اثرات آبیاری با نسبت‌های مختلف فاضلاب شهری بر کمیت و کیفیت ارزن علوفه ای نوتریفید در برداشت های مختلف

حسن فیضی[۱]، پرویز رضوانی مقدم[۲]، حمید برکی[۱]

۱. دانشجویان دکتری اکولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی

۲. استاد گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی

چکیده

به منظور بررسی تاثیر آبیاری با فاضلاب های شهری تصفیه شده و زمان‌های مختلف برداشت بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه ارزن علوفه ای، همچنین تعیین پیامدهای سوء بهداشتی احتمالی، آزمایش اسپلیت پلات با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در مزرعه نمونه آستان قدس رضوی مشهد به اجرا درآمد. تیمارهای آزمایش نسبت‌های مختلف آب فاضلاب و آب چاه شامل ۰ ، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد آب فاضلاب شهری به عنوان فاکتور اصلی بود و فاکتور فرعی شامل سه برداشت (۷۰ روز پس از کاشت و به فاصله هر دو هفته) علوفه بود. نتایج نشان داد که عملکرد علوفه تر و ماده خشک ارزن علوفه ای نوتریفید تحت تاثیر تیمار فاضلاب قرار گرفت و از نظر آماری دارای اختلاف (سطح ۵ درصد) معنی داری بود. اثر تاریخ برداشت‌ها نیز بر عملکرد علوفه تر و خشک معنی دار (سطح ۵ درصد) بود. درصد ماده خشک علوفه تحت تاثیر تیمار فاضلاب قرار گرفت ولی برداشت‌های مختلف تاثیری بر آن نداشت. درصد و عملکرد پروتئین علوفه آبیاری شده با آب فاضلاب (۷۵ درصد آب فاضلاب) بیش از سایر تیمارها بود. همچنین مشخص گردید آبیاری با آب فاضلاب تصفیه شده، در شرایط این آزمایش هیچگونه آثار سوئی از لحاظ بهداشتی و آلودگی عناصر سنگین (سرب و کادمیم) بر خاک و گیاه نداشت.

واژه های کلیدی: فاضلاب شهری، عملکرد کمی و کیفی، ارزن نوتریفید

مقدمه

با توجه به محدود بودن منابع آب شیرین در کشور و محدودیت روز افزون آن و با توجه به افزایش تدریجی فاضلاب‌های شهری، جایگزینی آب مورد نیاز کشاورزی با پساب تصفیه شده حاصل از فاضلاب‌های شهری تا حدودی می تواند از مشکلات ناشی از تامین آب شرب و معضلات بهداشتی دفع نامناسب این فاضلاب‌ها بکاهد. به علاوه، استفاده مجدد از فاضلاب‌های تصفیه شده در کشاورزی باعث بهینه سازی و حفظ موجودیت منابع آب از طریق برگشت دادن جریان‌های فاضلاب به زمین، صرفه جویی در هزینه مصرف کودهای شیمیایی، بهبود وضعیت شهرها، گستردگی فضای سبز و مناطق زیبا، کنترل بیابان زایی، حفاظت خاک و بهبود کیفیت آن از طریق رشد گیاهان و جلوگیری از فرسایش خاک خواهد شد (بی-نام، ۱۹۹۸). بطور کلی آبیاری با فاضلاب-های تصفیه شده به منظور ایجاد روش تکمیلی برای فاضلاب، استفاده از آب‌های بازیافتی بعنوان یک منبع آب قابل دسترس برای کشاورزی و استفاده بعنوان منبع عناصر غذایی که به حفظ کودهای معدنی و افزایش عملکرد کمک می کند، انجام می شود (فونسا و همکاران، ۲۰۰۷). حتی در برخی از کشورها بخشی از فاضلاب‌های شهری پس از تصفیه، به مصرف شرب مردم می رسد. بعنوان مثال شهر ویندهوک در جنوب آفریقا آب شرب خود را مستقیماً از پساب تصفیه شده تامین می‌کند (رلامیس،۱۹۸۵). از طرف دیگر باید توجه داشت که استفاده از فاضلاب شهری خام و تصفیه نشده بدون ارزیابی ریسک آن و مدیریت برای آبیاری، می تواند خطر جدی برای آب، خاک و در نهایت انسان بشمار رود (مرتضی و همکاران، ۲۰۰۸).

