



## آب خاکستری، طرحها و روشها و استفاده بهینه از آب در راستای توسعه اقتصاد مقاومتی

محمد موحد

کارشناس شرکت آب و فاضلاب استان اصفهان

دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت اجرایی (استراتژیک)

mohamad movahed51@yahoo.com

### خلاصه

بازیافت آب گوهری که با توجه به کمبودهای فراوانی که در نقاط مختلف ایران نمایان است بیش از پیش باید مورد توجه قرار گیرد تا در کنار مدیریت الگوهای مصرف و استفاده از لوازم کاهنده بتواند سهم خود را در کاهش مصرف و استفاده بهینه از آب نشان دهد این اقدامات علاوه بر کنترل مصرف و جلوگیری از هدر رفت آب موجب کم شدن هزینه های تولید، کم شدن حجم و دبی وارده به تاسیسات آب و فاضلاب و صرفه جویی خواهد شد که خود حرکت در مسیر اقتصاد مقاومتی می باشد. آب خاکستری دارای آلودگی کمی بوده که با جمع آوری و تصفیه جزئی آن در محل می توان از آن در جهت مصارفی که در تماس مستقیم با انسان نیست بهره برد. در این تحقیق سعی شده با بررسی روی ۱۰ خانوار با فرهنگ های متفاوت میزان پساب تولیدی در هربخش مشخص شود تا براساس آن الویت بندی شود. خصوصا در حمام تلاش گردید در این خانواده ها با آگاهی رساندن از میزان تولید فاضلاب کاسته شود. بر این اساس طبق محاسبات انجام شده با کم شدن هر یک دقیقه از زمان باز بودن دوش میتوان در هر روز چهار هزار متر مکعب آب صرفه جویی کرد.

کلید واژه: بازیافت آب، اقتصاد مقاومتی، آب خاکستری.

### ۱- مقدمه

امروزه در شرایط وجود آب هزینه های بالای تصفیه، انتقال و توزیع آن بر کسی در صنعت آب و فاضلاب پوشیده نیست دنیای امروز در راستای توزیع منابع و استفاده بهینه از آن است با توجه به اینکه منابع آب در کشور ما محدود می باشند استفاده ی مجدد از آب و بازیابی آن خود منبعی عظیم می باشد که با مدیریت، فرهنگسازی، اجرای شرایط تشویقی آگاه سازی جامعه قطعا می توان از این منبع عظیم علی الخصوص در مواقع پیک بخوبی استفاده نمود. باتوجه به اینکه فاضلاب های خانگی در هر واحد مسکونی دارای خروجی جداگانه و آلودگی متفاوت می باشند می توان به دودسته کلی: ۱-جریان ناشی از آشپزخانه، لباسشویی، ظرفشویی، حمام و روشویی که در مجموع آنها را آب خاکستری نامیده اند. ۲-جریان ناشی از توالت ها که فاضلاب سیاه نامیده شده تقسیم نمود. [۱]

در مورد فاضلاب سیاه در بخش خانگی و عمومی کاری نمی توان انجام داد اما در بخش اول می توان آنها را به چند گروه تقسیم نمود. و باتوجه به دبی آب، تعداد واحد و منابع و امکانات از آن استفاده کرد.

بسته به حجم و مقدار آب خاکستری که در نظر داریم آن را آماده مصرف نمایم فرایند تصفیه متفاوت می باشد در ساختمان های کم جمعیت بهترین روش جهت تصفیه آب خاکستری استفاده از فرایند فیزیکی می باشد مانند فیلترهای شنی با بستر مناسب که جهت حذف و تصفیه آلودگی های معلق موثر هستند و جهت ساختمان های بزرگ از فرایند بیولوژیکی نیز می توان بهره برد می توان گفت رایج ترین و بهترین محل برای استفاده از آب خاکستری فلاشینگ توالت ها می باشد که در صورت بسط و توسعه می تواند تأثیرات بسزایی در مصرف آب خصوصا در زمان های پیک بگذارند همچنین از آب خاکستری تصفیه شده می توان جهت آبیاری فضای سبز پارکها، آپارتمانها، سیستم آتش نشانی، کولرها، و غیره بهره برد در موارد خاص می توان با جدا کردن یک سینک از دو سینک آشپزخانه و با رعایت مصرف کننده ها بدون انجام هر گونه عمل تصفیه از آن بهره جست در این مورد مصرف کننده باید تلاش کند از ریختن مواد جامد چربی ها و مواد شیمیایی در سینک بازیافت جدا خودداری نماید. از این آب به راحتی می توان جهت استفاده در باغچه بهره برد برای



