The Efficiency of Direct Filtration Method for Treatment of Surface Water

M. Sadeghi, (M.Sc.)

Academic Member and Ph.D Student, Shahrekord University of Medical Sciences

Abstract

The aim of this suvey is to determin the potential of direct filtration method for surface water treatment and weather the final production meets he drinking water standard. Comparison of results with those obtained by conventional treatment method in view of efficiency and cost effectiveneess.

In this study a pilot for direct filter with capacity of 244 L/h was designed. For acur consideration the pilot was built form percy glass material with thicknes of 10 mm. Raw water taken from Zayandeh roud river and experiment period was desingned for one year. Depending to case, samples were taken from different points of filter. The results showed direct filtration method can be used successfuly and quality of final water.

بررسی تأثیر روش فیلتراسیون مستقیم در تصفیه آبهای سطحی به منظور شرب

مهربان صادقی*

چکیده

هدف از این بررسی تعیین میزان توانایی روش فیلتراسیون مستقیم در تصفیه آبهای سطحی کشور در حد استانداردهای آب شرب و مقایسه آن با روش‌های متعارف تصفیه از لحاظ کیفی و اقتصادی می‌باشد.
در این بررسی ابتدا سیستم فیلتراسیون مستقیم به طور کامل و با ظرفیت ۲٤٤ لیتر در ساعت طراحی و در مقیاس پایلوت ساخته شد که به منظور حفظ دقت اندازه‌های طرح و نیز قابل مشاهده بودن آب طی فرآیندهای مختلف تصفیه از مواد پرسی‌گلاس با ضخامت ۱۰ میلی‌متر استفاده شده و در یک دوره یک‌ساله آب خام رودخانه زاینده‌رود از سیستم عبور داده شده و پارامترهای کیفی آب بسته به اهمیت در نقاط مختلف طرح اندازه‌گیری شد.
اندازه‌گیری پارامترهای کیفی آب بر اساس روشهای توصیه شده در کتاب استاندارد متد سال ۱۹۹۲ انجام شده است.
در طی این بررسی مشخص شده که روش فیلتراسیون مستقیم در حد روش‌های متعارف قادر به تأمین استانداردهای آب شرب بوده ضمن این که با استفاده از این روش بیشتر از ۱۰٪ کاهش در قیمت تمام شده هر واحد حجم آب تصفیه شده مشاهده می‌شود.

کلمات کلیدی

فیلتراسیون، فیلتراسیون مستقیم، انعقادسازی، لخته‌سازی، تصفیه متعارف، آبهای سطحی

مقدمه

تاریخچه تمایل انسان به توسعه و کیفیت آب به ۲۰۰۰ سال قبل از میلاد بر می‌گردد بیکر[1] از نوشته‌های سانسکریت اعمالی نظیر تبخیر و فیلتراسیون آب آشامیدنی را گزارش می‌دهد و ثبت این روش‌ها در اسناد پزشکی آن زمان، حاکی از این حقیقت است که بین آب و سلامت انسان رابطه‌ای تشخیص داده شده است و بر اساس همین حقیقت، هیپوکرات، (۳٥٤-٤٦۰ قبل از میلاد مسیح)،پدر پزشکی مدرن، نوشته که «..... هر آن کس در تمایل به تحقیق صحیح پزشکی دارد باید آب مورد استفاده مردم را در نظر داشته باشد چون آب نقش عمده‌ای در سلامت دارد » [۱]

عملیات تصفیه آب ظاهراً در قرون وسطی تخفیف پیدا کرد و دوباره در قرن هیجدهم تمایل به تصفیه آب تجدید شد. در اوایل قرن نوزدهم تصفیه منابع آبی عمومی در مقیاس بزرگ شروع شد و از فیلتر برای بهتر کردن کیفیت ظاهری آب آشامیدنی استفاده می‌شد. یک مزیت ناشناخته آن حذف میکروارگانیسم‌ها که شامل پاتوژنها می‌شد، بود که آب را به خوبی سالم و بی‌خطر می‌کرد. قبول این حقیقت در ربع آخر قرن باعث ساختن تأسیسات فیلتر در سرتاسر اروپا و آمریکا شد. در اواخر قرن نوزدهم و اوایل قرن بیستم فیلتر کردن، مدافع اولیه علیه بیماری‌ها منتقله از آب بود [۱].

