دومین کنفرانس بین المللی مطالعات بین رشته ای در مدیریت و مهندسی
۲۲ اسفند ۱۳۹۸ - دانشگاه تهران
2nd International Conference on Interdisciplinary Studies in Management and Engineering (ICISME- 2020)
12th March 2020 - University of Tehran

مدیریت استفاده از فاضلابهای شهری و صنعتی به منظور استفاده در کشاورزی همراه با ملاحظات زیست محیطی

محمدحسین بهرامی
کارشناس مسئول هماهنگی سرمایه‌گذاری، معاونت هماهنگی امور اقتصادی، استانداری کرمان
Email: mh_bahrami88@yahoo.com
نسرین سیاری
استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهیدباهنر کرمان
Email: na_sa@uk.ac.ir

چکیده

استفاده از پساب در کشاورزی علاوه بر تأمین بخش از آب مورد نیاز در کشاورزی، موجب صرفه‌جویی آب نیز می‌گردد. می‌توان همزمان با حفظ آب و استفاده مجدد از آن نیازهای زیست محیطی و جنبه‌های اقتصادی و اجتماعی را نیز تجربه نمود. وجود عناصر غذایی در پساب تصفیه‌خانه‌های فاضلابهای شهری و صنعتی مصرف کودهای شیمیایی را در بخش کشاورزی می‌کاهد. اگر چه استفاده از پساب و فاضلاب تصفیه شده دارای مزایای بسیاری می‌باشد ولی اگر با روش مناسب و برنامه‌ریزی و مدیریت صحیح استفاده نشود، می‌تواند اثرات زیست محیطی شدیدی را بر جای کذاشته و علاوه بر آن سلامتی انسانها را با شیوع بیماریها به خطر بیاندازد. به همین منظور، وجود آئین‌نامه‌ها و دستور کارهایی برای اطلاع از ویژگیهای کیفی فاضلاب تصفیه شده یا انواع دیگر پساب به منظور حفظ کیفیت مناسب محصول، حفاظت از محیط زیست و بهداشت جامعه، ضروری خواهد بود.

واژگان کلیدی: فاضلاب شهری، مسائل زیست محیطی، کشاورزی، صنعتی، تصفیه.

www.SID.ir

مقدمه

با توجه به نامناسب بودن پراکندگی زمانی و مکانی ریزشهای جوی در ایران و پایین بودن راندمان آبیاری در کشاورزی، آب به عنوان محدود کننده‌ترین عامل در تولیدات کشاورزی مطرح می‌باشد. همچنین با توجه به کمبود منابع آب در بسیاری از مناطق کشور و افزایش حجم فاضلابهای شهری، استفاده مجدد از آنها اجتناب ناپذیر می‌باشد. یکی از مهمترین موارد استفاده، کاربرد در آبیاری محصولات کشاورزی است. به همین منظور، وجود آئین‌نامه‌ها و دستور کارهایی برای اطلاع از ویژگیهای کیفی فاضلاب تصفیه شده یا انواع دیگر پساب به منظور حفظ کیفیت مناسب محصول، حفاظت از محیط زیست و بهداشت جامعه، ضروری خواهد بود.بررسی‌های اخیر استفاده مجدد آب نشان داده است که بهترین پروژه‌های استفاده مجدد از نظر امکان پذیری اقتصادی و مقبولیت عمومی، آنهایی هستند که آب احیاء شده را در مصارف آبیاری و صنعتی با آب آشامیدنی جایگزین نموده‌اند . مزایای عمده این جایگزینی ذخیره و حفظ منابع آب و کاهش آلودگی بوده است (Almas and Scholz, 2007). در حال حاضر کشاورزی در ایران نقش اساسی و حیاتی در اقتصاد ملی و تولید مواد غذایی دارد بطوریکه ۲۷/۹ درصد از تولید ناخالص داخلی، ۲۳ درصد از نیروی کار کشور و تأمین ۸۰ درصد از غذای کشور مرتبط با این بخش است. همچنین بیش از ۹۳ درصد حجم آب مصرفی ایران به بخش کشاورزی اختصاص دارد که با توجه به کاهش منابع آب شیرین و قرار گرفتن ایران در محدوده‌ی کشورهای در حال بحران آبی، به نظر میرسد اگر بتوان مصرف آب را در این بخش کنترل نمود، می‌توان بحران آبی پیش رو را کنترل کرد. برای حفظ منابع آبی در مناطق خشک که منبع تأمین آنها آب زیرزمینی می‌باشد باید برداشت آب از این منابع را کنترل نمود. استفاده از منابع آبهای نامتعارف در کشاورزی یکی از بحثهای روز جهان می‌باشد، فاضلابها به عنوان یکی از منابع آبهای نامتعارف مطرح هستند و استفاده از فاضلابها از مسائلی است که باید مد نظر قرار گیرد (زادهوش، ۱۳۷۵). بررسی‌های اخیر استفاده مجدد آب نشان داده است که بهترین پروژه‌های استفاده مجدد از نظر امکان پذیری اقتصادی و مقبولیت عمومی آنهایی هستند که آب احیاء شده را در مصارف آبیاری و صنعتی با آب آشامیدنی جایگزین نموده اند. مزایای عمده این جایگزینی، ذخیره و حفظ منابع آب و کاهش آلودگی بوده است (Asanoa and Cotruvob 2004). هدف کلی از استفاده مجدد از فاضلاب در کشاورزی، بهینه سازی و حفظ موجودیت منابع آب از طریق برگشت دادن جریان‌های فاضلاب به زمین و استفاده منطقی از منابع آب شیرین است. تجربه نشان داده است که وجود مقادیر قابل توجهی موادی مانند فسفات، پتاس و ازت در فاضلاب که همگی در باروری زمین‌های کشاورزی نقش با ارزشی دارند، در افزایش میزان محصولات مؤثر بوده است. از سوی دیگر به دلیل تأمین آب برای کشاورزی، زمین های جدیدی را می‌توان زیر کشت برد و این امر در کنترل مهاجرت روستاییان به شهرها نقش اساسی خواهد داشت (Naseri, 2008). در گذشته تمرکز اصلی روی هزینه اجرای طرحهای استفاده مجدد از آب بود و حتی فوائد غیرمستقیم و زیست محیطی برای این طرحها در نظر گرفته نمی‌شد. اما با گذشت زمان جنبه های زیست محیطی پررنگ تر شده و مطالعات مختلفی در این زمینه انجام شده است. آبیاری با پساب خطرات متعددی را برای محیط زیست بصورت آلودگی توسط مواد مغذی، نمکها مواد شیمیایی و فلزات سنگین ایجاد کرده است (قره خانی و سلیمانی، ۱۳۹۳). حدود ۴۰ درصد از مردم جهان از نبود سرویس بهداشتی مناسب رنج می‌برند که این مسئله منجر به بروز بیماریهایی می‌شود. در نتیجه اهمیت تصفیه پساب هم در بازیابی آب مصرفی در صنایع و سایر مصارف و هم در رفع مشکلات و مخاطرات زیست محیطی می‌باشد (آقایی و همکاران، ۱۳۹۷).

