

بررسی اثرات آب آبیاری حاصل از فاضلابهای خانگی تصفیه شده بر کیفیت و کمیت محصول ارزن علوفه‌ای

حمید برکی

واحد تحقیقات و آموزش مؤسسه کشت و صنعت مزرعه نمونه استان قدس رضوی، کیلومتر ۱۷

پرویز رضوانی

گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، میدان آزادی

چکیده

بمنظور بررسی تأثیر آبیاری با فاضلابهای خانگی تصفیه شده و زمانهای مختلف برداشت بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه ارزن علوفه‌ای، کیفیت خاک همچنین تعیین پیامدهای سوء بهداشتی احتمالی، دو آزمایش اسپلیت پلات با چهار تکرار در ایستگاه تحقیقاتی مزرعه نمونه استان قدس طی دو سال (سالهای ۱۳۶۷ و ۱۳۶۸) انجام شد. در این طرح فاکتور اصلی شامل ۵ نوع آبیاری (۱) ۱۰۰٪ فاضلاب و ۰٪ آب معمولی (۲) ۲۵٪ فاضلاب و ۲۵٪ آب معمولی (۳) ۵۰٪ فاضلاب و ۵۰٪ آب معمولی (۴) ۲۵٪ فاضلاب و ۷۵٪ آب معمولی (۵) ۰٪ فاضلاب و ۱۰۰٪ آب معمولی و فاکتور فرعی شامل سه تاریخ مختلف برداشت محصول: هفتاد روز،

نود روز و ۱۱۰ روز پس از کاشت بود. تیمارهای آب آبیاری از طریق تعداد دفعات آبیاری با آب معمولی و فاضلاب شهری تصفیه شده اعمال گردید.

نتایج نشان داد که عملکرد علوفه تر و عملکرد ماده خشک ارزن علوفه‌ای تحت تاثیر تیمار فاضلاب قرمز گرفت و از نظر آماری افزایش معنی داری پیدا کرد. تاثیر تاریخ برداشت نیز در هر دو سال بر عملکرد علوفه تر معنی دار بود ولی عملکرد علوفه خشک تنها در سال دوم تحت تاثیر این تیمار قرار گرفت. درصد ماده خشک علوفه تحت تاثیر تیمار فاضلاب قرمز گرفت ولی زمان برداشت تاثیری بر آن نداشت. درصد و عملکرد پروتئین علوفه آبیاری شده با فاضلاب (۲۷۵) فاضلاب و ۲۲۵ آب معمولی) بیش از سایر تیمارها بود. همچنین مشخص گردید آبیاری با آب فاضلاب تصفیه شده در طول دو سال، هیچگونه اثر سوئی از لحاظ بهداشتی و آلودگی عناصر سنگین (سرب و کادمیم) بر خاک و گیاه نداشت.

واژه‌های کلید: فاضلاب شهری، ارزن علوفه‌ای، عملکرد، درصد پروتئین.

مقدمه

با توجه به محدود بودن منابع آب شیرین در کشور و محدودیت روزافزون آن و با توجه به افزایش تدریجی فاضلابهای شهری، جایگزینی آب مورد نیاز کشاورزی با پساب تصفیه شده حاصل از فاضلابهای شهری تا حدودی می‌تواند از مشکلات ناشی از نلین آب شرب و مشکلات بهداشتی دفع نامناسب این فاضلاب‌ها کاسته و علاوه بر آن در تولید محصولات علوفه‌ای به منظور رفع نیازهای غذایی دامها مفید واقع گردد. پسابهای شهری بدلیل غنی بودن از عناصر پرمصرف و ریزمغزی که عمدتاً بالاستفاده در خوانی شهرها هدر می‌روند می‌تواند در افزایش محصولات علوفه‌ای نقش مهمی را ایفا نماید. به علاوه، استفاده مجدد از فاضلابهای تصفیه شده در کشاورزی باعث بهینه‌سازی و حفظ موجودیت منابع آب از طریق برگشت دادن جریانهای فاضلاب به زمین، صرفه‌جویی در هزینه مصرف کودهای شیمیایی، بهبود وضعیت شهرها، گسترده‌گی فضای سبز و مناطق زیبا، کنترل پساب‌زایی، حفاظت خاک و بهبود کیفیت آن از طریق رشد گیاهان و جلوگیری از فرسایش خاک خواهد شد [۱]. در حال حاضر در برخی از کشورها بخشی از فاضلابهای شهری پس از تصفیه، به مصرف شرب مردم می‌رسد. بعنوان مثال هم اینک شهر ویندهوک در جنوب آفریقا آب شرب خود را مستقیماً از پساب تصفیه شده تأمین می‌کند [۲].

