



## اثر تراکم خاک و کود سولفات پتاسیم بر تغذیه پتاسیمی گیاه ذرت

عاطفه قاسمی<sup>1</sup>، غلامرضا ثواقبی فیروزآبادی<sup>2</sup>، مهدی شرفا<sup>3</sup>

1- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، مهندسی علوم خاک، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

2- دانشیار گروه مهندسی علوم خاک، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

3- استادیار گروه مهندسی علوم خاک، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

آدرس پست الکترونیکی مکاتبه کننده: [atefeghasemi1@gmail.com](mailto:atefeghasemi1@gmail.com)

### چکیده

تراکم خاک‌های کشاورزی در سال‌های اخیر، به دلیل مدیریت نادرست، یکی از مشکلات اصلی کشاورزان و یکی از عوامل مهم کاهش عملکرد محصول بوده است. در این پژوهش، به منظور بررسی اثر تراکم خاک بر جذب پتاسیم توسط گیاه، یک آزمایش گلخانه‌ای، به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل چهار سطح تراکم،  $C_0$ ،  $C_1$ ،  $C_2$  و  $C_3$  به ترتیب با جرم مخصوص ظاهری خاک 1/52، 1/67، 1/82 و 1/98 گرم بر سانتیمتر مکعب و سه سطح کود سولفات پتاسیم،  $K_1$ ،  $K_2$  و  $K_3$  به ترتیب 100، 200 و 300 میلی‌گرم سولفات پتاسیم در کیلوگرم خاک بودند. بافت خاک، لوم و گیاه مورد آزمایش، ذرت بود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد با افزایش درصد تراکم خاک، غلظت و جذب پتاسیم در اندام هوایی به طور معنی‌داری ( $P < 0/05$ ) کاهش یافت. این تأثیر منفی تا حدی با افزایش کود پتاسیم جبران گردید. میزان جذب پتاسیم در تیمار  $C_3K_1$ ، در اندام هوایی گیاه 174/3 میلی‌گرم در گلدان بود که نسبت به تیمار  $C_0K_1$  (418/7 میلی‌گرم در گلدان) 58/4 درصد کاهش داشت در حالی که مقدار پتاسیم جذب شده در تیمار  $C_3K_3$  نسبت به تیمار  $C_3K_1$ ، 66/9 درصد افزایش نشان داد. می‌توان نتیجه گرفت که با کاربرد کود سولفات پتاسیم تا سه برابر مقدار اولیه، اثر منفی تراکم در کاهش جذب پتاسیم تا 8/5 درصد تعدیل می‌یابد.

کلمات کلیدی: تراکم خاک، تغذیه پتاسیمی، جرم مخصوص ظاهری، ذرت، کود پتاسیم

### مقدمه

افزایش جمعیت جهان، گسترش سیستم‌های کشاورزی و کشت را جهت مقابله با نیازهای غذایی، ضروری می‌نماید. تولیدات کشاورزی وابسته به تردد ماشین‌های کشاورزی است به نحوی که در کشاورزی مدرن، کاشت و برداشت، بدون تراکتور و کمباین، غیرممکن می‌باشد. گرچه کشاورزان از گذشته، به علت استفاده از حیوانات و ادوات کشاورزی، کم‌وبیش با مسئله تراکم خاک روبه‌رو بوده‌اند ولی از اواسط قرن بیستم به دلیل بزرگی و سنگینی ماشین‌های کشاورزی این مسئله به صورت یک مشکل جدی بروز کرده است. تراکم خاک، پایداری آن را افزایش داده و باروری فیزیکی خاک را به دلیل کاهش ذخیره و تأمین آب و عناصر غذایی کاهش می‌دهد که منجر به نیاز به کود اضافی شده و هزینه تولید افزایش می‌یابد (همزا و اندرسون، 2005). تأثیر تراکم بر انتقال، جذب و تغییر شکل عناصر غذایی تا حدی تحت تأثیر تغییر وضعیت تهویه خاک، ویژگی‌های هیدرولیکی و انتقال عناصر به شکل انتشار از خاک به ریشه گیاه قرار دارد (ولکوزکی، 1990). تراکم به وسیله فشردگی بیشتر ذرات خاک به طور غیرمستقیم و از طریق تغییرات حاصل در وضعیت قرارگیری ریشه و تماس ریشه- خاک، بر جذب عناصر غذایی در گیاه و عملکرد آن تأثیر می‌گذارد (وین و همکاران، 1992). ایشاک و همکاران (2001) اثرات تراکم خاک زیرسطحی را بر جذب عناصر و مواد غذایی گندم و سورگوم مورد مطالعه قرار دادند، کاهش جذب عناصر توسط گندم در نتیجه تراکم خاک به صورت: 12 تا 35 درصد کاهش جذب نیتروژن، 17 تا 27 درصد کاهش جذب فسفر و 24 درصد کاهش جذب پتاسیم بود. کاهش جذب عناصر توسط سورگوم هم به صورت 23 درصد نیتروژن، 16 درصد فسفر و 12 درصد پتاسیم گزارش گردید. تاکنون تحقیقاتی



