

ارزیابی کارایی استفاده از پساب شهری در مدیریت مخاطره بیابان‌زایی (مطالعه موردی: منطقه بیابانی برآباد شهرستان سبزوار)

عباسعلی ولی^{۱*}، حسن برآبادی^۲، ابوالقاسم امیراحمدی^۳

۱. دانشیار گروه بیابان‌زدایی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کاشان

۲. دانشجوی دکتری بیابان‌زدایی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کاشان

۳. دانشیار، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری

(تاریخ دریافت ۱۳۹۶/۰۱/۳۱؛ تاریخ تصویب ۱۳۹۶/۱۰/۱۴)

چکیده

مقوله توسعه پایدار به کاهش آثار نامطلوب توسعه در اکوسیستم‌ها و پایداری مستمر آنها تأکید می‌کند. یکی از مسائل مطرح در اکوهیدرولوژی مناطق خشک، مدیریت پساب‌های شهری است. یکی از ایده‌هایی که می‌تواند شرایط کاهش آثار منفی پدیده بیابان‌زایی را فراهم آورد، استفاده پساب فاضلاب شهری در احیای مناطق بیابانی است. هدف از انجام این تحقیق، بررسی امکان استفاده از پساب شهر سبزوار در احیای مناطق بیابانی دروک- برآباد سبزوار است. درباره کارایی کیفیت پساب و تأثیرات آن بر اکوسیستم منطقه، کیفیت پساب با مقادیر استاندارد در بخش‌های کشاورزی، تخلیه به آب‌های سطحی، تغذیه مصنوعی، الگوی کشت، چگونگی آبیاری، دام و طیور و حیات وحش مطالعه شد. برای امکان‌سنجی براساس روش دلفی عوامل مؤثر امتیازدهی شدند. به منظور یکپارچه‌سازی، تحلیل اطلاعات، تصمیم‌گیری و پیشنهاد راهبرد متناسب با طرح، از مدل SWOT استفاده شد. نتایج نشان داد مجموع امتیاز نهایی کسب‌شده از عوامل بیرونی ۲/۹۹۲ و درونی ۲/۹۱۷ است که در نتیجه طرح مد نظر الگوی تهاجمی را به خود اختصاص می‌دهد. وجود نیزارها با قابلیت پالایش طبیعی، ذخیره‌گاه آب در رودخانه کالشور و قدرت سازگاری فراوان گونه‌های بیابانی کشت‌شده در منطقه از عوامل امکان استفاده پساب و احیای اکوسیستم بیابانی منطقه‌اند.

کلیدواژگان: اکوهیدرولوژی بیابان، بیابان‌زایی، پساب شهری، تصفیه‌خانه فاضلاب سبزوار، مخاطرات طبیعی.

مقدمه

کاربرد فاضلاب‌های خام و تصفیه‌شده در کشورهای مختلف جهان از گذشته دور رواج داشته است. در بیشتر کشورهای پیشرفته فقط فاضلاب‌های تصفیه‌شده با رعایت استانداردهای مربوط به آن برای کاربردهای مختلف استفاده می‌شود، اما در غالب کشورهای در حال توسعه، از جمله ایران، فاضلاب‌های خام هم برای مصارف مختلف از جمله کشاورزی به مصرف رسیده و سبب بروز رخدادهای و مخاطرات ناگوار بهداشتی و زیست‌محیطی شده است [۱]. همچنین، یکی از مشکلاتی که امروزه در بسیاری از کشورهای جهان، حتی کشورهای پیشرفته، دامن‌گیر جوامع انسانی شده، بیابان‌زایی است. بیابان‌زایی عبارت است از تخریب سرزمین در مناطق خشک، نیمه‌خشک و خشک جنب مرطوب بر اثر عوامل مختلفی مانند تغییرات اقلیمی و فعالیت‌های انسانی. این مشکل در ایران و سایر کشورهایی که اقلیم مشابه دارند، حادث است [۲]. استفاده بهینه نکردن از آب‌های موجود، یکی از عوامل بروز این پدیده است و در چنین شرایطی تصفیه و بازچرخش فاضلاب‌ها، مهم‌ترین راهکار در توسعه مدیریت منابع آب است که می‌تواند کارکرد مهمی در زمینه مشکلات کم‌آبی ایفا کند [۳]. بنابراین، احیای بیولوژیک مناطق بیابانی توسط پساب‌های شهری با مدیریت مناسب، می‌تواند زمینه تبدیل این دو مخاطره طبیعی به فرصت را فراهم آورد.

طرح‌های استفاده از فاضلاب و پساب در مقیاس وسیع در کشورهای صنعتی و در حال توسعه در حال اجراست. به دلیل توسعه شهرها و افزایش مصرف آب، مقدار زیادی فاضلاب تولید می‌شود که پساب این فاضلاب می‌تواند به عنوان یک منبع بارز در افزایش سطح پوشش گیاهی محسوب شود، به شرط آنکه استفاده اصولی از آن به همراه تصفیه مناسب پساب باشد [۴]. در واقع، استفاده از فاضلاب در آبیاری را می‌توان راهکاری برای جبران کمبود آب قابل دسترس در نظر گرفت. به این منظور، بررسی پیامدهای کاربرد فاضلاب تصفیه‌شده شهری برای پایداری اراضی، امری ضروری است [۵]. تحقیقات متعددی در خصوص استفاده از پساب تصفیه‌شده به عنوان منابع آبی جدید در مصارف مختلف صورت گرفته است که به برخی از آنها اشاره می‌شود.

مطالعات انجام‌شده در بررسی پساب‌های صنعتی و فاضلاب‌های خانگی در دشت یزد- اردکان نشان داد فاضلاب‌هایی برای استفاده صنعتی و آبیاری فضای سبز

مناسب است که حاوی مواد سمی و خطرناک نباشند و قبل از استفاده تصفیه شوند [۶]. نتایج مطالعات دانش و علیزاده [۷] نشان می‌دهد استفاده از پساب در کشاورزی، که با هدف توسعه اقتصادی صورت می‌گیرد، فقط زمانی قابل اجرا خواهد بود که حفاظت و نگهداری طولانی‌مدت منابع و همچنین حفظ سلامت عموم، امکان‌پذیر باشد. در یک مطالعه تلاش شده است که امکان آبیاری محصول پسته با آب تصفیه‌شده فاضلاب شهر کرمان ارزیابی شود. به این منظور، پس از انجام نمونه‌برداری‌های مورد نیاز، کیفیت فاضلاب تصفیه‌شده با میزان مجاز عناصر، مقایسه شده و مواردی که عناصر موجود امکان استفاده از آن را ندهد است، مشخص شده است [۸]. مطالعات انجام‌شده در باغستان‌های سنتی قزوین توسط رضازاده و غنوی [۹] نشان داد با استفاده از پساب خروجی سامانه تصفیه فاضلاب شهر قزوین، می‌توان ضمن احیای باغ‌ها، با تغذیه آبخوان، بخشی از کمبود آب استان را نیز جبران کرد. در یک بررسی، پارامترهای پساب خروجی از تصفیه‌خانه فاضلاب شهر کرمان آنالیز شد و نتیجه گرفته شد که به‌رغم زیادبودن برخی پارامترهای بررسی‌شده، که استفاده از فاضلاب تصفیه‌شده را برای کشاورزی دچار اشکال می‌کند، با انجام تمهیداتی می‌توان از آن برای آبیاری برخی محصولات کشاورزی استفاده کرد [۱۰]. در تحقیقی با عنوان «اثر آبیاری با پساب فاضلاب تصفیه‌شده بر رشد گیاه قره‌داغ تحت شرایط گلخانه»، نشان داده شده است که کاربرد پساب در مقایسه با آب معمولی بر طول ساقه، وزن تر و خشک گیاه اثر مثبت دارد. بنابراین، با توجه به مشکل تأمین آب گونه‌های گیاهی مناطق بیابانی، این روش می‌تواند کارکرد درخور توجهی در پایداری گیاهان، کاهش هزینه‌های آبیاری و کوددهی و احیای بیولوژیک این مناطق داشته باشد [۱۱].

فیضی [۱۲] در تحقیقات خود تأثیر استفاده از پساب را روی ذخیره فلزات سنگین در گیاه و خاک مطالعه کرده است. این محقق در نتایج پژوهش خود یادآور شده است که هشت سال استفاده مداوم از فاضلاب تصفیه‌شده سبب شده است که شوری و سدیم خاک به شکل معناداری افزایش یابد. آلاتون [۱۳] پتانسیل‌های استفاده دوباره از فاضلاب تصفیه‌شده شهری را روی پساب چهار تصفیه‌خانه منتخب در کشور ترکیه انجام داده است. او پساب تصفیه‌خانه‌های مطالعه‌شده را از نظر پارامترهای کنترلی متداول و فلزات سنگین مناسب تشخیص داد، ولی بیان کرد که پساب

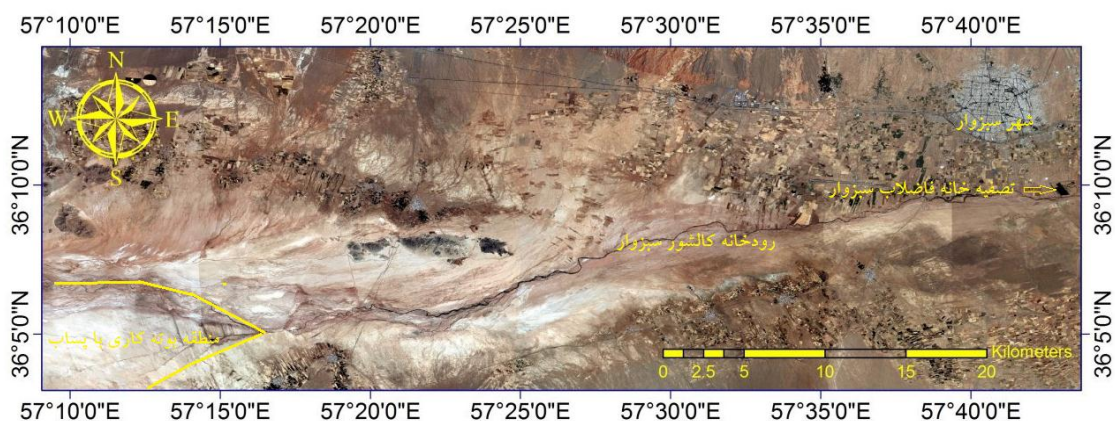
کلیه عوامل درونی و بیرونی استفاده از پساب تصفیه‌خانه شهر سبزوار برای احیای مناطق بیابانی برآباد شهرستان سبزوار و تدوین راهبرد و استراتژی به‌منظور استفاده بهینه‌تر این منبع آبی با استفاده از مدل مدیریتی و تعیین راهبرد سوات^۱ است.

