

بررسی کمی و کیفی فاضلاب صنایع شیمیایی و الکترونیک تهران بزرگ

دکتر امیرحسین محوی^۱ حسن ایزانلو^۲ دکتر علیرضا مصداقی‌نیا^۳ دکتر سیمین ناصری^۳ مصطفی حسینی^۴
^۱ استادیار، گروه مهندسی بهداشت محیط^۲ دانشجوی PhD گروه مهندسی بهداشت محیط^۳ استاد گروه مهندسی بهداشت محیط^۴ استادیار گروه اپیدمیولوژی و آمار
دانشگاه علوم پزشکی تهران

مجله پزشکی هرمزگان سال هشتم شماره سوم پاییز ۸۳ صفحات ۱۵۱ تا ۱۵۶

چکیده

مقدمه: این مطالعه با هدف اساسی ارزیابی کمی و کیفی فاضلاب صنایع شیمیایی و الکترونیک تهران بزرگ در دو مرحله: (۱) ارزیابی کمی مصرف آب در صنایع شیمیایی و الکترونیک (۲) ارزیابی کمی و کیفی فاضلاب این صنایع به انجام رسید.

روش کار: در محدوده تهران بزرگ، ۵۹ واحد صنعتی شیمیایی و الکترونیک با پرسنل بالای ۵۰ نفر وجود دارد که این تعداد از صنایع بعنوان جامعه آماری در نظر گرفته شد. از این جامعه ۱۸ واحد صنعتی بعنوان نمونه بطور تصادفی انتخاب گردید. به منظور ارزیابی کمی فاضلاب صنایع شیمیایی و الکترونیک، میزان مصرف آب و تولید فاضلاب بعنوان معیار کمی در نظر گرفته شد و به منظور ارزیابی کیفی فاضلاب این صنایع، مقدار اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی پنج روزه و مقدار جامدات معلق بعنوان معیار کیفی در نظر گرفته شدند.

نتایج: نتایج بررسی نشان داد که از میان صنایع واقع در محدوده تهران، صنعت پلاستیک با مصرف ۴۰/۳٪ از کل مصارف آب و تولید ۳۱/۶٪ از کل فاضلاب تولید شده، بزرگترین مصرف کننده آب و تولیدکننده فاضلاب و صنعت الکترونیک نیز با مصرف ۳٪ از کل آب مصرف شده و تولد ۲/۴٪ از کل فاضلاب تولید شده، کوچکترین مصرف کننده آب و تولید کننده فاضلاب بوده‌اند. همچنین از میان این صنایع صنعت تولید مواد شوینده و پاک کننده با تولید ۴۴٪ از کل بار آلودگی اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی پنج روزه و ۴۱٪ از کل بار آلودگی جامدات معلق بیشترین سهم را در تولید بار آلودگی به خود اختصاص داده است. اما صنعت الکترونیک با تولید ۰/۵٪ از کل بار آلودگی اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی پنج روزه و صنعت باتری سازی با تولید ۱٪ از کل بار آلودگی جامدات معلق کمترین سهم را در تولید بار آلودگی به خود اختصاص داده‌اند.

نتیجه‌گیری: بر اساس این نتایج، مجموعه این صنایع حجم عظیمی از فاضلاب را با بار آلودگی بالا به محیط تخلیه می‌کنند که پتانسیل استفاده مجدد دارد. همجواری مزارع کشاورزی با مناطق تمرکز صنایع شیمیایی و الکترونیک زمینه استفاده مجدد از فاضلاب این صنایع را هموار ساخته است. یکی از راه‌حل‌های این مشکل زیست محیطی استفاده از فاضلاب این صنایع پس از تصفیه لازم در بخش کشاورزی می‌باشد.