گیاهان علوفه ای بدلیل ظرفیت جذب بالای عناصر غذایی و توانایی جلوگیری از فرآیندهای فرسایش، گزینه ای مناسب جهت آبیاری با فاضلاب‌ها هستند (فونسا و همکاران، ۲۰۰۷). نتایج بررسی های انجام شده نشان داده است که آبیاری با فاضلاب شهری در مقایسه با آب چاه، عملکرد

سورگوم را ۲/۵ برابر و عملکرد سبزیجات را ۳ برابر افزایش داد. محققان ملاحظه کردند که محصول آبیاری شده با فاضلاب، از رشد بیشتر و رنگ سبز تیره تری برخوردار بود(آسانو و پتی گرا، ۱۹۸۷). رباطی و همکاران (۱۹۸۸) تاثیر نامطلوب فاضلاب شهر فیروزآباد را که برای آبیاری سبزیکاری جنوب تهران و اطراف ورامین مصرف می شوند را بررسی نمودند و تجمع برخی عناصر سنگین در سبزیجات را که بیش از حد مجاز بود یادآور شدند. دانش(۱۹۹۱) اثر فاضلاب تصفیه شده خانگی را بر کیفیت و کمیت گیاهان چغندرقند و چغندر علوفه ای بررسی کرد و نتیجه گرفت که استفاده از پساب شهری میزان عملکرد هر دو گیاه را افزایش می دهد ولی باعث کاهش عیار قند چغندرقند می شود. کانگ و همکاران(۱۹۸۳) در بررسی خود استفاده از لجن فاضلاب را بعنوان یک ماده مناسب اصلاح کننده خاک معرفی کردند. نتایج مطالعه چندین ساله آنها نشان می‌دهد که کاربرد لجن فاضلاب شهری، منجر به تغییر خواص فیزیکی خاک شد و ظرفیت نگهداری و رسانایی هیدرولیکی خاک افزایش یافت در حالیکه وزن مخصوص ظاهری خاک کاهش نشان داد . آسانو و پتی گراو (۱۹۸۷) در کالیفرنیا اثرات پخش فاضلاب تصفیه شده را روی اراضی کشاورزی بررسی نمودند و نتیجه گرفتند که چه از نظر کشاورزی و چه از نظر بهداشتی ، پخش پساب هیچگونه اثر سوئی بر آبهای زیرزمینی، خاک و یا محصولات زراعی نداشت. پژوهشگران دیگر نیز تاثیر دراز مدت کاربرد فاضلاب را به منظور تامین برخی از عناصر غذایی گیاه (نیتروژن و فسفر) مورد مطالعه قرار دادند و در مقادیر مصرف شده تا مدت هفت سال اثر نامطلوبی از تجمع فلزات سنگین مشاهده نکردند (کانگ، ۱۹۸۳، و انتراسیبل، ۱۹۹۲). کلاپ و همکاران (۱۹۸۷) اثر پساب شهری تصفیه شده را در چند ایالت امریکا بر عملکرد ذرت و تعدادی گیاهان علوفه ای مطالعه نمودند و به این نتیجه رسیدند که تاثیر پساب با کاربرد کود شیمیایی بصورت نیترات آمونیم از نظر تامین نیاز گیاه کاملا قابل رقابت بود. بورا و همکاران (۱۹۸۷) در

یک آزمایش ۵ ساله تاثیر آبیاری با پساب تصفیه شده را بر سبزیجاتی که بصورت خام مصرف می‌شوند مورد مطالعه قرار دادند و تاثیر سوئی بر خاک و یا آبهای زیرزمینی مشاهده نکردند. بنی صدر و همکاران(۱۹۹۶) به منظور شناخت بهترین زمان برداشت، چین اول ارزن علوفه ای را ۸۹ روز پس از کاشت و چین دوم را ۶۰ روز پس از آن گزارش کردند.

هدف از این پژوهش شناخت چگونگی تاثیر درصدهای مختلف آبیاری با فاضلاب شهری تصفیه شده بر خصوصیات کمی و کیفی ارزن علوفه ای نوتریفید در چین های مختلف و همچنین تعیین پیامدهای سوء احتمالی بر خاک و گیاه در شرایط آب و هوایی مشهد بود.

