آیا می توان اراضی شدیدا شور و سدیمی جنوب اصفهان را با استفاده از پساب شهری اصلاح کرد؟

امینه مردیها [۱]، ناصر هنرجو [۲]، عباس طغیانی [۲]
دانشجوی کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشگاه آزاد اصفهان، ۲-عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اصفهان

چکیده
به منظور کاهش محدودیت اراضی شور و سدیمی، ,واقع در جنوب اصفهان و بررسی امکان استفاده از منابع آب غیر متعارف جهت اصلاح این اراضی، تحقیقی در قالب طرح فاکتوریل با پنج تکرار و تیمار مختلف آبشویی شامل: ۱- آب چاه منطقه، ۲- پساب در شش مرحله، ۳- تناوب آب چاه و پساب، ۴- مخلوط آب چاه و پساب و ۵- پساب در یک مرحله هر کدام به ارتفاع کل ۶۰ سانتی متر به مدت دو ماه اجرا شد، ۶-شاهد بدون اعمال آبشویی. و از سه عمق خاک ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ و ۹۰-۶۰ سانتی متری نمونه برداریو برخی از خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک و آب و پساب اندازه گیری شد. نتایج نشان داد که استفاده از پساب بیشترین تاثیر معنی دار را در تغییر SAR،pH،ECe، گچ خاک داشتهاست. کاربرد تیمارهای مختلف تاثیر معنی داری بر مقدار بیکربنات، OM و CEC، P، Bd و Ksخاک نداشته است.

واژه های کلیدی: آبشویی، پساب فاضلاب شهری،خصوصیات شیمیایی خاک، خصوصیات فیزیکی خاک

مقدمه
شور و سدیمی بودن خاک، اثرات متفاوتی بر رشد و عملکرد گیاهان دارد و در ادامه باعث فرسایش خاک می‌شود. در خاک‌هایی با شوری زیاد وجود یون‌های محلول، با کاهش پتانسیل اسمزی، به گیاه آسیب می‌رساند. شوری و سدیمی و ماندابی شدن اراضی پدیده‌های مرتبط با یکدیگر هستند. این پدیده‌ها بر حرکت آب در خاک اثر گذاشته و تابع عواملی مانند شرایط آب و هوایی، ویژگی‌های خاک و آب آبیاری می‌باشند. بافت خاک، پستی و بلندی، مقدار شوری آب زیرزمینی، مقدار آب آبیاری، غلظت املاح و ترکیب کاتیونی و آنیونی آب آبیاری از جمله عوامل مؤثر در شور شدن اراضی می‌باشد (برزگر، ۱۳۸۷).
در بسیاری از نقاط جهان منابع آب مناسب برای بهره‌گیری رو به کاهش است و با توجه به مصارف روزافزون آن در جوامع شهری و صنعتی و افزایش سرانه مصرف آب، تدریجا کاهش می‌یابد. در مناطقی که با کاهش منابع آب روبرو هستیم به زیر کشت بردن زمین‌های شور و استفاده از آب‌های غیر متعارف مورد توجه قرار می‌گیرد. پساب فاضلاب که زمانی به عنوان منبع آلودگی تلقی می‌گردید، هم اکنون در جهان به عنوان یک منبع جدید تأمین آب مطرح می‌باشد. باتوجه به ماهیت دوگانه پساب، بازیافت آب به عنوان یکی از راهکارها و فرصت‌های کلیدی جهت بهبود وضعیت آب مطرح می‌باشد که از آلودگی منابع آبی و در نتیجه تنزل کیفی آن جلوگیری می‌کند و از سوی دیگر با عرضه منابع جدید تأمین آب، می‌تواند زمینه‌ساز تأمین نیازهای آبی گردد (ثابت رفتار، ۱۳۸۰).
وسعت اراضی شور و سدیمی در استان اصفهان بیش از ۶۰ هزار هکتار برآورد شده و روند رو به افزایش دارد. باتوجه به محدودیت موجود در خاک های شور و سدیمی اهمیت آبشویی و اصلاح این خاک‌های مشخص می‌گردد.

