

بررسی امکان سنجی حفظ راندمان تصفیه‌خانه آب ارومیه در مواقع سیلابی

یوسف رحیمی* زهرا قوی پنجه**

(دریافت ۸۳/۱/۲۶ پذیرش ۸۳/۹/۵)

چکیده

تصفیه‌خانه آب ارومیه در سال ۱۳۴۱ با ظرفیت اسمی $18000 \text{ m}^3/\text{d}$ به بهره‌برداری رسید؛ ولی با توجه به رشد جمعیت و افزایش مصرف آب طی دو مرحله توسعه، دبی آن به ترتیب 30000 و در آخرین مرحله به $38880 \text{ m}^3/\text{d}$ افزایش یافت. منبع تامین آب، رودخانه شهر چایی است که آب از طریق آبگیر احدائی بر روی رودخانه به صورت ثقلی با یک کانال به تصفیه‌خانه انتقال داده می‌شود. واحدهای فرایند تصفیه شامل: آشغالگیر دهانه گشاد دستی، حوضچه دانه‌گیر، ۵ واحد اکسیلاتور، ۸ واحد صافی شنی تند ثقلی، ۷ واحد صافی شنی تند تحت فشار و سیستم کلر زنی گازی می‌باشد. یکی از مشکلات اصلی تصفیه‌خانه بروز اختلال در سیستم در مواقع سیلابی به دلیل بالا رفتن بیش از حد کدورت آب رودخانه می‌باشد به طوری که زمان کارکرد فیلترها فوق‌العاده کاهش پیدا نموده و میزان آب لازم برای شست و شوی آن‌ها از میزان آب تصفیه شده بیشتر می‌شود، و در نتیجه منجر به تعطیلی و یا کاهش چشم‌گیر ظرفیت پذیرش تصفیه‌خانه می‌گردد. طی سال ۱۳۸۲، تصفیه‌خانه ۱۹ روز از مدار خارج و ۵۷ روز با ظرفیت پایین‌تر از ظرفیت آن در شرایط عادی بهره‌برداری شده است؛ در بهار ۱۳۸۳ این مقدار به ترتیب برابر ۶ و ۱۸ روز بوده است و این مسئله باعث بروز مشکلات کم آبی و قطع آب در مناطق وسیعی از شهر شد.

برای حل این مشکل، ایجاد یک واحد پیش تصفیه ضروری است. در این تحقیق، قابلیت ته نشینی ساده در کاهش کدورت آب ورودی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. بدین منظور نمونه‌برداری‌های متعددی در مواقع سیلابی از آب خام برداشت و در ستون ته نشینی مورد آزمایش قرار گرفت. نتایج نشان داد که در شرایط کدورت بالا، راندمان حذف به عنوان مثال در ۹۰ دقیقه زمان ماند، $79/74\%$ به دست می‌آید. به منظور حذف 75% TSS ورودی بار سطحی برابر $35 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{day}$ و زمان ماند ۸۷ دقیقه حاصل می‌شود که با منظور نمودن فاکتور $0/7$ برای SOR و $1/5$ برای زمان ماند یک واحد ته نشینی به ابعاد 65×26 متر به صورت کنارگذر در محل آبگیر طراحی می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تصفیه‌خانه آب، ستون ته‌نشینی، بارسطحی، زمان ماند، جامدات معلق

Feasibility Maintaining of the Efficiency of Orumieh Water Treatment Plant in the Case of Floating

Rahimi. Y., (M.Sc.), Ghavi Panjeh. Z* (B.Sc.)
West Azarbayjan Water & Wastewater Co.

Abstract

Orumieh WTP was established based on nominal capacity of $18000 \text{ m}^3/\text{d}$ in 1962. By the last extension, its capacity was increased up to $30,000 \text{ m}^3/\text{d}$. The raw water is transmitted from the sited intake on the Shahre Chaie River from the sited intake by gravity channel toward the WTP. The different units of treatment plant include manually coarse bar screen, grit chamber, accelerators, (5 units), gravity rapid sand filters (8 units), pressure rapid sand filters (7 units) and gas chlorination unit.

