





دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)

دانشکده مهندسی عمران و محیط‌زیست

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی عمران - محیط‌زیست

بررسی بهترین و اقتصادی‌ترین روش‌های تصفیه فاضلاب

صنایع آبکاری به روش AHP

توسط:

محمد رضا دباغیان

اساتید راهنما:

دکتر تقی عبادی

دکتر رضا مکنون

استاد مشاور:

دکتر سید حسین هاشمی

تابستان ۱۳۸۷



دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

بسمه تعالی

تاریخ:
شماره:

فرم اطلاعات پایان نامه
کارشناسی - ارشد و دکترا

معاونت پژوهشی
فرم پروژه تحصیلات تکمیلی ۷

مشخصات دانشجو:

نام و نام خانوادگی: محمدرضا دباغیان
شماره دانشجویی: ۸۴۱۲۴۱۱۰ دانشکده: مهندسی عمران و محیط زیست رشته تحصیلی: مهندسی عمران بورسیه معادل دانشجوی آزاد

مشخصات استاد راهنما:

نام و نام خانوادگی: تقی عبادی
نام و نام خانوادگی: رضا مکنون
درجه و رتبه: دکترا - استادیار
درجه و رتبه: دکترا - استادیار

مشخصات استاد مشاور:

نام و نام خانوادگی: سید حسین هاشمی
نام و نام خانوادگی: ---
درجه و رتبه: دکترا - استادیار
درجه و رتبه: ---

عنوان پایان نامه به فارسی :

بررسی بهترین و اقتصادی ترین روشهای تصفیه فاضلاب صنایع آبکاری به روش AHP

عنوان پایان نامه به انگلیسی: Investigating Study of the best available technologies for electroplating wastewater treatment applying AHP

نوع پروژه: کارشناسی ارشد کاربرد بنیادی دکترا توسعه ای سال تحصیلی: ۱۳۸۷ نظری

تاریخ شروع: ۱۳۸۵ / ۰۱ مهرماه تاریخ خاتمه: ۳۱ / شهریورماه ۱۳۸۷ تعداد واحد: ۶ سازمان تأمین کننده اعتبار: -

واژه های کلیدی به فارسی: آبکاری، تحلیل سلسله مراتبی، فلزات سنگین، اسمز معکوس، ترسیب شیمیایی، تعویض یونی، نانو فیلتراسیون.

واژه های کلیدی به انگلیسی: Electroplating, Analytical Hierarchy Process, Heavy metals, Reverse Osmosis, Nano filtration, Ion exchange, chemical precipitation

تعداد صفحات ضمیمه ۲۸ صفحه	تعداد مراجع ۸۴ عدد	تصویر <input checked="" type="radio"/> جدول <input checked="" type="radio"/> نمودار <input checked="" type="radio"/> نقشه <input type="radio"/> واژه نامه <input type="radio"/>	تعداد صفحات ۱۱۲ صفحه	مشخصات ظاهری
<input checked="" type="radio"/> انگلیسی	<input checked="" type="radio"/> فارسی	<input type="radio"/> انگلیسی	<input checked="" type="radio"/> فارسی	زبان متن
یادداشت				

نظرها و پیشنهادهای به منظور بهبود فعالیت های پژوهشی دانشگاه

استاد:

دانشجو:

امضاء استاد راهنما: تاریخ:

سپاسگزاری

سپاس آفریدگاری را که لطف بی‌پایانش بر همه جاری و وجود مهربانش، تکیه‌گاه هر امیدواری است.

تحقیق پیش رو، حاصل از خود گذشتگی‌ها و تلاش‌های گروهی است که نه تنها در مدت حدود دو سال پژوهش، که در تمام طول زندگی نگارنده تاکنون یاریگر او بوده‌اند؛ با سپاس از خانواده‌ام به پاس حمایت‌های بی‌دریغشان. همچنین از زحمات اساتید محترم راهنما، جناب آقای دکتر تقی عبادی و جناب آقای دکتر رضا مکنون، که از ابتدای کار تا انتها، همواره همراه و همگام بوده و با منش والا و توصیه‌های بهنگام، تحمل دشواری‌ها را ساده‌تر می‌نمودند، صمیمانه قدردانی می‌کنم.

