Archive of SID

واکنش ذرت دانه ای به کاربرد پتاسیم و روی در یک خاک آهکی

Corn response to Potassium and Zinc fertilization in a calcareous soil

عبدالحسین ضیائیان[1] و علی حیدری[2]

چکیده

پتاسیم و روی دو عنصر ضروری برای گیاهان مختلف از جمله ذرت هستند. نیاز ذرت به این دو عنصر نسبتا بالا می باشد. به منظور مطالعه نقش پتاسیم و روی بر تولید دانه و پارامترهای رشد ذرت دانه ای، یک آزمایش مزرعه ای در ایستگاه تحقیقات خاک و آب کرج با پتاسیم و روی قابل جذب خاک به ترتیب ۱۶۳ و ۰/۷۴ میلی گرم در کیلوگرم خاک، اجرا شد. در این آزمایش، برهمکنش چهار سطح صفر، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ کیلوگرم در هکتارK2O، دو منبع کود پتاسه (کلرید و سولفات پتاسیم) و دو سطح ۰ و ۱۰ کیلوگرم در هکتار روی از منبع سولفات روی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار با هم مطالعه گردید. کلیه عملیات زراعی بر اساس یافته های تحقیقاتی اجرا گردید. نتایج نشان داد که مصرف پتاسیم و روی موجب افزایش معنی داری در سطح ۱٪ (α=0.01) بر عملکرد دانه و در سطح ۵٪ (α=0.05) بردیگر پارامترهای گیاهی اندازه گیری شده بجز میزان پروتئین دانه و درصد دانه به چوب هر بلال گردیدند. در مجموع کاربرد توام ۵۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم و ۱۰کیلوگرم در هکتار روی از منبع سولفات روی (K2S1Zn1) موجب افزایش عملکرد دانه، تعداد و وزن دانه ها در هر بلال از ۶۸۳۴ کیلوگرم در هکتار، ۵۱۰ و ۱۷۷ گرم در بلال در تیمار شاهد به ۹۱۶۷ کیلوگرم در هکتار، ۶۳۳ دانه و ۱۷۷ گرم در در بلال افزایش داد. در کل تفاوت معنی داری بین دو منبع کود پتاسه مشاهده نگردید. در مجموع کارائی زراعی کلرید پتاسیم بیستر از کارائی زراعی سولفات پتاسیم بود.

واژه های کلیدی: روی، پتاسیم، ذرت، عملکرد و اجزاء عملکرد.

۱- استادیار پژوهش مرکز موسسه تحقیقات خاک و آب ziaeian@yahoo.com
۲- کارشناس ارشد زراعت دانشگاه آزاداسلامی واحد کرج Aliheidari@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

