

بررسی الگوهای کشاورزی مناسب جهت آبیاری با پساب شهر سبزوار

سید مهدی حسینی شاد^۱

محمد هادی مهدی نژاد^{۲*}

hmnejad@yahoo.com

اسماعیل نصر آبادی^۳

تاریخ پذیرش: ۹۶/۷/۱

تاریخ دریافت: ۹۵/۳/۱۶

چکیده

زمینه و هدف: در ایران بخش بزرگی از آب مورد استفاده شهرهای بزرگ به فاضلاب‌های شهری تبدیل می‌شود. با توجه به کمبود منابع آب کشور، پساب فاضلاب‌های شهری می‌توانند به عنوان یکی از منابع مهم آب جایگزین، در توسعه فضای سبز، کمربند سبز اطراف شهرها و مصارف کشاورزی به کار گرفته شود.

روش بررسی: در پژوهش توصیفی - تحلیلی حاضر، ابتدا میزان سازگاری محصولات کشاورزی مختلف با آب مورد استفاده در آبیاری مطالعه گردید. برای بررسی الگوی مناسب کشاورزی توسط پساب، میزان تولید پساب و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی پساب شهر سبزوار تعیین و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته ها: نتایج نشان داد که بهترین کشت برای ۲۰۰۰ متر مکعب پساب خروجی روزانه با کیفیت نسبتاً خوب و در منطقه سبزوار با اقلیمی گرم و خشک و با خاک سبک و ماسه‌ای کاشت محصولاتی چون جو، ذرت علوفه ای، ارزن علوفه ای، پنبه و یونجه و با احتیاط گندم است.

بحث و نتیجه گیری: باید از کاشت محصولات صیفی و سبزیجات به خاطر وجود آلودگی‌های ویروسی و انگلی و اقلیم منطقه به ویژه در فصل گرم که موجب افزایش املاح در سطح خاک می‌شود اجتناب شود. بهترین شیوه آبیاری استفاده از سیستم آبیاری زیر سطحی می باشد. گسترش پهنه زیر کشت محصولات در این منطقه موجب تثبیت خاک و کاهش اثرات مخرب بادهای بر زندگی ساکنان شهر سبزوار خواهد شد.

واژه های کلیدی: آبیاری، الگوهای کشاورزی، پساب، سبزوار.

۱- کارشناس ارشد مهندسی آب و فاضلاب- موسسه آموزش عالی لامعی گرگانی، گرگان، ایران.
۲- دانشیار، مرکز تحقیقات بهداشت محیط، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی گلستان، گرگان، ایران. * (مسوول مکاتبات)
۳- مربی، دانشکده علامه طباطبایی، دانشگاه فرهنگیان، سبزوار، ایران.

Evaluation of Sustainable Agricultural Patterns for Irrigation with Wastewater Treatment Plant's Effluent from Sabzevar

Seyyed Mehdi Hosseini Shad¹
Mohammad Hadi Mehdinejad^{2*}
hmnejad@yahoo.com
Esmail Nasrabadi³

Admission Date: September 23, 2017

Date Received: June 5, 2016

Abstract

Background and Objective: A large part of the water used in big cities change as wastewater. Due to lack of water resources, municipal wastewater treatment plant's effluent can use as one of the important sources of new water in order to the development of green spaces, green belt in around cities and agriculture purposes.

Material and Methodology: In this analytical-descriptive study, the degrees of compatibility of various crops with water used in irrigation were studied. For surveying a suitable pattern by wastewater treatment plant's effluent for irrigation agriculture, the quantity and physical and chemical properties of wastewater treatment plant's effluent in sabzevar city have been analyzed.

Findings: The results showed that the quantity of wastewater treatment plant's effluent is daily 2000m³. Due to having hot and dry climate and included sand and light soil, crops such as barley, corn, millet, forage, cotton and alfalfa and discreet wheat are good.

Discussion and Conclusion: to cropping of legumes and vegetables due to viral and parasitic pollution were avoided and the warm climate in the region which is an increase of salts in the soil surface is avoided. The best irrigation method is subsurface irrigation system. To expand the area under crops in the region was caused stabilizing soil and reduce the adverse effects from winds on the lives in sabzevar city.

Keywords: Irrigation, Agricultural Patterns, Wastewater Effluent, Sabzevar.

1- MSc. of Water and Wastewater Engineering, Lamei Gorgani Institute of Higher Education, Gorgan, Iran.

2- Associate Professor, Environmental Health Research Centre, school of Health, Golestan University of Medicals Sciences, Gorgan, Iran.* (*Corresponding Author*)

3- Lecturer, Faculty of Allameh Tabatabaei, University of Farhangian, Sabzevar, Iran.

