دومین سمینار راهکارهای بهبود و اصلاح سامانه‌های آبیاری سطحی
۲ خرداد ماه ۱۳۸۷

تأثیر پساب خانگی بر عملکرد کلزا و ویژگی‌های خاک در آبیاری سطحی

اردوان ذوالفقاران[۱]، سید ابوالقاسم حقایقی مقدم[۲]

۱- چکیده

فاضلاب‌ها یکی از عوامل آلاینده محیط زیست می‌باشند که لازم است آنها را به طریق بهداشتی جمع آوری، تصفیه و مجدداً به گردش آب در طبیعت بازگرداند. لذا در جهت توسعه و بهره‌برداری از منابع آبی جدید به خصوص در بخش کشاورزی، استفاده مجدد از پساب‌های صنعتی، شهری و روستایی می‌تواند به عنوان منابع آب مورد توجه قرار گیرد. از طرفی بدلیل ویژگی‌های آبیاری سطحی این روش به عنوان روش مناسبی در آبیاری با فاضلاب‌ها شناخته شده است. لذا به منظور آگاهی از تأثیر پساب خانگی بر عملکرد کلزا و ویژگیهای خاک در آبیاری سطحی، یک آزمایش زراعی با شش تیمار آبیاری در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. تیمارهای آبیاری عبارت بودند از: ۱- آبیاری کامل با پساب (۱۰۰ درصد پساب)، ۲- سه نوبت آبیاری با پساب و یک نوبت آبیاری با آب چاه (۷۵ درصد پساب)، ۳- یک نوبت آبیاری با پساب و یک نوبت آبیاری با آب چاه (۵۰ درصد پساب)، ۴- یک نوبت آبیاری با پساب و سه نوبت آبیاری با آب چاه (۲۵ درصد پساب)، ۵- آبیاری با آب چاه (صفر درصد پساب)، ۶- آبیاری با آب چاه همراه با کود شیمیایی. این تحقیق در مزرعه نمونه آستان قدس رضوی واقع در شرق شهر مشهد در خاکی با بافت سیلتی‌لوم با روش آبیاری جویچه‌ای اجرا شد. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد در تیمارهای ۱، ۲، ۳ و ۶ و کمترین عملکرد در تیمار ۴ و ۵ مشاهده شد و اختلاف بین آنها از نظر آماری در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. به عبارت دیگر تیمار کودی و تیمارهایی که با پساب بیشتری آبیاری شده

۱- عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی
مشهد، صندوق پستی ۴۸۸-۹۱۷۳۵: azolfaghararn@yahoo.com
۲- عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی
مشهد، صندوق پستی ۴۸۸-۹۱۷۳۵: azolfaghararn@yahoo.com

بودند بدلیل وجود مواد غذایی، عملکرد بیشتری نسبت به سایر تیمارها داشتند. غلظت فلزات سنگین در خاک، در تیمارهایی که با پساب بیشتری آبیاری شده بودند، افزایش نشان داد ولی این افزایش در سطح ۵ درصد معنی دار نشد. همچنین شوری، درصد ازت، فسفر قابل جذب و مواد آلی در خاکهای آبیاری شده با پساب، در مقایسه با سایر تیمارها افزایش داشت. در سایر خصوصیات اندازه‌گیری شده نظیر pH و پتاسیم قابل جذب روند مشخصی مشاهده نشد و اختلاف بین تمام صفات در تیمارها معنی‌دار نبود. هیچ یک از نمونه‌های خاک به انگل آلوده نبود و برای سلامتی انسان خطری ایجاد نمی‌کرد.