تحقیقات گیاهان علوفه‌ای در ایران عمدتاً بر روی بونجه، سورگوم و ذرت متمرکز بوده است و در ارتباط با ارزن علوفه‌ای تاکنون در ایران پژوهشهای چندانی صورت نگرفته است و مطالعات انجام شده تنها در قالب بررسیهای منطقه‌ای در یزد، اسفهان، صفی‌آباد، ذوقول و کرج بر روی میزان عملکرد، تعداد چین، بهترین تاریخ کاشت و بهترین ارتفاع برداشت از سطح زمین بوده است [۳ و ۴].

ارزن علوفه‌ای (*Pennisetum americanum* L.) گیاهی است که به نازگی در نواحی وسیعی از جهان کشت می‌شود. رشد سریع، قابلیت تطابق بالا در نواحی گرمسیری، مقاومت نسبی بالا به خشکی و شوری، درصد بالای پروتئین، پربرگی و خوشخواری و عدم وجود اسید پروسیک، چهارگانه بودن، تولید بالای آن در نواحی گرم و خشک و بالا بودن کارایی مصرف آب (W.U.E) آن، همگی باعث شده که به عنوان گیاه علوفه‌ای ایده‌آل برای کشت در نواحی گرم و خشک معرفی شود. با توجه به چهارگانه بودن این گیاه و اینکه فاضلابهای خانگی دارای غلظت بالایی از مواد معدنی و آلی می‌باشند، به نظر می‌رسد آبیاری این گیاه با فاضلاب خانگی تصفیه شده می‌تواند از دید چشمگیر محصول را بدنبال داشته باشد که شایسته

است این موضوع ضمن در نظر داشتن اصول تصفیه فاضلاب و پیامدهای احتمالی بهداشتی در مناطق مختلف مورد تحقیق قرار گیرد [3].

در سال ۱۸۶۸ پس از انجام آزمایشات لازم در شهر مین وایزر، کاربرد فاضلاب برای زراعت توصیه گردید طوری که در سال ۱۸۷۶ حدود ۹۰۰ هکتار از اراضی کشاورزی منطقه با فاضلاب شهری آبیاری شد. نتایج بررسیهای انجام شده در این منطقه نشان داد که آبیاری با فاضلاب شهری، عملکرد سورگوم را ۲/۵ برابر و عملکرد سبزیجات را ۳ برابر در مقایسه با آب چاه افزایش داد. در این تحقیق ملاحظه گردید محصول آبیاری شده با فاضلاب، از رشد بیشتر و رنگ سبز تیره‌تری برخوردار بود [۵]. ریاضی و همکاران [۶] تأثیر نامطلوب فاضلاب شهر فیروزآباد را که برای آبیاری سبزیکاری جنوب تهران و اطراف ورامین مصرف می‌شوند را بررسی نمودند و تجمع برخی عناصر سنگین در سبزیجات را که بیش از حد مجاز می‌باشد یادآور شدند. خانم دانش اثر فاضلاب تصفیه شده خانگی را بر کیفیت و کمیت گیاهان چغندرقتند و چغندرخلوفاهی بررسی کرد و نتیجه گرفت که استفاده از پساب شهری، میزان عملکرد هر دو گیاه را افزایش می‌دهد ولی باعث کاهش عبارقتند چغندرقتند می‌شود [۷]. کنگ و همکاران [۸] در بررسی خود استفاده از لجن فاضلاب را به عنوان 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 شده ظرفیت نگهداری و رسانایی هیدرولیکی خاک افزایش یافت در حالی که وزن مخصوص ظاهری خاک کاهش نشان داد. اسانو و پتی گراو [۵] 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 مسموم بر آب زیرزمینی، خاک و یا محصولات زراعی نداشت. پژوهشگران دیگر نیز تأثیر درازمدت کاربرد فاضلاب را به منظور تأمین برخی از عناصر غذایی گیاه (ازت و فسفر) مورد مطالعه قرار دادند و در مقادیر مصرف شده تا مدت هفت سال اثر نامطلوبی از تجمع فلزات سنگین مشاهده نکردند [۹]. کلاب و همکاران [۱۰] اثر پساب شهری تصفیه شده را در چند ایالت آمریکا بر عملکرد ذرت و تعدادی گیاهان علوفه‌ای مطالعه نمودند و به این نتیجه رسیدند که تأثیر پساب با کاربرد کود شیمیایی بصورت نیترات آمونیوم از نظر تأمین نیاز گیاه کاملاً قابل رقابت بوده است. بورا و همکاران [۱۱] در یک آزمایش ۵ ساله تأثیر آبیاری با پساب تصفیه شده را بر سبزیجاتی که بصورت خام مصرف می‌شوند مورد مطالعه قرار دادند و تأثیر مسموم بر خاک و با آبهای زیرزمینی مشاهده نکردند. بنی صدر و همکاران به منظور داشتن بهترین زمان برداشت، چین اول ارزن علوفه‌ای را ۸۹ روز پس از کاشت و چین

