



## مروری بر ویژگی های آب خاکستری در جهان و تاکید بر ضرورت بازیابی آن

احسان طالبی<sup>۱</sup>

دانشجوی دکتر محیط زیست - آلودگی محیط زیست دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران و کارشناس مرکز آموزش HSE سازمان منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارس

Ehsan.talebi1980@yahoo.com

سجاد تمجیدی<sup>۲</sup>

کارشناسی ارشد مهندسی شیمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بوشهر

tamjidisajad@gmail.com

بازیابی فاضلاب به جهت افزایش دسترسی به آب، مقابله با کمبود آب و خشکسالی و حمایت از بهداشت عمومی و محیط در سراسر جهان مورد توجه گسترده ای است. فاضلاب خانگی می تواند به دو حالت تقسیم شود. که عبارتند از آب سیاه که از توالت ها منشا یافته و آلوده به کالیفرم های روده ای بوده. و آب خاکستری که از حمام ها و لاندی ها منشا یافته و با زائادات سرویس بهداشتی یا توالت آلوده نشده. برخی از مطالعات انجام گرفته در شهرهای بزرگ در کشورهای مختلف به میانگین جریان فاضلاب در حدود ۵۸۶ لیتر در روز برای هر خانوار دست یافته اند که آب خاکستری ۶۱ درصد کل این جریان و بخش عمده فاضلاب را تشکیل داده است. این امر نشان دهنده یک منبع مهم آب است که می تواند بر طبق اصول توسعه پایدار اکولوژیکی مدیریت شود. مقاله پیشرو تحقیقی مروری است که هدف آن تشریح آب خاکستری و تاکید بر ضرورت بازیابی آن در جهان است. چنانچه در نتیجه گیری خود بر استفاده مجدد از آب خاکستری بعنوان جایگزینی بالقوه برای کاربری هایی از جمله آبیاری باغات و همچنین عامل کاهش بار بر سیستم های تصفیه فاضلاب تاکید نموده است.

**کلمات کلیدی:** آب خاکستری، استفاده مجدد، توسعه پایدار اکولوژیکی

### ۱-۱. مقدمه:

بازیابی فاضلاب به جهت موارد گسترده ای در سراسر جهان شامل بر افزایش دسترسی به آب، مقابله با کمبود آب و خشکسالی و حمایت از بهداشت عمومی و محیط مورد توجه گرفته است. افزایش نیاز آبی در دنیا بواسطه رشد فزاینده جمعیت پایدار بوده که این امر موجبات افزایش تولید فاضلاب را نیز فراهم می سازد. در نتیجه فاضلاب اگر بازیابی شود می تواند به منبعی مهم از آب بدل شود که قادر است بخشی بالقوه فقدان و کمبود آب شیرین در هر جایی را بر طرف نماید.



در سراسر دنیا معمولترین کاربرد فاضلاب بازیابی شده آبیاری محصولات کشاورزی است. هرچند گزینه هایی مانند استفاده صنعتی و استفاده شهری و محیط زیستی مورد توجه قرار گرفته است. منابع بالقوه فاضلاب شناسایی شده برای استفاده مجدد در شهرها عبارت از فاضلاب یا هرز آبها، آب خاکستری، و آب باران می باشند. در جاییکه منظور از آب خاکستری فاضلاب خانگی به استثنای سیفون سرویس بهداشتی می باشد. در برخی موارد مخلوط آب باران و آب خاکستری و همچنین آب خاکستری روشن که شامل بر آب خروجی از حمام می باشد مورد استفاده قرار گرفته اند [۲۰]. در ادامه مفهوم آب خاکستری ارائه شده است.