مواد و روشها

این مطالعه در مزرعه نمونه آستان قدس رضوی مشهد واقع در کیلومتر ۱۷ جاده مشهد سرخس به اجرا در آمد. قبل از پیاده کردن طرح و بعد از اتمام فصل رشد از خاک مزرعه نمونه‌برداری شد و به آزمایشگاه ارسال گردید.آزمایش بصورت اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوکهای کامل تصادفی به اجرا درآمد. در این بررسی اثر پنج تیمار آب شامل درصدهای مختلف فاضلاب صفر (آب خالص)، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ فاضلاب از طریق تنظیم تعداد دفعات آبیاری با آب چاه و فاضلاب در چهار تکرار بر خصوصیات کمی و کیفی ارزن علوفه ای نوتریفید در سه برداشت مختلف مورد مطالعه قرار گرفت. قبل از کاشت و پس از انجام عملیات آماده سازی زمین مقدار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل در زمین توزیع شد سپس ردیفهایی به عرض ۷۵ سانتی متر ایجاد گردید. ابعاد کرت اصلی (تیمارهای فاضلاب) ۱۲×۸ متر و ابعاد هر کرت فرعی (تیمار تاریخ برداشت) ۳/۷۵×۸ متر در نظر گرفته شد. جهت جلوگیری از نفوذ آب به کرتهای مجاور، فاصله دو کرت مجاور در پلاتهای اصلی ۱/۵ متر و فاصله دو تکرار از هم سه متر در نظر گرفته شد. بذور ارزن علوفه ای نوتریفید در هفته اول اردیبهشت ماه بصورت متراکم کشت و بلافاصله با آب معمولی آبیاری شد.

تا مرحله حدود ۸۵ درصد سبز کردن از آب معمولی استفاده شد و پس از آن تیمارهای فاضلاب بر اساس نوبت آبیاری اعمال شدند. پس از استقرار گیاهچه ها و در مرحله ٤-۳ برگی (حدود سه هفته پس از کاشت)، عملیات تنک بوته انجام شد و فاصله دو بوته روی ردیف ۱۰-۸ سانتیمتر تنظیم شد. بعد از انجام عملیات تنک، سله شکنی و مبارزه با علفهای هرز با استفاده از کارگر انجام شد و کود اوره معادل ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بصورت سرک به هر یک از کرتها داده شد و بلافاصله آبیاری انجام گردید. در مبارزه با علفهای هرز پهن برگ علاوه بر وجین دستی، یک نوبت از علفکش توفوردی نیز استفاده شد. برداشت اول حدود ۷۰ روز پس از کاشت و برداشت دوم حدود دو هفته پس از آن و برداشت سوم حدود چهار هفته پس از برداشت اول انجام شد. برداشت بوته ها در سطح ۵/۲۵ مترمربع درهر کرت و از ارتفاع ۱۵-۱۰ سانتی متری سطح زمین صورت گرفت و بلافاصله وزن علوفه تر تعیین و دو نمونه یک کیلوگرمی بصورت تصادفی انتخاب و به آزمایشگاه ارسال گردید. در آزمایشگاه برگ، غلاف برگ و ساقه ها جدا گردیده در آون الکتریکی در دمای ۷۵ درجه سانتیگراد بمدت ۷۲ ساعت خشک شده و وزن خشک آنها تعیین گردید. خصوصیات عمده مورد بررسی روی نمونه های خاک عبارت از صفات کلی فرمهای میکربی، اکسیژن مورد نیاز تجزیه بیولوژیکی (BOD[1])، غلظت عناصر سنگین سرب و کادمیم بودند. غلظت این دو عنصر در نمونه های گیاهی در چین آخر نیز تعیین گردید.

به منظور بررسی صفات کیفی علوفه، درصد پروتئین خام[2]، درصد الیاف خام[3]، درصد چربی و درصد خاکستر علوفه مورد ارزیابی قرار گرفت. تجزیه و تحلیل آماری داده های بدست آمده با استفاده از نرم افزار MSTAT-C و مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن انجام صورت گرفت. با توجه به تعداد زیاد نمونه ها در این گزارش آزمایشات کیفی تنها روی یک نمونه از هر تیمار فاضلاب (چین آخر) انجام شد. لذا در این گزارش نتایج آزمایشات

1. Biological oxygen demand
2. Crude protein percent
3. Crude Fiber percent

کیفی مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار نگرفتند.