ذرت از جمله محصولات پتاسیم دوست است. مقدار برداشت این عنصر توسط این نبات حتی از ازت بیشتر بوده و در طول روز حدوداً به ترتیب ۵، ۰/۵ و ۵ کیلوگرم ازت، فسفر و پتاسیم از هر هکتار برداشت می‌کند (کراوس، ۱۹۹۴). عنصر پتاسیم یکی از عناصر تشکیل دهندهٔ خاک و گیاه می‌باشد. بعضی از گیاهان تا حدود هشت درصد وزن خشک خود پتاسیم از خاک جذب می‌نمایند. این مقدار پتاسیم خاک تابعی از مواد مادری، درجهٔ هوا دیدگی خاک، میزان کود پتاسیم مصرفی، میزان جذب توسط گیاه و تلفات ناشی از فرسایش و آبشوئی می‌باشد (Brown و همکاران، ۱۹۹۳). محققان فوق اعتقاد دارند توانائی عرضه پتاسیم خاک برای تغذیهٔ گیاه در طول فصل رشد از یک طرف به عوامل کمیت و شدت پتاسیم و از طرف دیگر به سرعت آزادشدن پتاسیم از شکل‌های غیرتبادلی به تبادلی و محلول مربوط می‌باشد و بنابراین تکیه به پتاسیم قا بل جذب کافی نبوده و بایستی عوامل ذکرشده را نیز مد نظر داشت. بر اساس مطالعات Borges و Mallarino (۲۰۰۱)، علی‌رغم این که در مزرعه ذرت بر اساس آزمون خاک پتاسیم توصیه شده بود، باز علائم کمبود پتاسیم در برگ‌های ذرت مشاهده شده بود. محققین فوق علت امر را پخش سطحی کودهای حاوی پتاسیم ذکر کرده و اعتقاد دارند که جایگذاری عمقی تاثیر بیشتری در افزایش کارآئی کود پتاسیم دارد. با توجه به این که خاک‌های ایران اغلب حاوی کانی‌های رس میکا و ایلایت هستند، انتظار می‌رود که این کانی‌ها به اندازهٔ کافی و در حد نیاز گیاهان پتاسیم آزاد نموده و نیاز به مصرف کودهای پتاسه نباشد ولی نتایج برخی مطالعات انجام شده نشان داده است که مقدار پتاسیم قابل جذب برخی خاک‌ها به علت کشت متراکم، تخلیه بیشتر پتاسیم از خاک در نتیجه تولید بالاتر، عدم مصرف کودهای حاوی پتاسیم و محدود شدن آیش در مزارع، با سرعت بیشتری رو به کاهش می‌باشد. بنابراین لازم است در خصوص کاربرد کودهای پتاسه در مزارع تجدید نظر و بازنگری اساسی انجام گیرد (فتحی و برزگر، ۱۳۷۸). در لاهور پاکستان طی سال‌های ۱۹۹۵-۱۹۹۴ با بررسی اثرات منابع مختلف پتاسیم (سولفات وکلرید) بر محصول ذرت و پنبه بیان گردیده که میانگین عملکرد و این دو محصول با افزودن کود پتاسه نسبت به شاهد به ترتیب۷۰۰ و ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار افزایش یافته است. در این تحقیق مشخص شده که سولفات پتاسیم نسبت به کلرید پتاسیم به خاطر آنیون سولفات اثر بیشتری در افزایش عملکرد داشته است. بر اساس همین گزارش در ۵۲ آزمایش واکنش ذرت نسبت به کاربرد کود پتاسه مثبت و افزایش عملکرد آن بین پنج تا ۶۰ درصد متغیر و بالاترین عملکرد آن با مصرف ۲۲۲ کیلوگرم (K20) یا ۴۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم به دست آمده بود (Bajwa, 1993). فتحی و برزگر (۱۳۷۸) اثرات متقابل پتاسیم و ازت را در ذرت بررسی و گزارش نمودند که با کاربرد مقادیر بالای پتاسیم و ازت عملکرد ذرت افزایش می‌یابد. آن‌ها همچنین اظهار داشتند که با کاربرد مقادیر بالای پتاسیم جذب ازت نیز افزایش و نهایتاً باعث بهبود عملکرد کمی وکیفی می‌گردد. ماجدی و خادمی (۱۳۷۸) در تحقیقات خود نشان دادند که خاک‌هایی که پتاسیم کافی ندارند، جایگذاری عمقی سولفات پتاسیم می‌تواند نقش اساسی در افزایش عملکرد ذرت داشته و بازیافت کودها را تا ۵۰ درصد افزایش دهد.

