



کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران

دانشگاه تهران، تهران

۲۶ و ۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۵

1039P-NWWCE

**بررسی کیفیت پساب تصفیه خانه فاضلاب دانشگاه بیرجند به منظور استفاده**

**مجدد در کشاورزی**

**علی شهیدی<sup>۱\*</sup>، سپیده دولت آبادی<sup>۲</sup>**

۱- دانشیار گروه علوم و مهندسی آب، دانشگاه بیرجند

۲- دانشجوی دکتری، گروه علوم و مهندسی منابع آب، دانشگاه بیرجند

\*ashahidi@birjand.ac.ir

### خلاصه

محدودیت منابع آب و تامین غذای جمعیت رو به فزون در سال‌های اخیر، سبب شده استفاده مجدد از پساب‌ها، قسمتی از آب‌های نامتعارف کشور، به عنوان یک راه‌حل منطقی توسعه منابع آب در آینده و منبعی با ارزش در جهت افزایش میزان تولیدات بخش کشاورزی که مهمترین مصرف‌کننده آب‌های شیرین می‌باشد مطرح گردد. بنابراین به منظور حفظ بهداشت عمومی، جلوگیری از ورود آلاینده‌ها به منابع آب، آلوده شدن خاک و محصولات کشاورزی لازم است استفاده مجدد بصورت برنامه ریزی شده و مدبرانه همراه با کنترل کیفی پساب در مبدأ صورت گیرد. استان خراسان جنوبی با میانگین ۱۲۰ میلی متر بارندگی و ۲۷۰۰۰ میلیمتر تبخیر سالیانه جزو مناطق خشک کشور بوده لذا استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه شده در این استان خصوصا برای کشاورزی ضروری به نظر می‌رسد. این پژوهش به بررسی کیفیت پساب تصفیه خانه فاضلاب دانشگاه بیرجند و قابلیت استفاده از آن در کشاورزی می‌پردازد. مقایسه میانگین پارامترهای هدایت الکتریکی، اسیدیته، TDS، COD، BOD<sub>5</sub> و TSS و غلظت فلزات سنگین کادمیوم، سرب، روی و مس با استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست نشان داد که پساب فوق محدودیتی برای استفاده در بخش کشاورزی ندارد.

**کلمات کلیدی:** تصفیه خانه فاضلاب دانشگاه بیرجند، استفاده مجدد، پساب، کشاورزی.

### ۱. مقدمه

محدودیت منابع آب، نوسانات اقلیمی، افزایش جمعیت و توزیع نامتوازن آب در بسیاری از کشورهای خشک و نیمه خشک نظیر ایران، مدیران و برنامه‌ریزان آب را در اندیشه فراهم کردن منابع آب جدید جهت دستیابی به توسعه پایدار واداشته است. منابعی که هم اقتصادی و هم در توسعه کشاورزی موثر باشند. چنین شرایطی باعث شده استفاده از آب‌های نامتعارف از جمله پساب تصفیه خانه‌های فاضلاب که زمانی به عنوان یک منبع آلودگی تلقی می‌گردیدند، هم اکنون به عنوان یک منبع جدید تامین آب در جهان مطرح شوند. از این رو، استفاده از پساب‌های تصفیه شده در بخش‌های مختلف به خصوص در بخش کشاورزی که عمده مصرف آب را به خود اختصاص می‌دهد، مورد توجه جدی مسئولان قرار گرفته است. پیش‌بینی می‌شود در سال ۱۴۰۰ حجم آب برگشتی از بخش‌های مختلف مصرف ۳۳۵۹۴ میلیون متر مکعب باشد [۱] که در صورت مدیریت صحیح استفاده از آن می‌تواند بخش عمده‌ای از مشکلات مرتبط با بحران آب را در کشور برطرف سازد.

از طرفی کاشت گیاه مناسب در زمین‌هایی که با پساب تصفیه خانه آبیاری می‌شوند علاوه بر استفاده از عناصر غذایی موجود در فاضلاب که در افزایش محصولات کشاورزی و کاهش فرسایش خاک موثر است، فواید زیر را به طور کلی در مناطق مختلف دارا می‌باشد: تامین یک منبع آب قابل دسترسی و دائمی، کاهش هزینه‌های تصفیه، تامین بخشی از آب مورد نیاز کشاورزی و در نتیجه کاهش تقاضا برای استفاده از منابع طبیعی آب با کیفیت خوب و آزادسازی آن‌ها برای سایر مصارف، کاهش مصرف کودهای شیمیایی به واسطه وجود عناصر غذایی در فاضلاب و اثرات زیست

محیطی آن‌ها، اضافه کردن سطح زیرکشت و تولید بیشتر محصولات کشاورزی، حفاظت از آب‌های جاری پذیرنده و عدم تخلیه فاضلاب به آن‌ها، کاهش احتمالی انتقال الودگی از طریق آب‌های آلوده و توسعه بهداشت محیط.

