

ارزیابی تغییرات برخی از خصوصیات فیزیکوشیمیایی اراضی زراعی (تحت کشت نیشکر و تناوبی) و بکر منطقه هفت تپه، خوزستان

سیروس جعفری، مجید باقرنژاد^۱ و مصطفی چرم^۲

چکیده

گیاه نیشکر *Saccharum officinarum L.* در خوزستان در سطح نسبتاً وسیعی کشت می شود. طولانی بودن دوره کشت (۱۲ تا ۱۴ ماه)، مصرف زیاد آب (۲۵ تا ۳۰ دور آبیاری) و استفاده گسترده از ماشین آلات و ادوات سنگین کشاورزی در مراحل کاشت، داشت و برداشت نیشکر می تواند بر خصوصیات خاک اثر داشته باشد. مطالعه تغییرات پدید آمده در خصوصیات خاکها در طی دوره طولانی مدت کشت همراه با آبیاری زیاد در یک خاک منطقه خشک در حالی که بخشی از پتاسیم خاک توسط گیاه جذب شده و با کوددهی نیز تامین نشده است، می تواند اطلاعات مفیدی را در ارتباط با اثر رطوبت و کشت و کار در اراضی مناطق خشک ارائه دهد. بنابراین تغییرات برخی از ویژگیهای فیزیکوشیمیایی و همچنین تغییر اشکال مختلف پتاسیم خاک (محلول، تبادلی، تثبیت شده و کل) در اراضی تحت کشت نیشکر هفت تپه و کشت های تناوبی در مقایسه با اراضی بکر که در مجاورت هم قرار دارند بررسی شد. نتایج با برنامه آماری SAS تجزیه شد. نتایج نشان داد که کشت و زرع، ظرفیت تبادل کاتیونی خاک و رس ها را نسبت به اراضی بکر بویژه در لایه سطحی افزایش داده است. همچنین توزیع اندازه ذرات نیز تا حدودی تغییر یافته است که این پدیده به ریزتر شدن ذرات خاک منجر گردیده است. علی رغم دمای زیاد و انجام عملیات شخم، میزان ماده آلی خاک کشت شده، نسبت به اراضی بکر، افزایش نسبتاً مناسبی را نشان می دهد. در اراضی تحت کشت نیشکر، پتاسیم قابل جذب در لایه سطحی خاک نسبت به اراضی بکر کاهش یافته است. این تغییر در اراضی تحت کشت تناوبی نسبت به بکر تغییری کمتری داشت. پتاسیم تثبیت شده بین لایه های رس در خاک تحت کشت نیشکر نیز کاهش یافته بود. این کاهش در لایه های عمقی خاک نسبت به لایه سطحی معنی دار نبود.

واژه های کلیدی: نیشکر، پتاسیم تثبیت شده، ظرفیت تبادل کاتیونی، پراش اشعه ایکس

مقدمه

مصرف هیچ گونه کود پتاسیمی، بخشی از پتاسیم خاک را تخلیه نموده باشد. در طی این مدت به علت عدم افزایش کودهای پتاسیم دار و همچنین مقدار کم مواد جامد معلق و پتاسیم محلول در آب آبیاری امکان جایگزینی پتاسیم تخلیه شده از خاک وجود نداشته است (۳). عدم واکنش نیشکر به مصرف کودهای پتاسیمی در این اراضی در سالهای اخیر نکته مبهمی است که به نظر می رسد کلید آن در بررسی وضعیت شکل های مختلف پتاسیم خاک و تغییرات فیزیک و شیمیایی خاک باشد. وفور کانی های گروه میکا در اراضی خوزستان که ذخیره

نیشکر *Saccharum officinarum L.* در طول دوره رشد خود به ۳۰۰۰۰ مترمکعب آب آبیاری در هر هکتار در خوزستان نیازمند بوده که در ۲۵ الی ۳۰ نوبت به خاک اضافه می شود. این گیاه همچنین پتاسیم را نسبت به سایر عناصر معدنی بیشتر جذب می نماید (۲۶). برداشت ساقه های قابل آسیاب نیشکر سبب تخلیه بخش اعظمی از این پتاسیم جذب شده از خاک می شود (۲۶). به نظر می رسد، تولید بالای نیشکر با متوسط ۱۰۰ تن ساقه قابل آسیاب در هر هکتار در طی ۴۰ سال بدون

۱- برترتیب دانشجوی دکتری و دانشیار بخش خاکشناسی

دانشگاه شیراز

۲- استادیار گروه خاکشناسی دانشگاه شهید چمران اهواز

تاریخ دریافت: ۸۲/۱۲/۱۸

تاریخ پذیرش: ۸۳/۱۲/۲۴

$K > N > P > Ca > S > Mg > Cl > Fe > Zn > Mn > Cu > B > Mo$

پتاسیم در خاک به چهار شکل مختلف وجود دارد: پتاسیم در محلول خاک، پتاسیم تبدلی، پتاسیم تثبیت شده بین لایه‌ها و پتاسیم موجود در شبکه کانی‌ها (۱۵). میزان پتاسیم قابل جذب در بسیاری از خاکهای خوزستان از جمله قسمت‌های حمیدیه و اراضی شمالی (اندیمشک) زیاد گزارش شده است (۰/۵ میلی‌اکیوالانت درصد گرم) (۱).

واکنش‌های متفاوتی به کاربرد کود پتاسیمی در اراضی تحت آبیاری با بافت سبک و متوسط در گیاهان زراعی ایران، پاکستان و آمریکا مشاهده شده است (۴، ۸ و ۲۹). پتاسیم آزاد شده از لایه‌های کانی و سایر فازها در طی فصل رشد ناچیز در نظر گرفته می‌شود، اما تحقیقات منگل و کرکبی (۳۰) نشان داد که مقدار پتاسیم آزاد شده از بین لایه‌های کانیها به حدی است که می‌تواند بر جذب گیاهی اثر بگذارد. موریتسوکا و همکاران (۳۱) فرآیندهای مهم آزادسازی پتاسیم غیر تبدلی توسط ریشه را شامل واکنش تبدلی یا حل شدن کانی‌ها و یا هر دو گزارش کردند.

آزاد شدن پتاسیم غیر تبدلی ممکن است دلیلی برای عدم پاسخ گیاه به پتاسیم کودی باشد (۲۹). سدیم محلول در آب آبیاری می‌تواند جایگزین پتاسیم بین لایه‌ای در کانی میکا شود. عمل جایگزینی مذکور توسط منیزیم محلول با سرعت بیشتری نسبت به سدیم صورت می‌گیرد (۳۴). فلدسپات‌های پتاسیم در اجزاء رس و سیلت ریز خاک یک منبع مهم پتاسیم در دسترس گیاه می‌باشند. فلدسپات‌ها نسبت به میکاها اهمیت کمتری دارند (۱۳ و ۱۵). میکاها بسته به نوع، مقدار، اندازه ذرات آن و همچنین میزان تر و خشک شدن مقدار متفاوتی پتاسیم آزاد می‌کنند. میکای با هشت وجهی سه تایی مثل بیوتیت^۳ پتاسیم را با سرعت

عمده پتاسیم خاک به شمار می‌رود ممکن است منبع عمده تامین پتاسیم گیاه باشد (۴، ۵ و ۷). تخریب کانی‌ها نیز می‌تواند منبع دیگر تامین پتاسیم گیاه باشد (۱۵).