واژه‌های کلیدی: پساب خانگی - عملکرد کلزا- عناصر سنگین

۲- مقدمه

فاضلاب‌ها یکی از عوامل آلاینده محیط زیست می‌باشند که لازم است آنها را به طریق بهداشتی جمع‌آوری، تصفیه و مجدداً به گردش آب در طبیعت بازگرداند. لذا در راستای اجرای تدابیری در جهت توسعه و بهره‌برداری از منابع آبی جدید به خصوص در بخش کشاورزی کشور، استفاده مجدد از پساب فاضلاب‌های صنعتی، شهری و روستایی می‌تواند به عنوان منابع آب مطمئن مورد توجه قرار گیرد تا نه تنها کسری از میزان کمبود آب کشاورزی را جبران نماید، بلکه از اثرات سوء تخلیه بی رویه فاضلاب و خسارات وارده آن به محیط زیست نیز جلوگیری به عمل آید. خشکسالی های پی در پی و کمبود آب در مناطق خشک کشور از یک سو و نیاز به مواد اولیه برای تهیه روغن خوراکی از سوی دیگر، ضرورت بررسی و تحقیق در مورد گیاه روغنی کلزا که گیاهی با نیاز آبی کم و درصد روغن زیاد است را ایجاب می‌نماید. کلزا از گیاهان مهم روغنی است که علاوه بر مصارف روغن آن، می‌تواند به عنوان علوفه و کود سبز نیز استفاده شود. با توجه به اینکه طول دوره رشد این گیاه نسبت به غلات کمتر است، نیاز آبی کمتری نیز دارد و در مناطق کم آب می‌تواند به عنوان یک گیاه اقتصادی کشت گردد(۳). علیزاده در طی تحقیقاتی چهار ساله در زمینه استفاده از فاضلاب شهری مشهد دریافت که آبیاری سبزیجاتی نظیرکاهو و هویج به روشهای شیاری و کرتی، محصولاتی را تولید می‌کند که به لحاظ تخم انگل و کلیفرم‌های مدفوعی و غیر مدفوعی آلودگی بهداشتی دارند، اما این موضوع در آبیاری میکرو (قطره‌ای) مشاهده نشد. با این وجود در کاهو ۴۱ تن و در هویج چهار تن در هکتار محصول در نتیجه آبیاری با فاضلاب برداشت گردید (۴). بیورن و همکاران از سال ۱۹۸۷ و در یک آزمایش مداوم پنج ساله تأثیر آبیاری با پساب را بر سبزیجاتی که بصورت خام مصرف می‌شوند مورد مطالعه قرار دادند. نامبردگان دریافتند که هیچگونه اختلاف معنی‌داری بین کیفیت محصولات تولیدی با پساب در مقایسه با آب وجود نداشته است (۸). کلاپ و همکاران اثر کاربرد پساب فاضلاب شهری را در چند ایالت مختلف آمریکا بر عملکرد گیاه ذرت و نیز تعدادی ازگیاهان علوفه‌ای مطالعه نموده و به این نتیجه رسیدند که تأثیر پساب با کاربرد کود شیمیایی بصورت آمونیم از نقطه نظر تأمین عملکرد گیاه کاملاً قابل مقایسه بوده است (۱۰). المصطفی و همکاران

