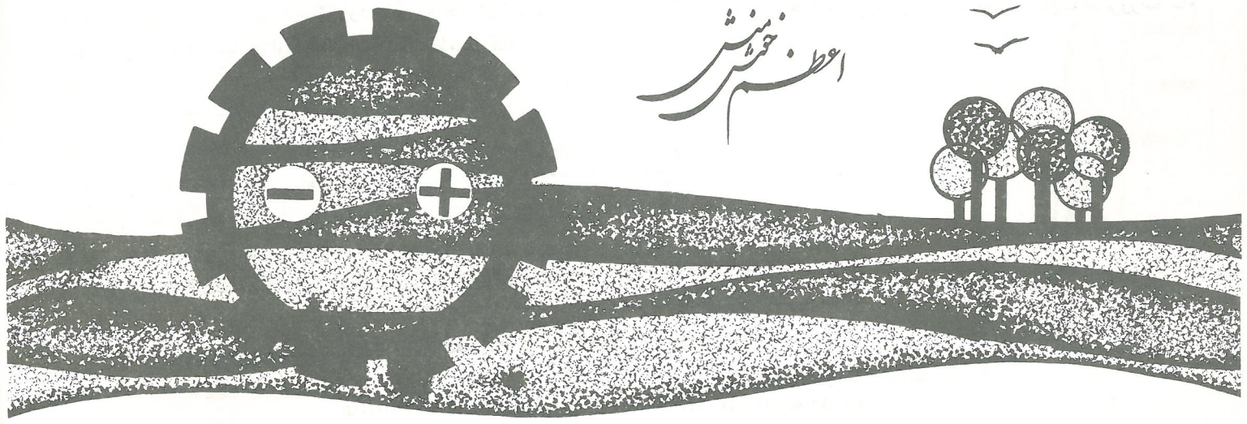
ترکیب فلزات سنگین در پساب تعدادی از واحدهای آبکاری شهر اصفهان و خطرات زیست محیطی آنها

اعظم خرمنش



چکیده:

در این مطالعه ابتدا با نظری اجمالی به صنعت آبکاری، مواد شیمیایی مورد مصرف، منابع عمده آلودگی پساب و اثرات سوء زیست محیطی آنها بررسی شده است. اطلاعاتی در مورد آنالیز پساب از نقطه نظر غلظت بعضی یونهای فلزات سنگین و سمی (Cr_{6+}، Cr_{3+}، Zn_{2+}، Cu_{2+}، Cd_{2+}، Ni_{2+})، میزان پساب تولید شده، چگونگی دفع پساب و نیز محل پانزده واحد آبکاری شناسایی شده در سطح شهر اصفهان ارائه گردیده است. نتایج تجزیه نمونه‌ها نشان می‌دهد که یونهای کروم بین ۰/۰۵ تا ۵۹۸، نیکل بین ۳۰ تا ۹۶۰، روی بین ۷/۸ تا ۲۴۹، کادمیم بین ۰/۰۱ تا ۰/۷۵ و مس بین ۱۱ تا ۸/۳ میلی‌گرم در لیتر تغییر می‌کند. دبی پساب واحدها بین ۱۵۰ تا ۱۰۰۰ لیتر در هر شیفت (هر شیفت کاری بین ۶ تا ۱۰ ساعت است) متغیر بود. واحدهای شناسایی شده پساب خود را به چاه، فاضلاب شهری و یا آبهای سطحی تخلیه می‌نمایند. با توجه به استانداردهای موجود و غلظت های اندازه‌گیری شده، تخلیه پساب واحدهای آبکاری به آبهای زیرزمینی و سطحی غیر مجاز می‌باشد. پیشنهاد می‌شود واحدهای آبکاری از سطح شهر جمع‌آوری و در یک ناحیه مناسب متمرکز گردند تا بدین وسیله تصفیه و دفع صحیح پساب آنها ممکن گردد.

