Archive of SID

نشریه پژوهش آب در کشاورزی / ب / جلد ۲۹ / شماره ۱ / ۱۳۹٤

بررسی تغییرات حاصله در خاک و گیاه ناشی ازآبیاری با استفاده از پساب تصفیه شده شهری و تأثیر آن بر عملکرد یونجه

رحیم علیمحمدی[۱] *

استادیار واحد تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی چهارمحال و بختیاری.

Nafchi38@gmail.com

چکیده

به منظور بررسی تأثیر غلظت عناصر موجود در پساب در مقایسه با آب آبیاری روی تغییرات حاصله در خاک و گیاه، پژوهش تاثیر آبیاری یونجه با استفاده از آب معمولی و پساب به مدت سه سال در ایستگاه تحقیقاتی چهارتخته شهرکرد اجرا شد. این آزمایش به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی مشتمل بر چهارتیمار در سه تکرار صورت پذیرفت. تیمارها عبارت بودند از: T_1: آبیاری با آب معمولی و میزان مصرف عرف زارعین در کشت گیاه یونجه، T_2: آبیاری با پساب و میزان مصرف عرف زارعین، T_3: آبیاری با آب معمولی و میزان آب مورد نیاز گیاه، T_4: آبیاری با پساب و میزان آب مورد نیاز گیاه. نتایج گویای آن است‌که خاک و گیاه مورد آزمایش(بعد از اعمال تیمارها) فاقد عناصر سنگین بودند ولی غلظت عناصر N، P، K، Na، Cl در گیاه در اثر استفاده از پساب افزایش داشته و همچنین در عمق ۳۰- ۰ سانتی متری خاک هدایت الکتریکی خاک، فسفر قابل جذب، مقادیر سدیم، منیزیم و کلسیم خاک در تیمارهای استفاده از پساب افزایش نشان داده‌اند. در عمق ۶۰-۳۰ سانتی متری خاک نیزاسیدیته خاک، هدایت الکتریکی خاک و مقادیر آهن، مس و سدیم قابل جذب خاک افزایش یافته و دارای اختلاف معنی‌دار بودند. تغییرات غلظت بقیه عناصر (روی، منیزیم، بیکربنات، نیتروژن کل، کلر، پتاسیم، فسفر و کربن آلی) دارای اختلاف معنی دار نبودند. عملکرد علوفه طی سال‌های اجرای طرح افزایش داشته و نتایج نشان می‌دهد، میانگین عملکردتر تیمارها به ترتیب ۲۰۳۶۷، ۲۲۱۳۸، ۲۸۹۹۲ و ۲۹۳۲۴ کیلو گرم در هکتار و در مجموع تیمار چهار دارای بیشترین عملکرد بود. عملکرد علوفه‌تر در تیمارهای آبیاری با پساب نسبت به تیمارهایی که از آب معمولی استفاده کرده‌اند دارای عملکرد بیشتری بودند (۲۹۱۵۸ و ۲۱۲۵۲/۵ کیلو گرم در هکتار). بطور کلی نتایج حاصله گویای آن است که استفاده از پساب تصفیه خانه فاضلاب خانگی باعث افزایش عملکرد گردید.

واژه های کلیدی: عناصر سنگین، غلظت عناصر در خاک و گیاه.

---

[۱]- آدرس نویسنده مسئول: شهرکرد، واحد تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، صندوق پستی ۴۱۵.

* - دریافت: شهریور ۱۳۹۲ و پذیرش: اسفند ۱۳۹۳

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

تغییرات و اغتشاشات اقلیمی، پراکنش نامتناسب بارندگی، رشد و افزایش سطح فرهنگی، اقتصادی و اجتماعی جامعه، رشد جمعیت، افزایش توقعات جامعه جهت انجام فعالیت‌های مختلف و عدم اعتقاد واقعی به مدیریت مصرف بهینه آب از جمله عوامل بر هم زننده تعادل بین عرضه و تقاضای آب به شمار آمده که این قضیه، توسعه پایدار را در جوامع مختلف به ویژه در زمینه امنیت غذایی به مخاطره انداخته است. یکی از فعالیت‌ها در جوامع امروزی، تولید و مصرف فزاینده مواد شیمیائی در فرایندهای مختلف است. گرچه استفاده از آنها در شاخه‌های مختلف باعث توسعه اقتصادی گردیده است، اما مطالعات و پژوهش‌های انجام شده نشان می‌دهند که در صورت عدم کنترل، دارای اثرات سوئی خواهند بود.استفاده مجدد از پساب برای آبیاری، گرچه دارای مزایایی می‌باشد، اما ممکن است بیشترین صدمات را به بهداشت و محیط زیست وارد آورد. بنابراین رعایت استانداردهای کیفی پساب برای آبیاری و انتخاب محلی مناسب جهت آبیاری الزامی است (شایگان ۱۳۷۸).

میزان پساب تصفیه خانه فاضلاب شهری تولید شده در ایام مختلف سال یکسان نمی باشد بلکه در زمان‌های بحرانی از سال که تقاضای آب در بخش کشاورزی بالاست این رقم نیز بشدت رشد دارد (یاریان کوپائی ۱۳۷۹). امروزه باتوجه به کمبود آب و استفاده از آبهای نامتعارف در کشاورزی، نقش آلاینده‌های فیزیکی آب نیز اهمیت پیدا کرده‌اند که غلظت و ترکیبات مواد حل شده در آب بیشترین تأثیر را بر رشد گیاه و خصوصیات خاک دارند(عابدی و نجفی ۱۳۸۰). پساب را میتوان به عنوان یک منبع آبی مطمئن برای آبیاری در نظر گرفت که در اینصورت در مصرف کودها نیز صرفه جویی خواهد شد (ولی نژاد ۱۳۸۰). بررسی تأثیر پساب بر کمیت و کیفیت محصول ارزن علوفه‌ای درمشهد، با درصدهای مختلف آب معمولی و پساب شامل (۱۰۰ و۰)، (۷۵ و۲۵)، (۵۰ و۵۰)، (۲۵ و۷۵)، (۰ و۱۰۰ درصد) گویای آنست‌که عملکرد علوفه‌تر و عملکرد ماده خشک ارزن علوفه‌ای تحت تأثیر تیمار پساب افزایش معنی‌دار پیدا کرده است. درصد و عملکرد پروتئین علوفه آبیاری شده با پساب (۷۵ درصد پساب و ۲۵ درصد آب معمولی) بیش از سایر تیمارها بود (برکی و رضوانی۱۳۸۰). تجزیه خاک سطحی(۳۰-۰) سانتی‌متری در مشهد نشان داد که با کاربرد فاضلاب، قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع، نیتروژن کل، فسفر قابل جذب، بر محلول و عناصر سنگین خاک افزایش داشته، ولی مقادیر آنها زیر مرز استانداردها بودند (عرفانی و همکاران ۱۳۸۱).