مقدمه

محدودیت منابع آب در کشورهای واقع در مناطق خشک و نیمه خشک، یکی از مهم ترین معضلات موجود در بخش کشاورزی است، به ویژه که در کشوری مانند ایران بیش از ۹۳ درصد از کل آب مصرفی در بخش کشاورزی مصرف می شود. از این رو استفاده از منابع آبی غیر متعارف از جمله پساب تصفیه خانه‌ها و آب‌های برگشتی در این کشورها روز به روز از اهمیت بیش‌تری برخوردار می شود، اهمیتی که به نظر در آینده بیش-تر هم خواهد شد. کاربرد پساب به عنوان یک منبع دائمی آب در کشاورزی علاوه بر تأمین قسمتی از نیازهای آبی این بخش، باعث صرفه جویی و دوام منابع آبی موجود نیز می گردد. علاوه بر این، وجود عناصر غذایی گیاهی در پساب تصفیه خانه‌ها، مصرف کودهای شیمیایی و به دنبال آن اثرات محیط زیستی استفاده از آن‌ها را کاهش می دهد. استفاده از پساب در بخش کشاورزی اگر چه مزایا و فواید زیادی به همراه دارد ولی چنانچه این امر بدون برنامه‌ریزی دقیق و اعمال مدیریت و نظارت صحیح انجام پذیرد می تواند اثرات اجتماعی، اقتصادی و محیط زیستی حاد و متعددی را در پی داشته باشد که از آن جمله می توان به عدم پذیرش از سوی مردم، عدم وجود بازار مناسب برای عرضه محصولات تولیدی، شور و سدیمی شدن خاک به خصوص در مناطق خشک و نیمه خشک، تجمع عناصر سنگین و سایر عناصر سمی در خاک و گیاهان تولیدی، آلودگی منابع آب سطحی و زیرزمینی و از همه مهم تر به شیوع بیماری‌های مختلف اشاره کرد. طبق مطالعات فیضی و همکاران وی در اصفهان (۱۳۸۰) مقادیر عناصر روی، منیزیم، مس و آهن در خاک‌های این مزارع (آبیاری شده با پساب) نسبت به مزارع آبیاری شده با آب چاه افزایش یافته است. وی گزارش می دهد که در خاک‌های تحت آبیاری با فاضلاب‌های شهری و صنعتی اصفهان، آلودگی شدیدی از نظر عناصر کادمیوم و سرب در مقایسه با آب معمولی مشاهده شده است. هم چنین در اثر آبیاری با پساب مقدار منگنز، کروم و سرب در خاک‌های تحت کشت منطقه اصفهان افزایش یافته است (۱). یکی از راه کارهای اصلی برای مقابله با مساله بحران آب، کاربرد زنجیره ای آب،

متناسب با تغییر کیفیت آن در بخش های متنوع مصرف می باشد. راه حل دیگر، استفاده بهینه از آب های متعارف و نامتعارف موجود و کاربرد سیستم های آبیاری کارا و با بازده بالاست. از آنجایی که فاضلاب ها در زمره آب های شیرین ولی آلوده محسوب می شوند و هزینه تصفیه آنها به مراتب کم تر از دیگر روش های تهیه آب است، لذا مصرف مجدد فاضلاب به منظور جبران کمبود برخی از نیازهای آبی مطرح می باشد. به علاوه پساب های شهری به ندرت تحت تاثیر خشک سالی قرار می گیرند، بنابراین استفاده مجدد از پساب می تواند منبع قابل

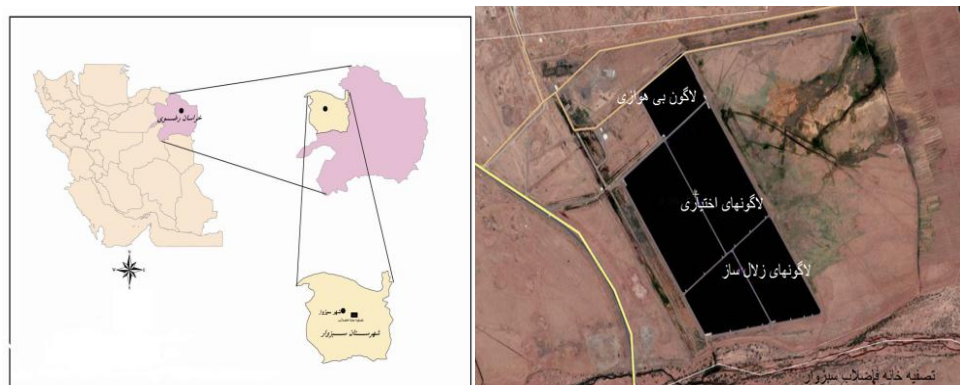
اطمینان جهت سال های خشک و کم باران باشد (۲ و ۳). شهرستان سبزوار در دشت هموار و آبرفتی دوران کواترنری و در ارتفاع ۹۶۰ متری از سطح دریا قرار دارد. شهر سبزوار در تقسیمات اقلیمی کشور در محدوده اقلیم مرکزی ایران و دارای آب و هوای نیمه بیابانی قرار می گیرد که زمستان های آن نسبتاً سرد و تابستان ها گرم و خشک است. بررسی آمار ۳۰ ساله (۲۰۱۰-۱۹۵۵) بارش در ایستگاه سینوپتیک سبزوار، متوسط بارش را ۲۰۶/۶۶ میلی متر نشان می دهد. به طور کلی، طبق آمار فوق، در زمستان و اواخر پاییز بیش ترین بارش و در تابستان کم ترین مقدار بارش را دارد. هم چنین متوسط دمای ۳۰ ساله این شهر نشان می دهد که در دی ماه با متوسط ۴/۷ درجه سانتیگراد سردترین و در تیرماه با ۳۱/۳ درجه سانتیگراد، گرم ترین ماه سال را دارا می باشد. شهر سبزوار با اقلیم بیابانی و نیمه بیابانی جهت توسعه کشاورزی، نیازمند بهره وری بهینه از منابع آب موجود و استفاده هدفمند از پساب‌ها است (۴). هر چند پساب تصفیه شده در مقایسه با حجم آب آبیاری مورد نیاز، میزان ناچیزی را شامل می شود، اما بهره برداری از همین مقدار باعث می شود آب های با کیفیت بالاتر بتوان در مصارف مهمتری به کار برد (۵). اما چنانچه این پساب-ها بدون بررسی لازم در کشت گیاهان مختلف استفاده شوند، می توانند موجب بروز آلودگی های میکروبی و شیمیایی در خاک و گیاه شوند (۶). تحقیقات حسین و الساعتی در بررسی خصوصیات پساب‌های تولیدی در کشور عربستان نشان داد که

