علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و یکم، شماره شش، شهریورماه ۹۸

بررسی عمل کرد صافی های دولایه ای در بارهای سطحی مختلف در تصفیه خانه ی آب آبادان

ایران برایی[1*]

iran.baraee@yahoo.com

سیدمهدی برقعی[2]

افشین تکدستان[3]

امیرحسام حسنی[4]

امیرحسین جاوید[5]

تاریخ دریافت: ۹۵/۵/۸ **تاریخ پذیرش:۹۵/۱۲/۱۱**

چکیده

زمینه و هدف: تصفیه ی آب با استفاده از کربن فعال گرانولی[6] و آنتراسیت، کیفیت آب را با کاهش کدورت، کل کربن آلی[7]، آهن، منگنز، نیترات، و آمونیوم بهبود می دهد. مطالعه ی موجود، عمل کرد پایلوت فیلترهای طراحی شده را در حذف پارامترهای آب بررسی می کند.

روش بررسی: تحقیق حاضر یک نوع مطالعه ی نیمه تجربی – کاربردی است که در این مطالعه ، دو واحد مطالعاتی، صافی های دو بستری ماسه- کربن فعال گرانولی و آنتراسیت- ماسه ساخته شد.

یافته ها: نتایج نشان داد راندمان پایلوت کربن فعال گرانولی- ماسه در بار هیدرولیکی کم($۳۵\ m^3/m^2.d$) با زیاد شدن زمان تماس بستر خالی[8](۲۰ دقیقه) افزایش می یابد. بیش ترین راندمان حذف پارامترهای ذکر شده در پایلوت کربن فعال گرانولی- ماسه به ترتیب ۹۳٪، ۹۳٪، ۴۷٪، ۱۶٪، ۳۱٪، و ۴۰٪ بود .

---

۱ - دکتری مهندسی محیط زیست-آب و فاضلاب، علوم و تحقیقات تهران، (مسوول مکاتبات)

۲ - استاد گروه مهندسی نفت و شیمی، دانشگاه صنعتی شریف

۳ - دانشیارگروه مهندسی محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی اهواز

۴ - دانشیارگروه مهندسی محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی ،واحد علوم و تحقیقات تهران

۵ - دانشیار گروه مهندسی محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

- 6 GAC
- 7 TOC
- 8 EBCT

نتیجه گیری: بیش ترین زمان عمل کرد در بار هیدرولیکی کم، ۷۵ ساعت بود که این پارامتر در بار هیدرولیکی متوسط و زیاد به ترتیب ۴۹ و ۲۶ ساعت برآورد گردید. هم چنین زمان عمل کرد پایلوت آنتراسیت- ماسه در بار هیدرولیکی کم، متوسط و زیاد به ترتیب ۷۳، ۴۶، و ۲۴ ساعت بود.

واژه‌های کلیدی: صافی دو لایه ای،تصفیه ی آب ، کل کربن آلی، فیلتراسیون

J. Env. Sci. Tech., Vol 21, No.6, August, 2019

The performance assessment of dual media filters in different loading rate in" Abadan "water treatment plant

Iran Baraee[1]
iran.baraee@yahoo.com
Mehdi Borghei[2]
Afshin Takdastan[3]
Amir Hesam Hasani[4]
Amir Hosseyn Javid[5]

Admission Date: March 1, 2017 Date Received: July 29, 2016

Abstract

Background and Objective: Water treatment using granular activated carbon (GAC) and anthracite improves water quality by reducing turbidity, total organic carbon (TOC), Fe, Mn, NO_3^-, and NH_4^+. The present study investigated the operation of two dual media pilot filters designed to remove parameters in Abadan water ment plant.

Method: This research is a semi experimental study – practical that in this study, two pilotplant, GAC-sand and anthracite-sand dual media filters was made.

Findings: The results show that the GAC-sand pilot filter at a low hydraulic loading rate (HLR=35 $m^3/m^2.d$) increased the empty bed contact time (EBCT=20 min) which increased the efficiency of treatment.The maximum efficiency removal of mentioned parameters at hydraulic loading rate GAC-sand pilot filter were 93.73%, 93.70%, 47.91%, 16.92%, 31.95%, and 40.37%, respectively.

Discussion and Conclusion: Breakthrough occurred in the GAC-sand pilot filter at 75 h and low hydraulic loading rate, but occurred sooner for medium and high hydraulic loading rates at 49 and 26 h, respectively. So, the runtime for the anthracite-sand pilot filter at high, medium, and low hydraulic loading rates were 73, 46, and 24 h, respectively.

Keywords: Dual Media Filter, Water Treatment, TOC, Filtration

1 Department of Environmental Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad*(Corresponding Authours)
2 Department of chemistry and petroleum Engineering, Sharif industrial University
3 Department of Environmental Health and Environmental Technologies Research Centre , Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences
4 Department of Environmental Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad
5 Department of Maritime Sciences, Science and Research Branch, Islamic Azad University

مقدمه

کنترل مواد آلی به عنوان یک بخش مهم عمل کرد تصفیه خانه های آب آشامیدنی و سیستم های توزیع محسوب می شود.سرعت حذف مواد آلی به چندین پارامتر از جمله کمیت و کیفیت مواد آلی در منابع آب ، طراحی تصفیه خانه ی آب و شرایط بهره برداری بستگی دارد. به طورکلی، میزان مواد آلی بعد از ته نشینی، جذب سطحی، فیلتراسیون با کربن فعال گرانولی یا فرآیندهای غشایی کاهش می یابد.کاهش میزان مواد آلی در طی تصفیه ممکن است یک روش موثر در بهبود زیباشناختی آب و کنترل باکتری بدون استفاده از میزان اضافی گندزداها یا تشکیل محصولات فرعی ناشی از گندزدایی[1]باشد (۱).

