

ارزیابی کارایی پساب تصفیه شده شهری در احیاء مناطق بیابانی (بررسی موردی: تصفیه‌خانه فاضلاب شهر سبزوار)

ابوالقاسم دادرسی سبزوار^{۱*}، محمد خسروشاهی^۲ و حسن برآبادی^۳

۱. عضو هیأت علمی (مربی) مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی
 ۲. دانشیار پژوهشی موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور
 ۳. دانشجوی دکتری بیابان‌زدایی دانشگاه کاشان
- * نویسنده مسئول: dadrasisabzevar@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۹۳/۰۵/۱

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۶/۱۲

چکیده

یکی از راه‌حل‌های منطقی توسعه منابع آب و تامین بخشی از آب مورد نیاز کشور، استفاده از پساب تصفیه شده شهری است. در این مقاله سنجش کارایی پساب تصفیه‌خانه فاضلاب شهر سبزوار به مدت سه سال (۹۱-۸۸) و با هدف ارزیابی کیفی آب و درصد زنده‌مانی گونه‌های کشت شده مورد بررسی قرار گرفت. پساب کارخانه مذکور از سال ۱۳۸۸ در پروژه احیا اراضی بیابانی منطقه دروگ شهرستان سبزوار، مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد این پژوهش در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با سه تیمار (گونه‌های تاغ، آتریپلکس و قره‌داغ) و ۹ تکرار مورد بررسی قرار گرفت. برای بررسی کیفیت آب، نمونه‌برداری از پساب در دو نقطه خروجی از تصفیه‌خانه و ورودی به مخزن ذخیره آب در محل پروژه بیابان‌زدایی انجام و برای سنجش مواد آلوده کننده آزمایش شد. نتایج این قسمت از پژوهش نشان داد که به جز مقدار زیاد کلی‌فرم، محدودیتی برای استفاده از پساب برای آبیاری وجود ندارد که مخلوط کردن آن با سیلاب‌های فصلی در مخزن ذخیره و سپس استفاده از آن برای آبیاری، این محدودیت نیز برطرف می‌شود. پساب مورد بررسی از نظر طبقه‌بندی آب به روش ویل کاکس نیز دارای شوری زیاد با سدیم کم است (C3-S1)، و در طبقه آب‌های متوسط و مناسب برای استفاده در کشاورزی و آبیاری، قرار می‌گیرد. برای ارزیابی هدف دوم، هر کدام از مناطق بوته‌کاری شده در سال‌های ۱۳۸۹، ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱، به سه قسمت ابتدایی، میانی و انتهایی و هر قسمت به سه بخش ابتدا، میانه و انتها تقسیم شد (نه تکرار) و در هر قسمت نواری (ترانسکت) ۱۲۰ متری در طول پشته‌ها (فاروها)، برای بررسی تراکم بوته‌ها، تعبیه شد. نتایج پژوهش نشان داد که به طور متوسط سالانه ۶۷، ۷۴/۳ و ۹۰/۳ درصد بوته‌های تاغ، آتریپلکس و بوته‌های قره‌داغ به ترتیب مستقر شده‌اند. نتایج تجزیه واریانس داده‌های به دست آمده از سه تیمار تأثیر پساب بر استقرار تاغ، آتریپلکس و قره‌داغ، از تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد، در هر کدام از سه سال مورد مطالعه، برخوردار است.

واژگان کلیدی: پساب؛ منابع آب؛ بیابان‌زدایی؛ آتریپلکس؛ تاغ؛ قره‌داغ؛ سبزوار.

■ مقدمه

توجه به آب و اثرات منفی ناشی از کمبود آن می‌تواند ضمن کاهش خسارات ناشی از بیابان‌زایی، بهره‌برداری بهینه از آب را نیز فراهم سازد. گزارش‌های ارائه شده نشان می‌دهند که بطور متوسط، هر سال حدود ۵۹ هزار کیلومتر مربع از زمین‌های حاصلخیز و قابل کشت به کویر تبدیل می‌شوند (مرکز ملی اقلیم‌شناسی، ۱۳۷۹). عدم استفاده بهینه از آب‌های موجود، یکی از عوامل بروز این پدیده است و استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه شده، نیز یکی از راه‌حل‌های منطقی توسعه منابع آب و تامین بخشی از آب مورد نیاز کشور محسوب می‌شود. در حال حاضر ۳۲ میلیارد مترمکعب فاضلاب در کشور تولید می‌شود (خبرگزاری جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۹۲)، که تقریباً تمامی آن بدون استفاده از دسترس خارج می‌شود، در حالی که فاضلاب‌های خانگی به عنوان یک منبع مطمئن برای آبیاری در مناطق با کمبود شدید آب می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند (عرفانی آگاه و عزیزاده، ۱۳۷۲)، با این وجود چنانچه استفاده از پساب با هدف توسعه اقتصادی صورت گیرد، فقط زمانی قابل اجرا خواهد بود که حفاظت و نگهداری طولانی مدت منابع و همچنین حفظ سلامت عموم، امکان پذیر باشد (دانش و عزیزاده، ۱۳۸۷). به عنوان نمونه، علیرغم رضایت بخش بودن استفاده از فاضلاب تصفیه شده برای آبیاری در حوزه شهری مشهد، نتایج نشان می‌دهد که استفاده طولانی مدت از آن می‌تواند علاوه بر تخریب خاک، روی سلامت مصرف کنندگان (انسان) خطرات جدی به همراه داشته باشد (بوستانی، ۱۳۸۹). همچنین در پژوهش شوشتریان و تهرانی فر (۱۳۸۹)، علیرغم اینکه استفاده از پساب تصفیه شده بسیار اقتصادی‌تر از آب چاه ارزیابی شده است، این محققان تاکید داشته‌اند که استفاده از اینگونه آب‌ها باید با بررسی‌های دقیق‌تر زیست محیطی باشد.

پژوهش‌های فریدونی و همکاران (۱۳۹۲)، نشان داد که استفاده از پساب تصفیه شده تصفیه‌خانه شهر یاسوج، عملکرد بلال و ذرت شیرین را افزایش داده و غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم را در دانه آن‌ها بهبود بخشیده

است، با این وجود پساب موجب شد تا pH خاک کاهش و EC آن افزایش یابد. رجیب سرخنی و قائمی (۱۳۹۱)، پژوهش مشابه‌ای را با پساب تصفیه شده تصفیه‌خانه شهر شیراز بر روی کلم بروکلی انجام داده و نتیجه گرفته‌اند که علیرغم افزایش عملکرد محصول، غلظت برخی عناصر سنگین در اندام‌های هوایی بروکلی زیاد شده، که می‌تواند در درازمدت موجب مسمومیت و کاهش عملکرد گیاه شود. با این وجود نیکنام و همکاران (۱۳۹۰) معتقدند که علیرغم بالا بودن برخی از پارامترهای مورد بررسی در پارامترهای آنالیز شده پساب خروجی از تصفیه‌خانه فاضلاب شهر کرمان، با انجام تیمارهایی می‌توان از آن برای آبیاری استفاده کرد. بررسی‌های انجام گرفته در باغستان‌های سنتی قزوین نشان داد که با استفاده از پساب خروجی سامانه تصفیه فاضلاب شهر قزوین در تغذیه آبخوان، می‌توان بخشی از کمبود آب استان را جبران کرد (رضازاده و غنوی، ۱۳۸۹). نتایج استفاده از پساب تصفیه شده شهر مرودشت برای آبیاری ۱۴ گونه درخت کشت شده نشان داد که پساب مورد استفاده از نظر مواد آلی متوسط و از نظر اثر فسفر با خطر پایین است (حسن‌لی و جوان، ۱۳۸۴). در پژوهش دیگری امکان آبیاری محصول پسته با آب تصفیه شده فاضلاب شهر کرمان مورد ارزیابی قرار گرفت و عنصرهای با مقدار غیر مجاز پساب، مشخص شدند (خانجانی و همکاران، ۱۳۸۴). در اصفهان نیز، پساب خروجی از تصفیه‌خانه جنوب این شهر برای مصارف آبیاری ارزیابی شده است. نتایج این بررسی نشان داد که فاضلاب تصفیه شده جنوب اصفهان به لحاظ کیفیت آب آبیاری، سمیت عناصر ویژه و غلظت عناصر سنگین، در حد قابل قبول، اما به لحاظ شاخص‌های بیولوژیک، میانگین نمونه‌ها بالاتر از حد مجاز است (نجفی، ۱۳۸۴). آبیاری محصولات زراعی با پساب در منطقه خشک کرمان نشان داد که غلظت عناصر غذایی ماکرو و میکرو در برگ و دانه محصول آبیاری شده با پساب، نسبت به تیمار آبیاری با آب چاه، افزایش یافته است، درحالی که آزمایش‌های انگل شناسی و میکروبی شناسی هیچ گونه آلودگی را نشان ندادند.