## ۱.۲. مفهوم آب خاکستری

فاضلاب خانگی می تواند به دو طبقه بندی تقسیم شود. که عبارتند از آب سیاه که از توالت ها منشا یافته و آلوده به کالیفرم های روده ای می باشد و بطور معمول دارای غلظت بالایی از مواد آلی است. و آب خاکستری که از حمام ها و لانداری ها منشا یافته و بخش عمده فاضلاب را تشکیل می دهند. در اصطلاح عمومی آب خاکستری اشاره به فاضلاب خانگی تصفیه نشده دارد که با زائادات سرویس بهداشتی یا توالت آلوده نشده است. و شامل بر آب ناشی از وان حمام، دوش ها، دستشویی ها، لانداری تیوب ها، زائادات کف و ماشین های لباس شویی می باشند. آب خاکستری زائادات ناشی از سینک های آشپزخانه، واحدهای دفع آشغال یا ظرفشویی ها را شامل نمی شود. این نمونه از فاضلاب به این سبب آب خاکستری نامیده می شود که اگر برای مدت زمان حتی کوتاه ماند شود رنگ آن به خاکستری تغییر می کند. منابع و تعاریف دقیق آب خاکستری بسته به کشورها و سازمان ها متغیر است. و برخی تعاریف پساب ناشی از آشپزخانه و ظرفشویی را شامل آب خاکستری در نظر می گیرند [۲۱] در خصوص مطالعات انجام شده در زمینه آب خاکستری Eklund and Tegelberg 2010 در مطالعه ای مورد ی در اوگانگو در بورکینافاسو در آفریقا سیستم های با مقیاس کوچک برای بازیابی و دفع آب خاکستری را مورد بررسی قرار دادند [۱].

Pidou et al 2005 در مقاله ای مروری گزینه های تصفیه و کاربردهای آب خاکستری را مورد بررسی قرار داده اند [۲]. WHO2006 گزارشی تحت عنوان مروری اجمالی بر مدیریت آب خاکستری را ارائه داده است [۳]. Imhof et al 2005 تصفیه آب خاکستری در سطح خانوارها در کشورهای در حال توسعه را مورد بررسی قرار داده اند [۴]. Ayoup and Ghrair 2011 پژوهشی تحت عنوان سیستم های فیلتراسیون آب خاکستری برای یک فرهنگ پایدار آب در کشور اردن به انجام رسانده اند [۵]. Association of Rainwater Harvesting and Water Utilization 2007 گزارشی در خصوص بازیابی و استفاده مجدد از آب خاکستری را ارائه داده است [۶]. Cartone et al 2017 تجزیه و تحلیل فضایی آب خاکستری در مزارع تولید غله در ایتالیا را به انجام رسانده اند [۷]. Incera et al 2017 الگوهای بین المللی آلودگی آب را در راستای آنالیز ساختار تجزیه مورد بررسی قرار داده اند [۸]. Gerbens et al 2017 ردپای آب آبی و خاکستری را در مواد ساخت و ساز مورد بررسی قرار داده اند [۹]. Wanjiru and Xia 2017 مدیریت بهینه آب و انرژی در ساختمان های شهری را در راستای بازیابی آب خاکستری مورد بررسی قرار دادند [۱۰]. Liu et al 2017 ارزیابی بهبود ردپای آب را با توضیحی بر زراعت ذرت در مقیاس جهانی به انجام رسانده اند [۱۱]. Lavagnolo 2016 استفاده از گیاهان روغنی در تصفیه گیاهی آب خاکستری و آب زرد ناشی از جداسازی منبع فاضلاب را مورد بررسی قرار داده اند [۱۲]. Ayoup et al 2016 تاثیر آب خاکستری را بر خواص فیزیکی و مکانیکی مخلوط های ساروج و بتن مورد بررسی قرار دادند [۱۳].

## ۲. کمیت آب خاکستری تولید شده بوسیله خانوارها



مقدار آب خاکستری تولید شده بوسیله خانوارها بطور گسترده ای بر مبنای پویایی خانوار متغیر بوده و بوسیله فاکتورهایی از جمله شمار ساکنین، توزیع سنی ساکنین، ویژگی ها و شیوه زندگی، الگوهای مصرف آب، قیمت و ارزش آب و آب و هوا تحت تاثیر قرار می گیرد. برخی از مطالعات انجام گرفته در شهرهای بزرگ در کشورهای مختلف به میانگین جریان فاضلاب در حدود ۵۸۶ لیتر در هر روز برای هر خانوار دست یافته اند (جدول ۱).

جدول ۱: درصد تقریبی فاضلاب تولید شده بوسیله خانور

نوع یا تیپ فاضلاب	کل فاضلاب		کل پساب خاکستری	
	کل به درصد	لیتر در روز	کل به درصد	لیتر در روز
توالت	۳۲,۰	۱۸۶,۰	-	-
دستشویی	۵,۰	۲۸,۰	۸,۰	۲۸,۰
حمام/دوش	۳۳,۰	۱۹۳,۰	۵۴,۰	۱۹۳,۰
آشپزخانه	۷,۰	۴۴,۰	-	-
لاندری	۲۳,۰	۱۳۵,۰	۳۸,۰	۱۳۵,۰
کل	۱۰۰,۰	۵۸۶,۰	۱۰۰,۰	۳۵۶,۰

و چنانچه در جدول ۱ نشان داده شده است. آب خاکستری ۶۱ درصد کل جریان فاضلاب را تشکیل می دهد. این امر نشان دهنده یک منبع مهم آب است که می تواند با یک اندیشه محیط زیستی مسولانه بر طبق اصول توسعه پایدار اکولوژیکی مدیریت شود. شیوه ای که بهداشت و سلامت انسان را به خطر نیانداخته و هم زمان پایداری تامین آب را نیز در نظر می گیرد [2 و 3 و 4].

