

بررسی وضعیت فاضلاب‌های صنعتی - تولیدی در

صنایع استان تهران

علی ترابیان*

مریم مهجوری**

(دریافت ۸۲/۴/۲۰ پذیرش ۸۳/۲/۲۰)

چکیده

طی سال‌های ۱۳۷۳ تا ۱۳۷۸ یک طرح تحقیقاتی تحت عنوان "مطالعه و بررسی فاضلاب‌های صنعتی استان تهران" به اجرا درآمد که در مقاله حاضر مهم‌ترین نتایج این تحقیق ارائه شده است. در این طرح، صنایع غذایی، نساجی، شیمیایی، فلزی و تولید محصولات کانی غیرفلزی مورد مطالعه قرار گرفتند، که شامل ۳۳۰ محل مراجعه بودند. روش اجرای تحقیق به صورت تکمیل پرسشنامه و نمونه‌برداری از فاضلاب بود. نتایج و اطلاعات به دست آمده نشان می‌دهد که مثلاً برای صنایع غذایی، نساجی و فلزی به ترتیب ۸٪، ۱۸٪ و ۱۷٪ تصفیه به صورت مطلوب انجام می‌گیرد و به استانداردهای تخلیه توجه شده است. در بخش صنایع شیمیایی، چهار گروه عمده صنایع دارویی، صنایع تولید محصولات بهداشتی - آرایشی، صنایع تولید رنگ و صنایع کاغذسازی بررسی شدند که در میان صنایع دارویی و کاغذسازی برای هر کدام، تنها یک کارخانه تصفیه کامل انجام می‌داد. اما هیچ‌کدام از صنایع تولید محصولات بهداشتی - آرایشی و صنایع تولید رنگ، دارای تصفیه‌خانه کامل نبودند. حداکثر تخلیه پساب‌ها در صنایع غذایی و نساجی به ترتیب ۶۲/۴٪ و ۴۸/۸٪ به آب‌های سطحی و در صنایع فلزی و تولید محصولات کانی غیرفلزی به ترتیب ۸۶٪ و ۸۳٪ به آب‌های زیرزمینی بود. واژه‌های کلیدی: فاضلاب صنعتی، صنایع غذایی، صنایع شیمیایی، صنایع فلزی، صنایع کانی غیرفلزی، صنایع دارویی، صنایع بهداشتی - آرایشی، صنایع رنگ، صنایع کاغذسازی، استان تهران

An Investigation on the Industrial Wastewater in Tehran Province

Torabian, A. (Ph.D)

Faculty of Environmental Engineering, University of Tehran

Mahjouri, M. (M.Sc.)

Tehran Environmental Protection Agency

Abstract

During 1994 to 1999 a research program titled "A qualitative and quantitative review of industrial wastewater in Tehran province" was done. This article presents the most important results obtained from this study. The research covered 330 food, textile, chemical, and Materials (Metal and liquid materials) factories. Completing of the questionnaire, sampling from the wastewater and analyzing have been done for 5 years. The results show that completely wastewater treatment in food, textile and metal industries were done in 8%, 18% and 17% of units respectively. In chemical industries for major groups include pharmaceutical, soap and detergent, pulp and paper, and paint industries were studied. In pharmaceutical and pulp and paper industries, there were only one factory in each group which were doing a complete treatment, and in detergent and paint industries there were no complete treatment at all. Maximum discharge of wastewater in food and textile industries were into surface waters. They were 62.4% and 48.8% respectively. But mainly wastewater discharging in metal and liquid materials industries were into ground waters which were 86% and 83% respectively.

* دانشیار دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران

** کارشناس ارشد محیط زیست

در سال اول مطالعات کتابخانه‌ای بر روی صنایع مختلف و فرایندهای تولید در آن‌ها با تأکید بر صنایع دارای فاضلاب صنعتی صورت پذیرفت [۸، ۹، ۱۰ و ۱۱]. هم‌چنین اطلاعات مربوط به طبقه‌بندی صنایع و تهیه اسامی و آدرس‌ها و اطلاعات اولیه مربوط به کارگاه‌ها و کارخانه‌های استان تهران براساس آخرین آمارهای موجود و آماده‌سازی پرسش‌نامه در این سال انجام شد [۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶]. سپس برای هر محل مورد مراجعه پرسش‌نامه‌ای تکمیل گشته و در صورت وجود فاضلاب صنعتی نمونه برداری انجام شد.

در مورد صنایع غذایی و نساجی و شیمیایی، با توجه به آمار و اطلاعات در سرشماری‌های موجود، به کلیه کارگاه‌های بیش از ۵۰ کارگر مراجعه شد. از آن‌جایی که دو گروه صنایع فلزی و تولید محصولات کانی غیرفلزی خود شامل ۳۳۶ محل بودند، لذا با توجه به نوع فعالیت از هر صنعت ۱۱۵ مورد تعیین شد که در این انتخاب به ویژه به صنایعی توجه شد که در آنها فاضلاب صنعتی تولید می‌شود.

در کارخانه‌هایی که تصفیه‌خانه وجود داشت، با توجه به زمان فعالیت‌های تولیدی اصلی که توأم با تولید فاضلاب بود از ورودی حوضچه متعادل سازی و خروجی تصفیه‌خانه نمونه‌برداری انجام می‌شد ولیکن در صورت عدم وجود تصفیه‌خانه با توجه به فرایندهای تولیدی و مراحل اصلی تشکیل پساب، در مورد چگونگی نمونه‌برداری تصمیم‌گیری می‌شد. لازم به ذکر است که، نمونه‌برداری و آزمایش‌ها براساس روش‌های کتاب استاندارد متد انجام شد [۷].

یافته‌های تحقیق

به دلیل تنوع و کثرت صنایع مورد مطالعه، آنچه در این مقاله ارائه می‌شود، تنها بخش‌هایی است که از اهمیت بیشتری برخوردار بوده است.

صنایع غذایی

از آن‌جایی که مواد غذایی گوناگون و متنوعی در این صنایع تولید می‌شود، این صنایع در شش گروه عمده، دسته‌بندی می‌شوند که عبارتند از: تولید محصولات لبنی، تولید کنسرو و کمپوت، تصفیه روغن نباتی، تولید فرآورده‌های گوشتی، نوشابه‌سازی، نان و شیرینی و تولید قند و شکر.