مواد و روش‌ها

منطقه مطالعه شده در جنوب غربی شهرستان سبزوار و در منطقه دروک، در حد فاصل $36^{\circ}03'50''$ 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 یک درصد است. بارندگی متوسط سالانه منطقه حدود ۱۴۰ میلی‌متر است که توزیع فصلی آن از صفر در تابستان تا حدود ۷۰ میلی‌متر در زمستان، متغیر است. دامنه سالانه دمای منطقه حدود ۲۸ درجه سانتی‌گراد است، که از میانگین حداقل ۲۶ درجه سانتی‌گراد متغیر است. همچنین، منطقه بررسی شده با روش دمارتن جزء اقلیم فراخشک محسوب می‌شود [۱۶]. شکل ۱ موقعیت منطقه مطالعه شده را نسبت به تصفیه‌خانه شهر سبزوار نشان می‌دهد. همچنین، مسیر انتقال پساب تا محل اجرای تحقیق در این شکل نشان داده شده است.

تصفیه‌خانه‌های منتخب از نظر کیفیت باکتریولوژی به‌ویژه کلیفرم‌های مدفوعی رضایت‌بخش نبوده است. آل عمران و همکارانش [۱۴] روی تغییرات مکانی برخی خواص خاک تحت آبیاری فاضلاب در یک مدت طولانی کار کردند. نتایج مقایسه‌های مزارع تحت آبیاری با پساب با منطقه شاهد (تحت آبیاری با آب چاه) نشان داد میزان شوری، غلظت روی، مس، آهن و نیکل در مزارع تحت آبیاری با فاضلاب بیشتر از منطقه شاهد است، ولی از نظر میزان اسیدیته خاک تفاوت معناداری نشان نداد. گاتا و همکارانش [۱۵] روی آبیاری گوجه‌فرنگی تحت تیمار آبیاری با پساب صنعتی و تأثیر آن بر خصوصیات کمی و کیفی تولید و همچنین خواص میکروبیولوژیکی خاک کار کردند. نتایج پژوهش آنها نشان داد منبع آب آبیاری اثر درخور توجهی در عملکرد کمی گیاه گوجه‌فرنگی نداشت. نتایج میکروبیولوژیکی خاک نشان داد سطوح متوسط اشیریشیا کولی، مدفوع انتروکوک و سالمونلا در خاک تحت آبیاری با پساب، بیشتر از نتایج آبیاری با آب چاه و همچنین دستورالعمل‌های ایتالیا برای استفاده دوباره از پساب است.

استفاده از پساب در تحقیقات یادشده براساس دید یک‌جانبه و فقط براساس کیفیت پساب فاضلاب است. هدف از تحقیق حاضر، حل این معضل از طریق توجه به



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

نیاز دارد. این اطلاعات شامل داده‌های مربوط به خصوصیات کمی و کیفی پساب تصفیه‌خانه (شامل دبی خروجی، خصوصیات شیمیایی، بیوشیمیایی، میکروبی، فلزات سنگین و عناصر کمیاب)، ویژگی‌های خاص منطقه

روش انجام کار

جمع‌آوری اطلاعات

انجام تحقیق حاضر، به کلیه آمار و اطلاعات مربوط به پساب تصفیه‌خانه شهرستان سبزوار و اطلاعات مربوط به اراضی بیابانی دروک- برآباد سبزوار (منطقه مطالعه‌شده)

1. SWOT (Strength- weakness- opportunity- Threat)

- استاندارد برای انتخاب روش آبیاری مناسب به منظور مصارف کشاورزی و فضای سبز (رهنمودهای آیرس و وستکات برای طبقه‌بندی کیفیت آب برای آبیاری) [۲۱]
- استاندارد ارائه شده برای استفاده از پساب به منظور مصارف دام و طیور (استاندارد مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، شماره ۱۰۵۳) [۲۲].
- استاندارد استفاده از پساب در مصارف متفرقه مانند محیط زیست، آبریزان و حیات وحش [۲۳].

استفاده از مدل سوات و روش دلفی برای جمع‌بندی و ارائه راهکار و استراتژی

براساس نتایج موارد پیشین و همچنین بررسی سایر اجزای مختلف مدل سوات در زمینه طرح مد نظر شامل ویژگی‌های خاص منطقه مطالعه شده مانند نیاز آبی، محدودیت زمانی مصرف، شرایط توپوگرافی انتقال، میزان استقبال در هر کاربری، دوری و نزدیکی هر کاربری به تصفیه‌خانه، نهادهای دولتی مرتبط با استفاده در هر کاربری، پیامدهای متعدد اجتماعی، اقتصادی، زیست‌محیطی و بهداشتی در هر کاربری پرسشنامه طراحی شد. در مرحله بعد پرسشنامه حاوی اجزای مدل سوات، توسط نخبگان آشنا در بخش‌های مختلف استفاده از پساب، امتیازدهی شد. در این قسمت از روش دلفی استفاده شد. روش دلفی، یکی از روش‌های کسب دانش گروهی است. دلفی رویکرد یا روشی سیستماتیک برای استخراج نظرهای گروهی از متخصصان درباره یک سؤال یا موضوع یا رسیدن به اجماع گروهی از طریق یک مجموعه از چینه پرسشنامه‌ای با حفظ گمنامی پاسخ‌دهندگان، و بازخورد نظرها به اعضای گروه است. در این قسمت سعی شد از نظر همه افراد و ارگان‌های آشنا به تحقیق حاضر استفاده شود تا بهترین نتیجه به دست آید. این افراد شامل دانشجویان مقطع دکتری، اعضای هیئت علمی دانشگاه‌ها و اعضای هیئت علمی ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان سبزوار بودند. در نهایت، برای یکپارچه‌سازی، تحلیل اطلاعات جمع‌آوری شده، تصمیم‌گیری و پیشنهاد راهبرد متناسب با هر طرح از مدل سوات استفاده شد.

روش تحقیق حاضر و روند اجرای آن به صورت سلسله‌مراتبی در شکل ۲ آورده شده است.

مطالعه شده مانند نیاز آبی، محدودیت زمانی مصرف، شرایط توپوگرافی انتقال، میزان استقبال نهاد مرتبط، دوری و نزدیکی منطقه به تصفیه‌خانه و مناطق مسکونی، هزینه‌های انتقال، پیامدهای متعدد اجتماعی، اقتصادی، زیست‌محیطی و بهداشتی در منطقه است. برای جمع‌آوری اطلاعات، از آمار و اطلاعات کلیه سازمان‌های مربوط مانند اداره محیط زیست سبزوار، ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سبزوار، اداره منابع طبیعی و آبخیزداری سبزوار و... و همچنین مقالات و گزارش‌های مشابه در زمینه تحقیق حاضر استفاده شد.

