

## رقابت تثبیت پتاسیم و آمونیوم در خاک‌های با سیستم‌های مختلف کشت

معصومه پیشگیر<sup>1</sup>، سیروس جعفری و منصور غنیان

دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین، خوزستان؛ [pishgir88@yahoo.com](mailto:pishgir88@yahoo.com)

دانشیار گروه خاکشناسی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان؛ [siroosjafari@yahoo.com](mailto:siroosjafari@yahoo.com)

دانشیار گروه ترویج و آموزش کشاورزی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان؛ [m\\_ghanian@yahoo.com](mailto:m_ghanian@yahoo.com)

دریافت: 94/7/5 و پذیرش: 95/6/8

### چکیده

رقابت تثبیت پتاسیم و آمونیوم در برخی از خاک‌های شمالی و جنوبی استان خوزستان از اعماق 0-30 و 30-60 سانتی‌متری در سیستم‌های کشت نیشکر، تناوب، نخلستان و بایر تعیین شد. از غلظت‌های 400-600-800-1000 میلی‌گرم بر کیلوگرم از پتاسیم و آمونیوم استفاده گردید. مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن نشان داد که در همه تیمارها با افزایش غلظت از صفر به 1000 میلی‌گرم بر کیلوگرم پتاسیم و آمونیوم، مقدار تثبیت در همه سیستم‌ها و اعماق افزایش یافت. میانگین تثبیت آمونیوم در سیستم‌های کشت برای لایه سطحی و زیرسطحی بترتیب 2007/50 و 1952/08 میلی‌گرم بر کیلوگرم بود در حالیکه در زمین‌های بایر برای دو عمق سطحی و عمقی 1880/62 و 1941/87 میلی‌گرم بر کیلوگرم بود و برخلاف لایه خاک سطحی، در عمق اختلاف چندانی نداشت. در تثبیت پتاسیم چنین روند افزایشی ملاحظه نشد. همچنین تمایل به تثبیت آمونیوم به دلیل وجود کانی‌های رسی اسمکتایت و ایلیت تخلیه شده بیشتر از تثبیت پتاسیم بود. نتایج ضرایب همبستگی نشان داد که میزان ماده آلی و رس بر تثبیت هر دو کاتیون اثر منفی داشته و این اثر از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. میزان پ‌هاس، آهک و شن بر تثبیت آمونیوم اثر منفی و غیرمعنی‌دار به ترتیب 0/034-، 0/029- و 0/021- داشت و ظرفیت تبادل کاتیونی و درصد سیلت بر تثبیت پتاسیم اثر منفی و غیرمعنی‌دار به ترتیب به میزان 0/068- و 0/017- نشان داد.

واژه‌های کلیدی: تناوب، خوزستان، کانی‌های رسی، مواد آلی

<sup>1</sup> نویسنده مسئول، آدرس: گروه خاکشناسی - دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین، خوزستان

این تحقیق در برخی از اراضی شمالی و جنوبی استان خوزستان با سیستم‌های مختلف انجام شد. در اراضی شمالی (شوشتر) از کشت‌های نیشکر (کشت و صنعت کارون مزرعه 447)، بایر (بکر) و تناوبی با سابقه بیش از 150 سال کشت و کار نمونه‌برداری شد. این خاک‌ها نماینده خاک‌های قدیمی و با سابقه کشت زیاد در استان خوزستان فرض شد. در جنوب استان از حد فاصل شهر آبادان تا شهرستان اروندکنار، از خاک‌های مربوط به نخلستان (کشت خرما) و از اراضی بایر مجاور آن‌ها نمونه برداری شد. این خاک‌ها هم نماینده خاک‌های جوان و با سابقه کشت کم فرض شد. تعداد 10 نمونه خاک با سه تکرار از اعماق 0-30 و 30-60 سانتی‌متری جمع‌آوری گردید. سپس هوا خشک و آسیاب شده و از الک 2 میلی‌متری عبور داده شدند.

بافت خاک به روش پی‌پت پس از حذف ماده آلی و کربنات کلسیم (جی و بادر، 1986)، پهاش خاک در نمونه‌های گل اشباع و قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره گل اشباع (آزمایشگاه شوری خاک، 1954)، کربن آلی به روش اکسیداسیون تر (والکلی، 1947)، کربنات کلسیم معادل به روش خنثی‌سازی با اسید (نلسون، 1982)، ظرفیت تبادل کاتیونی به روش استات سدیم (چاپمن، 1965) و ازت کل به روش کجلدال (برمنز، 1965) اندازه‌گیری شد. پتاسیم محلول در عصاره گل اشباع، پتاسیم تبدلی به روش عصاره‌گیری با استات آمونیوم (مارتین و اسپارکس، 1985) و پتاسیم غیرتبدلی (تثبیت شده) به کمک عصاره‌گیری با اسید نیتریک یک مولار جوشان (آل‌کنعانی و همکاران، 1984) انجام شد.

به منظور بررسی رقابت تثبیت پتاسیم و آمونیوم، به یک گرم از نمونه‌های خاک در دو تکرار به طور همزمان 5 میلی‌لیتر از محلول‌های کلرید پتاسیم و کلرید آمونیوم با غلظت‌های (0-50-100-200-400-600-800-1000) میلی‌گرم بر کیلوگرم اضافه گردید (کیلیچ و همکاران، 1999). مطابق با جدول 1 این غلظت‌ها به نمونه‌ها اضافه شده و برای جلوگیری از فعالیت موجودات ریز میکروبی در تبدیل آمونیوم به نترات، چند قطره دی‌سیانید آمید اضافه شد (گلس‌کوک و همکاران، 1995). این محلول‌ها به مدت 24 ساعت در شرایط آزمایشگاهی (20 درجه سانتی‌گراد و بدون تکان دادن)، برای به تعادل رسیدن به حال خود رها شدند. سپس پتاسیم و آمونیوم قابل جذب در نمونه‌های خاک، با استفاده از 30 میلی‌لیتر استات منیزیم نیم مولار عصاره‌گیری و حجم نهایی نمونه‌ها به 50 میلی‌لیتر رسانیده شد. پتاسیم قابل جذب با استفاده از

شعاع یونی آمونیوم تقریباً با یون پتاسیم برابر است بنابراین هر دو می‌تواند در بین لایه‌های کانی‌های رسی خاک‌ها تثبیت گردند. میزان تثبیت پتاسیم و آمونیوم علاوه بر نوع و میزان کانی‌های رسی، به میزان کربنات‌ها، مواد آلی، افزودن کودهای پتاسیمی و آمونیومی، اکسیدهای آهن و آلومینیم، سابقه کشت و پهاش خاک نیز بستگی دارد (بایید و همکاران، 1991). بستانی و ثواقبی (1390) در بررسی ظرفیت تثبیت پتاسیم در تعدادی از خاک‌های با کشت نیشکر خوزستان نشان دادند همبستگی منفی و معنی‌داری بین تثبیت پتاسیم و درصد رس، درصد ماده آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی و پتاسیم قابل دسترس و همبستگی مثبت و معنی‌داری بین تثبیت پتاسیم و سابقه کشت وجود دارد. سنال و همکاران (2006) در بررسی تثبیت پتاسیم خاک‌های شرقی هند نشان دادند بیشترین تثبیت پتاسیم در سطح خاک‌ها نسبت به افق‌های پایین‌تر به میزان مواد آلی و رس مربوط می‌شود. احمد و همکاران (1982) در بررسی تثبیت آمونیوم اضافه شده به خاک‌های غرب هند نشان دادند تثبیت آمونیوم در خاک‌های غنی از رس‌های اسمکتایت بیشتر و با خارج شدن مواد آلی میزان تثبیت آمونیوم افزایش می‌یابد. الماسی و همکاران (2002) در بررسی تثبیت آمونیوم خاک‌های قابل کشت ترکیه نشان دادند اغلب این خاک‌ها فقیر از مواد آلی و بیشتر مواد آلی در لایه‌های بالایی خاک قرار دارد.

