

بررسی خصوصیات شیمیایی خاک تحت تأثیر آبیاری با پساب خام کارخانه قند و تنش کم-آبی

یحیی چوپان^۱، سمیه امامی^۲

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۰/۰۳ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۲/۲۳

چکیده

نیاز روز افزون به منابع آبی و به دنبال آن کمبود آب، ضرورت استفاده از آب های نامتعارف به خصوص پسابها را افزایش داده است. در پژوهش حاضر به بررسی خصوصیات شیمیایی خاک تحت آبیاری با پساب خام کارخانه قند و تنش کم آبی با به کارگیری سه روش آبیاری شامل آب چاه (T1)، پساب خام کارخانه قند (T2)، ترکیب آب و پساب (با نسبت اختلاط ۱ به ۷) (T3) با دو سطح آبیاری کامل (L1) و اعمال ۷۵٪ تنش کم آبی (L2) به صورت فاکتوریل با طرح پایه بلوک کامل تصادفی در چهار تکرار (R) به صورت آزمایشات مزرعه‌ای در اراضی شهرستان میاندوآب در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ پرداخته شد. نتایج حاصله نشان داد تنش کم آبی و نوع آب آبیاری بر یونهای پتاسیم، فسفر، ازت کل و شوری در سطح احتمال یک درصد، و بر میزان اسیدیته در سطح احتمال ۵ درصد تأثیر معنی دار داشته است. بیشترین و کمترین مقدار یون پتاسیم به ترتیب در تیمارهای T2L2 و T3L1 با مقادیر ۲۸۹ کیلوگرم و ۱۱۲ کیلوگرم حاصل شد. هم چنین بیشترین و کمترین مقدار اسیدیته به ترتیب در تیمارهای T2L2 و T2L1 با مقادیر ۷/۵ و ۶/۹ مشاهده شد. در حالت کلی می توان اظهار داشت که آبیاری با پساب خام کارخانه قند به طور تقریبی خصوصیات شیمیایی خاک را بهبود می بخشد و با توجه به کمبود منابع آبی جایگزین مناسبی برای آبیاری مزارع جو منطقه مورد بررسی توصیه می گردد.

واژه‌های کلیدی: آب های نامتعارف، پساب خام، تنش کم آبی، خصوصیات شیمیایی خاک.

۱ - دانشجوی دکتری دانشگاه علوم کشاورزی گرگان

۲ نویسنده مسئول: گروه مهندسی آب دانشگاه تبریز ، somayehemami70@gmail.com

مقدمه

نوع مواد شیمیایی معین وجود دارد که عمده‌ترین آن آمونیاک و نیز مقداری اوره می باشد. این فاضلاب‌ها باید از مسیرهای سربسته به محل تصفیه هدایت گردند. جهت خنثی سازی محیط قلیایی این فاضلاب‌ها که محیط مناسب برای رشد و نمو میکروب‌هاست از کلر استفاده می‌شود (منزوی، ۱۳۷۸).

از نکته نظر غذایی پساب حاوی سه عنصر ضروری N,P,K می‌باشد و علاوه بر آن عناصر ریزمغذی لازم برای رشد گیاهان نیز اغلب در پساب وجود دارد. وجود این عناصر در پساب از مزایا و فاکتورهای استفاده از پساب در کشاورزی تلقی می‌شود و صرفه‌جویی قابل توجهی در مصرف کودهای شیمیایی در مقابل استفاده از پساب صورت می‌پذیرد. مقدار ازت و پتاسیم موجود در پساب غالباً نیاز گیاهان به این عناصر را طی دوره رشد برآورده می‌نماید. اما در بعضی مواقع N و K موجود در پساب بیشتر از حد مورد نیاز گیاهان می‌باشد و بنابراین باعث رشد بیش از حد، تأخیر در زمان رسیدن و کاهش کیفیت محصول می‌شود (السالم، ۱۹۹۸، آسانو و لوینه، ۱۹۹۶، پاپادوپلوس و استیلیانو، ۱۹۸۸، پاپادوپلوس و استیلیانو، ۱۹۹۱). کیفیت بالای پساب خروجی و مقایسه آن با استاندارد آبیاری جهت مصارف کشاورزی انگیزه استفاده از پساب فاضلاب در آبیاری گیاهان مورد توجه قرار گرفته است (گامیتو و همکاران، ۱۹۹۹).