تجزیه و تحلیل آماری اطلاعات

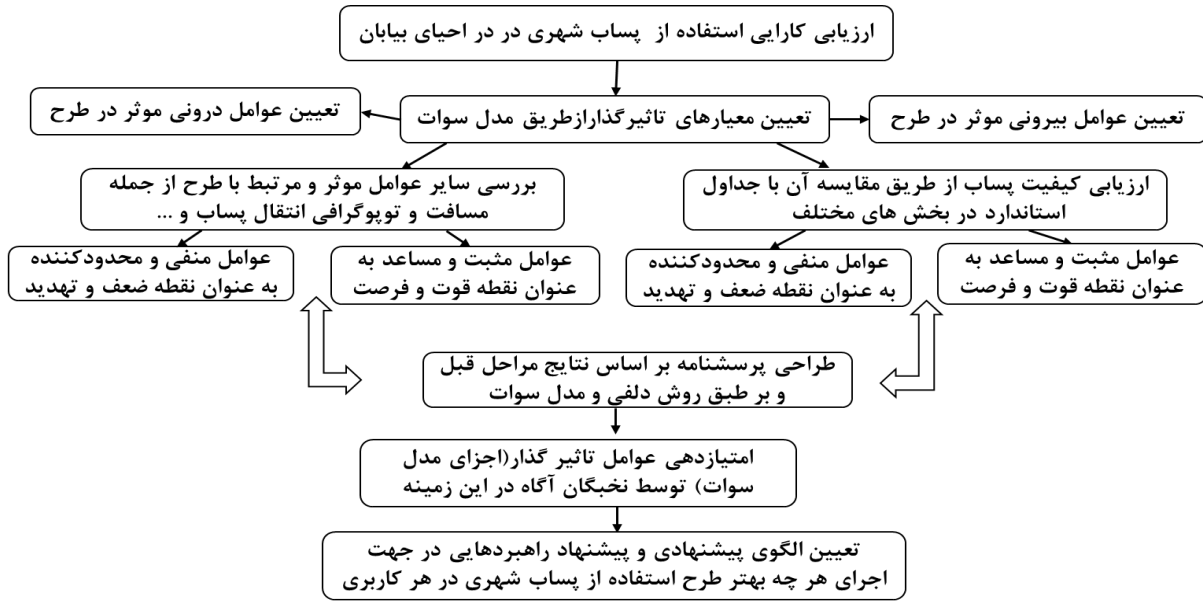
برای ارزیابی استفاده از پساب سبزوار در احیای منطقه مطالعه شده، از بعد تناسب کیفیت پساب با این کاربری، کیفیت این منبع آبی، با جدول‌های استاندارد در زمینه‌های مختلف (کشاورزی، تخلیه به آب‌های سطحی، تغذیه مصنوعی، الگوی کشت، چگونگی آبیاری، دام و طیور و حیات وحش) مقایسه شد و قوت‌ها و ضعف‌های پساب در کاربری مد نظر تعیین شد. از نتایج به‌دست آمده در تعیین اجزای مدل سوات در هر بخش استفاده شده و راهبردهای پیشنهادی تعیین می‌شود. برای تجزیه و تحلیل‌های آماری در این تحقیق از نرم‌افزار آماری SPSS استفاده شد.

جدول‌های استاندارد استفاده شده برای ارزیابی استفاده از پساب در هر کاربری

- استاندارد طبقه‌بندی پساب‌ها برای استفاده در آبیاری از دیدگاه شوری (طبقه‌بندی بر اساس جدول پروژه تدوین برنامه بهره‌برداری از آب‌های شور، لب‌شور و غیرمتعارف در سطح حوضه‌های آبریز کشور- گزارش شش) [۱۷]
- استاندارد براساس طبقه‌بندی از نظر کشاورزی در

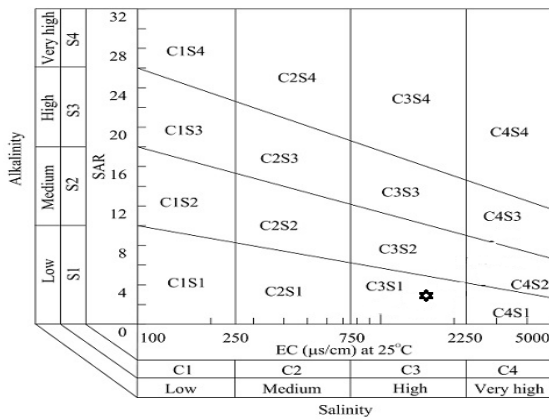
هیدرولوژی (روش طبقه‌بندی ویل کاکس) [۱۸]
- استاندارد استفاده از پساب در کشاورزی، تخلیه به آب‌های سطحی و زیرزمینی [۱۹].

- استاندارد برای انتخاب الگوی کشت مناسب به منظور مصارف کشاورزی و فضای سبز (استانداردهای کیفی کشور اردن برای استفاده از فاضلاب خانگی تصفیه‌شده در آبیاری گیاهان) [۲۰].



شکل ۲. روش اجرایی تحقیق حاضر به صورت سلسله‌مراتبی

سبزواری از نظر خطر قلیائیت، مشکل کمی دارد و از نظر شوری نیز با توجه به شورپسندبودن گیاهان نیز مشکل خاصی ندارد.



شکل ۳. نمودار ویل کاکس مربوط به کیفیت پساب شهر سبزواری

نتایج مربوط به انتخاب الگوی کشت مناسب برای مصارف کشاورزی و فضای سبز

نتایج مربوط به کیفیت پساب تصفیه‌خانه شهر سبزواری و همچنین نتایج مقایسه آن با استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست کشور اردن برای فاضلاب تصفیه‌شده برای چهار گروه از پوشش گیاهی (سبزیجات پخته‌شده، درختان جنگلی و محصولات صنعتی، چمنزار و پارک، و محصولات علوفه‌ای) برای انتخاب الگوی کشت مناسب به‌منظور مصارف کشاورزی در جدول ۱ آورده شده است.

نتایج

نتایج مربوط به طبقه‌بندی پساب برای استفاده در آبیاری از دیدگاه شوری

میانگین شوری پساب خروجی تصفیه‌خانه سبزواری ۱۶۲۵/۶۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر است. بنابراین، با توجه به طبقه‌بندی ارائه‌شده جزء آب‌های کم‌شور است. این آب‌ها از نظر کشاورزی در خاک‌هایی با بافت سبک و زهکش مناسب، با یک بار آبیاری زمستانه در سال و در خاک‌هایی با بافت سنگین با آبیاری در هر نوبت آبیاری و کاشت گیاهان نیمه‌مقاوم و مقاوم به شوری به‌راحتی قابل استفاده است. در مجموع، پساب تصفیه‌خانه سبزواری از نظر شوری برای استفاده در بوته‌کاری منطقه مطالعه‌شده با گیاهان شورپسند کشت‌شده در منطقه (گیاهان با مقاومت زیاد به شوری مانند تاغ، آترپلکس و قره‌داغ) با کمترین مدیریت مناسب به‌راحتی قابل استفاده است.

نتایج مربوط به طبقه‌بندی پساب‌های سطح استان از نظر کشاورزی در هیدرولوژی

بررسی طبقه‌بندی کیفی پساب به روش ویل کاکس نشان داد پساب منطقه مطالعه‌شده در گروه C3S1، واقع می‌شود. بنابراین، شوری زیاد با سدیم کم دارد که از این منظر برای استفاده در کشاورزی و آبیاری در کلاس آب‌های متوسط جای دارد. موقعیت کیفیت پساب سبزواری در نمودار ویل کاکس در شکل ۳ آورده شده است. در مجموع، پساب

جدول ۱. نتایج مربوط به خصوصیات کیفی پساب تصفیه‌خانه شهر سبزوار و مقایسه آن با استاندارد محیط زیست کشور اردن برای تعیین الگوی کشت مناسب

پارامتر	پساب سبزوار		سبزیجات پخته‌شده		جنگلی و صنعتی		چمنزار و پارک		محصولات علوفه‌ای	
	وضعیت	استاندارد	وضعیت	استاندارد	وضعیت	استاندارد	وضعیت	استاندارد	وضعیت	استاندارد
As(mg/lit)	**↓	۰/۰۷۱	**↓	۰/۱	**↓	۰/۱	**↓	۰/۱	**↓	۰/۱
B(mg/lit)	**↓	۰/۱۶۲	**↓	۱	**↓	۱	**↓	۳	**↓	۳
Ca(mg/lit)	**↓	۷۷	**↓	۴۰۰	**↓	۴۰۰	**↓	۴۰۰	**↓	۴۰۰
Mg(mg/lit)	**↓	۳۹	**↓	۶۰	**↓	۶۰	**↓	۶۰	**↓	۶۰
Cd(mg/lit)	**↓	۰/۰۰۳۸	**↓	۰/۰۱	**↓	۰/۰۱	**↓	۰/۰۱	**↓	۰/۰۱
Cr(mg/lit)	**↓	۰	**↓	۰/۱	**↓	۰/۱	**↓	۰/۱	**↓	۰/۱
Fe(mg/lit)	**↓	۰/۳۲	**↓	۱	**↓	۱	**↓	۱	**↓	۱
Zn(mg/lit)	**↓	۰/۰۵۵	**↓	۲	**↓	۲	**↓	۲	**↓	۲
Mn(mg/lit)	**↓	۰/۰۸۵	**↓	۰/۲	**↓	۰/۲	**↓	۰/۲	**↓	۰/۲
Ni(mg/lit)	**↓	۰/۱۳۸	**↓	۰/۲	**↓	۰/۲	**↓	۰/۲	**↓	۰/۲
Cu(mg/lit)	**↓	۰	**↓	۰/۱	**↓	۰/۱	**↓	۰/۱	**↓	۰/۱
Pb(mg/lit)	**↓	۰/۰۵	**↓	۵	**↓	۵	**↓	۵	**↓	۵
SO ₄ ⁻ (mg/lit)	**↓	۹۱/۶۶	**↓	۱۰۰	**↓	۱۰۰	**↓	۱۰۰	**↓	۱۰۰
BOD ₅ (mg/lit)	**↓	۹۶/۵۶	**↓	۱۵۰	**↓	۱۵۰	**↓	۱۵۰	**↓	۲۵۰
COD(mg/lit)	**↓	۱۸۸/۸۸	**↓	۵۰۰	**↓	۵۰۰	Ns	۲۰۰	**↓	۷۰۰
DO(mg/lit)	**↓	۱/۲۰	**↓	>۲	**↓	>۲	**↓	>۲	**↓	>۱
NO ₃ (mg/lit)	**↑	۶۹	**↑	۵۰	**↑	۵۰	**↑	۲۵	**↑	۵۰
HCO ₃ (mg/lit)	**↓	۱۱۲	**↓	۵۲۰	**↓	۵۲۰	**↓	۵۲۰	**↓	۵۲۰
Cl-(mg/lit)	-	۲۵۰	-	-	-	-	-	-	-	-
TDS(mg/lit)	**↓	۷۷۹	**↓	۲۰۰۰	**↓	۲۰۰۰	**↓	۲۰۰۰	**↓	۲۰۰۰
TSS(mg/lit)	**↓	۱۰۲	**↓	۲۰۰	**↓	۲۰۰	**↑	۵۰	**↓	۲۵۰
SAR	**↓	۳/۲۲	**↓	۹	**↓	۹	**↓	۱۲	**↓	۹
PH	ns	۷/۴۹	ns	۶-۹	Ns	۶-۹	ns	۶-۹	ns	۶-۹
Turbidity(NTU)	-	۲۱	-	-	-	-	-	-	-	-
Total MPN(n/100ml)	**↑	۲۴۰۰	**↑	۱۰۰	-	-	**↑	۲۰۰	-	-

