین استفاده توسط	۶	دستورالعمل‌های مکتوب استانداردهای مربوطه و پایش
۶	دستورالعمل روزهای پیک مانند اعلام ظرفیت استخر و	۴	وجود تلفن ثابت در محوطه و رختکن و لیست شماره‌های
۴	وجود تابلوها برای بیان ترکیبات و اطلاعات پایه، دمای آب،	۴	در صورت استفاده از نور طبیعی وجود شیشه‌های رنگی و مات
۴	سیستم شناسایی خطرات و مدیریت ریسک و ثبت حوادث		

۱	مشخص بودن درب به ابعاد یک و نیم عرض و دو و نیم	۲	عدم ورود بیماران قلبی به سونا با کمک کنترلرهای پزشکی
۶	منجیان غریق برای هر ۱۰۰ نفر یک نفر تغییرات برحسب	۲	مطالعات آمایش سرزمین و طرح توجیهی اثرات زیست
۲	سیستم نظارت عالیه بر منجیان غریق جهت نظارت عمومی	۵	تصفیه فاضلاب
۶	تجهیزات امداد، جعبه‌های تعبیه شده در محل و	۵.۱	عدم استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه شده
۱	عدم حضور افراد غیر مسئول با توجه به تخصص‌های	۵.۱	نبود صدای بیش از حد در محیط استخر و میزان برد صداهای

در جدول نهایی ۸ تعیین میزان ریسک شاخص سازه ای برای هر پارامتر ۳ ستون درج شده است در ستون اول نتایج درصد تحقق مولفه‌ها که در بازدید از استخرها در فرم‌های مربوطه بدست آمده درج گردیده است در ستون دوم این مقدار با ملاحظه سطح ریسک که از مقایسه با مقدار استاندارد آن پارامتر بدست آمده نوشته می‌شود. و در ستون سوم وزن یا امتیاز پارامتر با توجه به سطح ریسک تعیین می‌گردد. با جمع همه امتیازات پارامترها، امتیاز نهایی شاخص تعیین گردید.

مطابق نتایج امتیازات ۳۷ شاخص، در گروه سلامت، استخر آبگرم گاو میش گلی با امتیاز ۱۶,۲۵، دارای بیشترین ریسک و آبگرم‌های سبلان و برجلو با امتیاز ۹,۵، کمترین ریسک را داشتند. در گروه ایمنی، استخر آبگرم قطورسویی با امتیاز ۷۰,۲۵، دارای بیشترین ریسک و آبگرم سبلان با امتیاز ۵۳,۵، دارای کمترین ریسک می‌باشد. و گروه محیط زیستی، نیز آبگرم قطورسویی با امتیاز ۷,۱۲۵، دارای بیشترین ریسک و آبگرم‌های شایل، سبلان و برجلو با امتیاز ۵، کمترین امتیاز ریسک را بخود اختصاص دادند.

جدول ۱. نتایج اندازه گیری میدانی معیارهای مدیریت HSE (میزان درصد تحقق استانداردها) و استخراج ریسک نهایی

مولفه‌ها	قوتور سویی		سبلان		قینرجه		بوشلی		شایل		گاو میشگولی	
	امتیاز ریسک	امتیاز نهایی	امتیاز ریسک	امتیاز نهایی	امتیاز ریسک	امتیاز نهایی	امتیاز ریسک	امتیاز نهایی	امتیاز ریسک	امتیاز نهایی	امتیاز ریسک	امتیاز نهایی
جمع ریسک‌های سلامتی	۴۱	۷۵.۱۵	۲۹	۵.۹	۳۲	۲۵.۱۳	۲۹	۵.۹	۲۹	۵.۱۰	۴۰	۲۵.۱۶
جمع ریسک‌های ایمنی	۱۱۸	۲۵.۷۰	۱۶۴	۷۵.۵۳	۱۶۶	۷۵.۵۵	۱۶۲	۵۳.۷۵	۱۰۴	۲۵.۵۸	۱۱۱	۷۵.۶۳
جمع ریسک‌های محیط زیست	۱۷	۱۲۵.۷	۱۴	۵	۱۶	۸۷۵.۵	۱۴	۵	۱۶	۵	۱۷	۲۵.۶
جمع ریسک‌ها	۱۷۶	۱۲۵.۹۳	۲۰۷	۲۵.۶۸	۲۱۴	۸۷۵.۷۴	۲۰۵	۲۵.۷۰	۱۴۹	۷۵.۷۳	۱۶۸	۲۵.۸۶