رفتارهای غیرمسئولانه و تخلیه فاضلاب خام در محیط زیست خطرات بهداشتی و زیست محیطی زیادی را به دنبال دارد . این درحالیست که به رغم تصویب قوانین مختلفبر لزوم تصفیه فاضلاب و سپس رهاسازی آن در محیط زیست، استفاده از فاضلاب خام و یا بسیار جزئی تصفیه شده در کشورهای در حال توسعه روند رو به رشدی دارد که این خود خبر از سطح پایین بینش زیست محیطی این کشورها می‌دهد (حسین پور بوری آبادی و همکاران، ۱۳۹۱). فاضلاب خام حاوی عوامل بیماری‌زای فراوانی

www.SID.ir

است، قبل از استفاده مجدد می‌بایست با تکنولوژی مناسبی تصفیه و در بخشهای مختلف مورد استفاده قرار گیرد. بنابراین به منظور سلامتی انسان و محیط زیست در هنگام استفاده مجدد از پساب، استانداردها و رهنمودهایی توسط سازمان بهداشت جهانی، آژانس حفاظت محیط زیست ایالات متحده آمریکا، سازمان حفاظت محیط زیست ایران، اتحادیه اروپا،...وضع شده است (رحیمی و همکاران ، ۲۰۰۸).

بر اساس پیش‌بینی‌های انجام گرفته در سال ۱۴۰۰ بیش از ۱۰ میلیارد مترمکعب آب در سال در بخش شرب شهری، روستایی و صنعت مصرف خواهد شد. با فرض ۶۰ تا ۷۰ درصد ضریب بازیافت این مصارف، حدود شش تا هفت میلیارد مترمکعب آب در سال قابل استفاده مجدد بوده و می‌تواند به‌طور مستقیم ظرفیت تأمین آب کشور برای مصارف کشاورزی و صنعت را افزایش دهد (مهردادی، ۱۳۷۸). بررسی‌ها نشان می‌دهد که در دنیا از فاضلاب تحت شرایط و استانداردهای خاصی برای مصارف مختلف استفاده می‌شود. اولویت های مصرف فاضلاب در دنیا بصورت زیر می‌باشد:

۱- وارد کردن فاضلاب تصفیه شده به مسیل‌های طبیعی پس از آنکه استانداردهای زیست محیطی در آن رعایت شده باشد. این امر به منظور حفظ تعادل در اکوسیستم‌های آبی صورت می‌گیرد.

۲- دفع فاضلاب در سطح اراضی به منظور نفوذ در خاک پس از آن که تصفیه شده و استانداردهای زیست محیطی را دارا باشد.

۳- استفاده از فاضلاب تصفیه شده در تغذیه آبخانهایی که توان خود پالایی را داشته و آب استحصال شده از آنها مورد استفاده شرب قرار نگیرد.

۴- استفاده از فاضلاب برای آبیاری درختان جنگلی

۵- استفاده از فاضلاب برای آبیاری مراتع

۶- استفاده از فاضلاب به صورت آبیاری کرتی برای محصولاتی که مورد استفاده دام قرار گیرد.

۷- استفاده از فاضلاب برای محصولاتی که مستقیما مورد استفاده انسان قرار نگیرد (موسوی و همکاران، ۱۳۹۲).

در گذشته، فاضلابهای شهری عمدتاً از طریق چاههای جذبی یا رها نمودن در آبهای سطحی و جاری دفع می‌شدند. این در شرایطی بود که این منابع توان پالایش طبیعی و خودپالایی در منطقه را با توجه به حجم سرانه‌ی بالای منابع آب سطحی و اراضی داشتند؛ اما افزایش جمعیت و تراکم در مناطق شهری باعث شد تا منابع خاک و آب پاسخگوی پالایش فاضلابها نبوده و بشر به فکر جمعآوری، دفع، تصفیه و یا استفاده مجدد از آنها بیفتد؛ بنابراین خدمات شهری برای جمعآوری فاضلاب نیز به میزان قابل توجهی افزایش و گسترش یافت (Hussain et al, 2002). در جدول (۱) حجم جمع آوری و تصفیه خانه های فاضلاب در کشور نشان داده شده است.

جدول ۱- حجم جمع آوری و تصفیه خانه های فاضلاب در کشور (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵)

سال	متوسط حجم فاضلاب جمع آوری شده (مترمکعب در شبانه روز)	تعداد تصفیه خانه های فاضلاب	درصد جمعیت تحت پوشش شبکه جمع آوری فاضلاب	حجم آب مصرفی (مترمکعب در روز)
۱۳۸۵	۱۹۳۸۸۹۸	۹۰	۲۷	۳۴۶۴۴۵۲
۱۳۹۰	۲۸۶۳۳۲۲	۱۳۷	۳۷	۳۹۰۰۷۲۷
۱۳۹۱	۳۰۲۱۲۹۱	۱۴۶	۳۹	۴۰۳۴۹۵۴
۱۳۹۲	۳۴۹۲۱۶۶	۱۵۰	۴۰	۴۲۳۶۰۰۹
۱۳۹۳	۳۸۴۸۰۱۳	۱۵۶	۴۲	۴۳۳۰۱۵۷
۱۳۹۴	۴۲۴۲۴۰۰	۱۶۴	۴۴	۴۴۴۵۰۰۰