مواد و روش ها
این تحقیق در اراضی شرکت فکا واقع در جنوب اصفهان که بین طول جغرافیایی ۱۵ ۴۳ ۵۱ تا ۰۰ ۴۵ ۵۱ وعرض جغرافیایی ۰۰ ۳۱ ۳۲ تا ۵۳ ۳۱ ۳۲ واقع شده است انجام گرفت.منطقه دارای اقلیم خشک و خیلی گرم با تابستان های خشک است. میانگین بارندگی سالیانه ی اصفهان ۳/۱۴۷ میلی متر، میانگین درجه مطلق سالانه ۱۶ تا ۴۱ درجه سانتی گراد و تبخیر و تعرق سالیانه ۵/۱۴۹۵میلی متر می باشد (سازمان هواشناسی کشور استان اصفهان، ۱۳۹۲). خاک محل اجرای این طرح در سیستم رده بندی خاک آمریکایی ۲۰۱۴ Fine Clayey, Mixed, Active, Thermic, Typic Gypsitorrerts قرار گرفته است (آزادی پور و همکاران، ۱۳۹۳).
به منظور بررسی و مقایسه اثر پساب فاضلاب شهری و آب چاه بر خاک های محدوده مورد مطالعه در دشت مرغ، در یک طرح فاکتوریل یک قطعه زمین به ابعاد ۲۰*۲۰ متر مربع در اراضی شرکت فکا انتخاب گردید و در آن کرت های ۲*۲ متر مربع ایجاد شد به طوری که کرت ها در ده ردیف و ده ستون قرار گیرد. به منظور جلوگیری از خطای ناشی از نشت آب، کرت های ردیف ها و ستون ها یکی در میان انتخاب گردید و در آنها به طور کاملا تصادفی ۵ تکرار از هر تیمار آبشویی قرار داده شد.
تیمار اول) آبشویی با آب چاه به ارتفاع ۶۰ سانتیمتر در ۶ مرحله هر مرحله ۱۰ سانتیمتر
تیمار دوم) آبشویی با پساب فاضلاب شهر بهارستان به ارتفاع ۶۰ سانتیمتر در ۶ مرحله هر مرحله ۱۰ سانتیمتر

تیمار سوم) آبشویی با تناوب پساب و آب چاه به ارتفاع ۶۰ سانتیمتر در ۸ مرحله ،۵/۷ سانتیمتر پساب و ۵/۷ سانتیمتر آب شور
تیمار چهارم) آبشویی با اختلاط آب چاه و پساب، با نسبت ۵۰% و ۵۰% به ارتفاع کل ۶۰ سانتیمتر در ۶ مرحله هر مرحله ۱۰ سانتیمتر
تیمار پنجم) آبشویی با پساب ۶۰ سانتیمتر در یک مرحله
تیمار ششم) شاهد بدون اعمال آبشویی
پس از اتمام پروژه از عمق های ۳۰-۰ ،۶۰-۳۰ و ۹۰-۶۰ سانتی متری خاک نمونه برداری صورت گرفت و برخی از خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک و آب چاه و پساب مورد استفاده اندازه گیری گردید. سپس با استفاده ار نرم افزار SPSS آنالیز ها ی آماری انجام گرفت..

نتایج و بحث

خصوصیات شیمیایی پساب و آب چاه: بر اساس دستورالعمل های فائو که در کتاب آیرز و وست کات[۶۵](۱۹۸۵) ارائه گردیده است اسیدیته آب چاه و پساب مورد استفاده در حد طبیعی می باشد. شوری آب چاه و پساب به ترتیب برابر ۸/۱۲ و ۲ دسی زیمنس بر متر بوده که بر اساس استاندارد های فائو استفاده از آب چاه دارای محدودیت شدید ولی کاربرد پساب در آبیاری دارای محدودیت متوسط می باشد. از نظر تاثیر آب آبیاری بر نفوذپذیری خاک، که با توجه به شوری و SAR آب آبیاری تعیین می گردد در مقایسه با استانداردهای فائو، آب چاه و پساب مورد استفاده هر دو بدون محدودیت محسوب می شوند. از نظر میزان کلر و سدیم ، مقدار این دو عنصر در آب چاه در حد سمی بوده ولی در پساب بدون محدویت می باشد.غلظت عناصر غذایی اصلی ازت، فسفر و پتاسیم در پساب قابل توجه بوده، ضمن اینکه بر طبق استاندارد سازمان محیط زیست ایران (۱۳۷۳) در محدوده مجاز جهت استفاده آبیاری و کشاورزی قرار دارد. با توجه به استاندارد های ارائه شده درجدول ۱ ملاحظهمیشود که آب چاه و پساب مورد استفاده از نظر فلزات سنگین مانندمنگنز،آهن،مس، کادمیوم، روی و سرب در حد مجاز استاندارد سازمان محیط زیست ایران (۱۳۷۳) و فائو (۱۹۸۵) قرار دارند ولی کبالت بیش از محدوده مجاز استانداردهای بیان شده می باشد.

