

مطالعات جغرافیایی مناطق خشک

دوره هفتم، شماره بیستم و پنجم، پاییز ۱۳۹۵

دریافت مقاله: ۱۳۹۴/۰۴/۰۱ تأیید نهایی: ۱۳۹۵/۰۱/۲۳

صص ۳۷-۴۷

تعیین الگوی کشت و ارزیابی گونه‌های کشت شده با پساب تصفیه شده شهری جهت احیای اراضی بیابانی

(مطالعه موردی: تصفیه‌خانه فاضلاب شهر سبزوار)

عباسعلی ولی*، دانشیار گروه بیابان زدایی - دانشگاه کاشان

حسن برآبادی، دانشجوی دکتری بیابان‌زدایی - دانشگاه کاشان

ابوالقاسم امیراحمدی، دانشیار گروه آب و هواشناسی و ژئومرفولوژی - دانشگاه حکیم سبزواری

چکیده

یکی از راه‌های بسیار مهم جهت مبارزه با بیابان‌زایی، افزایش پوشش گیاهی می‌باشد. یکی از طرح‌هایی که می‌تواند مدیریت یکپارچه منابع آب در اکوسیستم‌ها را تامین نماید و موجبات کاهش اثرات بیابان‌زایی و افزایش پوشش گیاهی را فراهم آورد، استفاده از آب‌های نامتعارف به عنوان منبع آب است که از جمله این آب‌ها، استفاده از پساب تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری می‌باشد. در این راستا انتخاب صحیح گونه‌های گیاهی سازگار و مقاوم با شرایط اکوسیستم بیابانی و سازگار با کیفیت پساب بسیار مهم است. هدف از انجام این تحقیق، انتخاب بهترین الگوی کشت مناسب با کیفیت پساب فاضلاب شهری سبزوار جهت طرح احیای مراتع بیابانی حاشیه روستاهای دروک - برآباد شهرستان سبزوار و ارزیابی گونه‌های گیاهی کشت شده در آن مناطق می‌باشد. جهت انجام این کار، در ابتدا پساب تصفیه‌خانه شهر سبزوار نمونه‌برداری و مورد آزمایش قرار گرفت. سپس الگوی کشت متناسب با کیفیت پساب با مقایسه خصوصیات کیفی پساب با استانداردهای کیفی کشور اردن تعیین گردید. و در نهایت ارزیابی گونه‌های شورپسند بیابانی کشت شده در منطقه با مقایسه میزان استقرار گونه‌ها در دو زمان متفاوت و مقایسه درصد تاج پوشش گیاهی گونه‌های کشت شده در حال حاضر انجام گرفت. نتایج نشان داد که در سبزیجات پخته شده، محصولات علوفه ای و درختان جنگلی و محصولات صنعتی فقط پارامترهای کلیرم کل و اکسیژن محلول و در چمنزار و پارک (فضای سبز شهری) علاوه بر این دو، پارامترهای مجموع کل مواد جامد معلق، اکسیژن مورد تقاضای شیمیایی و بیوشیمیایی نیز محدود کننده می‌باشد. همچنین نتایج ارزیابی گونه‌های کشت شده نشان داد بعد از گذشت چند سال از اجرای طرح آبیاری با پساب، به ترتیب گونه‌های تاغ، آتریپلکس و قره‌داغ بیشترین درصد زنده مانی را داشته است. در مجموع می‌توان گفت گونه تاغ در بین گونه‌ها، گونه برتر از نظر زنده مانی می‌باشد.

واژگان کلیدی: آب‌های نامتعارف، الگوی کشت مناسب، کیفیت پساب، تصفیه‌خانه فاضلاب، شهرستان سبزوار.

۱- مقدمه

بحران کمبود آب یکی از چالش‌هایی است که امروزه جهان با آن مواجه است. محدودیت منابع آب توجه محققین را به استفاده اصولی از آب‌های غیرمتعارف مانند آبهای شور و پس آب‌های شهری و صنعتی به خود معطوف نموده است. به دلیل توسعه شهرها و افزایش مصرف آب، مقدار زیادی فاضلاب تولید می‌شود که پساب این فاضلاب‌ها می‌تواند به عنوان یک منبع با ارزش در افزایش سطح پوشش گیاهی مورد استفاده قرار گیرد (بهره‌مند و همکاران، ۱۳۸۱: ۱۰-۱؛ عابدی کوپانی، ۲۰۰۳: ۳۴۴-۳۵۵؛ بهری، ۱۹۹۹: ۳۳۹-۳۴۶). استفاده صحیح از پساب‌های شهری علاوه بر گسترش پوشش گیاهی، از یک طرف از آلودگی محیط زیست جلوگیری می‌نماید و از طرف دیگر با دارا بودن عناصر مغذی، علاوه بر کاهش آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی، باعث کاهش هزینه مصرف کودهای شیمیایی می‌شود. به همین علت به عنوان منابع آب و کودی ارزان قیمت مورد توجه قرار گرفته است (عرفانی و همکاران، ۱۳۸۱: ۹۰-۷۱؛ نظری و همکاران، ۱۳۸۵: ۹۷-۱۰۹؛ آسانو و همکاران، ۱۹۹۶: ۱۴-۱). علاوه بر اضافه شدن عناصر غذایی خاک توسط آبیاری با پساب‌ها و فاضلاب‌ها، مواد آلی موجود در آنها نیز پس از ورود به وسیله میکروارگانیسم‌ها تجزیه شده و باعث افزایش هوموس خاک و در نهایت بهبود خواص فیزیکی - شیمیایی و حاصلخیزی خاک می‌شود (وکیلی، ۱۳۷۴: ۴۷-۴۲). البته مواردی از کاهش عملکرد محصول درختان میوه هسته دار و مرکبات در اثر آبیاری با پساب نسبت به آبیاری با آب چاه با کود گزارش شده است (سینک و استینس، ۱۹۹۴: ۲۷۱-۲۳۳). پساب و لجن فاضلاب حاوی مقادیر زیادی از عناصر کم مصرف و فلزات سنگین نیز می‌باشند. هنگامی که این مواد به زمین اضافه می‌شوند، گیاه این عناصر را نیز جذب می‌کند. جذب عناصر کم مصرف و فلزات سنگین به مقدار زیاد به وسیله گیاه می‌تواند سبب آلودگی زنجیره غذایی انسان و دام شود. بنابراین کاهش عملکرد می‌تواند در اثر افزایش غلظت املاح و شوری و یا تجمع عناصر سمی در خاک و گیاه باشد (سینک و استینس، ۱۹۹۴: ۲۷۱-۲۳۳). طرح‌های استفاده از فاضلاب و پساب در مقیاس وسیع در کشورهای صنعتی و در حال توسعه در حال اجرا است. مطالعات دلالت بر این دارد که استفاده از پساب که با هدف توسعه اقتصادی صورت می‌گیرد، فقط زمانی قابل اجرا خواهد بود که حفاظت و نگهداری طولانی مدت منابع و همچنین حفظ سلامت عموم، امکان پذیر باشد. (دانش و علیزاده، ۱۳۸۷: ۱۲). به عنوان نمونه، علیرغم رضایت بخش بودن استفاده از فاضلاب تصفیه شده برای آبیاری در حوزه شهری مشهد، نتایج نشان می‌دهد که استفاده از طولانی مدت از آن می‌تواند علاوه بر تخریب خاک، روی سلامت مصرف کنندگان (انسان) خطرات جدی به همراه داشته باشد (بوستانی و همکاران، ۱۳۸۹: ۱۴).

