مقایسه تثبیت پتاسیم و آمونیوم توسط رس‌های جداسازی شده از خاک با سیستم‌های مختلف کشاورزی

معصومه پیشگیر[1*] و سیروس جعفری[1]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۲/۳۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱/۲۰)

چکیده

به‌منظور بررسی مقایسه تثبیت پتاسیم و آمونیوم توسط رس‌های جداسازی شده از خاک با سیستم‌های مختلف کشاورزی، از دو منطقه شمال و جنوب استان خوزستان در شهرستان‌های شوشتر و آبادان نمونه‌های خاک از کشت‌های نیشکر، تناوبی، نخلستان و بایر در عمق‌های صفر تا ۳۰ و۶۰ -۳۰ سانتی‌متری نمونه‌برداری شد. برای مقایسه تثبیت پتاسیم و آمونیوم به رس‌های جداسازی شده از ۳۰ نمونه خاک، هم‌زمان غلظت‌های کلرید پتاسیم و کلرید آمونیوم (صفر، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۴۰۰، ۶۰۰، ۸۰۰، ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) اضافه گردید. نمونه‌ها به‌مدت ۲۴ ساعت در شرایط آزمایشگاهی (دمای ۲۰ درجه سلسیوس بدون تکان دادن) نگه‌داری شد. سپس با استات منیزیم عصاره‌گیری و مقادیر پتاسیم و آمونیوم قابل جذب تعیین و سپس مقدار پتاسیم و آمونیوم تثبیت شده از تفاوت این مقادیر محاسبه گردید. نتایج مطالعه کانی‌شناسی با روش پراش پرتو ایکس وجود کانی‌های رسی کائولینیت، پالی‌گورسکایت، ایلیت، کلرایت، اسمکتیت و کوارتز را در مناطق مورد مطالعه نشان داد. مقایسه میانگین میزان تثبیت پتاسیم و آمونیوم با آزمون دانکن نشان داد که با افزایش غلظت پتاسیم و آمونیوم، مقدار و درصد تثبیت افزایش یافته است. بیشترین تثبیت پتاسیم و آمونیوم در لایه سطحی رس‌های خاک اراضی تحت کشت تناوبی شوشتر و برای رس‌های آبادان در نخلستان بود. مقایسه تثبیت پتاسیم و آمونیوم نشان داد که در هر دو کاتیون، با افزایش غلظت میزان تثبیت افزایش یافته است ولی افزایش غلظت یکی باعث کاهش میزان تثبیت دیگری و برعکس شده است. هم‌چنین میزان تثبیت آمونیوم در این مناطق توسط این رس‌ها بیشتر از پتاسیم بوده است که این امر ممکن است به اثر کانی‌های رسی اسمکتیت و تثبیت بیشتر آمونیوم توسط این کانی نسبت به کانی‌های رسی دیگر باشد. نتایج این تحقیق می‌تواند برای مدیریت کودهای پتاسیمی و آمونیوم‌دار در اراضی زراعی مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: کانی‌های رسی، تثبیت، پتاسیم، آمونیوم و کشت

۱. گروه خاک‌شناسی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین، خوزستان
* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: pishgir88@yahoo.com

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-01-08]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.69.20.7]

مقدمه

تثبیت پتاسیم توسط رس‌های خاک چالشی است که بر مدیریت مصرف کودهای پتاسیمی اثر گذار است. تثبیت پتاسیم شامل به تله افتادن یون‌های پتاسیم در فضای بین لایه‌ای کانی‌های رسی ۲:۱ است. از آنجا که شعاع یون آمونیوم حدوداً برابر با یون پتاسیم است با وضعیتی مشابه در میان لایه‌های سیلیکاتی ۲:۱ تثبیت می‌گردد (۱۷). قرار گرفتن یون‌های آمونیوم در بین لایه کانی‌های رسی موجب می‌گردد تا ظرفیت تثبیت پتاسیم در بین لایه‌ها کاهش یافته و قابلیت جذب آن برای گیاه فزونی یابد. در صورتی که یون‌های پتاسیم بیش از یون‌های آمونیوم در میان لایه‌ها قرار گیرند، ظرفیت تثبیت آمونیوم کاهش یافته و بر قابلیت جذب آن افزوده می‌گردد. این موضوع از نقطه نظر اقتصادی و مدیریت مصرف کود اهمیت کاربردی فراوانی داشته و به هنگام محاسبه مقدار کودهای نیتروژن و پتاسیمی باید مورد توجه کامل قرار گیرد (۲۹). عوامل زیادی بر تثبیت پتاسیم و آمونیوم تاثیر می‌گذارند که عبارتند از: نوع و ترکیب کانی‌های رسی، PH خاک، افزودن کودهای پتاسیمی و آمونیومی، تر و خشک شدن و یخ بستن و ذوب شدن خاک (۲۸). از بین این عوامل، نوع و ترکیب کانی‌های رسی از مهمترین فاکتورهای مؤثر در تثبیت و آزادسازی پتاسیم و آمونیوم محسوب می‌شوند (۳۳). پیج و همکاران (۲۷) با بررسی تثبیت پتاسیم و آمونیوم توسط خاک‌های ورمی‌کولیتی کالیفرنیا نتیجه گرفتند که تحت شرایط رطوبتی، مقدار تثبیت پتاسیم و آمونیوم برابر بوده و تحت شرایط هوا خشک، مقدار پتاسیم تثبیت شده بیشتر از مقدار آمونیوم تثبیت شده است. کیلیچ و همکاران (۱۹) در بررسی اثر پتاسیم بر تثبیت آمونیوم در برخی از گروه‌های بزرگ خاک‌های ترکیه نشان دادند که اثر پتاسیم بر تثبیت آمونیوم تنها به مقدار پتاسیم اضافه شده بستگی ندارد بلکه زمان کاربرد پتاسیم نیز بر تثبیت اثرگذار می‌باشد. نتایج نشان داد زمانی‌که پتاسیم قبل از آمونیوم به خاک اضافه شود تثبیت آمونیوم کاهش یافته و زمانی‌که پتاسیم بعد از آمونیوم به خاک اضافه شود تثبیت آمونیوم افزایش می‌یابد. دوراک و همکاران (۱۳) در بررسی تثبیت آمونیوم توسط دو گروه بزرگ خاک‌های ترکیه با کانی‌های رسی مختلف در طی فصل رشد نشان دادند با افزایش همزمان پتاسیم و آمونیوم به خاک‌ها، مقدار آمونیوم تثبیت شده بیشتر از پتاسیم تثبیت شده بود. آنان گزارش نمودند کانی‌های رسی غالب منطقه رس‌های اسمکتیت بوده که ظرفیت تثبیت آمونیوم بالاتری نسبت به پتاسیم، برخلاف کانی‌های رسی دیگر دارا می‌باشد. توفیقی و عباسیان (۳۰) در بررسی سینتیک تثبیت یون‌های پتاسیم و آمونیوم در اجزاء رس و سیلت خاک‌ها نشان دادند سرعت تثبیت یون‌های پتاسیم و آمونیوم در زمان‌های اولیه بالاست و سریعاًبا افزایش زمان، مقدار تثبیت کاهش می‌یابد. هم‌چنین مقدار تثبیت پتاسیم در نمونه‌های سیلت و رس بیش از مقدار آمونیوم است. آنان هم‌چنین نشان دادند که بخش سیلت خاک‌ها نیز مقدار قابل ملاحظه‌ای از پتاسیم و برخی اوقات آمونیوم را تثبیت کرده است به‌علت این که میکا یا ایلایت و ورمی‌کولیت در این بخش از خاک حضور دارد. باجوا (۶) در بررسی مقایسه تثبیت پتاسیم و آمونیوم به وسیله خاک‌های مزارع برنج و ارتباط آنها با ترکیب کانی‌های رسی نشان دادند که رس مونتموریلونیت بیشترین تثبیت کننده آمونیوم و کمترین تثبیت کننده پتاسیم در این خاک‌ها بوده است. رس‌های ورمی‌کولیت و بیدلایت هر دو یون‌های پتاسیم و آمونیوم را به‌شدت تثبیت می‌کنند. نظر به این که افزایش آمونیوم بر جذب و رهاسازی پتاسیم اثر گذار است و برعکس و لذا کمی سازی این روند در مدیریت مصرف کودهای حاوی این ترکیبات کمک مؤثر به مدیریت کودهای حاوی این ترکیبات به خاک خواهد داشت. در این میان استفاده از خاک‌های مختلفی که از سیستم‌های مختلف کشاورزی انتخاب شده‌اند، می‌تواند برای تعیین اثرات مقادیر و نوع کانی‌های رسی بر این روند مورد استفاده قرار گیرد. بنابراین در این پژوهش رقابت تثبیت پتاسیم و آمونیوم در سیستم‌های مختلف کشت بررسی خواهد شد.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-01-08]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.69.20.7]