کشت نیشکر از جمله فعالیت‌های کشاورزی است که در سطح گسترده انجام می‌گردد. نیشکر از منابع مهم تامین شکر مورد نیاز انسان بوده و بر اساس آمار فائو کل سطح برداشت شده جهانی آن در ۱۹۹۲ نزدیک به ۱۸ میلیون هکتار می‌باشد که متوسط تولید جهانی آن ۶۱ تن در هکتار بوده است (۲۶). مطالعات در برزیل و مناطق دیگر نشان می‌دهد که عمق ۳۰-۰ سانتیمتری حاوی ۴۰-۶۰ درصد از کل وزن ریشه نیشکر بوده و بین ۲۰-۳۰ درصد از وزن ریشه نیز در عمق ۳۰-۶۰ سانتی‌متری قرار دارد (۲۶). حداکثر سرعت جذب پتاسیم توسط نیشکر برای کشت اول^۱ ۰/۷۱ و برای مزرعه بازرویی^۲ تقریباً ۰/۹۵ کیلوگرم در هکتار در روز می‌باشد. پتاسیم جذب شده توسط نیشکر با تناژ ۱۰۰-۲۰۰ تن ساقه قابل آسیاب تقریباً ۱۸۰-۲۰۰ کیلوگرم در هکتار در سال می‌باشد (۲۶). میزان پتاسیم در ریشه‌ها، ساقه‌های قابل آسیاب و برگها بترتیب ۴، ۱۰۹ و ۱۰۵ کیلوگرم برای ۱/۵ تن ماده خشک ریشه، ۱۰۲ تن ساقه تازه و ۲۷ تن وزن تازه برگها در هر هکتار می‌باشد. با آتش زدن نیشکر، بخش اعظم پتاسیم موجود در شاخ و برگ به خاک برمی‌گردد (۲۶) و تنها پتاسیم موجود در ساقه‌ها از خاک تخلیه می‌شود. تلفات عمده پتاسیم در مزارع نیشکر توسط خروج ساقه‌های قابل آسیاب و به میزان کمی نیز توسط آبشویی صورت می‌گیرد. در شربت نیشکر تقریباً ۸۰٪ از کل پتاسیم ساقه ذخیره شده است که عمدتاً به ملاس اضافه می‌شود. ترتیب غلظت عناصر غذایی در گیاه نیشکر بصورت زیر می‌باشد (۲۶):

1- Plant
2- Ratoon

3- Biotite

پتاسیم بیش از حد آستانه باشد کانی‌های حد واسط میکا- قابل انبساط ۱: ۲، پتاسیم را جذب می‌کنند (۱۳). هیسینگر و جیلارد (۲۱) نشان دادند که آزاد شدن پتاسیم بین لایه‌ای در کانی فلوگوپیت^۲ در ریزوسفر سورگوم، زمانی که غلظت پتاسیم در محلول ریزوسفر به زیر حد آستانه ۸۰ میلی مول در متر مکعب می‌رسد رخ می‌دهد. حد آستانه غلظت پتاسیم برای کانی بیوتیت ۴۰۰-۵۰ میلی مول در متر مکعب و برای مسکوویت و ایلیت ۲/۵ میلی مول در متر مکعب گزارش شده است (۳۱). حل شدن کانی‌ها توسط اسید، فرآیند دیگر آزاد سازی پتاسیم غیر تبادلی از کانی‌ها می‌باشد. حل شدن ساختمان فلوگوپیت در ریزوسفر کلم احتمالاً به دلیل ترشح پروتون توسط ریشه رخ می‌دهد. آزاد شدن پتاسیم غیر تبادلی از فلدسپات‌ها نیز به ترشحات اسیدی ریشه بخصوص اسیدهای سیتریک و اگزالیک نسبت داده شده است (۲۲).

بررسی تغییرات پدید آمده در خصوصیات خاکها در دوره طولانی مدت کشت و کار همراه با آبیاری متراکم در یک خاک منطقه خشک در حالی که بخشی از پتاسیم خاک نیز توسط گیاه تخلیه شده و جایگزین نیز نشده است، می‌تواند اطلاعات مفیدی را در ارتباط با اثر رطوبت و کشت و کار در اراضی مناطق خشک ارائه دهد. بنابراین هدف از انجام این تحقیق بررسی تغییرات برخی از خصوصیات فیزیکوشیمیایی با تاکید بر تغییر اشکال مختلف پتاسیم خاک (محلول، تبادلی، تثبیت شده و کل) در اراضی تحت کشت نیشکر و کشت های تناوبی در مقایسه با اراضی بکر می‌باشد.

مواد و روش ها

اراضی مورد مطالعه در عرض جغرافیایی ۳۴/۴ و طول ۴۸/۲۱ درجه بین دو رود شاور و دز در ۱۰۰ کیلومتری شمال اهواز واقع شده اند. ارتفاع آن از

بیشتری نسبت به میکای با هشت وجهی دوتایی مثل مسکوویت^۱ آزاد می‌کند (۱۵). میکاها عمدتاً در جزء درشت رس (۲-۰/۲ میکرومتر) قرار دارند. ذرات ریز میکا، پتاسیم را با سرعت بیشتری نسبت به ذرات درشت آزاد می‌کنند (۱۳). با تبدیل میکا به کانی‌های ۲:۱ و ایجاد مکانهای جدید تبادلی، ظرفیت تبادل کاتیونی خاک افزایش خواهد یافت (۱۳).

روش معمول اندازه گیری پتاسیم قابل جذب، عصاره گیری خاک با استات آمونیوم می‌باشد که شاخص خوبی برای اندازه گیری قابلیت دسترسی گیاه بحساب نمی‌آید (۲۹). در خاکهای غنی از میکا، پتاسیم تبادلی به تنهایی شاخص ضعیفی در ارزیابی پتاسیم قابل دسترس گیاه می‌باشد و میزان میکا در اجزاء رس و سیلت نسبت به پتاسیم تبادلی خاک در جذب گیاهی از اهمیت بیشتری برخوردار می‌باشد. برخی از محققان واکنش خوبی را در گیاهان زراعی به کاربرد پتاسیم در اراضی با $200 \text{ mg K}^+ \text{ kg}^{-1}$ مشاهده کرده اند در حالی که حد کفایت پتاسیم در خاک $100 \text{ mg K}^+ \text{ kg}^{-1}$ در نظر گرفته شده است (۲۹).

منبع دیگر تخلیه پتاسیم خاک آبشویی می‌باشد. حرکت پتاسیم در خاکهای ایلیتی با بافت سنگین بسیار کند می‌باشد (۶). در آزمایشی، آبشویی پتاسیم از سه خاک با بافتهای رسی، لوم و لومی ماسه ای بررسی شد. آبشویی پتاسیم با مصرف ۳۰۰۰۰ متر مکعب آب آبیاری در هکتار در سال از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر در خاک رسی ۹/۳۳ کیلوگرم، خاک لومی ۹ کیلوگرم و خاک شنی ۶۲/۷ کیلوگرم در هکتار بود (۲).

زمانی که غلظت پتاسیم در محلول خاک کمتر از حد آستانه باشد، پتاسیم بین لایه‌ای کانی توسط کاتیونهای دیگر جایگزین می‌شود. وقتی غلظت

اکسیدهای آهن و منگنز با روش مهرا و جکسون (۲۸) استخراج و اندازه گیری شد. کلسیم و منیزیم تبدالی نیز از تفاضل سدیم و پتاسیم تبدالی از ظرفیت تبادل کاتیونی خاک محاسبه شدند (۳۵).

نتایج حاصله بصورت کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به کمک نرم افزار آماری SAS آنالیز گردیدند (۳۳). در این طرح عامل اصلی نوع کشت (A) و عامل فرعی عمق نمونه برداری (B) در نظر گرفته شد.

نتایج و بحث

منبع تأمین آب آبیاری در اراضی هفت تپه رودخانه دز می‌باشد که متوسط کیفیت آب این رودخانه در طی ۳۷ سال در جدول ۱ آورده شده است میزان املاح و مواد معلق موجود در آب رودخانه دز نسبتاً کم می‌باشد. پتاسیم موجود در آب دز بطور متوسط $0/003$ سانتی مول در لیتر است که نسبتاً کم می‌باشد (جدول ۱). برخی از ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک‌های هفت تپه در جدول ۲ نشان داده شده است. هدایت الکتریکی خاک‌های بکر (جدول ۲) نشان می‌دهد که این اراضی عمدتاً شور بوده و قبل از کشت و کار نیاز به انجام آبیاری اولیه دارند. نمک غالب در این اراضی عمدتاً کلرید سدیم می‌باشد (۳).

