پژوهشـــــی

خصوصیات شیمیائی و غلظت برخی عناصر سنگین در پساب واحدهای صنعتی نساجی شهر یزد

مهندس حمیدرضا رحمانی*

چکیده

در زمان حاضر پالایش و پاکسازی آبها از آلاینده‌ها به ویـژه عنـاصر سـنگین بـه شـکل یکـی از مسـائل مـهم روز در آمـده اسـت. بهره‌برداری روزافزون از کارخانه‌ها و استفاده از کودهای شیمیائی، آفت‌کشها، مواد سوختی و رنگی در مقیاس عظیـم، منـابع مختلـف آلودگی آبها را تشکیل می‌دهند. در نتیجه امروزه در منابع جهان بیش از ۷۰۰ نوع ماده شیمیایی شناسایی شده است کـه اغلـب آنـها بسیار خطرناک می‌باشند.

استان یزد به عنوان یکی از مناطق خشک کشور از نظر منابع آب دارای محدودیت کیفـی و کمـی اسـت. لـذا بـهره‌برداری مجـدد از پسابهای صنعتی می‌تواند تا حدودی کمبود آب را در سطح استان جبران نمـاید. بررسـی خصوصیـات فـیزیکی و شـیمیایی پسـابهای خروجی از واحدهای صنعتی می‌تواند آگاهی لازم از آلاینده‌های موجود را ارائه نماید. اطـلاع از وضعیـت آلاینده‌هـا در جلـوگیـری از آلودگی محیطزیست با ارائه راه‌کارها و همچنین چگونگی تصفیه پسابها برای بهره‌برداری مجدد از آنها مؤثر است.

در تحقیق حاضر چهار واحد صنعتی ریسندگی و بافندگی یزد باف(۱) جنوب(۲) درخشان(۳) و تابان(۴) در شهر یزد مورد بررسی قـرار گرفته‌اند. در هر واحد صنعتی نمونه‌برداری از پساب به صورت ماهانه و به مدت ۶ ماه انجام شده و با انتقـال نمونـه‌ها بـه آزمایشـگاه برخی خصوصیات شیمیایی آب از جمله pH, EC, Na^{+}, K^{+}, Ca^{+2}, Mg^{+2}, So_4^{-2}, CO_3^{-2}, HCO^{3-} و غلظـت عنـاصر سـنگین Pb, Cd و Ni در نمونه‌های پساب اندازه‌گیری گردیدند.

نتایج نشان داد که در واحد صنعتی شماره (۱) غلظت کلسیم، منیزیم، کلرور بی‌کربنات، در واحد صنعتی شماره (۲) EC, pH، غلظـت کلسیم، منیزیم، کلر، سولفات و بی‌کربنات و در واحد صنعتی شماره (۳) غلظت کلسیم، منیزیم، کلر و بی‌کربنـات و در واحـد صنعتـی شماره (۴) pH، غلظت کلسیم، منیزیم، کلر و بی‌کربنات فراتر از حد مجاز غلظت این آلاینده‌ها بودند. غلظت عناصر سنگین در پساب کلیه واحدهای صنعتی در نمونه‌های پساب کمتر از حد مجاز آلاینده‌ها بود و پساب‌های واحدهای مذکور از نظـر ایـن فلـزات جـهت استفاده مجدد یا ورود به محیطزیست خطرساز نمی‌باشند.

در مجموع می‌توان نتیجه‌گیری کرد که پسابهای مذکور از نظر بعضی پارامترها از جمله غلظـت کلـر، سـولفات، بی‌کربنـات، کلسـیم، منیزیم و pH بیش از مقادیر مجاز بوده ولی از نظر عناصر سنگین مـورد مطالعـه محدودیتـی ندارنـد. بنـابراین ضـرورت دارد جـهت بهره‌برداری از پسابهای مورد بررسی، تصفیه و جداسازی عناصر با غلظت‌های بیش از حد مجاز صورت گیرد. برای انجـام تصفیـه یـا ارائه راه حلهای مناسب جهت بهره‌برداری مجدد، مطالعه و بررسی بیشتری لازم است.

کلمات کلیدی:

پساب، آلاینده، عناصر سنگین، حد مجاز، حد بحرانی.

تاریخ دریافت:۱۳۸۰/۴/۲۵

تاریخ پذیرش:۱۳۸۱/۱۲/۱۲

* عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات خاک و آب اصفهان.