در حال حاضر هیچ‌گونه آمار و ارقام دقیقی در مورد حجم پساب‌های صنعتی کشور و چگونگی تصفیه آن‌ها وجود ندارد. با توجه به اهمیت حفاظت کیفی منابع آب، استفاده بهینه از پساب‌های صنعتی، بازیافت برخی عناصر ارزشمند از این گونه پساب‌ها و دستیابی به روش‌های مناسب تصفیه برای صنایع مختلف و نیز جلوگیری از آلودگی منابع آبی کشور، مطالعه در این زمینه ضروری به نظر می‌رسد.

در این راستا، طرح "مطالعه و بررسی فاضلاب‌های صنعتی استان تهران" طی سال‌های ۱۳۷۳ الی ۱۳۷۸ به اجرا درآمد. در این طرح، کارخانجاتی که بیش از ۵۰ کارگر و متصدی داشتند مورد توجه قرار گرفتند. آنچه که از نتایج این طرح در مقاله حاضر آورده شده است، وضعیت صنایع مختلف استان تهران از جهت کیفیت فاضلاب صنعتی، نحوه تصفیه و محل دفع فاضلاب یا پساب می‌باشد.

از آنجا که بررسی صنایع نساجی استان تهران قبلاً در مقاله‌ای تحت عنوان "بررسی پساب‌های نساجی استان تهران و کارآیی رنگبری آن‌ها توسط کربنات منیزیم" ارائه شده است، لذا در این مقاله صنایع دیگر مورد بحث قرار گرفتند.

طبقه‌بندی صنایع

با بررسی شکل‌های مختلف طبقه‌بندی صنایع، از جمله طبقه‌بندی بین‌المللی ICGS^۱ و MIC^۲ و هم‌چنین آخرین ویرایش طبقه‌بندی استاندارد بین‌المللی فعالیت‌های اقتصادی (ISIC)^۳ و با توجه به دو سرشماری عمومی صنعت و معدن و اطلاعات وزارت صنایع، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی و مرکز آمار ایران و بالاخره با در نظر گرفتن چگونگی توزیع و تنوع صنایع در استان تهران، به ویژه صنایع عمده از نظر تولید فاضلاب صنعتی پنج گروه اصلی صنایع غذایی و آشامیدنی، صنایع نساجی، صنایع شیمیایی، صنایع فلزی و صنایع محصولات کانی غیرفلزی شناسایی و مورد مطالعه قرار گرفت.

روش کار

بر طبق یک برنامه زمان‌بندی شده، از سال ۱۳۷۳ الی ۱۳۷۸ تحقیقی به صورت زیر انجام گرفت:

^۱ International Classification of Goods and Services

^۲ Manufacturing Indexes and Classification

^۳ International Standard Industrial Classification of all Economic Activities

- میانگین کل جامدات معلق، حدود ۱۰ برابر استاندارد تخلیه به آب‌های سطحی است و حداکثر تا ۵۰ برابر آن می‌رسد.

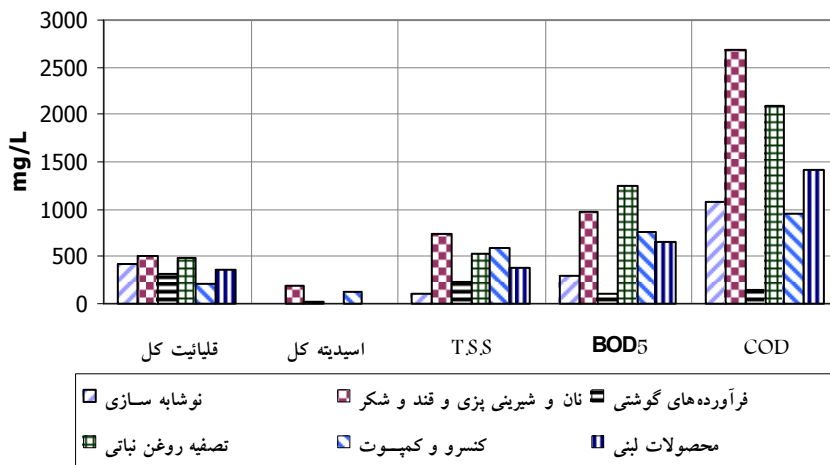
- میانگین BOD_5 حدود ۱۴ تا ۲۸ برابر استاندارد (باتوجه به محل تخلیه)، و میانگین COD حدود ۷/۵ تا ۱۵ برابر استاندارد می‌باشد.

- در بین گروه‌های صنعتی این بخش، صنایع تولید قند و شکر و تصفیه روغن نباتی دارای BOD_5 و COD بالاتری بوده و بار آلی که از طریق آن‌ها به محیط‌های پذیرنده وارد می‌گردد، به طور قابل ملاحظه‌ای بیش از سایر صنایع غذایی است.

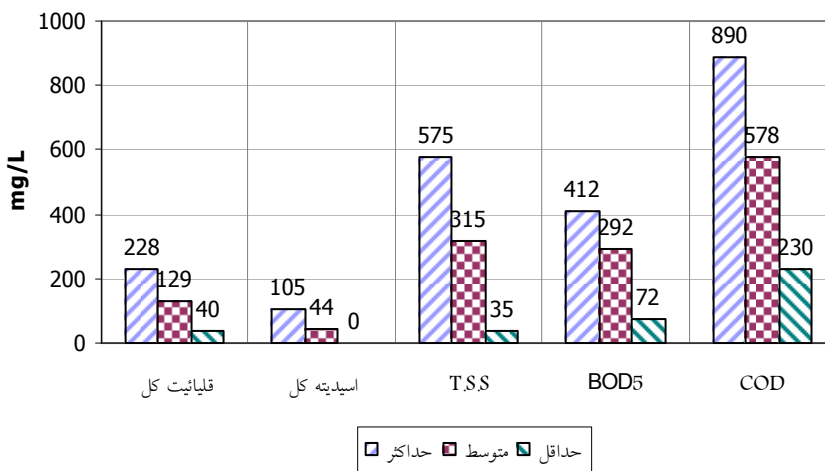
به دلیل استفاده از مواد اولیه مختلف و تولیدات متنوع، کیفیت و کمیت پساب خروجی این صنایع بسیار متفاوت است (شکل ۱). با بررسی پرسش‌نامه‌ها و نتایج حاصل از نمونه‌برداری‌ها و تعمیم آن‌ها به سایر صنایع موجود چنین مشخص شد که:

- میانگین pH در حد استاندارد است ولی در برخی صنایع تا حدود ۳ واحد بیش از مقدار مجاز می‌باشد.