تحمل گیاهان در مقابل شوری، سدیم و سمیت و سایر عناصر کمیاب تدوین شده است که می تواند در ارزیابی کیفیت پساب برای کاربرد در کشاورزی نیز مبنای مناسبی باشد (۸). سپس، داده ها با استانداردها مورد مقایسه قرار گرفت و در مرحله بعد به ارزیابی محصولات قابل کشت توسط پساب پرداخته شد. آزمایشات انجام شده شامل pH ، BOD_5 ، COD ، TSS ، سولفات، نیترات، نیتريت، فسفات، کلريد، منیزیم، کلسیم و سدیم بوده که کلیه آزمایشات انجام شده طبق روش استاندارد متد انجام گرفت (۹). تصفیه خانه فاضلاب سبزوار در فاصله ۵ کیلومتری جنوب شرقی این شهرستان در سال ۱۳۷۹ برای جمعیتی ۱۰۰ هزار نفری در مساحتی ۲۸ هکتاری طراحی شده و در ۱۳۸۴ با روش برکه تثبیت به بهره برداری رسید. مطابق با شکل (۱)، این تصفیه خانه دارای ۵ حوضچه است که شامل یک استخر بی هوازی، دو استخر اختیاری اولیه و دو استخر اختیاری ثانویه (تکمیلی) می باشد. برای اندازه گیری دبی ورودی و دبی خروجی فاضلاب، در محل کانال های ورودی و کانال های خروجی، از پارشال فلوم ودبی سنج الکترونیکی استفاده شد (۴). هم چنین با مراجعه میدانی و مصاحبه با کشاورزان منطقه، نوع محصولات کشت شده با استفاده از پساب، مشخص و داده های به دست آمده با نرم افزارهای آماری SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در پایان با لحاظ ویژگی های پساب و شرایط اقلیمی منطقه، الگوی کشت مناسب کشاورزی با پساب منطقه سبزوار ارایه شد.

کاربرد این گونه پسابها به دلیل نامناسب بودن کیفیت و میزان بالای شوری و سدیم آن می تواند سبب افزایش شوری خاک شده و درصد سدیم قابل تبادل خاک را تغییر دهد. به همین جهت، کاربرد پسابها را فقط به عنوان آب های کمکی در کشور عربستان توصیه نمودند (۷). بنابراین، هدف از مطالعه حاضر، بررسی نیازها و مقاومت محصولات کشاورزی به املاح موجود در پساب است تا با در نظر گرفتن شرایط خاک و اقلیم منطقه و با استفاده از نتایج مربوط به املاح پساب، الگوی کشت مناسب برای منطقه ارایه شود.

مواد و روش ها

پژوهش حاضر از نوع مطالعه توصیفی-پیمایشی می باشد که در شهر سبزوار انجام گرفت. ابتدا با مطالعه اسناد و مستندات موجود، نیازهای محصولات کشاورزی مختلف به مواد معدنی و بررسی حساسیت آنها به املاح موجود در آب استخراج شد. شرایط اقلیم کشاورزی منطقه و عوامل اقلیمی از قبیل بارش، دما، باد و سایر متغیرهای لازم با استفاده از داده های بلند مدت ایستگاه همدید سبزوار مورد آنالیز قرار گرفت. ویژگی های پساب، کیفیت و میزان املاح مؤثر در کشت محصولات کشاورزی، داده ها و میزان دبی پساب خروجی از تصفیه خانه، در آزمایشگاه شرکت آب و فاضلاب سبزوار به دست آمد. رهنمود استفاده مجدد از پساب برای کشاورزی بر اساس رهنمود آیرس و وستکات بدست آمد. این رهنمود بر اساس مطالعات و تحقیقات زیاد و با در نظر گرفتن عواملی مانند درصد آبشویی، تغییرات نفوذپذیری خاک در اثر EC و SAR ، ظرفیت قابل