در ادامه با تجمیع امتیاز شاخص‌های سلامت، ایمنی و محیط زیست برای هر استخر آبگرم معدنی، سطح ریسک کلی آن بدست می‌آید. مطابق نتایج جدول ۴، استخر آبگرم قوتورسویی با جمع امتیاز ریسک ۹۳,۲۵ و آبگرم گاو میش گلی با جمع امتیاز ۸۶,۲۵ بعد از قطورسویی در سطح ریسک غیرقابل قبول قرار گرفت و نسبت به بقیه استخرهای مورد مطالعه در این تحقیق، بالاترین ریسک را دارا می‌باشند. بقیه ۴ استخر آبگرم در سطح ریسک بالا قرار گرفتند، بطوری‌که آبگرم‌های قینرجه با جمع امتیاز ۷۴,۸۷۵، رتبه سوم ریسک، شایل با جمع امتیاز ۷۳,۷۵ رتبه چهارم و آبگرم برجلو با جمع امتیاز ۷۰,۲۵ در رتبه پنجم قرار دارند و

آبگرم سبلان با جمع امتیاز ریسک ۶۸,۲۵ در بین شش استخر مورد بررسی، کمترین ریسک را داشت.

نتایج شاخص سازه ای

در ابتدا ۳۰ پارامتر فضا، تجهیزات و فیلتراسیون، مطابق نظر کارشناسان و پرسشنامه‌های تهیه شده، وزن‌دهی شد و مولفه فضای استخر شامل ۶۶ امتیاز، مولفه تجهیزات، ۱۲ امتیاز و مولفه فیلتراسیون، ۲۲ امتیاز بدست آورد. بطوری‌که مطابق جدول ۹ بیشترین وزن به پارامتر عمق استخرها در رده‌های مختلف سنی با مقدار ۱۲ تعلق گرفت، که از مولفه فضای استخر بود، و سیستم جمع‌آوری پساب و دبی گردش فیلتراسیون که از مولفه‌های فیلتراسیون

بودند با ۷ امتیاز در رتبه بعدی قرار گرفتند. وزن هر مولفه به چهار تقسیم می‌شود تا ۵ سطح ریسک مورد نظر حاصل شود با این توضیح که طبقه بدون ریسک، صفر در نظر گرفته می‌شود.