کاهش شوری به $0/83$ دسی زیمنس بر متر در لایه $0-40$ سانتیمتری خاک در هفت تپه به آبیاری در زراعت نیشکر و کیفیت مناسب آب آبیاری مربوط می‌گردد. آبیاری سبب حذف گچ از پروفیل اراضی کشت شده گردیده است. گچ به میزان $0/3$ گرم در کیلوگرم در اعماق مختلف اراضی بکر هفت تپه وجود داشته است که در اراضی تحت کشت نیشکر و تناوبی از پروفیل خاک حذف شده است. حالیت گچ در آب تقریباً سبب تخلیه کامل آن از پروفیل خاک‌های تحت کشت شده است. به همین دلیل اختلاف معنی داری بین اراضی بکر و زراعی در

سطح دریا ۴۲ تا ۸۲ متر می‌باشد. متوسط بارندگی سالیانه منطقه $265/8$ میلیمتر در سال بوده که حداکثر آن در ماه‌های دی و بهمن است. نمونه برداری از اراضی با سابقه کشت طولانی نیشکر (۴۲ سال) در کشت و صنعت هفت تپه از مزارع 102 ، 103 ، 104 و 110 در سال 1382 انجام شد. نمونه خاک مربوط به کشت تناوبی نیز از اراضی مجاور که در آنها کشت‌های متداولی مثل گندم، جو و صیفی جات طی بیش از صد سال انجام شده بود برداشته شد. خاک کشت نشده (بکر) نیز از اراضی مجاور همین مزارع که در طی این سالها بصورت دست نخورده باقی مانده بود نمونه برداری شد. نمونه‌ها از اعماق $0-40$ ، $40-80$ و $80-100$ سانتیمتری برداشته شد. حداقل 10 نمونه از نقاط مختلف هر مزرعه بصورت تصادفی برداشته شده و سپس نمونه‌های متناظر با همدیگر مخلوط شدند. نمونه‌های فوق به کمک مته دستی برداشته و پس از خشک کردن، آسیاب و با عبور از الک 2 میلیمتری، تجزیه‌های زیر روی نمونه‌های مربوط به هر مزرعه انجام شد:

قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره اشباع خاک، pH خاک بوسیله اندازه گیری pH در تعلیق با نسبت $2/5$: 1 خاک به آب اندازه گیری شد (۳۵). درصد رطوبت اشباع خاک (SP) با خشک کردن گل اشباع نمونه در دمای $110^{\circ}\text{C}-105$ و محاسبه درصد رطوبت تعیین گردید (۳۵). بافت خاک به روش پی پت (۱۳ و ۱۶)، ماده آلی به روش اکسایش تر (۲۳)، کربنات کلسیم به روش خنثی سازی با اسید کلریدریک و حرارت دهی (۳۲)، گچ به روش رسوب در استن (۳۵)، ظرفیت تبادل کاتیونی به روش چاپمن (۱۱)، پتاسیم محلول با عصاره گیری اشباع خاک و قرائت با شعله‌سنجی، پتاسیم تبدالی به روش عصاره گیری با استات آمونیوم (۲۷)، پتاسیم تثبیت شده به کمک عصاره گیری با اسید نیتریک جوشان (۹)، پتاسیم کل به روش هضم خاک در کربنات سدیم (۲۴) انجام شد.

جدول ۱- میانگین ۳۷ ساله برخی از ویژگیهای شیمیایی و فیزیکی آب رودخانه دز

آنیون ها (cmol _c L ⁻¹)				کاتیون ها (cmol _c L ⁻¹)				TDS	pH	EC	دما	شرح
SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	K ⁺	Na ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Mg L ⁻¹	μS/cm	°C		
۰/۰۵	۰/۲۰	۰/۳۰	۰	۰/۰۰۴	۰/۲۲	۰/۰۹	۰/۱۵	۲۳۱۰	۸/۳	۶۱۱	۲۴	حداکثر
۰/۰۰۹	۰/۰۸	۰/۲۲	۰	۰/۰۰۲	۰/۰۷	۰/۰۴	۰/۰۹	۲۹۵	۷/۹	۴۳۳	۱۲	حداقل
۰/۰۳	۰/۱۴	۰/۲۵	۰	۰/۰۰۳	۰/۱۴	۰/۰۷	۰/۱۲	۴۹۸/۵	۸/۱۱	۵۰۷/۷	۱۶/۷	میانگین

مواد آلی که منجر به تولید اسیدهای آلی می شود از جمله عوامل خنثی کننده کربناتها به حساب می آیند. عامل دیگر تا حدودی به افزایش کود اوره در طی زراعت های نیشکری و یا تناوبی مربوط می گردد. در تبدیل اوره به نیترات (پدیده نیتریفیکاسیون) توسط باکتریها، یون هیدروژن تولید شده که تا حدودی سبب کاهش پ هاش خاک می شود.

همچنانکه مشاهده می شود با کشت های نیشکر و تناوبی از میزان شن نسبت به خاکهای بکر تا حدودی کاسته شده و در عوض بخش های ریزتر خاک افزایش نشان می دهند. این عمل ممکن است به فراهمی رطوبت و تشدید فرآیندهای هوا دیدگی در خاک مربوط شود. نتایج مشابهی نیز توسط کدوما و همکاران (۲۳) ارائه شده است. از طرفی کشت گیاه و ایجاد محیطی مناسب جهت فعالیت موجودات زنده خاک می تواند در تخریب ذرات درشت خاک (شن) به ذرات ریزتر مؤثر باشد چنین مشاهداتی با نتایج برتلین و بلجی (۱۰) و هاما و همکاران (۱۷) مطابقت دارد که تبدیل ذرات ریز بر اثر فعالیت موجودات زنده و کشت و کار را گزارش نموده اند. از سویی همچنانکه در جدول ۱ نیز دیده می شود همراه آب آبیاری ذرات معلق نیز

سطح ۱٪ مشاهده می شود. تغییر پ هاش ناشی از فعالیت های مختلف کشاورزی در خاکهای مورد مطالعه اندک است. این امر می تواند به قدرت زیاد بافری خاک مربوط گردد. وجود مقادیر زیادی از کربناتها در این اراضی (بین ۳۸۱-۴۵۲ گرم در کیلوگرم خاک) همراه با ظرفیت تبادل کاتیونی رس ها مانع از تغییرات پ هاش خاک شده است. با این وجود اختلاف نوع کشت و عمق های مورد بررسی و همچنین تعامل آنها از لحاظ آماری معنی دار شده است. علت این امر تا حدودی به افزایش پ هاش در اثر شوری زدایی بر می گردد. کشت و کار نیشکر و همچنین کشت تناوبی سبب کاهش میزان کربناتها در خاک شده است. در لایه سطحی خاک هفت تپه میزان کربنات از ۴۲۵ در خاک بکر بترتیب به ۳۹۸ و ۳۶۲ گرم در کیلوگرم در کشت نیشکری و کشت تناوبی کاهش یافته است. کاهش مشابه ولی به میزان کمتر نیز در لایه ۸۰-۴۰ سانتی متری بخصوص در اراضی هفت تپه برای کشت نیشکری و تناوبی نسبت به اراضی بکر مشاهده می شود. در لایه های پائین تر از عمق ۸۰ سانتیمتری میزان کربنات کلسیم کاهش بسیار کمتری نشان می دهد. آزاد شدن گاز دی اکسید کربن بر اثر فعالیت های زیستی و تشکیل اسید کربنیک، ترشحات ریشه و تجزیه

جذب در کشت تناوبی بیشتر از کشت نیشکری می‌باشد.

این افزایش میزان فسفر ناشی از افزایش کودهای فسفره در طی کشت و کار می‌باشد. کود فسفره به میزان ۴۰۰-۲۵۰ کیلوگرم در هکتار (دی آمونیم فسفات یا سوپر فسفات تریپل) در اراضی تحت کشت نیشکر در زمان کاشت مصرف شده است. در بازرویی بعدی در صورت مشاهده علائم کمبود فسفر در گیاه این کود به خاک اضافه می‌شد. در حالی که در کشت تناوبی در هر سال فسفر بطور متوسط به میزان ۱۵۰-۱۰۰ کیلوگرم در هکتار (دی آمونیم فسفات و یا سوپر فسفات تریپل) به خاک اضافه شده است. از طرفی حجم زیست توده خارج شده از مزرعه برای نیشکر در هر سال حدود ۱۰۰ تن ساقه قابل آسیاب در هکتار می‌باشد و پوшал و سرنی نیز سوزانده می‌شود که در اثر این عمل بخشی از فسفر موجود در نسوج گیاهی در اثر سوزاندن بقایا از خاک خارج می‌شود (۲۶).