مواد و روش‌ها

در این تحقیق سیستم‌های مختلف کشاورزی شامل اراضی کشت و صنعت کارون در شمال و اراضی بخشی از آبادان در جنوب استان خوزستان مطالعه شد. این مناطق شامل اراضی بایر (بکر) در مجاور کشت و صنعت کارون (شوشتر) و مزارع تحت کشت نیشکر در کشت و صنعت کارون بود (مزرعه ۴۴۷). نمونه خاک مربوط به کشت محصولات تناوبی نیز از اراضی مجاور این کشت و صنعت که در آن کشت‌های متداولی مثل گندم، جو و صیفی‌جات طی بیش از صد سال کشت صورت می‌گیرد، نمونه‌برداری شد. از آبادان در حد فاصل شهر آبادان تا شهرستان اروندکنار، نمونه خاک‌های مربوط به نخلستان (کشت خرما) و از اراضی بایر مجاور آنها نمونه‌برداری صورت گرفت. از مناطق مورد مطالعه از عمق‌های ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متری، تعداد ۱۰ نمونه خاک با سه تکرار (جمعاً ۳۰ نمونه خاک) جمع‌آوری گردید. نمونه‌های جمع‌آوری شده، پس از هوا خشک شدن، آسیاب شده و از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند. سپس اندازه‌گیری‌های زیر روی نمونه‌های مربوط به هر منطقه انجام شد:

بافت خاک به روش پی‌پت پس از حذف ماده آلی و کربنات کلسیم (۱۵)، PH خاک در نمونه‌های گل اشباع و قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره گل اشباع (۳۱)، کربن آلی به روش اکسیداسیون بدون حرارت دادن (۳۲)، کربنات کلسیم معادل به روش خنثی‌سازی با اسید (۲۵)، ظرفیت تبادل کاتیونی به روش استات سدیم یک مولار با پ‌هاش ۸/۲ (۸)، نیتروژن کل به روش کجلدال و هضم در اسید (۷) اندازه‌گیری شد. پتاسیم محلول در عصاره‌های گل اشباع، پتاسیم تبادلی به روش عصاره‌گیری به‌روش استات آمونیوم یک مولار در PH خنثی (۲۱) و پتاسیم غیرتبادلی (تثبیت شده) به کمک عصاره‌گیری با اسید نیتریک یک مولار جوشان (۵) و قرائت با دستگاه نورسنج شعله‌ای انجام شد.

برای شناسایی کانی‌های رسی به‌روش پراش پرتو ایکس از روش جکسون (۱۸) و کیتریک و هوپ (۲۰) استفاده شد. ابتدا به‌ترتیب نمک‌های محلول، کربنات‌ها، ماده آلی و اکسیدهای آزاد آهن حذف شده (۲۲) و سپس ذرات رس به‌روش تعلیق، جداسازی شد (۱۱). پس از جداسازی ذرات رس، تیمارهای اشباع با منیزیم، منیزیم با اتیلن‌گلیکول، پتاسیم و پتاسیم همراه ۵۵۰ درجه سلسیوس تهیه شدند. سپس دیفراکتوگرام‌ها به‌کمک دستگاه پرتو ایکس (XRD) مدل D8 ADVANCE با تابش Cukα تهیه شد. تفسیر نتایج حاصل با استفاده از روش چرم و همکاران (۹) صورت گرفت. برآورد نیمه کمی مقدار کانی‌های رسی با استفاده از پیک‌های مرتبه اول کانی‌ها صورت گرفت (۱۰).

بررسی رقابت تثبیت پتاسیم و آمونیوم

به‌منظور بررسی رقابت تثبیت پتاسیم و آمونیوم، به نیم گرم از نمونه‌های رس خالص شده از خاک‌های مورد مطالعه در دو تکرار به طور هم‌زمان ۵ میلی‌لیتر از محلول‌های کلرید پتاسیم و کلرید آمونیوم با غلظت‌های (۰، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۴۰۰، ۶۰۰، ۸۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) اضافه گردید (۱۹). این غلظت‌ها مطابق با جدول ۱ به رس‌های خاک اضافه شده و برای جلوگیری از فعالیت میکروارگانیسم‌ها و حذف روند تبدیل آمونیوم به نیترات، چند قطره دی‌سیانید آمید اضافه شد (۱۶). سپس به مدت ۲۴ ساعت در شرایط آزمایشگاهی (دمای ۲۰ درجه سلسیوس بدون تکان دادن)، این محلول‌ها برای به تعادل رسیدن به حال خود رها شدند. پتاسیم و آمونیوم قابل استخراج در نمونه‌های رس، با استفاده از ۳۰ میلی لیتر استات منیزیم نیم مولار پس از سانتریفوژ کردن و عصاره‌گیری، عصاره به حجم ۵۰ میلی لیتر رسانیده شد. سپس پتاسیم قابل جذب با استفاده از فلیم فتومتر و آمونیوم قابل جذب نیز با استفاده از روش میکرودیفیوژن (۲۴) تعیین گردید. در نهایت بعد از محاسبه مقدار پتاسیم و آمونیوم تثبیت شده طبق فرمول زیر، محاسبه مقایسه میانگین‌ها و تجزیه تحلیل‌های آماری و رسم نمودارها به‌ترتیب بوسیله نرم‌افزارهای SPSS و Excel در قالب مطالعه پیمایش میدانی (۴) انجام گرفت.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-01-08]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.69.20.7]