صاف سازی ، عملیات فیزیکی یا مکانیکی است که برای جداسازی جامدات از سیالات به وسیله ی یک مدیا به کار می رود که تنها سیال می تواند عبور کند و جامدات با اندازه ی بزرگ باقی می مانند(۲). در فیلتر تک بستری پس از شست شوی معکوس دانه های درشت تر سریع تر از دانه های کوچک تر ته نشین می شوند که این پدیده لایه بندی معکوس نامیده می شود. در واقع عیب اصلی صافی های تک لایه، دانه بندی معکوس است(۳). فیلترهای ماسه ای تند، متداول ترین نوع فیلترهای استفاده شده در تصفیه خانه های آب می باشند.اگرچه فیلترهای ماسه ای تند سیستم های ساده ای هستند، اما در واقع سه فرآیند فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی به طور هم زمان در آن ها اتفاق می افتد. از جمله مشکلات این فیلترها، زمان عمل کرد کوتاه فیلتر، رشد در بستر فیلتر، حذف ضعیف و ناکافی ذرات و ترکیبات محلول در آب است(۴).

فیلتر دو لایه ای یکی از تکنولوژی های جدید است که می تواند به عنوان راه کاری در راستای حل مشکل فیلترهای تک لایه ای پیشنهاد شود . آنتراسیت، به عنوان ماده ی اصلی مورد استفاده در ساختاربستر این نوع از صافی ها ، نوعی زغال سنگ است که نسبت به تمامی انواع زغال سنگ بیش ترین ترکیب کربنه را دارد و به علت برخورداری از خصوصیاتی هم چون خاصیت جذب سطحی بالا ، حذف کدورت در حد بسیار عالی، مقاومت بالا به مواد شیمیایی و... به عنوان ماده ای مناسب در ترکیب بستر صافی های دو بستری به منظور تصفیه ی آب به شمار می رود (۵). علاوه بر آنتراسیت ممکن است از مواد دیگری مانند کربن فعال گرانولی نیز استفاده شود. فیلتراسیون با کربن فعال یک فرآیند جذب است که آلاینده را جذب می کند و در سطح ذرات کربن نگه می دارد.راندمان فرآیند به خصوصیات کربن مانند اندازه ی منافذ ذرات، مساحت سطحی، دانسیته و هم چنین به خصوصیات آلاینده مانند غلظت، میل ترکیبی با آب، حلالیت آلاینده و جذب آلاینده به سطح کربن بستگی دارد (۶). مواد آلی می تواند منبعی برای رشد مجدد میکروارگانیسم ها در شبکه ی توزیع باشد و پایداری بیولوژیکی آب آشامیدنی را کاهش دهند(۷ و ۸). کربن فعال گرانولی، اغلب برای حذف مواد آلی استفاده می شود. نقطه ی شکست در واقع نقطه ای است که غلظت آلاینده در خروجی بیش از حد مورد نیاز تصفیه می شود. این زمان برای تصفیه و سرعت شست شوی معکوس اهمیت دارد (۹). در این مطالعه سعی شد عمل کرد صافی های دولایه ای ماسه-انتراسیت و ماسه- کربن فعال گرانولی در بار سطحی مختلف جهت حذف پارامترهای کدورت، کل کربن آلی، آهن، منگنز، نیترات و آمونیوم در واحد فیلتراسیون تصفیه خانه ی آب آبادان مورد بررسی قرار گیرد .

مواد و روش ها

تحقیق حاضر یک نوع مطالعه ی نیمه تجربی – کاربردی است که در این مطالعه، دو واحد مطالعاتی، صافی های دو بستری ماسه- کربن فعال گرانولی و آنتراسیت- ماسه ساخته شد. تصفیه خانه ی آب شهید باوی، یکی از تصفیه خانه های موجود شهر آبادان می باشد که دارای ۸ صافی ماسه ای تک لایه با ابعاد ۲/۹۰ m× ۵/۴۵ m× ۹/۹۰ m جهت صاف سازی آب است. صافی ها ازنوع ماسه ای هستند که ارتفاع لایه ی اول(لایه ی نگهدارنده) ۱۵ سانتی متر ، ارتفاع لایه ی دوم ۸۵

1- DBPs

سانتی متر و ارتفاع آب روی ماسه ۱/۵-۱ m می باشد. سازه ی پایلوت ها از جنس پلی وینیل کلراید [1] به ارتفاع ۲ مترو قطر داخلی ۱۵/۲۴ متر بوده که سطح هر پایلوت m^2 ۰/۰۲ می باشد و سیستم زه کش از لوله های پلاستیکی متخلخل ساخته می شود. عمق بستر و سطح آب نیز به ترتیب ۷۵ و ۹۰ سانتی متربود .پایلوت شماره یک شامل ماسه سیلیس وآنتراسیت بود. ارتفاع آنتراسیت، اندازه ی موثر و ضریب یکنواختی به ترتیب ۵۰ سانتی متر ، ۱/۱-۰/۸ میلی متر و ۱/۷ میلی متر برآورد گردید. پایلوت شماره دو شامل ماسه سیلیس و کربن فعال گرانولی بود. ارتفاع کربن فعال گرانولی ، اندازه ی موثر و ضریب یکنواختی به ترتیب ۵۰ سانتی متر ، ۱/۱-۰/۸میلی متر و ۱/۴میلی متر بود. از طرفی، ارتفاع ماسه سیلیس ، اندازه ی موثر و ضریب یکنواختی به ترتیب۲۵ سانتی متر ، ۱/۲-۰/۷ میلی متر و ۱/۶ میلی متر بود. بارگذاری هیدرولیکی در سه مقدار $m^3/m^2.d$ ۳۵،۸۰ و ۱۲۰ در هر پایلوت اعمال شد.آب ورودی به پایلوت از طریق یک پمپ واقع در قسمت ورودی یکی از فیلترهای تصفیه خانه تامین گردید. میزان جریان ورودی از طریق یک فلومتر با ظرفیت l/min ۵-۰/۴ و تنظیم دبی خروجی از طریق حجم سنجی و کنترل شیر خروجی انجام گرفت.

