



کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران

دانشگاه تهران، تهران

۲۶ و ۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۵



1107P-NWWCE

بررسی آلودگی پساب تصفیه‌خانه فاضلاب شهر صنعتی لیا قزوین به فلزات سنگین

محمد مهدی امام جمعه^۱، کامران تاری^{۲*}

۱. دانشیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی مؤثر بر سلامت دانشگاه علوم

پزشکی قزوین

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، کمیته تحقیقات دانشجویی دانشکده بهداشت، دانشگاه

علوم پزشکی قزوین

Email:kamerantari@yahoo.com

خلاصه

حضور فلزات سنگین در فاضلاب‌های صنعتی و شهری یکی از علل اصلی آلودگی‌های آب و خاک می‌باشد. بنابراین این مطالعه با هدف بررسی آلودگی پساب تصفیه‌خانه فاضلاب شهرک صنعتی لیا قزوین به فلزات سنگین انجام شد. این مطالعه مقطعی از اردیبهشت تا شهریور ماه سال ۱۳۹۴ در تصفیه‌خانه فاضلاب شهرک صنعتی لیا قزوین انجام شد. نمونه‌برداری و تحلیل نمونه‌ها بر اساس روش‌های استاندارد ارائه شده جهت تعیین فلزات سنگین (pb)، (Mn و Ni، Cu، Zn، Cd، Cr، Co) انجام شد. میانگین غلظت فلزات Zn، Cu، Ni، Mn و Cd به ترتیب 0.009 ± 0.0049 ، 0.005 ± 0.0005 ، 0.01 ± 0.001 ، 0.0146 ± 0.0064 و $8/65 \pm 0/007$ میلی‌گرم در لیتر به دست آمد. مقایسه مقادیر فلزات در پساب با استانداردهای زیست‌محیطی سازمان حفاظت محیط زیست جهت تخلیه به محیط زیست بیانگر اختلاف معنی‌دار بود ($P < 0.05$). به طوری که مقادیر فلزات (به جز فلز Zn) پایین‌تر از حدود مجاز بود. نتایج نشان داد که پساب تصفیه‌خانه فاضلاب شهر صنعتی لیا قزوین آلوده به فلزات سنگین می‌باشد، اما غلظت این فلزات (به جز فلز Zn) در حدود مجاز استانداردهای سازمان حفاظت محیط‌زیست ایران جهت تخلیه پساب به محیط‌زیست می‌باشد.

کلمات کلیدی: پساب صنعتی، فلزات سنگین، تصفیه‌خانه فاضلاب، لیا، قزوین.

۱. مقدمه

از نتایج افزایش صنعتی شدن جوامع، افزایش میزان آلاینده‌ها در فاضلاب‌ها به خصوص فلزات سنگین می‌باشد. پتانسیل خطرزایی و سمیت فلزات به خصوص فلزات سنگین برای محیط زیست و انسان‌ها باعث شده است که حضور فلزات سنگین در فاضلاب‌ها به عنوان یکی از نگرانی‌های در حال رشد برای جوامع بشری باشد [۱]. تجمع و حضور فلزات سنگین به عوامل مختلفی مانند نوع صنایع، سبک زندگی مردم و میزان آگاهی آن‌ها از خطرات آلاینده‌ها بستگی دارد [۲، ۳]. تصفیه‌خانه‌های فاضلاب برای کنترل ورود این آلاینده‌ها به محیط زیست طراحی شده‌اند. بیش‌ترین قسمت فلزات سنگین در طول تصفیه در لجن یا پساب خروجی قرار می‌گیرد [۴]. حضور فلزات سنگین در پساب خروجی یکی از منابع مهم آلوده‌کننده محیط زیست به خصوص خاک و آب می‌باشد. بنابراین وارد کردن پساب حاوی این آلاینده‌ها به خاک ممکن است باعث اثرات زیان‌آوری بر روی فلور طبیعی خاک شود. چون که رنج بسیار وسیعی از میکروارگانیسم‌های مختلف شامل میکرووب‌ها، قارچ‌ها و باکتری‌ها در خاک زندگی می‌کنند و رها کردن پساب خام این آلاینده‌ها باعث آسیب به این



کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران

دانشگاه تهران، تهران

۲۶ و ۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۵



جمعیت وسیع فعال می‌شود [۵]. تحقیقات نشان داده است که استفاده از پساب و آب‌های برگشتی آلوده به فلزات سنگین برای آبیاری محصولات کشاورزی موجب انتقال و تجمع این آلاینده‌ها در محصولات تولیدی و در نهایت ایجاد مخاطرات برای حیوانات استفاده‌کننده از این گیاهان و صدمات بهداشتی برای انسان‌ها می‌شود. این آلاینده‌ها به علت سمیت زیاد و میل به تجمع زیستی داشتن، در اکثر ارگان‌های بدن منجر به اثرات حاد و مزمن سمی می‌شوند و به عنوان نگرانی اصلی برای محیط زیست و انسان‌ها شناخته شده‌اند [۶، ۷]

شماری از مشکلاتی که ممکن است فلزات سنگین منجر به آن شوند شامل اختلالات زنی، اختلال در عملکرد غدد درون ریز، مشکلات ایمنونولوژیک، سرطان زایی، کاهش یا از بین رفتن عملکرد سلول‌های عصبی، کاهش سطوح انرژی، آسیب به سلول‌های خونی، کلیه، شش‌ها، کبد و سایر ارگان‌های حیاتی می‌باشد [۸]. مواجهه بلند مدت با این آلاینده‌ها نیز ممکن است به آهستگی منجر به انحطاط عملکرد سلول‌های عصبی و ماهیچه‌ها شود و باعث به وجود آمدن بیماری‌های مانند آلزایمر، پارکینسون و آتروفی عضلات نیز شود [۹]. فاضلاب‌های خروجی از صنایع به‌خصوص شهرک‌های صنعتی ممکن است حاوی مقادیر مختلفی از این آلاینده‌ها باشند که روزانه مقادیر زیادی از آن‌ها در فاضلاب به صورت تصفیه نشده به محیط زیست و یا به شبکه جمع‌آوری فاضلاب و تصفیه‌خانه جهت تصفیه وارد می‌شود. وجود فلزات سنگین در پساب خروجی از تصفیه‌خانه‌ها می‌تواند باعث اثرات زیان‌آوری بر سلامت مردم منطقه شود. پایش کیفی پساب تصفیه‌خانه‌های فاضلاب صنعتی می‌تواند اطلاعات مفیدی از وضعیت آلودگی این پساب‌ها به فلزات سنگین جهت مدیریت مناسب پساب در اختیار ما قرار دهد. بنابراین این مطالعه با هدف بررسی آلودگی فاضلاب خروجی تصفیه‌خانه فاضلاب شهر صنعتی لیای قزوین به فلزات سنگین انجام شد.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲ محل مورد مطالعه

شهرک صنعتی لیای قزوین در ۱۴ کیلومتری جاده‌ی بوبین زهرا قرار گرفته است. صنایع موجود در این شهرک شامل واحدهای مختلفی از جمله شیمیایی، فلزی، غذایی، نساجی، الکترونیک و بخش‌های خدماتی تقسیم می‌شود که صنایع شیمیایی با تعداد واحدهای تولیدی بیش‌تر، بیش‌ترین بخش فاضلاب تولیدی را تشکیل می‌دهد. روزانه حدود ۸۰۰ تا ۱۲۰۰ متر مکعب فاضلاب جهت تصفیه وارد تصفیه‌خانه می‌شود. جهت تصفیه فاضلاب شهرک صنعتی لیای قزوین، سیستم ترکیبی بی‌هوازی-هوازی انتخاب شده است که شامل واحدهای ایستگاه پمپاژ، آشغال‌گیر، سیستم بی‌هوازی، سیستم هوازی (با رشد چسبیده و معلق به صورت سری)، برکه ته‌نشینی ثانویه و واحد تزریق کلر است.