جدول ۱. مقادیر غلظت‌های اضافه شده آمونیوم و پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم) به رس‌های خاک

تیمار	شاهد	تیمار۱	تیمار۲	تیمار۳	تیمار۴	تیمار۵	تیمار۶	تیمار۷	تیمار۸
پتاسیم	۰	۰	۵۰	۱۰۰	۲۰۰	۴۰۰	۶۰۰	۸۰۰	۱۰۰۰
آمونیوم	۰	۱۰۰۰	۸۰۰	۶۰۰	۴۰۰	۲۰۰	۱۰۰	۵۰	۰

مقدار عصاره‌گیری شده از تیمار شاهد) = مقدار تثبیت شده
مقدار عصاره‌گیری شده از تیمار نمونه – (مقدار اضافه شده+

نتایج و بحث

نتایج برخی از تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه در جدول ۲ آورده شده‌اند. بافت خاک‌ها عموماً ریز بافت و غالباً به کلاس‌های رسی و رس سیلتی تعلق دارند. خاک‌ها آهکی و با pH قلیایی هستند. مواد آلی خاک‌ها کم و خاک‌های زیر کشت، قابلیت هدایت الکتریکی کمتری نسبت به خاک‌های کشت نشده دارند.

پتاسیم محلول، تبادلی و غیر تبادلی خاک‌های کشت شده کمتر از خاک‌های کشت نشده است. این امر تا حدودی به مصرف پتاسیم توسط گیاهان زراعی مربوط می‌شود. از طرفی در این اراضی تاکنون گزارش‌های اندکی از مصرف کودهای پتاسیمی ارائه شده است. نتایج تحقیقات زیادی طی سالیان اخیر نشان می‌دهد که گیاهان به مصرف کودهای پتاسیمی واکنش اندکی نشان داده‌اند (۲).

کانی‌های عمده شناسایی شده در خاک‌های مورد مطالعه شامل کائولینیت، ایلیت، پالی‌گورسکایت، اسمکتیت، کلریت و کوارتز می‌باشد. با وجودی که در مناطق مورد مطالعه، تنوع کانی‌ها باهم تفاوت چندانی نداشتند ولی مقادیر نسبی این کانی‌ها در اعماق و سیستم‌های مختلف تا حدودی باهم متفاوت بود (جدول ۳).

رقابت تثبیت پتاسیم و آمونیوم

نتایج تحلیل آماری مربوط به تثبیت پتاسیم توسط رس‌های خاک نشان می‌دهد که بین مقادیر پتاسیم تثبیت شده با توجه به نوع کشت و غلظت‌های اعمال شده تفاوت آماری معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود دارد (جدول ۴). نتایج حاصل از تثبیت پتاسیم توسط رس‌های جداسازی شده از نمونه خاک‌های شوشتر، توسط غلظت‌های مختلف به همراه میانگین‌های مربوطه نیز در شکل‌های ۱، ۲ و ۳ نشان داده شده است.

این نتایج نشان می‌دهد با افزایش غلظت پتاسیم، تثبیت پتاسیم نیز بیشتر می‌شود. حرکت پتاسیم در خاک تابع فرآیند انتشار است که با افزایش غلظت پتاسیم محلول برای ایجاد تعادل بخشی از پتاسیم تثبیت می‌شود. چنین نتایجی توسط جعفری و باقرنژاد (۳) و اوستان و همکاران (۲۶) نیز گزارش شده است. نکته حائز اهمیت در این خاک‌ها ظرفیت بالای تثبیت پتاسیم در کلیه خاک‌های مورد مطالعه است که تا غلظت زیادی از پتاسیم افزوده شده ادامه یافته است (جدول ۱). هم‌چنین نتایج نشان داد در لایه سطحی میزان تثبیت پتاسیم در شوشتر در اراضی با کشت تناوبی بیشتر از نیشکر و بایر بوده است (شکل‌های ۱، ۲ و ۳). کشت مستمر گیاهان و آبشویی ناشی از آبیاری به مدت بیش از صدها سال در اراضی تحت کشت تناوبی بدون مصرف هیچ گونه کود پتاسیمی باعث تخلیه بیشتر پتاسیم از محل ذخیره آن از بین لایه‌های کانی و ورود آن به محلول خاک شده است. تخلیه پتاسیم از خاک و عدم جایگزینی آن با کودهی، باعث شده که پتاسیم تخلیه شده از فضای بین لایه‌ای کانی‌های رسی جایگزین شود (۲۳). این عامل تحت عنوان تحول ساده توسط محققین مختلفی شرح داده شده است (۹ و ۱۴). این عامل احتمالاً سبب ایجاد پتانسیل بیشتر برای تثبیت پتاسیم شده است. در اثر این پدیده، پتانسیل رس‌ها برای تثبیت پتاسیم اضافه شده در مکان‌های بین لایه‌ای و

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-01-08]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.69.20.7]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.69.20.7] [Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-01-08]

جدول ۲. میانگین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های تحت کشت نیشکر، تناوبی، نخلستان و بایر مناطق مورد مطالعه

منطقه	نوع کشت	عمق	پ‌هاش	شوری	درصد اشباع	شن	سیلت ریز و درشت	رس	کربنات کلسیم	ماده آلی	ظرفیت تبادل‌کاتیونی خاک	پتاسیم محلول	پتاسیم تبادلی	پتاسیم غیرتبادلی
		سانتی‌متر		دسی‌زیمنس بر متر	درصد		درصد		گرم بر کیلوگرم	درصد	سانتی‌مول بر کیلوگرم			
شوشتر	بایر	۰–۳۰	۸/۲	۳۳/۵	۵۵	۵/۳	۳۲/۷	۶۲/۰	۴۱۶/۰	۰/۲	۱۳/۲	۰/۰۲	۰/۴	۳/۳
		۳۰–۶۰	۸/۱	۲۶/۱	۵۷	۵/۱	۳۴/۵	۶۰/۴	۴۲۰/۰	۰/۱	۱۴/۴	۰/۰۱	۰/۳	۳/۱
	تناوبی	۰–۳۰	۷/۸	۱/۳	۴۳	۱۶/۷	۳۷/۳	۴۶/۰	۳۹۴/۴	۰/۵	۱۳/۰	۰/۰۲	۰/۵	۵/۴
		۳۰–۶۰	۷/۹	۱/۰	۴۴	۱۴/۳	۳۶/۶	۴۹/۱	۴۱۲/۷	۰/۴	۱۲/۴	۰/۰۱	۰/۴	۴/۲
	نیشکر	۰–۳۰	۷/۸	۱/۲	۵۱	۵/۲	۳۳/۰	۶۱/۸	۳۹۵/۱	۰/۵	۱۵/۶	۰/۰۱	۰/۳	۱/۶
		۳۰–۶۰	۷/۸	۱/۴	۵۳	۶/۰	۳۳/۵	۶۰/۵	۴۰۵/۵	۰/۳	۱۴/۹	۰/۰۱	۰/۳	۱/۸
آبادان	بایر	۰–۳۰	۷/۷	۱۳۰/۷	۶۲	۱/۳	۴۱/۸	۵۶/۹	۴۱۵/۱	۰/۱	۱۵/۹	۰/۲۶	۲/۴	۱۱/۵
		۳۰–۶۰	۷/۹	۶۳/۷	۶۳	۰/۴	۳۷/۷	۶۱/۹	۴۱۸/۲	۰/۱	۱۵/۱	۰/۱۷	۲/۲	۱۱/۵
	نخلستان	۰–۳۰	۷/۹	۷/۸	۶۸	۱/۴	۴۷/۷	۵۰/۹	۳۸۳/۱	۰/۲	۲۱/۵	۰/۰۷	۰/۸	۷/۶
		۳۰–۶۰	۷/۸	۵/۵	۶۷	۱/۱	۴۷/۷	۵۱/۲	۳۸۱/۸	۰/۱	۲۱/۲	۰/۰۴	۰/۸	۶/۵