خصوصیات شیمیایی و فیریکی خاک: خاک منطقه دارای بافت رسی بوده و اسیدیته بالاتر از ۸/۷ و هدایت الکتریکی بالاتر از ۲۵ دسی زیمنس بر متر و نسبت جذب سدیم ۳۷ در عمق اول می باشد(جدول ۲)، که آن را جزو خاک های شور و سدیمی قرار می دهد در ضمن نفوذ پذیری خاک ها کم می باشد.

جدول ۱- خصوصیاتشیمیاییپسابوآبچاهمورداستفاده

پارامتر	واحد	اب چاه	پساب	استاندارد پساب	
				ایران*	FAO**
pH	-	۲/۷	۸/۷	۶-۵/۸	۸-۵/۶
EC	dS/m	۷/۱۲	۰۲/۲	_	۷/۰
سدیم	me/l	۳/۵۶	۹/۵	_	_
کلسیم	"	۴۰	۶	۷۵	_
منیزیم	"	۶/۳۱	۲/۷	۱۰۰	_
نسبت جذب سدیم	_	۴/۹	۳/۲	_	_
کلر	"	۹/۸۸	۶/۳	۶۰۰	۴
بی کربنات	"	۶/۲	۶/۳	_	_
ماده آلی	%	ناچیز	۴۳/۵	_	_
پتاسیم	me/l	۶/۴۰	۵/۹۹	_	۳
ازت	mg/l	ناچیز	۵/۳۱	۵۰	۵
فسفر	mg/l	ناچیز	۷/۴۶	_	_
منگنز	"	۰	۰۱۵/۰	۱	۲/۰
آهن	"	۲۷/۰	۴۰۹/۰	۳	۵
مس	"	۰	۰۰۷/۰	۲/۰	۲/۰
کبالت	"	۵۱/۰	۴۲/۰	۰۵/۰	۰۵/۰
کادمیوم	"	۰۰۶/۰	۰۰۷/۰	۰۵/۰	۰۱/۰
روی	"	۰۱۶/۰	۰۰۲/۰	۲	۲
سرب	"	۰	۰۰۷/۰	۱	۵

FAOسازمان محیط زیست ایران (۱۳۷۳) - **آیرز و وست کات (۱۹۸۵)گزارش*

جدول۲- خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک

پارامتر	واحد	عمق		
		۳۰-۰	۶۰-۳۰	۹۰-۶۰

[۶۵] . Ayres and westcot

pH	-	۸/۷	۸/۷	۵/۷
EC	dS/m	۵/۲۵	۲۵/۲۱	۲/۱۵
نسبت جذب سدیم	_	۷/۳۶	۱۶	۱۷
کلر	me/l	۱۶۰	۱۲۱	۱۱۳
بی کربنات	"	۸/۲۶	۶/۱۹	۲۰
گچ	%	۸/۵۴	۸/۲۶	۵/۶
آهک	%	۹/۲۱	۲۹	۴۰
ماده آلی	%	۴۷/۱	۲۸/۱	۸۸/۰
ازت	%	۱۲/۰	۰۹/۰	۰۹/۰
فسفر	mg/kg	۷۹/۱	۵۶/۱	۳۳/۲
پتاسیم	me/l	۴۶/۱۳	۸۷/۱۰	۰۶/۵
ظرفیت تبادل کاتیونی	me/۱۰۰g	۶۳/۱۰	۸۷/۱۶	۸۳/۱۷
وزن مخصوص ظاهری	g/cm۳	۳۱/۱	۲۷/۱	۲۶/۱
هدایت هیدرولیکی اشباع	cm/h	۲۵/۰	۲۷/۰	۲۰/۰
بافتخاک	-	CL	CL	C

