

طراحی تصفیه غیر متمرکز برای استفاده مجدد از فاضلاب خاکستری در ساختمان های مسکونی جهت صرفه جویی در مصرف آب

مهشاد امینی^۱ * . امیر بهمنی چاهستانی^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی معماری ، دانشگاه پیام نور واحد بندرعباس، ادرس : بندرعباس ،

خیابان امام خمینی، کوچه دانشگاه مذاهب اسلامی

۲- www.mahshadamini70@gmail.com

هیات علمی دانشگاه فنی حرفه ای هرمزگان، ادرس: بندرعباس، دانشگاه فنی حرفه ای هرمزگان ،

Amirbch2@yahoo.com

چکیده

امروزه وضعیت بحران آب شیرین در دنیا و به خصوص در ایران، دیگر بر کسی پوشیده نیست و این وضعیت برای آینده سختتر نیز خواهد شد؛ کشور ایران در کمربند خشک و نیمه خشک قرار گرفته و میانگین بارندگی سالانه حدود ۲۶۰ میلیمتر است که یک سوم میزان جهانی است افزایش جمعیت افزایش شهرنشینی تغییر در سبک زندگی و... بحران آب را در مناطق شهری تشدید کرده از این رو حفظ منابع آبی ارزشی دو چندان یافته است. در نگرش جدید آب کالایی یک بارمصرف محسوب نشده و استفاده مجدد از آن ضروری می باشد . مدیریت غیرمتمرکز فاضلاب به عنوان یکی از روش های مهم در صرفه جویی به شمار می رود . بنابراین بازیافت و استفاده مجدد از پساب های کمتر الوده شده در داخل واحد های مسکونی برای مصارف غیر شرب به عنوان یک منبع آب جدید استفاده می شود . در واحد های مسکونی الودگی فاضلاب های خروجی از آشپزخانه لباسشویی حمام دستشویی (فاضلاب خاکستری) بسیار کمتر از فاضلاب های توال (فاضلاب سیاه) است. بنابراین با تصفیه فاضلاب خاکستری در محل پسای تولید می شود که می توان برای مصارفی که در تماس مستقیم با انسان نیست مثل سیفون توالت ابیاری فضای سبز شستشوی حیاط و نمای ساختمان استفاده کرد

واژه های کلیدی: فاضلاب ، آب خاکستری ، صرفه جویی ،استفاده مجدد از آب

مقدمه

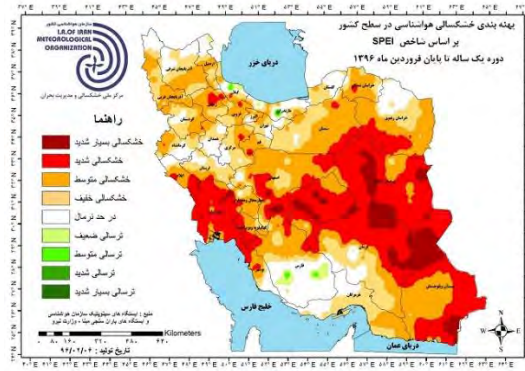
وضعیت آب در ایران به حدی بحرانی است که موسسه بین المللی مدیریت آب (IWMI) در گزارشی اعلام می کند ایران در وضعیت بحران شدید آبی قرار دارد و برای حفظ وضع موجود خود تا سال ۲۰۲۵ میبایست بتواند ۱۱۲ درصد به منابع آب قابل استحصال خود بیفزاید که این مقدار با توجه به امکانات و منابع آب موجود غیرممکن به نظر می رسد. این در حالی است که وضعیت برای آینده سختتر نیز خواهد شد؛ زیرا افزایش شهرنشینی و ایجاد شهرکها در مجاورت کلان شهرها، توزیع نابرابر جمعیت و بحران آب در مناطق شهری بحران را تشدید میکند.