زراعت موجب افزایش ماده آلی در خاک، و به تبع آن نیتروژن کل خاک نیز اختلاف معنی داری در سطح ۱٪ در عمق سطحی اراضی زراعی نسبت به بکر نشان می‌دهد. در زراعت نیشکر علی‌رغم سوزاندن بقایای گیاهی و خروج ساقه‌های قابل آسیاب از خاک، ریشه‌ها و طوقه‌ها هر ساله به خاک اضافه می‌شوند. این منبع ماده آلی حدود ۴۰٪ وزن ساقه‌های قابل آسیاب می‌باشد (۲۶). متوسط تولید نیشکر در طی سالهای گذشته در هفت تپه تقریباً ۱۰۰ تن در هکتار بوده است (داده‌های منتشر نشده کشت و صنعت هفت تپه) که با افزایش ریشه و طوقه به‌مراه مقداری نیز ضایعات ساقه همراه با علفهای هرز بیش از ۴۰ تن در هکتار مواد آلی در سال به خاک اضافه شده است. با این حجم از ماده آلی اضافه شده به خاک، میزان ماده آلی خاک در لایه ۰-۴۰ سانتیمتری در

به خاک اضافه می‌شود که این ذرات عمدتاً سیلت ریز و رس می‌باشد. با توجه به حجم زیاد آب آبیاری در زراعت نیشکر از یک سو و سابقه طولانی کشت تناوبی از سوی دیگر حجم این بخش از مواد اضافه شده قابل توجه بوده و می‌تواند از عوامل تغییر در میزان اجزاء ذرات خاک اراضی زراعی باشد. از لحاظ آماری میزان شن، سیلت، و رس در اراضی زراعی نسبت به بکر در سطح ۱٪ اختلاف معنی‌داری نشان می‌دهد. با این وجود شن و رس نسبت به اعماق نمونه برداری در سطح ۵٪ معنی دار می‌باشد. در حالی که میزان سیلت در اعماق مختلف مورد مطالعه در سطح ۱٪ معنی دار است. بخشی از این تغییرات به آبرفتی بودن خاکها نسبت داده می‌شود. بافت خاکهای خوزستان (به روش هیدرومتر) عموماً سیلتی رسی تا سیلتی رسی لوم می‌باشد. ایجاد سله‌های سخت پس از آبیاری احتمالاً بدلیل کمبود ماده آلی و سیلت زیاد از خصوصیات این خاکها می‌باشد. توزیع اندازه ذرات با روش پی‌یت پس از حذف کربنات، مواد آلی و هیدروکسیدهای آهن و آلومینیم نشان می‌دهد که بافتها عمدتاً رسی بوده ولی میزان سیلت ریز و درشت آنها نیز بالا می‌باشد. کاهش نسبت ذرات درشت به ذرات ریزتر در خاکهای با کشت تناوبی شدت بیشتری را نشان می‌دهد. بررسی تغییرات میزان عناصر غذایی چون فسفر قابل جذب نشان می‌دهد که کشت و کار سبب افزایش فسفر قابل جذب هم در اراضی تحت کشت نیشکر و هم در کشت تناوبی نسبت به اراضی بکر شده است. از لحاظ آماری اختلاف هم در اراضی تحت کشت و هم بکر در سطح ۱٪ معنی دار می‌باشد. این افزایش در لایه سطحی بیشتر از لایه‌های پائینی خاک می‌باشد. در لایه ۸۰-۴۰ سانتیمتری نیز افزایشی در میزان فسفر خاک مشاهده می‌شود. این امر ممکن است به دلیل قرار گذاری کود فسفره در کف جویچه‌هایی به عمق ۷۰-۶۰ سانتیمتری باشد (قرارگذاری عمقی کود). همچنین افزایش فسفر قابل

ظرفیت تبادل کاتیونی خاکهای بکر بین $13/6-12/6 \text{ cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$ قرار دارد که با عملیات کشت و کار افزایش قابل توجهی را نشان می‌دهد. ظرفیت تبادل کاتیونی اعماق ۰-۴۰، ۴۰-۸۰ سانتی‌متری در اراضی تحت کشت نیشکر هفت تپه بترتیب ۷/۳، ۳/۱ و ۰/۲ و در اراضی با کشت تناوبی بترتیب ۵/۶، ۳ و ۲/۱ سانتی مول بار در کیلوگرم نسبت به اراضی بکر افزایش نشان می‌دهند که هم در عمق و هم از لحاظ کشت اختلاف معنی داری در سطح ۱٪ دارد. مقداری از این افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی ممکن است به دلیل بالا رفتن میزان ماده آلی خاک باشد. از طرف دیگر افزایش ماده آلی و برخی از ترکیبات مربوط به موجودات زنده خاک خود می‌تواند در تحول برخی از کانیها بخصوص ایلیت موثر بوده و در افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک بطور مستقیم دخالت کند. نتایج مشابهی توسط برتلین و بلجی (۱۰) نیز گزارش شده است.

تغییرات ناشی از خروج پتاسیم و تحول کانی‌های رسی از دلایل دیگر افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک است (شکل ۱). نتایج آنالیزهای XRD نشان می‌دهد که برخلاف اراضی بکر که در آنها هیچ گونه رس قابل انبساط دیده نمی‌شود در اراضی کشت شده در تیمار منیزیم و گلیسرول کانی‌های قابل انبساط کاملاً قابل شناسایی هستند. تشکیل کانی‌های قابل انبساط در اراضی تحت کشت نیشکری بیشتر از اراضی تحت کشت تناوبی بوده است. این امر از روی کاهش پتاسیم قابل جذب در اراضی تحت کشت بخصوص در کشت نیشکری نیز تأیید می‌شود (۱۳). افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی رس‌های خالص شده در اراضی تحت کشت نسبت به اراضی بکر نیز از دلایل دیگر تأیید کننده این مدعا است که کانی‌های رسی خاک تحول یافته‌اند.

اراضی نیشکری و کشت تناوبی به ترتیب به ۲۱/۱۸ و ۲۰/۹ گرم در کیلوگرم رسیده است که نسبت به اراضی بکر (۴/۶۵ گرم در کیلوگرم) افزایش مناسبی نشان می‌دهد. عدم افزایش بیشتر ماده آلی خاک در اراضی کشت شده می‌تواند به عوامل متعددی چون شخم، دمای زیاد و مرطوب بودن خاک (ناشی از آبیاری) در طی فصول گرم مربوط باشد. شخم زدن سبب تسریع ورود اکسیژن به خاک شده و پدیده اکسایش ماده آلی تسریع می‌شود (۳۱). دمای زیاد نیز از عوامل مهم دیگر در تسریع اکسایش ماده آلی خاک می‌باشد. در کشت تناوبی نیز بر اثر چرای دام، عمده بقایای گیاهی حاصل از کشت و زرع از مزرعه خارج شده و مقدار اندکی به خاک اضافه می‌شود. میزان تولید ماده آلی در خاک کشت نشده به دلیل شور بودن خاک و عدم امکان رشد گیاه کم می‌باشد. افزایش ماده آلی خاک سبب افزایش ماده آلی لایه ۸۰-۴۰ سانتی‌متری خاک نیز شده است. این امر بر اثر وجود ریشه‌های عمیق نیشکر در خاک‌های تحت کشت نیشکر و به میزان کمتر ممکن است در اثر آبشویی مواد آلی از لایه سطحی پدید آمده باشد. ریشه نگهدارنده نیشکر که به عمق پائین‌تر از یک متری نیز نفوذ می‌کند سبب افزایش ماده آلی خاک در اعماق خاک نیز می‌شود. افزایش ماده آلی خاک تا اعماق پائین‌تر از ۸۰ سانتی‌متری نسبت به شاهد چندان قابل توجه نیست. اختلافها نسبت به اراضی بکر و اعماق مختلف در سطح ۱٪ معنی‌دار می‌باشد.

ظرفیت تبادل کاتیونی خاک ویژگی مهمی به حساب می‌آید که در اراضی خوزستان به دلیل کمبود ماده آلی و نوع رس‌های غالب که عمدتاً ایلیت و کلریت می‌باشد نسبتاً کم است (۴، ۵ و ۸). ظرفیت تبادل کاتیونی خاکها در اثر کشت نیشکر و کشت‌های تناوبی افزایش یافته است و این افزایش در اراضی کشت شده نسبت به بکر و همچنین در سطح خاک نسبت به عمق معنی‌دار شده است.