پیشرفت در تصفیه آب در قرن اخیر ، از کل آنچه در کتب تاریخی ضبط شده، بیشتر می‌باشد. به استثنای چند مورد ، فرآیندهای تصفیه بدون شناخت عملی قواعد آن

[1] Baker

* عضو هیأت علمی دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد

و غالباً بدون روشی که بتوان موفقیت آنها را به طور کلی ارزیابی کرد، توسعه پیدا کرد. فقط در ۳۰ تا ٤۰ سال اخیر است که شناخت علمی فرآیندها به عملیات تصفیه آب تعمیم پیدا کرده است [۱].

منابع سطحی از جمله مهمترین منبع اصلی تأمین آب مصرفی جوامع مختلف بشری بوده و کشور ایران نیز از این امر مستثناء نیست به علاوه این که در کشور ایران به دلیل کمبود بارندگی منابع آب زیرزمینی از تغذیه ضعیفی برخوردار بوده و سالیانه شاهد افت در سطح ایستابی آب‌های زیرزمینی خواهیم بود. همچنین منابع سرشار آب‌های زیرزمینی بدون استفاده به آب‌های شور می‌پیوندد و از مرکز کشور خارج می‌شود این در حالی است که کشور ایران جزء مناطق خشک و نیمه خشک جهان بوده و از طرف دیگر بخش اعظم آب‌های سطحی کشور دارای چنان کیفیت آبی هستند که حتی با مختصر تصفیه قابل مصرف خواهند شد و بنابراین یافتن روش‌های ارزان قیمت تصفیه ضروری می‌باشد.

فیلتراسیون مستقیم یکی از فرایندهای تصفیه آب‌های سطحی بوده که شامل افزودن منعقد کننده، اختلاط سریع، لخته‌سازی و فیلتراسیون می‌باشد. در کشورهای پیشرفته استفاده از فیلتراسیون مستقیم برای آب‌های سطحی با کیفیت خوب به دلیل مزایای آن نسبت به روش‌های تصفیه متعارف برای چنین آب‌هایی رو به گسترش است از جمله این مزایا هزینه‌های سرانه کمتر و نیز میزان منعقد کننده کمتر مورد استفاده ضمن این که تأمین آبی با کیفیت توصیه شده برای شرب است، [۲] که در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفته است.

میل به استفاده از فیلتراسیون مستقیم میزان تلاش‌ها را در خصوص تعریف منبع آب قابل قبول برای این فرایند افزایش داده است. کلید تعیین آب مناسب برای فیلتراسیون مستقیم، نوع و میزان منعقد کننده مورد نیاز برای رسیدن به کیفیت توصیه شده آب خروجی از فیلتر بر اساس مشاهدات انجام شده در مقیاس پایلوت[2] یافول[3] می‌باشد [۵]. هاچیسون[4] نشان داد که چنانچه آلوم به عنوان منعقد کننده اولیه استفاده شود غلظت ۱۲ میلی‌گرم در لیتر با مدت کار ۲۰-۱٦ ساعت برای این فرآیند مناسب است. همچنین هاچیسون موفق شد آب‌های با میزان دیاتومه با فرکانس بیشتر ۲۰۰۰-۱۰۰۰asu/ml از آنتراسیت درشت و استفاده از پلیمر جهت جلوگیری از شکست بستر برای این فرایند به کار برد.