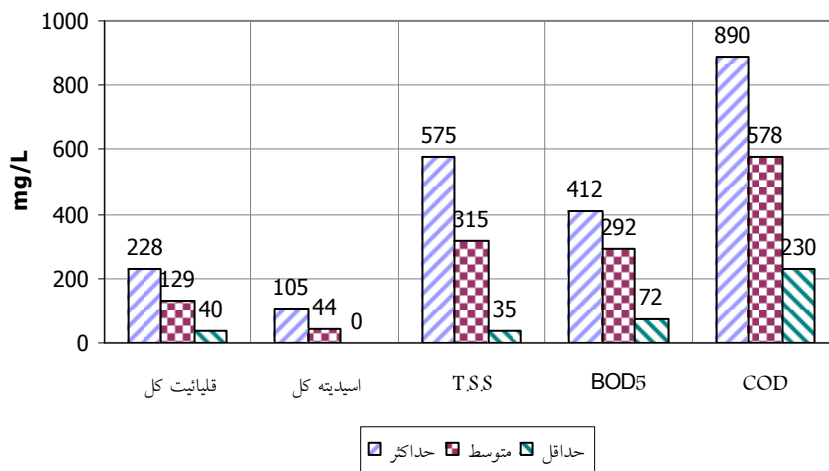
- میانگین کدورت نمونه‌ها حدود ۴ برابر و حداکثر تا حدود ۲۵ برابر حد استاندارد می‌رسد.



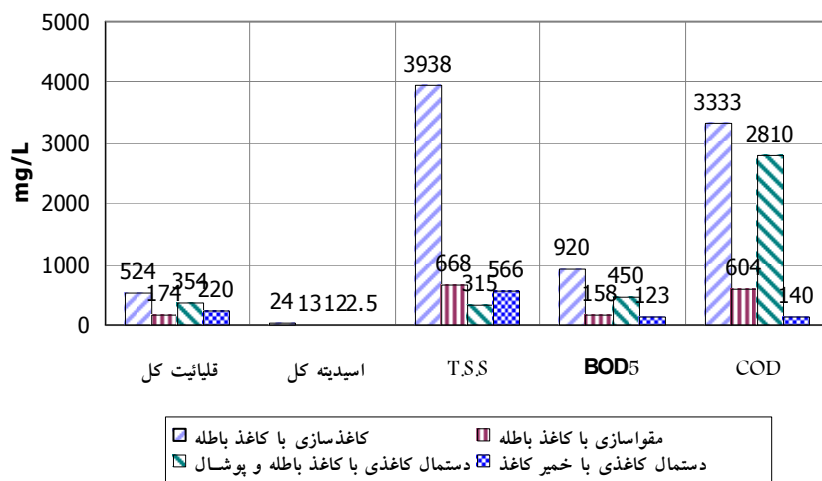
شکل ۱- میانگین پارامترهای اصلی پساب صنایع مواد غذایی استان تهران



شکل ۲- وضعیت پارامترهای اصلی پساب نهایی صنایع دارویی استان تهران



شکل ۳- وضعیت پارامترهای اصلی پساب نهایی صنایع بهداشتی - آرایشی استان تهران



شکل ۴- میانگین پارامترهای اصلی پساب کارخانجات تولید دستمال کاغذی، مقواسازی، کاغذسازی با استفاده از کاغذ باطله و تولید دستمال کاغذی با خمیر کاغذ استان تهران

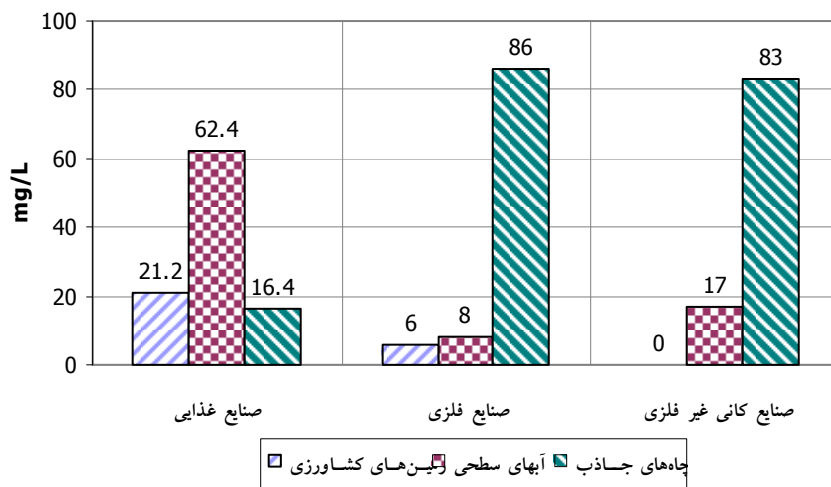
طبقه‌بندی، تقسیم‌بندی‌های متفاوتی مشاهده می‌شود. با توجه به صنایع شیمیایی دارای فاضلاب صنعتی و تعداد و گستردگی آن‌ها در استان تهران، نتایج چهار گروه اصلی و عمده صنایع شیمیایی استان تهران در این مقاله آورده شده است.

الف) صنایع دارویی
صنایع دارویی استان تهران محصولات دارویی مختلفی را تولید می‌کنند و در میان صنایع شیمیایی مورد بررسی، بیشترین تعداد کارخانه‌ها به این دسته تعلق دارد. در صنایع دارویی، مشکل آلودگی پساب‌ها و تصفیه آن‌ها عمدتاً در کارخانه‌های

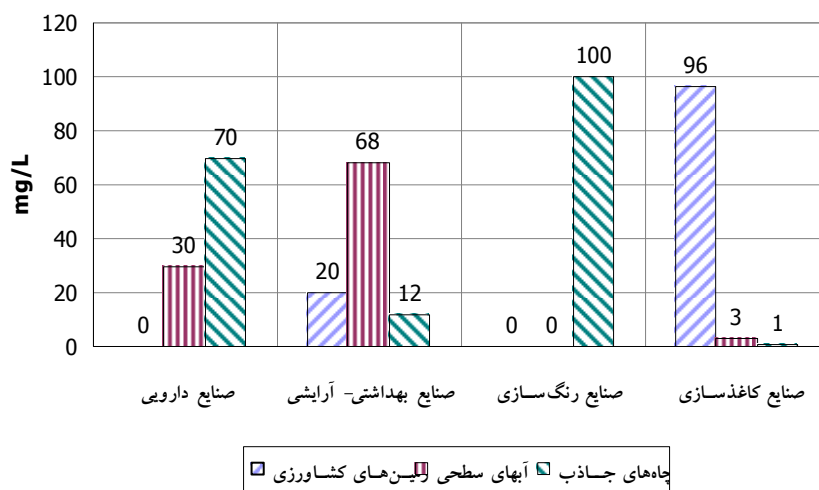
- حدود ۱۶/۴٪ فاضلاب تولیدی به چاه‌های جاذب، ۶۲/۴٪ به آب‌های سطحی و ۲۱/۲٪ به اراضی کشاورزی تخلیه می‌گردند. (شکل ۵)

- در این صنعت تنها ۸٪ تصفیه‌خانه با عملکرد مطلوب بوده و حدود ۴۹٪ کارخانه‌ها کاملاً بدون هیچ‌گونه تصفیه‌ای، فاضلاب خود را تخلیه می‌کنند. (شکل ۷).