بهره‌برداری بهینه نیز ارائه شود. در پژوهش‌های گذشته، توجه چندانی به استفاده از پساب برای گونه‌های مرتعی نشده است.

■ مواد و روش‌ها

منطقه مورد بررسی

منطقه مورد بررسی در جنوب غربی شهرستان سبزوار و در منطقه دروک، در محدوده $36^{\circ}03'50''$ عرض شمالی و $57^{\circ}12'30''$ طول شرقی واقع شده است. ارتفاع متوسط منطقه ۸۵۰ متر بالاتر از سطح دریا و شیب متوسط آن حدود ۱٪ می‌باشد. بارندگی متوسط سالانه منطقه حدود ۱۴۰ میلی‌متر است که توزیع فصلی آن از صفر در تابستان تا حدود ۷۰ میلی‌متر در زمستان، متغیر می‌باشد. دامنه سالانه درجه حرارت منطقه حدود ۲۸ درجه سانتی‌گراد است، که از میانگین حداقل ۹ تا میانگین حداکثر ۲۶ درجه سانتی‌گراد در تغییر است. همچنین منطقه مورد بررسی با روش دمارتن جزء اقلیم فراخشک محسوب می‌شود. شکل ۱ موقعیت منطقه تحقیق را نسبت به تصفیه‌خانه شهر سبزوار نشان می‌دهد. همچنین مسیر انتقال پساب تا محل اجرای پژوهش در این شکل نشان داده شده است.

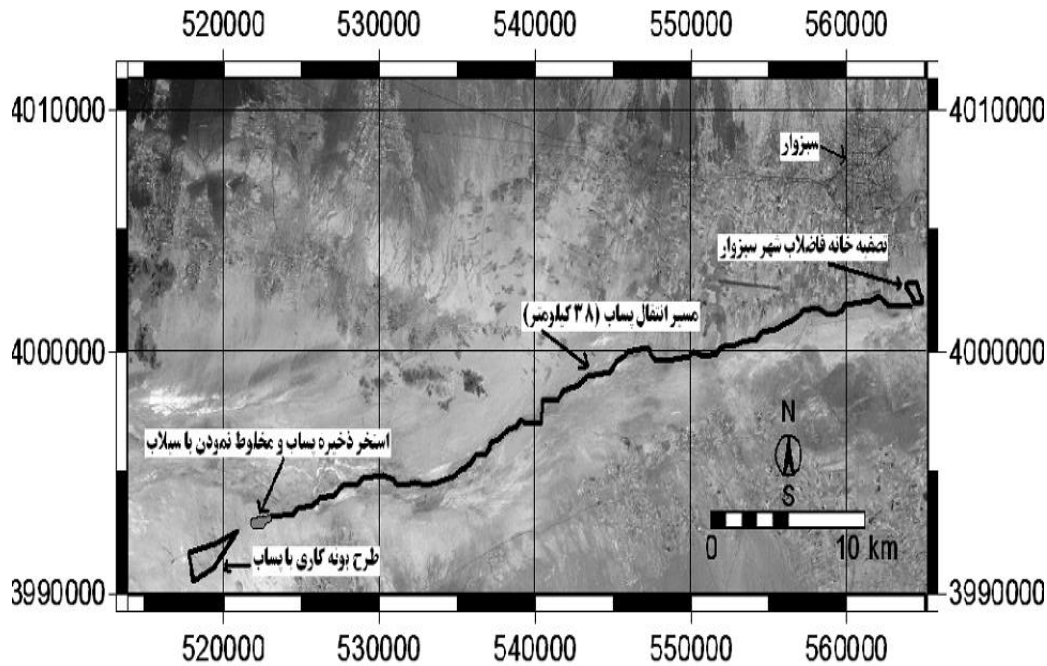
پروژه بوته‌کاری

پروژه بوته‌کاری مورد نظر، در بیابان حاشیه روستای دروک شهرستان سبزوار، با هدف احیاء و اصلاح منطقه، از سال ۱۳۸۹ آغاز شده است. طی ۳ سال ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۱، سالانه بخشی از منطقه با گونه‌های تاغ، آتریپلکس و قره‌داغ، بوته‌کاری شده و توسط پساب منتقل شده از تصفیه‌خانه فاضلاب شهر سبزوار که با سیلاب‌های فصلی در محل استخر ذخیره مخلوط می‌شود، آبیاری می‌شوند. گونه‌ها بر روی یک ردیف و به فاصله ۸ متر از ردیف کناری کشت شده‌اند. آرایش کشت بر روی هر ردیف به صورت دو بوته آتریپلکس، دو گلدان تاغ و دو بوته قره‌داغ، به فواصل منظم چهار متری است.

همین مطالعه نشان داد که آبیاری با فاضلاب بازچرخانی شده، تاثیر سوئی بر خاک نداشته است و استفاده از آن در منطقه خشک کرمان، بلامانع است (صفاری، ۱۳۸۱)، در حالی که برای جزیره کیش، فاضلاب تصفیه شده در صورتی می‌تواند برای مصارف کشاورزی مورد بهره‌برداری قرار گیرد که دانه‌بندی و نفوذپذیری خاک مناسب، زهکشی بدون محدودیت و گیاهان مقاوم به شوری باشند (قانعیان و همکاران، ۱۳۷۸).

در گزارش *Hussain et al. (2002)*، ویژگی‌های پساب و استفاده مجدد از آن‌ها مورد مطالعه قرار گرفته و تاثیر استفاده از آن‌ها در خاک، بوم‌شناسی (اکولوژی) منطقه، آب‌های زیرزمینی، مسائل اقتصادی و اجتماعی و مخاطرات بهداشتی بحث شده است. پژوهش *Feizi (2001)* نشان داد که هشت سال استفاده مداوم از فاضلاب تصفیه شده، موجب افزایش شوری و سدیم خاک به طرز معنی‌داری شده است. استفاده دراز مدت از پساب، در منطقه‌ای خشک و نیمه خشکی از کشور هند نیز، موجب افزایش pH خاک شده است *(Mahida, 1981)*. همچنین *Saber (1986)* نشان داده است که استفاده دراز مدت از پساب فاضلاب تصفیه شده در مصر موجب افزایش سه برابری مقدار نمک‌های محلول در عمق صفر تا بیست سانتی‌متری خاک، تا نسبت به سایر اراضی افزایش شده است.

جمع‌بندی سابقه تحقیق نشان می‌دهد که توجه به استفاده از پساب، از توجه ویژه‌ای برخوردار است و از آنجا که استفاده از این منبع ارزشمند به حفظ منابع آبی منجر می‌شود، ضروری است با تکرار اجرای این گونه پژوهش‌های در شرایط مشابه، راه‌حلی بهینه در کاربدها با رعایت تمامی استانداردهای فنی، اجتماعی، اقتصادی و قانونی فراهم آید. هدف از انجام پژوهش حاضر نیز ارزیابی امکان استفاده از پساب تصفیه شده شهر سبزوار، برای استفاده آبیاری در استقرار سه گونه مرتعی تاغ، آتریپلکس و قره‌داغ، برای احیاء اراضی بیابانی جنوب غربی این شهر است تا ضمن ارزیابی کیفی آب و شناخت ویژگی‌های پساب فاضلاب شهری، درصد زنده‌مانی گونه‌های کشت شده مورد بررسی قرار گیرد و توصیه‌های لازم برای



شکل ۱. موقعیت منطقه اجرای طرح نسبت به تصفیه خانه و شهر سبزوار و مسیر انتقال پساب

کلراید، سولفات، سولفید، سولفید هیدروژن، کلسیم، منیزیم، سختی کلسیم، سختی منیزیم، سختی کل، کدورت، مجموع میکروارگانیزمها، مجموع کلی فرمها، کلی فرمهای مدفوعی و اکسیژن محلول، تعیین شود.

