بررسی کارایی لایه آنتراسیت صافی‌های تصفیه‌خانه آب اصفهان در مقایسه با آنتراسیت استفاده نشده در حذف مواد آلی و فلزات سنگین

محمدرضا شاه منصوری*، حسین علیدادی**، سیدحسین مرتضوی***

چکیده

طی سال‌های اخیر استفاده از صافی‌هایی با بستر مخلوط در علمیات تصفیه آب مورد توجه قرار گرفته‌اند. بستر صافی‌ها از لایه‌های شن و آنتراسیت تشکیل شده است. آنتراسیت به عنوان لایهٔ بالایی صافی قادر است به واسطه جذب سطحی باعث حذف فلزات سنگین و مواد آلی از آب شود.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه پایلوتی، کارایی صافی‌های تصفیه خانه آب اصفهان پس از ۱۰ سال کارکرد در حذف کدورت و مواد معلق و نیز کارایی لایه آنتراسیت آن در مقایسه با آنتراسیت استفاده نشده در حذف مواد آلی و فلزات سنگین مورد بررسی قرار گرفته است.

نتایج و بحث

نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که در دو مرحله بارگذاری کارایی صافی در حذف کدورت و کلر اختلاف معنی‌داری را نشان نمی‌دهد ($P>0.05$). حداکثر تغییر کارایی در مورد یون فلزات سنگین آزمایش شده مربوط به آهن با ۹/۴ درصد تغییر و حداقل تغییر مربوط به منگنز با ۹/۰۷ درصد تغییر مشابه شد. بررسی نشان داد که کارایی لایهٔ آنتراسیت در حذف ترکیبات آلی (فنل) به طور معنی داری کاهش یافته است ($P<0.05$).

پرتال جامع علوم انسانی

---

* – استادیار گروه بهداشت محیط – دانشکده بهداشت – دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

** – دانشجوی دوره دکترای بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

*** – رئیس تصفیه خانه آب اصفهان

مقدمه

تماس آب با محیط‌های آلوده و مصرف در نقاط شهری و صنعتی باعث وارد شدن ناخالصی هایی به آب می‌شود. این ناخالصی‌ها باعث ایجاد انواع آلودگی‌ها در آب می‌شود که قبل از هر مصرفی بخصوص شرب، نیاز به نوعی تصفیه دارد. مهمترین دلیل تصفیه آب حذف عوامل بیماریزا و ناخالصی‌های معلق و کلوئیدی است و با استفاده از فرایندهای متداول یعنی انعقاد، لخته سازی، ته‌نشینی، فیلتراسیون و گندزدایی آب‌های سطحی تصفیه می‌شوند.

هدف اصلی فیلترکردن آب، جدا کردن مواد معلق است. مواد معلق شامل ذرات تشکیل یافته در عمل انعقاد، تجمع ذرات و ته‌نشینی می‌باشد. هنگام عبور آب از بستر صافی که معمولاً با استفاده از ذرات شن و آنتراسیت بارگذاری می‌شوند مواد معلق از آب جدا می‌شوند.

کاهش کدورت آب در حفظ سلامتی و بهداشت مردم و جلوگیری از مشکلات و مسائل سیستم توزیع آب مهم می‌باشد. کدورت با فرایند گندزدایی تداخل می‌کند، زیرا به عنوان حفاظی مانع اثر مواد ضدعفونی کننده بر میکروارگانیسم‌ها خواهد شد. همچنین ذرات با مواد گندزدا ترکیب شده و غلظت آن را کاهش می‌دهند.

فیلتراسیون براساس دو مکانیسم فیزیکی و شیمیایی صورت می‌گیرد که مهمترین آنها جذب سطحی می‌باشد. مواد معلق آب ضمن عبور از خلل و فرج بستر شنی با سطح دانه‌های صافی تماس یافته و جذب می‌شوند. نیروهایی که ذرات را به دانه‌های بستر صافی جلب کرده و نگه می‌دارند مانند نیروهایی هستند که در فرایند انعقاد و تجمع ذرات موثر می‌باشند. به علت تشکیل فیلم نازک بر روی ذرات موجود در بستر صافی‌ها که پس از کارکرد مداوم به وجود می‌آید، کارایی صافی در حذف فلزات سنگین و مواد آلی کاهش خواهد یافت. لذا پایش منظم کارکرد بستر صافی در مکانیسم حذف، موجب ارتقای کیفیت بهره‌برداری از سیستم تصفیه می‌شود (۶).