One of the major problem of treatment plant is the disturbance of system in floating conditions, because of extreme increase in river turbidity. In such cases, sludge production increases extraordinarily and the influent of filter is a high turbid water that reduces the filter run time, So that the required water for filter backwash will be higher than total treated water production. It causes the plant shut down and /or considerable reduction in plant

* کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، کارشناس خاص معاونت بهره‌برداری شرکت آب و فاضلاب آذربایجان غربی

** کارشناس بهداشت محیط، کارشناس آزمایشگاه شرکت آب و فاضلاب آذربایجان غربی

reception. During 2003, 19 times the plant was stopped operation and 57 time it was operated in lower capacity that in spring 2004, the values were 6 and 18 days respectively. This problem causes lack of water and frequent water interruption in large areas of the city. For solving this problem, establishment a pretreatment unit is necessary. For this achievement, the potential of plain sedimentation in turbidity reduction was evaluated. Several samples were taken in floating conditions, and then they were analyzed by settling column.

The results showed that in high turbidities, the efficiency of turbidity removal is 66.1% in 80 min and it is 79.74% in 90 min. for 75% TSS removal the SOR was $35 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{day}$ and retention time was 87 min. Using the factor 0.7 for SOR and 1.5 for retention time, an off-line sedimentation unit ($65\text{m}\times 26\text{m}$) was designed near intake site.

مقدمه

جمع آورد سالیانه حداقل = ۱۱۴ میلیون مترمکعب در سال.

شهر ارومیه مرکز استان آذربایجان غربی است که در شمال غرب ایران واقع می‌باشد و وسعت آن بالغ بر ۵/۵ کیلومتر مربع و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۳۲ متر است. این شهر جزو مناطق سردسیر کشور و دارای زمستان‌های سرد و تابستان‌های نسبتاً گرم می‌باشد. متوسط بارندگی سالانه آن برابر ۳۵۹ میلی‌متر و حداکثر آن بالغ بر ۵۰۰ میلی‌متر است [۱].

جمعیت ارومیه در سال ۱۳۳۵ برابر ۶۷۶۰۵ نفر و در سال ۱۳۷۵ به ۴۳۵۲۰۰ نفر و براساس پیش‌بینی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان در سال ۱۳۸۳ برابر ۵۹۸۳۰۰ نفر می‌باشد. لذا مصرف آب به شدت افزایش یافته و سه مرحله تصفیه‌خانه آب توسعه یافته است و طی آخرین مرحله توسعه ظرفیت آن به ۴۵۰ Lit/s افزایش یافته است [۲]. منابع تأمین آب ارومیه شامل ۳۶ حلقه چاه در مدار و رودخانه شهرچایی می‌باشد که تغییرات جریان رودخانه به شرح زیر است:

دبی متوسط رودخانه = $25/27 \text{ m}^3/\text{s}$

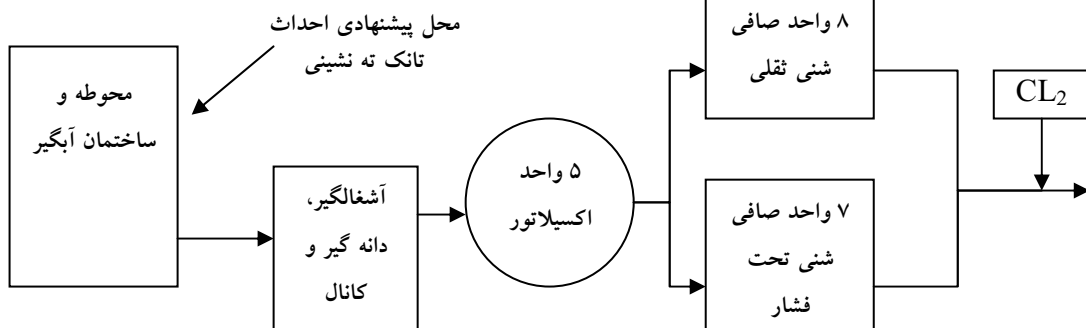
دبی حداکثر = $3285 \text{ m}^3/\text{s}$