در یک آزمایش سه ساله تأثیر استفاده از لجن فاضلاب شهری بر محصول گندم در رژیم‌های مختلف آبیاری را بررسی کردند. در سال اول در رژیم خشکی، استفاده از لجن فاضلاب عملکرد دانه را افزایش داد ولی در رژیم مرطوب بر خلاف رژیم خشکی عملکرد کاهش یافت. در سال دوم آزمایش بیشترین عملکرد در تیمارهای رژیم مرطوب با مصرف ۲۰ تن در هکتار لجن حاصل شد و در سال سوم عملکرد با افزایش میزان کاربرد در لجن افزایش یافت (۵). گزارش تحقیقات دانش به سال۱۳۶۹ نشان داد که استفاده از فاضلاب تصفیه شده خانگی هیچگونه تأثیر سوئی در رابطه با جذب عناصر سنگین در چغندر قند و چغندر علوفه‌ای نداشته است (۲). بول و همکاران در خاکهای آبیاری شده با پساب در آلمان مشاهده نمودند که با گذشت ۱۶ تا ۲۵ سال، میزان تجمع هیچیک از فلزات سنگین در خاک به مرز زیان آور نرسید و تنها عناصر نیکل، کادمیوم و روی به مرز زیان آور نزدیک شدند (۷). با این وجود صابر با آزمایش خاکهای آبیاری شده با فاضلاب شهر قاهره به این نتیجه رسید که در یک دوره ۶۰ ساله هر یک از فلزات سنگین می‌تواند به اندازه چشمگیری در خاک انباشته شود (۱۲). چانک و همکاران استفاده از فاضلاب را بعنوان یک ماده مناسب اصلاح کننده خاک معرفی می‌کنند. نتایج مطالعه چندین ساله آنان نشان می‌دهد که بکارگیری فاضلاب منجر به تغییر خواص فیزیکی خاک شده و بر اثر آن، ظرفیت نگهداری افزایش یافته در حالیکه وزن مخصوص ظاهری خاک کاهش می‌یابد (۹). آسانو و پتی گرو در سال ۱۹۸۷ در کالیفرنیا، با بررسی اثرات پخش پساب تصفیه شده فاضلاب بر روی اراضی کشاورزی و نتیجه‌گیری نمودند که چه از نظر کشاورزی و چه از نظر بهداشتی، پخش پساب هیچگونه اثرات سوئی بر آبهای زیرزمینی منطقه و یا محصولات زراعی نداشت (۶). جنکینز و همکاران در آزمایشی بر روی گوجه فرنگی، بادمجان، سورگوم و ذرت اثرات اعمال دو تیمار آبیاری با آب و فاضلاب تضفیه شده را بررسی نمودند. در سورگوم عملکرد تیمار پساب ۲/۵ برابر تیمار آب و در ذرت عملکرد سه برابر تیمار آب بوده است. در گوجه و بادمجان نیز عملکرد تقریباً سه برابر بوده است. گیاهانی که با فاضلاب آبیاری شدند بلندتر و رنگ سبز تیره‌تری داشته‌اند. گلدهی آنها نیز زودتر اتفاق افتاده و میوه‌های آنها بزرگتر از میوه‌های تیمار آب بوده است (۱۱).

۳- مواد و روش‌ها

این تحقیق جهت بررسی تأثیر آبیاری جویچه‌ای با پساب تصفیه شده فاضلاب خانگی بر رشد و ترکیبات شیمیایی کلزا و ویژگی‌های خاک در واحد تحقیقاتی مزرعه نمونه آستان‌قدس رضوی در مشهد در نزدیکی تصفیه خانه آستان‌قدس، از پائیز ۱۳۷۹ و به مدت یکسال به اجرا درآمد. آب مورد نیاز برای اجرای آزمایش از چاه موجود در محل و پساب تصفیه شده فاضلاب نیز از تصفیه خانه آستان قدس رضوی تأمین می‌شد. این طرح در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با شش تیمار و در چهار تکرار به اجرا در آمد که تیمارهای اعمال شده عبارتند از: ۱- آبیاری با پساب تصفیه شده فاضلاب خانگی (۱۰۰٪ پساب) = t1 ۲- سه نوبت آبیاری با پساب و یک نوبت آبیاری با آب معمولی(۷۵٪ پساب) = t2 ۳- یک نوبت آبیاری با آب معمولی و یک نوبت آبیاری با پساب (۵۰٪ پساب) = t3 ۴- یک نوبت آبیاری با پساب و سه نوبت آبیاری با آب معمولی (۲۵٪ پساب) = t4 ۵- آبیاری با آب چاه (بدون پساب) = t5 ۶- آبیاری با آب

معمولی همراه با کود شیمیایی = t6 . طرح آماری مزرعه کلزا شامل ۲۴ پلات به ابعاد ۷ ×۷ متر بود که بر اساس یک جدول زمان بندی مشخص اقدام به آبیاری تیمارها می‌گردید. خلاصه نتایج حاصله از آنالیز آب چاه و پساب تصفیه شده در جدول (۱) به همراه مقادیر مجاز توصیه شده در استاندارد ایران جهت آبیاری با پساب آورده شده است.