در این بررسی کارایی لایهٔ شن و آنتراسیت موجود در بستر صافی‌های تصفیه خانه آب اصفهان که به مدت ۱۰ سال مورد بهره‌برداری قرار گرفته با استفاده از یک واحد مطالعاتی با لایهٔ شن و آنتراسیت استفاده نشده، مورد مقایسه قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

الف) واحد مطالعاتی

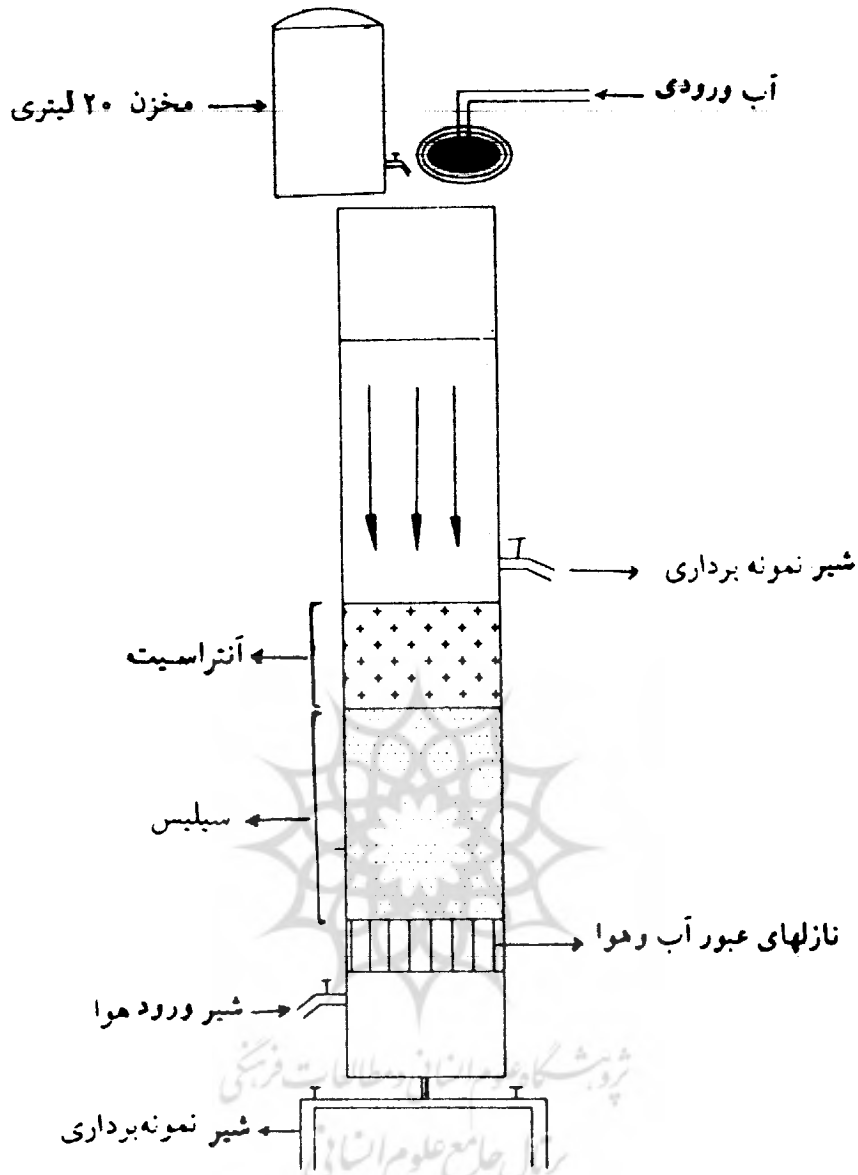
این مطالعه با استفاده از یک واحد مطالعاتی با مشخصات زیر انجام گرفت:

- بدنه: از جنس فایبرگلاس با قطر ۱۰ میلیمتر که فشارهای بالا را تحمل می‌کند.
- ارتفاع کل: ۳۳۰ سانتیمتر شامل ۱۲۰ سانتیمتر بستر فیلتر، ۱۰۰ سانتیمتر آب بالای سطح فیلتر، ۶۰ سانتیمتر زهکش کف صافی و ۵۰ سانتیمتر ارتفاع آزاد.
- بستر: مخلوطی از ۸۰ سانتیمتر سیلیس با اندازه موثر ۰/۹ میلیمتر و ضریب یکنواختی ۱/۵ و ۴۰ سانتیمتر زغال آنتراسیت با اندازه موثر ۲ میلیمتر و ضریب یکنواختی ۱/۷ که این خصوصیات با بستر فیلترهای اصلی تصفیه‌خانه مطابقت داشته است.
- کف صافی: شامل ۸ عدد نازل برای جمع‌آوری آب تصفیه شده و قابل استفاده برای شستشوی معکوس صافی بودند. نازل‌ها از جنس پلاستیک و فاصله آنها از یکدیگر ۵/۵ سانتیمتر بود.
- دبی: دبی خروجی از هر نازل تصفیه خانه ۰/۰۲۵ لیتر بر ثانیه و دبی کل ۰/۲ لیتر بر ثانیه بود.
- محل استقرار: اتاق فیلترهای تصفیه خانه آب اصفهان

آب حاصل از زلال سازها به عنوان آب خام بر روی صافی پمپ می‌شد و با استفاده از یک دوش مستقر در بالای صافی به طور یکنواخت وارد آن می‌گردید. پیش‌بینی‌های لازم از جهت ورود و خروج آب و هوا به هنگام شستشوی معکوس به عمل آمد.