نمونه برداری طی فصل زمستان انجام گرفت. پارامترهای کدورت، کل کربن آلی، آهن، منگنز، نیترات و آمونیوم بعد از ۱۵ روز کار مداوم در هر بار سطحی مورد اندازه گیری قرار گرفتند. استراتژی شست شوی معکوس تاثیر مهمی بر روند حذف کل کربن آلی دارد.زمانی که میزان کدورت در خروجی بالاتر از حد مجاز گردید، شست شوی معکوس انجام شد. اندازه گیری مواد آلی بر مبنای سنجش کل کربن آلی و با استفاده از دستگاه کل کربن آلی متر مدل TOC-VCSH با تواتر روزانه از ورودی و خروجی هر دو پایلوت به عمل آمد.کلیه مواد مورد استفاده ساخت شرکت مرک بوده و بدون هیچ گونه تغییری مورد استفاده قرار گرفتند. هم چنین کلیه آزمایش ها بر اساس دستورالعمل روش های استاندارد متد (۱۰) صورت گرفت. به منظور انجام تحلیل آماری نتایج نیز از آزمون های تی تست و رگرسیون استفاده گردید. مشخصات فنی پایلوت ها و شرایط بهره بردار ی آن ها در جداول (۱و۲) ارایه گردیده است.

جدول ۱- مشخصات فنی پایلوت ها

Table 1. Pilot plant technical properties

مشخصات	مقدار	مشخصات	مقدار
ارتفاع آزاد فیلتر (cm)	۱۵	جنس پایلوت ها	CPVC
بارسطحی($m^3/m^2.d$)	۸۰،۳۵ و ۱۲۰	شکل پایلوت	استوانه ای
قطر سطح مقطع (cm)	۱۵/۲۴	نوع سیستم زه کش	لوله ی پلاستیکی متخلخل
ارتفاع کل فیلتر(cm)	۲۰۰	روش شست شوی فیلتر	شست شوی معکوس
عمق بستر بدون لایه ی نگه دارنده (cm)	۷۵	محل شیر ورودی	بالای هر پایلوت
عمق لایه ی نگه دارنده (cm)	۲۰	محل شیر خروجی	زیر سیستم زه کش
عمق آب در فیلتر (cm)	۹۰		

1- PVC

جدول ۲- شرایط بهره برداری پایلوت ها

Table 2 -Operating conditions of the pilots'

مراحل	پایلوت شماره ی یک	پایلوت شماره ی دو	بارسطحی($m^3/m^2.d$)		
			۳۵	۸۰	۱۲۰
۱	عمق ماسه و آنتراسیت به ترتیبcm ۲۵ و cm ۵۰	عمق ماسه و GAC به ترتیبcm ۲۵ و cm ۵۰	*		
۲	عمق ماسه و آنتراسیت به ترتیبcm ۲۵ و cm ۵۰	عمق ماسه و GAC به ترتیبcm ۲۵ و cm ۵۰		*	
۳	عمق ماسه و آنتراسیت به ترتیبcm ۲۵ و cm ۵۰	عمق ماسه و GAC به ترتیبcm ۲۵ و cm ۵۰			*

نتایج و بحث

میانگین مقدار و راندمان حذف پارامترهای کدورت، کل کربن آلی، نیترات، و آمونیوم در بارهای سطحی مختلف در ورودی و خروجی پایلوت ها و واحد فیلتراسیون در جداول(۳ تا ۵) ارایه شده است. نمودار های(۱و ۶) درصد حذف پارامترهای یاد شده در سه بارگذاری مختلف را بیان می کنند. همچنین نتایج زمان تماس بستر خالی و حجم آب فیلتر شده در پایلوت شماره (۲) در نمودار (۷) و رابطه ی کدورت ورودی و زمان عمل کرد پایلوت ها در بار هیدرولیکی کم در نمودار (۸) نشان داده شده است.

در این مطالعه عمل کرد پایلوت ها در سه بارگذاری مختلف مورد مطالعه قرار گرفت. مطابق با نتایج جدول (۳)، میا نگین کدورت درخروجی واحد فیلتراسیون کم تراز حد مطلوب آب اشامیدنی است و با زیاد شدن بارسطحی، میانگین کدورت در خروجی پایلوت ها بیش تر می شود. که طبق جدول (۵)، عمل کرد پایلوت شماره (۲) در حذف کدورت ورودی بهتر از فیلتر ماسه ای تند و پایلوت شماره ی (۱) متداول است(۷۳٪-۹۳٪). هم چنین با توجه به نمودار (۱)، شیب خط نشان داد که با افزایش زمان عمل کرد صافی، راندمان حذف کدورت در پایلوت شماره ی (۱) افزایش(۵۴/۰۷۱±۸/۱۷٪) و در خصوص پایلوت شماره ی (۲) کاهش یافته است(۵۲/۹۰۴±۸/۱۷٪). از طرفی نتایج در جدول (۴) نشان داد که بین راندمان حذف کدورت در پایلوت شماره (۱) و خروجی فیلتراسیون تصفیه خانه در بارهای مختلف هیدرولیکی، نتایج غیرمعنی دار و بین راندمان حذف کدورت در پایلوت شماره دو و خروجی فیلتراسیون تصفیه خانه دربارهای مختلف هیدرولیکی، نتایج معنی داری وجود دارد.

جدول۳- میانگین پارامترهادر بارهای سطحی مختلف

Table 3. The average parameters in various HLRs

پارامترها	بارسطحی ($m^3/m^2.d$)	ورودی به واحد فیلتراسیون	خروجی پایلوت شماره یک	خروجی پایلوت شماره دو	خروجی واحد فیلتراسیون
کدورت(NTU)	۳۵	۲۷/۷۲	۲/۶۳	۱/۶۷	۲/۵۲
	۸۰	۲۵/۵۳	۲/۷۸	۱/۹۳	۲/۶۰
	۱۲۰	۳۱/۲۷	۳/۹۱	۲/۶۵	۴/۰۳
TOC(mg/l)	۳۵	۶/۸	۲/۶	۰/۴۲	۳/۱۲
	۸۰	۶/۶۶	۲/۸۴	۱/۲۲	۳/۲
	۱۲۰	۶/۸۸	۳/۹	۲/۲۸	۳/۴۶