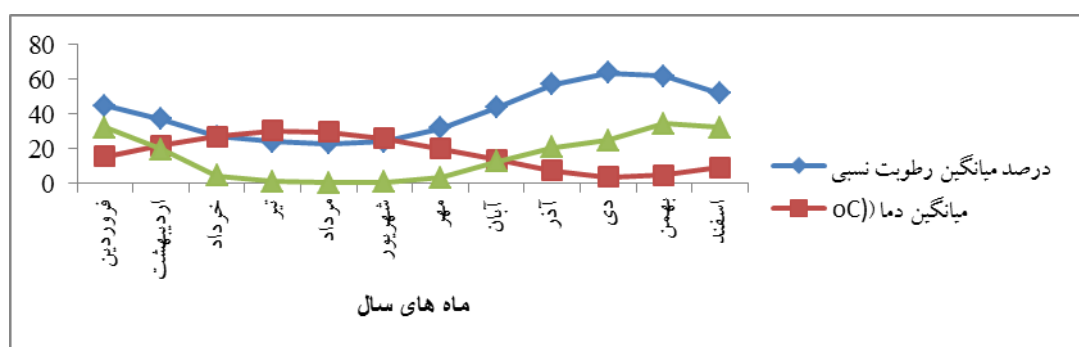
شکل ۱- موقعیت شهر سبزوار و جزئیات تصفیه خانه فاضلاب

Figure 1. The location of study area in Sabzevar city and details of wastewater treatment

یافته ها

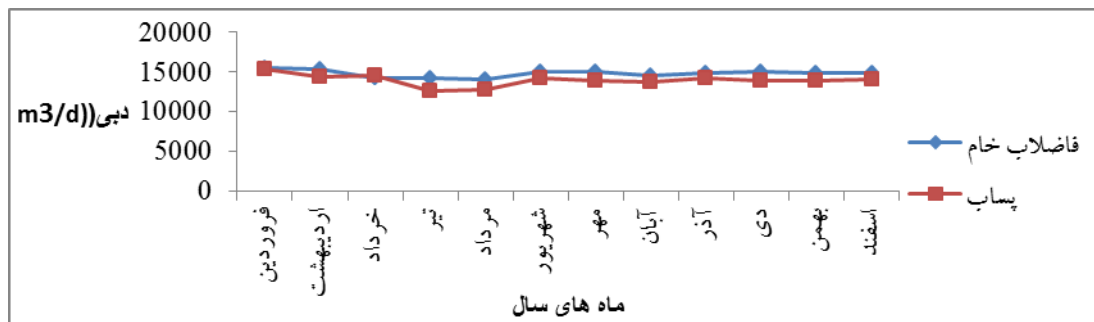
بررسی اقلیم دراز مدت ایستگاه سبزوار نشان می‌دهد که این منطقه دارای اقلیم خشک و نیمه خشک است و مجموع بارش سالانه به زحمت به ۱۹۰ میلی‌متر می‌رسد. طبق نمودار شماره (۱)، میانگین بلندمدت فراسنج‌های (پارامترهای) اقلیمی سبزوار را طی ۳۰ سال تا سال ۱۳۹۴ نشان می‌دهد. حداکثر بارش در بهمن ماه به میزان ۳۲/۴۹ میلی‌متر و حداقل آن در شهریور به میزان ۰/۷ میلی‌متر گزارش شده است. میانگین رطوبت نسبی بین ۲۳ تا ۶۴ درصد و محدوده‌ی میانگین دمایی بین ۳/۹ تا ۳۰/۵ درجه سانتی‌گراد قرار دارد. براساس آمار متوسط ۳۰ ساله دی ماه با متوسط ۴/۷ درجه سردترین و تیرماه با ۳۱/۳ گرم‌ترین ماه سال است. با توجه به بالابودن درجه بری بودن منطقه، می‌توان پی به تضاد شرایط سرد و گرم سال پی برد. به عبارت ساده‌تر، پایین بودن میزان رطوبت هوا و دور بودن از منابع رطوبت، شرایط را برای نوسانات دمایی فراهم می‌کند. مقدار ضریب بری بودن سبزوار براساس فرمول کنراد حدود ۴۹/۷ است که درجه بری بودن بالا را نشان می‌دهد. این اختلاف زیاد باید در نوع محصولات کشاورزی لحاظ شده و از گونه‌ها و یا محصولاتی استفاده شود که در مقابل دامنه‌ی بالای تنش‌های دمایی مقاوم باشند. نتایج متغیرهای pH، COD، BOD₅ و TSS فاضلاب خام ورودی و پساب

خروجی تصفیه‌خانه شهر سبزوار طبق نمودارهای (۲ تا ۶) نمایش داده شده است. pH در محدوده خنثی بوده و پساب خروجی، کمی قلیایی است که این پدیده در تمامی فصول سال مشاهده شد. آزمایشات BOD₅ در فاضلاب خام ورودی، بین ۲۲۱ تا ۳۳۱ میلی‌گرم در لیتر در نوسان است. اما در پساب خروجی، با توجه به تصفیه انجام شده، محدوده BOD₅ بین ۱۰۱ تا ۲۰۷ میلی‌گرم در لیتر در ماه‌های مختلف فصول سال کاهش داشته است و میانگین راندمان تصفیه‌خانه در حذف BOD₅ حدود ۵۴/۱ درصد می‌باشد. در مورد COD، میزان آن از میانگین سالیانه ۵۲۵/۵ میلی‌گرم در لیتر به ۱۸۷/۵ میلی‌گرم در لیتر کاهش داشت که در واقع درصد کاهش برابر ۶۴/۳ درصد می‌باشد. بیش‌ترین میزان حذف مربوط به TSS است. میزان TSS از میانگین سالیانه ۳۳۲/۱ میلی‌گرم در لیتر به ۷۹/۲ میلی‌گرم در لیتر کاهش یافت و در واقع ۷۶ درصد حذف بدست آمد. تغییرات یون‌های نیترات در طی سال در پساب خروجی بین ۶/۶ تا ۷/۸ میلی‌گرم در لیتر و تغییرات یون فسفات بین ۱۰/۸ تا ۱۱/۷ میلی‌گرم در لیتر متغیر بوده است. نتایج فوق نشان می‌دهد که محدوده تغییرات ناچیز بوده و نسبت بین نیترژن به فسفات در حدود ۰/۶ است (جدول ۱).