علامت‌های ns: نشان‌دهنده بدون سطح معناداری، * در سطح پنج درصد (به احتمال ۹۱ درصد) معنادار، ** در سطح یک درصد (به احتمال ۹۹ درصد) معنادار و علامت ↓ کمتر از حد مجاز و ↑ بیشتر از حد مجاز

مورد تقاضای بیوشیمیایی محدودکننده و در سبزیجات پخته‌شده، محصولات علوفه‌ای و درختان جنگلی و محصولات صنعتی فقط پارامترهای کلیفرم کل، اکسیژن محلول محدودیت‌کننده است. در منطقه مطالعه‌شده بوته‌های کشت‌شده جزء محصولات علوفه‌ای هستند و از نظر تناسب با کیفیت پساب بیشترین سازگاری را دارند.

نتایج مربوط به انتخاب روش آبیاری برای مصارف کشاورزی و فضای سبز

براساس مقایسه‌های کیفیت پساب‌های سطح استان با رهنمود آیرس و وستکات [۲۱] می‌توان دریافت که کیفیت پساب‌ها از نظر شوری و نفوذپذیری محدودیت کم تا متوسط دارد. کیفیت پساب‌های منطقه برای آبیاری گیاهان

نتایج مقایسه کیفیت پساب تصفیه‌خانه شهر سبزوار با استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست کشور اردن برای فاضلاب تصفیه‌شده برای چهار گروه از پوشش گیاهی (سبزیجات پخته‌شده، درختان جنگلی و محصولات صنعتی، چمنزار و پارک، و محصولات علوفه‌ای) برای انتخاب الگوی کشت مناسب نشان داد غلظت فلزات سنگین و عناصر کمیاب (آرسنیک، بر، کادمیوم، کروم، آهن، روی، منگنز، نیکل، مس و سرب)، کلسیم، سولفات، اسیدیت، منیزیم، بی‌کربنات، میزان جذب سدیم و تقاضای شیمیایی اکسیژن عوامل مساعد است. همچنین، برای استفاده پساب تصفیه‌خانه شهر سبزوار در چمنزار و پارک (فضای سبز شهری) پارامترهای نیترات، کلیفرم کل، اکسیژن محلول، مجموع کل مواد جامد معلق، اکسیژن مورد تقاضای شیمیایی و اکسیژن

نتایج مربوط به مقایسه کیفیت پساب با استاندارد محیط زیست ایران برای مصرف کشاورزی، تخلیه به آب‌های سطحی و تغذیه سفره آب زیرزمینی مقایسه کیفیت پساب شهر سبزوار با استاندارد محیط زیست ایران برای مصرف کشاورزی، تخلیه به آب‌های سطحی و تغذیه سفره آب زیرزمینی نشان داد پارامترهای مشترک مناسب در همه این کاربری‌ها، فلزات سنگین و عناصر کمیاب، کدورت، اسیدیته، کلسیم، منیزیم، سولفات، سولفید، کلراید و کل جامدات معلق است. پارامتر کلیفرم کل نیز پارامترهای محدودکننده مشترک در همه بخش‌هاست. درباره دو پارامتر اکسیژن مورد تقاضای بیوشیمیایی (BOD) و اکسیژن مورد تقاضای شیمیایی (COD) در مصارف کشاورزی عامل مناسب و در تخلیه به آب‌های سطحی و چاه جاذب عامل نامناسب است. در نهایت، پارامتر اکسیژن محلول در تغذیه سفره آب زیرزمینی عامل مناسب و در دو بخش دیگر عامل نامناسب محسوب می‌شد. نتایج این مقایسه‌ها در جدول ۲ آورده شده است.

حساس از منظر سمیت یون سدیم با آبیاری سطحی و همچنین آبیاری بارانی دارای محدودیت کم تا متوسط و از نظر سمیت یون کلرور و بی‌کربنات با هر دو نوع آبیاری سطحی و بارانی دارای محدودیت شدید و در نهایت از نظر سمیت یون بر همه کیفیت پساب‌ها بدون محدودیت برای آبیاری هستند. در نهایت، کیفیت پساب‌ها از نظر سایر تأثیرات یون‌ها (نیترات) برای آبیاری دارای محدودیت شدید و از منظر اسیدیته در محدوده نرمال هستند. در منطقه مطالعه شده، چگونگی آبیاری به صورت غرقایی توسط تانکر و در محل چاله گودشده برای کشت نهال است. محدودیت‌های یادشده در بخش کشاورزی و آن هم برای گیاهان حساس به عناصر یادشده است. در این منطقه با توجه به مقاومت بسیار زیاد گونه‌های کشت شده به شرایط سخت محیطی و نیز عناصر یادشده و همچنین آبیاری غرقایی و عدم تماس شاخ و برگ گونه‌های شورپسند به پساب، مشکل چگونگی آبیاری نیز در کمترین حد ممکن بوده و از این منظر نیز آبیاری مراتع بیابانی با پساب نسبت به بخش کشاورزی یک مزیت محسوب می‌شود.

جدول ۲. مقایسه کیفیت پساب سبزوار با استاندارد محیط زیست ایران برای مصرف کشاورزی

پارامتر	کشاورزی	تغذیه مصنوعی	آب سطحی	استاندارد کشاورزی	استاندارد تخلیه به چاه جاذب	استاندارد تخلیه به آب‌های سطحی
As(mg/lit)	**↓	**↓	**↓	۰/۱	۰/۱	۰/۱
Cd(mg/lit)	**↓	**↓	**↓	۰/۰۵	۰/۱	۰/۱
B(mg/lit)	**↓	**↓	**↓	۱	۱	۲
Fe(mg/lit)	**↓	**↓	**↓	۳	۳	۳
Mn(mg/lit)	**↓	**↓	**↓	۱	۱	۱
Zn(mg/lit)	**↓	**↓	**↓	۲	۲	۲
Cu(mg/lit)	**↓	**↓	**↓	۰/۲	۱	۱
Ni(mg/lit)	**↓	**↓	**↓	۲	۲	۲
Cr(mg/lit)	**↓	**↓	**↓	۲	۲	۲
Pb(mg/lit)	**↓	**↓	**↓	۱	۱	۱
COD(mg/lit)	ns	**↑	**↑	۲۰۰	۶۰	۶۰
BOD5(mg/lit)	ns	**↑	**↑	۱۰۰	۳۰	۳۰
DO(mg/lit)	**↓	**↑	**↓	۲	-	۲
Turbidity (NTU)	**↓	**↓	**↓	۵۰	-	۵۰
PH	ns	Ns	Ns	۶-۸/۵	۵-۹	۶/۵-۸/۵
Ca(mg/lit)	ns	**↓	**↓	۷۵	-	-
Mg(mg/lit)	**↓	**↓	**↓	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
Cl ⁻ (mg/lit)	**↓	**↓	**↓	۶۰۰	۶۰۰	۶۰۰
⁻ (mg/lit) SO4	**↓	**↓	**↓	۴۰۰	۴۰۰	۵۰۰
SH2 ⁻ (mg/lit)	**↓	**↓	**↓	۳	۳	۳
TotalMPN(n/100ml)	**↑	**↑	**↑	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰

استاندارد، می‌توان دریافت که پساب سبزوار در همه پارامترها از جمله میزان فلزات سنگین و عناصر کمیاب، تقاضای شیمیایی و بیوشیمیایی اکسیژن زیر حد مجاز برای مصرف دام و طیور است و برای مصرف در این بخش مشکل خاصی وجود ندارد. نتایج این بخش در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۳. مقایسه کیفیت پساب فاضلاب تصفیه‌خانه سبزوار برای مصارف دام و طیور

استاندارد مصارف دام و طیور	سبزوار	پارامتر
۰/۲	**↓	As(mg/lit)
۰/۱	**↓	Pb(mg/lit)
۰/۰۵	**↓	Cd(mg/lit)
۲۴	**↓	Zn(mg/lit)
۱	**↓	Ni(mg/lit)
۰/۵۰	**↓	Cu(mg/lit)
۵	**↓	B(mg/lit)
۱۰۰	**↓	NO ₃ (mg/lit)
۲۰۰	Ns	COD(mg/lit)
۱۰۰	Ns	BOD ₅ (mg/lit)

همچنین، آمار تهیه‌شده از پساب‌های سطح استان نشان داد میانگین شوری پساب تصفیه‌خانه سبزوار ۱۰۴۰/۳۸ میکروزیمنس بر سانتی‌متر است که با توجه به مقایسه این ویژگی کیفی با استاندارد راهنمای کیفی برای استفاده از پساب و آب برگشتی برای شرب دام و طیور (از دیدگاه شوری) می‌توان دریافت که پساب سبزوار در محدوده بسیار مناسب است و مشکل خاصی برای استفاده در این بخش ندارد. بر اساس نتایج گفته‌شده می‌توان دریافت که پساب سبزوار از نظر استفاده دام‌های منطقه از این منبع آبی بعد از تخلیه به کالشور مشکل خاصی وجود ندارد. افزون بر اینکه پارامترهای یادشده طی اختلاط پساب با آب رودخانه طی انتقال پساب به منطقه بوته‌کاری شده ارتقا یافته و بهبود می‌یابد.