رشد روزافزون جمعیت جهان و در نتیجه نیاز بیشتر به تولیدات کشاورزی از مسائل مهمی است که امروزه بشر با آن روبروست و در این میان آب یکی از اصلی‌ترین نهاده‌های تولیدات کشاورزی است که بیش از ۹۰٪ حجم آب مصرفی را به خود اختصاص می‌دهد. این مسئله هنگامی به یک چالش بزرگ جهانی تبدیل شده است که پیش‌بینی می‌شود، در سال ۲۰۵۰ تعداد ۶۵ کشور جهان با جمعیتی بالغ بر ۷ میلیارد نفر با کمبود آب مواجه خواهند بود (سپاسخواه و همکاران، ۱۳۸۵). فاضلاب‌های خانگی خالص تشکیل شده اند از فاضلاب دستگاه‌های بهداشتی خانه‌ها مانند توالت‌ها، دستشوئی‌ها، حمام‌ها، ماشین‌های لباسشوئی، پساب آشپزخانه‌ها و یا فاضلاب بدست آمده از شستشوی قسمت‌های گوناگون خانه. خواص فاضلاب‌های خانگی در سطح یک کشور تقریباً یکسان و تنها غلظت آنها بسته به مقدار مصرف سرانه آب در شهرها تغییر می‌کند. آنچه در شبکه جمع‌آوری فاضلاب شهری بنام فاضلاب خانگی جریان دارد علاوه بر فاضلاب خانگی خالص دارای مقداری فاضلاب به‌دست آمده از مغازه‌ها، فروشگاه‌ها، رستوران‌ها، تعمیرگاه‌ها و مؤسسه‌هایی مانند آنها نیز می‌باشد که مجبور هستند در سطح شهر و به‌طور پراکنده وارد کانال‌های جمع‌آوری فاضلاب می‌گردند. در این پساب‌ها انواع موجودات ریز، میکروب‌ها و ویروس‌ها و چند

رضاپور و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که استفاده از پساب به منظور آبیاری باعث افزایش ۸۰ درصدی هدایت هیدرولیکی، ۳۵۰ درصدی کربن آلی، ۱۰۰ درصدی ازت و ۳۰۰ درصدی پتاسیم می‌گردد.

کریمزاده (۲۰۱۲)، نشان داد آبیاری با پساب موجب کاهش هدایت هیدرولیکی اشباع در خاک ریزدانه نسبت به خاک درشت‌دانه می‌شود. دلیل این امر ناشی از گرفتگی منافذ ریز خاک توسط مواد معلق موجود در پساب در خاک‌های ریزدانه است.

حسن و همکاران (۲۰۱۵)، پی بردند که استفاده از پساب برای آبیاری یک استراتژی ارزشمند جهت بالابردن منابع آب در دسترس محسوب می‌شود، اما کیفیت و شرایط این آب میتواند چالش‌هایی را در کشاورزی ایجاد نماید.

خدادادی و همکاران (۱۳۹۴)، با بررسی اثر آبیاری با پساب‌های شهری و صنعتی (به مدت هشت سال) و آب رودخانه (بیست سال) بر برخی ویژگی‌های فیزیکی خاک در زمین‌های کشاورزی منطقه زرین‌شهر لنجان واقع در اصفهان گزارش کردند که آبیاری با پساب‌های شهری و صنعتی موجب افزایش جرم مخصوص ظاهری و هم‌چنین، باعث کاهش هدایت هیدرولیکی خاک، نفوذپذیری و دوکوهانه شدن منحنی رطوبتی خاک گردیده است.