وضعیت منابع آبی در ایران

وضعیت منابع تجدید شونده آبی کشور ، با توجه به میزان بارندگی ، پوشش گیاهی و سایر عوامل تاثیر گذار در حجم نزولات جوی، حدود ۱۳۰ تا ۱۳۹ میلیارد متر مکعب در سال است که حجم قابل استحصال با در نظر گیری اب برگشتی است و حدود ۱۰۵ میلیارد متر مکعب را جریان های سطحی و ۲۵ میلیارد متر مکعب را جریان های نفوذی به منابع زیرزمینی تشکیل می دهد.(۱)

سرانه آب تجدید پذیر کشور در سال ۱۳۴۰ حدود ۵۵۰۰ متر مکعب بوده و در سال ۱۳۵۷ به ۳۴۰۰ متر مکعب و در سال ۱۳۶۷ به ۲۵۰۰ متر مکعب و در سال ۱۳۷۶ به زیر ۲۰۰۰ متر مکعب کاهش یافته است. این میزان با توجه به روند افزایش جمعیت کشور در سال ۱۳۸۵ به حدود ۱۷۵۰ تنزل یافته و در افق سال ۱۴۰۰ به زیر ۸۰۰ مترمکعب خواهد رسید. (۲)

نقشه پهنه بندی خشکسالی هواشناسی کشور براساس نمایه اس پی آی (۳)



شکل ۱: پهنه بندی خشک سالی هواشناسی در سطح کشور بر اساس شاخص در یک دوره یک ساله تا پایان فروردین ماه ۱۳۹۶



شکل ۲: پهنه بندی خشک سالی هواشناسی در سطح کشور بر اساس شاخص در یک دوره یک ساله تا پایان فروردین ۱۳۹۷

پیشینه ی تحقیق

در بریتانیا فیلتر درشت و سیستم ضد عفونی کننده معمول ترین تکنولوژی برای استفاده مجدد از فاضلاب خانگی است. فرایند تصفیه به صورتی است که زمان سکون کوتاهی به فاضلاب می دهد تا ماهیت شیمیایی فاضلاب خاکستری تا حدودی ثابت بماند تا کمترین عملیات تصفیه انجام شود و فیلتر درشت معمولاً یک صافی فلزی است و به کمک تزریق اهنسته ی کلر یا بروم و ضد عفونی انجام و کنترل می شود که این عملیات به وسیله ی تانک های سبتیک هم می تواند انجام شود. (۴)

گودفرو و همکاری طی مطالعات هزینه و سود ، در رابطه با استفاده مجدد از فاضلاب خاکستری برای مدرسه ای در مادهیا پردازش هندوستان نشان می دهد که مجموع سود داخلی و خارجی استفاده از سیستم تصفیه فاضلاب خاکستری به مراتب بیشتر از کل هزینه داخلی و خارجی می باشد . سیستم تصفیه (عملیات تصفیه و نگهداری اب تصفیه شده) هزینه ی داخلی است و مواد ضد عفونی کننده و نیروی انسانی لازم جز هزینه ی ساخت می باشدو به کمک روش های ارزش گذاری مناسب، سود خارجی بازیابی اب شامل صرفه جویی در زیرساخت های ابی و استفاده مجدد از الاینده های مفیدی مثل نیتروژن ، فسفر و پتاسیم تعیین شده است. به نظر می رسد روش های نوین در مدیریت منابع اب ، به تغییرات عمده در زمینه های توسعه پایدارمی انجامد مخصوصا زمانی که مصرف اب به عنوان وسیله انتقال زائدات خانگی کاهش یابد و یا به طور کلی حذف شود. (۵)

مطالعات جیمنز در استرالیا نشان می دهد استفاده مجدد از فاضلاب خاکستری حجم فاضلاب وارد شده به تصفیه خانه ها را کاهش داده ودر مصرف انرژی صرفه جویی شده و باعث کاهش تقاضای اب آشامیدنی شده است(۶)

فاضلاب خاکستری در مقایسه با اب باران معمولا الوده تر است .(COD<5000mg/L) ولی مطابق با الگوی مشخص تری تولید می شود و برای استفاده در سطح خلنگی راحت تر و مناسب تر است .(۷)