همفکری‌ها و همکاری‌های استاد محترم مشاور، جناب آقای دکتر سیدحسین هاشمی نیز در طی مدت انجام پژوهش، همواره جاری و ساری بود که بدین وسیله از الطاف بی‌دریغشان خالصانه سپاسگزاری می‌نمایم. همچنین شایسته است تا از جناب آقای دکتر سید محمدرضا علوی‌مقدم و جناب آقای دکتر منوچهر نیک‌آذر، اساتید محترم داور، به پاس نظرات گرانبهایشان جهت تکمیل کار پژوهش، قدردانی نمایم. همچنین محبت‌های دوستانه و کمک‌های برادرانه‌ی دوست عزیزم آقای مهندس سیدحسین عندلیب‌مقدم را ارج نهاده و از ایشان سپاسگزاری می‌نمایم.

غرض، نقش‌یست کز ما باز ماند

تقدیم بہ ردر و ماور اعزیز

دانشگاه صنعتی امیرکبیر
دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست

چکیده پایان نامه ارائه شده توسط: محمدرضا دباغیان
برای اخذ درجه کارشناسی ارشد در مهندسی عمران تحت عنوان:
بررسی بهترین و اقتصادی‌ترین روش‌های تصفیه فاضلاب برای صنایع آبکاری به روش AHP
اساتید راهنما: دکتر تقی عبادی، دکتر رضا مکنون
استاد مشاور: دکتر سید حسین هاشمی

چکیده:

در این تحقیق، فضای تصمیم‌گیری و تعیین پارامترهای موثر برای انتخاب مناسبترین تکنولوژی برای تصفیه فاضلاب صنایع آبکاری مورد بررسی قرار گرفت. این تحقیق در محدوده شهر تهران و برای صنایع آبکاری مستقر در این محدوده صورت گرفت. این تحقیق در سه مرحله صورت گرفت که در مرحله اول گزینه‌های موجود برای تصفیه فاضلاب صنایع آبکاری شناسایی شدند. در این بخش قابلیت تکنولوژی‌های موجود در زمینه تصفیه فاضلاب حاوی روی، کروم و نیکل (به عنوان بیشترین فلزات تشکیل دهنده در پساب صنایع آبکاری) و همچنین سابقه استفاده از این تکنولوژی‌ها برای حذف فلزات سنگین به عنوان ملاک انتخاب در نظر گرفته شد. سپس در مرحله بعدی، پارامترهای موثر بر تصمیم‌گیری با استفاده از نظرات متخصصان شناسایی و به کمک پرسشنامه وزندهی شدند. پارامترهای موثر شامل فاکتورهای ۱- اقتصادی ۲- فنی و تکنولوژیکی ۳- محیط‌زیستی و اجتماعی بودند که هر کدام به زیر شاخص‌هایی از قبیل هزینه زمین، هزینه ساخت و نصب، قابلیت دستیابی به استانداردها، اثرات مطلوب محیط‌زیستی و ... جهت وزندهی مناسب‌تر تقسیم شدند. در این مرحله پس از بررسی پرسشنامه‌ها پارامتر اقتصادی با ۰/۳۶ امتیاز با ارزش‌ترین و تاثیرگذارترین پارامتر در تصمیم‌گیری شناخته شد. در مرحله سوم به کمک AHP میان گزینه‌های مختلف برای تصفیه فاضلاب صنایع آبکاری مقایسه‌های دو به دو صورت گرفت. در این بخش چهار تکنولوژی ترسیب شیمیایی، اسمز معکوس، نانوفیلتراسیون و تعویض یونی برای دو دبی ۱ و ۵ متر مکعب در روز مورد مقایسه دو به دو قرار گرفتند که برای دبی ۱ مترمکعب در روز، تکنولوژی ترسیب شیمیایی که متداول‌ترین روش برای حذف فلزات سنگین به شمار می‌رود با امتیاز ۰/۳۳ و برای دبی ۵ مترمکعب در روز، روش اسمز معکوس با امتیاز ۰/۳۱ مطلوب‌ترین گزینه‌ها بودند. در انتها تحلیل حساسیت بر روی پارامترها و همچنین شاخص‌های مهمتر صورت گرفت که نتایج آنها نیز مورد بررسی قرار گرفت.