خصوصیات پساب مورد استفاده

با توجه به جدول ۱ که در آن نتایج آزمایش بهداشتی پساب و مقایسه با استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران آمده است، استفاده از پساب تصفیه شده در کشاورزی با رعایت اصول بهداشتی توسط آبیاران، بلامانع به نظر می‌رسد با این وجود به جهت اطمینان از عدم عواقب سوء استفاده از پساب بر خاک و گیاه، آزمایشات عناصر سنگین روی خاک و گیاه صورت گرفت که در جدول ٤ آمده است.

جدول ۱ - مقایسه کیفیت پساب خروجی موسسه با استاندارد کشور

(استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران – سال ۱۳۷۳)

عناوین	حد استاندارد	پساب خروجی
کل کلی فرم – تعداد در ۱۰۰ میلی لیتر	۱۰۰۰	۹۰۰
سرب- میلی‌گرم در لیتر	۱	۰/۰۳
کادمیم- میلی‌گرم در لیتر	۰/۰۵	۰/۰۰۲
BOD	۱۰۰	۱۰۰

نتایج و بحث

عملکرد علوفه تر و خشک

نتایج تجزیه واریانس نشان می دهد که تیمارهای فاضلاب و برداشت های مختلف بر عملکرد علوفه تر ارزن علوفه ای در سطح ۱ درصد تاثیر داشت ولی اثر متقابل تیمار فاضلاب و تاریخ برداشت بر عملکرد علوفه تر معنی دار نبود. آب چاه کمترین تاثیر را بر عملکرد علوفه تر داشت که به نظر می‌رسد دلیل آن کمبود نیتروژن و سایر عناصر ضروری مورد نیاز گیاه و در نهایت کاهش رشد محصول باشد. در حالی که با وارد کردن آب

فاضلاب، علوفه تر افزایش معنی داری پیدا کرد(جدول۲). الجالود و همکاران(۱۹۹۵) نیز افزایش عملکرد و غلظت برخی عناصر در گیاه سورگوم را در اثر آبیاری با فاضلاب مشاهده نمودند.

جدول۲- مقایسه میانگین اثر فاضلاب برعملکرد علوفه تر، خشک و درصد ماده خشک ارزن علوفه ای نوتریفید

تیمار فاضلاب (درصد)	عملکرد علوفه تر (تن در هکتار)	درصد ماده خشک	عملکرد علوفه خشک (تن در هکتار)
صفر (۱۰۰٪ آب چاه)	٦٧/٣٥c*	١٩/٢a	١٣/٣b
٢٥	٩٤ bc	١٦/٧ b	١٥/٨ab
٥٠	١٠٣/٨ab	١٤/٩٥c	١٥/٥ab
٧٥	١١٢/٩ a	١٥/٥ bc	١٧/٦a
١٠٠	١٠٢/٧b	١٥/٥bc	١٦/١ab

*اعداد دارای حروف مشابه در هر ستون دارای اختلاف معنی دار (آزمون دانکن در سطح ۵ درصد) نیستند.

عملکرد علوفه تر محصول در برداشت دوم با ۹۹/۳ تن در هکتار نسبت به برداشت اول بیشتر بود(جدول۳). فونسا و همکاران (۲۰۰۵) اظهار نمودند که عملکرد ذرت در اثر افزایش میزان کاربرد فاضلاب بعلت ورود عناصر غذایی بیشتر، جذب و تجمع بیشتر عناصر بویژه نیتروژن و فسفر، حضور عناصر میکرو در فاضلاب که می تواند اثرات منفی غلظت بالای سدیم را خنثی نماید، افزایش می یابد. نتایج نشان داد که درصد ماده خشک علوفه تحت تاثیر تیمار فاضلاب قرار گرفت و کاهش معنی داری پیدا کرد در حالیکه برداشت‌های مختلف اثر معنی داری بر این صفت نداشت. اثر متقابل برداشت‌های مختلف و تیمار فاضلاب نیز بر درصد ماده خشک علوفه معنی دار نبود. بیشترین درصد ماده خشک در تیمار آب چاه بدست آمد.

علت این موضوع احتمالاً درصد بالای نیتروژن در فاضلاب بوده که رشد رویشی

گیاه را تحریک و درصد رطوبت آن را افزایش داده است.

الجالود(۱۹۹٦) نشان داد که آبیاری کلزا با فاضلاب (٤٠ میلی گرم نیتروژن معدنی در لیتر) می تواند جایگزین ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار شود.