دوم را ۶۰ روز پس از آن گزارش کردند [۱۲].

با توجه به تنوع فاضلابهای شهری تولید شده، اقلیمهای متفاوت و خاکهای متنوع، لازم است مراکز تحقیقاتی و دانشگاهی کشور، همواره متناسب با شرایط اجتماعی و فرهنگی منطقه، در این خصوص تحقیق نمایند.

هدف از این پژوهش شناخت چگونگی تأثیر درصدهای مختلف آبیاری با پساب شهری تصفیه‌شده بر خصوصیات کمی و کیفی ارزن علوفه‌ای نوبرقتند در چین‌های مختلف و همچنین تعیین پیامدهای سوء احتمالی بر خاک و گیاه در شرایط آب و هوایی منطقه مشهد بوده است.

مواد و روشها

این مطالعه در سالهای ۱۳۷۷ و ۱۳۷۸ در ایستگاه تحقیقاتی شماره یک واحد تحقیقات و آموزش مزرعه نمونه آستان قدس رضوی مشهد به اجرا درآمد. اقلیم شهرستان مشهد براساس طبقه‌بندی آمبروزه سرد و خشک و متوسط بارندگی سالانه آن حدود ۲۵۲ میلیمتر می‌باشد. حداقل و حداکثر درجه حرارت در این منطقه به ترتیب ۹- و ۴۱+ درجه سانتی‌گراد گزارش شده است.

قبل از پیاده کردن طرح و بعد از تمام فصل رشد از خاک نمونه‌برداری شد و به آزمایشگاه ارسال گردید. خصوصیات عمده مورد بررسی روی نمونه‌های خاک عبارتند از: صفات کلی فرمهای میکروبی - اکسژن مورد نیاز تجزیه بیولوژیکی - (BOD) غلظت عناصر سنگین سرب و کادمیم، غلظت این عنصر در نمونه‌های گیاهی در چین آخر نیز تعیین گردید.

در هر دو سال آزمایشات سه‌بلات در قالب طرح پایه بلوکهای کامل تصادفی به اجرا درآمد. در این بررسی اثر پنج تیمار آب شامل درصدهای مختلف فاضلاب: ۰، ۲۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰٪ از طریق تنظیم تعداد دفعات آبیاری با آب چاه و فاضلاب در چهار تکرار بر خصوصیات کمی و کیفی ارزن علوفه‌ای نوبرقتند در سه تاریخ برداشت مورد مطالعه قرار گرفت. قبل از کاشت و پس از انجام عملیات آماده سازی زمین مقدار ۲۵۰ کیلو در هکتار کود فسفات در زمین توزیع شد سپس پشته‌هایی به عرض ۷۵ سانتی‌متر ایجاد گردید. ابعاد کرت اصلی (تیمارهای آب) ۱۳*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 پلانهای اصلی ۱/۵ متر و فاصله دو تکرار از هم سه متر در نظر گرفته شد. بذور ارزن علوفه‌ای نوبرقتند 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 به شرح ذیل اعمال گردید:

جدول (۱) نحوه اعمال تیمارهای فاضلاب از طریق تنظیم دفعات آبیاری با فاضلاب و آب چاه

نوبت آبیاری	تیمار ۱۰ فاضلاب	تیمار ۲۲۵ فاضلاب	تیمار ۲۵۰ فاضلاب	تیمار ۲۷۵ فاضلاب	تیمار ۲۸۰ فاضلاب
اول	آب چاه	آب چاه	آب چاه	آب چاه	آب چاه
دوم	-	آب چاه	پساب	آب چاه	پساب
سوم	-	-	آب چاه	آب چاه	پساب
چهارم	-	-	پساب	پساب	پساب
پنجم	-	-	آب چاه	آب چاه	آب چاه
ششم	-	-	-	پساب	پساب
هفتم	-	-	آب چاه	آب چاه	پساب
هشتم	-	-	پساب	پساب	پساب
	↓	↓	↓	↓	↓

قبل از استقرار گیاهچه‌ها از آب چاه جهت آبیاری استفاده شد و پس از آن تیمارهای فاضلاب از طریق تعداد دفعات آبیاری اعمال گردید. بمنظور عدم آیشی فاضلاب توسط آب چاه در هر دور آبیاری روز اول از آب چاه و روز دوم از پساب استفاده شد.

پس از استقرار گیاهچه‌ها و در مرحله ۲-۳ برگی (حدود سه هفته پس از کاشت)، عملیات تک بوته انجام شد و فاصله دو بوته روی ردیف ۱۰-۸ سانتیمتر تنظیم شد. بعد از انجام عملیات تنگ سه شکتی و مبارزه با علفهای هرز با استفاده از نیروی کارگری انجام شد و کود ازته معادل ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بصورت سرک به هریک از کرتها داده شدو بلافاصله آبیاری انجام گردید. آبیاری بصورت نشئی انجام شد. در مبارزه با علفهای هرز بین برگ علاوه بر وچین دستی، یک نوبت از علف کش توفوردی نیز استفاده شد. برداشت اول حدود ۲۰ روز پس از کاشت و برداشت دوم دو هفته پس از آن و برداشت سوم چهار هفته پس از برداشت اول انجام شد. برداشت بوته‌ها از سطح ۵۲۵ مترمربع در هرکرت و از ارتفاع ۱۵-۱۰ سانتی متری سطح زمین صورت گرفت و بلافاصله وزن علفه تر تعیین و دو نمونه یک کیلوگرمی بصورت تصادفی انتخاب و به آزمایشگاه ارسال گردید. در آزمایشگاه برگ و ساقه‌ها جدا گردیده در آون الکتریکی در دمای ۷۵-۶۵

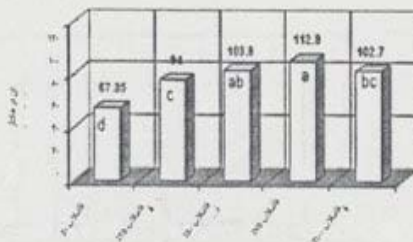
درجه سانتیگراد بمدت ۷۲ ساعت خشک شده و وزن خشک آنها تعیین گردید. بمنظور بررسی صفات کیفی علفه، درصد پروتئین خام (Crude protein)، درصد آلیاف خام (Crude fiber)، درصد چربی و درصد خاکستر علفه خشک مورد آزمایش و ارزیابی قرار گرفت. تجزیه و تحلیل آماری نتایج کمی بدست آمده با استفاده از نرم افزار (MSTATC) صورت گرفت و جهت رسم نمودارها از نرم افزار گرافیکی هاروارد استفاده شد.

نتایج و بحث

۱- خواص کمی

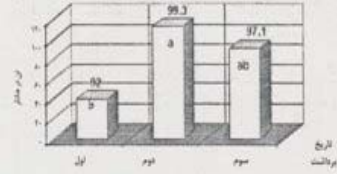
۱-۱- عملکرد علفه تر

تجزیه آماری نشان داد تیمارهای آب آبیاری و زمان برداشت تأثیر بسیار معنی داری بر عملکرد علفه تر ازین علفه‌ای داشت ولی اثر متقابل تیمار فاضلاب و تاریخ برداشت بر عملکرد علفه تر معنی دار نبود. آب معمولی کمترین تأثیر را بر عملکرد علفه تر داشت که به نظر می‌رسد دلیل آن کمبود نیت و سایر عناصر ضروری مورد نیاز گیاه و در نهایت کاهش رشد محصول باشد. در حالی که با وارد کردن آب حاصل از فاضلاب، عملکرد علفه تر افزایش معنی داری پیدا کرد (شکل ۱).