جدول ۳. نوع کانی‌های رسی و تخمین نیمه کمی آن‌ها (بر حسب درصد)

منطقه	نوع کشت	عمق	کلریت	پالی‌گورسکایت	ایلیت	کائولینیت	اسمکتیت	کوارتز
آبادان	نخلستان	۰-۳۰	+++	++	++	++	+++	+
		۳۰-۶۰	+++	++	++	++	+++	+
	بایر	۰-۳۰	++	++	++	++	+++	++
		۳۰-۶۰	++	++	++	++	+++	+
شوشتر	نیشکر	۰-۳۰	++	+	++	+++	++	++
		۳۰-۶۰	+	++	++	+++	++	++
	تناوبی	۰-۳۰	++	+	+++	+++	++	++
		۳۰-۶۰	++	+	++	+++	++	++
	بایر	۰-۳۰	+++	+	++	+++	++	+
		۳۰-۶۰	++	+	+++	++	+++	+

+<۱۰ درصد، ++ ۲۰-۱۰ درصد، +++ ۳۰-۲۰ درصد

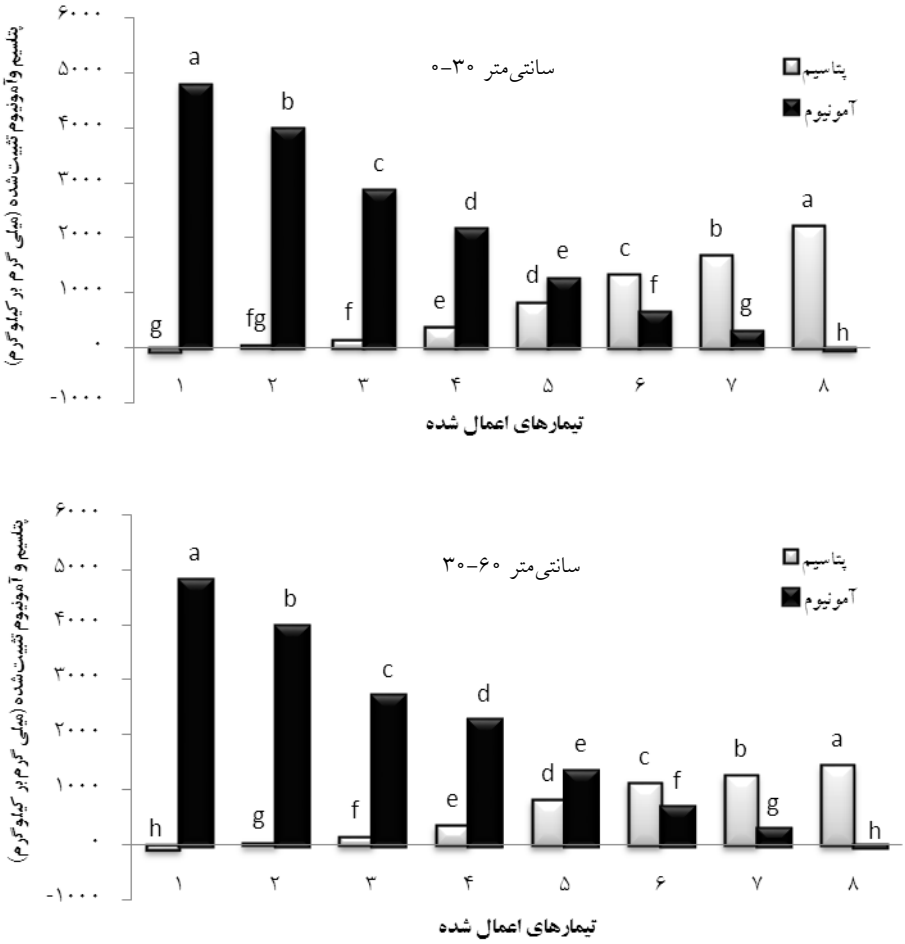
جدول ۴. تحلیل آماری مربوط به مقادیر تثبیت پتاسیم و آمونیوم (میلی‌گرم بر کیلوگرم) توسط رس‌ها در ارتباط با نوع کشت، عمق نمونه‌برداری و اثرات متقابل آنها در شوشتر و آبادان

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		پتاسیم تثبیت شده	آمونیوم تثبیت شده
نوع کشت	۳	۱۴۲۶۴۵۹/۴**	۴۰۰۶۴۳/۳**
عمق نمونه	۱	۳۰۶۴۰/۷ns	۲۴۲۷۸/۵ns
تیمار	۷	۱۶۰۸/۲**	۶۱۶۱/۷**
نوع کشت × عمق نمونه	۳	۱۷۳۶۱۱/۵**	۶۳۶۰۸/۰ns
نوع کشت × تیمار	۲۱	۲۳۹۰۲۲/۳**	۵۴۶۰۷/۷*
عمق نمونه × تیمار	۷	۸۱۴۲/۲ns	۲۶۹۰۷/۴ns
نوع کشت× عمق نمونه× تیمار	۲۱	۴۶۳۴۶/۵**	۱۳۵۰۰/۷ns
خطا	۹۶	۲۳۴۰۰/۹	۳۱۲۶۸/۱
کل	۱۶۰		

ns, *, ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ و ۰/۰۱

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-01-08]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.69.20.7]



شکل ۱. میانگین پتاسیم و آمونیوم تثبیت شده در اعماق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متری کشت نیشکر شوشتر