به کارگیری پساب در بخش کشاورزی هر چند با مزایای زیادی توأم است اما به دلیل اینکه این گونه آب‌ها حاوی موادی مانند املاح، سدیم، کلسیم، بر، میکروارگانیزم‌های بیماری‌زا، و در برخی از شرایط فلزات سنگین و یا ترکیبات آلی و معدنی مضر دیگری می‌باشند کاربرد بدون برنامه‌ریزی آن‌ها می‌تواند تبعات زیست محیطی بسیار نامطلوبی را به بار بیاورد که جبران بسیاری از آن‌ها حداقل در کوتاه مدت امکان‌پذیر نخواهد بود. شور شدن خاک‌ها، تخریب ساختمان خاک، مسمومیت گیاهان و کاهش عملکرد آن‌ها، آلودگی منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی و شیوع بیماری‌ها نمونه‌های بارزی از این اثرات می‌باشند [۲].

در زمینه بررسی امکان استفاده از پساب تصفیه شده برای آبیاری و اثرات آن بر خاک و گیاه پژوهش‌های متعددی صورت گرفته است. کابوسی [۳] با مطالعه اثر میان مدت آبیاری با پساب تصفیه خانه فاضلاب بندرگز بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک به این نتیجه رسید که پساب خروجی از تصفیه خانه برای مصارف آبیاری مناسب می‌باشد. قاسمی و دانش [۴] با نمونه‌برداری از پساب خروجی تصفیه خانه شهر مشهد بیان کردند که براساس راهنمای آیرز و وستکات<sup>۱</sup>، می‌توان از آب این تصفیه خانه جهت آبیاری اراضی کشاورزی استفاده نمود. نتایج طرح مطالعاتی بلومنتال<sup>۲</sup>، به نقل از ماتا و کی تروتو<sup>۳</sup> [۵]، نشان داد که کاربرد فاضلاب در کشاورزی در صورت تصفیه به حد کافی، سبب شیوع بیماری‌های نماتد روده‌ای در میان کارگران مزارع و مصرف کنندگان محصولات نمی‌شود، مگر آنکه شرایط آب و هوایی و نوع آبیاری، شرایط را برای بقای تخم این گونه نماتدها فراهم سازد. علیزاده و همکاران [۶] در بیان نتایج تحقیقات خود اظهار داشتند که آبیاری ذرت با فاضلاب تصفیه شده شهر مشهد به مدت ۲ سال، کاهش ۱۵۶ درصدی ظرفیت نفوذپذیری خاک را در مقایسه با زمان قبل از آغاز تحقیق به دنبال داشته است. کاربرد فاضلاب شهری در یک خاک رسی توسط سینگ و آگراوال<sup>۴</sup> [۷] مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که استفاده از فاضلاب موجب بهبود وضعیت فیزیکی و شیمیایی و میزان مواد غذایی فسفر، نیتروژن و پتاسیم خاک گردید و بر شوری، قلیائیت و اسیدیته خاک اثر معنی‌داری نداشت.

در این مطالعه براساس پارامترهای کیفی پساب تصفیه خانه فاضلاب دانشگاه بیرجند و مقایسه آن با استانداردهای ایران به ارزیابی استفاده از پساب این تصفیه خانه جهت آبیاری محصولات کشاورزی پرداخته شده است تا از این طریق بتوان راهکارهای مدیریتی مناسب، صحیح و بهینه‌ای جهت استفاده از پساب این تصفیه خانه ارائه داد.

