تأثیر مقادیر و منابع پتاسیم بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی آفتابگردان روغنی در خاک‌های آهکی

عزیز مجیدی[1] و غلامرضا خلیل زاده

استادیار پژوهش، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران؛
Az.majidi89@gmail.com
استادیار پژوهش، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران؛
Gkhalilzade@yahoo.com

دریافت: **99/4/17** و پذیرش: **99/7/15**

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی تأثیر مقادیر و منابع پتاسیم بر عملکرد دانه، روغن و جذب پتاسیم در آفتابگردان (*Helianthus annus* L.) رقم آذر گل، به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و در دو منطقه از استان آذربایجان غربی به مدت دو سال (98 و1397) اجرا شد. منابع سولفات و کلرید پتاسیم به‌عنوان عامل اصلی و مقادیر صفر، ۱۰۰،۲۰۰،۳۰۰ و 400 کیلوگرم پتاسیم خالص در هکتار، عامل فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که تیمار 100 کیلوگرم پتاسیم در هکتار از منبع سولفات پتاسیم موجب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه و روغن به ترتیب به میزان 44/8 و 38/6 درصد شد که با همان تیمار از منبع کلرید پتاسیم تفاوت معنی-داری نداشت. بیش‌ترین وزن کلش و عملکرد زیستی در تیمار 300 کیلوگرم پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم بدست آمد که به ترتیب 58/9 و 51/8 درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش نشان دادند. جذب پتاسیم دردانه به‌طور متوسط 141/2 کیلوگرم در هکتار بود که با افزایش سطوح پتاسیم افزایش یافت. مقدار جذب پتاسیم در کلش به طور متوسط 2/93 برابر دانه بود. آفتابگردان پتاسیم بومی قابل‌جذب خاک را در تیمار شاهد معادل 32 میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک کاهش داد. پتاسیم قابل‌جذب خاک متناسب با سطوح پتاسیم افزایش یافت. بیش‌ترین پتاسیم قابل‌جذب خاک، با مصرف 400 کیلوگرم پتاسیم خالص در هکتار معادل 410 میلی‌گرم بر کیلوگرم بدست آمد. دراین‌ارتباط، منابع پتاسیم تأثیر یکسانی داشتند. یافته‌های این پژوهش نشان داد که با کاربرد 100 کیلوگرم پتاسیم خالص از منابع سولفات پتاسیم و یا کلرید پتاسیم در زراعت آفتابگردان، ضمن افزایش عملکرد دانه و درصد روغن، می‌توان مقدار پتاسیم قابل‌جذب خاک را برای تولید پایدار محصول در مقادیر بهینه‌ای حفظ نمود.

واژه‌های کلیدی: جذب پتاسیم، عملکرد روغن، سولفات پتاسیم، شاخص برداشت، عملکرد دانه

---

[1]. نویسنده مسئول، آدرس: ارومیه، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، بخش تحقیقات خاک و آب

مقدمه

آفتابگردان(*Helianthus annus* L.) به دلیل عملکرد بالای روغن و ارزش غذائی آن، یکی از محصولات مهم دانه‌های روغنی در ایران محسوب می‌گردد. این محصول معادل 11/5 هزار هکتار از اراضی کشور را به خود اختصاص داده است. سطح زیر کشت آفتابگردان روغنی در استان آذربایجان غربی بالغ بر 1600 هکتار است که در بین استانهای کشور رتبه سوم را دارد (احمدی و همکاران، 1397). مصرف سرانه روغن گیاهی در ایران در حدود 46 گرم در روز معادل 16/8 کیلوگرم در سال بوده و سهم روغن آفتابگردان حدود شش درصد است (عبدی، 1394).

در مدیریت تغذیه آفتابگردان، عنصر پتاسیم (K) از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این عنصر یکی از سه عنصر غذایی اولیه است که به مقدار قابل‌توجهی جذب گیاهان می‌شود (کروگر وهمکاران، 2013). نیاز زیاد گیاهان به پتاسیم ممکن است به این دلیل باشد که پتاسیم میل ترکیبی کمی با پروتئین‌ها دارد و لذا غلظت بالایی از آن لازم است تا کمپلکس پروتئین- پتاسیم پایدار بماند و فعالیت آنزیمی در شرایط طبیعی ادامه یابد (وانگ و همکاران، 2013). پتاسیم در فرآیندهای فیزیولوژیکی متعددی مانند فعال کردن سیستم‌های آنزیمی، پایداری pH سلول‌ها، تعادل آنیون‌ها و کاتیون‌ها، فرآیند انتقال الکترون در غشای سیتوپلاسمی سلول، سوخت‌وساز کربوهیدرات-ها، تنظیم اسمزی سلول و کنترل باز و بسته شدن روزنه‌ها شرکت می‌کند (سیامپیتتی و همکاران، 2013؛ مارسچنر، 2012). همچنین این عنصر در افزایش کارایی نیتروژن نیز مهم بوده و بر کاهش غلظت کلسیم و منیزیم در بافت گیاهی تأثیر مستقیمی دارد (پتتیگرو، 2008).

آفتابگردان گیاهی پرمصرف نسبت به پتاسیم بوده و مقدار قابل‌توجهی را طول مدت رشد به‌ویژه در مرحله رشد زایشی از خاک جذب می‌کند (فریتاس فورتادو و همکاران، 2016). شینده و همکاران (1993) دریافتند که پتاسیم عملکرد دانه آفتابگردان را به‌طور معنی‌داری افزایش داده و درصد روغن دانه با مصرف تقسیطی پتاسیم، افزایش بیشتری نسب به مصرف یک‌باره آن در قبل از کشت داشت. بلیاو و همکاران (1993) با بررسی اثرات پتاسیم بر تولید آفتابگردان در روسیه ثابت کردند که در اثر مصرف پتاسیم، عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت.

جذب پتاسیم در آفتابگردان از جذب سایر عناصر به‌جز نیتروژن بیشتر است. به‌طور متوسط دانه و سایر اندام‌های هوائی آفتابگردان به ترتیب دارای شش و سه درصد پتاسیم هستند. با مصرف پتاسیم، غلظت آن در دانه و شاخ و برگ آفتابگردان افزایش‌یافته، ولی حدود 80 تا 90 درصد آن در کلش تجمع می‌یابد (پتتیگرو، 2008). نتایج بررسی‌ها نشان داده است که با مصرف پتاسیم، عملکرد زیستی و دانه آفتابگردان افزایش‌یافته و به ازای تولید یک‌تن دانه آفتابگردان بطور متوسط حدود 166 کیلوگرم اکسید پتاسیم از خاک برداشت می‌شود (چاجرو و همکاران،، 2013). هم‌چنین افزایش همزمان عملکرد کمی و کیفیت محصول آفتابگردان درنتیجه مصرف پتاسیم توسط محققین متعددی گزارش‌شده است (گوکسوی و همکاران، 2004؛ باجه باج و همکاران، 2009؛ امان‌الله و خان، 2011؛ زائدی و همکاران، 2004).