تحقیقات متعددی در خصوص استفاده از پساب تصفیه شده به عنوان منابع آبی جدید صورت گرفته است که حاوی نکات ارزشمندی است. (خانجانی و همکاران، ۱۳۸۴: ۱۲) طی دو سال اجرای تحقیقی در اصفهان، از پساب خروجی فاضلاب جنوب اصفهان نمونه برداری نمود و نتایج آن را مورد ارزیابی قرار داد. نتایج نشان داد که فاضلاب تصفیه شده جنوب اصفهان به لحاظ کیفیت آب آبیاری، سمیت عناصر ویژه و غلظت عناصر سنگین، در حد قابل قبول قرار دارد، اما به لحاظ شاخص‌های بیولوژیک نظیر تقاضای بیوشیمیایی اکسیژن و کلیفرم مدفوعی بر اساس استاندارد‌های سازمان محیط زیست آمریکا و سازمان بهداشت جهانی، میانگین نمونه‌ها بالاتر از حد مجاز است، به طوری که در صورت تماس مستقیم پساب با محصولات و کارگران، خصوصاً محصولاتی که به صورت خام مصرف می‌شوند، احتمال وقوع خطرات بهداشتی زیاد است. بر این اساس کلرزنی و استفاده از فیلتراسیون به منظور کاهش بار آلودگی، استفاده از روش آبیاری زیرسطحی به منظور قطع تماس مستقیم محصول با پساب و کشت محصولات صنعتی و مرتعی، توصیه شده است. در تحقیقی با عنوان اثر آبیاری با پساب فاضلاب تصفیه شده بر رشد گیاه قره داغ 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. لذا با توجه به مشکل تأمین آب گونه‌های گیاهی مناطق بیابانی، این روش می‌تواند نقش قابل توجهی در پایداری گیاهان، کاهش هزینه‌های آبیاری و کود دهی و احیاء بیولوژیک این مناطق داشته باشد. همچنین نتایج آن‌ها نشان داد که کیفیت پساب شاهین شهر به علت میزان کلیفرم‌های گوارشی بالاتر از حد مجاز سازمان حفاظت محیط زیست ایران برای مصارف کشاورزی

و آبیاری، برای محصولاتی که به صورت خام مصرف می شوند توصیه نمی شود (شهریاری و همکاران، ۱۳۹: ۲۱-۱۳). در یک بررسی پارامترهای پساب خروجی از تصفیه‌خانه‌ی فاضلاب شهر کرمان مورد آنالیز قرار گرفته و نتیجه گیری شده است که علیرغم بالا بودن برخی از پارامترهای مورد بررسی که استفاده از فاضلاب تصفیه شده را دچار اشکال می سازد، با انجام تمهیداتی می‌توان از آن برای آبیاری استفاده کرد (نیکنام و همکاران، ۱۳۹۰: ۱۴).

در تحقیقی، آزمایشی روی ذرت، سورگوم و آفتابگردان نشان داده شده است که مقدار عملکرد محصولات آبیاری شده با پساب بیشتر از آبیاری با آب شیرین همراه با کود است (مونت و همکاران، ۱۹۹۲: ۱۶۰۳-۱۶۱۶). (فیضی، ۲۰۰۱: ۸) در تحقیقات خود نقش استفاده از پساب را بر روی ذخیره‌ی فلزات سنگین در گیاه و خاک مطالعه کرده است. این محقق در نتایج پژوهش خود متذکر شده است که هشت سال استفاده‌ی مداوم از فاضلاب تصفیه شده باعث گردیده است تا شوری و سدیم خاک به طرز معنی داری افزایش یابد. (گاتا و همکاران، ۲۰۱۵: ۴۳-۳۳) بر روی آبیاری گوجه فرنگی تحت تیمار آبیاری با پساب صنعتی کشاورزی و تاثیر آن بر خصوصیات کمی و کیفی تولید و همچنین خواص میکروبیولوژیکی خاک کار کردند. نتایج نشان داد منبع آب آبیاری اثر قابل توجهی در عملکرد کمی گیاه گوجه فرنگی نداشت. نتایج میکروبیولوژیکی خاک تحت آبیاری با پساب، میزان بالاتر از نتایج آبیاری با آب چاه و همچنین دستورالعمل‌های ایتالیا برای استفاده مجدد از پساب را نشان داد.

یکی از راه‌های بسیار مهم جهت مبارزه با بیابان‌زایی، افزایش پوشش گیاهی می باشد. لذا انتخاب صحیح گونه‌های گیاهی سازگار و مقاوم با شرایط اکوسیستم بیابانی در راستای احیا و ایجاد پوشش گیاهی مناسب از یک طرف و تأمین منابع آب ارزان قیمت جهت استقرار آنها از طرف دیگر، امری ضروری است. یکی از طرح‌های استفاده از پساب فاضلاب شهری جهت افزایش پوشش گیاهی مراتع بیابانی، پروژه بونه‌کاری در حاشیه روستاهای دروک - برآباد شهرستان سبزوار، با هدف احیاء و اصلاح منطقه، از سال ۱۳۸۹ آغاز گردیده است. طی ۳ سال ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۱، سالانه بخشی از منطقه با گونه‌های تاغ، آترپلکس و قره‌داغ، بونه‌کاری شده و توسط پساب منتقل شده از تصفیه‌خانه‌ی فاضلاب شهر سبزوار که با سیلاب‌های فصلی در محل استخر ذخیره مخلوط می‌شود، آبیاری می‌شوند.