جدول۳- مقایسه میانگین اثر برداشت(چین) برعملکرد علوفه تر، خشک و درصد ماده خشک ارزن علوفه ای نوتریفید

تیمار برداشت	عملکرد علوفه تر (تن در هکتار)	درصد ماده خشک	عملکرد علوفه خشک (تن در هکتار)
برداشت اول	۹۲b*	۱٦.٥a	۱٥.۸۷ a
برداشت دوم	۹۹/۳a	۱٥.٦a	۱٥.٤۸a
برداشت سوم	۹۷.۱ab	۱٦.۱a	۱٥.٦٤a

*اعداد دارای حروف مشابه در هر سمت و دارای اختلاف معنی دار (آزمون دانکن در سطح ٥ درصد) نیستند.

نتایج نشان داد که تیمار فاضلاب بر عملکرد ماده خشک تاثیر معنی داری داشت (جدول۲) در حالیکه برداشت های مختلف از نظر درصد ماده خشک یکسان بودند(جدول۳). همچنین اثر متقابل برداشت های مختلف و تیمار فاضلاب تاثیر معنی داری بر عملکرد ماده خشک نداشت.

علت تاثیر معنی دار پساب بر عملکرد ماده خشک علوفه، تاثیر آن بر عملکرد علوفه تر، همچنین درصد ماده خشک علوفه بعنوان اجزاء عملکرد ماده خشک می باشد. به نظر می رسد که اضافه کردن آب فاضلاب به آب معمولی (آب چاه) در هنگام آبیاری با تامین برخی از عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان باعث افزایش عملکرد ماده خشک شود.

این افزایش در تیمار ۷۵ درصد آب فاضلاب و ۲۵ درصد آب چاه در بیشترین مقدار خود بود ولی از نظر آماری تفاوت معنی داری را با تیمارهای قبلی و بعدی خود بجز با آب چاه (معمولی) آبیاری عاری از آب فاضلاب نداشت. کینگ و حجار(۱۹۹۰) اعلام نمودند که تولید ماده خشک توتون و تنباکو با افزایش میزان کاربرد فاضلاب افزایش یافت، اما ماده خشک بادام زمینی بویژه در خاکهای

با pH کم به علت سمیت عنصر روی کاهش یافت.

عملکرد پروتئین و کیفیت علوفه

تیمار فاضلاب تاثیر قابل توجهی بـر درصـد پروتئین علوفه داشت. در این رابطه بیشترین تاثیر را تیمار ۷۵ درصد فاضلاب و کمتـرین تاثیر را آب چاه نشان داد(جدول٤). بـه نظـر می رسد بالا بـودن غلظـت نیتـروژن در آب حاصل از فاضـلاب در مقایسـه بـا آب چـاه دلیل اصلی افزایش درصد پـروتئین در ارزن علوفه ای نوتریفید باشد.

فاضلاب تاثیر قابل ملاحظـه ای بـر درصـد چربی و درصد خاکستر علوفه نداشت ولـی تیمار ۷۵٪ فاضلاب درصد فیبر خام علوفه را تا حدودی تحت تاثیر قرار داد(جـدول۳). به نظر می‌رسد بدلیل فراوانی عنصر نیتروژن در پساب، رشد رویشی در تیمارهای پسـاب افزایش یافته که خود باعـث کـاهش اجـزاء ساختمانی (فیبر) در گیـاه شـده و در نتیجـه درصد فیبر با افـزایش درصـد آب فاضـلاب یـک رونـد نزولـی را نشـان داد. فیجـین و همکاران(۱۹۸٤) نشان دادند که آبیاری پنبـه با فاضلابی که دارای نیتروژن زیـاری اسـت ممکن است منجر به افزایش غلظت نیتروژن برگ و کاهش درصد کـرک گـردد. بنـابراین کاربرد نسـبت ۱:۱ آب شـیرین بـا فاضـلاب جهت کنترل مقـدار نیتـروژن باعـث کیفیـت بهتر کرک پنبه و عملکرد آن شـد. همچنـین کاربرد فاضلاب می تواند نیاز کامل گیـاه بـه پتاسیم را برطرف سازد.