مواد تزریق شده به آب خام ورودی به واحد: از طریق استقرار یک مخزن ۲۰ لیتری در قسمت بالایی صافی که حاوی محلولی از فنل با غلظت یک میلی‌گرم بر لیتر و یون‌های آهن، منگنز و کروم با غلظت‌های ۲ میلی‌گرم بر لیتر بود که به طور دائم و یکنواخت به آب خام ورودی از طریق والو برداشت مستقر در فاصله ۱۰ سانتیمتر بالاتر از سطح بستر و نمونه‌برداری از آب خروجی از طریق والو آب خروجی صورت می‌گرفت. نمونه‌ها با روش استاندارد نمونه‌برداری برداشت می‌شدند (۹) و برای حفظ نمونه‌های فلزات سنگین به آنها اسید نیتریت افزوده می‌شد تا pH به کمتر از ۲ برسد و برای حفظ نمونه‌های مواد آلی به آنها اسید سولفوریک اضافه می‌شد تا pH به کمتر از ۲ برسد.

در مرحله اول صافی با شن و آنتراسیت استفاده نشده بارگذاری شد. پس از پایان بهره‌برداری بستر صافی تخلیه و با شن و آنتراسیت که از بستر صافی‌های تصفیه خانه



برداشت شده بودند، بارگذاری شد. مدت زمان مطالعه در هر مرحله ۳۰ روز ادامه داشت. شستشوی معکوس صافی به فواصل زمانی ۴۸ ساعت و منطبق با شرایط کار صافی‌های تصفیه خانه آب اصفهان صورت می‌گرفت.

تعداد نمونه‌ها: در هر مرحله ۳۰ نمونه برداشت می‌شد.
آزمایش‌های انجام شده شامل مواد آلی، فنل، فلزات سنگین، کروم، منگنز و آهن، کلر باقیمانده و کدورت می‌باشد، کلیه آزمایشات با استفاده از روش‌های استاندارد صورت گرفته است (۹).

ب) آزمایش‌های انجام شده

فنل با استفاده از دستگاه HPLC ساخت کارخانه Waters مدل tunable Absorbance Detector 486 با دقت ۰/۰۱ میلی گرم بر لیتر اندازه‌گیری شد.

فلزات سنگین - منگنز، کروم و آهن - با استفاده از روش جذب اتمی با شعله و از دستگاه اتمیک ابزورپشن شرکت پرکین المر مدل ۲۳۸۰ AA به ترتیب با دقت ۰/۰۱ و ۰/۰۲ و ۰/۰۲ میلی‌گرم بر لیتر اندازه‌گیری شد. کلر باقیمانده با استفاده از روش یدومتری نیتراسیون با تیوسولفات با دقت ۰/۱ میلی‌گرم بر لیتر انجام شده و برای انجام آزمایش COD از راکتور COD متر و دستگاه DR2000 با دقت ۰/۱ میلی‌گرم بر لیتر انجام شد و کدورت با دستگاه کدورت سنج HACH با دقت ۰/۱ واحد نفلئومتری انجام گرفت (۹).
تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS و رسم گراف‌ها با استفاده از برنامه Harvard Graph صورت گرفت.

نتایج و بحث

۱) کدورت

در مرحله اول بارگذاری با آنتراسیت استفاده نشده میانگین کدورت ورودی به واحد مطالعاتی ۱۲/۵۱NTU و میانگین کدورت خروجی ۰/۸۳NTU و میانگین حذف ۹۳/۳۶ درصد به دست آمد (شکل ۱). در مرحله دوم بارگذاری با آنتراسیت موجود در تصفیه خانه آب میانگین کدورت ورودی ۱۴/۱۷NTU و میانگین کدورت خروجی ۰/۹۸NTU و میانگین حذف ۹۳/۱۰ درصد به دست آمد (شکل ۲).

نتایج نشان داد که بین میانگین متغیر در دو سیستم بارگذاری اختلاف معنی داری در حذف کدورت وجود ندارد - P>0.05 - لایهٔ آنتراسیت موجود در بستر پایلوت در هر دو مرحله به طور فعال در حذف کدورت موثر بوده و لایه آنتراسیت در هر دو مرحله قادر است کدورت را تا مقادیر کمتر از حداکثر غلظت مجاز - کمتر از ۱NTU - کاهش دهد.

۲) فلزات سنگین

- آهن:

در مرحله اول بارگذاری میانگین غلظت آهن ورودی به واحد مطالعاتی ۰/۲۹۸ میلی‌گرم بر لیتر و میانگین غلظت آهن خروجی از آن ۰/۱۱۷ میلی‌گرم بر لیتر و میانگین حذف ۶۰/۶۴ درصد به دست آمد (شکل ۳).