تعدادی از محققین بر این باورند که کارآئی مصرف کودهای پتاسیمی در افزایش کمی و کیفی محصول، علاوه بر مقدار مصرف به ترکیب شیمیائی منبع کودی پتاسیم نیز بستگی دارد. هرچند دراین‌ارتباط پژوهشی بر روی محصول آفتابگردان روغنی صورت نگرفته ولی، مطالعات بر روی محصولات پرتوقعی مانند سیب‌زمینی (سیلوا و همکاران، 2018)، نیشکر (واتانابه و همکاران، 2016) و گوجه‌فرنگی (سانتوس، 2013) تداوم‌یافته است.

نتایج بررسی‌ها نشان داده است که عکس‌العمل هیبریدهای آفتابگردان ازنظر پاسخ به عنصر پتاسیم رفتارهای گوناگونی را به نمایش می‌گذارند. این هیبریدها به علت تفاوت سیستم ریشه‌ای و گسترش آن در خاک، عملکردهای متفاوتی دارند (ریچاردس، 2006). رقم آذر گل یکی از هیبریدهای مناسب آفتابگردان برای کشت در مناطق معتدل سرد کشور همچون آذربایجان غربی و شرقی ارزیابی‌شده است (فرخی و همکاران، 1386). بنابراین، هدف تحقیق حاضر بررسی عکس‌العمل آفتابگردان روغنی رقم آذر گل نسبت به سطوح و منابع مختلف پتاسیم در خاک-های آهکی استان آذربایجان غربی بود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثرات مقادیر و منابع پتاسیم بر عملکرد و برخی ویژگی‌های کیفی محصول آفتابگردان رقم آذر گل، این طرح تحقیقاتی به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در دو ایستگاه تحقیقات کشاورزی خوی و میاندوآب در استان آذربایجان غربی طی سال‌های 98 و 1397 به مدت دو سال اجرا گردید. عوامل اصلی آزمایشی شامل منابع کودی پتاسیم (سولفات پتاسیم و کلرید پتاسیم) و عوامل

فرعی شامل مقادیر مصرف پتاسیم (صفر، 100، 200، 300 و 400 کیلوگرم پتاسیم خالص در هکتار) بودند.

شهرستان‌های میاندوآب و خوی در جنوب و شمال استان، جزو مناطق کشت عمده محصول آفتابگردان بوده و از این‌رو آزمایش در دو نقطه اجرا شد. ایستگاه تحقیقات کشاورزی میاندوآب با ارتفاع 1314 متر از سطح دریا در ´58 °36 عرض شمالی و ´6 °46 طول شرقی و ایستگاه تحقیقات کشاورزی خوی با ارتفاع 1142 متر از سطح دریا در ´44 °58 عرض شمالی و ´48 °33 طول شرقی در محدوده اراضی زراعی شهرستان‌های مذکور واقع شده‌اند. محل‌های اجرای آزمایش در ایستگاه‌های میاندوآب و خوی به‌ترتیب جزو خاک‌های fine mixed mesic typic Calcixerepts و fine mixed mesic typic Haploxerepts بودند (سویل سروی ستف، 2014).

قبل از کشت، نمونه‌های مرکب خاک از عمق 30-0 سانتیمتری هر تکرار تهیه و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیائی آن بر طبق استانداردهای موسسه تحقیقات خاک و آب اندازه‌گیری شدند (علی احیایی، 1376). بافت خاک به روش هیدرومتر، pH به‌وسیله الکترود شیشه‌ای در گل اشباع، هدایت الکتریکی با دستگاه الکتروکانداکتومتر در عصاره‌ی گل اشباع، کربن آلی به روش دی کرومات پتاسیم، نیتروژن به روش کجلدال، فسفر قابل‌جذب به روش اولسن و پتاسیم قابل‌جذب با روش استات آمونیوم یک نرمال اندازه‌گیری شدند. میانگین نتایج ویژگی‌های فیزیکی و شیمیائی خاک محل‌های اجرای آزمایش در جدول 1 آورده شده است. خاک‌های مذکور غیر شور با pH قلیائی، آهک متوسط، مقدار مواد آلی کم و بافت متوسط تا نسبتاً سنگین بوده و ازنظر فسفر قابل‌جذب در حد کم و ازنظر پتاسیم در شرایط متوسطی قرار داشتند (نورقلی‌پور و میرزاپور، 1395).

جدول 1- میانگین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیائی خاک محل‌های اجرای آزمایش (98-1397)

مکان	عمق	هدایت الکتریکی	pH	مواد خنثی شونده	کربن آلی	رس	سیلت	شن	بافت	فسفر قابل‌جذب	روی قابل‌جذب	پتاسیم قابل‌جذب
	(cm)	(dS/m)		———		(%)	———			———	(mg/kg)	———
میاندوآب	0-30	1/27†	8/2	13/20	0/75	16/8	55/6	27/6	لومی سیلتی	10/3	1/02	240
خوی	0-30	0/78	8/1	9/96	0/78	26/4	44	29/6	لومی رسی	5/1	0/75	213

†هر عدد میانگین شش تکرار (سه تکرار در دو سال) است.

نیتروژن از منبع اوره به میزان 300 کیلوگرم، فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل در سال اول 75 و در سال دوم 150 کیلوگرم و روی از منابع سولفات روی به میزان 20 کیلوگرم در هکتار بر اساس نتایج آزمون خاک برآوردشدند. نیتروژن در سه نوبت مساوی، قسط اول قبل از کشت به‌صورت اختلاط با خاک همراه با سایر کودهای پایه، وقسط‌های دوم و سوم به ترتیب پس از اولین وجین (در مرحله 4 تا 5 برگی) و قبل از گل‌دهی به‌صورت سرک همراه با آب آبیاری مصرف شدند. منابع و مقادیر پتاسیم بر اساس تیمارهای کودی در کرت‌های مربوطه قبل از کشت به‌طور یکنواخت پخش و با خاک سطحی مخلوط شدند. هر کرت آزمایشی شامل شش ردیف کاشت بود که بین دو کرت 1/2 متر فاصله در نظر گرفته شد. طول هر ردیف کاشت هشت متر، فاصله بین ردیف‌های کشت 60 سانتی‌متر، فاصله بذر روی ردیف 20 سانتی‌متر و عمق کاشت پنج سانتی‌متر بود. عملیات کاشت با استفاده از دستگاه بذرکار سه‌ردیفه انجام شد. بذر مورد کاشت در این آزمایش، رقم آذر گل بود.