یزدانی و همکاران (۱۳۹۳)، با بررسی تأثیر پساب فاضلاب تصفیه‌خانه پرکند آباد مشهد بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک گزارش کردند که آبیاری با پساب فاضلاب بر چگالی

در خصوص بررسی تأثیر پساب و فاضلاب مناطق مختلف (ایران و جهان) بر خصوصیات شیمیایی خاک، تحقیقات مختلفی انجام شده است که برخی از آن‌ها عبارتند از:

حنیفلو و معاضد (۲۰۰۷) نشان دادند ضریب هدایت هیدرولیکی اشباع و نفوذپذیری لایه سطحی خاک در حالت آبیاری با پساب شهری شهر اهواز نسبت به آبیاری با آب کارون، به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (چوپان و همکاران، ۱۳۹۷).

آیلو و همکاران (۲۰۰۷) به بررسی تأثیر کاربرد پساب تصفیه‌شده بر روی خصوصیات خاک به وسیله آبیاری قطره‌ای پرداختند. نتایج نشان داد که استفاده از پساب تصفیه‌شده منجر به افزایش میزان آلودگی میکروبی سطح خاک، کاهش تخلخل و هدایت هیدرولیکی می‌شود (چوپان و همکاران، ۱۳۹۷).

حیدرپور و همکاران (۲۰۰۷) با بررسی اثر استفاده از پساب تصفیه‌شده بر روی خصوصیات شیمیایی خاک نتیجه گرفتند که استفاده از آبیاری زیرسطحی باعث افزایش هدایت الکتریکی، سدیم و منیزیم محلول در لایه سطحی خاک می‌گردد، اگرچه تغییرات مشاهده شده در پارامترهای بافت خاک، چگالی حقیقی، تخلخل و نفوذ آب معنی‌دار نبود.

زو و همکاران (۲۰۱۰)، تأثیر بلند مدت (۲۳ ساله) پساب فاضلاب تصفیه‌شده را بر روی خاک‌های کشاورزی بررسی کردند. آن‌ها بیان داشتند که استفاده از پساب موجب کاهش pH و افزایش فلزات سنگین در سطح ۱ درصد شده است.

حاصل خیز کشور محسوب می‌شود و یکی از بزرگ‌ترین تولید کنندگان محصولات کشاورزی در منطقه آذربایجان می‌باشد. مساحت شهرستان میاندوآب ۲۶۹۴ کیلومتر مربع است و در طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۶ دقیقه شرقیاز نصف‌النهار گرینویچ و در عرض ۳۶ درجه و ۵۸ دقیقه شمالی از خط استوا با ارتفاع ۱۳۱۴ متر از سطح دریا قرار دارد. آب و هوای این منطقه متغیر بوده و دارای تابستان‌های نسبتاً گرم و زمستان‌های مختصر سردی می‌باشد. میزان بارش متوسط در منطقه ۲۸۹ میلی‌متر ثبت شده است. در زمانی نه چندان دور دشت میاندوآب یکی از جلگه‌های معروف کشت پنبه بوده و هم‌اکنون نیز کشت جو، گندم و چغندر قند رواج دارد (جهاد کشاورزی شهرستان میاندوآب). شهرستان میاندوآب به دلیل دارا بودن کارخانه قند و استفاده کشاورزان از این منبع آب نامتعارف جهت کشاورزی انتخاب شد. آنالیز شیمیایی آب، پساب و ترکیب آب و پساب (با درصد اختلاط ۱ به ۷) در جدول ۱، ارائه شده است. زمین مورد استفاده به دلیل آیش بودن قبل از سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵، از لحاظ مواد آلی و دیگر عناصر مورد نیاز گیاه جهت رشد، ضعیف تلقی شد.

ظاهری خاک تأثیر گذاشت و مقدار آن را کاهش داد. هم‌چنین با افزایش تعداد آبیاری با پساب فاضلاب، مقدار یون‌های سدیم، فسفر، نیترات و نیکل افزایش یافت به طوری که بیش‌ترین افزایش در یون نیترات (۳۸ درصد) و سدیم (۸۴ درصد) مشاهده شد.