صنایع شیمیایی
بین صنایع شیمیایی و بسیاری از صنایع دیگر به سختی می‌توان خط تمایزی در نظر گرفت و در روش‌های مختلف



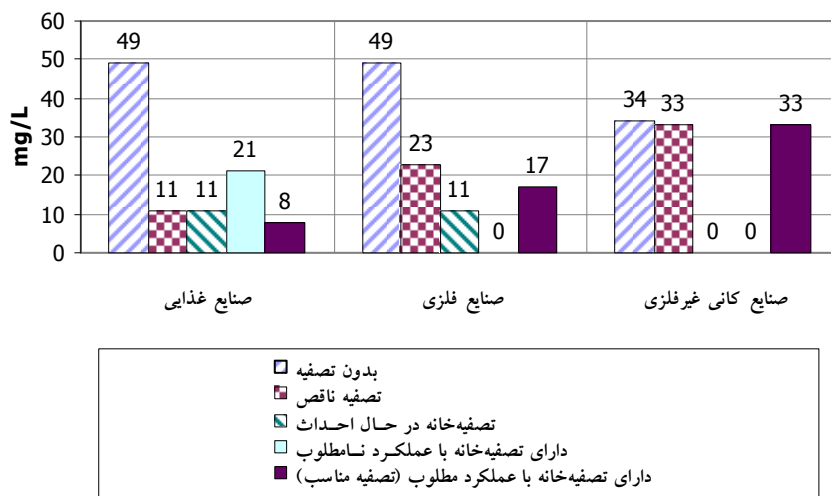
شکل ۵- وضعیت تخلیه فاضلاب صنایع غذایی، فلزی و کانی غیر فلزی استان تهران



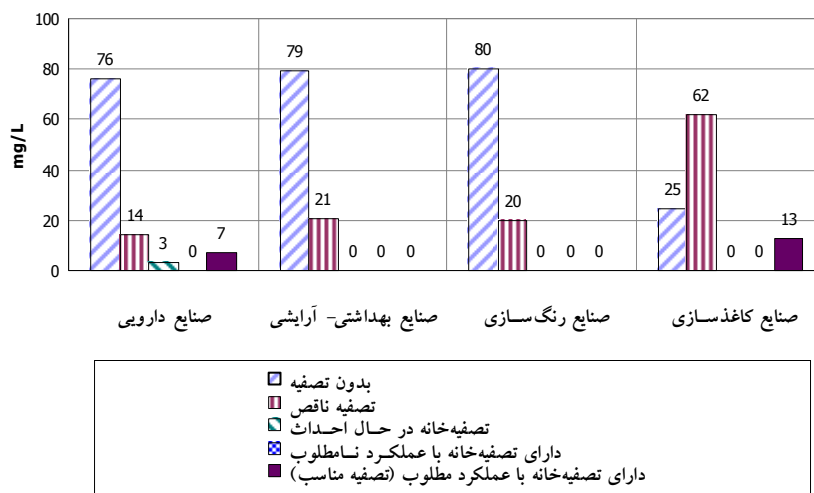
شکل ۶- وضعیت تخلیه فاضلاب صنایع شیمیایی استان تهران

- مقایسه بین پساب تولیدات مختلف نشان می‌دهد که داروهای گیاهی از BOD و COD بالاتری نسبت به موارد دیگر برخوردار هستند و تا ۱۰ برابر می‌رسد.
 - پساب تولید مواد اولیه دارویی از آلودگی بسیار شدیدی برخوردار است؛ به طوری که BOD و COD آن بسیار بالا بوده و به ترتیب ۲۶۰۰۰ و ۳۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد. از سوی pH آن حدود ۴ و اسیدیته آن نیز بسیار بالاست. لازم به ذکر است که تصفیه این پساب‌ها بسیار مشکل است.

تولید مواد اولیه دارویی و آنتی بیوتیک‌سازی مطرح می‌باشد. مشخصات اصلی این پساب‌ها عبارتند از:
 - پساب نهایی صنایع دارویی در مقایسه با پساب مراحل مختلف تولید، به مراتب از آلودگی کمتری برخوردار است. به عنوان مثال، در بخش شربت‌سازی که در اکثر کارخانه‌های دارویی وجود دارد، متوسط BOD و COD به ترتیب ۱۱۴۵ و ۳۰۱۵ میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد؛ در حالی که این دو پارامتر در پساب نهایی صنایع دارویی به ترتیب ۲۹۲ و ۵۷۸ میلی‌گرم بر لیتر هستند (شکل ۲).



شکل ۷- ارزیابی نحوه تصفیه فاضلاب صنایع غذایی، فلزی و کانی غیر فلزی استان تهران



شکل ۸- ارزیابی نحوه تصفیه فاضلاب صنایع شیمیایی استان تهران

- اکثر کارخانه‌های صنایع دارویی پساب خود را به چاه‌های جاذب تخلیه می‌کنند، به طوری که ۷۰٪ تخلیه را شامل می‌شوند (شکل ۶).

- این کارخانه‌های عمدتاً فاقد تصفیه‌خانه می‌باشند به طوری که حدود ۷۶٪ آن‌ها تصفیه‌خانه ندارند و تعداد کمی نیز از مخازن سپتیک استفاده می‌کنند و فقط یک واحد صنعت دارویی دارای تصفیه‌خانه کامل می‌باشد (شکل ۸).

- پساب صنایع دارویی در حالات مختلف عمدتاً اسیدیته صفر یا پائینی دارند.