۱ - عضو هیات علمی دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه صنعتی اصفهان

آلودگیهای ناشی از یونهای فلزات سنگین موجود در پساب واحدهای آبکاری از مهمترین و خطرناکترین آلوده سازهای محیط زیست می‌باشند که در صورت عدم حذف آنها ضمن ورود به آبهای سطحی و زیرزمینی تشکیل کمپلکسهای سمی داده و خطرات بالقوه‌ای را برای انسان و اکوسیستم ایجاد می‌نمایند. به دلیل اهمیت حفاظت منابع آب و نیز افزایش قیمت مواد شیمیایی ضرورت بررسی آلودگی آبهای سطحی و زیرزمینی هم زمان با تغییر در عملیات آبکاری به منظور ایجاد پساب کمتر و نیز صرفه‌جویی در مصرف مواد امری ضروری می‌باشد.

صنعت آبکاری تحت تأثیر تغییرات گوناگون قرار دارد. دو فاکتور عمده در این رابطه افزایش قیمت مواد، مانند مواد روکش و آب مصرفی و دیگری ملاحظات زیست محیطی است که شامل کنترل پساب و دفع پسماند سمی و خطرزای ناشی از این صنایع می‌باشد. در فرایند آبکاری اساسی‌ترین قسمت فروبردن قطعات در محلول پروسه و سپس شستشوی فیلم یا لایه‌ای از مواد شیمیایی از روی آنها است که اصطلاحاً به آن لایروبه[1] گفته می‌شود. (۴)

چنانچه عملیات اساسی فوق به نحو مطلوب صورت نگیرد، اتلاف چندین ماده شیمیایی با ارزش و هزاران گالن آب و همچنین صرف هزینه‌های کنترل آلودگی پساب را باعث خواهد شد. در گزارش انتشار یافته بوسیله EPA[2] (۲) و تحت عنوان "بررسی اقتصادی راههای مختلف تصفیه پساب صنایع آبکاری و کاهش آلودگی آنها". اطلاعاتی در زمینه کاهش و تعدیل هزینه تصفیه پساب با ایجاد تغییرات و اصلاحاتی در حمامهای آبکاری و سیستم شستشو پیشنهاد شده است. در این رابطه بررسی جریان عملیات آبکاری و ایجاد تغییراتی در آن می‌تواند از اتلاف مواد شیمیایی و نیز شدت جریانهای مصرفی آب و نهایتاً پساب تولیدی را به طور قابل توجهی کاهش دهد. تغییر در عملیات معمولاً شامل تکنیکهایی است که در آن مقادیر لایروبه در محلول پروسه، میزان آب مصرفی جهت شستشو را کاهش می‌دهد. اثر کلی آن ایجاد تقلیل در موارد زیر است.

- هزینه مواد شیمیایی
- مصرف آب
- احتیاجات مربوط به تصفیه پساب و هزینه دفع آن

منبع ورود آلودگی در پساب مراکز آبکاری شامل چندگونه است. مشخص‌ترین منبع آلودگی ناشی از لایروبه‌ها در حمامهای شستشو و آبکاری در مراحل مختلف است. میزان آلودگی ناشی از این منبع به عواملی از قبیل طراحی سیستم، شکل و اندازه قطعات، غلظت محلول آبکاری و غیره بستگی دارد. پساب ناشی از شستشو شامل حجم زیادی آب است که محلول رقیقی از سیانور و یون فلزات می‌باشد و معمولاً غلظت آن بین ۱۵ تا ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر از فلز روکش کاری است. اغلب واحدهای آبکاری دارای انواع مختلف حمامهای شستشو از قبیل روی، مس، کروم، نیکل، کادمیم و غیره می‌باشند.

اختلاط آبهای شستشو موجب کاهش غلظت هر فلز می‌گردد. به طور کلی مقدار آلوده کننده‌هایی که وارد پساب واحدهای آبکاری می‌گردند به طور قابل توجهی در واحدهای مختلف متفاوت می‌باشند.

جداول شماره ۱ و ۲ متوسط نتایج تجزیه پساب چند واحد آبکاری را نشان می‌دهد (۲). در بعضی از واحدها چکیدن محلولهای آبکاری از روی قطعات آبکاری نیز یک منبع آلودگی می‌باشد. تانکهای شستشو و محلولها اغلب به فواصل چند متری یا بیشتر از یکدیگر قرار دارند. میله‌های حمل کننده قطعات بین تانکها قرار دارند و باعث می‌شوند که محلولها از قطعات به سطح زمین چکیده و یا وارد سیستم تخلیه فاضلاب گردند.