جدول ۹. امتیاز وزنی هر پارامتر و ۵ سطح ریسک آن

وزن	مولفه	وزن	مولفه
۶	وضعیت اتاقک مواد شیمیایی و فاصله بیست متری از محوطه استخر	۶	ابعاد، مساحت و ظرفیت فضاهای آبی (حداقل $40 M^3$ حداقل برای هر نفر $1.2 M^3$ آب)
۵.۱	وضعیت پارکینگ و ظرفیت پنجاه درصدی شناگران	۱۲	ملاحظه میزان عمق استخرها در رده‌های سنی
۵.۱	وضعیت روشنایی انواع فضاها	۵.۱	حداقل دوتوالت ایرانی و یک توالت فرنگی وجود دارد و محل آنها بین رختکن و استخر می‌باشد
۳	وضعیت سقف و لزوم نبود سقف کاذب	۵.۱	وضعیت پله‌ها در عمق استخر (ارتفاع ۱۵ و پاخوری ۳۰ الی ۳۵ سانتی متر) وضعیت ارتفاع سکوها حداکثر چهل سانتی متر است
۳	رنگ روشن دیوارها	۵.۱	وضعیت درب و پنجره و نرده مطابق استاندارد ۴۵۲۸
۲	وجود مدارهای الکتریکی محافظت شده (ارتفاع بیش از سه متر و نبود کلید و پریز در محوطه استخر) و سیستم ارت	۵.۱	بکارگیری مصالح ضد رطوبی و عایق صدا
۵	سیستم پایش گازها و ذرات متصاعده	۳	وضعیت رختکن و سکوی ثابت در آن و رختکن معلولین
۲	سیستم پایش گازها و ذرات متصاعده	۳	وضعیت دوشها (تعداد و ابعاد و نحوه قرار گیری در مسیر)
۱	وجود دماسنج آب و محیط	۵.۱	وضعیت کف و لغزنده نبودن و قابل شستشو بودن و سطوح بدون لبه تیز
۲	برنامه تعمیرات و نگهداری دوره ای دیگهای بخار مطابق استاندارد ۴۲۳۱	۵.۱	وضعیت لابی و پذیرش
۷	سیستم جمع آوری پساب و مناسب بودن کانال و لوله‌های انتقال پساب آب/ دور استخر به سیستم فاضلاب هدایت شود	۵.۱	وضعیت بوفه و دوری از محوطه استخر
۳	وجود تهویه طبیعی	۶	وضعیت سونای خشک (طول نیمکت ۰/۶ متر برای هر نفر) وضعیت سونای تر (۴۰ تا ۵۰ درجه گرما با رطوبت ۱۰۰ درصد) و نحوه تزریق بخار
۵	وجود تهویه مصنوعی و وجود دمنده‌های هوا وضعیت کارکرد آن (محل نصب دریچه ورودی هوای تازه در ارتفاع کم و دریچه هوای خروجی از استخر در سقف بوده و نباید نزدیک یکدیگر تعبیه شود)	۵.۱	سطح صاف و مقاوم داخل استخر
۷	دبی جریان و نرخ گردش فیلتراسیون طبیعی و سیستم بازچرخانی آب	۳	وضعیت وانجکوزی
۳	وضعیت حوضچه کلر	۳	وضعیت فضای دومتری در حاشیه استخر

ریسک می‌باشد و در مورد پارامترهای فیلتراسیونی، نیز آب‌گرم قهوه‌سویی دارای بیشترین ریسک و آب‌گرم‌های شاییل، سبلان و برجلو کمترین امتیاز ریسک را به خود اختصاص دادند.

مطابق نتایج ۳۰ پارامتر این جدول، در پارامترهای فضا، استخر آب‌گرم گاو میش گلی دارای بیشترین ریسک و آب‌گرم‌های سبلان و برجلو کمترین ریسک را داشتند. در پارامترهای تجهیزات، استخر آب‌گرم قهوه‌سویی دارای بیشترین ریسک و آب‌گرم سبلان دارای کمترین

جدول ۱۰. استخراج امتیاز نهایی برای پارامترهای شاخص سازه ای

مؤلفه‌ها	امتیاز	امتیاز	امتیاز	امتیاز	امتیاز	امتیاز	امتیاز	امتیاز	امتیاز	امتیاز	امتیاز	امتیاز
امتیاز	امتیاز	امتیاز	امتیاز	امتیاز	امتیاز	امتیاز	امتیاز	امتیاز	امتیاز	امتیاز	امتیاز	امتیاز
ریسک	ریسک	ریسک	ریسک	ریسک	ریسک	ریسک	ریسک	ریسک	ریسک	ریسک	ریسک	ریسک
جمع ریسک‌های ساختمانی	۹۵	۵۹.۲۵	۴۶	۱۹.۱۲	۷۵	۳۵.۶۲	۳۹	۱۳.۱۳	۷۱	۴۰.۱۲	۹۱	۵۵.۸۷
جمع ریسک‌های تجهیزاتی	۱۹	۱۲	۱۶	۱۰.۵	۲۱	۱۰	۲۲	۱۰.۵	۱۴	۹.۵	۱۷	۱۱
جمع ریسک‌های فیلتراسیون	۲۵	۱۶	۱۹	۲۰.۷۵	۱۵.۵	۱۰.۵	۱۶	۱۵.۵	۲۶	۱۵.۵	۳۳	۲۱.۲۵
جمع ریسک‌ها	۱۳۹	۸۷.۲۵	۸۱	۳۱.۲۵	۱۱۱.۵	۵۶.۱۲۵	۷۷	۳۹.۱۳	۱۱۱	۶۵.۱۲۵	۱۴۱	۸۸.۱۲

