پایش جنبه‌ها و آثار زیست محیطی آزمایشگاه‌های تحقیقاتی و آموزشی دانشگاهی

دکتر جعفرنوری: دانشیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی, دانشگاه علوم پزشکی تهران
دکتر امیرحسین محوی: استادیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی, دانشگاه علوم پزشکی تهران
علیرضا عسگری: * دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی, دانشگاه علوم پزشکی تهران
زهرا عطافر: دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی, دانشگاه علوم پزشکی تهران

فصلنامه پایش
سال هفتم شماره دوم بهار ۱۳۸۷ صص ۱۷۱-۱۶۵
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۸۶/۱۰/۲

چکیده

قرارگرفتن آزمایشگاه‌های مختلف آب, فاضلاب, میکروبیولوژی, آلودگی هوا, پایلوت و ... در کنار محیط‌های آموزش نظری دانشگاهی، امکان وجود مخاطرات ایمنی, بهداشتی و زیست محیطی را در بردارد. به این منظور، آزمایشگاه‌های شیمی آب و فاضلاب, میکروبیولوژی آب و فاضلاب, آلودگی هوا و پایلوت گروه مهندسی بهداشت محیط در سال ۱۳۸۵ مورد پایش زیست محیطی از لحاظ مواردی از قبیل: کمیت و کیفیت فاضلاب تولیدی, میزان زباله تولیدی, میزان سر و صدا, میزان روشنایی, مقدار ذرات معلق (PM1, PM2.5 و PM10) در هوا از طریق روش‌های استاندارد قرار گرفت تا به این طریق جنبه‌ها و آثار زیست محیطی اینگونه آزمایشگاه‌ها از نظر مقدار آلاینده, احتمال وقوع و اهمیت اثر بر اساس شاخص کل ارزیابی، بررسی و مشخص گردد.

سپس آثار زیست محیطی به صورت آثار بسیار مهم, مهم، متوسط و ضعیف طبقه‌بندی گردید و در نهایت مشخص شد که آزمایشگاه شیمی آب و فاضلاب با داشتن سه اثر زیست محیطی بسیار مهم دارای وضعیت زیست محیطی نامطلوب‌تری نسبت به سایر آزمایشگاه‌ها است که پیشنهاد می‌شود بیشتر مورد بررسی قرار گیرد و در ضمن توصیه می‌شود که پایلوت به خارج از گروه منتقل گردد.

کلیدواژه‌ها: جنبه‌ها, آثار زیست محیطی, شاخص کل ارزیابی, آزمایشگاه

* نویسنده پاسخگو: میدان انقلاب، خیابان قدس، خیابان پور سینا، دانشگاه علوم پزشکی تهران، دانشکده بهداشت، گروه مهندسی بهداشت محیط
تلفاکس: ۸۸۹۵۰۱۸۸
E-mail: arasga@gmail.com

[Downloaded from payeshjournal.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.16807626.1387.7.2.8.4]

مقدمه

بکارگیری فناوری‌های پیچیده در کنار فراهم آوردن آسایش و رفاه نسبی برای نسل بشر, پیام دیگری نیز به همراه دارد و آن این که هرچند این فناوری‌ها در بعضی از عرصه‌ها آسایش و رفاه به ارمغان می‌آورد، اما ازجهت دیگر ممکن است با به خطر انداختن عناصر متعدد محیط زیست حتی ماهیت وجودی انسان‌ها را به صورت تهدیدی جدی به مخاطره افکند[۱]. مطالعه, شناخت و درک هرچه بیشتر و بهتر عوامل و موضوعات زیست محیطی و لحاظ نمودن آن در برنامه‌ریزی‌های اقتصادی, اجتماعی و فرهنگی به عنوان یک اصل زیربنایی و پایه‌ای، می‌تواند تأثیر بسزایی در کنترل بحران‌ها و مشکلات زیست محیطی داشته باشد[۲]. از آنجا که فرایند مدیریت همراه با اثرات مثبت در منطقه، چنانچه به صورت یک مجموعه همه جانبه و پویا مورد توجه قرار نگیرد، می‌تواند در میان مدت، موجب بروز اثرات منفی در تمام وجوه اجتماعی, اقتصادی و نیز جنبه‌های مختلف زیست محیطی گردد[۳]، لذا رها سازی انواع مواد آلوده‌کننده به محیط از مسائل بسیار مهم و قابل توجه است که نه فقط زندگی انسان، بلکه بسیاری از موجودات زنده دیگر را که نقش مهمی در چرخه حیات دارند به خطر انداخته است. حضور و تجمع این مواد آلوده‌کننده اکثراً ناشی از فعالیت‌های انسانی است که به صورت پساب‌های خانگی, صنعتی, مواد زائد جامد و بخارات آلاینده است که عمدتاً حاوی مواد سمی آلی و معدنی است. در این بین برای بررسی این اثرات و شناسایی عوامل آلاینده و ارائه راه‌کاری عملی و همینطور انجام آزمایش‌های زیست محیطی وجود و ضرورت آزمایشگاه امری قطعی و لازم می‌باشد. چرا که بعد از تعیین استانداردها از سوی سازمان‌های دولتی همانند سازمان حفاظت از محیط زیست, در سطح ملی, منطقه‌ای و یا جهانی، باید وسائلی و محلی وجود داشته باشد تا به اندازه‌گیری میزان مواد آلاینده تولیدی و غیره بپردازد که بتوان آنها را با استانداردها مقایسه نمود و وضعیت پیش آمده را پیش بینی نمود تا در نهایت راه‌کارهای معین را جهت مقابله با آثار زیست محیطی ناشی از فعالیت‌های انسانی ارائه نمود. اما در این میان آزمایشگاه‌هایی چون آزمایشگاه‌های شیمی, میکروبیولوژی, آلودگی هوا و مانند آنها نیز یکی از منابع تولیدکننده آلاینده‌ها در کنار محیط‌های آموزشی نظری و دانشگاهی هستند که باید مورد پایش و بازبینی قرار گیرند. این مطالعه در سال ۱۳۸۵ در آزمایشگاه‌های گروه مهندسی بهداشت محیط دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی دانشگاه علوم پزشکی تهران انجام گردید.