بررسی اثرات زیست محیطی ناشی از یونهای فلزات سنگین:

ورود پساب واحدها و کارگاههای آبکاری به آبهای سطحی، زیرزمینی و یا تخلیه به فاضلاب شهری موجب افزایش میزان عناصر سنگین و سمی در آبها گردیده و در غلظت‌های بیش از حد مجاز باعث نابودی مراحل اولیه زندگی آبزیان و نهایتاً بر هم خوردن زنجیره غذایی در اکوسیستم می‌گردد. به عنوان نمونه افزایش غلظت کادمیم در آب کشاورزی کاهش تولید محصول را به دنبال خواهد داشت.

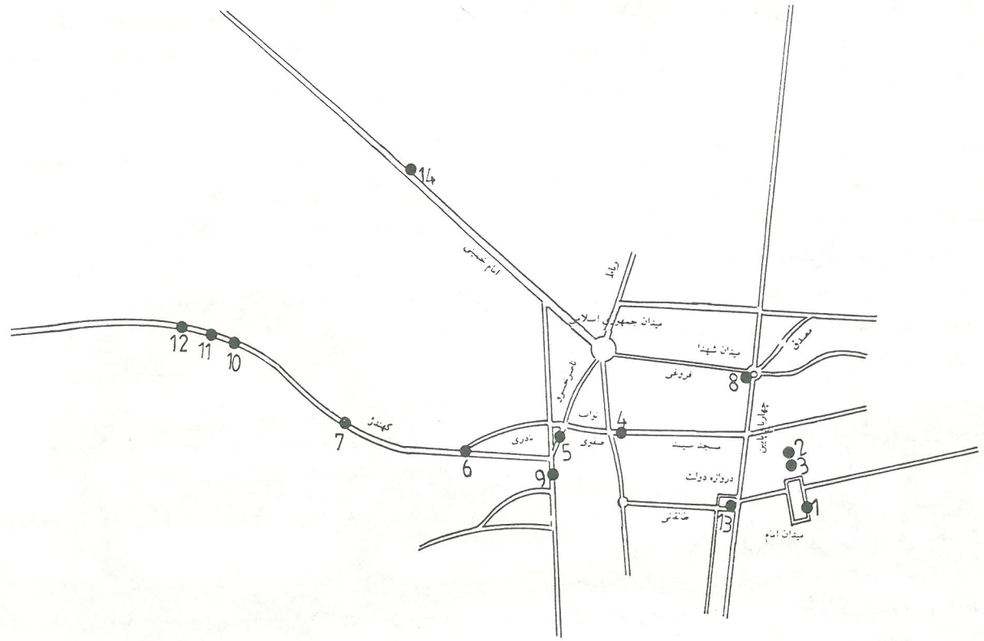
از طرفی علم پزشکی ثابت نموده است که مسمومیت کادمیم در انسان موجب از بین رفتن حس بویایی، ایجاد سرفه و تنگی نفس، کاهش وزن، کاهش مقدار هموگلوبین، نرمی استخوان، سرطان پروستات و عوارض بی‌شمار دیگر می‌گردد.(۵) آبزیان مورد استفادهٔ خوراک انسان، در آبهای آلوده به یونهای فلزات سنگین و ا: حمله کادمیم، قادر به ذخیره آنها در بدن خود می‌باشند. مط نشان داده است که کروم شش ظرفیتی به میزان بیش از ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن بدن منجر به بروز بیماریهای خطرناک و سرانجام مرگ انسان خواهد شد.(۵)

اغلب فلزات سنگین از جمله کادمیم قادر به ذخیره در بدن انسان می‌باشند. نیمه عمر بیولژیکی کادمیم در بدن انسان ۱۵ تا ۲۰ سال است. یک بررسی جالب در سوئد نشان داده است که مقدار کادمیم در بدن یک نوزاد در بدو تولد فقط یک میکروگرم (μg) بوده ولی پس از ۵۰ سال عمر و با وزن ۷۰

1- drag - out
2- Environmental Protection Agency

کیلوگرم مقدار آن به ۳۰ میلی‌گرم (mg) یعنی به ۳۰ هزار برابر رسیده است.(۵) جدول (۳) ارگانهای مختلف بدن را که عناصر سنگین در آنها متراکم می‌شوند نشان می‌دهد.