تاثیر تیمارها بر خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک: نتایج کاربرد تیمارهای مختلف آبیاری نشان می دهد که استفاده از پساب بیشترین تاثیر معنی دار را در کاهش شوری خاک داشته است(شکل ۱). نتایج نشان داد که بین دو روش استفاده از پساب یعنی کاربرد مقدار پساب در یک مرحله و کاربرد آن در شش مرحله تفاوت معنی داری وجود نداشته است. فیضی (۲۰۰۱)نشان داد که استفاده از پساب فاضلاب در آبیاری مزارع باعث کاهش هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک گردید. علت این امر را می توان در بالا بودن هدایت الکتریکی خاک قبل از کاربرد پساب و کم بودن هدایت الکتریکی پساب فاضلاب شهری دانست.

در شکل (۲) مشاهده می شود نسبت جذب سدیم در عمق اول در تمامی تیمارها کاهش معنی داری را نشان می‌دهد که کاربرد پساب در یک مرحله و کاربرد پساب در شش مرحله بیشترین کاهش نسبت جذب سدیم خاک را نسبت به شاهد داشته است. در عمق دوم فقط در کاربرد پساب در یک مرحله کاهش معنی‌داری را در مقدار نسبت جذب سدیم داشته است و در عمق سوم خاک مقدار نسبت جذب سدیم خاک افزایش یافته است که علت آن احتمالا انتقال سدیم از لایه های بالایی خاک به این عمق خاک بوده است. نتایج مطالعه ای مشابه توسط بهاردواژ[۶۶](۲۰۰۷) نشان می دهد که آبیاری با پساب باعث کاهش معنی دار نسبت جذب سدیم در هر دو عمق خاک (۳۰-۰ و ۶۰-۳۰) نسبت به آبیاری با آب چاه شده است.

نتایج کاربرد تیمارهای مختلف آبیاری نشان می دهد که کاربرد پساب در شش مرحله تاثیر معنی دار را در افزایش اسیدیته خاک داشته است(شکل ۳). به نظر می رسد بیشتر بودن مقدار بی کربنات پساب نسبت به آب چاه دلیل افزایش اسیدیته خاک می باشد . شایان جزیی و همکاران در سال ۱۳۸۹ نتیجه گرفتند که آبیاری با پساب باعث افزایش اسیدیته خاک در دو عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ خاک گردیده است.

در شکل ۴ مشاهده می شود که فقط کاربرد پساب در یک مرحله و تناوب آب چاه وپساب در عمق اول تاثیر معنی داری در کاهش مقدار بی کربنات خاک داشته است.

نتایج کاربرد تیمارهای مختلف نشان می دهد که تغییر معنی‌داری بر میزان ماده آلی خاک در سه عمق خاک نداشته است که نتایج آن در شکل ۵ ارائه گردیده است. همچنین تغییر معنی داری در ظرفیت تبادل کاتیونی مشاهده نشد(شکل ۶). به نظر می رسد برای مشاهده افزایش ماده آلی در خاك نیاز به استفاده طولانی مدت از پساب و غنی بودن پساب از کربن آلی می باشد. این نتایج با نتا یج موروگان کورونادو[۶۷] و همکاران در سال ۲۰۱۱ در بررسی اثرات کوتاه مدت پساب بر خاك های آهکی مدیترانه ای مشابهت دارد.

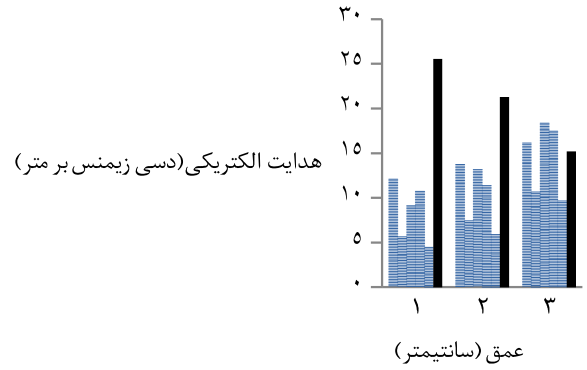
نتایج ارایه شده در شکل ۷ نشان داد که بین دو روش استفاده از پساب یعنی کاربرد مقدار پساب در یک مرحله و کاربرد آن در شش مرحله تفاوت معنی داری وجود داشته است وکاربرد پساب در یک مرحله به دلیل حجم بالای آبشویی باعث آبشویی بیشتر گچ خاک از عمق اول و تجمع آن در عمق های دوم و سوم شده است.