نتایج مشابهی نیز توسط هکتور و مور (۲۰) ارائه شده است. این اختلاف در اعماق مختلف در سطح ۱٪ معنی دار می باشد. چنین نتایجی توسط محققان دیگر نیز گزارش شده است (۱۸). تغییر مربوط به توزیع اندازه ذرات نیز می تواند از دلایل دیگر افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی در ارضی تحت کشت به حساب آید. شکل ۲ نمودار تغییرات ظرفیت تبادل کاتیونی را برای رس‌ها و خاک‌های عمق ۴۰-۰ سانتی‌متری ارضی تحت کشت تناوبی، نیشکری و بکر هفت تپه نشان می‌دهد. تغییرات پتاسیم قابل جذب خاک (محلول و تبدلی) از موارد مهم در زراعت نیشکر می‌باشد. کاهش قابل توجهی در پتاسیم قابل جذب در لایه سطحی ارضی تحت کشت نیشکر هفت تپه نسبت به ارضی بکر دیده می‌شود (جدول ۲) که با مشاهدات هارتمینک مطابقت دارد (۱۸ و ۱۹).

از لحاظ آماری بین غلظت پتاسیم قابل جذب در ارضی زراعی و بکر اختلاف معنی داری وجود دارد. در لایه سطحی خاک هفت تپه که بیشترین خروج پتاسیم از خاک در آن لایه رخ داده است پتاسیم قابل جذب از ۰/۴۴ سانتی‌مول در کیلوگرم در خاک بکر به ۰/۳۴ سانتی‌مول در کیلوگرم کاهش یافته است. در حالی که در خاک تحت کشت تناوبی در طول پروفیل خاک افزایشی در پتاسیم تبدلی نسبت به خاک بکر و کشت احتمالاً بخشی از پتاسیم جذب شده از خاک توسط گیاه نیشکر از پتاسیم محلول موجود در آب آبیاری (که ممکن است به طور مستقیم نیز جذب گیاه شود) و همچنین مواد معلق جامد که غنی از رس‌های ایلیت و فلدسپار می‌باشد تأمین شده است (جدول ۱). آزاد شدن پتاسیم تثبیت شده در لایه‌ها و پتاسیم حاصل از تخریب احتمالی برخی از کانی‌ها و یا تبدیل‌هایی که در کانی‌ها رخ داده است نیز منبع دیگری برای تأمین پتاسیم مورد نیاز گیاه در طول دوره رشد می باشد (شکل ۱). پتاسیم قابل جذب در لایه‌های ۸۰-۴۰ و ۸۰

سانتی‌متری در خاک بکر در حدود خاک کشت نیشکری می‌باشد و این دو کمتر از مقدار پتاسیم قابل جذب موجود در خاک‌های تحت کشت تناوبی می‌باشند. بافت خاک ارضی کشت تناوبی نسبتاً از خاک تحت کشت نیشکری و بکر سنگین تر می‌باشد که ممکن است بدلیل هواپدگی بیشتر ناشی از تأمین رطوبت و تبدیل ذرات درشت به نیشکری مشاهده می‌شود. دلیل این امر ممکن است به پدیده تر و خشک شدن خاک و آزاد شدن پتاسیم تثبیت شده از بین لایه‌های کانی‌ها مربوط باشد. در صورتی که در ارضی تحت کشت نیشکر پتاسیم آزاد شده در لایه‌های بالای خاک عمدتاً جذب گیاه شده و آبشویی کمتر رخ می‌دهد. همچنین نیاز گیاهان در کشت تناوبی که عمدتاً جو، گندم، ذرت و صیفی جات می‌باشد بسیار کمتر از نیشکر می‌باشد. چنانکه از شکل ۳ نیز مشاهده می‌گردد بخشی از پتاسیم تثبیت شده در لایه سطحی خاک تحت کشت نیشکر کاهش یافته است. این کاهش که به ۱/۱ سانتی‌مول در کیلوگرم بالغ می‌گردد ممکن است با جذب پتاسیم توسط گیاه و کاهش پتاسیم تبدلی و محلول، از طریق بخش تثبیت شده جایگزین شده باشد. ذرات ریزتر و آزاد سازی بیشتر پتاسیم طی این پروسه باشد تغییرات پتاسیم کل در ارضی تحت کشت تناوبی نسبت به بکر در هفت تپه ناچیز می‌باشد. این بدلیل غنی بودن مواد مادری این خاکها از پتاسیم از یک سو (۴، ۵ و ۸) و قرار داشتن بخش اعظمی از پتاسیم در ساختار کانی‌ها می‌باشد که مقدار قابل جذب توسط گیاه نسبت به مقدار کل آن رقم ناچیزی می‌باشد آبشویی و خروج املاح اضافی سبب کاهش میزان یون سدیم در مکانهای تبدلی شده و میزان کلسیم و منیزیم تبدلی افزایش یافته است. سدیم بدلیل شعاع زیاد هیدراته و ظرفیت کمتر نسبت به کلسیم و منیزیم از شانس کمتری برای اشغال مکانهای تبدلی برخوردار می‌باشد. این

افزایش یابد. نتایج مشابهی نیز توسط بنی عباسی

موضوع سبب شده است که میزان منیزیم و کلسیم
موجود در گیاه نیز با افزایش سالهای کشت به مرور

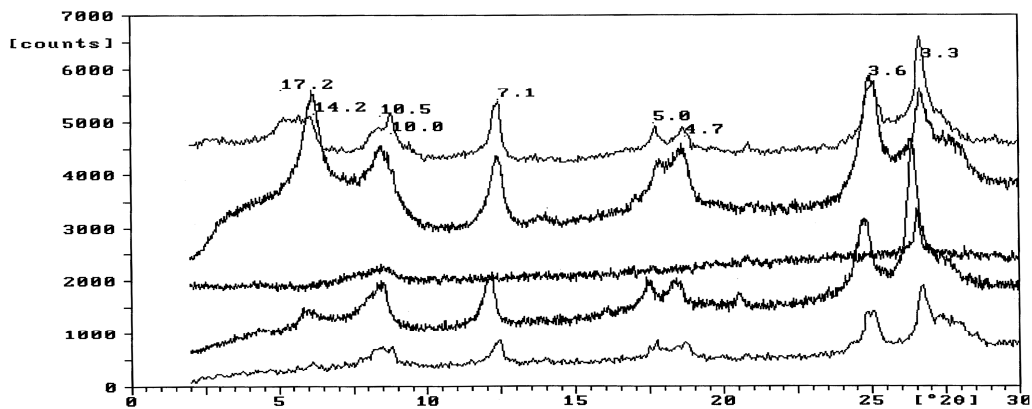
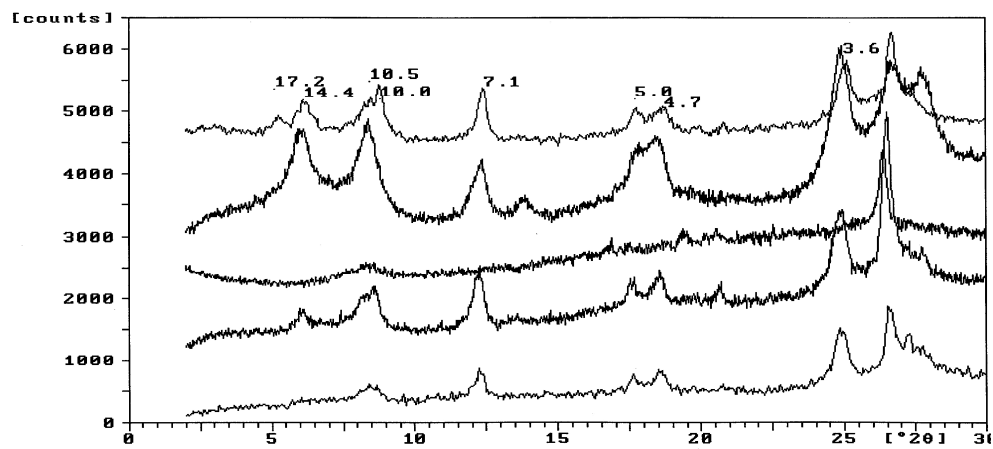
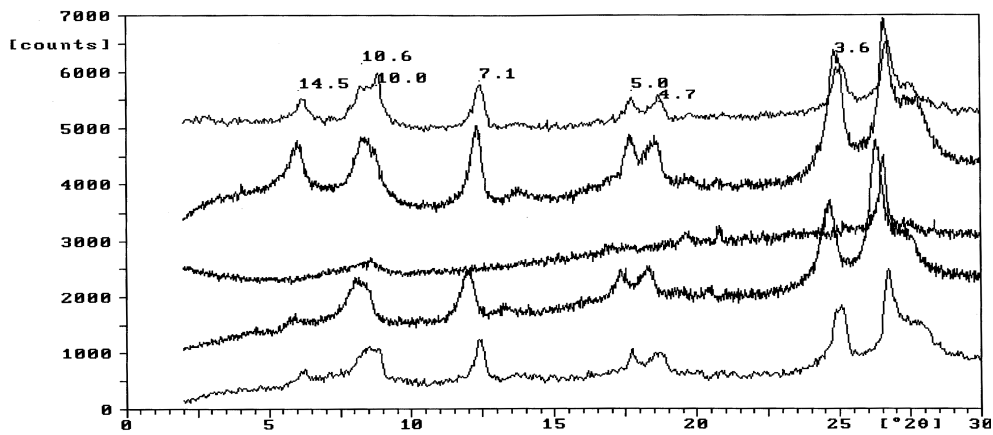
جدول ۲ - میانگین برخی از ویژگی های فیزیکوشیمیایی خاکهای تحت کشت نیشکر، تناوبی و بکر هفت تپه، خوزستان .

