# بهینه‌سازی روشهای حذف روغن از پسآبهای کارخانجات ایران خودرو

مهندس یعقوب دنبلی
کارشناس ارشد بهداشت محیط

## چکیده

*شرکت ایران خودرو یکی از بزرگترین کارخانجات خودروسازی در ایران و بلکه خاورمیانه می‌باشد. در بررسیهای وسیعی که از قسمتهای مختلف شرکت به عمل آمد ، مشاهده گردید که در حدود ۱۰ کارخانه از کارخانجات مختلف این شرکت از جمله : اتوبوس‌سازی ، کارگاه ماشین ، استیلن‌سازی ، لیفتراک دارای فاضلاب صنعتی می‌باشد که قسمت عمده این فاضلابها ناشی از سالنهای رنگ ( به غیر از استیلن‌سازی ، لیفتراک و ماشین شاپ ) می‌باشد . مواد مصرفی در فرآیندهای مختلف این کارخانه‌ها تقریباً مشابه هم و تمام کارخانه‌ها دارای فاضلاب پیوسته و ناپیوسته می‌باشند و قسمت عمده این فاضلابها شامل روغن و رنگ است که روغن بیشتر بصورت امولسیفهای در فاضلاب وجود دارد روشهای مختلف حذف روغن از پسآبهای صنعتی مورد ارزیابی قرار گرفت که از میان آنها روش « شناورسازی با هوای محلول ( D.A.F ) » به عنوان اقتصادی‌ترین روش و سیستم بهینه انتخاب گردید و به صورت پایلوت در کارخانه مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت . همراه با این روش ، آزمایشات مختلف جار صورت گرفت و معلوم شد که اگر شکستن امولسیون همراه با شناورسازی صورت گیرد ، بیش از ۹۰٪ راندمان حذف روغن وجود خواهد داشت . روش ( D.A.F ) به تنهایی حدود ۵۰٪ راندمان داشت که ناشی از فشار کم هوای محلول ( ۲/۵ آتمسفر ) و درصد بالای روغن آمولسیفای بود .*

*ضمناً پایلوت ( D.A.F ) به عنوان نمونه در تصفیه خانه سواری‌سازی نصب راه‌اندازی شد و طول مدت بررسی حدود یک سال از بهمن ماه ۱۳۶۹ لغایت بهمن ماه ۱۳۷۰ بود.*

*همراه با روغن ، پارامترهای مرتبط با آن یعنی COD,BOD5,SS نیز مورد بررسی قرار گرفتندکه در روش (D.A.F) و به تنهایی درصد حذف آنها به ترتیب حدود ۴۹ و ۵۰ و ۶۶ بود. ولی همراه با اضافه نمودن مواد منعقد کننده درصد حذف به ترتیب حدود ۹۱ و ۷۸ و ۸۷ می‌رسید .*

***کلمات کلیدی :*** *حذف روغن ، پسابهای صنعتی ، ایران خوردو*

## مقدمه

شرکت ایران خودرو در دو مجتمع شمالی و جنوبی در کیلومتر ۱۵ جاده تهران – کرج واقع است . مجتمع شمالی در حد فاصل اتوبان کرج و جاده مخصوص و مجتمع جنوبی بین جاده مخصوص و جاده قدیم کرج قرار گرفته و بوسیله یک تونل داخلی با یکدیگر ارتباط دارند . این شرکت دارای کارخانجات متعددی است که از بین آنها ، کارخانه‌هایی که تولید پسآب صنعتی می‌نمایند عبارتند از : اتوبوس سازی 302 مجتمع شمالی و جنوبی، مینی‌بوس‌سازی 309 مجتمع شمالی و جنوبی ، صندلی‌سازی مجتمع شمالی و جنوبی ، لیفتراک مجتمع شمالی و جنوبی ، سواری‌سازی ، استیلن‌سازی و کارگاه ماشین .

در طول بررسی ، واحد اتوبوس سازی 302 مجتمع‌شمالی و نیز مینی‌بوس‌سازی مجتمع شمالی ، لیفتراک‌سازی مجتمع شمال و جنوبی و قمست مونتاژ واحد ماشین شاپ به علت خرابی دستگاهها و سایر علل تعطیل بودند .