مبارزه با علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها و آبیاری به‌صورت یکسان در تمامی کرت‌ها به انجام رسید. روش آبیاری در این آزمایش به‌صورت نشتی بوده که به‌طور یکسان توسط پارشال فلوم در تمامی کرت‌ها به‌طور یکنواخت مصرف شد. نیاز خالص آب آبیاری در شهرستان میاندوآب 7710 و در شهرستان خوی 5980 مترمکعب در هکتار برآورد گردید. تعداد نوبت آبیاری در شهرستان‌های میاندوآب و خوی به ترتیب 6 و 8 نوبت در مراحل رشد فنولوژیک بعد از کاشت، 4 تا 5 برگی، سبز شدن، ستاره‌ای شدن، روئیت طبق، ظهور غنچه، بعد از گلدهی و پر کردن دانه‌ها به انجام رسید (رضوی، 1396).

پس از انجام عملیات داشت و مراقبت‌های لازم نسبت به برداشت محصول از چهار ردیف وسط هر کرت به‌صورت کف بر اقدام و عملکرد زیستی (وزن کل اندام هوائی)، عملکرد دانه، تعداد دانه در طبق و شاخص برداشت (نسبت وزن دانه به عملکرد زیستی) اندازه‌گیری شدند. بعد از برداشت محصول نمونه‌های دانه و کلش از تیمارهای کودی تهیه و جهت اندازه‌گیری غلظت پتاسیم در آن‌ها و درصد روغن دردانه به آزمایشگاه ارسال شدند. غلظت پتاسیم دردانه و کلش بر اساس استانداردهای موسسه تحقیقات خاک و آب اندازه‌گیری شدند. برای هضم نمونه‌های گیاه از روش اکسیداسیون خشک استفاده شد (امامی ، 1375). هم‌چنین برای اندازه‌گیری درصد روغن دانه از روش خشک استفاده شد(AOCS, 1993). مقادیر جذب پتاسیم دردانه و کلش گیاه از حاصل‌ضرب غلظت پتاسیم دانه و کلش به ترتیب در عملکرد دانه و وزن کلش محاسبه شدند. عملکرد روغن دانه نیز با ضرب درصد روغن در عملکرد دانه محاسبه شد. عملکرد زیستی از حاصل جمع عملکرد دانه و وزن کلش بدست می‌آید. برای محاسبه شاخص برداشت عملکرد دانه بر عملکرد زیستی تقسیم شد. بعد از برداشت محصول، نمونه‌های مرکب خاک از هر کرت تهیه و میزان پتاسیم قابل‌جذب خاک در آن‌ها به روش استات آمونیوم اندازه‌گیری شدند (علی احیایی، 1376).

قبل از انجام تجزیهٔ واریانس، آزمون نرمال بودن داده‌های آزمایشی برای دو مکان انجام شد. تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها برای صفات مختلف به‌صورت مرکب برای دو سال و دو مکان با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS نسخه 9/1 انجام گرفت. مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از روش چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

ارزیابی نتایج تجزیه واریانس مرکب برای دو سال، بیانگر وجود تفاوت آماری معنی‌دار برای صفات عملکرد دانه، وزن هزار دانه، وزن کلش، عملکرد زیستی، شاخص برداشت، درصد و عملکرد روغن، غلظت و جذب پتاسیم دردانه و کلش و مقادیر پتاسیم قابل‌جذب خاک بود. این امر می‌تواند ناشی از عوامل غیرقابل‌کنترل مؤثر در رشد گیاه همانند شرایط اقلیمی طی دو سال اجرای آزمایش باشد. همچنین اختلاف آماری معنی‌داری بین دو مکان ازنظر عملکرد دانه، وزن هزار دانه، تعداد دانه در طبق، عملکرد زیستی، شاخص برداشت، درصد و عملکرد روغن ، غلظت و جذب پتاسیم دردانه و کلش و پتاسیم قابل‌جذب خاک داشت. متفاوت بودن ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و حاصلخیزی خاک در دو مکان (جدول 1) می‌تواند از مهم‌ترین دلایل متفاوت بودن صفات مذکور در دو منطقه باشد (جدول 2).

نتایج تجزیه واریانس مرکب برای مقادیر کودی نشانگر وجود اختلاف آماری بسیار معنی‌دار (سطح احتمال 1%) برای عملکرد دانه، وزن هزار دانه، وزن کلش، عملکرد زیستی، شاخص برداشت، عملکرد روغن، غلظت پتاسیم کلش، جذب پتاسیم دردانه و کلش و پتاسیم قابل‌جذب خاک بود، ولی برای صفات غلظت پتاسیم دانه و نیز تعداد دانه در طبق تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. ازنظر منابع کودی، صفت غلظت پتاسیم در کلش، اختلاف آماری معنی‌داری (سطح احتمال 5%) داشت ولی، در سایر صفات اختلاف آماری معنی‌داری وجود نداشت. ارزیابی اثرات برهمکنش منابع کودی×سطوح کودی نشانگر وجود اختلاف آماری معنی‌دار (سطح احتمال 1%) در تمامی صفات به‌استثنای صفات تعداد دانه در طبق و غلظت پتاسیم دردانه بود (جدول 2).

عملکرد و اجزای آن

با توجه به معنی‌دار بودن اثر متقابل منابع×مقادیر پتاسیم بر عملکرد دانه، بیش‌ترین عملکرد دانه معادل 4107 کیلوگرم بر هکتار با مصرف 300 کیلوگرم پتاسیم خالص در یک کلاس آماری با تیمار 100 کیلوگرم پتاسیم خالص با عملکرد دانه 3754 کیلوگرم در هکتار از منبع سولفات پتاسیم حاصل شد که نسبت به تیمار شاهد 1518 کیلوگرم در هکتار افزایش نشان داد (جدول 3). هرچند تیمار مذکور عملکرد دانه را به میزان 322/3 کیلوگرم بیشتر نسبت به تیمار 100 کیلوگرم پتاسیم خالص در هکتار از همان منبع افزایش داد ولی، این افزایش نسبت به تیمار مذکور ازنظر آماری معنی‌دار نبود. نتایج مشابهی در رابطه با تأثیر مثبت و معنی‌دار پتاسیم بر عملکرد دانه آفتابگردان، توسط سایر محققین گزارش‌شده است (سعیدی، 2007؛ مارتر و همکاران، 2009؛ زایدی و همکاران، 2012؛ چاجرو و همکاران، 2013). میزان افزایش عملکرد ناشی از مصرف پتاسیم بسته به نوع هیبریدهای موردمطالعه و مقدار کمبود پتاسیم در خاک در محدوده 22 تا 67 درصد گزارش‌شده است (چاجرو و همکاران، 2013). بیشترین مقدار وزن هزار دانه کیلوگرم پتاسیم خالص در هکتار تولید نمودند (زایدی و همکاران، 2012).