www.SID.ir

انواع فاضلاب

فاضلاب از نظر منشاء تولید آن ممکن است خانگی، صنعتی، کشاورزی یا ترکیبی از آنها باشد. از نظر ویژگیهای فیزیکی شیمیایی و بیولوژیکی و قدرت آلایندگی فاضلابها به چهار دسته تقسیم می گردند: فاضلاب‌های ضعیف، فاضلاب‌های متوسط، فاضلاب‌های قوی و فاضلاب‌های خیلی قوی. اهمیت بهداشتی فاضلاب به عواملی نظیر وجود عوامل شیمیایی و عوامل بیماریزای زنده و مواد آلی متعفن که علاوه بر ایجاد بیماریهای مختلف موجب انتشار بوهای آزاردهنده و نازیبا شدن محیط نیز میگردد، بستگی دارد. عوامل باکتریایی نظیر ویبریو کلرا، سالمونلا تیفی، سالمونلا پاراتیفی، شیگلا، باسیل سیاه زخم، لپتوسپیرا، عوامل ویروسی نظیر انواعی از هپاتیتها، عوامل تک یاخته ای نظیر آمیب ژیاردیا و تخم انگلهای پریاخته‌ای نظیر کرم شلاقی، آسکاریس از طریق فاضلاب و لجن فاضلاب مصرف شده باعث ایجاد بیماری می‌شود. از نظر اقتصادی علاوه بر اینکه آب تبدیل شده به فاضلاب به خودی خود غیرقابل استفاده شده است، خود نیز باعث آلودگی منبع آب سطحی و زیرزمینی میشود و باتوجه به اینکه دسترسی به آب به عنوان منبع و ماده حیاتی محدود می باشد و با کمبود شدیدی که در جهان دارد در معرض تهدید قرار گرفته است .با توجه به مخاطرات بهداشتی و ملاحظات اقتصادی توجه به تولید، جمع آوری و بهسازی فاضلاب امری ضروری و اجتناب ناپذیر است .پرداختن به امر کم خطر نمودن فاضلاب و یا انجام اقداماتی در جهت کاهش میزان آلایندگی آن به منظور تخلیه آنها در محیط یا استفاده مجدد از فاضلاب، تصفیه فاضلاب نامیده می‌شود. اولویت های مصرف فاضلاب در دنیا بصورت زیر می باشد:

- بمنظور حفظ تعادل در اکوسیستم های آبی وارد کردن فاضلاب تصفیه شده به مسیل‌های طبیعی پس از آنکه استانداردهای زیست محیطی در آن رعایت شده باشد صورت می گیرد.
- دفع فاضلاب در سطح اراضی بمنظور نفوذ در خاک پس از آنکه تصفیه شده و استانداردهای زیست محیطی را دارا باشد.
- استفاده از فاضلاب تصفیه شده در تغذیه آبخانهائی که توان خود پالائی را داشته و آب استحصال شده از آنها مورد استفاده شرب قرار نگیرد.
- استفاده از فاضلاب برای آبیاری درختان جنگلی
- استفاده از فاضلاب برای آبیاری مراتع
- استفاده از فاضلاب بصورت آبیاری کرتی برای محصولاتی که مورد استفاده دام قرار گیرد.
- استفاده از فاضلاب برای محصولاتی که مستقیما مورد استفاده انسان قرار نگیرد.

استفاده از آب فاضلاب برای مدت طولانی مهمترین بحثی است که امروزه مورد توجه می‌باشد. دو نکته در این مورد باید مورد توجه قرار گیرد . اول مشکلات بالقوه ایجاد شده در اثر افزایش سدیم و شوری و مشکل دوم مواد مغذی اضافی یا عدم تعادل در مواد غذایی می‌باشند (موسوی و همکاران، ۱۳۹۲).

در کشور بنا به گزارش شایگان و افشاری (۱۳۸۳) از میزان ۳/۹ میلیارد مترمکعب فاضلاب شهری، تنها ۹ درصد تصفیه و بقیه بدون تصفیه وارد چاههای جذبی، رودخانه‌ها و زمین کشاورزی می‌شود. بنابراین با توجه به کمبود آب و حجم عظیم فاضلاب‌های تولیدی در مناطق مختلف جهان نیاز به یک روش مناسب تصفیه فاضلاب ضرورت می‌آید که از لحاظ اقتصادی و کارایی قابل توجیه باشد. این در حالی است که بررسیها نشان میدهند تخلیه فاضلاب در خاک یکی از بهترین دفع فاضلاب است (موسوی و همکاران، ۱۳۹۲).

استانداردهای استفاده از فاضلاب در کشاورزی

استانداردهای فاضلاب برای استفاده مجدد در کشورهای مختلف متفاوت است. مثلا در کشورهای اروپائی و آمریکائی در استفاده از فاضلاب برای زراعت‌های غیرخوراکی باید تصفیه ثانویه و ضدعفونی صورت گیرد .در استفاده برای محصولات خوراکی به ویژه مواردی که خام مصرف می‌شود فاضلاب باید تصفیه سوم شده و پس از زلال سازی و ضدعفونی مورد استفاده قرار گیرد .

www.SID.ir

قابل توجه است شدیدترین استانداردها در آمریکا و به ویژه کالیفرنیا رعایت میگردد. در کشورهای آفریقائی، آسیائی، آمریکای جنوبی، چین، هندوستان و پاکستان استانداردها رعایت نشده و استفاده از فاضلاب برای آبیاری در سطح وسیعی رواج دارد .در بسیاری از کشورهای مناطق خشک از فاضلاب به صورت قطرهای در آبیاری فضای سبز استفاده میشود .به طور کلی هر کشور برای خود استانداردهای خاصی را تدوین کرده است اما در کشورهای جهان سوم این استانداردها رعایت نمی‌شود .البته در ایران نیز زارعین بدون توجه به کیفیت برای هر نوع محصول از آن استفاده کرده و ضوابط زیست محیطی مرتبط به رعایت نمی‌شود (موسوی و همکاران، ۱۳۹۲). سازمان بهداشت جهانی (WHO) و سازمان حافظت محیط زیست آمریکا (USEPA) شاخص‌هایی را جهت استفاده از فضلاب و پساب در کشاورزی ارائه کرده اند که بترتیب در جداول ۲ و ۳ آورده شده اند.

جدول ۲-رهنمودهای سازمان بهداشت جهانی جهت کاربر فاضلاب تصفیه شده در آبیاری محصولات کشاورزی (۱۹۸۹)

طبقه‌بندی	شرایط استفاده مجدد	گروههای در معرض	نماتد روده ای میانگین حسابی (تعداد تخم در لیتر)	کلی فرمهای مدفوعی میانگین هندسی (تداد در ۱۰۰ میلی لیتر)	روشهای تصفیه‌ای که انتظار می‌رود رهنمودهای میکروبیولوژی را تأمین نمود
A	آبیاری گیاهانی که بصورت خام خورده می‌شوند، زمینهای ورزشی و پارکهای عمومی	کارگران، مصرف کنندگان و عموم مردم	≤۱	≤۱۰۰۰	یک سری از برکه های تثبیت که به منظور دستیابی به شاخص میکروبیولوژی طراحی شده‌اند و یا تصفیه معادل آنها
B	آبیاری غلات، گیاهان صنعتی، گیاهان علوفه‌ای، مراتع و درختان	کارگران	≤۱	استاندارد توصیه نمی-شود	نگهداری در برکه های تثبیت به مدت ۸ تا ۱۰ روز و یا روش های معادل برای حذف کرمها و کلیفرمهای مدفوعی
C	آبیاری گیاهان طبقه B به شرط آنکه کارگران و عموم در معرض آن قرار نگیرند	هیچیک	غیرقابل اعتماد	غیرقابل اعتماد	پیش تصفیه مورد نیاز بستگی به روش آبیاری دارد. حداقل ته‌نشینی اولیه