کلیدواژه‌ها: فاضلاب - فاضلاب صنعتی - صنایع شیمیایی و الکترونیک - تهران

نویسنده مسئول:
دکتر امیرحسین محوی
گروه مهندسی بهداشت محیط
دانشکده بهداشت - دانشگاه
علوم پزشکی تهران
تهران - ایران
تلفن: ۸۹۵۴۹۱۴ ۲۱ ۹۸+
فاکس: ۸۹۵۰۱۸۸ ۲۱ ۹۸+

مقدمه:

جنبه‌های زیست محیطی حائز هیچ اهمیتی نبود (۱) و اکنون نیز صناعی که از مدیریت ضعیفی برخوردار هستند به واسطه آلوده نمودن خاک، آب و هوا موجب زوال منابع زیست محیطی می‌گردند (۲). از این رو

زمانی که انقلاب صنعتی در دهه ۱۸۵۰ شروع شد مهندسان و طراحان ابتداً به فکر اجرا، کیفیت و حداکثر تولید بودند و هدف اصلی‌شان تولید بیشتر بود و

سرب وارد فاضلاب شده و آب مصرفی از ۱۱ تا ۷۷ گالن به ازای هر باطری بوده است (۱۲). با توجه به تمرکز صنایع بزرگ در شهر تهران و نظر به اینکه بخش قابل توجهی از این صنایع، صنایع شیمیایی و الکترونیک می‌باشند، مطالعه حاضر به بررسی کمیت و کیفیت فاضلاب صنایع شیمیایی و الکترونیک تهران بزرگ می‌پردازد که بی‌شک سهم قابل توجهی را در آلودگی آب و خاک دارد.

روش کار:

این تحقیق به مدت یک سال در دو بخش به ترتیب در زمینه میزان مصرف آب و کمیت و کیفیت فاضلاب تولیدی در صنایع شیمیایی و الکترونیک تهران بزرگ انجام گرفت. صنایع شیمیایی و الکترونیک در تهران بخش بزرگی از کل صنایع موجود در این شهر را تشکیل می‌دهند. مقدار فاضلاب صنایع، که فاضلاب صنایع شیمیایی و الکترونیک نیز بخشی از آن می‌باشد، ارتباط مستقیمی با بزرگی صنعت دارد. بنابراین از جمله معیارهای مهم در انتخاب صنایع نمونه، بزرگی صنعت (تعداد کارگران) به همراه کل آب مصرفی و فاضلاب تولیدی بود. معیار دیگر در انتخاب نمونه، نوع صنعت بود بدین ترتیب که سعی شد از هر صنعت حداقل یک مورد (با توجه به فراوانی و اهمیت صنعت) انتخاب و مطالعه شود. برای انتخاب نمونه‌ها، صنایع شیمیایی و الکترونیک به ۸ گروه صنعتی تقسیم شدند: ۱- صنایع تولید مواد پاک‌کننده و شوینده، ۲- صنایع باطری، ۳- صنایع نفت، ۴- صنایع لاستیک، ۵- صنایع پلاستیک، ۶- صنایع رنگ، ۷- صنایع الکترونیک و ۸- صنایع شیمیایی متفرقه. در محدوده تهران ۵۹ واحد صنعتی شیمیایی و الکترونیک با پرسنل بیش از ۵۰ نفر وجود دارد که جامعه آماری این مطالعه را تشکیل می‌داد. اندازه نمونه لازم برای این بررسی با استفاده از

فرمول
$$n = \left[\frac{Z_{1-\alpha/2} S}{d} \right]^2$$
 محاسبه گردید و برای جمعیت

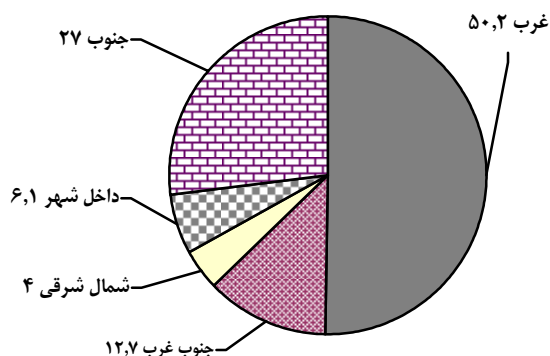
متناهی (تعداد ۵۹ واحد صنعتی) تصحیح شد. از مطالعات قبلی میانگین بار آلودگی BOD در حدود (SD=۳۰۰۰ kg/d) ۴۰۰۰

فاضلابهای صنعتی یکی از مسائل زیست محیطی در جوامع انسانی می‌باشند (۳).