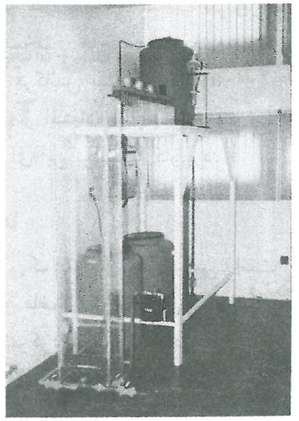
[2] Pilot Scale
[3] Full Scale
[4] Huthchison

مواد و روش‌ها

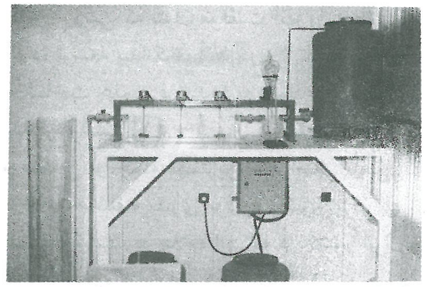
این بررسی یک تحقیق تشخیصی است که در آزمایشگاه آب و فاضلاب دانشکده پیراپزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد انجام شد. در طی این بررسی، سیستم فیلتراسیون مستقیم مورد طراحی و ساخت قرار گرفت به نحوی که مشخصات فنی طرح و تصویر اجزاء مختلف آن در جدول شماره (۱) و اشکال شماره ۱ الی ۵ منعکس شده است.

با توجه به این که کلیه کارهای طراحی و بررسی این سیستم تصفیه بر اساس کیفیت آب‌های سطحی انجام گرفته است و هدف نیز بررسی توانایی آن در اصلاح کیفیت آب‌های طبیعی بوده است. بنابراین در طی بهره‌برداری و راهبری سیستم تماماً سعی بر این بوده که از کیفیت واقعی آب‌های سطحی (رودخانه زاینده‌رود) استفاده گردد و از ایجاد هرگونه کیفیت مصنوعی در آب مورد بررسی اجتناب گردیده است. سیستم در طول یکسال طی چهار مرحله (به دلیل لحاظ نمودن تغییرات کیفی آب‌های سطحی در فصول مختلف سال) که در هر مرحله حجم آب مورد استفاده ۱۳۰۰ لیتر بود، راه‌اندازی گردید. به منظور رفع آلودگی‌های بستر فیلتر در شروع هر مرحله، فیلتر توسط محلول ۵۰mg/lit پرکلرین شستشو داده شده و سیستم ابتدا از آب تصفیه شده شهری پر شده و عمل تصفیه آب شروع شد. عمل نمونه‌برداری ۱/۵-۱ ساعت پس از شروع کار از سه نقطه به ترتیب مخزن آب خام، آب خروجی از فیلتر و پس از مرحله گندزدایی جهت اندازه‌گیری پارامترهای مختلف آب انجام گرفت. کلیه عملیات نمونه‌برداری و آنالیز نمونه‌ها بر اساس روش‌های استاندارد قابل کاربرد در کتاب استاندارد متد [۸]صورت گرفته است.

در این سیستم آب خام توسط یک الکتروپمپ در خط به ارتفاع ۲۷۰ سانتی‌متر جهت ثقلی نمودن جریان در طول فرآیند، پمپاژ شده و در یک مخزن ذخیره‌سازی

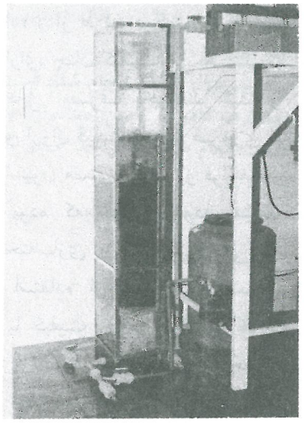


شکل ۱- شمای کلی سیستم تصفیه آب شرب
به روش فیلتراسیون مستقیم

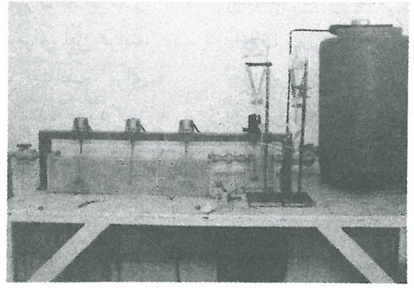


شکل ۲- شمای مخزن توزیع آب خام و نحوه
استقرار واحدهای انعقادسازی و لخته‌سازی و
تجهیزات مربوطه