تعیین کیفیت پساب و طبقه بندی از نظر کشاورزی در هیدرولوژی

تعیین کیفیت پساب تولیدی فاضلاب بازچرخانی شده شهر سبزوار، با جمع بندی نتایج حاصل از گزارش های بهره برداری هفتگی و نتایج حاصل از اندازه گیری آزمایشگاهی و مقایسه با استاندارد خروجی فاضلابها برای مصارف کشاورزی و آبیاری در کشور (سازمان حفاظت محیط زیست ایران، ۱۳۷۸)، انجام شد. این استاندارد به استناد ماده ۵ آئین نامه جلوگیری از آلودگی آب و با توجه به ماده سه همین آئین نامه و با همکاری وزارتخانه های کشاورزی، بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، نیرو، صنایع و معادن و توسط سازمان حفاظت محیط زیست، تهیه و تدوین شده است. در این مطالعه همچنین، کیفیت پساب تصفیه خانه شهر سبزوار به لحاظ آبیاری و از دیدگاه هیدرولوژی، از روش ویل کاکس تعیین شد. مهمترین معیارهای کیفی در طبقه بندی آب از نظر

■ روش پژوهش

به منظور رسیدن به اهداف پژوهش و مستندسازی شاخص های کمی پساب تصفیه شده شهر سبزوار، در احیاء و اصلاح منطقه بیابانی دروک، مراحل زیر انجام شد:

جمع آوری اطلاعات

تمام اطلاعات مربوط به بهره برداری هفتگی و داده برداری کیفی از تصفیه خانه فاضلاب شهر سبزوار، به مدت یک سال از ۲۰ فروردین ۱۳۹۰ تا ۱۸ فروردین ۱۳۹۱، از طریق مراجعه حضوری و جستجو در مدارک موجود جمع آوری و دسته بندی شد.

نمونه برداری های مورد نیاز پساب برای بررسی در مصارف آبیاری

به منظور دستیابی به این بخش از پژوهش، نمونه برداری از پساب در دو نقطه خروجی از تصفیه خانه و ورودی به مخزن ذخیره آب در محل پروژه بونه کاری، به روش استاندارد نمونه برداری انجام و برای مطالعه مواد آلوده کننده، به آزمایشگاه آب و پساب فرستاده شد تا با انجام آزمایش های عمومی، میکروبی و ویژه، مقدار آهن، منگنز، آرسنیک، کادمیم، مس، سرب، نیکل، روی، بر،

■ نتایج

جمع‌آوری اطلاعات

نتایج حاصل از گردآوری و جمع‌بندی گزارش‌های بهره‌برداری هفتگی و بررسی کیفی پساب تصفیه‌خانه فاضلاب شهر سبزوار، طی یک سال خورشیدی، از اردیبهشت ۱۳۹۰ لغایت اردیبهشت ۱۳۹۱، در جدول ۱ خلاصه شده است. در این جدول، نتایج ۴۵ مرحله آزمایش کیفی مربوط به مجموع مواد جامد معلق (TSS)، مجموع کلی‌فرم (MPN)، COD (اکسیژن مورد نیاز شیمیایی)، BOD (اکسیژن مورد نیاز بیولوژیک)، نسبت جذب سدیم (SAR) و pH پساب درج شده است. میانگین ماهانه و فصلی داده‌ها، حجم هفتگی پساب ورودی و خروجی، حجم پساب خام خروجی و EC، از دیگر اطلاعات مندرج در جدول ۱ است.

نمونه‌برداری از پساب

نتایج حاصل از اندازه‌گیری‌های عمومی، میکروبی و ویژه پساب تصفیه‌خانه سبزوار در جدول ۲ نشان داده شده است. مقدار آهن، منگنز، آرسنیک، کادمیم، مس، سرب، نیکل، روی، بر، کلراید، سولفات، سولفید، سولفید هیدروژن، کلسیم، منیزیم، سختی کلسیم، سختی منیزیم، سختی کل، کدورت، مجموع میکروارگانیزم‌ها، مجموع کلی‌فرم‌ها، کلی‌فرم‌های مدفوعی و اکسیژن محلول، اطلاعاتی هستند که از جدول ۲ قابل استخراج است. شماره درخواست ۷۱، مربوط به نمونه برداشت شده در محل خروجی تصفیه‌خانه و نمونه ۸۱، مربوط به نقطه ابتدای مخزن ذخیره آب در محل پروژه بته‌کاری است.

کیفیت پساب و طبقه‌بندی کیفی آن از نظر

کشاورزی در هیدرولوژی

جمع‌بندی نتایج حاصل از گزارشات بهره‌برداری هفتگی و بررسی کیفی پساب تصفیه‌خانه فاضلاب شهر سبزوار، طی یک سال و نتایج منتج از آنالیز آزمایشگاهی پساب، در جدول ۳ جمع‌بندی و با استاندارد خروجی فاضلاب‌ها برای مصارف کشاورزی و آبیاری در کشور، مقایسه شده است. همان‌گونه که جدول ۳ نشان می‌دهد، ۱۹ شاخص از ۲۲ متغیر مورد مطالعه پساب تصفیه‌خانه شهر سبزوار در ابتدای ورود به پذیرنده، بهتر از حد مجاز استاندارد کشور بوده و منعی برای مصرف در آبیاری ندارند.

آبیاری در هیدرولوژی، شوری و مقدار سدیم موجود در آن می‌باشد، که کاربردی‌ترین روش برای طبقه‌بندی آب از این منظر، روش طبقه‌بندی ویل‌کاکس و استفاده از نمودار آن است (علیزاده، ۱۳۸۰).

ارزیابی کارایی پساب در میزان و نوع استقرار بوته‌ها

هر کدام از مناطق بوته‌کاری شده در سال‌های ۱۳۸۹، ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱، به سه قسمت ابتدایی، میانی و انتهایی و هر قسمت به سه بخش ابتدا، میانه و انتها تقسیم شدند (نه تکرار) و در هر قسمت یک نوار ۱۲۰ متری و درست در راستای پشته‌ها، برای بررسی تراکم بوته‌ها، تعبیه شد.^۱ طول ترانسکت‌ها با توجه به ترتیب و فواصل گونه‌های کشت شده و با در نظر گرفتن پنج تکرار برای آرایش کشت در هر ترانسکت، انتخاب شد. همانگونه که در توضیح پروژه بوته‌کاری اشاره شد، در هر فارو، سه گونه تاغ، آتریپلکس و قره‌داغ با آرایش دو بوته آتریپلکس، دو گلدان تاغ و دو بوته قره‌داغ، به فواصل منظم چهار متری، کشت شده است. بنابراین در این بررسی، سه تیمار (هر گونه یک تیمار) و هر تیمار در نه تکرار (۹ بخش تفکیک شده)، به منظور بررسی کارایی پساب در میزان و نوع استقرار بوته‌ها، منظور شد. همان‌طور که اشاره شد، در این پژوهش، فقط بررسی کارایی پساب در تعیین درصد زنده‌مانی و تشخیص نوع گونه‌های مستقر شده، مورد هدف بود، لذا در ادامه با انجام عملیات میدانی، تنها، داده‌های مورد نیاز برای بررسی تراکم گیاهی، به روش شمارش بوته‌ها در ترانسکت، جمع‌آوری شدند. به دلیل عمر ۳ ساله پروژه، امکان بررسی سایر ویژگی‌های گیاهی مانند تاج پوشش، فراهم نیست. داده‌های جمع‌آوری شده، توسط نرم‌افزار mstat.c مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و آزمون دانکن در سطح ۱٪ نیز برای مقایسه میانگین‌ها، استفاده شد. با توجه به تغییرات فیزیکی و شیمیایی خاک و میزان آب دریافتی، از طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی استفاده و هر سال به طور جداگانه تجزیه و تحلیل شد.

^۱ لازم به ذکر است که به دلیل فواصل زیاد بین پشته‌ها (۸ متر) و فواصل بین بوته‌ها (۴ متر)، در صورت انتخاب پلات برای انجام آزمایش، باید از (پلات‌های) بسیار بزرگ استفاده می‌شد، که منطقی به نظر نرسید، از طرفی با عنایت به سهولت اندازه‌گیری تراکم گیاهی در هکتار توسط نوار در پشته‌هایی به فواصل مشخص، نیازی به استفاده از قطعه (پلات) احساس نشد.