سرآغاز

آلاینده‌های فلزات سنگین به دلیل غیرقابل تجزیه بودن و اثرات فیزیولوژیکی آنها بر جانداران در غلظتهای کم و به عنوان عامل خطرناک و آلاینده محیطزیست مورد توجه و ارزیابی فراوان قرار گرفته‌اند. جیوه و کادمیم در اولویت اول و کرم، نیکل، مس و سرب در اولویتهای بعدی فلزاتی هستند که اثرات کوتاه مدت و بلند مدت خطرناکی در چرخه زیستی موجودات زنده ایجاد نموده و در نتیجه بهداشت انسان و حیات موجودات و گیاهان را به مخاطره می‌اندازند (FAO, 1992).

در نتیجه ورود مقادیر زیاد عنصر سمی سرب به اشکال مختلف به زنجیرهٔ غذایی انسان و جانداران، بیماریهای مختلف بروز می‌کند که در موارد حاد منجر به سقط جنین و مرگ و میر در انسانها و دامها شده است (رحمانی، ۱۳۷۴). تجزیه آبهای زیرزمینی، مقدار سرب موجود را از ۱ تا ۶۰ میکروگرم در لیتر نشان می‌دهد. میزان سرب در آب دریاچه‌ها و رودخانه‌ها ۱ تا ۱۵ میکروگرم در لیتر گزارش شده است. در آبهای سطحی برمودا که به دور از اثرات قاره‌ای هستند میزان سرب به طور متوسط ۰/۰۷ میکروگرم در لیتر و این میزان در آبهای مرکزی اقیانوس اطلس ۰/۰۵ میکروگرم در لیتر برآورد شده است. در شرایط طبیعی مقدار سرب آب کمتر از ۱۰ میکروگرم در لیتر پذیرفته شده است (رحمانی، ۱۳۷۴).

مقادیر گزارش شده از غلظت کادمیم در آب رودخانه در یک تحقیق ۰/۵ تا ۲/۳ میلی‌گرم در لیتر بوده است. در این تحقیق همچنین مقدار کادمیم در رودخانه ایلی‌نویز[1] ۰/۱ تا ۲۰ میکروگرم در لیتر و در رودخانه هادسون ۳ تا ۶ میکروگرم در لیتر گزارش گردیده است (Khan et al., 1981). استفاده از آب آبیاری آلوده در ژاپن با غلظت کادمیم ۰/۵ تا ۵ میلی‌گرم در لیتر سبب ایجاد بیماری ایتای- ایتای[2] شده است. طبق این بررسی غلظت کادمیم در خاک بیش از ۱ میلی‌گرم در لیتر بوده که سبب افزایش غلظت این عنصر در برنج کشت شده به مقدار ۰/۴ تا ۱ میلی‌گرم در لیتر شده است (Kasuya et al., 1992).

در تحقیقی دیگر رشد و جوانه‌زنی در دو گونه درخت با افزایش غلظت Cd و Pb در پساب صنعتی کاهش نشان داد. همچنین اثر دو فلز با هم در کاهش رشد آنها بیشتر بوده است (Zafar Ibal et al., 2000).

عنصر نیکل عنصری بسیار سمی برای گیاه است حد مجاز این عنصر در آب آشامیدنی ۰/۰۲ میلی‌گرم در لیتر و غلظت معمول آن در گیاه کمتر از ۱ میلی‌گرم در کیلوگرم است (دبیری، ۱۳۷۵).

علاوه بر فلزات سنگین بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیائی پساب نیز جهت تعیین کیفیت و نوع بهره‌برداری از آن ضروری است.

هدف تحقیق حاضر بررسی غلظت عناصر سنگین سرب، کادمیم، نیکل و برخی خصوصیات شیمیائی پسابهای خروجی از چند کارخانه صنعتی نساجی می‌باشد.