چوپان و همکاران (۱۳۹۷) با بررسی خصوصیات شیمیایی خاک تحت تأثیر آبیاری با پساب صنعتی تصفیه نشده نتیجه گرفتند که آبیاری با پساب تصفیه نشده موجب بهبود شرایط و خصوصیات شیمیایی خاک می‌گردد.

با توجه به تفاوت‌های بارز در نتایج حاصل از تحقیقات انجام شده در خصوص استفاده از پساب‌ها به دلیل عدم یکسانی در خصوصیات پساب مورد استفاده، آب و هوای منطقه مورد مطالعه، مقدار آبیاری و... لزوم بررسی‌های موردی در منطقه مورد مطالعه، با توجه به کمبود منابع آب، استفاده از منابع آب غیر متعارف (نظیر پساب‌ها) امری ضروری می‌باشد. در همین راستا در این پژوهش برای اولین بار به بررسی خصوصیات شیمیایی خاک اراضی شهرستان میاندوآب تحت آبیاری با پساب خام کارخانه قند در شرایط تنش کم آبی پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در اراضی کشاورزی شهرستان میاندوآب تحت کشت جو در یک خاک شنی لومی در قالب طرح فاکتوریل بلوک کامل تصادفی در چهار تکرار انجام شد. این شهرستان چهارمین دشت

جدول ۱- آنالیز شیمیایی آب معمولی، پساب و ترکیب آب و پساب (نسبت اختلاط ۱ به ۷)

نوع آزمایش	واحد	آب معمولی	پساب	ترکیب آب و پساب
هدایت الکتریکی	dS/m	۲/۵۳	۲۵	۶/۲۵
اسیدیته	-	۶/۸۲	۷,۱۱	۱۰/۲
نسبت جذب سدیم	meq/lit	۱۲/۹۰	۸/۱	۸/۸۸
کلسیم	meq/lit	۱/۱	۵۳	۱۰
منیزیم	meq/lit	۲/۶	۶۰	۳/۲
سدیم	meq/lit	۱۷/۵	۶۷	۲۴
کربنات	meq/lit	۰	۱/۳	۱/۰۱
بی کربنات	meq/lit	۳/۰۲	۸/۲	۳/۱
کلر	meq/lit	۱۰	۵۲	۲۸
سولفات	meq/lit	۱۰/۲	۵/۱۱۵	۶/۵

بر اساس آزمایشات خاک مقدار ۳۵ تن کود حیوانی، ۱۶۰ کیلوگرم کود اوره، ۲۲۰ کیلوگرم کود فسفر و ۴۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم برای یک هکتار کشت جو توصیه شده و لذا برای کلیه تیمارها به میزان یکسان جهت حفظ شرایط برابر استفاده شد. آنالیز شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش و تعیین بافت خاک قبل از انجام پژوهش در جدول ۲، ارائه شده است.

جدول ۲- آنالیز شیمیایی و فیزیکی خاک قبل از انجام تحقیق در عمق (۴۰-۰) سانتی متری از سطح زمین

نوع آزمایش	واحد اندازه گیری	نتایج آزمایش
پتاسیم	mg/Kg	۱۵۰
فسفر	mg/Kg	۵
ازت کل	%	۰/۰۹
شوری	dS/m	۶/۰۱
اسیدیته	-	۷/۵
آهک	%	۱۸/۷۵
مواد آلی	%	۰/۰۷
شن	%	۵۲
رس	%	۸
سیلت	%	۳۰
درصد اشباع	%	۲۵/۱

مقدار نیاز آبی با استفاده از نرم افزار NETWAT محاسبه و به وسیله کنتور حجمی و دقیق تحویل کرت‌ها شد. سیستم آبیاری مورد استفاده نیز به صورت کرتی و فاصله کرت‌ها از هم یک متر و فاصله بلوک‌ها از یکدیگر ۲ متر انتخاب گردید. صفات مورد بررسی شامل، شوری، اسیدیته، فسفر، پتاسیم و ازت کل بود که دقیقاً پس از اتمام اعمال تیمارها مورد اندازه گیری و به صورت طرح کاملاً تصادفی و با استفاده از نرم افزار SAS مورد تحلیل قرار گرفتند.