پس از بررسی نتایج اولیه پارامترهای فضا، تجهیزات و فیلتراسیون، در استخرهای مورد نظر، سطح بندی ریسک این شاخص برآورد می‌شود. مطابق نتایج جدول ۱۰، استخر آبگرم قوتور سویی با جمع امتیاز ۸۸.۱۲ و آبگرم گاومیش گلی با مقدار ۸۷/۲۵ بعد از قطورسویی در سطح ریسک غیرقابل قبول قرار گرفت و نسبت به بقیه استخرهای مورد مطالعه در این تحقیق، بالاترین ریسک‌ها را دارا می‌باشند. بقیه ۴ استخر آبگرم در سطح ریسک بالا قرار گرفتند، بطوریکه آبگرم‌های شاییل با ۶۵.۱۲ رتبه سوم ریسک، قینرجه با ۵۶.۱۲، رتبه چهارم و آبگرم برجلو (بوشلی) با ۳۹.۱۳ در رتبه پنجم قرار دارند و آبگرم سبلان با مقدار ریسک ۳۱.۲۵ در بین شش استخر مورد بررسی، کمترین ریسک را داشت.

نتایج تلفیق شاخص‌ها کیفی، سازه ای و HSE

نتایج ۳ شاخص به طور جداگانه بدست آمد و در مرحله نهایی این نتایج با هم ادغام گردید تا مدل جامع مدیریت ریسک ایجاد شود. برای تلفیق نتایج از ضرایب بدست آمده از تحلیل‌های سلسله مراتبی

حاصل از نتایج پرسشنامه‌ها، استفاده گردید. مطابق نتایج روش وزن دهی سلسله مراتبی، ضریب تاثیر شاخص HSE، ۴۲.۵ درصد، ضریب تاثیر شاخص کیفی ۳۵ درصد و ضریب تاثیر شاخص سازه ای ۲۲.۵ درصد برآورد شد. در شکل ۴-۷ نتایج تحلیل کلی ۳ شاخص برای ۸۳ پارامتر مدل مفهومی ریسک ارائه شده در این تحقیق نشان داده شده است. مجموع ۸۳ پارامتر تعیین شده که شامل ۱۶ پارامتر کیفی، ۳۰ پارامتر سازه‌ای و ۳۷ پارامتر HSE بود امتیاز دهی شدند. با تجمیع نتایج این پارامترها، نتیجه نهایی ریسک استفاده از هر استخر حاصل می‌شود. پس از تلفیق نتایج ۳ شاخص، مشخص شد مطابق جدول ۱۱ که استخر قطورسویی با امتیاز ۸۱.۵، دارای سطح ریسک غیر قابل قبول بوده، آبگرم‌های گاومیش گلی با امتیاز ۵۹.۶۲، شاییل با امتیاز ۶۱.۸۸، و قینرجه با امتیاز ۵۹.۱ دارای سطح ریسک زیاد بوده و استخرهای سبلان با امتیاز ۴۸.۲۳ و بوشلی با امتیاز ۴۶.۱۶، دارای سطح ریسک متوسط می‌باشند.

جدول ۱۱. مقادیر کمی و کیفی ریسک برآورد شده برای ۶ آبگرم معدنی مورد مطالعه

استخر آبگرم	شاخص کیفیت	شاخص سازه ای	شاخص HSE	شاخص جامع	نوع ریسک کیفی
قوتورسو	۳۲.۲۸	۱۹.۶۳	۳۹.۵۸	۸۱.۵	غیرقابل تحمل
شاییل	۱۵.۸۸	۱۴.۶۵	۳۱.۳۵	۶۱.۸۸	زیاد
گاومیش گلی	۱۴.۱۳	۱۹.۸۳	۳۶.۶۶	۷۰.۶۲	زیاد
قینرجه	۱۳.۵۱	۱۳.۷۵	۳.۸۲	۵۹.۱۰	زیاد
سبلان	۷.۹	۱۱.۳۳	۲۹	۴۸.۲۳	متوسط
بوشلی	۷.۵	۸.۸	۲۹.۸۶	۴۶.۱۶	متوسط