جدول ٤ – اثر فاضلاب بر خصوصیات کیفی ارزن علوفه ای نوترفید

تیمار (درصد فاضلاب)	درصد پروتیین خام	عملکرد پروتیین (تن در هکتار)	درصد فیبرخام	درصد چربی	درصد خاکستر
صفر(آب چاه)	۹	۱/۲	۳۲/۱٤	۱/۸٦	۱۲/۰٦
۲۵	۱۱/۱	۱/۷۵	۳۱/۳۵	۱/۳۸	۱۲/۰۲
۵۰	۱۱	۱/۷	۳۲/٤۲	۱/۹۱	۱۲/٦۵
۷۵	۱٤/٤	۲/۵٤	۳۰/۷٤	۱/۷۱	۱۱/۹۸
۱۰۰	۱۳/۳	۲/۱۵	۲۹/۸۸	۱	۱۲/۷۳

تیمار ۷۵ درصد فاضلاب در مقایسه با سایر تیمارها بیشترین تاثیر را بر عملکرد پروتئین علوفه داشت . در این خصوص کمترین تاثیر در تیمار آب چاه ملاحظه می شود که بدلیل کاهش هر دو جزء عملکرد پروتئین علوفه یعنی عملکرد ماده خشک و درصد پروتئین خام نسبت به سایر تیمارها کاهش قابل توجهی را نشان می‌دهد(جدول٤) .

تجمع عناصر سنگین سرب و کادمیم در خاک و گیاه

علیرغم اینکه استفاده از پساب کامل در زراعت، تجمع زیاد عنصر سرب در خاک را نشان نمی دهد ولی نگران کننده به نظر میرسد (استفاده از پساب کامل در مقایسه با آبیاری با آب چاه، سرب خاک را ۳۰ درصد افزایش داده است). با کاهش درصد استفاده از پساب، از تجمع سرب در خاک به میزان قابل ملاحظه ای کاسته شده است. غلظت عنصر کادمیم همانطور که در جدول ٥ ملاحظه می‌شود تفاوت قابل توجهی بین تیمارهای فاضلاب و تیمار آب چاه ندارد.

مرتضی و همکاران(۲۰۰۸) نشان دادند که آبیاری با فاضلاب خام باعث افزایش غلظت کادمیوم و منگنز بالاتر از حد مجاز در خاک گردید ولی کبالت زیر حد مجاز بود. همچنین با افزایش عمق خاک غلظت کادمیوم، کبالت و منگنز کاهش یافت.

جدول٥- تاثیر تیمارهای فاضلاب بر غلظت سرب و کادمیوم در خاک و گیاه

تیمار فاضلاب (درصد)	خاک (قسمت در میلیون)		گیاه (قسمت در میلیون)	
	سرب	کادمیوم	سرب	کادمیوم
صفر	٥/٤٣	۰/۱	٥/۳۸	۱/۹٤
۲٥	٦/۰	۰/۱۲	٦/٤٦	۲/۲۳
٥۰	٦/۳	۰/۱۱	۷/٥۳	۱/۸
۷٥	٥/۸	۰/۱۲	۸/۳۳	۲/۸
۱۰۰	۷/۱	۰/۱۱	٦/٥	۲/۷

افزایش استفاده از پساب در آبیاری تا مرز ۷۵٪ غلظت سرب درگیاه را افزایش داد ولی با استفاده کامل از پساب در آبیاری محصول، غلظت سرب کاهش یافته است (جدول۵) علت این موضوع احتمالاً مربوط به مکانیزمهای فیزیولوژیکی گیاه درممانعت از جذب عنصر سرب بیش از آستانه سمیت برای گیاه می باشد. درخصوص کادمیم به جز تیمار ۵۰٪ پساب که غلظت کادمیم در گیاه را کاهش داد، با استفاده از پساب غلظت این عنصر در گیاه تا حدودی سیر صعودی نشان داد(جدول۵) ولی با توجه به غلظت این عنصر در گیاهانی که با تیمار ۱۰۰٪ پساب آبیاری شده است، به نظر می‌رسد میزان آن در گیاه کمتر از آستانه سمیت باشد. فونسا و همکاران (۲۰۰۵) در آزمایشی گلخانه‌ای نشان دادند که آبیاری با فاضلاب اثر منفی در تجمع عناصر کادمیوم، کروم، سرب و نیکل در گیاه نداشت. در برخی تحقیقات (ایبو و همکاران، ۱۹۹۵) مشخص شد غلظت آهن، مس و روی در ریشه گیاهانی‌که تحت تاثیر آبیاری با فاضلاب بودند بیشتر ازاندام‌های‌هوایی‌است، علت را می‌توان مربوط به غیر پویا بودن این عناصر دانست. گیاهان کلم، کرفس و چمن علفی بر خلاف ذرت وگوجه‌فرنگی می‌توانند غلظت بالایی از سرب را در برگ‌های خود ذخیره‌کنند (بول و همکاران، ۱۹۸۱).

