نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۶، شماره ۵، آذر – دی ۱۳۹۱، ص. ۱۱۲۷-۱۱۱۹

Journal of Water and Soil
Vol. 26, No.5, Nov.-Dec. 2012, p. 1119-1127

بررسی تأثیر مدیریتی کیفیت متفاوت آب آبیاری، پساب تصفیه شده و کود N. P. K بر خصوصیات شیمیایی خاک در کشت کلم بروکلی در آبیاری میکرو

امیر عاطفی [۱]– علی اصغر قائمی [۲*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۸/۲۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱/۱۶

چکیده

پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر دو کیفیت متفاوت آب آبیاری (پساب تصفیه‌شده فاضلاب و آب شهر) و کود N. P. K با روش آبیاری قطره ای نواری زیرسطحی بر خصوصیات شیمیایی خاک منطقه تحت آزمایش در سال ۱۳۸۹ در منطقه باجگاه فارس انجام شد. در این پژوهش، تأثیر پساب تصفیه‌شده فاضلاب شهری شیراز بر روی خصوصیات شیمیایی خاک تحت کشت کلم بروکلی مورد بررسی قرارگرفت. بر اساس نتایج این تحقیق هدایت الکتریکی تا عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک در اثر آبیاری با پساب و کودآبیاری در مقایسه با آب معمولی، افزایش معنی‌داری یافت. همچنین استفاده از پساب فاضلاب باعث افزایش pH لایه سطحی خاک شد، هرچند این افزایش باتوجه به بافر بودن فاضلاب و محیط خاک و مقاومت آن در برابر تغییرات pH اندک بود. در ضمن، تیمارهای مشتمل بر پساب همگی باعث افزایش نسبت جذبی سدیم (SAR) در لایه سطحی خاک شدند، هرچند این تأثیر در تیمارهایی که از کود و فاضلاب بهره برده اند به‌مراتب بیشتر بود. همچنین تغییرات بی‌کربنات، سولفات و میزان تجمع بُر، سدیم، آهن، روی، مس، پتاسیم و منیزیم تا عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک و نیز میزان تجمع ازت، کلسیم و فسفر در تمامی‌عمق‌های مورد مطالعه خاک در اثر آبیاری با پساب و کودآبیاری در مقایسه با آب معمولی، افزایش معنی‌داری یافت. همان‌گونه که انتظار می‌رفت، استفاده از پساب فاضلاب باعث افزایش تجمع میزان فلزات سنگین نیکل، سرب و کادمیم در خاک منطقه تحت مطالعه گردید.

واژه‌های کلیدی: پساب تصفیه‌شده، آبیاری میکرو، بروکلی، کود، خصوصیات شیمیایی خاک

مقدمه

جمعیت جهان با نرخی معادل ۱/۷ درصد در حال افزایش است و طبق آمار، سالانه بیش از ۹۰ میلیون‌نفر به جمعیت مصرف‌کنندگان محصولات کشاورزی افزوده می‌شود (۵). کشاورزی مهم‌ترین منبع تأمین مواد غذایی دنیا به شمار می‌رود (۷). اگرچه در سال‌های اخیر با اعمال روش‌های مناسب مدیریت مزرعه، استفاده از نظام‌های تولید بهینه و به‌کارگیری روش‌های مبارزه با آفات و بیماری‌ها شاهد افزایش بازدهی مواد غذایی در سطح جهانی بوده‌ایم، اما با توجه به اهمیت تأمین آب مورد نیاز برای آبیاری در زمان مناسب و به‌مقدار کافی، آب به مهم‌ترین عامل تنش‌زا در عرصه مدیریت کشاورزی تبدیل‌شده‌است (۵). پیش‌بینی‌ها نشان‌می‌دهند تا سال ۲۰۵۰میلادی، نزدیک به دوسوم جمعیت دنیا با کمبود آب روبرو خواهند شد. امروزه مشکل دسترسی به منابع آب شیرین یکی از مسائل مهم در اکثر کشورها می‌باشد (۲). با توجه به ارزش بالای آب شیرین سالم، استفاده مجدد از پساب یک گزینه کارآمد برای مدیریت مصرف آب محسوب می‌شود. امروزه بشر به جایی رسیده‌است که تنها رویکرد قابل‌قبول استفاده دوباره و شاید چندباره از پساب‌ها می‌باشد. در کشور ما استفاده مجدد از پساب تصفیه‌شده در حال تبدیل‌شدن به روش مورد تأیید جهت برگشت اجزای مفید فاضلاب به چرخه آب می‌باشد (۹). هرچند پساب تصفیه‌شده در مقایسه با حجم آب آبیاری مورد نیاز، میزان ناچیزی را شامل‌می‌شود اما بهره‌برداری از همین مقدار، باعث می‌شود آب‌های با کیفیت بالاتر را بتوان در مصارف مهم‌تری به‌کار برد (۷). اما چنانچه این پساب‌ها بدون بررسی لازم در کشت گیاهان مختلف استفاده شوند، می‌توانند موجب بروز آلودگی‌های میکروبی در خاک و گیاه شوند، ضمن این‌که چنانچه غلظت برخی عناصر موجود در پساب از حد استاندارد بیشتر باشند، این عناصر به‌تدریج در خاک تجمع‌نموده و در بلندمدت با تغییر خصوصیات

۱ و ۲– به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد واحد بین الملل و دانشیار بخش مهندسی آب، دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز
(*– نویسنده مسئول: Email: ghaemi@shirazu.ac.ir)

شیمیایی خاک باعث کاهش حاصلخیزی این اراضی و تجمع فلزات سنگین در پروفیل خاک مناطق تحت آبیاری می‌شود (۹). حسن-اقلی و همکاران (۳) طی آزمایشی نشان‌دادند، در حالی‌که استفاده از آب چاه پس از دو سال منجر به کاهش ۳۱/۵ درصد مواد آلی خاک منطقه تحت آزمایش شده‌است، آبیاری با پساب میزان مواد آلی خاک را به ترتیب ۴۸/۸ و ۱۴۷/۴ درصد افزایش داده‌است. حسن‌لی و سعادت (۴) گزارش‌کردند استفاده از پساب، موجب افزایش عناصر اصلی و کاهش شوری خاک بخصوص در لایه سطحی و همچنین کاهش Na، Ca و Mg و افزایش pH، P و K لایه سطحی خاک شده‌است. لوپز و همکاران (۱۳) نشان‌دادند استفاده از پساب تصفیه‌شده برای آبیاری زیتون باعث افزایش SAR، EC و Naدر خاک شده‌است. حسین و السعتی (۱۰) با استفاده از مدل ریاضی نشان‌دادند استفاده از پساب بر درصد تغییرات Na و EC خاک در مزارع تحت کشت در عربستان تأثیرگذار بوده است. تحقیقات ابراهیمی‌زاده (۱) نشان‌داد استفاده از پساب در مقایسه با آب چاه باعث افزایش معنی‌دار EC_e و SAR تا عمق ۶۰ سانتی‌متری خاک شده است. تحقیقات کالاوروزیوتیس و همکاران (۱۱) نشان‌داد، کاربرد پساب تصفیه‌شده باعث تجمع برخی فلزات سنگین مثل Cd و Pb در لایه‌های عمیق‌تر خاک می‌شود.