روی اثرات تراکم خاک بر تغذیه گیاهان انجام شده که در اکثر این تحقیقات، به این مسئله که با کاربرد کود تا چه حد می‌توان بر کمبودهای ناشی از تراکم خاک غلبه نمود پرداخته نشده است. تحقیق حاضر با هدف بررسی اثرات تراکم خاک بر جذب پتاسیم توسط گیاه و امکان کاربرد کودهای پتاسیمی در تعدیل اثرات منفی تراکم خاک، انجام گرفت.

### مواد و روشها

به منظور بررسی اثر تراکم خاک بر تغذیه پتاسیمی گیاه ذرت، خاکی با بافت لوم و مقدار کم پتاسیم از مزرعه تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران انتخاب شد. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، قبل از اجرای آزمایش در جدول 1 نشان داده شده‌است. بافت خاک به روش هیدرومتری، جرم مخصوص ظاهری به روش سیلندر و رطوبت حد ظرفیت مزرعه و نقطه پژمردگی دائم با استفاده از صفحات فشاری و غشای تحت فشار اندازه‌گیری گردید. آزمون خاک مطابق با روش‌های استاندارد برای تأمین نیازهای غذایی گیاه انجام شد. آزمون کشت گلخانه‌ای در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار به صورت آزمایش فاکتوریل انجام شد. فاکتورها شامل تراکم خاک در چهار سطح  $C_0$ ، سطح طبیعی تراکم یا تراکم خاک در مزرعه بود که جرم مخصوص ظاهری خاک در این حالت  $1/52$  گرم بر سانتیمترمکعب به‌دست آمد.  $C_1$ ،  $C_2$  و  $C_3$  که تراکم خاک به ترتیب 10، 20 و 30 درصد بیش از تراکم طبیعی خاک مزرعه و جرم مخصوص ظاهری آن‌ها به ترتیب  $1/67$ ،  $1/82$  و  $1/98$  گرم بر سانتیمترمکعب بود. کود سولفات پتاسیم در سه سطح  $K_1$ ،  $K_2$  و  $K_3$  به ترتیب 100، 200 و 300 میلی‌گرم سولفات پتاسیم در کیلوگرم خاک به آن اضافه گردید. به‌منظور آماده‌سازی گلدان‌ها، ستون‌های استوانه‌ای شکل پلاستیکی به ارتفاع و قطر تقریبی 19 سانتیمتر، انتخاب و انتهای آن‌ها با تور سیمی بسته شد. تست پروکتور برای تعیین درصد وزنی رطوبت بهینه حداکثر تراکم خاک، انجام شد و مقدار این رطوبت  $22/26$  درصد وزنی به‌دست آمد. برای ایجاد سطوح تراکم با توجه به حجم استوانه و جرم مخصوص ظاهری مورد نظر، وزن خاک هر گلدان مشخص شد. درصد رطوبت بهینه حداکثر تراکم به خاک هر گلدان اضافه گردید، قبل از شروع عمل تراکم تیمار کودی سولفات پتاسیم به خاک هر گلدان اضافه شد. نیاز خاک به سایر عناصر غذایی از طریق آزمون خاک تعیین و عناصر مورد نظر به خاک هر گلدان اضافه گردید. پس از یکنواخت‌سازی کود و رطوبت در خاک هر گلدان، نمونه آماده شده به سه قسمت وزنی مساوی تقسیم شد. یک‌سوم نمونه در گلدان قرار داده شد و با رها کردن وزنه پروکتور با وزن معین و از ارتفاع استاندارد در مرکز نمونه، یک‌سوم حجم سیلندر تا ارتفاع 5 سانتیمتری پر شد. پر کردن دوسوم بعدی سیلندر هم به همین روش انجام شد. سپس در هر گلدان تعداد 6 بذر جوانه‌دار شده ذرت رقم سینگل کراس 704 کاشته شد. آبیاری گلدان‌ها با آب مقطر برای رساندن رطوبت آن‌ها به حد ظرفیت مزرعه انجام گرفت. پس از گذشت حدود سه هفته از آغاز کشت، تعداد گیاه در هر گلدان به سه بوته کاهش یافت و پس از گذشت دو ماه، برداشت گیاه انجام شد. عصاره اندام هوایی گیاه به روش سوزاندن خشک، تهیه گردید (کاتینی، 1980). غلظت پتاسیم گیاه توسط دستگاه فلیم‌فتومتر در عصاره گیاه تعیین شد. میزان جذب پتاسیم با توجه به غلظت اندازه‌گیری شده و مقدار ماده خشک گیاهی محاسبه شد. نتایج به‌دست آمده با نرم‌افزار آماری SAS تجزیه و تحلیل شده و مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن در سطح 5% انجام گرفت. نمودارهای موردنیاز با استفاده از نرم‌افزار EXCEL رسم گردید.