مواد و روش کار

در این مطالعه موارد زیر بررسی و اندازه گیری شد:

۱- میزان حجم فاضلاب تولیدی توسط قرار دادن سطل‌های بزرگ ۴۰ لیتری در زیر سینک‌های فعال در طول مدت ۱۰ روز برای هر آزمایشگاه

۲- تعیین میزان Chemical Oxygen Demand (COD) فاضلاب خروجی در هر روز از نمونه‌های مرکب گرفته شده در هر آزمایشگاه بر اساس روش‌های ذکر شده در استاندارد[۴]

۳- تعیین مقدار مواد زائد جامد تولیدی از نظر وزنی در هر آزمایشگاه پس از پایان هر روز کاری به صورت متوسط هفتگی

۴- اندازه گیری صدا در آزمایشگاه‌ها توسط صداسنج (Digital impulse sound level meter) نوع CEL-254 در شبکه فرکانسی A برحسب SPL و MAX بر اساس روش ذکر شده در استاندارد [۵، ۶]

دستگاه صداسنج مذکور قبل از اندازه‌گیری با استفاده از کالیبراتور استاندارد ۱۰۴ دسیبل کالیبره گردید.

۵- تعیین میزان نور در هر آزمایشگاه و پایلوت توسط (LUX- METER) نوع ANA- 999 که بر اساس روش ذکر شده در استاندارد [۷] به صورت موضعی در ارتفاع ۸۶ سانتی‌متری انجام شد.

۶- اندازه گیری ذرات معلق شامل PM1, PM2.5 و PM10 در هر آزمایشگاه و پایلوت توسط (Portable Dust Monitor) نوع GRIMM به صورت میانگین ۲۴ ساعته [۸، ۹]

با توجه به شناخت و پایش عوامل فوق‌الذکر، آثار و جنبه‌های پدید آمده بر طبق روش زیر مورد سنجش و ارزیابی قرار گرفت. در این پایش, ارزیابی جنبه‌ها و آثار زیست محیطی با توجه به سه عامل مهم و اصلی به شرح زیر صورت گرفته است: مقدار آلاینده=A احتمال وقوع=B، اهمیت اثر=C که عامل اهمیت اثر (C) از جمع ۱۰ عامل زیر محاسبه می‌شود:

C= C1+C2+C3+C4+C5+C6+C7+C8+C9+C10

در این رابطه عوامل زیر مورد بررسی و سنجش واقع شدند:

C1 = سمیت، C2 = نحوه انتشار و حالت فیزیکی، C3 = قابلیت کنترل، C4 = قابلیت آتش سوزی و انفجار، C5 = قابلیت شناسایی،

[Downloaded from payeshjournal.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.16807626.1387.7.2.8.4]

C6 = شدت اثر، C7 = وجود الزامات قانونی، C8 = تطابق با الزامات قانونی، C9 = نابودی و هدر رفت منابع، C10 = حساسیت گروه‌های ذی‌نفع

تمامی فعالیت‌هایی که جنبه‌ها و آثار زیست محیطی آنها شناسایی شده‌اند بر اساس رابطه زیر مورد ارزشیابی قرار گرفته و بر اساس شاخص کل به دست آمده طبقه‌بندی گردیده‌اند:

$$\text{شاخص کل ارزیابی} = A \times B \times C$$

با توجه به امتیازاتی که برای شاخص هر عامل در نظر گرفته شده است ارزیابی لازم انجام پذیرفته است.