### ۳. اهمیت بازیابی آب خاکستری

بیشتر فاضلاب تولیدی روزانه را آب خاکستری تشکیل می دهد. حجم کلی تولید بالقوه آب خاکستری در هر روز برای میانگین خانوارها در کشورهای مختلف ۳۶۵ لیتر است. که این در واقع ۶۰ درصد کل فاضلاب تولید شده را تشکیل می دهد. فاضلاب خاکستری می تواند جهت اهداف مختلف مورد استفاده قرار گیرد. کاربری هایی مانند آبیاری باغچه ها، موارد استفاده تزئینی در فواره ها و آبشارها، باغداری، آبیاری چمن و همچنین برای شستشوی ماشین و سیفون سرویس های بهداشتی مورد استفاده قرار گیرد. بازیابی پساب خاکستری منابع آبی را مورد استفاده قرار می دهد که در غیر اینصورت می بایست بصورت فاضلاب دفع شوند. لذا در نتیجه این استفاده مجدد، منابع آب شیرین آشامیدنی حفظ می شوند چرا که این امر آب را قادر می سازد که در اکوسیستم های طبیعی باقی بماند. استفاده مجدد از آب خاکستری منجر به حفظ سرمایه صرف شده بوسیله مسئولین تامین آب می گردد. چنانچه جریان فاضلاب را کاهش داده و نیاز عمومی به تامین آب



آشامیدنی را کاهش می دهد. از طریق استفاده مجدد از آب خاکستری بار موجود بر سیستم های دفع پساب کاهش یافته و هزینه ای که برای بهبود سرمایه و افزایش آن بکار رفته و برای بهبود و گسترش سیستم ضروری است به تاخیر می افتد. برای مثال سیستم فاضلاب در بیشتر شهرهای استرالیا فرسوده بوده و در بسیاری مناطق تحت بار بیش از حد می باشد. و این مشکل چنانچه جمعیت کشور در حال افزایش است. بدتر می شود. بدینسان جایگزین های سیستم سنتی مانند بازیابی آب خاکستری می بایست مورد بررسی قرار گیرد [۵و۴].

#### ۴. کیفیت آب خاکستری

کمیت آب خاکستری در بین خانوارها و حتی در درون آنها روزانه وابسته به فعالیت های ساکنین خانه متغیر است. بعلاوه کیفیت آب خاکستری بسته به منبع آب تغییر می کند. برای بیشتر خانوارها پساب خاکستری شامل بر صابون، شامپو، خمیر دندان، کرم شیو، شوینده های لاندری، چربی های بدن و مو، زائادات، روغن ها یا گریس ها، چربی ها، مواد شیمیایی ناشی از صابون ها، شامپو ها و لوازم آرایشی و ادرار می باشد. مهمترین آلاینده های آب خاکستری شوینده های لاندری بویژه آنهایی که دارای میزان سدیم بالا می باشند هستند. آب خاکستری همچنین شامل بر باکتری ها، انگل ها و ویروس ها می باشد که از بدن و البسه شسته شده اند می باشد [۵و۴].

#### ۴.۱. کیفیت شیمیایی

پساب خاکستری شامل بر مقادیر قابل توجهی از مواد مغذی (جدول ۲) بویژه نیتروژن و فسفر می باشد. یک حجم میانگین از پساب خاکستری (۳۵۶ لیتر در روز) بطور تقریبی ۴۵ گرم نیتروژن و ۳ گرم فسفر در هر روز را شامل می شود. و اگر بطور مناسبی مدیریت نشود. این مواد مغذی می توانند سودمند باشند. چنانچه کاهش مقدار کودهای تجاری برای باغات و چمن ها ضروری است.