شکل ۳- شمای کف بستر شامل بستر نگهدارنده
و نازل‌های خروج آب فیلتر شده به منطقه آب شفاف



شکل ٤- شمای بستر فیلتر و وضعیت آب در
حال فیلتراسیون



شکل ۵- شمای وضعیت آب در حال انعقاد و لخته‌سازی

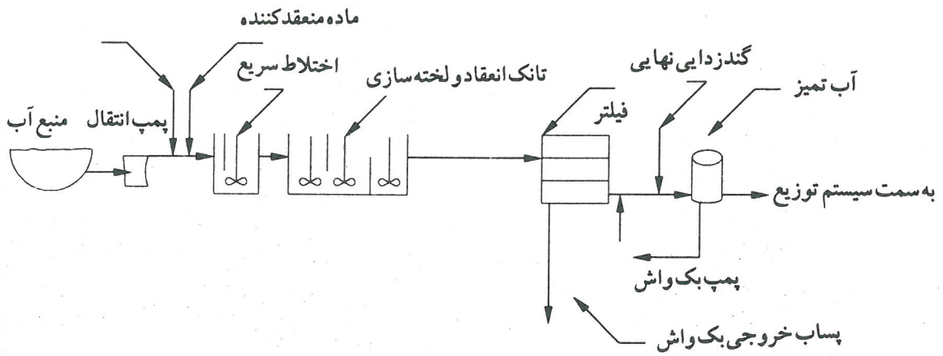
می‌گردد. سپس آب با ظرفیت یکنواخت ۲٤٤lit/hr وارد حوضچه اختلاط شده و با ترکیبات شیمیایی مثل آلوم و پلی الکترولیت کاتیونی در زمانی معادل ۳۰ ثانیه مخلوط می‌شود. سپس وارد واحد لخته‌سازی شده و حین عبور از سه حوضچه سری که هر کدام دارای بهم‌زنی با دور ۱۵/۵RPM می‌باشد عمل لخته‌سازی روی آن صورت می‌گیرد. آب لخته‌شده از بستر فیلتر که در این طرح از نوع دو لایه و از جنس سیلیس و آنتراسیت می‌باشد عبور کرده و کدورت و سایر آلاینده‌های خود را در فضای خالی فیلتر بر جای می‌گذارد. سپس جهت حذف کامل عوامل میکروبی بیماری‌زا در واحد گندزدایی به وسیله هیپوکلریت کلسیم گندزدایی می‌گردد و آب قابل شرب تولید خواهد شد. شکل شماره ٦ شماتیک طرح تصفیه آب را نشان می‌دهد.

نتایج

در طول مدت زمان آزمایش که از شهریور ۱۳۷۸ تا مرداد ۱۳۷۹ به طول انجامید سیستم فیلتراسیون مستقیم موفق به تصفیه آب در حد رضایت‌بخش شد. در طی چهار مرحله بهره‌برداری از سیستم میزان منعقد کننده استفاده شده (آلوم) در محدوده ٤-۱۰mg/lit تغییر کرد و در تمام مراحل نتیجه مطلوبی حاصل شد. وضعیت سیستم در حین بهره‌برداری و نتایج حاصل از نمونه‌برداری و آنالیز به ترتیب در جداول شماره (۲، ۳ و ٤) منعکس شده است.