جدول ۳- رهنمودهای سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا برای استفاده از فاضلاب تصفیه شده در آبیاری محصولات کشاورزی (۲۰۰۴)

نوع کاربرد	تصفیه مورد نیاز	کیفیت پساب	پایش پیشنهادی	فاصله حائل
آبیاری: گیاهان غذایی که بطور تجاری فرآوری می شوند. باغات میوه و تاکستانها، مراتع جهت دامهای شیری و دامها	تصفیه ثانویه، ضدعفونی	PH=6-9 BOD≤30 mg/l SS=30 mg/l FC≤200/100 ml باقیمانده کلر=۱ میلیگرم بر لیتر	PH= هفتگی BOD=هفتگی کدروت= روزانه FC= روزانه کلر باقیمانده= پیوسته	۳۰۰ فوت از منابع تأمین آب آشامیدنی و ۱۰۰ فوت از منابع قابل دسترس عموم
گیاهان غذایی که بطور	تصفیه ثانویه، ضدعفونی،	PH=6-9 BOD≤30 mg/l	PH= هفتگی	۵۰۰ فوت از چاههای تأمین

[1] World Health Organization

[2] United States Environmental Protection

www.SID.ir

تجاری فرآوری نمی شوند.	فیلتراسیون	Turbidity≤1NTU FC≤0/100 ml باقیمانده کلر=۱ میلیگرم بر لیتر	BOD=هفتگی کدروت= روزانه FC= روزانه کلر باقیمانده= پیوسته	آب آشامیدنی و ۱۰۰ فوت از منابع قابل دسترس عموم

در کشور ایران موضوع فاضلاب و پساب با آلودگی آب مطرح گردید. در سال ۱۳۶۴ آیین‌نامه جلوگیری از آلودگی آب با استناد به ماده ۶۴ قانون توزیع عادلانه آب به تصویب هیئت وزیران رسید و در سال ۱۳۷۳ آیین‌نامه جدید آن مصوب گردید.

از جمله نکات مهم در این آیین‌نامه ممنوعیت هرگونه اقدام در آلودگی آب، موظف نمودن سازمان محیط زیست در تدوین استانداردها، ممنوعیت تخلیه و پخش فاضلاب و یا هر نوع ماده آلوده‌کننده به آبهای پذیرنده به میزان بیش ازحد استاندارد می-باشد (رضایی و سعادت، ۱۳۹۷). در جدول ۴ عوامل تأثیرگذار بر روش مورد استفاده جهت آبیاری محصولات کشاورزی و ملاحظات استفاده شده ارائه شده است.

جدول ۴ -عوامل مؤثر بر انتخاب روش آبیاری و ملاحظات خاص برای استفاده از پساب(Lazarova and Bahri. 2005)

روش آبیاری	عوامل مؤثر بر انتخاب	ملاحظات خاص برای آبیاری با فاضلاب تصفیه شده
آبیاری غرقابی	هزینه کم، عدم نیاز به تسطیح دقیق،کارایی استفاده از آب کم، سطح پائین حفظ سلامت	حفاظت کامل از کارگران مزرعه، کشاورزان و مصرف کنندگان(همانند لوازم محافظ شخصی)
آبیاری شیاری	هزینه کم، احتمال نیاز به تسطیح، کارایی استفاده از آب کم، سطح متوسط حفظ سلامت	حفاظت کامل از کارگران مزرعه و کشاورزان و مصرف کنندگان(همانند لوازم محافظ)
آبیاری بارانی	هزینه متوسط تا زیاد، عدم نیاز به تسطیح، کارایی استفاده از آب متوسط، سطح پائین حفظ سلامت (به دلیل ذرات آئروسل)	حداقل ۵۰ تا ۱۰۰ متر تا جاده و یا منازل فاصله داشته باشد– محدودیت کیفیت آب(حذف پاتوژنها) عدم استفاده از پسابهای غیر هوازی به دلیل بوی بد
آبیاری زیرسطحی و قطره ای	هزینه بالا، عملکرد بالاتر، کارایی استفاده از آب بالا، بالاترین سطح حفظ سلامت	عدم نیاز به اقدامات حفاظتی محدودیت کیفیت آب (فیلتر کردن)به دلیل گرفتگی قطره‌چکانها

علاوه بر مواردی که در جدول بالا برای استفاده از فاضلابها و پسابها درآبیاری محصولات کشاورزی مطرح گردید بایستی موارد بهداشتی همانند شستشو، ضدعفونی کردن، پختن محصولات غذایی، کنترل و مراقبت از تماس انسان با پساب و فاضلاب بسته به کیفیت آنها مورد توجه قرار گیرد. انتخاب هریک از گزینههایی که به آنها اشاره شد به کیفیت پساب، نوع و چگونگی تصفیه، نیازمند اقدامات مطلوب خود بستگی دارد (رضایی و سعادت، ۱۳۹۷).

به حداقل رساندن خطرات ناشی از تماس کاربر و محصول با فاضلاب تصفیه شده

حتی تماس با فاضلاب تصفیه شده نیز ممکن است خطراتی را به همراه داشته باشد .برای کاهش این صدمات احتمالی مواردی که در ادامه آورده شده‌اند، قابل توصیه می‌باشند نظیر پوشیدن چکمه و دستکش در هنگام آبیاری مزرعه با فاضلاب، معالجه منظم کشاورزان و اعضای خانواده آنها با استفاده از داروهای ضد انگل‌های رودهای، اطلاع رسانی بهتر در ارتباط با لزوم رعایت موازین بهداشتی و خطرات ناشی از آبیاری با فاضلاب، تصفیه صحیح فاضلاب، انتخاب نوع محصول برای آبیاری با توجه به کیفیت فاضلاب تصفیه شده، رعایت موارد مرتبط با کاربرد فاضلاب (انتخاب روش های آبیاری که حداقل تماس فرد با آن صورت گیرد، افزایش دور آبیاری، رعایت یک منطقه ی بافری به اندازه ی حداقل۵۰ فوت) با محصول تحت آبیاری و انتخاب روش آبیاری بررسی ها نشان داده است که آبیاری قطره‌ای مطمئن‌ترین روش می‌باشد که این امر به دو دلیل است : دلیل اول اینکه قطرات آب درست در بالای منطقه ریشه گیاه قرار می‌گیرند و دوم اینکه حداقل تماس با سطوح خوراکی گیاه وجود دارد (Oron