در استرالیا، استفاده مجدد از فاضلاب خاکستری، فشار در تصفیه خانه های فاضلاب، مصرف انرژی و تقاضای اب شیرین را کاهش داده است. با توجه به افزایش جریان ورودی از فاضلاب خاکستری، هزینه قبض اب و فاضلاب بهبود یافته است . همچنین در لبنان ، فاضلاب خاکستری یک منبع ارزشمند برای رشد گیاهان است؛ زیرا مواد مغذی موجود در فاضلاب خاکستری تصفیه شده برای رشد گیاهان ضروری است که در صورت عدم استفاده این منبع ارزشمند هدر شده است. (۸)

فلسطین شرایط اب و هوایی مشابه با کشور های خشک جنوب صحرا را دارد و هنوز با بهره گیری از تکنولوژی بازیافت فاضلاب خاکستری به تولید محصولات کشاورزی و مرکبات می پردازد. در مکزیک با استفاده خانگی از فاضلاب خاکستری تصفیه شده مشکل جلبک سبز ابی در حوضچه های فاضلاب و مخازن اب کاهش یافته است. در تانیا و مصر نیز در برخی روستاها و مدارس فاضلاب خاکستری بازیابی شده و در مزارع موز استفاده شده است . (۹)

سیستمی برای بازیافت فاضلاب خاکستری طراحی شده است که تنها جهت تصفیه اب حمام و لباسشویی است و از اب آشپزخانه به دلیل وجود مواد عالی زیاد چشم گوشی شده است و این سیستم شامل یک فیلتر ماسه ای و یک تانک ذخیره با ظرفیت ۱۲ گالن می باشد. که اب بعد از عبور از فیلتر و حذف مواد زائدی چون مو و چربی در تانک ذخیره شده و سپس برای ابیاری مورد استفاده قرار گرفته. طبق گزارش ۶۴٪ از کل مصرف اب خانگی برای ابیاری استفاده می شده که با نصب این سیستم ۱۸٪ از مصرف اب خانگی کاهش یافته. (۱۰)

سیستم دیگری نیز طراحی شده که فاضلاب خاکستری تصفیه شده علاوه بر ابیاری برای سیفون توالت نیز استفاده شده است و حتی با تعبیه ی سیستم ضد عفونی با اشعه فرابنفش ، جهت مصارف شرب نیز مورد استفاده قرار گرفته. این سیستم نیز تا ۴۰٪ مصرف اب خانگی را کاهش داده. ولی به علت گران بودن اشعه فرابنفش ، به جای ان از یک فیلتر سفالی ۲ میکرونی که زیر سینک آشپزخانه قرار می گیرد استفاده شده. (۱۱)

سیستم دیگری نیز در هنگ کنگ اجرا شده که در ان فاضلاب لباسشویی و حمام در سطح خانگی و تجاری جمع اوری شده و در تصفیه خانه ای مجزا طی فرایند تصفیه اولیه شامل اختلاط و لخته سازی و تصفیه ثانویه ، شامل فیلتراسیون و کلر زنی ، برای مصارف غیر شرب استفاده شده و حتی طی عملیات تصفیه پیشرفته برای مصارف شرب نیز به مصرف رسیده (۱۲)

دلیل افزایش محدودیت های آبی در سطح کشور

۱- رشد جمعیت.



- ۲- محدودیت منابع آب تجدید شونده و کاهش شاخص سرانه آب .
- ۳- بحران ناشی از خشکسالی ها
۴. کاهش کمی و کیفی منابع آب زیرزمینی به علت برداشت بی رویه .
- ۵- تشدید رقابت بین نیازمندی های آبی بخش های مختلف کشاورزی، صنعت و شرب .
- ۶- عدم تناسب توسعه و استقرار مراکز جمعیتی و صنعتی با پتانسیل منابع آب تجدید شونده .
- ۷- افزایش مصرف سرانه آب ناشی از ارتقای فرهنگ بهداشتی جامعه
- ۸- تغییرات اقلیمی و نوسانات جوی .
- ۹- روند رو به رشد آلودگی منابع آب ناشی از بخش های مختلف کشاورزی و صنعتی . (۱۳)