در مرحله دوم بارگذاری میانگین آهن ورودی به واحد مطالعاتی ۰/۳۲۲ میلی‌گرم بر لیتر و میانگین غلظت خروجی آن ۰/۱۴۵ میلی‌گرم بر لیتر و میانگین حذف ۵۴/۹۰ درصد به دست آمد (شکل ۴).

نتایج نشان داد که بین میانگین متغیر در دو سیستم بارگذاری اختلاف معنی داری در حذف آهن وجود ندارد. $P>0.05$ – لایه آنتراسیت موجود در بستر صافی در هر دو مرحله به طور فعال در حذف آهن عمل کرده است و غلظت آهن را به پایین‌تر از حد استاندارد – کمتر از ۱ میلی‌گرم بر لیتر – می‌رساند. لیکن در مرحله دوم بارگذاری کارایی صافی تا ۹/۴ درصد کاهش یافته است.

- منگنز

در مرحله اول بارگذاری میانگین غلظت منگنز ۰/۱۲۸ میلی‌گرم بر لیتر و میانگین غلظت خروجی ۰/۰۴۷ میلی‌گرم بر لیتر و میانگین حذف ۶۳/۶۲ درصد به دست آمد (شکل ۵).

در مرحله دوم بارگذاری میانگین غلظت منگنز ۰/۱۷۳ میلیگرم در لیتر و میانگین غلظت خروجی ۰/۰۷۳ میلی‌گرم بر لیتر و میانگین حذف ۵۷/۸۵ درصد به دست آمد (شکل ۶).

نتایج نشان داد که بین میانگین متغیر در دو سیستم بارگذاری اختلاف معنی داری در حذف کروم وجود ندارد – $P>0.05$ – لایه آنتراسیت موجود در بستر صافی در هر دو مرحله به طور فعال در حذف کروم عمل کرده است ولی بستر صافی‌ها در هر دو مرحله قادر به پایین آوردن غلظت کروم تا کمتر از حد استاندارد نبوده‌اند. لیکن در مرحله دوم بارگذاری کارایی صافی تا ۹/۳۷ درصد کاهش یافته است.

- کروم

در مرحله اول بارگذاری میانگین غلظت کروم ورودی ۰/۰۷۷ میلی‌گرم بر لیتر و میانگین غلظت خروجی آن ۰/۰۳۰ میلی‌گرم بر لیتر و میزان حذف ۶۰/۶۴ درصد به دست آمد (شکل ۷).

در مرحله دوم بارگذاری میانگین غلظت کروم ورودی ۰/۰۴۷ و میانگین غلظت کروم

خروجی ۰/۰۲۸ میلی‌گرم بر لیتر و میزان حذف ۵۴/۹۶ درصد به دست آمد (شکل ۸).

نتایج نشان داد که بین میانگین متغیر در دو سیستم بارگذاری اختلاف معنی‌داری در حذف کروم وجود ندارد – P>0.05 – لایه آنتراسیت موجود در بستر صافی در هر دو مرحله به طور فعال در حذف کروم عمل کرده است. ولی بستر صافی‌ها در هر دو مرحله قادر به پایین آوردن غلظت کروم تا کمتر از حد استاندارد نبوده‌اند، لیکن در مرحله دوم بارگذاری کارایی صافی تا ۹/۳۷ درصد کاهش یافته است.

به طور کلی کارایی لایه آنتراسیت در حذف یون‌های هر سه فلز فوق در مرحله دوم بارگذاری – با آنتراسیت استفاده شده – نسبت به مرحله اول بارگذاری – با آنتراسیت استفاده نشده – کاهش یافته است و از آن جایی که معین نسبت طی ۱۰ سال گذشته این کاهش کارایی در چه مرحله زمانی صورت گرفته – مطالعه گذشته‌نگری در این رابطه در دست نیست – لذا خطی بودن کاهش تغییرات مشخص نمی‌باشد و بنابراین توصه می‌شود که در مقاطع زمانی معین هر ۶ ماه مطالعه ادامه یابد.

– کلر

در مرحله اول بارگذاری مطابق شکل ۹ میانگین غلظت کلر ورودی ۲/۱۷ میلی‌گرم بر لیتر با انحراف معیار ۰/۳۲۲ و میانگین غلظت کلر خروجی ۰/۹۶ میلی‌گرم بر لیتر و حذف ۵۵/۷۹ درصد بوده است.

در مرحله دوم بارگذاری مطابق شکل ۱۰ میانگین غلظت کلر ورودی ۱/۸۷ و میانگین غلظت کلر خروجی ۰/۷۷ میلی‌گرم بر لیتر و حذف ۵۸/۹۵ درصد بوده است.

نتایج فوق نشان می‌دهند که لایه آنتراسیت موجود در بستر صافی در هر دو مرحله به طور فعال در حذف کلر عمل کرده است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

– فنل

در مرحله اول بارگذاری مطابق شکل ۱۱ میانگین غلظت فنل ورودی ۰/۱۵۱ با انحراف معیار ۰/۰۲۱ و میانگین غلظت خروجی آن ۰/۰۷۲ میلی‌گرم بر لیتر و حذف ۵۲/۲۵ درصد بوده است.