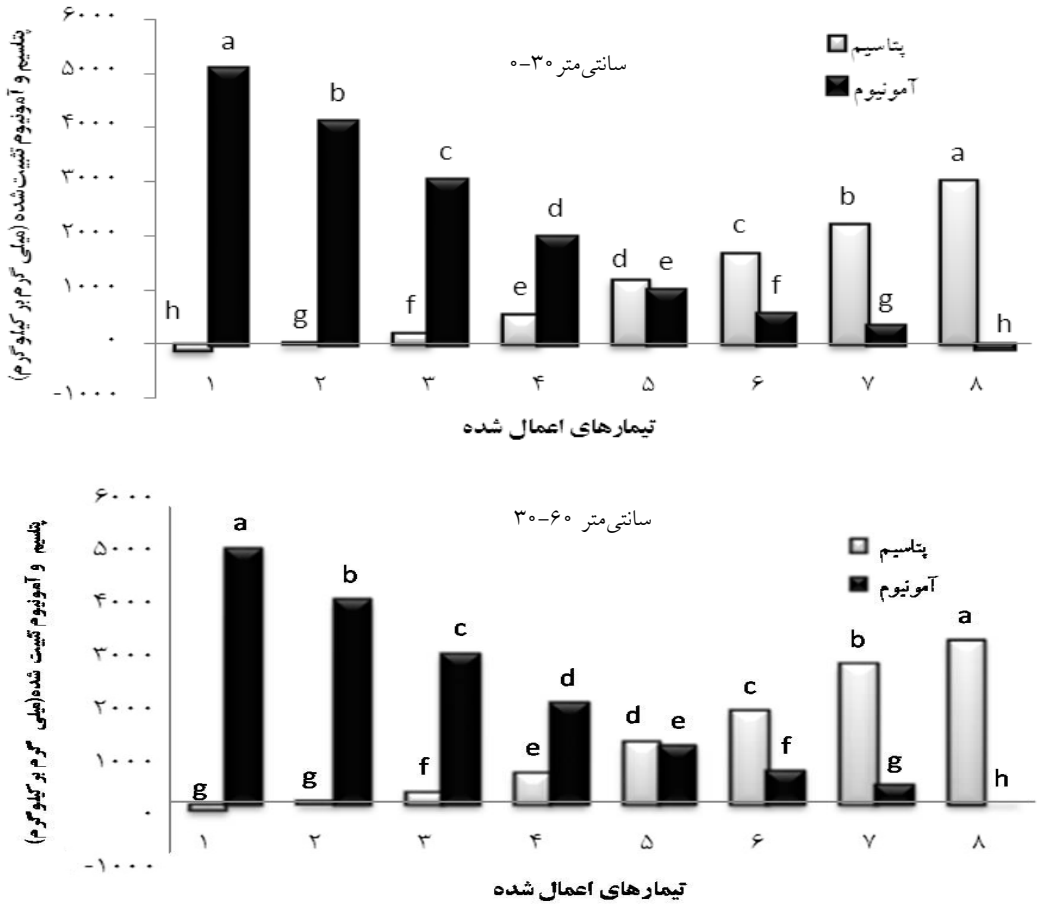
در نتیجه تثبیت آن توسط رس‌های خاک افزایش یافته است. در منطقه شوشتر در اراضی تحت کشت نیشکر با این که در اثر تخلیه پتاسیم توسط گیاه نیشکر تثبیت رخ داده بود ولی میزان این تثبیت با اراضی بایر تفاوت آماری چندانی باهم نداشتند. این نتیجه بیانگر این است که در خاک کشت نشده حضور کانی‌های رسی اسمکتیت باعث تثبیت پتاسیم در این اراضی گردیده است. در این اراضی که از آبرفت‌های رسوبی رودخانه‌ای تشکیل شده است کانی‌های رسی اسمکتیت در مطالعات XRD ملاحظه شد (۱). با افزایش عمق، میزان تثبیت پتاسیم در اراضی تحت کشت تناوبی در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری کمتر از عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متری بوده است (افزایش تثبیت با افزایش عمق ۸/۴۵ درصد بوده است). روند تثبیت پتاسیم در اراضی بایر نیز مشابه کشت تناوبی است ولی میزان تثبیت به مراتب کمتر از اراضی کشت شده است. این امر تا حدودی به تشابه ترکیب کانی‌های رسی موجود در دو نمونه مربوط می‌گردد.

هم‌چنان که در شکل ۱ ملاحظه می‌شود با افزایش غلظت آمونیوم یا پتاسیم در تیمارها بر میزان تثبیت آن افزوده شده ولی با افزایش غلظت یک کاتیون و کاهش غلظت دیگری، تثبیت دیگری کاهش یافته است. با این وجود میزان تثبیت آمونیوم بیشتر از پتاسیم بوده است. این روند در رس‌های سطحی و عمقی تفاوت اندکی باهم دارند.

روند مشابهی نیز برای تثبیت پتاسیم و آمونیوم و هم‌چنین رقابت این دو یون در تثبیت شدن توسط رس‌ها در خاک‌های

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-01-08]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.69.20.7]



شکل ۲. میانگین پتاسیم و آمونیوم تثبیت شده در اعماق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متری کشت تناوبی شوشتر

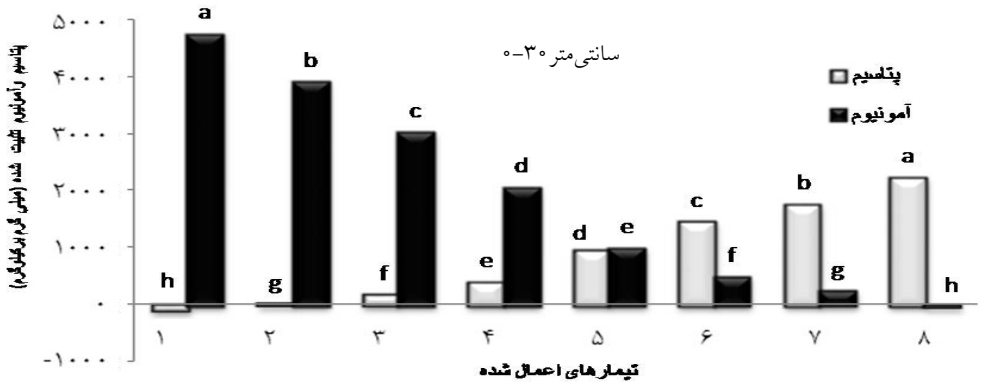
تحت کشت تناوبی در منطقه شوشتر ملاحظه شد (شکل ۲). در این نمونه‌ها نیز قابلیت تثبیت آمونیوم به‌مراتب بیشتر از پتاسیم می‌باشد که در لایه سطحی و عمقی با روند مشابهی ملاحظه شد.