اب تصفیه شده را در مکان های زیر می توان استفاده کرد

استفاده مجدد از آب خاکستری تصفیه شده در آبیاری فضای سبز محوطه یا بام سبز . تامین آب فلاش تانک توالت ها . تامین آب سیستم اطفای حریق ساختمان . استفاده در مصارف ساختمانی نظیر تهیه بتن . استفاده در فواره ها و حوضچه محوطه های تزیینی . استفاده در سیستم خنک کننده ها. استفاده در آبیاری گلخانه ها . استفاده برای شستشوی لابی و حیاط و نمای ساختمان .

چرا استفاده از آب خاکستری اهمیت دارد

افزایش جمعیت شهری با افزایش ساخت برج های مسکونی همراه است. امروزه میزان فاضلاب تولید شده از این مجموعه ها دارای حجم قابل توجهی می باشد و در آینده نیز این مقدار بیشتر می گردد. بنابراین اگر تصمیمی متفاوت با گذشته، جهت این افزایش حجم گرفته نشود، می بایست تصفیه خانه های جدید احداث کرد . یکی از راه های تامین آب مورد نیاز ، استفاده از آب خاکستری به عنوان آب جایگزین در برخی از مصارف است. میزان آب مورد نیاز برای بخش های شرب ، پخت و پز و استحمام مقدار ناچیزی از کل مصرف خانگی و شهری را شامل می شود . این در حالی است که سایر مصارف خانگی را می توان از آبی با کیفیت پایینتر بهره گرفت.

افزایش مصارف آب و به تبع آن تولید فاضلاب و روند روبه رشد این تولید و همچنین توجه به استفاده غیراصولی در وضع موجود، ایجاب می نماید برای جلوگیری از گسترش مشکلات محیط زیستی و هم چنین تأمین بخشی از آب موردنیاز مصارف مختلف از طریق بازچرخانی و استفاده مجدد از پساب ها و آب های برگشتی برنامه ریزی شود. جمع بندی تجربیات جهانی استفاده از پساب ها و آب های برگشتی نشان می دهد که با توجه به کمبود آب، استفاده از این منابع به عنوان یک منبع ارزشمند آب مطرح بوده و با گذشت زمان اهمیت آن بیش تر نیز خواهد یافت

فاضلاب خانگی با توجه به میزان آلودگی بار آلی به آب خاکستری و سیاه دسته بندی می شود. به فاضلاب توالت فاضلاب مدفوعی نیز شناخته می شود، آب سیاه می گویند و آب خاکستری به فاضلابی گفته می شود که شامل : فاضلاب حمام، دستشویی، ماشین لباسشویی، ماشین ظرف شویی و سینک آشپزخانه می باشد، در جدول میزان آلودگی هر یک از آب های خاکستری تولیدشده در بخش های مختلف با یکدیگر مقایسه شده است:

مشخصات آب خاکستری تولیدشده در بخش های مختلف (۱۴)

ترکیبی	آشپزخانه	لباس شویی	حمام	PH
۶,۳- ۸,۱	۵,۹- ۷,۴	۷,۱- ۱۰	۶,۴- ۸,۱	
۲۵-۱۸۳	۱۳۴- ۱۳۰۰	۶۸-۴۶۵	۷- ۵۰۵	TSS(mg/l)



Turbidity(NTU)	۴۴- ۳۷۵	۵۰- ۴۴۴	۲۹۸,۰	۲۹- ۳۷۵
COD(mg/l)	۱۰۰-۶۳۳	۲۳۱-۲۹۵۰	۲۶-۲۰۵۰	۱۰۰- ۷۰۰
BOD(mg/l)	۵۰- ۳۰۰	۴۸- ۴۷۲	۵۳۶- ۱۴۶۰	۴۶- ۴۶۶
TN(mg/l)	۳,۶-۱۹,۴	۱,۱- ۴۰,۳	۱۱,۴- ۷۴	۱,۷- ۳۴,۳
TP(mg/l)	۰,۱۱<۴۸,۸	ND - <171	۲,۹<۷۴	۰,۱۱ <۲۲,۸
Total coliforms (CFU/100ml)	۱۰- ۲,۴*۱۰ ^۷	۲۰۰,۵-۷*۱۰ ^۵	<۲,۴*۱۰ ^۸	۵۶-۸,۰۳*۱۰ ^۷
FACCAL coliforms (CFU/100ml)	۰-۳,۴*۱۰ ^۵	۵۰-۱,۴*۱۰ ^۳	-	۰,۱-۱,۵*۱۰ ^۸