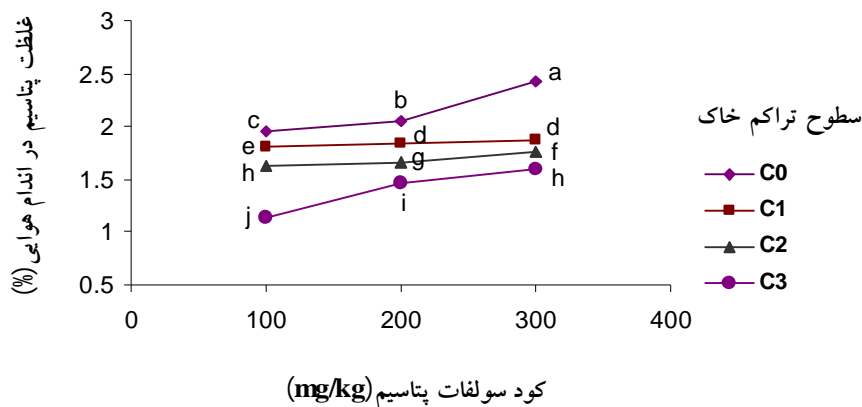
جدول 1- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

مقدار	خصوصیت خاک	مقدار	خصوصیت خاک
22/48	درصد رطوبت وزنی در حد ظرفیت مزرعه	43/28	درصد شن
0/01	درصد نیتروژن کل خاک	31/72	درصد سیلت
145/00	پتاسیم قابل جذب ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	25/00	درصد رس
15/40	فسفر قابل جذب ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	1/52	جرم مخصوص ظاهری ( $\text{g cm}^{-3}$ )