www.SID.ir

et al, 1994). از طرفی بررسی ها صورت گرفته نشان می دهد که استفاده از آبیاری قطره ای زیرسطحی برای محصولاتی نظیر ذرت شیرین و فلفل شیرین از نقطه نظر عدم رویت کلی در قسمت های مختلف گیاه و حداقل غلظت باکتری[3] فرم های مدفوعی در سطح خاک بهترین انتخاب بوده است دیگر آبیاری ها نظیر آبیاری غرقابی، شیاری و نیز آبیاری بارانی در تماس بیشتر با کاربران و محصول هستند، بنابراین بروز خطرات پیش گفته محتمل تر است .شایان ذکر است.که موارد ۱ و ۲ و ۳ بنا به مطالعات انجام شده توسط موسسه بین المللی مدیریت آب IWMI[4] در کشورهای فقیر نظیر پاکستان کم هزینه ترین راهکارهای پیشنهادی می باشند (Oron et al, 1994). آبیاری با فاضلاب تصفیه شده می تواند موجب تخریب ساختمان خاک نظیر از بین رفتن ثبات خاکدانه، کاهش هدایت هیدرولیکی خاک، سله بستن خاک، مسایل رواناب و فرسایش خاک، تراکم و کاهش تهویه خاک شود (Bhardwaj et al, 2007). همچنین بررسیها نشان داده که اثرات پاتوژن ها ، ویروس ها، میکروب ها، پروتوزوا، نماتدها و(... ، مواد آلی، فلزات سنگین، ترکیبات فعال دارویی و ترکیبات شیمیایی مختلف بر خصوصیات خاک از جمله خطرات بالقوه ای است که جهت کنترل آنها، استفاده مجدد از فاضلاب های تصفیه شده باید کاملاً مدیریت شده صورت گیرد تا از نگرانی های عمومی جامعه کاسته شود (Toze, 2006) .

مروری بر برخی تحقیقات انجام شده آبیاری محصولات کشاورزی با استفاده از فاضلاب تصفیه شده

علیزاده و همکاران (۱۳۷۵) نتیجه گرفتند که استفاده از فاضلاب افزایش عملکرد هویج، گوجه فرنگی، کاهو و خیار را در مقایسه با شاهد به همراه داشت و تأثیر منفی بر ویژگی های خاک و به خصوص نفوذپذیری آن در هیچکدام از تیمارها نداشت . هم چنین، از نظر کیفیت و تجمع عناصر سنگین اختلاف معنی داری بین تیمارها وجود نداشت .از طرفی، آلودگی های میکروبی در آبیاری با فاضلاب تصفیه شده خانگی چه بصورت استفاده مداوم از این آب و چه بصورت یک در میان با آب چاه و فاضلاب درگیاهان هویج و کاهو به مراتب بیش از سایر گیاهان بود و لذا استفاده از آن برای تولید هویج و کاهو از نظر بهداشتی توصیه نمی شود. عرفانی (۱۳۷۸) اثر فاضلاب های تصفیه شده خانگی بر کیفیت و عملکرد گوجه فرنگی و کاهو را بررسی نمود و نتیجه گرفت که عملکرد میوه تر و خشک گیاهان گوجه فرنگی وکاهو در کلیه تیمارها افزایش نشان داد . صفری سنجابی و همکاران (۱۳۷۹) گزارش نمودند که هفت سال آبیاری با فاضلاب توانست زمین های شور و سدیمی منطقه را بدون هیچ تیمار دیگری به یک خاک مناسب برای کشاورزی تبدیل کند. همچنین، آبیاری با فاضلاب نتوانست غلظت عناصر سنگین گیاه را به مرز زیان آور برساند. عبداللهی و همکاران (۱۳۸۶) در بررسی اثر نسبت های مختلف فاضلاب تصفیه شده شهری، آب آبیاری، کود شیمیایی وکود حیوانی بر عملکرد و اجزاء عملکرد گندم رقم روشن نتیجه گرفتند که بیشترین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک مربوط به تیمار۷۵ درصد فاضلاب به علاوه ۲۵ درصد آب معمولی بود .آبیاری طولانی مدت اراضی جنوب تهران با فاضلاب شهری سبب افزایش فلزات سنگین سرب، روی و مس به میزان ۲ تا۳ برابر و همچنین افزایش عناصر تغذیه ای فسفر و ماده آلی در این اراضی نسبت به اراضی شاهد تحت آبیاری با آب قنات گردید .

کریم‌پور و همکاران(۱۳۸۸) به منظور بررسی خطر جذب جیوه در شرایط استفاده از فاضلاب برای کشاورزی آزمایشی را طی پنج سال انجام دادن و به این نتیجه رسیدند که به طور کلی استفاده از لجن باعث افزایش معنی دار غلظت جیوه خاک و بخشهای مختلف گیاه گردید .کاربرد لجن فاضلاب همچنین باعث افزایش معنی دار عملکرد گیاه شد.

بوستانی و همکاران (۱۳۸۹) به بررسی و علت پیک ماه سالیانه فاکتورهای آلوده کنندهی خروجی سه تصفیه خانه اصلی مشهد پرداختهاند و بیان نمودهاند که با شناخت منابع آلودهکننده و اتخاذ قوانین نظارتی در جهت جلوگیری از تخلیه پسابهای غیرمجاز

[3] Fecal Coliform

[4] International Water Management Institute

www.SID.ir

صنعتی و خانگی و همچنین روی آوردن به روشهای پالایش طبیعی فاضلابها و حذف مواد آلاینده آنها با کاشت درختان و گیاهانی که عمل تصفیه را انجام میدهند، به میزان زیادی از مشکلات زیست محیطی موجود میتوان کاست. شفیعی پور و همکاران (۱۳۸۹) اثر لجن تصفیه خانههای شهری را در بهبود خاک کشاورزی در جزیره کیش را بررسی نمودند .نشان دادند که استفاده از لجن فاضلاب به دلیل داشتن نیتروژن، فسفر و پتاسیم برای خاکهای جزیره کیش که حاصلخیزی کمی دارند به شرط کاشت گیاهان بومی که مقاوم به شوری هستند بسیار مناسب است .در صورت کاشت گیاهان حساس پیشنهاد شدهاست که لجن را شش ماه قبل از کاشت گیاهان به خاک اضافه کنند تا شوری خاک کاهش یابد.

ناصری و همکاران (۱۳۹۱) خروجی تصفیه خانه اردبیل را جهت استفاده در کشاورزی مورد بررسی قرار دادند. آنها از روش توصیفی مقطعی استفاده کرده و نمونه برداری از پساب انجام و انجام آزمایشات جهت تعیین کیفیت پساب ومقایسه آن با استانداردها صورت گرفت. نتایج تحقیق نشان داد که پساب فوق بجز از نظر کلیفرم های کل و مدفوعی محدودیتی برای استفاده در کشاورزی ندارد .گندزدایی پساب و پایش مداوم خروجی تصفیه خانه از نظر برآوردن استاندارد استفاده از پساب در کشاورزی و همچنین ارتقاء تصفیه خانه فوق ضروری میباشد.