Fe(mg/l)	۳۵	۰/۱۹	۰/۱۰۸	۰/۰۹۴	۰/۱۲۴
	۸۰	۰/۱۹	۰/۱۳	۰/۱۰	۰/۱۱
	۱۲۰	۰/۱۹	۰/۱۴۲	۰/۱۱۴	۰/۱۱۶
Mn^{+2}(mg/l)	۳۵	۰/۲۲	۰/۱۱	۰/۱	۰/۲
	۸۰	۰/۱۹۸	۰/۱۶۹	۰/۱۶۸	۰/۱۷
	۱۲۰	۰/۱۸۸	۰/۱۱	۰/۱۶۱	۰/۱۶۲
NO_3^-(mg/l)	۳۵	۱/۶۲	۱/۲	۱/۱	۱/۲۵
	۸۰	۱/۶۲	۱/۲۲	۱/۱۶	۱/۲
	۱۲۰	۱/۵	۱/۱۴	۱/۱۲	۱/۱۲
NH_4^+(mg/l)	۳۵	۰/۲۳۸	۰/۱۵۲	۰/۱۴	۰/۱۷۲
	۸۰	۰/۲۵	۰/۱۶۸	۰/۱۶۳	۰/۱۸۴
	۱۲۰	۰/۲۴۲	۰/۱۷۲	۰/۱۶۶	۰/۱۷۸

جدول ۴- نتایج آزمون T-test

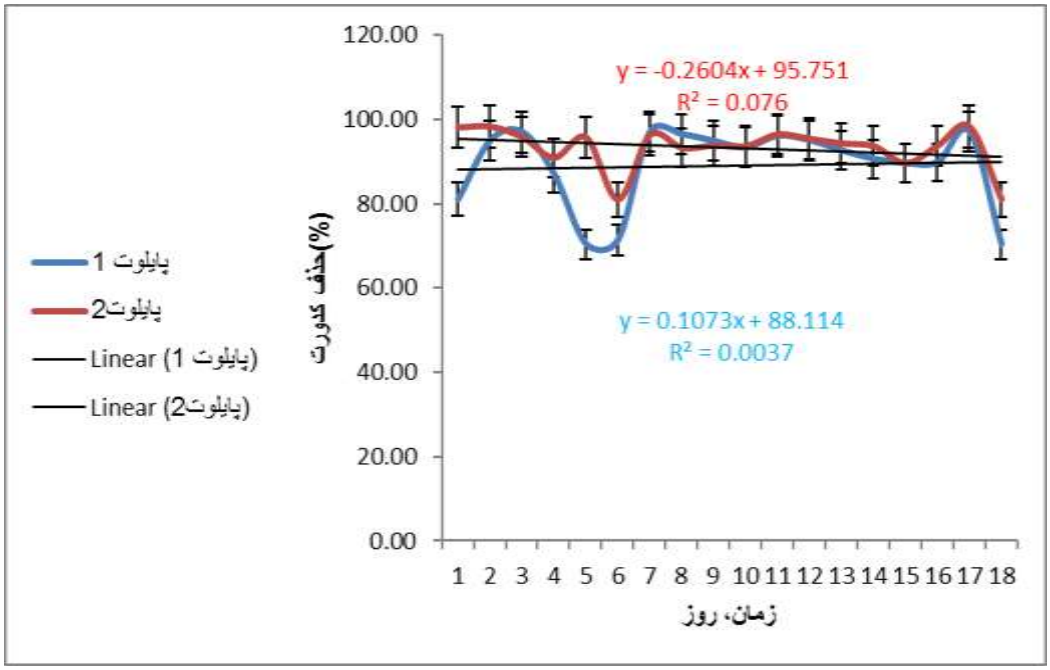
Table 4- The results of T-test

پارامترها	**بارسطحی(m3/m2.d)**		
	۳۰	۸۰	۱۲۰
کدورت(NTU)	❋	❋	❋
TOC(mg/l)	❋	❋ +	❋
Fe(mg/l)	-	-	- +
Mn(mg/l)	-	-	-
NO_3^-(mg/l)	❋	-	-
NH_4^+(mg/l)	❋	-	-

+: میانگین حذف پارامترها در پایلوت شماره ی (۱) و خروجی واحد فیلتراسیون معنادار است.

❋: میانگین حذف پارامترها در پایلوت شماره ی (۲) و خروجی واحد فیلتراسیون معنادار است.

- : میانگین حذف پارامترها در پایلوت ها و خروجی واحد فیلتراسیون غیر معنادار است.

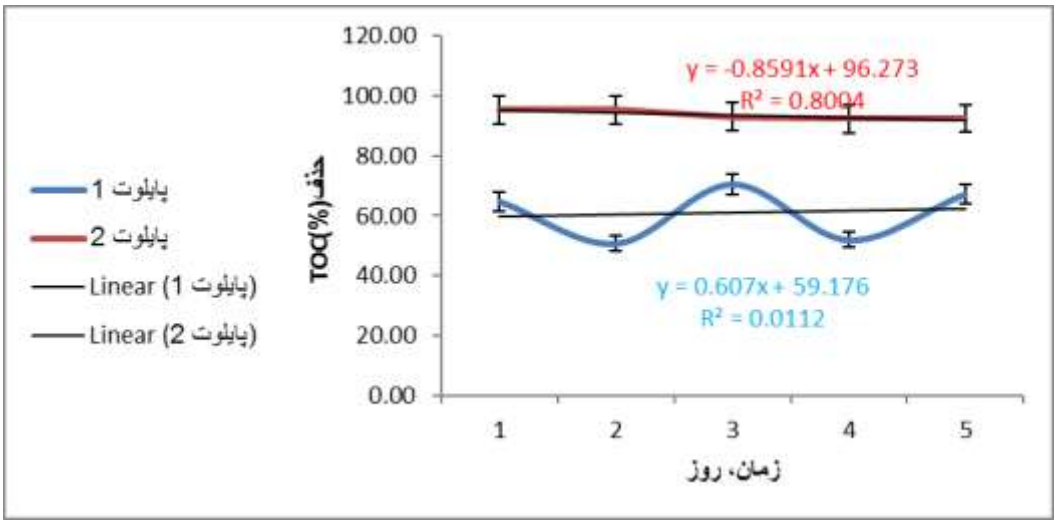


نمودار ۱-تغییرات راندمان حذف کدورت از هر پایلوت در بار سطحی کم

Figure 1. Variation of Turbidity removal efficiency from each pilot during low HLR

در خصوص پارامتر کل کربن آلی ، بیش ترین میانگین خروجی درواحد فیلتراسیون تصفیه خانه و به مقدار ۳/۴۶ mg/l بوده است. هم چنین، بیش ترین درصد حذف در بار سطحی کم در پایلوت شماره ی (۲) ۹۳٪/۷۰ اتفاق افتاد. همچنین تحقیقات اخیر بیوراکتورها در مقیاس کامل[1]ثابت کرده اند که راندمان حذف مواد آلی در فیلترهای دو لایه ای ماسه- کربن فعال گرانولی نسبت به فیلتر ماسه ای بسیار بیش تر است [۱۱] .