## ۲. مواد و روش‌ها

### ۲.۱. معرفی منطقه مورد مطالعه:

استان خراسان جنوبی (به مرکزیت شهرستان بیرجند) در شرق کشور با مساحت ۹۵۳۸۵ کیلومتر مربع بین طول‌های جغرافیایی ۳۲° ۵۷' تا ۵۰° ۶۱' شرقی و عرض‌های جغرافیایی ۳۱° ۳۰' تا ۱۵° ۳۴' شمالی قرار گرفته است. این استان از شمال به استان خراسان رضوی، از شرق به کشور افغانستان، از جنوب به استان سیستان و بلوچستان، از جنوب غربی با استان کرمان و از غرب با استان‌های یزد، اصفهان و سمنان همسایه است که این خود نشان‌دهنده اهمیت استراتژیک استان از نظر مرزی و امنیتی می‌باشد. شکل (۱) موقعیت استان خراسان جنوبی و شهرستان بیرجند را نسبت به استان‌های همجوار و مرز نشان می‌دهد.

<sup>1</sup> Ayers and Westcot

<sup>2</sup> Blumenthal

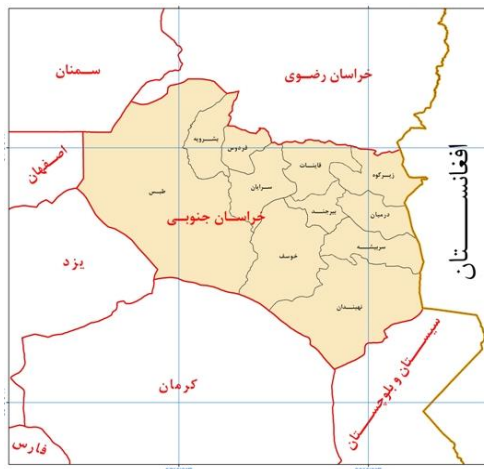
<sup>3</sup> Fatta and Kythreotou

<sup>4</sup> Singh and Agrawal

## کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران

دانشگاه تهران، تهران

۲۶ و ۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۵



شکل ۱- موقعیت استان خراسان جنوبی نسبت به استان های همجوار و مرز

پردیس شوکت آباد، بزرگترین پردیس و سایت اصلی دانشگاه بیرجند است که در ۵۹ درجه و ۱۷ دقیقه طول جغرافیایی و ۳۲ درجه و ۵۰ دقیقه عرض جغرافیایی در محور جاده بیرجند- زاهدان واقع شده است. سازمان مرکزی و معاونت های اداری، دانشکده ها (به جز دانشکده کشاورزی) و هم چنین مجموعه های خوابگاهی، مذهبی، ورزشی و رفاهی در این پردیس قرار دارند. فاضلاب تولیدی این مجموعه به تصفیه خانه دانشگاه واقع در ضلع شمال غربی پردیس هدایت می شود و دانشگاه قصد دارد پساب تصفیه خانه فاضلاب را برای آبیاری محصولات کشاورزی و فضای سبز به مصرف برساند. شکل (۲) موقعیت تصفیه خانه را در پردیس شوکت آباد به همراه نمایی از بخش های مختلف تصفیه خانه نشان می دهد. واحدهای تصفیه خانه شامل آشغالگیر، چربی گیر، حوض بی هوازی، حوض هواهی، حوضچه ته نشین لجن، واحد کلرزنی و اتاکنک پمپاژ هستند که در حال حاضر واحد کلرزنی مجموعه بلا استفاده می باشد. بخش عمده پساب خروجی در فاصله چند متری از مکان تصفیه خانه، جهت آبیاری درختان کاج ورودی مجموعه پردیس مورد استفاده قرار می گیرد. بخش دیگری از پساب نیز متأسفانه بدون استفاده در زمین های بایر دانشگاه رها می شود.



شکل ۲- تصویر ماهواره ای موقعیت تصفیه خانه در پردیس به همراه نمایی از قسمت های مختلف تصفیه خانه

به منظور استفاده از پساب در زمینه های مختلف، استانداردهای گوناگونی توسط سازمان های جهانی از جمله سازمان بهداشت جهانی (WHO<sup>۱</sup>)، آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا (EPA<sup>۲</sup>) و سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (FAO<sup>۳</sup>) ارائه شده است. در کشور ما نیز استانداردهای استفاده مجدد از پساب توسط سازمان حفاظت محیط زیست در سه بخش تخلیه پساب به آب های سطحی، تخلیه به چاه های جاذب و