هدف از انجام این تحقیق، انتخاب بهترین الگوی کشت مناسب با کیفیت پساب فاضلاب شهری سبزوار جهت طرح احیای مراتع بیابانی حاشیه روستاهای دروک - برآباد شهرستان سبزوار و ارزیابی گونه‌های گیاهی کشت شده در آن مناطق می‌باشد.

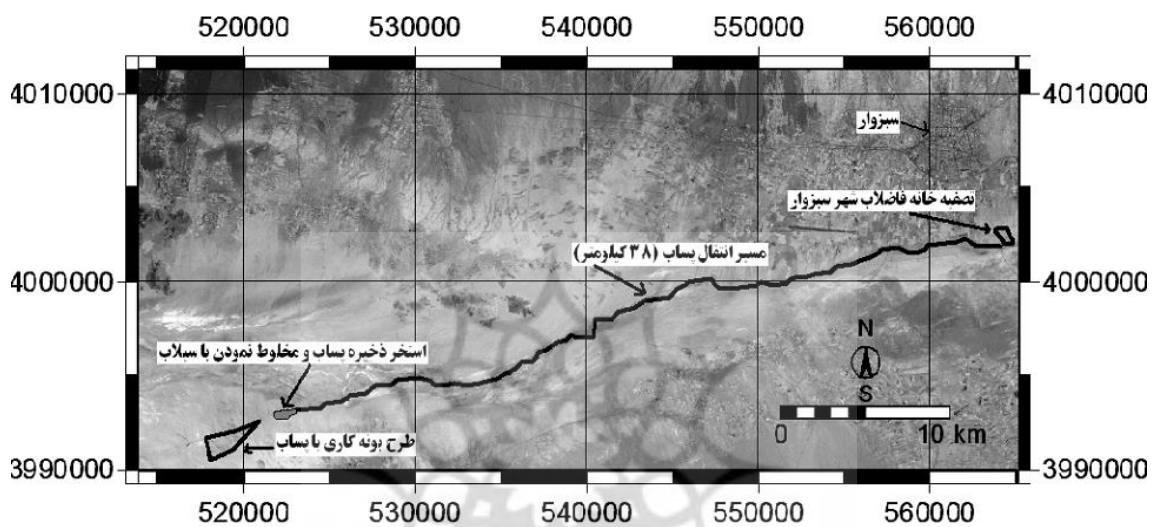
۲- منطقه مورد مطالعه

۲-۱- موقعیت جغرافیایی منطقه

منطقه مورد مطالعه 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 گردیده است. ارتفاع متوسط منطقه ۸۵۰ متر بالاتر از سطح دریا و متوسط شیب آن حدود یک درصد می‌باشد. تغییرات سالانه و ماهانه بارش بسیار بالاست. با توجه به بررسی داده‌های بلند مدت (۳۰ساله) به‌دست آمده از ایستگاه سینوپتیک شهرستان سبزوار، تغییرات سالانه بارش بین ۳۰۰-۱۰۰ میلی‌متر می‌باشد و در مجموع بارندگی متوسط سالانه در منطقه حدود ۱۹۱ میلی‌متر در سال است. تغییرات ماهانه بارش نیز تغییرات زیادی دارد که توزیع فصلی آن از حدود صفر میلی‌متر در تابستان تا حدود ۹۵ میلی‌متر در زمستان متغیر می‌باشد. اقلیم منطقه بر اساس روش آمبرژه و ضریب بدست آمده بر اساس این روش (عدد ۱۳/۸۵) دارای اقلیم خشک سرد می‌باشد. براساس روش دمارتن شاخص خشکی برای منطقه‌ی مذکور ۶/۸۲ می‌باشد که جز اقلیم خشک طبقه بندی می‌شود (ایستگاه سینوپتیک شهرستان سبزوار، ۱۳۹۰).

رودخانه کالشور سبزوار مهمترین رودخانه حوضه آبریز ایران مرکزی به شمار می‌آید که بعنوان بزرگترین رود شمال شرق حوضه ایران مرکزی از حاشیه منطقه اجرای طرح عبور و از طریق دشت خارتوران، به دشت کویر منتهی می‌گردد.

پساب تصفیه‌خانه فاضلاب شهر سبزوار پس از تخلیه به درون کالشور سبزوار در زمان فعالیت رودخانه با آمیخته شدن با سیلاب رودخانه و در زمان خشکیده شدن رودخانه به تنهایی از طریق بند انحرافی و کانال انتقال آب به محدوده بوته کاری منتقل می‌شود. گسترش منطقه مورد مطالعه به صورت شرقی-غربی بوده و مناطق بوته کاری شده در حد فاصل رودخانه کالشور و ارتفاعات جنوبی منطقه را تشکیل می‌دهد. هر ساله در جهت غرب منطقه با توجه به کمیت منابع آبی، وسعتی از منطقه توسط اداره منابع طبیعی و آبخیزداری سبزوار بوته کاری و احیا می‌شود. مناطق مورد مطالعه نیز اراضی بوته کاری شده در سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۹۱ توسط پساب از طریق حمل پساب با تانکر می‌باشد. شکل ۱ موقعیت منطقه‌ی تحقیق را نسبت به تصفیه‌خانه‌ی شهر سبزوار نشان می‌دهد. همچنین مسیر انتقال پساب تا محل اجرای تحقیق در این شکل نشان داده شده است.



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

۲-۲- تصفیه خانه فاضلاب شهر سبزوار

برای تصفیه‌ی فاضلاب در دنیا، روش‌های متعددی طراحی و ارائه شده است که استفاده از هر روش به میزان زیادی به شرایط اقلیمی و توانمندی‌های اجرایی منطقه‌ی مورد نظر بستگی دارد. به دلیل شرایط گرم و خشک منطقه‌ی تحقیق و وجود زمین مورد نیاز فراوان در منطقه، روش برکه تثبیت (لاگون تثبیت) در تصفیه‌خانه‌ی شهر سبزوار مورد استفاده قرار گرفته است. برکه‌های تثبیت، استخرهایی با عمق‌های متفاوت و انسان ساز بوده که فاضلاب در آن‌ها تجمع و پس از زمان ماند چند روز، پسابی با درجه تصفیه بالا از آن خارج می‌شود. (شرکت آب و فاضلاب سبزوار و شرکت مهندسی مشاور کاوش پی، ۱۳۹۰: ۱۰). فاضلاب وارد شده در تصفیه‌خانه شهرستان سبزوار پس از تصفیه وارد رودخانه کالشور شده و پس از طی مسافت حدود ۳۸ کیلومتر و مخلوط شدن با آب رودخانه کالشور وارد عرصه بوته کاری شده و بوته‌های کشت شده توسط این منبع آبی مورد آبیاری قرار می‌گیرند. بوته‌های کشت شده در منطقه شامل گونه‌های تاغ، آتری پلکس و قره‌داغ بوده و نحوه کاشت گونه‌ها بر روی یک ردیف و به فاصله‌ی ۸ متر از ردیف کناری کشت می‌باشد. آرایش کشت بر روی هر ردیف به صورت دو بوته‌ی آتری پلکس، دو گلدان تاغ و دو بوته‌ی قره‌داغ، به فواصل منظم چهار متری است.