مواد و روش‌ها

در مهر ماه سال۸۹ پژوهشی در زمینی به مساحت تقریبی۲۵۰ مترمربع با بافت رسی‌لومی‌از اراضی دانشکده کشاورزی-شیراز واقع در منطقه باجگاه (به عرض‌جغرافیایی ′۵۰°۲۹ و به طول-جغرافیایی ′۴۶°۵۲ و اختلاف ارتفاع ۱۸۱۰متر از سطح دریا، با متوسط بارندگی سالانه ۳۹۰/۶ میلی‌متر و متوسط سالانه تبخیر ۵/۴ میلی‌متر) انجام شد. این طرح بر اساس بلوک‌های کامل‌تصادفی (RCBD) در ۶ تیمار با ۳ تکرار به نام‌های W (آب‌معمولی یا تیمار شاهد)، TS (پساب تصفیه‌شده)، W-F (آب معمولی همراه با کود N. P. K)، TS-W (پساب تصفیه شده و آب‌معمولی)، TS-F (پساب تصفیه‌شده همراه با کود N. P. K) و TS-W-F (پساب تصفیه‌شده و آب‌معمولی همراه با کود N. P. K) مورد بررسی قرارگرفت. بدین منظور پس از حذف علف‌های هرز زمین مزرعه به-طور یکنواخت شخم‌زده، سپس دیسک و لولر شد و بر مبنای طرح آزمایش به ۱۸کرت مساوی به ابعاد ۳×۳ تقسیم‌بندی گردید. برای آبیاری تیمارها به‌وسیله آب چاه و پساب تصفیه‌شده شهری از دو مخزن ۱۰۰۰ لیتری استفاده شد و برای تزریق کود به شبکه آبیاری یک مخزن ۲۰۰ لیتری و یک دستگاه ونتوری در نظر گرفته شد. با توجه به این‌که طریقه کاشت بروکلی مانند سایر کلم‌ها به‌علت ریز بودن بذر از طریق نشاکاری است، پس از کشت بذور در گلخانه و واردشدن نشاها به مرحله ۴برگی، انتقال نشاها به زمین صورت گرفت. روی هر ردیف با فواصل ۶۰سانتی‌متر از هم یک نشا بروکلی کشت‌شد. در اواسط آبان۸۹ با کاهش شدید دما و ثبت دماهای زیر صفر در ایستگاه هواشناسی دانشکده کشاورزی بیم آن می‌رفت که ادامه این روند، اثرات غیرقابل جبرانی روی بوته‌های کلم‌بروکلی بگذارد، لذا جهت جلوگیری از خطری که آینده این تحقیق را تهدید می‌کرد، بر روی مزرعه تحقیقاتی، گلخانه‌ای تعبیه گردید تا اثرات سوء دماهای زیر صفر کاهش یابد. با توجه به این‌که تا قبل از احداث گلخانه در منطقه باجگاه بارندگی صورت‌نگرفته بود و بارش‌های پس از آن تأثیر درخور توجهی در برطرف نمودن نیاز آبی بروکلی‌های کشت‌شده نداشت. از این‌رو در این پژوهش برای محاسبه نیاز آبی گیاهان مورد تحقیق، از میزان باران مؤثر صرف‌نظر شد و صرفاً میزان تبخیرتعرق پتانسیل کلم‌بروکلی استفاده شد. با توجه به واسنجی معادله پنمن-فائو-مانتیث در این منطقه و نظر به اینکه این معادله تا حدود بسیار زیادی به واقعیت منطقه نزدیک‌تر بود، در این تحقیق از معادله (۱) استفاده و میزان تبخیرتعرق پتانسیل گیاه مرجع (ET_o) با درنظرگرفتن متوسط داده‌های هواشناسی سال‌های گذشته منطقه باجگاه تعیین شد.

$$ET_o=\frac{0.408\Delta(R_n-G)+\gamma[900/(T_m+273)]U_2(e_s-e_a)}{\Delta+\gamma(1+0.34U_2)} \quad (۱)$$

که در آن:

ET_o: تبخیرتعرق گیاه‌مرجع (mm/day)، Δ: شیب منحنی فشاربخار (KPa/°c)، R_n: تابش خالص واردشده به سطح پوشش-گیاهی ($MJ/m^2.day$)، G: شار گرمایی به داخل خاک ($MJ/m^2.day$)، γ: ضریب رطوبتی (KPa/°c)، T_m: میانگین دمای‌هوا در ارتفاع ۲متری از سطح زمین (°c)، U_2: سرعت باد در ارتفاع ۲ متری از سطح زمین (m/s)، e_s: فشاربخار اشباع (KPa) و e_a: فشاربخار واقعی (KPa) می‌باشد.

با توجه به این‌که در این پژوهش از روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی استفاده‌شد برای تعیین تبخیرتعرق پتانسیل کلم‌بروکلی (ET_c) طبق توصیه علیزاده و کمالی (۸) عمل‌گردید، به این ترتیب که با در نظرگرفتن ضریب گیاهی دوگانه (K_{cm}) به تفکیک مراحل رشد، میزان تبخیرتعرق پتانسیل یک بوته کلم بروکلی (ET_c) برای ماه‌هایی که مراحل رشد کلم‌بروکلی در این تحقیق پس از انتقال به زمین‌اصلی در آن ماه‌ها تکمیل می‌شد، با استفاده از معادله (۲) تعیین‌گردید. سپس دور آبیاری محاسبه‌شد، بدین ترتیب که برای محاسبه دور آبیاری قبل از این‌که تحقیق اجرایی شود، ابتدا عمق خالص آب آبیاری (d_n) با معادله (۳) برگرفته از تحقیقات (۱۲ و ۶) تعیین‌گردید. پس از آن با استفاده از معادله (۴)، حداکثر دور آبیاری

(F_x) با جای‌گذاری مقادیر d_nتعیین‌شده و ET_c کلم بروکلی در مهر ماه به عنوان مبنا که ماه شروع و پیک مصرف آب بود، و با فرض سطح خیس‌شده برابر ۴۰درصد، برابر ۱ روز تعیین شد.

$$ET_c=K_{cm}. ET_o \quad (۲)$$

$$d_n=MAD. P_w. W_a. Z_r \quad (۳)$$

$$F_x=d_x/ET_c \quad (۴)$$

که در آن، ET_c: تبخیرتعرق پتانسیل گیاه کشت‌شده (mm/day)، K_{cm}: ضریب گیاهی گیاه کشت‌شده (بدون بعد) و ET_o: تبخیرتعرق گیاه مرجع بر حسب (mm/day) می‌باشد. d_n: عمق خالص آب آبیاری (mm)، MAD: حداکثر تخلیه مجاز رطوبتی (٪)، P_w: درصد مساحت خیس شده خاک (٪)، W_a: ظرفیت نگهداری آب (mm/m) و Z_r: حداکثر عمق توسعه ریشه (m)، F_x: حداکثر دور آبیاری (day) و ET_c: تبخیرتعرق پتانسیل گیاه کلم بروکلی (mm/day) می‌باشد.