تقریباً در تمام صنایع آب یک عامل مهم به حساب می‌آید و چون منابع‌اش محدود است بایستی در استفاده و یا بازیابی آن تلاش و دقت لازم صورت پذیرد. مصرف آب در صنعت از دو نظر بسیار حائز اهمیت می‌باشد: (۱) نیاز صنایع به آب با گذشت زمان در حال افزایش است. (۲) پساب آلوده این واحدها منابع آب و خاک را به شدت تهدید می‌کند (۴).

هر روزه میلیون‌ها لیتر فاضلاب از طریق کارخانه‌ها و مراکز صنعتی جهان وارد رودخانه‌ها، دریاها و منابع خاک می‌گردد و محیط زندگی انسان و دیگر موجودات زنده اعم از گیاهان و جانوران را آلوده می‌سازد (۵). بطور کلی کیفیت فاضلابهای صنعتی با توجه به نوع فرآورده‌های تولیدی هر صنعت متفاوت است (۶، ۷). در فاضلاب صنایع شیمیایی و الکترونیک مواد شیمیایی مختلفی از قبیل فنل‌ها، بنزین، تولوئن، هیدروکربن‌های دیگر و فلزات سنگین مختلف وجود دارد که بسیاری از آنها پتانسیل سرطانزایی دارند (۸). بعنوان مثال واحدهای تولید مواد پاک‌کننده و شوینده از حجم نسبتاً زیاد فاضلاب (در حدود $200 \text{ m}^3/\text{ton}$) برخوردار هستند که ویژگیهای کلی فاضلاب این واحدها را می‌توان قلیائیت بالا، اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی پنج روزه (5-day Biochemical Oxygen Demand (BOD₅)) و اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (Chemical Oxygen Demand (COD)) زیاد، وجود ترکیبات صابونی، سورفاکتانت‌ها، جامدات معلق (Suspended Solids (SS))، روغن (Oil) و تغییرات شدید pH ذکر نمود (۷، ۹، ۱۰). وجود مواد شیمیایی مانند سولفید هیدروژن و رنگهای سولفیدی و گوگردی در فاضلاب صنعت رنگ کاهش سریع اکسیژن محلول (Dissolved Oxygen (DO)) منابع آب را در پی دارد که در نهایت زندگی موجودات آبی را به خطر می‌اندازد (۱۱). در یک بررسی که از هشت واحد باطری‌سازی در امریکا صورت گرفته است به ازای هر باطری که ساخته می‌شود بین ۴۵۱ mg تا ۶۸۱۰ mg

صنعت شیمیایی و الکترونیک را ارائه می‌دهد. برای محاسبه فاکتور مصرف آب در هر گروه از صنایع شیمیایی و الکترونیک، مقدار مصرف آب در کارخانه‌های بررسی شده در یک دوره فعالیت یک ساله بر ظرفیت تولید آنها تقسیم شد تا فاکتور مصرف آب بر حسب مترمکعب آب به ازای هر تن محصول بدست آید.



نمودار ۱ - توزیع فاضلاب در صنایع شیمیایی و الکترونیک تهران بزرگ به تفکیک مناطق مختلف

چنانکه نتایج جدول (۱) نشان می‌دهد از میزان ۷۵۷،۵۶۹،۵۶۹ متر مکعب کل مصرف آب در صنایع شیمیایی و الکترونیک در سال ۱۳۷۷، ۴۰/۳٪ از کل مصرف مربوط به صنعت پلاستیک بوده که بیشترین مصرف آب را از آن خود ساخته است. همچنین معادل ۳٪ کل مصرف به صنعت الکترونیک تعلق دارد که کمترین مصرف آب را دارد.