۱- مقدار یا حجم آلاینده (حداقل ۱ و حداکثر ۱۰):

معمولاً تأثیر جنبه‌ها بر محیط زیست با هدررفت و نابودی منابع طبیعی حاصل می‌شود. هرچه این تخلیه از نظر حجم و وزن بیشتر باشد, خود به خود تأثیر ایجاد شده بر محیط زیست بیشتر بوده و زیان وارده بیشتر می‌شود. برای تعیین مقدار عددی این شاخص ۲ معیار در نظر گرفته شده است. بر این اساس طبقه‌بندی و شاخص‌های مربوطه زیر در نظر گرفته شده است. در صورتی که برای جنبه ایجاد شده (ماده تخلیه شده به محیط) در قوانین و استانداردها حد مجازی در نظر گرفته شده باشد خواهیم داشت که: نمره ۱۰ برای معیار چند برابر حد مجاز، ۶ برای تا دو برابر حد مجاز، ۳ برای برابر با حد مجاز و نمره ۱ برای زیر حد مجاز، و در صورتی که حد مجازی برای این ماده یا جنبه در نظر گرفته نشده باشد اینگونه عمل می‌کنیم که: نمره ۵ برای بسیار زیاد،۳ برای زیاد، ۲ برای متوسط و ۱ برای مقدار یا حجم آلاینده کم استفاده می‌گردد.

۲- احتمال وقوع آلاینده (حداقل ۱ و حداکثر ۱۰)

در تخمین این شاخص، بهترین راهنما سوابق عملیات است. آنچه در گذشته رخ داده است و تأثیری که عوامل مختلف در احتمال وقوع دارند, می‌تواند مفید باشد. در صورتی که احتمال آلایندگی به طور مستمر باشد برای آن نمره ۱۰، هر روز یک یا چند بار ۸، هر هفته یک یا چند بار ۵، یک بار در ماه یا کمتر از آن ۳ و یا تنها به شکل اضطراری و غیر مترقبه نمره ۱ اختصاص داده می‌شود.

۳- اهمیت اثر آلاینده

منظور از اهمیت اثر میزان مخاطرات احتمالی، مجموع عوامل زیر است که هر کدام جداگانه شرح داده شده است:

۳-۱- شدت اثرآلاینده (حداقل ۰ و حداکثر ۳)

شدت و دامنه اثر بر محیط زیست بین صفر تا سه ارزیابی شده است، به طوری که اگر شدت اثر زیاد و غیر قابل برگشت نمره۳، شدت اثر متوسط ولی برگشت پذیر ۲، شدت اثر کم و به صورت محدود ۱ و در صورتی که شدت و دامنه اثر قابل اغماض باشد نمره صفر به آن اختصاص داده می‌شود.

۳-۲- نحوه انتشار و حالت فیزیکی آلاینده (حداقل ۱ و حداکثر ۳)

مواد آلاینده بر اساس نحوه انتشار و حالت فیزیکی اینگونه ارزیابی شده‌اند که اگر آلاینده بصورت گاز و بخار باشد نمره ۳، آلاینده به صورت مایع ۲ و به آلاینده به صورت جامد نمره ۱ اختصاص داده شده است.

۳-۳- قابلیت آتش سوزی و انفجارآلاینده (حداقل ۰ و حداکثر ۳)

این گزینه به بررسی قابلیت آتش سوزی و انفجار ماده آلاینده می‌پردازد. اگر آلاینده آتش‌گیر نباشد به آن نمره صفر، اگر آلاینده جهت ایجاد آتش احتیاج به جرقه داشته باشد ۱، اگر آلاینده به صورت خود بخود آتش می‌گیرد ۲ و اگر آلاینده به صورت انفجاری عمل می‌کند به آن نمره ۳ داده می‌شود.

۳-۴- سمیت آلاینده (حداقل ۰ و حداکثر ۴)

در این گزینه، ماده آلاینده از نظر میزان سمی بودن و نوع اثرگذاری بر محیط, ارزش گذاری و طبقه بندی می‌شود. به طوری که اگر برای انسان کشنده باشد نمره شاخص آن ۴، خطرناک برای سلامتی مردم و کارکنان ۳، موجد آلودگی منابع طبیعی و آسیب برای جانوران۲، ناراحتی و آزار۱ و اگر فاقد تأثیر باشد به آن نمره صفر داده خواهد شد.

۳-۵- نحوه کنترل جنبه پس از وقوع (حداقل ۱ و حداکثر ۳)

این گزینه نحوه کنترل جنبه را پس از وقوع مشخص می‌کند. اگر جنبه پس از وقوع غیر قابل کنترل باشد نمره ۳، لزوم کنترل توسط ایمنی و آتش نشانی ۲ و کنترل توسط قسمت مربوطه نمره ۱ را به خود اختصاص خواهد داد.