کلمات کلیدی

آبکاری، تحلیل سلسله مراتبی، فلزات سنگین، اسمز معکوس، ترسیب شیمیایی، تعویض یونی، نانو فیلتراسیون.

فهرست

فصل اول: مقدمه

۱	۱-۱ پیشگفتار
۲	۲-۱ اهداف تحقیق
۲	۳-۱ فرضیه تحقیق
۲	۴-۱ محدوده تحقیق
۳	۵-۱ ساختار تحقیق

فصل دوم: کلیات

۴	۱-۲ مقدمه
۱۱	۲-۲ آبکاری
۱۱	۱-۲-۲ مرحله چربی‌گیری
۱۴	۲-۲-۲ فعال‌کننده‌ها
۱۴	۳-۲-۲ مرحله اسیدشویی
۱۵	۴-۲-۲ مرحله آبکاری
۱۵	۵-۲-۲ مرحله شستشو
۱۶	۳-۲ روش‌های تصفیه فاضلاب و کاهش آلودگی
۱۶	۱-۳-۲ تصفیه مکانیکی یا فیزیکی
۱۸	۲-۳-۲ تصفیه شیمیایی
۲۴	۳-۳-۲ تصفیه بیولوژیکی
۲۶	۴-۳-۲ روش‌های جلوگیری از تولید آلودگی

۳۰	۴-۲ تصمیم گیری به کمک فرآیند تحلیل سلسله مراتبی
۳۱	۱-۴-۲ چگونگی ساخت یک سلسله مراتب
۳۲	۲-۴-۲ گامهای فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP
۳۵	۳-۴-۲ فرآیند تحلیل سلسله مراتب گروهی
۳۵	۵-۲ مطالعات صورت گرفته

فصل سوم: مواد و روش ها

۳۹	۱-۳ مقدمه
۴۰	۲-۳ روش تحقیق
۴۰	۳-۳ متغیرهای پژوهش و روش گردآوری آنها
۴۱	۴-۳ ابزار گردآوری اطلاعات
۴۱	۵-۳ برنامه کار
۴۲	۶-۳ وسایل مورد نیاز
۴۲	۱-۶-۳ پرسشنامه
۴۴	۲-۶-۳ نرم افزار مورد استفاده
۴۵	۷-۳ تعیین فضای نمونه گیری
۴۵	۱-۷-۳ قابلیت اعتماد برآوردها
۴۶	۲-۷-۳ اندازه نمونه
۴۷	۸-۳ روش تحلیل به صورت تحلیل سلسله مراتبی AHP
۴۷	۱-۸-۳ ساخت سلسله مراتب
۴۷	۲-۸-۳ تعیین سازگاری سلسله مراتب
۴۸	۳-۸-۳ تکنیک بردار ویژه
۵۱	۹-۳ سیکل های مختلف در تحلیل به روش AHP

۵۱ ۱۰-۳ تحلیل حساسیت

فصل چهارم: نتایج

۵۳ ۱-۴ مقدمه

۵۳ ۲-۴ نتایج حاصل از پرسشنامه

۶۶ ۳-۴ نتایج مقایسات زوجی

۶۸ ۴-۴ تحلیل حساسیت

۶۸ ۱-۴-۴ تحلیل حساسیت پارامترها

۷۱ ۲-۴-۴ تحلیل حساسیت شاخص‌های تاثیرگذار

فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات

۷۶ ۱-۵ نتیجه‌گیری

۷۸ ۲-۵ پیشنهادات

۷۹ مراجع

۸۵ پیوستها

فهرست جدولها

- ۶ جدول ۱-۲: اثرات برخی از فلزات سنگین
- ۷ جدول ۲-۲: استاندارد سازمان محیط زیست برای فاضلابهای صنعتی جهت تخلیه به منابع مختلف پذیرنده
- ۲۲ جدول ۲-۳: واکنشهای اصلی در انواع فرآیندهای الکتروشیمیایی
- ۳۳ جدول ۲-۴: نحوه مقایسه و میزان اهمیت آنها در روش AHP
- ۵۰ جدول ۳-۱: شاخص تصادفی ساعتی (RI)
- ۶۴ جدول ۴-۱: اوزان پارامترها و شاخصها پس از استفاده از نظرات کارشناسان