ازت کل	گچ	رس	سیلت ریز	سیلت درشت	شن	آهن و منگنز	کربنات کلسیم	ماده آلی	شوری dS/m	درصد اشباع	پ-هاش ۱:۲/۵	عمق cm
mg/kg	(%)				g kg ⁻¹							
۳/۲	۰/۳	۵۳۷	۹۹	۱۲۱	۲۴۳	۴/۴	۴۲۵	۴/۷	۵/۹	۵۲	۷/۸	۰-۴۰
۳/۳	۰/۳	۵۴۰	۱۵۴	۷۲	۲۳۴	۴/۳	۴۵۲	۴/۱	۱۱/۹	۵۶	۸/۱	۴۰-۸۰
۳/۱	۰/۳	۵۵۷	۸۰	۱۱۹	۲۴۴	۴/۲	۴۳۷	۳/۸	۵/۹	۵۷	۷/۹	> ۸۰
۶/۷	۰	۶۱۰	۱۱۵	۱۵۳	۱۲۲	۴/۶	۳۹۸	۲۱/۲	۰/۸	۵۰	۸/۱	۰-۴۰
۶/۶	۰	۶۲۹	۱۳۳	۱۱۴	۱۲۴	۴/۸	۳۸۹	۱۴/۵	۰/۷	۵۵	۸/۲	۴۰-۸۰
۴/۶	۰	۵۸۳	۱۵۵	۱۰۹	۱۵۳	۴/۹	۳۹۹	۸/۳	۰/۶	۵۶	۷/۹	> ۸۰
۹/۷	۰	۶۵۸	۱۲۲	۱۲۲	۹۸	۵/۱	۳۶۲	۲۰/۹	۱/۵	۵۴	۸/۱	۰-۴۰
۷/۹	۰	۶۸۱	۱۱۶	۱۰۸	۹۵	۴/۶	۳۸۱	۱۱/۳	۰/۹	۵۶	۷/۹	۴۰-۸۰
۸/۶	۰	۶۴۷	۱۶۱	۱۰۸	۸۴	۴/۴	۳۹۲	۷/۴	۰/۷	۵۷	۸/۱	> ۸۰

آهن، عصاره گیری شده با سترات، بیکربنات و دی تیونات سدیم. سیلت درشت شامل ذرات با قطر ۵۰-۲۰ و برای سیلت ریز ۲۰-۲ میکرومتر می باشد.

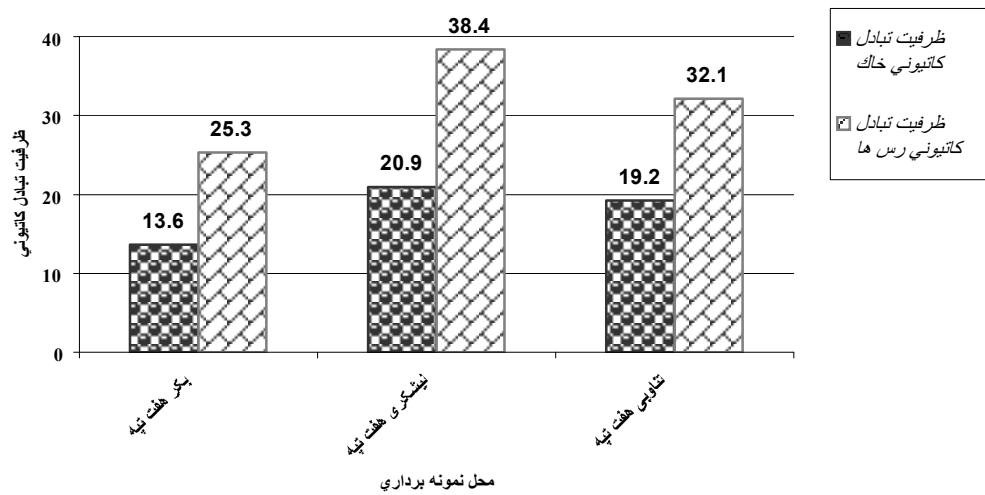
ادامه جدول ۲ -

پتان	پتاسیم غیر تبادلی	پتاسیم تبادلی	پتاسیم محلول	ظرفیت تبادل کاتیونی رسها	ظرفیت تبادل کاتیونی خاک	کلسیم و منیزیم تبادلی	سدیم تبادلی	عمق cm	خاک
				Cmol _c kg ⁻¹					
	۴/۵	۰/۴۴	۰/۰۲۷	۲۵/۳	۱۳/۶	۱۰/۴	۲/۷۵	۰-۴۰	
	۳/۱	۰/۴۱	۰/۰۱۴	۲۴/۱	۱۳/۱	۹/۵	۳/۲۲	۴۰-۸۰	نشده
	۳/۱	۰/۴۲	۰/۰۱۵	۲۳/۲	۱۲/۶	۹/۵	۲/۶۸	>۸۰	
	۳/۴	۰/۳۴	۰/۰۰۳	۳۸/۴	۲۰/۹	۱۸/۴	۰/۳۸	۰-۴۰	
	۳/۵	۰/۴۲	۰/۰۰۲	۲۷/۲	۱۶/۲	۱۵/۴	۰/۳۹	۴۰-۸۰	نیشکر
	۳/۶	۰/۴۲	۰/۰۰۲	۲۲/۴	۱۲/۸	۱۱/۵	۰/۳۸	>۸۰	
	۴/۴	۰/۵۸	۰/۰۰۸	۳۲/۱	۲۱/۵	۲۰/۴	۰/۵۱	۰-۴۰	
	۴/۴	۰/۵۱	۰/۰۰۳	۲۵/۲	۱۷/۲	۱۶/۳	۰/۴۱	۴۰-۸۰	تناوبی
	۴/۳	۰/۵۱	۰/۰۰۴	۲۳/۷	۱۴/۶	۱۳/۷	۰/۳۸	>۸۰	

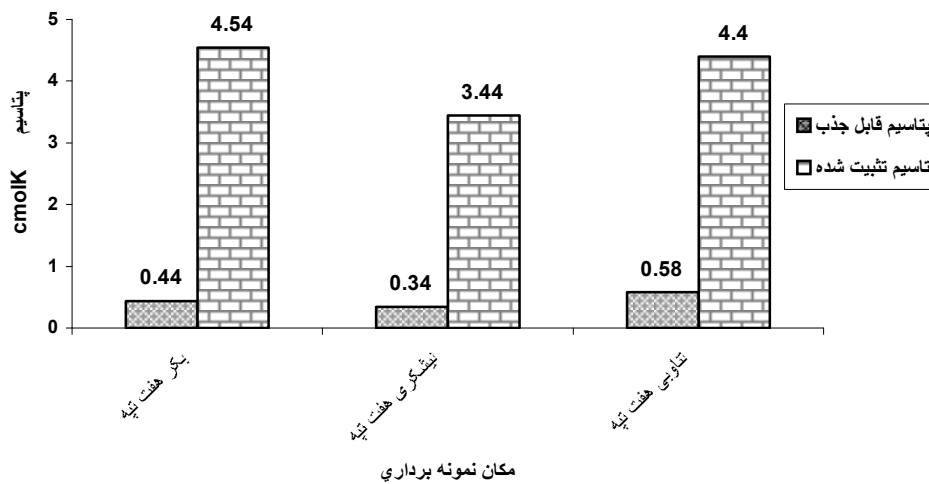


(×) از بالا به پائین پیکهای مربوط به نمونه (۱) رس اشباع شده با منیزیم و گلیسرول، (۲) رس اشباع شده با منیزیم، (۳) رس اشباع شده با پتاسیم و به همراه حرارت دهی تا ۵۵۰ درجه سانتیگراد، (۴) رس اشباع شده با پتاسیم و (۵) بدون تیمار.