۳ـ تغییر نوع فلز آبکاری بسته به سفارشات در روز
۴ـ عدم همکاری صاحبان واحدها در ارائه اطلاعات دقیق
۵ـ متغیر بودن زمان تخلیه پساب‌ها.



مواد و روشها:

به منظور بررسی میزان آلودگی ناشی از یونهای فلزات سنگین در پساب واحدهای آبکاری واقع در محدوده شهر اصفهان پانزده واحد آبکاری شناسایی و مورد بررسی قرار گرفت. غلظت تعدادی از یونهای فلزات سنگین و سمی شامل $Cu_{2+}, Cd_{2+}, Ni_{2+}, Cr_{3+}, Cr_{6+}, Zn_{2+}$ در نمونه پساب این واحدها اندازه‌گیری شد.

نمونه گیری از پساب واحدها:

از مشکلترین و حساسترین قسمتهای انجام کار، نمونه‌برداری از پساب واحدها بود که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱ـ ثابت نبودن دبی پساب روزانه

۲ـ عدم جمع‌آوری پساب بعضی از واحدها در حوضچه‌های مخصوص (تخلیه به شبکه فاضلاب شهری، چاه و ...)

روش نمونه گیری:

نمونه برداریها از تابستان ۱۳۶۷ به مدت یک سال انجام گردید. در طول روز هر یک ساعت یک نمونه یک لیتری از پساب برداشته و در پایان شیفت تمامی آنها را در یک سطل ریخته و برحسب این که حوضچه کارگاه چند روز یک بار تخلیه می‌گردید از هر سطل نمونه‌ای برداشته می‌شد. مثلاً" اگر حوضچه هر دو روز یک بار تخلیه می‌شد در پایان روز اول نیم لیتر و در پایان روز دوم هم نیم لیتر از سطل آخر شیفت نمونه‌گیری انجام می‌گردید. چنانچه هر سه روز یک بار حوضچه تخلیه می‌شد از هر سطل در پایان شیفت مقدار ۰/۳۳ لیتر نمونه‌برداری شده و بعد هر سه نمونه را مخلوط نموده تا یک نمونه یک لیتری مورد نظر حاصل گردد.

اگر نوع مواد آبکاری متفاوت بود برای هر نوع ماده به طور جداگانه همین روش تکرار می‌شد و سپس برای آن واحد تمامی نمونه‌ها در یک سطل ریخته شده و بعد از آن یک نمونه یک لیتری جهت آنالیز نهایی برداشته می‌شد. به منظور نمونه‌گیری از واحدهایی که دارای مخازن بزرگ جهت انبار پساب خود بودند

ابتدا با یک چوب بلند مواد درون مخزن را به هم زده و سپس یک نمونه یک لیتری برداشت می‌گردید.

روش آنالیز نمونه پساب‌ها:

از روشهای مختلفی جهت اندازه‌گیری غلظت یونهای فلزات می‌توان استفاده کرد که از آن جمله روش جذب اتمی[3] می‌باشد. این روش که در سال ۱۹۵۰ توسط آلن والش[4] معرفی گردید. از نظر مفهوم تجزیه‌ای به عنوان روشی برای تعیین غلظت یك عنصر در نمونه، با اندازه‌گیری مقدار جذب تشعشعات در بخار اتمی تولید شده از نمونه در طول موجی که مشخص و خاص عنصر مورد نظر است، توصیف می‌گردد.

به طور کلی نشان داده شده که دستگاه جذب اتمی از دقیق‌ترین وسایل فنی برای تخمین و تعیین مقدار فلزات در محلولها است. با این وسیله می‌توان بین ۶۰ الی ۷۰ عنصر را در طیف وسیعی از غلظتها اندازه‌گیری نمود. از فاکتورهای عمده در این روش سرعت و آسانی و دقت آزمایش می‌باشد.

