بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه آزاد اسلامی
واحد رودهن (دانشکده کشاورزی)

عنوان

ارزیابی ریسک زیست محیطی روش‌های دفن بهداشتی پسماند و زباله‌سوز (مطالعه موردی: شهر تهران)

استاد راهنما
دکتر سعید مطهری
دکتر حسن صمدیار

استاد مشاور
دکتر بیتا آزادبخت

پژوهش و نگارش
عرفان ناصرترابی

تابستان ۱۴۰۱

مقدمه

- ✓ سالانه بیش از ۲ میلیون تن زباله شهری در کشورهای در حال توسعه تولید می‌شود که بیشتر آن‌ها به محل دفن زباله‌های غیربهداشتی و دفع زباله‌ها منتقل می‌شود. دفع نامناسب زباله‌های جامد منجر به ایجاد خطرات بهداشت عمومی، تأثیرات منفی بر محیط‌زیست و همچنین مشکلات اقتصادی می‌شود. بر این اساس، یک راه حل سریع باید پیدا شود، باید محل دفن زباله بهداشتی ایجاد شود و مدیریت صحیح زباله‌های جامد مورد استفاده قرار گیرد.
- ✓ مدیریت پسماند (WM) یک امر پذیرفته شده در همه کشورها است و پیامدهای مهمی برای سلامت انسان، حفظ محیط زیست، پایداری و اقتصاد دایره‌ای دارد.
- ✓ فن‌آوری‌های سوزاندن زباله و تبدیل به انرژی (WTE) یک راه حل مؤثر برای دفع پایدار و کارآمد زباله‌های جامد شهری (MSW) به حساب می‌آید.
- ✓ سایت‌های دفن زباله محل رشد ارگانیسم‌های بیماری‌زا، ایجادکننده محیط‌های نامطبوع و نامطلوب (منظر آلوده و بوی بد)، آلوده‌کننده خاک، آب‌های زیرزمینی و سطحی هستند؛ همچنین می‌توانند مسبب آتش‌سوزی، خطرات فیزیکی و مسمومیت شوند.
- ✓ شیرابه‌های محل دفن زباله می‌توانند تأثیر قابل توجهی بر کیفیت آب منطقه مورد مطالعه داشه باشند و در تخریب زندگی مردم نقش آفرین باشند.
- ✓ اگر چه مکان‌های دفن بهداشتی پسماند می‌تواند یک گزینه مناسب برای مدیریت پسماند باشد، اما نگرانی‌هایی در مورد اثرات نامطلوب آن وجود دارد.

مقدمه

- ساکنینی که نزدیک به محل دفن زباله زندگی می‌کنند نسبت به افرادی که دور از محل دفن زباله زندگی می‌کنند، از محل اجتماع خود نسبت به محل دفن زباله کمتر راضی بودند. بنابراین، نیاز به سیستم بهره‌برداری از گاز دفن زباله (LFG)، پوشش مناسب روزانه زباله و مواد رقیق کننده بو برای کاهش مشکلات ساکنان نزدیک‌تر به محل دفن زباله ضروری است.
- هدف اصلی از احداث یک مرکز دفع پسماند به حداقل رساندن خطرات ناشی از دفع زباله‌ها می‌باشد. برای دستیابی به این هدف باید خطرات مورد نظر و نحوه مقابله با آن‌ها دقیقاً شناسایی شود.
- ارزیابی ریسک زیست‌محیط(ERA) ابزاری برای تصمیم‌گیری است که اقدامات تأییدآمیز را ممکن ساخته و منجر به یک ایجاد یک محیط ایمن‌تر و بهینه‌سازی فرآیندهای تولید و کاهش ریسک در حوزه مطالعاتی می‌شود. طیف گسترده‌ای از تکنیک‌ها در این ارزیابی موجود است. در این میان تکنیک FTA در ERA بسیار قابل کاربرد می‌باشد.
- محل دفن زباله‌ها را می‌توان نوع خاصی از زمین‌های آلوده در نظر گرفت که با ایجاد آلودگی به صورت مستقیم و غیرمستقیم به روی چهار حوزه اصلی محیط‌زیست شامل سنگ کره، هواکره، آب کره و در نهایت بر زیست‌کره تأثیر منفی می‌گذارند.

سؤالات تحقیق

- ✓ اولویت‌بندی ریسک‌های شناسایی شده در این تحقیق با استفاده از آنالیز درخت خطای فازی به چه صورت است؟
- ✓ دفع پسماند با استفاده از روش دفن بهداشتی و زباله‌سوز در سایت دفع پسماند شهر تهران، چه مخاطراتی بر محیط‌زیست محدوده مطالعاتی پیرامون خود (بلافصل و تحت اثر مستقیم) دارد؟
- ✓ چگونه می‌توان نسبت به پایش و کنترل این ریسک‌ها اقدام نمود؟
- ✓ ریسک‌های محیط‌زیستی روش دفن بهداشتی پسماند در این تحقیق کدام‌ها هستند؟
- ✓ ریسک‌های محیط‌زیستی روش زباله‌سوز در این تحقیق کدام‌ها هستند؟
- ✓ آیا مکان موجود دفن زباله تهران پارامترهای لازم را به عنوان مکان مناسب دفن بهداشتی دارا است؟
- ✓ مخاطرات زیست‌محیطی مکان دفن زباله به شیوه جاری با چه عواملی رابطه معنی‌دار دارد؟

فرضیه‌های تحقیق

- ✓ اکثر ریسک‌های محیط‌زیستی ناشی از دفن بهداشتی پسماند این مرکز در زمره ریسک‌های تحت کنترل تلقی می‌شوند.
- ✓ اکثر ریسک‌های محیط‌زیستی ناشی از زباله سوز در این مرکز در زمره ریسک‌های تحت کنترل تلقی می‌شوند.
- ✓ ریسک‌های شناسایی شده در روش دفن بهداشتی بیشتر از ریسک‌های شناسایی شده در روش زباله‌سوز است.
- ✓ استفاده از یک برنامه مدیریت و پایش ریسک محیط‌زیستی منسجم می‌تواند سبب بهبود شاخص‌های محیط‌زیستی (هوا، آب، خاک و صوت) در استفاده از هر دو روش شود.
- ✓ فعالیت واحد زباله‌سوز کهریزک دارای ریسک‌های زیست محیطی قابل پیش‌بینی بر منابع آب زیرزمینی می‌باشد.

اهداف تحقیق

هدف کلی

- ✓ ارزیابی ریسک زیست محیطی روش‌های دفن بهداشتی پسماند و زباله‌سوز شهر تهران

اهداف ویژه

- ✓ شناسایی ریسک‌های محیط زیستی روش دفن بهداشتی پسماند
- ✓ شناسایی ریسک‌های محیط زیست ه روش زباله‌سوز
- ✓ الویت بندی ریسک‌های شناسایی شده در دو روش دفن بهداشتی و زباله سوز
- ✓ طبقه بندی ریسک‌های شناسایی شده در دو روش دفن بهداشتی و زباله سوز
- ✓ مقایسه نتایج ارزیابی ریسک محیط زیستی روش‌های دفن بهداشتی و زباله‌سوز
- ✓ ارائه الگویی بهینه به منظور مدیریت ریسک زیست محیطی دفن بهداشتی و زباله‌سوزی

نوآوری موضوع تحقیق

- ✓ در اکثر مطالعاتی که درمورد ارزیابی ریسک مکان دفع زباله‌های شهری صورت گرفته است تاکنون مطالعه جامعی در زمینهٔمقایسه روش‌های دفع زباله شهری برای شهر تهران انجام نشده است؛ همچنین تاکنون با استفاده از روش ارزیابی ریسک آنالیز درخت خطای فازی شناسایی ریسک‌های محیط‌زیستی انجام نشده است و این مطالعه برای اولین بار در ایران انجام می‌شود.

مقدمه

- ✓ از اهداف ارزیابی ریسک در این پژوهش، ایجاد زمینه‌ای مناسب برای تصمیم‌گیری در میان دو گزینه پذیرش وضعیت موجود و یا تصمیم به ارتقا آن می‌باشد.
- ✓ دیگری ایجاد تمایز میان ریسک‌های مهم و ریسک‌هایی است که از اهمیت کمتری برخوردارند که از این طریق می‌توان به مدیریت بهینه ریسک‌های زیست‌محیطی و کاهش اثرات آنان پرداخت. این مطالعه می‌تواند گوشه‌های پنهان اثرات محیطزیستی هر یک از روش‌های مورد استفاده در این پژوهش را آشکار نماید.
- ✓ بنابراین استفاده از آنالیز درخت خطا برای انجام تحلیل و شناسایی ریسک‌ها، در نظر گرفتن استراتژی‌های کاهش ریسک و محاسبه احتمال شکست تقلیل‌ها پس از شناسایی ریسک‌ها، دلایل وقوع ریسک‌ها هنگام انجام برخی از فعالیت‌ها در این مکان و دلایل شکست هر یک از استراتژی‌ها در این تحقیق دارای ارزش و نوآوری است.
- ✓ در استفاده از رویکرد سنتی تجزیه و تحلیل درخت خطا، احتمال وقوع رویدادهای پایانی درخت یا به صورت مقداری نقطه‌ای و ثابت و یا به صورت متغیری تصادفی و وابسته به زمان در نظر گرفته می‌شود. ولی در عمل، به دلیل ماهیت نادقیق و غیرقطعی داده‌ها، امکان دست یافتن به چنین تخمین دقیقی از نرخ وقوع یا پارامترهای تابع توزیع احتمالی وجود ندارد. در چنین شرایطی، استفاده از رویکرد فازی، یکی از بهترین و شاید بهترین راه حل ممکن می‌باشد. چرا که رویکرد فازی، به جای در نظر گرفتن احتمال وقوع رویداد پایانی به صورت مقداری نقطه‌ای یا توزیعی احتمالی، از اعداد فازی استفاده می‌نماید. بنابراین از این جهت نیز تحقیق پیش رو واجد نوآوری می‌باشد. به طوری که نگاه تحقیق به دو مقولهٔریسک زیست‌محیطی دفن بهداشتی و زباله‌سوز می‌باشد و با تدوین سلسله مراتب ریسک زیست‌محیطی می‌توان الگوی مدیریت زیست‌محیطی بهینه پسماند را شناسایی نمود.

- ویاس و همکاران (۲۰۲۲) در پژوهش خود با عنوان " مدیریت پسماند جامد شهری: دینامیک، ارزیابی ریسک، تأثیر زیست محیطی، پیشرفت‌ها، محدودیت‌ها و دیدگاه‌ها" به بررسی جامع پویایی‌ها، ارزیابی ریسک، تأثیرات زیست محیطی، پیشرفت‌ها، محدودیت‌ها و دیدگاه‌ها را در زمینه مدیریت و تصفیه زباله های جامد شهری پرداختند. گزارش شده است که پسماندهای جامد شهری (MSW) به بهبود یک محیط امن و منابع تجدیدپذیر کمک زیادی می‌کنند. این بررسی، این ارتباط، فناوری‌های WtE را برای تبدیل MSW و سایر مواد اولیه به الکتریسیته، گاز هیدروژن، بیواتانول همراه با سایر محصولات با ارزش افزوده مانند کود(ها)، مواد شیمیایی پلت فرم به عنوان یک محصول سازگار با محیط زیست برجسته و بررسی می‌کند. همچنین اطلاعات جدید در مورد تأثیر اکولوژیکی و ارزیابی خطر در مدیریت و حمل و نقل زباله های جامد شهری ارائه شده است. روندهای پیشرفته مربوط به اصلاح آلاینده های نوظهور و منابع به دست آمده از زباله های جامد شهری کشف شده است.
- سرباتلی و ساریو (۲۰۲۲) به "ارزیابی و مطالعه موردی کوره‌های زباله‌سوز در مقیاس کوچک برای دفع زباله‌های شهری و کشاورزی در مناطق روستایی" پرداختند. در این میان، انبوه زباله‌های شهری و کشاورزی به محل پرورش موش‌ها، سوسک‌ها، مگس‌ها، پشه‌ها، آفات و میکروارگانیسم‌هایی تبدیل می‌شوند که بیماری‌ها را گسترش می‌دهند و باعث کثیف شدن و بدبو شدن مناطق اطراف می‌شوند ، این مطالعه نشان داد که زباله سوزهای در مقیاس کوچک می‌توانند به طور بالقوه به‌عنوان روشی برای مدیریت زباله های جامد شهری و کشاورزی در مناطق روستایی مورد استفاده قرار گیرند.

- لی و همکاران (۲۰۲۱) به مطالعه "ذرات آئروسل میکروبی در چهار فصل محل دفن بهداشتی: رویکردهای مولکولی، ردیابی و ارزیابی خطر" پرداختند. مکان‌های دفن زباله به‌عنوان منابع برجسته بیوآئروسل‌ها برای جو اطراف در نظر گرفته می‌شوند. این مطالعه بر انتشار باکتری‌ها و قارچ‌های موجود در هوا در چهار فصل از محل دفن بهداشتی محل دفن زباله متمرکز بود. روش SourceTracker برای شناسایی منابع بیوآئروسل های موجود در مرز محل دفن زباله استفاده شد. علاوه بر این، پیامدهای بهداشتی قرار گرفتن در معرض بیوآئروسل‌ها بر اساس میانگین نرخ‌های دوز روزانه مورد ارزیابی قرار گرفت. محل دفن زباله حداکثر بار بیوآئروسل را در تابستان و حداقل را در زمستان دریافت کرد. تقریباً ۴۱.۳۹٪ - ۸۶.۲۴٪ از باکتری های موجود در هوا دارای اندازه ذرات ۱.۱ تا ۴.۷ میکرومتر بودند، در حالی که ۴۸.۲۷٪ - ۶۶.۴۵٪ از قارچ های موجود در هوا اندازه ذرات بیش از ۴.۷ میکرومتر داشتند.
- موریتا و همکاران (۲۰۲۱) "تهدید آلودگی به کیفیت آب و خاک توسط دفن زباله‌ها و محل‌های دفن زباله غیربهداشتی در برزیل" را بررسی نمودند. آن‌ها به مطالعه زیست‌محیطی انجام‌شده در مناطق تحت‌تأثیر دفن زباله‌ها و محل‌های دفن زباله غیربهداشتی در برزیل، با تمرکز بر تجزیه و تحلیل فیزیکوشیمیایی آب‌های سطحی، آب‌های زیرزمینی، و خاک‌ها و همچنین بررسی‌های ژئوفیزیکی ارائه می‌کند. هدف شناسایی آلاینده‌های اصلی یافت شده در این مناطق و ارزیابی اثرات زیست‌محیطی آن‌ها، راهنمایی اقدامات مداخله‌ای احتمالی، نشان دادن مناطق اولویت‌دار، و نشان دادن اینکه آیا فعالیت‌های پس از تعطیلی اجباری هستند یا خیر بود. پارامترهای فیزیکوشیمیایی نمونه‌های آب سطحی، آب‌های زیرزمینی و خاک تجزیه وتحلیل‌شده به ترتیب در ۷۴، ۷۰ درصد و ۲۴ درصد از مطالعات بالاتر از سطح قانون برزیل بود.. نتایج نشان داد که دفن زباله های برزیل اثرات منفی در خاک و منابع آبی اطراف ایجاد می‌کنند و خطرات زیست محیطی و سلامت عمومی را به همراه دارند که حتی پس از بسته شدن سایت نیز ادامه دارد.

- ✓ آصفی و همکاران (۱۴۰۰) به بررسی " مخاطرات محیطزیستی احتمالی محل دپوی زباله در ساحل خرچنگ کنارک-خلیج چابهار " پرداختند. با توجه به نتایج، سیستم سنتی و ناکارآمد دفع زباله در ساحل کنارک در جوار جنگل‌های مانگرو، باعث آلودگی خاک و هوا شده و با ورود شیرابه‌های سمی، پلاستیک و ریزپلاستیک، فلزات سنگین و مواد آلی در بستر ماسه‌ای، گلی و همچنین ورود به آب دریا مسبب مشکلات عدیده بهداشتی در این بوم‌سازگان و متعاقباً تخریب محیطزیست دریایی خلیج چابهار شده است. بنابراین، ایجاد و ساماندهی یک سیستم کاملاً استاندارد و مکانیزه بر اساس روش‌های به‌روز در راستای تحقق سلامت بوم‌سازگان منطقه امری ضروری به نظر می‌رسد.
- ✓ کوثری و همکاران (۱۴۰۰) در تحقیق خود با عنوان " ارزیابی خطر و شدت آلودگی خاک ناشی از آلودگی فلزات سنگین در خاک‌های اطراف محل دفن زباله‌های شهری" نشان دادند میانگین غلظت آرسنیک، روی، سرب، کروم و مس در خاک سطحی به ترتیب ۰۱/۶، ۰۴/۴۱، ۳۱/۶، ۷۷/۲۶ و ۴۵/۳۱ بر حسب mg/kg و جیوه و کادمیوم به ترتیب ۷۹/۶۰ و ۶۰/۶۱ بر حسب µg/kg بود. اما میانگین غلظت آرسنیک، روی، سرب، کروم و مس در خاک در عمقی به ترتیب ۷۵/۵، ۳۳/۳۸، ۲۵/۶، ۶۸/۲۲و ۰۴/۳۱ بر حسب mg/kg و جیوه و کادمیوم به ترتیب ۵۷/۶۶ و ۹۸/۵۹ بر حسب µg/kg بود که مقدار همگی نسبت به مقادیر پس‌زمینه طبیعی بیشتر است. بر اساس برآورد شاخص‌های Igeo و RI برای فلزات سنگین آرسنیک، سرب، روی، کروم و مس در خاک عدم آلودگی ولی برای جیوه و کادمیوم آلودگی شدید را نشان داد.