جدول 2- تجزیه واریانس مرکب صفات مورد ارزیابی، طی دو سال در دو مکان (1397-98)

منابع تغییرات†	درجه آزادی	عملکرد دانه	وزن هزار دانه	تعداد دانه در طبق	وزن کلش	عملکرد زیستی
		میانگین مربعات				
سال	1	141754436**	3186**	10586	2079276628**	3219586554**
مکان	1	1339042232**	14209**	1280420**	9255939^{ns}	59816141**
سال×مکان	1	178869^{ns}	5877**	10586^{ns}	174043195**	190905843**
منبع کودی	1	1967832^{ns}	163^{ns}	52510^{ns}	1534080^{ns}	3268533^{ns}
سال×منبع	1	364104^{ns}	63^{ns}	236^{ns}	274009887*	25265570^{ns}
مکان×منبع	1	101352^{ns}	229^{ns}	126^{ns}	369107^{ns}	1557^{ns}
سال ×مکان×منبع	1	256891^{ns}	160^{ns}	236^{ns}	3826890^{ns}	4233432^{ns}
خطا	40	1187147	63	72715	5703092	6952274
سطوح پتاسیم	4	13985607**	891**	95398^{ns}	80296176**	134933911**
سال×سطوح	4	453383^{ns}	127^{ns}	30570^{ns}	2275930**	20925754**
مکان×سطوح	4	657269^{ns}	106^{ns}	36116^{ns}	14049326**	6209547^{ns}
منبع×سطوح	4	397531^{ns}	15^{ns}	121343^{ns}	15041417**	19136078**
خطا	160	374036	129	45248	2002847	3915529
ضریب تغییرات (%)	-	17/35	10/25	18/59	13/46	14/12

جدول 2. ادامه ...

منابع تغییرات	شاخص برداشت	درصد روغن	عملکرد روغن	غلظت پتاسیم دردانه	غلظت پتاسیم در کلش	جذب پتاسیم دردانه	جذب پتاسیم در کلش	پتاسیم قابل‌جذب خاک
			میانگین مربعات					
سال	0/022*	102/86**	30416134/59**	0/183*	1/87**	254839**	3578096**	1074400**
مکان	0/378**	874/62**	36086814/78**	0/267*	20/85**	368362**	103170**	200618**
سال×مکان	0/011	110/86**	723291/06 ^{ns}	0/690**	1/87**	159^{ns}	28159**	200618**
منبع	0/009	3/31 ^{ns}	288616/02 ^{ns}	0/060^{ns}	0/92**	9711*	3915^{ns}	535^{ns}
سال×منبع	0/002	6/78 ^{ns}	22310/24 ^{ns}	0/072^{ns}	0/18^{ns}	0/452^{ns}	21016^{ns}	671^{ns}
مکان×منبع	0/001	5/36 ^{ns}	52145/67 ^{ns}	0/002^{ns}	1/94**	0/1838^{ns}	8794^{ns}	2446^{ns}
سال ×مکان×منبع	0/004	4/91 ^{ns}	20825/15 ^{ns}	0/0001^{ns}	0/18^{ns}	776/6^{ns}	11103^{ns}	2446^{ns}
خطا	0/005**	3/98	222016/71	0/043	2/07	2269	8856	5485
سطوح پتاسیم	0/004*	9/13*	2716156/51**	0/002^{ns}	0/52**	26915**	157557**	361455**
سال×سطوح	0/005*	3/25	115554/81	0/001^{ns}	0/22^{ns}	475/8^{ns}	29997**	43745**
مکان×سطوح	0/002	20/11**	188649/10*	0/014**	0/32*	1409/5^{ns}	28345**	3506^{ns}
منبع×سطوح	0/0001	10/06*	60212/90	0/023**	0/68**	524/8^{ns}	17019**	8285*
خطا	15/13	3/02	71166/91	0/001	0/11	772/2	3944	746
ضریب تغییرات (%)		4/09	17/57	3/96	8/37	19/64	15/16	19/44

†: ^{ns} ، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح آماری پنج و یک درصد

در سطح سوم پتاسیم (81/5 گرم) از منبع کلرید پتاسیم بدست آمد که با سایر سطوح پتاسیم از هر دو منبع تفاوتی نشان نداد (جدول 3). تأثیر مصرف پتاسیم بر وزن هزار دانه به نوع رقم و مقدار پتاسیم مصرفی بستگی دارد. در یک تحقیق، هیبریدهای S-278 و Hyson-33 به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین وزن هزار دانه را با مصرف 150

تأثیر مقدار پتاسیم بر وزن هزار دانه، می‌تواند به دلیل افزایش جذب پتاسیم در گیاه و در نتیجه افزایش سطح برگ و فتوسنتز گیاه مربوط باشد. تحت چنین شرایطی میزان تولید مواد و انتقال آن به دانه افزایش می‌یابد (پتیگرو، 2008).

از طرفی، پتاسیم پیر شدن برگ‌ها را به تأخیر انداخته و درنتیجه قابلیت استفاده مواد غذائی در دوره پرشدن دانه افزایش‌یافته و به‌تبع آن، وزن دانه افزایش می‌یابد (هاسانوززامان و همکاران، 2018). بررسی‌ها نشان داده است که ساقه، یک منبع ذخیره‌ای کوچک کربوهیدرات‌های غیر ساختمانی متحرک به شمار می‌رود که بعد از مرحله گلدهی این ترکیبات را به دانه منتقل می‌کند. پتاسیم به‌ویژه در مرحله زایشی، مقدار ذخیره کربوهیدرات‌های غیر ساختمانی متحرک را در ساقه از طریق افزایش سطح برگ و انتقال آن به دانه بهبود بخشیده و درنتیجه وزن دانه افزایش می‌یابد (مارسچنر، 2012).