مشخصات کیفی اب خاکستری

منابع اب خاکستری در منازل و محتوایات موجود در ان ها . (۱۵-۱۶)

محتوایات موجود	منبع اب خاکستری
جامدات معلق، مواد الی، روغن و گریس، سدیم، نیترات و فسفات(ناشی از دترجنت ها)، PH بالا، شوری بالا	ماشین لباسشویی
مواد الی، جامدات معلق ناشی از غذا ها، باکتری ها، PH بالا، شوری بالا، دترجنت ها، چربی، روغن و گریس	ماشین ظرفشویی
باکتری، روغن و گریس جامدات معلق، تیکه های صابن و باقیمانده دترجنت ها ، روغن و گریس	دوش و وان حمام
باکتری ها، چربی، روغن و گریس، مواد الی، جامدات معلق ناشی از غذا، باقیمانده دترجنت	سینک ها مخصوصا سینک آشپزخانه

خصوصیات کیفیت پساب تصفیه شده اب خاکستری جهت اب اطفاء حریق و فلاش تانکها :

6 - 9	PH
10 mg/l >	BOD
2 mg/L >	TSS
1 mg/l >	کلر باقیمانده
صفر	کلیفرم مدفوعی

کیفیت پساب تصفیه شده از فاضلاب جهت ایجاد فواره، حوضچه آبنما و استفاده های ساختمانی حداقل تصفیه ثانویه و گند زدایی نیز نیاز دارند و باید شامل خصوصیات زیر باشد

6-9	PH
30mg/l >	TSS
30mg/l>	BOD
1 mg/ l >	کلر باقیمانده
> ۲۰۰ عدد در ۱۰۰ میلی لیتر	کلیفرم مدفوعی

جدول استاندارد کیفی پیشنهادی برای کاربرد پساب ها و آبهای برگشتی در ایلیری فضای سبز . (۱۷)

مقدار حداکثر مجاز	واحد	پارامتر
۶,۵ – ۸,۴	-	Ph
۷۰۰	MS/cm	هدایت الکتریکی
۳	-	نسبت جذب سدیم
۷۰	mg/l	سدیم
۱۰۰	mg/l	کلرید
۰,۷	mg/l	بر
۳	mg/l	کربنات
۹۰	mg/l	بی کربنات
۵۰	mg/l	فسفات
-	mg/l	نیترژن نیترات
۵	mg/l	نیترژن امونیاک
۴۰	mg/l	TSS
۴۵۰	mg/l	TDS
۳۰	mg/l	BOD
۱۰۰۰	MPN/ml	کلی فرم مدفوعی
۱	تعداد در لیتر	تخم انگل های گرمی گروه نماند

چگونه مقدار اب خاکستری تولیدی را محاسبه کنیم

ابتدا ساکنین هر خانه، مثلا دو نفر برای یک اتاق خواب و یک نفر برای هر اتاق خواب اضافی را محاسبه می کنیم سپس اختصاص سرانه تولید مناسب اب خاکستری برای هر نفر . (مثلا ۱۱۲ لیتر در روز ، بر اساس ۱۲ لیتر برای اشپزخانه، ۳۸ لیتر برای لباسشویی و ۶۲ لیتر برای حمام). (۱۸)

تذکر: به این دلیل جریان اب خاکستری را بر اساس تعداد اتاق خواب ها محاسبه می کنیم که تعداد اتاق خواب ها همیشه ثابت است ولی تعداد ساکنان در طول زمان ممکن است تغییر کند