کارخانه سواری‌سازی دارای یک تصفیه‌خانه فاضلاب صنعتی می‌باشد که توسط شرکت آلمانی ( durr ) طراحی و ساخته شده است و فعلاً به علت عدم نگهداری و راه‌اندازی صحیح و اصولی از رده خارج می‌باشد فاضلابهای پیوسته و ناپیوسته مجتمع جنوبی کارخانه اتوبوس‌سازی 302 نیز بوسیلهٔ یک لوله هوایی وارد مخزن خروجی این تصفیه‌خانه می‌گردد این تصفیه‌خانه دارای یک واحد چربی‌گیر به نام ( Emuperm ) می‌باشد که به روش اسمز معکوس ، روغن موجود در پساب را حذف می‌نماید این سیستم یکی از گرانترین روشهای حذف روغن می‌باشد و در صورت پیش تصفیه مناسب می‌توان از آن برای حذف روغن استفاده نمود . قسمت عمده فاضلابهای صنعتی تولید شده در این شرکت حاوی روغن و رنگ می‌باشد . که روغن بیشتر به صورت امولسیفای در پساب وجود دارد ، و قسمت اعظم این فاضلابها نیز ناشی از سالن رنگ می‌باشد . برای راحتی کار و به عنوان نمونه ، تصفیه‌خانه فاضلاب صنعتی کارخانه سواری‌سازی برای مطالعه انتخاب گردید فاضلابهای تولید شده در سالن رنگ کارخانه اتوبوس‌سازی ۳۰۲ به دو صورت پیوسته و ناپیوسته به شرح ذیل می‌باشند :

فاضلاب رنگ آستر ( ناپیوسته )

فاضلاب پوستاب‌زنی (پیوسته )

فاضلابهای صنعتی تولید شده در کارخانه سواری‌سازی نیز به دو صورت پیوسته و ناپیوسته به شرح ذیل می‌باشند :

۱ـ مراحل چربی‌گیری اول و دوم : در چربی‌گیر اول ، غلظت سود ، و در چربی‌گیر دوم غلظت پاک‌کننده بیشتر می‌باشد این مراحل دارای فاضلاب ناپیوسته به صورت تخلیه متناوب هفتگی می‌باشند .

۲ـ آبکشی بعد از چربی‌گیر دوم : فاضلاب پیوسته

۳ـ مرحله فسفاته‌کاری : فاضلاب ناپیوسته

۴ـ مرحله آبکشی بعد از فسفاته‌کاری : فاضلاب پیوسته

۵ـ رنگ الکتروفوروز (آستر اول ) : در شرکت ایران خودرو ، فقط در کارخانه سواری‌سازی در مرحله اول و آستر اول از رنگ الکتروفورز استفاده می‌شود و دارای فاضلاب ناپیوسته می‌باشند .

۶ـ رنگ آستر دوم : فاضلاب ناپیوسته

۷ـ پوستاب‌زنی : فاضلاب پیوسته

۸ـ رنگ اصلی : فاضلاب ناپیوسته

۹ـ قیر پاشی سطح زیرین بدنه : فاضلاب ناپیوسته در حال حاضر کارخانه سواری‌سازی مبادرت به تولید پیکان با موتور پژو ، پژو 405 و پیکان‌وانت می‌نماید و تولیدات اتوبوس‌سازی 302 شامل انواع اتوبوسهای مسافربری بین شهری و اتوبوسهای خط واحد داخل شهری می‌باشد .

## روش و بررسی آزمایش

طی مطالعات و بررسیهای وسیع بر روی روشهای مختلف حذف روغن از پسابهای صنعتی و با توجه به این که روغن موجود در این پسابها بیشتر به صورت امولسیفای می‌باشند ، لذا تصمیم به ساخت پایلوت شناورسازی باهوای محلول[1] ( D.A.F ) گرفته شد این کار به کمک واحد تأسیسات شرکت ایران خودرو انجام