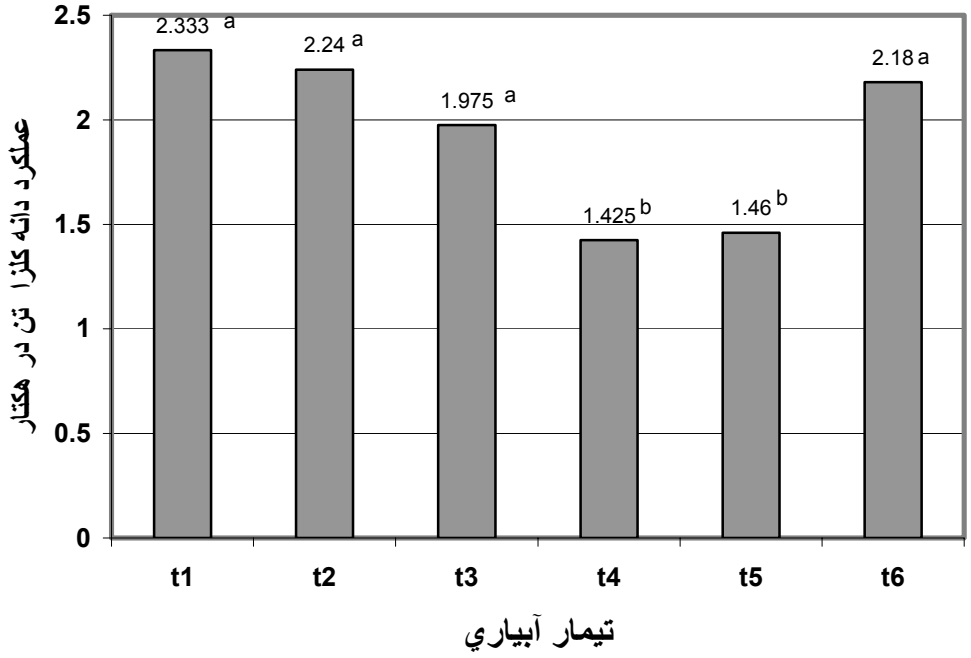
جدول (۱)- مشخصات آب و پساب استفاده شده

پارامتر	واحد	آب چاه	پساب تصفیه شده	مقادیر مجاز توصیه شده در استاندارد ایران
BOD5	mg/lit	_	۱۱۵	۱۰۰
COD	mg/lit	_	۱۴۰	۲۰۰
TSS	mg/lit	_	۹۰	۱۰۰
Fe	mg/lit	۰/۰۵	۰/۱	۳
Mg	mg/lit	۰/۰۲	۰/۰۹	۱۰۰
Zn	mg/lit	۰/۰۱	۰/۲۱	۲
Pb	mg/lit	۰/۱	۰/۷۹	۱
Cu	mg/lit	۰/۰	۰/۰۵	۰/۲
Cd	mg/lit	۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۰۵
Co	mg/lit	۰/۰	۰/۰	۰/۰۵
Ni	mg/lit	۰/۰	۰/۲	۲
تعداد تخم انگل	N/lit	_	_	_
کل کلیفرم‌ها	N/100ml	_	۱۰۰۰	۱۰۰۰
pH	_	۷/۸	۷/۸۱	۶-۸/۵
EC	dS/m	۰/۵۶	۱/۲	_
Na	mg/lit	۶۲/۳	۸۴/۳	_
Ca	mg/lit	۲۱	۳۵/۴	_
Mn	mg/lit	۱۷	۱۸/۶	۱
B	mg/lit	۰/۸۴	۰/۸۷	۱
Cl -	mg/lit	۱۳/۱	۱۱۰	۶۰۰
Po_4	mg/lit	۰/۲	۲/۹	_
K	mg/lit	۲/۶	۲۱/۴	_
SAR	(mmol/lit)/2	۲/۶۴	۲/۸۴	_
NH_4-N	mg/lit	_	۲۹	_
NO_3- N	mg/lit	_	۰	_
مواد آلی	mg/lit	_	۱۳	_
سدیم قابل تبادل	mg/lit	_	۶۶۱	_
سختی	mg/lit	_	۱۹۰	_