درک بهتر می توان گفت که همگی ما روزانه حجم زیاد آب را تبدیل به فاضلاب می کنیم در صورتی که این آب می تواند در بسیاری از مصارف در زندگی روزمره مورد بهره برداری قرار گیرد مانند آب بجا مانده از شستشوی میوه و سبزیجات، آبهای مانده در ظروف که هر صبح دور ریخته می شود و [۲] در یک طرح و بحث کلی با توجه به نیازهای مصرف کنندگان با ارائه راهکارهای فرهنگی همراه با الزامات قانونی می توان مصرف آب را کنترل و کم کرد. از مهمترین مکانهایی که روزانه با آن سرو کار داریم حمام ها هستند که با کاهش هر یک دقیقه دوش گرفتن طبق آمار می توان بین ۲۰ تا ۴۰ لیتر از هدر رفت آب جلوگیری کرد. این راهکار در صورتی که در زمان پیک مصرف (تابستان) اجرا گردد می تواند ضمن تاثیر در کنترل بی آبی ها حرکت در مسیر اقتصاد مقاومتی را دربرداشته باشد.

همان طور که شرکت های برق در چندسال گذشته با فراخوان مشترکین پرمصرف و ارائه راهکارها و قرار دادن موارد تشویقی در کنار جابه جا کردن زمان مصرف توانسته اند ضمن گذر از پیک مصرفی تابستان از احداث چندین نیروگاه که ضمن هدررفت انرژی آثار زیست محیطی نیز دارد جلوگیری به عمل آورد. شرکت های آب و فاضلاب نیز در هر تابستانی با چالش های کم آبی، افت فشار، قطع آب روبرو هستند که عبور از آن هر ساله هزینه های زیادی را بر این شرکت ها وارد آورده است. بسط و توسعه الگوهای مصرف همراه با استفاده مجدد از آب (خاکستری) قطعا در یک طیف گسترده می توان ضمن عبور از مقاطع حساس از هدر رفت آب و انرژی نیز جلوگیری به عمل آورد.

## ۲- مواد و روشها:

یکی از ساده ترین سیستم ها جهت بازیافت آب استفاده از فاضلاب خروجی از یکی از سینک های آشپزخانه می باشد بدین صورت که یکی از سینک ها جهت مصارف شستشو و شیمیایی به فاضلاب شهری متصل و یک سینک دیگر برای استفاده از بازیابی آب (آب خاکستری) به یک مخزن ذخیره متصل شده و پس از ورود و ذخیره سازی بدون انجام هیچ گونه عملیات تصفیه ای به مصرف برسد مانند باغچه ها در این روش استفاده کننده باید مراقب باشد در سینک بازیافت مواد چربی و شوینده ریخته نشود و در آن آب حاصل از شستشو میوه و سبزیجات و یا آب های مانده ریخته شود. با بهره داری از این طرح ساده طبق تحقیقات به عمل آمده تا ۸٪ از مصرف آب کاسته می شود.

یکی دیگر از طرحها جهت سیستم بازیافت و استفاده مجدد از آب بهره مندی از آب حمام و لباسشویی است در این طراحی از آب زائد آشپزخانه به دلیل وجود مواد آلی صرف نظر گردیده است و بایک طرح آب حاصل از خروجی لباسشویی و حمام و روشویی به یک فیلتر ماسه ای وارد شده و پس از خروج از آن وارد یک مخزن ذخیره می گردد این آب پس از ورود به فیلتر مواد زائدی مثل مو، چربی و... گرفته شده و جهت مصارف آبیاری در مخزن ذخیره جمع می گردد طبق گزارشات با بهره برداری از این سیستم حدود ۱۵ تا ۲۰ درصد در مصرف آب تصفیه شده در خانواده کاهش می یابد.