۳-۶- قابلیت شناسایی جنبه (حداقل ۱ و حداکثر ۵)

برای ارزیابی این گزینه اینگونه عمل می‌شود که اگر جنبه غیر قابل شناسایی باشد نمره ۵، قابل شناسایی به سختی ۳، قابل شناسایی آسان ۲ و اگر قابل شناسایی (سیستم اعلان خطر) باشد به آن نمره ۱ داده می‌شود.

۳-۷- وجود الزامات قانونی و تطابق با الزامات قانونی به منظور کنترل آلاینده

[Downloaded from payeshjournal.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.16807626.1387.7.2.8.4]

برای این عامل گروه کاری تعیین جنبه‌ها، آثار زیست محیطی جنبه‌ها و آثاری را که دارای الزامات قانونی و اشکال مختلف مثل قوانین, مصوبات شوراها و دستورالعمل‌ها , استانداردها و ... هستند را شناسایی کرده و در حالت‌های زیر، اقدام به تعیین شاخص مربوطه می‌نماید.

الف) وجود الزامات قانونی برای کنترل آلاینده (حداقل ۱ و حداکثر ۵) اگر برای کنترل آلاینده صراحت در قوانین و مقررات ملی و داخلی باشد، نمره ۵ و در صورت فقدان الزامات قانونی نمره ۱ اختصاص داده می‌شود.

ب) تطابق مقادیر اندازه گیری شده با الزامات قانونی به منظور کنترل آلاینده (حداقل ۰ و حداکثر ۵)

اگر مقادیر اندازه گیری شده با الزامات قانونی به منظور کنترل آلاینده تطابق دادشته باشد، نمره صفر و در غیر اینصورت به آن نمره ۵ داده خواهد شد.

۸-۳- حساسیت گروه های ذینفع تحت تأثیر آلاینده (حداقل ۰ و حداکثر ۶)

در این گزینه به بررسی حساسیت گروه‌های ذی‌نفع از قبیل سازمان‌های غیردولتی, اهالی منطقه, سازمان‌های دولتی و واحدهای صنعتی نسبت به فعالیت واحد و آلاینده‌های تولیدی پرداخته می‌شود و با توجه به معیارهای ذکر شده, شاخص مورد نظر اعمال می‌گردد.

اگر شکایت توسط سازمان محیط زیست وجود داشته باشد، نمره ۶، شکایت توسط مردم و سایر سازمان‌های دولتی و خصوصی ۴، شکایت توسط کارکنان ۲ و در صورت عدم وجود هرگونه شکایتی نمره ۱ داده می‌شود.

۹-۳- نابودی و هدر رفت منابع طبیعی (حداقل ۰ و حداکثر ۵)

تخلیه مواد ناشی از عملیات فرآیند علاوه بر آلودگی زیست محیطی باعث نابودی و هدررفت منابع طبیعی می‌شود. این گزینه به بررسی این مسأله می‌پردازد. به طوری که اگر تخلیه یا رها شدن مواد باعث هدررفت منابع طبیعی می‌شود نمره آن ۵ و در غیر این صورت نمره داده شده به آن صفر خواهد بود.

پس از بررسی, شناخت و پایش عوامل تأثیر گذار در محیط‌های آزمایشگاهی, جنبه‌ها و آثار زیست محیطی بر اساس محاسبه شاخص کل ارزیابی به شرح زیر مورد سنجش و ارزیابی قرار گرفت:

- جنبه و اثر زیست محیطی بسیار مهم: ۵۰۰ و بیشتر از آن
- جنبه و اثر زیست محیطی مهم: مقادیر ۴۹۹-۳۰۰
- جنبه و اثر زیست محیطی متوسط: ۲۹۹-۱۵۰
- جنبه و اثر زیست محیطی ضعیف: ۱۴۹-۰

یافته‌ها

پس از انجام آزمایش‌ها و اندازه‌گیری‌های لازم، نتایج آن به صورت خلاصه و ذکر میانگین در جدول شماره ۱ آمده است. ارزیابی آلاینده‌ها بر اساس شاخص کل مقدار آلاینده, احتمال وقوع و اهمیت اثر در هر یک از آزمایشگاه‌های شیمی (جدول شماره ۲), آزمایشگاه میکروبیولوژی (جدول شماره ۳), آزمایشگاه آلودگی هوا (جدول شماره ۴) و آزمایشگاه تحقیقاتی پایلوت (جدول شماره۵) مورد بررسی و سنجش قرار گرفت.