مواد و روشها

برای انجام طرح واحدهایی از کارخانجات نساجی با نوع فعالیت و میزان پساب تولیدی متفاوت انتخاب گردیدند (جدول ۱). بررسی پساب این واحدها به مدت ۶ ماه و هر ماه یک بار با نمونه‌برداری مرکب (نمونه‌برداری در یک دوره ۴۸ ساعته و هر ۶ ساعت یک بار انجام و سپس نمونه‌ها با هم ترکیب شده و نمونه مرکب ساخته شد) از پساب انجام شد. جهت عمل نمونه‌برداری از ظروف نمونه‌برداری پلی‌اتیلن که قبلاً توسط اسیدنیتریک ۴ درصد (یکبار) و آب مقطر (سه بار)شستشو شده بودند استفاده گردید. pH و EC در هنگام نمونه‌برداری توسط دستگاههای pH متر و EC سنج صحرائی (پرتابل) اندازه‌گیری گردیدند. در هر بار نمونه‌گیری از واحدها، هر نمونه صاف گردید و آنگاه به دو قسمت تقسیم گردید و در دو ظرف جداگانه ریخته شد. در یک قسمت کلر با تیتراسیون به وسیله نیترات نقره ۰/۰۵ مولار در مجاورت معرف کرومات پتاسیم و یون بیکربنات با تیتراسیون به وسیله اسید سولفوریک ۰/۰۵ نرمال در مجاورت معرف متیل ارانژ اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری کاتیونهای کلسیم و منیزیم توسط دستگاه جذب اتمی، سدیم و پتاسیم با دستگاه فیلم فتومتر مدل ۸۶۶۱۵۰ و میزان سولفات با روش کدورت سنجی اندازه‌گیری گردید (Page et al., 1982).

در قسمت دیگر هر نمونه، برای اندازه‌گیری عناصر سنگین با اضافه سازی اسید نیتریک غلیظ بـه نسـبت ۱ بـه ۱۰۰ مـورد حفاظت قرار گرفتند. اندازه‌گیری عناصر سـنگین مربوطـه بعـد از آخریـن مرحلـه نمونـه‌برداری در نمونـه‌ها بـدون غلیظ‌سـازی و آماده‌سازی نمونه‌ها با استفاده از روش افزایش اسـتاندارد[۳] (در ۳ بالن ژوژه به مقدار مساوی از نمونه ریخته شد آنـگاه در دو تـا از بالن ژوژه‌ها غلظت متفاوتی از استاندارد عنصر مورد نظـر اضافـه شده و سپس هر سه بالن ژوژه با آب مقطر به حجم رسانده شدند با خواندن جذب غلظت از دستگاه، منحنی جذب در برابر غلظـت رسم و غلظت عنصر به دست آمد) توسط دستگاه منحنـی جـذب اتمی پرکین المرمدل ۳۰۳۰انجام گرفت (Page et al,. 1982).

جدول شماره (۱): مشخصات و موقعیت واحدهای صنعتی مورد مطالعه در شهر یزد

شماره واحد	نام کارخانه	موقعیت
۱	یزد باف	بلوار جمهوری اسلامی
۲	جنوب	خیابان کاشانی
۳	درخشان	خیابان شهید چمران
۴	تابان	جنب صدا و سیمای یزد

بحث روی یافته‌ها:

دامنه غلظت نتایج بـه دسـت آمـده از انـدازه‌گیـری کلـر، کربنات، بی‌کربنات، سدیم، پتاسـیم، کلسـیم، منـیزیم، سـولفات، قابلیت هدایت الکتریکی و pH نمونه‌های پساب در طـول ۶ مـاه بررسی و حدود مجاز پارامترها در جدول شماره ۲ آمده اسـت. بـا توجه به جدول ۲ غلظت عناصر سنگین کادمیم، نیکل و سرب در پسابهای مورد بررسی از استاندارد خروجی فاضلابـها بـرای ایـن عناصر جهت تخلیه به آبهای سطحی، تخلیـه بـه چـاه جـاذب و استفاده جـهت آبیـاری (اسـتاندارد خروجـی فاضلابـها، ۱۳۷۱؛ FAO,1985 و FAO, 1992) پـایین‌تر اسـت. غلظـت عنـاصر مذکور در پسـابها از حـدود مجـاز بـرای آب آشـامیدنی در مـورد کادمیم و سرب در کلیه نمونه‌ها بالاتر و برای نیکل پایین‌تر است (FAO, 1995). همچنین غلظت این عناصر از حدود مجاز برای آب آشامیدنی دامها پایین‌تر است. در مجموع غلظت عناصر فـوق از حدود مجاز به عنوان استاندارد خروجی فاضلابها پایین‌تر بـوده و محدودکننده نمی‌باشند. برخی تحقیقـات در ایـن زمینـه نشـان داده که فلزات سنگین در بهره‌گیری از پساب در آبیاری کشتزارها زیـان‌آورنبـوده‌اسـت (Elliott and Stevenson, 1986). همچنین در تحقیقات دیگری خاکهای آبیاری شده با پساب هیـچ یک از فلزات سنگین بعد از ۱۶ و ۲۵ سـال بـه مـرز زیـان‌آوری نرسیده‌اند (Elliott and Stevenson, 1986). امـا در مجمـوع گزارشهای بسیاری نشان داده اند که فاضلابهای پـالایش نشـده توانـایی افزایـش غلظـت عنـاصر سـنگین در خـاک را داشـته و در برخـی مـوارد بـه مـرز زیـان‌آوری هـم رسـیده اسـت (Elliott and Stevenson, 1986).