آلاینده های شیمیایی که در آب خاکستری حاصل از حمام ناشی می شوند از شامپو، رنگهای مو، خمیر دندان و پاک کننده های شیمیایی منشا می یابند. آب لاندری ها حاوی بالاترین میزان غلظت پودر های صابونی و چرک لباس ها دارای (سدیم، فسفر، بور، آمونیاک، نیتروژن) بوده و غنی از مواد جامد معلق، کرک و پرز، کدورت و نیاز به اکسیژن می باشند. و اگر بصورت تصفیه نشده مورد استفاده قرار گیرند نه تنها منجر به تخریب محیط زیست می گردند بلکه می توانند بهداشت عمومی را نیز با خطر مواجه سازند [۵و۴].

جدول ۲. ویژگی های فیزیکی شیمیایی آب خاکستری

پارامتر	واحد	رنج آب خاکستری
جامدات معلق	Mg/l	45-330
کدورت	NTU	22-200
BOD <sub>5</sub>	mg/L	90-290
نیتريت	mg/L	< 0.1-0.8
آمونیاک	mg/L	< 0.1-25.4
نیتروژن کل کجداال	mg/L	2.1-31.5

فسفر کل	mg/L	0.6-27.3
سولفات	mg/L	7.9-110
pH	-----	6.6-8.7
هدایت الکتریکی	mS/cm	325-1140
سدیم	mg/L	29-230

#### ۴،۲. کیفیت بیولوژیکی

کیفیت میکروبی آب خاکستری وابسته به حضور آلودگی مدفوعی است. خطر اصلی ناشی از آب خاکستری از کروس کنتامینیشن مدفوعی منشأ می گیرد. هر چند مقوله زاندا ت توالت در تعریف آب خاکستری نیامده است ولیکن آلودگی در آن محدود به فعالیت هایی مانند لاندردی یا شستن رختهای آلوده به مدفوع ( برای مثال پوشک ها ) می شود. آلودگی مدفوعی با استفاده از گائیسیم های شاخص معمول مانند کالیفرم ها و enterococci اندازه گیری می شود. برخی مطالعات شمار بالایی از این گروه از ار گائیسیم ها را گزارش کرده اند. که نشان از آلودگی مدفوعی قابل توجه آب خاکستری دارد.

فاضلاب تولید شده از وان حمام ، دوش ها و دستشویی ها بعنوان کمتر آلوده ترین نوع از آب خاکستری مورد توجه قرار گرفته اند. غلظت کالیفرمی ترموتولرنت ارزیابی شده در آب دوش و حمام میزان کالیفرم در هر ۱۰۰ میلی لیتر را ۱۰<sup>۲</sup> تا ۱۰<sup>۵</sup> نشان می دهد. کیفیت آب خاکستری از آب شستشوی اول به آب شستشوی دوم تغییر می کند. بارهای کالیفرم ترموتولرنت از ۱۰<sup>۷</sup> کالیفرم در ۱۰۰ میلی لیتر زمانیکه لباس های کلفت و پرز دار شسته شدند تا ۲۵ کالیفرم در ۱۰۰ میلی لیتر برای دومین شستشو متغیر است. زمانیکه آب خاکستری برای شستشوی پوشکهایی که حاوی آلودگی مدفوعی هستند بکار می رود شمار کالیفرمها بشکل محسوسی افزایش می یابد. چنانچه بسیاری از مطالعات توصیه می کنند که آب مورد استفاده جهت شستشوی این البسه به دلیل دارا بودن مقدار بالای کالیفرمهای مدفوعی و پتانسیل بالای بیماری زایی مورد استفاده مجدد قرار نگیرد [۶۵]

#### ۱،۲،۴. شاخص های آلودگی مدفوعی در آب خاکستری

بیشترین گروه از شاخص های بی که بشکل گسترده ای مورد استفاده قرار می گیرند. اعضای گروه کالیفرم ها می باشند. چنانچه *enterococci* باکتریوفاژها و اسپور های باکتری های بی هوازی کاهش دهنده سولفات با تناوب بیشتری مورد استفاده قرار می گیرند.

#### ۱،۱،۲،۴. باکتری های کالیفرم

باکتری های کالیفرم شاخص های مدفوعی با استفاده گسترده هستند که نقش مهمی را در مدیریت آب بازی می کنند. (*Escherichia coli* (E. coli قابل اعتماد ترین شاخص مدفوعی نسبت به دیگر شاخص های مدفوعی از گروه های کالیفرم دیگر است .