- کاردان مقدم و همکاران (۱۳۹۹) تحقیقی با عنوان "استفاده از رویکردهای چندمعیاره جهت مکان‌یابی دفن زباله (منطقه مورد مطالعه: شهر بیرجند) انجام دادند. در این مطالعه مکان‌یابی مناطق مناسب دفن زباله شهر بیرجند به عنوان یک منطقه استراتژیک، مورد ارزیابی قرار گرفته است. بدین منظور ضمن معرفی ۴ معیار اصلی جهت تحلیل از دو روش چندمعیاره ANP و آنتروپی جهت مکان مناسب در محیط GISاستفاده گردید. ۴ معیار محیط زیست طبیعی، شرایط زمین شناسی و هیدروژئولوژیکی، وضعیت عوامل اقتصادی و نحوه بهره برداری منطقه به عنوان معیارهای اصلی در مکان‌یابی انتخاب گردید. به منظور آنالیز خطای انتخابی پراکنش مکانی این نقاط در محیط GISمورد تحلیل قرار گرفت و براساس فاصله نسبت به شهر آنالیز گردید. پراکنش مکان‌های انتخابی با دو روش آنتروپی و ANP نشان داد که روش ANPپراکنش فاصله‌ای بیشتری نسبت به روش آنتروپی دارد و دو موقعیت ۴A و ۵A نسبت به سایر مکان‌های انتخابی داریا فاصله بیشتری نسبت به آبخوان و شهر بیرجند دارد.
- بمانی و همکاران (۱۳۹۹) به بررسی " حدود آستانه معیارهای موثر بر مکان یابی محل دفن بهداشتی پسماندهای شهری. انسان و محیط زیست" پرداختند. در این پژوهش مهمترین معیارهای موثر بر مکانیابی محل دفن بهداشتی مواد زائد بر اساس مرور منابع و بررسی دستورالعمل‌های مختلف شناسایی شده‌اند. در این بررسی علاوه بر معرفی این معیارها به اهمیت هر یک از معیارهای مذکور در مکان یابی محل دفن پسماندهای شهری نیز پرداخته شده است. برای تمامی این معیارها مقادیر عددی حدود آستانه مناسب در مطالعات مختلف نیز بررسی شده است. برخی از مهمترین این معیارها شیب، سنگ بستر، گسل‌ها، فاصله از منابع آب سطحی، عمق آب زیرزمینی، باد غالب، میزان بارش، مناطق حفاظت شده، فاصله از سکونتگاه‌های شهری و روستایی، کاربری اراضی، فاصله از شبکه راه‌ها و فاصله از مراکز تاریخی و باستانی می‌باشد.

متدلوژی

گام ۱- تعیین محدوده مطالعاتی (Scopping): در این مرحله منطقه مورد مطالعه در این تحقیق با توجه به مساحت سایت مورد مطالعه و منطقه تحت تأثیر آن به دو منطقه بلافصل و تحت اثر مستقیم، تعیین شده و مقدمات لازم برای گردآوری داده‌ها و اطلاعات میدانی مورد نیاز انجام می‌شود. محدوده مطالعاتی بلافصل، در محدوده سایت کهریزک می‌باشد. با توجه به مساحت سایت و فعالیت زباله‌سوز در آن، جهت وزش باد غالب و ویژگی‌های اقلیمی، شیب زمین، موقعیت جغرافیایی سایت و اهمیت اثرات و پیامدهای ناشی از فعالیت سایت بر محیطزیست منطقه اعم از آب، هوا و خاک، محدوده مطالعاتی تحت اثر مستقیم تا شعاع ۱۰ کیلومتری اطراف سایت در نظر گرفته می‌شود.

گام ۲- گردآوری داده‌های موردنیاز: در این مرحله کلیه پارامترهای محیطزیستی (محیط‌های فیزیکی - شیمیایی، بیولوژیکی و اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی) شناسایی می‌شوند. در محیط فیزیکوشیمیایی، پارامترهای مربوط به آلاینده‌های هوا و صوت، ویژگی‌های مربوط به خاک، آب، فاضلاب، سیلاب و ... مورد شناسایی قرار می‌گیرد. اطلاعات فون و فلور منطقه و اکوسیستم‌ها شناسایی و جمع آاوری می‌گردند. همچنین کلیه پارامترهای اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی این منطقه بررسی می‌شوند.

گام ۳- شناسایی ریسک‌ها با کمک روش HAZID: در این مرحله با استفاده از روش دلفی و توجه به وضعیت موجود دفع پسماند در کهریزک (زباله‌سوز و محل دفن بهداشتی)، شناسایی ریسک‌ها در هر دو روش مذکور انجام می‌گردد. در ادامه با توجه به وضعیت موجود و ویژگی‌های محیطزیستی که از مطالعات در گام‌های قبل به دست آمده است، انواع ریسک‌های محیط زیستی توسط روش سریع شناسایی مخاطرات HAZID شناسایی می‌گردد. با تهیه پرسشنامه و نظر سنجی از ۱۳۰ کارشناس روایی، پایایی و رابطه ریسکهای بدست آمده با ریسک‌های محیط زیستی مورد بررسی قرار گرفت.

گام ۴- ارزیابی ریسک: در این مرحله با استفاده روش‌های بیان شده (۳FAHP – Smart PLS) ریسک‌های محیط زیستی منطقه مورد مطالعه ارزیابی می‌شود. از چک لیست ریسک‌های تهیه شده در مرحله قبل، درخت خطای مربوطه رسم می‌گردد. در ادامه چک لیست و درخت خطای ریسک‌های مربوط به هر یک از روش‌های دفن بهداشتی و زباله‌سوز آنالیز و نتایج در جدولی ارائه می‌شود. بدین صورت که عامل اصلی، علل میانی و علل ریشه‌ای باتوجه به نتایج HAZID، در درخت خطا رسم شده که این درخت خطا پایه اصلی برای محاسبات نرخ شکست سیستم می‌باشد.

گام ۵- تجزیه و تحلیل نتایج ارزیابی ریسک FTA

گام ۶- استفاده از روش FMEA به منظور یافتن بهترین راهکارهای مدیریتی ریسکها. در این روش دوبار نظر سنجی انجام شد. با نظر سنجی اول میزان ریسکها مشخص گردید و در نظر سنجی دوم راهکارهای مدیریتی مهمترین ریسک‌ها مورد نظر سنجی قرار گرفت.

گام۷- مدیریت ریسک محیط زیستی دفن زباله و زباله سوز کهریزک

- **مراحل اجرای طرح**

۱. تشکیل تیم HAZID

۲. ثبت موارد مورد مطالعه و بحث توسط کاربر یا مهندس (ضبط کننده)

۳. قرار دادن یک چکیده لیست HAZID، در اختیار اعضای تیم HAZID درمورد دفن بهداشتی پسماندها و زباله‌سوزی‌ها، انواع خطرات احتمالی، علل، عواقب و شاخص‌های خطر توسط تیم HAZID.

۴. شناسایی، طبقه‌بندی ریسک‌ها و مشخص کردن ۳ پارامتر: احتمال وقوع، شدت پیامد و میزان تماس و عدد ریسک با مصاحبه.

۵. تصمیم گیری بر اساس عدد ریسک در روش

۶. توزیع پرسشنامه با طیف لیکرت بین ۲۰ نفر از خبرگان به منظور رتبه بندی ریسک‌ها به روش FAHP .

۷. توزیع پرسشنامه بین ۱۳۰ نفز افراد کارشناس دفع زباله بمنظور بررسی روایی و پایایی موارد شناسایی شده و بررسی رابطه بین ریسکهای شناسایی شده و ریسک های مدیریت پسماند (با روش معادلات ساختاری).

۸. ارزیابی ریسک محیط‌زیستی مکان دفن بهداشتی پسماند مجتمع آراد کوه به روش FTA به منظور تجریه و تحلیل و مدیریت ریسک‌ها

- **مراحل اجرای طرح**

۱۰. برای بررسی مجدد ریسکها با روش FMEA ریسکهای مهم شناسایی شده به دو روشHAZID و FTA، از ۱۰ نفر از خبرگان نظرسنجی شد میزان خطر، شدت و احتمال وقوع آن‌ها با استفاده از طیف لیکرت ده‌تایی مشخص و با استفاده از فرمول مقدار ریسک خطر محاسبه و موارد با ریسک کمتر از ۵ حذف شده سپس ریسک‌ها بهمراه راهکارهای برای مدیریت آن‌ها با پرسشنامه با طیف لیکرت ۵ تایی در نظر سنجی دوم مورد بررسی قرار گرفت.

۱۱. در ادامه راهکارهای مدیریت ریسک ها بیان گردید.

منطقه مورد مطالعه

- ✓ سازمان مدیریت پسماند تهران (TWMO) یکی از سازمان‌های مسئول راهبرد مدیریت زباله در ایران است.
- ✓ تهران به عنوان پایتخت ایران دارای دو محل اصلی دفن زباله به نام‌های آبعلی و کهریزک بوده است. هر سایت توانایی دریافت تقریباً نیمی از پسماند جامد شهری تولید شده در تهران را دارا می‌باشد.
- ✓ به دلیل دامپینگ آزاد و دفع غیرقانونی زباله‌ها، که منجر به آلودگی آب‌های زیرزمینی و مشکلات بهداشتی شدید شد، سایت آبعلی در سال ۱۹۹۱ بسته شد. پس از آن، دفن زباله کهریزک به عنوان محل اصلی دفع پسماند جامد شهری (MSW) ایجادگردید و سپس به "دفن زباله آرادکوه" تغییر نام داد.
- ✓ سایت کهریزک دارای قسمت‌های مختلفی نظیر نیروگاه پسماند سوز (قابلیت تولید ۳ تا ۶ وات برق و کود کمپوست)، دریاچه شیرابه (با عمق متوسط ۲ متر و ۳۵۰ هزار مترمکعب حجم و سطح کلی ۱۸ هکتار) به عنوان یک چالش جدی محیط‌زیستی، تصفیه‌خانه شیرابه با مساحتی معادل ۳ هکتار، محل تفکیک و جداسازی زباله‌های ارزشمند (کاغذ، مقوا، انواع فلزات آهنی و غیرآهنی، انواع پلاستیک، شیشه)، همچنین دفن مازاد زباله مصرفی سیستم زباله‌سوز (با توجه به مصرف روزانه ۲۰۰ تن در روز، دستگاه ریجکت‌سوز فعلی و حجم تولید ۸ تا ۹ هزار تنی شهر تهران) می‌باشد.
- ✓ در مرکز کهریزک پسماندها به صورت زیر مدیریت می‌شوند.:۱.ابتدا مواد بازیافتی از پسماندها جدا می‌گردد.۲. پسماندهای بیمارستانی نیز جدا می‌شود.۳. سایر پسماندها به ایستگاه منتقل می‌شود.۴. در واحد پردازش پسماند، پسماندها به دو دسته برای زباله‌سوزی و دفن بهداشتی تقسیم می‌شوند.

روش و ابزار گردآوری اطلاعات (روش ها)

- ✓ اطلاعات مورد نیاز از طریق بررسی گزارش‌های مطالعاتی، مراجعه مستقیم به سازمان مدیریت پسماند، سایت آرادکوه و کهریزک، اداره کل هواشناسی استان تهران و اداره کل محیطزیست استان تهران جمع‌آوری می‌گردد.
- ✓ بررسی ادبیات و پیشینه تحقیق در رابطه با موضوع.
- ✓ جمع‌آوری و بررسی پژوهش‌های انجام شده در رابطه با ارزیابی ریسک محیطزیستی دفن بهداشتی پسماند و زباله‌سوز در سایت مورد مطالعه و اثر و پیامدهای سوء بر محیطزیست منطقه مورد مطالعه.
- ✓ جمع‌آوری اطلاعات پایه (اطلاعات هواشناسی و شرایط جوی منطقه شامل: اطلاعات دمای هوا، رطوبت نسبی، سرعت و جهت باد به صورت متوسط سالانه، اطلاعات شرایط توپوگرافی منطقه مورد مطالعه) از سازمان مدیریت پسماند استان تهران، سازمان هواشناسی و اداره کل محیط زیست استان تهران.
- ✓ بازدید از محل سایت مورد نظر و شناسایی ریسک‌ها و مخاطرات محیطزیستی جهت تکمیل کاربرگ‌ها.
- ✓ - جمع‌آوری اطلاعات مربوط به وضعیت موجود میزان آلایندگی هوا، آب و خاک در محدوده مورد مطالعه.

روش و ابزار گردآوری اطلاعات (ابزار ها)

- ✓ ابزار مورد استفاده در گردآوری داده‌های موردنیاز پرسشنامه است. جهت بررسی پرسشنامه‌های جمع‌آوری شده و تحلیل اطلاعات آن‌ها، از نرم‌افزارهای آماری EXCEL و SPSS-۲۴ استفاده می‌شود، که این مرحله با تاکید بر اطلاعات و داده‌های مربوط به کمیت و کیفیت پسماندهایی که وارد زباله‌سوز می‌شود یا مورد دفن بهداشتی قرار می‌گیرند، انجام می‌شود.
- ✓ کتابخانه‌ای: کتب، مقالات علمی و پایان نامه‌ها در زمینه روش مورد مطالعه.
- ✓ میدانی: مشاهده و بازدید از محل مورد مطالعه، استفاده از روش دلفی جهت به‌کارگیری و تکمیل کاربرگ‌های شناسایی و ارزیابی ریسک‌های محیط زیستی، استفاده از کاربرگ شناسایی خطرات به روش HAZID، تهیه پرسشنامه به روش دلفی جهت فهرست برداری از نظرات خبرگان، استفاده از نرم‌افزارهای آماری EXCEL ، SPSS-۲۴ و Smart-PLS۳ جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها و اطلاعات به دست آمده از تکمیل کاربرگ‌ها.

جامعه آماری و تعداد نمونه

جامعه آماری تحقیق شامل سایت کهریزک است و نمونه آماری شامل سلول‌های کامل شده دفن، سلول‌های در حال پر شدن، سلول‌هایی که در آینده مورد استفاده قرار می‌گیرد و کارخانجات زباله‌سوز می‌باشد. همچنین جامعه آماری این تحقیق جوامع انسانی و طبیعی تحت تأثیر در محدوده مطالعاتی بلافصل و تحت اثر مستقیم، کارشناسان، خبرگان و متخصصان در تکمیل پرسشنامه‌ها و کاربرگ‌ها می‌باشند.

روش نمونه‌گیری

✓ حجم نمونه با توجه به ماهیت این پژوهش از روش‌های آماری مانند فرمول کوکران و یا جدول مورگان محاسبه خواهد شد.

شناسایی ریسک محیط زیستی دفن پسماند و زباله سوز کهریزک با استفاده از HAZID (شناسایی ریسک)

شناسایی خطر باید از طریق موارد زیر انجام شود: تکنیک‌های شناسایی رسمی، به عنوان مثال HAZID، خطر و عملکرد (HAZOP)، حالت‌های نقص و تحلیل اثرات (FMEA) و غیره، توسط پرسنل ذیصلاح از انواع متنوعی از رشته‌های مهندسی، سوابق عملیاتی و طراحی. شناسایی باید حداقل به مخاطرات توجه داشته باشد که می‌تواند به طور مستقیم یا غیرمستقیم منجر به از بین رفتن جان، آتش‌سوزی عمده یا انفجار، رهاسازی بیماری‌زاها، از بین رفتن یکپارچگی ساختاری یا کنترل، نیاز به فرار یا تخلیه و اثرات محیطی شود.

در شناسایی خطرات دو هدف ممکن وجود دارد:

- برای به دست آوردن لیستی از خطرات برای ارزیابی‌های بعدی با استفاده از سایر تکنیک‌های ارزیابی ریسک.
- انجام یک ارزیابی کیفی از اهمیت خطرات و همچنین، اقدامات لازم برای کاهش خطرات ناشی از آنها. که به عنوان "ارزیابی خطر" شناخته می‌شوند.

روش اجرایی شناسایی ریسک‌های محیط زیستی با HAZID

۱. تشکیل تیم HAZID: به منظور بهبود فرایند شناسایی خطرات دفن بهداشتی پسماند و زباله سوزی، یک تیم HAZID با تعداد ۱۰ عضو برای انجام این مطالعه جمع‌آوری شد. چندین کارشناس مرتبط به محیط‌زیست از دانشگاه‌ها و سازمان مدیریت پسماند به این تیم پیوستند و در مطالعه مربوط به بخش HAZID شرکت کردند. سپس اقدامات حفاظتی مختلفی که قبلاً وجود داشته و یا برای کاهش خطرات مرتبط با خطر خاص استفاده می‌شود، مورد بررسی قرار گرفته و در صورت لزوم اقدامات ایمنی دیگری نیز مورد بررسی قرار گرفت.

۲. شناسایی ریسک: ریسک‌های محیط‌زیستی مکان‌های دفن زباله و نیروگاه زباله‌سوز از مرور مطالعات انجام گرفته شناسایی شدند.

۳. تهیه چک لیست: تیم شناسایی خطرات جهت شناسایی و ارزیابی ریسک ها، چک لیست هایی را در زمینه خطرات زیست محیطی تهیه نمود.

این خطرات به نوبه خود به بخش‌های زیر تقسیم شدند:

- ریسک‌های محیط‌زیستی
- ریسک‌های فیزیکی (محیطی)
- ریسک‌های بهداشتی- عمومی
- ریسک‌های اقتصادی- اجتماعی
- ریسک‌های مرتبط با فنی-ایمنی

۴. به منظور اولویت بندی ریسک‌ها و اقدامات کنترلی در این مرحله خطرات شناسایی و طبقه بندی شده‌اند. برای انجام این مرحله، ۳ پارامتر مشخص گردیدند: احتمال وقوع، شدت پیامد و میزان تماس.