میانگین جمع آورد سالانه = $170/8$ میلیون مترمکعب در سال

جمع آورد سالیانه حداکثر = ۵۱۲ میلیون مترمکعب در سال

مشخصات کلی تصفیه‌خانه

تصفیه‌خانه آب ارومیه در سال ۱۳۴۱ با ظرفیت اسمی (L/S) ۲۰۸ به بهره‌برداری رسید و در دو مرحله توسعه ظرفیت آن به (L/S) ۳۴۷ و با انجام مرحله سوم توسعه در سال ۱۳۸۲ دبی آن به (L/S) ۴۵۰ افزایش یافته است. انتقال آب از آبگیر به محل تصفیه‌خانه به صورت ثقلی توسط یک کانال سرپوشیده به طول ۵/۶ کیلومتر انجام می‌شود و در انتهای کانال آب از یک آشغالگیر میله‌ای دهانه درشت دستی عبور نموده و پس از گذر از اطاقک دانه گیر به طول ۸ متر و عمق ۳ متر و عرض ۱ متر (زمان ماند ۵۳ ثانیه) از طریق یک جعبه تقسیم بین ۵ اکسیلاتور (با قطر داخلی مخروط ناقص در بالا ۲/۵ متر و در پایین ۱۰ متر) تقسیم می‌شود. سیستم فیلتراسیون شامل ۸ واحد صافی شنی تند ثقلی به ابعاد هر یک برابر $3/3 \times 3/8 \times 1$ متر با بار سطحی برابر $3 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{d}$ و ۷ واحد صافی شنی تند می‌باشد و متعاقب آن کلرزن‌ها قرار دارند. نوع ماده کوآگولانت در حال حاضر فریک کلراید و برای تثبیت PH و هم‌چنین به عنوان کمک منعقد کننده از آهک استفاده می‌شود. دیاگرام سیستم به صورت شکل ۱ می‌باشد.



شکل ۱- فلودیاگرام تصفیه‌خانه آب ارومیه

فرایند متعارف در تصفیه آب‌های سطحی به ترتیب شامل انعقاد و لخته‌سازی، ته‌نشینی، فیلتراسیون و گندزدایی می‌باشد. این فرایند برای منابع آب دریاچه‌ها و مخازن پشت سدها که تغییرات کیفی آن کم و حالتی نسبتاً پایدار دارد، کاربرد دارد؛ اما برای منابع آب رودخانه کیفیت فوق‌العاده متغیر آب در طول سال بایستی فرایند تصفیه انعطاف‌پذیری بیشتری داشته باشد؛ لذا از واحدهای پیش‌ته‌نشینی و در برخی موارد از دو مرحله ترسیب شیمیایی نیز استفاده می‌شود [۳].

ضرورت انجام طرح

با توجه به بروز رگبارهای متعدد به خصوص در فصل بهار و نیز با توجه به تغییرات بسیار بالای شدت جریان رودخانه، کدورت آب آن بسیار بالا می‌باشد؛ به طوری که در مواقعی از سال باعث اختلال در عملکرد و تعطیلی اجباری تصفیه‌خانه می‌گردد. برای درک بهتر موضوع آمار عملکرد تصفیه‌خانه در سال ۱۳۸۲ و سه ماهه اول ۱۳۸۳ مورد بررسی قرار گرفته که نتایج حاکی از آن است که در سال ۸۲، به دلیل افزایش بیش از حد کدورت آب خام، تصفیه‌خانه ۱۹ بار تعطیل و ۵۷ روز با ظرفیتی کمتر از دبی اسمی بهره‌برداری شده است؛ در سه ماهه اول سال ۱۳۸۳ تصفیه‌خانه ۶ بار تعطیل و ۱۸ بار با ظرفیتی کمتر از دبی اسمی بهره‌برداری شده است؛ لذا با توجه به این که حدود ۵۰ درصد آب شهر توسط تصفیه‌خانه تأمین می‌شود، در این مواقع در مناطق تحت پوشش تصفیه‌خانه، کم‌آبی و قطعی آب رخ می‌دهد. منظور یافتن روشی برای حفظ راندمان سیستم در شرایط سیلابی و جلوگیری از بروز مشکلات مذکور بررسی‌های زیادی صورت گرفت و گزینه ته‌نشینی ساده برای این منظور مد نظر قرار گرفت که برای امکان‌سنجی قابلیت ته‌نشینی ساده در کاهش کدورت و هم‌چنین تعیین پارامترهای طراحی شامل زمان ماند و SOR، این مطالعه به مورد اجرا گذاشته شد.