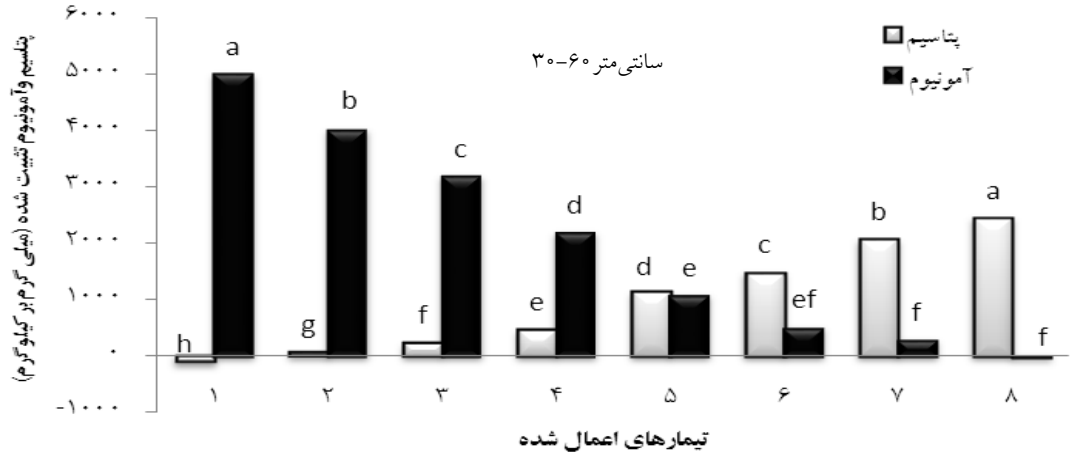
در اراضی بایر نیز مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای اعمال شده نشان داد. در این نمونه‌های رسی با افزایش غلظت آمونیوم و یا پتاسیم، بر میزان تثبیت افزوده شده است. در این اراضی نیز نتایج نشان می‌دهد که با افزایش کودهای آمونیومی، ظرفیت تثبیت پتاسیم خاک نه تنها کاهش می‌یابد، بلکه این فرآیند می‌تواند سبب آزادسازی پتاسیم از رس‌های خاک شده و بخشی از نیاز گیاهان زراعی به پتاسیم را تأمین نماید. چنین نتیجه‌ای برای مدیریت مصرف کودهای پتاسیمی بسیار حائز اهمیت است. پس در اراضی که مصرف کودهای آمونیومی در زمان کشت صورت می‌گیرد، این امر می‌تواند سبب بهبود قابلیت استفاده پتاسیم برای تأمین نیازهای گیاهی شود.

مشابه اراضی کشت و صنعت کارون در شوشتر، در رس‌های خاک آبادان نیز با افزایش غلظت پتاسیم مقدار تثبیت افزایش یافته است (شکل‌های **۵** و **۴**). در این اراضی نیز با افزایش غلظت، روند تثبیت پتاسیم افزایش یافته است بطوریکه این تثبیت در تیمار ۱ کمترین و در تیمار ۸ بیشترین مقدار بوده است. اراضی تحت کشت نخلستان بیشترین تثبیت و اراضی بایر کمترین میزان تثبیت را در آبادان نشان دادند که احتمالاً در اثر تخلیه پتاسیم از مکان‌های تبادلی در اثر کشت نخل و سایر گیاهان کشت شده بین آن‌ها به مدت طولانی بدون دریافت کودهای پتاسیمی می‌باشد. هم‌چنین نتایج نشان داد که مقدار

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-01-08]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.69.20.7]





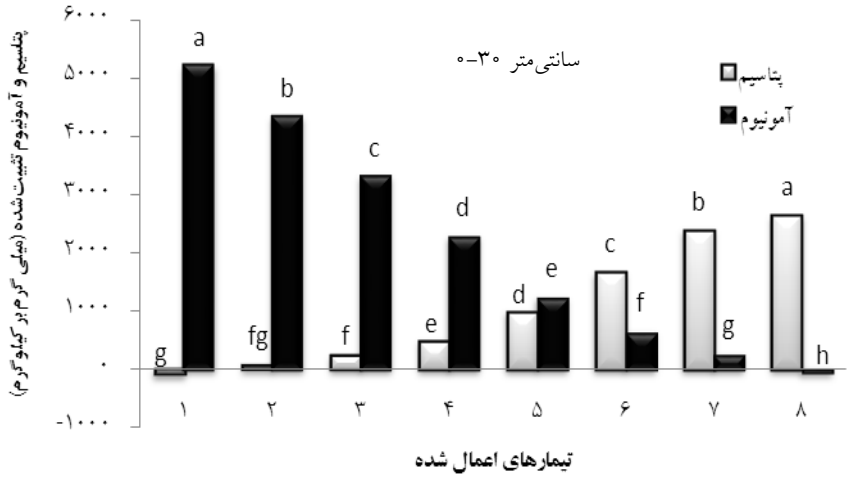
شکل ۳. میانگین پتاسیم و آمونیوم تثبیت شده در اعماق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متری کشت بایر شوشتر

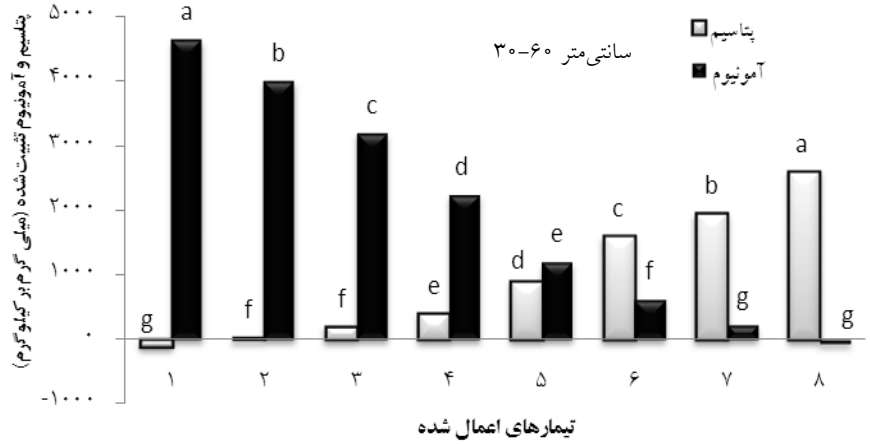
تثبیت پتاسیم در کشت نخلستان و اراضی بایر، با افزایش عمق کاهش یافته است (این کاهش تثبیت در نخلستان و اراضی بایر به ترتیب ۱/۱۴ و ۴/۷۷ درصد بوده است که تفاوت آماری معنی‌داری با توجه به نوع کشت در عمق نمونه طبق جدول ۴ نشان داده شده است). به‌عبارتی بیشترین تثبیت در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری رخ داده است این نتیجه می‌تواند مدرک معتبری بر صحت این مدعا باشد.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها توسط رس‌های خاک شوشتر نشان داد که میزان تثبیت آمونیوم با افزایش غلظت آمونیوم اضافه شده افزایش یافته است. مقدار آمونیوم تثبیت شده در لایه سطحی نمونه‌های تحت کشت تناوبی بیشتر از تحت کشت نیشکر و بایر بوده است (شکل‌های ۱، ۲ و ۳). چنین نتایجی توسط دورام و ایوانز (۱۲) نیز گزارش شده است.