نتایج کاربرد تیمارهای مختلف نشان می دهد که تاثیر معنی‌داری بر میزان فسفر خاک نداشته است. این نتایج در شکل ۸ ارائه گردیده است. در استفاده دراز مدت از پساب موضوع انباشته شدن فسفر در خاك های زراعی باید مد نظر قرار گیرد زیرا در نتیجه فرآیند تجزیه مواد آلی، اسید هومیك تولید شده که منجر به افزایش ترکیب فسفر هومیك شده و نهایتاً افزایش میزان فسفر قابل دسترس می گردد. مطالعات پناهی کردلاغری و همکاران (۱۳۹۱) نشان داده است که میزان فسفری که از طریق آبیاری با پساب فاضلاب به مدت ده سال به یک خاک رسی افزوده شده بود، در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر تجمع یافت در حالیکه در خاکهای سبک فسفر به عمق بیشتری شسته می‌شود.

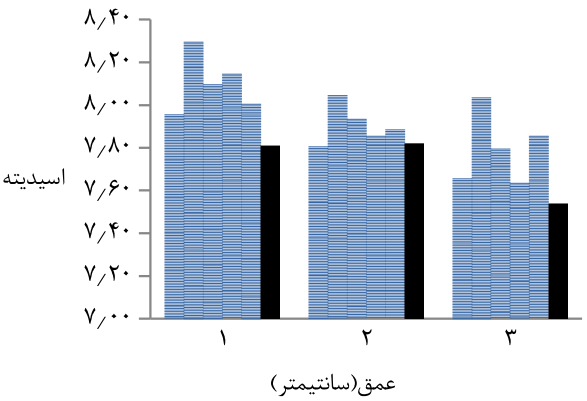
[۶۶]-Bharadwaj et al.
[۶۷]-Morugan-Coronado et al.

نتایج کاربرد تیمارهای مختلف آبیاری نشان می دهد که اعمال تیمارها تاثیر معنی داری در مقدار وزن مخصوص ظاهری خاک و هدایت هیدرولیکی خاک نداشته است که نتایج آن در شکل ۹و ۱۰ ارائه گردیده است. مسعودی آشتیانی و همکاران در سال ۱۳۹۰ در تحقیق ۴ ماهه خودتاثیر معنی داری در مورد جرم مخصوص ظاهری و دیگر خصوصیات فیزیکی مشاهده نکردند.

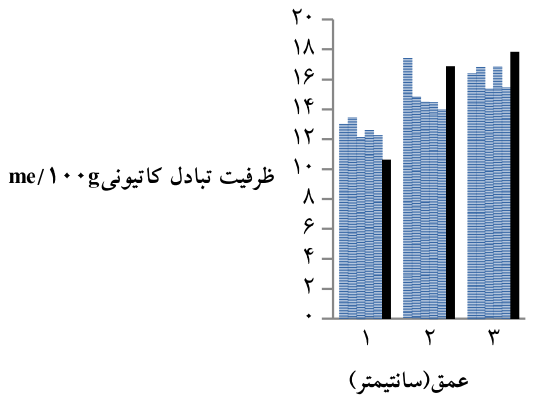
در جمع بندی نهایی می توان گفت که استفاده از پساب فاضلاب شهری توانسته است ضمن آبشویی نمک ها و سدیم خاک، محدودیت های شوری و قلیاییت خاک را بشدت کاهش داده و نیاز آبی گیاهان مورد کشت را نیز تامین نماید.