از طرف دیگر ذرت از جمله نباتات حساس به کمبود روی است. شرایط حاکم بر خاک‌های ایران از جمله آهکی بودن، pH بالا، مصرف بی‌رویه کودهای فسفره در سال‌های اخیر موجب کاهش فراهمی روی در این خاک‌ها شده است. تحقیقات زیادی در رابطه با نقش موثر روی بر افزایش عملکرد ذرت انجام شده است (کریمیان، ۱۹۹۵؛ مفتون و کریمیان ۱۹۸۰ و ضیائیان و ملکوتی ۱۳۷۷). Lartey و همکاران (۱۹۹۶) ضمن انجام یک آزمایش، تاثیر مقادیر مختلف صفر، ۲/۵، ۵ و ۷/۵، ۱۰، ۱۲/۵، ۱۵ و ۱۷/۵ و ۲۰ کیلوگرم در هکتار روی خالص را بر میزان عملکرد و کیفیت دانه ذرت بررسی نمودند. محققین فوق نشان دادند که کاربرد سطوح مختلف روی تاثیر معنی‌داری بر عملکرد و کیفیت دانه داشته است. با توجه به شواهد موجود و به منظور بررسی اثرات روی و مقادیر و منابع مختلف کود پتاسه بر عملکرد کمی، اجزا عملکرد و برخی فاکتورهای کیفی ذرت دانه‌ای این تحقیق انجام شد و نهایتاً کارآیی زراعی تیمارهای مختلف محاسبه گردید. در این تحقیق نقش روی و پتاسیم بر تولید ذرت و پارامترهای رشد آن، اثرات متقابل پتاسیم و روی در ذرت، مقایسه کلرید و سولفات پتاسیم در تولید ذرت در ایران و کارآیی زراعی تیمارهای کودی بررسی گردید.

اهداف تحقیق

بررسی نقش روی و پتاسیم بر تولید ذرت و پارامترهای رشد آن،

بررسی اثرات متقابل پتاسیم و روی در ذرت،

بررسی و مقایسه کلرید و سولفات پتاسیم در تولید ذرت در ایران،

تعیین کارائی زراعی تیمارهای کودی.

مواد و روش ها

این آزمایش، در سال ۱۳۸۲ بصورت فاکتوریل و در قالب

www.SID.ir

Archive of SID

بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۶ تیمار در سه تکرار، در خاکی با پتاسیم و روی قابل جذب به ترتیب ۱۶۳ و ۰/۶۶ میلی گرم در کیلوگرم خاک، بشرح زیر اجرا شد:

سطوح پتاسیم، منابع پتاسیم، سطوح روی

۱ ـ K0 (بدون مصرف پتاسیم)

۲ ـ K1 (مصرف ۲۵ کیلوگرم در هکتار K2O) S1 (کلرید پتاسیم) Zn0 (بدون مصرف روی)

۳ ـ K2 (مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار K2O ×S2 (سولفات پتاسیم) ×Zn1 (مصرف ۱۰ کیلوگرم در هکتار روی)

۴ـ K3 (مصرف ۷۵ کیلوگرم در هکتار K2O)