در مدل کامل تر این طرح می توان با نصب پمپ و لوله کشی به طرف فلاش تانک ها از آن جهت شستشوی سیفون بهره برد. برای بهره برداری از یک طرح کلی و جامع مفید و موثر جهت آب خاکستری می توان کلیه ی خروجی های فاضلاب ساختمان غیر از فاضلاب توالت ها (فرنگی و شرقی) به فیلتر وارد شده و به مخزن می ریزد و با تعبیه یک سیستم ضدعفونی کننده با فرآیندهای فیزیکی و شیمیایی ساه ای چون فیلتراسیون و گندزدایی تصفیه شده و با جمع آوری جهت استفاده های مختلف بهره برد. (آبیاری درختان و گلهای، شستشوی حیاط و کوچه، آب فلاش تانک ها و...) با این طرح تا ۴۰٪ از میزان مصرف آب خانواده کاهش یافته که ضمن کمک به اقتصاد خانواده سبب کاهش هزینه های تولید و انتقال و همچنین پایین آمدن دبی ورودی به شبکه فاضلاب می گردد. در موارد خاص با تعبیه ی یک سیستم ضدعفونی کننده فرابنفش می توان جهت مصارف شرب نیز مورد استفاده قرار داد.

با توجه به اینکه امکان بازیافت و استفاده از آب خاکستری در طیف گسترده و در شرایط فعلی که ساختمان ها در حال بهره برداری هستند به راحتی امکان پذیر نیست و همانطور که پیش بینی می شود مصرف آب هر روز بیش از پیش افزایش می یابد که در تابستان و در زمان اوج خود را نشان می دهد و تبدیل به یکی از چالش های پیش روی شرکت های آب و فاضلاب گردیده فرهنگ سازی استفاده از سرشیرهای کاهنده همراه با شیرهای اهرمی قطعا می تواند برغلبه بر چالش فوق موثر باشد. این کار در هتل ها، خوابگاه ها، مکان های عمومی و ... تاثیرات بسزایی دارد. شرکت های آب و فاضلاب می توانند با اجرای قوانین تشویقی در کنار سازمان نظام مهندسی که وظیفه طراحی و نظارت بر ساختمان ها را در کنار شهرداری برعهده دارد با طراحی و الزام یک شبکه ی آب خاکستری برای ساختمان های در حال ساخت در تحقق اهداف شهر پایدار، اقتصاد مقاومتی، صرفه جویی و کنترل مصرف آب موثر باشند.

## ۳- نتایج و بحث:

زمان استفاده از آب در ده خانواده با شرایط فرهنگی متفاوت مورد بررسی قرار گرفت که ضمن کنترل هریک از مکان های مورد آزمایش حداقل ۵ بار زمان سنجی در ساعات مختلف انجام گرفت که نتایج حاصل از آن در جدول شماره ۱ ارائه گردید.



شرکت آب و فاضلاب کشور پدیس فن و مهندسی شهید باهنر

# اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدررفت آب

1st National Conference on Water Loss & Consumption Management

۲۸ و ۲۹ آذرماه ۱۳۹۶



ضمناً در خانواده پرمصرف تلاش شد با فرهنگ سازی و ارائه راهکارهای عملی زمان استفاده از آب یا باز بودن دوش مدیریت گردد تا بتوان از پساب تولیدی کاست.