مواد و روش‌ها

برای انجام مطالعه بر روی آب از پایلوت ستون ته‌نشینی استفاده شد و برای ساخت پایلوت از یک لوله به قطر ۲۰۰ میلی‌متر و به طول ۲/۵ متر که ۶ عدد شیر برداشت به فواصل

¹ Plain sedimentation

مساوی (۳۵ سانتی‌متر) بر روی آن تعبیه شده است استفاده گردید [۴].

نمونه‌برداری

با توجه به این که از واحد پیش‌ته‌نشینی به صورت مقطعی (در مواقعی که جریان رودخانه سیلابی و حاوی کدورت و گل و لای فراوان می‌باشد) استفاده می‌شود، لذا نمونه‌برداری‌ها در فصل بهار و بعد از بروز بارندگی از محل آبرگیر برداشت شده‌اند که تعداد نمونه‌های اصلی برداشت شده ۴ نمونه، هر کدام به حجم ۲۰۰ لیتر برای انجام دو بار آزمایش ته‌نشینی بر روی هر کدام از نمونه‌ها است و طی هر بار تست ته‌نشینی به فواصل ۱۰ دقیقه‌ای در زمان ۹۰ دقیقه، هر بار ۶ نمونه برداشت گردید که با احتساب نمونه صفر هر بار ۵۴ نمونه برداشت شد.

روش انجام آزمایشات

نوع آزمایش انجام شده بر روی نمونه‌ها، TSS بوده و بر اساس استاندارد متد ۹۲ (D 2540) انجام گرفته است. حجم هریک از نمونه‌ها ۲۰۰ میلی‌لیتر و در هر بار برای تست TSS در کدورت‌های پایین (زیر ۱۰۰۰۰ NTU) ۲۰ میلی‌لیتر و در کدورت‌های بالاتر، ۵۰ میلی‌لیتر نمونه توسط کاغذ صافی، صاف گشته و پس از خشک شدن به مدت یک ساعت در فور ۱۰۵ درجه از طریق فرمول زیر میزان TSS اندازه‌گیری شده است [۷]:

$$TSS = \frac{A - B}{C} \times 1000$$

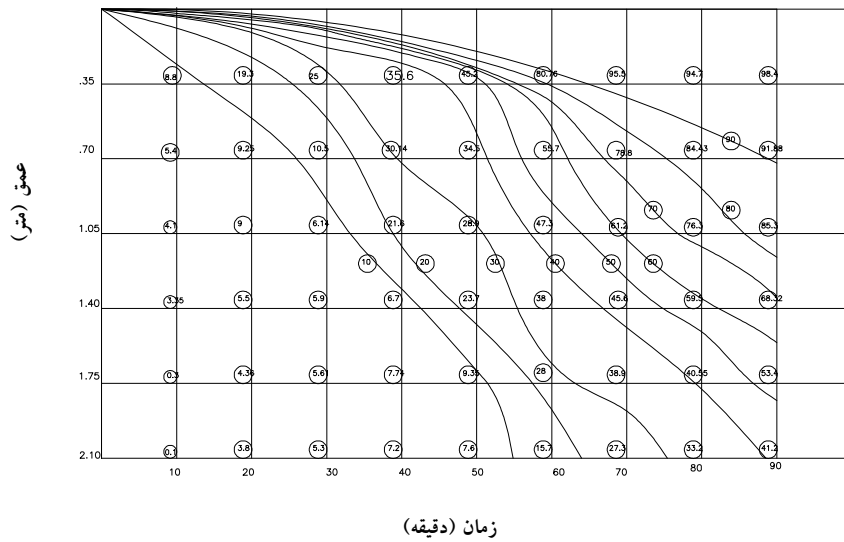
A= وزن فیلتر پس از صاف‌سازی نمونه و خشک نمودن آن در فور