در مرحله دوم بارگذاری مطابق شکل ۱۲ میانگین غلظت فنل ورودی ۰/۱۶۰ با انحراف

معیار ۰/۰۱۵ و میانگین غلظت فنل خروجی ۰/۰۸۱ میلی‌گرم بر لیتر و حذف ۴۹/۲۰ درصد بوده است.

نتایج فوق نشان می‌دهد که بین میانگین متغیر در دو سیستم بارگذاری اختلاف معنی داری در حذف فنل وجود دارد و لایه آنتراسیت موجود در بستر صافی تصفیه خانه آب بعد از گذشت قریب به ۱۰ سال کارایی خود را در حذف فنل از دست داده است.

نتیجه گیری

در این تحقیق به منظور بررسی کارایی لایهٔ آنتراسیت صافی شنی تصفیه خانه آب اصفهان در مقایسه با لایه آنتراسیت استفاده نشده در حذف مواد آلی و فلزات سنگین (کروم، منگنز، آهن)، مواد آلی (فنل)، کلر و کدورت در دو مرحله انجام شد و با توجه به اطلاعات حاصل از این بررسی و اندازه‌گیری پارامترهای فوق نتایج زیر به دست آمده است:

۱) بررسی‌های انجام شده در دو مرحله نشان می‌دهند که لایه آنتراسیت موجود در بستر صافی‌های تصفیه‌خانه آب اصفهان از نظر حذف کدورت، فلزات سنگین و کلر کارایی لازم را دارا می‌باشد.

۲) بررسی‌های انجام شده در دو مرحله نشان می‌دهند که لایه آنتراسیت موجود در بستر صافی‌های تصفیه‌خانه آب اصفهان از نظر حذف مواد آلی (فنل) کارایی خود را از دست داده‌اند و از آن جایی که کارایی آنها در حذف فنل کم شده و در صورت تعمیم فنل به کلیه مواد آلی می‌توان گفت که در حذف سموم و سایر مواد آلی که از طریق آب خام وارد تصفیه خانه آب اصفهان می‌شوند؛ لایه آنتراسیت کارایی اولیه را نداشته و با در نظر گرفتن این که آب خام ورودی به تصفیه خانه همواره دارای ترکیبات مختلف مواد آلی می‌باشد، باید نسبت به تعویض و یا احیای لایه آنتراسیت موجود در بستر صافی‌های تصفیه خانه آب اصفهان با در نظر گرفتن سایر جوانب از جمله اقتصادی آن اقدام شود.

منابع و مراجع

1- Dezuane, P.E., "Hand book of drinking water quality". Second Edition, Thomas Publications PP 370 - 380, 1997.

2- Hammer, J.M., "Water and Wastewater Technology". Second Edition. Machanical Engineering Publications. PP 40 - 45, 1996.

3- Twort, A.C. and Law, F.M. "Watersupply", Fourth Edition. PP 258 = 269, 1994.

4- Greenberg, A. abd Lenore, C. "Standard methods for examination of water and wastewater". Publications office American public health Association, 1992.

5- Mackenzie, L.D. cornwell,A.D., "Introduction to Environmental Engineering", McGraw - Hill international Editions. PP 207 - 218, 1991.

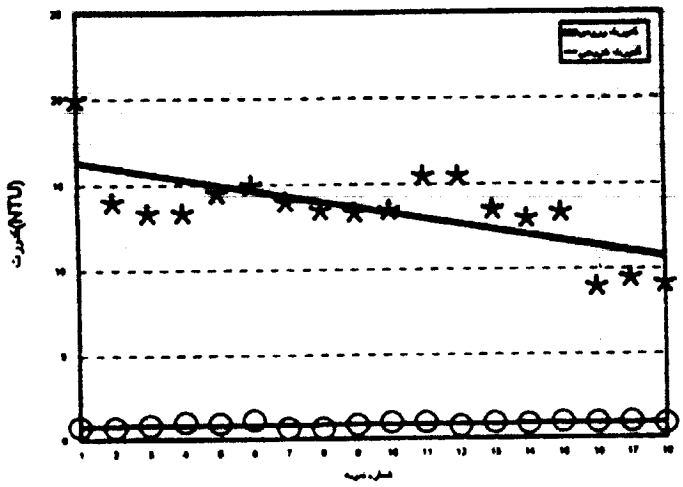
6- Paune, F. and Caixah, J. "Assessment on the removal of organic chemicals from raw and drinking water of all Obregat river water works plant using GAC". journal Water Research, 1998, Vol. 32, No. 11, PP 3313 - 3324.

7- Samaras, P. "Relationship between the activated carbon surface area and adsorption model coefficients for Removal of phenol from water" journal water quality Research journal canada, Vol. 32, No. 2, pp 325 - 337.

8- Carlson, A. and Hefferman, H. K. "Comparing two GACs for adsorption and biostablization" journal AWWA. 1994, Vol. 86, No. 1, PP 91 - 102.