- 1- *Haloxylon aphyllum*
- 2- *Atriplex canescens*
- 3- *Nitraria Schoberi*

۳- مواد و روش‌ها

در تحقیق حاضر جهت تعیین الگوی کشت مناسب، نیاز به دانستن اطلاعات کیفی پساب می‌باشد. برای رسیدن به این هدف در اواخر آبان ماه ۱۳۹۴ از ابتدای خروجی تصفیه‌خانه و ورودی به رودخانه کالشور اقدام به نمونه برداری از پساب فاضلاب تصفیه خانه سبزوار گردید. و جهت آزمایش و تعیین پارامترهای مورد نیاز به آزمایشگاه آب و خاک منتقل گردید. همچنین از تمام اطلاعات مربوط به کیفیت پساب سبزوار از تصفیه خانه ی فاضلاب شهر سبزوار از طریق مراجعه حضوری و همچنین سایر اطلاعات موجود در سازمان‌های دیگر شامل اطلاعات مربوط به اداره محیط زیست سبزوار و مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سبزوار استفاده گردید.

جهت تعیین الگوی کشت مناسب در تحقیق حاضر، از استانداردهای کیفی کشور اردن جهت استفاده از فاضلاب خانگی تصفیه شده در آبیاری گیاهان استفاده گردید. کشور اردن یکی از کشورهای واقع در ناحیه آب و هوایی خشک و نیمه خشک است و سالانه مقدار زیادی از پساب تصفیه شده را برای آبیاری استفاده می‌کند. سازمان حفاظت محیط زیست این کشور نیز استانداردی تحت عنوان استانداردهای فاضلاب تصفیه شده برای چهارگروه از محصولات کشاورزی تدوین و منتشر کرده است (کمیته ملی آبیاری و زهکشی، ۱۳۹۰: ۲۶).

تعیین الگوی کشت مناسب با توجه به کیفیت پساب و جدول ۱ در محیط نرم افزار SPSS انجام گرفت. در محیط این نرم افزار برای مقایسه تمامی پارامترهای کیفی پساب (متغیر پیوسته) با حد مجاز و استاندارد استفاده از پساب در جدول ۱ (عدد خاص) از آزمون T مقایسه میانگین یک نمونه استفاده گردید.

سپس جهت ارزیابی گونه‌های کشت شده در منطقه مورد مطالعه از جنبه تغییرات خصوصیات کمی (تراکم و درصد تاج پوشش گیاهی) از ابتدای کاشت تا حال حاضر (۱۳۹۴) اقدام به نمونه برداری صحرائی در در اواخر دی ماه سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۴ گردید. اطلاعات مربوط به نحوه عملیات و نتایج صحرائی در مقاله‌ای تحت عنوان استفاده مجدد از پساب تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری در احیا مناطق بیابانی (مطالعه موردی: تصفیه‌خانه فاضلاب شهر سبزوار) موجود می‌باشد (دادرسی و همکاران، ۱۳۹۳: ۴۹-۳۷). در تحقیق حاضر از نتایج کلی ارزیابی گونه‌های کشت شده از تحقیق ذکر شده در اوایل طرح بوته کاری با پساب استفاده می‌گردد. و هدف از این کار، دانستن اطلاعات گذشته منطقه جهت مقایسه اطلاعات استخراج شده از تحقیق حاضر با آن‌ها جهت تحقق یکی از اهداف این طرح که ارزیابی طولانی مدت از گونه‌های کشت شده است، می‌باشد. نتایج میزان استقرار گونه‌های کشت شده در اوایل طرح به صورت میانگینی از سه تکرار در جدول ۳ آورده شده است. لازم به ذکر است که نمونه برداری های تحقیق حاضر از پوشش گیاهی از همان محدوده‌ی مناطق تفکیک و نمونه برداری شده در سال ۱۳۹۲ انجام شد و مقایسه آن‌ها نیز با هم صورت گرفت. بدین صورت که تغییرات پوشش گیاهی هر یک از مناطق بوته کاری شده در سال‌های ۱۳۸۹، ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ به صورت مجزا و در محدوده خود انجام گرفت.

جهت اندازه‌گیری تراکم گیاهی گونه‌های کشت شده در دی ماه ۱۳۹۴، هر یک از مناطق سه‌گانه کشت شده در سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۹۱، به سه بخش ابتدای، میانی و انتهایی تقسیم گردید. و در هر بخش به صورت تصادفی، یک ترانسکت جهت اندازه‌گیری تراکم و تاج پوشش گیاهی تعبیه گردید. بنابراین در مجموع ۹ ترانسکت (نه تکرار) جهت اندازه‌گیری پارامترهای کمی پوشش گیاهی گونه‌های تاغ، آتریپلکس و قره‌داغ (سه تیمار) استفاده گردید. طول ترانسکت به میزان ۱۴۴ متر با توجه به ترتیب و فواصل گونه‌های کشت شده انتخاب گردید. با توجه به این که آرایش کشت در طول هر فارو به صورت دو بوته‌ی آتریپلکس، دو گلدان تاغ و دو بوته‌ی قره‌داغ، به فواصل منظم چهار متری است، هر تکرار از آرایش کشت طولی برابر ۲۴ متر را در بر می‌گیرد. در این تحقیق جهت داشتن دقت بالا و ارزیابی دقیق‌تر با توجه به تراکم ضعیف گونه‌ها در منطقه، طول ترانسکت با در نظر گرفتن شش تکرار از آرایش کشت در طول فاروها) نه