جدول شماره ۱- نتایج آزمایش‌ها

میانگین سنجش‌ها (±انحراف معیار)	آزمایشگاه شیمی	آزمایشگاه میکروبیولوژی	آزمایشگاه آلودگی هوا	پایلوت	استاندارد
حجم فاضلاب تولیدی (L)	۱۴۸/۲ (±۶۴/۵۷)	۶۱/۸ (±۲۲/۶۵)	۵ (±۲/۲۳)	-	-
COD فاضلاب تولیدی (mg/L)	۴۲۸/۷ (±۱۶۵/۴۷)	۲۲۶/۴ (±۶۹/۶۸)	۱۵۷/۷ (±۱۲/۰۹)	-	۷۵۰-۱۰۰۰
مواد زائد تولیدی (Kg)	۳/۱۸۲ (±۱/۱۱)	۱/۵۴۹ (±۰/۴۸)	۱/۰۵۴ (±۰/۶۳)	-	-
ذرات معلق: میانگین۲۴ساعته ($\mu g/m^3$)					
PM_1	۲۶/۲ (±۱۹/۴۵)	۸/۴۵ (±۱/۳۲)	۲۲/۵۸ (±۱/۶۵)	۸/۰۶ (±۰/۱۵)	۱۰
$PM_{2.5}$	۳۴ (±۱۹/۴۹)	۱۱/۹۴ (±۱/۴۳)	۲۹/۹۳ (±۳/۹۶)	۱۸/۰۶ (±۰/۴۱)	۶۵
PM_{10}	۷۹/۸۶ (±۱۹/۰۱)	۲۲/۱۶ (±۴/۷۳)	۵۴/۴۹ (±۱۶/۶۹)	۱۰۵/۶۳ (±۱۷/۸۶)	۱۵۰
صدا (dBA)					
SPL	۵۸/۶۱ (±۲/۹۲)	۵۷/۵۴ (±۳/۱۱)	۵۵/۱۳ (±۲/۸۶)	۸۶/۴۳ (±۲/۹۳)	۵۵
MAX	۶۳/۴۹ (±۵/۴۳)	۶۱/۳۱ (±۴/۹۵)	۵۸/۳ (±۵/۲۳)	۸۷/۷۱ (±۵/۶۸)	۷۵
نور (LUX)	۳۸۷/۴۴ (±۲۰۷/۶۷)	۴۵۷/۴۹ (±۲۱۵/۵۶)	۵۰۱/۶۶ (±۱۹۸/۴۴)	۶۷۶/۵ (±۲۲۳/۱۱)	۱۰۰

[Downloaded from payeshjournal.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.16807626.1387.7.2.8.4]

جدول شماره ۲- نتایج ارزیابی آلاینده‌ها بر اساس شاخص کل در آزمایشگاه شیمی

آلاینده	مقدار آلاینده (A)	احتمال وقوع (B)	اهمیت اثر (C)											شاخص کل ارزیابی	
			C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{total}	$A \times B \times C$	
فاضلاب تولیدی (L)	۵	۱۰	۳	۲	۳	۰	۳	۲	۱	۵	۵	۰	۲۴	۱۲۰۰	
COD فاضلاب (mg/L)	۱	۱۰	۳	۲	۳	۰	۲	۳	۵	۵	۵	۶	۳۴	۳۴۰	
زباله تولیدی (Kg)	۲	۱۰	۲	۱	۲	۱	۲	۲	۱	۰	۵	۶	۲۲	۴۴۰	
صدا MAX (dBA)	۱	۸	۱	۰	۳	۰	۲	۲	۵	۰	۰	۴	۱۷	۱۳۶	
صدا SPL (dBA)	۳	۸	۱	۰	۳	۰	۲	۲	۵	۰	۰	۴	۱۷	۴۰۸	
نور (LUX)	۱۰	۱۰	۳	۳	۱	۰	۳	۲	۵	۵	۵	۲	۲۹	۲۹۰۰	
PM1 (µg/m3)	۶	۱۰	۳	۳	۳	۰	۲	۲	۵	۰	۰	۴	۲۲	۱۳۲۰	
PM2.5 (µg/m3)	۱	۱۰	۳	۱	۳	۰	۲	۲	۵	۰	۰	۴	۲۰	۲۰۰	
PM10 (µg/m3)	۱	۱۰	۲	۱	۲	۰	۲	۲	۵	۵	۰	۴	۲۳	۲۳۰	