به این علت میزان آمونیوم تثبیت شده در لایه‌های عمقی بیشتر از لایه‌های سطحی خاک است. جعفری و باقرنژاد (1386) با بررسی تثبیت پتاسیم در برخی از خاک‌های خوزستان نشان دادند با افزایش غلظت پتاسیم، میزان تثبیت در خاک‌ها به مراتب کمتر از رس‌ها است. پیشگیر و جعفری (1393) در بررسی رقابت تثبیت پتاسیم و آمونیوم توسط رس‌های خالص شده از خاک‌های با سیستم‌های مختلف کشاورزی نشان دادند که با افزایش غلظت یک یون از تثبیت دیگری کاسته شده و این امر تا حدودی تابع نوع کانی‌های رسی منطقه مورد مطالعه می‌باشد. با این وجود مطالعات اندکی در خصوص رقابت بین پتاسیم و آمونیوم در خاک‌های آهکی با سیستم‌های کشت مختلف در مناطق خشک وجود دارد که در این مطالعه سعی شده است که این قابلیت خاک‌ها بررسی شود. به عبارتی هدف از این مطالعه مقایسه رقابت بین یون‌های پتاسیم و آمونیوم در برخی از خاک‌های با سیستم‌های مختلف کشت در استان خوزستان بود.

### رقابت تثبیت پتاسیم و آمونیوم

نتایج تحلیل آماری مربوط به مقادیر تثبیت پتاسیم و آمونیوم توسط خاک‌ها در ارتباط با نوع کشت، عمق نمونه، تیمار و اثرات متقابل آن‌ها در مناطق شوشتر و آبادان در جدول 3 آورده شده است. بر اساس این نتایج اثر نوع کشت و تیمار میزان پتاسیم یا آمونیوم اضافه شده بر تثبیت پتاسیم و آمونیوم در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بوده ولی اثر عمق نمونه بر تثبیت پتاسیم و آمونیوم اختلاف آماری معنی‌داری نشان نداده است. هم چنین اثرات متقابل نوع کشت در عمق نمونه، نوع کشت در تیمار و نوع کشت در عمق نمونه در تیمار بر مقادیر پتاسیم و آمونیوم تثبیت شده با احتمال آماری یک درصد معنی‌دار بوده است. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون دانکن برای تثبیت پتاسیم و آمونیوم توسط خاک‌ها با نوع کشت مختلف توسط غلظت‌های مختلف اعمال شده در جداول 4 و 5 نشان داده شده است.

### تثبیت پتاسیم و آمونیوم در خاک‌ها

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد با افزایش غلظت یون پتاسیم از صفر به 1000 میلی‌گرم بر کیلوگرم مقدار تثبیت این یون در خاک‌های با سیستم‌های کشت مختلف شوشتر و آبادان افزایش یافته است (جدول 4 و 5). نتایج مشابهی توسط سایر پژوهشگران نیز گزارش گردیده است (جعفری و باقرنژاد، 1386؛ بستانی و ثوابی، 1390). علت آن است که با افزایش پتاسیم به خاک، غلظت پتاسیم در فاز محلول خاک افزایش یافته و در نتیجه تعادل بین پتاسیم محلول و تثبیت شده به سمت تثبیت پتاسیم سوق می‌یابد. تثبیت یا آزادسازی پتاسیم اضافه شده (کود پتاسیمی) به غلظت آن در محلول خاک بستگی دارد (کرکمن و همکاران، 1994). گلی‌کلانیا و همکاران (1384) با مطالعه ظرفیت خاک برای تثبیت پتاسیم و کانی‌شناسی جزء رس، سیلت و شن خاک‌های زیر کشت انگور منطقه ارومیه نشان دادند که تثبیت پتاسیم با افزایش پتاسیم مصرفی (تا غلظت 500 میلی‌گرم در کیلوگرم پتاسیم) به طور خطی افزایش یافته است. بر اساس نتایج حاصله شدت تثبیت پتاسیم با افزایش مصرف کود پتاسیمی اندکی زیاد و سپس کاهش یافته است ولی این تغییرات از نظر آماری معنی‌دار نبود.

آنان نتیجه‌گیری نمودند که تثبیت پتاسیم تا غلظت 500 میلی‌گرم پتاسیم در کیلوگرم خاک به نوع خاک بستگی داشته و مستقل از میزان کود پتاسیم مصرفی است.

فلیم فتومتر و آمونیوم قابل جذب نیز با استفاده از روش میکرودیفیوژن تعیین گردید (مالوینی، 1996). در نهایت پس از تعیین مقدار پتاسیم و آمونیوم محلول و تبادل، با استفاده از رابطه زیر مقادیر پتاسیم و آمونیوم تثبیت شده توسط خاک تعیین و با استفاده از آزمون‌های مقایسه میانگین، ضرایب همبستگی و تحلیل آماری از طریق نرم‌افزار SPSS/ver.16 در قالب مطالعه پیمایش میدانی تجزیه و تحلیل شدند (سرمد و همکاران، 1378).

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

### نتایج و بحث

در جدول 2 گستره تغییرات خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه در دو عمق 0-30 و 0-60 سانتی‌متری نشان داده شده است. خاک‌های مورد مطالعه دارای بافتی سنگین و غالباً در کلاس‌های رسی و رسی سیلتی قرار دارند. خاک‌ها دارای مقادیر زیادی آهک با pH قلیایی هستند. قابلیت هدایت الکتریکی خاک‌های کشت شده در اثر آبیاری شدید نسبت به خاک‌های کشت نشده کمتر می‌باشد. مواد آلی و نیتروژن خاک‌های زیر کشت، تقریباً بیشتر از خاک‌های کشت نشده بود. ظرفیت تبادل کاتیونی خاک‌های تحت کشت آبادان (نخلستان) نسبت به خاک‌های کارون بیشتر می‌باشد که می‌توان آن را به ترکیب کانی‌شناسی موجود در این خاک‌ها نسبت داد (پیشگی و جعفری، 1391). پتاسیم محلول، تبدلی و غیر تبدلی خاک‌های کشت شده کمتر از خاک‌های کشت نشده بود. 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 زراعی کشت شده در این اراضی نسبت به مصرف کودهای پتاسیمی واکنش مثبتی نشان نداده‌اند (جعفری، 1384).