میزان پروتئین، فسفر و پتاسیم اندازه گیری شده در محصولات آبیاری شده با پساب بیشتر از مقادیر موجود در محصولات آبیاری شده با آب معمولی مشاهده گردید، به گونه‌ای که پروتئین موجود در تمامی محصولات کمتر از حد مبناء بوده، ولیکن میزان فسفر و پتاسیم جذب شده معمولاً نزدیک به آن و گاهاً بالاتر از حد مبنا قرار داشت (حسن اقلی و همکاران ۱۳۸۳). در پژوهشی در ایستگاه تحقیقاتی باجگاه، دانشگاه شیراز، نتیجه گرفتند که در تیمارهای آبیاری با پساب عملکرد گیاه و غلظت پتاسیم، کلسیم، فسفر، کلر، آهن، مس، منگنز و روی افزایش داشته و در مقایسه با آب چاه دارای اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد بودند (رجبی سرخنی و قائمی ۱۳۹۱).

بیشترین عملکرد ماده خشک، بیوماس، دانه و کارآیی مصرف آب، در تیمار ۱۰۰ درصد استفاده از پساب شهری در ارزیابی کارآیی مصرف آب و عملکرد ذرت در آبیاری با پساب شهری در اراضی جنوب غربی شهرکرد، حاصل گردید (عالی نژادیان و ملکی ۱۳۹۲). استفاده مجدد از فاضلاب به جای آب کانال موجب بهبود نفوذپذیری، تخلخل و پیدایش ساختمان اسفنجی در خاک شده است (مهیدا ۱۹۸۱)، همچنین خلل و فرج و ساختار اسفنجی خاک در اثر آبیاری با فاضلاب افزایش و بهبود

www.SID.ir

Archive of SID

می یابند، و مقدار بر و فسفر در این خاکها افزایش ناچیزی دارد (دلتری و همکاران ۱۹۸۱) و (چاو و همکاران ۱۹۸۵)، که با افزایش سالهای آبیاری با فاضلاب، ظرفیت نگهداری آب در خاکهای شنی شهر قاهره افزایش داشته است (الهند و آلیکس ۱۹۹۵). و همچنین استفاده از پساب عملکرد محصول علوفه را در ایالت پنسیلوانیا به اندازه ۱۳۵ درصد افزایش داد. حداکثر محصول شبدر قرمز با بکار بردن پساب به میزان بیست و پنج میلیمتر در هفته و حداکثر عملکرد یونجه با به کار بردن مقدار پنجاه میلیمتر در هفته بدست آمد.

در بیشتر نمونه‌ها غلظت سدیم، فسفر، پتاسیم،کلسیم و منیزیم افزایش داشت بطوریکه با بکار بردن مقادیر صفر، بیست پنج و پنجاه میلیمتر پساب، غلظت فسفر در یونجه به ترتیب ۰/۲٤٥، ۰/۳۰۸ و ۰/۳٤۳ گرم در صد گرم بود (هاموری و هندف ۱۹۹٦). کاربرد پساب در خاک منجر به تغییر خواص فیزیکی خاک شده و ظرفیت نگهداری و قابلیت هدایت الکتریکی آن را افزایش می دهد، در حالی که جرم مخصوص ظاهری خاک کاهش و خاصیت (کاربری) زراعی خاک را بهبود می بخشد (بلانس و هومرو ۱۹۹۸). استفاده مجدد از پساب تصفیه‌خانه فاضلاب با اعمال مدیریت خاص میتواند به عنوان یک تکنولوژی در مناطق خشک و بی‌آب منظور گردد (پریرا و اویس ۲۰۰۲). آبیاری با پساب باعث افزایش عناصر غذایی ماکرو (ازت، پتاسیم و کربن آلی) خاک و عملکرد بیشتر محصول نسبت به کرت‌های آبیاری با آب در هند شد (سیک و همکاران ۲۰۱۲).

آبیاری با پساب به مدت ۱۷ سال در تونس بر روی گیاه یونجه و خاک، تنها باعث تجمع و افزایش غلظت روی در خاک در حد بحرانی شد (بلید و همکاران ۲۰۱۲).افزایش تقاضای آب، بخش کشاورزی را مجبور به استفاده از پساب به عنوان یک منبع جایگزین نموده است، نهال‌های آبیاری شده با پساب در مقایسه با آب از رشد طولی و قطری بیشتری برخوردار بودند، و غلظت عناصر سدیم، پتاسیم، فسفر، نیتروژن و آهن در خاک و گیاه افزایش داشت و این تفاوت در سطح یک درصد معنی‌دار بود (حیسام و همکاران ۲۰۱۳). نظر به کمبود منابع آب شیرین، استفاده بهینه از این منابع آبی ارزان قیمت و مطمئن (پساب) می تواند تا حدی از چالش تقاضای آب بکاهد. بدین جهت پروژه تحقیقاتی تهیه و باتوجه به خصوصیات فاضلاب خانگی تصفیه شده(پساب)، جلوگیری از آلودگی محیطزیست، استفاده بهینه از این منابع و تأثیر پساب تصفیه خانه فاضلاب خانگی بر خاک و گیاه (یونجه همدانی بخاطر چند ساله و رایج بودن در منطقه)این پروژه به مرحله اجراء در آمده است.

مواد و روشها

آزمایش به مدت سه سال در ایستگاه تحقیقات کشاورزی چهارتخته در پنج کیلومتری شرق شهرکرد در مختصات جغرافیایی٤′ °٥٠ طول شرقی و ″٥٤/٥ ′١٧ °٣٢ عرض شمالی در ارتفاع ٢٠٦٨ متری از سطح دریا، اجرا گردید. وضعیت اقلیمی این ایستگاه بر اساس تقسیمات اقلیمی به روش کوپن، اقلیم سرد با تابستان گرم و خشک و براساس تقسیم‌بندی کریمی، اقلیم نیمه مرطوب با تابستان معتدل و زمستان بسیار سردمی-باشد.متوسط بارش سالیانه ۳۲۰ میلیمتر، گرم‌ترین ماههای سال از نیمه دوم تیر ماه تا اوایل مردادماه با بیشینه مطلق، ٤۲ درجه سانتی‌گراد و سردترین ماههای سال، دی و بهمن ماه با کمینه ۳٥- درجه سانتی‌گراد می‌باشند، که دوره خشکی حدود شش ماه در سال را دارا است.

بافت خاک در محل اجرای طرح از نوع خاکهای سنگین (لومی رسی) با نفوذپذیری نسبتاً کم و FC=37% می باشند. اراضی ایستگاه براساس طبقه بندی نشریه ۲۰٥ مؤسسه تحقیقات خاک و آب در کلاس II_{ST} (از نظر بافت و شیب اصلی) تقسیم بندی شده است.جهت اطلاع از خصوصیات فیزیک و شیمیایی خاک محل اجرای طرح، از محل اجرای طرح در اعماق ۳۰-۰ و ٦۰-۳۰ سانتی متری خاک، نمونه تهیه گردید که نتایج آن در جدول (۱) ارائه شده است.منابع آب ایستگاه، چاه

www.SID.ir

Archive of SID

عمیق (دو حلقه) با آبدهی ۱۵ لیتر در ثانیه، بدون محدودیت شوری و به گروه C_1S_1 تعلق دارد. این آزمایش در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تیمار و سه تکرار به مرحله اجراء گذاشته شد.