جدول ۱. جمع بندی گزارشات بهره‌برداری هفتگی و بررسی کیفی پساب تصفیه خانه فاضلاب شهر سبزوار (اردیبهشت ۱۳۹۰ لغایت اردیبهشت ۱۳۹۱)

SAR	نتایج کیفی پساب					EC (Mc/cm)	حجم پساب خام احتمالی خروجی (m ³ /day)	برداری هفتگی وضعیت بهره (حجم پساب ورودی و خروجی)		مشخصات کلی تصفیه خانه پساب		تاریخ	
	BOD5 (100mg/l)	COD (200mg/l)	MPN/100cc فرم در هر کلی ۱۰۰سی سی نمونه	pH	TSS (100mg/l)			فاضلاب خروجی از خانه تصفیه (m ³ /week)	فاضلاب ورودی به خانه تصفیه (m ³ /week)	ظرفیت موجود خانه تصفیه (m ³ /day)	ظرفیت کل تصفیه خانه (m ³ /day)		
							۱۱۸۸۸۸	۱۹۴۷۴۵/۶	۱۹۳۰۰	۱۳۹۰/۱/۲۶	۱۳۹۰/۱/۲۰		
							۱۴۶۹۶۶	۱۳۸۴۹۹	۱۹۳۰۰	۱۳۹۰/۲/۱۰	۱۳۹۰/۲/۳		
						۶۶۵۲۸	۱۷۸۱۱۲	۱۱۲۸۳۲	۱۹۳۰۰	۱۳۹۰/۲/۳۱	۱۳۹۰/۲/۲۵		
فصلی	۹۵	۱۹۷	ماهانه	۸/۴۵	۷۹	فصلی	۲۰۶۷۰	۱۴۴۶۸۸	۱۶۱۱۲۵	۲۳۰۱۸	۱۹۳۰۰	۱۳۹۰/۲/۳۱	۱۳۹۰/۲/۳۱
	۹۵	۱۸۹		۸/۵۱	۸۷		۲۱۳۸۲	۱۴۶۶۷۷	۱۶۴۹۳۸	۲۳۵۶۳	۱۹۳۰۰	۱۳۹۰/۳/۱۳	۱۳۹۰/۳/۷
	۱۱۰	۱۹۸		۷/۷۴	۱۰۸		۲۰۵۸۴	۱۴۴۰۷۸	۱۶۵۵۴۱		۱۹۳۰۰	۱۳۹۰/۳/۲۱	۱۳۹۰/۳/۱۶
	۱۰۵	۱۹۳	ماهانه	۸/۷۵	۱۰۶	۱۶۱۳	۲۰۵۰۶	۱۴۳۵۴۳	۱۶۲۱۶۶	۲۳۳۰۹	۱۹۳۰۰	۱۳۹۰/۴/۳	۱۳۹۰/۳/۲۸
	۱۰۱	۱۹۸/۷		۸/۲	۱۰۱/۸	۱۶۱۳	۲۷۵۳۶	۱۴۹۷۲۴	۱۵۸۶۷۱	۲۳۳۵۵	۱۹۳۰۰	میانگین فصلی (بهار) *	
	۱۰۰	۱۸۹	ماهانه	۸/۸۲	۱۱۰	فصلی	۲۱۲۷۴	۱۴۸۹۲۲	۱۶۸۳۷۳	۲۳۰۵۲	۱۹۳۰۰	۱۳۹۰/۴/۱۰	۱۳۹۰/۴/۴
فصلی	۹۵	۱۹۰	ماهانه	۸/۷۸	۱۱۵	فصلی	۲۰۲۶۲	۱۴۱۸۲۶	۱۶۵۳۶۹	۲۳۶۲۱	۱۹۳۰۰	۱۳۹۰/۴/۱۷	۱۳۹۰/۴/۱۱
	۹۰	۲۰۱	ماهانه	۸/۷۳	۱۱۷	فصلی	۲۱۶۹۸	۱۵۱۸۹۱	۱۶۳۹۱۱	۲۳۴۱۵	۱۹۳۰۰	۱۳۹۰/۴/۲۴	۱۳۹۰/۴/۱۸
	۱۰۳	۲۰۰	۱۱۰۰۰	۸/۷۸	۱۰۵	فصلی	۲۰۸۱۶	۱۴۵۷۱۷	۱۷۰۴۳۱	۲۴۳۴۷	۱۹۳۰۰	۱۳۹۰/۴/۳۱	۱۳۹۰/۴/۲۵
	۱۰۵	۲۰۱	ماهانه	۸/۶۲	۱۱۲	فصلی	۲۰۳۶۹	۱۴۲۵۸۵	۱۶۶۸۸۲	۲۳۸۴۰	۱۹۳۰۰	۱۳۹۰/۵/۷	۱۳۹۰/۵/۱
	۱۰۰	۲۰۹	ماهانه	۸/۷۲	۱۰۷	فصلی	۲۱۶۰۸	۱۵۱۲۶۲	۱۶۷۸۷۴	۲۳۹۸۲	۱۹۳۰۰	۱۳۹۰/۵/۱۴	۱۳۹۰/۵/۸
فصلی	۱۱۰	۱۹۷	ماهانه	۸/۹۳	۱۱۷	فصلی	۲۱۲۴۵	۱۴۸۷۲۱	۱۶۵۲۴۹	۲۳۶۰۷	۱۹۳۰۰	۱۳۹۰/۵/۲۱	۱۳۹۰/۵/۱۵
	۱۰۰	۲۱۷	۳۵۰۰۰	۸/۹۲	۱۲۰	فصلی	۲۱۹۷۹	۱۵۳۸۵۳	۱۶۱۹۶۴	۲۳۱۳۸	۱۹۳۰۰	۱۳۹۰/۵/۲۸	۱۳۹۰/۵/۲۲
	۱۱۰	۱۸۹		۸/۹۷	۱۱۲	فصلی	۲۱۷۲۹	۱۴۹۰۲۱	۱۶۴۲۶۲	۲۳۴۶۶	۱۹۳۰۰	۱۳۹۰/۶/۴	۱۳۹۰/۵/۲۹
فصلی	۱۰۵	۲۰۵	ماهانه	۹/۱۹	۱۲۱	فصلی	۳۱۲۳۱	۱۴۸۵۵۲	۱۶۶۸۶۱	۲۳۸۳۷	۱۹۳۰۰	۱۳۹۰/۶/۱۱	۱۳۹۰/۶/۵
فصلی	۹۵	۱۵۷	ماهانه	۹/۱	۱۲۸	فصلی	۲۱۸۲۵	۱۵۲۷۷۸	۱۷۰۲۴۸	۲۴۳۲۱	۱۹۳۰۰	۱۳۹۰/۶/۱۸	۱۳۹۰/۶/۱۲
	۱۰۵	۱۹۲	۱۲۹۰۰	۸/۹		۱۶۵۰	۲۱۴۶۴	۱۵۰۲۵۰	۲۳۸۸۱	۱۶۷۱۶۸	۱۹۳۰۰	۱۳۹۰/۷/۱	۱۳۹۰/۶/۲۶
	۹۳/۲	۱۸۰	۱۹۶۳۳	۸/۸۷	۱۱۵	۱۶۵۰	۲۰۳۵۲	۱۳۶۳۷۱	۱۴۰۵۷۸	۳۳۷۲۸	۱۹۳۰۰	میانگین فصلی (تابستان)	
	۱۰۰	۲۰۱	ماهانه	۹/۵		فصلی	۲۱۸۰۳	۱۵۲۷۶۴	۲۴۸۰۶	۱۷۳۶۴۷	۱۹۳۰۰	۱۳۹۰/۷/۸	۱۳۹۰/۷/۲
	۹۵	۱۹۷		۹/۱	۱۲۸		۲۰۲۴۰	۱۳۳۰۵۶	۱۵۲۲۰۰	۱۹۳۰۰	۱۳۹۰/۷/۲۳	۱۳۹۰/۷/۱۷	
	۱۰۵	۱۸۲	ماهانه	۸/۸۲	۱۱۲	فصلی	۲۱۷۲۳	۱۵۲۰۶۴	۱۷۶۵۰۸	۲۴۹۲۹	۱۹۳۰۰	۱۳۹۰/۸/۶	۱۳۹۰/۷/۳۰
	۱۱۰	۱۷۵	ماهانه	۸/۷۳	۱۰۸	فصلی	۲۱۶۳۷	۱۵۱۴۵۹	۱۷۷۸۸۱	۲۵۴۱۱	۱۹۳۰۰	۱۳۹۰/۸/۱۳	۱۳۹۰/۸/۷