روش ارزیابی ریسک تحلیل درخت خطا FTA به شیوه فازی

- ✓ روش FTA امکان اولویت‌بندی اقدامات پیشگیرانه و اصلاحی را برای به حداقل رساندن احتمال شکست فراهم می‌سازد. تجزیه و تحلیل FTAنشان می‌دهد که محتمل‌ترین ریسک چیست. از این روش می‌توان برای تجزیه و تحلیل خطاهای انسانی و تجهیزات استفاده کرد. این روش کمی و کیفی است و امکان برآوردهای احتمالی یک عیب یا حادثه را فراهم می‌کند.
- ✓ در مرحله اول شناسایی ریسک‌ها، مرحله دوم انتخاب شاخص‌ها و روش نمره‌دهی به ریسک‌ها و در مرحله آخر رتبه‌بندی و تعیین درجه مخاطره‌پذیری ریسک‌ها صورت می‌گیرد.
- ✓ به طور خلاصه، FTA نقاط ضعف در سیستم و علل عدم موفقیت را ارزیابی می‌کند، طرح پیشنهادی را برای ایمنی و قابلیت اطمینان ارزیابی می‌کند، احتمال شکست را کم می‌کند، اقدامات مدیریتی را بهینه می‌کند.
- ✓ به طور کلی، روش FTA برای ارزیابی ریسک محیط زیستی لندفیل و زباله سوز کهریزک دارای سه گام اساسی است:

۱- شناسایی ریسک‌های محیط زیستی با استفاده از روش HAZID

۲. انتخاب مهم‌ترین شاخص‌ها

۳ . نمره‌دهی ریسک‌ها، رتبه‌بندی آنها و تعیین درجه مخاطره‌پذیری ریسک‌ها

ساختار تحلیل درخت خطا

- ✓ تحلیل درخت خطا یک روش ارزیابی کمی است. البته این کار زمانی انجام می‌شود که ارزیاب اطلاعات کافی در مورد نرخ و احتمال شکست تجهیزات داشته باشد. به دلیل استفاده از روش قیاسی (رسیدن از کل به جز) در این روش، بسیاری از تجزیه و تحلیلگرهای ایمنی سیستم، به کارگیری روش تحلیل درخت خطا را در بررسی حالات احتمالی مختلف که می‌توانند منجر به بروز رویدادهای مطلوب یا نامطلوب در سطح سیستم شوند، بسیار مفید می‌دانند.
- ✓ با استفاده از درخت خطای ایجاد شده و در نظر گرفتن رویدادهای پایه، باید مشخص کرد که آیا برای تمامی رویدادهای پایه، اطلاعات موجود می‌باشد یا خیر. اگر غیرقابل بازرسی است از فرمول (۱-۳) و اگر قابل بازرسی است از فرمول (۲-۳) استفاده می‌شود.

$$P(t) = 1 - e\ -\ \lambda t \qquad \lambda t \leq 0.1 \qquad (۳-۱)$$

$$P(t) = \frac{\lambda t}{2} \qquad \lambda t > 0.1 \qquad (۳-۲)$$

ارزیابی درخت خطا به شیوه فازی

- ✓ تحلیل کیفی: تحلیل کیفی به منظور محاسبه مجموعه برشی حداقل انجام می‌شود. یک مجموعه برشی ترکیبی از رویدادهای اساسی است که منجر به وقوع رویداد نهایی می‌شوند.
- ✓ تحلیل کمی: در تحلیل کمی درخت خطا برای محاسبه احتمال وقوع رویداد نهایی باید احتمال وقوع هر یک از رویدادهای اساسی معلوم باشد.

✓ احتمال وقوع رویداد نهایی یا رویدادهای میانی که درگاه ارتباطی آنها "و" است، با به کارگیری رابطه (۳-۳) و احتمال وقوع رویداد نهایی یا رویدادهای میانی که با درگاه ارتباطی آنها "یا " است با استفاده از رابطه (۳-۴) به دست می‌آید.

$$P = \Pi_i^n = P_i$$ رابطه (۳-۳)

$$P = 1 - \Pi_i^n = (1-P_i)$$ رابطه (۳-۴)

✓ **پنج مرحله منطق فازی:**

- انتخاب خبرگان
- تعیین وزن خبرگان
- اجماع نظر متخصصان
- دی‌فازی کردن احتمال فازی رویداد رأس
- استفاده از تبدیل فرمول امکان به احتمال
- تعیین احتمالی رویدادهای نهایی و میانی
- تعیین میزان اهمیت و رده‌بندی مجموعه‌های برشی حداقل

معیارهای ارزیابی ریسک

- ✓ از آنالیز ریسک برای تعیین سطح ریسک استفاده می‌شود تا اطمینان حاصل شود که زباله‌سوزی و دفن بهداشتی پسماندها در کهریزک با حداقل ایمنی در حال حاضر مشغول به دفع پسماند هستند.
- ✓ با توجه به هر خطر، مناسب‌ترین شاخص‌های فرکانس/ شدت در طول مطالعه مورد بحث قرار گرفت و سرانجام با توافق کامل بین اعضای تیم HAZID تعیین شد. به‌علاوه، شاخص خطر فقط با ضرب کردن شاخص فرکانس و شاخص شدت تعیین می‌شود:

شاخص خطر = شاخص فرکانس × شاخص شدت

ماتریس خطر و معیارهای ارزیابی

- منطقه غیرقابل تحمل: شاخص خطر بزرگتر از ۱۰: هیچ خطری در منطقه قابل قبول نیست و اقدامات ایمنی مناسب برای کاهش ریسک مانند تغییرات طراحی، سیستم‌های ایمنی، روش بازرسی/نگهداری و غیره باید مورد بررسی و در اختیار طراحان سیستم و روش‌های دفع زباله قرار گیرد.
- منطقه هشدار (ALART): ۳ < شاخص خطر < ۱۰: در این منطقه کلیه خطرات از لحاظ سطح ریسک قابل قبول هستند، اما برای تقویت ایمنی بیشتر سیستم بر اساس مقرون به صرفه بودن آن‌ها، باید اقدامات ایمنی دیگری اعمال شود (اصل ALARP).
- منطقه قابل اغماض: شاخص خطر ۳: هرگونه خطری در این منطقه بسیار قابل قبول است و اقدامات ایمنی بیشتر برای کاهش ریسک لازم نیست.

AHP و FMEA با استفاده از تکنیک FTA و HAZID صحت سنجی ارزیابی ریسک

مرحله ۱: اطلاعات مورد نیاز با بازدید میدانی، مراجعه به مرکز مدیریت پسماند کهریزک، ملاقات با مسئولان آنجا و پرسش از آنها جمع آوری شد.

مرحله ۲: ۳۷ خطر شناسایی شده در پرسشنامه مورد بررسی قرار گرفت که بین ۱۳۰ متخصص در زمینه زباله‌های جامد توزیع شد. پرسشنامه مربوط به روش FMEA بین ده نفر توزیع گردید و با نظر خبرگان RPN برای هر یک از ریسک‌ها بدست آمد. نتایج بررسی و تعیین آستانه RPN قابل قبول. RPN کمتر از پنج نمره ریسک قابل قبولی در نظر گرفته شد. خطرات ذکر شده در جدول ۵ با تعداد RPN برابر و بالاتر از پنج نیاز به اقدامات اصلاحی دارند. خطرات با RPN کمتر از پنج مورد منتفی شدند. در نتیجه، بقیه خطرات با RPN کمتر از ۵ انجام اقدامات اصلاحی یا صرف بودجه برای بهبود RPN آنها را توجیه نمی کند و در نتیجه از لیست خارج شده است.

مرحله ۳: نظرسنجی دوم بین ۱۰ متخصص برای شناسایی راه حل‌های ۲۲ خطر انجام شد. در نظرسنجی دوم، از شرکت کنندگان خواسته شد تا راه حل را از لیست انتخاب کنند یا اقدامات اصلاحی بالقوه را بر اساس تخصص و دانش خود پیشنهاد دهند.

تجزیه و تحلیل حالتها و اثرات خرابی (FMEA)

تکنیک‌های تجزیه و تحلیل حالتها و اثرات خرابی (FMEA) یک روش پیشگیرانه و سیستماتیک است که هدف اصلی آن تعیین نقاط و مسیرهایی است که در آن ممکن است یک فرآیند یا طراحی سیستم به اشتباه پیش برود و کارایی کل سیستم را مختل کند.

FMEA در ارزیابی ریسک برای شناسایی و اولویت بندی خطرات براساس احتمال وقوع، علل و تأثیرات استفاده می‌شود. برای این منظور، از سه متغیر در این روش استفاده می‌شود.

$$RPN = S \times O \times D$$

رابطه(۵-۳)

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

- ✓ فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) یکی از جامع ترین سیستم‌هایی است که برای تصمیم‌گیری چند معیاره طراحی شده است. این روش مسئله را به صورت سلسله مراتبی فرموله می‌کند و می‌تواند معیارهای کمی و کیفی مختلفی را در نظر بگیرد.
- ✓ این فرآیند شامل انتخاب‌های مختلف در تصمیم‌گیری است و تجزیه و تحلیل حساسیت را انجام می‌دهد.
- ✓ سطح بالا هدف اصلی فرآیند تصمیم گیری را نشان می‌دهد. سطح دوم شاخص‌های اصلی را نشان می‌دهد که ممکن است تا مرحله دوم تجزیه شوند، مقایسه بین گزینه‌های مختلف تصمیم با توجه به هر شاخص انجام می‌شود و به دنبال آن قضاوت در مورد اهمیت شاخص تصمیم از طریق مقایسه دو به دو صورت می‌گیرد.

محاسبه وزن نسبی

- ✓ در AHP، عناصر هر سطح به صورت جفت و عنصر مربوط به آنها در سطح بالاتر مقایسه می‌شود و وزن آنها محاسبه می‌شود. این وزنه‌ها را وزن نسبی می‌نامند.
- ✓ مرحله بعدی در AHP انجام محاسبات مورد نیاز برای تعیین اولویت هر یک از عناصر تصمیم گیری با استفاده از اطلاعات ماتریس مقایسه دو به دو است.

ترکیب وزن‌های نسبی

- ✓ برای رتبه بندی گزینه‌های تصمیم‌گیری، در این مرحله، وزن نسبی هر عنصر باید در وزن نسبی عناصر بالاتر ضرب شود تا وزن نهایی آن محاسبه شود. با انجام این کار برای هر گزینه، مقدار وزن نهایی بدست می‌آید که وزن مطلق نامیده می‌شود.
- ✓ برای محاسبه نسبت ناسازگاری مراحل زیر برداشته شده است:

مرحله ۱. محاسبه بردار جمع وزنی

مرحله ۲. محاسبه بردار ثبات وپایداری

مرحله ۳. محاسبه μ_{max}

مرحله ۴. محاسبه شاخص ثبات و پایداری

اقدامات کنترلی

شکل ۱-۳: ساختار ارزیابی و مدیریت ریسک در منطقه مورد مطالعه

مدل‌سازی معادلات ساختاری

- ✓ مدل سازی معادلات ساختاری یکی از انواع روش های آماری است که ابزاری در دست محققین جهت بررسی ارتباط میان چندین متغیر در یک مدل فراهم می سازد.
- ✓ مدل سازی روش مناسبی برای بررسی روابط میان متغیرهای مکنون است که توسط متغیرهای مشاهده شده سنجیده می‌شوند.
- ✓ اولین وظیفه محقق در این فرایند تعیین تناسب بین مدل برآمده از نظریه های پیشین با داده های جمع آوری شده از نمونه های آماری پژوهش است.

معیارهای انتخاب رویکرد PLSبرای معادلات ساختاری(SEM)

معیار اول: برای انتخاب روش‌های PLS وجود متغیرهای پنهان با شاخص‌های سازنده در مدل پژوهش است.

معیار دوم: به وجود متغیرهای پنهان مرتبه دوم به بالا در مدل پژوهش مربوطه است. این نوع متغیرها زمانی استفاده می‌شوند که محقق یک متغیر پنهان را در بیش از دو سطح به کار برد. در این صورت بهتر است که وی از روش PLS استفاده کند.

معیار سوم: آشکارترین معیار انتخاب روش PLS برای تحلیل داده هاست. فرآیند انجام تحلیل داده ها در روش PLS و نرم افزارهای مربوطه مثل Smart-PLS به گونه‌ای طراحی شده است که حساسیت به حجم نمونه به حداقل برسد.

معیار چهارم: اشاره به مدل (مدل مفهومی) دارد که برای طرح فرضیه‌های خود از آن استفاده نموده است. اگر این مدل در مراحل اولیه توسعه باشد بدین معنی که با تازگی معرفی شده و متعاقبا تئوری های پیشین زیادی برای تایید آن وجود نداشته باشد، محقق بهتر است که از روش PLS برای تحلیل این مدل استفاده کند.

SEM هردومدل فوق را شامل می‌شود. به طور خلاصه و ساده، معادلات ساختاری را به دو بخش می‌توان تقسیم نمود:

- ✓ مدل اندازه گیری: شامل ارتباط بین گویه‌ها یا همان سوالات پرسشنامه با سازه‌ها. این مدل شامل متغیرهای مشاهده شده (یا همان سوال‌های پرسشنامه) و متغیرهای مکنون (پنهان) یا همان سازه‌های مدل می‌شود.
- ✓ مدل ساختاری: شامل ارتباط بین سازه ها یا همان متغیرهای اصلی مدل. این مدل، شامل متغیرهای برونزا و متغیرهای درونزا می‌گردد.

ضرایب مسیر

- ✓ ضرایب مسیری استاندارد به‌صورت تغییر در انحراف معیار نسبت به میانگین تفسیر می‌شوند.
- ✓ ضرایب مسیری غیراستاندارد مانند ضرایب رگرسیونی تفسیر می‌شوند.

آزمون روایی و پایایی

روایی واگرا معیاری است که نشان می‌دهد چقدر سنجه‌های عوامل متفاوت واقعا باهم تفاوت دارند. در یک پرسشنامه برای سنجش عوامل مختلف سوالات متعددی مطرح می‌شود بنابراین لازم است که مشخص شود این سوالات از یکدیگر متمایز بوده و باهم همپوشانی ندارند.

روایی همگرا به همبستگی سوالات یک سازه باهم اشاره دارد.

روش‌ها و ابزار تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه و تحلیل اطلاعات این کار تحقیقاتی در دو سطح توصیفی و استنباطی انجام گردید. برای تحلیل داده‌ها از نرم افزارهای spss 25 و PLS3 -Smart و Excel استفاده شد.

۱. در سطح توصیفی با استفاده از شاخص‌های آماری نظیر فراوانی و درصد بوده است.

۲. با استفاده از روش HAZID ریسک‌ها شناسایی گردید.

۳. با استفاده از روش AHP ریسک‌ها الویت بندی شدند.

۴. با استفاده از روش FTA ریسک‌های مهم شناسایی شده به همراه عوامل ایجاد کننده آنها بررسی و ریسک‌ها بهمراه عوامل ایجاد کننده‌ها مجدد بررسی شدند.

۵. با روش FMEA ریسک‌ها، علل آن و نحوه مدیریت آن‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۶. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها در آمار استنباطی شامل پایایی، روایی همگرا و روایی واگرا و آزمون فرض‌ها از تحلیل عاملی تاییدی از نرم افزار Smart- ۳PLS، SPSS و EXCEL استفاده گردید.

شناسایی ریسک‌های محیط‌زیستی روش دفن بهداشتی پسماند با روش HAZID

انواع ریسک‌ها	ریسک‌ها	امکان وقوع	شدت پیامد	میزان تماس	عدد ریسک	درجه ریسک
ریسک‌های محیط-زیستی	آلودگی آب‌های زیرزمینی (عمق آب زیرزمینی)	۶	۵	۲	۳۰۰۰	غیر قابل قبول
	آلودگی آب‌های زیرزمینی (نزدیکی به چاه و قنات‌ها)	۶	۵	۲	۳۰۰۰	غیر قابل قبول
	آلودگی آب‌های سطحی (نزدیکی به آبراهه اصلی)	۱	۲۵	۲	۵۰	جزئی
	آلودگی آب‌های سطحی (نزدیکی به آبراهه‌های فرعی)	۲	۵۰	۲	۳۰۰	نامطلوب
	فرسایش پذیری خاک	۶	۵	۶	۱۸۰۰	غیر قابل قبول
	آلودگی خاک	۳	۵	۲	۳۰۰	نامطلوب
	گرم شدن زمین (انتشار گازهای گلخانه¬ای)	۶	۲۵	۱۰	۱۵۰۰	غیر قابل قبول
	آلودگی هوا (انتشار گازها)	۶	۲۵	۱۰	۱۵۰۰	غیر قابل قبول
	خطر جابجایی ذرات معلق و آلاینده‌ها با باد	۳	۱۵	۱۰	۴۵۰	نامطلوب
	تخریب لایه ازن (اکسیداسیون فتوشیمیایی)	۳	۱۵	۶	۲۷۰	قابل قبول ولی با نیاز به تجدید نظر
	نزدیکی به مناطق حفاظت شده	۱	۱۵	۱	۱۵	جزئی

جدول ۱-۴:کاربرگ شناسایی ریسک‌های محیط‌زیستی سایت دفن زباله کهریزک و ارزیابی آنها به روش HAZID

انواع ریسک‌ها	ریسک‌ها	امکان وقوع	شدت پیامد	میزان تماس	عدد ریسک	درجه ریسک
ریسک‌های محیط-زیستی	تخریب مراتع با پوشش گیاهی خوب	۶	۱۵	۲	۱۸۰	نامطلوب
	کاهش تنوع زیستی گیاهان و تغییر ترکیب گونه‌های بومی	۶	۲۵	۳	۳۵۰	نامطلوب
	تخریب زیستگاه¬های منطقه	۳	۵۰	۲	۳۰۰	نامطلوب
	مهاجرت حیوانات و کاهش حیوانات و پرندگان منطقه	۶	۱۵	۶	۵۴۰	غیر قابل قبول
	هجوم گونه‌های مهاجم و مزاحم (موش، حشرات، پرندگان و ...)	۱۰	۲۵	۶	۱۵۰۰	غیر قابل قبول
	تغییر کاربری اراضی و سیمای سرزمین	۶	۱۵	۱۰	۹۰۰	غیر قابل قبول
ریسک‌های محیطی	خطر وقوع سیلاب	۱	۲۵	۱	۲۵	جزئی
	خطر وقوع زمین لرزه	۱	۵۰	۱	۵۰	جزئی
	خطر وقوع رانش زمین	۱	۵۰	۱	۵۰	جزئی
	خطر وقوع آتش‌سوزی	۳	۲۵	۱	۷۵	جزئی
	خطر وقوع طوفان	۱	۵۰	۱	۵۰	جزئی
	خطر وقوع انفجار	۳	۲۵	۱	۱۰۰	جزئی