1 Dissolved Air Floatation

گرفت . محل نصب و راه‌اندازی دستگاه در اکسید پشت تصفیه‌خانه سواری‌سازی در محلی بنام اکسیدشویی می‌باشد پایلوت ( D.A.F ) شامل دو محفظه استوانه‌ای شکل به قطر ۵۰ سانتی‌متر می‌باشد . تانک اشباع مجهز به یک فشار سنج ۲/۵ آتمسفری و یک شیر اطمینان در قسمت بالای آن می‌باشد ، آب تحت فشار به وسیله شیلنگ مخصوص از زیر تانک وارد می‌شود هر دو تانک مجهز به شیلنگ آب‌نما می‌باشد تانک شناورسازی در قسمت جلو مجهز به یک شیشه به ابعاد ( ۲۰ × ۱۲۰ ) سانتی‌متر می‌باشد که این کار برای بهتر دیدن عمل شناورسازی می‌باشد و یک قسمت از بالای محفظه سرباز بوده و دارای کانالی جهت عبور لایه‌های روغن شناور شده و هدایت آنها به کانال فاضلاب می‌باشد این دو محفظه بوسیلهٔ شیر فلکه و مهره و ماسوره و مغزی و لوله به هم ارتباط دارند و در سمت جانبی محفظه شناورسازی ۴ عدد شیر فلکه جهت نمونه‌برداری در فواصل معین تعبیه شده است .

## روش کار

در مرحله اول ، آب تحت فشار را وارد تانک اشباع نموده تا ۱/۲ الی ۱/۳ ارتفاع تانک پر شود سپس هوای تحت فشار را به آرامی باز نموده تا فشارسنج ، حداکثر فشار ( ۲/۵ اتمسفر ) را نشان دهد ، مدت زمان اشباع ۱۰ – ۵ دقیقه می‌باشد . فاضلاب را از طریق شلنگی به قطر یک اینچ و با استفاده از قانون ظروف مرتبطه به داخل تانک شناورسازی هدایت نموده تا حدود ۱/۲ آن پر شود حال شیر فلکه رابط بین دو تانک را که بسته بود ، باز نموده تا هوای محلول تحت فشار وارد تانک شناورسازی شود زمان شناورسازی ۳۰ – ۲۰ دقیقه می‌باشد و در این مدت روغنهای شناور شده به سطح بالای تانک شناورسازی صعود کرده و از طریق کانال مخصوص سرریز می‌نماید و به کانال فاضلاب هدایت می‌گردد (۶) .

### روش آزمایش و نمونه‌برداری

طی ده بار نمونه‌برداری که قبل و بعد از شناورسازی و نیز همراه با اضافه نمودن مواد منعقد کننده صورت گرفت پارامترهایی چون روغن ، $COD$ ، $BOD_5$ ، $SS$ ، $pH$ مورد آزمایش قرار گرفتند . آزمایش جار نیز به دفعات مختلف برای تعیین بهترین و مؤثرترین ماده منعقد کننده و نیز pH مناسب انجام شد . محل انجام آزمایشات ، قسمتی در آزمایشگاه بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران و بخش دیگر و مخصوصاً هنگام کار با پایلوت در آزمایشگاه آب و فاضلاب شرکت ایران خودرو بوده است .

آزمایشگاه روغن با استفاده از روش « گراوی متریک » استاندارد آمریکا صورت گرفته است و با استفاده از حلال تتراکلروکربن و یا کلروفرم ، استخراج روغن انجام شده است .

البته روش سوکسله دقیق‌تر از روش فوق می‌باشد ولی به دلیل نبودن وسایل مورد نیاز در آزمایشگاه از روش گراوی متریک استفاده شده است . نمونه‌های برداشت شده ، طبق توصیه روش استاندارد آمریکا برای آزمایش روغن ، در ظرف شیشه‌ای دهانه گشاد صورت گرفته و در فاصله کمتر از دو ساعت به آزمایشگاه حمل شده و بلافاصله مورد آزمایش قرار گرفته‌اند .

پارامترهای مرتبط با روغن نیز نظیر ، $COD$ ، $BOD_5$ ، $SS$ طبق روش استاندارد آمریکا آزمایش شده‌اند قسمتی از آزمایش SS با استفاده از کاغذ صافیهای پشم شیشه‌دار صورت گرفته است ولی قسمت اعظم آزمایش این پارامتر به علت کمبود و فقدان کاغذ صافی ، و با استفاده از کروزه‌های سوراخدار حاوی آزبست که در حرارت ۱۰۰۰ درجه سانتی‌گراد کوره آماده شده‌اند انجام گرفته است در این روش قسمتی از محلول آزبست ( یک لیتر آب مقطر + ۱۰ cc اسید ) با استفاده از لامپ خلاء از کروزه‌های سوراخدار عبور داده شده و سپس آن را در

۱۰۰۰درجه‌سانتی‌گراد حرارت کوره و به مدت یک ساعت قرار داده و پس از سرد نمودن ، آماده آزمایش SS فاضلاب می‌نماید . نتایج آزمایشات در جدول ۵ درج گردیده است .