تکرار ۲۴ متری) انتخاب گردید. و در ادامه، بررسی تراکم گیاهی بوسیله شمارش بوته‌های مستقر شده و باقی مانده از زمان کشت نسبت به کل بوته‌های کشت شده در آن زمان برای هر گونه به صورت درصد زنده‌مانی و بررسی تاج پوشش گیاهی بوسیله اندازه‌گیری مجموع طول تاج پوشش گیاهی برای هر گونه بوسیله متر و نسبت گرفتن آن از طول کل ترانسکت به صورت درصد انجام شد.^۵

ارزیابی گونه‌های کشت شده از جنبه میزان استقرار گونه‌ها در اوایل کاشت گونه‌ها در دی ماه ۱۳۹۲ انجام گردید. جهت ارزیابی گونه‌های کشت شده از جنبه زنده‌مانی گونه‌ها در طول زمان، از نتایج تحقیق حاضر و نتایج میزان استقرار گونه‌ها در اوایل کاشت گونه‌ها در دی ماه ۱۳۹۲ و مقایسه این دو توسط نرم‌افزار SPSS و آزمون T برای دو نمونه جفت شده استفاده گردید.

و در نهایت جهت ارزیابی گونه‌های کشت شده از جنبه درصد تاج پوشش گیاهی، اقدام به مقایسه گونه‌ها با یکدیگر در نرم‌افزار SPSS گردید. با توجه به این که عرصه‌های بوته‌کاری با پساب، ممکن است از نظر شرایط اکولوژیکی، میزان پساب دریافتی و سایر پارامترها با یکدیگر تفاوت داشته باشند، از طرح بلوک کامل تصادفی جهت تجزیه و تحلیل آماری استفاده گردید. بدین صورت که اثر پساب روی گونه‌های کشت شده به عنوان تیمار و بخش‌های نه گانه نمونه‌برداری شده به عنوان بلوک یا تکرار در نظر گرفته شدند.

۴- بحث و نتایج

۴-۱- نتایج مربوط به مقایسه کیفیت پساب با استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست کشور اردن

نتایج مقایسه کیفیت پساب تصفیه خانه شهر سبزوار با استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست کشور اردن برای فاضلاب تصفیه شده برای چهار گروه از پوشش گیاهی (سبزیجات پخته شده، درختان جنگلی و محصولات صنعتی، چمنزار و پارک، و محصولات علوفه ای) جهت انتخاب الگوی کشت مناسب در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱: نتایج مربوط به خصوصیات کیفی پساب تصفیه‌خانه شهر سبزوار و مقایسه آن با استاندارد محیط زیست کشور اردن

جهت تعیین الگوی کشت مناسب

پارامتر	پساب شهر سبزوار	سبزیجات پخته نشده	درختان جنگلی و محصولات صنعتی	چمنزار و پارک	محصولات علوفه ای
As(mg/lit)	۰/۰۷۱	**↓	**↓	**↓	**↓
B(mg/lit)	۰/۱۶۲	**↓	**↓	**↓	**↓
Ca(mg/lit)	۷۷	**↓	**↓	**↓	**↓
Mg(mg/lit)	۳۹	**↓	**↓	**↓	**↓
Cd(mg/lit)	۰/۰۳۸	**↓	**↓	**↓	**↓
Cr(mg/lit)	۰	**↓	**↓	**↓	**↓
Fe(mg/lit)	۰/۳۲	**↓	**↓	**↓	**↓
Zn(mg/lit)	۰/۰۵۵	**↓	**↓	**↓	**↓
Mn(mg/lit)	۰/۰۸۵	**↓	**↓	**↓	**↓
Ni(mg/lit)	۰/۱۳۸	**↓	**↓	**↓	**↓
Cu(mg/lit)	۰	**↓	**↓	**↓	**↓
Pb(mg/lit)	۰/۰۵	**↓	**↓	**↓	**↓

۵- لازم به ذکر است که به دلیل فواصل زیاد بین فاروها (۸ متر) و فواصل بین بوته‌ها (۴ متر)، در صورت انتخاب پلات برای انجام آزمایش، بایستی از پلات‌هایی بسیار بزرگ استفاده می‌شد، که منطقی به نظر نرسید، از طرفی با عنایت به سهولت اندازه‌گیری تراکم گیاهی در هکتار توسط ترانسکت در فاروهای به فواصل مشخص، نیازی به استفاده از پلات احساس نشد.

6- (Paired-Sample T Test)

**↓	**↓	**↓	**↓	۹۱/۶۶	SO4 ⁻ (mg/lit)
**↓	**↑	**↓	**↓	۹۶/۵۶	BOD5(mg/lit)
**↓	ns	**↓	**↓	۱۸۸/۸۸	COD(mg/lit)
**↓	**↓	**↓	**↓	۱/۲۰	DO(mg/lit)
**↓	**↓	**↓	**↓	۷۷۹	TDS(mg/lit)
**↓	**↑	**↓	**↓	۱۰۲	TSS(mg/lit)
**↓	**↓	**↓	**↓	۳/۲۲	SAR
ns	ns	ns	ns	۷/۴۹	pH
-	**↑	-	**↑	۲۴۰۰	MPN(n/100ml)

علامت های ns: نشان دهنده بدون سطح معنی داری، * در سطح پنج درصد (به احتمال ۹۱ درصد) معنی دار، ** در سطح یک درصد (به احتمال ۹۹ درصد) معنی دار و علامت ↓ کمتر از حد مجاز و ↑ بیشتر از حد مجاز

نتایج مقایسه کیفیت پساب تصفیه خانه شهر سبزوار با استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست کشور اردن برای فاضلاب تصفیه شده برای چهار گروه از پوشش گیاهی (سبزیجات پخته شده، درختان جنگلی و محصولات صنعتی، چمنزار و پارک، و محصولات علوفه ای) جهت انتخاب الگوی کشت مناسب نشان داد که غلظت فلزات سنگین و عناصر کمیاب (آرسنیک، بر، کادمیوم، کروم، آهن، روی، منگنز، نیکل، مس و سرب) جهت مصرف در تمامی محصولات چهارگانه زیر حد مجاز در سطح یک درصد (دارای استاندارد لازم) می باشد. همچنین پارامترهای کلسیم، سولفات، منیزیم، TDS (مجموع مواد جامد محلول) و SAR (نسبت جذب سدیم) همانند فلزات سنگین در هیچ یک از چهار گروه پوشش گیاهی مشکلی خاصی از نظر کاربرد وجود ندارد و تمامی این پارامترها به احتمال ۹۹ درصد زیر حد مجاز می باشند. پارامتر pH (اسیدیته) نیز در محدوده استاندارد موجود بوده و این پارامتر هم محدودیتی برای کاشت هیچ گونه محصولی ایجاد نمی کند. پارامترهای کلی فرم کل (MPN) بالاتر از حد مجاز استاندارد و DO^v پایین تر از حد مجاز در سطح یک درصد بودند، در تمامی چهار گروه پوشش گیاهی محدودیت جدی جهت تولید این محصولات ایجاد می کنند. در نهایت پارامترها TSS (مجموع مواد جامد محلول)، BOD (اکسیژن مورد تقاضای بیوشیمیایی)، COD (اکسیژن مورد تقاضای شیمیایی) فقط در پوشش چمنزار و پارک دارای محدودیت بوده و در سایر کاربردها (سبزیجات پخته شده، محصولات علوفه ای و درختان جنگلی و محصولات صنعتی) محدودیتی ندارند.