به همین منظور در اندازه‌گیری غلظت فلزات در نمونه‌ها از دستگاه اتمیک ابزوربشن استفاده گردید.

نتایج:

نتایج آنالیز نمونه پساب پانزده واحد مورد مطالعه بانضمام محل آبکاری، دبی آب مصرفی در هر شیفت کاری و نیز محل تخلیه پساب در جدول شماره ۴ منعکس گردیده است. محل تقریبی واحدها روی نقشه شهر اصفهان به ترتیب شماره واحد مندرج در جدول ۴ نشان داده شده است که به منظور مطالعه و بررسی میزان آلودگی ، چگونگی تجمع واحد و نفوذ پساب به آبهای زیرزمینی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

بحث و نتیجه گیری:

با توجه به این که نحوه دفع پساب واحدهای آبکاری موجود در سطح شهر اصفهان عمدتا" تخلیه به فاضلاب شهری و یا چاه می‌باشد، لذا از نقطه نظر عوارض و عواقبی که هر کدام از روشهای دفع در دراز مدت می‌تواند در محیط زیست این ناحیه ایجاد نماید مطالعاتی صورت گرفت که مختصرا" به شرح زیر می‌باشد:

به دلیل اهمیت نفوذ پساب‌های صنعتی به سفره‌های آب زیرزمینی مطالعات زمین‌شناسی و توپوگرافی دشت اصفهان (براساس نتایج بدست آمده توسط سازمان ترافیک اصفهان) نشان می‌دهد که پایدارترین و نفوذ ناپذیرترین ناحیه دشت اصفهان واقع در مرکز و شرق منطقه بوده و مناطق غربی از مناطق سست و نفوذپذیر تشکیل شده است. از طرفی عمق چاههای مورد نیاز جهت رسیدن به سفره‌های آب زیرزمینی در مناطق جنوبی بعضا" بیش از نواحی شمال و غرب می‌باشد. حداقل و حداکثر عمق چاه به طور تقریبی بین ۲ تا ۱۵ متر می‌باشد. لذا با توجه به موقعیت جغرافیایی و نیز تراکم واحدهای آبکاری در نواحی خیابان خرم به طرف کهندژ و میدان امام احتمال آلوده شدن آبهای زیرزمینی بسیار زیاد است.

بررسی آنالیز پساب واحدهای مورد مطالعه نشان می‌دهد که پساب تمامی واحدها بدون استثناء آلوده کننده محیط زیست می‌باشند و هر واحد نسبت به یک یون خاص سهم بیشتری را در آلودگی دارا است. با توجه به اثرات بسیار زیان‌آور کادمیم به عنوان مثال واحد شماره ۱۲ که پساب خود را بر چاه تخلیه می‌نماید را

3- Atomic Absorbtion
4- Allen Valsh

	Effluent concentration (mg/l)		
Pollutant	Minimum	Maximum	Average
Cyanide,total	<0.1	95.9	14.4
Copper	0.1	47.2	4.7
Nickel	<0.1	52.2	5.7
Chromium,total	0.1	178.0	20.2
Zinc	0.4	101.4	19.3
Lead	<0.1	3.0	0.4
Cadmium	<0.1	24.3	4.3

جدول شماره ۱: متوسط ارقام حاصل از آنالیز پساب ۲۲ واحد آبکاری (گزارش E.P.A مرجع ۲)

جدول شماره ۲: آنالیز محلول پروسه آبکاری که به طور پریودیک دور ریخته می‌شود. (از گزارش *E.P.A* مرجع ۲)

Pollutant or Parameter	Sample solution						
	Alkaline cleaner				Acid dip		
	1	2	3	Electrocleaner	1	2	3
Volume (gal)	325.0	340.0	338.0	390.0	65.0	50.0	165.0
Cvaride total (mg/L)	2.5	85.5	2.8	1.3	(a)	(a)	(a)
Cadmium (mg/L)	0.2	2.6	0.4	0.8	6.4	0.1	1.990.0
Chromium,total (mg/L)	40.0	(a)	0.1	36.5	39.2	10.8	(a)
Copper (mg/L)	58.1	19.4	10.9	1.9	121	0.1	(a)
Nickel (mg/L)	6.9	0.9	0.3	5.2	128.0	0.6	(a)
Lead (mg/L)	4.4	(a)	0.7	1.9	11.6	0.1	(a)
Zinc (mg/L)	1.2	74.0	162.0	10.5	365.0	5.240.0	(a)

a: Solution was not analyzed for Particular pollutant.