نتایج مطالعات کانی‌شناسی وجود کانی‌های رسی کائولینایت، ایلایت، پالی‌گورسکایت، اسمکتایت، کلرایت و کوآرتز را در مناطق مورد مطالعه با سیستم‌های مختلف کشت نشان داد. اگرچه در مناطق مورد مطالعه، تنوع کانی‌ها باهم تفاوت چندانی نداشتند ولی مقادیر نسبی این کانی‌ها در اعماق و سیستم‌های مختلف کشت تا حدودی باهم متفاوت بود. از این میان مقدار نسبی کانی‌های رسی اسمکتایت در اراضی جنوبی نسبت به اراضی شمالی قابل ملاحظه بود (پیشگی و جعفری، 1391).

جدول 1- مقادیر غلظت‌های اضافه شده آمونیوم و پتاسیم (میلی گرم بر کیلوگرم) به نمونه‌های خاک

تیمار	شاهد	تیمار 1	تیمار 2	تیمار 3	تیمار 4	تیمار 5	تیمار 6	تیمار 7	تیمار 8
پتاسیم	0	0	50	100	200	400	600	800	1000
آمونیوم	0	1000	800	600	400	200	100	50	0

جدول 2- میانگین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های تحت کشت نیشکر، تناوبی، نخلستان و بایر در مناطق مورد مطالعه

شوری	نسبت اشباع	شن	سیلت ریز و درشت	رس	کربنات کلسیم	ماده آلی	نیتروژن کل	ظرفیت تبادل کاتیونی	پتاسیم محلول	پتاسیم تبدلی	پتاسیم غیر تبدلی	دسی‌زیمنس بر متر
درصد	درصد	گرم بر کیلوگرم	گرم بر کیلوگرم	گرم بر کیلوگرم	درصد	درصد	سنتی مول بر کیلوگرم	سنتی مول بر کیلوگرم	سنتی مول بر کیلوگرم	سنتی مول بر کیلوگرم	سنتی مول بر کیلوگرم	سنتی مول بر کیلوگرم
33/5	55	52/5	327/5	620/0	416/0	0/2	0/01	13/2	0/02	0/4	3/3	33/5
26/1	57	50/8	345/4	603/8	420/0	0/1	0/00	14/4	0/01	0/3	3/2	26/1
1/3	43	166/7	373/3	460/0	394/4	0/5	0/03	13/0	0/02	0/5	5/3	1/3
1/0	44	142/5	366/2	491/3	412/6	0/4	0/02	12/4	0/01	0/4	4/2	1/0
1/2	51	51/7	330/2	618/1	395/1	0/5	0/03	15/5	0/01	0/3	1/6	1/2
1/3	53	63/8	334/8	601/4	405/5	0/3	0/02	14/9	0/01	0/3	1/8	1/3
130/7	62	13/1	418/1	568/8	415/1	0/1	0/01	15/9	0/26	2/4	11/5	130/7
63/7	63	3/5	377/1	619/4	418/2	0/1	0/00	15/1	0/17	2/1	11/5	63/7
7/8	68	14/4	476/8	508/8	383/2	0/2	0/01	21/5	0/07	0/8	7/6	7/8
5/5	67	11/0	476/6	512/4	381/8	0/1	0/01	21/2	0/04	0/8	6/5	5/5

جدول 3- تحلیل آماری مربوط به مقادیر تثبیت پتاسیم و آمونیوم (میلی گرم بر کیلوگرم) توسط خاک‌ها در ارتباط با نوع کشت، عمق نمونه، تیمار و اثرات متقابل آن‌ها در شوشتر و آبادان

میانگین مربعات		درجه آزادی	منابع تغییرات
آمونیم تثبیت شده	پتاسیم تثبیت شده		
47384/2**	94508/9**	3	نوع کشت
1510/0 <sup>ns</sup>	928/6 <sup>ns</sup>	1	عمق نمونه
1024/2**	2355046/2**	7	تیمار
39345/1**	181592/6**	3	نوع کشت × عمق نمونه
24645/1**	33621/9**	21	نوع کشت × تیمار
14614/7**	8735/8 <sup>ns</sup>	7	عمق نمونه × تیمار
18602/5**	25351/0**	21	نوع کشت × عمق نمونه × تیمار
2260/9	4919/4	96	اشتباه آزمایش
		160	کل

ns, \*, \*\* به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح 0/05 و 0/01

زیرین در اراضی آبادان ممکن است به فیزیوگرافی این بخش از دشت مربوط گردد که به دلیل ارتفاع کم از سطح دریای آزاد جزء اراضی پست می‌باشد. سالیانه مقادیری از رسوبات جدید رودخانه اروند به سطح خاک‌ها اضافه می‌شود. ممکن است رسوبات قبلی در لایه‌های زیرین، در اثر کشت و کارهای سابق و یا نوع مواد مادری متفاوت بخشی از پتاسیم خود را از دست داده و تخلیه شده باشند. همچنین احتمال می‌رود که رسوبات جدید که از فرسایش خاک‌های بالا دست به قسمت‌های پائین دست منتقل شده‌اند، در اثر جذب موجودات زنده از پتاسیم تخلیه و قابلیت تثبیت بیشتری برای پتاسیم داشته باشند.

بیشترین تثبیت آمونیوم در تیمار با غلظت 1000 میلی‌گرم آمونیوم بر کیلوگرم خاک در منطقه شوشتر در عمق 0-30 سانتی‌متری و در منطقه آبادان در عمق 0-30 سانتی‌متری خاک رخ داده است. نتایج نشان داد که تثبیت آمونیوم نسبت به تثبیت پتاسیم بیشتر تحت تأثیر خصوصیات خاک قرار گرفته است (جداول 2 و 6). احتمال می‌رود که در منطقه شوشتر به علت غنی بودن لایه‌های سطحی از مواد آلی، تثبیت آمونیوم در عمق خاک بیشتر صورت بگیرد.

همچنین نتایج مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن نشان داد با افزایش غلظت یون آمونیوم، مقدار تثبیت آن در خاک‌های با سیستم‌های کشت مختلف در شوشتر و آبادان افزایش یافته است (جداول 4 و 5). چنین نتایجی توسط محققان دیگر نیز گزارش گردیده است (احمد و همکاران، 1982؛ دوراک و همکاران، 1996؛ پیشگیر و جعفری، 1393).