بحث

با بررسی مطالعات انجام شده و نظر به جامع نبودن مفاد استانداردهای شماره ۱۵۵۷۲ و ۲۰۴۸۳ (در خصوص نحوه استفاده از مراکز آبدرمانی و چشمه‌های آبگرم) جهت استفاده ایمن از آب‌های گرم و نهایتاً توسعه کمی و کیفی بهره برداری از چشمه‌های آبگرم معدنی باید در شرایط فعلی رویه جامعی برای استفاده ایمن و سالم از استخرهای آبگرم معدنی تعریف گردد که باعث رونق صنعت توریسم و اقتصاد منطقه گردد. در این تحقیق عزم بر آن است که با مطالعه و بررسی نواقص تحقیقات انجام شده قبلی و استانداردها، مدلی مفهومی براساس مولفه‌های فیزیکی، شیمیایی و میکروبی برای نحوه برخورد و مواجهه با انواع شرایط محیطی از جمله گازهای متصاعد شده و سایر عوامل خطرناک در چشمه‌های آبگرم استان ایده و راهکار جدیدی ارائه شود. توصیه‌های تحقیقات جامعی که توسط ارفورت^۱ در رساله دکتری به صورت فراتحلیل در آبگرم‌های معدنی اکثر کشورها صورت گرفته (۱۶) و همینطور در تحقیقی برای ارائه مدل کمی ارزیابی ریسک میکروبی بیان شده (۹) نشان از اهمیت ارائه مدل ریسک، برای استخرهای آبگرم معدنی می‌باشد. نتایج تحقیق آب‌های گرم معدنی در ژاپن هم تاکید بر این داشت که نبود استانداردهای دقیق و کافی می‌تواند بیش از اینکه باعث رفاه و درمان باشد استفاده کنندگان را دچار بیماری و صدمات کند (۶) به طوری که در این تحقیق هم بررسی اسناد پزشکی قانونی این موضوع را تایید می‌کند. مطابق تحقیقاتی که در صربستان و یمن و سایر کشورها صورت گرفته بود، استخرهای آب گرم معدنی به عنوان مراکز توریستی، در صورت وجود استانداردهای دقیق و مدیریت ریسک حوادث در آنها می‌توانند کمک با جذب توریست و گسترش این صنعت، شایانی به

^۱ Erfurt

اقتصاد کشورها باشند (۱۷). مطالعاتی که در آب‌های گرم معدنی استان اردبیل، بویژه در شهر سرعین انجام شده نشان می‌دهد که پارامترهای شیمیایی و میکروبی در آنها در شرایط استاندارد قرار ندارد (۱۸) و با نتایج این تحقیق هم منطبق می‌باشد. تحقیق‌های دیگری هم در اردبیل، و سایر آبگرم‌های معدنی ایران انجام گرفته که موید لزوم توجه به این منابع برای ارتقای کیفی آنها می‌باشد (۸) و در این تحقیق با ارائه راه حل جامع و مدل مفهومی ریسک، این مشکل ارزیابی و براساس امتیاز و ضعف و قوت هر کدام از ۸۳ پارامتر می‌توان راه حلی برای برطرف کردن ریسک استخر آب معدنی ارائه کرد. استفاده از بازخورد پارامترهای مدل‌های ارائه شده برای مدیریت ریسک در استخرهای آبگرم معدنی با گازهای متصاعد، امری متداول می‌باشد (۲۰، ۲۱). با مطالعه تحقیقات مختلف در این زمینه مشخص شد که ارائه راهکار به مشکلات در تدوین استاندارد و نقص در عملکرد استانداردها مرتبط است (۱۹، ۲۰).