مهمترین منبع اب خاکستری در خانه ها به ترتیب اولویت میزان تولید در یک خانوار ۴ نفره در مدت یک هفته با الگوی مصرف ایران (۱۸)

استحمام	(. ۴۰)
شستشوی ظرف بدون ماشین ظرف شویی	(. ۲۰)
شستشوی لباس با ماشین لبلشویی	(. ۱۸)
شستشوی دست، صورت، مسواک زدن	(. ۱۲)
آبیاری گل و گیاه آپارتمانی	(. ۱۰)

طراحی سیستم اب خاکستری

برای طراحی سیستم اب خاکستری ، ضروری است که میزان اب خاکستری اندازه گیری شود و محل اجرای پروژه برای سیستم آبیاری نیز ارزیابی شود .

اجزای موجود در سیستم اب خاکستری

سیستم جمع اوری :شامل شیر ها و لوله ها بوده و به منظور انتقال اب خاکستری به بیرون خانه طراحی می شود

مخزن جمع اوری : به طور موقت مقدار زیادی از اب خاکستری را در خود نگه می دارد

مخزن اشغال گیر

فیلترمخزن گند زدایی UV

مخزن اب تصفیه شده

پمپ: به منظور انتقال اب از مخزن جمع اوری به سیستم آبیاری استفاده می شود

سیستم آبیاری

مجموعه‌های ساختمانی بزرگ با تعداد واحد زیاد، نیاز به فضای سبز و محوطه دارند. بهره برداری از شبکه مستقل آبیاری فضای سبز یعنی جداسازی شبکه آبیاری فضای سبز از شبکه توزیع آب شرب یکی از موارد مهمی است که کارشناسان به آن تاکید می کنند .

از سیستم تصفیه غیرمتمرکز یا همان تصفیه در محل استفاده کرد. با توجه به پارامترهای مختلف از جمله، نوع و نحوه مصرف این منابع آبی، هزینه اولیه جهت سرمایه گذاری و مساحت قابل دسترس جهت ایجاد تصفیه خانه، می توان از روش های مختلف تصفیه فاضلاب در محل استفاده نمود. (۱۹)

نتیجه گیری

در شهرهای بزرگ چنانچه مدیریت فاضلاب فقط استفاده از تصفیه خانه های بزرگ (سیستم متمرکز) باشد، باید فاضلاب را جهت تصفیه به خارج شهر منتقل کرد که این کار باعث طولانی شدن مسیر انتقال فاضلاب خواهد شد و برای استفاده مجدد از پساب تصفیه شده، نیاز به پمپاژ و هزینه های بسیار زیاد خواهد داشت. همچنین با افزایش جمعیت شهری و ساخت مجموعه های مسکونی بیشتر، طی سال های آینده باید علاوه بر تأمین آب شیرین موردنیاز شهروندان، افزایش هزینه های تصفیه فاضلاب را نیز مدنظر قرار داد. امروزه رویکرد اصلی در کشورهای توسعه یافته جهت تأمین بخشی از آب شیرین، استفاده از آب خاکستری و همچنین تصفیه غیرمتمرکز می باشد