## نتایج

### ۱ـ نتایج انعقاد سازی

مواد منعقد کننده‌ای که در آزمایش جار مورد استفاده قرار گرفت عبارتند از : آهک ، کلرورفریک ، آلوم و کلروکلسیم ، که با آهک و کلرورفریک انعقاد بهتر صورت گرفت و در مدت زمان کمتری فلاکهای درشت‌تری تشکیل داده و زودتر ته‌نشین می‌شدند در طول آزمایشها از کمک منعقد کننده‌ای بنام پریستول که یک نوع پلی‌آکریل آمید می‌باشد . استفاده شده که زیاد مؤثر نبود .

بطور کلی چون pH فاضلاب اکثراً اسیدی بود لذا با اضافه نمودن حدود 100 ppm آهک pH مناسب تنظیم گردیده و پساب زلال می‌گردید . برای تعیین کدورت از دستگاه اسپکتروفتومتر که در طول موج آن بر روی ۳۴۶ تنظیم شده بود با عدد مبنای ۱۰۰ برای آب مقطر ( میزان عبور نور ) استفاده شده است . نتایج در جدول شماره ۱ و ۲ نشان داده شده است .

**جدول شماره ۱ : میزان مواد منعقد کننده مصرفی در آزمایشهای جار**

| میزان / نوع ماده منعقد کننده | ۴۰ ppm | ۶۰ ppm | ۸۰ ppm | ۱۰۰ ppm | ۱۲۰ ppm | ۲۰۰ ppm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| آهک | | | | + | + | † |
| کلرورفریک | + | + | + | | | |
| آلوم | | + | + | + | + | |
| کلرورکلسیم | | + | + | + | + | |
| **کلرورفریک + پریستول** | | (۶+۳) | (۸۰+۵) | | | |
| **کلرورکلسیم + پریستول** | | | (۸۰+۵) | | | |
| آلوم ـ پریستول | | | | (۱۰۰+۵) | (۱۲۰+۵) | |

### ۲- نتایج آزمایش روغن SS,$BOD_5$,COD

**COD :** متوسط COD پساب حدود ۵۲۱ میلی گرم بود که بعد از شناورسازی با هوای محلول به ۲۶۵ میلی گرم در لیتر رسیده و در صد ۵۰٪ را نشان می دهد ولی با اضافه نمودن مواد منعقد کننده همراه با شناورسازی با هوای محلول COD به ۴۹ میلی گرم در لیتر رسیده و درصد حذف به ۹۱٪ می رسد.

$BOD_5$ : میانگین $BOD_5$ پساب ، ۱۷۸ میلی گرم در لیتر ، بود که بعد از شناورسازی با هوای محلول به ۸۹ میلی‌گرم در لیتر رسیده و درصد حذفی حدود ۵۰٪ را نشان می‌داد ، بعد از اضافه نمودن مواد منعقد کننده همراه با شناورسازی متوسط $BOD_5$ به ۳۹ میلی‌گرم در لیتر می‌رسد و درصد حذف آن حدود ۷۸٪ می‌باشد .

جدول شماره ۲ : نتایج pH و کدورت بهترین مواد منعقد کننده در آزمایشات جاری

| ماده منعقد کننده | pH نمونه قبل از آزمایش | pH نمونه بعد از آزمایش | میزان ماده منعقد کننده ppm | کدورت قبل از آزمایش ( مبنا : ۱۰۰ ) ( عبور نور ) | کدورت بعد از آزمایش ( مبنا : ۱۰۰ ) ( عبور نور ) |
|---|---|---|---|---|---|
| آهک | ۵/۲ | ۷/۲ | ۱۰۰ | ۳۳ | ۹۵ |
| کلرور فریک | ۵/۲ | ۵/۵ | ۸۰ | ۳۲ | ۹۰ |
| آلوم | ۵/۵ | ۶ | ۱۰۰ | ۳۴ | ۸۵ |
| کلرور کلسیم | ۵/۳ | ۵/۵ | ۸۰ | ۴۳ | ۸۴ |

## روغن

متوسط روغن موجود در پساب ، ۱۸۹میلی‌گرم در لیتر بود که بعد از شناورسازی به ۹۹ میلی‌گرم در لیتر می‌رسد و درصد خذفی ۴۸٪ را نشان می‌داد ، و این نشان می‌دهد که روغن بیشتر به صورت امولسیون در فاضلاب صنعتی وجود دارد لذا بعد از عمل انعقاد با مواد منعقد کننده و همراه با شناورسازی میزان روغن به حدود ۱۳ میلی‌گرم در لیتر می‌رسد که درصد حذف آن حدود ۹۳٪ می‌باشد .