مساحت هر کرت ۲۴ متر مربع، شامل ۴ پشته به فواصل ۷۵ سانتیمتر و طول ۸ متر بود. بین دو تیمار یک پشته و بین دو تکرار نیز ۳ متر فاصله بود. واریته مورد مطالعه، ذرت رقم سینکل کراس ۷۰۴ و میزان بذر مصرفی ۲۵ کیلوگرم در هکتار بود. قبل از کشت یک نمونه آب و از هر تکرار یک نمونهٔ خاک مرکب از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری تهیه شد. در نمونه های خاک بافت به روش هیدرومتر، در عصاره گل اشباع pH به وسیله الکترودشیشه‌ای، مقدار هدایت الکتریکی با دستگاه الکتروکاندکتومتر، کربنات کلسیم با استفاده از روش تیتراسیون و کربن آلی به روش دی‌کرومات پتاسیم، ازت به روش کجلدال، فسفر قابل جذب به روش اولسن، پتاسیم قابل جذب با روش‌استات آمونیوم یک نرمال و عناصر کم مصرف به روش DTPA و بر اساس روش های استاندارد (علی احیایی و بهبهانی زاده،۱۳۷۳) اندازه‌گیری شدند. با توجه به میزان عناصر در خاک میزان کودهای مورد نظر تعیین و از منابع اوره، سوپر فسفات تریپل، سکوسترین آهن و سولفات منگنز مصرف گردید. نتایج تجزیه قبل از کشت خاک ها در جدول یک نشان داده شده است. تیمارهای روی و پتاسیم با توجه به حدود بحرانی این دو عنصر (به ترتیب ۱/۰ و ۲۵۰ میلی گرم در کیلوگرم خاک) انتخاب گردید. قبل از ظهور گل ابریشمی از برگ‌های اول و دوم کلیه تیمارها نمونه برگ تهیه و بعد از برداشت از دانه های حاصله نمونه تهیه و برای آنالیز آزمایشگاهی به آزمایشگاه ارسال شدند. نمونه‌های گیاهی ابتدا با آب معمولی و سپس با اسیدهیدروکلریک ۱/۰ مول شستشو و سپس دوبار با آب مقطرکاملا تمیز گردید. نمونه‌ها در هوای آزاد و سپس به مدت ۲۴ ساعت در آون با حرارت ۶۵ تا۷۰ درجه سانتیگراد خشک شدند. نمونه‌های خشک شده توزین، آسیاب و جهت تجزیه نگهداری شدند. از بذور تولیدی نیز نمونه تهیه،آسیاب و جهت تجزیه آماده شدند. در نمونه‌های بذر مقادیر بور، روی، آهن، منگنز، مس، ازت و در نمونه‌های گیاهی علاوه بر عناصر فوق، فسفر و پتاسیم تعیین شد. مقدار ازت بافت‌های گیاهی به روش خاکستر نمودن تر و مقدار عناصر غذایی کم مصرف به روش خاکستر نمودن‌خشک در حرارت۵۵۰ درجه سانتیگراد و سپس حل آنها در اسید کلریدریک شش نرمال تعیین شدند مقدار عناصر کم‌مصرف در برگ و در دانه توسط دستگاه جذب اتمی پرکینز مدل ۳۱۱۰ تعیین گردید. مقدار پروتئین‌دانه از ضرب مقدار ازت دانه در ضریب ۵/۷ بدست آمد (امامی، ۱۳۷۵). قبل از برداشت در هر کرت ۱۰ تک بوته انتخاب و ارتفاع و قطر بوته ها، طول بلال، تعداد دانه در ردیف، در قطر و در کل بلال، وزن کل تک بلال، وزن دانه و وزن چوب تک بلال ها، درصد دانه‌ها به کل بلال و وزن ۱۰۰۰ دانه تک بلال ها تعیین و میانگین آن‌ها محاسبه و آنالیز آماری شدند. برداشت محصول از هر کرت از دو پشته وسط و در سطح ۱۰ متر مربع انجام و عملکرد بیولوژیک، عملکرد ماده خشک و عملکرد دانه محاسبه و نمونه هائی از دانه برای تجزیه به آزمایشگاه ارسال شد. نهایتا کارائی ان زراعی با استفاده از رابطه زیر (هاشمی دزفولی و همکاران، ۱۳۷۶) محاسبه گردید. نتایج حاصله با نرم افزار Mstatc مورد تجزیه و تحلیل آماری و گروه بندی میانگین از طریق آزمون دانکن در سطح آماری پنج درصد انجام گرفت.

$$\text{کارائی زراعی} = \frac{\text{عملکرد دانه قطعه‌ایی که کود مصرف کرده است(کیلوگرم)} - \text{عملکرد دانه قطعه شاهد(کیلوگرم)}}{\text{مقدار کود مصرف‌شده(کیلوگرم)}}$$

نتایج و بحث

۱- خصوصیات فیزیکوشیمیائی خاک:

میانگین نتایج تجزیه خاک و آب (جدول۱ و ۲) نشان داد که خاک مورد آزمایش بدون محدودیت شوری، دارای مواد آلی و فسفر کم، پتاسیم و روی متوسط تا کم و مس، آهن و منگنز بالا و کیفیت آب خوب بود.