پس از تعیین دور آبیاری و عمق خالص‌آبیاری، با توجه به این‌که میزان EC پساب مورد استفاده ds/m۲/۲۱ بود، به‌منظور هدایت شوری به اعماق پایین‌تر ، مازاد بر نیاز آبی کلم‌های کشت شده آب در اختیار کرت‌ها قرارگرفت. برای محاسبه میزان آب مازادی که بایستی به این منظور اعمال می‌شد، از معادله (۵) که کلر و بلیسنر (۱۲) برای تعیین جزء آب‌شویی در آبیاری قطره‌ای ارائه کردند استفاده شد و با توجه به این‌که در این تحقیق از دو کیفیت متفاوت آب استفاده شد، لذا جزء آب‌شویی برای هر کدام بطور جداگانه محاسبه شد و نظر به اینکه میزانLF مورد نیاز برای آبیاری با آب چاه با هدایت الکتریکی ds/m ۰/۵۵ و پساب تصفیه‌شده با هدایت الکتریکی ds/m ۲/۲۱ به ترتیب کمتر و بیشتر از ۱۰درصد بود، برای محاسبه عمق ناخالص آبیاری از روابط (۶) و (۷) که کلر و بلیسنر (۱۲) ارائه کردند، استفاده‌شد و مقادیر عمق ناخالص آبیاری که باید به تفکیک آب مصرفی به زمین داده می‌شد برای ماه‌های مورد تحقیق محاسبه شد. در نهایت با فرض راندمان کاربرد آبیاری برابر ۹۰ درصد، میزان حجم آبی که در هر نوبت آبیاری باید در اختیار گیاه قرارمی‌گرفت، و با استفاده از معادله (۸) تعیین شد و با کمک کنتورحجمی۱اینچ به دقت اعمال و در اختیار تیمارها قرار گرفت که میزان آب داده‌شده به هر تیمار بر حسب (m^3/h) بشرح جدول۱ ارائه شده‌است.

$$LF=[EC_{iw}/2Max\ EC_e] \quad (۵)$$

$$d_g=100[d_n/E_a] \quad \text{آن گاه:} \quad LF<10\% \quad \text{اگر} \quad (۶)$$

$$d_g=100[d_n/E_a\ (1-LF)] \quad \text{آن گاه:} \quad LF>10\% \quad \text{اگر} \quad (۷)$$

$$V_i=d_gP_dA_pN_r \quad (۸)$$

که در این روابط، LF: جزء آب‌شویی، EC_{iw}: هدایت الکتریکی آب آبیاری (ds/m)، Max EC_e: حداکثر هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک (ds/m)، d_g: عمق ناخالص آب آبیاری (mm)، d_n: عمق خالص آب آبیاری (mm) و E_a: راندمان کاربرد آبیاری (٪)، V_i: حجم آب آبیاری روزانه لازم برای هر تیمار (mm)، d_g: نیاز ناخالص آب آبیاری (mm)، P_d: درصد خیس شدگی خاک (٪) ، A_p: مساحت زیر کشت هر پلات آزمایشی (m^2) و N_r: تعداد تکرار هر تیمار می‌باشد.

و نهایتاً پس از برداشت محصول به‌منظور اندازه‌گیری ویژگی‌های شیمیایی خاک شامل pH، EC_e، آنیون‌ها، کاتیون‌ها، عناصر اصلی مورد نیاز گیاه، عناصر کم مصرف و دیگر عناصر به خصوص فلزات سنگین و بررسی تغییرات آن در اثر اعمال تیمارهای مختلف از سه عمق ۳۰-۰، ۶۰-۳۰ و ۹۰-۶۰ سانتی‌متری خاک منطقه تحت کشت روی یکی از خطوطTape واقع در هر کرت به‌صورت تصادفی نمونه‌برداری صورت‌گرفت و پس از خشک‌شدن نمونه‌های خاک و عبور از الک ۲میلی‌متری به آزمایشگاه منتقل‌شد و مورد اندازه‌گیری و تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج و بحث

نتایج آزمون مقایسه میانگین مقادیر اندازه‌گیری‌شده هدایت الکتریکی، نسبت جذب سدیم، pH، N، P، K، Ca، Mg، B، Cl، Na، Fe، Zn، Cu، Mn، HCO_3^-، SO_4^{2-}، Ni، Pb و Cd در اعماق مختلف خاک به تفکیک تیمارهای اعمال شده در جداول ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷ و ۸ نشان داده شده است.

نتایج مقایسه میانگین EC_e لایه ۳۰-۰سانتی‌متری خاک (جدول۲) نشان‌می‌دهد تیمار TS-W-F در بالاترین سطح از نظر آماری قرار دارد و بعد از آن تیمارهای TS، TS-F، TS-W، W و W-F در سطوح بعدی قرار دارند. در دو عمق بعدی تیمارTS-F در بالاترین سطح از نظر آماری می‌باشد. با افزایش عمق مقادیر EC_e تیمارها به‌هم نزدیک شده‌است. طبق جدول۲ از نظر آماری تیمارهای TS-F و TS-W-F بالاترین تأثیر معنی‌دار را بر SAR لایه ۳۰-۰سانتی‌متری خاک دارند. بعد از آن‌ها به‌ترتیب تیمارهای TS، W، TS-W و W-F در سطوح بعدی قرار دارند. نتایج مقایسه میانگین pH لایه ۳۰-۰سانتی‌متری خاک (جدول۲) نشان‌دهنده این حقیقت است که pH خاک تغییر ملموسی نکرده است. در عمق ۶۰-۳۰سانتی‌متری، pH تیمارهای TS و TS-W در بالاترین سطح از نظر آماری قرار دارند. مقایسه pH هر تیمار در هر عمق نشان می‌دهد تغییرات pH در لایه‌های مختلف خاک بسیار محدود بوده که ناشی از حالت تامپونی خاک و پساب می‌باشد.

طبق جدول ۳ بیشترین تجمع ازت در هر سه عمق و به ترتیب در تیمارهای TS، TS-W-F و TS-F و کمترین تأثیر در تیمار شاهد مشاهده می‌شود.