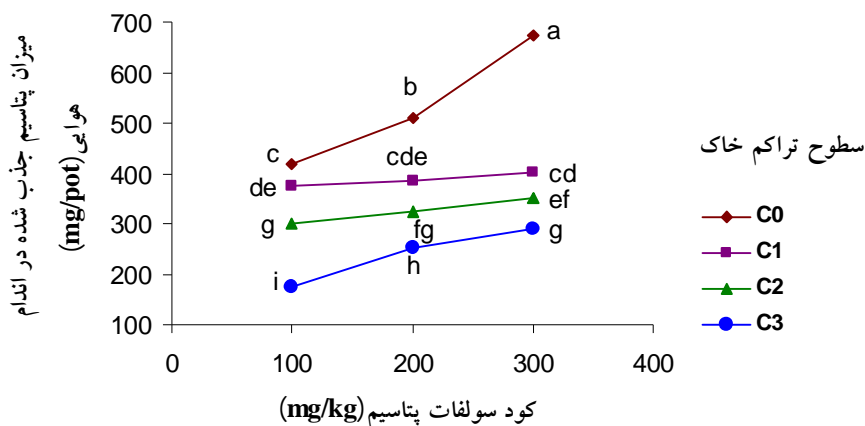


## نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد، میزان غلظت و جذب پتاسیم در اندام هوایی به شدت تحت تأثیر تراکم خاک قرار گرفت. همچنین اثر کود سولفات پتاسیم بر غلظت پتاسیم و میزان پتاسیم جذب شده معنی دار بوده و با افزایش سطح کودی، مقدار این دو فاکتور در گیاه افزایش یافت. به عبارت دیگر کاربرد کود سولفات پتاسیم اثرات منفی تراکم خاک را در جذب پتاسیم تا حد زیادی بهبود بخشید. میزان جذب پتاسیم در تیمار  $C_3K_1$ ، در اندام هوایی گیاه  $174/3$  میلی گرم در گلدان بود که نسبت به تیمار  $C_0K_1$  ( $418/7$  میلی گرم در گلدان)  $58/4$  درصد کاهش داشت در حالی که مقدار پتاسیم جذب شده در تیمار  $C_3K_3$  نسبت به تیمار  $C_3K_1$ ،  $66/9$  درصد افزایش نشان داد که می توان نتیجه گرفت با کاربرد کود سولفات پتاسیم تا سه برابر مقدار اولیه، می توان اثر منفی تراکم خاک در کاهش جذب پتاسیم را تا  $8/5$  درصد تعدیل نمود. شکل 1 اثر تراکم خاک و کود سولفات پتاسیم را بر غلظت پتاسیم در اندام هوایی و شکل 2 این اثرات را بر جذب پتاسیم نشان می دهد. با افزایش تراکم و در نتیجه کاهش چشمگیر تهویه خاک، به علت کاهش تنفس ریشه، جذب پتاسیم نیز کم می شود. همچنین با افزایش تراکم خاک ضریب اعوجاج یا به عبارت دیگر پیچ و خم مسیر انتشار پتاسیم در خاک افزایش یافته در نتیجه ضریب انتشار آن کاهش می یابد و جذب آن توسط ریشه گیاه کم می شود. علاوه بر آن افزایش ضریب اعوجاج نفوذ ریشه در خاک را محدود نموده که کاهش جذب پتاسیم توسط ریشه گیاه را تشدید می کند. دجانگ- هیوز و همکاران (2001) بیان کردند در صورتی که گیاهان در خاک های متراکمی که مشکل تهویه دارند رشد کنند به علت شرایط نامناسب برای رشد، ریشه این گیاهان گسترش مطلوبی نخواهد داشت و جذب عناصر غذایی به ویژه پتاسیم محدود می شود. متولی و همکاران (2003)، بیان نمودند از عوامل مؤثر بر کاهش جذب عناصر معدنی از جمله پتاسیم در خاک های متراکم می توان به کاهش آب قابل استفاده در خاک به علت کاهش نفوذپذیری آب، کاهش رشد ریشه و کاهش خلل و فرج درشت اشاره نمود. با افزایش تراکم خاک، هدایت هیدرولیکی آن و در نتیجه آبشویی پتاسیم کاهش می یابد، کود پتاسیمی داده شده در خاک تجمع یافته و مقدار پتاسیم قابل استفاده خاک افزایش می یابد. پس می توان با کاربرد کودهای پتاسیمی بر محدودیت جذب پتاسیم در خاک متراکم غلبه نمود. اگرچه اثرات منفی تراکم خاک بر رشد گیاه با کاربرد مقادیر بیشتر کود می تواند تعدیل شود اما پیامدهای محیطی افزایش استفاده از کود در خاک های متراکم به بررسی های بیشتری نیاز دارد.



شکل 1- اثر تراکم خاک و کود سولفات پتاسیم بر غلظت پتاسیم در اندام هوایی



شکل 2- اثر تراکم خاک و کود سولفات پتاسیم بر جذب پتاسیم در اندام هوایی

## منابع

- Carter MR, 1993. Soil sampling and methods of analysis. Lewis publishers. 823pp.
- Cottenie A, 1980. Soil and plant testing as a basis of fertilizer recommendation. FAO Soils Bulletin: 38/2.
- Dejong-Hughes J, Moncrief JF, Vorhees WB, Swan JB, 2001. Soil compaction: Causes, effects and control. Communication and Educational Technology Services, University of Minnesota Extension Service.
- Hamza MA, Anderson WK, 2005. Soil compaction in cropping systems: A review of nature, causes and possible solutions. Soil & Tillage Res 82: 121-145.
- Ishaq M, Ibrahim M, Hassan A, Saeed M, Lal R, 2001. Subsoil compaction effects on crops in Punjab, Pakistan II; Root growth and nutrient uptake of wheat and sorghum. Soil & Tillage Res 60: 153-161.
- Motavalli PP, Anderson SH, Pengthamkeerati P, 2003. Surface compaction and poultry litter effects on corn growth, nitrogen availability, and physical properties of a claypan soil. Field Crops Res 84: 303-318.
- Veen BW, van Noordwijk M., de Willigen P, Boon FR, Kooistra M.J, 1992. Root-soil contact of maize, as measured by a thin-section technique. III: Effects on shoot growth, nitrate and water uptake efficiency. Plant Soil 139: 131-138.
- Welkowsky RP, 1990. Relationship between wheel-traffic-induced soil compaction, nutrient availability, and crop growth: A review. Prod Agric 3: 460-469.