<sup>1</sup> World Health Organization

<sup>2</sup> US Environmental Protection Agency

<sup>3</sup> Food and Agriculture Organization of the United Nations

مصارف کشاورزی تدوین شده است. در نهایت تصمیم‌گیری در مورد قابلیت استفاده از پساب در زمینه مورد نظر با مقایسه نتایج به دست آمده از آزمایشات با استانداردها امکان پذیر خواهد بود. لذا با توجه به پتانسیل بالای مجموعه در تولید پساب و اهداف دانشگاه جهت استفاده از این منبع عظیم در کشاورزی و فضای سبز، پساب حاصل باید استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست کشور را برای مصارف کشاورزی تامین نماید. بنابراین جهت ارزیابی کیفی پساب تصفیه شده برای مصارف کشاورزی پارامترهای زیر در نظر گرفته شدند:

۱- هدایت الکتریکی (EC): هدایت الکتریکی یا شوری یکی از مهم‌ترین پارامترها در ارزیابی کیفیت پساب برای استفاده در آبیاری محصولات کشاورزی است [۸].

۲- فلزات سنگین: فلزات سنگین، گروه خاصی از عناصر سنگین هستند که اگر گیاه آن را در خود ذخیره کند، خطرات بهداشتی قابل ملاحظه‌ای خواهد داشت [۹]. در تحقیق حاضر، به منظور ارزیابی کیفیت پساب از نقطه نظر غلظت فلزات سنگین، مقدار ۴ عنصر روی، مس، سرب و کادمیوم، مورد بررسی قرار گرفت.

۳- اسیدیته (pH)

۴- غلظت کل مواد محلول (TDS): نمک‌های محلول در آب با شوری خاک در ارتباط هستند و رشد گیاه، عملکرد و کیفیت محصولات از کل نمک‌های محلول در آب اثر می‌پذیرد.

۵- اکسیژن مورد نیاز زیست شیمیایی ۵ روزه ( $BOD_5$ ): نشان‌دهنده درجه آلودگی آب با فاضلاب است.  $BOD$  بنا به تعریف عبارت است از مقدار میلی گرم اکسیژنی که لازم است تا در پنج روز نخست، باکتری‌های هوازی، مواد آلی موجود در یک لیتر فاضلاب را در گرمای 20 درجه سانتیگراد اکسید نمایند [۱۰].

۶- اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (COD): از ارزش‌های تعیین درجه آلودگی فاضلاب است [۱۰]. بنا به تعریف عبارت است از مقدار اکسیژن متناسب برای تجزیه و تثبیت شیمیایی مواد آلی.

۷- کل مواد جامد معلق (TSS): معرف مواد معلق موجود در فاضلاب می باشد.

### ۳. نتایج و بحث

پساب خروجی تصفیه خانه دانشگاه تقریباً هر ۲ ماه مورد آزمایش قرار می‌گیرد. میانگین پارامترهای کیفی هدایت الکتریکی، فلزات سنگین، اسیدیته، غلظت کل مواد محلول،  $BOD_5$ ، COD و TSS در بازه زمانی ۹۲-۹۰ در جدول ۱ جهت تصمیم‌گیری در مورد قابلیت استفاده از آن در کشاورزی با استانداردهای ارائه شده توسط سازمان محیط زیست ایران مقایسه شده است.

جدول ۱- مقایسه کیفیت پساب تصفیه خانه فاضلاب دانشگاه بیرجند با استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست ایران در مورد استفاده مجدد در کشاورزی

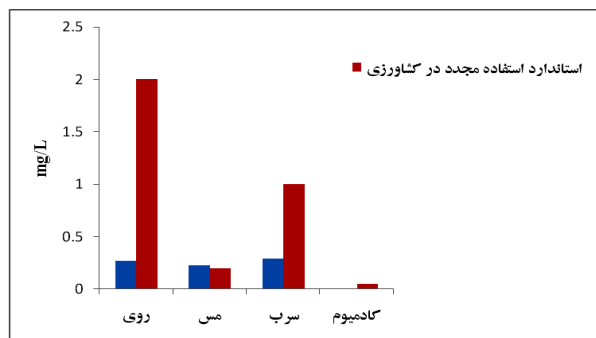
پارامتر	واحد	میانگین نتایج پساب خروجی		
		۱۳۹۲	۱۳۹۱	۱۳۹۰
EC	ds/m	۲/۴۸	۲/۶۹	۲/۶۳
روی	mg/L	۰/۵۷	<۰/۱	<۰/۱
مس	mg/L	۰/۲۹	۰/۱۶	۰/۱۵
سرب	mg/L	۰/۳۱	۰/۲۵	<۰/۱
کادمیوم	mg/L	ناچیز	ناچیز	<۰/۱
pH	-	۷/۴۰	۷/۳۲	۷/۳۵
TDS	mg/L	۱۷۵۰	۱۷۲۱/۱۷	۱۶۳۴/۲۵
$BOD_5$	mg/L	۵۲/۹۸	۱۹/۹۸	۹/۲۵
COD	mg/L	۱۰۸/۶۳	۲۸/۱۲	۱۱/۶۳
TSS	mg/L	۲۶/۵۷	۳۷/۱۳	۳۹/۳

## کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران

دانشگاه تهران، تهران

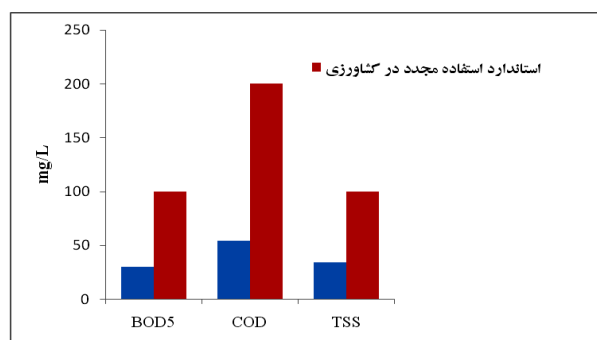
۲۶ و ۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۵

این ارزیابی نمایان می‌سازد که پساب مذکور به جز غلظت مس در سال ۹۲، با استانداردهای سازمان محیط زیست مطابقت دارد. مقایسه میانگین مقادیر اندازه‌گیری تعدادی از پارامترهای کیفی در بازه زمانی ۹۰-۹۲ با استاندارد سازمان محیط زیست ایران در شکل‌های ۳ و ۴ نشان داده شده‌اند.



شکل ۳- نمودار مقایسه میانگین مقادیر فلزات سنگین (روی، مس، سرب و کادمیوم) در بازه زمانی ۹۰-۹۲ با استانداردهای سازمان محیط زیست در مورد استفاده مجدد در کشاورزی و آبیاری

با توجه به جدول ۱ و شکل ۳، در صورت رشد صعودی غلظت مس در اندازه‌گیری‌های آتی، بایستی اقدامات مناسب جهت تصفیه بیشتر و جلوگیری از تبعات منفی آن در نظر گرفته شود. زیرا استفاده از پساب حاوی مس با غلظت غیرمجاز در آبیاری باعث بروز مشکلاتی چون سردردهای میگرنی، جوش و آکنه‌ها در آینده خواهد شد. بنابراین با رعایت کلیه موازین، کاربرد پساب تصفیه شده سایت پردیس شوکت آباد دانشگاه بیرجند جهت مصارف کشاورزی ممکن می‌باشد.



شکل ۴- نمودار مقایسه میانگین مقادیر BOD<sub>5</sub>، COD و TSS در بازه زمانی ۹۰-۹۲ با استانداردهای سازمان محیط زیست در مورد استفاده مجدد در کشاورزی و آبیاری

به طور کلی نوع فاضلاب مورد استفاده، میزان تصفیه، اقلیم منطقه و نوع خاک و گیاه نقش مهمی در چگونگی استفاده از فاضلاب دارد و به نظر می‌رسد که محصولات آبیاری شده با فاضلاب و همچنین خاک منطقه باید به صورت دوره‌ای مورد تجزیه شیمیایی قرار گیرند.

## ۴. نتیجه گیری

به مرور زمان و با افزایش نیاز آبی در بخش‌های مختلف از یک طرف و محدودیت منابع آب شیرین قابل دسترس از طرف دیگر موجب گردید تا فکر استفاده چندباره از یک آب بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته تا جایی که در پاره‌ای نقاط دنیا اجتناب ناپذیر گردد. امروزه استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه شده به عنوان یک منبع تامین کننده آب برای نیازهای کشاورزی، ارزاترین و قابل دسترس‌ترین روش برای کاهش یا حل مسائل کم آبی تلقی می‌شود. در حال حاضر استفاده مجدد از پساب جهت کشاورزی در کشورهای نظیر فلسطین اشغالی، افریقای جنوبی و آمریکا به عنوان یک پتانسیل