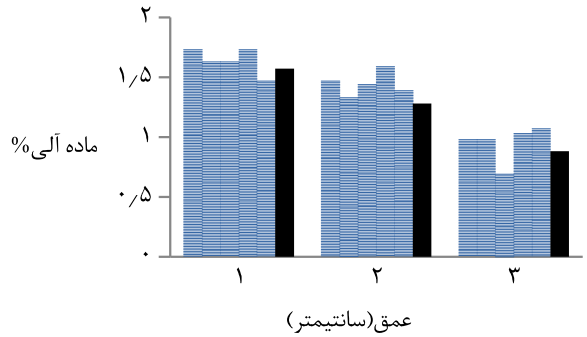
شکل۱- مقایسه میانگین تغییرات EC در تیمارهای مختلف خاک



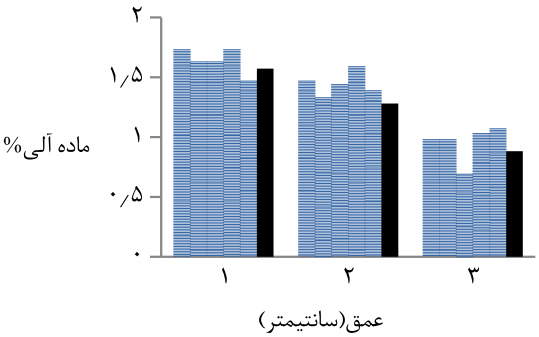
شکل۲- مقایسه میانگین تغییرات SAR در تیمارهای مختلف



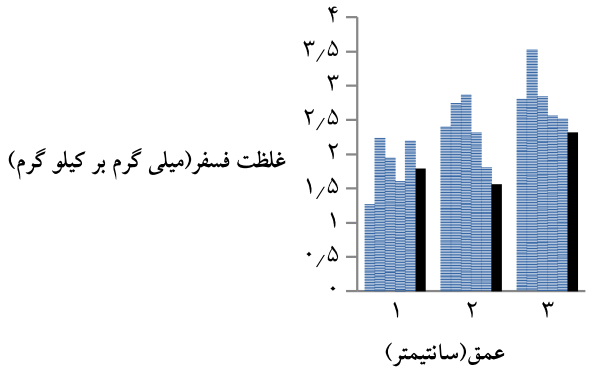
شکل۳- مقایسه میانگین تغییرات pH در تیمارهای مختلف



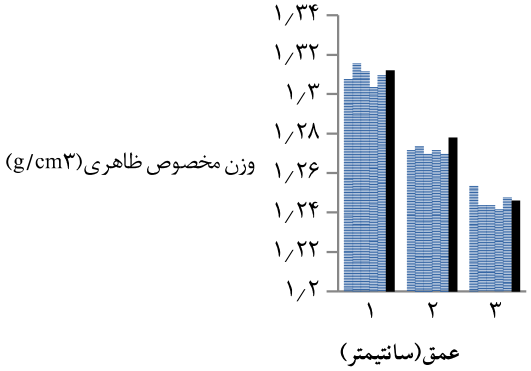
شکل۴- مقایسه میانگین تغییرات غلظت بی کربنات در تیمارهای مختلف



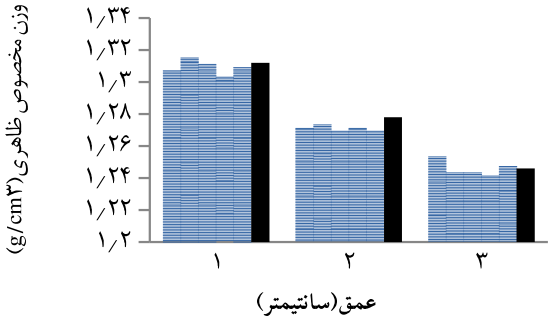
شکل۵- مقایسه میانگین تغییرات ماده آلی در تیمارهای مختلف CEC در تیمارهای مختلف