انواع ریسک‌ها	ریسک‌ها	امکان وقوع	شدت پیامد	میزان تماس	عدد ریسک	درجه ریسک
ریسک‌های بهداشتی-عمومی	انتشار انواع بیماری‌ها	۶	۵۰	۶	۱۸۰۰	غیر قابل قبول
	اثرات طولانی مدت بر سلامت افراد	۳	۲۵	۶	۴۵۰	نامطلوب
	خطر وقوع سیلاب	۱	۲۵	۱	۲۵	جزئی
	کمبود آب آشامیدنی سالم و بی‌خطر در منطقه	۱	۲۵	۳	۷۵	جزئی
	مسمومیت محصولات کشاورزی و غذایی	۳	۲۵	۳	۲۲۵	نامطلوب
	انتشار بوی نامناسب	۱۰	۲۵	۱۰	۲۵۰۰	غیر قابل قبول
ریسک‌های اقتصادی- اجتماعی	نزدیکی به جاده‌های اصلی	۳	۵	۳	۴۵	جزئی
	نزدیکی به جاده‌های فرعی	۶	۱۵	۳	۲۷۰	قابل قبول ولی با نیاز به تجدید نظر
	نزدیکی به خطوط انتقال نیرو	۳	۵	۶	۹۰	قابل قبول ولی با نیاز به تجدید نظر
	نزدیکی به مناطق شهری و روستایی	۶	۵۰	۱۰	۳۰۰۰	غیر قابل قبول
	تغییر کاربری اراضی	۶	۲۵	۱۰	۳۰۰۰	غیر قابل قبول
	نزدیکی به مناطق صنعتی	۳	۲۵	۱۰	۷۵۰	غیر قابل قبول
	نزدیکی به فرودگاه	۳	۲۵	۱۰	۴۵۰	غیر قابل قبول

انواع ریسک‌ها	ریسک‌ها	امکان وقوع	شدت پیامد	میزان تماس	عدد ریسک	درجه ریسک
ریسک‌های اقتصادی-اجتماعی	نزدیکی به مراکز گردشگری-تفرجی	۳	۱۵	۱۰	۴۵۰	نامطلوب
	کمبود فضای کافی برای دفن زباله	۶	۲۵	۱۰	۱۵۰۰	غیر قابل قبول
	کاهش قیمت زمین‌ها و املاک منطقه	۳	۵۰	۱۰	۱۵۰	قابل قبول ولی با نیاز به تجدیدنظر
	از بین رفتن آثار بناها و تاریخی در اثر بارندگی‌های اسیدی	۳	۲۵	۲	۱۵۰	قابل قبول ولی با نیاز به تجدیدنظر
	هزینه بالای تامین نیروی انسانی مورد نیاز	۶	۱۵	۲	۱۸۰	نامطلوب
	بار مالیاتی زیاد	۳	۱۵	۱۰	۴۵۰	غیر قابل قبول
	هزینه تامین تجهیزات مورد نیاز عملیات دفن، کنترل کننده‌ها و جمع کننده‌های گازهای سمی	۱۰	۱۵	۱۰	۱۵۰۰	قابل قبول ولی با نیاز به تجدیدنظر
	هزینه بالای احداث سیستم-های زهکشی	۶	۱۵	۱	۹۰	قابل قبول ولی با نیاز به تجدیدنظر
	سرعت پایین دفع پسماند	۳	۲۵	۱	۷۵	قابل قبول ولی با نیاز به تجدیدنظر

انواع ریسک‌ها	ریسک‌ها	امکان وقوع	شدت پیامد	میزان تماس	عدد ریسک	درجه ریسک
ریسک‌های فنی و ایمنی	پتانسیل عدم رعایت الزامات طراحی و بهره برداری سایت	۶	۲۵	۱	۱۵۰	قابل قبول ولی با نیاز به تجدیدنظر
	پتانسیل عدم رعایت الزامات و قوانین تفکیک توسط پرسنل	۳	۵۰	۲	۳۰۰	نامطلوب
	عدم رعایت استراتژی وزارت امور شهرداری و امور روستایی و شهری	۳	۲۵	۲	۱۵۰	قابل قبول ولی با نیاز به تجدیدنظر

- ✓ به منظور غربالگری شاخص‌ها از روش دلفی فازی استفاده شده است. دلفی فازی از چند مرحله تشکیل شده است.

  - در مرحله اول معیارها و زیر معیارها کدگذاری می شود.
  - در مرحله دوم معیارها از ۲۰ نفر خبره نظرخواهی شده است و از پرسشنامه با طیف لیکرت ۵ استفاده گردید.
  - در مرحله سوم عبارت زبانی به حالت فازی تبدیل می‌شود.
  - در مرحله چهارم برای تجمیع نظر خبرگان از روش میانگین فازی استفاده شده است. بدین صورت که بازه‌های پایین با هم، بازه‌های میانی باهم و بازه‌های بالایی باهم جمع و تقسیم بر تعداد افراد خبره می‌شود. جدول ۴-۲ میانگین فازی پاسخ‌ها را نشان می‌دهد

کد	میانگین
۱A	۰.۷۵۸۳۳
۲A	۰.۶۹۵۸۳
۳A	۰.۶۰۴۱۷
۴A	۰.۴۸۷۵
۵A	۰.۸
۶A	۰.۷۵۸۳۳
۷A	۰.۶۲۹۱۷
۸A	۰.۸۶۶۶۷
۹A	۰.۵۳۳۳۳
۱۱A	۰.۳۸۳۳۳
۱۲A	۰.۳۸۳۳۳
۱۳A	۰.۳۸۳۳۳
۱۴A	۰.۵۵
۱۵A	۰.۸
۱۶A	۰.۳۸۳۳۳
۱۷A	۰.۷۸۳۳۳
۱۰A	۰.۶۰۳۳۳
۱B	۰.۶۷۹۱۷
۲B	۰.۶۵۴۱۷
۳B	۰.۶۵۵۸۳
۴B	۰.۵۱۲۵

کد	میانگین
۵B	۰.۶۸۷۵
۶B	۰.۶۹۱۶۷
۱C	۰.۸۹۵۸۳
۲C	۰.۶۵۴۱۷
۳C	۰.۷۲۹۱۷
۴C	۰.۴۷۰۸۳
۵C	۰.۸
۱D	۰.۶۶۶۶۷
۲D	۰.۴۸۳۳۳
۳D	۰.۶۸۳۳۳
۴D	۰.۷۶۲۵
۵D	۰.۶۸۷۵
۶D	۰.۶۳۳۳۳
۷D	۰.۳۸۳۳۳
۸D	۰.۶۰۸۳۳
۹D	۰.۶۷۹۱۷
۱۰D	۰.۶۵۴۱۷
۱۱D	۰.۶۹۵۸۳
۱۲D	۰.۵۱۲۵
۱۳D	۰.۶۸۷۵
۱۴D	۰.۷۹۱۶۷
۱۵D	۰.۶۹۵۸۳
۱۶D	۰.۳۸۳۳۳

کد	میانگین
۱۷D	۰.۶۰۸۳۳
۱E	۰.۶۲۵
۲E	۰.۴۵۴۱۷
۳E	۰.۶۷۰.۸۳

جدول۲-۴: مقادیر فازی‌زدایی روش دفن بهداشتی پسماند

در مرحله ششم و نهایی مقادیر کمتر از ۰.۷ از زیر معیارها حذف می‌شود که در این پایان نامه نیز طبق آن عمل شده است. زیرمعیارهای غربالگری شده به صورت زیر است:

- ✓ آلودگی آب‌های زیرزمینی (عمق آب زیرزمینی)
- ✓ فرسایش پذیری خاک
- ✓ آلودگی خاک
- ✓ آلودگی هوا (انتشار گازها)
- ✓ مهاجرت حیوانات و کاهش حیوانات و پرندگان منطقه
- ✓ تغییر کاربری اراضی و سیمای سرزمین
- ✓ انتشار انواع بیماری‌ها
- ✓ انتشار بوی نامناسب
- ✓ نزدیکی به مناطق شهری و روستایی
- ✓ هزینه تامین تجهیزات مورد نیاز عملیات دفن، کنترل کننده‌ها و جمع کننده‌های گازهای سمی

الویت بندی براساس AHP

در مرحله اول زیر معیارها براساس مقیاس الساعتی مقایسه زوجی می‌شوند.

ارزش ترجیحی	وضعیت مقایسه i نسبت به j	توضیح
۱	اهمیت برابر	گزینه یا شاخص i نسبت به j اهمیت برابر دارند و یا ارجحیتی نسبت به هم ندارند.
۳	نسبتاً مهمتر	گزینه یا شاخص i نسبت به j کمی مهمتر است.
۵	مهمتر	گزینه یا شاخص i نسبت به j مهمتر است.
۷	خیلی مهمتر	گزینه یا شاخص i دارای ارجحیت خیلی بیشتری از j است.
۹	کاملاً مهم	گزینه یا شاخص i مطلقاً از j مهمتر و قابل مقایسه با j نیست.

جدول ۳-۴: مقیاس الساعتی برای مقایسه زوجی (لیل و همکاران، ۲۰۲۰) (روش دفن بهداشتی پسماند)Leal

معیار	آلودگی آب-های زیرزمینی (عمق آب زیرزمینی)	فرسایش پذیری خاک	آلودگی خاک	آلودگی هوا (انتشار گازها)	مهاجرت حیوانات و کاهش حیوانات و پرندگان منطقه	تغییر کاربری اراضی و سیمای سرزمین	انتشار انواع بیماری‌ها	انتشار بوی نامناسب	نزدیکی به مناطق شهری و ر	هزینه تامین تجهیزات مورد نیاز عملیات دفن، ...
آلودگی آب‌های زیرزمینی (عمق آب زیرزمینی)	۱	۵	۷.۱	۳	۴.۱	۵.۱	۵	۹.۱	۱	۱۰
فرسایش پذیری خاک	۵.۱	۱	۳.۱	۹.۱	۲	۵	۲	۹.۱	۲	۲
آلودگی خاک	۷	۳	۱	۷.۱	۷.۱	۲	۱	۷.۱	۷.۱	۷.۱
آلودگی هوا (انتشار گازها)	۳.۱	۹	۷	۱۷.۱	۱	۲	۱	۵.۱	۷.۱	۱
مهاجرت حیوانات و کاهش حیوانات و پرندگان	۴	۱.۲	۷	۱	۱	۷.۱	۷.۱	۹.۱	۱	۲
تغییر کاربری اراضی و سیمای سرزمین	۵	۵.۱	۱.۲	۲.۱	۷	۱	۱	۹.۱	۲	۹.۱
انتشار انواع بیماری-ها	۵.۱	۱.۲	۱	۱	۲.۱	۲.۱	۲.۱	۹.۱	۲	۲
انتشار بوی نامناسب	۹	۹	۷	۵	۹	۹	۹	۱	۲	۷.۱
نزدیکی به مناطق شهری و روستایی	۱	۱.۲	۷	۷	۱	۲	۲	۲.۱	۱	۷.۱
هزینه تامین تجهیزات مورد نیاز عملیات دفن	۱	۱.۲	۷	۱	۲.۱	۹	۹	۷	۷	۱

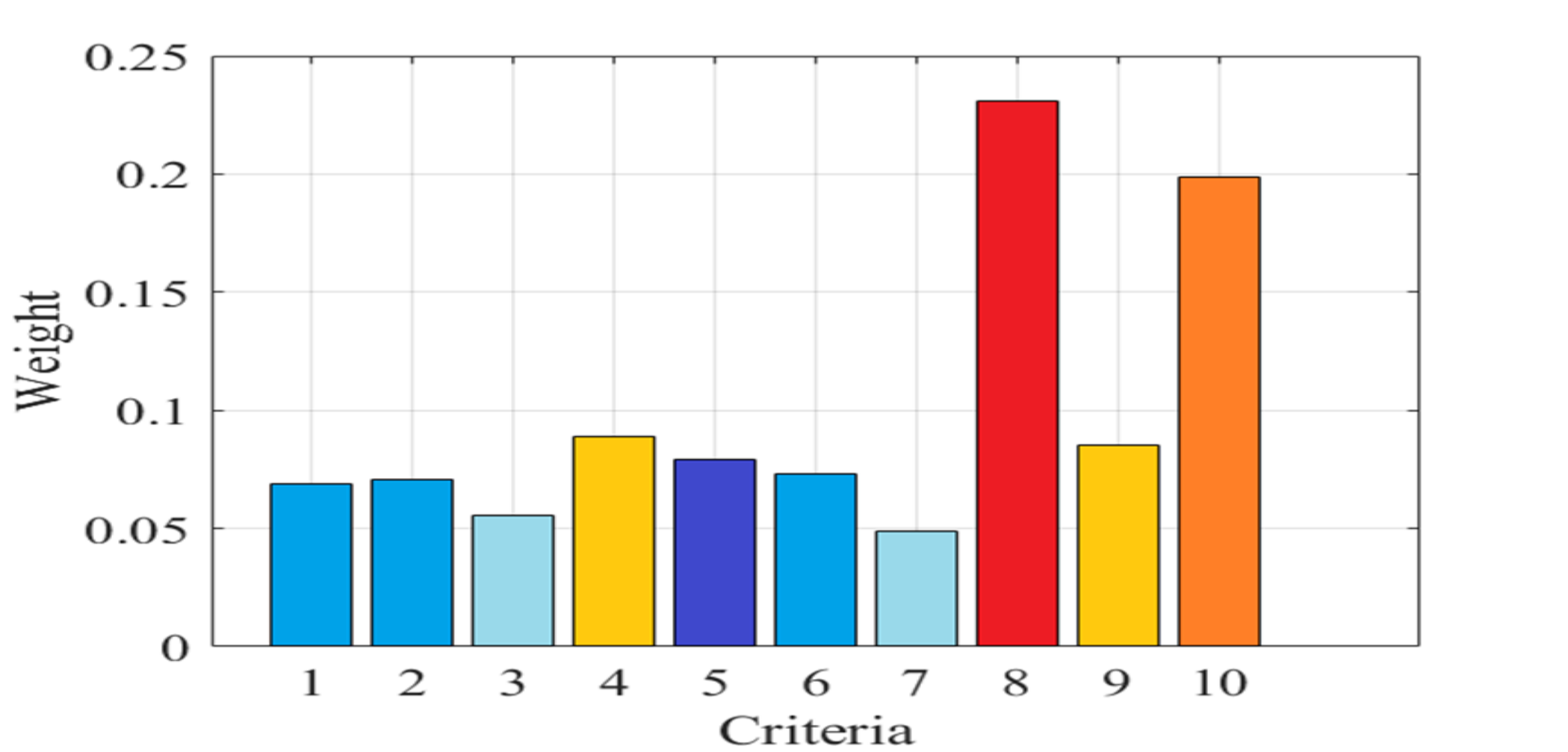
جدول ۴-۴: مقایسه زوجی (روش دفن بهداشتی پسماند)

- ✓ مرحله سوم زیر معیارها فازی می‌شود..
- ✓ مرحله چهارم وزن نهایی معیارها محاسبه می‌شود.

معیار	وزن
آلودگی آب‌های زیرزمینی (عمق آب زیرزمینی)	۰.۰۶۸۶۱۲
فرسایش پذیری خاک	۰.۰۷۰۸۷۶
آلودگی خاک	۰.۰۵۵۵۷۷
آلودگی هوا (انتشار گازها)	۰.۰۸۹۱۴۳
مهاجرت حیوانات و کاهش حیوانات و پرندگان منطقه	۰.۰۷۹۱۴۵
تغییر کاربری اراضی و سیمای سرزمین	۰.۰۷۳۲۴۹
انتشار انواع بیماری‌ها	۰.۰۴۸۶۶۳
انتشار بوی نامناسب	۰.۰۸۵۱۹۷
نزدیکی به مناطق شهری و روستایی	۰.۲۳۱۰۹
هزینه تامین تجهیزات مورد نیاز عملیات دفن، کنترل کننده‌ها و جمع کننده‌های گازهای سمی	۰.۱۹۸۴۵

جدول ۵-۴: وزن نهایی معیارها (روش دفن بهداشتی پسماند)

مرحله چهارم معیارها الویت‌بندی می‌شوند.