تیمارهای مورد استفاده در این پژوهش، شامل آبیاری با آب معمولی (T1)، پساب خالص (T2) و ترکیب (۱ به ۷) آب و پساب (T3)، که در دو سطح بدون تنش کم آبی (L1) و با اعمال ۷۵٪ تنش کم آبی (L2) می‌باشند. هم‌چنین تیمار T1L1 به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. هدایت الکتریکی پساب، آب و ترکیب آب و پساب (اختلاط به صورت ۸۷/۵٪ آب و ۱۲/۵٪ پساب در تانکر مخصوص ذخیره آب انجام شد) با استفاده از دستگاه EC متر در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد اندازه گیری شد. هم‌چنین

نتایج و بحث

پتاسیم، ازت کل، شوری و میزان اسیدیته، از لحاظ آماری معنی‌دار و برای یون فسفر اثر معنی‌داری مشاهده نشد.

بر طبق نتایج ارائه شده در جدول ۳، مشاهده شد در سطح احتمال یک درصد، اثر متقابل نوع آب آبیاری و تنش کم آبی برای یون‌های

جدول ۳: میانگین مربعات تجزیه واریانس صفات مورد بررسی (شوری، اسیدیته، فسفر، پتاسیم و ازت کل)

منابع تغییرات	درجه آزادی	پتاسیم	فسفر	ازت کل	شوری	اسیدیته
تکرار	۳	۲۶۰/۲	۹۲/۱	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۴	۰/۵۸
تنش کم آبی	۱	۶۰۸۱۱**	۲۲۵**	۰/۰۰۴**	۰/۴**	۰/۱۵*
نوع آب آبیاری	۲	۳۰۲۲۰/۱**	۱۶۹۰**	۰/۰۰۰۱**	۰/۵۱**	۰/۱۳*
تنش آبی * نوع آب آبیاری	۲	۶۲۲۳/۱**	۱۶/۸ ^{ns}	۰/۰۰۰۱**	۰/۳۵**	۰/۵۰**
خطا	۱۲	۴۸۴۰/۱	۵/۱۵	۰/۰۰۰۳	۰/۳۲	۰/۰۲
ضریب تغییرات	—	۷/۴	۸/۷۵	۷/۵	۴/۲	۳/۱

ns، ** و * : به ترتیب به معنی عدم اختلاف معنی دار، ** معنی دار در سطح احتمال ۱٪ و * معنی دار در سطح احتمال ۵٪.

نشان داد که تأثیر تنش کم آبی و نوع آب آبیاری بر یون های پتاسیم، فسفر، ازت کل و شوری در سطح احتمال یک درصد و بر میزان اسیدیته در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار بود.

نتایج مقایسه میانگین صفات شوری، اسیدیته، فسفر، پتاسیم و ازت کل تحت تیمارهای آزمایشی در جدول ۴، آورده شده است. نتایج

جدول ۴: مقایسه میانگین صفات شوری، اسیدیته، فسفر، پتاسیم و ازت کل تحت اثر متقابل تیمارهای آزمایشی

تیمارهای آزمایشی	پتاسیم (mg/Kg)	فسفر (mg/Kg)	ازت کل (%)	شوری (dS/m)	اسیدیته (-)
T1L1 (شاهد)	۱۱۲ d	۷ f	۰/۴۲ d	۴/۲ b	۷/۵ c
T1L2	۲۱۵/۴ b	۱۲/۱ e	۰/۰۶ b	۴bc	۷/۵ c
T2L1	۲۰۱/۱ b	۳۵ b	۰/۰۳ d	۴/۱bc	۶/۹ d
T2L2	۲۸۹ a	۴۰ a	۰/۰۷ a	۴/۷ a	۷/۷ a
T3L1	۱۵۸/۱ c	۱۵/۲ d	۰/۰۳ d	۳/۶ c	۷/۵۵ b
T3L2	۲۰۰ b	۲۵ c	۰/۰۵ c	۳/۹ b	۷/۴bc

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی داری در بین تیمارها در سطح ۵ درصد است.