در مجموع جهت استفاده پساب تصفیه خانه شهر سبزوار در چمنزار و پارک (فضای سبز شهری) پارامترهای کلی فرم کل، اکسیژن محلول، مجموع کل مواد جامد معلق، اکسیژن مورد تقاضای شیمیایی و اکسیژن مورد تقاضای بیوشیمیایی محدودیت زا و در سبزیجات پخته شده، محصولات علوفه ای و درختان جنگلی و محصولات صنعتی فقط پارامترهای کلی فرم کل، اکسیژن محلول محدودیت زا می باشد.

۲-۴- نتایج مربوط به تغییرات تراکم گیاهی گونه‌های کشت شده با پساب

نتایج مربوط به میزان استقرار پوشش گیاهی در ابتدای طرح بوته کاری با پساب و بعد از گذشت دو سال از اجرای طرح در جدول ۲ و همچنین جدول تجزیه واریانس توسط آنالیز T برای دو نمونه جفت شده در جدول ۳ آورده شده است.

۷- با توجه به این که هر چه اکسیژن محلول (DO) بالاتر و BOD و COD پایین تر باشد نشان از کیفیت بالاتر پساب دارد، مقدار پایین تر اکسیژن محلول در پساب نسبت به استاندارد مربوطه نشان از محدودیت این پارامتر در پساب دارد.

جدول ۲: درصد استقرار گونه‌های کشت شده (تعداد گونه‌های مستقر شده نسبت به کل بوته‌های کشت شده در طول ترانسکت) در طرح بوته‌کاری با پساب در سال‌های مختلف کشت و نمونه‌برداری

قره‌داغ (درصد)		آتریپلکس (درصد)		تاغ (درصد)		سال نمونه‌برداری	
۱۳۹۴	۱۳۹۲	۱۳۹۴	۱۳۹۲	۱۳۹۴	۱۳۹۲	سال کاشت	
۴۱/۶۶	۸۴	۳۳	۷۰	۷۵	۸۶۲	T1	۱۳۸۹
۵۸/۳۳		۴۱/۶۶		۶۶		T2	
۴۱/۶۶		۴۱/۶۶		۵۸/۳۳		T3	
۴۱/۶۶	۹۲	۳۳	۸۰	۵۰	۷۵	T1	۱۳۹۰
۳۳		۵۰		۶۶		T2	
۲۵		۲۵		۷۵		T3	
۱۶/۶۰	۹۵	۳۳	۷۳	۷۵	۶۴	T1	۱۳۹۱
۵۰		۵۰		۸۸/۳۳		T2	
۳۳		۴۱/۶۶		۵۰		T3	
۳۷/۸۷	۹۰/۳۰	۳۸/۷۷	۷۴/۳۰	۶۷/۰۷	۶۷	متوسط	

T: ترانسکت یا تکرار یا بلوک

جدول ۳: جدول تجزیه واریانس برای گونه‌های کشت شده در ابتدا (سال ۱۳۹۲) و دو سال بعد از اجرای طرح

گونه	Std. Deviation	Std. Error Mean	t	Df	Sig. (2-tailed)
تاغ	۱۴/۴۷	۴/۸۲	-۰/۰۵۴	۸	۰/۹۵
آتریپلکس	۱۰/۲۵	۳/۴۱	-۱۰/۴۰	۸	۰/۰۰۰
قره‌داغ	۱۵/۸۱	۵/۲۷	-۹/۹۵		۰/۰۰۰

براساس جدول ۲ می‌توان دریافت که در بین گونه‌های کشت شده، در ابتدای طرح آبیاری با پساب به ترتیب گونه‌های قره‌داغ، آتریپلکس و تاغ بیشترین میزان استقرار را نشان داده‌اند. بنابراین در ابتدای طرح آبیاری گونه‌های شورپسند بیابانی با پساب گونه‌های قره‌داغ، آتریپلکس و تاغ به ترتیب گونه‌های برتر از نظر میزان استقرار شناخته شدند. ولی بعد از گذشت دو سال از نمونه‌برداری اولیه تغییرات زیادی ایجاد شده است بدین صورت که گونه قره‌داغ بیشترین کاهش (حدود ۵۲ درصد) را نشان داد که این میزان تغییر بر اساس جدول ۳ در سطح یک درصد معنی‌دار می‌باشد. گونه آتریپلکس با تغییرات حدود ۳۵ درصدی نیز کاهش زیادی را نشان داده است که این میزان تغییرات نیز همانند گونه قره‌داغ بر اساس جدول در سطح یک درصد معنی‌دار می‌باشد. و در نهایت گونه تاغ تغییرات خاصی را نشان نداده است و مقایسه این تغییرات بر اساس جدول بدون سطح معنی‌داری می‌باشد. بنابراین بعد از گذشت چند سال از اجرای طرح آبیاری با پساب، به ترتیب گونه‌های تاغ، آتریپلکس و قره‌داغ بیشترین درصد زنده ماندن را نشان داد. در مجموع می‌توان گفت گونه تاغ در بین گونه‌ها، گونه برتر از نظر زنده ماندن می‌باشد.

۴-۳- نتایج مربوط به میزان درصد تاج پوشش گیاهی گونه‌های کشت شده با پساب

نتایج مربوط به درصد تاج پوشش گیاهی بعد از گذشت دو سال از اجرای طرح بوته‌کاری با پساب در جدول ۴ و جدول تجزیه واریانس و مقایسه میانگین در جدول ۵ آورده شده است.