شکل ۴- ۱: اولویت‌بندی زیرمعیارها روش دفن بهداشتی پسماند

شناسایی ریسک‌های محیط‌زیستی روش زباله‌سوز با روش HAZID

انواع ریسک‌ها	ریسک‌ها	امکان وقوع	شدت پیامد	میزان تماس	عدد ریسک	درجه ریسک
ریسک‌های محیط‌زیستی	آلودگی هوا با انتشار گازهای سمی، ترکیبات دی اکسین، ترکیبات آلی و فلزات سنگین از زباله‌سوزها	۶	۱۰۰	۶	۳۶۰۰	غیر قابل قبول
	احتراق ناقص زباله‌سوزها	۶	۲۵	۳	۳۰۰	نامطلوب
	آلودگی آب‌های زیرزمینی (نزدیکی به چاه، قنات، ...)	۳	۲۵	۳	۲۲۵	قابل قبول با نیاز به تجدید نظر
	آلودگی آب‌های سطحی (نزدیکی نیروگاه زباله‌سوز به دریاچه، چشمه، رود)	۳	۵۰	۳	۴۵۰	نامطلوب
	آلودگی خاک‌های اطراف نیروگاه زباله‌سوز	۶	۵۰	۶	۱۸۰۰	غیر قابل قبول
	تراوش شیرابه خاکستر زباله-سوز	۶	۵۰	۶	۱۸۰۰	غیر قابل قبول
	تخریب لایه ازن (اکسیداسیون فتوشیمیایی)	۳	۵۰	۳	۴۵۰	نامطلوب
	نزدیکی به مناطق حفاظت شده	۱	۱۵	۱	۱۵	جزئی
	تخریب پوشش گیاهی اطراف نیروگاه	۳	۵۰	۲	۳۰۰	قابل قبول با نیاز به تجدید نظر
	کاهش تنوع زیستی گیاهان و تغییر ترکیب گونه‌های بومی	۶	۵۰	۳	۹۰۰	غیر قابل قبول

محیط‌جدول ۶-۴: کاربرگ شناسایی ریسک‌های زیستی نیروگاه زباله‌سوز کهریزک و ارزیابی آنها به روش HAZID

انواع ریسک‌ها	ریسک‌ها	امکان وقوع	شدت پیامد	میزان تماس	عدد ریسک	درجه ریسک
ریسک‌های محیط‌زیستی	تخریب زیستگاه‌های منطقه	۶	۵۰	۶	۱۸۰۰	غیر قابل قبول
	مهاجرت حیوانات و کاهش حیوانات و پرندگان منطقه	۳	۵۰	۲	۳۰۰	قابل قبول با نیاز به تجدید نظر
	تغییر سیمای سرزمین منطقه و آلودگی بصری	۳	۵۰	۳	۴۵۰	نامطلوب
	آلودگی صوتی تجهیزات نیروگاه	۶	۱۵	۱۰	۹۰۰	غیر قابل قبول
ریسک‌های محیطی	خطر جابجایی ذرات معلق و آلاینده‌ها با باد	۶	۵۰	۶	۱۸۰۰	غیر قابل قبول
	خطر وقوع آتش‌سوزی	۶	۵۰	۶	۱۸۰۰	غیر قابل قبول
	خطر وقوع رانش زمین	۳	۲۵	۱	۷۵	جزئی
	خطر وقوع زمین‌لرزه	۳	۵۰	۲	۳۰۰	قابل قبول با نیاز به تجدید نظر
	خطر وقوع سیلاب	۳	۵۰	۳	۴۵۰	نامطلوب
	خطر وقوع طوفان	۳	۱۵	۳	۹۰	جزئی
	خطر وقوع انفجار	۳	۵۰	۲	۳۰۰	نامطلوب
ریسک های بهداشتی– عمومی	انتشار انواع بیماری های جدی و سرطانی در بین پرسنل	۳	۵۰	۳	۴۵۰	نامطلوب
	سمیت بسیار بالای خاکستر زباله سوزها	۶	۱۰۰	۶	۳۶۰۰	غیر قابل قبول

انواع ریسک‌ها	ریسک‌ها	امکان وقوع	شدت پیامد	میزان تماس	عدد ریسک	درجه ریسک
ریسک های بهداشتی– عمومی	اثرات طولانی مدت بر سلامت عمومی افراد	۳	۵۰	۲	۳۰۰	قابل قبول با نیاز به تجدید نظر
	تجمع باکتری ها و حشرات مضر	۱	۱۵	۱	۱۵	جزئی
	مسمومیت محصولات کشاورزی و غذایی	۶	۵۰	۲	۶۰۰	غیر قابل قبول
	انتشار بوی نامناسب و دود	۶	۱۵	۶	۹۰۰	غیر قابل قبول
ریسک های اقتصادی– اجتماعی	نزدیکی نیروگاه زباله سوز به جاده های اصلی	۳	۵۰	۳	۴۵۰	نامطلوب
	نزدیکی نیروگاه زباله سوز به جاده های فرعی	۳	۵۰	۲	۳۰۰	قابل قبول با نیاز به تجدید نظر
	نزدیکی نیروگاه زباله سوز به تاسیسات زیر ساختی	۲	۱۵	۳	۹۰	جزئی
	نزدیکی نیروگاه زباله سوز به مناطق شهری	۶	۵۰	۶	۱۸۰۰	غیر قابل قبول
	نزدیکی نیروگاه زباله سوز به مناطق روستایی	۶	۵۰	۳	۹۰۰	غیر قابل قبول
	نزدیکی نیروگاه زباله سوز به مناطق صنعتی	۶	۵۰	۱	۳۰۰	قابل قبول با نیاز به تجدید نظر
	نزدیکی نیروگاه زباله سوز به فرودگاه	۶	۵۰	۲	۶۰۰	غیر قابل قبول
	نزدیکی نیروگاه زباله سوز به مراکز گردشگری- تفریحی	۳	۵۰	۲	۳۰۰	قابل قبول با نیاز به تجدید نظر
	هزینه بسیار بالا نگه داری تجهیزات نیروگاه زباله سوز	۶	۲۵	۶	۹۰۰	غیر قابل قبول

انواع ریسک‌ها	ریسک‌ها	امکان وقوع	شدت پیامد	میزان تماس	عدد ریسک	درجه ریسک
ریسک های اقتصادی– اجتماعی	کاهش قیمت زمین و املاک منطقه	۳	۵۰	۲	۳۰۰	نامطلوب
	از بین رفتن بناهای تاریخی در اثر بارندگی اسیدی	۶	۵۰	۳	۹۰۰	غیر قابل قبول
	هزینه بالای نیروی متخصص مورد نیاز	۶	۲۵	۶	۹۰۰	غیر قابل قبول
	هزینه بالای تجهیزات جمع آوری و کنترل الاینده های هوا	۶	۵۰	۶	۱۸۰۰	غیر قابل قبول
	هزینه احداث طرح دفع فاضلاب نیروگاه	۶	۱۵	۶	۹۰۰	غیر قابل قبول
	هزینه ی بالای نصب و نگه داری زباله سوز های نیروگاه	۱۰	۵۰	۶	۳۰۰۰	غیر قابل قبول
	هزینه سوخت مورد نیاز زباله سوزها	۶	۱۵	۶	۵۴۰	غیر قابل قبول
	هزینه بالای هضم غیر آلی در این روش	۶	۵۰	۶	۱۸۰۰	غیر قابل قبول

ریسک های فنی و ایمنی	پتانسیل عدم رعایت الزامات طراحی و بهره برداری نیروگاه	۶	۵۰	۶	۱۸۰۰	غیر قابل قبول
	پتانسل عدم رعایت الزامات و قوانین کار با زباله سوز ها توسط پرسنل	۳	۵۰	۳	۴۵۰	نامطلوب
	پتانسل عدم رعایت ضوابط ویژه کنترل آلودگی هوا	۶	۵۰	۶	۱۸۰۰	غیر قابل قبول
	پتانسیل عدم نظارت بر فرایند احتراق کامل	۳	۵۰	۲	۳۰۰	نامطلوب

- ✓ برای گروه دوم شناسایی ریسک‌های محیط‌زیستی نیروگاه زباله‌سوز کهریزک و ارزیابی آنها نیز دلفی فازی و AHP فازی استفاده شده است.
- ✓ در مرحله چهارم برای تجمیع نظر خبرگان از روش میانگین فازی استفاده شده است. بدین صورت که بازه‌های پایین با هم، بازه‌های میانی باهم و بازه‌های بالایی باهم جمع و تقسیم برا تعداد افراد خبره می‌شود.
- ✓ در مرحله بعد فازی زدایی به صورت متوسط گیری از ۳ بازه مثلثی فازی صورت گرفته است که نتایج آن در جدول ۷-۴آورده شده است.

کد	بازده بالا
۱A	۷۷۹۱۷.۰
۲A	۶۵۴۱۷.۰
۳A	۶۹۵۸۳.۰
۴A	۵۱۲۵.۰
۵A	۸۳۳۳.۰
۶A	۷۸۳۳۳.۰
۷A	۶۰۸۳۳.۰
۸A	۶۷۹۱۷.۰
۹A	۶۵۴۱۷.۰
۱۱A	۷۹۵۸۳.۰
۱۲A	۶۳۳۳۳.۰

کد	بازده بالا
۱۳A	۶۵۴۱۷.۰
۱۴A	۶۹۵۸۳.۰
۱B	۷۱۲۵.۰
۲B	۶۸۷۵.۰
۳B	۶۹۱۷۶.۰
۴B	۶۵۴۱۷.۰
۵B	۶۹۵۸۳.۰
۶B	۵۱۲۵.۰
۷B	۶۹۷۵.۰
۱C	۶۹۵۸۳.۰
۲C	۷۵۴۱۷.۰

کد	بازده بالا
۳C	۶۲۹۱۷.۰
۴C	۴۷۰۸۳.۰
۵C	۶.۰
۶C	۶۶۶۶۷.۰
۱D	۶۶۶۶۷.۰
۲D	۵۴۸۳۳۳.۰
۳D	۶۸۳۳۳.۰
۴D	۷۶۲۵.۰
۵D	۶۸۷۵.۰
۶D	۶۳۳۳۳.۰
۷D	۳۸۳۳۳.۰

کد	بازده بالا
۸D	۶۰۸۳۳.۰
۹D	۶۷۹۱۷.۰
۱۰D	۶۵۴۱۷.۰
۱۱D	۶۹۵۸۳.۰
۱۲D	۵۱۲۵.۰
۱۳D	۷۸۷۵.۰
۱۴D	۶۹۱۶۷.۰
۱۵D	۶۹۵۸۳.۰
۱۶D	۳۸۳۳۳.۰
۱۷D	۶۰۸۳۳.۰
۱E	۷۷۹۱۷.۰

کد	بازده بالا
۲E	۶۵۴۱۷.۰
۳E	۷۹۵۸۳.۰
۴E	۵۱۲۵.۰

جدول ۷-۴: مقادیر فازی زدایی روش زباله‌سوز

- زیرمعیارهای غربالگری شده به صورت زیر است:

✓ آلودگی هوا با انتشار گازهای سمی، ترکیبات دی اکسین، ترکیبات آلی و فلزات سنگین از زباله‌سوزها

✓ آلودگی خاک‌های اطراف نیروگاه زباله‌سوز

✓ تراوش شیرابه خاکستر زباله‌سوز

✓ تخریب زیستگاه‌های منطقه

✓ خطر جابجایی ذرات معلق و آلاینده‌ها با باد

✓ سمیت بسیار بالای خاکستر زباله‌سوزها

✓ نزدیکی نیروگاه زباله‌سوز به مناطق شهری

✓ هزینه بالای تجهیزات جمع‌آوری و کنترل آلاینده‌های هوا

✓ پتانسیل عدم رعایت الزامات طراحی و بهره برداری نیروگاه

✓ پتانسیل عدم رعایت ضوابط ویژه کنترل آلودگی هوا

معیار	آلودگی هوا با انتشار گازهای ...	آلودگی خاک‌های اطراف نیروگاه	تراوش شیرابه خاکستر	تخریب زیستگاه-های منطقه	خطر جابجایی ذرات معلق و آلاینده‌ها با باد	سمیت بسیار بالای خاکستر	نزدیکی نیروگاه زباله‌سوز به مناطق شهری	هزینه بالای تجهیزات جمع-آوری و ...	پتانسیل عدم رعایت الزامات ...	پتانسیل عدم رعایت ضوابط ویژه ...
آلودگی هوا با انتشار گازهای سمی، ..	۱	۹	۷	۹	۹	۷	۷	۹	۹	۷
آلودگی خاک‌های اطراف نیروگاه	۹.۱	۱	۱	۲	۳	۳.۱	۵.۱	۱	۱	۱
راوش شیرابه خاکستر	۷.۱	۱	۱	۵.۱	۱	۱	۲	۲.۱	۱	۱
تخریب زیستگاه‌های منطقه	۹.۱	۲.۱	۵	۱	۳	۳.۱	۷	۲	۲	۲
خطر جابجایی ذرات معلق و آلاینده‌ها با باد	۹.۱	۳.۱	۱	۳.۱	۱	۱	۳	۲.۱	۱	۱
سمیت بسیار بالای خاکستر زباله‌سوزها	۷.۱	۳	۱	۳	۱	۱	۵	۳.۱	۲	۱
نزدیکی نیروگاه زباله-سوز به مناطق شهری	۷.۱	۵	۲.۱	۷.۱	۳.۱	۵.۱	۱	۲	۱	۱
هزینه بالای تجهیزات جمع‌آوری و...	۹.۱	۱	۲	۲.۱	۲	۳	۰.۵	۱	۵	۵
تانسیل عدم رعایت الزامات طراحی و بهره برداری نیروگاه	۹.۱	۱	۱	۲.۱	۱	۰.۵	۱	۵.۱	۱	۵
پتانسیل عدم رعایت ضوابط ویژه کنترل آلودگی هوا	۷.۱	۱	۱	۲.۱	۱	۱	۱	۵.۱	۵.۱	۱

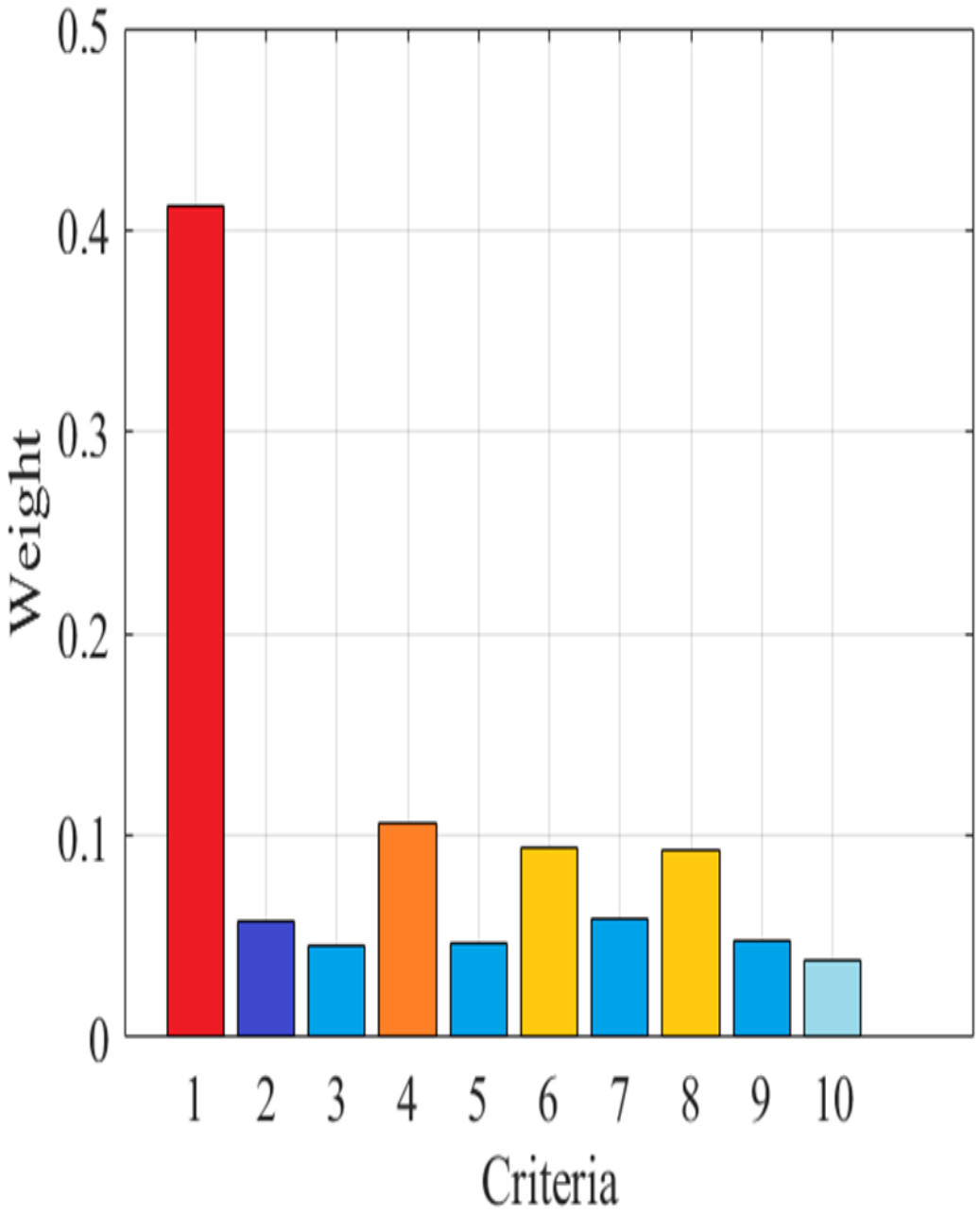
جدول ۸-۴: مقایسه زوجی روش زباله‌سوز

معیار	وزن
آلودگی هوا با انتشار گازهای سمی، ترکیبات دی اکسین، ترکیبات آلی و فلزات سنگین از زباله‌سوزها	۴۱۲۳.۰
آلودگی خاک‌های اطراف نیروگاه زباله‌سوز	۰۵۷۱.۰
تراوش شیرابه خاکستر زباله‌سوز	۰۴۵۳.۰
تخریب زیستگاه‌های منطقه	۱۰۶۴.۰
خطر جابجایی ذرات معلق و آلاینده‌ها با باد	۰۴۷۰.۰
سمیت بسیار بالای خاکستر زباله‌سوزها	۰۹۴۳.۰
نزدیکی نیروگاه زباله‌سوز به مناطق شهری	۰۵۸۹.۰
هزینه بالای تجهیزات جمع‌آوری و کنترل آلاینده‌های هوا	۰۹۲۷.۰
پتانسیل عدم رعایت الزامات طراحی و بهره برداری نیروگاه	۰۴۸۱.۰
پتانسیل عدم رعایت ضوابط ویژه کنترل آلودگی هوا	۰۳۷۹.۰

جدول ۹-۴: وزن نهایی معیارها روش زباله‌سوز

در مرحله چهارم معیارها اولیت بندی می‌گردند.