خسروی و دهزاد (۱۳۹۲) مدیریت استفاده از فاضلاب تصفیه شده شهری جهت مصارف کشاورزی رار در مقاله ای مورد ارزیابی قرار دادند. آنها نشان دادند که با توجه به پیچیدگی مدیریت استفاده از این منابع توجه به اثرات سوء محیط زیستی به شرح زیر ضروری می باشد :تجمع فلزات سنگین در خاک و انتقال آن به گیاه، اثرات سمی ناشی از یونهای ویژه بر گیاهان، مسایل و مشکلات بهداشتی ناشی از عوامل بیماریزا لیکن بررسی و جمع بندی تجربیات استفاده از این منابع 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 بیشتر نیز خواهد شد.

نیکزاد و همکاران (۱۳۹۵) مدیریت فاضلاب تولیدی از دیگاه زیست محیطی شهرستان ساوجبلاغ استان البرز را مورد بررسی قرار دادند. میزان فاضلاب تولیدی صنایع مورد مطالعه، ۱۹۴۲ متر مکعب در روز برآورد شد .صنایع غذایی به تنهایی ۵۹ درصد از کل فاضلاب صنعتی را تولید میکنند. بالاترین سرانه BOD مربوط به صنایع (کشتارگاهی) با ۳۲۰ گرم در روز به ازای هر نفر کارگر و بالاترین سرانه COD مربوط به صنایع سلولزی با ۵۶۱ گرم در روز و به ازای هر نفر کارگر بود .درصد صنایع مورد مطالعه، هیچ راهکاری برای کاهش تولید فاضلاب نداشتند. ۳۴ درصد صنایع دارای تصفی هخانه بودند که از این میان، تنها ۱۷ درصد صنایع استانداردهای تخلیه پساب را رعایت میکنند .متداو لترین روش دفع پسا بهای تصفیهشده و تصفیه نشده، روش چاه جذبی بود .براساس این ارزیابی، مدیریت فاضلاب تولیدی در صنایع کانی غیرفلزی مطلوب و در صنایع کشاورزی (کشتارگاهی) نامطلوب شناخته شده وآلاینده زیستمحیطی میباشد.

حسینی و بهاروند (۱۳۹۶) اثرات زیست محیطی پساب تصفیه خانه فاضلاب شهر کرمانشاه را روی رودخانه دائمی قرهسو مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل از سنجش میزان اکسیژن خواهی زیستی نمونهها نشان میدهد، فرایندهای تصفیه فاضلاب در جهت حذف لجن و میکروارگانیسمهای مختلف آب بسیار مؤثر بوده است .نتایج حاصل از سنجش مقدار کل ذرات جامد معلق نمونههای آب نشان از بازدهی مؤثر و عملکرد خوب صحیح مراحل تصفیه پساب است .سنجش دمای نمونه های آب در سه نقطه مختلف نشان میدهد که در این سه نقطه دمای آب ثابت بوده تنها تغییرات اندکی را در زمانهای مختلف نشان داده است .میزان نیترات نمونهها و میزان اکسیژن محلول از نقطه ورودی تصفیه خانه تا نقطه خروجی روند افزایشی داشتهاست .تغییرات روزانه قلیائیت و اسیدیته میزان اکسیژن خواهی زیستی و شیمیایی و میزان فسفراز نقطه ورودی تصفیهخانه تا نقطه خروجی و نمونه-هایی از فواصل دورتر روند کاهشی داشتهاست.

فتاحی و بهروزی (۱۳۹۶) کاربرد مدل مدیریتی حکمرانی آب دربرنامه ریزی استفاده از پساب شهری توسط کشاورزان را مورد بررسی قرار داده و نشان دادند که رابطه معنی داری بین عوامل اقتصادی، اجتماعی و آموزشی - ترویجی و مشارکت جوامع محلی

www.SID.ir

در مدیریت حکمرانی منابع آب وجود دارد. از نظر کشاورزان، حمایت های دولتی تأثیر معنی‌داری بر بهبود مدیریت حکمرانی منابع آب دارد.بین سطح دانش و اطلاعات کشاورزان از برنامه های مدیریت حکمرانی منابع آب با بهبود مدیریت حکمرانی منابع آبی رابطه معنی داری وجود دارد. عسگری و الباجی (۱۳۹۶) با بررسی امکان استفاده از پساب تصفیه خانه فاضلاب شهری شهرکرد در کشاورزی نشان دادند که می‌توان از پساب آن تصفیه خانه برای آبیاری گیاهان علوفه ای و صنعتی مقاوم به غلظت های بالای بی کربنات استفاده کرد.

Heidarpour و همکاران (۲۰۰۷) در خصوص اثرات فاضلاب تصفیه شده روی مطالعات خصوصیات شیمیایی خاک با استفاده از دو روش آبیاری سطحی و آبیاری قطره ای تراوا نشان داد که غلظت املاح در لایه های مختلف خاک تحت تأثیر الگوی حرکت آب در خاک ، غلظت املاح در آب آبیاری و جذب گیاه می باشد. نتایج این محققان حاکی از افزایش هدایت الکتریکی در لایه بالایی خاک توسط آبیاری قطره ای زیرسطحی بوده که این امر ممکن است از رشد ونمو گیاه جلوگیری نماید.آبیاری با فاضلاب بطور معنی داری مقدار پتاسیم خاک را افزایش داد چرا که مقدار پتاسیم در فاضلاب سه برابر آب زیرزمینی بود. ال آنکه میزان فسفر و نیتروژن کل تحت تأثیر منبع آب مورد استفاده قرار نگرفت.

ملک جعفریان و محسنی (۲۰۱۵) ارزیابی مالی و اقتصادی اجرای طرح های فاضلاب برای تولید پساب قابل استفاده در کشاورزی و صنعت را مورد بررسی قرار داده و نشان دادند که اجرای طرح برای شهرهای بزرگ تر و پرجمعیت با توجه به کاهش هزینه های ثابت سرمایه گذار ی اولیه هر واحد، اقتصادی تر خواهد بود .

در سال های اخیر، روش های جدیدتری از تصفیه فاضلاب جهت تصفیه فاضلاب بیمارستانی مانند روش[5]MBR توسعه زیادی پیدا کرده است؛ با استفاده از این روش در مقایسه با روش های موجود، میکروارگانیزم های بیماری زا بیشتر حذف می شوند و مواد ضدعفونی کننده، کمتر مورد استفاده قرار می گیرند و هر چه میزان دبی فاضلاب افزایش یابد، هزینه ها به نحو چشمگیری کاهش پیدا می کند؛ مخصوصاً در مناطقی که از نظر تأمین آب جهت مصارف مختلف با مشکل مواجه هستند، روش روش بسیار خوبی است و در پساب خروجی آن درصد بالایی از فاکتورهای مختلف مانند،NH4+، TSS، CODو ... حذف می شوند و از نظر مصرف انرژی نیز راندمانBOD خوبی دارد.