### SS ( مواد معلق )

متوسط مواد معلق ( SS ) پساب ، حدود ۲۲۰ میلی‌گرم در لیتر بود که بعد از شناورسازی به حدود ۷۵ میلی‌گرم در لیتر می‌رسید و حذفی حدود ۶۶ درصد را نشان می‌داد بعد از اضافه نمودن مواد منعقد کننده همراه با شناورسازی ، میزان متوسط مواد معلق به حدود ۲۸ میلی‌گرم در لیتر می‌رسید که حذف آن حدود ۸۷درصد می‌باشد نتایج در جدول شماره ۵ نوشته شده است .

### بررسی پارامترهای متفرقه در پساب

طبق جدول شماره ۳ میزان سرب ، کادمیوم ، مس ، کلرور و کروم پساب در حد پایین می‌باشد و فقط میزان ازت نیتریت ، ازت نیترات ، ازت آمونیاکی ، فسفر و فسفات قبل و بعد از شناورسازی با هوای محلول بالا می‌باشد و این مقادیر با توجه به مواد مصرفی در فرآیند تولید کارخانه می‌باشد .

جدول شماره ۳ : نتایج آزمایشات کلی پساب سواری‌سازی در ابتدا و انتهای آزمایشات

| پارامترهای مورد آزمایش | قبل از پایلوت | بعد از پایلوت |
|---|---|---|
| دترجنت ( mg/1 ) | ۰/۶ | ۰/۹۳ |
| کدورت ( JTU ) | ۲۱۰ | ۵۰ |
| نیتریت ( mg/1 ) | ۹۲ | ۵۱ |
| نیترات ( mg/1 ) | ۸۰ | ۵۲ |
| ازت آمونیاکی ( mg/1 ) | ۸/۶ | ۷/۲ |
| فسفر ( mg/1 ) | ۴۸ | ۳۲ |
| فسفات ( mg/1 ) | ۱۴۷ | ۱۰۰ |
| سرب ( mg/1 ) | ۰/۲ | ۰/۲ |
| کادمیم ( mg/1 ) | ۰/۲ | ۰/۷۰۰ |
| مس ( mg/1 ) | ۰/۱۲ | ۰/۰۴ |
| کروم ( mg/1 ) | ۰/۳۱ | ۰/۰۳ |
| کلرور ( mg/1 ) | ۱۲۱ | ۵۸ |
| Do ( mg/1 ) | ۱/۵ | ۴/۸ |

## بحث و تفسیر و نتیجه‌گیری

بطور کلی با توجه به استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست که در صفحات بعد آمده است پارامترهای اشاره شده فوق شامل روغن ، $COD$ , $BOD_5$ , $SS$ بعد از شناورسازی با هوای محلول و انعقاد به میزان خیلی زیادی پایین می‌آیند و فقط $BOD_5$ بطور متوسط ۳۹ میلی‌گرم در لیتر بود که حداکثر میزان مجاز بیشتر بود لازم است پساب مورد تصفیه بیولوژیکی قرار گیرد . متوسط روغن نیز بعد از شناورسازی با هوای محلول و همراه با شکستن امولسیون به ۱۳ میلی‌گرم در لیتر می‌رسد و از حداکثر مجاز روغن استاندارد محیط زیست به میزان جزئی بیشتر است و این می‌تواند ناشی از دو علت ذیل باشد :

۱ـ فشار کم هوای محلول در شناورسازی ( حداکثر ۲/۵ اتمسفر )