۲- تاثیر تیمارهای کودی بر برخی صفات کمی اندازه‌گیری شده:

۲-۱- تاثیر کاربرد توام پتاسیم و روی بر برخی صفات کمی: بر

www.SID.ir

Archive of SID

اساس نتایج بدست آمده کاربرد توام پتاسیم و روی موجب اختلاف معنی داری (α= 1%) بر عملکرد دانه و اختلاف آماری معنی داری (α= 5%) بر عملکرد بیولوژیک (عملکرد کل)، وزن کل تک بلال، وزن دانه های هر بلال و نسبت دانه به کل در هر بلال گردید اما تاثیر معنی داری بر میزان پروتئین دانه و درصد دانه در بلال (نسبت وزن دانه به وزن کل تک بلال) نداشتند. از آنجائی که عملکرد دانه تابعی از تعداد دانه های موجود در تک بلال و وزن هزار دانه می باشد و از این طریق وزن دانه های تک بلال و نسبت دانه به چوب را افزایش داده است بنابراین می توان انتظار داشت که کاربرد توام این دو عنصر بتواند موجب افزایش عملکرد دانه گردد. در مجموع حداکثر عملکرد دانه به میزان ۹۱۶۷ کیلوگرم در هکتار در حالی از کاربرد توام ۵۰ کیلوگرم در هکتار اکسید پتاسیم از منبع کلرید پتاسیم و ۱۰ کیلوگرم در هکتار روی خالص بدست آمد که اولا اختلاف زیادی با همین مقدار پتاسیم و روی اما پتاسیم از منبع سولفاته نداشت، ثانیا از لحاظ آماری بجز با شاهد با بقیه تیمارها اختلاف معنی داری نداشت ثالثا در مقایسه با تیمار شاهد با میانگین عملکرد ۶۸۳۴ کیلوگرم در هکتار دانه، بیش از ۲ تن افزایش عملکرد داشت. نتایج فوق داده های بدست آمده از تحقیقات برخی محققین از جمله Borges و Mallarino (۲۰۰۱) را تائید می کند. محققین فوق با اجرا چند تحقیق در نقاط مختلف گزارش نمودند که کاربرد پتاسیم در تعداد بیشتری از نقاط مورد مطالعه عملکرد محصول ذرت را افزایش داده و روش جایگذاری عمقی کود در مقایسه با روش سطحی عملکرد بیشتری را تولید نموده است و در چند نقطه نیز کاربرد سطحی پتاسیم عملکرد دانه را نسبت به شاهد افزایش نداده است.

۲-۲- تاثیر کاربرد منفرد پتاسیم بر برخی صفات کمی: کاربرد منفرد مقادیر مختلف پتاسیم نیز هر چند موجب اختلاف معنی داری (α= 5%) بر عملکرد دانه، عملکرد کل، وزن هزار دانه، تعداد دنه در بلال و تعداد دانه در ردیف گردید اما در بیشتر موارد اختلاف بین سطوح کاربردی پتاسیم معنی دار نبود و تنها با شاهد در دو گروه قرار داشتند. بالاترین میانگین عملکرد دانه به میزان ۸۴۲۸ کیلوگرم در هکتار در حالی از کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار اکسید پتاسیم بدست آمد که بالاترین درصد دانه در بلال و بالاترین وزن هزار دانه نیز از کاربرد همین مقدار اکسید پتاسیم حاصل شده بود. بالا بودن مقدار این پارامترها می تواند بالا بودن عملکرد دانه را توجیه نماید. نتیجه این آزمایش، نتایج اخذ شده توسط الفتی را در سال ۱۳۷۱ مورد تائید مجدد قرار می دهد. وی در تحقیقی سه ساله در ایستگاه تحقیقاتی ماهیدشت به این نتیجه رسید که اثر کود پتاسیم تنها در مواردی که میزان پتاسیم قابل جذب کمتر از ۴۰۰ میلی گرم در کیلوگرم بوده و برای عملکرد دانه بیشتر از پنج تن در هکتار قابل ملاحظه بود و میزان ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم را توصیه نمود. مطالعات Bajwa (۱۹۹۳)، ماجدی وخادمی ۱۳۷۸، فتحی و برزگر ۱۳۷۸و ضیائیان (۱۳۸۲) نیز نشان داد که کاربرد پتاسیم می تواند عملکرد دانه ذرت را بالا برد.. محققین فوق گزارش نمودند که عنصر پتاسیم در تشکیل دانه موثر بوده و بسته به میزان کمبود این عنصر تعداد دانه در بلال و اندازه و وزن آنها در بلال بشدت های متفاوت کاهش می یابد. نتایج بدست آمده حاکی از عدم اختلاف معنی دار بین دو منبع سولفات و کلرید پتاسیم بود هرچند در مجموع تاثیر منبع سولفاته بیشتر بود.