نتایج مربوط به استفاده پساب‌های سطح استان برای مصارف متفرقه شامل محیط زیست، آبیاری و حیات وحش مقایسه کیفیت پساب‌های شهر سبزوار با استاندارد پیشنهادی برای مصارف متفرقه شامل محیط زیست، آبیاری و حیات وحش نشان داد پارامترهای آهن، منگنز، روی، مس، کادمیوم، سرب، آرسنیک زیر حد مجاز، اکسیژن محلول بیشتر از حد مجاز و اسیدپته بدون تفاوت معنادار با حد مجاز است و عامل محدودکننده نیست. دو پارامتر تقاضای بیوشیمیایی اکسیژن

نتایج بخش کشاورزی در منطقه مطالعه‌شده نشان داد اثر رودخانه کالشور روی رقیق کردن پساب و کاهش تأثیرات کلیفرم کل، دوری مراتع از مناطق مسکونی و فرقی بودن منطقه و واردنشدن دام به منطقه از مواردی است که آثار کلیفرم را به کمترین حد ممکن می‌رساند. نتایج مقایسه کیفیت پساب سبزوار با استاندارد تخلیه به آب‌های سطحی نشان می‌دهد مشکل پساب سبزوار برای تخلیه به کالشور سبزوار به‌منظور انتقال به اراضی پایین‌دست، مشکلات میکروبی و تأثیرات وجود این میکروارگانیسم‌ها در پساب مانند کاهش اکسیژن محلول و افزایش اکسیژن مورد تقاضای بیوشیمیایی و شیمیایی است. این مشکلات در جریان انتقال پساب و مخلوط‌شدن پساب با آب رودخانه طی مسیر بر اساس تلاطم آب و مخلوط‌شدن اکسیژن با آب رودخانه، برطرف می‌شود. در مسیر انتقال پساب، نيزارها در حاشیه کالشور واقع شده‌اند. همچنین، در مسیر انتقال نیز احتمال مصرف پساب توسط حیات وحش منطقه و نیز دام‌های روستاهای اطراف وجود دارد. احتمال آلودگی نيزارها و نیز حیات وحش و دام‌ها چه از طریق مصرف مستقیم پساب و چه از راه مصرف نيزارهای آلوده وجود دارد. بنابراین، توجه به این موارد برای تخلیه پساب به رودخانه کالشور الزامی است و با تصفیه تکمیلی‌تر و کلرزنی در تصفیه‌خانه و یا انتقال پساب با خطوط انتقال پساب به این مناطق می‌توان برای رفع این موارد اقدام کرد. در نهایت، پس از تخلیه پساب شهر سبزوار به رودخانه کالشور، احتمال ورود آن به سفره‌های آب زیرزمینی در مسیر انتقال پساب به عرصه بوته‌کاری‌شده و همچنین در ذخیره‌گاه آب در منطقه مطالعه‌شده وجود دارد. در فصولی که رودخانه کالشور فعال است و در رودخانه جریان آب وجود دارد، مشکلات یادشده برای انتقال پساب به سفره آب زیرزمینی، طی مخلوط‌شدن پساب با آب رودخانه و تلاطم ایجادشده در مسیر آب رودخانه و جذب اکسیژن طی این فرایند، قابل حل و رفع‌شدنی است. در سایر فصول این مشکلات جدی است و قبل از تخلیه پساب به کالشور باید در تصفیه‌خانه با عمل کلرزنی و تصفیه تکمیلی‌تر رفع شود.

نتایج مربوط به استفاده پساب‌های سطح استان برای مصارف دام و طیور

با توجه به استاندارد پیشنهادی مربوط به مصارف دام و طیور و مقایسه ویژگی‌های کیفی پساب‌های شهر سبزوار با این

تکمیلی‌تر انجام شد. نتایج مطالعات نشان داد این منطقه از مناطق بحران فرسایش بادی در شهرستان سبزوار است و احیای آن به‌منظور کنترل فرسایش بادی و کاهش برداشت رسوبات بسیار اهمیت دارد. مطالعات روی گل توفان منطقه نشان داد بیشترین گل توفان‌ها از جهت غرب به شرق است، بنابراین بادهای فرساینده از سمت غرب منطقه وارد شده و سبب برداشت خاک از این منطقه و حرکت به سمت شرق منطقه می‌شوند [۲۵]. در اینجا نکته بسیار مهم، قرارگرفتن شهر سبزوار در شرق منطقه مطالعه‌شده و تحت تأثیر قرارگرفتن این شهر از منطقه مطالعه‌شده است. به صورتی که هر ساله رسوباتی از این منطقه برداشت می‌شود و سبب خسارت به مناطق مسکونی و صنعتی شهر سبزوار و اراضی زراعی اطراف آن می‌شود. بنابراین، وجود پوشش گیاهی هرچند اندک، برای کنترل فرسایش بادی این منطقه بسیار اهمیت دارد و ارزش اقتصادی احیای این مناطق بیش از پیش نمایان می‌شود. با توجه به مسائل و ارزیابی اقتصادی مطرح‌شده در قسمت قبل، به‌طبع پیامدهای اقتصادی مثبت، پیامدهای اجتماعی مثبتی را نیز به همراه دارد. پیامدهای اجتماعی بر اثر استفاده از پساب در منطقه، تولید علوفه در روستایان، گسترش و توسعه دامداری و جلوگیری از مهاجرت روستاییان در قبال اشتغال‌زایی، کاهش خسارت‌های ناشی از فرسایش بادی و تأثیر آن در ابعاد مختلف زندگی مردم (شامل کاهش آلودگی هوا و بیماری‌های تنفسی و ریوی) و بسیاری از پیامدهای غیرمستقیم حاصل از این پیامدهاست.

نتایج مربوط به ظرفیت‌سازی و محدودیت‌های فنی طرح
در این بخش با توجه به ویژگی‌های متعدد منطقه مانند قرق‌بودن منطقه بوته‌کاری با پساب و ممکن‌نبودن ورود انسان و دام به منطقه، دوری از مناطق مسکونی، استفاده مستقیم نکردن از محصول تولیدشده، مقاومت گیاهان کشت‌شده به کیفیت پایین پساب، آبیاری محدود در منطقه محدودیت فنی کمی وجود داشته و بنابراین ظرفیت‌سازی فراوانی در این بخش نیاز نیست. تنها ظرفیت‌سازی لازم مربوط به آموزش مجریان طرح و چگونگی استفاده از پساب در منطقه است. بنابراین، محدودیت‌های فنی و ظرفیت‌سازی در این طرح نسبت به طرح‌های استفاده از پساب در بخش کشاورزی محدودتر است و به عنوان یک مزیت و قوت تلقی می‌شود.

و کلیفرم گوارشی بیشتر از حد مجاز بوده و عوامل محدودکننده در این بخش است. نتایج این بخش در جدول ۴ آورده شده است. مشکلات یادشده طی فعالیت رودخانه و ظرفیت خودپالایی آن، قابل رفع و حل شدن است. در سایر فصول ارتقای کیفیت پساب در جهت کاهش این محدودیت‌ها و تصفیه تکمیلی‌تر پساب قابل انکار است.

جدول ۴. مقایسه کیفیت پساب فاضلاب تصفیه‌خانه سبزوار برای مصارف متفرقه شامل محیط زیست، آبیاری و حیات وحش

پارامتر	سبزوار	استاندارد آبیاری
PH	ns	۹-۶/۵
BOD (mg/lit)	**↑	۵
DO (mg/lit)	**↑	۵
Ar(mg/lit)	**↓	۰/۰۵
Pb(mg/lit)	**↓	۰/۰۵
Cd(mg/lit)	**↓	۰/۰۵
Fe(mg/lit)	**↓	۰/۳
Zn (mg/lit)	**↓	۵
Mn (mg/lit)	**↓	۰/۰۵
Cu(mg/lit)	**↓	۱
TotalMPN(n/100ml)	**↑	۴۰۰

نتایج مربوط به تأثیرات مثبت یا منفی پساب روی آب رودخانه کالخور و به‌عکس

تغییراتی که از محل خروج پساب از تصفیه‌خانه تا محل مصرف در جریان انتقال پساب ایجاد می‌شود، در تحقیق دادرسی و همکارانش [۲۴] بررسی شد. نتایج تحقیق یادشده به این صورت است:

به طور خلاصه، پساب تصفیه‌خانه شهر سبزوار در محل تصفیه‌خانه، به‌جز دو پارامتر اکسیژن محلول و کلیفرم (پارامترهای نامناسب پساب سبزوار برای آبیاری)، مناسب برای استفاده در آبیاری است. کمبود اکسیژن محلول با حرکت در مسیر ۳۸ کیلومتری تا رسیدن به محل پروژه بوته‌کاری بیابان دروک، برطرف شد و برای متعادل‌ساختن کلیفرم‌ها نیز در محل پروژه و قبل از استفاده برای آبیاری، در یک مخزن ذخیره ابتدا با سیلاب‌های فصلی مخلوط و سپس برای آبیاری بوته‌ها استفاده شد.