۸- اعداد مربوط به سال نمونه‌برداری ۱۳۹۲ به صورت میانگین سه تکرار می‌باشد. و داده‌های نمونه‌برداری شده در سال ۹۴ مربوط به هر سال کاشت با میانگین آن‌ها در سال ۹۲ مقایسه می‌گردد.

جدول ۴: نتایج مربوط به درصد تاج پوشش گیاهی بعد از گذشت چند سال از اجرای طرح بوته‌کاری با پساب

گونه	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	متوسط
تاغ	۱۰/۴۱	۸/۴۷	۶/۵۸	۸/۱۲	۶/۶۶	۱۰/۹۳	۱۱/۵۳	۱۲/۸۷	۷/۷۱	۹/۲۵
آتریپلکس	۳/۰۵	۲/۲۲	۲/۵۵	۲/۸۵	۴/۰۳	۱/۸۵	۲/۹۳	۴/۴۵	۲/۸۸	۲/۹۷
قره داغ	۱/۷۴	۲/۵۷	۱/۶۷	۱/۹۸	۱/۶۹	۰/۹۰	۰/۸۴	۲/۱۲	۱/۵۶	۱/۶۷
مجموع	۱۵/۲۰	۱۳/۲۶	۱۰/۸۰	۱۲/۹۵	۱۲/۳۸	۱۳/۶۸	۱۵/۳۰	۱۹/۴۴	۱۲/۱۴	۱۳/۹۰

T: ترانسکت یا تکرار یا بلوک

جدول ۵: جدول تجزیه واریانس و مقایسه میانگین تاج پوشش گیاهی گونه‌های کشت شده

(J) treat	(I) treat	Mean Difference (I- J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Lower Bound
1	۲	۶/۳۷*	۰/۶۸۲۲۵	۰/۰۰۰	۴/۹۲	۷/۸۱
	۳	۷/۴۸*	۰/۶۸۲۲۵	۰/۰۰۰	۶/۰۳	۸/۹۳
2	۱	-۶/۳۷*	۰/۶۸۲۲۵	۰/۰۰۰	-۷/۸۱	-۴/۹۲
	۳	۱/۱۱	۰/۶۸۲۲۵	۰/۱۲۳	-۰/۳۳	۲/۵۵
3	۱	-۷/۴۸*	۰/۶۸۲۲۵	۰/۰۰۰	-۸/۹۳	-۶/۰۳
	۲	-۱/۱۱	۰/۶۸۲۲۵	۰/۱۲۳	-۲/۵۵	۰/۳۳

*: در سطح ۵ درصد معنی‌دار

بر اساس جدول ۴ می‌توان دریافت که در بین گونه‌های کشت شده، بعد از گذشت دو سال از زمان کاشت به ترتیب گونه‌های تاغ، آتریپلکس و قره داغ بیشترین درصد تاج پوشش را نشان داده‌اند. بدین صورت که گونه تاغ به تنهایی، تاج پوشش دوبرابری دو گونه دیگر ایجاد کرده است. در بین دو گونه دیگر نیز گونه آتریپلکس تاج پوششی دوبرابری نسبت به قره داغ ایجاد کرده است. همچنین بر اساس جدول ۵ بین گونه تاغ با دو گونه دیگر، تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد نشان داد و بین دو گونه دیگر باهم، هیچ گونه تفاوت معنی‌داری نشان داده نشد. بنابراین بعد از گذشت دو سال از اجرای طرح بوته‌کاری با پساب، گونه تاغ، گونه برتر از نظر ایجاد درصد تاج پوشش گیاهی در منطقه شناخته شد.

۵- نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از پساب در تولید سبزی و صیفی جات با محدودیت‌های زیاد و جدی همراه است و بنابراین جهت استفاده در این بخش به هیچ عنوان پیشنهاد نمی‌گردد. نتایج این تحقیق با نتایج (شهریاری و همکاران، ۱۳۸۹: ۲۱-۱۳) و همچنین نتایج (خانجانی و همکاران، ۱۳۸۴) مطابقت دارد. همچنین نتایج (صفاری، ۱۳۸۱) که آزمایشات انگل‌شناسی و میکروبی‌شناسی پساب کرمان هیچ گونه آلودگی را نشان ندادند، با نتایج این تحقیق مغایرت دارد.

استفاده از پساب در سایر محصولات با انجام تمهیدات خاصی قابل اجرا می‌باشد. به گونه‌ای که در زمان فعالیت رودخانه و جاری بودن سیلاب، مخلوط شدن پساب با سیلاب و در نتیجه آن رقیق شدن پساب، می‌تواند محدودیت‌های بالا بودن کلی فرم کل و پایین بودن اکسیژن محلول را برطرف کند. همچنین از نتایج این تحقیق می‌توان دریافت که در محصولات مجاز جهت استفاده از پساب، انتخاب نوع گونه بسیار مهم می‌باشد به گونه‌ای که در بین سه گونه شورپسند بیابانی کشت شده در منطقه، گیاه تاغ بهترین سازگاری را با توجه به کیفیت پساب نشان داد. قابل ذکر است که این

نتیجه، بر اثر پایش و ارزیابی طولانی مدت اجرای طرح بونه کاری با پساب انجام گرفت. در این قسمت پیشنهاد می‌گردد در تحقیقات بعدی اثرات پساب روی گونه‌های کشت شده از جنبه تجمع فلزات سنگین در بافت‌های گیاهی، آنالیز میکروبی، بحث‌های گیاه‌پالایی و ... بررسی گردد تا علت سازگاری گونه تاغ مشخص گردد.

از جمع‌بندی تحقیق می‌توان دریافت که در منطقه مورد مطالعه کاشت گونه‌های شور پسند بیابانی بخصوص گونه تاغ همراه با آبیاری با پساب توانسته و می‌تواند در احیای پوشش گیاهی منطقه بسیار موثر باشد و در پروژه های بعدی بونه کاری در منطقه این مهم، مدنظر متولیان اجرایی قرار گیرد. نتایج این بخش تحقیق با نتایج (شهریاری و همکاران ۱۳۸۹) که استفاده از پساب را در پایداری گیاهان، کاهش هزینه‌های آبیاری و کود دهی و احیاء بیولوژیک مناطق بیابانی توسط گونه قره‌داغ مناسب دیده‌اند مطابقت دارد.