غلظت کلسیم در پسابهای کلیه واحدهای مورد بررسـی از استاندارد خروجی فاضلابها جهت تخلیه به آبهای سطحی بـالاتر است. غلظت منیزیم نـیز در کلیـه پسـابها از اسـتاندارد خروجـی جهت تخلیه به آبهای سطحی، چاه جاذب و استفاده در کشاورزی بالاتر است. برای سدیم و پتاسیم استاندارد خروجی پساب ذکر نشده است. طبق نظر آیرزو وسکات(Ayers and Westcot, 1985). میزان سدیم کمتر از ۳ میلی اکی‌والان در لیتر (۶۹ میلـی‌گرم در لیتر) در آب آبیاری هیچ پیامد بد به دنبال ندارد. با توجه به نتایج، غلظت سدیم فقط در واحد ۴ بالاتر از حـد ذکـر شـده اسـت. در مجموع با توجه به برداشت سالانه این عناصر توسط محصولات، غلظت آنها در پسابهای مورد نظر محدودکننده نیست.

برای کربنات و بی‌کربنـات اسـتاندارد خروجـی ذکـرنشـده است. طبق نظر آیرز و وسکات (Ayers and Westcot, 1985) اگر مقدار بی‌کربنات کمتر از ۱/۵ میلـی‌گرم در لیـتر باشـد بـرای اسـتفاده در آبیـاری مشـکلی وجـود نـدارد. در مقایسـه، مقـادیر بی‌کربنات از حد ذکرشده بسیار بـالاتر و از نظـر آیـرز و وسـکات محدودکننـده اسـت امـا در پسـابها کربنـات وجـود نداشـته و محدودیتی هم نخواهد داشت.

جدول شماره (۲): دامنه غلظت اندازه‌گیری‌ها در نمونه‌های پساب

و ذکر حدود مجاز از منابع (استاندارد خروجی فاضلابها، ۱۳۷۱؛ FAO, 1992; FAO, 1985; FAO, 1995)

