

Efficiency of Different Isfahan Unites of Water Treatment Plant in Removal of Heavy Metals

B. Aakbari, (M.Sc), and M. Shahmansouri (Ph.D)

Department of Environmental Health, Isfahan University of Medical Sciences

Abstract

Surface waters contain different pollutants such as heavy metals. When raw water that contains these metallic ions flows into the water treatment plant, the conventional water treatment processes are unable to remove them. Removal efficiency and variations in the concentration of these ions depend on the operating conditions of water treatment plant. In this study, the removal percentage of heavy metals such as iron, manganese, copper and nickel were measured in different stages of water treatment processes as in Isfahan Water Treatment Plant. Samples were taken from influent, before and after sedimentation and also after filtration under standard conditions. Concentrations of heavy metals in each sample were measured by atomic absorption spectrophotometry. The results revealed that the range of heavy metals concentrations in the influent for iron, manganese, copper and nickel were between 0.0-1.14, 0.0-0.0473, 0.0-0.817 and 0.012-0.107mg/l respectively. It was also found that concentrations of Fe, Mn, Cu and Ni in effluent were 0.0-0.373, 0.0-0.032, 0.0-0.120 and 0-0.175 respectively. Sedimentation was found the most efficient unit in removal of Mn, Cu and Ni. It was also found that filtration is the most efficient unit in removal of iron. The results showed that under critical conditions application of specific water treatment process is required in order to eliminate unacceptable heavy metals concentrations.

بررسی کارایی واحدهای مختلف تصفیه‌خانه آب اصفهان

در حذف فلزات سنگین

(دریافت ۸۰/۹/۱۷ پذیرش ۸۱/۲/۱)

بهروز اکبری*

محمد رضا شاهمنصوری*

چکیده

آب‌های سطحی حاوی آلاینده‌های مختلف از جمله املاح فلزات سنگین هستند. املاح فلزی همراه آب خام وارد تصفیه‌خانه‌های آب می‌شوند و فرایندهای معمول تصفیه قادر به حذف کامل آن‌ها نیستند. روند تغییرات غلظت املاح فلزی و میزان حذف آن‌ها در واحدهای مختلف فرایند تصفیه آب، به نوع فرایند و شرایط بهره‌برداری بستگی دارد. در این بررسی، میزان حذف فلزات سنگین شامل آهن، منگنز، مس و نیکل در مراحل مختلف فرایند تصفیه آب، در تصفیه‌خانه آب اصفهان، مورد بررسی قرار گرفته‌است. نمونه‌برداری از محل‌های ورودی، اختلاط سریع، قبل و بعد از فیلتراسیون و خروجی طبق شرایط استاندارد انجام گرفت. غلظت فلزات سنگین در نمونه‌ها با استفاده از دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که دامنه تغییرات غلظت فلزات سنگین در آب ورودی، به ترتیب برای آهن بین صفر تا ۱/۱۴، منگنز بین صفر تا ۰/۰۴۷۳، مس صفر تا ۰/۸۱۷ و نیکل ۰/۱۰۲ تا ۰/۱۰۷ میلی‌گرم در لیتر و دامنه تغییرات غلظت آن‌ها در آب خروجی، به ترتیب برای آهن بین صفر تا ۰/۳۷۳، منگنز صفر تا ۰/۰۳۲، مس صفر تا ۰/۱۲۰ و نیکل صفر تا ۰/۱۵۷ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد. هم‌چنین طی کل فرایند تصفیه آب، آهن به میزان ۰/۷۴٪، منگنز ۰/۵۵٪، مس ۰/۷۸٪ و نیکل ۰/۳۹٪ حذف شده‌اند و بیشترین میزان حذف، در مورد عناصر مس، نیکل و منگنز مربوط به مراحل قبل از فیلتراسیون و بیشترین مقدار حذف آهن مربوط به واحد فیلتراسیون می‌باشد. کاهش نسبی غلظت املاح فلزی در طی فرایندهای معمول تصفیه، نشان می‌دهد که تحت شرایط بحران آب و تغلیظ آلاینده‌ها در منابع برداشت آب خام، حذف فلزات سنگین مستلزم به کارگیری فرایندهای تصفیه خاص می‌باشد.