#### ۲،۱،۲،۴. آنتروکوکوسی

آنتروکوکوسی (faecal streptococci) در مدفوع با تراکمی برابر با  $10^5$  تا  $10^7$  cfu حضور دارند این باکتری ها نسبت به استرس های محیطی بیشتر بردبار بوده و همچنین بعنوان شاخصی جهت اثبات حضور ویروس های روده ای مورد پیشنهاد قرار گرفته اند.

#### ۳،۱،۲،۴. باکتریوفاژها

باکتریوفاژها ویروس هایی هستند که سلول های باکتریایی میزبان را مبتلا کرده و برای انسان بی ضرر هستند. بسیاری ویروس های روده ای در محیط زیست و علاوه در مقابل روش های مختلف تصفیه مقاوم می باشند. بنابراین باکتریوفاژها بعنوان ارگانسیم های شاخص جهت پیش بینی حضور و رفتار ویروس های روده ای در محیط زیست مورد پیشنهاد قرار گرفته اند.

#### ۴،۱،۲،۴. اسپورهای باکتری های بی هوازی کاهنده سولفات

در این باکتری ها تسلط با اسپورهای *Clostridium perfringens* است. که در مواد مدفوعی انسان و حیوان وجود دارد. اسپورها برای دوره زمانی طولانی در آب زنده مانده و می توانند نشانه ای بر آلودگی مدفوعی متناوب باشند [۲].

#### ۵. تکنولوژی های تصفیه آب خاکستری

رویکردهای تصفیه آب خاکستری دامنه ای از دستگاههای ساده با قیمت ارزان که آب خاکستری را مستقیماً جهت کاربری هایی مانند سیفون سرویس بهداشتی و آبیاری باغات هدایت می کنند و فرآیندهای بسیار پیچیده، گران قیمت و پیشرفته شامل بر ترکیبی از تانک های ته نشینی، راکتورهای بیولوژیکی، فیلترها، پمپها و واحدهای گندزدایی را در بر می گیرد. چندین راه برای تصفیه آب خاکستری وجود دارد. که منجر به تولید آب ایمن و بهداشتی برای استفاده مجدد می شوند. متداول ترین مقدار آب خاکستری بطور معمول از حمام ها، دوش ها و دست شویی ها منشأ می گیرد که معمولاً از آب خاکستری ناشی از آشپزخانه و ماشین های لباس شویی دارای آلودگی کمتری می باشند. لوله کشی جداگانه برای آب خاکستری پیش نیاز تمامی سیستم های تصفیه است.

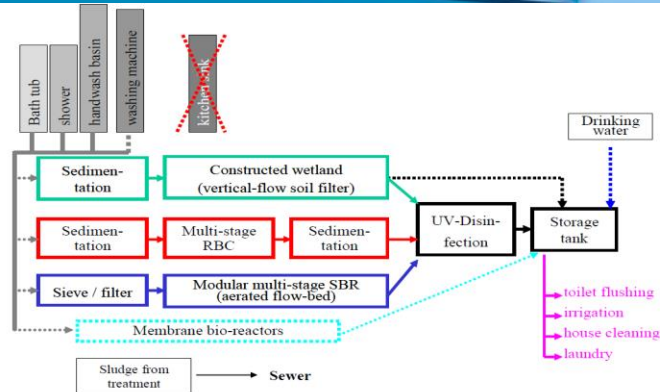
انتخاب تکنولوژی مناسب برای بازیابی آب خاکستری به چندین عامل وابسته است. که عبارتند از:

- مکان برنامه ریزی شده
- فضای در دسترس
- نیازهای استفاده کنندگان
- هزینه های سرمایه گذاری و تعمیر و نگهداری

یک روش عملی و اثر بخش برای بازیابی آب خاکستری شامل است بر:

- یک سیستم تصفیه اولیه / تانک بافرینگ
- یک عملیات تصفیه بیولوژیکی ثانویه
- گندزدایی با UV
- تانک ذخیره سازی و

پمپ بالابرنده [3و ۶]. شکل ۳



شکل ۳. حالت های مختلف تکنولوژی در تصفیه آب خاکستری در کشور آلمان را نشان می دهد.