نتیجه گیری

با توجه به حساسیت استفاده از استخرهای آبگرم معدنی به لحاظ وجود گازهای متصاعد زیاد از جمله ترکیبات گوگردی، دمای بالا و مراجعین زیاد به این استخرها برای خواص درمانی آنها، تعیین مدل مدیریتی ریسک برای آنها امری ضروری بنظر می‌رسد. در این زمینه تحقیقات گسترده‌ای انجام گرفته است ولی ایجاد مدل مدیریتی ریسک با توجه به پارامترهای کیفی برای اولین بار در این تحقیق انجام گردیده است. در این تحقیق از تمامی پارامترهای موثر بر استفاده از آب‌های گرم معدنی مطابق استانداردهای ملی و جهانی موجود و نیز نظر تحقیقی که در آب‌های گرم اسپانیا (۵)، ژاپن (۶)، و کشورهای آفریقایی (۱۰) نیز استفاده شد. در مرحله آخر مدل مدیریتی ریسک ارائه شده در این تحقیق، با توجه به ماهیت و منشأ مشکلات و

خطرات استفاده از آب‌های گرم معدنی، مطابق نتایج مدل مفهومی ریسک بر اساس ماهیت مولفه‌های مدل و امتیاز آنها، بازدیدهای میدانی و بررسی پرونده‌های پزشکی قانونی، همچنین مطالعات صورت گرفته بر روی گروه استانداردها ISO 1000، ارائه راهکار در دو دسته ی نقص در سیستم (تدوین استاندارد) و نقص در عملکرد استانداردهای تقسیم شد و با توجه امتیاز کسب شده برای هر مولفه و زیرمولفه‌ها در هر استخر آب گرم معدنی، راهکارهای متناسب با آن ارائه می‌شود.

در نهایت گزارش بازخورد راهکارها و نظارت بر استخرهای آب گرم معدنی بر اساس نتایج امتیازهای بدست آمده و نیز راه حل‌های پیشنهادی براساس پارامترهای این مدل، مشخص شد که از بین شش استخر مورد بررسی در این تحقیق استخر آب گرم معدنی قطورسویی، در سطح ریسک غیر قابل قبول قرار داشته و به نظارت و مدیریت بیشتری نیاز دارد. با بررسی پرونده‌های پزشکی قانونی مرتبط با کشته‌ها و مصدومان در استخرها می‌توان نتایج این تحقیق را ارزیابی کرد. در سال‌های اخیر با وجود کاهش روند حوادث استخرها ولی همچنان در حال اتفاق بوده و برنامه مدونی برای به صفر رساندن مصدومان ارائه نشده است و با راه حل‌های منتج از مولفه‌های دارای

خطر بیشتر این مدل، می‌توان این مشکل را برطرف نمود.

پیشنهادهای

با توجه به ناکارآمدی الزامات الزامات استانداردهای فعلی آب‌های گرم معدنی باید نسبت به ویرایش استانداردهای جاری با تیم‌های تخصصی اقدام شود. توصیه می‌شود اثر سایر گندزدهای میکروبی مثل ازن و دی اکسید تیتانیوم بر تعداد کلنی‌های شاخص مورد بررسی قرار گیرد. روابط افزایشده و کاهشده پارامترها از جمله تهویه بر گازهای متصاعد شده خطرناک گوگردی بررسی گردد. از محدودیت‌های این تحقیق زیادبودن پارامترهای ۳ شاخص است که امتیازدادن به این پارامترها دارای خطای کارشناسی هم خواهد بود در نتیجه عدم قطعیت مدل مطرح می‌باشد و بایستی در مدل‌های مفهومی به آن توجه کرد.

تشکر و قدردانی

این مقاله با حمایت‌های پژوهشی و مالی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل و همکاری نویسندگان محترم در بخش‌های مختلف و با کد تصویب 119481465774149139873262 انجام شده است.

تعارض منافع

نویسندگان هیچگونه تعارض منافی ندارند.