جدول شماره ۱ - فاکتور مصرف آب و توزیع مصرف آب در صنایع شیمیایی و الکترونیک شهر تهران بر اساس نوع صنعت

نوع صنعت	فاکتور مصرف آب (m ³ /Ton)	میزان مصرف آب (m ³ /year)
تولید مواد شوینده و پاک کننده	۱۱/۸۹	۴۰۲۹۱۴۷ (٪۹/۳)
پلاستیک‌سازی	۳۳۷/۷۱	۱۷۵۳۶۵۰۲ (٪۴۰/۳)
رنگ‌سازی	۴۷	۱۴۳۴۳۰۰ (٪۳/۳)
الکترونیک	۱/۶۶	۱۴۳۴۳۰۰ (٪۳)
پالایش نفت	۱/۹۵	۸۱۸۶۵۰۰ (٪۱۸/۸)
لاستیک‌سازی	۱۰۴/۷۷	۶۵۹۵۴۱۹ (٪۱۵/۸)
باتری‌سازی	۰/۷۵	۲۷۸۶۵۴۰ (٪۶/۲)
تولید مواد شیمیایی متفرقه	۱۳/۱۱	۱۷۰۸۱۶۹ (٪۳/۹)
مجموع صنایع	—	۴۳۵۶۹۷۵۷ (٪۱۰۰)

گزارش گردیده است (۱۳) که با در نظر گرفتن دقت ۱۰۰۰ kg/d(d) و اطمینان ۹۵٪، اندازه نمونه لازم پس از تصحیح برای جمعیت متناهی ۵۹ واحد صنعتی تحت بررسی، ۱۸ بدست آمد. این ۱۸ واحد نمونه متناسب با تعداد واحدهای صنعتی موجود در ۸ گروه صنعت ذکر شده در بالا به صورت تصادفی در هر گروه صنعتی انتخاب گردیدند.

به منظور ثبت اطلاعات و داده‌ها پرسشنامه‌ای با سه بخش (۱) مشخصات عمومی صنعت، (۲) مواد مصرفی و تولیدی صنعت و (۳) مشخصات اختصاص واحد صنعتی (شامل میزان آب مصرفی، نقاط مصرف آب و تولید فاضلاب، میزان فاضلاب و مشخصات کیفی فاضلاب) تهیه گردید. قسمت اول و دوم پرسشنامه به روش مصاحبه و مشاهده تکمیل شد.

پس از هماهنگی‌های لازم با صنایع ابتدا نقشه‌ای از فاضلاب‌روها (در صورت امکان) تهیه شد. سپس با نمونه‌برداری از محل‌های مناسب و آنالیز نمونه‌ها در آزمایشگاه گروه مهندسی بهداشت محیط دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران، مشخص کردن دیاگرام بیلان مواد و اندازه‌گیری میزان جریان فاضلاب، قسمت سوم پرسشنامه نیز تکمیل گردید.

نتایج:

در طول دوره تحقیق از فاضلاب هر یک از ۱۸ واحد صنعتی منتخب بطور متوسط پنج بار نمونه‌برداری صورت گرفت و این نمونه‌ها در آزمایشگاه گروه مهندسی بهداشت محیط دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران بر اساس آخرین دستورالعمل‌های مرجع (۱۴). برای اندازه‌گیری BOD₅ و SS استفاده گردید. دبی (Discharge) فاضلاب کارخانه‌ها نیز در محل اندازه‌گیری می‌شد.

نمودار (۱) توزیع صنایع شیمیایی و الکترونیک را در تهران نشان می‌دهد. این نمودار نشان می‌دهد که توزیع این صنایع به گونه‌ای ناموزون می‌باشد و تمرکز عمده آنها در منطقه غرب یعنی محدوده جاده‌های مخصوص و قدیم کرج می‌باشد. جدول (۱) فاکتور مصرف آب ۸ نوع

نشان می‌دهد. مشاهده می‌گردد که بیش از نیمی از مقدار فاضلابی که از این صنایع تولید می‌کنند در منطقه غرب یعنی محدوده جاده‌های مخصوص و قدیم کرج به محیط تخلیه می‌گردد.

فاضلاب تولید شده از صنایع شیمیایی و الکترونیک شهر تهران با دامنه تغییرات کمی و کیفی‌ای که دارد باعث توزیع کاملاً غیریکنواخت بار آلودگی هم به لحاظ نوع صنعت و هم به لحاظ نوع منطقه شده است. جدول (۳) بار آلودگی BOD را به تفکیک نوع صنعت نشان می‌دهد.