مقدمه

آب‌های سطحی در مسیر حرکت خود آلاینده‌های مختلفی، از جمله املاح فلزات سنگین را دریافت می‌نمایند. املاح فلزی، تا حدی در آب محلول بوده و در غلظت زیاد ممکن است سلامت انسان را به خطر اندازند. املاح برخی از فلزات که در مقادیر نسبتاً کم برای سلامت انسان مضر هستند، سمی محسوب می‌شوند. منابع فلزات موجود در آب‌های طبیعی عبارتند از انحلال رسوب‌های طبیعی و تخلیه فاضلاب‌های شهری، صنعتی و کشاورزی [۱]. املاح فلزی، همراه آب خام وارد تصفیه‌خانه‌های آب شهری می‌گردند و لذا می‌بایستی فرایندهای تصفیه توانایی کافی در حذف این املاح داشته باشند. بر اثر انحلال املاح در آب یون‌های فلزی آزاد می‌شوند که از جمله می‌توان به

فلزات آهن، منگنز، مس و نیکل اشاره نمود. میزان حذف این فلزات متأثر از نوع فرایند و شرایطی است که در خلال فرایند تصفیه، بر آن‌ها اعمال می‌گردد.

آهن: به دلیل حضور املاح آهن در حوزه آبریز و اجزای سازنده بستر رودخانه، غلظت املاح آهن در اغلب منابع آب‌های سطحی به طور طبیعی بالا است. افزایش غلظت آهن در آب موجب تشکیل ذرات معلق و کلوئیدی به صورت ترکیب با کانی‌ها یا مواد آلی خواهد شد. اگرچه حضور آهن در آب، فاقد اثرات بیماری‌زایی است ولی در غلظت بالا بر کیفیت آب اثر می‌گذارد، باعث تجمع رسوب در شبکه‌های توزیع آب می‌گردد، رشد باکتری آهن را تسریع می‌نماید و در نتیجه خوردگی شبکه‌ها را افزایش

* گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت - دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

می‌دهد [۱]. حداکثر غلظت مجاز آهن در آب ۰/۳ میلی‌گرم در لیتر پیشنهاد گردیده است [۲].

منگنز: وجود مقادیر اندکی از این عنصر در آب زیان‌آور می‌باشد، در حضور اکسیژن یا پس از کلر زنی به صورت اکسید قابل ترسیب بوده و در شبکه‌های آبرسانی، لایه‌ای به صورت لجن سیاه رنگ تشکیل می‌دهد که آزاد شدن این لایه‌ها در آب بر طعم و بو و کیفیت ظاهری آب، تأثیر سوء می‌گذارد. حضور منگنز، باعث تسریع در رشد برخی باکتری‌ها از جمله منگنوباکترها می‌گردد که مشکلات طعم و بو را در آب به همراه خواهد داشت [۳]. مقدار استاندارد منگنز در آب آشامیدنی ۰/۰۵ میلی‌گرم در لیتر پیشنهاد گردیده است [۲].

مس: نمک‌های مس از طریق فاضلاب‌های صنعتی به خصوص صنایع آلایزی، وارد منابع آب می‌گردند. هم‌چنین املاح مس برای کنترل رشد بیولوژیک در مخازن و شبکه‌های انتقال آب، استفاده می‌شود. گرچه حضور مس به عنوان یک ریز فاکتور در رژیم غذایی ضروری است، ولی در غلظت‌های بالا موجب تأثیر بر طعم و بوی آب و نیز آثار فیزیولوژیک بر بدن خواهد شد. حضور مس همراه با روی، آهن و سرب در شبکه‌های آبرسانی ممکن است نشان دهنده بروز خوردگی در شبکه‌های آبرسانی باشد [۴]. حداکثر غلظت مجاز مس در آب آشامیدنی ۱ میلی‌گرم در لیتر پیشنهاد گردیده است [۲].