جدول شماره ۱ (زمان استحمام)

بار اول	بار دوم	بار سوم	بار چهارم	بار پنجم	
۸	۹	۷	۱۰	۶	محمد
۲۱	۲۵	۲۲	۱۸	۱۹	نسرین
۳۳	۳۲	۳۵	۲۹	۲۴	علی
۲۴	۲۲	۲۱	۱۹	۱۷	پریناز
۱۹	۱۵	۲۰	۱۸	۱۷	پریوش
۲۹	۲۷	۲۶	۲۴	۲۳	مهنور
۱۵	۱۴	۱۶	۱۳	۱۱	جمال
۱۹	۱۸	۱۹	۱۵	۱۶	پروانه
۳۸	۳۴	۳۰	۳۵	۳۳	نازنین
۸	۹	۶	۱۱	۷	محمود
۳۵	۳۳	۳۶	۳۲	۲۸	عفت
۱۵	۱۴	۱۲	۱۱	۹	احمد
۴۵	۴۱	۴۰	۴۳	۳۸	زهرا
۱۱	۱۰	۶	۸	۷	مصطفی
۲۴	۲۳	۲۸	۳۲	۲۱	مریم
۲۱	۲۰	۲۲	۱۸	۱۷	مرتضی
۳۳	۳۲	۳۵	۳۱	۲۸	سپیده
۱۵	۱۶	۱۷	۱۲	۹	نعمت
۱۵	۱۴	۱۷	۱۲	۱۳	میلاد
۲۱	۲۳	۲۵	۲۰	۱۹	پریسا

با توجه به اطلاعات ثبت شده در جدول شماره ۱ مشاهده می شود در صد افراد مورد مطالعه زمان استحمام کم شده که این مرقون اطلاع رسانی و آگاه سازی افراد بوده است. این زمان به طور میانگین برای چهاربار اول حداقل ۲ ثانیه با بار پنجم اختلاف دارد. با یک مصاحبه ساده می توان مشاهده کرد در صورتی که در محدوده طرح آبرسانی اصفهان بزرگ که بالغ بر چهار میلیون نفر استفاده کننده دارد با کم کردن حداقل یک ثانیه از زمان حمام و باز بودن دوش آب به چه حجم آبی خواهیم رسید.

$$۸۰۰۰۰۰۰ = ۲۰ * ثانیه * ۱ * ۴۰۰۰۰۰۰$$

$$۸۰۰۰۰۰۰ / ۱۰۰۰ = ۸۰۰۰۰ مترمکعب$$

در صورتی که فرض کنیم به طور میانگین افراد یک روز در میان از حمام استفاده کنند در یک دوره سه ماهه تابستان به حجم اب زیر می

رسیم.

$$۸۰۰۰۰ * ۴۵ = ۳۶۰۰۰۰۰ مترمکعب$$

مشخص است در یک دوره تابستان که کمبود آب بیش از پیش داریم می توان به این حجم صرفه جویی رسید.



# اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدر رفت آب

## 1<sup>st</sup> National Conference on Water Loss & Consumption Management



۲۸ و ۲۹ آذرماه ۱۳۹۶

می توان با کنترل فشار و دبی شیر ظرفشویی (در صورتی که در محل فشار آب زیاد است) که به راحتی با شیر پیسوار زیرسینک و یا شیر ورودی به آپارتمان قابل انجام است. اقدام اولیه در جهت جلوگیری از هدر رفت آب انجام داد. زیرا همه می دانیم با باز کردن و بسته شدن آب خود حجمی از آب به فاضلاب تبدیل می شود که در صورت بالا بودن فشار و در یک طیف گسترده مقدار زیادی آب از دست می رود.

- استفاده و تعویض سرشیرهای شیرآلات با مدل‌های جدید که آب و هوا را مخلوط کرده و به میزان قابل ملاحظه ای در صرفه جویی تاثیر گزار است. همچنین سرویس مرتب آنها.

- استفاده از شیرهای اهرمی جهت باز و بسته شدن سریع.

- استفاده از آب بجا مانده از شستشوی سبزیجات و میوه ها جهت آبیاری گل‌های آپارتمانی و باغچه.

- توسعه ی فرهنگ استفاده از ماشین ظرفشویی به روش صحیح که ثابت شده تا ۷۰ درصد در صرفه جویی آب موثر است. به خاطر داشته باشیم که ماشین لباسشویی و ظرفشویی مصرف آب و برق را کم می کند البته در صورتی که این وسیله با حداکثر ظرفیت خود کار کند نه اینکه با یک تکه لباس یا یک تکه ظرف ماشین را روشن کنیم.