بحث و نتیجه‌گیری

قبل از نتیجه‌گیری کار در خصوص کارآیی سیستم در تصفیه آب، نکته‌ای که در رابطه با اعداد مربوط به میزان کلیفرم‌های کل و مدفوعی در مرحله اول تصفیه (جدول شماره ٤) نیاز به توضیح دارد این است که همان گونه که از نتایج این جدول مشخص است میزان کل کلیفرم و کلیفرم‌های مدفوعی به ترتیب در آب خام ۱۲۰ و ۷۵ عدد در ۱۰۰ میلی‌لیتر می‌باشد و پس از فیلتراسیون به ترتیب ٤٦۰ و ۷۵ عدد در ۱۰۰ میلی لیتر گزارش شده است. یعنی علاوه بر این که کاهشی حاصل نشده است افزایش آلودگی مشاهده می‌گردد که پس از بررسی‌های انجام شده مشخص گردید که بستر فیلتر آلودگی اولیه ناشی از باقیمانده آب در فیلتر برای مدتی پس از تست اولیه سیستم بوده است و پس از گندزدایی با محلول پرکلرین آلودگی رفع شد و نتایج حاصل از تکرار آزمایش در جدول مذکور حاکی از عملکرد رضایتبخش سیستم می‌باشد.



شکل ٦- شماتیک سیستم تصفیه آبهای سطحی به روش فیلتراسیون مستقیم

جدول شماره ۱- خلاصه نتایج طراحی طرح تصفیه آب به روش فیلتراسیون مستقیم

نام و مشخصات واحد تصفیه	واحد سنجش	مقدار
۱- ظرفیت طرح	Lit /hr	۱٤٤
۲- قطر لوله ورودی (لوله واسط بین مخزن تأمین آب و حوضچه انعقاد)	mm	۲٤
۳- حوضچه انعقادسازی		
تعداد موتورهای اختلاط سریع (Blender Motor)	دستگاه	۱
میزان توان موتور	Watt	۱
انرژی ورودی G	sec^{-1}	۷۰۰
حجم مفید حوضچه اختلاط سریع	cm^3	۱۲۰۰
زمان ماند منطقه اختلاط سریع	sec	۳۰
٤- لوله توزیع جریان از جنس پلیمری به قطر ۲۵mm		
حداکثر سرعت	Cm/sec	۸/۱۵
۵- حوضچه لخته‌سازی		
تعداد حوضچه‌ها	واحد	۱
تعداد کمپارتمنتها	واحد	۳
عمق حوضچه (عمق مفید)	cm	۱۵
طول در عرض	cm	۸۰×۳۰
حجم کل حوضچه (حجم مفید)	cm^3	۳٦۰۰۰
زمان لخته‌سازی (زمان ماند کل)	min	۱۵
تعداد موتورهای اختلاط (به ازاء هر کمپارتمنت)	دستگاه	۱
حداکثر انرژی ورودی (به ازاء هر کمپاتمنت)	Sec^{-1}	٦۰
حداکثر توان (به ازاء هر کمپارتمنت)	Watt	۰/۲۵
٦- اطلاعات مربوط به مواد منعقد کننده		
مواد منعقد کننده‌ای که در این طرح مورد استفاده قرار می‌گیرد آلوم $AL_2(so_4)_3\ 18H_2O$		
و به عنوان کمک منعقد کننده از پلی الکترولیت‌های کاتیونی استفاده می‌گردد.		
مقدار آلوم (طبق توصیه‌های به عمل آمده برای سیستم فیلتراسیون مستقیم، ولی میزان دقیق آن توسط طرح مشخص می‌گردد)	mg/lit	۲-۱۰
مقدار پلی‌الکترولیت کاتیونی (مانند آلوم)	mg/lit	۰/۲-۲
۷- لوله خروجی از واحد لخته‌سازی و ورودی به فیلتر از جنس پلیمری با قطر ۲۵ همراه با شیرآلاتِ و اتصالات مربوطه می‌باشد.		
۸- فیلتر		
تعداد فیلتر	واحد	۱
نوع بستر فیلتر از جنس دانه‌های شن و ذغال آنتراسیت به صورت لایه‌بندی شده می‌باشد.		
عمق بستر	m	۱/۲
طول در عرض	cm	۲۵×۳۵
عمق کل فیلتر	m	۱/۹
اندازه مؤثر دانه‌ها (Es)	mm	۱/۵
ضریب یکنواختی دانه‌ها (uc)	-	۱/٤
ظرفیت مخلوط هوا و آب جهت شستشوی معکوس فیلتر	m^3/m^2-hr	۲٤