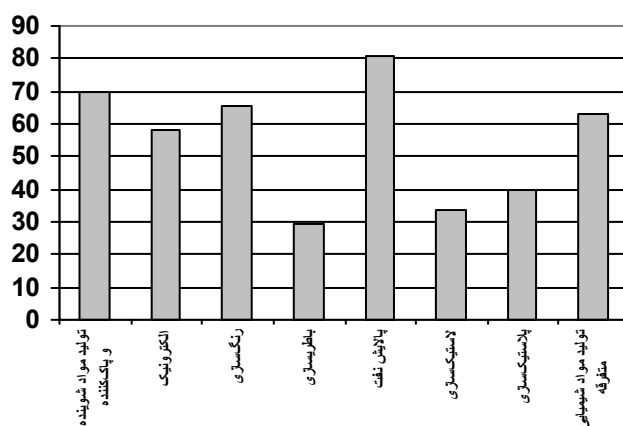
جدول شماره ۳ - بار آلودگی BOD تولید شده از صنایع شیمیایی و الکترونیک شهر تهران به تفکیک صنایع مختلف

نوع صنعت	مقدار فاضلاب (m ³ /d)	بار آلودگی BOD (kg/d)
تولید مواد شوینده و پاک‌کننده	۷۷۱۸	۱۴۱۰۸ (٪۴۴)
پلاستیک‌سازی	۱۹۲۲۱	۹۰۷۲ (٪۲۸)
رنگ‌سازی	۲۵۸۶	۲۴۲۸ (٪۷۵)
الکترونیک	۲۰۵۵	۱۷۵ (٪۰/۵)
پالایش نفت	۱۸۹۲	۳۳۱۳ (٪۱۰)
لاستیک‌سازی	۴۰۷۸	۱۷۲۱ (٪۵)
باتری‌سازی	۲۲۶۱	۵۸۱ (٪۲)
تولید مواد شیمیایی متفرقه	۲۹۵۱	۸۳۲ (٪۳)
مجموع صنایع	۴۲۷۶۱	۳۲۳۲۰ (٪۱۰۰)

جدول شماره ۲ - درصد تبدیل آب به فاضلاب در صنایع شیمیایی الکترونیک تهران بزرگ به تفکیک صنایع مختلف

جدول شماره ۲ - فاکتور تولید فاضلاب و توزیع تولید فاضلاب در صنایع شیمیایی و الکترونیک شهر تهران بر اساس نوع صنعت

فاکتور تولید فاضلاب برای این ۸ گروه صنعتی بدست آمده که در جدول (۲) نشان داده شده است. نتایج مندرج در این جدول نشان می‌دهد که از کل میزان ۲۲،۲۳۶،۷۳۹ متر مکعب فاضلاب تولید شده در سال ۱۳۷۷، ۳۱/۶٪ مربوط به صنعت پلاستیک می‌باشد که بیشترین میزان فاضلاب را تولید کرده است. ۳/۴٪ نیز به صنعت الکترونیک مربوط می‌شود که کمترین میزان فاضلاب را تولید کرده است.



جدول شماره ۲ - درصد تبدیل آب به فاضلاب در صنایع شیمیایی الکترونیک تهران بزرگ به تفکیک صنایع مختلف

جدول شماره ۲ - فاکتور تولید فاضلاب و توزیع تولید فاضلاب در صنایع شیمیایی و الکترونیک شهر تهران بر اساس نوع صنعت

نوع صنعت	فاکتور مصرف آب (m ³ /Ton)	میزان مصرف آب (m ³ /year)
تولید مواد شوینده و پاک‌کننده	۸/۳	۲۸۱۶۹۵۴ (٪۱۲/۷)
پلاستیک‌سازی	۱۳۵/۲۴	۷۰۱۵۶۷۳ (٪۳۱/۶)
رنگ‌سازی	۲۸/۳۸	۹۴۳۹۵۳ (٪۴/۳)
الکترونیک	۰/۹۷	۷۵۰۳۳۴ (٪۳/۴)
پالایش نفت	۱/۵۳	۶۵۸۵۲۲۶ (٪۲۹/۶)
لاستیک‌سازی	۳۹/۲۲	۲۲۲۳۳۴۵ (٪۱۰)
باتری‌سازی	۰/۲۱	۸۲۵۶۶۱ (٪۳/۶)
تولید مواد شیمیایی متفرقه	۹/۵۱	۱۰۷۷۰۱۳ (٪۴/۸)
مجموع صنایع	—	۲۲۳۲۳۲۰ (٪۱۰۰)