شوری

کاهش شوری را نشان دادند که این امر می تواند به دلیل جذب عناصری از جمله کلسیم و منیزیم موجود در پساب و هم چنین جایگزینی ترکیب آب و پساب به جای سدیم باشد. تیمارهای دارای پساب و تنش کم آبی (T2L2 و T3L2) به دلیل رطوبت کم تر و در نتیجه

عنصر سدیم عامل اصلی به وجود آمدن شوری می باشد. خاک های شور دارای EC بالای ۴ dS/m می باشند. نتایج آزمایشات صورت گرفته در پژوهش حاضر نشان داد تیمارهای حاوی پساب (یعنی تیمارهای T2L1 و T3L1)

ایجاد محیطی شورتر در مقایسه با تیمارهای بدون تنش و پساب (T2L1 و T3L1)، دارای شوری بیش تری بودند. طبق نتایج حاصله، بیشترین و کمترین مقدار شوری به ترتیب در تیمارهای T2L2 و T3L1 با مقادیر ۴/۷ و ۳/۶ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد که با نتایج پژوهشگرانی همانند آقابرانی و همکاران (۱۳۸۸)، حسین‌پور و همکاران (۱۳۸۶)، چارما و همکاران (۲۰۰۷) و صفری‌سنجانی و حاجی‌رسولی‌ها (۲۰۰۱) هم‌خوانی دارد.

اسیدیته

خاک‌های اسیدی حاوی pH کم‌تر از ۵/۶ و به‌طور معمول کم‌تر از ۵ می‌باشند (کریگهام، ۲۰۰۶).

با توجه به آزمایشات صورت گرفته در این پژوهش، بیشترین و کمترین مقدار اسیدیته در تیمارهای T2L2 و T2L1 با مقادیر ۷/۵ و ۶/۹ و تیمار شاهد با مقدار ۷/۱ مشاهده گردید. به دلیل خاصیت بافری خاک، تیمارهای دارای پساب و ترکیب آب پساب (جدول ۱)، در حالت خنثی از لحاظ اسیدیته قرار گرفتند. میزان اسیدیته تیمار شاهد در مقایسه با تیمارهای T2L2 و T2L1 به ترتیب با کاهش ۴ و افزایش ۲/۵ درصدی مواجه بود.

ازت کل

در این پژوهش، در تیمارهای پساب و ترکیب آب و پساب به ترتیب افزایش ۷ درصدی و

کاهش ۱۵ درصدی در میزان ازت کل در مقایسه با تیمار شاهد در شرایط تنش کم آبی مشاهده شد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که تنش کم آبی منجر به افزایش میزان ازت کل خاک برخلاف پساب می‌شود.

بیشترین و کمترین مقدار ازت کل به ترتیب با مقادیر ۰/۰۷ و ۰/۰۴۲ در تیمارهای T2L2 و T1L1 حاصل شد. فقدان مقدار زیاد ازت کل در پساب، عامل عدم تفاوت معنی‌داری بین تیمار شاهد و تیمارهای T2L1 و T3L1 بیان شد. بر خلاف تیمارهای دارای پساب، تیمارهای حاوی تنش کم آبی (T1L2، T2L2 و T3L2) به ترتیب افزایش ۶۰، ۳۵ و ۳۰ درصدی ازت کل را در مقایسه با تیمارهای بدون تنش (T1L1، T2L1 و T3L1) نشان دادند که با نتایج مطالعات آقابرانی و همکاران، ۱۳۸۸، حسین‌پور و همکاران، ۱۳۸۶ و شارما و همکاران، ۲۰۰۷ هم‌خوانی دارد.