۱. آلودگی هوا با انتشار گازهای سمی، ترکیبات دی اکسین، ترکیبات آلی و فلزات سنگین از زباله‌سوزها
۲. تخریب زیستگاه‌های منطقه
۳. سمیت بسیار بالای خاکستر زباله‌سوزها
۴. هزینه بالای تجهیزات جمع‌آوری و کنترل آلاینده‌های هوا
۵. خطر جابجایی ذرات معلق و آلاینده‌ها با باد
۶. نزدیکی نیروگاه زباله‌سوز به مناطق شهری
۷. پتانسیل عدم رعایت الزامات طراحی و بهره برداری نیروگاه
۸. آلودگی خاک‌های اطراف نیروگاه زباله‌سوز
۹. تراوش شیرابه خاکستر زباله‌سوز
۱۰. پتانسیل عدم رعایت ضوابط ویژه کنترل آلودگی هوا



شکل ۲- ۴: اولویت‌بندی زیرمعیارها در روش زباله سوز

آزمون مدل اندازه گیری برای داده‌های ریسک‌های محیط‌زیستی به دفن بهداشتی پسماند

✓ **آزمون پایایی مدل اندازه‌گیری انعکاسی که شامل:**

الف- آلفای کرونباخ

ب- پایایی مرکب

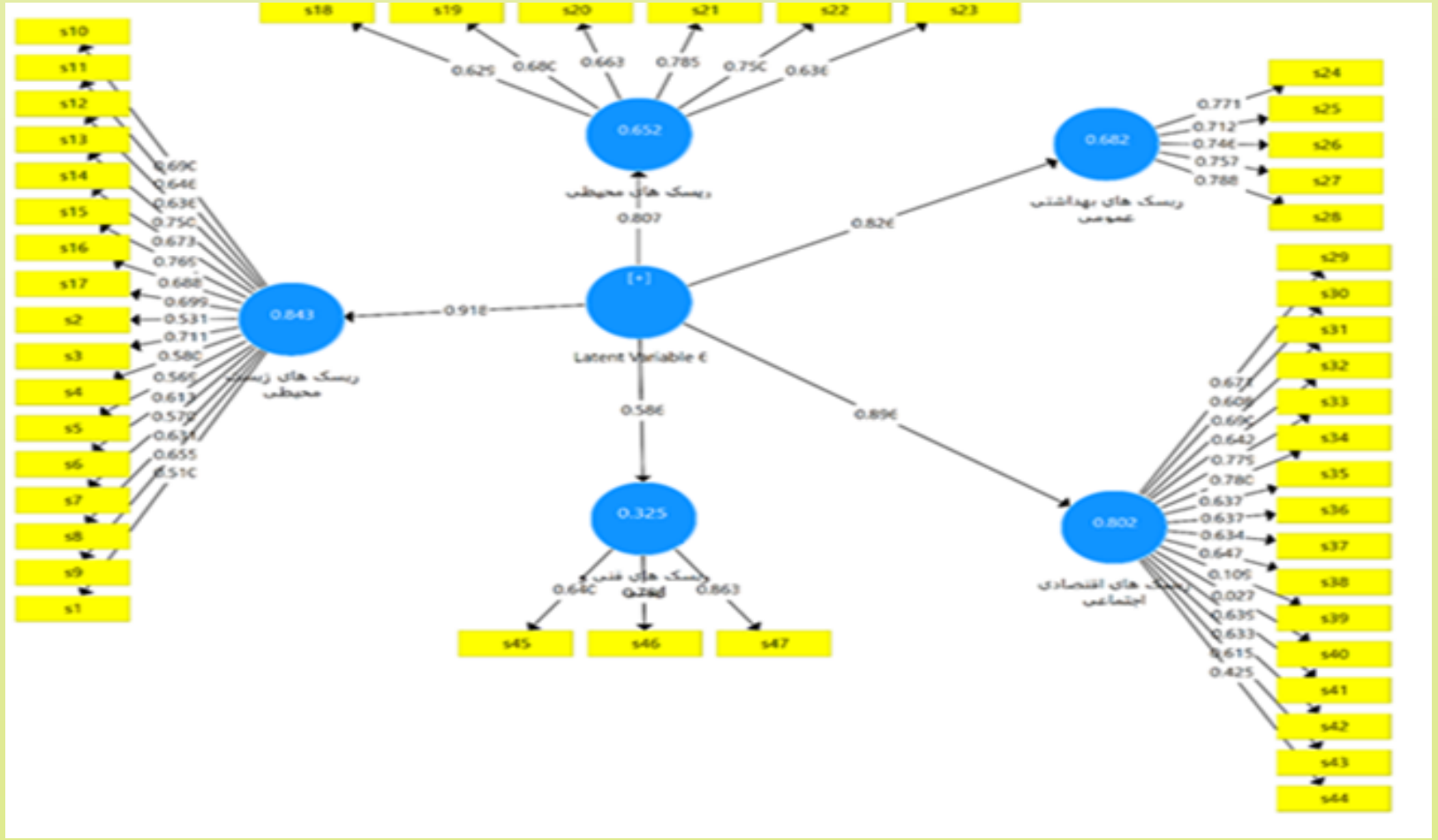
ج- پایایی متغیرهای مشاهده‌پذیر (بارعاملی)

✓ **آزمون روایی مدل اندازه‌گیری انعکاسی که شامل:**

الف- روایی همگرا (AVE)

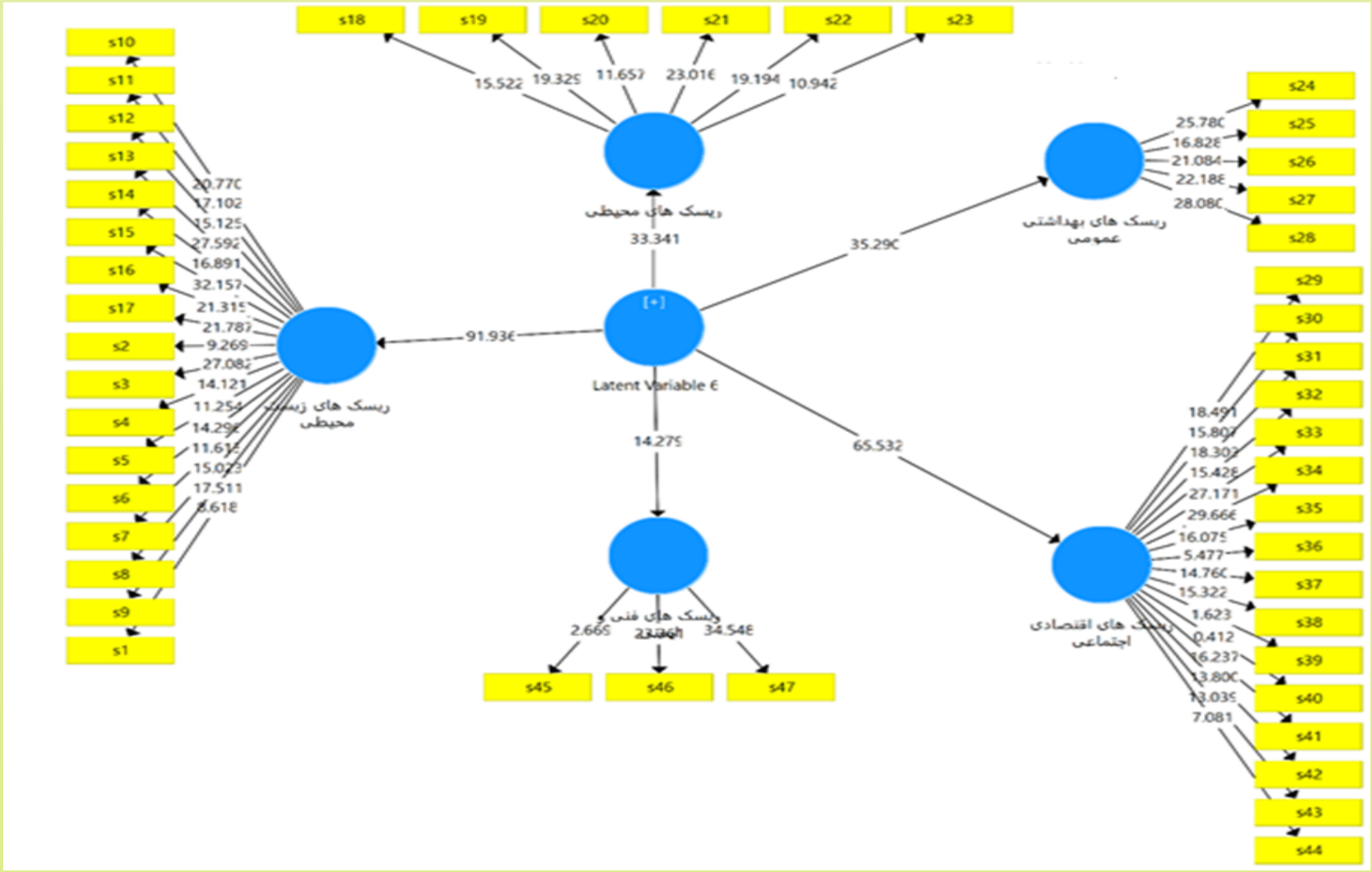
ب- روایی واگرا (آزمون بار عرضی یا فورنل-لاکر)

آزمون کیفیت مدل اندازه‌گیری انعکاسی روش دفن بهداشتی پسماند



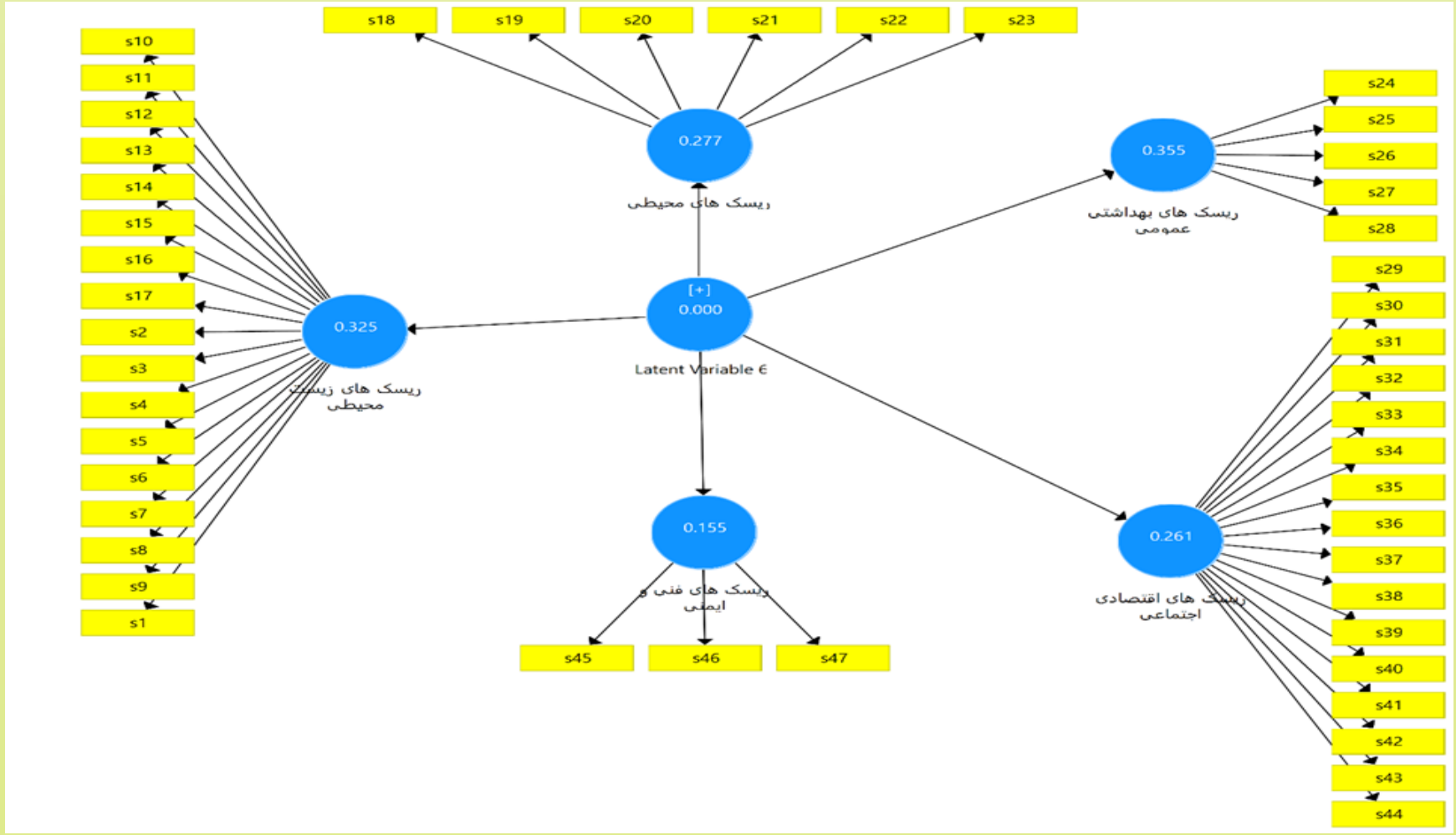
شکل ۳- ۴: نتایج تحلیل عاملی تائیدی پرسشنامه ریسک محیط زیستی روش دفن بهداشتی پسماند در مجتمع آرادکوه کهریزک بر اساس بارهای عاملی

آزمون کیفیت مدل اندازه‌گیری انعکاسی روش دفن بهداشتی پسماند



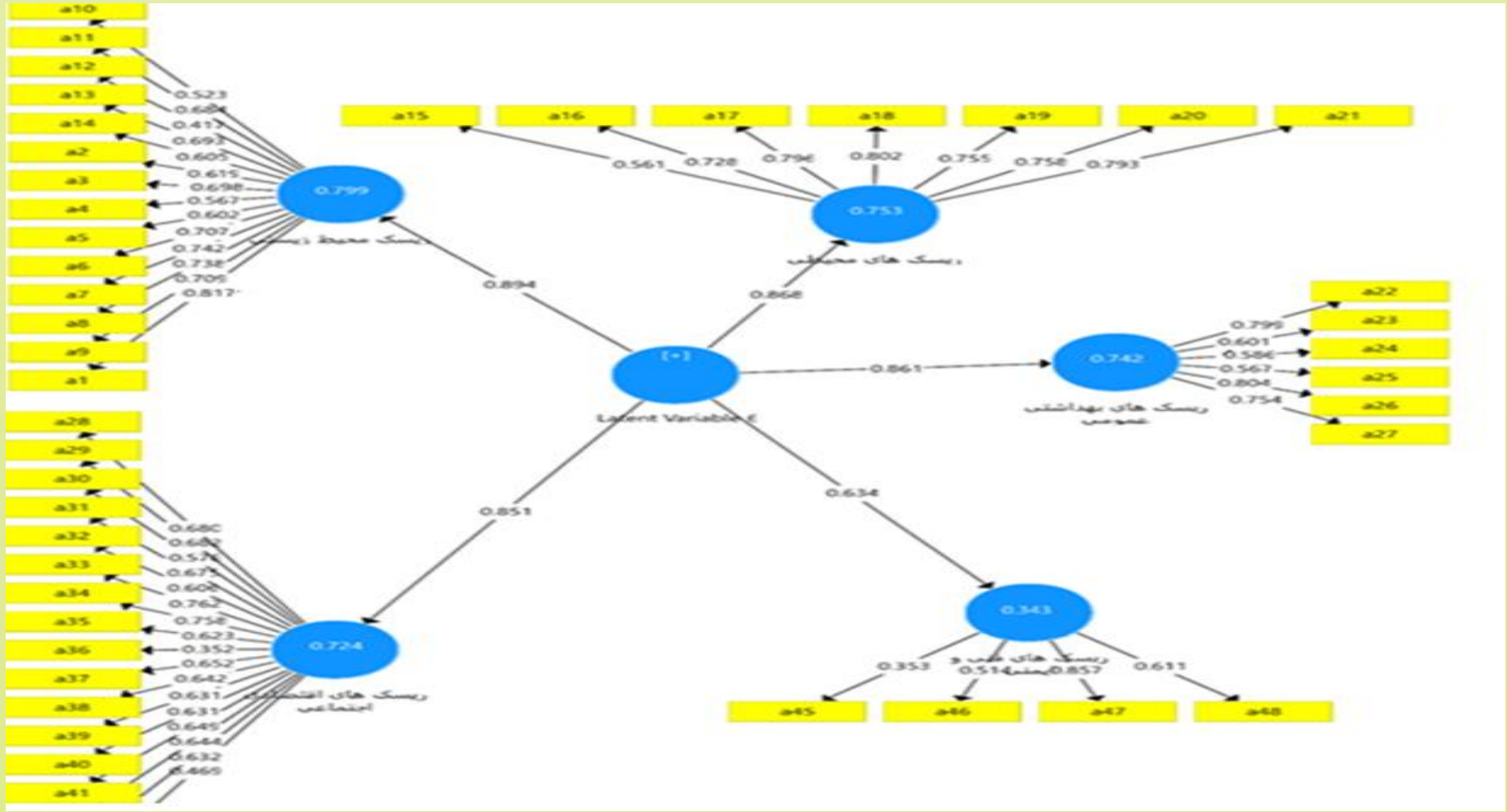
شکل ۴- ۴: نتایج تحلیل عاملی تائیدی پرسشنامه ریسک محیط زیستی روش دفن بهداشتی پسماند در مجتمع آرادکوه کهریزک بر اساس ضرایب معناداری

کیفیت مدل درونی یا ساختاری روش دفن بهداشتی پسماند



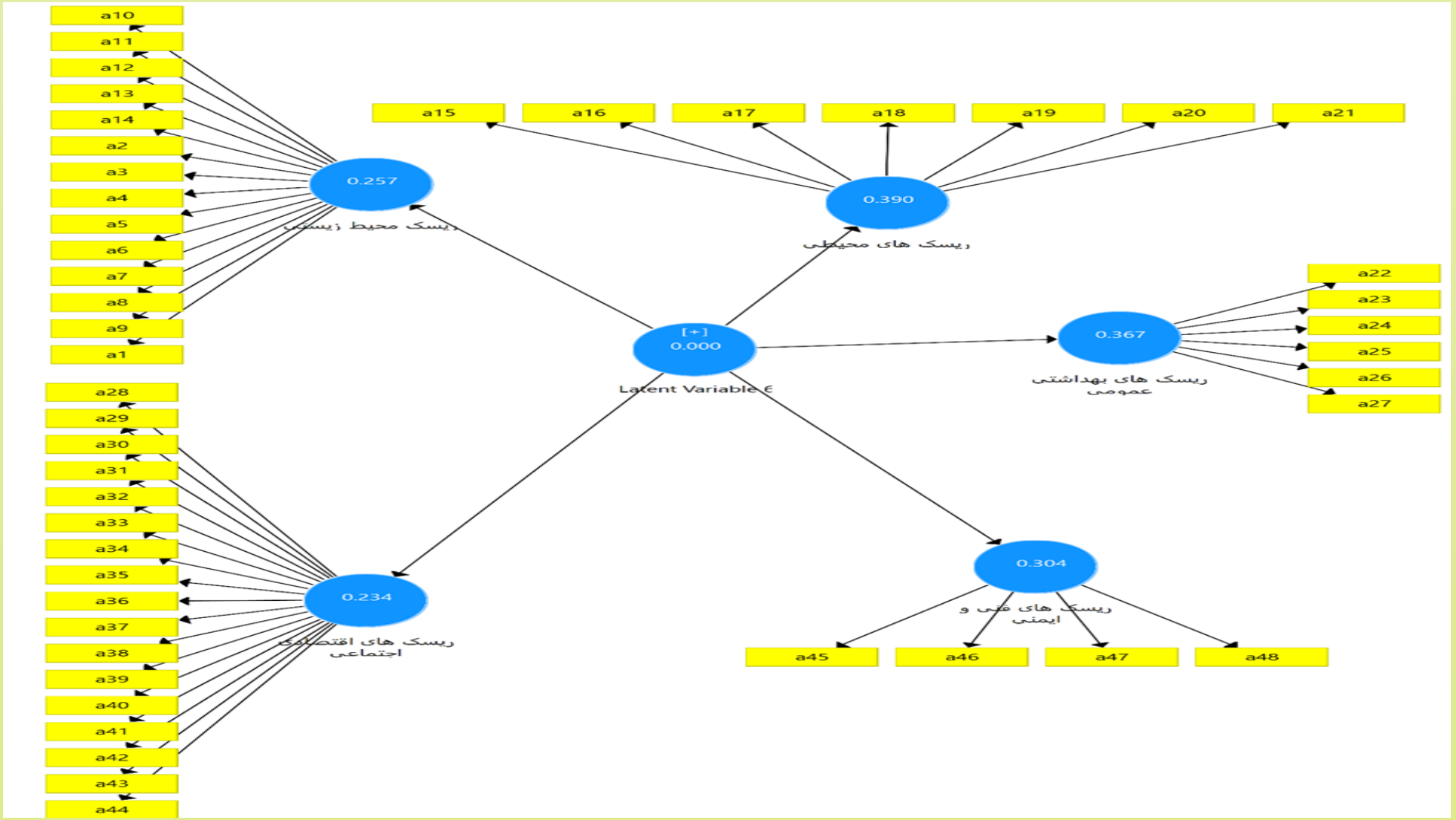
شکل ۵- ۴: نتایج تحلیل عاملی تائیدی پرسشنامه ریسک محیط زیستی روش دفن بهداشتی پسماند در مجتمع آرادکوه کهریزک بر اساس ضریب شاخص Q^2