۴- نتایج

۴-۱- تأثیر تیمارهای آب آبیاری بر عملکرد کلزا

نتایج حاصل از تأثیر تیمارهای آبیاری بر میزان عملکرد دانه کلزا شکل ۱ ارائه شده است. چنانکه ملاحظه می‌شود تفاوت عملکرد بین تیمارها در سطح پنج درصد معنی دار بود. بیشترین مقدار عملکرد در تیمارهایی که از درصد پساب بیشتری استفاده شده (t1 ، t2 ، t3) و تیماری که به آن کود شیمیایی داده شده است (تیمار t6) مشاهده شد، بطوریکه اختلاف آنها با تیمارهای t4 و t5 در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. نتیجتاً کاربرد پساب به علت دارا بودن عناصر غذایی‌بیشتر در مقایسه با سایر تیمارها، باعث افزایش وزن قسمتهای مختلف گیاه شده است. بیشترین عملکرد مربوط به تیمار t1 وکمترین عملکرد مربوط به تیمار t5 (تیمار شاهد) بود. نتایج تحقیقات کلاپ و همکاران (۱۹۸۷)، المصطفی و همکاران (۱۹۹۵)، علیزاده (۱۳۷۸) و چنگیز و همکاران (۱۹۹۴) نیز افزایش عملکرد محصولات در استفاده از پساب تصفیه شده را نشان داد.



شکل (۱)- اثر تیمار های آبیاری مختلف بر عملکرد دانه کلزا

۴-۲- تأثیر تیمارهای آبیاری بر تغییرات غلظت فلزات سنگین در خاک

نتایج تجزیه شیمیایی خاک در پایان فصل کشت نشان دادکه غلظت فلزات سنگین خاک در تیمارهایی که با پساب بیشتری آبیاری شده‌اند، افزایش یافته است، لیکن اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد. این افزایش در نتیجه تجمع فلزات موجود در پساب در خاک حادث شد که البته غلظت هیچ‌یک از فلزات به حد بحرانی نرسید (جدول شماره ۲). لازم به ذکراست که غلظت این فلزات در پساب مورد استفاده کمتر از حد

مجاز ارائه شده توسط مجامع بین‌المللی بود. اما از آنجا که عوامل متعدد محلی از قبیل شاخصه‌های شیمیایی خاک، گونه‌های گیاهی و روش‌های مدیریتی زراعی در میزان جذب و تجمع این فلزات در خاک تأثیر گذار می‌باشند، لذا در مورد خاک‌های کشور ما لازم است تا از آلودگی خاک و کاهش حاصلخیزی آن جلوگیری بعمل آمده و تحقیقات منطقه‌ای مفصل‌تری در خصوص اثرات این عوامل در کاربرد طولانی مدت پساب صورت پذیرد. صابر (۱۹۸۶) به این نتیجه رسید که در یک دوره ۶۰ ساله هر یک از فلزات سنگین می‌تواند به اندازه چشمگیری در خاک انباشته شود.

جدول (۲)- اثر تیمارهای آبیاری بر عناصر سنگین و خصوصیات شیمیایی خاک در عمق ۳۰-۰ سانتی متر

تیمار / مشخصه	T1	T2	T3	T4	T5	T6	مقادیر مجاز
منگنز (PPM)	۱۲/۰۷۵	۱۱/۴۰۰	۱۱/۰۲۰	۱۰/۳۳۰	۱۱/۰۹۰	۱۰/۸۷۰	۱
روی (PPM)	۴/۱۸۰	۶/۳۰۰	۳/۸۰۰	۵/۴۲۰	۵/۲۱۵	۴/۳۰۰	۲
مس (PPM)	۳/۹۰۰	۴/۱۰۰	۳/۵۷۰	۳/۸۵۰	۳/۹۱۰	۴/۲۶۰	۰/۲
سرب (PPM)	۳/۶۱۵	۴/۰۶۰	۳/۲۷۰	۴/۱۹۰	۳/۳۲۰	۴/۱۶۰	۱
کادمیوم (PPM)	۰/۱۱۰	۰/۱۲۶	۰/۱۰۵	۰/۱۰۳	۰/۱۱۵	۰/۰۸۰	۰/۰۵
EC(ds/m)	۲/۷	۴/۲	۱/۷	۱/۸	۱/۹	۱/۷	-
pH	۸	۷/۹	۸/۱	۷/۹۵	۸	۸/۱	۶-۸/۵
درصد مواد آلی	۱/۷۷	۱/۷۷	۱/۵۹	۱/۸۲	۱/۶۸	۱/۶۱	-
درصد ازت کل	۰/۱۳۰	۰/۱۲۲	۰/۱۲۰	۰/۱۷۰	۰/۱۱۵	۰/۱۲۰	-
فسفر قابل جذب(PPM)	۲۶/۴۵	۲۵/۹۰	۲۵/۸۰	۲۲/۴۵	۲۵/۳۰	۲۷/۹۵	-
پتاسیم قابل جذب (PPM)	۲۸۲/۵	۲۶۵/۰	۲۲۲/۳	۳۰۰/۰	۲۶۹/۰	۲۴۱/۸	-