- در بررسی پساب تولید واکسن، مشخص شد که حجم پساب تولیدی کم می‌باشد، اما به طوری که BOD و COD به ترتیب به حدود ۲۶۰۰۰ و ۵۰۰۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر می‌رسد که مستقیماً روزانه تخلیه می‌شود به ویژه در حالت تولید محیط کشت، آلودگی بسیار شدید بود.

ب) صنایع تولید محصولات بهداشتی - آرایشی

تقریباً در همگی این کارخانه‌ها شامپو یا مایع ظرفشویی یا هر دو تولید می‌شوند و بیشترین میزان تولید، مربوط به این دو کالا است. مهم‌ترین ویژگی‌های فاضلاب‌های این بخش عبارتند از (شکل ۳):

- در این کارخانه‌ها مانند صنایع دارویی پساب نهایی از آلودگی کمتری نسبت به پساب مرحله‌ای خاص، مانند تولید شامپو برخوردار است. در اینجا نیز دلیل این مسئله را می‌توان ناشی از آب‌های شست و شو دانست.

- pH متوسط این پساب ۱۰/۳۲ و قلیائیت آن نیز به طور متوسط ۶۷۰ میلی‌گرم برلیتر است.

- COD پساب نهایی این صنایع به طور متوسط حدود ۱۱۷۵ میلی‌گرم برلیتر است که در کارخانه‌هایی که صابون‌های رختشویی تولید می‌شود، BOD، COD، TSS، pH، کدورت و قلیائیت فاضلاب، چندین برابر دیگر کارخانه‌های تولیدکننده محصولات بهداشتی است.

- کدورت این پساب نیز به طور متوسط حدود ۲۶۵ NTU می‌باشد.

- اغلب کارخانه‌ها پساب خود را که همواره با مشکل کف همراه است، به طور مستقیم به چاه‌های جاذب، تخلیه می‌کنند، اما باتوجه به حجم پساب تخلیه‌ای، آب‌های زیرزمینی کمترین سهم را دارد زیرا کارخانه‌های عمده این صنعت، پساب خود را به منابع دیگر تخلیه می‌کنند (شکل ۶).

- تقریباً تمام کارخانه‌های این صنعت که شوینده‌های معمول را تولید می‌کنند، بدون تصفیه‌خانه هستند به طوری که تنها در یک کارخانه، عملیات آهک‌زنی و ته‌نشینی بر روی پساب صورت می‌گیرد و یا در چند مورد از سپتیک استفاده می‌شود (شکل ۸).

ج) صنایع تولید رنگ

پساب تولیدی در این صنعت اساساً مربوط به شست و شوی ظروف و پاتیل‌ها است، از سویی به علت آن که در تهیه رنگ‌ها از حلال‌های آلیفاتیک، آروماتیک، پیگمنت‌های آلی و معدنی، رزین‌ها و افزودنی‌های گوناگون استفاده می‌شود، امکان حضور چنین موادی در پساب نیز وجود دارد. نکات قابل توجه در این صنعت عبارتند از:

- کدورت این پساب، بسیار قابل توجه و حدود ۲۷۰۰۰ NTU است و اسیدیته آن نیز صفر می‌باشد.

- در حالتی که تنها پساب شست و شوی رنگ وجود دارد، متوسط BOD و COD به ترتیب ۳۸۰ و ۷۹۰۰ میلی‌گرم بر لیتر است.

- در برخی کارخانه‌ها پساب تولید رزین تحت بازیافت قرار می‌گیرد؛ به این ترتیب پساب خروجی از پساب شست و شوی مخازن ساخت رنگ و پساب باقی‌مانده از بازیافت رزین است که این خود سبب تغییر کیفیت پساب می‌شود، به طوری که در این حالت، متوسط BOD و COD به ترتیب ۱۳۰۰ و ۶۸۶۰ میلی‌گرم برلیتر می‌باشد.

- کلیه کارخانه‌های این صنعت، پساب خود را به چاه‌های جاذب تخلیه می‌کنند، بنابراین کلیه پارامترهای مورد بررسی باید با استانداردهای آب‌های زیرزمینی مقایسه شود (شکل ۶). این کارخانه‌ها عموماً هیچ تصفیه‌ای بر روی فاضلاب انجام نمی‌دهند و ۸۰ درصد آن‌ها به طور مستقیم فاضلاب خود را تخلیه می‌کنند. البته در موارد معدودی مخازن سپتیک وجود دارد (شکل ۸).

د) صنایع کاغذسازی

در بررسی این صنعت در استان تهران فعالیت‌های مختلفی مشاهده شد که عبارتند از:

- تولید دستمال کاغذی با خمیر کاغذ یا کاغذ باطله و پوشال

- تولید کاغذ با استفاده از کاغذ باطله

- کارتن‌سازی با استفاده از رول مقوا

- تولید مقوای صنعتی، رول مقوا و ظروف مقوایی با استفاده از کاغذ باطله.

نکات قابل توجه در این صنعت عبارتند از:

- مقایسه پساب کارخانه‌های تولید دستمال کاغذی در حالت استفاده از خمیر کاغذ و کاربرد کاغذ باطله و پوشال، کیفیت کاملاً متفاوت را نشان می‌دهد؛ فرایندها و مواد مصرفی متفاوت در دو بخش را می‌توان دلیل این اختلاف‌ها دانست (شکل ۴).

- در حالتی که از کاغذ باطله به منظور تولید کاغذ استفاده می‌شود کیفیت فاضلاب چندین برابر کلیه استانداردها می‌باشد (شکل ۴). باتوجه به مقدار زیاد مواد معلق در این فاضلاب، استفاده از کاغذ صافی توانسته به نحو مطلوبی بر کیفیت پساب تأثیر بگذارد.

- در کارخانه‌های کارتن‌سازی دو نوع پساب نشاسته‌سازی و رنگ وجود دارد. در پساب نشاسته‌سازی که pH بیش از ۱۰ دارد، به ویژه مقادیر زیاد TSS، BOD و COD (به ترتیب با مقادیر متوسط ۴۷۹۸۰، ۲۶۷۵۰ و ۹۴۱۶۰ میلی‌گرم بر لیتر) مشاهده می‌شود.

- در کارخانه‌های مقواسازی که با استفاده از کاغذباطله به تولید مقوای صنعتی، رول مقوا و ظروف مقوایی می‌پردازند، متوسط TSS، BOD و COD به ترتیب حدود ۵۷۰، ۱۶۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر است. pH متوسط این کارخانه‌ها در حد استاندارد و حدود ۷/۴ می‌باشد (شکل ۴).