نتایج مربوط به پیامدهای اجتماعی و اقتصادی مثبت طرح استفاده از پساب سبزوار در احیای اراضی بیابانی برآباد
براساس مطالعات فائو ارزش واقعی هر هکتار از مراتع این منطقه حدود ۴/۴۳ میلیون ریال است. برای تبیین ارزش اقتصادی احیای بیولوژیک منطقه مطالعه‌شده مطالعات

امکان سوء استفاده وجود نداشته و از این منظر نیز مشکل خاصی وجود ندارد.

نتایج مربوط به نیاز آبی و مدت زمان مصرف

روش تصفیه فاضلاب سبزوار از نوع برکه تثبیت است و با توجه به روند و عوامل مشخص تصفیه در این برکه‌ها، تغییرات کمی و کیفی پساب مشخص است که در مدیریت این منبع آبی، بسیار مهم است و به عنوان یک قوت تلقی می‌شود. متوسط پساب خروجی از تصفیه‌خانه سبزوار حدود ۲۵۰ لیتر بر ثانیه است که رقم زیادی است. این میزان پساب خروجی می‌تواند در احیای مناطق وسیعی از منطقه مطالعه شده استفاده شود. در منطقه مطالعه شده وجود ذخیره‌گاه آب، امکان استفاده در همه فصول را فراهم می‌کند. درباره نیاز آبی نیز با توجه به وسعت زیاد اراضی و نیاز شدید این مناطق به آب در سال‌های اخیر به علت خشکسالی اخیر، در بیشترین حد است و امکان استفاده از همه پساب در تمامی فصول وجود دارد. بنابراین، در مجموع از نظر نیاز آبی و مدت زمان مصرف محدودیتی وجود ندارد. با توجه به آثار زیست‌محیطی احتمالی در فصول تابستان و بهار به علت فعالیت‌نداشتن رودخانه و همچنین نیاز بخش کشاورزی منطقه به پساب در این فصول، بهترین گزینه استفاده از پساب در اراضی بیابانی، زمان فعالیت رودخانه (فصول غیرزراعی) است.

نتایج مربوط به نیاز به تأسیسات برای انتقال و توزیع پساب در منطقه مطالعه شده

طرح بیابان‌زدایی شهرستان سبزوار در قالب طرح ملی و ضربتی بیابان‌زدایی در کشور و با عنوان «پایگاه کویرزدایی شهید شمس‌آبادی»، در بیابان حاشیه روستاهای برآباد و دروک این شهرستان، با هدف احیا و اصلاح مناطق بیابانی برای جلوگیری از پیشروی بیابان و انهدام روستاها، جلوگیری از فرسایش بادی و حمایت و حفاظت از حیات وحش، از سال ۱۳۷۱ آغاز شد. انجام عملیاتی مانند احداث و مرمت جاده‌های دسترسی، تجهیز کارگاه، تهیه نقشه‌های منطقه، انجام مطالعات اولیه، نقشه‌برداری از عرصه، احداث کانال انتقال آب، بند انحرافی، احداث ذخیره‌گاه آب انجام گرفت. همه این تأسیسات و مطالعات انجام شده در منطقه در گذشته برای استفاده از آب رودخانه کالشور انجام گرفته و برای استفاده از پساب تصفیه‌خانه سبزوار در منطقه، وجود این تأسیسات یک مزیت و قوت تلقی می‌شود. تنها امکانات

نتایج مربوط به پیامدهای اجتماعی منفی از جمله آثار

روحي و روانی و مسائل فقهی استفاده از پساب

یکی از آثار مهم اجتماعی استفاده از پساب‌ها، تأثیرات سوء روحی و روانی است. هنوز در کشور ایران شرایط اجتماعی و فرهنگی به‌گونه‌ای است که استفاده از این منابع در مصارف مختلف مورد پذیرش همگانی نیست و با مقاومت‌های اجتماعی به‌ویژه در مصارف زراعی همراه است. به‌طوری که هنوز از نظر مذهبی این منابع نجس محسوب می‌شود و استفاده از محصولات زراعی تولیدی، مورد پذیرش همگانی مصرف‌کنندگان واقع نمی‌شود. برخی آثار روانی استفاده از پساب‌ها، بحران‌های روانی ناشی از بوی تعفن آنهاست.

درباره منطقه مطالعه‌شده با توجه به دوری از منطقه مسکونی و مصرف‌نشدن محصول تولیدی توسط انسان، مسائل روحی و روانی تا حد زیادی منتفی است. در این بخش مطلب مهم بوی تعفن و نامطلوب پساب در مسیر انتقال آن و همچنین در ذخیره‌گاه آب است. ابتدای مسیر انتقال پساب در نزدیک مسیر آزادراه شهر سبزوار به کاشمر و نیز ابتدای جاده خروجی شهر سبزوار به شهر روداب شهرستان سبزوار است که از مسائل قابل تأمل و نامطلوب این طرح است. با دوری از تصفیه‌خانه فاضلاب، مسیر انتقال به سمت مناطق بیابانی منحرف شده است که از مناطق مسکونی مسافت درخور توجهی را به دست می‌آورد و مشکلات بوی تعفن کم‌رنگ‌تر می‌شود. همچنین، در نزدیکی محل مصرف پساب، رودخانه کالشور با جاده ارتباطی روستای برآباد-نامن و خطوط انتقال گاز برخورد داشته که این نیز می‌تواند جزء تهدیدات طرح یادشده باشد.

نتایج مربوط به بحث تملک و امنیت رودخانه از نظر انتقال پساب

یکی از مسائل مهم در طرح‌های انتقال آب و پساب، بحث تملک و امنیت مسیر انتقال پساب است. درباره طرح یادشده با توجه به وجود رودخانه کالشور برای انتقال پساب، مشکلی از لحاظ تملک زمین وجود ندارد. از نظر امنیت و سوء استفاده‌های احتمالی در مسیر انتقال پساب از جمله پمپاژ پساب و استفاده در آبیاری زمین‌های زراعی و یا سایر مصارف و... نیز با مطالعات میدانی و تحقیقات صورت‌گرفته، مشخص شد که با توجه به عبور رودخانه کالشور از مناطق بیابانی و فاصله نسبتاً زیاد از روستاهای مجاور و نبود اراضی کشاورزی در نزدیکی رودخانه و نیز نبود سایر کاربری‌ها، استقبال و

منطقه با توجه به کمیت منابع آبی، وسعتی از منطقه توسط اداره منابع طبیعی و آبخیزداری سبزواری بوم‌کار و احیا می‌شود. این مناطق مساحتی حدود ۱۳ هزار هکتار دارند که اولویت استفاده اراضی بیابانی اطراف روستاهای مستقر در منطقه است، ولی در صورت وجود پساب سایر مناطق در قسمت غربی نیز قابلیت احیاشدن را دارند.

نتایج مربوط به پیامدهای بهداشتی و زیست‌محیطی استفاده از پساب در منطقه

در منطقه مطالعه شده پیامدهای استفاده از پساب به علت مواردی در کمترین حد ممکن است. این موارد شامل منتفی بودن شوری و قلیائیت احتمالی خاک منطقه توسط پساب به علت بیابانی بودن منطقه و شورپسند بودن و مقاومت زیاد گیاهان کشت شده با شرایط سخت بیابانی در منطقه، دوری از مناطق مسکونی و عدم امکان انتشار آلودگی به مناطق مسکونی، کیفیت بیشتر پساب از نظر شوری و همچنین مواد مغذی نسبت به رودخانه کالشور سبزواری، نبود مشکلات اساسی در پساب سبزواری از جمله نبود فلزات سنگین در حد خطرناک و ارتقای کیفیت پساب توسط رودخانه کالشور، نزارهای منطقه و همچنین ماندگاری پساب در ذخیره‌گاه آب، استفاده نکردن دام از علوفه تولیدشده حداقل در سال‌های اولیه کشت به علت قرق بودن منطقه، استفاده دو تا سه بار آبیاری بوته‌ها و ایجادنشدن مشکلات میکروبی و سایر مشکلات احتمالی و چگونگی کاشت و کمترین سطح آبیاری شده با پساب در منطقه است. به این صورت که در منطقه مطالعه شده، فاصله بین ردیف‌های کاشت هشت متر و فاصله بوته‌ها درون ردیف‌ها چهار متر است، بنابراین در هر ۳۲ مترمربع یک بوته به صورت چالگود کشت شده که هر چالگود نیز مساحتی حدود نیم مترمربع را به خود اختصاص داده است. بر اساس موارد گفته شده سطح آبیاری شده در اراضی بوته‌کاری حدود ۱/۵ درصد منطقه (در هر هکتار حدود ۱۵۶ مترمربع) است.

نتایج مربوط به تجزیه و تحلیل اجزای مدل سوات نتایج این بخش تحقیق در جدول‌های ۵ و ۶ آورده شده است. با توجه به مجموع امتیاز نهایی کسب شده از جدول‌ها عوامل بیرونی و درونی طرح استفاده از پساب سبزواری در احیای مناطق بیابانی دروک- برآباد سبزواری

به کاررفته برای انتقال پساب به مناطق بوته‌کاری با پساب تراکتور و تانکر است که کمترین هزینه را دارد.

نتایج مربوط به وجود ذخیره‌گاه آب و نزارها در مسیر انتقال پساب و مزایای آنها

ذخیره‌گاه آب در منطقه مزایای متعددی دارد. از جمله این مزایا، می‌توان به امکان ذخیره آب در فصول مشخص و استفاده از آن در همه فصول اشاره کرد. از دیگر مزایای آن می‌توان به امکان ارتقای کیفیت پساب اشاره کرد. به این صورت که این ذخیره‌گاه آب به عنوان نوعی برکه تثبیت عمل کرده و با استفاده از عوامل محیطی برای تصفیه و ارتقای کیفیت پساب عمل می‌کند. همچنین نزارها، امکان تصفیه تکمیلی‌تر از طریق خاصیت گیاه‌پالایی این گیاه در کنار آثار خودپالایی رودخانه کالشور را فراهم می‌آورند و یک مزیت در منطقه تلقی می‌شود.