#### ۶. نتیجه گیری:

مشکل رها سازی آب خاکستری یا پساب ناشی از آشپزخانه، حمام بدون انجام هیچگونه عمل تصفیه در محیط های شهری و پیش شهری یک مشکل معمول بویژه در کشورهای کم درآمد است. چنانچه زیر ساختها را تخریب نموده و بوا سطر تولید پشه ها و رشد پاتوژن ها به یک ریسک بهداشتی بدل می گردد. در مناطق کم آب سیستم های دفع اکولوژیکی بهداشتی آب خاکستری که آب خاکستری را جهت رشد گیاهان بکار برده. مورد استفاد مجدد قرار داده و بنابراین روش های دفع ایمن تر را پیشنهاد داده و می توانند منجر به کاهش استرس آبی و افزایش امنیت غذایی گردند [۱]. در این مقاله بر ویژگی های فیزیکی شیمیایی و ضرورت تصفیه و بازیابی آب خاکستری تاکید شد. لذا در انتها سودمندی های ناشی از بازیابی آب خاکستری را می توان در قالب موارد زیر برشمرد [۳].

- بازیابی آب خاکستری آب را حفظ کرده چرا که نیاز به تولید آب آشامیدنی شیرین با کیفیت بالا برای مصارفی که نیازی به آب با این کیفیت ندارند را کاهش می دهد.
- تصفیه آب خاکستری در محل، حجم فاضلاب ارسالی جهت روش های تصفیه فاضلاب و سپتیک که به مراتب گرانتر هستند را کاهش می دهد.
- آب خاکستری یک منبع بسیار ارزشمند برای کاشت و رشد گیاهان بویژه در آب و هوای خشک است.
- آب خاکستری غنی از فسفر، پتاسیم و نیتروژن بوده و این امر آنرا بدل به یک منبع خوب غذایی و کود برای آبیاری می کند.
- سیستم های تصفیه آب خاکستری متمرکز مصرف آب شیرین تازه برای انتقال و تصفیه فاضلاب را کاهش می دهند.
- استفاده از آب خاکستری برای آبیاری مواد غذایی را از جریان زائدات وارد زنجیره غذایی خشکی کرده بجای آنکه مانند سیستم های فاضلاب و سپتیک موجبات آلودگی آبهای سطحی و زیر زمینی را فراهم سازد.
- آب خاکستری برای سیستم های در مقیاس کوچک یا غیر متمرکز فاضلاب بسیار مناسب بوده و قابلیت این را دارد که در هر دو محیط های شهری و روستایی عملی گردد.

#### ۷. منابع و ماخذ:





- [۱]. Orianna Courtney Eklund Linda Tegelberg 2010, Small-scale Systems for Greywater Reuse and Disposal: A Case Study in Ouagadougou
- [۲]. Marc Pidou 1 Fayyaz Ali Memon 2 Tom Stephenson 1 Bruce Jefferson 1 Paul Jeffrey 1 2005, Greywater recycling: A review of treatment options and applications
- [۳]. WHO 2006, Overview of greywater management Health considerations
- [۴]. Imhof and Joëlle Mühlemann Antoine Morel 2005, greywater treatment on household level in developing countries – a state of the art review
- [۵]. Ayup Ghair 2011, Greywater Filtration systems For a sustainable water culture
- [۶]. Association for Rainwater Harvesting and Water Utilisation 2007, Greywater Recycling and Reuse
- [۷]. A. Cartone N. Casolani L. Liberatore P. Postiglione 2017 Spatial analysis of grey water in Italian cereal crops production
- [۸]. André Carrascal Incera, b, , André F.T. Avelino, , Alberto Franco Solís 2017, Gray water and environmental externalities: International patterns of water pollution through a structural decomposition analysis
- [۹]. P.W. Gerbens-Leenes, , A.Y. Hoekstra, c, , R. Bosman 2017, The blue and grey water footprint of construction materials: Steel, cement and glass
- [۱۰]. Evan Wanjiru Xiaohua Xia 2017, Optimal energy-water management in urban residential buildings through grey water recycling
- [۱۱]. Wenfeng Liu Marta Antonella Xingcai Liuc Hong Yangab 2017, Towards improvement of grey water footprint assessment: With an illustration for global maize cultivation
- [۱۲]. Maria Cristina Lavagnolo 1 Mario Malagoli 2 Luca Alibardi 1 Francesco Garbo 1 Alberto Pivato 1 Raffaello Cossu 1 2016, Use of oleaginous plants in phytotreatment of grey water and yellow water from source separation of sewage
- [۱۳]. Ayup M. Ghair A. Othman A. Al-Mashaqbeha Mohmd K. Sarirehb Nedal Al-Kouza Mahmoud Farfouraa Sharon B. Megdalc 2016, Influence of grey water on physical and mechanical properties of mortar and concrete mixes