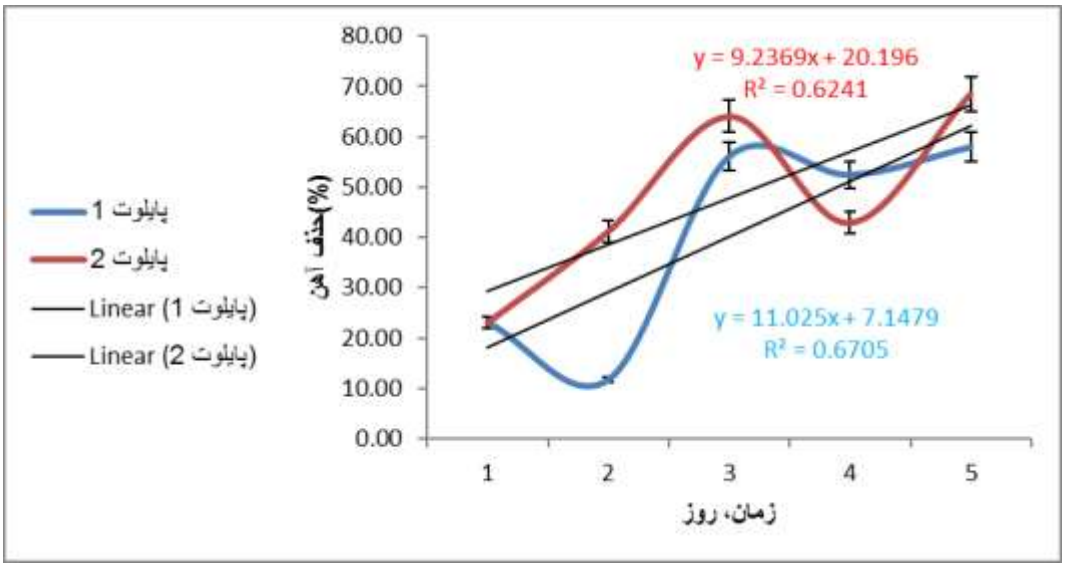
نتایج ازمون تی تست [1] در خصوص پارامتر کل کربن آلی نشان داد که بین راندمان حذف کل کربن آلی در پایلوت شماره (۱) و واحد فیلتراسیون تصفیه خانه در بارهای هیدرولیکی کم و زیاد نتایج غیر معنی دار و در بار هیدرولیکی متوسط نتایج معناداری حکم فرما است. از طرفی نتایج آزمون بین پایلوت شماره (۲) و خروجی واحد فیلتراسیون در همه ی بارهای هیدرولیکی اختلاف معنا داراست. هم چنین نمودار (۲) نشان داد که با افزایش زمان کارکرد صافی پس از ۱۵ روز، شیب در پایلوت شماره (۱)، افزایش راندمان حذف را نشان داد (۲/۹±۴۵/٪۰۴۳۵) که میزان حذف در پایلوت شماره ی (۲) کاهش یافته است(۲/۳۲±۷۵/٪۸۸۷). علامت مثبت X در معادله ی رگرسیون خطی مربوط به پایلوت شماره ی (۱) و علامت منفی X در معادله ی رگرسیون خطی مربوط به پایلوت شماره ی (۲) به ترتیب نشان دهنده ی افزایش و کاهش راندمان حذف می باشند.



نمودار ۲- تغییرات راندمان حذف TOC از هر پایلوت در بار سطحی کم

Figure 2. Variation of TOC removal efficiency from each pilot during low HLR

جدول (۳) نشان داد که بیشترین میزان آهن در خروجی واحد فیلتراسیون و به میزان ۰/۱۲۴ mg/l و میزان آهن ورودی در همه ی بارهای هیدرولیکی مساوی ۰/۱۹ mg/l بوده است. طبق جدول (۴)، بیش ترین درصد حذف در بار سطحی کم در پایلوت شماره ی (۲) ۴۷٪/۹۱ اتفاق افتاد. نتایج آزمون تی تست بیان گر این موضوع است که بین راندمان حذف آهن در پایلوت شماره ی (۱) و خروجی فیلتراسیون فقط در بار هیدرولیکی زیاد تفاوت معنادار و بین راندمان حذف آهن در پایلوت شماره ی (۲) و خروجی فیلتراسیون در همه ی بارها تفاوت غیر معنادار است. از طرفی نمودار (۳) نشان داد که با افزایش زمان عمل کرد صافی، شیب در هر دو پایلوت افزایش یافته است.به عبارتی، زمان عمل کرد صافی در میزان حذف آهن تاثیر مثبت داشته است (به ترتیب ۳۸/۸۵۸٪±۳۴/۸۱ و ۴۵/۴۹٪±۳۴/۹۱۵).