جدول۱ ـ میانگین نتایج تجزیه فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه مورد آزمایش

Zn	Fe	Mn	Cu	K	P	O.C	T.N.V	pH	Ec
				میلی گرم در کیلوگرم			%		ds.m-1
۰/۷۴	۶	۱۲	۱/۲	۱۶۳	۸/۴	۰/۴۹	۱۴	۷/۷	۰/۹۵

جدول ۲ ـ نتایج تجزیه شیمیایی آب آبیاری مزرعه مورد آزمایش

SAR	میلی اکی والان در لیتر							pH
	مجموع کاتیونها	سدیم	منیزیم	کلسیم	مجموع آنیون ها	کلر	بی کربنات	Ec dS/m	
۰/۳۵	۴/۵	۰/۵	۰/۵	۳/۵	۴/۹	۰/۷	۴/۲	۰/۴۲	۷/۷

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۳ – تأثیر توام تیمارهای مختلف بر میانگین برخی پاسخ های گیاهی ذرت*

تیمارها	عملکرد کل (kg/ha)	عملکرد کلش (kg/ha)	عملکرد دانه (kg/ha)	وزن دانه در بلال (گرم)	درصد دانه در بلال	تعداد دانه در ردیف	تعداد دانه در بلال	وزن هزار دانه (g)	پروتئین دانه (٪)
K0S1Zn0	۲۰۴۹۲c	۱۳۶۵۸ab	۶۸۳۴B	۱۵۵b	۸۷/۵a	۳۵/۱c	۵۱۰d	۲۶۶bc	۷/۳ a
K0S1Zn1	۲۱۱۹۹bc	۱۴۱۳۸ab	۷۰۶۱AB	۱۷۴ab	۸۷//۲a	۳۸/۵abc	۵۶۱ abcd	۲۸۴abc	۷/۳ a
K0S2Zn0	۲۰۴۷۷c	۱۳۳۹۳b	۷۰۸۴AB	۱۵۹ b	۸۷/۵ a	۳۶/۲ bc	۵۲۸ cd	۲۶۱ c	۷/۳ a
K0S2Zn1	۲۱۷۵۹bc	۱۴۱۶۱ab	۸۵۹۸AB	۱۸۱ ab	۸۸/۱ a	۴۰/۱ abc	۶۰۰ abcd	۲۸۴ abc	۷/۱ a
K1S1Zn0	۲۱۴۸۰db	۱۴۱۸۵ ab	۷۲۹۵AB	۱۶۷ b	۸۶/۹ a	۳۸/۰ abc	۵۴۰ Bcd	۲۸۷ abc	۷/۷ a
K1S1Zn1	۲۴۴۹۳abc	۱۶۱۱۸ ab	۸۳۷۵AB	۱۹۰ ab	۸۶/۷ a	۴۳/۲ ab	۶۵۱ ab	۲۹۴ abc	۷/۳ a
K1S2Zn0	۲۳۱۶۲abc	۱۵۵۷۷ ab	۷۶۸۵AB	۱۷۵ ab	۸۶/۵ a	۴۴/۵ a	۶۷۸ a	۳۰۲ abc	۷/۴ a
K1S2Zn1	۲۵۶۱۳abc	۱۶۹۱۸ ab	۸۶۹۵AB	۲۱۹ ab	۸۹/۲ a	۴۲/۱ abc	۶۲۰ abcd	۲۹۹ abc	۶/۸ a
K2S1Zn0	۲۳۲۰۱abc	۱۵۵۹۶ ab	۷۶۰۵AB	۲۰۳ a	۸۹/۵ a	۳۹/۱ abc	۵۸۴ abcd	۳۰۳ abc	۷/۰ a
K2S1Zn1	۲۶۳۴۳ab	۱۷۱۷۶ ab	۹۱۶۷A	۱۸۸ ab	۸۵/۷ a	۳۹/۰ abc	۵۸۵ abcd	۳۲۳ a	۶/۹ a