فسفر و پتاسیم

نتایج نشان داد تیمارهای دارای پساب و نیز ترکیب آب و پساب، به دلیل وجود مقادیر زیاد عناصر Ca و Mg که باعث بهبود وضعیت خاک می‌شوند، حاوی مقدار بیش تری یون‌های پتاسیم و فسفر بودند. (جدول ۱). هم‌چنین در تیمارهای دارای تنش کم آبی (T1L2، T2L2 و T3L2) در مقایسه با تیمارهای بدون تنش کم آبی (T1L1، T2L1 و T3L1) میزان یون فسفر افزایش نشان داد.

بیشترین و کمترین مقدار یون‌های پتاسیم و فسفر به ترتیب در تیمارهای T2L2 و T1L1 به

شده در مطالعه حاضر می توان اظهار کرد که آبیاری با پساب خام کارخانه قند در شرایط تنش کم آبی، بر خصوصیات شیمیایی خاک اراضی منطقه مورد مطالعه اثرات منفی بر جای نگذاشت. قابل ذکر است که صرفاً با بررسی یکساله نمی توان به چنین نتیجه ای دست یافت و لذا نتیجه قابل تعمیم نیازمند مطالعات طولانی مدت و چند ساله می باشد. جهت تصمیم گیری در مورد دیگر محصولات سایر محصولات نیز بایستی تحقیقات چندین ساله صورت گیرد تا به تأثیرات پساب صنعتی بر خاک و محصول مورد نظر پی برد. در حالت کلی و بر طبق نتایج حاصل از پژوهش حاضر، حالت ترکیب آب و پساب جهت آبیاری محصولات کشاورزی توصیه می گردد.

میزان ۲۸۹ و ۱۱۲ میلی گرم بر کیلوگرم مشاهده شد که با نتایج پژوهشگرانی همچون آقابرانی و همکاران، ۱۳۸۸، حسین پور و همکاران، ۱۳۸۶، شارما و همکاران، ۲۰۰۷ و جلالی و همکاران، ۲۰۰۸ هم خوانی دارد.

نتیجه گیری

بر اساس نتایج مشاهده آنالیز شیمیایی پساب خام کارخانه قند در شرایط تنش کم آبی، می توان بیان کرد که عناصر موجود در پساب همگی در محدوده قابل قبول و مورد استفاده برای کشاورزی می باشند. همچنین نتایج نشان داد اسیدپته آب آبیاری به دلیل خاصیت بافری خاک، تأثیری بر اسیدپته خاک نداشت. کاربرد پساب و تنش کم آبی مقادیر یون های پتاسیم و فسفر خاک را افزایش و شوری و اسیدپته خاک را در حالت ثابت نگه داشت. بیشترین مقدار صفات مورد اندازه گیری در حالت کاربرد همزمان پساب خام و تنش کم آبی حاصل شد. بر اساس بررسی های انجام

References:

1. Spaskhah.A, Tavakkoli.A, Musavi.F (2006). Principles and applications of irrigation. Publication of Iran's National Irrigation and Drainage Committee, Tehran.
2. Agh-Barati, A., Hoseini, S. M., Esmaili, A and Maralian, H. 2009. Irrigation effect with urban wastewater treatment on physical and chemical properties of soil, the accumulation of nutrients and cadmium in olive trees. Environmental science journal. 6: 1-10.
3. Al.Salem, S. 1998. Environmental consideration for wastewater reuse in agriculture. Water Science. Tach, 33: 345-355.
4. Asano, T. and A. D. Levine. 1996. Wastewater reclamation and reuse. Post, present and fytire. Journal of Water Science Technology. 33: 1-14.
5. Aiello, R., Cirelli, G. L and Consoli, S. 2007. Effects of reclaimed wastewater irrigation on soil and tomato fruits: A case study in Sicily (Italy). Agricultural water management, 93(1- 2): 65-72.
6. Chooan, Y., Emami, S., and Hesam, Mosa. 2018. Study of the Effect of Irrigation with Industrial Wastewater on Soil Chemical Properties (Case Study: Torbat-Heydarieh). Journal of Irrigation and Drainage. (In Persian).