۲.۲ نمونه برداری و آنالیز نمونه‌ها

نمونه‌برداری از فاضلاب به صورت ماهیانه در طول یک دوره ۴ ماهه از فروردین تا تیر ۹۳ انجام شد. نمونه‌برداری و آماده‌سازی نمونه‌ها با استفاده از ظروف پلی اتیلن شستشو داده شده با اسید نیتریک (۳۰٪) و آب مقطر دو بار تقطیر شده بر اساس روش‌های استاندارد انجام شد [۱۰]. اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین با استفاده از دستگاه جذب اتمی مدل کوره (Varian220 spectr AA) انجام گرفت.

۳. نتایج و بحث

۱.۳ غلظت فلزات در پساب خروجی

میانگین غلظت پارامترهای (pH، TDS و EC) در پساب، در جدول شماره ۱ ارائه شده است. میانگین pH در پساب تصفیه‌خانه ۸/۱۴ به دست آمد و در مقایسه با استاندارد ملی سازمان حفاظت محیط زیست ایران در محدوده قابل قبولی برای دفع پساب به محیط زیست می‌باشد [۱۱]. مقادیر EC (Electrical



شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران

دانشگاه تهران، تهران

۲۶ و ۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۵



(Conductivity) و (Total Dissolved Solids) TDS در پساب به ترتیب ۳۲۸۰ میکرومویس در سانتی متر و ۱۲۶۵ میلی گرم در لیتر بود. مقادیر بالایی از هدایت الکتریکی ممکن است به دلیل غلظت بالایی از ترکیبات یونی باشد و هم چنین تجمع مواد جامد آلی و معدنی نیز احتمالاً مرتبط با مقادیر بالای کل مواد جامد محلول در پساب این تصفیه خانه باشد [۱۲]. مقادیر میانگین غلظت فلزات در فاضلاب تصفیه شده تصفیه خانه فاضلاب شهر صنعتی لیا قزوین در جدول شماره ۲ نشان داده شده است. نتایج نشان می دهد که ترکیب فلزات در پساب بسیار متغیر است. تغییرات متنوع در مقادیر فلزات می تواند از تنوع در فعالیت های اقتصادی در منطقه ایجاد شده باشد به طوری که احتمالاً وجود Cr و Zn ناشی از پساب واحدهای نساجی و چرم سازی، و وجود Cu، Ni و Tachoddy روی ممکن است با فعالیت واحدهای تولید صنایع فلزی مرتبط باشد [۱۳]. بیشترین و کمترین غلظت فلزات در پساب به ترتیب به Zn و Cd با مقادیر $۸/۶۵ \pm ۰/۶۴$ و $۰/۰۱۹ \pm ۰/۰۰۰۷$ میلی گرم در لیتر تعلق داشت. این در حالی است که غلظت Co، Pb و Cr کمتر از حدود قابل تشخیص دستگاه بود (جدول شماره ۲). غلظت فلزات اندازه گیری شده در پساب به ترتیب $Zn > Ni > Mn > Cu > Cd$ میلی گرم در لیتر به دست آمد. یافته های مشابه توسط chipasa و همکاران نیز گزارش شده است [۱۴].

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی شیمیایی پساب تصفیه خانه فاضلاب شهر صنعتی لیا قزوین

فلزات	واحد	میانگین	انحراف معیار	استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست ایران [۱۱]
pb	mg/L	ND	ND	مصارف کشاورزی و آبیاری
Co	mg/L	ND	ND	۱
Ni	mg/L	۰/۰۵	۰/۰۰۵	۲
cu	mg/L	۰/۰۴۶	۰/۰۱	۰/۲
Zn	mg/L	۸/۶۵	۰/۶۴	۲
Cr	mg/L	ND	ND	۲
Mn	mg/L	۰/۰۴۹	۰/۰۰۹	۱
Cd	mg/L	۰/۰۱۹	۰/۰۰۰۷	۰/۰۵

جدول ۲- غلظت فلزات سنگین در پساب تصفیه خانه فاضلاب شهر صنعتی لیا قزوین و مقایسه با استانداردهای ملی