نتایج نشان داد در منطقه شوشتر بیشترین میزان تثبیت پتاسیم در تیمار با غلظت 1000 میلی‌گرم پتاسیم بر کیلوگرم خاک، در اراضی تحت کشت تناوبی و بایر در عمق 0-30 سانتی‌متری خاک به ترتیب 1577/5 و 1347/5 میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک، در حالی که در اراضی تحت کشت نیشکر به دلیل ریشه‌های عمیق‌تر، بیشترین تثبیت پتاسیم در عمق 30-60 سانتی‌متری و به میزان 902/5 میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک رخ داده است. جذب بیشتر پتاسیم توسط گیاه توسط ریشه‌های عمیق آن در لایه زیر سطحی، پتانسیل بیشتری را برای تثبیت پتاسیم ایجاد نموده است. در منطقه آبادان بیشترین میزان تثبیت پتاسیم در عمق 30-60 سانتی‌متری اراضی تحت کشت نخلستان و بایر رخ داده است. تثبیت بیشتر پتاسیم در لایه

جدول 4- مقایسه میانگین پتاسیم و آمونیوم تثبیت شده (میلی گرم بر کیلوگرم) توسط خاک‌های کشت و صنعت کارون در ارتباط با نوع کشت، عمق نمونه و تیمار

تیمار (میلی گرم بر کیلوگرم)								عمق نمونه	نوع کشت
T <sub>8</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>		
730 <sup>a</sup>	515 <sup>b</sup>	362/5 <sup>c</sup>	227/5 <sup>d</sup>	157/5 <sup>e</sup>	60 <sup>f</sup>	18/75 <sup>g</sup>	-30 <sup>h</sup>	0-30	نیشکر
902/5 <sup>a</sup>	777/5 <sup>b</sup>	552/5 <sup>c</sup>	367/5 <sup>d</sup>	152/5 <sup>e</sup>	62/5 <sup>f</sup>	22/5 <sup>f</sup>	-47/5 <sup>g</sup>	30-60	
1577/5 <sup>a</sup>	1060 <sup>b</sup>	822/5 <sup>c</sup>	460 <sup>d</sup>	197/5 <sup>e</sup>	85 <sup>f</sup>	10 <sup>g</sup>	-52/5 <sup>h</sup>	0-30	
887/5 <sup>a</sup>	745 <sup>b</sup>	462/5 <sup>c</sup>	290 <sup>d</sup>	112/5 <sup>e</sup>	72/5 <sup>e</sup>	2/5 <sup>f</sup>	-52/5 <sup>g</sup>	30-60	پتاسیم
1347/5 <sup>a</sup>	820 <sup>b</sup>	490 <sup>c</sup>	367/5 <sup>d</sup>	145 <sup>e</sup>	62/5 <sup>f</sup>	5 <sup>g</sup>	-50 <sup>h</sup>	0-30	بایر
967/5 <sup>a</sup>	690 <sup>b</sup>	477/5 <sup>c</sup>	272/5 <sup>d</sup>	132/5 <sup>e</sup>	32/5 <sup>f</sup>	5 <sup>f</sup>	-52/5 <sup>g</sup>	30-60	
-35 <sup>h</sup>	92/5 <sup>g</sup>	185 <sup>f</sup>	431/25 <sup>e</sup>	827/5 <sup>d</sup>	1285 <sup>c</sup>	1672/5 <sup>b</sup>	1946/25 <sup>a</sup>	0-30	
-35 <sup>h</sup>	110 <sup>g</sup>	167/5 <sup>f</sup>	448/75 <sup>e</sup>	862/5 <sup>d</sup>	1276/25 <sup>c</sup>	1681/25 <sup>b</sup>	2042/5 <sup>a</sup>	30-60	نیشکر
-52/5 <sup>h</sup>	92/5 <sup>g</sup>	237/5 <sup>f</sup>	361/25 <sup>e</sup>	670 <sup>d</sup>	1101/25 <sup>c</sup>	1628/75 <sup>b</sup>	1815 <sup>a</sup>	0-30	پتاسیم
-35 <sup>h</sup>	136/25 <sup>g</sup>	272/5 <sup>f</sup>	457/5 <sup>e</sup>	766/25 <sup>d</sup>	1346/25 <sup>c</sup>	1655/00 <sup>b</sup>	1911/25 <sup>a</sup>	30-60	آمونیوم
-43/75 <sup>g</sup>	92/5 <sup>f</sup>	123/75 <sup>f</sup>	387/5 <sup>e</sup>	783/75 <sup>d</sup>	1057/5 <sup>c</sup>	1471/25 <sup>b</sup>	1745 <sup>a</sup>	0-30	
-52/5 <sup>g</sup>	101/25 <sup>f</sup>	132/5 <sup>f</sup>	387/5 <sup>e</sup>	818/75 <sup>d</sup>	1293/75 <sup>c</sup>	1445 <sup>b</sup>	1876/25 <sup>a</sup>	30-60	

میانگین‌هایی در هر ردیف که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن با احتمال 95 درصد تفاوت معنی‌دار ندارند. شماره‌های T تیمارهایی هستند که شرح آن در جدول 1 ارائه شده است.

جدول 5- مقایسه میانگین پتاسیم و آمونیوم تثبیت شده (میلی گرم بر کیلوگرم) توسط خاک‌های آبادان در ارتباط با نوع کشت، عمق نمونه و تیمار

تیمار (میلی گرم بر کیلوگرم)								عمق نمونه	نوع کشت
T <sub>8</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>		
672/5 <sup>a</sup>	432/5 <sup>b</sup>	362/5 <sup>c</sup>	215 <sup>d</sup>	147/5 <sup>e</sup>	90 <sup>ef</sup>	62/5 <sup>f</sup>	47/5 <sup>f</sup>	0-30	نخلستان
877/5 <sup>a</sup>	752/5 <sup>b</sup>	582/5 <sup>c</sup>	347/5 <sup>d</sup>	245 <sup>e</sup>	135 <sup>f</sup>	95 <sup>g</sup>	50 <sup>g</sup>	30-60	
812/5 <sup>a</sup>	780 <sup>a</sup>	547/5 <sup>b</sup>	355 <sup>c</sup>	237/5 <sup>d</sup>	102/5 <sup>e</sup>	7/5 <sup>f</sup>	2/5 <sup>f</sup>	0-30	
1100 <sup>a</sup>	902/5 <sup>b</sup>	632/5 <sup>c</sup>	407/5 <sup>d</sup>	242/5 <sup>e</sup>	125 <sup>f</sup>	75 <sup>g</sup>	17/5 <sup>h</sup>	30-60	پتاسیم
-70 <sup>h</sup>	92/5 <sup>g</sup>	228/75 <sup>f</sup>	396/25 <sup>e</sup>	801/25 <sup>d</sup>	1180 <sup>c</sup>	2110 <sup>b</sup>	2261/25 <sup>a</sup>	0-30	نخلستان
-26/25 <sup>h</sup>	188/75 <sup>g</sup>	272/5 <sup>f</sup>	536/25 <sup>e</sup>	862/5 <sup>d</sup>	978/75 <sup>c</sup>	1620 <sup>b</sup>	1902/5 <sup>a</sup>	30-60	آمونیوم
-26/25 <sup>h</sup>	136/25 <sup>g</sup>	263/75 <sup>f</sup>	457/5 <sup>e</sup>	827/5 <sup>d</sup>	1241/25 <sup>c</sup>	1541/25 <sup>b</sup>	2016/25 <sup>a</sup>	0-30	
-52/5 <sup>h</sup>	83/75 <sup>g</sup>	211/25 <sup>f</sup>	387/5 <sup>e</sup>	827/5 <sup>d</sup>	1267/5 <sup>c</sup>	1541/25 <sup>b</sup>	2007/5 <sup>a</sup>	30-60	

میانگین‌هایی در هر ردیف که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن با احتمال 95 درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

و همکاران، 1988؛ الماسی و همکاران، 2002؛ زانگ و همکاران، 2003).