- کارخانه‌های کارتن‌سازی با توجه به مقدار کم فاضلاب تولیدی، فاضلاب خود را به چاه‌های جاذب تخلیه می‌کنند، در حالی که کارخانه‌های مقواسازی، کاغذسازی و دستمال کاغذی حجم زیاد فاضلاب تولید شده خود را به اراضی کشاورزی تخلیه می‌کنند، به طوری که با در نظر گرفتن حجم فاضلاب حدود ۹۶٪ به این منبع پذیرنده تخلیه می‌گردد (شکل ۶).

- در ارزیابی وضعیت تصفیه پساب کارخانه‌های این صنعت، مشخص شد که ۶۲٪ آن‌ها تصفیه ناقص انجام می‌دهند. کارخانه‌های مقواسازی مورد بررسی نیز هیچ‌کدام تصفیه‌خانه نداشتند.

صنایع فلزی

بخش اعظم صنایع فلزی دارای فاضلاب صنعتی در گروهی قرار می‌گیرند که فاضلاب آن‌ها ناشی از آبکاری، رنگ و نقاشی و گاهی لعاب باشد؛ لذا بررسی نمونه‌های فاضلاب این گروه براساس این دسته‌بندی صورت گرفت.

در عملیات آبکاری، در هر مرحله پسابی با کیفیتی کاملاً متفاوت حاصل می‌شود که این به دلیل استفاده از مواد مختلف، در هر مرحله است. بیشترین مقادیر TSS، BOD، COD، قلیائیت، کدورت و pH مربوط به چربی‌گیرها می‌باشد، به طوری که مقادیر کلیه این پارامترها چند برابر استانداردهای تخلیه به محیط‌های پذیرنده است. در صنایع دارای این نوع فعالیت، به علت وجود پساب سیانوری و کرم حتماً باید تصفیه صورت گیرد. پساب‌های مراحل چربی‌گیری و سیانوری به شدت قلیائی، و پساب‌های مراحل اسیدشویی و وان کرم به شدت اسیدی هستند. با اجرای عملیات تصفیه شامل اختلاط، خنثی‌سازی، انعقاد و لخته‌سازی و ته‌نشینی نهایی، می‌توان پسابی با BOD و COD پائین، قلیائیت و اسیدیته متعادل و

TSS و کدورت نسبتاً مناسب به دست آورد و فلزات سنگین از جنس CV و Ni را راسب نمود.

در عملیات رنگ و نقاشی، مانند عملیات آبکاری، پساب‌های مراحل مختلف، کیفیتی کاملاً متفاوت دارند و حتی با توجه به نوع تولیدات و کیفیت مورد نظر فرایندهایی که در عملیات رنگ و نقاشی استفاده می‌شوند، تفاوت‌هایی نیز با یکدیگر دارند. بیشترین مقادیر BOD، COD و TSS در پساب‌های عملیات رنگ و نقاشی در درجه اول، مربوط به مرحله چربی‌گیری و سپس مرحله فسفاتینگ است. به عنوان مثال BOD، COD و TSS به ترتیب برای پساب چربی‌گیری حدود ۳۴۷، ۶۵۱۷ و ۲۶۷۳ میلی‌گرم بر لیتر و برای مخلوط چربی‌گیر و فسفاتینگ ۸۵، ۳۸۴۵ و ۸۶۶ میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد. در این عملیات، pH پساب‌های مراحل مختلف از ۲/۸ الی ۱۲ متفاوت است. در بررسی صنایع خودروسازی، مشاهده شد که آلاینده‌های اصلی فاضلاب این صنایع مربوط به عملیات رنگ و نقاشی می‌باشد.

در عملیات لعاب، مشابه موارد قبل، مقادیر بالای BOD، COD پساب مربوط به مرحله چربی‌گیری است که به ترتیب ۲۸۹ و ۵۴۵۰ میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد. مقادیر COD و TSS در مرحله اسیدشویی نیز بالا است. محدوده pH این پساب‌ها از ۱/۴ در مرحله اسیدشویی تا ۱۳ در مرحله چربی‌گیری متغیر می‌باشد.

گالوانیزاسیون از دیگر فعالیت‌های بخش کارخانه‌های صنایع فلزی است که مورد بررسی قرار گرفت. در طی مراحل گالوانیزاسیون پساب‌هایی بسیار قلیائی یا اسیدی تولید می‌شود؛ پساب‌هایی که در اغلب مراحل، COD و TSS خیلی بالایی حتی تا حدود ۷۴۰۰۰ و ۴۲۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر را دارا هستند. وضعیت تخلیه فاضلاب‌های صنعتی در صنایع فلزی را می‌توان در شکل ۵ مشاهده نمود.

در گروه صنایع فلزی، باید به کارخانه‌های ریخته‌گری نیز اشاره کرد. در این کارخانه‌ها، پساب شست و شوی ماسه و خروجی از اسکرابر مطرح است. لازم به ذکر است که پساب آب صابون و روغن خنک‌کننده با وجود حجم کم بسیار آلوده است و حتی COD آن تا ۸۰۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر می‌رسد. در ارزیابی نحوه تصفیه فاضلاب در صنایع فلزی مشاهده می‌شود که تنها ۱۷٪ تصفیه مطلوبی انجام می‌دهند و فاضلاب دارای فلزات سنگین و سمی از جمله کرم، نیکل، مس، روی،

جدول ۱- مقایسه میانگین پارامترهای اصلی فاضلاب صنایع غذایی، شیمیایی و فلزی با استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست