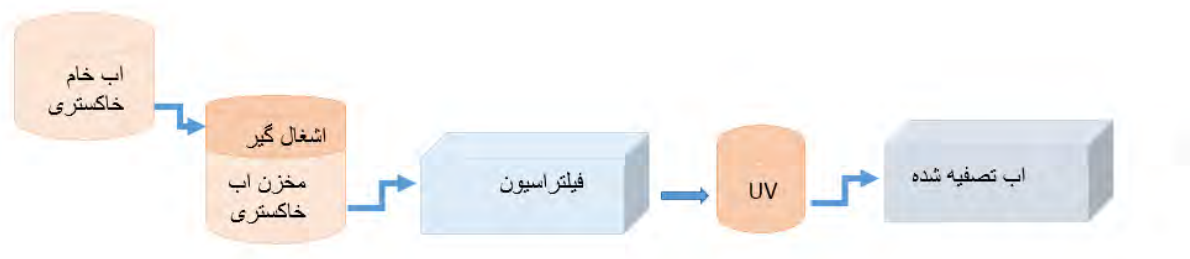
به علت الودگی کمتر فاضلاب خاکستری نسبت به فاضلاب سیاه ، می توان به جمع اوری و تصفیه فاضلاب خاکستری در سطح چند واحد اقدام کرد و برای مصارفی که در تماس مستقیم با انسان نیست استفاده کرد. با توجه به این که فاضلاب خاکستری عاری از مواد عالی نیست ، بنابراین جهت جلوگیری از ورود آن به فاز بی هوازی و ایجاد بوی بد ، باید به سرعت تصفیه و مورد استفاده قرار گیرد. فاضلاب خاکستری را می توان با فرایندهای ساده ی فیزیکی و شیمیایی مثل فیلتراسیون و گند زدایی تصفیه نمود . با جمع اوری ، تصفیه و استفاده مجدد از فاضلاب خاکستری می توان تا ۴۰٪ در مصرف آب صرفه جویی کرد و همچنین دبی ورودی به شبکه ی فاضلاب شهری را کاهش داد.

برای به دست آوردن آب قابل استفاده در مصارف ذکرشده و باصرفه اقتصادی، باید از سیستم تصفیه غیرمتمرکز یا همان تصفیه در محل استفاده کرد. با توجه به پارامترهای مختلف از جمله، نوع و نحوه مصرف این منابع آبی، هزینه اولیه جهت سرمایه گذاری و مساحت قابل دسترس جهت ایجاد تصفیه خانه، می توان از روش های مختلف تصفیه فاضلاب در محل استفاده نمود.

سیستم تصفیه پیشنهادشده برای تصفیه آب خاکستری در مجموعه های مسکونی بدین صورت است که ، جریان فاضلاب پس از عبور از آشغال گیر و ذخیره در مخزن آب خاکستری، توسط فیلترشنی و یا اولترافیلتراسیون، فیلتر شده و سپس با دستگاه UV گندزدایی می شود. این سیستم تصفیه، نسبت به سایر روش ها نیاز به فضای زیاد، تجهیزات پیچیده، تمهیدات ویژه، هزینه ی بالا جهت سرمایه گذاری اولیه و همچنین هزینه ، بالای بهره برداری ندارد. (۱۹)

ازن	کلرسیون	UV	
شیمیایی	شیمیایی	فیزیکی	نوع واکنش
زیاد	متوسط	کم	مدت زمان نگهداری
۵ تا ۱۰ دقیقه	۲۵ تا ۴۵ دقیقه	۱ تا ۵ ثانیه	مدت زمان تماس
زیاد	متوسط	کم	هزینه و سرمایه مورد نیاز
دارد	متوسط	کم	میزان خطر برای استفاده کنندگان
زیاد	متوسط	کم	هزینه نگهداری
غیر قابل پیشبینی	بسیار خوب	عالی	میزان گندزدایی
زیاد	متوسط	کم	هزینه نصب و راه اندازی
دارد	دارد	ندارد	مواد سمی
دارد	دارد	ندارد	تغییرات شیمیایی آب

روش گند زدایی با UV نسبت به روش های کلرسیون و ازن بسیار مناسب تر است



شکل ۳: دیاگرام سیستم تصفیه پیشنهادی برای تصفیه آب خاکستری مجموعه مسکونی

برای هر مجموعه ساخت مخازن و استخرهایی متناسب با ظرفیت مجموعه مسکونی، جهت ذخیره آب خاکستری و همچنین آب تصفیه شده لازم است تا بتواند آب مصارف گوناگون را در زمان های موردنیاز تأمین کرد

پیشنهاد می شود، سازمان های نظام مهندسی و شهرداری ها، در جهت مقابله با بحران آب، سازندگان مجموعه های مسکونی و برجها را نسبت به تعداد واحد آن ها، به اجرای شبکه مجزا برای جمع آوری آب خاکستری و بهکارگیری سیستم تصفیه غیرمتمرکز برای این منبع و همچنین ساخت مخازنی جهت ذخیره، ملزم بنمایند. با اعمال این قانون، به استفاده مجدد از آب در این مجموعه ها و در نتیجه کاهش مصرف آب شرب، کمک شایانی خواهد شد