#### رقابت در تثبیت پتاسیم و آمونیوم توسط خاک‌ها

مقدار تثبیت آمونیوم در این سیستم‌های کشت در تیمار 1 (غلظت 1000 میلی‌گرم بر کیلوگرم آمونیوم و 0 پتاسیم) حداکثر بوده در حالی که مقدار تثبیت پتاسیم در تیمار 1 برخی از سیستم‌های کشت حداقل و منفی بخصوص در خاک‌های کارون (-30)، -47/50، -50 و -52/5 میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک) بوده است. به عبارت

در آبادان، با کاهش مواد آلی در هر دو سطح باعث افزایش تثبیت آمونیوم در سطح گردیده است. گیلدیال و سینگ (1961) در بررسی آمونیوم تثبیت شده خاک‌های کشت شده و جنگل نشان دادند در خاک‌های جنگل، به علت غنی بودن لایه‌های بالایی از مواد آلی، مقدار آمونیوم تثبیت شده در عمق خاک جنگل بیشتر از سطح خاک است در حالی که در خاک کشت شده، تثبیت آمونیوم بیشتر در لایه بالایی اتفاق افتاده است. نتایج مشابهی توسط محققین دیگر نیز گزارش گردیده است (ریچسینگل

مولکول‌های آلی مانع انتشار و جذب یون‌های پتاسیم به بین لایه‌های کانی‌های رسی می‌شوند (ایوانگلو و همکاران، 1986). بستانی و ثوابی (1390) در بررسی ظرفیت تثبیت پتاسیم تعدادی از خاک‌های تحت کشت نیشکر خوزستان همبستگی منفی و معنی‌داری بین میزان تثبیت پتاسیم و درصد ماده آلی گزارش نمودند. لیاثو و همکاران (2013) با بررسی اثر افزایش کودهای پتاسیمی و کلش برنج بر ترکیب کانی‌ها و میزان جذب سطحی پتاسیم در خاک‌های شالیزاری نشان دادند که پس از حذف ماده آلی خاک، میزان جذب سطحی پتاسیم 60 تا 158 درصد نسبت به خاک‌های بدون حذف ماده آلی افزایش یافت. در حالی که رفاهی (1359) در بررسی تثبیت پتاسیم خاک‌های اسیدی و آهکی ایران نشان داد ماده آلی تأثیری در تثبیت پتاسیم خاک ندارد. همچنین نتایج نشان داد که بین درصد کربن آلی با تثبیت آمونیوم نیز همبستگی منفی (0/01-) مشاهده شد که از لحاظ آماری معنی‌دار نبوده است. تثبیت آمونیوم در مواد آلی خاک ناچیز است (کوالینکو و کامرون، 1976). مواد آلی به علت وزن ملکولی کم، مانع انتشار یون‌های آمونیوم به بین لایه‌های کانی‌های رسی خاک گردیده و از این طریق مانع تثبیت آمونیوم خاک می‌شوند (پرتر و استوارت، 1970).

بر اساس نتایج حاصله میزان آهک بر تثبیت پتاسیم اثر معنی‌داری نداشته در حالی که بر تثبیت آمونیوم خاک‌ها، اثر منفی و غیرمعنی‌داری (0/029-) داشته است. جعفری و باقرنژاد (1386) در بررسی تثبیت پتاسیم در برخی خاک‌ها و رس‌های خوزستان نشان دادند مقدار تثبیت پتاسیم توسط رس در مقایسه با خاک در کلیه تیمارها به مراتب بیشتر بود. آن‌ها دلیل این امر را افزایش میزان رس‌ها با حذف برخی ترکیبات نظیر ماده آلی، کربنات کلسیم و اکسیدهای آهن و آلومینیم نسبت دادند.

طبق نتایج همبستگی ظرفیت تبادل کاتیونی بر تثبیت پتاسیم اثر منفی و غیرمعنی‌دار (0/068-) داشته ولی بر تثبیت آمونیوم اثر معنی‌داری نداشت. گلستانی فرد و توفیقی (1378) در خاک‌های شالیزاری شمال ایران (مازندران و گیلان) همبستگی معنی‌داری مشاهده نکردند. وی علت پایین بودن میزان همبستگی را به وجود مقدار زیادی ماده آلی در خاک مربوط دانست. زیرا بخش اعظمی از ظرفیت تبادل کاتیونی در خاک‌های مورد مطالعه از مواد آلی نشأت گرفته که اصولاً فاقد خصوصیات تثبیت می‌باشد. بستانی و ثوابی (1390) بین تثبیت پتاسیم و مقدار ظرفیت تبادل کاتیونی خاک همبستگی منفی و معنی‌داری مشاهده کردند.

دیگر افزایش غلظت آمونیوم و کاهش غلظت پتاسیم، موجب آزادسازی پتاسیم از مکان‌های غیرتبادلی شده است. هم چنین در تیمار 8 (غلظت 0 میلی‌گرم بر کیلوگرم آمونیوم و 1000 پتاسیم) مقدار تثبیت پتاسیم با افزایش غلظت پتاسیم و کاهش غلظت آمونیوم حداکثر و مقدار تثبیت آمونیوم منفی (26/25-)، (35-)، (43/75-)، (52/5- و 70- میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک) بوده است. چنین روندی توسط پیشگیر و جعفری (1393) در بررسی مقایسه تثبیت پتاسیم و آمونیوم توسط رس‌های جداسازی شده از خاک‌های خوزستان نیز گزارش گردید. در حالی که یان و همکاران (2008) با بررسی اثر پتاسیم و نسبت کربن به نیتروژن در نگهداری آمونیوم برخی از خاک‌های چین نشان دادند که مصرف زیاد پتاسیم موجب افزایش غلظت پتاسیم در فاز محلول خاک و در نتیجه مانع آزادسازی آمونیوم گردید. چنین نتایجی توسط محققین دیگر نیز گزارش گردیده است (نایدنر و همکاران، 2011؛ اسکرر و همکاران، 2014).