- مسواک زدن:

چه نیازی است که هنگام استفاده از آب تصفیه آب باز باشد. بی جهت آب را به فاضلاب تبدیل نکنیم خیلی راحت با استفاده از یک لیوان آب می توان مسواک زد و از هدر رفت آب جلوگیری کرد.

همیشه چندبطری شیشه ای در یخچال داشته باشیم تا هم ضمن استفاده آب سالم و گوارا برای خنک کردن آب مجبور نباشیم شیرآب را باز کنیم.

- برای شستن میوه و سبزی از یک ظرف متوسط استفاده کرده تا ضمن شستشوی بهداشتی و کاملتر آب کمتری استفاده شود و هم در صورت داشتن گلها و گیاهان آپارتمانی یا باغچه برای آبیاری آنها استفاده نماییم و به خاطر داشته باشیم با عبور آب زیاد از روی میوه و سبزی تمیزتر و بهداشتی تر نخواهند شد استفاده از یک ظرف و یا بستن کاسه ظرفشویی و جمع کردن آب در داخل آن بهترین و مناسبترین روش برای پاکیزه نمودن میوه و سبزی می باشد.

آنچه که برای ما به عنوان متولیان صنعت آب و فاضلاب ضروری و مهم است آگاهی بخشیدن به مشترکین است مصرف کننده ی ما باید ساعات پیک مصرف آب و برق را بداند و تلاش کند در این ساعات فقط مصارف ضروری را انجام دهد و کارهای غیر ضروری را در غیرساعات پیک انجام دهد و این کار فقط به وسیله آگاهی دادن و تبلیغات امکان پذیر است.

چکه و نشتی از شیرهای آب در طولانی مدت موجب از دست رفتن حجم زیاد آب می گردد. بنابراین لازم است به مشترکین آگاهی دهیم که به صورت دوره ای و مرتب شیرها را چک کرده و دریک دوره ی مناسب واشهرای شیرها وسرشیرها را تعویض نماید. همچنین کنترل همیشگی فلاش تانک و توالن فرنگی که طبق بررسی های انجام گرفته روی ۱۰۰مشترک که قبوض آنها زیاد بوده مشاهده شاد حدود ۱۵مورد مربوط به نشتی از توالن فرنگی می باشد که خود این افرادحتی قبل از آن متوجه نبودند و پس از مراجعه به شرکت و اعتراض نسبت به قبض خود و بررسی انجام داده به آن پی برده اند.



کنترل کارکرد کنتور در زمانی که تمام شیرها بسته است جهت اطمینان از نبود نشتی احتمالی در تاسیسات آب برای جلوگیری از هدر رفت موثر است. که طبق بررسی های انجام گرفته بر روی ۱۰۰ مشترک با مصرف بالا متوجه شدیم ۸ مورد مربوط به نشتی از تاسیساتی بوده که خود مشترک اطلاع نداشته و پس از دریافت قبض آب بهاء بالا و بررسی به آن پی برده است.

هرگز آبی را که بتوانیم جهت آبیاری استفاده کنیم دور نریزیم. به مشترکین آگاهی دهیم که بهترین آب را بی جهت به فاضلاب تبدیل نکنند.

با توجه به اینکه آب خاکستری (حمام، ظرفشویی، لباسشویی، روشویی) تا ۸۰ درصد فاضلاب شهری را تشکیل می دهد با طراحی یک شبکه کامل و مناسب می توان تا ۶۰٪ از مصرف آب کم کرد و با یک استفاده مناسب همراه با مدیریت صحیح به مصرف رساند. استفاده از این آب در حجم گسترده باعث کاهش مصرف آبهای سطحی و زیرزمینی می شود و می تواند مرهمی باشد بر زخم کمبود آب .....