جدول ۲- وضعیت سیستم فیلتراسیون مستقیم در حین بهره‌برداری

پارامترها	واحد	مراحل تصفیه			
		اول	دوم	سوم	چهارم
ظرفیت سیستم	Lit/hr	۱٤٤	۱٤٤	۱٤٤	۱٤٤
میزان بار سطحی فیلتر (SOR)	m^3/m^2-hr	۲/۷۹	۲/۷۹	۲/۷۹	۲/۷۹
غلظت آلوم به کار رفته (منعقد کننده)	mg/lit	٤	۵	۱۰	۷
غلظت پلی الکترولیت به کار رفته (کمک منعقد کننده)	mg/lit	-	۱	۱	۱
غلظت هیپوکلریت به کار رفته (گندزدا)	mg/lit	۲	۳	۳	۳
غلظت کلر باقیمانده	mg/lit	۰/۳	۰/۵	۰/٦	۰/۵

جدول ۳- نتایج کیفیت فیزیکی و شیمیایی مراحل چهارگانه بهره‌برداری از سیستم فیلتراسیون مستقیم

پارامتر کیفی آب	واحد گزارش	مرحله اول		مرحله دوم		مرحله سوم		مرحله چهارم	
		آب خام	آب فیلتر شده	آب خام	آب فیلتر شده	آب خام	آب فیلتر شده	آب خام	آب فیلتر شده
درجه حرارت	°C	۱۷	-	۱۷	-	۱٦	-	۱۲	-
pH	-	۷/٤	٦/٦	۷/٤	۷	۷	٦/۵	۷/۲	٦/۸
کدورت	FTU	٤	۱	۸	۰	۱۳	۰	۱٦	۰
TDS	mj/lit	۱۹۵	۲۱۰	۲۰٤	۲۲۹	۲۲٤	۲٦٤	۱۸٦	۲۳٤
EC	µs/cm	۲٦۱	۲۷۸	۲۷۳/۷۵	۲۹۵	۲۹۰	۳۰۷/۵	۳۳۰	۳۹۰
BOD_5	mg/lit	۱/۲	-	۱/٦۵	-	۲/۷۲	-	۲/۰٤	-
Co_2	mg/lit	٤	۵/۹	۵	۷/۰٤	۳/۵۲	۸/۸	۱/۷٦	۷/۰٤
Do	mg/lit	۷/۵	-	۷/۳	-	۷/۸	-	۸/٦٤	-
سختی کل	mg/lit ($caco_3$)	۱٤۸	۱۵۵	۱۳۲	۱٤۰	۱٤۰	۱٦۰	۱٦۸	۱۸۰
سختی کلسیم	mg/lit ($caco_3$)	۵٦	٦۲	۱۰۰	۱۱۲	۱۱۲	۱۲۰	۱۲۰	۳٦
قلیائیت فنل فتالین	mg/lit ($caco_3$)	٤	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
قلیائیت تام	mg/lit ($caco_3$)	۱۰٦	۱۰٦	۱۲٦	۱۲۰	۱۲۰	۱۱٦	۱٤۲	۱٤۰
فسفات	mg/lit po_4^{-3}	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
سولفات	mg/lit po_4^{-2}	۱۹	۲۳	۲۱	۲٤	۲٤	۲۷/۵	۲٤/۵	۲۷/۵
کلرور	mg/lit cl^-	۱۱/۰٤	۱۱/۰٤	۱۲/۰۱	۱۲/۰۱	۱۲/۰۱	۱۲/۰۱	۱٦/۰۱	۱٦/۰۱
رنگ ظاهری	Pt-Co	۲۵	۰	۳۹	۰	٤۲	۰	٤۱	۰
رنگ حقیقی	Pt-Co	٤	۰	۷	۰	۱۲	۰	۱۱	۰
وضعیت رودخانه هنگام نمونه‌برداری		هوا آفتابی و کیفیت ظاهری آب بسیار مطلوب		هوا آفتابی و کیفیت ظاهری آب بسیار مطلوب		هوا آفتابی و کیفیت ظاهری آب مطلوب		هوا ابری و روز قبل از نمونه‌برداری بارندگی و کیفیت ظاهری آب خوب	