شکل (۱) اثر پساب بر عملکرد علفه تر ازین علفه‌ای

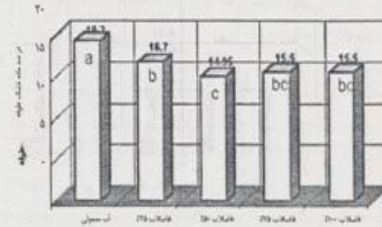
با توجه به شکل (۲) با تأخیر برداشت عملکرد علفه تر محصول افزایش یافت که افزایش عملکرد تاریخ برداشت دوم نسبت به تاریخ برداشت اول معنی دار شده است.



شکل (۱۱) اثر تاریخ برداشت بر عملکرد علفه تر آبریز علفه‌ای

۱-۳- درصد ماده خشک بوته

نتایج حاکی از آن است که درصد ماده خشک علفه تحت تأثیر تیمار فاضلاب قرار گرفت و کاهش معنی‌داری پیدا کرد در حالی که تاریخ برداشت اثر معنی‌داری بر این صفت نداشت ($p < 0.05$) اثر متقابل تاریخ برداشت و تیمار فاضلاب نیز بر درصد ماده خشک علفه معنی‌دار نبوده است ($p < 0.05$) همانطور که در شکل (۳) ملاحظه می‌شود بیشترین درصد ماده خشک در تیمار آب چاه بندست آمد. علت این موضوع احتمالاً درصد بالای ازت در فاضلاب می‌باشد که رشد رویشی گیاه را تحریک و درصد رطوبت آن را افزایش داده است.

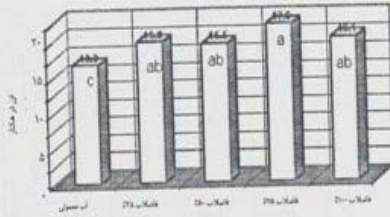


شکل (۱۲) اثر بستر آب بر درصد ماده خشک علفه

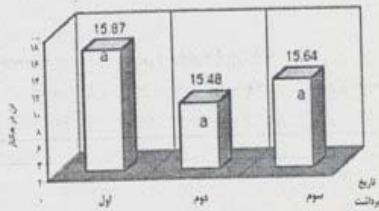
۱-۳- عملکرد ماده خشک

این صفت که از حاصلضرب درصد ماده خشک در عملکرد علفه تر بندست می‌آید بهترین صفت کمی

محسوب می‌شود. تجزیه و تحلیل همبستگی نتایج دو ساله نشان داد که تیمار فاضلاب بر عملکرد ماده خشک تأثیر معنی‌داری داشت در حالی که تاریخ برداشت از نظر آماری ($P > 0.05$) تأثیر چندانی بر عملکرد ماده خشک نداشت. همچنین اثر متقابل تاریخ برداشت و تیمار فاضلاب تأثیر معنی‌داری بر عملکرد ماده خشک نداشت. ($P > 0.05$) علت تأثیر معنی‌دار بستر آب بر عملکرد ماده خشک علفه، تأثیر آن بر عملکرد علفه تر، همچنین درصد ماده خشک علفه به عنوان اجزاء عملکرد ماده خشک می‌باشد (شکل‌های ۳ و ۵).



شکل (۱۳) اثر بستر آب بر عملکرد ماده خشک آبریز علفه‌ای



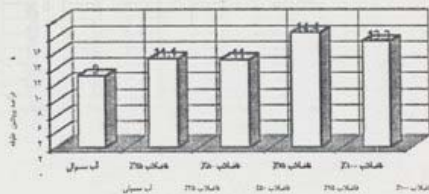
شکل (۱۴) اثر تاریخ برداشت بر عملکرد علفه تر آبریز علفه‌ای

۲- خصوصیات کیفی

۲-۱- درصد پروتئین خام علوفه

تیمار فاضلاب تأثیر قابل توجهی بر درصد پروتئین علوفه داشت. در این رابطه بیشترین تأثیر را تیمار ۲۷۵ فاضلاب و کمترین تأثیر را آب چاه نشان داد (شکل ۴). به نظر می‌رسد بالا بودن غلظت ازت در آب حاصل از فاضلاب در مقایسه با آب چاه دلیل اصلی افزایش درصد پروتئین در آرز علوفه‌ای باشد.