استانداردهای تخلیه			صنایع فلزی			صنایع شیمیایی							صنایع غذایی	صنایع مورد مطالعه	پارامترهای اصلی
زمین های کشاورزی	آب های زیرزمینی	آب های سطحی	پساب های عملیات رنگ و لعاب	پساب های عملیات رنگ	پساب های آبکاری	صنایع کاغذسازی				صنایع رنگ سازی	صنایع آرایشی- بهداشتی	صنایع دارویی			
						مقواسازی با کاغذباطله	تولید دستمال کاغذی		کاغذسازی با کاغذباطله				کارتن سازی		
							با کاغذباطله	با خمیر کاغذ							
۶-۸/۵	۵-۹	۶/۵-۸/۵	۱۰	۸/۹	۶/۷	۷/۴	۷/۷	۸	۶/۸	۱۰/۲	۸/۳	۱۰/۳	۶/۵	۸/۷	PH
۵۰	-	۵۰	۱۳۸	۱۰۵	۹/۵	۴۵۱	۱۵۴۰	۳۲۴	۲۸۰۰	۷۶۷۵	۲۷۰۰۰	۲۶۵	۱۷۵	۱۹۵	کدورت (NTU)
-	-	-	۵۸۰	۲۴۹	۱۷۰	۱۷۴	۳۵۴	۲۲۰	۵۲۴	۱۲۶۰	۱۰۷۸	۶۷۰	۱۲۸	۳۶۹	قلیائیت کل (mg/lit)
-	-	-	۰	۰	۱۲۵	۱۳	۱۲	۳	۲۴	۰	۰	۰	۴۴	۹۲/۱	اسیدیته کل (mg/lit)
۱۰۰	-	۴۰	۲۶	۵۰۶	۴۱	۵۶۸	۳۱۵	۵۶۶	۳۹۳۸	۴۷۹۸۰	۲۰۸۳	۱۲۷۵	۳۱۵	۴۷۳	TSS (mg/lit)
۱۰۰	۵۰	۵۰	۴۰	۷۰	۱۵	۱۵۸	۴۵۰	۱۲۳	۹۲۰	۲۶۷۵۰	۳۷۹	-	۳۰۰	۱۴۱۲	BOD ₅ (mg/lit)
۲۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۸۰	۲۱۰۰	۶۱	۵۰۴	۲۸۱۰	۱۴۰	۳۳۳۳	۹۴۱۶۰	۷۹۰۰	۱۱۷۵	۵۸۰	۱۴۹۴	COD (mg/lit)

آهن، پالادیم و سیانور عمدتاً بدون تصفیه تخلیه می‌شوند (شکل ۷).

صنایع تولید محصولات کانی غیرفلزی

در بخش صنایع تولید محصولات کانی غیرفلزی، کارخانه‌های تولید شیشه و محصولات شیشه‌ای، صنایع تولید سیمان و آهک و گچ و کارخانه‌های تولید محصولات گلی و سرامیکی غیرنسوز ساختمانی قرار گرفته است. در کارخانه‌های شیشه‌سازی، فاضلاب، مربوط به شست و شوی دستگاه‌ها، زمین و ضایعات تولیدی است. یک روغن حل شونده (روغن قیچی) نیز در مرحله برش به کار می‌رود. از طریق عملیات ته‌نشینی، مواد معلق و خرده‌های شیشه به آسانی از پساب جدا می‌شوند. لازم به ذکر است که تنها در یک کارخانه، ته‌نشینی (جهت جداسازی مواد معلق و خرده‌های شیشه) انجام می‌گیرد و در سایر موارد مستقیماً تخلیه می‌شوند.

در بخش کارخانه‌های تولید سیمان و آهک و گچ و یا تولید محصولات گلی و سرامیکی از جمله تولید بتون یا کاشی، فاضلاب تنها مربوط به سرریز دستگاه‌ها یا پساب حاصل از شست و شوی ماشین‌آلات و اطراف ظروف یا سالن موادسازی است که تنها از طریق ته‌نشینی TSS و کدورت بسیار به استاندارد نزدیک تر می‌شود.

در این کارخانه‌ها نیز مانند صنایع فلزی، تخلیه عمده به آب‌های زیرزمینی صورت می‌گیرد که سهمی حدود ۸۳٪ را دارا می‌باشند (شکل ۵).

در این گروه تنها یک سوم کارخانه‌ها، پساب تصفیه شده را به منابع پذیرنده تخلیه کرده و یک سوم دیگر تصفیه را به طور ناقص انجام می‌دهند. سایر کارخانه‌ها نیز فاضلاب خود را به طور مستقیم بدون هیچ‌گونه تصفیه‌ای تخلیه می‌کنند (شکل ۷).

بحث و نتیجه گیری

مقایسه مقادیر پارامترهای اصلی فاضلاب صنایع مورد مطالعه با استانداردهای سازمان حفاظت محیط‌زیست، نشان دهنده خطرات جدی تخلیه این فاضلاب‌ها به منابع پذیرنده می‌باشد (جدول ۱). همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، تنها در موارد اندکی کیفیت فاضلاب در حد استاندارد است و عموماً پارامترهای مورد بررسی چندین برابر مقادیر مجاز

تخلیه می‌باشد. به طوری که انجام عملیات تصفیه کامل الزامی است.

در هنگام بررسی فاضلاب صنایع مختلف، علاوه بر مقایسه میزان آلودگی آن‌ها باید به حجم فاضلاب تخلیه‌ای هر یک نیز توجه داشت. به عنوان مثال در کارخانه‌های صنایع غذایی استان تهران، حداقل ۲۸۰۰۰ مترمکعب در روز فاضلاب تولید می‌گردد که در این میان، تصفیه روغن نباتی و تولید فراورده‌های گوشتی به ترتیب با حدود ۱۱۰۰۰ و ۳۲۰ مترمکعب در روز بیشترین و کمترین حجم فاضلاب مورد تخلیه را دارا می‌باشند.

در صنایع مختلف، تأثیر آب مصرفی نیز از اهمیت برخوردار است. در صنعتی مانند کاغذسازی حجم زیاد آب مصرفی در مراحل مختلف تولید باعث ایجاد حجم زیادی فاضلاب آلوده می‌شود؛ به طوری که باید در جهت احداث تصفیه‌خانه آنها سریع اقدام نمود. اما در برخی صنایع مانند صنایع داروسازی، آب مصرفی حجم زیادی دارد و چون این آب مربوط به شست و شوی مکرر زمین و ظروف و در برخی کارخانه‌ها تخلیه آب خنک کن است، خود باعث رقیق‌سازی زیاد فاضلاب شده و کیفیت پساب خروجی را به مقادیر استاندارد نزدیک می‌کند.