شرکت مهندسی آب و فاضلاب کنور

## کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران

دانشگاه تهران، تهران

۲۶ و ۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۵



دائمی و حساب شده در خدمت توسعه کشاورزی قرار دارد. با توجه به طیف گستره آلودگی های میکروبی و حضور عناصر سمی و سنگین در پساب ها، بایستی اندازه گیری پارامترهای مهم کیفی جهت استفاده از آن در کشاورزی به همراه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و محصولات آبیاری شده با پساب به صورت مرتب مورد پایش قرار بگیرند. در این مقاله قابلیت کاربرد پساب تصفیه خانه پردیس شوکت آباد دانشگاه بیرجند در کشاورزی از نقطه نظر پارامترهای هدایت الکتریکی، غلظت عناصر سنگین روی، مس، سرب، کادمیوم و اسیدیت، غلظت کل مواد محلول، اکسیژن مورد نیاز زیست شیمیایی، اکسیژن مورد نیاز شیمیایی و کل مواد جامد معلق در بازه زمانی ۹۲-۹۰ مورد بررسی قرار گرفت. به استثنای غلظت مس در سال ۹۲، کلیه پارامترهای یاد شده با استانداردهای سازمان محیط زیست جهت استفاده در کشاورزی مطابقت داشتند. با توجه به توسعه دانشگاه و کوی مسکونی پرسنل در آینده، حجم پساب تولیدی مجموعه بالا رفته و می توان با پایش مداوم و تجهیز و توسعه تصفیه خانه در جهت رسیدن به پساب با کیفیت بالاتر از این منبع عظیم جهت مصارفی چون آبیاری فضای سبز، کشاورزی، تفریحی و محیط زیستی استفاده نمود.

### ۵. قدردانی

بدین وسیله از همکاری و مساعدت معاونت محترم اداری و مالی و همچنین واحد نظارت بر اجرای طرح های عمرانی دانشگاه بیرجند تشکر می گردد.

### ۶. مراجع

۱. ثابت رفتار، ع. شانسهار، م. ج. حسینی فر، ع. (۱۳۸۰)، استفاده مجدد از پساب در ایران، نشریه پیام آب.
۲. دانش، ش. علیزاده، ا. (۱۳۸۷)، کاربرد پساب در کشاورزی، فرصت ها و چالش ها، اولین سمینار ملی جایگاه آب های بازیافتی و پساب در مدیریت منابع آب، مشهد، مهندسی مشاور سروآب.
۳. کابوسی، ک. (۱۳۹۳)، اثر میان مدت آبیاری با پساب تصفیه شده بر ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک (مطالعه موردی: تصفیه خانه فاضلاب شهر بندرگز)، نشریه مدیریت اراضی، جلد دوم، شماره ۲.
۴. قاسمی، س. ع. دانش، ش. (۱۳۹۱)، کاربرد پساب تصفیه خانه های فاضلاب در کشاورزی و ارزیابی پتانسیل آثار آن بر خاک و گیاهان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، سال ۱۶، شماره ۶۱، ص ۱۲۳-۱۰۹.

5. Fatta, D., & Kythreotou, N. (2005). Wastewater as Valuable Water Resource - Concerns, Constraints and Requirements Related to Reclamation, Recycling and Reuse. *IWA International Conference on Water Economics, Statistics, and Finance, Rethymno, Greece, July 8-10, 2005*.
6. Alizadeh, A. (2001). Using Reclaimed Municipal Wastewater for Irrigation of Corn. *International Workshop on Wastewater Reuse Management, ICID-CIID, Seoul, Korea, 2001, 147-154*.
7. Singh, A., & Agrawal, M. (2012). Effects of Waste Water Irrigation on Physical and Biochemical Characteristics of Soil and Metal Partitioning in *Beta vulgaris L. Agricultural Research*, 1(4): 379-391, DOI: 10.1007/s40003-012-0044-4.
8. World Health Organization. (2006). WHO guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater, Volume 2 of Wastewater use in agriculture. Geneva.
۹. عابدی، م. ج. نجفی، پ. (۱۳۸۰). "استفاده از فاضلاب تصفیه شده در کشاورزی"، وزارت نیرو، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.
۱۰. محمدی، پ. "استانداردها و تجارب استفاده از پساب برای آبیاری"، گروه کار اثرات زیست محیطی کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.