۴-۳- تأثیر تیمارهای آبیاری برشوری و pH خاک

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف معنی‌داری از این نظر در بین تیمارها وجود ندارد. با این وجود همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، شوری خاک در تیمارهای آبیاری با پساب قدری افزایش نشان می‌دهد که بدلیل وارد شدن یونهای مختلف توسط پساب به خاک می‌باشد. ولی آنچه مسلم است اینکه در صورت قرار داشتن شوری پساب در محدوده توصیه شده (۰/۷-۳ dS/m) مشکلی ایجاد نخواهد شد و می‌توان با انجام عمل آبشوئی طی دوره کشت و یا بعد از آن، شوری خاک را در حد مطلوب حفظ نمود. نتایج اندازه‌گیری pH خاک نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای آبیاری از این نظر وجود نداشته و pH خاک بدلیل استفاده از پساب کاهش نیز یافته است (جدول ۲)، هرچند مقدار این کاهش قابل توجه نبوده و بسیار جزئی می‌باشد. علت این کاهش جزئی نیز ورود مواد آلی به خاک و تجزیه این مواد طی

فصل کشت می‌باشد که منجر به تولید اسیدهای آلی می گردد. کاهش pH خاک از نظر افزایش حلالیت فلزات سنگین و جذب بیشتر آنها توسط گیاه در صورتی که کمبود آنها مشاهده شود، یکی از فواید استفاده از فاضلاب‌ها و پساب آنها در آبیاری به شمار می‌رود.

۴-۴- تأثیر تیمارهای آبیاری بر میزان ازت و مواد آلی خاک

مقدار نیتروژن کل خاک (N) تحت تأثیر عواملی همچون نوع پوشش گیاهی، فعالیت موجودات زنده، رطوبت و دمای خاک می‌باشد و در یک رطوبت ثابت، با افزایش دما مقدار آن کاهش می‌یابد. میزان نیتروژن کل خاک مقیاسی است برای اندازه‌گیری مقدار اولیه‌ای که در معرض تجزیه قرار خواهند گرفت. در آزمایش انجام شده نیز مشاهده شد که در تیمارهایی که پساب دریافت کرده‌اند و در تیمار کود شیمیایی، N کل خاک نسبت به تیمار آب چاه افزایش داشته است، ولی این افزایش در آماری سطح پنج درصد معنی‌دار نبود. جدول ۲ اثر تیمارهای آب آبیاری برمیزان نیتروژن کل خاک را نشان می‌دهد.

مواد آلی عمده‌ترین منبع ذخیره نیتروژن در خاک به شمار می‌آیند. از نظر تأمین مواد آلی خاک، حضور این مواد در پساب فاضلاب باعث افزایش آنها در خاک شده و حاصلخیزی خاک را فزونی می‌دهد. از این رو در نگاه اول استفاده از پسابی که BOD بالاتری داشته باشد در آبیاری محصولات کشاورزی می‌تواند مورد توجه بیشتری قرار گیرد. ولی از آنجا که پخش پسابی با BOD بالا ممکن است باعث تولید بوهای نامطبوع و انسداد منافذ خاک و در نتیجه کاهش نفوذ پذیری شود، لذا مقدار BOD را در پساب مورد استفاده محدود نموده‌اند (۱). در آزمایش انجام شده مواد آلی در تیمارهای پساب به مقدار کمی بیشتر از آب چاه بود ولی اختلاف معنی داری از این نظر مشاهده نشد(جدول ۲) .