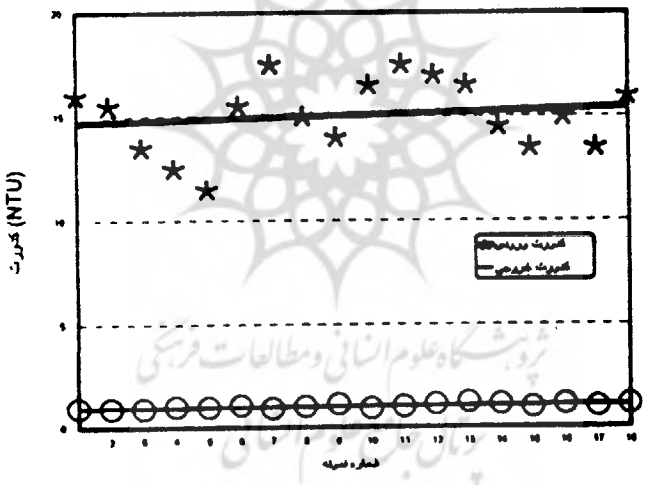
9- Pirbazari, M and Badriyha, B. "Evaluating GAC Adsorbers for the Removal of PCBs and Toxaphone". Journal AWWA 1992 Ferbruary. PP 83 - 88.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



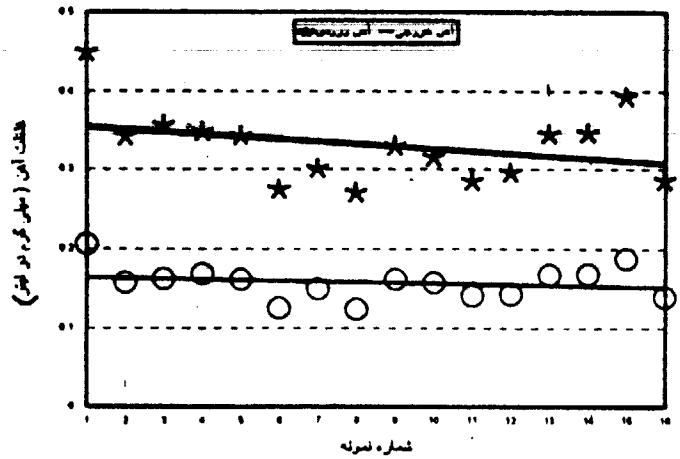
شکل ۱ – کارایی واحد مطالعاتی در حذف کدورت در مرحله اول

در مرحله اول واحد مطالعاتی با آنتراسیت استفاده نشده بارگذاری شده است.



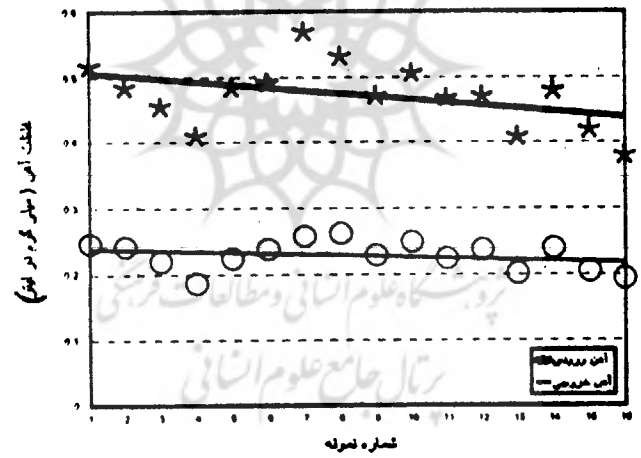
شکل ۲ – کارایی واحد مطالعاتی در حذف کدورت در مرحله دوم

در مرحله دوم بارگذاری واحد مطالعاتی با آنتراسیت استفاده شده بارگذاری شده است.



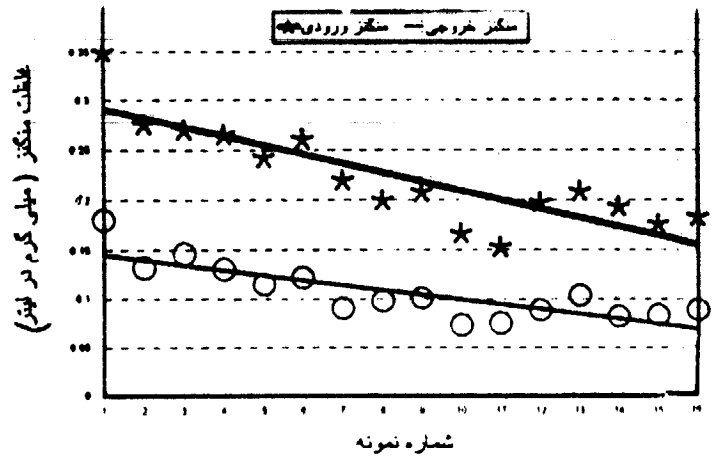
شکل ۳ – کارایی واحد مطالعاتی در حذف آهن در مرحله اول

در مرحله اول واحد مطالعاتی با آنتراسیت استفاده نشده بارگذاری شده است.