نتایج این تحقیق نشان داد که تعداد کارخانه‌های مجهز به تصفیه‌خانه مناسب فاضلاب، بسیار محدود بوده و می‌توان گفت صنایع عمدتاً فاضلاب خود را بدون تصفیه و یا با تصفیه‌ای ناقص تخلیه می‌کنند (جدول ۲). عموماً تصفیه در صنایعی مانند کارخانه‌های دارویی، بهداشتی - آرایشی و تولید رنگ تنها از مخازن سپتیک استفاده می‌شود. در صنایع دارای آبکاری و یا عملیات لعاب نیز تصفیه ناقص در حد جمع‌آوری پساب در حوضچه و خنثی‌سازی صورت گرفته و یا در مورد فاضلاب‌های تولیدی از قسمت رنگ و نقاشی بیشترین عملیاتی که بر فاضلاب انجام می‌گیرد، جمع‌آوری در حوضچه، تخلیه پساب به چاه‌های جاذب و دفع لجن توسط شهرداری می‌باشد. در میان کارخانه‌های صنایع کاغذسازی ۶۲٪ آنها تنها تصفیه‌ای ناقص انجام می‌دهند که عمدتاً یک مرحله ته‌نشینی است. همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، در مورد صنایع آبکاری که با توجه به توزیع این مراکز در مناطق شهری و نوع فاضلاب آنها از اهمیت بسزایی برخوردارند، ۴۹٪ از این کارخانه‌ها پساب خود را حتی بدون

جدول ۲- بررسی وضعیت تصفیه فاضلاب در صنایع غذایی، شیمیایی، فلزی و کانی غیرفلزی (بر حسب درصد)

صنایع کانی غیرفلزی	صنایع فلزی	صنایع شیمیایی				صنایع غذایی	صنایع مورد مطالعه	وضعیت تصفیه
		صنایع کاغذسازی	صنایع رنگ سازی	صنایع بهداشتی - آرایشی	صنایع داروئی			
۳۳	۱۷	۱۳	-	-	۷	۸	دارای تصفیه خانه با عملکرد مطلوب	
-	-	-	-	-	-	۲۱	دارای تصفیه خانه با عملکرد نامطلوب	
۳۳	۲۳	۶۲	۲۰	۲۱	۱۴	۱۱	تصفیه ناقص	
-	۱۱	-	-	-	۳	۱۱	تصفیه خانه در حال احداث	
۳۴	۴۹	۲۵	۸۰	۷۹	۷۶	۴۹	بدون تصفیه	

(جمع آوری، تصفیه و استفاده مجدد) فاضلاب‌های صنعتی اقدامی اساسی صورت نگیرد، پتانسیل آبی کشور به طور جدی در معرض خطر آلودگی قرار خواهد گرفت.

لازم به ذکر است که ضمن این تحقیق معلوم گردید در بین گروه کارخانه‌های متعلق به هر صنعت اغلب می‌توان مواردی را یافت که با سیستم تصفیه مناسب موفق شده اند بار آلودگی فاضلاب تولیدی خود را به نحو چشمگیری کاهش دهند. این امر می‌تواند به عنوان الگویی مناسب برای سایر کارخانه‌های آن صنعت مورد توجه قرار گیرد و به عنوان نمونه‌های موفق به بقیه معرفی شوند.

شایان یادآوری است که با توجه به لزوم حفاظت از منابع آبی، انجام طرح‌های دیگری بر روی واحدهای صنعتی مختلف به طوری که آنها ملزم به همکاری کامل جهت انجام نمونه‌برداری و ارائه اطلاعات صحیح باشند و هم‌چنین نمونه‌برداری از چاه‌های منطقه و آب مصرفی و بالاخره بررسی مشکلات بهداشتی - زیست محیطی مردم و ساکنین مناطق اطراف ضروری به نظر می‌رسد.

هیچ‌گونه تصفیه‌ای تخلیه می‌کنند که این امر حتی در کارخانه‌های بزرگ نیز وجود دارد. فاضلاب‌های حاوی اسیدهای غلیظ و مواد ناشی از اسیدزنی و مواد قلیایی غلیظ از جمله صابون‌ها و روغن و به ویژه حضور فلزات سنگین، حتماً نیاز به تصفیه دارند. اما معمولاً حتی لجن موجود در وان‌ها نیز مستقیماً به چاه‌ها تخلیه می‌شوند.

بدین ترتیب هر روزه حجم بسیار عظیمی فاضلاب صنعتی آلوده، به منابع پذیرنده وارد می‌شود که اکثراً این تخلیه (به ویژه در کارخانه‌های جاده کرج) به چاه‌های جاذب صورت می‌گیرد و خطر آلودگی آب‌های زیرزمینی را دربردارد. به طور کلی، در اکثر کارخانه‌ها مشاهده شد که تخلیه فاضلاب‌های صنعتی به چاه‌ها به عنوان آسان‌ترین و اصلی‌ترین روش تخلیه محسوب می‌شود. باید توجه داشت که در اغلب کارخانه‌ها و مناطق مسکونی اطراف این صنایع، افراد برای مصارف روزانه و آشامیدنی خود از آب چاه استفاده می‌کنند و یا کارخانه‌ها در صورت نیاز به آب در خط تولید، آب چاه را مورد استفاده قرار می‌دهند.

از آنجایی که هر مترمکعب فاضلاب تصفیه نشده می‌تواند حدود ۵۰ مترمکعب آب را آلوده سازد، اگر در زمینه کنترل

منابع

- ۱- مرکز آمار ایران، سازمان برنامه و بودجه، (۱۳۷۵). "مشخصات پایه‌ای و چارچوبی کارگاه‌های کشور - استان تهران در سال ۱۳۷۳". مرحله اول سرشماری عمومی صنعت و معدن، تهران.
- ۲- مرکز آمار ایران، مرکز کامپیوتر و اطلاع رسانی، (۱۳۷۵، ۱۳۷۶، ۱۳۷۷)، تهران.
- ۳- مرکز آمار ایران، (بهمن ۱۳۷۰). "نام و نشانی کارگاه‌های بزرگ صنعتی کشور" (ده نفر کارکن یا بیشتر). تهران.
- ۴- وزارت صنایع، مرکز کامپیوتر و اطلاع رسانی، (۱۳۷۵)، تهران.
- ۵- وزارت نیرو - سازمان برنامه و بودجه، (۱۳۷۱). "استانداردهای تخلیه پساب‌های شهری و صنعتی"، تهران.
- ۶- شرکت کومپاس ایران با همکاری مستقیم وزارت صنایع، (۱۳۷۴-۱۳۷۳). "کتاب تخصصی صنایع فلزی با طبقه بندی جهانی UCS"، تهران.
- 7- American. Water World Association. (1995). "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", 19th Edition.
- 8- Lund, H.F., (1971). "Industrial Pollution Control Handbook", McGraw-Hill.
- 9- Nemerow, N., (1991). "Industrial and Hazardous Waste Treatment", Environmental Eng. Series, New York: Van Nostrand Reinhold.
- 10- Theodore, L., and MC Guinn, Y.C., (1992). "Pollution Prevention", New York: Van Nostrand Reinhold.
- 11- United Nations Environment Programmed and Industry Environment Office, (1989). "Environmental Aspects of the Metal Finishing Industry", United Nations Publication.