فهرست شکل‌ها

- شکل ۲-۱: انواع فرآیندهای تصفیه فاضلاب ۲۶
- شکل ۴-۱: نتایج حاصل از وزن‌دهی به پارامتر اقتصادی ۵۴
- شکل ۴-۲: نتایج حاصل از وزن‌دهی به پارامتر فنی و تکنولوژیکی ۵۴
- شکل ۴-۳: نتایج حاصل از وزن‌دهی به پارامتر زیست‌محیطی ۵۵
- شکل ۴-۴: نتایج حاصل از وزن‌دهی به شاخص وسعت زمین مورد نیاز ۵۶
- شکل ۴-۵: نتایج حاصل از وزن‌دهی به شاخص هزینه ساخت و نصب تکنولوژی ۵۶
- شکل ۴-۶: نتایج حاصل از وزن‌دهی به شاخص هزینه راهبری سیستم ۵۷
- شکل ۴-۷: نتایج حاصل از وزن‌دهی به شاخص هزینه تعمیر و نگهداری ۵۷
- شکل ۴-۸: نتایج حاصل از وزن‌دهی به شاخص هزینه دفع نهایی پسماند ۵۸
- شکل ۴-۹: نتایج حاصل از وزن‌دهی به شاخص بومی بودن تکنولوژی ۵۸
- شکل ۴-۱۰: نتایج حاصل از وزن‌دهی به شاخص سادگی راهبری سیستم ۵۹
- شکل ۴-۱۱: نتایج حاصل از وزن‌دهی به شاخص انعطاف‌پذیری سیستم ۵۹
- شکل ۴-۱۲: نتایج حاصل از وزن‌دهی به شاخص دستیابی به استانداردها ۶۰
- شکل ۴-۱۳: نتایج حاصل از وزن‌دهی به شاخص سادگی فناوری سیستم ۶۰
- شکل ۴-۱۴: نتایج حاصل از وزن‌دهی به شاخص کاهش تولید پسماند ۶۱
- شکل ۴-۱۵: نتایج حاصل از وزن‌دهی به شاخص اثرات مثبت اجتماعی سیستم ۶۱
- شکل ۴-۱۶: نتایج حاصل از وزن‌دهی به شاخص اشتغالزایی سیستم ۶۲
- شکل ۴-۱۷: نتایج حاصل از وزن‌دهی به شاخص سلامت کاری هنگام استفاده از تکنولوژی ۶۲
- شکل ۴-۱۸: وزن نرمال عوامل موثر در تصمیم‌گیری ۶۳
- شکل ۴-۱۹: هدف، معیار و زیر معیار در نمودار درختی مقایسات زوجی ۶۵

- شکل ۴-۲۰: نتایج حاصل از مقایسات زوجی برای پساب ۱ متر مکعب در روز
۶۶
- شکل ۴-۲۱: نتایج حاصل از مقایسات زوجی برای پساب ۵ متر مکعب در روز
۶۷
- شکل ۴-۲۲: تحلیل حساسیت در مقابل پارامتر اقتصادی
۶۹
- شکل ۴-۲۳: تحلیل حساسیت در مقابل پارامتر فنی و تکنولوژیکی
۷۰
- شکل ۴-۲۴: تحلیل حساسیت در مقابل پارامتر زیست محیطی و اجتماعی
۷۱
- شکل ۴-۲۵: تحلیل حساسیت شاخصهای مختلف
۷۲

فصل اول

مقدمه

۱-۱- پیشگفتار

دسترسی مداوم و آسان به آب شرب سالم از جمله شاخص های توسعه یافتگی و رفاه در هر جامعه است. این امر در جوامع توسعه یافته بالای ۹۹٪ است. ولی متأسفانه در برخی از کشورهای در حال توسعه، به علت وجود منابع آلاینده آمارها حاکی از کمبود شدید دسترسی مداوم به منابع آب سالم و بهداشتی برای عموم مردم می باشد. آلاینده های شیمیایی که یا به طور طبیعی و یا به واسطه فعالیت بشر وارد آب می شوند از جمله مهمترین آلاینده های منابع آب به شمار می آیند.