ابعاد کرت‌ها ۳/۵×٤/۵ متر، فاصله بلوک‌ها از همدیگر سه متر و فاصله کرت ها در هر بلوک دو متر بود. تیمارهای آبیاری با استفاده از دو نوع آب، آب معمولی (آب چاه) و پساب خروجی تصفیه خانه فاضلاب شهری بشرح ذیل استفاده گردید. تیمار شماره یک: آبیاری با آب معمولی و میزان عرف زارع، تیمار شماره دو: آبیاری با پساب تصفیه خانه فاضلاب شهر و میزان عرف زارع، تیمار شماره سه: آبیاری با آب معمولی و میزان آب مورد نیاز، تیمار شماره چهار:آبیاری با پساب تصفیه خانه فاضلاب و با میزان آب مورد نیازگیاه. به منظور محاسبه آب مورد نیاز تیمارهای سه و چهار ابتدا میزان تبخیر و تعرق از روش پنمن مانتیس با استفاده از داده‌های هواشناسی ایستگاه سینوپتیک شهرکرد واقع در ارتفاع ۲۰٦۱/٤ متری (´۲۰ °۳۲ °عرض شمالی و´۵۱ °۵۰ طول شرقی) و با استفاده از نرم افزار کراپ وات[2] و نشریه های فائو ۲٤[3] و ۵٦ میزان تبخیر و تعرق و آب مورد نیاز گیاه محاسبه شد.

جهت اعمال تیمارهای آبیاری، از آب چاه ایستگاه برای تیمارهای شماره یک و سه و پساب تصفیه خانه فاضلاب شهر شهرکرد برای تیمارهای شماره دو و چهار استفاده شد. همچنین با نصب کنتورهای دو اینچی، حجم آب و پساب ورودی به هر کرت در هر مرحله توسط کنتور اندازه گیری صورت پذیرفت. در پایان هر چین (با توجه به بیش از ۱۰ درصد گلدهی محصول) از خاک (در اعماق ۳۰-۰ و ٦۰-۳۰ سانتی متری) و از گیاه واقع در هر کرت نمونه برداری و برای تعیین پارامترهای مورد نیاز به آزمایشگاه فرستاده شدند. لازم به ذکر است عناصرسنگین در فاضلاب به مقدار بسیار ناچیز و نزدیک صفر یافت شد.تجزیه آماری داده ها با نرم افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن[4] صورت پذیرفت.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس مرکب عملکرد علوفه گیاه یونجه نشان داد جدول (۲) که در بین تکرارها اختلاف معنی‌دار وجود ندارد، اما در بین سالهای مختلف (۸۱-۷۹)، تیمارها و اثر متقابل تیمار در سال، اختلاف در سطح یک درصد آزمون F معنی‌دار است. نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب برخی عناصر غذایی در گیاه یونجه (N, P, K, Na, Ca, Mg, B, Fe, Mn, Zn, Cu, Cl) طی سالهای آزمایش جدول (۲)، گویای آنست که، درصد نیتروژن در تکرارها و اثر متقابل تیمار در سال اختلاف معنی‌دار نداشته ولیکن در بین سالها و تیمارهای مختلف در سطح یک درصدآزمون F اختلاف معنی‌دار است.

درصد فسفر تنها در بین تیمارها (درسطح یک درصد) و اثر متقابل تیمار در سال (درسطح پنج درصد) دارای اختلاف معنی‌دار بود. درصد پتاسیم در تکرار و اثر متقابل تیمار در سال فاقد اختلاف معنی‌دار و در بین سالها (در سطح یک درصد) و تیمارها (در سطح پنج درصد) دارای اختلاف معنی‌دار است، سدیم نیز فاقد اختلاف معنی‌دار بود.کلسیم و منیزیم تنها در بین سالهای مختلف در سطح یک درصد دارای اختلاف معنی‌دار و بر تنها در بین سالها و اثر متقابل تیمار در سال در سطح پنج درصد دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند. آهن و روی فاقد اختلاف معنی‌دار بوده ولیکن منگنز و مس تنها در بین سالهای مختلف در سطح یک درصد دارای اختلاف معنی‌دار هستند.

[2]-Cropwat
[3]- FAO 24
[4]-Duncan Multiple Range Test

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- برخی مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای پروژه (قبل از اجرا)

عمق (cm)	درصد اشباع S.P	هدایت الکتریکی $dS.m^{-1}$	اسیدیته گل اشباع pH of paste	درصد مواد خنثی شونده %T.N.V.	کربن آلی %O.C	ازت کل Total N %	فسفر قابل جذب. Pava $m.g.kg^{-1}$	پتاسیم قابل جذب.Kava $m.g.kg^{-1}$
۰-۳۰	۴۴.۵	۰.۵۴	۷.۸۶	۳۳.۴۵	۰.۷۳	۰.۰۷	۷.۴	۲۹۶
۳۰-۶۰	۴۴	۰.۷۶	۷.۹۴	۳۴.۴	۰.۵۸	۰.۰۶	۵.۱	۲۱۶

تجزیه آماری مرکب برخی خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و غلظت عناصر غذایی قابل جذب خاک جدول (۳) در عمق (۳۰-۰) سانتی متری نشان داد که کربن آلی در بین تکرارها و درصد اشباع، هدایت الکتریکی، اسیدیته، کربن آلی، فسفر قابل جذب، سدیم، بیکربنات، منگنز در بین سال‌های مختلف اجرای پروژه و همچنین هدایت الکتریکی، اسیدیته، فسفر، سدیم، بیکربنات در بین تیمارها و فسفر، سدیم، کلر، بیکربنات در اثر متقابل تیمار در سال دارای اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد می باشند. روی در حد فاصل سال‌ها، درصد اشباع در بین تیمارها، درصد اشباع و آهن در اثر متقابل تیمار در سال در سطح پنج درصد دارای اختلاف معنی‌دار هستند.

درصد اشباع، هدایت الکتریکی، اسیدیته، در صد مواد خنثی شونده، فسفر و پتاسیم قابل جذب، ازت کل، سدیم، کلسیم و منیزیم، کلر، بیکربنات، مس، روی، منگنز و آهن در بین تکرارها و در صد مواد خنثی شونده، پتاسیم، ازت کل، کلسیم و منیزیم، کلر، مس، و آهن در بین سال های مختلف اجرای طرح و درصد مواد خنثی شونده، کربن آلی، ازت کل، کلسیم و منیزیم، کلر، مس، روی، منگنز و آهن در بین تیمارها و هدایت الکتریکی، اسیدیته، درصد مواد خنثی شونده، کربن آلی، پتاسیم، ازت کل، کلسیم و منیزیم، مس و روی در اثر متقابل تیمار در سال، فاقد اختلاف معنی‌داری می باشند. در جدول (٤) نتایج تجزیه واریانس مرکب خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و غلظت عناصر غذایی قابل جذب در عمق (٦٠-٣٠) سانتی‌متری خاک ارائه شده است. درصد اشباع خاک در تکرارها فاقد اختلاف معنی‌دار و در بین سالها و اثر متقابل تیمار در سال (در سطح یک درصد) دارای اختلاف معنی‌دار است. هدایت الکتریکی در تکرارها اختلاف معنی‌دار نداشته و در بین سالها (در سطح پنج درصد) و تیمارها و اثر متقابل تیمار در سال (در سطح یک درصد) دارای اختلاف معنی‌دار است.اسیدیته نیز در تکرارها اختلاف معنی‌دار ندارد ولیکن در بین سالها و تیمارها (در سطح یک درصد) و اثر متقابل تیمار در سال، در سطح پنج درصد، دارای اختلاف معنی‌دار است.