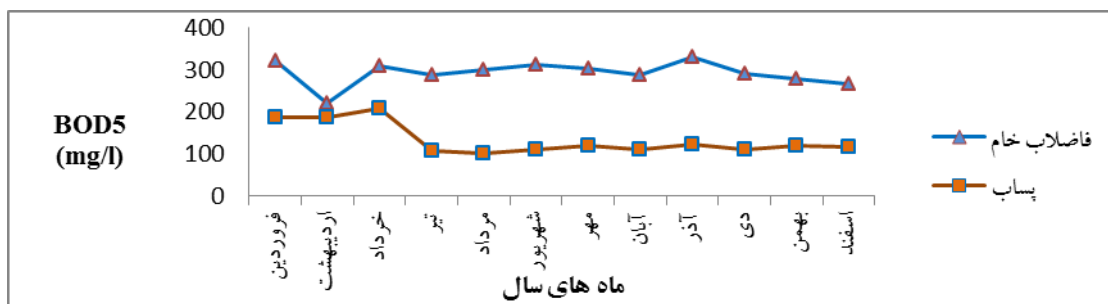
نمودار ۱- میانگین سالیانه پارامترهای اقلیمی سبزوار

Diagram 1. Average of annual climatic parameters in sabzevar



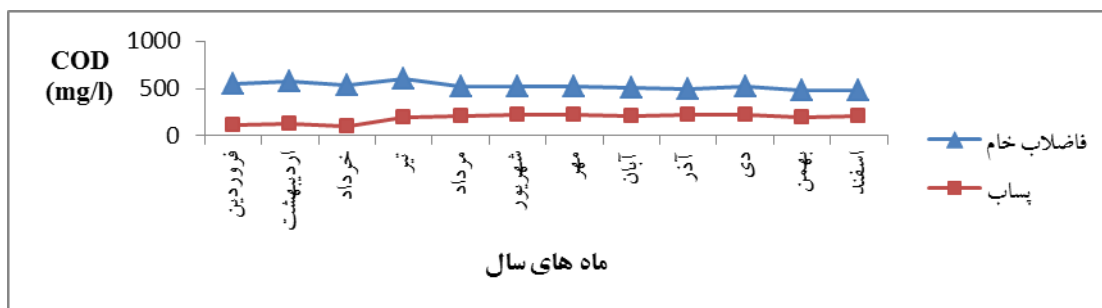
نمودار ۲- میزان دبی فاضلاب خام و پساب خروجی تصفیه خانه فاضلاب سبزوار

Diagram 2. Quantity of raw wastewater and effluent treatment wastewater in sabzevar



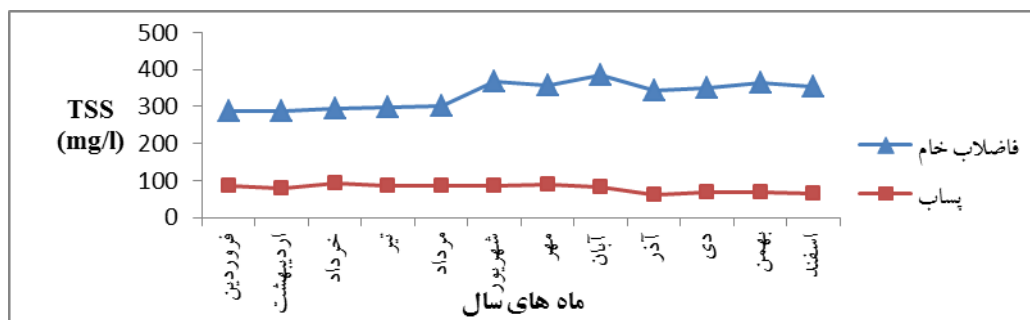
نمودار ۳- میزان BOD5 فاضلاب خام و پساب خروجی تصفیه خانه فاضلاب سبزوار

Diagram 3. BOD5 concentration of raw wastewater and effluent treatment wastewater in sabzevar