باوجود تفاوت در تعداد دانه در طبق برای منابع و سطوح مختلف کودی و نیز اثر متقابل منابع × سطوح کود پتاسیم، ولی ازنظر آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در تحقیقی، افزایش معنی‌دار تعداد دانه در طبق با مصرف پتاسیم گزارش شد (زایدی و همکاران، 2012). به‌طورکلی، محققین بر این باورند که تفاوت‌های ژنتیکی بین هیبریدهای مختلف آفتابگردان بر عکس‌العمل آنها نسبت به پتاسیم تأثیر مستقیم و قابل‌توجهی دارد (ریچاردس، 2006).

جدول 3- میانگین اثر تیمارها بر عملکرد، اجزای عملکرد (98-1397)

سطوح پتاسیم† (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)		وزن هزار دانه (گرم)		تعداد دانه در طبق	
	سولفات پتاسیم	کلرید پتاسیم	سولفات پتاسیم	کلرید پتاسیم	سولفات پتاسیم	کلرید پتاسیم
شاهد	2588/6b*	2543/3b	68/1c	71/2bc	1168/5a	1233/0a
100	3784/3a	3650/8a	78/5ab	79/8ab	1246/5a	1099/8a
200	3759/3a	3730/8a	79/5ab	81/5a	1095/0a	1162/5a
300	4106/6a	3631/1a	77/7ab	79/6ab	1091/1a	1074/9a
400	3841/6a	3618/8a	78/3ab	78/3ab	1233/0a	1077/8a

†: *حروف لاتین مشابه بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد است.

وزن کلش، عملکرد زیستی و شاخص برداشت

با توجه به معنی‌داری اثرات متقابل منابع×مقادیر پتاسیم بیشترین مقدار وزن کلش و عملکرد زیستی در تیمار 300 کیلوگرم پتاسیم خالص از منبع سولفات پتاسیم به ترتیب معادل 11838 و 15917 کیلوگرم در هکتار بدست آمد که نسبت به شاهد به ترتیب به میزان 58/9 و 51/8 درصد افزایش نشان داد (جدول4). تأثیر پتاسیم بر وزن کلش بسته به نوع هیبریدهای آفتابگردان متفاوت بوده است. به‌عنوان‌مثال، در هیبرید اس-278 [1] اثرات مصرف پتاسیم برافزایش وزن کلش مثبت ولی در هیبرید هایسون-33[2] این عنصر تأثیری بر وزن کلش نداشت (زایدی و همکاران، 2012). نتایج مشابهی توسط سایر محققین در رابطه با تأثیر پتاسیم برافزایش وزن کلش و عملکرد زیستی آفتابگردان گزارش شده است (ریچاردس، 2006؛ چاجرو و همکاران، 2013). پتاسیم شاخص برداشت را تحت تأثیر قرارداد بطوریکه، مصرف 100 کیلوگرم پتاسیم خالص در هکتار مقدار این شاخص را حدود ده درصد افزایش داد. اثرات متقابل معنی‌دار منابع×مقادیر پتاسیم نشان داد که بیشترین میزان آن در تیمار 100 کیلوگرم در هکتار از منبع سولفات پتاسیم بدست آمد که با همان تیمار از منبع کلرید پتاسیم تفاوتی نداشتند (جدول4).

شاخص برداشت بر توزیع نسبی محصولات فتوسنتز در بین مخزن‌های اقتصادی و سایر مخازن موجود در گیاه دلالت دارد. معنی‌دار بودن تأثیر مقادیر پتاسیم بر شاخص برداشت به مفهوم تأثیر بیشتر آن در ذخیره مواد تولیدشده در فرآیند فتوسنتز تحت تأثیر پتاسیم در اندامهای زایشی مانند دانه نسبت به اندام‌های رویشی آفتابگردان است. محققین اظهار می‌دارند که پتاسیم به طور مستقیم در تولید عملکرد بهینه دانه و کیفیت آن در محصولات زراعی نقش داشته و عملکرد دانه را بیش از عملکرد زیستی تحت تأثیر قرار می‌دهد (کاکمک، 2005). نتایج مشابهی نیز توسط زایدی وهمکاران (2012) در

1. S-278
2. Hysun-33

رابطه با تاثیر پتاسیم بر افزایش شاخص برداشت محصول آفتابگردان گزارش کردند.

درصد و عملکرد روغن دانه

بر اساس نتایج مندرج در جدول 2، منابع سولفات پتاسیم و کلرید پتاسیم تأثیر یکسانی بر درصد و عملکرد روغن دانه داشتند. مصرف پتاسیم عوامل مذکور را تحت تأثیر قرارداد بطوریکه با افزایش مقادیر مصرف پتاسیم، درصد و عملکرد روغن افزایش یافت. هرچند که تفاوت کاملاً معنی‌داری (سطح احتمال 1%) بین تیمار شاهد و مصرف 100 کیلوگرم پتاسیم در هکتار وجود داشت، ولی افزایش مصرف پتاسیم در تیمارهای بعدی، بر درصد و عملکرد روغن، تأثیر مشابهی داشته و با تیمار 100 کیلوگرم در هکتار پتاسیم در یک کلاس آماری قرار گرفتند (شکل 1). بیشترین درصد و عملکرد روغن به ترتیب با مصرف 200 و 300 کیلوگرم در هکتار پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم حاصل شد که با سایر سطوح مصرف پتاسیم در یک کلاس آماری قرار گرفته و تفاوت معنی‌داری با سایر سطوح کودی مصرف پتاسیم نسبت به تیمار شاهد وجود نداشت (شکل 1). نتایج مذکور بیانگر نقش مهم پتاسیم در تولید روغن آفتابگردان بوده و با نتایج سایر محققین در این رابطه مطابقت دارد (سلیمان زاده و همکاران، 2010؛ حسین و همکاران، 2013).