کربن آلی تنها در اثر متقابل تیمار در سال (در سطح پنج درصد) دارای اختلاف معنی‌دار است. فسفر قابل جذب در بین سالها و اثر متقابل تیمار در سال (در سطح یک درصد) دارای اختلاف معنی‌دار است. و پتاسیم قابل جذب در بین سالهای اجرای پروژه دارای اختلاف معنی‌داری می باشد. سدیم نیز در بین تیمارها و اثر متقابل تیمار در سال و فلز روی، کلر و بیکربنات در بین سالها، در سطح یک درصد، اختلاف معنی‌دار دارند. مس و آهن در سالهای مختلف، تیمارها و اثر متقابل تیمار در سال دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند. منگنز در تکرارها و تیمارها فاقد اختلاف معنی‌دار و در بین سالها و اثر متقابل تیمار در سال دارای اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب عملکرد علوفه و برخی عناصر غذایی در گیاه یونجه

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات صفات (MS)											
		عملکرد	N	P	K	Na	Ca	Mg	B	Fe	Mn	Zn	Cu	Cl
تکرار	۲	۲۹۶۷۹.۹۷ ns	۰.۰۴ ns	۰.۰ ns	۰.۱۷۱ ns	۱۲۱۷۸۳۷.۴ ns	۰.۱۷۷ ns	۰.۰۰۱ ns	۸۱۶.۷۳ ns	۱۵۱۳۶.۶۲ ns	۵۳.۱۳ ns	۷۷.۶۸ ns	۱۵.۱۷ ns	۴۰۷۴۶۷.۰۸ ns
سال	۲	۷۹۴۷۷۸۱.۹** ۴۷	۰.۰۱۸**	۰.۰۰۳ ns	۳.۲۳۶**	۲۴۴۰۸۴۹.۱ns	۶.۵۵۲**	۰.۲۱۵**	۲۰۰۵.۲۷*	۲۴۹۸۰۹.۹۵ ns	۱۲۰۰.۳۲**	۹۱.۳۲ ns	۴۰۹.۰**	۹۹۶۶۷۰.۵۸**
خطا	۴	۵۱۶۸۵۵.۱۱	۰.۰۰۲	۰.۰۰۱	۰.۰۹۱	۱۳۱۸۶۴۰.۴	۰.۲۹	۰.۰۰۲	۲۲۷.۱۳	۶۹۷۱۳.۶۰	۶۳.۵۴	۲۵.۵۱	۳۰.۸۵	۱۱۱۱۸۶.۴۱
تیمار	۳	۲۰۴۶۹۵۷۸.۷**	۰.۲۲۲**	۰.۰۰۲**	۰.۳۷۶*	۸۶۰۷۸۱.۹ ns	۰.۰۳ ns	۰.۰۰۱ ns	۴۶.۲۹ ns	۷۴۸۵.۲۶ ns	۱۸۷.۵۲ ns	۳۷.۹۴ ns	۲۰.۵۳ ns	۲۸۳۲۸۰۰.۷۹**
اثر متقابل تیمار در سال	۶	۴۵۶۷۵۱۰.۹۹**	۰.۰۷۳ ns	۰.۰۰۱*	۰.۱۱۱ ns	۱۰۴۲۳۲۶۶ ns	۰.۰۳۹ ns	۰.۰۰۲ ns	۱۰۰.۷۷*	۱۸۷۶۱.۸۴ ns	۵۹.۶۵ ns	۳۳.۶۰ ns	۱۹.۹۹ ns	۱۹۶۱۳۲.۲۵ ns
خطا	۱۸	۸۳۰۶۰۶۶۵	۰.۰۴۱	۰.۰	۰.۰۹۵	۱۲۳۰۴۱۲.۵	۰.۰۴۸	۰.۰۰۱	۳۲.۸۹	۷۰۴۴۸.۸۱	۹۷.۴۹	۱۰.۸۹	۲۰.۶۱	۴۳۲۳۱۴.۴۷
کل	۳۵													

ns عدم تفاوت معنی دار * تفاوت معنی دار در سطح پنج درصد ** تفاوت معنی دار در سطح یک درصد

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب سه سال (۸۱-۷۹) برخی خصوصیات فیزیکی – شیمیایی و غلظت عناصر غذایی قابل جذب خاک در عمق ۳۰-۰ سانتی متری خاک[۵]

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات صفات (MS)															
		S.P درصداشباع	EC	pH	T.N.V	O.C	P.ave	K.ave	Total N	Na	Ca+ Mg	Cl	HCO_3^-	Cu	Zn	Mn	Fe
تکرار	۲	۰.۲۴۲ ns	۰.۰۲ ns	۰.۰۰۱ ns	۰.۱۰۲ ns	۰.۰۰۸**	۸.۴۳ ns	۱۶۸۵.۳۳ns	۰۳.۰ ns	۰.۱۰۵ ns	۰.۰۴۲ ns	۳.۰۹ ns	۰.۰۱۷ ns	۰.۰۴۶ ns	۰.۰۱ ns	۰.۷۳۷ ns	۰.۵۲۹ ns
سال	۲	۱۲۳.۸**	۰.۵۱۸**	۰.۰۹۷**	۱.۸ ns	۰.۰۱۳**	۴۵۷.۱۲**	۲۴۴۳۲.۳۳ ns	۰.۰ ns	۵.۱۸۸**	۷.۶۹ ns	۱.۰۲۷ ns	۳۹.۶۹**	۰.۱۴۹ ns	۰.۵۴۹*	۳۹.۰۸**	۱.۵۰۵ ns
خطا	۴	۰.۲۴۲	۰.۰۰۶	۰.۰۰۱	۰.۵۷۳	۰.۰۰۰	۳.۷۴	۶۴۶.۱۶	۰.۰	۰.۰۵۹	۰.۱۱	۰.۷۹	۰.۰۴۲	۰.۰۵۶	۰.۰۷۴	۰.۴۱۸	۰.۴۱۷
تیمار	۳	۱.۷۶*	۰.۴۵**	۰.۰۱۲**	۰.۴۶۴ ns	۰.۰۰۵ ns	۵۹۶.۴۶**	۹۱۸۸.۶۳ ns	۰.۰ ns	۷.۲۸۹**	۰.۳۸۸ ns	۰.۵۱۵ ns	۱.۲۲۹**	۰.۰۵۴ ns	۰.۰۶۲ ns	۰.۵۲۳ ns	۰.۶۴۹ ns
اثر متقابل تیمار در سال	۶	۱.۲۵*	۰.۰۱ ns	۰.۰۰۵ ns	۰.۹۷۱ ns	۰.۰۰۷ ns	۳۸۳.۵۸**	۶۵۸.۸۵ ns	۰.۰ ns	۱.۳۵**	۱.۱۲۹ ns	۱.۶۱۵**	۱.۳۳۶**	۰.۰۴۴ ns	۰.۰۲۳ ns	۰.۷۸۲**	۱.۴۷۵*
خطا	۱۸	۰.۴۲۹	۰.۰۱۲	۰.۰۰۲	۱.۰۳۲	۰.۰۰۶	۴۲.۴۶	۱۷۸۹.۴۴	۰.۰	۰.۱۰۸	۰.۲۰۳	۰.۴۵۴	۰.۱۴۹	۰.۰۴۹	۰.۰۶۳	۰.۲۱۲	۰.۴۴۵
کل	۳۵																