نیکل: املاح نیکل از طریق فاضلاب‌های صنعتی به خصوص صنایع آبکاری وارد منابع آب‌های سطحی می‌گردند. اگرچه در مورد ترکیبات نیکل سمیت کمتری نسبت به دیگر فلزات گزارش شده است، اما حضور نیکل همراه با یون کربونیل دارای سمیت قابل ملاحظه‌ای می‌باشد. گزارش‌هایی نیز در مورد آسیب‌های جدی در مورد افرادی که به طور تصادفی آب آلوده به نیکل را آشامیده‌اند، انتشار یافته است [۵]. برای املاح نیکل در آب آشامیدنی حد قابل قبول ارائه نگردیده است [۲].

در تصفیه‌خانه‌هایی که آب خام آن‌ها حاوی املاح فلزات سنگین می‌باشد، کارایی فرایند تصفیه باید به اندازه‌ای باشد که غلظت فلزات سنگین در آب تصفیه شده، کمتر از حداکثر غلظت مجاز در نظر گرفته شده برای هر کدام از این عناصر، در آب آشامیدنی باشد. فرایندهای معمول تصفیه آب که غالباً در کشور ایران برای تأمین آب

شهری مورد استفاده قرار می‌گیرند، به طور نسبی قادر به حذف املاح فلزی در واحدهای مختلف می‌باشند. تأثیر هر واحد بر حذف املاح فلزی متفاوت است.

هدف از انجام این پژوهش که در پائیز سال ۱۳۷۹ انجام گردیده است، بررسی کارایی واحدهای مختلف تصفیه‌خانه آب اصفهان، در حذف املاح فلزات آهن، منگنز، مس و نیکل می‌باشد.

روش تحقیق

در این بررسی، تعداد ۷۰ نمونه از قسمت‌های مختلف فرایند تصفیه آب در تصفیه‌خانه آب اصفهان، یعنی از نقاط ورودی، اختلاط سریع، قبل از فیلتراسیون، بعد از فیلتراسیون و خروجی، برداشت شدند. نمونه‌برداری آب به روش گراب^۱ در ظروف مناسب و به روش استاندارد انجام شد. نمونه‌ها طی دوره یک ماهه برداشت شدند و به عنوان محافظت کننده، اسید نیتریک تا pH کمتر از ۲ اضافه گردید. برای تعیین غلظت فلزات آهن، منگنز، مس و نیکل در نمونه‌ها، از دستگاه جذب اتمی پرکین المر^۲ مدل ۲۳۸۰ استفاده گردید. پس از انتخاب طول موج مناسب و تهیه منحنی استاندارد برای هر عنصر، غلظت هر یک از عناصر در نمونه با استفاده از نمودار واسنجی معین گردید [۶ و ۷].

نتایج

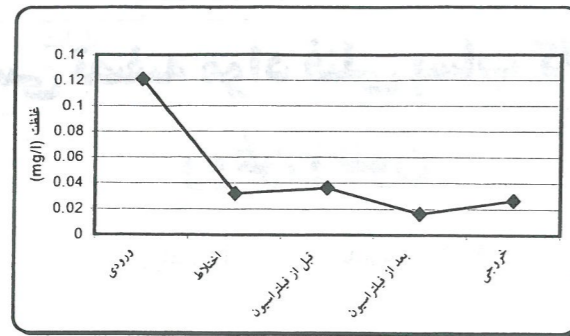
نمودارهای ۱ تا ۴ به ترتیب نشان دهنده روند تغییرات آهن، منگنز، مس و نیکل طی مراحل تصفیه آب در تصفیه‌خانه آب اصفهان در پاییز ۱۳۷۹ می‌باشند.