غلظت و جذب پتاسیم در گیاه

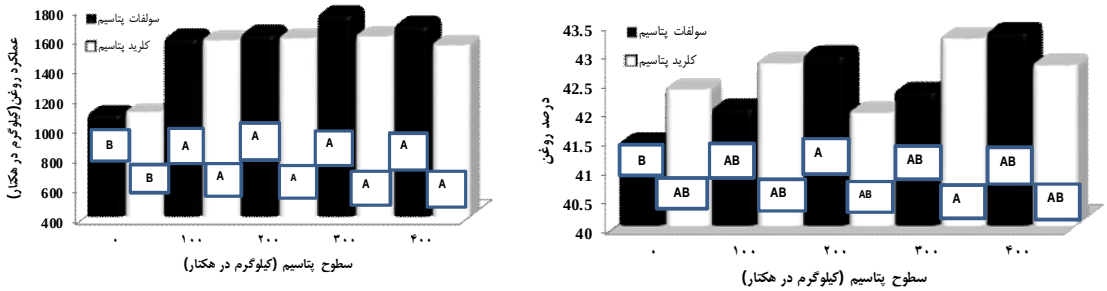
نوع منبع و سطوح کودی پتاسیم بر غلظت و محتوی پتاسیم دانه تأثیر معنی‌داری نداشت، ولی غلظت پتاسیم کلش در منبع سولفات پتاسیم (3/99 درصد) نسبت به کلرید پتاسیم (3/86 درصد) بیش‌تر بود. اثرات متقابل منابع و مقادیر پتاسیم بر غلظت پتاسیم کلش بسیار معنی‌دار و بیش‌ترین غلظت پتاسیم در کلش با مصرف 200 کیلوگرم در هکتار با استفاده از منبع سولفات پتاسیم معادل 4/12 درصد حاصل شد (جدول 5). تأثیر منابع پتاسیم بر هیچ‌کدام از عوامل جذب پتاسیم دردانه و کلش معنی‌دار نگردید، ولی اثرات سطوح پتاسیم بر عوامل مذکور کاملاً معنی‌دار بود، به‌طوری‌که با افزایش مصرف پتاسیم میزان جذب پتاسیم افزایش یافت. همچنین اثرات متقابل منابع و مقادیر پتاسیم بر مقادیر جذب پتاسیم دردانه و کلش کاملاً معنی‌دار و بیشترین مقادیر آنها در تیمار 300 کیلوگرم پتاسیم خالص از منبع سولفات پتاسیم بدست آمد (جدول 5). دراین‌ارتباط نتایج مشابهی توسط سایر محققین گزارش‌شده است (چاجرو و همکاران، 2013). نتایج این تحقیق نشان داد که اولاً مقدار جذب پتاسیم از خاک توسط آفتابگردان خیلی زیاد بوده و ثانیاً با افزایش سطوح پتاسیم، مقدار جذب آن‌هم دردانه و هم در کلش افزایش‌یافته، ولی مقدار آن در کلش به‌طور متوسط در حدود دو تا سه برابر دانه است.

جدول 4- میانگین اثر تیمارها بر وزن کلش، عملکرد زیستی، شاخص برداشت و ارتفاع گیاه (98-1397)

سطوح پتاسیم† (کیلوگرم در هکتار)	وزن کلش (کیلوگرم در هکتار)		عملکرد زیستی (کیلوگرم در هکتار)		شاخص برداشت	
	سولفات پتاسیم	کلرید پتاسیم	سولفات پتاسیم	کلرید پتاسیم	سولفات پتاسیم	کلرید پتاسیم
شاهد	7546/0d*	8850/8c	10485/9c	11636/9c	0/25a	0/22b
100	10697/6ab	11528/5ab	1474/3ab	15270/1ab	0/26a	0/25a
200	10743/7ab	11395/4ab	14612/6ab	14858/5ab	0/26a	0/25a
300	11837/8a	1042/3b	15917/3a	14054/8b	0/27a	0/26a
400	11331/2ab	10754/8ab	14910/8ab	13679/3b	0/25a	0/25a

†: *حروف لاتین مشابه بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد است.

بنابراین درصورتی‌که کلش تولیدی از مزرعه خارج شود احتمال تخلیه خاک از این عنصر زیاد بوده و در برنامه مدیریت حاصلخیزی خاک برای تولید آفتابگردان باید مدنظر قرار گیرد.



شکل 1- میانگین اثرات متقابل تیمارها بر درصد و عملکرد روغن آفتابگردان رقم آذر گل (98-1397)

جدول 5- میانگین اثر تیمارها بر غلظت و جذب پتاسیم دردانه و کلش گیاه آفتابگردان رقم آذر گل(98-1397)

سطوح پتاسیم† (کیلوگرم در هکتار)	غلظت پتاسیم دانه (%)		غلظت پتاسیم کلش (%)		جذب پتاسیم دردانه (کیلوگرم در هکتار)		جذب پتاسیم در کلش (کیلوگرم در هکتار)	
	سولفات پتاسیم	کلرید پتاسیم	سولفات پتاسیم	کلرید پتاسیم	سولفات پتاسیم	کلرید پتاسیم	سولفات پتاسیم	کلرید پتاسیم
شاهد	1/01a*	0/93a	3/92abc	3/60d	105/6bc	94/2c	300/0e	325/4d
100	0/98a	0/92a	3/94abc	3/83bcd	151/7ab	142/9abc	421/9bc	444/7b
200	0/97a	0/96a	4/12a	3/79cd	157 a/6ab	143/0abc	442/9b	429/3bc
300	0/96a	0/94a	4/10ab	3/99abc	170/5a	147/5ab	485/9a	418/1c
400	0/95a	0/97a	3/83bcd	4/09ab	153/8ab	148/0ab	441/4b	434/2bc

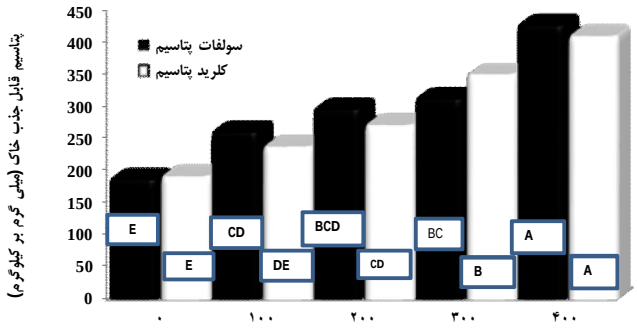
†: *حروف لاتین مشابه بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد است.

پتاسیم قابل‌جذب خاک پس از برداشت

میانگین اثر تیمارها بر پتاسیم قابل‌جذب خاک‌ها در شکل 2 نشان داده‌شده است. غلظت پتاسیم قابل‌جذب خاک در هر دو منبع یکسان بود.

مقادیر پتاسیم قابل‌جذب خاک با افزایش مصرف پتاسیم افزایش یافت. اثرات متقابل منابع×مقادیر پتاسیم بر غلظت پتاسیم قابل‌جذب خاک بسیار معنی‌دار (سطح احتمال 1%) بود. بیش‌ترین غلظت آن با مصرف 400 کیلوگرم در هکتار پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم به دست آمد که با همان تیمار از منبع کلرید پتاسیم در یک کلاس آماری قرار گرفتند. نتایج مربوط به افزایش غلظت پتاسیم قابل‌جذب خاک ناشی از سطوح کودی مصرف پتاسیم توسط فریتاس فوراتادو و همکاران (2016)؛ چاجرو وهمکاران (2013) و باجهباگ و همکاران (2009) نیز گزارش‌شده است.