جدول ٤- پارامترهای حائز اهمیت آب رودخانه جهت تصفیه از طریق سیستم فیلتراسیون مستقیم و راندمان حذف

مراحل کار تصفیه	پارامترها	واحد	آب خام	آب فیلتر شده	راندمان حذف٪	آب تصفیه شده (کلر باقیمانده)	راندمان حذف٪
مرحله اول	کدورت	FTU	٤(٢٢)*	١(١)	٧٥(٩٥)	-(-)	-
	رنگ ظاهری	Pt-Co	٢٥(٣٠)	٠(٠)	١٠٠(١٠٠)	-(-)	-
	رنگ حقیقی	Pt-Co	٤(١٥)	٠(٠)	١٠٠(١٠٠)	-(-)	-
	کل کلیفرم	MPN/100ml		١٢٠(١٤٥)	٤٦٠(١٠/٢)	-(٩٣)	٤٣(٠/٣)(٠) ٩٠(١٠٠)
	کلیفرم‌های مدفوعی	MPN/100ml	٧٥(٣٥)	٧٥(٠)	٠(١٠٠)	٥(٠/٣)×(٠)	٩٣(١٠٠)
مرحله دوم	کدورت	FTU	٨	٠	١٠٠	-	-
	رنگ ظاهری	Pt-Co	٣٩	٠	١٠٠	-	-
	رنگ حقیقی	Pt-Co	٧	٠	١٠٠	-	-
	کل کلیفرم	MPN/100ml	٢١٠	١١	٩٥	٣/٦(٠/٥)	٩٧
	کلیفرم‌های مدفوعی	MPN/100ml	٧/٣	٠	١٠٠	٠(٠/٥)-	
مرحله سوم	کدورت	FTU	١٣	٠	١٠٠	-	-
	رنگ ظاهری	Pt-Co	٤٢	٠	١٠٠	-	-
	رنگ حقیقی	Pt-Co	١٢	٠	١٠٠	-	-
	کل کلیفرم	MPN/100ml	١٢٣	٩/٣	٩٢	٠(٠/٦٠)	١٠٠
	کلیفرم‌های مدفوعی	MPN/100ml	٤٢	٣	٩٣	٠(٠/٦)	١٠٠
مرحله چهارم	کدورت	FTU	١٦	٠	١٠٠	-	-
	رنگ ظاهری	Pt-Co	٤١	٠	١٠٠	-	-
	رنگ حقیقی	Pt-Co	١١	٠	١٠٠	-	-
	کل کلیفرم	MPN/100ml	٧٥	٧/٢	٩٠	٠(٥٠)	-
	کلیفرم‌های مدفوعی	MPN/100ml	٣٩	٠	١٠٠	٠(٠/٥)	-

* اعداد داخل پرانتز در مرحله اول آزمایش مربوط به تکرار آزمایش پس از اصلاح فیلتر می‌باشد.