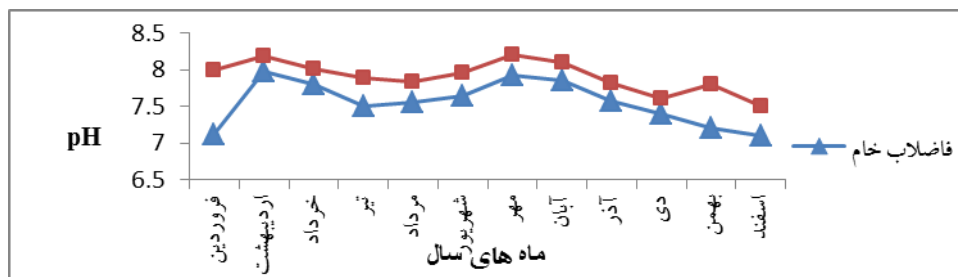
نمودار ۴- میزان COD فاضلاب خام و پساب خروجی تصفیه خانه فاضلاب سبزوار

Diagram 4. COD concentration of raw wastewater and effluent treatment wastewater in sabzevar



نمودار ۵- میزان TSS فاضلاب خام و پساب خروجی تصفیه خانه فاضلاب سبزوار

Diagram 5. TSS concentration of raw wastewater and effluent treatment wastewater in sabzevar



نمودار ۶- میزان pH فاضلاب خام و پساب خروجی تصفیه خانه فاضلاب سبزوار

Diagram 6. pH concentration of raw wastewater and effluent treatment wastewater in sabzevar

جدول ۱- تغییرات یونهای نیترات و فسفات (mg/l) در پساب خروجی تصفیه خانه فاضلاب

Table 1. Variation of nitrate and phosphate ions (mg/L) in effluent treatment wastewater

| نوع ماده | فروردین | اردیبهشت | خرداد | تیر | مرداد | شهریور | مهر | آبان | آذر | دی | بهمن | اسفند |
|----------|---------|----------|-------|------|-------|--------|------|------|------|------|------|-------|
| نیترات | ۶/۶ | ۶/۹ | ۷/۱ | ۷/۳ | ۷/۸ | ۷/۸ | ۷/۳ | ۷/۲ | ۶/۸ | ۷/۲ | ۷ | ۶/۸ |
| فسفات | ۱۰/۹ | ۱۰/۸ | ۱۱/۱ | ۱۱/۲ | ۱۱/۶ | ۱۱/۷ | ۱۱/۵ | ۱۱/۲ | ۱۰/۸ | ۱۱/۲ | ۱۰/۸ | ۱۱/۴ |

بحث

مستقیماً بر PH آب تاثیر می گذارد و آن را به سمت قلیایی شدن هدایت می کند. موضوعی که با مقایسه نتایج PH های ورودی و خروجی از تصفیه خانه ، کاملاً مشهود است . لذا بدلیل تبخیر پساب از سطح لاگون ها ، یونهای موجود در پساب خروجی تغلیط می شوند و غلظت آنها افزایش می یابد و املاح معدنی در خروجی پساب، بیش تر از فاضلاب ورودی حاصل میگردد. هرچند که متوسط درصد تغلیط کلسیم و منیزیم تقریباً برابر سدیم یعنی حدود ۱۶٪ می باشد ولی، میزان SAR پساب ۲۴ درصد افزایش نشان می دهد.

میزان سدیم در پساب خروجی از تصفیه خانه سبزوار به مقدار ۱۹۲ میلی گرم بر لیتر است که بر اساس استانداردهای موجود، در گروه آب های غیر شور محسوب می شود. لذا برای آبیاری همه نوع محصولات کشاورزی از قبیل حساس ، نسبتاً حساس و مقاوم مناسب است. با توجه به اقلیم منطقه که از دوره گرمایی طولانی در اواخر بهار و تابستان و کمبود باران در این فصول گرم برخوردار است ، باید از محصولات با کشت پاییزه و زمستانه استفاده کرد چرا که این محصولات قبل از شروع فصل گرما برداشت می شوند و بارش کم و تبخیر بالا تاثیر چندانی

مطابق با نمودار (۱) ، در میان ماه های بارشی به ترتیب بهمن، اسفند و فروردین بیش ترین بارش را دارند و در ماه های تابستان بارش به حداقل خود می رسد. هم زمان با کاهش بارش بر شدت گرما افزوده شده و همین عامل، موجب افزایش نیاز آبی گیاه در ماه های خشک می شود. از طرفی غلظت املاح پساب در این ماه ها افزایش پیدا می کند، بنابراین باید یکی از اولویت ها ، کاشت محصولاتی باشد که فصل رویش آن ها به تابستان نمی رسد و کاشت تابستانه که معمولاً محدود به محصولات علوفه ای است باید به صورت تناوب آیش و کشت صورت بگیرد. مقایسه نتایج آزمایش های فاضلاب ورودی خام و پساب خروجی طبق نمودارهای (۲ تا ۶)، نشان می دهد که BOD، TSS، COD در پساب خروجی نسبت به فاضلاب ورودی کم شده است و میزان آن ها در خروجی پساب به علت حذف مواد آلی کاهش می یابد. همچنین دبی خروجی نسبت به دبی ورودی کم تر شده است و علت این کاهش، مربوط به تبخیر آب از سطح لاگون ها در ماه های گرم می باشد. یکی از معایب این روش تصفیه فاضلاب (برکه)، کاهش میزان آبدهی به واسطه تبخیر است و یکی از عوارض این پدیده، تغلیط مواد قلیایی است که