۴-۵- تأثیر تیمارهای آبیاری بر میزان فسفر و پتاسیم قابل جذب در خاک

نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف آبیاری از نظر مقدار فسفر قابل جذب موجود در خاک وجود ندارد. فسفر کل موجود در خاک تأثیر چندانی را بر قابلیت جذب فسفر توسط گیاه بر جای نگذاشته، زیرا قسمت عمده فسفر خاک به روش‌های مختلف به شکلی در می‌آید که به آسانی برای گیاه قابل جذب نبوده و نمی‌تواند نیاز غالب گیاهان را در مدت کوتاه حضور در خاک برآورده نماید. جدول ۲ اثر تیمارهای آب آبیاری را بر میانگین فسفر قابل جذب نشان می‌دهد. همانطور که در جدول مشهود است، فسفر قابل جذب در تیمارهای آبیاری با پساب و تیمار کاربرد کود شیمیایی بیشتر است.

پتاسیم مدت زمان بسیار کوتاهی را بصورت محلول باقی می‌ماند، زیرا این عنصر توان یونی بالایی داشته و قادر است به آسانی همراه با آنیون‌های محلول، بویژه در خاکهای سبک جابجا شود و مدت طولانی را در حالت قابل تبادل سپری کند، بنابراین حرکت نزولی پتاسیم در نتیجه وجود رس به تأخیر می‌افتد. جدول

۲ تأثیر تیمارهای آبیاری بر میانگین پتاسیم قابل جذب خاک را نشان می‌دهد. همانگونه که ملاحظه می‌شود روند مشخصی در اثر تیمارهای آبیاری بر پتاسیم قابل جذب خاک از این آزمایش وجود ندارد.

۴- ۶- آلودگی انگلی خاک

نتایج آزمایشات انگلی نمونه‌های خاک در تیمارهای آبیاری نشان دادکه هیچ یک از نمونه‌ها به تخم انگل آلوده نبوده و برای سلامتی انسان از نظر آلودگی محصول، خطری ایجاد نمی‌نمایند.

۵- فهرست منابع

۱. الیاس آذر، خسرو (۱۳۶۱) . «خاکشناسی عمومی و خصوصی» انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه.

۲. دانش،ش. ۱۳۷۰. اثر فاضلاب‌های تصفیه شده خانگی بر عملکرد و کیفیت محصول چغندرقند و چغندر علوفه‌ای. معاونت پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد، شماره ۶۸.

۳. شایان، سیاوش (۱۳۷۵). دانه های روغنی(۲). سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزش انتشارات مزرعه.

۴. علیزاده، ا .(۱۳۷۸). استفاده مضاعف از آب و کاربرد فاضلاب شهری در آبیاری. دومین همایش آب استان خراسان.

5. Al- Mustafa, W., A. El- shall, A. Abdallah and A. Modaish. 1995. Response of wheat to sewage sludge applied under two different moisture regimes. Exp. Agric. 31:365- 369.
6. Asano, T., and G. S. Pettygrove.(1987). Using reclaimed municipal wastewater for irrigation. California Agric. Vol.41.
7. Boll, R., H. Dernbach, and R. Kayser. 1986. Aspects of land disposal of waste water as experienced in Germany. Sci. Tech. 18: 383- 390.
8. Buran, R., B. Sheikh, R. Cort, R.Cooper, and D. Rivie. 1987. Reclaimed water for irrigation of vegetables each raw. California Agric.Vol 41.
9. Chang, A. C., A. L. page, and J. E. Warneke. 1983. Soil conditioning effects of municipal sludge compost. J. Environm. Eng. Vol. 109.
10. Clapp, C. E., A. J. palazzo, W. E. Larson, G. C. Marten, and D.R. Lindem. 1987. Uptake of nutrients by plants irrigated with municipal wastewater effluent. P. 395-404 in state of knowledge in land treatment of wastewater. Vol. I.U.S. Army Crops of Engineers. CRREL. Hanower. N.H.
11. Jenkins, C. R., I. Papadopoulos, and Y. Stylianou. 1994. Pathogens and wastewater use for irrigation in Cyprus. In "International Conference on Land and Water Resources Management in the Mediterranean Region" PP. 979-989, bari, Italy.
12. Saber, M.S.M. (1986). Prolonged effect of land disposal of human waste on soil conditions. Wat.Sci. Tech. 18: 371-374.