نتایج مربوط به استقبال نهاد اجرایی استفاده از پساب در منطقه مطالعه شده

استقبال اداره منابع طبیعی و آبخیزداری شهرستان سبزواری به عنوان نهاد و متولی اجرایی استفاده از پساب سبزواری در احیای اراضی بیابانی برآباد، زیاد و درخور توجه است. علت این امر کمبود شدید آب در سال‌های اخیر بر اثر خشکسالی‌های پی‌درپی در منطقه و نیاز شدید به آب برای احیای این اراضی در کنار سازگاری زیاد مناطق بیابانی و گونه‌های شورپسند کشت شده در این مناطق با کیفیت پساب است. این موارد از مصاحبه با کارشناس بخش بیابان اداره منابع طبیعی و آبخیزداری شهرستان سبزواری مشخص و معلوم شد.

دوری و نزدیکی و مساعد بودن شرایط توپوگرافی برای انتقال پساب و وجود دشت با کسری شدید آب

مسافت تصفیه‌خانه شهرستان سبزواری تا اراضی بیابانی برآباد بخش روداب سبزواری حدود ۳۸ کیلومتر است که برای انتقال پساب از رودخانه کالشور می‌توان استفاده کرد که از جنبه هزینه‌های انتقال پساب بسیار حائز اهمیت است. از نظر توپوگرافی نیز با وجود رودخانه کالشور سبزواری و واقع شدن مناطق بیابانی مطالعه شده در پایین دست رودخانه شرایط مساعد است.

گسترش منطقه مطالعه شده به صورت شرقی- غربی است و مناطق بوته‌کاری شده، حد فاصل رودخانه کالشور و ارتفاعات جنوبی منطقه را تشکیل می‌دهد. هر ساله در جهت غرب

(امتیاز بیش از ۲/۵۰) می‌توان دریافت که استفاده از پساب به خود اختصاص می‌دهد. معنای این الگو بیشترین سبزوار در این منطقه، الگوی تهاجمی (استراتژی SO) را استفاده از فرصت‌های محیطی با به‌کارگیری قوت‌هاست.

جدول ۵. آنالیز عوامل درونی طرح استفاده از پساب سبزوار در احیای اراضی بیابانی برآباد سبزوار

امتیاز نهایی	رتبه	ضریب نرمال شده	ضریب اهمیت	قوت‌ها (Strengths) و ضعف‌ها (Weaknesses)
۰/۲۱۴۴	۴	۰/۰۵۳۶	۹/۵	وجود یک منبع تأمین آب با تغییرات کمی و کیفی مشخص و کمترین
۰/۱۵۷۶	۴	۰/۰۳۹۴	۷	میزان استقبال نهادهای مرتبط برای استفاده از پساب
۰/۰۵۰۷	۱	۰/۰۵۰۷	۹	نزدیکی یا دوری منطقه مطالعه شده به تصفیه‌خانه
۰/۱۱۲۸	۴	۰/۰۲۸۲	۵	میزان نیاز آبی منطقه مطالعه شده (میزان تناسب نیاز آبی با حجم پساب تولیدی)
۰/۱۹۶۰	۴	۰/۰۴۹۰	۸/۷	وضعیت توپوگرافی برای انتقال پساب
۰/۱۹۱۲	۴	۰/۰۴۷۸	۸/۵	بودن یا نبودن تأسیسات لازم برای انتقال و توزیع پساب در منطقه مطالعه شده
۰/۰۲۳۷	۱	۰/۰۲۳۷	۴/۲	سابقه داشتن یا نداشتن استفاده از پساب در منطقه
۰/۱۳۹۶	۴	۰/۰۳۴۹	۶/۲	محدودیت زمانی مصرف پساب در منطقه
۰/۱۹۱۲	۴	۰/۰۴۷۸	۸/۵	میزان سازگاری الگوی کشت منطقه با کیفیت پساب
۰/۱۸۰۴	۴	۰/۰۴۵۱	۸	میزان سازگاری چگونگی آبیاری منطقه با کیفیت پساب
۰/۰۷۶۶	۲	۰/۰۳۸۳	۶/۸	ظرفیت‌سازی و محدودیت‌های فنی طرح استفاده از پساب در منطقه
۰/۱۷۸۴	۴	۰/۰۴۴۶	۷/۹	عوامل مساعد پساب برای ورود به سفره آب زیرزمینی منطقه مطالعه شده
۰/۰۴۲۲	۱	۰/۰۴۲۲	۷/۵	عوامل محدودکننده پساب برای ورود به سفره آب زیرزمینی منطقه مطالعه شده
۰/۱۸۲۴	۴	۰/۰۴۵۶	۸/۱	عوامل مساعد پساب برای دام و طیور و محیط زیست
۰/۰۴۸۴	۱	۰/۰۴۸۴	۸/۶	عوامل محدودکننده پساب برای دام و طیور و محیط زیست
۰/۱۸۵۲	۴	۰/۰۴۶۳	۸/۲	عوامل مساعد پساب برای آبیاری منطقه مطالعه شده
۰/۰۴۲۲	۱	۰/۰۴۲۲	۷/۵	عوامل محدودکننده پساب برای آبیاری منطقه مطالعه شده
۰/۱۹۶۰	۴	۰/۰۴۹۰	۸/۷	عوامل مساعد پساب برای تخلیه پساب به آب‌های سطحی (رودخانه کالشور)
۰/۰۵۰۲	۱	۰/۰۵۰۲	۸/۹	عوامل محدودکننده پساب برای تخلیه پساب به آب‌های سطحی (رودخانه کالشور)
۰/۱۴۸۸	۴	۰/۰۳۷۲	۶/۶	میزان تجمع اراضی منطقه برای احیا با پساب
۰/۰۸۳۴	۲	۰/۰۴۱۷	۷/۴	بحث تملک زمین در مسیر انتقال پساب
۰/۱۷۵۶	۴	۰/۰۴۳۹	۷/۸	مزایای پساب نسبت به منبع آبی گذشته منطقه (رودخانه کالشور)
۰/۰۵۰۲	۱	۰/۰۵۰۲	۸/۹	معایب پساب نسبت به منبع آبی گذشته منطقه (رودخانه کالشور)
۲/۹۱۷		۱	۱۷۷/۵۰	مجموع

جدول ۶. آنالیز عوامل طرح استفاده از پساب سبزوار در احیای اراضی بیابانی برآباد سبزوار

امتیاز نهایی	رتبه	ضریب نرمال شده	ضریب اهمیت	فرصت‌ها (Opportunities) و تهدیدها (Threats)
۰/۳۶۶۸	۴	۰/۰۹۱۷	۹/۵	کاهش آثار خشکسالی‌های اخیر و حفظ ذخایر آب زیرزمینی
۰/۱۵۲۴	۲	۰/۰۷۶۲	۷/۹	پیامدهای اجتماعی منفی و سوء روحی و روانی و مسائل فقهی استفاده از پساب
۰/۳۴۰	۴	۰/۰۸۵۰	۸/۸	پیامدهای اجتماعی مثبت در صورت رعایت الزامات
۰/۰۷۸۴	۲	۰/۰۳۹۲	۳/۵	مشکلات اجرایی و هماهنگ‌نشدن ارگان‌ها برای انتقال پساب
۰/۱۳۷۰	۲	۰/۰۶۸۵	۷/۱	احتمال پمپاژ و سوء استفاده از پساب در مسیر انتقال و همچنین در منطقه
۰/۱۲۳۳	۳	۰/۰۴۱۱	۴/۳	بسترسازی استفاده از پساب در سایر مصارف در منطقه
۰/۳۷۵۲	۴	۰/۰۹۳۸	۹/۷	هزینه تحمیلی انتقال پساب در منطقه
۰/۰۸۸۹	۱	۰/۰۸۸۹	۹/۲	پیامدهای بهداشتی درخور توجه در صورت رعایت نکردن الزامات
۰/۰۸۴۰	۱	۰/۰۸۴۰	۸/۷	پیامدهای زیست‌محیطی منفی درخور توجه در صورت رعایت نکردن الزامات
۰/۳۴۷۶	۴	۰/۰۸۶۹	۹	پیامد زیست‌محیطی مثبت مانند حاصل‌خیزی خاک، کاهش فرسایش آب و بادی
۰/۳۳۲۰	۴	۰/۰۸۳۰	۸/۶	پیامدهای اقتصادی درخور توجه از طریق فراهم کردن زمینه فعالیت‌های اقتصادی
۰/۳۲۸۴	۴	۰/۰۸۲۱	۸/۵	وجود نیزارها، ذخیره‌گاه آب و رودخانه کالشور و آثار آنها در ارتقای کیفیت پساب
۰/۲۳۸۸	۳	۰/۰۷۹۶	۸/۲	دوری نسبی منطقه مطالعه شده نسبت به مناطق مسکونی و کشاورزی منطقه
۲/۹۹۲		۱	۱۰۳	مجموع