با رشد سریع و رو به گسترش فعالیتهای صنعتی در سراسر جهان، آلودگی های ناشی از فلزات سنگین به یک پدیده مهم و جدی تبدیل شده است. آلودگی های مربوط به فلزات سنگین از طریق صنایع و فعالیتهای صنعتی متعددی مانند صنایع آبکاری فلزات، نساجی، چرم، دباغی، رنگ، ذوب و استخراج فلزات، ساخت تجهیزات الکتریکی، آلیاژها، باتری، سرامیک و شیشه در مقیاس کوچک و بزرگ ناشی می شوند. فلزات سنگین به دلیل تجمع در بدن انسانها و موجودات زنده مشخصاً خطرناک می باشند. این مواد به وسیله زنجیره غذایی تغلیظ شده و از این طریق خطر مهمی برای ارگانیزم های موجود در بالای زنجیره به شمار می روند. ورود این مواد به بدن انسان و یا حیوان می تواند به

صورت اثرات سریع مثل مرگ و میر ناگهانی در عرض کوتاه مدت و یا خطرات و آسیب‌های مختلف یا ضایعات ژنتیکی بلند مدت بروز نماید. یکی از صنایعی که با توجه به حجم نه چندان بالای پساب سلامتی محیط‌زیست را به شدت تهدید می‌کند صنعت آبکاری می‌باشد. این صنعت با توجه به پراکندگی و وجود کارگاه‌های مختلف آن در سطح شهر و عدم تصفیه پساب آن در اکثر کارگاه‌های موجود در مناطق شهری آلودگی بسیار زیادی ایجاد می‌کند. هر چند در مورد روشهای تصفیه فلزات سنگین در ایران مطالعات زیاد و مناسبی صورت گرفته است، اما نحوه انتخاب تکنولوژی و چالش‌های موجود در انتخاب آن زمینه‌های انجام تحقیق حاضر را رقم زد.

۲-۱- اهداف تحقیق

هدف اصلی در این تحقیق دستیابی و انتخاب روشی مناسب برای تصفیه فاضلاب صنایع آبکاری است به گونه‌ای که کمترین اثرات مخرب زیست‌محیطی را به همراه قابلیت اجرا از لحاظ فنی و اقتصادی را داشته باشد.

۳-۱- فرضیه تحقیق

در این تحقیق فرض می‌شود که فرآیند انتخاب تکنولوژی برای تصفیه فاضلاب صنایع آبکاری، قابلیت بهینه‌سازی دارد و می‌توان با توجه به جنبه‌های اقتصادی و فنی به همراه مسائل زیست‌محیطی دست به انتخاب زد.

۴-۱- محدوده تحقیق

این تحقیق در محدوده استان تهران انجام گرفته و مطالعات و نظرسنجی‌ها در مورد آبکاری‌های موجود در این منطقه صورت پذیرفته است. همچنین تکنولوژی‌هایی در این تحقیق مورد مقایسه قرار گرفته‌اند که قابلیت تصفیه سه فلز سنگین کروم، نیکل و روی که پر کاربردترین فلزات در این صنعت هستند را داشته باشند. به علاوه به دلیل اینکه

اغلب آبکاری‌های موجود، پسابی در حدود ۱ تا ۵ متر مکعب در روز تولید می‌کنند و اکثراً فاقد سیستم تصفیه نیز می‌باشند، لذا مقایسه‌ها با توجه به این حجم صورت گرفته است.