جدول ۱-میزان آب آبیاری صورت گرفته (آب معمولی و پساب تصفیه‌شده) بر حسب (m3/month)

ردیف	ماه	تیمار				
		TS	TS-F	TS-W	TS-W-F	W	W-F
۱	مهر	۳۷۳	۳۷۳	۲۹۹	۲۹۹	۲۲۵	۲۲۵
۲	آبان	۴۲۸	۴۲۸	۳۴۳	۳۴۳	۲۵۸	۲۵۸
۳	آذر	۳۱۳	۳۱۳	۲۵۱	۲۵۱	۱۹۰	۱۹۰
۴	دی	۳۴۵	۳۴۵	۲۷۷	۲۷۷	۲۰۹	۲۰۹
۵	بهمن	۴۹۶	۴۹۶	۳۹۷	۳۹۷	۲۹۹	۲۹۹
۶	اسفند	۴۵۲	۴۵۲	۳۶۲	۳۶۲	۲۷۳	۲۷۳

جدول۲-نتایج مقایسه میانگین مقادیر اندازه‌گیری‌شده ECe، SAR و pH در اعماق مختلف خاک (آزمون دانکن)

ردیف	تیمار	۳۰-۰سانتی‌متری			۶۰-۳۰سانتی‌متری			۹۰-۶۰سانتی‌متری		
		EC_e (ds/m)	SAR	pH	EC_e (ds/m)	SAR	pH	EC_e (ds/m)	SAR	pH
۱	TS	۷/۸۰ (A)	۱/۵۸ (B)	۱/۳۲ (B)	۷/۶۵ (A)	۰/۳۷ (B)	۰/۴۹ (B)	۷/۷۹ (B)	۰/۴۵ (A)	۰/۶۵ (B)
۲	TS-F	۷/۵۹ (B)	۲/۴۳ (A)	۱/۴۹ (B)	۷/۶۹ (A)	۰/۲۰ (D)	۰/۶۲ (A)	۷/۴۴ (B)	۰/۳۱ (B)	۰/۷۷ (A)
۳	TS-W	۷/۵۰ (BC)	۱/۳۱ (B)	۱/۱۰ (B)	۷/۵۴ (B)	۰/۱۵ (D)	۰/۴۷ (B)	۷/۷۷ (B)	۰/۲۶ (B)	۰/۴۷ (C)
۴	TS-W-F	۷/۴۳ (BC)	۲/۳۹ (A)	۲/۰۴ (A)	۷/۶۵ (A)	۰/۴۷ (A)	۰/۴۷ (B)	۷/۵۸ (A)	۰/۲۸ (B)	۰/۶۱ (B)
۵	W	۷/۵۸ (B)	۱/۴۵ (B)	۰/۹۲ (B)	۷/۷۰ (A)	۰/۲۴ (C)	۰/۴۲ (B)	۷/۴۲ (AB)	۰/۱۵ (C)	۰/۴۸ (C)
۶	W-F	۷/۲۶ ©	۱/۱۲ (B)	۱/۲۶ (B)	۷/۷۵ (A)	۰/۲۱ (C)	۰/۴۷ (B)	۷/۶۳ (C)	۰/۲۴ (BC)	۰/۴۷ (C)

*داده‌هایی که در هر ستون و ردیف دارای حروف مشترک می‌باشند، از لحاظ آماری طبق آزمون دانکن در سطح ۵ ٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

همچنین جدول۳ نشان می‌دهد، با افزایش عمق از میزان فسفر خاک کاسته‌شده‌است، اما در تیمارهایی که با کود همراه بودند، میزان فسفر نسبت به بقیه تیمارها بیشتر است. نتایج جدول۳ حاکی از این است که مقادیر پتاسیم لایه سطحی خاک به طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمار TS-W-F قرارگرفته‌است. طبق جدول۴ استفاده از پساب و کودآبیاری در مقایسه با آب معمولی باعث افزایش معنی‌دار کلسیم در تمامی‌عمق‌های مورد مطالعه خاک منطقه تحت آزمایش گردید، ضمن این‌که طبق جدول۴ میزان تجمع منیزیم در لایه سطحی خاک در تیمارهای مشتمل بر پساب نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت. در خصوص تغییرات بُر به این موارد اشاره می‌شود: بالاترین سطح تأثیر در عمق۳۰-۰ اختصاص به تیمار TS دارد و بعد از آن تیمارهای W-F، TS-F، TS-W-F و W در سطوح بعدی قراردارند. به همین ترتیب در عمق ۶۰-۳۰سانتی‌متری تیمارTS بیشترین تأثیر را باعث شده و کمترین تأثیر در تیمارW مشاهده می‌شود. در عمق ۹۰-۶۰، خاک‌های آبیاری‌شده با پساب شرایط بهتری دارند (جدول۴).

نتایج جدول۵ حاکی از این است‌که استفاده از پساب و کود، تأثیر چشم‌گیری بر افزایش یون کلر در لایه۳۰-۰ سانتی متری دارد و تیمارهای اعمال شده، به طور قابل توجهی میزان تجمع یون کلر را در عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متری خاک کاهش‌داده‌اند.

جدول۳-نتایج مقایسه میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده N، P و K در اعماق مختلف خاک (آزمون دانکن)

ردیف	تیمار	۳۰-۰سانتی‌متری			۶۰-۳۰سانتی‌متری			۹۰-۶۰سانتی‌متری		
		N (٪)	P (ppm)	K (meq/L)	N (٪)	P (ppm)	K (meq/L)	N (٪)	P (ppm)	K (meq/L)
۱	TS	(B) ۰/۰۶	(B) ۱۷/۰۰	(A) ۰/۰۸	(A) ۰/۰۳	(C) ۸/۱۷	(A) ۰/۰۳	(A) ۰/۰۲	(B) ۶/۶۷	(A) ۰/۰۶
۲	TS-F	(BC) ۰/۰۵	(A) ۲۶/۶۷	(A) ۰/۰۷	(A) ۰/۰۳	(A) ۱۲/۰۰	(A) ۰/۰۵	(A) ۰/۰۲	(B) ۸/۵۰	(AB) ۰/۰۵
۳	TS-W	(C) ۰/۰۴	(B) ۱۶/۵۰	(A) ۰/۰۶	(A) ۰/۰۲	(AB) ۱۰/۱۷	(A) ۰/۰۳	(A) ۰/۰۳	(B) ۷/۰۰	(B) ۰/۰۴
۴	TS-W-F	(A) ۰/۱۲	(A) ۲۶/۰۰	(A) ۰/۰۷	(A) ۰/۰۲	(A) ۱۱/۶۷	(A) ۰/۰۵	(A) ۰/۰۲	(A) ۱۱/۱۷	(B) ۰/۰۴
۵	W	(BC) ۰/۰۵	(B) ۱۴/۶۷	(A) ۰/۰۴	(A) ۰/۰۲	(CB) ۹/۶۷	(A) ۰/۰۲	(A) ۰/۰۲	(B) ۶/۵۷	(D) ۰/۰۲
۶	W-F	(C) ۰/۰۴	(B) ۱۵/۳۳	(A) ۰/۰۵	(A) ۰/۰۲	(AB) ۱۰/۵۰	(A) ۰/۰۴	(A) ۰/۰۲	(A) ۱۱/۶۷	(C) ۰/۰۳