جدول ۴- تجزیه واریانس مرکب سه سال (۸۱-۷۹) برخی خصوصیات فیزیکی– شیمیایی و غلظت عناصر غذایی قابل جذب خاک در عمق ۶۰-۳۰ سانتی متری

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات صفات (MS)															
		S.P درصداشباع	EC	pH of paste	T.N.V	O.C	P.ave	K.ave	Total N	Na	Cl	HCO_3^-	Cu	Zn	Mn	Fe
تکرار	۲	۰.۶۵۴ ns	۰.۰۲۷ ns	۰.۰۰۲ ns	۰.۱۹۵ ns	۰.۰۰۲ ns	۲۱.۳ ns	۱۳۰۲.۸ ns	۰.۰ ns	۰.۴۷۸ ns	۱.۱۵ ns	۰.۱۱۷ ns	۰.۰۲۲ ns	۰.۰۰۱ ns	۱.۵ ns	۰.۶۹۱ ns
سال	۲	۱۵۵.۳۶**	۰.۱۳۴*	۰.۱۳۴**	۱.۷۷۶ ns	۰.۰۱۱ ns	۳۵۵.۵**	۱۳۵۹۶.۵**	۰.۰ ns	۰.۵۷۶ ns	۱۲.۰**	۱۵.۰**	۰.۵۳۰۰**	۰.۹۸۲**	۱۰.۲۲**	۸.۷۴**
خطا	۴	۰.۲۸۲	۰.۰۱۱	۰.۰۰۳	۰.۵۶۸	۰.۰۰۳	۲۰.۹	۱۰۲۳.۹	۰.۰	۰.۳۱۴	۰.۴۴	۰.۱۷	۰.۰۱۳	۰.۰۱۲	۰.۴۵	۰.۱۷۴
تیمار	۳	۰.۱۹۶ ns	۰.۰۹۰**	۰.۰۱۵**	۲.۶۷۴ ns	۰.۰۰۱ ns	۷.۳ ns	۹۳۴.۵ ns	۰.۰ ns	۹.۰۰**	۱.۲۲ns	۰.۸۷ ns	۰.۱۰۲**	۰.۰۲۳ ns	۰.۵۴ ns	۳.۵۱۵**
اثر متقابل تیمار در سال	۶	۳.۰۷۰**	۰.۱۳۲**	۰.۰۰۹*	۱.۴۱۴ ns	۰.۰۰۸*	۱۰۵.۸**	۱۱۲۴.۵ ns	۰.۰ ns	۱.۴۵**	۲.۷۳ ns	۱.۰۸ ns	۰.۱۰۳**	۰.۰۴۵ ns	۱.۱۱**	۲.۷۳**
خطا	۱۸	۰.۳۰۶	۰.۰۱۰	۰.۰۰۳	۰.۹۴۲	۰.۰۰۲	۲۸.۴۴	۲۰۳۰	۰.۰	۰.۱۳۷	۱.۳۲	۰۶	۰.۰۱۴	۰.۰۳۸	۰.۲۳	۰.۱۳

ns: عدم تفاوت معنی دار * تفاوت معنی دار در سطح پنج درصد ** تفاوت معنی دار در سطح یک درصد

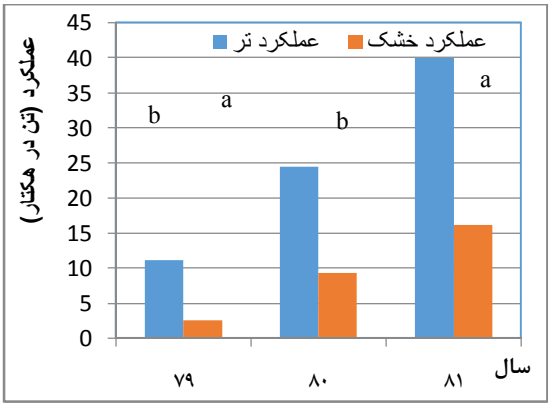
[۵] از میانگین نتایج حاصله از نمونه برداری انجام شده در کلیه چین‌ها استفاده شده است.

www.SID.ir

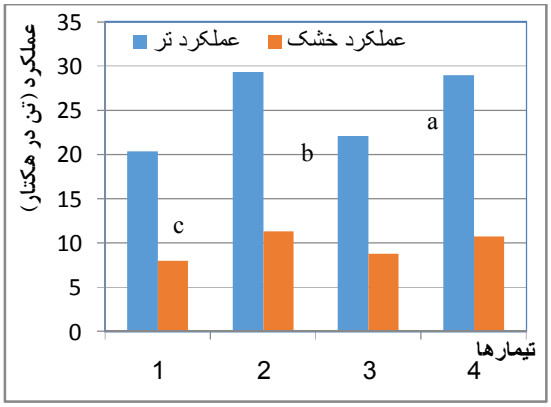
Archive of SID

نتایج و بحث

عملکردتر و خشک علوفه در بین سال‌های اجرای طرح، در سطح پنج درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن دارای اختلاف معنی‌دار است شکل (۱) به گونه‌ای که طی سالهای اجرای طرح روند افزایشی داشته است (۱۱۱۱۱، ۲۴۵۳۱، ۳۹۹۷۳ کیلوگرم در هکتار). عملکرد تر و خشک علوفه در تیمارهای یک وسه ، تیمارهای استفاده از آب معمولی نسبت به تیمارهای دو و چهار تیمارهای استفاده از پساب تصفیه خانه فاضلاب شکل (۲) در سطح پنج درصد دارای اختلاف معنی‌دار می باشند. عملکرد تر و خشک علوفه در تیمارهای یک و دو (تیمارهای استفاده از آب و پساب) با میزان عرف زارعین نسبت به تیمارهای سه و چهار (تیمارهای استفاده از پساب) با میزان آب مورد نیاز گیاه دارای اختلاف معنی‌دار نمی باشند، ولیکن عملکرد تیمارهای استفاده از پساب با میزان آب محاسبه شده از عرف زارعین بیشتر است. نتایج گویای آنست که تیمارهای دو و چهار در عملکرد علوفه تر و عملکرد علوفه خشک با تیمارهای یک وسه دارای تفاوت معنی‌دارهستند. استفاده از پساب تصفیه‌خانه فاضلاب خانگی باعث افزایش عملکرد خشک و تر علوفه شده است. عملکرد علوفه در شکل‌های یک و دو، وجود اختلاف معنی‌دار در بین سالها و تیمارهای آب و پساب مؤید موارد فوق الذکر می باشد.که با نتایج هاموری و هندف (۱۹۹۶)، پریرا و اویس (۲۰۰۲)، ولی نژاد (۱۳۸۰) و یاریان کوپایی (۱۳۷۹) مطابقت دارد.