7. Khodadadi, N., Ghorbani Dashtaki, Sh and Kiani, Sh. 2015. Effect of irrigation water quality on some physical properties of soil in rice cultivated land. *Journal of Soil and Water Resources Conservation*. 4(3): 15-28. (In Persian)
8. Jalali, M., Merikhpour, H., Kaledhonkar, M J and Vander-Zee, S. E. A. T. M. 2008. Effects of wastewater irrigation on soil sodicity and nutrient leaching in calcareous soils. *Agriculture and Water Management*. 95: 143-153.
9. Haj-Rasouliha, Sh., Amini, H., Houdji, M and Najafi, P. 2006. Biodetection of air and soil pollution in Esfahan region. *Journal of research in agricultural science*. 2: 39-54. (In Persian)
10. Heidarpour, M., Mostafazadeh-Fard, B., Abedi-Koupai, J and Malekian, R. 2007. The effects of treated wastewater on soil chemical properties using subsurface and surface irrigation methods. *Agricultural Water Management*. 90(1- 2): 87-94.
11. Hasan, H. I., Anwar, M., Battikhi, M and Qrunfleh, M.2015. Impacts of Treated Wastewater Reuse on Some Soil Properties and Production of *Gladiolus Communis*. *Jordan Journal of Agriculture Science*. 11(4): 1103-1118.
12. Hosinpour, A., Haghnia, Q. H., Alizadeh, A and Fotowwat, A. 2007. The irrigation effect of raw and refined sewage on soil chemical properties in various depths in both continuous and alternative conditions. *Irrigation and drainage journal*. 1(2): 73-85.
13. Gamito, P., Arsenio, A., Faleiro, M.L., Brito, J.M. and Beltrao, J. 1999. The influence of wastewater treatment of irrigation water quality, *International Workshop on, Improved Crop Quality by Nutrient Management*, pp. 267-270, Izmir, Turkey.
14. Kirkham, M. B. 1986. Problems of using wastewater on vegetable crops. *Hort. Science*. 21 (1): 24-27.
15. Karimzadeh, M., Alizadeh, A and Mohammadi-Aria, M. 2012. The effects of irrigation with wastewater on soil saturation hydraulics conductivity. *Water and soil journal*, 6: 1547-1553.
16. Miandoab-ag.ir
17. Rezapour, S., Samadi, A and Khodaverdiloo, H. 2012. Impact of long-term wastewater irrigation on variability of soil attributes along a landscape, semi-arid region of Iran. *Environmental Earth Sciences*, 67: 1713–1723.
18. Safari, M. and H. Fathi. 2008. Effect of effluent irrigation on yield and quality of bean and some soil properties. 3rd National Congress on recycling and the use of renewable water resources in agriculture, Isfahan. 17-29. (In Persian). Sharma, R., Agrawal, M and Marshall, F. 1999. Heavy metal contamination of soil and vegetables in suburban areas of Varanasi, India. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 66: 258-266.
19. Papadopoulos, L. Y. Stylianon. 1988. Trickle irrigation of cotton with treated sewage effluent. *Journal of Environ Quality*. 17: 574-580.
20. Papadopoulos, L. and Y. Stylianon. 1991. Trickle irrigation of sunflower with municipal wastewater. *Agriculture Water Management*. 19: 67-75.
21. Xu, J., Wu, L., Chang, A C and Zhang, Y. 2010. Impact of long-term reclaimed wastewater irrigation on agricultural soils: A preliminary assessment. *Journal of Hazardous Materials*. 183(1-3): 780-786.
22. Yazdani, V., Ghahrwman, B., Davari, K and Fazeli, E. 2014. Effect of wastewater on physical and chemical properties of soil. *Environmental Science and Technology*. 16: 473-485.