*داده‌هایی که در هر ستون و ردیف دارای حروف مشترک می‌باشند، از لحاظ آماری طبق آزمون دانکن در سطح ۵ ٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول٤- نتایج مقایسه میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده Ca ، Mg و B در اعماق مختلف خاک (آزمون دانکن)

ردیف	تیمار	۳۰-۰سانتی‌متری			٦۰-۳۰سانتی‌متری			۹۰-٦۰سانتی‌متری		
		(meq/L) Ca	(meq/L) Mg	(ppm) B	(meq/L) Ca	(meq/L) Mg	(ppm) B	(meq/L) Ca	(meq/L) Mg	(ppm) B
۱	TS	(A) ۱/۲۴	(B) ۳/۴۰	(C) ۷/۵۶	(A) ۱/۳۷	(C) ۱/۳۳	(A) ۵/۳۳	(E) ۰/۳۵	(AB) ۱/۴۰	(A) ۳/۸۳
۲	TS-F	(C) ۰/۵۱	(A) ۵/۶۰	(B) ۹/۳۰	(A) ۱/۲۰	(AB) ۲/۲۶	(A) ۴/۹۳	(B) ۰/۸۰	(A) ۱/۷۳	(A) ۳/۷۰
۳	TS-W	(D) ۰/۳۹	(C) ۱/۹۶	(C) ۶/۹۰	(B) ۰/۵۴	(C) ۱/۳۳	(C) ۳/۳۳	(D) ۰/۴۷	(C) ۰/۹۲	(A) ۳/۶۳
۴	TS-W-F	(C) ۰/۵۹	(A) ۶/۷۵	(A) ۱۱/۲۵	(B) ۰/۴۱	(A) ۲/۵۶	(BC) ۳/۵۰	(C) ۰/۶۵	(C) ۰/۹۰	(A) ۳/۶۶
۵	W	(C) ۰/۵۵	(BC) ۲/۳۳	(C) ۶/۵۰	(B) ۰/۲۳	(C) ۱/۳۰	(BC) ۳/۷۶	(A) ۰/۰۲	(C) ۰/۹۶	(B) ۲/۶۰
۶	W-F	(B) ۰/۷۵	(C) ۱/۹۶	(C) ۷/۱۰	(A) ۱/۲۵	(BC) ۱/۷۶	(B) ۴/۰۳	(A) ۰/۹۵	(BC) ۱/۱۶	(A) ۳/۷۳

*داده‌هایی که در هر ستون و ردیف دارای حروف مشترک می‌باشند، از لحاظ آماری طبق آزمون دانکن در سطح ۵ ٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

بر مبنای جدول ۵ خاک‌های تحت آبیاری تیمارW-F در لایه ۳۰-۰سانتی‌متری خاک بیشترین مقدار تجمع آهن را به میزان۱۲/۳۳ ppm به‌خود اختصاص داده‌اند. همچنین تیمارهای اعمال‌شده فقط در عمق۳۰-۰سانتی‌متری بر میزان سدیم اثر افزایشی داشتند و بعد از آن میزان سدیم به‌شدت افت می‌کند، به طوری‌که میزان تجمع سدیم در لایه های عمیق تر تقریباً در یک حدود می‌باشد (جدول۵). بر مبنای جدول ۶ بالاترین سطح تجمع روی در لایه ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک و در تیمارهای TS-F و TS-W-F مشاهده می‌شود، اما تیمارها همگی در دو لایه دیگر، تقریباً تأثیر ثابت و یکنواختی داشته اند. این در حالی‌است‌که در عمق ۳۰سانتی‌متری، مقادیر مس خاک آبیاری‌شده با تیمارهای TS و TS-F بالاترین سطح آماری را به خود اختصاص داده است. این امر نشان‌می‌دهد کاربرد پساب بر تجمع مس در خاک اثر معنی‌دار داشته‌است. تیمار W-F، میزان منگنز را در لایه‌های سطحی و عمیق خاک در مقایسه با تیمارهای شامل پساب به طور محسوسی افزایش داده‌است (جدول۶).

مقایسه میانگین مقادیر بی‌کربنات در جدول ۷ نشان می‌دهد که استفاده از پساب باعث افزایش تجمع بی‌کربنات در خاک شده، همچنین کاربرد پساب تصفیه‌شده و آب همراه با کود N. P. K (تیمارTS-W-F) نسبت به بقیه تیمارهای اعمال شده تأثیر چشم‌گیری بر تجمع سولفات در عمق۳۰-۰ سانتی‌متری خاک گذاشته است. ضمن این‌که با افزایش عمق، میزان سولفات موجود در لایه های۳۰-۹۰ سانتی‌متری خاک به‌شدت افت نموده‌است (جدول ۷). استفاده از پساب باعث افزایش تجمع میزان فلزات سنگین نیکل، سرب و کادمیم در خاک منطقه تحت مطالعه گردید. بطوری‌که در تیمارهایی که از پساب استفاده شده است بیشترین تجمع نیکل در لایه‌های عمیق‌تر خاک و به‌ترتیب در تیمارهای TS، TS-W-F وTS-W مشاهده می‌شود. همچنین تیمارهایTS-F وTS-W-F بیشترین میزان سرب تجمع‌یافته را نشان می‌دهند. ضمن این‌که در لایه‌های تحت مطالعه بالاترین سطح تأثیر معنی‌دار تجمع کادمیم به تیمارهای مشتمل بر پساب اختصاص دارد (جدول۸).

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج این تحقیق هدایت الکتریکی تا عمق ۳۰سانتی‌متری خاک در اثر آبیاری با پساب و کودآبیاری در مقایسه با آب معمولی، افزایش معنی‌داری یافت. اما محاسبه و اعمال جزء آب‌شویی در آبیاری باعث شد شوری به اعماق خاک هدایت‌شود، از این‌رو با افزایش عمق خاک از میزان هدایت الکتریکی (شوری خاک) کاسته‌شد.

همچنین استفاده از پساب تصفیه‌شده فاضلاب باعث افزایش pH در لایه سطحی خاک شد. هرچند این افزایش با توجه به بافر بودن فاضلاب و محیط خاک و مقاومت آن در برابر تغییرات pH اندک بود.