پارامتر	واحد صنعتی				استاندارد خروجی فاضلابها (۱۳۷۱)			حد مجاز جهت آبیاری (FAO, 1985; FAO, 1992)	حد مجاز در آب آشامیدنی (Kirkham, 1988)	حد مجاز در آب آشامیدنی دامهای اهلی(FAO, 1985)
	۱	۲	۳	۴	تخلیه به آبهای سطحی	تخلیه به چاه جاذب	استفاده جهت آبیاری			
کلسیم (mg/l)	۸۶-۱۸۰/۸	۸۷/۶-۳۳۵/۶	۵۸/۰-۱۸۶/۰	۲۸/۸-۱۵۵/۲	۷۵	-	-	-	-	-
منیزیم (mg/l)	۱۲۸/۹-۱۶۱/۳	۱۷۹/۳-۲۸۲/۸	۷۱/۵-۱۶۷/۳	۳۷/۷-۱۷۷/۸	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	-	-	-
سدیم (mg/l)	۶۳/۹-۷۲/۲	۴۷/۸-۶۶/۲	۴۷/۸-۵۹/۸	۹۳/۸-۱۲۲/۲	-	-	-	-	۲۰۰	-
پتاسیم (mg/l)	۱۰/۱-۶۷/۹	۱۶/۴-۱۲۰/۹	۴/۵-۱۴/۸	۱۸/۷-۴۶/۸	-	-	-	-	-	-
کربنات (mg/l)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
بی‌کربنات (mg/l)	۶۱/۰-۴۱۴/۸	۱۴۶/۲-۷۶۸/۶	۴۸/۸-۲۸۰/۶	۱۲۲/۰-۲۹۲/۸	-	-	-	-	-	-
کلراید (mg/l)	۴۲۶/۰-۶۲۴/۸	۵۸۲/۲-۸۱۶/۵	۳۱۲/۴-۷۱۷/۱	۲۸۴/۰-۶۸۵/۹	۶۰۰	۶۰۰	۶۰۰	-	۲۵۰	-
سولفات (mg/l)	۳۲۱/۶-۳۷۷/۳	۲۱۰/۱-۸۳۶/۲	۲۱۰/۱-۲۵۸/۸	۲۷۲/۷-۴۹۵/۴	۴۰۰	۴۰۰	۵۰۰	-	۲۵۰	-
کادمیم (mg/l)	<LOD-۰/۰۱	۰/۰۱-۰/۰۱	<LOD-۰/۰۱	۰/۰۱-۰/۰۱	۲	۲	۲	۰/۰۱	۰/۰۰۳	۰/۰۵
نیکل (mg/l)	<LOD-۰/۰۱	۰/۰۱-۰/۰۱	<LOD	<LOD-۰/۰۱	۰/۱	۰/۱	۰/۵	۰/۲	۰/۰۲	-
سرب (mg/l)	۰/۱۲-۰/۱۶	۰/۱۰-۰/۱۶	<LOD-۰/۱۲	۰/۰۵-۰/۲۲	۱	۱	۱	۵	۰/۰۱	۰/۱
EC (dS/m)	۱/۸-۲/۰	۱/۸-۴/۳	۱/۱-۱/۸	۱/۹-۲/۲	-	-	-	-	-	-
pH	۶/۵-۸/۳	۳/۴-۷/۷	۶/۵-۷/۸	۲/۶-۳/۷	۶/۵-۸/۵	۵-۹	۶-۸/۵	-	۶/۵-۹/۵	-

LOD-Limit of Detection

در کلیه نمونه‌های پساب غلظت کلر از استاندارد خروجی فاضلابها بالاتر بوده یا نزدیک به استاندارد مورد نظر است. قطعاً مقادیر کلر از استاندارد یا حد مجاز کلر در آب آشامیدنی بالاتر است. ضرورت دارد غلظت این عنصر در پسابها مورد توجه قرار گیرد.

غلظت سولفات در پسابها برای تخلیه به آبهای سطحی و تخلیه به چاه جاذب در واحد ۱ و گاهی مواقع در واحد ۴ در مقایسه با استاندارد خروجی بالاتر است. اما جهت استفاده پسابها در کشاورزی از نظر سولفات بعضی مواقع پساب واحد ۲ محدودکننده است. در کلیه پسابها مقدار سولفات از حد مجاز سولفات در آب آشامیدنی بالاتر است.

استاندارد خروجی برای شوری پسابها ذکر نشده است. در مطالعات مقدار معمول شوری پسابها از ۰/۲ تا ۲/۲ دسی زیمنس بر متر گزارش شده است (Elliott and Stevenson, 1986). کشتزارهای آبیاری شده با این پسابها بعد از ۵۶ سال از نظر شوری مشکلی در خاک و گیاه ایجاد نکرده است(Kirkham, 1988). با توجه به مقادیر شوری پسابها و حد معمول ذکر شده می‌توان اظهار داشت که شوری کلیه واحدها به جز واحد ۴ در این دامنه ذکر شده و محدودیتی ندارند.

مقایسه pH پسابها با حدود مجاز ذکر شده نشان می‌دهد

که pH پسابها در واحدهای ۱ و ۳ هیچ‌گونه محدودیتی ندارد اما در واحدهای ۲ (بعضی مواقع) و ۴ محدودکننده‌اند و از حدود مجاز کمترند.

با توجه به پارامترهای مورد بررسی و در نظرگیری استانداردهای ذکر شده در کلیه واحدها غلظت کلسیم، منیزیم، بی‌کربنات و کلراید در پساب محدودکننده‌اند. در واحد ۲ غلظت سولفات و pH در پساب جهت تخلیه به آبهای سطحی، تخلیه به چاه جاذب و استفاده جهت آبیاری محدودکننده‌اند. در واحد ۴ غلظت سولفات برای تخلیه پساب آبهای سطحی و چاه جاذب و pH پساب برای استفاده در کشاورزی و تخلیه پساب به آبهای سطحی و چاه جاذب محدودیت دارند.