خون	استخوان	کلیه	پوست	کبد	سیستم قبلی عروقی	سیستم اعصاب مرکزی	ناحیه تنفسی	ناحیه معدنی روده‌ای	نواحی بدن فلزات
−	+	+	−	−	+	+	+	+	کادمیم
−	−	+	+	+	−	+	+	−	کروم
+	−	−	−	−	−	−	−	+	مس
+	+	−	±	−	−	−	−	+	روی

جدول شماره ۳ : تراکم عناصر سنگین در ارگانهای مختلف بدن

می‌توان خطرناکترین واحد معرفی نمود.

واحد شماره ۱۵ نسبت به یون کروم، واحد شماره ۱۱ نسبت به یون نیکل و واحد شماره ۵ نسبت به یون مس دارای بیشترین آلودگی است. واحدهای شماره ۳،۲،۱ که پساب خود را مستقیماً به چاه تخلیه می‌نمایند احتمال نشت آن به سفره‌های آب زیرزمینی و آلودگی آبهای زیرزمینی می‌رود. واحد شماره ۴ که از واحدهای بزرگ تولید پساب می‌باشد و نیز واحد شماره ۵ به انضمام واحدهای شناسایی نشده که پساب خود را بر فاضلاب شهری واریز می‌نمایند احتمال ایجاد مشکلات در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب را به همراه خواهند داشت.

جدول (۴) نتایج تجزیه پساب پانزده واحد آبکاری در شهر اصفهان

شماره واحد	محل	نوع فعالیت	دبی آب مصرفی در هر شیفت کاری (لیتر)	محل تخلیه پساب	غلظت	یونهای	فلزات	(میلیگرم در لیتر)
					Zn^{2+}	Cu^{2+}	Cd^{2+}	Ni^{2+}	Cr^{6+}
۱-	میدان امام	آبکاری قطعات مس عتیقه‌جات و کارهای هنری	۷۵	چاه	۱۰۴	۱۱۲	۰/۲	۵۸۷	۰/۱۹
۲-	میدان امام	آبکاری ظروف (پارچ، سماور)	۱۰۰۰	چاه	۱۲/۶	۴۷	۰/۰۶	۲۸۸	۱۲۰
۳-	میدان امام	آبکاری ظروف (پارچ، سماور)	۵۰۰	چاه	۷/۸	۱۲	۰/۰۶	۲۵۹	۵۵
۴-	خیابان مسجد سید	آبکاری قاب، وسایل موسیقی، سهراتومبیل و غیره	۱۰۰۰	چاه	۱۱۴	۲۷۳	۰/۱۹	۲۹۲	۱۹۳
۵-	خیابان خرم	آبکاری ظروف (سماور، پارچ)	۵۰۰	فاضلاب شهری	۲۱۲	۸۱۳	۰/۱۷	۴۰۹	۲۶
۶-	خیابان کهندژ	آبکاری ظروف	۱۵۰	چاه	۲۳	۳۷	۰/۰۶	۵۰	۰/۹۶
۷-	خیابان کهندژ	آبکاری سپر اتومبیل	۱۵۰	چاه	۱۲	۱۴	۰/۰۷	۱۲۱	۲۰۴
۸-	فلکه شهدا	آبکاری وسایل زینتی	۱۰۰۰	چاه	۲۰	۳۱۰	۰/۰۸	۲۴۹	۱۷۵
۹-	خیابان خرم	آبکاری لوستزجات و آئینه‌آلات	۷۰۰	فاضلاب شهری	۸/۶	۶۵	۰/۰۶	۹۶۰	۴۸
۱۰-	خیابان کهندژ	آبکاری سپر اتومبیل و ظروف	۲۰۰	فاضلاب شهری	۹	۱۲	۰/۰۸	۱۸۵	۱۰
۱۱-	خیابان کهندژ	آبکاری قابهای فلزی و ظروف	۱۵۰	فاضلاب شهری	۰/۳	۱۱۰	۰/۰۸	۶۵۸	/۰۵
۱۲-	خیابان کهندژ	آبکاری ظروف	۱۵۰	چاه	۲۵۰	۱۴/۵	۰/۷۵	۴۸	۱۲
۱۳-	میدان امام	آبکاری سپر اتومبیل، درب و ظروف	۱۰۰۰	نهر آب جاری	۱۵	۲۲۰	۰/۱۵	۱۵۵	۲۰۵
۱۴-	دروازه دولت	آبکاری سینی و ظروف	۵۰۰	فاضلاب شهری	۲۱	۲۵۰	۰/۰۸	۲۱۰	۱۴۰
۱۵-	منطقه صنعتی اشترجان	آبکاری لوازم بیمارستانی و قطعات صنعتی		حوضچه ذخیره	۱۰/۵	۵۱	۰/۰۱	۳۰	۵۹۸