شکل ۱- پیک های XRD مربوط به لایه سطحی اراضی کشت نشده (a)، تحت کشت نیشکر (b) و تحت کشت تناوبی (c).



شکل ۲ - نمودار تغییرات ظرفیت تبادل کاتیونی خاک و رس های هفت تپه در عمق ۴۰-۰ سانتی متری.



شکل ۳ - نمودار تغییرات پتاسیم قابل جذب و تثبیت شده در خاکهای تحت کشت نیشکر، کشت تناوبی و بکر در هفت تپه.

جدول ۳ - تحلیل آماری خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاکهای تحت کشت نیشکر، تناوبی و بکر در هفت تپه.

میانگین مربعات								درجه آزادی	منبع تغییر
ماده	کربنات کلسیم	فسفر قابل جذب	ازت کل	گچ	شوری	درصد اشباع	پ-هاش		
۰/۱۲۸ ^{ns}	۶۸۶/۳*	۰/۳۲۸ ^{ns}	۱/۱۵۴ ^{ns}	۰/۰۰۰۳ ^{ns}	۰/۱۱۸ ^{ns}	۸/۵ ^{ns}	۰/۰۰۰۹ ^{ns}	۲	تکرار
۲۸۸/۲**	۸۳۱۸/۵**	۲۹۷/۴**	۷۶/۹**	۰/۲۷۲**	۱۴۴/۸۸**	۱۶/۹۵ ^{ns}	۰/۰۳۰۱۴**	۲	نوع کشت
۰/۲	۱۴۷/۹	۰/۳۲	۰/۰۴	۰/۰۰۲۷	۰/۱۱	۶/۳	۰/۰۰۱۳	۴	خطای نوع کشت
۱۷۹/۳**	۵۰۳/۸ ^{ns}	۲۹۹/۹**	۱/۴۷**	۰/۰۰۲۷**	۱۰/۹۴**	۸۷/۲**	۰/۰۳۷**	۲	عمق نمونه
۳۸/۵**	۳۸۸/۳ ^{ns}	۳۱/۳**	۳/۰۴**	۰/۰۰۲۷**	۱۲/۲**	۱۳/۸*	۰/۰۳۹**	۴	نوع کشت×عمق
۰/۱	۱۷۱/۰۳	۰/۱۹۸	۰/۱	۰/۰۰۰۲۶	۰/۰۴۳	۳/۴	۰/۰۰۳۶	۱۲	خطا
۲/۹۸	۳/۲۴	۴/۱	۵/۴۱	۱۶/۰۴	۶/۴۳	۳/۳۲	۰/۷۴۹	—	C.V

ادامه جدول ۳ -

میانگین مربعات						درجه آزادی	منبع تغییر
پتاسیم کل	پتاسیم تثبیتی	پتاسیم تبدالی	پتاسیم محلول	ظرفیت تبدالی رسها	ظرفیت تبدالی کاتیونی		
۱/۵۴ ^{ns}	۰/۲۴۵*	۰ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۱۷ ^{ns}	۰/۰۲۷ ^{ns}	۰/۴۳ ^{ns}	۲	تکرار
۴/۱۸*	۱/۹۱**	۰/۰۴۸**	۰/۰۰۰۷**	۵۸/۵**	۳۶/۸**	۲	نوع کشت
۰/۵۵	۰/۰۲	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۰۰۱	۰/۵۱۶	۰/۲۱۹	۴	خطای نوع کشت
۰/۴۶ ^{ns}	۰/۴۴**	۰/۰۰۰۰۸ ^{ns}	۰/۰۰۰۱**	۱۹۰/۳۲**	۴۷/۳**	۲	عمق نمونه
۰/۵۵ ^{ns}	۰/۶۴**	۰/۰۰۰۶**	۰/۰۰۰۰۰۳**	۳۹/۴**	۹/۶**	۴	نوع کشت×عمق
۰/۶۸	۰/۰۵	۰/۰۰۰۰۵	۰/۰۰۰۰۰۲	۱/۲۵	۰/۱۶۳	۱۲	خطا
۲/۸	۵/۸	۰/۵۱	۱۴/۳	۴/۱۴	۲/۶۱	—	C.V

ادامه جدول ۳ -

میانگین مربعات							درجه آزادی	منبع تغییر
رس	سیلت ریز	سیلت درشت	ماسه	آهن عصاره گیری شده	کلسیم و منیزیم تبدالی	سدیم تبدالی		
۶۲۲/۸ ^{ns}	۲۰۵/۸ ^{ns}	۳/۸ ^{ns}	۱۳۷/۴ ^{ns}	۰/۲۴ ^{ns}	۰/۷۰۴*	۰/۰۰۰۲ ^{ns}	۲	تکرار
۳۱۳۸۲/۵**	۱۵۲۸**	۱۰۸۱/۹**	۵۲۶۳۳**	۰/۶۲ ^{ns}	۱۲۱/۲**	۱۸/۳**	۲	نوع کشت
۱۰۴	۶۲/۳	۳۹/۸	۹۵/۶	۰/۱۳	۰/۳۷	۰/۰۰۳	۴	خطای نوع کشت
۱۰۰۳/۸*	۱۳۸۰/۵**	۲۶۶۶/۳**	۲۵۹*	۰/۰۷۵ ^{ns}	۵۴/۸**	۰/۰۹**	۲	عمق نمونه
۹۲۳/۱*	۳۰۷۵/۴**	۸۲۵/۱**	۴۷۷/۲**	۰/۲۹ ^{ns}	۹/۲**	۰/۰۹۴**	۴	نوع کشت×عمق
۲۳۴/۴	۶۵/۵	۹۶/۳	۶۱/۹	۰/۳۴	۰/۱۵	۰/۰۰۳	۱۲	خطا
۲/۵۳	۶/۴	۸/۶	۵/۱	۱۲/۸	۲/۸	۴/۱	—	C.V

ns، * و ** بترتیب معنی دار در سطح ۱٪، معنی دار در سطح ۵٪ و معنی دار نیست.

کشت نیشکری نسبت به اراضی بکر شده است در حالی که کاهش محسوسی در پتاسیم قابل جذب در اراضی با کشت‌های تناوبی دیده نمی‌شود. برای خاک تحت کشت تناوبی، تغییرات پتاسیم قابل جذب نسبت به اراضی بکر افزایش داشته است.

در اثر کشت و زرع، ظرفیت تبادل کاتیونی خاک و رس‌های مربوطه هم در کشت نیشکری و هم در کشت تناوبی نسبت به اراضی بکر افزایش یافته است. این افزایش با توجه به تغییر شدت پیک کانی رسی ایلیت می‌تواند به دلیل تحول در ساختار کانی‌ها بوده که مطالعه به کمک پراش اشعه ایکس (XRD) نیز موید این امر است. تحول رس‌های خاک ممکن است بدلیل تخلیه پتاسیم از کانی‌های خاک پدید آمده باشد که می‌تواند بخشی از افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی را سبب شده باشد. این امر با تشکیل کانی‌های با ظرفیت تبادل بیشتر محقق شده است. بخشی از افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک را هم می‌توان به تغییر در توزیع اندازه ذرات و افزایش ماده آلی خاک نسبت داد. افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی در عمق‌های مختلف اختلاف معنی داری در سطح ۱٪ نشان می‌دهد. استفاده از نتایج مذکور برای اراضی که در خوزستان اخیراً به زیر کشت نیشکر می‌روند، می‌تواند در برنامه ریزی‌های مدیریتی درازمدت مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

- ۱- افتخار، ع. ۱۳۶۷. بررسی پتاسیم محلول، قابل تبادل و کل در خاک‌های مناطق اهواز تا شاور. گزارش طرح‌های پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز، ۱۹ صفحه.
- ۲- افتخار، ع. ۱۳۷۰. میزان آبشویی پتاسیم در خاک‌های با بافت مختلف. گزارش طرح پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز، ۳۶ صفحه.
- ۳- بنی عباسی، ن. ۱۳۶۲. بررسی مسائل تولید نیشکر در خوزستان. سمینار سالیانه صنایع قند تهران، ایران، ۲۰