References

- 1- Fazlzadeh M, Sadeghi H, Bagheri P, Poureshgh Y, Rostami R. Microbial quality and physical-chemical characteristics of thermal springs. *Environ Geochem Health*. 2016; 38(2):413-22.
- 2- Margarucci LM, Romano Spica V, Gianfranceschi G, Valeriani F. Untouchability of natural spa waters: Perspectives for treatments within a personalized water safety plan. *Environ Int*. 2019; 133(Pt A):105095.
- 3- Sadeghi H, BagheriArdebilian P, Rostami R, Poureshgh Y, Fazlzadeh M. Biological and physicochemical quality of thermal spring pools, with emphasis on *Staphylococcus aureus*: Sarein tourist town, Ardabil. *J Environ Health Sci Eng*. 2014; 1(3):203-15.
- 4- INSO. Tourism and related services –wellness spa – Service requirements, INSO: 15572. Iranian National Standardization Organization. 2018.
- 5- Sevillano D, Romero-Lastra PT, Casado I, Alou L, González N, Collado L, et al. Impact of the biotic and abiotic components of low mineralized natural mineral waters on the growth of pathogenic bacteria of human origin: A key to self-control of spa water quality. *Journal of Hydrology*. 2018; 566:227-34.

- 6- Serbulea M, Payyappallimana U. Onsen (hot springs) in Japan--transforming terrain into healing landscapes. *Health Place*. 2012; 18(6):1366-73.
- 7- Rashidi M, Rameshat M, Safe A, Khoshhal Dastjerdi J. Health Tourism in Iran (Emphasizing on ranking of therapeutic properties of selected springs in Ardabil province). *J of Health*. 2012; 3(1):49-57.
- 8- Mirhosseini SM, Moattar F, Negarestani A, Karbasi AR. Role of hot springs' hydrochemistry in Balneotherapy, Case Study: Fotoyeh and sanguyeh springs, western Hormozgan. *Hormoz Med J*. 2015; 19(3):194-203.
- 9- Armstrong TW, Haas CN. Quantitative microbial risk assessment model for Legionnaires' disease: assessment of human exposures for selected spa outbreaks. *J Occup Environ Hyg*. 2007; 4(8):634-46.
- 10- Ncube S, Mlunguza NY, Dube S, Ramganes S, Ogola HJO, Nindi MM, et al. Physicochemical characterization of the peliotherapeutic and balneotherapeutic clayey soils and natural spring water at Isinuka traditional healing spa in the Eastern Cape Province of South Africa. *Sci Total Environ*. 2020; 717:137284.
- 11- Movassagh j, zarrini l, ghiamirad O. Investigating the physical, chemical and microbial quality of the swimming pools of Meshkin Shahr spa springs. *Hydrogeol J*. 2018; 3(1):60-8.
- 12- INSO. Risk management – risk assessment techniques. Iranian National Standardization Organization; 2012.
- 13- Purdy G. ISO 31000:2009--Setting a new standard for risk management. *Microb Risk Anal*. 2010;30(6):881-6.
- 14- Hamzah Z, Rani N, Saat A, Wood AK. Determination of hot springs physico-chemical water quality potentially use for balneotherapy. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*. 2013;17(3):436-44.
- 15- Team EE. Comprehensive guidance to reduce infection risk from spa pools and whirlpool baths. *Europe's journal on infectious disease surveillance, epidemiology*. 2006; 11(11):2925.
- 16- Erfurt PJ. An assessment of the role of natural hot and mineral springs in health, wellness and recreational tourism [dissertation]. Cairns, Australia: James Cook University; 2011.
- 17- Ristić D, Vukoičić D, Nikolić M, Milinčić M, Kićović D. Capacities and energy potential of thermal-mineral springs in the area of the Kopaonik tourist region (Serbia). *Renewable Sustainable Energy Rev*. 2019; 102:129-38.
- 18- Gholami PS, Nassiri P, Yarahmadi R, Hamidi A, Mirkazemi R. Assessment of Health Safety and Environment Management System function in contracting companies of one of the petro-chemistry industries in Iran, a case study. *J Saf Sci Manage*. 2015; 77:42-7.
- 19- Larsson G. Land Registration and Cadastral Systems: Tools for Land Information and Management: Longman Scientific and Technical; 1991.
- 20- Pantelic ND, Jacimovic S, Strbacki J, Milovanovic DB, Dojcinovic BP, Kostic AZ. Assessment of spa mineral water quality from Vrnjacka Banja, Serbia: geochemical, bacteriological, and health risk aspects. *Environ Monit Assess*. 2019; 191(11):648.