نتیجه گیری

تجربیات دنیا نشان داده که تنها بخش فنی مدیریت فاضلاب کافی نبوده بلکه بایستی بخشهای اجتماعی، سیاسی، اقتصادی و ...را نیز مورد توجه قرار داده و در فرایند تصمیم سازی برای رسیدن به سیستم پایدار و یکپارچه تلاش نمود .مدیریت پایدار یکپارچه پسماندها با توجه به این امر طراحی گردید .در این عبارت منظور از پایداری عبارعبارتست از شایستگی و تناسب با شرایط محل فعالیت سامانه ازنظر اجتماعی، اقتصادی و زیستمحیطی، توان حفظ خود در طی زمان بدون کاهش منابع موردنیاز آن و یکپارچگی عبارت است از استفاده از گزینه‌های جمع‌آوری، انتقال و تصفیه مرتبط با هم در مقیاس مختلف (خانه، محله، شهر)؛ دخیل نمودن همه ذینفعان توسط بخشهای دولتی و غیردولتی، رسمی یا غیررسمی، انتفاعی یا غیرانتفاعی؛ وارد نمودن برهمکنش بین سیستم مدیریت ضایعات و دیگر سامانه‌های مدیریتی است (Klundert, 1999).

به طور خلاصه می توان نتایج را در موارد ذیل خلاصه نمود:

- حتی اگر فاضلاب طبق استاندارد ها تصفیه شده باشد استفاده از آن جهت توسعه کشاورزی اشتباه می باشد و باید در مقابل آن از برداشت آب های ابخوان ها کاسته شود.

[5] Membrane Bioreactor

www.SID.ir

- در مناطقی که عمق آب زیر زمینی زیاد می‌باشد استفاده از شبکه جمع آوری فاضلاب توسعه نمی شود (فقط برای فاضلاب خانگی)
- تصفیه خانه های موجود معمولا بیش از ظرفیت خود فاضلاب در یافت می کنند در نتیجه پساب خروجی کیفیت مناسبی ندارد.
- ایجاد شبکه جمع اوری فاضلاب برای تمام شهر ها بر اساس یک قانون کلی و بدون برداشت اطلاعات نمی تواند راهکار مناسبی برای حفظ منابع آبی باشد.
- بعضی از تصفیه خانه در ساخت مشکل دارند و نمی توانند انتظار ما رو برآورده کنند.
- مخلوط کردن فاضلاب های مختلف از جمله :خانگی،صنایع و ... یک فعالیت کاملا اشتباه بوده و علاوه بر هزینه تحمیلی کیفیت پساب خروجی را شدیدا کاهش می‌دهد.
- می توان از روش های جدید جدید استفاده مجدد از فاضلاب رو در دستور کار قرار داد البته با توجه به تفاوت فرهنگ انسان‌های مختلف باید قبل از اجرای ان تحقیقاتی انجام داد تا از نتیجه آن اطمینان حاصل گردد.
- با توجه به استفاده وسیع از سموم ، آفت کش ها و کود های شیمیایی باید به فاضلاب های کشاورزی توجه بیشتری داشت تا از صدمه به محیط زیست کاسته شود.
- با توجه به اینکه آب استفاده شده در مصرف خانوار و صنایع در ایران نسبت به آب مورد استفاده در کشاورزی ناچیز می‌باشد، نمی‌توان برای حفظ منابع آبی روی آن خیلی حساب کرد و باید فکر دیگری کرد و روی مصرف بالای کشاورزی برنامه ریزی کرد و به هر طریقی شده است آنرا کاهش داد.
- تصفیه فاضلاب های صنایع (مثلا چرم سازی) با توجه به میزان بالای عناصر سنگین حتما باید تصفیه کردند و بعد به محیط وارد کردند.
- در مناطقی که تحت ابیاری با پساب می باشند باید از گیاهانی استفاده نمود که مستقیما مورد مصرف انسان قرار نمی‌گیرند.

با توجه به مطالعات بررسی شده می‌توان گفت در هر کشوری با توجه به خصوصیات نوع پساب، نوع گیاهان زراعی، شرایط اقتصادی، فرهنگی و اجتماعی با کشورهای دیگر متفاوت است. برای همین هر کشور نمی تواند تنها با در نظرگرفتن سایر نتایج در برنامه ریزیهای استفاده از پساب موفق باشد. در هر کشور باید از استانداردهای لازم و مناسب و همچنین از گیاهان مناسب جهت آبیاری با پساب استفاده شود. همچنین باید به کشاورزان جهت کار و مدیریت استفاده از پساب آموزش داده شود. همچنین تحقیقات بیشتری در زمینه زیست محیطی و سلامت انسان صورت گیرد.

منابع:

- آقایی، ف، م، ریاحی سامانی و امین، م.م، ، تصفیه پساب خاکستری؛ فناوری نوآورانه در مدیریت مصرف آب. هفتمین همایش ملی سامانه‌های سطوح آبگیر باران، تهران، اول و دوم اسفندماه۱۳۹۷ ، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری انجمن سیستمهای سطوح آبگیر باران.
- بوستانی، آ، انصاری، ح، و خداشناس، س، ر، بررسی فرایند اجرایی استفاده از پساب در شهر مشهد .چهارمین همایش و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست، دانشگاه تهران،۱۳۸۹.
- پایگاه آمار و اطلاعات آب و فاضلاب کشور، ۱۳۹۵ ، گزارش صنعت آب و فاضلاب شهری در یک نگاه .شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور .نشانی اینترنتی stat.nww.ir/dorsapax/userfiles/stat/kol.pdf .