ندارد. استفاده از پساب با این شرایط و با لحاظ ویژگی‌های اقلیمی سبزوار و با توجه به خاک منطقه برای کاشت محصولات زراعی از قبیل گندم و جو مناسب محسوب می‌شود. نتایج به دست آمده در شرایط مشابه در سایر نقاط کشور نیز در راستای تأیید این فرضیه می‌باشد. همچنین طبق سوابق قبلی، در ناحیه‌ای که قرار است با پساب تصفیه خانه فاضلاب سبزوار در آینده، کشاورزی انجام گیرد، قبلاً بصورت سنتی محصولاتی مانند جو، گندم، یونجه، پنبه کشت می‌شده‌اند. بنابراین پیشنهاد ما بر اساس بررسی‌های این مطالعه، کاشت محصولاتی مانند ذرت علوفه‌ای، چغندر علوفه‌ای و ارزن علوفه‌ای هم به عنوان اولویت دوم می‌تواند مناسب باشد. جدول ۱ نشان دهنده میزان فسفات و نیترات در پساب خروجی تصفیه خانه فاضلاب سبزوار می‌باشد. وجود یون‌های فسفات و نیترات در افزایش محصولات بسیار موثر است. فسفر پساب باعث افزایش جذب نیتروژن و بالا رفتن مقاومت گندم نسبت به بیماری‌ها می‌شود. این مطلب توسط استفاده کنندگان از پساب در منطقه مورد تایید قرار گرفته است. به طوری که آبیاری با پساب در کشت گندم، موجب افزایش میانگین عملکرد کاه، طول ساقه و نسبت کاه به دانه شده است و آنها بابت استفاده از پساب رضایت داشتند. این نتیجه با نتایج مطالعات زادهوش (۱۹۹۶) هم خوانی و سنخیت دارد. به احتمال زیاد یکی از عوامل افزایش راندمان در آبیاری با پساب، مربوط به وجود یون فسفات در پساب می‌باشد که افزایش و بالا بردن وزن دانه در گندم را به دنبال داشته است (۱۰). در مناطق خشک و نیمه خشک به علت استفاده کمتر از آب، تبخیر بالاتر، غلظت مواد شیمیایی موجود در پساب بالاتر است و ترکیبات پساب اعم از عوامل بیماری‌زا، عوامل فیزیکی و شیمیایی هر کدام تعیین کننده اثراتی است که پساب می‌تواند بر محیط وارد کند (۱۱). کاربرد فاضلاب در آبیاری به دلیل حضور میکروارگانیسم‌ها و مواد شیمیایی می‌تواند با مخاطرات بهداشتی همراه گردد، که معمولاً در سه بخش خطرات بهداشت فردی، خطرات بهداشتی محصولات کشاورزی و خطرات بهداشتی مصرف کنندگان مطالعه می‌شوند. در کشت محصولات با پساب در سبزوار به مسایل بهداشتی توجه نمی‌شود. از طرف دیگر بخشی از آب مازاد بر

نیاز کشاورزان که به رودخانه فصلی کال شور سبزوار ریخته می‌شود در بسیاری موارد جاری نشده و عدم حرکت آب، موجب باتلاقی شدن بستر رود و تولید بوی نامناسب در منطقه گردیده است. در این رابطه، تحقیقات علیزاده و همکاران وی (۱۳۷۶) در استفاده از پساب تصفیه شده خانگی در آبیاری چغندر قند نشان داد که در خاک و اندام‌های گیاهی، آلودگی نماتدهای روده‌ای وجود نداشت، اما تفاوت قابل توجهی را در کلی فرم-های مدفوعی در عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری خاک در آبیاری با پساب و آب چاه مشاهده نمودند (۱۲). به نظر می‌رسد با توجه به بافت سبک خاک منطقه آبیاری با پساب، آسیبی به بافت خاک وارد نمی‌کند. یکی از مزایای کشاورزی با پساب در سبزوار وجود خاک سبک ماسه‌های بادی در منطقه کشاورزی با پساب است. این خاک با این بافت سبک در مقابل آلودگی مقاومت مناسبی دارد و به نظر می‌رسد از این جهت مشکلی وجود ندارد و این پدیده، در آزمایشات انجام شده بر روی خاک و مشاهدات عینی، کاملاً مشهود بود. با وجود این، جهت افزایش ضریب اطمینان، مطالعه دقیق و برداشت از خاک جهت آزمایش و کاشت محصولات پاییزه و زمستانه، تناوب کشت و آیش و تناوب آبیاری با آب معمولی و آب پساب می‌تواند از این نگرانی‌ها بکاهد. صابر و همکاران وی (۱۹۸۶)، طی تحقیقات خود در آبیاری با فاضلاب در قاهره نشان داد که با افزایش سال‌های استفاده از پساب، میزان نمک‌های محلول در عمق ۰ تا ۲۰ سانتی متری خاک، به میزان قابل توجهی تا حدود ۳ برابر، در مقایسه با خاک‌های آبیاری نشده با پساب افزایش داشته است (۱۳). مطالعات پاترسون (۱۹۹۶) نشان داد که بالا بودن SAR در پساب حاصل از تصفیه خانه‌های فاضلاب خانگی منجر به کاهش هدایت هیدرولیکی اشباع خاک می‌گردد، به طوری که با افزایش SAR از صفر به ۳، هدایت هیدرولیکی اشباع به میزان ۵۰ درصد و در صورت افزایش آن به ۱۵، هدایت هیدرولیکی به میزان ۷۵ درصد کاهش می‌یابد (۹). علیزاده در تحقیقات خود نشان داد که آبیاری ذرت با فاضلاب تصفیه شده شهر مشهد به مدت ۲ سال، کاهش ۱۵۶ درصدی ظرفیت نفوذپذیری خاک را در مقایسه با زمان قبل از آغاز تحقیق به دنبال داشته است (۱۴). تحقیقات چنگ و