بحث و نتیجه‌گیری

انجام این تحقیق برای ارزیابی و امکان‌سنجی استفاده از پساب شهر سبزوار به‌منظور احیای اراضی بیابانی منطقه بیابانی برآباد شهرستان سبزوار، انجام شد. نتایج این تحقیق با نتیجه تحقیق برآبادی [۲۶] هم‌راستا بود. همچنین، با نتایج پژوهش شهریاری و همکارانش [۱۱]، که استفاده از پساب اصفهان را در پایداری گیاهان، کاهش هزینه‌های آبیاری و کوددهی و احیای بیولوژیک مناطق بیابانی توسط گونه قره‌داغ مناسب دیده‌اند، مطابقت دارد. در تحقیق حاضر با توجه به الگوی تهاجمی به‌دست‌آمده از آنالیز همه عوامل بیرونی و درونی طرح، استراتژی‌های مناسب برای استفاده هرچه بهتر و مناسب‌تر از پساب منطقه به شرح زیر است:

- جایگزینی و یا تقویت آب تأمین‌کننده مراتع منطقه مطالعه شده توسط پساب به‌منظور کاهش فشار روی منابع آب زیرزمینی منطقه و کاهش آثار خشکسالی؛

- تدابیر مدیریتی هماهنگ‌کننده بین سازمانی به‌منظور اجرای هر چه سریع‌تر پروژه‌های استفاده از پساب در طرح‌های بیابان‌زدایی با توجه به سازگاری مناسب‌تر این بخش با کیفیت پساب نسبت به سایر بخش‌ها به‌خصوص بخش کشاورزی؛

- ایجاد سیاست‌های تشویقی و زمینه‌سازی حمایت بخش خصوصی برای سرمایه‌گذاری در طرح مطالعه‌شده برای احیای منطقه و استفاده از بسیاری از آثار متعدد اجتماعی و اقتصادی آن مانند کاهش آثار فرسایش بادی، توسعه دامداری، جلوگیری از مهاجرت روستاییان؛

- ایجاد طرح پایلوت در منطقه و همچنین ایجاد کمیته مدیریتی از افراد متخصص در زمینه‌های مختلف برای اجرای هر چه بهتر و اقتصادی‌تر استفاده از پساب مانند توسعه گیاهان دارویی و استفاده از خاصیت گیاه‌پالایی این گیاهان و ارزش اقتصادی آنها.

آب مورد نیاز برای احیای اراضی بیابانی دروک- برآباد شهرستان سبزوار در گذشته از آب رودخانه کالشور تأمین می‌شد. در سال‌های اخیر به دلیل خشکسالی‌های پی‌درپی و همچنین مهارشدن برخی سرشاخه‌های اصلی رودخانه برای مصارف مختلف، میزان دبی و همچنین مدت زمان فعالیت رودخانه به صورت محسوسی کاهش یافته است. هم‌زمان با این پیامد، در سال‌های اخیر احداث تصفیه‌خانه فاضلاب

شهری شهرستان سبزوار با هدف تصفیه فاضلاب شهری و کاهش آلودگی آب‌های زیرزمینی توسط چاه‌های جاذب، در حاشیه کالشور در دستور کار قرار گرفت. مزایا و دلایل توجیه استفاده از پساب سبزوار در احیای این مناطق، وجود رودخانه کالشور، نيزارها و ذخیره‌گاه آب در منطقه و آثار آنها در انتقال، ذخیره و بهبود کیفیت پساب، وجود تأسیسات انتقال و ذخیره آب در منطقه از گذشته، استفاده‌نکردن مستقیم محصولات تولیدشده توسط انسان، فرقی‌بودن منطقه، دوری این مناطق از مناطق مسکونی و کاهش آثار میکروبی برای انسان، قدرت سازگاری زیاد گونه‌های بیابانی کشت‌شده در منطقه به شرایط سخت از جمله کیفیت پساب، آثار مثبت اجتماعی و اقتصادی فراوان از جمله کاهش تأثیرات فرسایش بادی روی مناطق مسکونی منطقه و به‌خصوص شهر سبزوار، احیای دامداری منطقه است.

منابع

- [1]. Deputy Planning and Supervision strategy of Presidential. Environmental regulations on the reuse of wastewater and Return water. 2010; 535: 8. (In Persian)
- [2]. Newsletters of Global network of Confronting Desertification. 2009. [Persian]
- [3]. Mariolakos I. Water Resources Management in the Framework of Sustainable Development. Desalination. 2007; 213: 147-151.
- [4]. Salehi A, Tabari M, Mohammadi J, Aliarb A. Effect of irrigation with municipal effluent on soil and growth of Pinus eldarica Medw trees. Iranian Journal of Forest and Poplar Research. 2008; 16(2): 186-196. (In Persian)
- [5]. Masoudi Ashtiani S, Parsinejad M, Abbasi F. The Effect of Urban Wastewater Utilization at Sorghum Irrigation on Some Soil Physical Properties, Soil Researches Journal (Soil and Water Sciences). 2011; 25(3): 243-253. (In Persian)
- [6]. Joya MH. Investigation of Industrial Wastewater and Household Wastewater and Its Impact on Aquifer of Yazd-Ardakan plain. Collection Articles of The first scientific seminar on water resources studies. Ministry of Energy. Tehran. 1990; 8p. (In Persian)
- [7]. Danesh SH, Alizadeh A. Application of Wastewater in Agriculture, Opportunities and Challenges, Collection Articles of the First National Seminar on position Recovered waters and Wastewater in Water Resources Management, Mashhad. 2008; 12P. (In Persian)

- [8]. Khanjani MJ, Rashidi A, Hashemipour SM. Use of treated wastewater Sewage in Cultivation of Pistachio. Collection Articles of the 2nd Watershed Management and Water and Soil Management Conference. Kerman, Iran. 2005; 12 p. (In Persian)
- [9]. Rezazadeh S, Ghanavi Z. Investigating the Challenges and Solutions of the Use of Wastewater from the Sewage Treatment System of Qazvin City in Irrigation Traditional gardens of Qazvin. Collection Articles of the Second National Seminar on position Recovered waters and Wastewater in Water Resources Management, Mashhad. 2010; 11 P. (In Persian)
- [10]. Niknam R, Yousefpour AE, Hajian MH, Rashidi Sharif Abadi A. Economic Estimation of Application Wastewater Treatment Plant of Kerman city for irrigation of agricultural lands with environmental considerations. Collection Articles of the 4th Water Resources Management Conference, Tehran, Amirkabir University. 2011; 14 P. (In Persian)
- [11]. Shahriari A, Nouri S, Abedi Kupai J, AySalah F. Effect of irrigation with treated wastewater on growth of *Nitraria schoberi* under greenhouse conditions, Journal of Science and Technology of greenhouse crops. 2010; 1(4): 13-21. (In Persian)
- [12]. Feizi M. Effect of Treated Wastewater on Accumulation of Heavy Metals in Plants and Soil. International Workshop on Wastewater Reuse Management. ICID-CIID. Seoul. Korea. 2001:137-146.
- [13]. Alaton I, Tanik A, Ovez S, Iskender G, Gure M, Orhon D. Reuse potential of urban wastewater treatment plant effluents in Turkey: a case study on selected plants. Desalination. 2007; 215(1): 159-165.
- [14]. Al-Omran AM, Al-Wabel MI, El-Maghraby SE, Nadeem ME, Al-Sharani S. Spatial variability for some properties of the wastewater irrigated soils. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences. 2012; 12:167-175.
- [15]. Gatta G, Libutti A, Gagliardi A, Beneduce L, Brusetti L, Borruso L, et al. Treated agro-industrial wastewater irrigation of tomato crop: Effects on qualitative/quantitative characteristics of production and microbiological properties of the soil. Agricultural Water Management. 2015; 149: 33-43.
- [16]. Dadrasi Sabzevar A, Khosroshahi M. The effects of the use of low quality flood on desert area. Iranian journal of Range and Desert Reseach. 2010; 17(1): 127-148. (In Persian)
- [17]. First Consulting Engineers. The Project of Operation plan from salty, low salty and unconventional water in the level of Watershed of Country. Report No.6: Appropriate policies and strategies of salty, low salty and unconventional water. 2007. (In Persian)
- [18]. Alizadeh A. Principles of Applied Hydrology. 13th ed. Mashhad: Imam Reza University; 2001. [Persian]
- [19]. Environmental Protection Organization. Environmental standards and standards, Environmental Protection Organization publications. 1999. (In Persian)
- [20]. Irrigation and Drainage National Committee of Iran. A review of standards and practices for the use of wastewater for irrigation. 2011; 30 p. (In Persian)
- [21]. Ayers RS, Westcot DW. Water Quality for Agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper. FAO. Rome, Italy. 1985; 29.
- [22]. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. National Iranian Standard, Physical and Chemical Properties of Drinking Water, Physical and Chemical Properties of Drinking Water, 1997; Standard 1053(5). (In Persian)
- [23]. Water and Soil Pollution Check Office of Environmental Protection Organization. Qualitative Study Guide water resources. Internal Publications. 2001. (In Persian)
- [24]. Dadrasi Sabzevar A, Khosroshahi M, Barabadi H. Feasibility assessment of use of refined urban wastewater for reclamation of arid lands (Case study: The Urban wastewater treatmentt plantt of Sabzevar). Desert Management. 2014; 3: 37-49. (In Persian)
- [25]. Synoptic Station of Sabzevar City. Meteorological data; 2017. (In Persian)
- [26]. Barabadi H, Feasibility of desert areas recovery with using wastewater treatment plant East of Isfahan (Case study: Segzi plain of Isfahan), National conference on defense and security of desert and desert regions of Iran (with development, defense and sustainable development approach), Strategic Defense Research Center, Tehran. 2016. (In Persian)