جدول (۴) نیز بار آلودگی SS را به تفکیک نوع صنعت نشان می‌دهد. مشخص است که صنایع تولیدکننده مواد شوینده و پاک‌کننده با تولید ۱۲۲۱۸ kg SS/d معادل ۴۱٪ و صنایع باتری‌سازی با تولید ۳۱۰ kg SS/d معادل ۱٪ کل جامدات معلق تولیدکننده از صنایع شیمیایی و الکترونیک شهر تهران به ترتیب بیشترین و کمترین سهم را در تولید آلودگی به خود اختصاص داده‌اند.

شکل (۲) توزیع فاضلاب حاصل از صنایع شیمیایی و الکترونیک را در مناطق مختلف تهران

لحاظ کیفی نیازمند برنامه‌ریزی و کنترل مناسب می‌باشد. در سال ۱۹۹۵ بار آلودگی BOD و SS تخلیه شده در منطقه مدیترانه شمال شرقی به ترتیب 21370 kg/d و 7397 kg/d (۱۵) و در سال ۱۹۹۴ بار آلودگی BOD و SS در منطقه از میر ترکیه به ترتیب 79452 kg/d و 54794 kg/d بوده است (۱۵). مقدار فاضلاب صنعتی‌ای که در سال ۱۹۹۵ در منطقه صنعتی چورلو ترکیه تولید شده است $22236739 \text{ m}^3/\text{year}$ فاضلاب با بار آلودگی BOD 32230 kg/d و بار آلودگی SS 29859 kg/d به محیط تخلیه گردیده است. یادآوری این نکته ضروری است که داده‌های این مطالعه فقط به صنایع شیمیایی و الکترونیک تعلق دارد که تنها ۲۱٪ از کل صنایع را در این شهر تشکیل می‌دهند، در حالی که داده‌های مناطق مدیترانه شمال شرقی، از میر و چورلو مربوط به کل صنایع می‌باشد. بنابراین اگر کل صنایع موجود در شهر تهران در نظر گرفته شود مشخص می‌گردد که حجم عظیمی از فاضلاب صنعتی با بار آلودگی بسیار بالا هر ساله به محیط زیست تهران تخلیه می‌شود که پتانسیل استفاده مجدد دارد. همجواری بیش از ۵۰٪ مزارع و زمینهای کشاورزی با مناطق تمرکز (منطقه غرب تهران) صنایع شیمیایی و الکترونیک زمینه استفاده مجدد از فاضلاب این صنایع را هموار ساخته است. یکی از راه‌های این مشکل زیست محیطی استفاده از فاضلاب این صنایع پس از تصفیه لازم در بخش کشاورزی می‌باشد. به نظر می‌رسد ارزیابی‌های مفصل‌تر پروفیل‌های آلودگی حاصل از فاضلاب صنعتی لازم است تا سهم هر یک از صنایع در آلودگی محیط زیست شهر تهران تعیین گردد. نتایج این مطالعه می‌تواند از دیدگاه‌های مختلفی ارزیابی شود و مبنایی را برای بررسی آلودگی و نیز راهبردهای در حال توسعه کنترل فراهم آورد.

جدول شماره ۴ - بار آلودگی SS تولید شده از صنایع شیمیایی و الکترونیک شهر تهران به تفکیک صنایع مختلف

نوع صنعت	مقدار فاضلاب (m^3/d)	بار آلودگی BOD (kg/d)
تولید مواد شوینده و پاک‌کننده	۷۷۱۸	۱۲۲۱۸ (%۴۱)
پلاستیک‌سازی	۱۹۲۲۱	۹۳۳۳ (%۳۱/۵)
رنگ‌سازی	۲۵۸۶	۳۲۴۸ (%۱۱)
الکترونیک	-	-
پالایش نفت	۱۸۹۲	۹۲۳ (%۳)
لاستیک‌سازی	۴۰۷۸	۴۰۰ (%۱/۵)
باطری‌سازی	۲۲۶۱	۳۱۰ (%۱)
تولید مواد شیمیایی متفرقه	۲۹۵۱	۳۳۹۹ (%۱۱)
مجموع صنایع	۴۲۷۰۶	۲۹۸۵۹ (%۱۰۰)