۱-۵- ساختار تحقیق

- تحقیق حاضر شامل پنج فصل می‌باشد که در این قسمت شرح مختصری در ارتباط با هر فصل ارائه می‌گردد.
- فصل اول شامل معرفی موضوع مورد مطالعه، اهداف تحقیق، روش نیل به این اهداف و ساختار گزارش تحقیق می‌باشد. به بیان دیگر، در این بخش، اطلاعات کلی در ارتباط با این تحقیق، در اختیار مطالعه کننده قرار می‌گیرد.
 - فصل دوم به کلیاتی در ارتباط با آبکاری فلزات، تکنولوژی‌های موجود برای تصفیه فلزات سنگین، نحوه استفاده از نظرات گروه‌های مختلف موثر در فرآیند انتخاب تکنولوژی تصفیه فاضلاب آبکاری‌ها و روشهای مختلف تصمیم‌گیری پرداخته است. در این فصل حضور فلزات سنگین در محیط زیست و اثرات آنها بر سلامتی انسان مورد بررسی قرار گرفته است. علاوه بر آن به استانداردهای فلزات سنگین در آب آشامیدنی و استانداردهای نشر مربوط به تخلیه فاضلابهای صنعتی به منابع آب و روشهای کاهش آلودگی در این صنعت نیز پرداخته شده است.
 - در فصل سوم، روش تحقیق ارائه می‌گردد. در این بخش ابتدا به متغیرهای موجود در تحقیق می‌پردازد، در ادامه بر روش گردآوری اطلاعات و در آخر نیز به روش تصمیم‌گیری و مراحل مختلف آن پرداخته می‌شود.
 - فصل چهارم شامل ارائه نتایج حاصل از تحقیق در دو حالت تصمیم‌گیری (۱ و ۵ مترمکعب پساب خروجی برای واحدهای مختلف می‌باشد. در این بخش، نتایج حاصل از نظرات متخصصان در مورد شاخص‌های مختلف نیز ارائه می‌شود. سپس نتایج حاصل از مقایسات زوجی و تحلیل حساسیت پارامترهای مختلف بررسی می‌شود.
 - فصل پنجم در بردارنده نتیجه‌گیری از تحقیق انجام شده و پیشنهادهای ارائه شده، جهت تحقیقات آتی می‌باشد.

فصل دوم

کلیات

۲-۱- مقدمه

توسعه اقتصادی و صنعتی، رشد جمعیت و بالا رفتن سطح رفاه عمومی و افزایش مصرف آب در بخشهای مختلف شهری، صنعتی و کشاورزی، استفاده بی رویه از آب، افت کیفی آنها و نابودی محیط زیست را سبب شده است [۱]. تمامی این مسائل در شرایطی که منابع تجدید ناپذیر آب در جهان محدود می‌باشد، مدیریت منابع آب را روز به روز پیچیده‌تر کرده است. نیاز به تحقیق در جنبه‌های مختلف، زمانی بیشتر اهمیت می‌یابد که کشور ایران با متوسط بارندگی ۲۵۰ میلیمتر در سال و دارا بودن ۱/۱ درصد از خشکیهای جهان، تنها به ۰/۳۴ درصد آبهای موجود در خشکیهای جهان دسترسی دارد. این میزان، حدود یک چهارم بارندگی متوسط سطح زمین و یک سوم ارتفاع متوسط بارندگی در سطح خشکیها است. پیش‌بینی می‌شود سرانه آب در کشور تا سال ۱۴۰۴ شمسی (۲۰۲۵ میلادی) به ۸۱۴ متر مکعب در سال برسد که بسیار پایین‌تر از مرز بحرانی آبی (۱۰۰۰ متر مکعب) خواهد بود [۲]. کاهش سرانه منابع آب تجدید شونده، گسترش آلودگی منابع آب، برداشت بی رویه از سفره‌های آب زیرزمینی، تشدید بحران کمبود آب در دشتهای کشور، تراکم طرح‌های در دستور اجرا و تشدید بحران‌های اجتماعی و منازعات بر سر آب، از جمله مهمترین چالش‌های فراروی مدیریت منابع آب کشور است که اگر همه اجزای آن به خوبی و به