شکل۱- میانگین عملکرد، صرفنظر از تیمارهای نوع و میزان آب



شکل ۲- میانگین عملکرد تیمارها در سه سال

مقایسه میانگین غلظت برخی عناصر غذایی (N, P, K, Na, Ca, Mg, B, Fe, Mn, Zn, Cu, Cl) در گیاه یونجه جدول (۵) بیانگر آنست که، عناصر غذایی ازت کل، منیزیم کل، در بین سالهای مختلف تفاوت معنی‌داری ندارند، فسفر کل، پتاسیم کل، کلسیم کل، آهن کل روند کاهشی دارند و این روند نیز معنی‌دار است. منیزیم، روی، مس، بر، کلر معمولاً درسال‌های دوم و سوم روند افزایشی داشته و این اختلاف در سطح پنج درصد معنی‌دار است.ازت و پتاسیم در بین تیمارها دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند به گونه‌ای که تیمارهای دو و چهار استفاده از پساب نسبت به تیمارهای (۱)و(۳) (استفاده از آب معمولی) اختلاف معنی‌دار دارند ولیکن تیمارهای دو با چهار و یک با سه فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند. مقدار فسفر نیز در تیمارهای شماره دو و چهار، یک و سه روند نزولی طی نموده و دارای اختلاف معنی‌دار است.کلسیم، منیزیم، آهن، منگنز، مس و بر در بین تیمارهای مختلف فاقد اختلاف معنی‌دار می باشند. سدیم نیز در بین تیمارها، تیمارهای دو و چهار نسبت به تیمارهای یک و سه دارای اختلاف معنی‌دار است. جدول (۵)، در سال اول رشد یونجه، گیاه مواد غذایی فوق را بیشتر جذب نموده ولی در سالهای بعد کاهش یافته است.عناصر غذایی منگنز، روی و کلر در سال دوم اجرای آزمایش کمترین میزان را داشته‌اند و عنصر مس در گیاه یونجه در سالهای مختلف

www.SID.ir

Archive of SID

اجرای طرح، روند افزایشی داشته، به گونه‌ای که در سال سوم بیشترین مقدار بوده است.

غلظت عناصر غذایی در خاک

مقایسه میانگین غلظت برخی عناصر در عمق (۳۰-۰) سانتی متری خاک نظیر درصد اشباع و کلر در بین سالهای مختلف فاقد اختلاف معنی‌دار بوده و درصد اشباع در بین سالها در سطح یک درصد دارای اختلاف معنی‌دار و در بین تیمارها فاقد اختلاف معنی‌دار است، و عملکرد تیمار چهار نسبت به بقیه تیمارها بیشتر می‌باشد.هدایت الکتریکی بین سالها و تیمارها در سطح یک درصد، دارای اختلاف معنی‌دار است به گونه‌ای که تیمارهای شماره دو ،یک ،چهار وسه بترتیب دارای غلظت بیشتری می‌باشند.

اسیدیته در سالهای مختلف و در تیمارهای مختلف دارای اختلاف معنی‌دار است. درصد کربن آلی در سالهای مختلف دارای اختلاف معنی‌دار و در بین تیمارها فاقد اختلاف معنی‌دار است. فسفر قابل جذب در سالها و تیمارهای مختلف در سطح یک درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن دارای اختلاف معنی‌دار است. پتاسیم قابل جذب منگنز و آهن، ازت کل، کلر، روی در بین تیمارها فاقد اختلاف معنی‌دار (در سطح یک درصد) می‌باشند.

ولیکن سدیم، کلسیم، منیزیم، بیکربنات و مس در سالها و تیمارها در سطح یک درصد دارای اختلاف معنی‌دار هستند. نتایج حاصل از پژوهش‌های مهیدا (۱۹۸۱)، صابر (۱۹۸٦)، الهند و آلیکس (۱۹۹۵) و بلانس و هومرو (۱۹۹۸) مؤید موارد فوق الذکر می باشند. جدول (٦) مقایسه میانگین غلظت برخی عناصر خاک در عمق (۳۰-۰) سانتی متری در سطح پنج درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن بیانگر موارد ذیل است. درصد اشباع ، هدایت الکتریکی، اسیدیته، پتاسیم و فسفر قابل جذب، سدیم، بیکربنات، منگنز در سالهاو تیمارهای مختلف دارای اختلاف معنی‌دار هستند. درصد مواد خنثی شونده، ازت کل، کلر، مس، آهن در بین سالها و تیمارها اختلاف معنی‌دار ندارند، کربن آلی، کلسیم، منیزیم، روی در بین سالها دارای اختلاف معنی‌دار هستند ولیکن در بین تیمارها فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- مقایسه میانگین غلظت برخی عناصرغذایی در گیاه یونجه در ایستگاه چهارتخته شهرکرد (۱۳۸۱-۱۳۷۹)

سال	N	p	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Na	Cl
۷۹	۳.۵۰۹ a	۰.۲۷۸ a	۲.۸۶۴ a	۲.۸۰۲ a	۰.۴۱۲ a	۶۹۶.۰۲ a	۷۱.۸۰۱ a	۲۳.۶۸۸ a	۱۳.۲۰۴ c	۱۰۰.۲۵۳ b	۴۱۹.۲۹ c	۶۶۲۰.۸ a
۸۰	۳.۴۵۵ a	۰.۲۷۵ a	۲.۰۴۳ b	۱.۴۴۳ b	۰.۱۸۶ a	۳۸۱.۰۴ b	۵۷.۷۴۹ b	۱۸.۳۰۵ b	۱۹.۸۳۳ b	۹۲.۴۵۱ c	۷۲۵.۱۱ a	۶۰۴۴.۴ b
۸۱	۳.۴۳۵ a	۰.۲۵۱ b	۲.۱۴۶ b	۱.۶۱۷ b	۰.۱۷۵ a	۴۲۹.۹۷ b	۷۷.۱۳۶ a	۲۰.۷۷ ab	۲۴.۸۴۴ a	۱۱۸.۳۳۱ a	۵۶۴.۳۰ b	۶۳۳۲.۶ ab
تیمارها												
۱	۳.۴۴۴ ab	۰.۲۶۴ b	۲.۳۰۸ ab	۲.۰۲۵ a	۰.۲۵۳ a	۴۸۵.۸ a	۶۶.۸۹ a	۲۲.۹۷۲ a	۲۱.۵۴۵ a	۱۰۵.۷۱ a	۵۰۵.۶۱ b	۵۶۸۰.۵ b
۲	۳.۶۱۳ a	۰.۲۸۹ a	۲.۴۸۸ a	۱.۹۵۹ a	۰.۲۶۳ a	۵۲۸.۷ a	۶۸.۱ a	۲۱.۴۹۹ a	۱۸.۷۴۰ a	۱۰۶.۰۸ a	۶۸۰.۸۱ a	۶۷۴۱.۷ a
۳	۳.۲۵۶ b	۰.۲۵۳ b	۲.۱۵۳ b	۱.۸۸۹ a	۰.۲۴۸ a	۴۶۴ a	۶۵.۰۹ a	۱۸.۲۰۲ b	۱۸.۳۳۲ a	۱۰۰.۵۱۱ a	۴۸۳.۰۶ b	۶۰۵۲.۸ ab
۴	۳.۵۵۴ ab	۰.۲۶۵ b	۲.۴۵۵ ab	۱.۹۴۳ a	۰.۲۶۶ a	۵۳۰.۸ a	۷۵.۴۷ a	۲۱۰.۰۲ a	۱۸.۵۵۸ a	۱۰۲.۴۰۹ a	۶۰۸.۷۹ ab	۶۸۵۵.۵ a