منابع

- 1- Jamab Consulting Engineers, 2004, Arid and semiarid layout compatible application studies, Tehran, Iran. (In Persian)
- 2-)5102 ,5102 (<http://ndwmc.irimo.ir/far>)
- 3- <http://ndwmc.irimo.ir/far/>
- 4- Al-Jayyousi, O.R., Greywater reuse: towards sustainable water management. Desalination, 2003. 156(1-3): p.181-192
- 5- Al-Jayyousi, O.R., Greywater reuse: towards sustainable water management. Desalination, 2003. 156(1-3): p.181-192
- 6- Jimenez B, A.T., An international survey of current practice, issues and needs. 2008, UK: IWA Publishing.
- 7- S. Mustow, F.G., T. Smerdon, C. Pinney and R. Wagget,, waret conservation: implications of using recycled greywater and stored rainwater in the UK., D.o.t.E. Drinking Water Inspectorate, Editor 1997.
- 8- Madungwe, E. and S. Sakuringwa, Greywater reuse: A strategy for water demand management in Harare? Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C, 2007.32(15-18): p.1231-1236.
- 9- Madungwe, E. and S. Sakuringwa, Greywater reuse: A strategy for water demand management in Harare? Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C, 2007.32(15-18): p.1231-1236.
- 10- Chapman companies Rancho San marcos Santa Fe, New Mexico, "Final report for field evaluation of path technologies", U.S. Department of Housing and Urban Development, Octobr 2004
- 11- IEA, "Green water systems", Australian Technology Handbook T28, Sustainable Solar Housing / Subtask B, SHC/BCS Task 28/38, 2001
- 12- Weizhen Lu , Andrew, Y.T.leung, "A preliminary study on potential of developing shower/laundry wastewater reclamation and reuse system", Department of Building and Chitosan, Journal of Polymers and the Environment, Vol 11, No 3, pp. 87-92, July, 2003
- ۱۳- (نرگس سادات شم‌آبادی پور ، علیجان صادق پور، حسن بختیاری . ۱۳۹۷. بررسی ظرفیت های بهره گیری آب خاکستری در اماکن مسکونی و اداری. ساری . همایش ملی راهبردهای مدیریت منابع آب و چالش های زیست محیطی)
- 14- Li, F., K. Wichmann, and R. Otterpohl, Review of the technological approaches for grey water treatment and reuses. Science of the Total Environment, 2009. 407(11): p. 3439-3449.
- 15- Katukiza, A.Y., et al. (2014), Gery water treatmen in urban slums by a filtration system: optimization of the filtration medium, j environ Manage. 146:p 131-41
- 16- Penn, R., M . Schutze, and E. Friedler (2013) , Modelling the effects of on-site grey water reuse and low flush toilets on municipal sewer systems, J Environ Manage. 114: p.72-83
- 17- Shamabadi, N. Bakhtiari, H. Kochakian, N. Farahanib, M. 2015. The investigation and designing of an onsite grey water treatment systems at hazrat-e-masoumeh university, qom, iran, Energy Procedia, 74, 1337-1346.
- ۱۸- (ایرج خلیل دوست، سید مهدی میری ،مهدی عابد پور کاریزکی. بهمن ۱۳۹۵ . تهران . بازیافت فاضلاب و استفاده مجدد از ان در ساختمان و ارائه روش های مدیریت راندمان سیستم .. کنگره علوم مهندسی اب و فاضلاب ایران)
- ۱۹- محمدحسین بیگی ،عبدالرضا کریمی، زهرا رحیمی رشتآبادی. – September. 2018, Tabriz Islamic Art University – Iran. تصفیه غیرمتمرکز یک روش کاربردی و باصرفه اقتصادی برای استفاده مجدد آب در برج های مسکونی کلان شهرها. International Conference & 4th.national Conference on Civil Engineering, Architecture and Urban Design