SAR	نتایج کیفی پساب						حجم پساب خام احتمالی خروجی (m ³ /day)	برداری هفتگی وضعیت بهره (حجم پساب ورودی و خروجی)		مشخصات کلی تصفیه خانه پساب		تاریخ	
	BOD5 (100mg/l)	COD (200mg/l)	MPN/100cc فرم در هر کلی ۱۰۰سی سی نمونه	pH	TSS (100mg/l)	EC (Mc/cm)		فاضلاب خروجی از خانه تصفیه (m ³ /week)	فاضلاب ورودی به خانه تصفیه (m ³ /week)	ظرفیت موجود خانه تصفیه (m ³ /day)	ظرفیت کل تصفیه خانه (m ³ /day)		
	فصلی	۱۰۰	۱۹۷	ماهانه	۸/۶۷	۹۵		فصلی	۲۱۶۲۵	۱۵۱۳۷۵	۱۶۹۷۲۳		۲۴۲۴۶
	۹۵	۲۰۳		۸/۸۱	۸۴	فصلی	۲۱۹۴۳	۱۵۳۶۰۱	۱۶۸۶۱۹	۲۴۰۸۸	۱۹۳۰۰	۱۳۹۰/۷/۲۷	۱۳۹۰/۸/۲۱
	۱۰۰	۲۰۶	ماهانه	۸/۸۲	۸۰	فصلی	۲۳۵۴۲	۱۶۴۸۰۰	۱۸۱۶۳۱	۲۵۹۴۷	۱۹۳۰۰	۱۳۹۰/۹/۴	۱۳۹۰/۸/۲۸
	۹۲	۱۹۸	ماهانه	۸/۷۶	۷۶	فصلی	۲۲۴۱۴	۱۵۶۹۰۰	۱۷۳۲۱۸	۲۴۸۴۶	۱۹۳۰۰	۱۳۹۰/۹/۱۱	۱۳۹۰/۹/۵
فصلی	۱۰۵	۲۰۸	ماهانه	۸/۷۹	۸۴	فصلی	۲۲۴۸۱	۱۵۷۳۶۹	۱۶۵۱۴۵	۲۳۵۹۲	۱۹۳۰۰	۱۳۹۰/۹/۱۸	۱۳۹۰/۹/۱۲
	۱۰۰	۱۹۰	ماهانه	۸/۶۶	۹۰	فصلی	۲۲۶۰۲	۱۵۸۲۱۵	۱۶۷۶۷۶	۲۳۹۵۹	۱۹۳۰۰	۱۳۹۰/۹/۲۵	۱۳۹۰/۹/۱۹
		۲۰۳	۱۷۰۰۰	۸/۵۲	۹۲	فصلی	۲۲۴۱۷	۱۵۶۹۱۹	۱۶۶۲۱۶	۲۳۷۴۵	۱۹۳۰۰	۱۳۹۰/۱۰/۲	۱۳۹۰/۹/۲۶
		۱۰۰/۲	۱۹۶/۴	۱۷۰۰۰	۸/۸۴	۹۴/۹		۲۲۰۳۸/۸	۱۵۳۵۰۲	۱۵۶۶۹۳	۳۹۴۴۱	۱۹۳۰۰	میانگین فصلی (پاییز)
	۹۰	۲۱۰	ماهانه	۸/۴۸	۱۰۲	فصلی	۲۳۱۹۲	۱۶۲۳۴۵	۱۶۸۵۶۵	۲۴۰۸۰	۱۹۳۰۰	۱۳۹۰/۱۰/۹	۱۳۹۰/۱۰/۳
	۱۰۰	۲۰۶	ماهانه	۸/۳۱	۹۰	فصلی	۲۲۸۰۹	۱۵۹۶۶۸	۱۶۹۲۴۱	۲۴۱۷۷	۱۹۳۰۰	۱۳۹۰/۱۰/۱۶	۱۳۹۰/۱۰/۱۰
فصلی	۱۰۵	۲۱۳	ماهانه	۸/۲۷	۸۲	فصلی	۲۳۳۷۷	۱۵۶۶۴۴	۱۶۹۵۷۹	۲۴۲۲۵	۱۹۳۰۰	۱۳۹۰/۱۰/۲۳	۱۳۹۰/۱۰/۱۷
	۱۱۰	۲۰۶	۲۴۰۰۰	۸/۲۲	۷۴	فصلی	۲۲۶۴۹	۱۵۸۵۴۶	۱۷۳۸۷۹	۲۴۸۳۹	۱۹۳۰۰	۱۳۹۰/۱۰/۳۰	۱۳۹۰/۱۰/۲۴
	۱۰۰	۱۹۸	ماهانه	۸/۱۵	۷۰	فصلی	۲۲۵۰۱	۱۵۷۵۰۷	۱۶۹۰۰۰	۲۴۲۴۲	۱۹۳۰۰	۱۳۹۰/۱۱/۷	۱۳۹۰/۱۱/۱
۳/۱۷	۱۰۵	۲۰۱	ماهانه	۷/۹۱	۶۲	فصلی	۲۳۰۲۳	۱۶۱۱۶۲	۱۷۳۷۶۶	۲۴۸۲۳	۱۹۳۰۰	۱۳۹۰/۱۱/۱۴	۱۳۹۰/۱۱/۸
فصلی	۹۰	۲۱۳	ماهانه	۷/۸	۵۱	فصلی	۲۲۴۱۴	۱۵۶۹۱۳	۱۶۷۹۸۹	۲۳۹۹۸	۱۹۳۰۰	۱۳۹۰/۱۱/۲۱	۱۳۹۰/۱۱/۱۵
	۱۱۰	۲۰۲	۲۴۰۰۰	۸/۰۱	۵۷	فصلی	۲۲۵۵۰	۱۵۷۸۵۳	۱۷۱۶۷۷	۲۴۵۲۵	۱۹۳۰۰	۱۳۹۰/۱۱/۲۸	۱۳۹۰/۱۱/۲۲
	۱۰۵	۲۲۳	ماهانه	۷/۸۲	۶۵	فصلی	۲۲۶۶۵	۱۵۸۶۵۶	۱۶۵۴۷۷	۲۳۶۳۹	۱۹۳۰۰	۱۳۹۰/۱۲/۵	۱۳۹۰/۱۱/۲۹
	۱۰۰	۲۱۳	ماهانه	۷/۸۴	۷۲	فصلی	۲۲۸۲۰	۱۵۹۷۴۰	۱۶۸۴۷۶	۲۴۰۶۸	۱۹۳۰۰	۱۳۹۰/۱۲/۱۲	۱۳۹۰/۱۲/۶
	۹۵	۲۰۶	ماهانه	۷/۷۱	۸۰	فصلی	۲۲۳۹۰	۱۵۶۷۳۱	۱۶۷۹۱۰	۲۳۹۸۷	۱۹۳۰۰	۱۳۹۰/۱۲/۱۹	۱۳۹۰/۱۲/۱۳
	۱۰۰	۲۱۳	۲۲۰۰۰	۷/۸۹	۹۴	۱۵۴۳	۲۳۲۰۷	۱۶۲۴۷۲	۱۷۰۶۳۱	۲۴۳۷۵	۱۹۳۰۰	۱۳۹۰/۱۲/۲۶	۱۳۹۰/۱۲/۲۰
	۱۰۰	۱۹۸	ماهانه	۸/۱۵	۹۵	فصلی	۲۳۴۶۴	۱۶۴۲۴۸	۱۷۳۴۶۵	۲۴۸۰۶	۱۹۳۰۰	۱۳۹۱/۱/۴	۱۳۹۰/۱۲/۲۷
		۱۰۰/۸	۲۰۷/۸	۲۳۳۳۳	۸/۰۴	۷۶/۵	۱۵۴۳	۲۲۷۷۳/۹	۱۵۹۴۲۱/۹	۱۶۹۹۸۷/۳	۲۴۲۹۱	۱۹۳۰۰	میانگین فصلی (زمستان)
	۹۵	۲۰۲	ماهانه	۷/۸۲	۱۰۹	فصلی	۲۱۶۸۵	۱۵۱۷۹۹	۱۶۵۳۵۳	۲۳۶۲۱	۱۹۳۰۰	۱۳۹۱/۱/۱۱	۱۳۹۱/۱/۵
فصلی	۱۰۵	۲۱۳	ماهانه	۷/۹۲	۱۲۲	فصلی	۲۱۳۹۴	۱۶۹۷۶۴	۱۶۲۸۴۵	۲۳۲۶۳	۱۹۳۰۰	۱۳۹۱/۱/۱۸	۱۳۹۱/۱/۱۲
	۳/۱۷	۹۹	۱۹۶	۱۹۹۸۹	۸/۵	۹۷	۱۶۰۲	۲۳۱۷۵	۱۴۹۷۵۵	۱۵۴۲۴۵	۳۰۲۰۴	۱۹۳۰۰	میانگین ۱۲ ماهه

جدول ۲. نتایج آنالیز آزمایشگاهی پساب تصفیه خانه سبزوار

نام متقاضی: مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، شماره درخواست: ۷۱ - تاریخ مراجعه: ۹۱/۲/۲۴
پساب خروجی از تصفیه‌خانه سبزوار (ابتدای ورود به پذیرنده) - آزمایشگاه: آب و پساب خراسان رضوی شماره نظام ۴۷۷۳