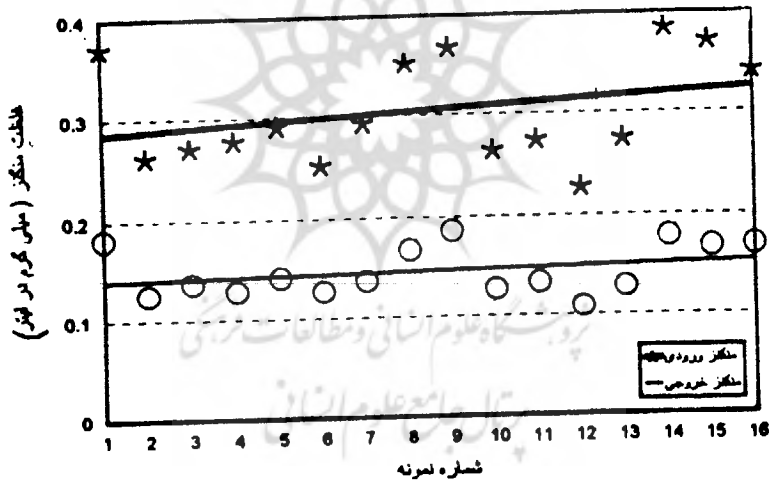
شکل ۴ – کارایی واحد مطالعاتی در حذف آهن در مرحله دوم

در مرحله دوم بارگذاری واحد مطالعاتی با آنتراسیت استفاده شده بارگذاری شده است.



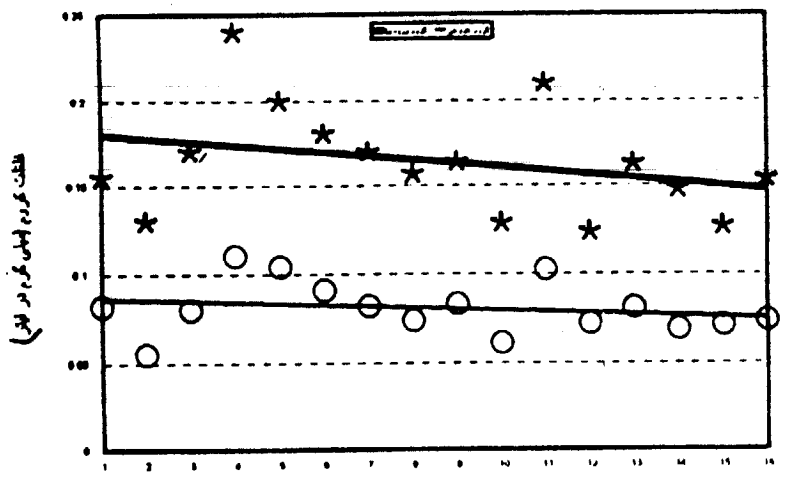
شکل ۵ – کارایی واحد مطالعاتی در حذف منگنز در مرحله اول

در مرحله اول واحد مطالعاتی با آنتراسیت استفاده نشده بارگذاری شده است.



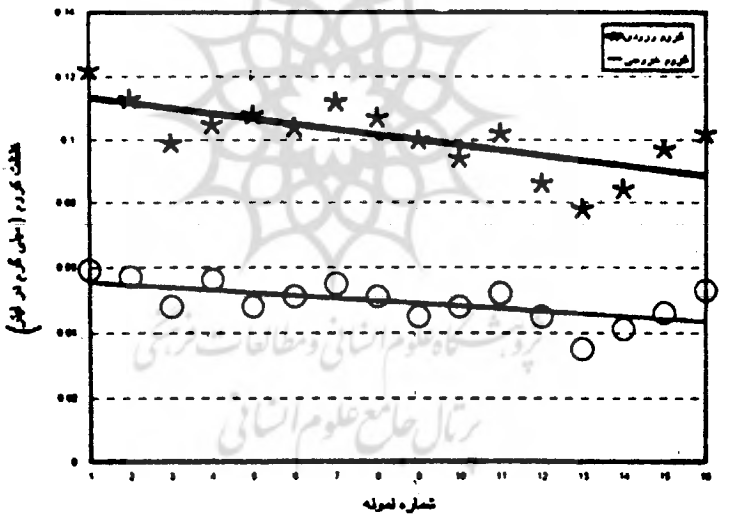
شکل ۶ – کارایی واحد مطالعاتی در حذف منگنز در مرحله دوم

در مرحله دوم واحد مطالعاتی با آنتراسیت استفاده شده بارگذاری شده است.