بحث و نتیجه‌گیری:

مسئله کمیت و کیفیت فاضلاب صنعتی معضلی است که نه تنها گریبانگیر تهران و دیگر شهرهای کشورمان می‌باشد بلکه شهرهای بزرگ و کوچک کشورهای مختلف جهان نیز با این معضل زیست محیطی دست و پنجه نرم می‌کنند. در این مطالعه در راستای توسعه صنعتی، در سال ۱۳۷۷ تلاشی به منظور تعیین کمیت و کیفیت فاضلاب صنایع شیمیایی و الکترونیک آغاز شد. هر چند مطالعه مربوط به سال ۱۳۷۷ می‌باشد، اما مراجعات پیوسته صنایع مختلف به گروههای مهندسی بهداشت محیط و حرفه‌ای در طول سالهای ۷۷ تا ۸۳ در زمینه طرحهای تحقیقاتی بهداشت محیط و حرفه‌ای و نیز بازبینی‌های فنی‌ای که در سال ۱۳۸۳ از این صنایع صورت گرفت نشان می‌دهد که نه تنها مشکل فاضلاب صنعتی به قوت خود باقی مانده است بلکه این مشکل رو به رشد نیز می‌باشد. مقایسه میان نتایج این مطالعه و نتایج مطالعات انجام شده در کشورهای دیگر نشان می‌دهد فاضلاب صنایع تهران هم به لحاظ کمی و هم به

References

منابع

1. Lewise D, Trantolo DJ. Process engineering for pollution control and wasted minimization. New York: Dekker;1994.
2. UNEP, The environmental management at industrial estates. *UNEP Technical Report*. 1997;39:150-152.
3. Rajeshwari S, Mamasivayam C, Kadirvelu K. Orange peel as an adsorbent in the removal of acid violet 17 (Acid Dye) from aqueous solutions. *Waste Management*. 2001;21:10-11.
4. Gambbir SP. Resource recovery oil from sludge. *Power Sources*. 1983;11:203-204.
5. سلطانی محمود. فاضلابهای صنعتی و اثر آن بر محیط زیست، مجله اطلاعات عمومی، ۱۳۷۰، شماره ۳، ص ۳۶-۳۸.
6. منزوی محمدتقی. فاضلابهای شهری (تصفیه فاضلاب)، چاپ اول جلد دوم، تهران، انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه تهران، ۱۳۶۴، ص ۱۰-۱۱.
7. Taunsstein N, Fresenius W, Schnider W. Wastewater technology, collection, treatment and analysis of wastewater. *Springer-Bertinn*. 1989;30:68-90.
8. Dutta PK. An overview of textile pollution and its remedy. *Indian J Environ Pollution*: 1994;14:443-446.
9. Arceivala S J. Wastewater treatment for pollution control. Philadelphia: Mc Graw-Hill;1998.
10. Varshney CK. Water pollution and management. Willy Eastern Limmited: New Delhi; 1983.
11. Shams P, Panday G, Age DA. The progressive formation of sulphate in the textile mill effluents. *Indian J Environ Health*. 1994;36:263-266.
12. Yamasaki K. Future outlook for lead/acid batteries in Japan. *Power Sources*. 1984;11:3-5.
13. Gorgun E, Germirli FB, Orhon D, Ozbasaran M, Seskin N. Wastewater characterization in metropolitan areas with significant agro industries. *Water Sci Technol*. 1999;40:13-21.
14. Arnold E, Greenberg Lenore S. Clesceri, Andrew D. Eaton. Standard methods for examination of water and wastewater. American Public Health Association. 1992.
15. Samsunlu L. Coastal pollution and mitigation measures in Turkey. *Water Sci Technol*. 1999;39: 13-20.