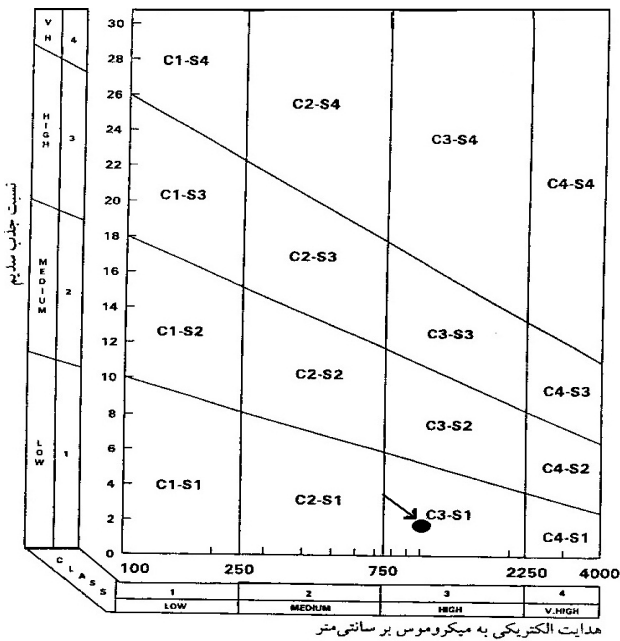
Test	Result	Units	Test	Result	Units
CaH.....	سختی کلسیم ۱۸۵	ppm	Iron.....	آهن ۴۰	ppb
Mg.....	منیزیم ۴۲	ppm	Manganes.....	منگنز ۹/۵۳	ppb
MgH.....	سختی منیزیم ۱۷۵	ppm	Arsenic.....	آرسنیک ۷/۱۷	ppb
Total hardness.....	سختی کل ۳۶۰	ppm	Cadmium.....	کادمیم ۴/۷۸	ppb
Turbidity.....	کدورت ۲۱	NTU	Copper.....	مس ۳۳/۹۷	ppb
S ²⁻	یون سولفید ۵۱	ppb	Lead.....	سرب ۲۹/۰۲	ppb
HS ⁻	سولفید هیدروژن ۵۲/۵	ppb	Nikel.....	نیکل ۳۵/۱	ppb
Total Count.....	شمارش کلی میکروارگانیزم‌ها ۴۹۲۰۰۰	/ml	Zinc.....	روی ۳۴/۶۹	ppb
Total Coliform (MPN).....	شمارش کلیه کلی‌فرم‌ها (MPN) ۳۴۵۰۰۰	/100ml	Boron.....	بر ۱۷۴	ppb
Ecoli MPN.....	شمارش کلی‌فرم‌های مدفوعی ۲۱۰۰۰	/100ml	Cl ⁻	کلراید ۲۵۰	ppm
D.O.....	اکسیژن محلول ۱/۴۵	ppm	SO ₄	سولفات ۸۴	ppm
			Ca.....	کلسیم ۷۴	ppm

شماره درخواست: ۸۱ - تاریخ مراجعه: ۹۱/۳/۲۳، پساب در ابتدای ورود به مخزن ذخیره پروژۀ دروک - آزمایشگاه: آب و پساب خراسان رضوی شماره نظام ۴۷۷۳

Total Count.....	شمارش کلی میکروارگانیزم‌ها ۱۴۰۰۰۰	/ml	D.O.....	اکسیژن محلول ۱۳/۵	ppm
E.coli MPN.....	شمارش کلی‌فرم‌های مدفوعی ۳۰۰۰۰	/100ml	Total Coliform (MPN).....	شمارش کلیه کلی‌فرم‌ها ۴۵۰۰	/100ml

جدول ۳. نتایج حاصل از مقایسه بررسی کیفی پساب فاضلاب شهر سبزوار با استانداردهای خروجی فاضلاب‌ها در ایران

شماره	مواد آلوده کننده	مقدار حاصل از مطالعه کیفی پساب تصفیه‌خانه سبزوار (mg/l)	استانداردهای خروجی فاضلاب برای مصارف کشاورزی و آبیاری (mg/l)	مناسب برای کشاورزی
۱	بر B	۰/۱۷۴	۱	بله
۲	کلسیم Ca	۷۴	-	بله
۳	کادمیوم Cd	۰/۰۰۴۷۸	۰/۰۵	بله
۴	کلراید Cl ⁻	۲۵۰	۶۰۰	بله
۵	مس Cu	۰/۰۳۳۹۷	۰/۲	بله
۶	آهن Fe	۰/۰۴	۳	بله
۷	منیزیم Mg	۴۲	۱۰۰	بله
۸	منگنز Mn	۰/۰۰۹۵۳	۱	بله
۹	نیکل Ni	۰/۰۳۵۱	۲	بله
۱۰	سرب Pb	۰/۰۲۹۰۲	۱	بله
۱۱	آرسنیک As	۰/۰۰۷۱۷	۰/۱	بله
۱۲	سولفید SH ₂	۰/۰۵۱	۳	بله
۱۳	سولفات SO ₄ ⁻	۸۴	۵۰۰	بله
۱۴	روی Zn	۰/۰۳۴۶۹	۲	بله
۱۵	(تبصره سه) BOD ₅	۹۹	۱۰۰	بله
۱۶	(تبصره سه) COD	۱۹۶	۲۰۰	بله
۱۷	اکسیژن محلول (حداقل) DO	۱/۴۵	۲	خیر
۱۸	مجموع مواد جامدمعلق TSS	۹۷	۱۰۰	بله
۱۹	پ-هاش (حدود) pH	۸/۵	۶- ۸/۵	بله
۲۰	کدورت واحد کدورت	۲۱	۵۰	بله
۲۱	کلی‌فرم گوارشی (تعداد در ۱۰۰ میلی‌لیتر)	۱۲۱۷	۴۰۰	خیر
۲۲	مجموع کلی‌فرم‌ها (تعداد در ۱۰۰ میلی‌لیتر)	۱۹۹۸۹	۱۰۰۰	خیر



شکل ۲. نمایش موقعیت نمونه پساب تصفیه‌خانه سبزوار بر روی نمودار ویل کاکس

میزان و نوع استقرار بوته‌ها

نتایج حاصل از بررسی کارایی پساب نشان داد که به طور متوسط سالانه ۶۷ درصد بوته‌های تاغ، ۷۴/۳ درصد بوته‌های آتریپلکس و ۹۰/۳ درصد از بوته‌های قره‌داغ، مستقر شده‌اند. نتایج تجزیه واریانس داده‌های به دست آمده از سه تیمار تأثیر پساب بر استقرار تاغ، آتریپلکس و قره‌داغ، تفاوت معنی‌داری را در سطح یک درصد، در هر کدام از سه سال مورد مطالعه، نشان داد. نتایج مقایسه میانگین‌ها در سال ۱۳۸۹ نشان دادند که این تفاوت معنی‌دار، بین هر سه گونه وجود دارد به طوری که گونه قره‌داغ با میانگین ۸۴ درصد بیشترین میزان استقرار و تاغ با ۶۲ درصد، کمترین میزان استقرار را به خود اختصاص داده‌اند. میانگین بوته‌های آتریپلکس مستقر شده در این سال نیز، ۷۰ درصد است. نتایج مقایسه میانگین‌ها در سال ۱۳۹۰ تفاوت معنی‌دار بین گونه قره‌داغ با دو گونه دیگر و عدم تفاوت معنی‌دار بین گونه‌های تاغ و آتریپلکس را نشان داد. میانگین استقرار تاغ در این سال ۷۵ درصد، آتریپلکس ۸۰ درصد و قره‌داغ ۹۲ درصد بوده است. بالاخره نتایج مقایسه میانگین‌ها در سال ۱۳۹۱ نیز تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد بین تمامی گونه‌ها را نشان می‌دهد، به شکلی که به

تنها شاخص‌های غیر قابل قبول در پساب فاضلاب تصفیه شده شهر سبزوار مربوط به اکسیژن محلول، کلی فرم‌های گوارشی و مجموع کلی فرم‌های پساب می‌باشد. کلی فرم‌ها به عنوان شاخص میکروبی مناسبی برای نشان دادن آلودگی مدفوعی در نمونه‌های آب مورد استفاده قرار می‌گیرند. از جمله ویژگی‌هایی که موجب شده این گروه از باکتری‌ها به عنوان شاخص میکروبی برای نشان دادن آلودگی مدفوعی آب مورد استفاده قرار گیرد، در درجه اول زیستگاه طبیعی آن‌ها در دستگاه گوارشی حیوانات خون گرم است که موجب شده تا در مدفوع به تعداد زیاد حضور داشته باشند و دوم دوام بیشتر آن‌ها در آب نسبت به باکتری‌های بیماری‌زای رودهای است، ضمن آن که کشت، شمارش و جداسازی آن‌ها در آزمایشگاه، ساده‌تر از این باکتری‌ها است. اکسیژن محلول نیز گرچه به تنهایی اهمیت چندانی برای آبیاری ندارد، لکن کمبود آن در آب نشانگر فعالیت‌های موجود زنده در آب است که ممکن است این موجودات برای بوته‌ها مناسب نباشند. افزون بر آن کاهش اکسیژن می‌تواند موجبات احیاء میکروبی نیترات به نیتريت و سولفات به سولفیت را فراهم کند و موجب افزایش غلظت آهن فرو در محلول شود. و بالاخره نتایج نشان می‌دهند، مقدار BOD در پساب تصفیه‌خانه شهر سبزوار در حد مجاز است و لذا، میکروارگانیسم‌های موجود در آب نیازی به مصرف اکسیژن موجود در آب ندارد. BOD مشخص کننده نرخ مصرف اکسیژن توسط ارگانیسم‌های داخل آب است و اندازه‌گیری آن می‌تواند کیفیت داخلی آب را از این منظر، مشخص نماید (عباس‌پور، ۱۳۸۹).