طور همه جانبه و متوازن برنامه‌ریزی و مدیریت نشوند، منشأ منازعات و چالش‌های بسیاری در دهه آینده خواهند گردید. همچنین با رشد سریع و رو به پیشرفت فعالیتهای صنعتی در سراسر جهان، آلودگی‌های ناشی از فلزات سنگین به یک پدیده مهم و جدی تبدیل شده است. شاید بتوان گفت که این دسته از آلاینده‌های ناشی از صنایع، جزء سمی ترین مواد آلوده کننده محیط زیست می‌باشند. فلزات سنگین در زمره موادی هستند که تخلیه مقادیر کم آنها در محیط، منجر به ایجاد اثرات سوء شدیدی بر اکوسیستم حیاتی می‌گردد [۳ و ۴]. تمامی فلزات سنگین، بسیار سمی و بازگشت ناپذیر به محیط زیست می‌باشند [۵]. این فلزات به علت حلالیت در آب، آلودگی منابع آب سطحی و زیرزمینی و نهایتاً خاک را سبب می‌شوند [۶]. مکانیزم اثر سمیت فلزات سنگین، ناشی از تمایل شدید کاتیون‌های این فلزات به گوگرد و بدین طریق مختل کردن فعالیت آنزیم‌های حیاتی در موجودات زنده می‌باشد [۷ و ۸]. فلزات سنگین با توجه به خاصیت تجمعی و توانایی ورود به زنجیره غذایی، تدریجاً خود را به رأس هرم رسانده و مخاطرات زیست محیطی مختلفی را سبب می‌شوند [۹].

جدول ۲-۱: اثرات برخی از فلزات سنگین [۱۰]

غلظت مجاز در آب آشامیدنی بر حسب (mg/lit)	اثرات	فلزات سنگین
۰/۰۱	آسیب معده‌ای، روده‌ای و قلبی- اختلالات عروقی- سرطان پوست و ریه- اسهال- بی‌اشتهایی	آرسنیک
۰/۰۰۳	نقصان عملکرد کلیوی- تجمع در بافت‌ها- استخوان درد	کادمیوم
۰/۰۵	آسیب کبدی و کلیوی- خونریزی داخلی و اختلال تنفسی- بیماری‌های پوستی و سرطان ریه	کروم شش ظرفیتی
۰/۰۱	اختلال در سنتز گلبول‌های قرمز- کم خونی- آسیب کلیوی و اختلال در سیستم تولید مثل- اختلال در متابولیسم ویتامین D- تجمع در بافت‌ها- افزایش فشار خون- اختلال در رشد جسمی	سرب
۰/۰۰۱	تأثیر مخرب بر روی کلیه- تأثیر بر روی اعصاب مرکزی	جیوه
۰/۰۲	کاهش وزن بدن- تغییرات خونی و آنزیمی- تغییر در میزان آهن بدن- سرطان ریه	نیکل
۰/۰۱	بیماری‌های پوستی- ریزش مو- ناخن‌های غیر طبیعی و اختلالات روانی- سرطان‌زایی	سلنیم
۰/۰۵	آرژریا (تغییر رنگ آبی متمایل به خاکستری پوست و اندام‌ها)	نقره
۳	ضعف عضلانی و درد- تحریک‌پذیری- تهوع	روی
۲	آسیب معده‌ای و روده‌ای- آسیب کبدی و کلیوی و کم خونی	مس

با توجه به اثرات زیان آور تخلیه پسابهای حاوی فلزات سنگین به محیط‌زیست و موجودات زنده آن، استانداردهای خروجی فاضلاب‌ها نیز از طرف سازمان حفاظت محیط زیست، جهت تخلیه فاضلاب‌های صنعتی به منابع مختلف، ارائه شده است.

جدول ۲-۲: استاندارد سازمان محیط‌زیست برای فاضلاب‌های صنعتی جهت تخلیه به منابع مختلف

پذیرنده [۱۱]

شماره	مواد آلوده‌کننده	تخلیه به آبهای سطحی (mg/lit)	تخلیه به چاه جاذب (mg/lit)	مصارف کشاورزی و آبیاری (mg/lit)
۱	آلومینیوم	۵	۵	۵
۲	باریم	۵	۱	۱
۳	بریلیوم	۰/۱	۱	۰/۵
۴	بور	۲	۱	۱
۵	کادمیوم	۰/۲	۰/۲	۰/۲
۶	کلسیم	۷۵	-	-
۷	کروم شش ظرفیتی	۰/۵	۱	۱
۸	کروم سه ظرفیتی	۲	۲	۲
۹	کبالت	۱	۱	۰/۰/۵
۱۰	مس	۱	۱	۰/۲
۱۱	لیتیم	۲/۵	۲/۵	۲/۵
۱۲	منیزیم	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
۱۳	منگنز	۱	۱	۱
۱۴	جیوه	آثار	آثار	آثار
۱۵	مولیبدن	۰/۰/۱	۰/۰/۱	۰/۰/۱
۱۶	نیکل	۲	۲	۲
۱۷	آهن	۳	۳	۳
۱۸	سرب	۱	۱	۱
۱۹	سلنیم	۱	۰/۱	۰/۱
۲۰	نقره	۱	۰/۱	۰/۱
۲۱	روی	۲	۲	۲
۲۲	وانادیم	۰/۱	۰/۱	۰/۱
۲۳	مواد رادیواکتیو	۰	۰	۰
۲۴	آرسنیک	۰/۱	۰/۱	۰/۱
۲۵	کلر آزاد	۱	۱	۰/۲
۲۶	کلراید	۶۰ (تبصره ۱)	۶۰۰ (تبصره ۶)	۶۰۰
۲۷	فلوراید	۲/۵	۲	۲
۲۸	فسفات (بر حسب فسفر)	۱	۲	-
۲۹	سیانور	۰/۵	۱	۰/۱