آزمون مدل اندازه گیری برای داده‌های ریسک‌های محیط‌زیستی روش زباله‌سوز

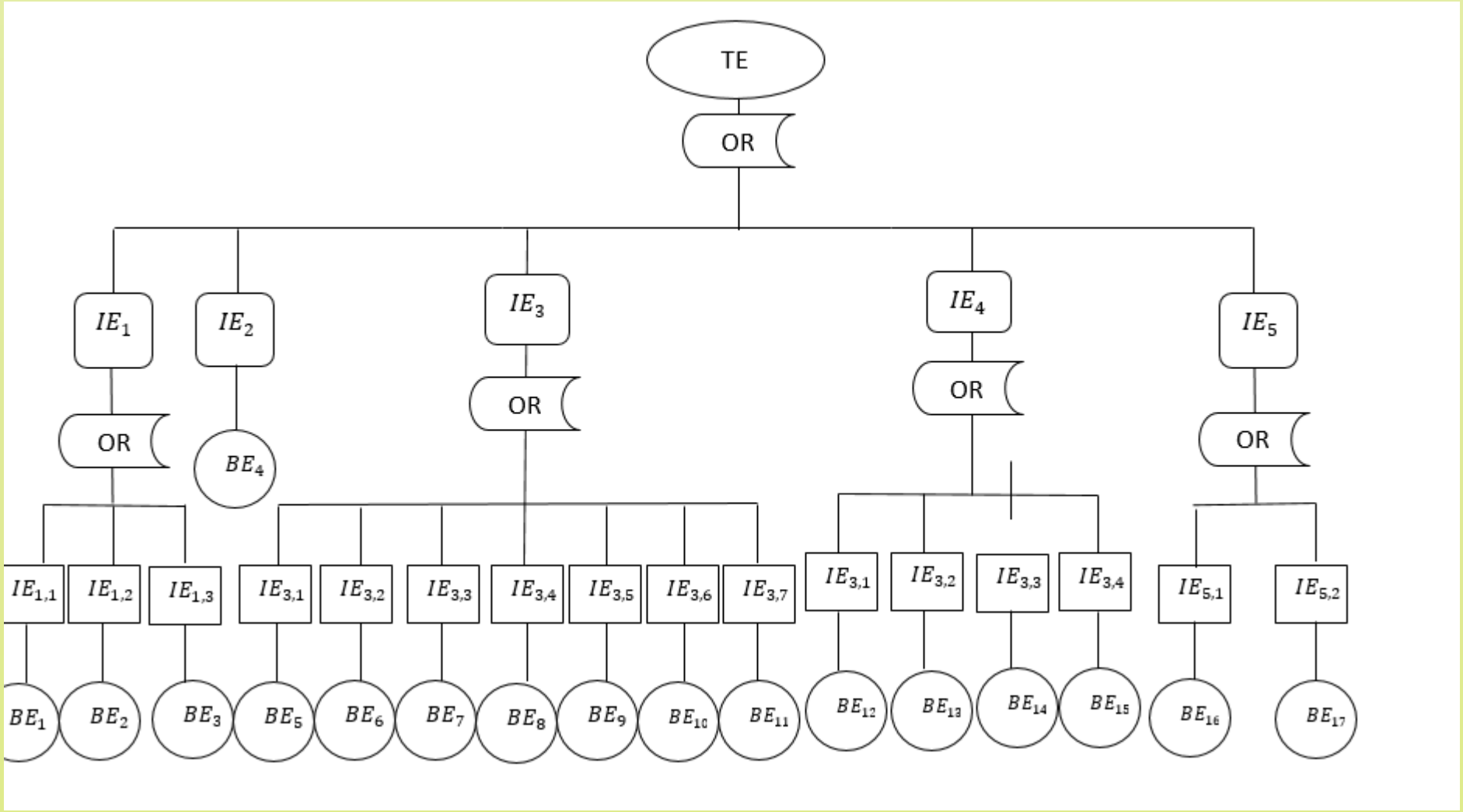


شکل ۶- ۴: زیستی نیروگاه زباله‌سوز کهریزک در مجتمع نتایج تحلیل عاملی تائیدی پرسشنامه ریسک‌های محیط آرادکوه کهریزک براساس بارهای عاملی

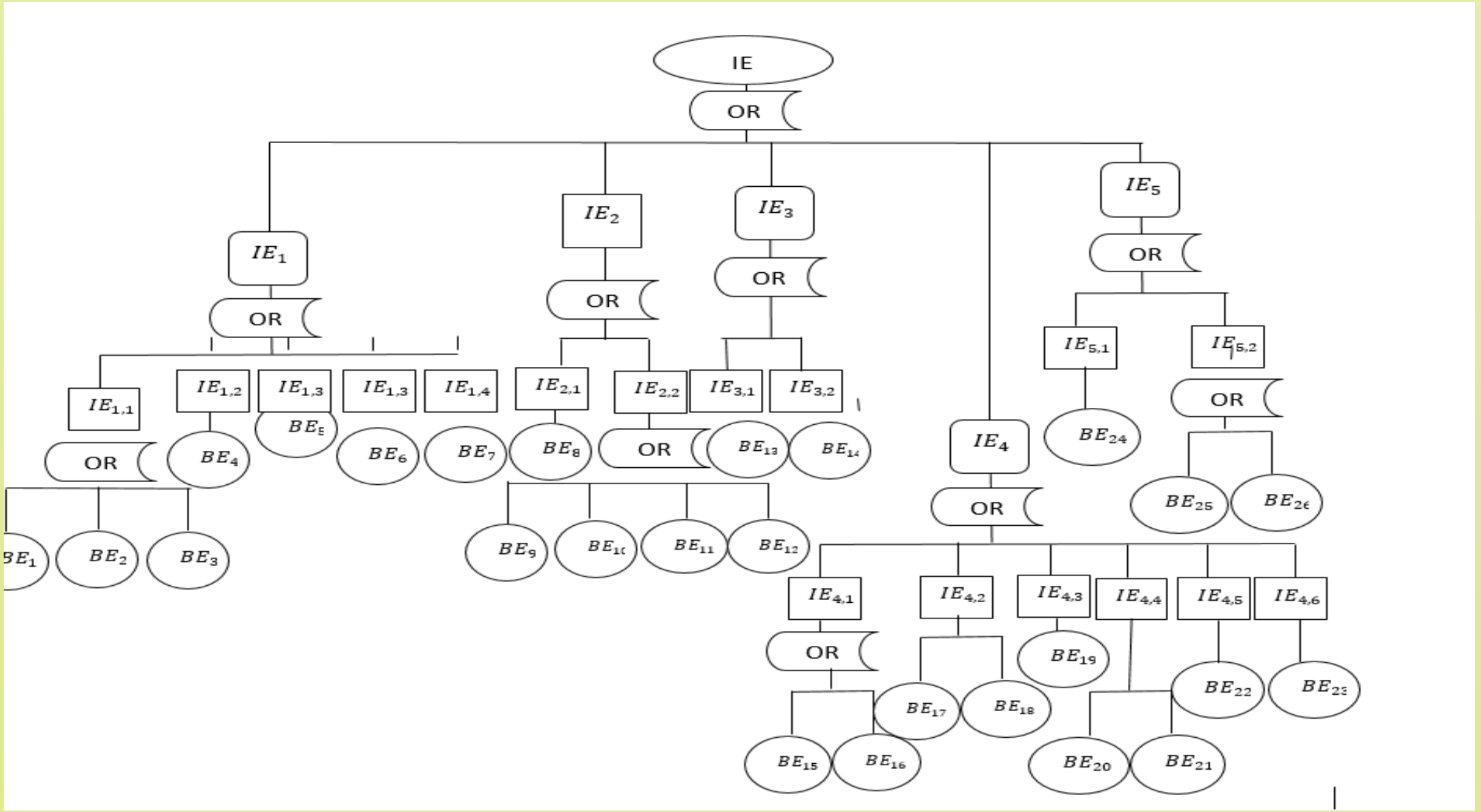
کیفیت مدل درونی یا ساختاری روش زباله‌سوز



شکل ۷- ۴ : نتایج تحلیل عاملی تائیدی پرسشنامه ریسک محیط زیستی روش دفع زباله با استفاده از دستگاه زباله‌سوز در مجتمع آرادکوه کهریزک براساس شاخص Q^2



شکل ۸- ۴ :درخت خطای مربوط به ریسک محیط زیستی روش دفن بهداشتی پسماند در آرادکوه



شکل ۹- ۴ :درخت خطای مربوط به ریسک محیط زیستی روش زباله سوز پسماند در آرادکوه

نتیجه گیری

- ✓ در این پژوهش ابتدا به روش HAZID ریسک‌ها شناسایی و به روش FAHPریسک‌ها الویت‌بندی گردید. در روش دفن بهداشتی پسماند ریسک‌های شناسایی شده به ترتیب اولویت به صورت زیر می‌باشد.

۱. انتشار انواع بیماری‌ها

۲. هزینه تامین تجهیزات مورد نیاز عملیات دفن، کنترل کننده‌ها و جمع کننده‌های گازهای سمی

۳. آلودگی هوا (انتشار گازها)

۴. نزدیکی به مناطق شهری و روستایی

۵. مهاجرت حیوانات و کاهش حیوانات و پرندگان منطقه

۶. تغییر کاربری اراضی و سیمای سرزمین

۷. فرسایش پذیری خاک

۸. آلودگی آب‌های زیرزمینی (عمق آب زیرزمینی)

۹. آلودگی خاک

۱۰. انتشار بوی نامناسب

✓ در روش دفن زباله‌سوز ریسک‌های شناسایی شده به ترتیب اولویت به صورت زیر می‌باشد:

۱. آلودگی هوا با انتشار گازهای سمی، ترکیبات دی اکسین، ترکیبات آلی و فلزات سنگین از زباله‌سوزها

۲. تخریب زیستگاه‌های منطقه

۳. سمیت بسیار بالای خاکستر زباله‌سوزها

۴. هزینه بالای تجهیزات جمع‌آوری و کنترل آلاینده‌های هوا

۵. خطر جابجایی ذرات معلق و آلاینده‌ها با باد

۶. نزدیکی نیروگاه زباله‌سوز به مناطق شهری

۷. پتانسیل عدم رعایت الزامات طراحی و بهره برداری نیروگاه

۸. آلودگی خاک‌های اطراف نیروگاه زباله‌سوز

۹. تراوش شیرابه خاکستر زباله‌سوز

۱۰. پتانسیل عدم رعایت ضوابط ویژه کنترل آلودگی هوا

- ✓ در این بررسی به بررسی مهمترین ریسک‌های شناسایی شده دفن بهداشتی زباله و روش زباله‌سوز با عوامل ایجاد کننده آن با استفاده از درخت خطای فازی (FTA) پرداخته شده است.
- ✓ در روش دفن بهداشتی زباله عامل انتشار انواع بیماری‌های جدی و سرطانی در بین پرسنل به دلیل سمیت بسیار بالای گازهای منتشره از زباله‌ها بالاترین رتبه و عامل انتشار بوی نامناسب به دلیل جهت باد کمترین رتبه را به خود اختصاص داد. که با نتایج بدست آمده به روش FAHP مطابقت دارد.
- ✓ در بین رویدادهای میانی مجموعه‌های برشی حداقل ریسک‌های ناشی از انتشار انواع بیماری‌های جدی و سرطانی در بین پرسنل با رتبه ۱ و احتمال ۷۰/۴۹، ریسکهای ناشی از ریسک‌های محیط زیستی با رتبه ۲ و احتمال ۱۵/۲۵، ریسکهای ریسک اقتصادی-اجتماعی با رتبه ۳ و احتمال ۱۷/۱۵ درصد، ریسکهای انتشار بوی نامناسب با رتبه ۴ و احتمال ۷۹/۶ درصد و ریسکهای ریسک فنی و ایمنی با رتبه ۵ و احتمال ۱۹/۳ درصد مسیرهای بحرانی شناسایی شدند که با ارایه‌ی راههای کنترلی می‌توان احتمال وقوع را کاهش داد.
- ✓ در روش زباله سوز عامل آلودگی هوا با انتشار گازهای سمی، ترکیبات دی اکسین، ترکیبات آلی و فلزات سنگین از زباله‌سوزها به علت عدم نصب تجهیزات کنترل‌کننده آلودگی هوا در تاسیسات زباله سوز دارای بالاترین ریسک و عامل هزینه احداث طرح دفع فاضلاب نیروگاه به علت عدم دفع فاضلاب مخصوص نیروگاه زباله سوز دارای کمترین ریسک بوده است. که نتایج بدست آمده با نتایج روش FAHP مطابقت دارد.
- ✓ همچنین در روش زباله سوز ریسک‌های ناشی از ریسک‌های محیط‌زیستی با رتبه ۱ و احتمال ۱۶/۳۵، ریسکهای ناشی از ریسک‌های اقتصادی- اجتماعی با رتبه ۲ و احتمال ۰۱/۳۲، ریسکهای محیطی با رتبه ۳ و احتمال ۷۴/۱۴، ریسکهای فنی و ایمنی با رتبه ۴ و احتمال ۵۴/۹ درصد و ریسکهای بهداشت عمومی با رتبه ۵ و احتمال ۵۴/۸ درصد مسیرهای بحرانی شناسایی شدند که با ارایه‌ی راههای کنترلی می توان احتمال وقوع را کاهش داد.

براساس نتایج بدست آمده به روش FMEA ریسک‌ها، عوامل ایجاد کننده و اثرات احتمالی و جوامع مورد تاثیر در روش دفن بهداشتی زباله بترتیب ۵ الویت اول آن به‌صورت زیر می‌باشد:

۱. تغییر کاربری زمین به دلیل ایجاد محل دفن زباله در مجاورت مناطق مسکونی، زمین‌های کشاورزی و مراتع که سبب کاهش قیمت زمین‌های اطراف به دلیل عدم تمایل به سرمایه گذاری و ساخت و ساز در منطقه برای شهروندان محلی می‌شود (ریسک ۲۰۰).

۲. نزدیکی به محدوده شهر به علت این‌که در هنگام تصمیم گیری در مورد محل دفن زباله هیچ نظری در نزدیکی سکونت‌گاه‌های شهری وجود ندارد و سبب آلودگی بصری و آلودگی هوا شده و سلامت شهروندان رضایت شهروندان اقتصاد محلی را به خطر می‌اندازد (ریسک ۱۱۲).

۳. نزدیکی به فرودگاه محلی به دلیل این‌که هیچ نظری در مورد حفظ مجاورت توصیه شده با فرودگاه وجود ندارد و سبب تهدید به موتور هواپیما به دلیل تجمع پرندگان که برای هواپیماها خطرناک است و همچنین سبب کاهش تمایل به آلودگی دیداری توسط مسافران شده و رضایت شهروندان، ایمنی شهروندان و اقتصاد محلی را کاهش می‌دهد در نتیجه میزان تمایل مسافران به طور کلی و مسافران خارجی، به ویژه برای پرواز از این فرودگاه کاهش یافته و به اعتبار بزرگترین فرودگاه ایران لطمه می‌زند (ریسک ۹۷).

۴. خطر بالا زمین لرزهی منطقه به دلیل عدم رعایت الزامات لرزه سنجی منطقه و ساخت و ساز محل دفن زباله نزدیک به گسل و سبب نفوذ شیرابه به آبهای زیرزمینی شده و سلامت و ایمنی شهروندان را به‌خطر می‌اندازد (ریسک ۷۲).

۵. سقوط اقتصادی به دلیل آتش‌سوزی در منطقه، آلودگی صوتی، آلودگی بصری و تغییر کاربری زمین که سبب کاهش قیمت زمین‌های اطراف، توسعه نیافتن منطقه و تخلیه منطقه شده و سلامت شهروندان اقتصاد محلی را بخطر می‌اندازد (ریسک ۷۰).

✓ همچنین، براساس نتایج بدست آمده به روش FMEA ریسک‌ها، عوامل ایجاد کننده و اثرات احتمالی و جوامع مورد تاثیر در روش زباله‌سوز چند الویت اول آن بصورت زیر می‌باشد:

۱. آلودگی هوا با انتشار گازهای سمی دی اکسین، فلزات سنگین و ترکیبات آلی از زباله‌سوزها به دلیل عدم نصب تجهیزات کنترل‌کننده آلودگی هوا در تاسیسات زباله سوز، عدم طراحی صحیح نیروگاه زباله سوز و بهره برداری نادرست از تاسیسات زباله سوز که سبب آلودگی هوا، پراکنده شدن فلزات سمی به شکل گاز در هوا، سرطان زا بودن ترکیبات دی اکسین و فلزات سنگین شده و بر سلامت شهروندان و رضایت شهروندان را تاثیر می‌گذارد (ریسک ۲۲۵).