نمودار ۳- تغییرات راندمان حذف آهن از هر پایلوت در بار سطحی کم

Figure 3.Variation of Iron removal efficiency from each pilot during low HLR

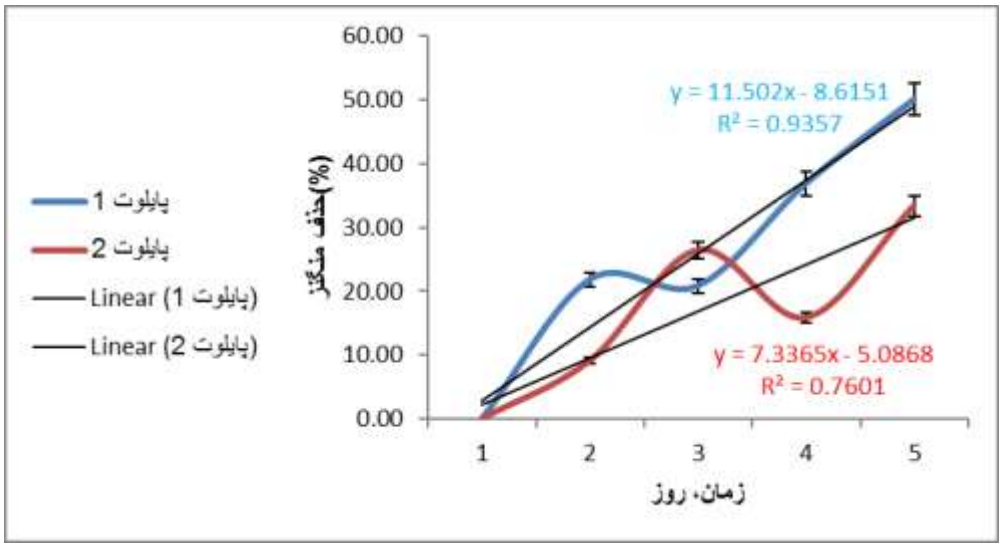
نتایج جدول ۳ نشان داد که کم ترین و بیش ترین میزان منگنز به ترتیب مربوط به پایلوت شماره (۲) در بار سطحی کم و در واحد فیلتراسیون تصفیه خانه می باشد. نتایج جدول (۵) بیان گر بالا بودن راندمان حذف منگنز در پایلوت شماره ی (۲)

به میزان ۱۶/۹۲٪ می باشد. جدول (۴) تفاوت بین راندمان حذف منگنز در پایلوت ها و خروجی واحد فیلتراسیون را درهمه ی بارهای هیدرولیکی غیرمعنادار نشان داد. با توجه به نمودار (۴) ، شیب در پایلوت شماره ی (۱) و (۲) نشان داد که به تدریج با افزایش زمان عمل کرد صافی میزان حذف منگنز زیاد شده است و علامت پارامتر X در هر دو معادله رگرسیون خطی پایلوت ها مثبت بوده است که این روند در پایلوت شماره یک تاثیر بیش تری داشته است.

جدول۵- تاثیر بارهای سطحی مختلف بر حذف پارامترها

Table 5. Variation of various HLR in remove of parameters

پارامترها	بارسطحی ($m^3/m^2.d$)	خروجی پایلوت شماره (۱)	خروجی پایلوت شماره (۲)	خروجی واحد فیلتراسیون
کدورت(NTU)	۳۵	۸۹/۸۱	۹۳/۷۳	۹۱/۱۶
	۸۰	۸۸/۹۱	۹۲/۲۶	۸۹/۷۹
	۱۲۰	۸۷/۰۳	۹۱/۱۲	۸۶/۶۱
TOC(mg/l)	۳۵	۶۱	۹۳/۷۰	۵۳/۲۱
	۸۰	۵۷/۲۶	۸۱/۵۲	۵۱/۹۸
	۱۲۰	۴۳/۱۶	۶۶/۴۸	۴۸/۹۶
Fe^{+2}(mg/l)	۳۵	۴۰/۲۲	۴۷/۹۱	۴۱/۰۸
	۸۰	۳۳/۱۳	۴۳/۰۱	۴۰/۵۰
	۱۲۰	۲۶/۰۷	۳۸/۲۵	۳۹/۵۷
Mn^{+2}(mg/l)	۳۵	۱۵/۸۹	۱۶/۹۲	۱۴/۰۸
	۸۰	۱۴/۶۲	۱۵/۶۷	۱۳/۴۵
	۱۲۰	۱۳/۱۶	۱۴/۶۱	۱۲/۳۴
NO_3^-(mg/l)	۳۵	۲۵/۸۷	۳۱/۹۵	۲۲/۵۷
	۸۰	۲۴/۰۷	۲۷/۹۹	۲۵/۴۸
	۱۲۰	۲۳/۸۲	۲۵/۱۵	۲۵/۱۵
NH_4^+(mg/l)	۳۵	۳۵/۰۶	۴۰/۳۷	۲۶/۹۶
	۸۰	۳۲/۳۶	۳۴/۱۸	۲۶/۰۱
	۱۲۰	۲۸/۸۵	۳۱/۲۳	۲۶/۰۲

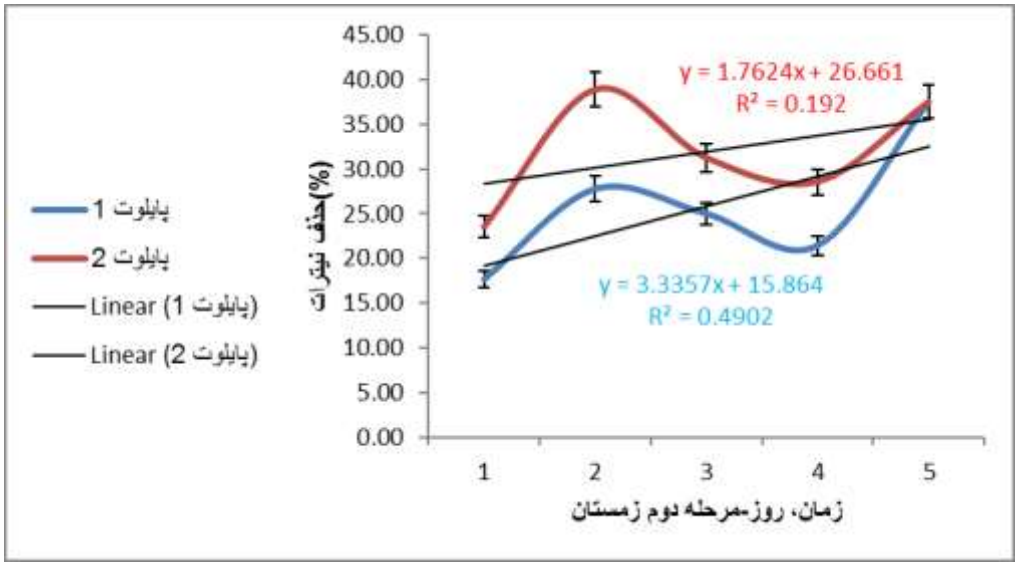


نمودار ۴- تغییرات راندمان حذف منگنز از هر پایلوت در بار سطحی کم

Figure 4. Variation of Mangeneze removal efficiency from each pilot during low HLR

بیش ترین میزان نیترات در خروجی واحد فیلتراسیون تصفیه خانه و به میزان ۱/۲۵ mg/l بوده است. بین راندمان حذف نیترات در پایلوت شماره ی (۱) و خروجی واحد فیلتراسیون درتمام بارهای هیدرولیکی تفاوت غیرمعنادار و بین راندمان حذف نیترات در پایلوت شماره ی (۲) و خروجی واحد فیلتراسیون فقط در بارهیدرولیکی کم تفاوت معنادار است.