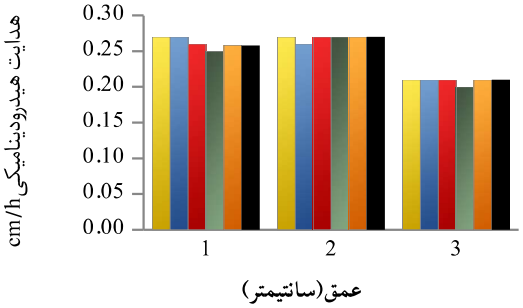
شکل۶- مقایسه میانگین تغییرات



شکل۷- مقایسه میانگین تغییرات گچ در تیمارهای مختلف



شکل۸- مقایسه میانگین تغییرات غلظت فسفر در تیمارهای مختلف



شکل۱۰- مقایسه میانگین تغییرات Bdشکل۹- مقایسه میانگین تغییرات در تیمارهای مختلف Ks
ستونهای نمودار به ترتیب از چپ به راست: ۱- آب چاه ۲- کاربرد پساب در ۶ مرحله ۳-تناوب آب چاه و پساب ۴- مخلوط آب چاه و پساب ۵- کاربرد پساب در یک مرحله ۶- شاهد(ستون سیاه رنگ)

منابع

آزادی پور، ش.۱۳۹۳.چگونگی تحول و تکامل خاک های شور و سدیمی و تعیین تناسب و محدودیت های آنها جهت کشاورزی در منطقه ۱ فکا.پایان نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اصفهان.

برزگر، ع . ۱۳۸۷. خاك های شور و سدیمی : شناخت و بهره وری. چاپ اول ،اهواز: دانشگاه شهید چمران ،۱۸۰صفحه.

پذیرا، ا. ۱۳۸۵. راهنمای کاربرد مدل های تجربی و نظری آبشویی نمک های خاک های شور، سازمان مدیریت وبرنامه ریزی کشور. ۱۰۸-۹۸.

شایان جزی م، قربانی ه ،فیضی م. ۱۳۸۹. تاثیر استفاده از پساب در کشاورزی بر برخی خواص شیمیایی خاك، دومین سمینار ملی جایگاه آب های بازیافتی و پساب در مدیریت منابع آب- کاربردها در کشاورزی و فضای سبز.

مسعودی آشتیانی، س. ۱۳۹۰. تاثیر کاربرد فاضلاب شهری در آبیاری سورگوم بر برخی خصوصیات فیزیکی خاك. پژوهش های خاک (علوم خاک و آب)، جلد بیست و پنجم، شماره ی ۳،صفحات ۱۳-۲۵.

محمدی، پ. ۱۳۸۵. مروری بر استانداردها وتجارب استفاده از پساب آبیاری. کمیته ملی آبیاری وزهکشی ایران، ۴۵ صفحه.

Ayers RS, Westcct DW. ۱۹۸۵. Water quality for agriculture. Irrigation and Drainage paper ۲۹ Rev. ۱. FAO. Reme. ۱۷۴ P.

Bhardwaj A.K., Goldstein D., Azenkot A.and Levy . ۲۰۰۷. Irrigation with treated wastewater under two different irrigation method. Effects on hydraulic conductivity of a clay soil. Geoderma, ۱۴۰ : ۱۹۹-۲۰۶.

Feizi M. ۲۰۰۱. Effect of treated wastewater on accumulation of heavy metals inplants and soils. ICID International Workshop on Wastewater ReuseManagement,Korea,۱۹-۲۰, September .

Morugan-Coronado A. ۲۰۱۱. Short-term effects of treatedwastewater irrigation on Mediterraneancalcareous soil. .Soil & Tillage Research. ۱۱۲: ۱۸-۲۶

Abstract

In order to amendment and decrease saline and alkaline land limitations Foka culture and stock raising company in south of Isfahan to investigate possibility of using uncommon water supplies in order to land reform research in form of factorial design with ۵replications and ۵ different leaching treatment: They are: ۱- well water. ۲- Sewage residue usage in ۶ steps. ۳- Rotation well water and sewage residue. ۴- Mixture of well water and sewage residue. ۵- Sewage residue application was done in one step for ۲ months and compared with control which it was farm soil without leaching, soil sampling was conducted in ۳ depths (۰-۳۰,۳۰-۶۰ and ۶۰-۹۰cm) and some of chemical and physical characteristics of soil and well waterand sawage effluent was measured. Results show that sewage residue usage has the most significant effect in ECe, SAR, pH and gypsum. Different treatments application hasn't significant effect on amount of P, OM, CEC, HCO_3^-, Bd, Ks.