References

1- Environmental pollution Journal:
"*toxic Substances in Rivers and streams.*" 50(1988)

2-"*Control and Treatment technology for metal finishing industry in plant changes*"
E.P.A summary report 1984.

3- Bockrised J.O.M "*Environmental chemistry*" plenum press, 1979.

4- Nelson L. Nemenow "*Industnial water pollution origins, characteristics and treatment*" *1988.*

5- Under wood E.H. "*Tkrace Elements in human and animal nutriation*". 4 Th Ed. NewYork (1977).

ABSTRACTS

Heavy Metal Contamination in ELectroplating Effluents and their Environ mental Impacts

A. Khoshmanesh
Chemical Engineering Department,
Isfahan University Of Technology

In this article, the main chemical pollutants in electroplating process were studied.

The location, the methods of effluent disposal, and the concentration of five heavy toxic metal ions were measured for 15 electroplating work shop effluents in the city of Isfahan.

The analytical results show the range of concentrations are as follow:

Cr^{3+}	Cr^{6+}	0.05	to	598	ppm
	Ni^{2+}	30.0	to	960	ppm
	Zn^{2+}	7.8	to	249	ppm
	Cd^{2+}	0.01	to	0.75	ppm
	Cu^{2+}	11.0	to	813	ppm

The minimum and maximum flow rates of these workshops were about 150 to 1000 liters per shift. The effluents are directed to digged wells, municipal sewage system or surface waters.

Comparing the heavy metals, concentrations in effluent with the treshold values shows clearly that all workshops are working far from accepted standard levels.

Disposal of these effluents to environment may cause heavy metal Ions diffuse in underground waters and damage the Agricultural crops as well. It seems the economical and practical way to handle the problem is to locate all the workshops in one area and treat the effluent in a common waste treatment unit.

Seasonal Changes in the Salinity of Zayandehrud River

M.Kalbasi

College of Agriculture, Isfahan University of Technology.

Zayandehrud is the major blood vein of Isfahan Plain and it's water quality is of prime importance to municipal, agricultural and industrial development in the area. Salinity of water in this river and it's seasonal changes along the river pass was determined by analysis of samples taken from 14 station along the river pass, during a 3 year period Electrical conductivity and concentration of calcium magnisium, sodium, potasium, chloride, sulfate and bicarbonate ions were determined.

Results indicated a gradual increase in electrical conductivity and concentration of Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^{+}, K^{+}, Cl^{-}, So_4^{2-}, and Hco^{-3}, from station no.1 (Morgan) to station no.10 (Ziar) and then a much higher increase from station no.10 to station no.13 (Varzaneh). Electrical conductivity and concentration of the above mentioned ions slightly decreased from station no.13 to station no.14 (Gavkhoni). Seasonal changes of EC was minor from station no.1 to station no.8 (Bozorgmehr). The highest EC were recorded in winter

From station no.8, however; seasonal changes of EC were recorded in summer. Seasonal changes of various cations and anions concentration were also determined. Seasonal changes were not the same for different ions and generally was slight upto station no.10 and increased drastically from station no.10 to no.14.