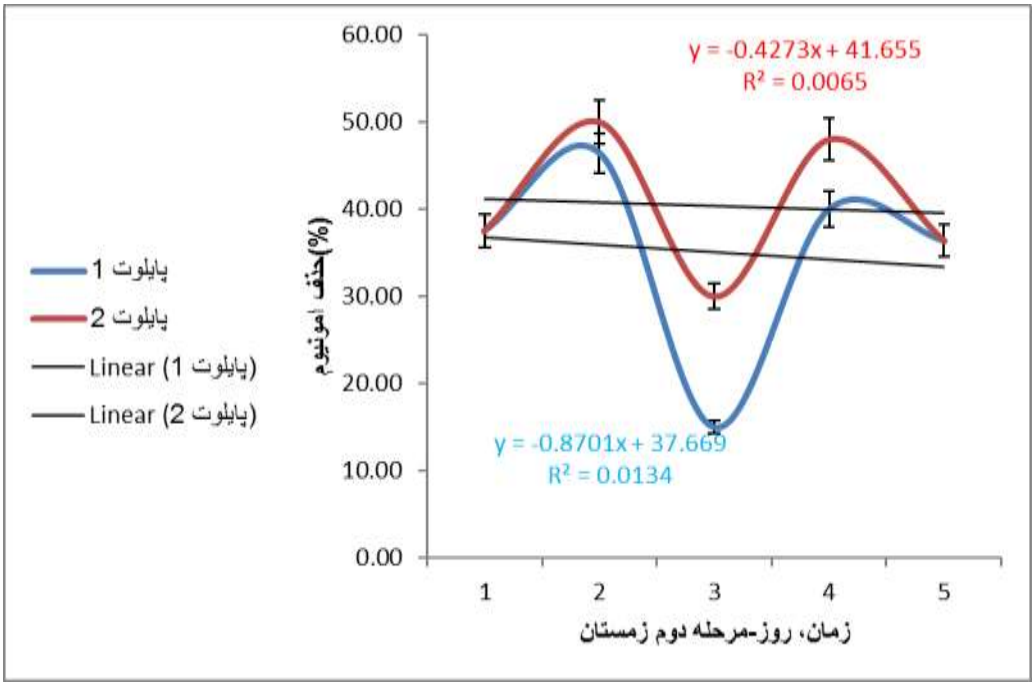
مطابق با جدول (۵)، بیش ترین درصدحذف نیترات در بارسطحی کم در پایلوت شماره ی (۲) به میزان ۳۱/۹۵٪ اتفاق افتاد. نمودار (۵) نشان داد با افزایش کار صافی، کارایی پایلوت ها در حذف نیترات افزایش می‌یابد (به ترتیب ۸۵/۶۰۷٪±۱۹/۲۲٪ و ۱۷/۰۲۱٪± ۱۳/۹۷).



نمودار۵- تغییرات راندمان حذف نیترات از هر پایلوت در بار سطحی کم

Figure 5. Variation of Nitrate removal efficiency from each pilot during low HLR

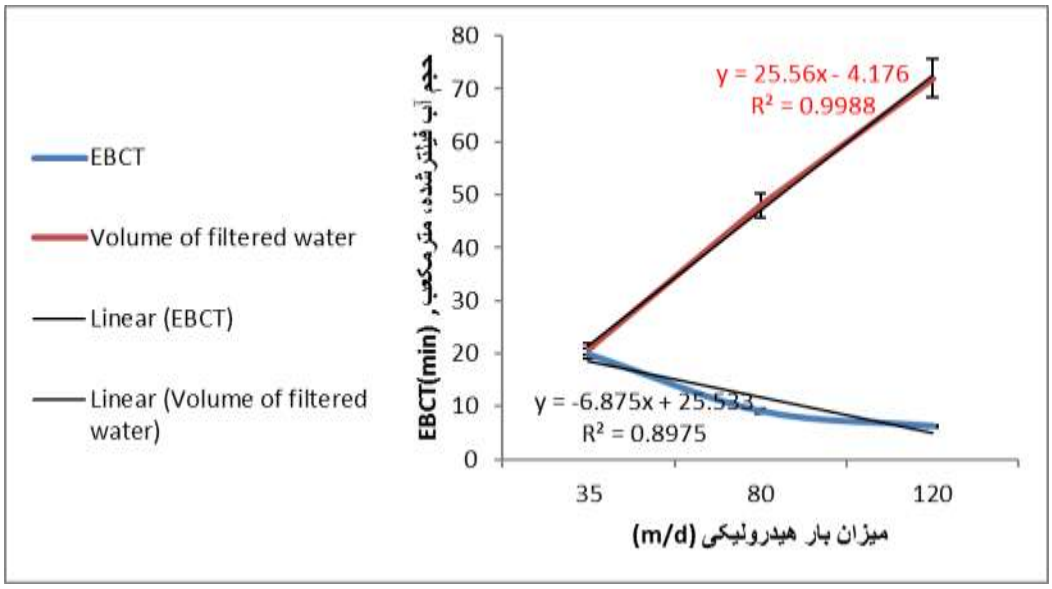
از سویی، میانگین مقدار پارامتر آمونیوم در پایلوت ها با افزایش بار سطحی زیاد شده است و بین راندمان حذف آمونیوم در پایلوت شماره ی (۱) و واحدفیلتراسیون تصفیه خانه در همه ی بارهای هیدرولیکی تفاوت غیرمعنا دارو بین پایلوت شماره ی (۲) و واحد فیلتراسیون تصفیه خانه فقط در بار هیدرولیکی کم تفاوت معنادار است. بیش ترین درصد حذف آمونیوم مطابق با جدول (۵) مربوط به پایلوت شماره ی (۲) در بار سطحی کم و به میزان ۴۰/۳۷٪ بوده است. از طرفی نمودار (۶) نشان داد که زمان عمل کرد صافی در میزان حذف آمونیوم در پایلوت شماره ی (۱) و (۲) تاثیر غیر مستقیمی داشته است و به تدریج با افزایش زمان کارکرد صافی، راندمان حذف به میزان مساوی کاهش یافته است(۸۳۳/±٪ ۴ ۱/۱۴).