جدول شماره ۳- نتایج ارزیابی آلاینده‌ها بر اساس شاخص کل در آزمایشگاه میکروبیولوژی

آلاینده	مقدار آلاینده (A)	احتمال وقوع (B)	اهمیت اثر (C)											شاخص کل ارزیابی	
			C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{total}	$A \times B \times C$	
فاضلاب تولیدی (L)	۳	۱۰	۳	۲	۳	۰	۳	۲	۱	۵	۵	۰	۲۴	۷۲۰	
COD فاضلاب (mg/L)	۱	۱۰	۳	۲	۳	۰	۲	۳	۵	۵	۵	۶	۳۴	۳۴۰	
زباله تولیدی (Kg)	۱	۱۰	۲	۱	۲	۱	۲	۲	۱	۰	۵	۶	۲۲	۲۲۰	
صدا MAX (dBA)	۱	۸	۱	۰	۳	۰	۲	۲	۵	۰	۰	۴	۱۷	۱۳۶	
صدا SPL (dBA)	۳	۸	۱	۰	۳	۰	۲	۲	۵	۰	۰	۴	۱۷	۴۰۸	
نور (LUX)	۶	۱۰	۳	۳	۱	۰	۳	۲	۵	۵	۵	۲	۲۹	۱۷۴۰	
PM1 (µg/m3)	۱	۱۰	۳	۳	۳	۰	۲	۲	۵	۰	۰	۴	۲۲	۲۲۰	
PM2.5 (µg/m3)	۱	۱۰	۳	۱	۳	۰	۲	۲	۵	۰	۰	۴	۲۰	۲۰۰	
PM10 (µg/m3)	۱	۱۰	۲	۱	۲	۰	۲	۲	۵	۵	۰	۴	۲۳	۲۳۰	

جدول شماره ۴- نتایج ارزیابی آلاینده‌ها بر اساس شاخص کل در آزمایشگاه آلودگی هوا

آلاینده	مقدار آلاینده (A)	احتمال وقوع (B)	اهمیت اثر (C)											شاخص کل ارزیابی	
			C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{total}	$A \times B \times C$	
فاضلاب تولیدی (L)	۲	۵	۳	۲	۳	۰	۳	۲	۱	۵	۵	۰	۲۴	۲۴۰	
COD فاضلاب (mg/L)	۱	۱۰	۳	۲	۳	۰	۲	۳	۵	۵	۵	۶	۳۴	۳۴۰	
زباله تولیدی (Kg)	۱	۵	۲	۱	۲	۱	۲	۲	۱	۰	۵	۶	۲۲	۱۱۰	
صدا MAX (dBA)	۱	۸	۱	۰	۳	۰	۲	۲	۵	۰	۰	۴	۱۷	۱۳۶	
صدا SPL (dBA)	۳	۸	۱	۰	۳	۰	۲	۲	۵	۰	۰	۴	۱۷	۴۰۸	
نور (LUX)	۶	۱۰	۳	۳	۱	۰	۳	۲	۵	۵	۵	۲	۲۹	۱۷۴۰	
PM1 (µg/m3)	۶	۱۰	۳	۳	۳	۰	۲	۲	۵	۰	۰	۴	۲۲	۱۳۲۰	
PM2.5 (µg/m3)	۱	۱۰	۳	۱	۳	۰	۲	۲	۵	۰	۰	۴	۲۰	۲۰۰	
PM10 (µg/m3)	۱	۱۰	۲	۱	۲	۰	۲	۲	۵	۵	۰	۴	۲۳	۲۳۰	

جدول شماره ۵- نتایج ارزیابی آلاینده‌ها بر اساس شاخص کل در پایلوت

آلاینده	مقدار آلاینده (A)	احتمال وقوع (B)	اهمیت اثر (C)											شاخص کل ارزیابی	
			C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{total}	$A \times B \times C$	
صدا MAX (dBA)	۳	۸	۱	۰	۳	۰	۲	۲	۵	۰	۰	۴	۱۷	۴۵۶	
صدا SPL (dBA)	۶	۱۰	۳	۳	۳	۰	۲	۲	۵	۰	۰	۴	۱۹	۱۱۴۰	
نور (LUX)	۳	۱۰	۳	۳	۱	۰	۳	۲	۵	۵	۵	۲	۲۹	۸۷۰	
PM1 (µg/m3)	۱	۱۰	۳	۱	۳	۰	۲	۲	۵	۰	۰	۴	۲۰	۲۰۰	
PM2.5 (µg/m3)	۱	۱۰	۳	۱	۳	۰	۲	۲	۵	۰	۰	۴	۲۰	۲۰۰	
PM10 (µg/m3)	۱	۱۰	۲	۱	۲	۰	۲	۲	۵	۵	۰	۴	۲۳	۲۳۰	

[Downloaded from payeshjournal.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.16807626.1387.7.2.8.4]