www.SID.ir

- حسنی، ش، بهاروند، س، بررسی اثرات زیست محیطی پساب تصفیهخانه فاضلاب شهر کرمانشاه روی رودخانه دائمی قرهسو، فصلنامه علمی پژوهشی زمین شناسی محیط زیست، ۱۳۹۶، سال دهم، شماره ۴۱.
- حسین پور بوری آبادی، الف، حق‌نیا، غ، علیزاده، الف، و فتوت، الف،تأثیر کاربرد فاضلاب های شهری بر برخی خصوصیات شیمیایی خاک شور و کیفیت شیمیایی زه آب های خروجی از ستون های خاک ، نشریه آب و خاک، مرداد و شهریور ۱۳۹۱ شماره۳، صفحات: ۵۷۴-۵۶۳.
- خسروی، ب، و دهزاد، ب، مدیریت استفاده از فاضلاب تصفیه شده شهری جهت مصارف کشاورزی، همایش ملی پژوهشهای محیط زیست ایران، ۱۳۹۲.
- رحیمی، ی، غلامی، م، ر، نیکبخت، ».\. و جلیل زاده، ع، بررسی استانداردهای استفاده مجدد از پساب فاضلاب و فرایندهای مناسب جهت نیل به استانداردهای مربوطه، اولین سمینار ملی جایگاه آبهای بازیافتی و پساب در مدیریت منابع آب، مشهد، ۱۳۸۷.
- رضایی، ح، و سعادت، س، استفاده از فاضلاب در کشاورزی :فرصتها، چالشها و راهکارها، نشریه علمی ترویجی مدیریت اراضی، ۱۳۹۷، جلد۶، شماره ۲، صفحات: ۲۱۳-۲۳۱.
- زادهوش، ع، بررسی اثرات آبیاری با پساب بر خاک و گیاه . پایان نامه کارشناسی ارشد .دانشگاه تهران، ۱۳۷۵.
- شایگان، ج، ع، افشاری، بررسی وضعیت فاضلابهای شهری و صنعتی در ایران، مجله آب و فاضلاب، ۱۳۸۳، شماره ۴۹، صفحات: ۶۹-۵۸.
- شفیعی پور، ش،آیتی، ب، و گنجی دوست، ح ، بررسی اثر کاربرد لجن تصفیه خانه فاضلاب شهری در بهبود خاک کشاورزی(مطالعه موردی :کیش)،آب و فاضلاب ، ۱۳۸۹ ، شماره دو.
- عسگری، ع، و الباجی، م، بررسی امکان استفاده از پساب در کشاورزی (مطالعه موردی: پساب تصفیه خانه فاضلاب شهری شهرکرد)، نشریه پژوهش های حفاظت آب و خاک، ۱۳۹۶، جلد بیست و چهارم، شماره دوم.
- علیزاده، ا، حق نیا، غ، و نقیبی، ا، استفاده از فاضلاب های تصفیه شده خانگی در آبیاری .مجموعه مقالات دومین کنگره ملی مسائل آب و خاک کشور، ۱۳۷۹، ۳۵۳.-۳۳۲.
- فتاحی، م،ه، و بهروزی، م، کاربرد مدل مدیریتی حکمرانی آب دربرنامه ریزی استفاده از پساب شهری توسط کشاورزان، نشریه پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، سال هشتم، شماره سی و یکم، زمستان ۱۳۹۶، صفحات: ۳۱۹-۲۹۹.
- قره‌خانی، ر. و سلیمانی ع ، ۱۳۹۳، تأثیر پساب استفاده شده در کشاورزی بر روی محیط زیست و سلامتی انسان، اولین همایش ملی آب، انسان، زمین. اصفهان، ۱۳۹۳.
- کریم پور، م، افیونی، م، و اسماعیلی ساری، ع ، اثر لجن فاضلاب بر غلظت جیوه خاک و گیاه ذرت .علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی.علوم آب و خاک،۱۳۸۸، سال چهاردهم .شماره پنجاه و دوم ، ص ۱۲۳-۱۱۵.
- مهردادی، ن، نگرشی بر نقش مشارکتهای مردمی در استفاده از پسابها برای آبیاری،همایش جنبه‌های زیست محیطی استفاده از پسابها در آبیاری ، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران ، ۱۳۷۸، نشریه شماره۱۹ ، صفحه۹۱ .
- موسوی، ع، م، نوری امازاده‌ای و صمدی بروجنی، ح ، چالشهای کاربرد آبهای نامتعارف در کشاورزی، اولین همایش ملی چالشهای منابع آب و کشاورزی ، اصفهان، ۱۳۹۲.
- ناصری، س، ط، صادقی، ف، واعظی و ندافی، ک، بررسی کیفیت پساب تصفیه خانه فاضلاب اردبیل به منظور استفاده مجدد درکشاورزی. مجله سلامت و بهداشت، دوره سوم، شماره سوم، پاییز ۱۳۹۱ ، صفحات: ۸۰-۷۳.
- نیکزاد، م، فرزادکیا، م، و غلامی، م، بررسی مدیریت فاضلاب تولیدی صنایع از دیدگاه زیست محیطی(مطالعه موردی :شهرستان ساوجبلاغ استان البرز، ۱۳۹۵، دوره ۲، شماره۱، صفحات: ۱۱-۱.
- Almas, A.A.M. and Scholz, M. (2007). Potential for wastewater reuse in irrigation: case study from Aden (Yemen). International Journal of Environmental Studies. 63(2): 131-142.
- Asanoa, T. and Cotruvob, J.A. (2004). Groundwater recharge with reclaimed municipal wastewater: health and regulatory considerations. Journal of Water Research. 38:1941–1951

www.SID.ir

- Bhardwaj, A. K., D. Goldstein, A. Azenkot and G. J. Levy. (2007). Irrigation with treated wastewater under two different irrigation methods: Effects on hydraulic conductivity of a clay soil. Geoderma 140:199–206.
- Gil, J.A, Túa, L., Rueda, A., Montaño, B., Rodríguez, M., and Prats, D. (2010). Monitoring and analysis of the energy cost of an MBR. Desalination. 250(3): 997-1001.
- Hussain, I. Raschid, L. Hanjra, M.A. Marikar, F. and W. van der Hoek. (2002) . Wastewater use inagriculture: review of impacts and methodological issues in valuing impacts. Working Paper 37. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute.
- Klundert, A. (1999). Integrated sustainable waste management: the selection of appropriate technologies and the design of sustainable systems is not (only) a technical issue. The CEDARE/IETC Inter-regional workshop on technologies for sustainable waste management, held 13-15 July 1999 in Alexandria, Egypt
- Lazarova, V., and A. Bahri. (2005). Water reuse for irrigation: agriculture, landscapes, and turf grass. CRC Press, Boca Raton, USA.
- Liu, Q., Zhou, Y. , Chen, L., and Zheng, X. (2010). Application of MBR for hospital wastewater treatment in China. Desalination. 250(2): 605-8
- Malek Jafarian, M. and Mohseni, M. (2015). Financial and economic appraisal of sewage projects for the production of wastewater used in agriculture and industry. Sustainable Water and Development, 1: 1-8.
- Naseri, S. (2008). Health criteria and management of wastewater rues projects. Journal of Water and
- Oron, G. (1994). Duckweed Culture for Wastewater Renovation and Biomass Production. Agricultural Water Management. 26 : 27-40.
- Toze, S. (2006). Reuse of effluent water (benefits and risks). Agricultural Water Management. 80:147–159.
- U.S. Environmental Protection Agency. (2004). Guidelines for water Reuse. Report NO. EPA. 625/R- 04-108.
- WHO. (1989) Health guidelines for the Use of Waste Water in Agricultur and Agriculture. WHO Tech. Rep. Ser. 778. Geneva.

www.SID.ir