جدول ٦- مقایسه میانگین غلظت برخی عناصر خاک طی سالهای ۸۱-۷۹ درعمق(۳۰-۰) سانتی متری در سطح ۵٪ آزمون چند دامنه ای دانکن

	عملکرد $kg.ha^{-1}$	درصد S.P اشباع	EC $ds.m^{-1}$	pH of paste	T.N.V %	O.C %	P.ava $mg.kg^{-1}$	K.ava $mg.kg^{-1}$	Total N %	Na $mg.li^{1}$	Ca+ Mg $mg.lit^{-1}$	Cl $mg.lit^{-}$	HCO_3 $mg.lit^{-}$	Cu $mg.kg^{-1}$	Zn $mg.kg^{-1}$	Mn $mg.kg^{-1}$	Fe $mg.kg^{1}$
سال																	
سال اول	۳۶۰۰.۹ c	۳۹ c	۰.۶۰۲ b	۸.۰۷ a	۲۷.۷۶ a	۰.۵۴۷ c	۲۶.۱ b	۲۹۰ b	۰.۰۶۹ a	۴.۰۱ a	۵.۰۲ a	۳.۵ a	۳.۱۳ c	۱.۷۶ a	۰۶۵۷b	۸.۱۵ b	۷.۷۵ a
سال دوم	۹۰۸۸.۵ b	۴۳.۹۹ b	۰.۹۷۳ a	۷.۹۶ b	۲۷.۱۴ a	۰.۶۱۲ a	۳۰.۲ a	۳۶۵.۱۷ a	۰.۰۶۶ a	۳.۱۶ b	۳.۶۴ b	۴.۰۴ a	۶.۴۸ a	۱.۸۷ a	۰.۸۴۶ ab	۷.۴۸ b	۷.۳۷ a
سال سوم	۱۶۱۸۸.۶ a	۴۵ a	۰.۶۲۵ b	۷.۸۹ c	۲۷.۰۴ a	۰.۵۷۴ b	۱۸.۰۶ c	۲۸۴.۳۳ b	۰.۰۷۲ a	۲.۷۲ c	۵.۰۳ a	۳۶ a	۳.۵۸ b	۱۶۵ a	۱.۰۸ a	۱۰.۸۹ a	۸.۰۸ a
تیمارها																	
۱	۷۹۷۲.۷ b	۴۳.۰۳ a	۰.۵۵۷ B	۷.۹۷ b	۲۷.۲۹ a	۰.۵۵۴ a	۱۶.۲۴ b	۲۹۰.۳۳ b	۰.۰۷۱ a	۲.۵۱ b	۴.۴۶ a	۳.۹۹ a	۴.۴۹ b	۱۶۵ a	۰.۷۶۴ a	۹.۰۸ a	۷.۸۷ a
۲	۱۱۳۰۴.۲a	۴۲.۲۲ b	۰.۹۰۶ A	۷.۹۶ b	۲۷.۰۵ a	۰.۵۹۶ a	۳۲.۱ a	۳۵۷.۶۷ a	۰.۰۷۱ a	۳.۹۸ a	۴.۷۵ a	۳.۸۲ a	۴.۰۷ c	۱.۷۹ a	۰.۸۶۶ a	۸.۷۹ ab	۷.۸۶ a
۳	۸۸۱۵.۷ b	۴۲.۳۴ b	۰.۵۲۴ B	۸.۰۳ a	۲۷.۶ a	۰.۵۹۸ a	۱۹.۴۲ b	۲۸۹.۵۶ b	۰.۰۶۶ a	۲.۵۳ b	۴.۳۲ a	۳.۴۶ a	۴.۱۵ bc	۱.۷۶ a	۰.۸۵۳ a	۸.۵۳ b	۷.۳۳ a
۴	۱۰۴۱۱.۴ a	۴۳.۰۵ a	۰.۹۴۷ A	۷.۹۴ b	۲۷.۳ a	۰.۵۶۲ a	۳۱.۳۹ a	۳۱۵.۱۱ b	۰.۰۶۸ a	۴.۱۶ a	۴.۷۲ a	۳.۵۹ a	۴.۸۸ a	۱.۸۴ a	۰.۹۶۶ a	۸.۹۶ ab	۷.۸۸ a

از میانگین نتایج حاصله از نمونه برداری انجام شده در کلیه چین‌ها استفاده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

مقایسه میانگین غلظت برخی عناصر در عمق (٦٠-٣٠) سانتی‌متری خاک در سطح یک درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن بشرح ذیل است. درصد اشباع، درصد کربن آلی، فسفر قابل جذب، پتاسیم قابل جذب،کلسیم، منیزیم، کلر، بیکربنات، روی، منگنز در بین تیمارها فاقد اختلاف معنی‌دار هستند ولیکن در بین سالهای مختلف اجرای طرح دارای اختلاف معنی‌دار می باشند. هدایت الکتریکی، اسیدیته، ازت کل، مس و آهن در سالها و تیمارهای مختلف دارای اختلاف معنی‌دار می باشند. درصد مواد خنثی شونده در بین سالها و تیمارها فاقد اختلاف معنی‌دار است.

سدیم در سالها فاقد اختلاف معنی‌دار بوده اما در بین تیمارهای مختلف دارای اختلاف معنی‌دار است به گونه‌ای که غلظت تیمار شماره چهار نیز برتر می‌باشد. مس قابل استفاده گیاه با افزایش pH خاک کاهش می یابد و اکثراً اظهار می دارند که کمبود آهن بیشتر مربوط به بالا بودن pH، افزایش فسفر در خاک، آهک زیاد و افزایش مقدار HCO_3 در محیط ریشه است.میزان پتاسیم قابل جذب و ازت کل خاک در تیمارهای آبیاری با آب مورد نیاز گیاه در عمق (٦٠-٣٠) سانتی متری خاک کاهش دارند.

نتیجه گیری

سیر صعودی تقاضای مصرف و تنزل سرانه آب، افزایش تولید پساب تصفیه خانه فاضلاب‌های خانگی، و حادث شدن چالش‌های ناشی از بیلان و عملکرد منفی حوضه‌های آبی، استفاده مجدد از پساب‌ها را امری اجتناب ناپذیر نموده است. پساب‌ها با توجه به مواد مغذی که دارند باعث افزایش عملکرد محصول و بهبود وضعیت خاک‌ها می شوند. نتایج حاصل از عملکرد خشک و تر گیاه یونجه در رابطه با آبیاری با استفاده از آب معمولی و پساب تصفیه‌خانه فاضلاب خانگی در مقادیر مختلف معادل عرف زراعین و مقدار آب مورد نیاز گیاه، بیانگر آنست که عملکرد خشک و تر گیاه با استفاده از پساب نسبت به عملکرد خشک و تر گیاه با استفاده از آب چاه بیشتر است و عملکرد تیمار شماره چهار،آبیاری با استفاده از پساب تصفیه خانه فاضلاب با مقدار پساب مورد نیاز گیاه نسبت به بقیه تیمارها دارای عملکرد بیشتری می‌باشندکه عموماً با نتایج حاصل از پژوهش حسین و ساعتی (۱۹۹۹) ، هاموری و هاندوف (۱۹۹٦) و پریرا و اویس(۲۰۰۲) مطابقت دارد.