سپس جنبه‌ها و آثار زیست محیطی بر اساس شاخص کل ارزیابی جهت هر آلاینده و در هر آزمایشگاه مورد سنجش و طبقه‌بندی قرار گرفت. اولویت‌بندی آلاینده‌ها براساس شاخص کل ارزیابی آزمایشگاه شیمی نشان می‌دهد که آلاینده‌های نور (LUX) با شاخص کل ارزیابی ۲۹۰۰، PM1 (µg/m3) با شاخص کل ارزیابی ۱۳۲۰ و حجم فاضلاب تولیدی (L) با شاخص کل ارزیابی ۱۲۰۰ در طبقه جنبه‌ها و آثار بسیار مهم، زباله تولیدی (Kg) با شاخص کل ارزیابی ۴۴۰، صدا SPL (dBA) با شاخص کل ارزیابی۴۰۸ و COD فاضلاب تولیدی (mg/L) با شاخص کل ارزیابی۳۴۰ در طبقه جنبه‌ها و آثار مهم؛ PM10 (µg/m3) با شاخص کل ارزیابی۲۳۰ و PM2.5 (µg/m3) با شاخص کل ارزیابی۲۰۰ در طبقه جنبه‌ها و آثار متوسط و صدا MAX (dBA) با شاخص کل ارزیابی۱۳۶ در طبقه جنبه‌ها و آثار ضعیف قرار می‌گیرند.

اولویت بندی آلاینده‌ها بر اساس شاخص کل ارزیابی آزمایشگاه میکروبیولوژی نشان می‌دهد که آلاینده‌های نور (LUX) با شاخص کل ارزیابی ۱۷۴۰ و حجم فاضلاب تولیدی (L) با شاخص کل ارزیابی ۷۲۰ در طبقه جنبه‌ها و آثار بسیار مهم؛ صدا SPL (dBA) با شاخص کل ارزیابی ۴۰۸ و COD فاضلاب تولیدی (mg/L) با شاخص کل ارزیابی ۳۴۰ در طبقه جنبه‌ها و آثار مهم؛ PM10 (µg/m3) با شاخص کل ارزیابی۲۳۰، زباله تولیدی (Kg) با شاخص کل ارزیابی۲۲۰ و PM1 (µg/m3) با شاخص کل ارزیابی ۲۰۰ در طبقه جنبه‌ها و آثار متوسط و صدا MAX (dBA) با شاخص کل ارزیابی ۱۳۶ در طبقه جنبه‌ها و آثار ضعیف قرار می‌گیرند.

اولویت بندی آلاینده‌ها بر اساس شاخص کل ارزیابی آزمایشگاه آلودگی هوا نشان می‌دهد که آلاینده‌های نور (LUX) با شاخص کل ارزیابی ۱۷۴۰ و PM1 (µg/m3) با شاخص کل ارزیابی ۱۳۲۰ در طبقه جنبه‌ها و آثار بسیار مهم، صدا SPL (dBA) با شاخص کل ارزیابی ۴۰۸ و COD فاضلاب تولیدی (mg/L) با شاخص کل ارزیابی ۳۴۰ در طبقه جنبه‌ها و آثار مهم، حجم فاضلاب تولیدی (L) با شاخص کل ارزیابی۲۴۰، PM10 (µg/m3) با شاخص کل ارزیابی ۲۳۰ و PM2.5 (µg/m3) با شاخص کل ارزیابی ۲۰۰ در طبقه جنبه‌ها و آثار متوسط، صدا MAX (dBA) با شاخص کل ارزیابی۱۳۶ و زباله تولیدی (Kg) با شاخص کل ارزیابی ۱۱۰ در طبقه جنبه‌ها و آثار ضعیف قرار می‌گیرند.

اولویت‌بندی آلاینده‌ها بر اساس شاخص کل ارزیابی پایلوت نشان می‌دهد که صدا SPL (dBA) با شاخص کل ارزیابی ۱۱۴۰ و نور (LUX) با شاخص کل ارزیابی ۷۸۰ در طبقه جنبه‌ها و آثار بسیار مهم؛ صدا MAX (dBA) با شاخص کل ارزیابی ۴۵۶ در طبقه جنبه‌ها و آثار مهم؛ PM10 (µg/m3) با شاخص کل ارزیابی ۲۳۰، PM2.5 (µg/m3) با شاخص کل ارزیابی ۲۰۰ و PM1 (µg/m3) با شاخص کل ارزیابی۲۰۰ در طبقه جنبه‌ها و آثار متوسط قرار می‌گیرند.