محدودیتهای ذکر شده در پسابها می‌توانند در دراز مدت اثرات سوء بر آبهای زیرزمینی و آبهای سطحی و زمینهای کشاورزی داشته و مسائل زیست محیطی ایجاد نمایند.

با توجه به اینکه شهر یزد جزء مناطق خشک ایران محسوب می‌شود و وجود آب برای این مناطق حیاتی است بهره‌برداری از پساب‌ها به ویژه در کشاورزی کمک مؤثری در رونق اقتصادی و کشاورزی خواهد داشت. بنابراین از این جهت محدودیتهای پسابهای مورد بررسی (از نظر پارامترهای اندازه‌گیری) را می‌توان کلسیم، منیزیم، کلراید، سولفات (گاهی مواقع) و pH عنوان نمود.

پیشنهادها

۱-بررسی پسابها به طور پیوسته و انجام عمل تصفیه جهت حفظ حدود استاندارد در آنها از جمله موارد پیشگیری از آلودگی محیطزیست است که باید به طور جدی انجام شود.

۲-وجود صنایع بزرگ در بافت شهری که دارای حجم زیاد آب مصرفی بوده و پساب بالایی نیز تولید می‌کنند دارای پتانسیل بالایی برای آلودگی محیطزیست به ویژه منابع آب زیرزمینی است. بنابراین اساسی‌ترین راه، انتقال این صنایع به خارج از شهر است. در غیر این صورت باید تصفیه‌خانه‌ای برای تصفیه پساب صنعتی احداث و پساب این واحدها به آنجا منتقل شود.

۳-از تخلیه پسابها به پوکه قنوات اکیداً خودداری شود زیرا بهترین راه انتقال پسابها به آب زیرزمینی به صورت افقی و عمودی است.

یادداشت ها

1- Illinois River

2- Iti-Iti

3- Standard addition

سپاسگزاری

از مسئولین دانشگاه یزد به‌ویژه معاونت پژوهشی و دانشکده منابع طبیعی که تسهیلات لازم جهت اجرای این پژوهش را فراهم آوردند قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

استاندارد خروجی فاضلابها. ۱۳۷۱. معاونت تحقیقاتی سازمان حفاظت محیطزیست. انتشارات دفتر آموزش زیست‌محیطی.

دبیری، مینو. ۱۳۷۵. آلودگی محیطزیست، نشر اتحاد تهران.

رحمانی، حمیدرضا. ۱۳۷۴. آلودگی خاک توسط عنصر سرب حاصل از سوخت وسایط نقلیه در محدوده برخی از بزرگراه‌های ایران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد خاک‌شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان.

Ayers. R. S. and Westcot, D. W. 1985. Water quality for agriculture, Rev. 1. FAO Rome. 174 pp.

Elliott. L. F. and Stevenson, F. J. 1986. Soils for management of organic wastes and waste water, Secound printing, soi. Sci. Soc. Am. Inc, publisher. Madison. Wisconsin, USA. 650 pp.

F.A.O. 1985. Water quality for agriculture, by R. S. Ayers, Vol. 29, Rev. 1.

F.A.O. 1992. Waste water treatment and use in agriculture, FAO Irrigation and Drainage paper, 47, by M. B. Pescod.

F.A.O. 1995. Environmental impact assessment of irrigation and drainage projects, by T. C. Dougherty and A. W. Hall, Vol. 53.

Kasuys. M. et al. 1992. Water pollution by cadmium and the onset of Itai-Itai disease, water. Sci. Tech, 25(11): 149-156.

Khan, N. A. et al. 1981. Atomic absorption spectrophotometric studies of cadmium and zinc in commercial fertilizers, soils and river waters, Environ. Pollut. Ser B. RR. 259-264.

Kirkham. K. B. 1988. Problems of using waste water on vegetable crops, Hortscience, 21(1): 24-27.

Page. A. L. et al. 1982. The Methods of Soil Analysis part 2: Chemical and Microbiological Properties, 2nd. Ed., Soi. Sci. Sco. Inc. Madison.

Zafar Ibal. M, K. Mustaq and M. Shafaq. 2000. The effect of lead and cadmium on trees, from city trees, the Journal of the Society of Municipal Arborists, 36(1).