جدول۵- نتایج مقایسه میانگین مقادیر اندازه گیری شده Cl، Fe و Na در اعماق مختلف خاک (آزمون دانکن)

ردیف	تیمار	۳۰-۰سانتی‌متری			٦۰-۳۰سانتی‌متری			۹۰-٦۰سانتی‌متری		
		(meq/L) Cl	(ppm) Fe	(meq/L) Na	(meq/L) Cl	(ppm) Fe	(meq/L) Na	(meq/L) Cl	(ppm) Fe	(meq/L) Na
۱	TS	(C) ۳/۳۳	(D) ۲/۲۷	(A) ۳/۷۷	(A) ۰/۶۳	(C) ۱/۸۳	(C) ۰/۸۷	(AB) ۰/۴۷	(D) ۱/۶۷	(C) ۰/۵۷
۲	TS-F	(B) ۴/۷۰	(B) ۱۱/۳۳	(A) ۳/۹۳	(B) ۰/۵۰	(A) ۹/۸۳	(C) ۰/۶۷	(C) ۰/۲۷	(B) ۴/۵۳	(C) ۰/۵۳
۳	TS-W	(D) ۲/۵۲	(D) ۲/۳۷	(B) ۲/۵۰	(C) ۰/۳۳	(C) ۱/۵۳	(A) ۲/۳۰	(C) ۰/۲۷	(D) ۱/۸۳	(A) ۴/۲۰
۴	TS-W-F	(A) ۶/۰۰	(C) ۸/۲۷	(A) ۳/۸۵	(BC) ۰/۴۰	(B) ۷/۰۰	(C) ۰/۵۳	(A) ۰/۵۳	(C) ۳/۲۳	(B) ۲/۴۰
۵	W	(D) ۲/۵۰	(D) ۲/۲۷	(C) ۰/۸۰	(D) ۰/۲۷	(C) ۲/۲۳	(C) ۰/۵۳	(BC) ۰/۳۳	(D) ۲/۱۳	(C) ۰/۶۷
۶	W-F	(D) ۲/۲۳	(A) ۱۲/۳۳	(B) ۲/۸۳	(C) ۰/۳۳	(B) ۷/۱۰	(B) ۱/۷۰	(B) ۰/۴۰	(A) ۸/۴۰	(C) ۰/۵۷

*داده‌هایی که در هر ستون و ردیف دارای حروف مشترک می‌باشند، از لحاظ آماری طبق آزمون دانکن در سطح ۵ ٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول۶- نتایج مقایسه میانگین مقادیر اندازه‌گیری‌شده Zn، Cu و Mn در اعماق مختلف خاک (آزمون دانکن)

ردیف	تیمار	۳۰-۰سانتی‌متری			۶۰-۳۰سانتی‌متری			۹۰-۶۰سانتی‌متری		
		(ppm) Zn	(ppm) Cu	(ppm) Mn	(ppm) Zn	(ppm) Cu	(ppm) Mn	(ppm) Zn	(ppm) Cu	(ppm) Mn
۱	TS	(C) ۶/۳۰	(A) ۱/۰۰	(B) ۲/۴۳	(B) ۶/۹۷	(A) ۰/۸۳	(A) ۰/۷۳	(D) ۲/۶۰	(B) ۰/۴۵	(B) ۰/۳۰
۲	TS-F	(B) ۸/۸۰	(A) ۱/۰۱	(A) ۶/۹۳	(A) ۸/۰۰	(A) ۰/۸۳	(B) ۰/۴۳	(C) ۳/۲۳	(B) ۰/۴۳	(A) ۱/۱۰
۳	TS-W	(D) ۴/۴۵	(B) ۰/۸۷	(B) ۲/۸۷	(C) ۴/۳۰	(B) ۰/۵۶	(B) ۰/۲۹	(BC) ۳/۳۰	(A) ۰/۵۷	(B) ۰/۲۱
۴	TS-W-F	(C) ۵/۶۳	(AB) ۰/۹۰	(A) ۷/۱۳	(C) ۴/۰۰	(B) ۰/۵۸	(B) ۰/۳۶	(B) ۳/۸۳	(A) ۰/۶۰	(B) ۰/۳۰
۵	W	(D) ۳/۹۳	(C) ۰/۷۳	(D) ۰/۵۲	(C) ۳/۸۰	(B) ۰/۵۵	(B) ۰/۳۱	(C) ۳/۲۰	(B) ۰/۴۴	(B) ۰/۱۹
۶	W-F	(A) ۹/۸۳	(BC) ۰/۸۰	(C) ۱/۹۷	(B) ۶/۰۳	(A) ۰/۸۳	(B) ۰/۳۰	(A) ۵/۴۷	(B) ۰/۴۸	(B) ۰/۲۲

*داده‌هایی که در هر ستون و ردیف دارای حروف مشترک می‌باشند، از لحاظ آماری طبق آزمون دانکن در سطح ۵ ٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول۷-نتایج مقایسه میانگین مقادیر اندازه‌گیری‌شده -HCO3 و -SO42 در اعماق مختلف خاک (آزمون دانکن)

ردیف	تیمار	۳۰-۰سانتی‌متری		۶۰-۳۰سانتی‌متری		۹۰-۶۰سانتی‌متری	
		HCO_3^- (meq/L)	SO_4^{2-} (meq/L)	HCO_3^- (meq/L)	SO_4^{2-} (meq/L)	HCO_3^- (meq/L)	SO_4^{2-} (meq/L)
۱	TS	(C) ۶/۵۳	(A) ۴/۲۳	(B) ۲/۹۰	(A) ۳/۷۷	(C) ۰/۴۷	(A) ۴/۰۰
۲	TS-F	(D) ۵/۳۰	(A) ۴/۱۷	(A) ۵/۱۳	(A) ۴/۱۰	(C) ۰/۲۰	(A) ۴/۰۷
۳	TS-W	(B) ۸/۵۰	(A) ۴/۲۳	(C) ۱/۲۰	(A) ۳/۹۳	(C) ۰/۵۰	(A) ۳/۸۲
۴	TS-W-F	(A) ۱۱/۹۰	(A) ۴/۲۵	(C) ۱/۴۳	(A) ۳/۸۷	(A) ۲/۳۷	(A) ۴/۲۰
۵	W	(E) ۴/۰۰	(B) ۳/۷۱	(C) ۰/۹۷	(A) ۳/۹۰	(C) ۰/۳۳	(A) ۳/۸۳
۶	W-F	(E) ۳/۴۳	(AB) ۳/۹۷	(C) ۱/۳۰	(A) ۴/۰۰	(B) ۱/۵۰	(A) ۳/۹۰

*داده‌هایی که در هر ستون و ردیف دارای حروف مشترک می‌باشند، از لحاظ آماری طبق آزمون دانکن در سطح ۵ ٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول۸- نتایج مقایسه میانگین مقادیر اندازه گیری شده Ni، Pb و Cd در اعماق مختلف خاک (آزمون دانکن)