۲ـ درصد بالای امولسیون روغنی

جدول شماره ۴ : میانگین نتایج حاصل از آزمایش نمونه‌ها

| پارامترهای مورد آزمایش | قبل از پایلوت DAF Mg/1 | بعد از پایلوت DAF Mg/1 | همراه با مواد منعقد کننده Mg/1 | درصد حذف بعد از پایلوت | درصد حذف همراه با مواد منعقد کننده |
|---|---|---|---|---|---|
| pH | ۶/۲ | — | ۷ | | |
| COD | ۵۲۱/۲ | ۲۴۶/۵ | ۴۹/۲ | ۴۹ | ۹۱ |
| $BOD_5$ | ۱۷۸/۴ | ۸۸/۹ | ۳۹/۳ | ۵۰ | ۷۸ |
| روغن و گریس | ۱۸۸/۶ | ۹۸/۸ | ۱۳ | ۴۸ | ۹۳ |
| کل جامدات | ۱۳۴۶/۵ | ۹۰۹/۶ | ۱۳۵/۲ | ۳۲ | ۹۰ |
| مواد معلق | ۲۱۹/۹ | ۷۵ | ۲۷/۸ | ۶۶ | ۸۷ |
| مواد معلق فرار | ۱۲۰/۵ | ۵۳ | ۱۶/۸ | ۵۶ | ۸۶ |
| مواد معلق معدنی (ثابت) | ۹۹/۴ | ۲۲ | ۱۱ | ۷۸ | ۸۹ |

جدول شماره ۵ : استانداردهای ایران در مورد استفاده مجدد از فاضلاب در کشاورزی

حداکثر میزان مجاز آلوده کننده در فاضلابهای صنعتی ( میلی‌گرم در لیتر )

منبع : سازمان حفاظت محیط زیست ، مرداد ۱۳۵۵ (۲)

| مواد آلوده کننده | تخلیه به آبهای سطحی | جهت مصارف کشاورزی و آبیاری | تخلیه به آبهای زیرزمینی (چاه) |
|---|---|---|---|
| آلومینیم | ۵ | ۵ | ۵ |
| ارسنیک | ۰/۱ | ۰/۱ | ۰/۱ |
| باریم | ۲ | ۱ | ۱ |
| بریلیوم | ۰/۱ | ۰/۱ | ۰/۱ |
| $BOD_5$ | ۲۰ | ۱۰۰ | ۲۰ |
| برم | ۲ | ۱ | ۱ |
| کادمیوم | ۱ | ۰/۰۱ | ۰/۱ |
| کلسیم | ۷۵ | — | — |
| COD | ۵۰ | ۲۰۰ | ۵۰ |
| کلر آزاد | ۱ | ۰/۲ | ۱ |
| کلرور | حاکثر ۲۵۰ | — | — |
| کروم ۶ ظرفیتی | ۱ | ۱ | ۱ |
| کروم ۳ ظرفیتی | ۱ | ۱ | ۱ |
| کبالت | ۱ | ۱ | ۱ |
| رنگ | نباید هیچ اثر مرئی داشته باشد | ۷۵ واحد رنگ | ۷۵ واحد رنگ |
| مس | ۱ | ۰/۲ | ۱ |
| سیانید | ۰/۰۲ | ۰/۰۲ | ۰/۰۲ |
| دترجنت (ABS) | ۱/۵ | ۰/۵ | ۰/۵ |
| اکسیژن محلول ( DO ) | ۲ | ۲ | ۲ |

تبصره :

**استاندارد مقدار مواد جامد در پسابها برای ایران عبارتند از :**

۱ـ پسابهای صنعتی : جهت مصارف آبیاری ، کشاورزی و فضای سبز نباید حاوی لجن ، مواد جامد شناور بزرگتر از ۰/۸ میلی‌متر و ترکیبات روغنی قابل رویت باشد .

۲ـ پسابهای صنعتی جهت تخلیه به آبهای سطحی و زیرزمینی ، باید عاری از لجن ، مواد جامد شناور و ترکیبات روغنی مریی باشد .

## منابع


۱ـ قاسمی ، م « گزارش علمی فنی طرح سیستم تصفیه‌خانه مرکزی فاضلابهای صنعتی کارخانجات صنعتی شرکت ایران خودرو » اداره کل مهندسی طراحی ، مهرماه ۱۳۶۹

۲ـ سازمان حفاظت محیط زیست ، ۱۳۷۰ مراجعه شخصی

3 . Batstonc , R.Smith .J.E: and Wilson.D." The safe disposal of Hazardous wastes " The special neede and problems of developing countries . Volume I,II,III, 1989 .

4. Patterson , J.W : Industrial wastewater treatment Technology . 1985 .

5. Standard Methods for the examination of water and wastewater . 1985 .

6. Vernick , A.S. and E.C walker : " Handbook of wastewater treatment processes " Newyork Basel , 1981 .