(۳) گزارش شده است. تشدید اشغال مکان‌های تبدالی توسط منیزیم و کلسیم با خروج سدیم به وسیله آبشویی و پتاسیم از طریق جذب گیاهی از یک طرف و افزایش تراکم بار منفی رس‌ها و ترجیح بیشتر رس‌های نوتشکیل به جذب کاتیون‌های با ظرفیت بیشتر از سوی دیگر باعث افزایش کلسیم و منیزیم تبدالی خاک شده است. میزان اکسیدهای آهن و منگنز عصاره‌گیری شده با تیمار سیترات، بیکربنات، دی تیونایت سدیم در خاک‌های تحت کشت نیشکر و کشت تناوبی نسبت به خاک بکر در عمق ۰-۴۰ سانتی‌متری بترتیب ۰/۱۵ و ۰/۶۶ گرم در کیلوگرم نسبت به خاک بکر افزایش نشان می‌دهد ولی این افزایش از لحاظ آماری معنی دار نشده است. در اعماق پائین‌تر مقادیر فوق افزایش بیشتری نشان می‌دهد. دلیل این امر می‌تواند به ایجاد حالت احیایی و حل شدن آهن و منگنز تحت این شرایط در پروفیل خاک مربوط گردد (۲۵).

نتیجه‌گیری

کشت و کار سبب ایجاد برخی از تغییرات در خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک شده است که از آن جمله می‌توان به تغییر در عناصر غذایی قابل استفاده برای گیاه، میزان ماده آلی و یا توزیع اندازه‌های ذرات اشاره نمود. کشت و کار سبب کاهش پتاسیم قابل استفاده در لایه سطحی اراضی تحت

صفحه.

۴- جعفرنژادی، ع.ر. ۱۳۷۶. بررسی اثر کاربرد کودهای پتاسیمی در تولید کمی و کیفی نیشکر. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس، ایران، ۱۶۴ صفحه.

۵- جعفری، س. ۱۳۷۸. تثبیت عناصر آلوده کننده به کمک تیمار حرارتی روی رس ها. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید چمران اهواز، ۱۳۸ صفحه.

۶- ملکوتی، م. ج. و همایی، م. ۱۳۷۳. حاصلخیزی خاکها در مناطق خشک. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. تهران، ۲۵۵ صفحه.

۷- نادیان، ح. و صلحی، م. ۱۳۷۰. مقایسه ظرفیت تثبیت پتاسیم در خاکهای کشت شده و بکر و مطالعه مینرالوژیکی آن توسط پراش اشعه ایکس در استان خوزستان. گزارش طرح پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز. مجتمع آموزش و پژوهش رامین. اهواز، ۸۹ صفحه.

۸- نادیان، ح.، جعفری، س. و ناصری، ع. ۱۳۸۱. اثر افزایش پتاسیم، روی و بر در تولید کمی و کیفی نیشکر. هفتمین کنگره زراعت و اصلاح نبات. کرج. ایران، ۷۳۵ صفحه.

9- AL-Kanani, T., A. F. Mackenzi and G. J. Ross. 1984. Potassium status of some Quebec soils: K release by nitric acid and sodium tetraphenylboron as related to particle size and mineralogy. *Can. J. Soil Sci.* 64: 99-106.

10- Berthelin, J. and G. Belgy. 1979. Microbial degradation of phyllosilicates during simulated podzolization. *Geoderma*. 21: 297- 310.

11- Chapman, H. D. 1965. Cation exchange capacity. PP. 891-901. In: C.A. Black (ed.) *Methods of soil analysis, part 2*. American Society of Agronomy, Madison, WI.

12- Day, P. R. 1965. Particle fractionation and particle -size analysis. PP. 545-567. In: C. A. Black (ed.) *Methods of soil analysis, part 2*. American Society of Agronomy, Madison, WI.

13- Fanning, D. S., V. Z. Keramidias, and M. A. EL-Deoky. 1989. Mica. PP. 551-661. In: Dixon J. B. and Weed(Eds.). *Minerals in soil environments, second edition*, Soil Science Society of America Madison, Wisconsin, USA.

14- Everett, J. D and E. J. Roscoe. 1962. Potassium ion fixation, equilibria and lattice changes in vermiculite. *Soil Sci. Soc. AmProc* . 26: 230-233.

15- Ghorayshi, M. 1988. Potassium reactions in three Swedish soils under intensive cropping as related to clay mineralogy. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.

16- Green, A. J. 1981. Particle size analysis. 4-29. In: D. A. McKeague(ed.), *Manual on soil sampling and methods of analysis*. Can. Soc. Soil Sci. Ottawa, press.

- 17- Hama, K., K. Bateman, P., Coombs, V. L., Hard, A. E., Milodowski, J. M., West, P. D., Wetton, A. H., Yoshida and K., Aoki. 2001. Influence of bacteria on rock-water interaction and clay mineral formation in subsurface granitic environments. *Clay Minerals*, 36, 599-613.
- 18- Hartemink, A. E. 1997. Soil fertility decline in some major soil groupings under permanent cropping in Tanga Region, Tanzania, *Geoderma*. 15: 215-229.
- 19- Hartemink, A. E. 1998. Soil chemical and physical properties as indicators of sustainable land management under sugarcane in Papua New Guinea, *Geoderma*. 86, 283-306.
- 20- Hector, S. M. and Morr, S. 1995. Mineralogical and cation exchange capacity of the fine silt fraction in two soils from the Southern Chaco region (Argentina), *Geoderma*. 64, 3-4 (281-295).
- 21- Hinsinger, P. and B. Jaillard. 1993. Root-induced release of interlayer potassium and vermiculitization of phlogopite as related to potassium depletion in the rhizosphere of ryegrass. *J. Soil Sci.* 44: 525-534.
- 22- Hinsinger, P., F. Elsass B. Jaillard, and M. Robet. 1993. Root-induced irreversible transformation of trioctahedral mica in the rhizosphere of rape. *J. Soil Sci.* 44: 535-545.
- 23- Jackson, M. L. 1975. Soil chemical analysis-advanced course. Univ. of Wisconsin, College of Agric., Dept. of Soils, Madison, WI., P.426.
- 24- Kittrick, J. A. and E. W. Hope. 1963. A procedure for the particle- size separation of soils for x-ray diffraction analysis. *Soil Sci.* 96: 312-325.
- 25- Kodama, H., S. Melson, A. F. Yang, and M. Kohyama. 1994. Mineralogy of rhizospheric and non-rhizospheric soils in cornfields. *Clays Clay Mineral.* 42: 755-763.
- 26- Malavolta, E. 1994. Nutrient and fertilizer management in sugarcane, International potash institute, Bulletin 14.
- 27- Martin, H. W. and D. L. Spark. 1985. On the behavior of no exchangeable potassium in soils. pp.559-563. In: Bartels, J. M. (1996) *Methods of soil analysis, Part 3*, Madison, WI.
- 28- Mehra, O. P. and M. L. Jackson. 1960. Iron oxide removal from soils and clays by a ditionite citrate system with sodium bicarbonate. *Clays Clay Miner.* 7:317-327.
- 29- Mengel, K. and Rahmatullah. 1994. Exploitation of potassium by various crop species from primary minerals in soils rich in micas. *Biology and Fertility of Soils*, 17:75-79.
- 30- Mengel, K. and E. A. Kirkby. 1980. Potassium in crop production. *Advances in Agronomy*. 33:59-110.
- 31- Moritsuka, N., J. Yanai, and T. Kosaki. 2002. Depletion of no exchangeable potassium in the maize rhizosphere and its possible releasing processes. 17th World Congress Of

Soil Science. Bangkok, Thailand, PP.735.

- 32- Nelson, R. E. 1982. Carbonate and gypsum. PP. 181-199. In: A. L. Page (ed.), Methods of Soil Analysis, part 2. American Society of Agronomy, Madison, WI.
- 33- SAS Institute. 1993. SAS Users Guide: Statistics SAS Institute, Cary, NC. U.S.A. p.265.
- 34- Scott. A. D. and S. J. Smith. 1966. Susceptibility of interlayer potassium in micas to exchange with sodium. Clays & Clay Mineral. 14: 69-81.
- 35- U.S. Salinity Laboratory Staff. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. USDA Handb.60. Washington, DC, P. 92.