نمودار ۶- تغییرات راندمان حذف آمونیوم از هر پایلوت در بار سطحی کم

Figure 6. Variation of Amounium removal efficiency from each pilot during low HLR

نمودار (۷) حجم آب فیلتر شده به وسیله ی کربن فعال گرانولی و زمان تماس بستر خالی در بارهای سطحی مختلف را نشان می دهد. محاسبات نشان داد که زمان تماس بستر خالی در بارهای سطحی کم، متوسط و زیاد به ترتیب ۱±۲۰ ،۱/۴۵۵±۹/۰و±۰/۳۱۲ ± ۶/۲۵ دقیقه بوده است. هم چنین حجم آب فیلتر شده در بارهای سطحی گفته شده ۲۰/۸۸ ، ۴۷/۹۵۲ و ۷۲ مترمکعب بوده است. به طور کلی می توان گفت با بیش تر شدن زمان تماس بستر خالی، درصد حذف مواد آلی افزایش یافته شده است.



نمودار ۷- EBCT و حجم آب فیلترشده در پایلوت شماره دو در بار هیدرولیکی کم

Fig.7- EBCT and Volume of filtered water in low HLR

Reference

1. Ramazani Ghavamabadi, M., 2013. Strategic Review of Environmental protection training in Iran. Strategy Journal, Vol. XXI, NO. 65, pp. 233-257.
2. Bagheri Varkaneh, A., 2004. Evaluation of awareness and interest among high school students in Tehran on Environmental Protection Master's thesis Agricultural Extension and Education, Islamic Azad University, Science and Research Branch of Tehran.
3. Meibodi, H. 2014. Is the kind of school elementary students environmental awareness makes a difference? Journal of Environmental Education and Sustainable Development, Vol. 1, No. 4, pp. 11-19.
4. Navah, A.R. Kia, SH., Porter CaronI, M., 2012. The relationship between religiosity with environmental values and behaviors of citizens (Case study Ahvaz). Urban sociological studies. Pp. 77-98.
5. Arcury, T. A., 1990. Environmental Attitude and Environmental Knowledge. Society for Applied Anthropology. Vol. 49, pp 300-304.
6. Manzanal, R.F., Barreiro L.R., Carrasquer J., 2007. Evaluation of Environmental Attitudes: Analysis anResults of a Scale Applied to University Student. Science Education. Vol. 91, No. 6, pp 988-1009.
7. Mahmoudi, H., Vessey, H., 2006. Promote environmental education principles approach in environmental protection. Environmental sciences. Vol. 8, pp 57-6.
8. Pirnia, M., 1992. Itinerary Empress, Iran's Mehr Publications, Paris, 275 p.
9. Mehdi Karami, SH., Heydari Chegeni, D., Salehi Chegeni, M., Rajabi, M., Abrari Vajary, K., 2013. The most

important factors in the destruction of the central Zagros forests (province) and management practices of the first Congress of agriculture and sustainable natural resources. pp 1-8.

10. Farahmand, M., Shokouhifar, K., Sayarkhalaj, H., 2015. Social Factors influencing environmental behavior (Case Study: Yazd City). Sociological studies of urban, Vol. 4, No. 10, pp 109 – 141.
11. Salehi, S., Ghaemiasl, Z., 2013. Examine the relationship between environmental education and environmental protection behaviors. Journal of Environmental Education and Sustainable Development, PNU, Vol. 1, No. 3, pp 67-79.
12. Arbuthnot, J., Lingg, S., 2007. A Comparison of French and American Environmental Behaviors, Knowledge, and Attitudes. International Journal of Psychology, Vol. 10, Issue 4.
13. Cochran, W. G., 1977. Sampling techniques (3rd ed). New York: John Wiley & Sons.
14. Quimbita, G.H., Pavel, M., 2005. Assessing On Environmental Attitude Development Model: Factor Influencing the Environmental Attitude of College Student.
15. Molina, M.A., Fernández-Sáinz, A., Izagirre-Olaizola, J. 2013. Environmental knowledge and other variables affecting pro-environmental behavior: comparison of university students from emerging and advanced countries. Journal of Cleaner Production, Vol. 61, pp 130-138.
16. Dunlap Riley, E. 1978. Measuring endorsement of the New Ecological Paradigm; A revised NEP scale-statistical data include. Journal of social Issues, Vol. 56, No. 3, 425-442.
17. Watson, K.H.C., 2005. Environmental Concern in a local Context; The Significance of Place Attachment. Environmental and Behavior, Vol., No. 332, pp. 249-263.
18. Shobeiri, M. Sarmadi, M.R., Sharifian, S., 2008. Needs assessments and determine priorities for students and teachers in schools in the field of environmental education. Journal of environmental science and technology, Vol. 4, pp. 150-143.
19. Sang-Joon, N., 1995. Environmental education in primary and secondary schools in Korea: Current developments and future agendas. Retrieved from http://www.informa world.com/
20. Kara, K., 2004. Mass media and environmental knowledge of secondary school students in Hong Kong. Journal the Environmentalist, Vol. 19, pp. 85-97.
21. Asgari, A. 2011. Environmental Islam. Publisher: Islamic Research Center of IRIB.
22. Yousefvand Mofrad, M., Gholamrezayee, S., 2014. The impact of education on middle school students' attitudes toward the natural resources sector Bastam city dynasty. Page 35.
23. Shariyatzadeh, M, Pezeshkirad, G., Sedighi, H., 2012. Investigate the role of promoting participatory management of natural resources in the improvement of pastures Semnan, forest and rangeland numbers. Vol. 90, No. 91, pp. 36 -42.