B= وزن فیلتر خشک شده تمیز

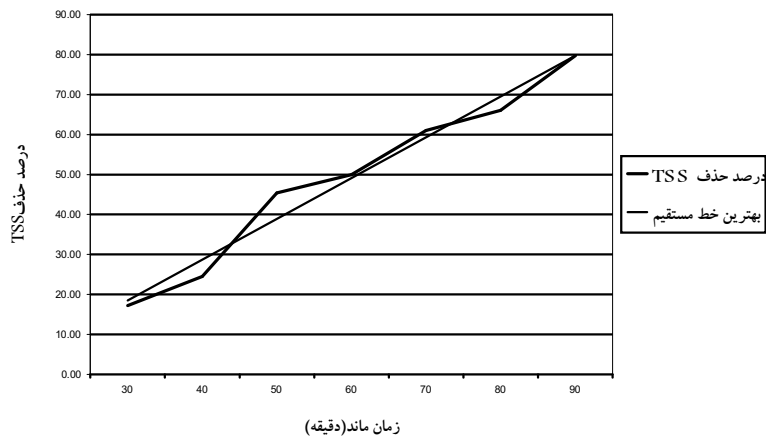
C= حجم نمونه صاف شده

آنالیز نتایج

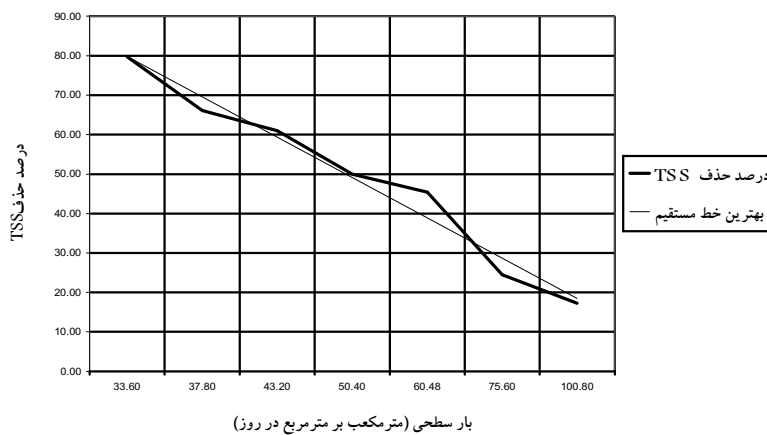
نتایج آزمایش‌های هر خروجی نمونه‌برداری در زمان‌های مختلف در جدولی ثبت شده و درصد‌های حذف محاسبه می‌شود. هم‌چنین درصد‌های حذف در تمامی خروجی‌ها در محور مختصات ثبت شده و منحنی‌های تراز بین درصد‌های حذف رسم می‌گردد (شکل ۱)؛ سپس با استفاده از فرمول زیر درصد‌های حذف در زمان‌های مختلف محاسبه می‌شود [۵ و ۶]:



شکل ۲- منحنی‌های هم تراز درصد‌های حذف TSS در زمان‌های مختلف



شکل ۳- منحنی تغییرات راندمان سیستم در برابر زمان ماند



شکل ۴- منحنی راندمان سیستم در برابر بار سطحی

منجر به کاهش راندمان کمی و کیفی تصفیه‌خانه، ایجاد یک واحد پیش تصفیه ضروری می‌باشد، با توجه به آزمایش‌ها و بررسی‌های انجام شده در این طرح تحقیقاتی در مورد ته‌نشینی ساده، ملاحظه می‌شود که در غلظت‌های بالای مواد جامد معلق در آب رودخانه می‌توان به درصد‌های بالایی از حذف دست یافت. لذا بر اساس راندمان حذف ۷۵٪ در ته‌نشینی ساده، این واحد به شرح زیر برای تصفیه‌خانه آب ارومیه طراحی می‌شود:

$$Q = 450 \text{ L/s}$$

$$\text{SOR} = 35 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d} \times \text{ضریب تصحیح تانک با جریان پیوسته}$$