پارامترها	pH	EC(μmohs/cm)	TDS(mg/L)
انحراف معیار ± میانگین	$۸/۱۴ \pm ۰/۱۹$	$۳۲۸۰ \pm ۹۸/۹۹$	$۱۲۶۵ \pm ۴۹/۵$

۲.۳ به کارگیری پساب برای استفاده در آبیاری

با توجه به اینکه فاضلاب خروجی از تصفیه خانه جهت مصارف کشاورزی منطقه استفاده می شود و استفاده از پساب حاوی فلزات باعث افزایش مقادیر فلزات در خاک می شود [۱۵]. رشد محصولات کشاورزی آبیاری شده در این خاک و مصرف محصولات باعث انتقال این فلزات به انسان ها و ایجاد خطر برای سلامت افراد مصرف کننده می شود [۱۶]. استانداردهای ملی قابل کاربرد برای غلظت فلزات در پساب برای تعیین اینکه آیا پساب مناسب برای آبیاری کشاورزی می باشد طبق دستورالعمل ملی در جدول شماره ۲ ارائه شده است. مقایسه آماری مقادیر فلزات در پساب با استانداردها نشان داد که این مقادیر از حدود استاندارد مجاز جهت استفاده از پساب برای کشاورزی کم تر بود ($P < ۰/۰۵$)، اگرچه میزان فلز روی از حدود مجاز این استاندارد بیش تر بود. نتایج این مطالعه با مطالعه ی که Bakopoulou و همکاران که با هدف ارزیابی کیفی پساب چهار تصفیه خانه فاضلاب در شهر ستالی یونان جهت تعیین پتانسیل



شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران

دانشگاه تهران، تهران

۲۶ و ۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۵



استفاده مجدد در کشاورزی با بررسی پارامترهای فیزیکوشیمیایی و میکروبیولوژی و برخی فلزات انجام دادند و نشان دادند که استفاده از پساب برای این منظور قبل قبول است هم خوانی داشت [۱۷]. نتایج تحقیقی که ندافی و همکاران در تصفیه خانه فاضلاب صنعتی شهرک بوعلی همدان انجام داده اند نشان داد است که مقادیر غلظت فلزات سرب، کروم، روی و مس در پساب خروجی این تصفیه خانه از مقادیر استاندارد مجاز سازمان حفاظت محیط زیست ایران برای تخلیه به محیط زیست کم تر بود که با نتایج به دست آمده در این مطالعه هم سو می باشد [۱۸] از جمله علت های هم خوانی در نتایج می توان به تشابه در نوع صنایع فعال در مناطق مورد مطالعه اشاره کرد. مطالعه ی ناصری و همکاران که در تصفیه خانه فاضلاب شهر اردبیل که در سال ۱۳۹۱ اجرا گردید نمایان گر آن بود که غلظت فلزات اندازه گیری شده در پساب کمتر از حدود مجاز استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران جهت تخلیه به محیط زیست بود که با نتایج مطالعه حاضر هم خوانی داشت [۱۹]. اگرچه در این مطالعه و مطالعات انجام شده در کشور، غلظت فلزات در پساب تصفیه خانه های فاضلاب کمتر از مقادیر مجاز تخلیه به محیط زیست می باشد. اما با توجه به اثرات تجمعی فلزات سنگین و دیگر آلاینده های سمی، توجه به راه اندازی فرآیندهای پیشرفته جهت حذف این آلاینده ها در خروجی تصفیه خانه های فاضلاب حایز اهمیت می باشد.

۴. نتیجه گیری

در این مطالعه آلودگی پساب تصفیه خانه فاضلاب شهر صنعتی لیا به فلزات سنگین مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان دهنده ی وجود فلزات سنگین در پساب تصفیه خانه می باشد، اما غلظت این فلزات (به جز فلز Zn) در حدود مجاز استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست ایران جهت تخلیه پساب به محیط زیست و به کارگیری جهت آبیاری می باشد، ولی با توجه به اثرات تجمعی زیستی فلزات سنگین، مدیریت مناسب پساب و انتخاب نوع محصولات مورد آبیاری جهت کاهش عوارض باید مورد توجه قرار بگیرد.