در نهایت در مورد زمان خشکیدگی رودخانه، پیشنهاد می‌گردد جهت کاهش اثرات زیست محیطی پساب در طول مسیر رودخانه کالشور، از پساب جهت تولید محصولات علوفه‌ای و همچنین محصولات چوبی در حاشیه کالشور استفاده گردد. این کار، هم زمینه کاهش الودگی آب های زیرزمینی، خاک، حیات وحش و هم زمینه اشتغال‌زایی و تولید درآمد را فراهم می‌آورد.

۶- منابع

- ۱- ایستگاه سینوپتیک شهرستان سبزوار (۱۳۹۰). آمار هواشناسی شهرستان سبزوار.
- ۲- بوستانی، آرمن، انصاری، حسین، اکبرزاده، محمدرضا (۱۳۸۹). تحلیل استفاده از پساب در کشاورزی، معیارها و ارائه رویکردها، مجموعه مقالات دومین سمینار ملی جایگاه آبهای بازیافتی و پساب در مدیریت منابع آب، کاربردها در کشاورزی و فضای سبز، مشهد، ایران.
- ۳- بهره مند، محمدرحیم، افیونی، مجید، حاج عباسی، محمدعلی، رضایی نژاد، یحیی (۱۳۸۱). اثر لجن فاضلاب بر برخی ویژگی های فیزیکی خاک، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، دوره ۶، شماره ۴، صص ۱۰-۱.
- ۴- خانجانی، محمد جواد، رشیدی، علی، هاشمی پور، سید محمد (۱۳۸۴). استفاده از فاضلاب تصفیه شده در کشت پسته، مجموعه مقالات دومین کنفرانس سراسری آبخیزداری و مدیریت آب و خاک، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران.
- ۵- دادرسی سبزوار، ابوالقاسم (۱۳۸۵). گزارش نهایی طرح تحقیقاتی بررسی اثرات پخش سیلاب بر میزان آبیاری خاک در طرح بیابانزدایی برآباد شهرستان سبزوار (مرحله اول)، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان.
- ۶- دادرسی سبزوار، ابوالقاسم، خسروشاهی، محمد، برآبادی، حسن (۱۳۹۳). استفاده مجدد از پساب تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری در احیا مناطق بیابانی (مطالعه موردی: تصفیه‌خانه فاضلاب شهر سبزوار)، نشریه علمی پژوهشی مدیریت بیابان، شماره ۳، صص ۳۷-۴۹.
- ۷- دانش، شهناز، علیزاده، امین (۱۳۸۷). کاربرد پساب در کشاورزی، فرصت ها و چالش ها، مجموعه مقالات اولین سمینار ملی جایگاه آبهای بازیافتی و پساب در مدیریت منابع آب، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران.
- ۸- شرکت آب و فاضلاب سبزوار و شرکت مهندسی مشاور کاوش پی، سبزوار (۱۳۹۰). آمار و اطلاعات تصفیه خانه فاضلاب سبزوار، نشریه ی ترویجی سامانه تصفیه خانه فاضلاب سبزوار، ۱۰ صفحه.
- ۹- شهریاری، علی رضا، نوری، سهیلا، عابدی کوپانی، جهانگیر، صالح، فاطمه (۱۳۸۹). اثر آبیاری با پساب فاضلاب تصفیه شده بر رشد گیاه قره داغ تحت شرایط گلخانه، مجله علوم و فنون کشت های گلخانه ای، دوره اول، شماره ۴، صص ۲۱-۱۳.
- ۱۰- صفاری، محمد (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.
- ۱۱- عرفانی، علی، حق‌نیا، غلامحسین، علیزاده، امین (۱۳۸۱). تأثیر آبیاری با فاضلاب بر عملکرد و کیفیت کاه و برخی ویژگی‌های خاک. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، دوره ۱۶، شماره ۱، صص ۹۰-۷۹.
- ۱۲- کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران (۱۳۹۰). مروری بر استانداردها و تجارب استفاده از پساب برای آبیاری، ۱۳۹۰، ۳۰ صفحه.

- ۱۳- نظری، محمدعلی، شریعتمداری، حسین، افیونی، مجید، مبلی، مصطفی، رحیلی، شهرام (۱۳۸۵). اثر کاربرد پساب و لجن فاضلاب صنعتی بر غلظت برخی عناصر و عملکرد گندم، جو و ذرت، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، دوره ۱۰، شماره ۳، صص ۹۷-۱۰۹.
- ۱۴- نیکنام، رامین، یوسف پور، امیرابراهیم، حاجیان، محمدهادی، رشیدی شریف آبادی، علیرضا (۱۳۹۰). برآورد اقتصادی کاربرد پساب تصفیه خانه فاضلاب شهر کرمان جهت آبیاری اراضی کشاورزی با ملاحظات زیست محیطی، مجموعه مقالات چهارمین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران.
- ۱۵- وکیلی، بهنام (۱۳۷۴). تصفیه فاضلاب و استفاده مجدد آن در کشاورزی. مجله آب و فاضلاب شماره ۴۲، صص ۴۷-۱۶.
- 16- Abedi Koupai, J., Mostafazadeh fard, B., Afyuni, M., Bagheri, M.R., (2003). Effect of treated wastewater on soil chemical and physical properties in an arid region, *Plant Soil and Environ*, Volume 52, Number 58, pp 335-344.
- 17- Asano, T., Levine, A.D., (1996). Wastewater reclamation and reuse: Past, present and future, *Water Sci. Technol*, Volume 33, Number 10-1), pp 1-14.
- 18- Bahri, A., (1999). Agricultural reuse of wastewater and global water management, *Water Sci. and Technol*, Volume 4, Number(4-), pp 339-346.
- 19- Feizi, M., (2001). Effect of treated wastewater on accumulation of heavy metals in plants and soils, In: *ICID in, Workshop on Water Reuse Management*
- 20- Gatta, G., Libutti, A, Gagliardi, A., Beneduce, L., Brusetti, L., Borruso, L., Disciglio, G., Tarantino, E., (2015). Treated agro-industrial wastewater irrigation of tomato crop: Effects on qualitative/quantitative characteristics of production and microbiological properties of the soil, *Agricultural Water Management*, Volume 149, pp 33-43.
- 21- Monte, H.M., Esousa, M.S., (1992). Effects on crops of irrigation with effluent water, *Sci. Technol*, Volume 26, Number 7-8, pp 1603-1613.
- 22- Singh, B.R., Steinnes, E., (1994). Soil and water contamination by heavy metals, pp 233-271. In: La1, R, Stewarts, B. A, (Eds.), *Soil Processes*, CRC Press, USA.