بحث و نتیجه گیری

بر اساس نتایج تحلیل‌های انجام شده (جدول شماره ۱) و همینطور نمره‌دهی بر اساس شاخص کل ارزیابی برای آزمایشگاه شیمی (جدول شماره ۲) ، آزمایشگاه میکروبیولوژی (جدول شماره ۳)، آزمایشگاه آلودگی هوا (جدول شماره ۴) و پایلوت (جدول شماره ۵) و اولویت‌بندی آلاینده‌ها براساس شاخص کل ارزیابی برای آزمایشگاه شیمی، آزمایشگاه میکروبیولوژی، آزمایشگاه آلودگی هوا و پایلوت دیده می‌شود که نور در هر چهار بخش آزمایشگاهی دارای اثر زیست محیطی بسیار مهم است که بیشترین مقدار نمره اختصاص داده شده به آن ۲۹۰۰ می‌باشد که مربوط به آزمایشگاه شیمی است و کمترین نمره‌ای که به خود اختصاص داده است ۷۸۰ می‌باشد که مربوط به پایلوت می‌باشد و بنابراین وضعیت نور به ترتیب در آزمایشگاه‌های شیمی (۲۹۰۰)، میکروبیولوژی (۱۷۴۰)، آلودگی هوا (۱۷۴۰) و پایلوت (۷۸۰) دارای اثرات زیست محیطی مشخص و بارز هستند. در این بین پایلوت، به دلیل نورگیری مناسب از طریق پنجره‌ها دارای بهترین وضعیت و آزمایشگاه شیمی دارای بدترین شرایط است و با توجه به این که اکثر وسائلی که دارای دقت بالایی هستند و اپراتور نیازمند نور کافی و مناسب برای کار با آنها است، در این آزمایشگاه قرار دارند باید رسیدگی به لامپ‌ها به نحوه بهتری انجام شود و از نور زرد (لامپ‌های معمولی) نیز در این آزمایشگاه به همراه لامپ‌های فلوروسنت استفاده شود. همینطور صدا در تمامی قسمت‌ها به جز پایلوت کمتر از حد استاندارد است و نیازی به اصلاح و بازنگری برای آن دیده نمی‌شود. اما در پایلوت باید مورد بررسی و بازنگری قرار گیرد چرا که نمره شاخص آن ۱۱۴۰ است که در هیچ آزمایشگاهی، صدا این نمره را به خود اختصاص نداده است و پیشنهاد می‌شود که اتاق پایلوت به خارج از محوطه گروه منتقل شود و همینطور وسائل حفاظت فردی برای جلوگیری از آسیب رسیدن به شنوایی افراد در این قسمت در دسترس قرار گیرد و نیز تمامی افرادی که در این محل مشغول به

[Downloaded from payeshjournal.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.16807626.1387.7.2.8.4]

کار هستند، از وجود صدای بالاتر از استاندارد و عواقب کار مداوم در این محیط کاملاً با خبر باشند. ذرات معلق، تقریباً در کلیه آزمایشگاه‌ها دارای اثرات زیست محیطی متوسط هستند که البته بهتر است مورد پایش مرتب قرار گیرند و در صورت لزوم از وسائل و روش‌های زدایش ذرات معلق به خصوص در آزمایشگاه آلودگی هوا (جدول شماره ۱) استفاده شود و یا ترتیبی اتخاذ گردد که سیستم‌های تهویه، سرویس‌دهی مرتب شده و به صورت دائم کار کنند. سایر آلاینده‌ها مانند: حجم فاضلاب تولیدی، COD فاضلاب خروجی و مواد زائد تولیدی هر آزمایشگاه با توجه به پایش انجام شده و نمره اختصاصی هر کدام، توسط هر قسمت بازبینی و کنترل شوند. هرچند مواد زائد جامد در آزمایشگاه آلودگی هوا کمترین نمره (۱۱۰) را به خود اختصاص داده است و توصیه می‌شود در مطالعات بعدی مد نظر قرار نگیرد. به طور کلی، آزمایشگاه شیمی دارای وضعیت نامطلوب‌تری نسبت به سایر آزمایشگاه‌ها است. چرا که سه آلاینده آن دارای اثرات زیست محیطی بسیار مهم است و در سایر آزمایشگاه‌ها اینگونه نیست و باید بیشتر مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد و در صورت امکان افراد شاغل در این آزمایشگاه تحت معاینات دوره‌ای قرار گیرند.

منابع

1- Hammer W. Product Safety Management and Engineering, Library of Congress Cataloging in Publication Data, 1993
2- Al Malek SA, Mohamed AMO. Environmental impact assessment of off shore oil spill on desalination plant. Desalination 2005; 185: 9-30
3- Somlyay L. Water quality management: Can we improve integration to face future problems? Water Science and Technology 1995; 31: 249-59
4- AWWA and WPCF: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20th Edition, American Public Health Association, Washington D.C, 1998
5- Harris C. handbook of Acoustical Measurements and Noise Control. 3rd Edition, McGraw Hill, New York, 1991
6- Barber A. Handbook of Noise & Vibration Control. 6th Edition, Elsevier publication: US, 1993
7- IES. Lighting Hand book - Reference & Application. 8th Edition, 1995
8- Wark K. Air Pollution ITS Orgin and Control, 3rd Edition, 1998
9- ASGIH, TLV_s and BEL_s Based on the Documentation of the Threshold limit values.2003

[Downloaded from payeshjournal.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.16807626.1387.7.2.8.4]