غلظت پتاسیم قابل‌جذب خاک قبل از کشت به‌طور متوسط 227 میلی‌گرم بر کیلوگرم (جدول 1) بود. درنتیجه جذب پتاسیم توسط آفتابگردان، این مقدار به کمتر از 200 میلی‌گرم بر کیلوگرم کاهش یافت. این امر بیانگر کاهش قابل‌توجه ذخیره پتاسیم قابل‌جذب خاک درنتیجه برداشت آن توسط گیاه آفتابگردان بوده که باید در برنامه‌های مدیریت تغذیه در کشت‌های بعدی موردتوجه قرار گیرد. مصرف 100 کیلوگرم پتاسیم خالص در هکتار توانست مقادیر پتاسیم قابل‌جذب خاک را به حدود 250 میلی‌گرم بر کیلوگرم برساند (شکل 2). با توجه به اثرات سطوح پتاسیم بر عملکرد دانه و روغن آفتابگردان مشخص می‌گردد که این مقدار مصرف پتاسیم ضمن تولید بهینه محصول، افزایش غلظت پتاسیم قابل‌جذب خاک را تا حد بهینه فراهم نموده و مصرف بیشتر آن هرچند باعث افزایش غلظت پتاسیم در خاک شده ولی بر تولید بیشتر محصول تأثیری نداشته است (جدول2).



شکل 2- میانگین اثرات متقابل تیمارها بر پتاسیم قابل‌جذب خاک پس از برداشت محصول (9)

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نتایج این تحقیق نشان داد که پتاسیم نقش مستقیمی در افزایش عملکرد دانه، درصد و عملکرد روغن محصول آفتابگردان روغنی رقم آذر گل دارد. بطوریکه افزایش مقدار مصرف کود پتاسیم از منابع سولفات پتاسیم یا کلرید پتاسیم باعث افزایش وزن هزار دانه و بهبود عملکرد زیستی، و متعاقب آن افزایش درصد روغن گردید. تأثیر پتاسیم بر وزن هزار دانه به‌احتمال‌قوی ناشی از نقش فیزیولوژیکی آن در فرآیند تولید و انتقال مواد به دانه بوده و با توجه به اینکه در این تحقیق، پتاسیم برافزایش تعداد دانه در طبق تأثیری نداشته، می‌توان نتیجه‌گیری نمود که بر رشد زایشی آفتابگردان بی‌تأثیر است. در صورت عدم مصرف کودهای پتاسیمی در کشت آفتابگردان، مقدار پتاسیم قابل‌جذب خاک به مقدار قابل‌توجهی کاهش‌یافته و ممکن است به‌عنوان یک عامل محدودکننده مهم در تولید کشت‌های بعدی تأثیر بگذارد. در شرایط آگرواکولوژیکی مشابه انجام این تحقیق، مصرف 100 کیلوگرم پتاسیم خالص از منابع سولفات یا کلرید پتاسیم برای تولید بهینه محصول آفتابگردان روغنی (رقم آذر گل) و حفظ شرایط حاصلخیزی خاک برای کشت‌های بعدی توصیه می‌گردد. تحقیقات بعدی باید درزمینهٔ کارایی زمان‌ها و روش‌های مصرف پتاسیم در تولید محصول آفتابگردان روغنی تداوم یابد.

فهرست منابع:

1. احمدی، ک.، ح. قلی زاده.، ح. عباد زاده.، ر، حسین پور.، ه. عبد شاه.، آ، کاظمیان.، و م. رفیعی. 1397 . آمارنامه کشاورزی سال زراعی 96-1395. جلد اول: محصول‌های زراعی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فن‌آوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی، تهران، ایران.
2. امامی، ع. 1375. روش‌های تجزیه گیاه. جلد اول، شماره 982، موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
3. فرخی، ف.، ع. نبی پور.، ج. دانشیان. 1386. دستورالعمل تولید آفتابگردان در مناطق مختلف کشور. بخش تحقیقات دانه‌های روغنی، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان ترویج آموزش و تحقیقات کشاورزی. 32 صفحه.
4. عبدی، ف.، ز. عطاردی کاشانی.، پ. میرمیران.، ت. استکی. 1394. بررسی و مقایسه الگوی مصرف غذایی در ایران و جهان: یک مقاله مروری. مجله دانشگاه علوم پزشکی فسا، جلد 5، شماره 2، 167-159.
5. علی احیائی، م .1376 . شرح روش‌های تجزیه شیمیائی خاک .جلد دوم، شماره 1024، موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