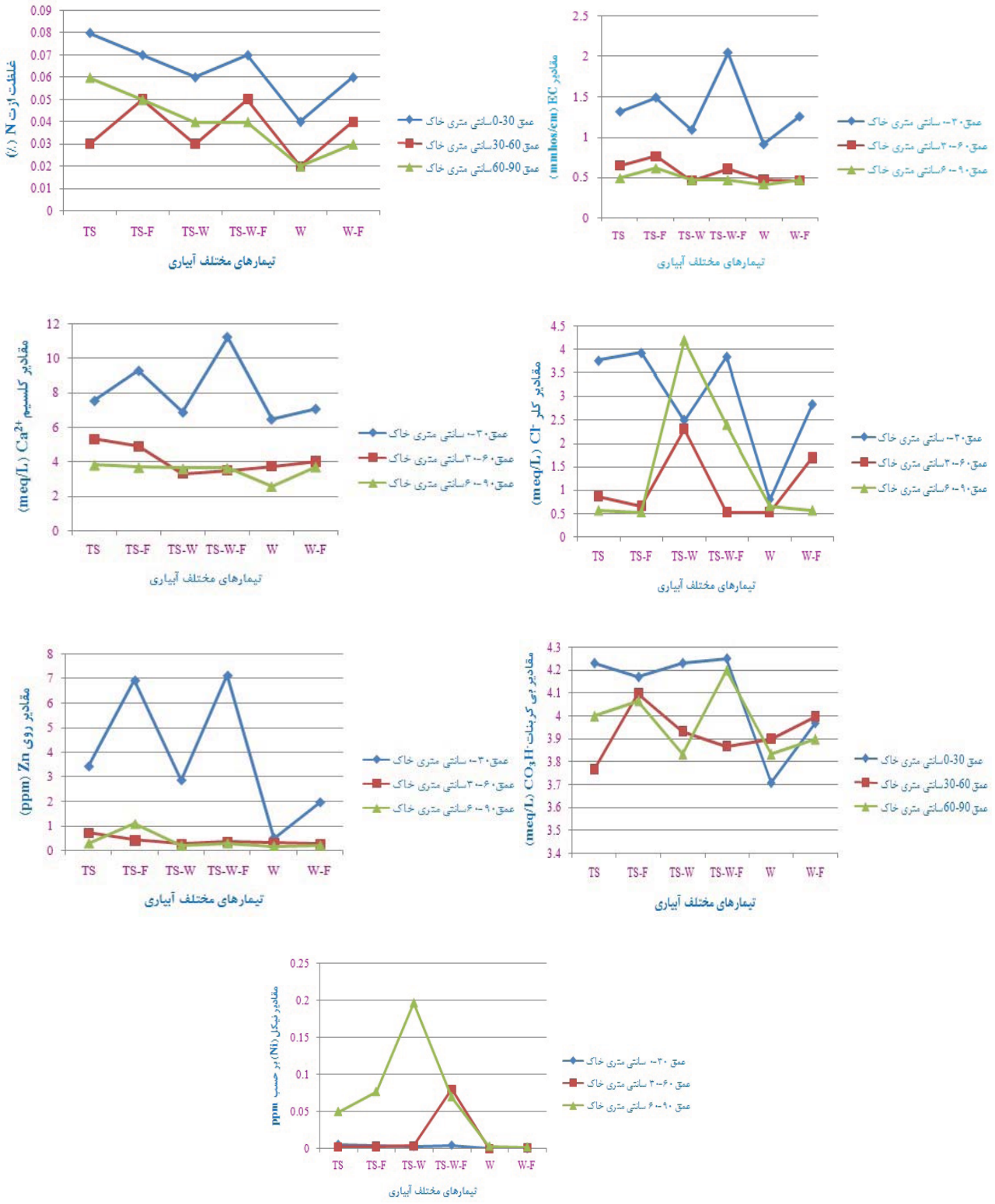
ردیف	تیمار	۳۰-۰سانتی‌متری			۶۰-۳۰سانتی‌متری			۹۰-۶۰سانتی‌متری		
		(ppm) Ni	(ppm) Pb	(ppm) Cd	(ppm) Ni	(ppm) Pb	(ppm) Cd	(ppm) Ni	(ppm) Pb	(ppm) Cd
۱	TS	(A) ۰/۰۰۶	(A) ۰/۴۶	(B) ۰/۰۲۱	(B) ۰/۰۰۲	(B) ۰/۳۵	(A) ۰/۰۱۷	(B) ۰/۰۵	(A) ۰/۳۲	(B) ۰/۰۰۶
۲	TS-F	(B) ۰/۰۰۴	(A) ۰/۴۸	(A) ۰/۰۲۵	(B) ۰/۰۰۳	(B) ۰/۳۵	(A) ۰/۰۱۵	(B) ۰/۰۷۷	(B) ۰/۲۷	(C) ۰/۰۰۴
۳	TS-W	(B) ۰/۰۰۳	(B) ۰/۳۹	(A) ۰/۰۲۷	(B) ۰/۰۰۴	(B) ۰/۳۴	(B) ۰/۰۱۱	(A) ۰/۱۹۷	(A) ۰/۳۷	(D) ۰/۰۰۲
۴	TS-W-F	(B) ۰/۰۰۵	(C) ۰/۳۳	(A) ۰/۰۲۷	(A) ۰/۰۸	(A) ۰/۴۵	(A) ۰/۰۱۴	(B) ۰/۰۷	(A) ۰/۴۲	(A) ۰/۰۰۸
۵	W	(C) ۰	(AB) ۰/۴۰	(C) ۰	(B) ۰	(B) ۰/۵۵	(C) ۰	(C) ۰/۰۰۳	(B) ۰/۲۹	(E) ۰/۰۰۱
۶	W-F	(C) ۰/۰۰۱	(D) ۰/۲۰	(C) ۰	(B) ۰/۰۰۱	(C) ۰/۲۵	(C) ۰	(C) ۰/۰۰۲	(B) ۰/۲۶	(E) ۰/۰۰۱

*داده‌هایی که در هر ستون و ردیف دارای حروف مشترک می‌باشند، از لحاظ آماری طبق آزمون دانکن در سطح ۵ ٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

در ضمن، تیمارهای مشتمل بر پساب باعث افزایش نسبت جذبی سدیم (SAR) در لایه سطحی خاک شد. هرچند این تأثیر در تیمارهایی که از کود و فاضلاب بهره برده‌اند به‌مراتب بیشتر بود.

استفاده از پساب و کودآبیاری در مقایسه با آب معمولی باعث افزایش میزان تجمع ازت، کلسیم و فسفر در تمامی‌عمق‌های مورد مطالعه خاک منطقه تحت آزمایش گردید. همچنین میزان تجمع پتاسیم و منیزیم در لایه سطحی در تیمارهای مشتمل بر پساب نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت. از میان عناصر کم‌مصرف میزان تجمع بُر، سدیم، آهن، روی و مس در تیمارهای آبیاری‌شده با پساب و کودآبیاری در مقایسه با تیمار شاهد در عمق۳۰-۰ سانتی‌متری خاک افزایش یافت، استفاده از پساب همچنین باعث افزایش تجمع سولفات و بی‌کربنات در خاک گردید که این تأثیر نسبت به تیمار شاهد معنی‌دار بود. همان‌گونه که انتظار می‌رفت، استفاده از پساب فاضلاب باعث افزایش تجمع میزان فلزات سنگین نیکل، سرب و کادمیم در خاک منطقه تحت مطالعه گردید.