۲. اثرات طولانی مدت بر سلامت عمومی افراد به دلیل سمیت بسیار بالای خاکستر و گازهای منتشره از زباله‌سوزها که سبب بروز بیماری‌های مزمن در بین شهروندان و پرسنل شده و سلامت شهروندان را به‌خطر می‌اندازد (ریسک ۲۰۰).

۳. نشت شیرابه خاکستر و فیلتر زباله‌سوز پس از دفن در خاک به دلیل عدم عایق‌بندی محل دفن خاکستر برای جلوگیری از نشت شیرابه و نفوذ شیرابه به آبهای زیرزمینی و آبهای سطحی که سلامت شهروندان را به‌خطر می‌اندازد (ریسک ۱۱۸).

۴. احتراق ناقص زباله‌سوزها به دلیل بهره برداری نادرست از تاسیسات زباله سوز، عدم طراحی صحیح نیروگاه زباله سوز، انتشار گازهای خطرناک و تخریب لایه ازن (اکسیداسیون فتوشیمیایی) که سلامت شهروندان را به‌خطر می‌اندازد (ریسک ۱۱۶).

۵. مجاورت با مراکز درمانی و بیمارستانی به دلیل سمیت بسیار بالای خاکستر و گازهای خروجی از زباله‌سوزها سبب کاهش کیفیت خدمات درمانی شده و سلامت شهروندان را به‌خطر می‌اندازد (ریسک ۱۱۲).

۶. خطر وقوع آتش‌سوزی به دلیل جهت باد، اتصالات الکتریکی تاسیسات زباله سوز، عدم کنترل کیفی دوره ای نیروگاه، وجود مواد قابل اشتعال در نیروگاه سبب انتشار دود و بو، انتشار گازهای خطرناک، احتمال وقوع انفجار، گرد و خاک، آلودگی هوا و آلودگی بصری می‌شود و اقتصاد محلی و ایمنی شهروندان را بخطر می‌اندازد (ریسک ۱۱۲).

اقدامات اصلاحی روش دفن بهداشتی

۱. انتقال به مکان مناسب‌تر: از آنجا که این استراتژی پرهزینه، وقت‌گیر است و نیاز به نصب امکانات در محل دفن زباله جدید دارد، این می‌تواند یک راه حل طولانی مدت باشد و نیاز به وضع قوانین جدید دارد.

۲. تجهیز واحد کمپوست: واحد کمپوست کهریزک به دلیل عملکرد نامناسب، بوی بدی از آن خارج شده است. تجهیز این واحد به کاهش این بوی نامطبوع کمک می‌کند.

۳. پاشیدن آب در منطقه عملیاتی برای کاهش ذرات گرد و غبار: تردد کامیون‌های زباله باعث ایجاد گرد و غبار در مسیرها و پخش خاکستر از زباله سوز می‌شود. با پاشیدن آب در منطقه می‌توان از بالا آمدن دوباره گرد و غبار جلوگیری کرد.

۴. تسهیلات اتوماتیک برای جداسازی در مقصد: استفاده از ماشین آلات اتوماتیک جداسازی در مقصد، مانند جدا کردن فلزات با مغناطیس یا جدا کردن اجزای نور با شناور، می‌تواند زباله‌های ورودی را به محل دفن‌نهایی کاهش دهد. همچنین، با توجه به این واقعیت که جمعیت کلانشهرها در مقایسه با مکان‌های دیگر به دلیل تمرکز امکانات و نرخ تولید پسماند در ایران مثبت است، مقامات باید در سال‌های بعدی سایت‌های دفن زباله را توسعه دهند. تفکیک در مبدا و مقصد می‌تواند افزایش میزان زباله تولید شده در سال‌های آینده را جبران کند.

۵.کاشت گیاهان مناسب برای محل دفن زباله: کاشت گیاهان در فضای باز نه تنها از نظر زیبایی منطقه را بهبود می‌بخشد و محل دفن زباله را از مناطق اطراف جدا می‌کند، بلکه می‌تواند به افزایش ظرفیت تصفیه توسط گیاهان مناسب باعث کاهش بار آلودگی شود. استفاده از گیاهان به این معنی است که گرد و غبار کمتری در اثر وزش باد غالب در هوا برخاسته و در عین حال بوی بد منطقه را کاهش می دهد.

۶. توسعه دستگاه تصفیه شیرابه: از آنجا که شیرابه محل دفن زباله دارای بار آلودگی قابل توجهی است، تجهیز محل دفن زباله به دستگاه تصفیه با ظرفیت تصفیه شیرابه شیمیایی و بیولوژیکی می‌تواند این بار آلودگی را در منبع کاهش دهد، بنابراین نگرانی‌ها در مورد نفوذ شیرابه به داخل آبهای زیرزمینی در صورت فاجعه مانند زمین لرزه.

۷- تغییر در کاربری اراضی در مناطق اطراف باعث کاهش ارزش املاک می‌شود. که در زمان تعیین مکان دفن زباله باید حداقل فاصله از مناطق پرجمعیت حفظ شود.

۸- به منظور کاهش خطرات آلودگی صوتی، آلودگی بصری و آلودگی آب‌های زیرزمینی برای شهروندانحداقل فاصله تا شهر رعایت گردد. نجوکو و همکاران (۲۰۱۹، ۱۶:۲) نشان دادند نیاز به سیستم بهره‌برداری از گاز دفن زباله (LFG)، پوشش مناسب روزانه زباله و مواد رقیق کننده بو، برای کاهش مشکلات ساکنان نزدیکتر به محل دفن زباله ضروری است.

۹- استفاده مؤثر از متان ناشی از دفن زباله به عنوان یک منبع انرژی می‌تواند یک گزینه مدیریت پسماند پایدار باشد.

اقدامات اصلاحی روش زباله سوز

۱-_کاهش حجم زباله: کاهش حجم پسماندی که باید سوزانده شود، سمیت مواد را برای زباله سوزها کاهش می‌دهد. بدین صورت که باعث کاهش استفاده از دستگاه‌های زباله سوز، کاهش انتشار گازهای خروجی می‌شود و در نتیجه ریسک‌های محیط زیستی و ریسک بهداشتی و سلامت عمومی مردم را کاهش میدهد.

اقدامات دیگر کاهش حجم پسماندهایی که نیاز به سوزاندن دارند عبارتند از:

- کاهش تعداد تزریقات غیرضروری (۷۰ درصد تزریقات غیر ضروری هستند) (گومودوکا و همکاران ۱۹۹۶).
- بازیافت نقره از مواد شیمیایی
- حذف محصولات جیوه ای و ابزارها و تجهیزات حاوی جیوه
- خرید محصولات پلاستیکی که حاوی PVC نیستند.
- تصفیه برای حذف و تجمع زباله‌ها (استفاده از فلیترها و ...)

۲. تفکیک زباله‌ها در بیمارستان و مراکز درمانی و پرتوشناسی: بیمارستان‌ها و دیگر مراکز درمانی نیز می‌توانند حجم پسماند خود را از طریق تفکیک زباله کاهش دهند. تفکیک زباله‌های ببیمارستانی نیازمند رعایت این موارد است:

- محفظه‌های جداسازی پسماند باید به صورت واضح و مشخص علامتگذاری شوند،
- کارمندان و پرسنل باید پسماندهای مختلف را تفکیک کنند(پسماندهاای مراقبت از بیمار، پسماندهای خطرناک مانند جیوه، پسماندهای رادیواکتیوی با اشعه کم، و زباله‌های معمولی)
- زیرساخت‌های نگهداری پسماند (کانتینر، فضای مناسب) باید مناسب باشند و
- مدیریت بیمارستان یا مرکز از این اقدام حمایت کند.

۳. طراحی مناسب عملیات استفاده از زباله سوزها: طراحی و عملیات مناسب زباله سوزها باید به گونه ای باشد که موارد زیر در سیستم‌های زباله سوز براورده شوند:

- کنترل درجه حرارت دستگاه زباله سوز به گونه ای که به درجه حرارت موردنظر برسد،
- زمان باقی ماندن پسماندها در دستگاه زباله سوز مطابق با پروتکل‌ها باشد.
- شرایط مورد نیاز برای از بین بردن پاتوژن‌ها فراهم شود
- انتشار گازهای خطرناک کاهش یابد
- در زباله سوز لعاب تشکیل نشود و تمام پسماندها تبدیل به خاکستر شوند.
- و در نهایت مصرف سوخت به حداقل برسد.
- فرایند احتراق کامل نیز باید برای کنترل انتشار دی اکسین‌ها و فوران‌ها انجام شود. (برسنا و کیلگرو ۱۹۸۹).

۴- مکان یابی احداث نیروگاه زباله سوز: بهنرین اقدامات مکان‌یابی با هدف به حداقل رساندن ریسک‌های بالقوه سلامت مردم و محیط زیست به وجود آمده اند (EPA 1997) که این هدف با اقدامات زیر به دست می آید:

- به حداقل رساندن غلظت گازهای خطرناک و آلوده شدن خاک، هوا و محصولات غذایی و محیط‌های دیگر
- دشت‌های باز و تپه‌های بدون درخت همراه با پوشش گیاهی بلند مکان‌های مناسبی هستند. احداث نیروگاه در مناطق جنگلی پیشنهاد نمیشود زیرا که موجب اختلال در پراکنده شدن گازها و بخارات خروجی از دودکش تاسیسات زباله سوز می‌شود.
- به حداقل رساندن تعداد افرادی که در معرض آلاینده‌های محیطی نیروگاه قرار می‌گیرند.
- مناطق نزدیک به نیروگاه نباید مناطق پرجمعیتی نظیر شهر و روستا، شهرک صنعتی و یا پادگان نظامی و غیره باشند.
- مناطق نزدیک به نیروگاه نباید برای فعالیت‌های کشاورزی، کارخانه‌های فراوری خوراک دام و طیور، کارخانه‌های صنایع غذایی و غیره باشند.

۵- رعایت قوانین و دستورالعمل‌های استفاده از دستگاه‌های زباله سوز:

اقدامات اصلاحی زیر برای مهم‌ترین ریسک‌های محیط زیستی-بهداشتی نیروگاه زباله‌سوز کهریزک پیشنهاد می‌شود:

- آلودگی هوای زباله سوزها

برای کنترل موضوع آلودگی هوا (گازهایی شامل؛ کربن دی اکسید، گوگرد دی سولفید، اکسیدهای نیتروژن، ذرات معلق، یونهای کلرید و فلوئورید، ترکیبات آلی فرار، فلزات سنگین و مهم ترین آنها دی اکسین‌ها و فوران است) و ایجاد دود و بو در این روش، می توان از روش‌های

- اسکرابر تر
- اسکرابر خشک
- مخزن ته نشینی
- صافی‌های کیسه‌ای
- تزریق جاذب خشک
- رسوب دهنده‌های الکتروستاتیکی
- سیکلون‌ها
- یا پس سوزها استفاده کرد

- مشکل انتشار بوی نامناسب
- ریسک نفوذ شیرابه خاکستر به منابع آب زیرزمینی
- ریسک انفجار

نوع ریسک	ریسک ۱۷۳	مدیریت ریسک ۱۷۲
طبیعی	خطر از بین رفتن زیستگاه‌های بیولوژیکی	اجتناب کردن: دفن زباله در منطقه‌ای متروک واقع شود که در آن هیچ گونه اثر مشخصی از زیستگاه‌های بیولوژیکی نشان داده نشده باشد.
فیزیکی (هوا) دفن زباله زباله سوزی	خطر انتشار متان انتشار گازهای گلخانه‌ای استنشاق آلاینده‌های ناشی از هوا بو	اجتناب کردن: انتقال متان به گونه‌ای طراحی شود که در سیستم لوله‌کشی مناسب منتقل شود و سپس با استفاده از دستگاه بخور سوزاندن که در فاصله بسیار دور از سلول‌های بهداشتی، ساختمان‌های اداری و محل کار قرار دارد سوزانده شود. تعیین موقعیت ساختمان بر اساس جهت باد غالب، ساختن بر اساس فاصله های عقب‌نشینی مناسب، نصب هواکش های مناسب با فیلترهای هوا و نصب سامانه غبارگیر و رطوبت گیر جهت تصفیه نمودن و کاهش عناصر بوزا بهره برداری از در های خودکار حساس به بو، رسیدگی کردن بلافاصله بارهای بودار پردازش پسماند فقط در داخل ساختمان یا ساختگاه، اجرای الزامات عایق سازی برای حفظ نمودن بوی بارها، جابجا کردن همه پسماند تا پایان هر روز، تمیز کردن راه های داخل ساختگاه و کف محل تخلیه زباله اداره خروجی یا درو و در تمام ساعات عملیات
فیزیکی (زمین و خاک)	خطر فعالیت لرزه‌ای	اجتناب کردن: طراحی محل دفن زباله؛ یعنی محل دفن زباله در منطقه‌ای واقع گردد که در مکان فعال لرزه‌ای قرار نداشته باشد. کاهش ریسک: تیم کار را درمورد برنامه تخلیه آموزش دهید.
فیزیکی (منابع آب)	خطر آلودگی منابع آب از انتشار گازهای گلخانه‌ای پروژه‌ها	اجتناب کردن: دفن زباله؛ یعنی محل دفن زباله بر روی لایه‌هایی از واحد مارلی پایدار گچ واقع شود، به عنوان یک لایه اضافی برای حفظ منابع آب در نظر گرفته شده است.
سلامت و ایمنی (بهداشت و ایمنی)	خطر قرار گرفتن در معرض گاز دفن زباله ناقلین بیماری	اجتناب کردن: طراحی مناسب دفن زباله؛ یعنی دفن زباله مناسب، فشرده‌سازی و پوشش. جمع آوری ضایعات در هنگام پاشیدن آب تصفیه شده به از بین بردن اکسیژن و کاهش حوادث آتش سوزی کمک می کند. کاهش: فقط در صورت بروز آتش سوزی، توده ای از خاک را براب استفاده اضطراری ذخیره کنید. مواد قابل اشتعال را حذف کنید. زنگ هشدار: با شماره مربوطه تماس بگیرید یا تیم کاری در برنامه تخلیه فوری تماس بگیرید. طراحی ساختمان و محوطه ای که با سامانی مدیریت بر دفع ناقلین بیماری ها سازگار باشد، بازرسی و تسویه مستمر به وسیله عوامل حرفه ای جابه جا کردن همه ی پسماند ها تا پایان روز،تمیز کردن کف محل تخلیه و جایگاه
	خطر آتش‌سوزی زباله	اجتناب کردن: طراحی مناسب دفن زباله، دفن زباله مناسب، فشرده‌سازی و پوشاندن. جمع آوری ضایعات در هنگام پاشیدن آب تصفیه شده به از بین بردن اکسیژن و کاهش حوادث آتش‌سوزی کمک می‌کند. کاهش: فقط در صورت بروز آتش‌سوزی، توده‌ای از خاک را برای استفاده در موارد اضطراری ذخیره کنید. مواد قابل اشتعال را حذف کنید. زنگ هشدار، با شماره مربوططه تماس بگیرید و تیم تخلیه را برای تخلیه فوری تحت کنترل قرار دهید.
اجتماعی – اقتصادی	خطر پایین آمدن قیمت اراضی اطراف	اجتناب کردن: طراحی محل دفن؛ یعنی محل‌های دفن زباله در یک منطقه خالی از سکنه واقع گردد. بر این اساس، زمین‌های دیگری برای فروش موجود نیست.
زیبا شناختی	خطر تأثیرات ناشی از بهره برداری سایت از نظر امکانات بصری	اجتناب کردن: طراحی محل دفن زباله؛ یعنی محل دفن زباله در یک منطقه متروکه باشد.
فعالیت‌های انسانی	خطر تأثیرگذاری بر فعالیت‌های کمپینگ	اجتناب کردن: طراحی محل دفن زباله؛ یعنی محل دفن زباله در یک منطقه متروک واقع شود که هیچ گونه فعالیت کمپینگ وجود ندارد.

✓ با توجه به روش FMEAدر روش دفن بهداشتی زباله فقط یک مورد ریسک آن کمتر از ۵ بوده‌است بنابراین، مکان موجود دارای پارامترهای لازم برای دفن بهداشتی زباله نمی‌باشد. از مشکلات آن بوی نامطبوع، استشمام گاز، آلودگی آب، آلودگی هوا و غیره می‌باشد.

محدودیت تحقیق

- اگرچه ما گروه خاصی از شرکت کنندگان را جمع آوری کردیم و اطلاعات تماس آنها را ذخیره کردیم، برقراری ارتباط و دریافت پاسخ از همه آنها در نظرسنجی دوم دشوار بود.
- محدودیت دیگر در این مطالعه دستیابی به داده‌های معتبر برای تهیه پرسشنامه، مطالعه خطرات و کاوش بیشتر در هر عامل خطر بود. خطرات شناسایی شده و اولویت‌بندی شده می‌توانند توسط سایر محققان مورد بررسی و بررسی دقیق قرار گیرند تا عوامل خطر بالقوه، از جمله، احتمال، شدت و میزان تشخیص را ارزیابی کرده و نحوه مدیریت خطرات و کاهش خطرات را شناسایی کنند.
- دسترسی و ورود به سایت با محدودیت‌هایی مواجه بوده است.

پیشنهادات آتی

با توجه به دانش ما تاکنون، یافته‌های تحقیق حاضر را می‌توان به عنوان یکی از اولین تجربیاتی دانست که به سایت ریسک‌های دفن بهداشتی زباله کهریزک پرداخته است. بنابراین، استفاده از این یافته‌ها می‌تواند خدمات دفع زباله را افزایش داده و رضایت شهروندان را از عملیات جمع‌آوری زباله و دفع زباله بهبود بخشد. توصیه می‌شود برای هر یک از خطرات شناسایی شده در این مطالعه اقدامات اصلاحی انجام شود سپس، شدت خطر، احتمال وقوع و پتانسیل قابل تشخیص مجدداً محاسبه شود و در مرحله بعدی، اثربخشی هر اقدام اصلاحی قابل تحلیل باشد.

با تشکر از توجه
تمامی عزیزان حاضر
در جلسه