بحث و نتیجه‌گیری

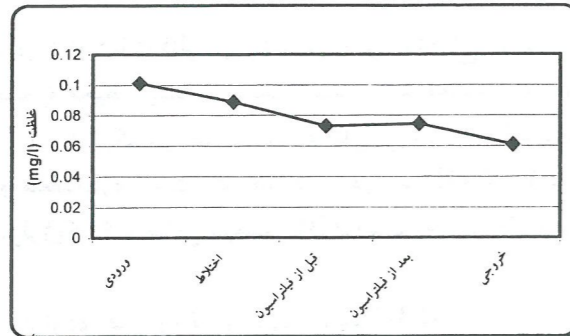
عملیات تصفیه آب در تصفیه‌خانه آب اصفهان، از نوع فرایندهای معمول تصفیه آب می‌باشد. طی مراحل انعقاد، ته‌نشینی، فیلتراسیون و کلرزنی، آلاینده‌هایی از آب حذف خواهد شد که به طور عمده شامل ذرات معلق و کلوئیدی اعم از آلی یا معدنی می‌باشند. چون املاح چهار فلز اندازه‌گیری شده، به صورت محلول در آب خام وارد تصفیه‌خانه می‌گردند، لذا فرایند تصفیه در شرایطی نخواهد

¹ Grab

² Perkin.Elmer



نمودار ۳- تغییرات مس طی مراحل تصفیه آب در تصفیه‌خانه آب اصفهان.



نمودار ۴- تغییرات نیکل طی مراحل تصفیه آب در تصفیه‌خانه آب اصفهان.

می‌بایستی غلظت‌های بالاتر از غلظت‌های روزمره فعلی هم آزمایش شود تا معلوم گردد که سیستم فعلی قادر به کاهش غلظت املاح تا حد استاندارد هست یا خیر.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از مساعدت و همکاری مدیر عامل محترم شرکت آب و فاضلاب اصفهان و ریاست محترم تصفیه‌خانه آب اصفهان تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

پیشنهادها

در صورت تعمیم نتایج به غلظت‌های بالای مقادیر استاندارد و کاهش نسبی غلظت آن‌ها طی فرایندهای موجود تصفیه، این نگرانی وجود دارد که در صورت افزایش بیش از حد غلظت فلزات سنگین در آب خام ورودی به تصفیه‌خانه، به خصوص در شرایط بحران آب و تغلیظ آلاینده‌ها در منابع برداشت، فرایندهای موجود قادر به حذف مناسب املاح فلزات سنگین از آب نبوده و لذا

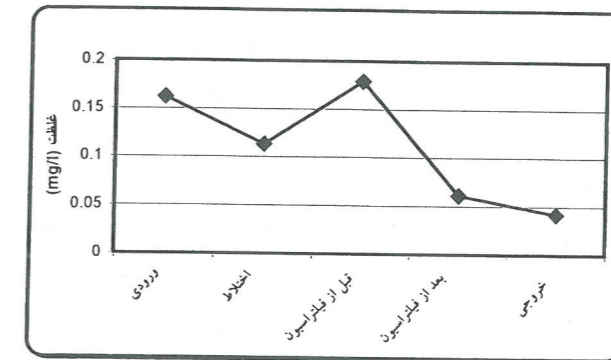
منابع و مراجع

- 1- Walter, L. (1981). "Handbook of Water Purification", McGraw-Hill.
- 2- Amman, J., (1995). "Guidelines for Drinking Water Quality", Vol. 1, WHO.
- 3- Droste, L. Ronald. (1997). "Theory and practice of Water and Wastewater Treatment", John Wiley.
- 4- John de Zuane, P.E. (1997). "Handbook of Drinking Water Quality", Van Nostrand Reinhold.
- 5- World Health Organization. (1991). "International Program on Chemical Safety Environmental Health Criteria".
- 6- APHA., AWWA., WPCE. (1995). "Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater", APHA, 19th ed.
- 7- Alley, E.R. (2000). "Water Quality Control Handbook", McGraw-Hill.
- 8- James ,M., Montgomery, Consulting Engineers, Inc. (1985). "Water Treatment Principles and Design", John Wiley & Sons, Inc.