$$35 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d} \times 0.7 = 24.5 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$$

$$\text{ضریب تصحیح تانک با جریان پیوسته} \times 87 \text{ دقیقه} = \text{زمان ماند}$$

$$\text{ساعت} = 2/175 = 87 \times 1/5$$

با داشتن این پارامترها حجم مفید تانک برابر ۳۵۲۴ مترمکعب به دست می‌آید؛ با منظور نمودن ناحیه ورودی و تجمع لجن مساحت تانک ته‌نشینی برابر ۱۵۸۷ متر مربع طول برابر ۶۵ متر، عرض برابر ۲۶ متر و عمق برابر ۳ متر به دست می‌آید.

تقدیر و تشکر

نگارندگان این مقاله از همکاری و مساعدت آقای مهندس اسکندرپور، معاون بهره‌برداری شرکت آب و فاضلاب آذربایجان غربی و خانم مهندس حاجی‌لاری مدیر آزمایشگاه‌ها و آقای مهندس حقیقی مدیر تولید و توزیع آب ارومیه صمیمانه قدردانی و تشکر می‌نمایند.

$$\text{درصد حذف} = \frac{\Delta h_1}{h} \times \frac{R_1 + R_2}{2} + \frac{\Delta h_2}{h} \times \frac{R_2 + R_3}{2} + \dots + \frac{\Delta h_n}{h} \times \frac{R_{n-1} + R_n}{2}$$

با استفاده از درصد‌های حذف حاصله در زمان‌های مختلف با استفاده از شکل ۲ و فرمول فوق منحنی تغییرات درصد حذف در واحد زمان (شکل ۳) و تغییرات درصد حذف TSS در برابر تغییرات بار سطحی (SOR) (شکل ۴) ترسیم شده است که با استفاده از این منحنی‌ها، برای درصد‌های حذف مورد نظر، زمان ماند و بار سطحی بهینه به دست می‌آید.

بر اساس شکل ۳ برای حصول به میزان حذف ۷۵٪، زمان ماند مورد نیاز ۸۷ دقیقه حاصل می‌شود. هم‌چنین با توجه به این منحنی می‌توان برای سایر درصد‌های حذف نیز زمان ماند را تعیین نمود.

لازم به ذکر است که این زمان ماند برای راکتور ناپیوسته^۱ می‌باشد و برای تعمیم آن به شرایط راکتور پیوسته لازم است در فاکتور تصحیح (۱/۵) ضرب شود [۵].

با استفاده از شکل ۴ برای راندمان ۷۵٪ حذف مواد جامد معلق، حداکثر میزان بار سطحی برابر $35 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{day}$ به دست می‌آید. فاکتور تصحیح بار سطحی برای تعمیم نتایج به تانک پیوسته در اندازه واقعی ۰/۷۰ می‌باشد [۵].

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به تغییرات بسیار شدید دبی رودخانه در مقاطع زمانی مختلف و آمارهای قابل ملاحظه تعطیلی یا اختلال

¹ batch

منابع

- ۱- شرکت آب منطقه‌ای استان آذربایجان غربی، معاونت مطالعات پایه منابع آب، "گزارش باران استان" (تیرماه ۱۳۸۳).
- ۲- سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان آذربایجان غربی. آمارنامه سال (۱۳۸۳).
- 3- Hammer, M. J.; Mark, J., Hammer, Jr., (2002). "Water & wastewater Technology", Forth Edition, Prentice-Hall, Inc, New Dehli.
- 4- Reynolds, T., Paul D.; Richards A., (1982). "Unit Operation & Process in Environmental Engineering", Pws, Boston.
- 5- Qasim, S.R.; Edward, M., Motley, Guang Zhu, (2000). "Water Works Engineering Planning, Design & Operation" Prentice Hall, Inc, New Dehli.
- 6- Kawamura, S., (2003). "Integrated design of Water Treatment Facilities", John Wiley and Sons, New York.
- 7- APHA, AWWA, WEF, (1992) "Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater", 18th Edition, American Public Health, Washington, DC.