ادامه جدول ۲-۲

شماره	مواد آلوده کننده	تخلیه به آبهای سطحی (mg/lit)	تخلیه به چاه جاذب (mg/lit)	مصارف کشاورزی و آبیاری (mg/lit)
۳۰	فنل	۱	آثار	۱
۳۱	فرمالدئید	۱	۱	۱
۳۲	نیتروژن آمونیم بر حسب	۲/۵	۱	-
۳۳	نیتروژن نیتريت بر حسب	۱۰	۱۰	-
۳۴	نیتروژن نترات بر حسب	۵۰	۱۰	-
۳۵	سولفات‌ها	۴۰۰ (تبصره ۲)	۴۰۰ (تبصره ۶)	۵۰۰
۳۶	سولفیت‌ها	۱	۱	۱
۳۷	مجموع مواد معلق جامد	۴۰ (لحظه‌ای)	-	۱۰۰
۳۸	مواد قابل ته‌نشینی	۰	-	-
۳۹	سولفید	۳	۳	۳
۴۰	مجموع مواد محلول	(تبصره ۳)	(تبصره ۶)	-
۴۱	چربی و روغن	۱۰	۱۰	۱۰
۴۲	بی. او. دی	۵۰ (تبصره ۴)	۵۰ (تبصره ۴)	۱۰۰ (تبصره ۴)
۴۳	سی. او. دی	۱۰۰ (تبصره ۴)	۱۰۰ (تبصره ۴)	۱۰۰ (تبصره ۴)
۴۴	اکسیژن	۲	-	۲
۴۵	دترجنت	۱/۵	۰/۵	۰/۵
۴۶	کدورت	۵۰	-	۵۰
۴۷	رنگ	۷۵ واحد رنگ	۷۵ واحد رنگ	۷۵ واحد رنگ
۴۸	درجه حرارت	تبصره ۵	-	-
۴۹	اسیدیته	۸/۵-۶/۵	۵-۹	۸/۵-۶/۵
۵۰	کلیفرم مدفوعی	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰

× مقادیر اعلام شده مربوط به میانگین مقدار روزانه می‌باشد.

تبصره ۱: مقدار آن در صورت ورود به آب شیرین نباید از ۶۰۰ تجاوز کند و با کلراید بیش از ۶۰۰ نباید بیش از ۱۰ درصد کلراید آب پذیرنده را به شعاع ۲۰۰ متری افزایش دهد.

تبصره ۲: نباید بیش از ۱۰ درصد سولفات آب پذیرنده را به شعاع ۲۰۰ متری افزایش دهد.

تبصره ۳: نباید بیش از ۱۰ درصد مواد محلول آب پذیرنده را به شعاع ۲۰۰ متری افزایش دهد.

تبصره ۴: کاهش COD و BOD خروجی نسبت به نمونه مرکب ۲۴ ساعته ورودی نباید از ۹۰ درصد کمتر باشد.

تبصره ۵: درجه حرارت باید به میزانی باشد که بیش از ۳ درجه سانتیگراد به شعاع ۲۰۰ متر از محل ورود آن درجه حرارت آب پذیرنده را افزایش و یا کاهش ندهد.

تبصره ۶: نباید بیش از ۱۰ درصد آب مصرفی باشد.