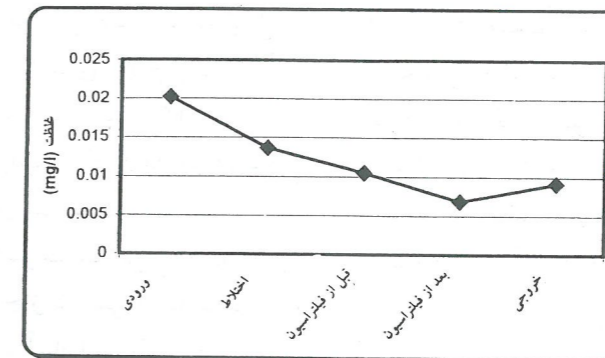
تشکیل فلوک‌های ناشی از کاربرد منعقد کننده‌های حاوی آهن و اکسید شدن آهن، به دلیل هوادهی قبل از اختلاط و پیش از کلرزنی، موجب کاهش غلظت آهن در آب فیلتر شده گردیده است. هم‌چنین بررسی روند تغییرات غلظت مس، منگنز و نیکل نشان می‌دهد که حذف این عناصر عمدتاً در مراحل قبل از ته‌نشینی انجام می‌شود و میزان حذف آن‌ها تا قبل از این مرحله به ترتیب ۷۳٪، ۴۸٪ و ۲۷٪ می‌باشد، اما حذف آهن عمدتاً از طریق واحد فیلتراسیون انجام می‌شود. راندمان واحد فیلتراسیون در حذف آهن ۶۶ درصد می‌باشد [۸]. تجزیه و تحلیل آماری نتایج بررسی نشان می‌دهد که محتوای املاح آهن، منگنز و مس در آب خروجی نسبت به آب خام ورودی اختلاف معنی‌داری را نشان نمی‌دهد ($P > 0.05$). در حالی که تغییرات نیکل دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشد ($P < 0.05$). نمودارهای ۱ تا ۴ نشان می‌دهند که میانگین غلظت عناصر آهن، منگنز، مس و نیکل در آب ورودی و نیز در آب خروجی، کمتر از مقادیر توصیه شده استاندارد بوده‌اند، و به طور کلی مراحل مختلف فرایند تصفیه در حذف نسبی املاح این فلزات مؤثر بوده‌اند.

بود که قادر به حذف کامل این املاح باشد. عملیات معمول تصفیه آب تنها از طریق محبوس کردن املاح در فلوک‌ها، طی فرایند فلوکولاسیون و به دنبال آن انجام مراحل ته‌نشینی و فیلتراسیون، قادر است به میزان محدودی غلظت املاح محلول فلزی را در آب خروجی کاهش دهد [۸]. هم‌چنین فرایند کلرزنی قبل از فیلتراسیون که منجر به اکسید کردن برخی از املاح فلزی نظیر آهن و منگنز می‌گردد نیز، به طور نسبی در کاهش غلظت املاح محلول فلزات اکسید شونده مؤثر می‌باشد.

نتایج حاصل از این بررسی نشان می‌دهد که غلظت املاح محلول فلزات آهن، منگنز، مس و نیکل در آب خروجی کمتر از آب ورودی می‌باشد. درصد حذف فلزات مذکور در کل فرایند تصفیه آب، به ترتیب برابر با ۷۴٪، ۵۵٪، ۷۸٪ و ۳۹٪ می‌باشد. روند تغییرات غلظت دو فلز منگنز و نیکل طی مراحل تصفیه، از ابتدا تا انتها سیر نزولی داشته است. املاح مس بیشترین تغییر را در اولین فرایند یعنی طی مرحله انعقاد داشته است، به طوری که در این مرحله ۷۳٪ مس حذف گردیده است، در حالی که پس از آن تنها ۵٪ کاهش از خود نشان داده است. هم‌چنین



نمودار ۱- تغییرات آهن طی مراحل تصفیه آب در تصفیه‌خانه آب اصفهان.



نمودار ۲- تغییرات منگنز طی مراحل تصفیه آب در تصفیه‌خانه آب اصفهان.