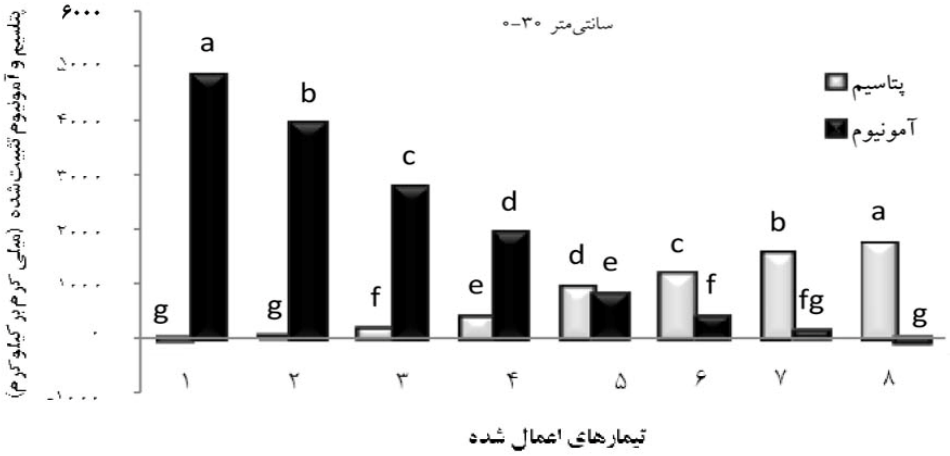
میانگین تثبیت آمونیوم در لایه سطحی اراضی بایر، نیشکر و تناوبی به ترتیب ۴۷۵۰، ۴۸۵۵ و ۵۰۸۲/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم بوده است که بیشترین میزان تثبیت در اراضی تحت کشت تناوبی و کمترین آن در اراضی بایر بوده است. در لایه‌های ۶۰-۳۰ سانتی‌متری نیز مقدار تثبیت در اراضی تحت کشت تناوبی نسبت به اراضی بایر و تحت کشت نیشکر بیشتر بوده است. با این وجود در این بخش‌ها نیز تفاوت آماری معنی‌داری بین میزان آمونیوم تثبیت شده در هر تیمار در سیستم‌های مختلف مورد مطالعه در این منطقه بین نمونه‌های رس ملاحظه نمی‌شود. این امر می‌تواند به تشابه نسبتاً زیاد در ترکیب کانی‌های رسی این نمونه های خاک مرتبط باشد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین تثبیت در رس‌های خاک آبادان نشان می‌دهد که مقدار تثبیت آمونیوم در اراضی تحت کشت نخلستان نیز با افزایش

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-01-08]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.69.20.7]





شکل ۴. میانگین پتاسیم و آمونیوم تثبیت شده در اعماق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متری نخلستان آبادان

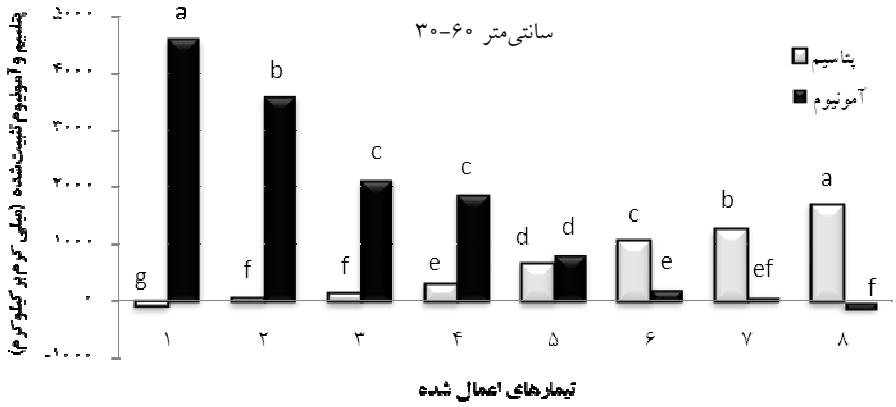


شکل ۵.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-01-08]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.69.20.7]

ادامه شکل ۵ .



شکل ۵. میانگین پتاسیم و آمونیوم تثبیت شده در اعماق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متری بایر آبادان

غلظت آمونیوم نسبت به اراضی بایر افزایش یافته است (۶/۳۸ درصد). این افزایش در تیمار ۱ بیشترین و در تیمار ۸ کمترین بوده است (شکل‌های **۵** و **۴**).

از آنجایی که پتاسیم و آمونیوم شعاع یونی مشابهی دارند به این دلیل رفتاری مشابهی از لحاظ تثبیت توسط کانی‌های رسی در خاک نشان می‌دهند. در رقابت برای تثبیت پتاسیم و آمونیوم توسط کانی‌های رسی هم‌بستگی معنی‌داری در سطح یک درصد ملاحظه شد(به‌صورت معکوس به میزان ۰/۸۷-). با توجه به برهمکنش منفی که بین آمونیوم و پتاسیم ملاحظه می‌شود، افزایش غلظت هر یک از این یون‌ها، باعث افزایش تثبیت آن یون و آزادسازی دیگری می‌شود. این فرآیند سبب می‌شود که در اثر مصرف کودهای حاوی آمونیوم رس‌ها از ذخایر پتاسیمی خود آزاد نموده و نیاز گیاهان را تأمین نمایند. در تیمار ۱ با افزایش غلظت آمونیوم، تثبیت پتاسیم کاهش یافته که نشان دهنده‌ی اشباع مکان‌های تثبیت کننده توسط آمونیوم بوده است. افزایش غلظت پتاسیم در تیمار ۸، باعث آزادسازی آمونیوم از مکان‌های تبادلی و کاهش تثبیت آن گردد. این نتیجه می‌تواند در مدیریت مصرف کودهای پتاسیمی و آمونیومی در خاک‌های زراعی مثمر ثمر بوده و مورد استفاده قرار گیرد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

نتایج این تحقیق نشان داد که افزایش غلظت پتاسیم و یا آمونیوم، سبب افزایش میزان تثبیت آن یون توسط کانی‌های رسی خاک می‌شود. این امر در خاک‌های با کشت‌های مختلف، روند نسبتاً مشابهی را نشان داد. با توجه به تشابه در ترکیب کانی‌های رسی این نمونه‌ها این نتایج قابل انتظار بود. میزان تثبیت این یون‌ها در افق‌های سطحی برای اراضی تحت کشت، نسبتاً بیشتر از اراضی کشت نشده بود. این امر ممکن است به مصرف پتاسیم توسط گیاهان زراعی کشت شده و عدم مصرف کودهای پتاسیمی مربوط شود. چنین روندی هم در اراضی شمالی (شوشتر) و هم در اراضی جنوبی خوزستان (آبادان) ملاحظه شد. هم‌چنین نتایج این تحقیق نشان داد که با افزایش غلظت یک یون، تثبیت دیگری کاهش می‌یابد. این امر رقابت شدید بین آمونیوم و پتاسیم برای تثبیت را نشان می‌دهد. نظر به اینکه شعاع یونی این دو یون تقریباً مشابه می‌باشد، چنین نتیجه‌ای دور از انتظار نمی‌باشد با این وجود این نتیجه می‌تواند در مدیریت مصرف کودهای پتاسیم‌دار در این اراضی حائز اهمیت باشد. نتایج نشان داد که هم در اراضی شمالی و هم در اراضی جنوبی استان خوزستان با افزایش آمونیوم نه تنها از تثبیت پتاسیم کاسته شده است بلکه سبب رهاسازی آن نیز شده

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-01-08]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.69.20.7]

است. بنابراین مصرف کودهای آمونیومی مثل اوره که در اثر تجزیه سبب آزاد شدن آمونیوم در خاک می‌شوند، نه تنها سبب جلوگیری از تثبیت پتاسیم می‌شود بلکه می‌تواند سبب رهاسازی پتاسیم و دسترسی بیشتر آن برای گیاه زراعی گردد. از طرفی نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که بخش زیادی از آمونیوم آزاد شده از کودهای آمونیوم‌دار، می‌تواند توسط رس‌ها تثبیت شده و سپس به مرور در اختیار گیاه قرار گیرد. پیشنهاد می‌شود که آزمایش مشابهی روی نمونه‌های خاک اصلی نیز انجام شده و نتایج با نتایج حاصل از این تحقیق مقایسه شده تا این نتایج با شرایط مزرعه‌ای نیز همگونی بیشتری داشته باشد.