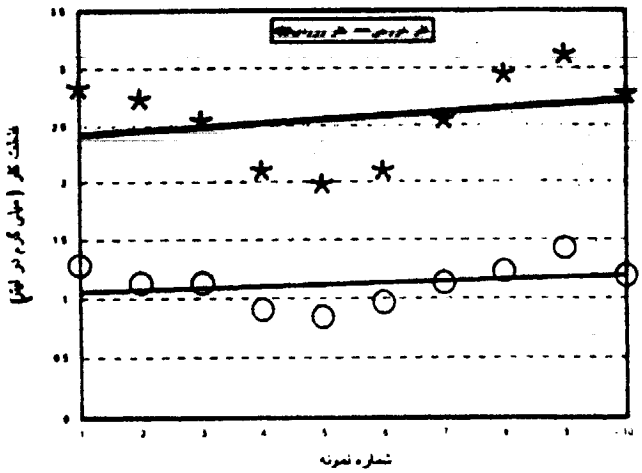
شکل ۷ – کارایی واحد مطالعاتی در حذف کروم در مرحله اول

در مرحله اول بارگذاری واحد مطالعاتی با آنتراسیت استفاده نشده بارگذاری شده است.



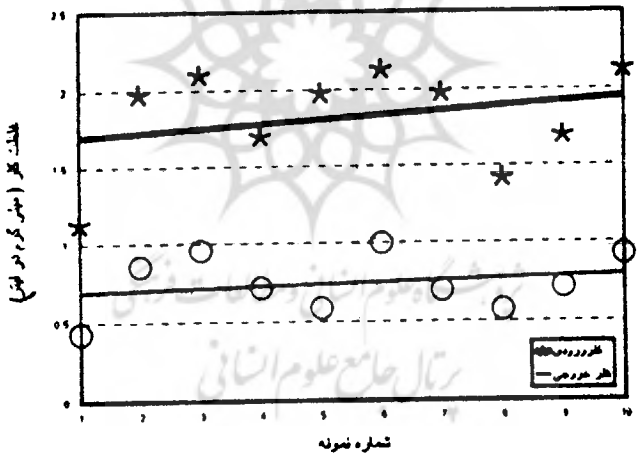
شکل ۸ – کارایی واحد مطالعاتی در حذف کروم در مرحله دوم

در مرحله دوم واحد مطالعاتی با آنتراسیت استفاده شده بارگذاری شده است.



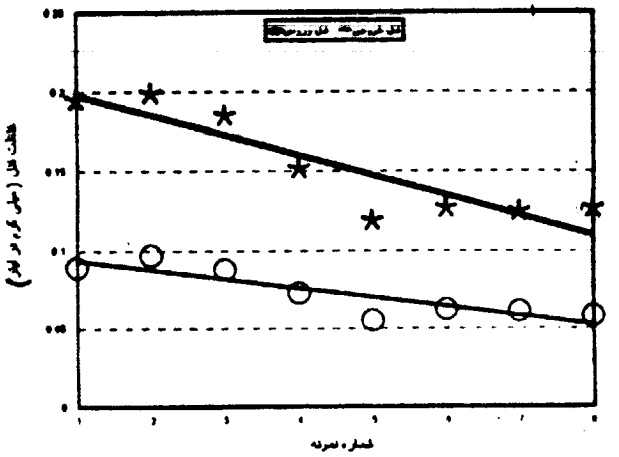
شکل ۹ – کارایی واحد مطالعاتی در حذف کلر در مرحله اول

در مرحله اول بارگذاری واحد مطالعاتی با آنتراسیت استفاده نشده بارگذاری شده است.



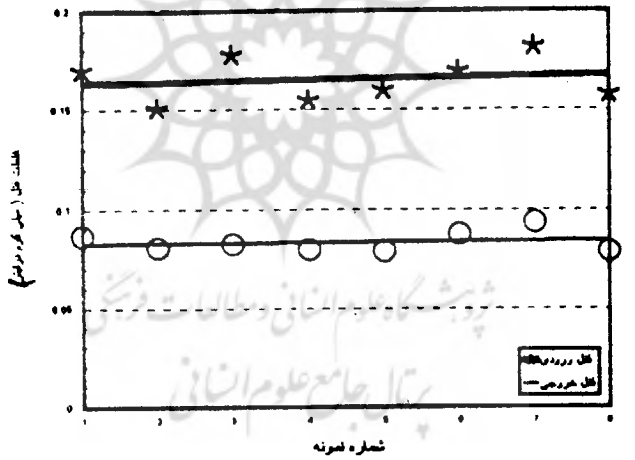
شکل ۱۰ – کارایی واحد مطالعاتی در حذف کلر در مرحله دوم

در مرحله دوم واحد مطالعاتی با آنتراسیت استفاده شده بارگذاری شده است.



شکل ۱۱ – کارایی واحد مطالعاتی در حذف فنل در مرحله اول

در مرحله اول بارگذاری واحد مطالعاتی با آنتراسیت استفاده نشده بارگذاری شده است.



شکل ۱۲ – کارایی واحد مطالعاتی در حذف فنل در مرحله دوم

در مرحله دوم واحد مطالعاتی با آنتراسیت استفاده شده بارگذاری شده است.