6. رضوی، ر. 1396. برنامه‌ریزی آبیاری آفتابگردان. نشریه فنی 551، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
7. نورقلی پور، ف. و م. ه. میرزاپور. 1395. دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه آفتابگردان. مؤسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
8. Amanullah., and M.W. Khan. 2011. Interactive effect of potassium and phosphorus on grain quality and profitability of sunflower in Northwest Pakistan. Pedosphere. 21:532-538.
9. AOCS. 1993. Official methods and Recommended Practices of the American Oil Chemist`s Society. 5th ed. The American Oil Chemist`s Society. Champaign.
10. Bajehbaj, A. A., M. Qasimo., and M. Yarina. 2009. Effects of drought and potassium on physiological and morphological traits of some cultivars of sunflower. J. Food. Agric. Environ. 7(3&4):448-451.
11. Belyaev, G. N. 1993. The influence of addition of boron, copper, zinc and potassium chloride on yield of sunflower. Agrokhimiya, 11 (1):28-33.
12. Cakmak, I. 2005. The role of potassium in alleviating detrimental effects of abiotic stresses in plants. J. Plant Nutr. Soil Sci. 168:521-53.
13. Chajjro, M.A., I. Zia-ul-hassan., A.N. Rajpar., and K.A. Kubar. 2013. Sunflower hybrids differently accumulate potassium for growth and achene yield. Pak. J. Agri. Agril. Engg, Vet, Sci. 29 (1): 31-43.
14. Ciampitti, I. A., J. J.Camberato., S. T. Murrell., and T. J.Vyn. 2013. Maize Nutrient Accumulation and Partitioning in Response to Plant Density and Nitrogen Rate: I. Macronutrients. Agron. J. 105: 783-795.
15. Freitas Furtado, G. F., D. A. Diego Azevedo Xavier., E. M. G. Andrade., G. S. Lima., L. H. G. Chaves., A. C. F. Vasconcelos., and J. A. C. Wanderley. 2016. Growth and physiological responses of sunflower grown under levels of water replacement and potassium fertilization. Afr. J. Agric. Res. 11(14): 1273-1281.
16. Goksoy, A. T. O., A. Demir., Z. M. Toran., and N. Daughu. 2004. Responses of sunflower to potassium at different growth stages. Field Crop Res. 87(3):167-178.
17. Hasanuzzaman, M., B. Bhuyan., K. Nahar., S. Hossain., J. Al Mahmud., S. Hossen., A. A. C. Masud, and M. M. Fujita. 2018. Potassium: A vital regulator of plant responses and tolerance to abiotic stresses. Agron. 8, 31: 1-29.
18. Hussain, S., M. Ahmad., S. Ahmad., J. Lqbal., M. N. Subhani., S. M. S. Nadeem., and M. Ibrahim. 2013. Improvement of drought tolerance in sunflower (*Helianthus annuus* L.) by foliar application of abscisic acid and potassium chloride. Pakistan J. Nutri. 12 (4):345-352.
19. Krueger, K., A. S. Goggi., A. P. Mallarino., and R. E. Mullen. 2013. Phosphorus and potassium fertilization effects on soybean seed quality and composition. Crop Sci. 53: 602-610.
20. Marschner, P. 2012. Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants. 3rd ed, Academic Press. London. 672p.
21. Martre, L. A. P., G. Pereyra-Irujo., N. Izquierdo., and V. Allard. 2009. Management and breeding strategies for the improvement of grain and oil quality. Crop Physiol. 387-421.
22. Pettigrew, W.T. 2008. Potassium influences on yield and quality production for maize, wheat, soybean and cotton. Physiol. Plant. 133: 667-681.
23. Richards, R. A. 2006. Morphological traits used for breeding of new cultivars in water scarce environments. Agric. Water Manag. 80(3): 197-211.

24. Saeidi, G. 2007. Effect of macro and micronutrients on seed yield and other agronomic traits of sunflower in a calcareous soil in Isfahan. Journal of Science Technology Agriculture and Natural Resources. Water and Soil Sci. 11(1): 240-247.
25. Santos, B.M. 2013. Effects of pre-plant potassium sources and rates for Tomato production. Horttechnology. 23(4): 449-452.
26. Shinde, S. V., K. Naphade., S. K. Marthen. 1993. Effect of varing levels of potash on seed and oil yield of sunflower. PKV Res. J. 17 (1): 31-32.
27. Silva, J. O., A. C. Bortoletto., A. D. Carvalho., and A. S. Pereira. 2018. Effect of potassium sources on potato tuber yield and chip quality. Hortic. Bras., 36(3): 395-398.
28. Soil Survey Staff. 2014. Keys to Soil Taxonomy, 12th ed. USDA-Natural Resources Conservation Service, Washington, DC.
29. Soleimanzadeh, H., D. Habibi., M. R. Ardakani., F. Paknejad, and F. Rejali. 2010. Response of Sunflower (*Helianthus annuus* L.) to drought stress under diffirent potassium levels. World Appl. Sci. J. 8(4):433-448.
30. Wang, M., Q. Zheng., Q. Shen., and S. Guo. 2013. The critical role of potassium in plant stress response. Int. J. Mol. Sci. 1*4*(4). 7370-90.
31. Watanabe, K., Y. Fukuzawa., S. I. Kawasaki., M. Ueno., and Y. Kawamitsu. 2016. Effects of potassium chloride and potassium sulfate on sucrose concentration in sugarcane juice under pot conditions. Sugar Tech. 18(3):258–265.
32. Zaidi, H. S., M. Ahmad., A. Haji., A. Bukhsh., E. H. Siddiqi., and M. Ishaque. 2012. Agronomic characteristics of spring planted sunflower hybrids as influenced by potassium application. J. Anim. Plant Sci. 22(1): 148-153.

Effect of Potassium Rates and Sources on Some Quantitative and Qualitative Characteristics of Oil-Seed Sunflower in Calcareous Soils

A. Majidi[1] and G. R. Khalilzadeh

Assistant Professor, Agricultural and Natural Resource Research and Education Center, West Azarbaijan, Agriculture Research, Education and Extension Organization, Urmia, Iran;
E-mail: Az.majidi89@gmail.com

Assistant Professor, Agricultural and Natural Resource Research and Education Center, West Azarbaijan, Agriculture Research, Education and Extension Organization, Urmia, Iran;
E-mail: Gkhalilzade@yahoo.com

Received: June, 2020 and Accepted: October, 2020

Abstrct

The current study was conducted to investigate the effect of different levels and sources of potassium (K) on seed and oil yields and K uptake of sunflower (*Helianthus annuus* L.) var. Azargol. The experiment was laid out in randomized complete block design under split plot arrangement with three replications at two locations in West Azerbaijan province during two consecutive years (2017-18). Sunflower sources (K_2SO_4 and KCl) were arranged in the main plots, accommodating five K doses 0 (control), 100, 200, 300 and 400 kg ha^{-1} in sub-plots. The results indicated that treatment of 100 kg ha^{-1} K from K_2SO_4 source increased the seed and oil yields by, respectively, 44.8% and 38.6%, which did not differ from the same treatment using KCl. The highest straw weight and biomass were obtained by 300 $kg.ha^{-1}$ K from K_2SO_4 source, which increased by 58.9% and 51.8%, respectively, compared to the control. K uptake by straw was 2.93 times more than the grain. Sunflower reduced native available potassium (K_{ava}) by 32 $mg.kg^{-1}$. K uptake in grain was 141.2 $kg.ha^{-1}$, which enhanced with increasing potassium level treatments. The soil K_{ava} was proportional to potassium level treatments. The maximum soil K_{ava} was 410 $mg.kg^{-1}$, with application of 400 $kg.ha^{-1}$ of K. In this connection, K sourcaes had the same effect. The results suggested that by application of 100 kg $K.ha^{-1}$ from K_2SO_4 or KCl in oil-seed sunflower cultivation, in addition to producing a suitable product, K_{ava} of the soil is maintained in optimum range.

Keywords: Seed yield, Harvest index, K uptake, K_2SO4, Oil yield

[1]. Corresponding author: Soil and Water Research Department, Agricultural and Natural Resource Research and Education Center, Urmia, Iran.