شکل (۴) اثر فاضلاب بر درصد پروتئین آرز علوفه‌ای



۲-۲- درصد فیبر خام، درصد چربی و درصد خاکستر علوفه

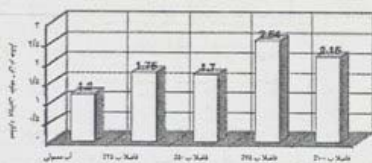
همانگونه که در جدول شماره (۲) ملاحظه می‌شود، فاضلاب تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر درصد چربی و درصد خاکستر علوفه نداشت ولی تیمار ۲۷۵ فاضلاب درصد فیبر خام را تا حدودی تحت تأثیر قرار داد.

تیمار فاضلاب (درصد)	۷۵	۲۷۵	درصد چربی
۰	۱۰۰	۳۱/۲۲	۱/۸۶
۲۵	درصد فیبر خام	۳۰/۷۲	۱/۳۸
۵۰	۳۱/۸۴	۳۶/۸۸	۱/۸۱

جدول (۲) برخی از خصوصیات کیفی آخرین برداشت محصول آرز علوفه‌ای

۳- عملکرد پروتئین علوفه

شکل (۷) عملکرد پروتئین علوفه با به عبارتی میزان پروتئین در واحد سطح را نشان می‌دهد. با توجه به این شکل، تیمار ۲۷۵ فاضلاب در مقایسه با سایر تیمارها بیشترین مقدار را بر عا کرد و ۲۰٪ بیشتر داشت.



شکل (۷) اثر فاضلاب بر عملکرد پروتئین آرز علوفه‌ای

در این خصوص کمترین تأثیر در تیمار آب چاه ملاحظه می‌شود 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.

۴- خصوصیات پساب مورد استفاده

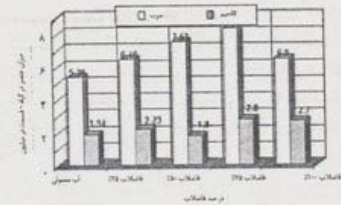
با توجه به جدول (۳) که در آن نتایج آزمایش بهداشتی پساب و مقایسه با استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران آمده است، استفاده از پساب تصفیه شده در کشاورزی با رعایت اصول بهداشتی توسط آبیزار بلا مانع به نظر می‌رسد با این وجود به جهت اطمینان از عدم عواقب سوء استفاده از پساب بر خاک و گیاه، آزمایشات عناصر سنگین روی خاک و گیاه صورت گرفت که به شرح ذیل مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد.

شاخص	BOD	مقادیر
کل کربن (مقدار ۱۰۰ میلی لیتر)	حد استاندارد	۱۰۰
عنصر سرب (میلیگرم در لیتر)		۱۰۰۰
عنصر کادمیم (میلیگرم در لیتر)		۱

جدول (۳) مقایسه کیفیت پساب خروجی مورد آزمایش با استاندارد کشور (استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران - سال ۱۳۳۳)

۴-۱- تجمع عناصر سنگین سرب و کادمیم در خاک (عمق: ۳۰ - ۰۰ سانتیمتر)

با توجه به جدول (۴) علی‌رغم اینکه استفاده از پساب کامل در زراعت، تجمع عنصر سرب در خاک را زیاد نشان نمی‌دهد 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 ملاحظه‌ای کاسته شده است. غلظت عنصر کادمیم همانطور که در جدول (۴) ملاحظه می‌شود تفاوت قابل توجهی بین تیمارهای فاضلاب و تیمار آب چاه ندارد.