- municipal wastewater, Iran. *J. Health & Environ.*, 2014; 6(3):365-377.
3. Yazdanev V, Ghahreman B, Davodee K, Fazeli E. The effect of waste water on physical and chemical features of soil. 2015; 16(1): 543-558.
 4. Sabzevar Water and Wastewater Company, Technical Report, 2015. (In Persian)
 5. Bostani A, Ansari H, Akbarzadeh MR. Analysis of using of Treated Wastewater at agricultural , criteria and Approaches to urban areas Mashhad, 2nd national conference of reuse water and treated wastewater in water source management, 2010. (In Persian)
 6. Danesh S, Alizadeh A, Haghnia GH, Effect of treated wastewater irrigation on quantity and quality of sugar beet and forage beet, Final report, Faculty of Agricultural, Ferdowsi University of Mashhad, 1990. (In Persian)
 7. Hussain G, Al-Saati JA. Wastewater Quality and its Reuse in Agriculture in Saudi Arabia. *Desalination* 1999; 123: 241-251.
 8. Ayers, R.S, Westcot DW. *Water Quality for Agriculture*. FAO Irrigation and Drainage Paper, No. 29, FAO, Rome, Italy. 1985.
 9. Patterson RA. Soil Hydraulic Conductivity and Domestic Wastewater. *Wat. Scie. And Technol* 1996; 43(12): 103-108.
 10. Zadhosh A. The Survey of The Effects of Treated Wastewater on soil and plant, M.Sc. Dissertation of Irrigation Group, School of Agriculture, University of Tehran, 1996. (In Persian)
 11. Karimi sani H.R, Allahabadi A, Vazirinejad T. The Role of

همکاران وی (۱۹۸۴) دلالت بر این دارد که طی ۶ سال کاربرد فاضلاب در خاک‌های لومی شنی و لومی، تجمع معنی‌داری در غلظت هر یک از عناصر کادمیوم، کروم، مس، نیکل، سرب و روی در خاک، به خصوص در لایه صفر تا ۱۵ سانتی متری، اتفاق افتاده است (۱۵). لذا با توجه به موارد پیشگفت، انتظار می‌رود استفاده از پساب به عنوان یکی از راه کارهای مهم، می‌تواند نقش مهمی در ذخیره سازی منابع آبی و ایجاد الگوهای مناسب به منظور آبیاری زمین های کشاورزی ایفا کند. بنابراین، با توجه به اهمیت توسعه کشاورزی بر اساس منطق توسعه پایدار، سه فرضیه طراحی شد: ۱- الگوی کشت محصولات کشاورزی در سبزار با ویژگی‌های پساب و شرایط اقلیمی متناسب است. ۲- در کشت محصولات با پساب به مسایل بهداشتی توجه نمی‌شود. ۳- با توجه به بافت سبک خاک منطقه، آبیاری با پساب آسیبی به بافت خاک وارد نمی‌کند. طرح این سه فرضیه کمک می‌کند به این که مصرف کنندگان پساب جهت استفاده از کشاورزی با رعایت نکات بهداشتی می‌توانند با کم ترین هزینه، محصول خوب و با ارزشی را به دست آورند.

تشکر و قدردانی

از کلیه عزیزانی که ما را در انجام این مطالعه راهنما بودند سپاس گزاریم هم چنین از کارکنان زحمت کش اداره آب و فاضلاب سبزار که در جمع آوری اطلاعات ما را یاری فرمودند تقدیر و تشکر می‌کنیم.

References

1. 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.
2. Alinezhadian A, Karimi A, Mohammadi J, Nikookhah F, Anderson MN. Study of soil bacterial and crop quality irrigated with treated

14. Alizadeh, A., Using Reclaimed Municipal Wastewater for Irrigation of Corn. International Workshop on Wastewater Reuse Management. ICID-CIID. Seoul. Korea. 2001, 147-154.
15. Cheng, A. C., Warknek, J. E., Page, A. L., Land, A. J. Accumulation of Heavy Metal in Sewage Sludge Treated Soils. J. Environ. Qual. 1984. Vol.13. 87-90.
- Evaporation at Changing of The Quality of Sabzavar Treated Wastewater, Sabzevar Water and Wastewater Company, Technical report, 1998. (In Persian)
12. Alizadeh A. Use of Domestic Treated Wastewater for Sugar Beet Irrigation, Water and Wastewater Company, Technical report, 1990. (In Persian)
13. Saber, M. S. M. Prolonged Effect of Land Disposal of Human Waste on Soil Conditions. Wat. Sci. Tech. 1986, Vol.18, 371-374.