۵. مراجع

1. Salihoglu, N.K., *Assessment of urban source metal levels in influent, effluent, and sludge of two municipal biological nutrient removal wastewater treatment plants of Bursa, an industrial city in Turkey*. CLEAN–Soil, Air, Water, 2013. **41**(2): p. 153-165.
2. Cheng, S., *Heavy metal pollution in China: origin, pattern and control*. Environmental Science and Pollution Research, 2003. **10**(3): p. 192-198.
3. Wang, C., et al., *Total concentrations and fractions of Cd, Cr, Pb, Cu, Ni and Zn in sewage sludge from municipal and industrial wastewater treatment plants*. Journal of Hazardous Materials, 2005. **119**(1): p. 245-249.
4. Lester, J., R. Harrison, and R. Perry, *The balance of heavy metals through a sewage treatment works I. Lead, cadmium and copper*. Science of the Total Environment, 1979. **12**(1): p. 13-23.
5. Kaur, A., et al., *Physico-chemical analysis of the industrial effluents and their impact on the soil microflora*. Procedia Environmental Sciences, 2010. **2**: p. 595-599.
6. Chandorkar, S. and P. Deota, *Heavy Metal Content of Foods and Health Risk Assessment in the Study Population of Vadodara*. Current World Environment, 2013. **8**(2).
7. Begum, S.A.S., et al., *Biosorption of Cd (II), Cr (VI) & Pb (II) from Aqueous Solution Using Mirabilis jalapa as Adsorbent*. Journal of Encapsulation and Adsorption Sciences, 2015. **5**(02): p. 93.
8. Khan, M.U., R.N. Malik, and S. Muhammad, *Human health risk from heavy metal via food crops consumption with wastewater irrigation practices in Pakistan*. Chemosphere, 2013. **93**(10): p. 223-۰۲۲۳۸.



9. Amin, N., D. Ibrar, and S. Alam, *Heavy metals accumulation in soil irrigated with industrial effluents of Gadoon Industrial Estate, Pakistan and its comparison with fresh water irrigated soil*. Journal of Agricultural Chemistry and Environment, ۲۰۱۴, ۳(۰۲): p. 80.
10. Federation, W.E. and A.P.H. Association, *Standard methods for the examination of water and wastewater*. American Public Health Association (APHA): Washington, DC, USA, 2005.
11. Standards, E.P.O.o.I.T.a.E., *Terms and Environmental Standards*. 1998, Environmental Protection Organization Publication: Tehran.
12. Tjandraatmadja, G., et al., *Sources of contaminants in domestic wastewater: nutrients and additional elements from household products*. Water for a Healthy Country Flagship Report: CSIRO, 2010.
13. Nemerow, N.L., *Industrial water pollution: origins, characteristics and treatment*. 1987: Krieger.
14. Chipasa, K.B., *Accumulation and fate of selected heavy metals in a biological wastewater treatment system*. Waste management, 2003. 23(۲): p. 135-143.
15. Nan, Z., et al., *Cadmium and zinc interactions and their transfer in soil-crop system under actual field conditions*. Science of the Total Environment, 2002. 285(1): p. 187-195.
16. Rattan, R., et al., *Long-term impact of irrigation with sewage effluents on heavy metal content in soils, crops and groundwater—a case study*. Agriculture, Ecosystems & Environment, 2005. 109(3): p. 310-322.
17. Bakopoulou, S., C. Emmanouil, and A. Kungolos, *Assessment of wastewater effluent quality in Thessaly region, Greece, for determining its irrigation reuse potential*. Ecotoxicology and environmental safety, 2011. 74(2): p. 188-194.
18. Naddafi, K., et al., *Study of aerated lagoons in treating industrial effluent from industrial Bou-Ali zone in Hamedan*. Water Wastewater J, 2005. 16(2): p. 47-53.
19. Nasser, S., et al., *Evaluation of possible options for reuse of Ardebil wastewater treatment plant effluent*. Journal of Environmental Health Science & Engineering, 2008. 5(4): p. 297-304.