منابع مورد استفاده

۱. پیشگیر، م. ۱۳۹۰. مقایسه تثبیت پتاسیم و آمونیوم در اراضی با کاربری‌های مختلف. پایان نامه کارشناسی ارشد بخش خاکشناسی، دانشکده کشاورزی. دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین، خوزستان.

۲. جعفری، س. ۱۳۸۴. مطالعه تحول مینرالوژیکی، ساختمانی، فیزیکوشیمیایی و تثبیت پتاسیم در خاک‌ها و کانی‌های رسی اراضی تحت کشت تناوبی، نیشکری و بایر خوزستان. پایان نامه دکترا بخش خاکشناسی، دانشکده کشاورزی. دانشگاه شیراز ۱۲۵ ص.

۳. جعفری، س. و م. باقرنژاد. ۱۳۸۶. اثرات تر و خشک شدن و سیستم‌های کشت بر تثبیت پتاسیم در برخی از خاک‌ها و رس‌های خوزستان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان ۴۱: ۹۰-۷۵.

۴. سرمد، ز.، ع. بازرگان و ا. حجازی. ۱۳۷۸. *روش‌های تحقیق در علوم رفتاری*. انتشارات آگه، تهران، ۴۱۰ ص.

5. 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. Canadian j. soil sci. 64: 99-106.
6. Bajwa, M. I. 2008. Comparative ammonium and potassium fixation by some wetland rice soil clay as affected by mineralogical composition and treatment sequence. J. Agronomy and Crop Sci. 158(1): 65-68.
7. Bremner, J. M. 1965. Total nitrogen. PP. 1179-123. *In*: Black, C. A (Eds.), Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. American Society of Agronomy. Inc, Madison.
8. Chapman, H. D. 1965. Cation exchanges capacity. PP. 891-901. *In*: Black, C. A (Eds.), Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical Analysis. American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin.
9. Chorom, M., M. Baghernejad and S. Jafari. 2009. Influence of rotation cropping and sugarcane production on the clay mineral assemblage. Clay Sci. 46: 385-395.
10. Claridge, G. G. C. 1978. Sample preparation by particle size separation. Chapter DI. A in Soil Bureau laboratory methods. D. Methods for mineral and element analysis. NZ Soil Bureau Scientific Report 10D.
11. Day, P. R. 1965. Particle fractionation and particle-size analysis. PP. 545-566. *In*: Black, C. A (Eds.), Methods of Soil Analysis. Part 1. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.
12. Doram, D. R. and L. J. Evans. 1983. Native fixed ammonium and fixation of added ammonium in relation to clay mineralogy in some Ontario soils. Canadian J. soil sci. soc. 63: 631-639.
13. Durak, A., K. Kilic and H. Yildiz. 1996. The ammonium fixation in two great soil groups having different clay mineralogy during growth season. XXVIth Annual meeting of ESNA Romania. PP. 15-21.
14. Fanning, D. S., V. Z. Keramidas and M. A. El-Desoky. 1995. *Micas*. PP. 551-634. *In*: Dixon, J. B. and S. B. Weed (Eds.), Minerals in Soil Environments. Second edition, Soil Science Society of America. Madison, WI.
15. Gee, G. W. and J. W. Bauder. 1986. Particle-Size analysis. PP. 383-411. *In*: Klute, A. (Eds.), Methods of Soil Analysis. Part 7. Soil Science Society of American.
16. Glasscock, J., A. Shaviv and J. Hagin. 1995. Nitrification inhibitors interaction with applied ammonium concentration. J. Plant Nutr. 18(1): 105-116.
17. Havlin, J. L., J. D. Beaton., S. L. Tisdale and W. L. Nelson. 1991. Soil fertility and fertilizers in introduction to nutrient management. Prentice-Hall. PP. 196-216.
18. Jackson, M. L. 1979. Soil mineralogy. PP. 475-482. *In*: Fairbridge, R. W. and J. R. Finkl, (Eds.), The Encyclopedia of Soil Science. Part 1. Stroudsburg.
19. Kilic, K., M. R. Derici and K. Saltali. 1999. The Ammonium fixation in great soil groups of tokat region and some factors affecting the fixation. J. Agri. and Forestry 23: 673-678.
20. 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.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-01-08]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.69.20.7]

21. Martin, W. H. and D. L. Sparks. 1985. The Behavior of Non-exchangeable Potassium in Soils. *In*: Bartels, J. M. (Eds.), Methods of Soil Analysis. Part 3. Madison, Wisconsin.
22. Mehra, O. P. and M. L. Jackson. 1960. Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite citrate system buffered with sodium bicarbonate. Clays and Clay Mineral 7: 317-32.
23. Mengel, K. and E. A. Kirkby. 2001. Potassium in crop production. Advances in Agronomy 33: 59-110.
24. Mulvaney, R. L. 1996. Methods of soil analysis. Soil Science Society of America and American Society of Agronomy. PP.1121-1176.
25. Nelson, R. E. 1982. Carbonate and gypsum. PP. 181-199. *In*: Page, A. L (Eds.), Methods of Soil Analysis. Part 2. American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin.
26. Oustan, S. H., M. Asghari., M. R. Neyshabouri and A. Bybordi. 2008. Potassium fixation as affected by moisture condition in some soils of Azerbaijan. International Meeting on Soil Fertility Land Management and Agroclimatology. Turkey. PP. 619-625.
27. Page, A. L., W. D. Burge., T. J. Ganje and M. J. Garber. 1967. Potassium and Ammonium fixation by Vermiculitic Soils. University of California Citrus Res. PP. 337-341.
28. Prasad, R. and J. Power. 1997. Soil fertility management for sustainable agriculture. Boca New York. PP. 219-223.
29. Tisdale, S. L., W. L. Nelson, J. D. Beaton and J. L. Havlin. 2003. Soil Fertility and Fertilizers. Prentice-Hall of India. PP. 231-243.
30. Tofighi, H. and S. Abasiyan. 2009. Kinetics of competitive fixation of potassium and ammonium ions by some soils and their clay and silt components. XIV International Clay Conference. Castellaneta Marina Italy. 579. p.
31. United State Salinity Laboratory Staff. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. USDA Handbook. 60. Washington, DC.
32. Walkely, A. 1947. A Critical examination of a rapid method for determining soil organic carbon in soils. Effect of variations in digestion conditions and inorganic soil constituents. Soil Sci. 63: 251-263.
33. Wen, Q. X., L. L. Cheng and B. Y. Cheng. 2000. Fixed ammonium in soils of China. Acta Pedologica Silica. Chine. 37: 145-155.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-01-08]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.69.20.7]