نتایج کلی این پژوهش نشان می‌دهد با استفاده از روش‌های نوین آبیاری با پیش‌بینی سیستم‌های کامل پالایشی و صافی و بهره جستن از الگوی مدیریتی کارآمد بر اساس نیاز آبی گیاه، با در نظر گرفتن منشأ فاضلاب و کیفیت پساب تصفیه‌شده می‌توان بدون نگرانی جدی از آن، برای آبیاری فضای سبز و درختان غیرمثمر استفاده کرد.



شکل۱-مقایسه تغییرات EC_e، N، Ca، Cl، Zn، HCO_3^- و Ni در اعماق مختلف خاک

هرچند در این مورد نیز باید به تجمع برخی از عناصر شیمیایی و به خصوص فلزات سنگین در خاک در طول زمان توجه داشت.

استفاده از پساب تصفیه‌شده فاضلاب برای آبیاری گیاهان مثمری چون کلم بروکلی نیاز به کیفیتی به مراتب بالاتر از پساب تصفیه شده فاضلاب شهری شیراز دارد.

منابع

۱- ابراهیمی‌زاده م. ۱۳۸۶. تأثیر پساب و آب معمولی با سه روش آبیاری (قطره‌ای نواری، زیرسطحی و جویچه‌ای) بر بهره‌وری آب و کود، رشد ذرت و ویژگی‌های خاک با حداقل اثرات زیست محیطی. پایان نامه کارشناسی ارشد مدیریت مناطق بیابانی. دانشکده کشاورزی. دانشگاه شیراز. ۱۴۲ صفحه.

۲- حسانی م. و خالدی ه. ۱۳۸۳. شناخت و ارتقای بهره‌وری آب کشاورزی به نظور تأمین امنیت آبی و غذایی کشور. مجموعه مقالات یازدهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. ۳-۴دی ماه ۱۳۸۲. ۶۵۷-۶۴۷.

۳- حسن‌اقلی ع. و لیاقت ع. و میراب زاده م. ۱۳۸۱. تغییرات میزان مواد آلی خاک در نتیجه آبیاری با فاضلاب‌های خانگی و خودپالایی آن. مجله آب و فاضلاب. شماره ۴۲. صفحات ۵۲-۴۶.

۴- حسن‌لی ع. م. و سعادت، ی. ۱۳۸۴. تغییرات برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک در اثر آبیاری با پساب. مجموعه مقالات نهمین کنگره علوم خاک ایران، تهران. شهریور ۱۳۸۴. جلد اول. صفحات ۴۳۹-۴۳۸.

۵- ذامیادی ا. و لیاقت ع. و ثواقبی غ. ر. و حسن‌اقلی ع. ر. ۱۳۸۱. مدیریت استفاده از فاضلاب صنعتی در کشاورزی. مجموعه مقالات یازدهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. ۳-۴ دی ماه ۱۳۸۲. صفحات۳۵۸-۳۴۷.

۶- جاعیان ف. ۱۳۸۸. بررسی مزرعه ای یکنواختی پخش آب و کود در سطح و پروفیل خاک در سیستم آبیاری میکرو. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شیراز.

۷- عابدی م. ج. و نجفی پ. ۱۳۸۰. استفاده از فاضلاب تصفیه‌شده در کشاورزی. انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. صفحه ۲۴۸.

۸- علیزاده ا. و کمالی غ.ع. ۱۳۸۶. نیاز آبی گیاهان در ایران. مشهد. انتشارات دانشگاه امام رضا. چاپ اول. ۲۲۸ صفحه .

۹- لیلی م. و سمائی م.ر. و دهستانی س. ۱۳۸۹. مدیریت فاضلاب شهری. تهران. انتشارات اندیشه رفیع. ۲۹۳ صفحه.

10- Hussain G. and Al-Saati A. J. 1999. Wastewater Quality and its reuse in agriculture in Saudi Arabia . The salination , 123:pp 241-251.

11- Kalavrouziotis I. K., Koukoulakis P. H., Sakellariou-Makrantonaki M. and Papanikolaou C. 2008. " Effects of treated municipal wastewater on the essential nutrient interactions in the plant of *Brassica oleracea*. Department of Environmental and Natural Resources Management, University of Ioannina, G. Seferi 2, GR-301 00, Agrinion, Greece. June 2009, pp 297-312.

12- Keller J. and Bliesner R. D. 1990. Sprinkler and trickle irrigation. An avi book. Van Nostrand Reinhold, New York. 652 p.

13- Lopez A., Pollice A., Lonigro A., Masi S., Palese A. M., Cirelli G. L., Toscano, A. and Passino, R. 2006. Agriculture wastewater reuse in southern Italy . Desaliniation, 187: pp 323-334.

Journal of Water and Soil
Vol. 26, No.5, Nov.-Dec. 2012, p. 1119-1127

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۶، شماره ۵، آذر – دی ۱۳۹۱، ص. ۱۱۲۷-۱۱۱۹

Investigation of the Effect of Irrigation Water Quality, Treated Wastewater and N. P. K Fertilizer Management in Broccoli Cultivation on Soil Chemical Properties

A. Atefi[1] - A. A. Ghaemi[2*]
Received: 11-11-2011
Accepted: 04-04-2012

Abstract

The aim of the present research is to study the effect of both different irrigation water quality (treated wastewater and urban water) and N. P. K fertilizer via Tape subsurface micro irrigation on the soil chemical properties in the test area was investigated in Fras Bajgah Region in 2010. In this study, the impact of treated Shiraz urban wastewater under micro irrigation in broccoli cultivation on the soil chemical properties was evaluated. According to the results of this research, Electrical Conductivity to a depth of 30 cm of soil was increased significantly due to irrigation with wastewater and irrigation fertilizer comparing to urban water. Also, using wastewater increased pH in surface layer of soil. Although, considering the buffer wastewater and soil environment and its resistance to ph variations, there was little increase. Moreover, the treatment containing the wastewater was led to increase Sodium Absorption Ratio (SAR) in the surface layer of soil. However, this effect was more in treatments which that have benefited the fertilizer and wastewater. Also, variations of Bicarbonate , Sulfate and accumulation B , sodium;Na, ferro;Fe, zinc;Zn, copper;Cu, potassium;K and magnesium;Mg, to a depth of 30 cm of soil and also the accumulation of nitrogen, calcium, phosphorus in the depth of soil in an area under studying was increased significantly due to irrigation with wastewater and irrigation fertilizer comparing to urban water. As expected, using the wastewater increases the concentration of heavy metals of nickel, lead and cadmium in under studying soil area.

Keywords: Treated wastewater, Microirrigation, Broccoli, Fertilizer, Soil chemical properties

1,2- Former, M.Sc. Student, International Devision in Qeshm and Associate Professor, Water Engineering Dept., Shiraz University, respectively
(*-Corresponding Author Email: ghaemi@shirazu. ac. ir)