نتایج نشان داد که مقدار تثبیت آمونیوم نسبت به پتاسیم در هر دو منطقه مورد مطالعه بیشتر بوده است. فرآیند تثبیت یون‌های پتاسیم و آمونیوم در حضور همزمان این دو نوع یون تا حدود زیادی به ترکیب کانی‌های رسی خاک وابسته است (کلیچ و همکاران، 1999). مقدار تثبیت آمونیوم در خاک‌های غنی از کانی‌های رسی اسمکتایت بیشتر است (احمد و همکاران، 1982؛ باجوا، 2008). دوراک و همکاران (1996) در بررسی مقدار تثبیت آمونیوم دو گروه بزرگ خاک‌های ترکیه و پیشگیر و جعفری (1393) در رس‌های استان خوزستان نشان دادند که علت غالب بودن کانی‌های رسی اسمکتایت، مقدار آمونیوم تثبیت شده بیشتر از پتاسیم تثبیت شده بود. در حالی که توفیقی و عباسیان (2009) در مطالعه سینتیک تثبیت پتاسیم و آمونیوم در کانی‌های رسی و ذرات سیلت خاک‌ها نشان دادند که در هر دو نوع خاک‌های کشور کانادا و ایران مقدار تثبیت یون پتاسیم در مقایسه با مقدار تثبیت یون آمونیوم به علت حضور کانی‌های رسی میکا، ایلات و ورمی‌کولایت بیشتر بوده است.

**اثرات خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک بر تثبیت پتاسیم و آمونیوم**

در جدول 6 همبستگی بین تثبیت پتاسیم و آمونیوم و برخی از خصوصیات خاک آورده شده است. نتایج همبستگی بدست آمده در جدول 6 نشان می‌دهد که بین درصد کربن آلی و تثبیت پتاسیم همبستگی منفی (0/06-) مشاهده شده ولی از لحاظ آماری معنی‌دار نبود.

جدول 6- ضرایب همبستگی بین خصوصیات فیزیکوشیمیایی با مقادیر پتاسیم و آمونیوم تثبیت شده در خاک‌های با سیستم‌های کشت مختلف

رس	سیلت	شن	پتاسیم غیر تبادل	پتاسیم تبادلی	پتاسیم محلول	پهانش	هدایت الکتریکی	ظرفیت تبادل کاتیونی	آهک	کربن آلی	پتاسیم	آمونیوم
											1	آمونیوم
											1	پتاسیم
										1	-0/06	-0/01
									1	-0/259**	0/029	-0/029
								1	-0/748**	-0/399**	-0/068	0/040
												تبادل
												کاتیونی
							1	-0/063	0/519**	-0/558**	0/029	-0/003
												هدایت
												الکتریکی
						1	-0/348**	-0/050	0/139	-0/316**	0/010	-0/034
												پهانش
						1	-0/472**	0/922**	0/261**	-0/590**	0/023	0/016
												پتاسیم
												محلول
				1	0/975**	-0/476**	0/871**	0/166*	0/265**	-0/558**	0/050	0/012
												پتاسیم
												تبادلی
			1	0/943**	0/915**	-0/372**	0/733**	0/313**	0/082	-0/573**	0/061	0/015
												پتاسیم
												غیر تبادلی
		1	-0/448**	-0/518**	-0/559**	-0/042	-0/467**	-0/627**	0/034	0/782**	0/071	-0/021
												شن
	1	-0/407**	0/590**	0/376**	0/417**	-0/155	0/121	0/862**	-0/628**	-0/404**	-0/017	0/037
												سیلت
1	-0/552**	-0/537**	-0/136	0/126	0/126	0/181*	0/315**	-0/224**	0/548**	-0/341**	-0/049	-0/014
												رس

\*\* معنی دار بودن همبستگی در سطح 1 درصد

\* معنی دار بودن همبستگی در سطح 5 درصد

همکاران (1988) در ایالت دلاویر، ون و همکاران (2000) و زانگ و همکاران (2007)، در برخی از اراضی کشاورزی چین همبستگی مثبتی بین مقدار رس و تثبیت آمونیوم مشاهده نمودند. در حالی که الماسی و همکاران (2002) در خاک‌های تحت کشت ترکیه نشان دادند به علت تنوع در نوع کانی‌های رسی خاک، بین مقدار رس خاک و تثبیت آمونیوم همبستگی وجود ندارد. سیلت خاک‌ها همبستگی معنی‌داری با تثبیت آمونیوم نداشته در حالی که با تثبیت پتاسیم همبستگی منفی و غیرمعنی‌داری (-0/017) داشت. کوالینکو و یو (1996) در بررسی آمونیوم محلول، قابل تبادل و تثبیت شده رس‌ها در خاک‌های کلمبیا نشان دادند بین مقدار آمونیوم تثبیت شده و سیلت همبستگی وجود ندارد. توفیقی و عباسیان (2009) در بررسی سینتیک تثبیت پتاسیم و آمونیوم توسط رس و سیلت خاک نشان دادند که در برخی از مواقع به علت حضور کانی‌های میکا و ورمی‌کولایت در جزء سیلت خاک‌ها مقادیر قابل ملاحظه‌ای از پتاسیم و برخی اوقات آمونیوم توسط این جزء از خاک تثبیت می‌شود. موراوشکینا و همکاران (2007) در بررسی تثبیت پتاسیم

این در حالی که برخی از محققین نشان دادند که با افزایش مقدار ظرفیت تبادل کاتیونی خاک، میزان تثبیت پتاسیم نیز افزایش می‌یابد (سنال و همکاران، 2006؛ جعفری و باقرنژاد، 1386). مقدار رس بر تثبیت پتاسیم و آمونیوم اثرات منفی و غیر معنی‌داری را نشان داد. بستانی و ثواقبی (1390) در بررسی تثبیت پتاسیم خاک‌های تحت کشت نیشکر استان خوزستان همبستگی منفی و معنی‌داری بین میزان تثبیت پتاسیم و مقدار رس مشاهده نمودند که علت آن را به تثبیت پتاسیم توسط رس‌ها نسبت دادند. برخی از محققین با مطالعه ظرفیت تثبیت پتاسیم خاک‌های شالیزاری شمال ایران و بررسی گنجایش تثبیت پتاسیم در تعدادی از خاک‌های همدان، همبستگی معنی‌داری بین مقدار رس و میزان تثبیت پتاسیم مشاهده نکردند (گلستانی‌فرد و توفیقی، 1378؛ حسین‌پور و پناهی، 1389). سنال و همکاران (2006) در بررسی تثبیت پتاسیم خاک‌های شرقی هند نشان دادند همبستگی مثبت و معنی‌داری بین تثبیت پتاسیم و درصد رس وجود دارد. کوالینکو و یو (1996) در خاک‌های جنوب کلمبیا، ریچسیگل و



### نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد عواملی چون ماده آلی و میزان رس بر تثبیت پتاسیم و آمونیوم در خاک اثرات کاهشی قابل ملاحظه‌ای دارد. بطوریکه با افزایش میانگین درصد ماده آلی لایه سطحی از 0/15 به 0/40، میزان تثبیت آمونیوم از 2138/75 به 1835/41 میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک کاهش یافت. عامل اصلی تثبیت پتاسیم یا آمونیوم در خاک میزان و نوع رس‌ها هستند. با افزایش غلظت یون پتاسیم و کاهش غلظت یون آمونیوم در خاک‌ها، تثبیت یون پتاسیم افزایش و برای آمونیوم کاهش یافت و برعکس. به عبارتی افزایش یک یون به خاک با بالا رفتن غلظت آن، سبب آزاد شدن یون دیگر از رس‌ها شد. با این نتایج می‌توان چنین استنتاج نمود که با افزایش کودهایی چون اوره، آمونیوم می‌تواند علاوه بر تأمین نیاز گیاه، توسط کانی‌های رسی تثبیت شده و سبب آزاد شدن یون پتاسیم از کانی‌های رسی دیگر شود. این اثر به ویژه برای توجیه عدم واکنش اغلب گیاهان زراعی به مصرف کودهای پتاسیمی در خاک‌های خوزستان قابل توجیه است. تثبیت آمونیوم توسط خاک‌هایی که حاوی رس اسمکتایت هستند به میزان بیشتری نسبت به پتاسیم رخ داد. این نتایج علت تحول بیشتر رس‌ها در خاک‌های تحت کشت نسبت به خاک‌های بکر را نشان می‌دهد. آمونیوم آزاد شده از کودها جایگزین پتاسیم ساختاری کانی‌ها شده و آن‌ها را از مکان‌های تثبیت خارج می‌نماید. با کاهش غلظت آمونیوم در اثر تبدیل به نیترات و یا جذب گیاهی، آمونیوم از مکان‌های تثبیت شده آزاد شده و سبب تحول کانی‌ها بویژه کانی‌های میکائی می‌شود.

توسط بخش‌های مختلف خاک‌های حاصل از آبرفت‌های گرانیتی کالیفرنیا نشان دادند که بیشترین مقدار تثبیت پتاسیم در بخش سیلت خاک‌ها به علت حضور کانی‌های رسی ورمی‌کولایت و بیوتیت آبدار صورت گرفته است. پهاش خاک بر تثبیت آمونیوم اثر منفی و غیرمعنی‌داری (-0/034) داشته و بر تثبیت پتاسیم اثر معنی‌داری نداشته است. سنال و همکاران (2006) در خاک‌های شرقی هند همبستگی مثبت و معنی‌داری (0/655 و 0/692) بین تثبیت پتاسیم و پهاش خاک یافتند. در حالی که بستانی و ثواقبی (1390) در بررسی خاک‌های تحت کشت استان خوزستان نشان دادند بین مقدار پتاسیم تثبیت شده و پهاش خاک همبستگی منفی و معنی‌داری وجود دارد. گیلدیال و سینگ (1961) با بررسی تثبیت آمونیوم خاک‌های زراعی و جنگلی هند نشان دادند که خاک جنگلی در مقایسه با خاک زراعی با واکنش قلیایی بیشتر، تمایل بیشتری برای تثبیت آمونیوم دارد. دورام و ایوانز (1983) ضمن بررسی تثبیت آمونیوم در خاک‌های اوتاریو کانادا نشان دادند که در خاک‌های هالیدمن (Halidmand) با پهاش کم در مقایسه با خاک‌های گلف (Guelph) آمونیوم کمتری تثبیت شد. پتاسیم محلول، تبادل و غیرتبادلی بر تثبیت پتاسیم و آمونیوم اثر معنی‌داری نداشته است. در حالی که نتایج بستانی و ثواقبی (1390) نشان داد همبستگی منفی و معنی‌داری بین تثبیت پتاسیم و پتاسیم قابل دسترس وجود دارد.

### فهرست منابع:

1. بستانی، ع. و غ.ر. ثواقبی فیروزآبادی. 1390. بررسی ظرفیت تثبیت پتاسیم در تعدادی از خاک‌های زیر کشت نیشکر خوزستان. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). 5: 982-993.
2. پیشگیر، م. و س. جعفری. 1393. مقایسه تثبیت پتاسیم و آمونیوم توسط رس‌های جداسازی شده از خاک با سیستم‌های مختلف کشاورزی. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. دانشگاه صنعتی اصفهان. 18 (69): 236-250.
3. پیشگیر، م. و س. جعفری. 1391. مطالعه تغییر کانی‌های رسی خاک‌های مناطق شمالی و جنوبی استان خوزستان. بیستمین همایش بلورشناسی و کانی‌شناسی ایران. دانشگاه شهید چمران اهواز. 988-992.
4. جعفری، س. 1384. مطالعه تحول مینرالوژیکی، ساختمانی، فیزیکوشیمیایی و تثبیت پتاسیم در خاک‌ها و کانی‌های رسی اراضی تحت کشت تناوبی، نیشکری و بایر خوزستان. رساله دکترا بخش خاکشناسی، دانشکده کشاورزی. دانشگاه شیراز. 125 ص.

5. جعفری، س. و م. باقرنژاد. 1386. بررسی 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. 11 (41): 75-90.
6. حسین‌پور، ع. و م. ر. پناهی. 1389. گنجایش تثبیت پتاسیم و ویژگی‌های بار در شماری از خاک‌های آهکی استان همدان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک. 14 (52): 65-73.
7. رفاهی، ح. 1359. مقایسه تثبیت پتاسیم در برخی از خاک‌های آهکی و اسیدی ایران. مجله علوم کشاورزی ایران. 11 (1 و 2 و 3): 62-74.
8. سرمد، ز. ع. بازرگان و ا. حجازی. 1378. روش‌های تحقیق در علوم رفتاری. انتشارات آگه، تهران. 410 ص.
9. گلستانی فرد، ع. و ح. توفیقی. 1378. بررسی تثبیت در خاک‌های شالیزاری شمال ایران. مجله علوم کشاورزی ایران. 39 (1): 173-185.
10. گلی کلانیا، ا. م. ح. روزی طلب، م. ح. ملکوتی و ع. صمدی. 1384. مطالعه ظرفیت خاک برای تثبیت پتاسیم و کانی شناسی جزء رس، سیلت و شن خاک‌های زیر کشت انگور منطقه ارومیه با پراش پرتو ایکس. نهمین کنگره علوم خاک ایران. تهران. 387-388.
11. Ahmad, N., E.D. Reid., M. Nkrumah., S.M. Griffith., and L. Gabriel. 1982. Crop utilization and fixation of added ammonium in soils of the west. *Journal Plant and Soil*. 67: 167-186.
12. 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 journal of soil science*. 64: 99-106.
13. Bajwa, M.I. 2008. Comparative ammonium and potassium fixation by some wetland rice soil clay as affected by mineralogical composition and treatment sequence. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 158(1):65-68.
14. Bouabid, R., M. Badraoui., and P.R. Bloom. 1991. Potassium fixation and charge characteristics of soil clays. *Soil Science Society of American Journal*. 55: 1493-1498.
15. 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.
16. 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.
17. 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. *Can. Journal Soil Science Society*. 63: 631-639.
18. Durak, A., K. Kilic., and H. Yildiz. 1996. The ammonium fixation in two great soil groups having different clay mineralogy during growth season. *European Society for New Methods in Agricultural Research*. 15-21.
19. Elmaci, O.L., M. Secer., O. Erdemir., and N. Iqbal. 2002. Ammonium fixation properties of some arable soils from the Aegean region of Turkey. *European Journal of Agronomy*. 17: 199-208.
20. Evangelou, V.P., A.D. Karathanasis., and R.L. Blevins. 1986. Effect of soil organic matter accumulation on potassium and ammonium quantity-intensity relationships. *Soil Science Society of America Journal*. 50: 378-382.
21. Gee, G.W., and J.W. Bauder. 1986. Particle-Size analysis. pp. 383-411. In: Klute, A. (eds.), *Methods of soil analysis. Part7*. Soil Science Society of American.