شرکتهای آب و فاضلاب مخصوصا در مناطق خشک و کم آب می توانند با ارائه ی راهکارهای تشویقی، مشترکین را به جمع آوری آب خاکستری و استفاده مناسب در کاربرد های خاص تشویق نمایند که ضمن مهم و ضروری دانستن مدیریت و صرفه جویی به مقدار قابل توجهی آب ذخیره می شود که برای مصارف غیر بهداشتی قابل استفاده است. شایان ذکر است تشویق سازندگان ساختمان های جدید و بهره مند کردن آنها از مزایای در نظر گرفته شده برای آب خاکستری می تواند یکی از راهکارهای مناسب در این خصوص باشد. موارد ذکر شده به تبع موجب صرفه جویی انرژی در تصفیه خانه ها، ایستگاه های پمپاژ، وارد شدن کمتر آب به شبکه فاضلاب و صرفه جویی در تصفیه خانه های فاضلاب همچنین ایستگاههای پمپاژ فاضلاب، تاسیسات فاضلاب و ... می گردد.

### ۴- نتیجه گیری:

افزایش بی رویه جمعیت در کنار افزایش الگوهای مصرف در دهه های ۶۰ و ۷۰ در کنار توسعه و بهره مندی شهرها و روستاها از آب آشامیدنی حجم برداشت از آبهای سطحی و زیرزمینی جهت شرب را در مناطق مختلف ایران در برداشت همچنین قرار داشتن ایران جز کشورهای خشک و نیمه خشک با منابع آب محدود و کم شدن میزان بارشها در چند دهه اخیر مسولیت خطیری را بردوش مدیران و دست اندکاران صنعت آب در ایران قرار می دهد تا با رویکردی نو ضمن اصلاح الگوهای مصرف در جای جای کشورمان جایگزینی مناسب جهت آبهای سطحی و زیرزمینی را مورد توجه جدی خود قرار دهند باز یافت امروزه بعنوان صنعتی مقتدر در کلیه امور روزمره زندگی مدنظر برنامه ریزان و مدیران هر بخش از صنعت قرار گرفته امروزه در بیشتر کشورهای در حال توسعه برنامه ریزی ها بر مبنای ذخیره انرژی با استفاده درست از منابع همراه با حفظ محیط زیست استوار است. کشور امارات در همسایگی ما اولویت اصلی خود را اجرای ساختمان های سبز با محوریت حفظ محیط زیست و حفظ منابع قرار داده پس چرا ما در راستای نگهداری از منابع، مخصوصا آب که نسبت به میانگین جهانی کمبودهایی نیز داریم صحیح و درست حرکت نکنیم. بازیابی آب می تواند در حفظ منابع آبی و استفاده صحیح از انرژی یکی از محورها مهم توسعه در هر کشور باشد.

لذا برای حرکت در مسیر اقتصاد مقاومتی شرکت های آب و فاضلاب می بایست ضمن فرهنگ سازی، خود در جهت بازیابی آب و استفاده از لوازم کاهنده پیش رو بوده و با به کار بردن انواع روش ها سعی شود مصرف کنندگان به اهمیت مدیریت و استفاده صحیح آب ترغیب گردند و با تعامل با سازمان های



منطقه ای (شهرداری و نظام مهندسی) طرح آب خاکستری را بسط و گسترش دهیم و مخصوصا در ساختمان های با تعداد واحد بالا این مسأله اجباری شده تا فاضلاب در مبدأ تفکیک گردد. این است که می توانیم ادعا کنیم در مسیر توسعه شهر پایدار قرار داریم.

#### ۵- مراجع:

۱- زمانی، س. تائبی

س (۱۳۸۸) بازیافت فاضلاب خاکستری و بررسی کیفیت پساب تصفیه شده جهت استفاده مجدد در سطح خانگی در راستای توسعه پایدار منابع آب کشور، هشتمین کنگره بین المللی مهندسی عمران، ایران، شیراز، دانشگاه شیراز

۲- طباطبائی، م. تائبی.

س (۱۳۹۰) مشخصه سازی کمیت و کیفیت فاضلاب خاکستری و ساخت سیستم تصفیه آن جهت استفاده مجدد در ساختمانهای سبز، ایران، اصفهان، دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده عمران.