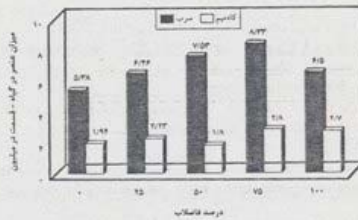
شکل (۸) - اثر فاضلاب بر تجمع عناصر سنگین سرب و کادمیم در لایه‌های عمیق

عنصر	آب چاه	فاضلاب ۲۷۵	فاضلاب ۲۵۰	فاضلاب ۲۲۵	فاضلاب ۲۰۰
سرب	۵۳۳	۶	۶۴	۵۸	۷۱
کادمیم	۰.۱	۰.۱۳	۰.۱۱	۰.۱۲	۰.۱۱

جدول (۴) اثر فاضلاب بر تجمع عناصر سنگین سرب و کادمیم در خاک (واحد قسمت در میلیون (ppm))

۴-۲- تجمع عناصر سنگین سرب و کادمیم در لایه‌های عمیق (چین آخر)

با توجه به شکل (۸) افزایش استفاده از پساب در آبیاری تا مرز ۲۷۵، غلظت سرب در گیاه را افزایش داد ولی با استفاده کامل از پساب در آبیاری محصول، غلظت سرب کاهش یافت علت این موضوع احتمالاً مربوط به مکانیزم‌های فیزیولوژیکی گیاه در مقابله با جذب عنصر سرب بیش از اندازه سمیت برای گیاه می‌باشد. در خصوص کادمیم همانطور که در شکل (۸) ملاحظه می‌شود به جز تیمار ۲۵۰ پساب که غلظت کادمیم در گیاه را کاهش داده است با استفاده بیشتر از پساب غلظت این عنصر در گیاه تا حدود سیر صعودی نشان می‌دهد ولی با توجه به غلظت این عنصر در گیاهانی که با تیمار ۲۱۰۰ پساب آبیاری شده‌اند، به نظر می‌رسد میزان این عنصر در گیاه کمتر از آستانه سمیت باشد.



شکل (۹) - اثر فاضلاب بر تجمع عناصر سنگین سرب و کادمیم در لایه‌های عمیق

مراجع

- ۱ - بی نام، ۱۳۷۷، آب و محیط زیست. نشریه علمی فنی اجتماعی و هنری. دی ماه. ص ۴۶.
- 2 - Pacific seeds. 1992. Summer forage guide, Pacific seeds. Queen island, Australia.
- ۳ - بنی صدر، بن، بناخلوا، هاشمی دزفولی. ۱۳۷۵. بررسی تأثیر تنش کم آبی بر عملکرد کمی و کیفی ارزن علوفه‌ای نوتریفید. مؤسسه تحقیقات و اصلاح بذر و نهال. کرج.
- ۴ - راهنما، عبدالامیر. ۱۳۷۲. بررسی اثرات تاریخ کاشت بر عملکرد ارزن علوفه‌ای نوتریفید. تک نگاشت سازمان تات، شماره ۹۴۴۹.
- 5 - Asano, T. and G.S. Pettygrove. 1987. "Using reclaimed municipal wastewater for irrigation." California Agric. 41:23-25.
- ۶ - ریاطی، ب. م. شریعتی و رباب فرقی. ۱۳۶۷. "مطالعه بعضی اثرات سوء فاضلاب شهر فیروزآباد در اراضی جنوب تهران." نشریه مؤسسه تحقیقات خاک و آب.
- ۷ - دانش، ش. ۱۳۷۰. "اثر فاضلابهای تصفیه شده بر عملکرد و کیفیت محصول چغندر قند و چغندر علوفه‌ای." گزارش نهایی طرح پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.
- 8 - Cang, A.C., A.L. Page and J.E. Marne. 1983. "Soil conditioning effects of municipal sludge compost." J. Environ. Eng. 109: 27 - 30.
- 9 - Sommers, L.E. and A.L. Sutton. 1980. "Use of waste materials as source of phosphorus." P.P. 515 - 544. In Saeneh et al. (eds). Phosphorus in agriculture. Am. Soc. Of Aron. Madison, Wis.
- 10 - Clapp, C.E., A.J. Palazzo, W.E. Laren, and G.C. Marten. 1987. "Uptake nutrient by plants irrigated with municipal wastewater of fluent." J. Environ. Eng. 87:45 - 49.
- 11 - Burau, R.B. Sheikh, R. Cooper and D. Rivie. 1987. "Reclaimed water for irrigation of vegetable secoten raw." California Agric. 95:37 - 43.