22. Glasscock, J., A. Shaviv., and J. Hagin. 1995. Nitrification inhibitors interaction with applied ammonium concentration. *Journals of Plant Nutrition*. 18(1): 105-116.
23. Ghildyal, B.P., and P.N. Singh. 1961. Ammonium fixation in cultivated and afforested alluvial soil. *Soil Science and plant nutrition Journal*. 6(4): 164-169.
24. 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. *Journal of Agriculture and Forestry*. 23: 673-678.
25. Kirkman, J.H., A. Basker., A. Surapaneni., and H. MacGregor. 1994. Potassium in the soils of New Zealand a review. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 37: 207-227.
26. Kowalenko, C.G., and S. Yu. 1996. Solution, exchangeable and clay-fixed ammonium in south coast British Columbia soils. *Agriculture and Agri-Food Canada*. 473-483.
27. Kowalenko, C.G., and D.R. Cameron. 1976. Nitrogen transformations in an incubated soil as affected by combination of moisture and temperature and adsorption fixation of ammonium. *Canadian Journal Soil Science*. 56: 63-70.
28. Liao, Y.L., S.X. Zheng., J. Nie., J. Xie., Y.H. Lu., and X.B. Qin. 2013. Long-term effect of fertilizer and rice straw on mineral composition and potassium adsorption in a reddish paddy soil. *Journal of Integrative Agriculture*. 12(4): 694-710.
29. Martin, W.H., and D.L. Sparks. 1985. On the behavior of non-exchangeable potassium in soils. In: Bartels, J.M. (eds.), *Methods of soil analysis*. Part 3. Madison, Wisconsin.
30. Mulvaney, R.L. 1996. *Methods of soil analysis*. Soil Science Society of America and American Society of Agronomy. 1121-1176.
31. Murashkina, M.A., R.J. Southard., and G.S. Petty-grove. 2007. Silt and fine sand fractions dominate K fixation in soils derived from granitic alluvium of the San Joaquin Valley, California. *Geoderma*. 141: 283-293.
32. 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.
33. Nieder, R., D.K. Benbi., and H.W. Scherer. 2011. *Fixation and de-fixation of ammonium in soils*. *Boil Fertile Soils*. 47: 1-14.
34. Porter, L.K., and B.A. Stewart. 1970. Organic interferences in the fixation of ammonium by soils and clay minerals. *Soil Science*. 100: 229-233.
35. Rechcigl, J.E., M.R. Teel., and D.L. Spark. 1988. Ammonium fixation from area as influenced by nitrapyrin. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 19(14): 1583-1591.
36. Scherer, H.W., E. Feils., and P. Beuters. 2014. Ammonium fixation and release by clay minerals as influenced by potassium. *Plant Soil Environ*. 60(7): 325-331.
37. Seal, A., R. Bera., K. Mukhopadhyay., and P. Bhattacharyya. 2006. Potassium fixation capability of some acid alfisols developed under tropical environment in eastern india. *International Journal of Soil Science*. 1(2): 128-133.
38. 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.
39. United State Salinity Laboratory Staff. 1954. *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. USDA Handbook. 60. Washington, DC.
40. 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 Science*. 63: 251-263.
41. Wen, Q.X., L.L. Cheng., and B.Y. Cheng. 2000. Fixed ammonium in soils of China. *Acta Pedologica Sinica*. Chine. 37: 145-155.

42. Yan, T., W. Xiao-zhi., Z. Hai-Tao., and F. Ke. 2008. Effect of potassium and C/N Ratios on conversion of NH<sub>4</sub> in soils. *Pedosphere*. 18(4): 539-544.
43. Zhang, Y.Z., J.E. Liao., Y.H. Sun., Y.H. Feng., and Y.X. Huang. 2003. Fixed ammonium in major paddy soils in Hunan province, china. *Pedosphere*. 13: 199-208.
44. Zhang, Y.Z., S.H. Huang., D.J. Wan., Y.X. Huang., W.J. Zhou., and Y.B. Zou. 2007. Fixed ammonium content and maximum capacity of ammonium fixation in major types of tillage soils in Hunan Province, China. *Agricultural Sciences in China*. 6(4): 466-474.

## Competition between Potassium and Ammonium Fixation by Soils with Different Cultivation Systems

**M. Pishgir<sup>1</sup>, S. Jafari, and M. Ghanian**

Former M.Sc. Student, Dept. of Soil Sciences, Ramin Khuzestan University of Agricultural Sciences and Natural Resources; E-mail: pishgir88@yahoo.com

Associate Professor, Dept. of Soil Sciences, Ramin Khuzestan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. Khuzestan; E-mail: siroosjafari@yahoo.com

Associate Professor, Dept. of Agricultural Extension and Education, Ramin Khuzestan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. Khuzestan;  
E-mail: m\_ghanian@yahoo.com

**Received: September, 2015 & Accepted: August, 2016**

### Abstract

Competition between potassium and ammonium fixation was studied in some soils of the northern and southern Khuzestan province. Samples were taken from 0-30 and 30-60 cm depths in cultivation systems such as sugarcane, rotational cropping, date palm, and uncultivated lands. Then, 0, 50, 100, 200, 400, 600, 800, 1000 mg kg<sup>-1</sup> concentrations of potassium and ammonium were added to these soil samples. The statistical analysis showed that with increasing concentrations from zero to 1000 mg kg<sup>-1</sup> potassium and ammonium for all treatments, potassium and ammonium fixation increased in all systems and depths. In cultivated system, ammonium was fixed from 2007.50 to 1952.08 mg kg<sup>-1</sup> in the surface and subsurface layers, respectively, while uncultivated land fixed 1880.62 to 1941.87 mg kg<sup>-1</sup> ammonium. In contrast to ammonium, the same trend was not observed for potassium. Ammonium has also more tendency to fixing than potassium due to the presence of smectites and depleted illite clay minerals in these regions. The correlation coefficients between physicochemical properties and fixation showed that organic matter and clay content had negative effect on these cation fixations, but these effects were not statistically significant. Also, soil pH, the amount of lime and sand had insignificant and negative effect on ammonium fixation -0.034, -0.029 and -0.021 and cation exchange capacity and silt percentage show negative effect that was insignificant at -0.068 and -0.017, respectively.

**Keywords:** Rotation, Khuzestan, Clay minerals, Organic matter

---

<sup>1</sup> Corresponding author: Soil Science Department, Ramin Khuzestan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.