با توجه به مقدار شوری و SAR پساب که در جدول ۱ قابل ملاحظه است و استفاده از دیاگرام ویل کاکس، پساب مورد مطالعه در منطقه C3S1، واقع شد. به این ترتیب پساب تصفیه‌خانه شهر سبزوار به روش ویل کاکس دارای شوری زیاد با سدیم کم است که از این منظر برای استفاده در کشاورزی و آبیاری در کلاس آب‌های متوسط، جای گرفته و برای این مصارف مناسب ارزیابی می‌شود. موقعیت نمونه پساب تصفیه‌خانه شهر سبزوار، بر روی دیاگرام ویل کاکس، در شکل ۲ نشان داده شده است.

تاغ، ۷۴/۳ درصد بوته‌های آتریپلکس و ۹۰/۳ درصد از بوته‌های قره‌داغ را، مستقر سازد. حسن‌لی و جوان (۱۳۸۴) نیز توانسته‌اند با پساب تصفیه شده فاضلاب شهر مرودشت، ۱۴ گونه درختی را مستقر کنند.

برای رفع مشکل زیادی کلی‌فرم، پساب خروجی از تصفیه‌خانه، قبل از بهره‌گیری، در استخری ذخیره و با سیلاب‌های فصلی مخلوط و سپس مورد استفاده آبیاری بوته‌ها قرار گرفت. نتایج پژوهش فریدونی و همکاران (۱۳۹۲) نیز از بهبود EC خاک به دلیل آبیاری یک در میان پساب و آب شیرین حکایت دارد. همچنین رجیبی سرخنی و قائمی (۱۳۹۱) توانسته‌اند با مخلوط کردن آب چاه و پساب، عملکرد محصول را بهبود بخشند و برخی عناصر اندازه‌گیری شده در محصول، که می‌تواند خطرناک باشد را کاهش دهند. نیکنام و همکاران (۱۳۹۰) نیز معتقدند که با انجام تیمارهایی می‌توان از پساب خروجی تصفیه‌خانه فاضلاب شهر کرمان، که برخی پارامترهای آنالیز شده آن بیش از حد استاندارد می‌باشد، برای آبیاری استفاده کرد.

برای کمبود اکسیژن محلول نیز، چون نمونه‌برداری برای مطالعه پساب دقیقاً از محل خروجی تصفیه‌خانه و قبل از جاری شدن در پذیرنده انجام شد، به نظر رسید با اجازه حرکت پساب در مسیر، مقدار اکسیژن محلول در آن افزایش خواهد یافت. بخشی از اکسیژن مورد نیاز، به طور مستقیم از تماس هوا با سطح پساب تأمین و بخش دیگری نیز از طریق برخورد جریان آن با هوا فراهم می‌شود. بنابراین پساب در مسیر انتقال خود تا محل مصرف می‌تواند با برخورد به موانع مسیر، با هوا درآمیزد و اکسیژن مورد نیاز خود را تأمین کند. نتایج نمونه‌برداری دوم از پساب در محل پروژه، که در جدول‌های ۲ و ۳ نشان داده شده است، این فرضیه را تأیید نمود و مقدار اکسیژن محلول پساب در محل پروژه‌ی بوته‌کاری، از ۱/۴۵ppm به ۱۳/۵ppm افزایش و بر استاندارد خروجی فاضلاب برای مصارف کشاورزی و آبیاری، منطبق گردید. نتایج پژوهش طیبی و اردکانی (۱۳۹۱) نیز نقش تلاطم و سرعت آب در بهبود اکسیژن محلول را تأیید می‌کند. از آنجا که بر پایه نتایج پژوهش، مقدار BOD در پساب تصفیه‌خانه شهر سبزوار در حد مجاز می‌باشد،

ترتیب قره‌داغ با ۹۵ درصد بیشترین، سپس آتریپلکس با ۷۳ درصد و آنگاه تاغ با ۶۴ درصد کمترین درصد استقرار را داشته‌اند.

■ بحث و نتیجه‌گیری

اگر چه شرایط سخت فیزیکی مناطق بیابانی مانند خاک متراکم و با شوری زیاد این مناطق، سطوح وسیعی از عرصه‌های بیابانی را عاری از پوشش گیاهی کرده است (Lichvar et al., 2006)، با این وجود در محیط‌های بیابانی آب نقش تعیین کننده‌ای دارد به گونه‌ای که حتی برخی از متخصصین تعریف بیابان را با کمبود یا نبود آب مترادف می‌دانند (دادرسی سبزواری و خسروشاهی، ۱۳۸۹). منطقه بیابانی مورد پژوهش شدیداً از کمبود منابع آبی در رنج است و مراتع منطقه شرایط حادی به لحاظ پوشش گیاهی دارند. نتایج پژوهش نشان داد که استفاده از پساب تصفیه شده فاضلاب شهری توانسته است با تأمین بخشی از آب مورد نیاز آبیاری، امکان استقرار و بهبود پوشش مرتعی طرح‌های بیابان زدایی را در منطقه، فراهم آورد.

نتایج پژوهش خانی و سماوی (۱۳۸۹)، امکان تأمین بخشی از آب مورد نیاز دیمزارهای همدان و بررسی‌های رضازاده و غنوی (۱۳۸۹)، امکان تأمین بخشی از کمبود آب قزوین، با استفاده از پساب را تأیید می‌کنند. نکته دارای اهمیت برای بهره‌گیری از پساب تصفیه‌خانه شهر سبزوار برای آبیاری بوته‌ها در طرح احیاء و استقرار گونه‌های کشت شده در منطقه دروگ شهرستان سبزوار در درجه نخست تعداد کلی‌فرم‌های مدفوعی یا گوارشی و مجموع کلی‌فرم‌های پساب است، که در هر دو نمونه مورد مطالعه، بیش‌تر از حد مجاز استاندارد می‌باشند و سپس مقدار اکسیژن محلول در پساب می‌باشد، که مقدار آن در محل خروجی تصفیه‌خانه، کمتر از حد استاندارد است. از سایر جنبه‌ها، پساب تصفیه‌خانه شهر سبزوار برای آبیاری بوته‌های سه گونه تاغ، آتریپلکس و قره‌داغ، منطبق بر استاندارد خروجی فاضلاب‌ها است، ضمن آن که نتایج پژوهش نشان داد که استفاده از پساب تصفیه‌خانه توانسته است به طور متوسط سالانه ۶۷ درصد بوته‌های

■ سپاسگزاری

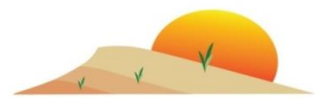
این تحقیق با استفاده از امکانات مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی و اعتبارات سازمان جهاد کشاورزی خراسان رضوی، انجام شده است. صمیمانه از حمایت کنندگان پژوهش، تقدیر و تشکر می‌شود.

میکروارگانسم‌های موجود در آب نیز نیازی به مصرف اکسیژن موجود در آب نداشته و از این بابت تغییری در اکسیژن محلول، تا محل مصرف رخ نخواهد داد. جمع‌بندی پایانی نشان دهنده این است که برگشت پساب تصفیه شده شهری به چرخه مصرف در عرصه‌های بیابانی، در حالی که این مناطق شدیداً از کمبود منابع آبی در رنج هستند، نوید بخش موفقیت بیشتر پروژه‌های بیابان‌زدایی در کشور است.