تیمارهایی که با آب مورد نیاز گیاه (محاسبه شده) آبیاری شده اند، نسبت به تیمارهای مشابه خودکه با میزان آب معادل عرف زارعین منطقه آبیاری شده‌اند دارای عملکرد بیشتری بودند. بررسی غلظت برخی عناصر غذایی در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک، ناشی ازتأثیر تیمارهایی که از آب معمولی و پساب تصفیه‌خانه فاضلاب استفاده کرده‌اند بیانگر آنست هدایت الکتریکی، اسیدیته، فسفر، پتاسیم قابل جذب، سدیم ،کلسیم و منیزیم در تیمارهایی که با پساب تصفیه خانه فاضلاب آبیاری شده‌اند (تیمارهای دو و چهار) دارای غلظت بیشتری می‌باشند. درصد اشباع، هدایت الکتریکی، اسیدیته، درصد مواد خنثی شونده، مواد آلی، فسفر قابل جذب، ازت کل، سدیم، مجموع منیزیم و کلسیم، کلر، مس، روی، منگنز و آهن تفاوتی بین تیمارهای آبیاری با میزان عرف زارع و آب مورد نیاز محاسبه شده نداشته‌اند.

میانگین غلظت عناصری همچون: نیتروژن کل، سدیم، کلسیم و منگنز، مس، روی، آهن، پتاسیم قابل جذب، درصد مواد خنثی شوند و هدایت الکتریکی در عمق ٦٠ – ۳۰ سانتیمتری خاک در تیمارهایی که از پساب تصفیه‌خانه فاضلاب استفاده نموده اند نسبت به تیمارهایی که با آب معمولی آبیاری شده اند بیشتر می باشد که مورد تأیید محققین دیگر (سیک و همکاران ۲۰۱۲) و (حسام و همکاران ۲۰۱۳) می باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

فهرست منابع

۱- برکی، ح. و رضوانی، ع. ۱۳۸۰. بررسی اثرات آب آبیاری حاصل از فاضلاب‌های خانگی تصفیه شده بر کیفیت و کمیت محصول ارزن علوفه‌ای. اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با بحران آب، دانشگاه زابل، ٤٦٨ -٤٥٥.

۲- حسن اقلی، ع. & میر آب‌زاده، م. و لیاقت، ع. ۱۳۸۳. بررسی اثرات آبیاری با فاضلاب‌های خانگی بر عملکرد برخی سبزیجات و تأمین عناصر غذایی مورد نیاز آن‌ها (ازت، فسفر، پتاسیم). سومین همایش ملی توسعه کاربرد مواد بیولوژیک و استفاده بهینه از کود و سم در کشاورزی، کرج.

۳- شایگان، ج. ۱۳۷۸. تجربیات بدست آمده از آبیاری یک مزرعه آزمایش با فاضلاب تصفیه شده. نشریه کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. (۲۸): ۵۳-۶۰.

٤- رجبی سرخنی، م. و قائمی، ع. ا. ۱۳۹۱. بررسی اثرات کاربرد پساب تصفیه شده و کودهای شیمیایی بر عملکرد کلم بروکلی. مدیریت آب و آبیاری، **۲**(۲): ٢٤ – ۱۳.

۵- عابدی، م. ج. و نجفی، پ. ۱۳۸۰. استفاده از فاضلاب تصفیه شده در کشاورزی. کمیته ملی آبیاری و زهکش ایران.

٦- عالی نژادیان، ا. و ملکی، ع. ۱۳۹۲. ارزیابی کارآیی مصرف آب و عملکرد ذرت در آبیاری با پساب شهری در منطقه ای با آب و هوای خشک سرد. اولین همایش ملی چالش‌های منابع آب و کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی خوراسگان، ٢٤ بهمن.

۷- عرفانی، ع. حق نیا، غ. و علیزاده، ا. ۱۳۸۱. تأثیر آبیاری با فاضلاب بر عملکرد و کیفیت کاهو و برخی ویژگی های خاک. مجله علوم و فنی کشاورزی و منابع طبیعی، شماره اول.

۸- علیمحمدی، ر. ۱۳۸۵.استفاده مجدد از خروجی تصفیه خانه فاضلاب (پساب) در آبیاری اراضی و بررسی تغییرات حاصله در خاک و گیاه. موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، ۸۵/۷۹٦، ۵۵ ص.

۹- ولی نژاد، م. ۱۳۸۰. اثرات پساب سیستم‌های آبیاری بارانی و سطحی و خصوصیات خاک بر عملکرد سه محصول زراعی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۱۰- یاریان‌کوپائی، م.۱۳۷۹. اثرات پساب و سیستم های آبیاری بر عملکرد چند محصول زراعی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی اصفهان.

11- Allhands, M. N. and Allicks, S. A. 1995. Municipal water reuse at Tallassee. Florida, Transactions of the ASAE, 38 (2): 411-418.

12- Belaid, N. & Neel, C. & Lenain, J. F. & Buzier, R. & Kallel, M. & Ayadi, A. and Baudu, M. 2012. Assessment of metal accumulation in calcareous soil and forage crops subjected to long-term irrigation using treated wastewater: Case of El Hajeb - Sfax, Tunisia. Agriculture, Ecosystems & Environment, 158(1): 83- 93.

13- Blance, J, C. and Homero L. V. 1998. Physico chemical and bacteriological characterization of wastewater from Mexico City.Wat. Sci. Tech. 37 (1): 1-8.

14- Chow, V. T. & Eliassen, R. and linsley, K. 1985. Wastewater Engineering Treatment Disposal reuse. New York McGraw -Hill.

www.SID.ir

Archive of SID

15- Dltri, F. & Martinez, M. and lambarri M. A. 1981 .Municipal wastewater in agriculture. Michigan. Academic press.

16- Hamouri, B. E, and Handouf, A1. 1996. Use of wastewater for crop production under arid and saline conditions: yield and hygienic quality of the crop and soil contaminations. Water science and Technology. 33 (10-11): 327-334.

17- Hayssam, M. A. & Siddiqui, M. & Khamis, M. H. & Hassan, F. A. & Salem, M. Z. M. and Ei- mahrouk, S. M. 2013. Performance of forest tree Khaya senegalensis (Desr.) A. Juss. Under sewage effluent irrigation. Ecological Engineering, 61: 117-126

18- Hussain, G, and Saati, A.J.A. 1999. Wastewater quality and its reuse in agriculture in Saudi Arabia. WSTA fourth Gulf water conference (Desalination) 123(2-3): 241-251.

19- Mahida, U. N. 1981.Water pollution and disposal of wastewater on land. Tata McGraw - Hill, Publishing Company limited New Delhi.

20- Pereira, L. S. and Owes, T. 2002. Irrigation management under wader water scarcity. Water management. 57(3-30): 175-206.

21- Saber, M. S. M. 1986. Prolonged effect of land disposal of human waste on soil conditions. Water Science Technology. 18: 371- 374.

22- Singh, P. K. & Deshbhratar, P. B. and Ramteke, D. S. 2012. Effects of sewage wastewater irrigation on soil properties yield and environment. Agricultural water management, 103: 100- 104.

www.SID.ir