References

1. **AL-Jaloud, A.A., Hussain, G., AL-Saati,. A.J., Karimulla. S.** 1995. Effect of wastewater irrigation on mineral composition of corn and sorghum plants in a pot experiment. J. Plant Nutrition, 18:1677-1692
2. **AL-Jaloud, A.A., Hussain, G., Karimulla, S., AL-Hamidi, A.H.** 1996. Effect of irrigation and nitrogen on yield and yield components of two rapeseed cultivars. Agricultural Water Management. 30:57-68
3. **Anonymous.** 1998. Water and environment. Scientific, thecnical, social and cultural journal. Novamber. 43 p.
4. **Asano, T., and Pettygrove, G.S.** 1987 . Using reclaimed municipalwastewatter for irrigation , California Agric . Vol.41 No . 3 and 4 .
5. **Banisadr, N., Nakhoda, B., and Hashemi Dezfooli. A.** 1996. Effect of water stress on qulity and quantity of fodder millet. Iranian J. Agron. Sci.
6. **Bole, J. B., Carefoot, J. M., Change; C., and, Osterveled M.** 1981. Effect of wastewater irrigation and leaching percentage of salt and ground water chemistry. J. Environ. 40 (2): 177-183.
7. **Burau, R., Sheikh, B., Cort, R., Cooper, R., and Rivie, D.** 1987. Reclained watter for irrigation of vegetable secoten raw. California Agric.
8. **Cang, A.C., Page, A.L., and Marnec. J.E.** 1983. Soil conditioning effects of municipal sludge compost. J. Environ. Eng.Vol:109.no.3.
9. **Clapp C.E, Palazzo, A.J., Learn, W.E., Marten, G.C., and Linden, D.R.** 1987. Uptake of nutrient by plants irrigated with municipal wastewater of fluent.
10. **Danesh, SH**. 1991. Effect of Treated municipal wastewater on yield and quality of sugar beet and fodder beet. Final report of research design in agriculture college, Ferdowsi university, Mashhad.
11. **Feigin, A.; Vaisman, I.; Bielorai, H.** 1984. Drip irrigation of cotton with treated municipal effluents: II. Nutrient availability in soil. Journal of Environmental Quality, v.13, p.234-238,.

12. **-Fonseca, A.F., Melfi, A.J., Montes, C.R.** 2005 a. Maize growth and changes in soil fertility after irrigation with treated sewage effluent. I. Plant dry matter yield and soil nitrogen and phosphorus availability. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 36:1965-1981
13. **Fonseca, A.F., Melfi, A.J., Montes, C.R.** 2005 b. Maize growth and changes in soil fertility after irrigation with treated sewage effluent. II. Soil acidity, exchangeable cations, and sulfur, boron and heavy metals availability. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 36:1983-2003
14. **Fonseca, A.F., Herpin, U. de Paula, A.M. Victória, R.L., Melfi. A. J.** 2007. Agriculture use of trested sewage effluents: Agronomic and environmental implications and perspectives for brazil. Sci. Agric. 64:194-209
15. **Ibewe, A. M., Luchanej, J.S.R., Van Burkum, P.** 1995. Sewage sludge and heavy metal effects on nodulation and nitrogen fixation of legumes. J. Environ. Qual. 24: 1199 -1204.
16. **King, L.D and Hajjar. L.M.** 1990. The residual effect of sewage sludge on heavy metal content of two tobacco and peanut. J. Environ. Qual. 19:738-748.
17. **Murtaza, G. Ghafoor A. and Qadir. M.** 2008. Accumulation and implications of cadmium, cobalt and manganese in soils and vegetables irrigated with city effluent. J. Sci. Food Agric. 88:100–107
18. **Rlamis.j., Williams, D.E. Carey, j.E. Page, A.L. and Ganje, T.J.** 1985. Zinc and cadmium uptake by barely in field plots fertilizered seven years with urban and suburban sludge . Soil Sci . 139:81-87
19. **Robati, B., Shariati, M. and Farghi. R.** 1988. Study some effects of municipal wastewater of Firooz abad town in southern lands of Tehran. J. Ministry of Soil and Water Research.
20. **Untraceable**. 1992. Summer forage Guide, pacific seeds. Queensland, Australia.