■ منابع

۱. بوستانی، آ، انصاری، ح، و اکبرزاده، م. ر. (۱۳۸۹). تحلیل استفاده از پساب در کشاورزی، معیارها و ارائه رویکردها. مشهد: مجموعه مقالات دومین سمینار ملی جایگاه آب‌های بازیافتی و پساب در مدیریت منابع آب، کاربردها در کشاورزی و فضای سبز. مشهد، ایران.
۲. حسن‌لی، ع. م. و جوان، م. (۱۳۸۴). ارزیابی پساب تصفیه شده شهری و کاربرد آن در آبیاری فضای سبز. مجله محیط‌شناسی. ۳۸، ۲۳-۳۰.
۳. خانجانی، م. ج.، رشیدی، ع.، و هاشمی پور، س. م. (۱۳۸۴). استفاده از فاضلاب تصفیه شده در کشت پسته. مجموعه مقالات دومین کنفرانس سراسری آبخیزداری و مدیریت آب و خاک، کرمان، ایران.
۴. خانی، ح.، و سماوی ط. ز. (۱۳۸۹). استفاده از پساب تصفیه‌خانه شهر همدان برای توسعه دیم‌زار. مجموعه مقالات دومین سمینار ملی جایگاه آب‌های بازیافتی و پساب در مدیریت منابع آب، مشهد، ایران.
۵. خبرگزاری جمهوری اسلامی ایران (ایرنا)، فاضلاب در ایران. (۱۳۹۲). <http://khabarfarsi.com/ext/5690231>.
۶. دادرسی سبزواری، ا.، و خسروشاهی، م. (۱۳۸۹). اثرهای استفاده از سیلاب‌های با کیفیت پایین بر آبشویی خاک‌های کویری (مطالعه موردی منطقه برآباد - سبزواری). فصلنامه تحقیقات مرتع و بیابان/ایران. ۱۷ (۱)، ۱۲۷-۱۴۸.
۷. دانش، ش.، و علیزاده، ا. (۱۳۸۷). کاربرد پساب در کشاورزی، فرصت‌ها و چالش‌ها. مجموعه مقالات اولین سمینار ملی جایگاه آب‌های بازیافتی و پساب در مدیریت منابع آب، کاربردها در کشاورزی و فضای سبز، مشهد، ایران.
۸. رجبی سرخنی، م.، و قائمی، ع. (۱۳۹۱). بررسی اثرات کاربرد پساب تصفیه شده و کودهای شیمیایی بر عملکرد کلم بروکلی. مجله مدیریت آب و آبیاری. جلد ۲ (۲)، ۱۳-۲۴.
۹. رضازاده، س.، و غنوی، ز. (۱۳۸۹). بررسی چالش‌ها و راهکارهای استفاده از فاضلاب خروجی سیستم تصفیه فاضلاب شهر قزوین در آبیاری باغستان سنتی قزوین، مجموعه مقالات دومین سمینار ملی جایگاه آب‌های بازیافتی و پساب در مدیریت منابع آب، مشهد، ایران.
۱۰. سازمان حفاظت محیط زیست، (۱۳۷۸). ضوابط و استانداردهای زیست محیطی. تهران: سازمان حفاظت محیط زیست.
۱۱. شوشتریان، س.، و تهرانی فر، ع. (۱۳۸۹). بررسی امکان کاربرد پساب‌های شهری تصفیه شده در آبیاری گیاهان فضای سبز شهری. مجموعه مقالات دومین سمینار ملی جایگاه آب‌های بازیافتی و پساب در مدیریت منابع آب، کاربردها در کشاورزی و فضای سبز، مشهد، ایران.

۱۲. صفاری، م. (۱۳۸۱). استفاده بهینه از پساب شهری در آبیاری محصولات زراعی. پنجمین همایش کشوری بهداشت محیط. دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی- درمانی ایران. تهران، ایران.
۱۳. طیبی، ل.، و اردکانی، س. س. (۱۳۹۱). سنجش پارامترهای کیفی آب رودخانه گاماسیاب و عوامل مؤثر بر آن. *مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست*. ۱۴ (۲)، ۳۷-۴۹.
۱۴. عباس پور، م. (۱۳۸۹). مهندسی محیط زیست، جلد اول. تهران: مرکز انتشارات علمی دانشگاه آزاد اسلامی.
۱۵. عرفانی آگاه، ع.، و علیزاده، ا. (۱۳۷۲). استفاده از فاضلاب تصفیه شده خانگی در آبیاری. مجموعه مقالات سومین همایش کشور بهداشت محیط (جلد دوم). دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی کرمان. کرمان، ایران.
۱۶. علیزاده، ا. (۱۳۸۰). اصول هیدرولوژی کاربردی. مشهد: انتشارات دانشگاه امام رضا (ع).
۱۷. فریدونی، م. ج.، فرجی، ه.، و اولیایی، ح. ر. (۱۳۹۲). تاثیر پساب شهری تصفیه شده و نیتروژن بر عملکرد کمی و کیفیت دانه ذرت شیرین و برخی ویژگی‌های خاک در منطقه یاسوج. *فصلنامه دانش آب و خاک*. ۲۳ (۳)، ۴۳-۵۶.
۱۸. قانعیان، م. ت.، مصداقی نیا، ع.، ندافی، ک.، و عمرانی، ق. (۱۳۷۸). بررسی وضعیت فاضلاب و امکان استفاده مجدد از پساب در جزیره کیش. مجموعه مقالات سومین همایش کشوری بهداشت محیط. دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی کرمان. کرمان، ایران.
۱۹. مرکز ملی اقلیم شناسی، (۱۳۷۹). *خبرنامه شماره ۲۵ اقلیم*. تهران: مرکز ملی اقلیم‌شناسی.
۲۰. نجفی، پ. (۱۳۸۴). بررسی کیفیت پساب خروجی تصفیه‌خانه فاضلاب جنوب اصفهان جهت استفاده در آبیاری. مجموعه مقالات دومین کنفرانس سراسری آبخیزداری و مدیریت آب و خاک، کرمان، ایران.
۲۱. نیکنام، ر.، یوسف پور، ا. ا.، حاجیان، م. ه.، و رشیدی شریف آبادی، ع. (۱۳۹۰). برآورد اقتصادی کاربرد پساب تصفیه‌خانه فاضلاب شهر کرمان جهت آبیاری اراضی کشاورزی با ملاحظات زیست محیطی. مجموعه مقالات چهارمین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران. تهران، ایران.
22. Feizi, M. (2001). Effect of treated wastewater on accumulation of heavy metals in plants and soils. In: ICID Int. Workshop on Water Reuse Management.
23. Hussain I. L., Raschid, M. A., Hanjra, F., & Marikar, W. V. (2002). Wastewater use in agriculture: Review of impacts and methodological issues in valuing impacts. (With an extended list of bibliographical references). Working Paper 37, Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute.
24. Lichvar, R., Brostoff, W., & Sprecher, S. (2006). Surficial features associated with ponded water on playas of the arid southwestern United States: Indicators for delineating regulated areas under the Clean Water Act. *Wetlands* 26(2), 385-399.
25. Mahida, U. V. (1981). Water pollution and disposal of wastewater on land. New Dehli: McGraw-Hill, 323.
26. Saber, M. S. M. (1986). Prolonged effect of land disposal of human waste on soil conditions. *Water Science & Technology*. 18(7-8), 371-374.



**Feasibility Assessment of Use of Refined Urban Wastewater
for Reclamation of Arid Lands
(Case study: The Urban Wastewater Treatment Plant of Sabzevar)**

A. Dadrasi Sabzevar*¹, M. Khosroshahi² and H. Barabadi³

1. Faculty Member, Agriculture and Natural Resources Research Center of Khorasan Razavi

2. Research Associate Professor, Research Institute of Forests and Rangelands

3. Ph.D. Student in Combating Desertification, Kashan University

* Corresponding author: dadrasisabzevar@yahoo.com

Received: 2013.09.03

Accepted: 2014.07.23

Abstract

One of the methods for water resources development to meet water supply requirements, is the use of treated urban wastewater. In this paper, the feasibility of use of refined urban wastewater of Sabzevar was evaluated. This study was implemented in Dorok desert land located in southwest of Sabzevar over three year(2009- 2011). In order to meet this general objective, the complete randomized block design with three treatments (*Haloxylon*, *Atriplex* and *Nitraria schober*) in 9 replicates per treatment was selected. To evaluate the quality of the effluent, the samples were taken from sewage wastewater treatment plant of Sabzevar and entering water to the collecting reservoir. The samples were analyzed in the laboratory to study the major contaminants based on environmental standards for sewage in Iran. The results of this part of study showed that all evaluated parameters are suitable for irrigation, except for two parameters of Dissolve Oxygen (it was solved by mixing it with seasonal flooding) and coliforms count in the effluent. The results in terms of classifying the quality of wastewater for agriculture and irrigation by Wilcox diagram, showed the class C3-S1, which means relatively suitable class. To evaluate the second objective, areas planted were divided into three sections and each section is divided into three parts (9 repetitions). For evaluation of plant density (percentage of plant), 120m transects was used and the results showed that on average, 67 percent of *Haloxylon*, 74.3 percent of *Atriplex* and 90.3% of *Nitraria schober* have survived. The results are indicators of match effects which are at 1% level meaningful.

Keywords: Desertification; Water Resources; Combating desertification, *Atriplex*; *Haloxylon*; *Nitraria schober*; Sabzevar