همان گونه که از جدول شماره (٣) مشخص است آب رودخانه زاینده‌رود که نمونه خوبی از آب‌های سطحی کشور است از لحاظ برخی کیفیت‌های فیزیکی و کل پارامترهای شیمیایی نیاز به اصلاح کیفیت نداشته و تنها فاکتورهای مورد نظر جهت تصفیه مواردی است که در جدول شماره (٥) منعکس شده و کارایی سیستم را در تصفیه این گونه پارامترها نشان می‌دهد.

همان گونه که از جدول شماره (٥) مشخص است این سیستم به خوبی برای آب‌های سطحی که نیاز به تصفیه خاص ندارند قابل کاربرد است در این قسمت از

تحقیق به منظور بررسی وضعیت اقتصادی سیستم و مقایسه آن با سیستم‌های متعارف تصفیه آب ابتدا دو روش تصفیه با شرایط یکنواخت برای ظرفیت ٢٨٢ مترمکعب در ساعت طراحی و قیمت تمام شده هر مترمکعب آب تولید شده محاسبه گردید. مبنای محاسبه هزینه‌های ساختمانی و الکترومکانیکال مورد نیاز، ترکیبات و مواد شیمیایی مورد مصرف در طول دوره طرح، انرژی مصرفی، پرسنل مورد نیاز جهت راهبری سیستم و هزینه‌های استهلاک و تعمیرات لازم برای یک دوره طرح ٢٥ ساله بوده است که نتایج در جداول شماره ٦ منعکس شده است.

قیمتهایی که در جدول برای هر مترمکعب آب تمام شده (تصفیه شده و قابل شرب) محاسبه گردیده است بر مبنای هزینه‌های سال ١٣٧٩ بوده و همان گونه که جدول نشان می‌دهد چنانچه برای تصفیه آبی سیستم فیلتراسیون مستقیم به کار رود بیش از ١٠٪ کاهش در هزینه‌ها نسبت به نوع متعارف برای چنین آب‌هایی مشاهده می‌شود که این رقم در طول دوره طرح سیستم تأمین آب قابل توجه خواهد بود.

جدول ٥- کارآیی سیستم فیلتراسیون مستقیم در تصفیه آب سطحی

پارامتر	درصد حذف
کدورت	٧٥->>٩٩/٥
رنگ	>>٩٩/٥
کلیفرم	
کل (انعقاد لخته‌سازی و فیلتراسیون)	٩٠-٩٥
مدفوعی (انعقاد، لخته‌سازی و فیلتراسیون)	٩٣->>٩٩/٥
کلیفرم	
کل (+ گندزدایی)	٩٧->>>٩٩/٩
مدفوعی (+گندزدایی)	>>>٩٩/٩

جدول ٦- مقایسه اقتصادی در سیستم فیلتراسیون مستقیم و متعارف

سیستم تصفیه	قیمت تمام شده تولید هر مترمکعب آب (ریال)
فیلتراسیون مستقیم	٣٩٨
متعارف	٤٢٧

منابع و مراجع

1- Howards. Peavy. Donald R. Rowe, Tchobanoglous, (1985), *" Environmental Engineering "*,
2- W.R.conley and R.W. Pitman, (1960), *" Innovations in Water Clarification "*, vol. 52, Conley, R., P.1310
3- Committee Reprot, (1980),*" The Status of Direct Filtration "*, J. AWWA, vol. P. 405.
4- Clup,, R.I. (1977*), " Direct Filtration "*, J. AWWA, Vol.68m no.6. p.375.
5- Hatchison, W.R. (1976), *" High – Rate Direct Filtration "*, J. AWWA, Vol.68, P. 292.
6- Wagner, E.G. and H. E. Hudson, (1982), *" Low – Dosage, High – Rate Direct Filtration "*, J. AWWA, Vol 74, P.256.
7- Cleas, J. L. and D.J. Hilmoe, c.J. Dimitra copoulos, and L.M.Diaz Bossion, (1984), Effective Filtration Methods for Small Water Supplies USEPA Cooperative Agreement CR 808837-01-0, Ntis No. PB84-187-905, Environmental Proteclion Agency.