K2S2Zn0	۲۴۵۰۷abc	۱۶۴۶۲ ab	۹۰۴۵AB	۲۰۲ ab	۸۹/۳ a	۴۱/۶ abc	۵۹۱ abcd	۳۰۷ abc	۷/۸ a
K2S2Zn1	۲۷۰۲۱a	۱۸۱۲۷a	۸۸۹۴AB	۱۹۰ ab	۸۷/۰ a	۴۱/۹ abc	۶۳۳ abc	۳۱۸ ab	۶/۸ a
K3S1Zn0	۲۲۹۶۷abc	۱۴۳۵۴ ab	۸۶۱۳AB	۱۵۶ b	۸۵/۹ a	۳۷/۸ abc	۵۶۱ abcd	۲۶۰ abc	۶/۶ a
K3S1Zn1	۲۴۹۹۵abc	۱۶۷۸۰ ab	۸۲۱۵AB	۱۹۸ ab	۸۸/۴ a	۴۲/۱ abc	۶۱۸ abcd	۳۰۶ c	۷/۲ a
K3S2Zn0	۲۳۴۹۱abc	۱۴۸۸۲ ab	۸۶۰۹AB	۱۷۷ ab	۸۸/۶ a	۳۶/۳ bc	۵۳۷ bcd	۲۹۷ abc	۷/۰ a
K3S2Zn1	۲۴۰۴۵abc	۱۶۱۶۲ ab	۷۸۸۳AB	۱۷۷ ab	۸۸/۷ a	۴۲/۵ abc	۶۴۲ abcd	۳۲۰ a	۶/۷ a
CV	۱۱/۳	۱۴/۶	۱۰/۸	۱۳/۵	۲/۰	۹/۴	۱۰/۲	۹/۲	۵/۶
سطح آماری	٪۵	٪۵	٪۱	٪۵	ns	٪۵	٪۵	٪۵	ns
Lsd	۴۳۴۴	۳۷۱۶	۱۸۹۶	۴۰	۴/۲	۶/۲	۹۸/۸	۴۴/۳	۱/۴

*میانگین های دارای حداقل یک حرف لاتین مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ هستند.

۲-۳- تاثیر کاربرد منفرد روی بر برخی صفات کمی: بر اساس نتایج بدست آمده (جدول ۶) کاربرد منفرد روی نیز تاثیر معنی داری در سطح ۵٪ بر عملکرد دانه، عملکرد کل، وزن دانه در بلال، تعداد دانه در طول و وزن هزار دانه داشت اما تاثیر معنی داری بر درصد دانه در بلال و تعداد دانه در ردیف نداشت. Brown و همکاران (۱۹۹۳) و Marschne (۱۹۹۵) اعتقاد دارند که در اثر کمبود روی تشکیل اندام های نر و دانه گرده آسیب دیده، عمل گرده افشانی مختل و در نتیجه عملکرد به شدت پایین می آید. محققین فوق علت این امر را کاهش مقدار ایندول استیک اسید (IAA) ذکر نموده اند. با توجه به تاثیر معنی داری که روی بر پارامترهای تولید ذرت از جمله تعداد دانه در بلال و وزن هزار دانه آن داشت، افزایش عملکرد دانه دور از انتظار نبود.

جدول ۴ – تأثیر منفرد مقادیر مختلف پتاسیم بر میانگین برخی صفات مورد اندازه گیری*

تیمارها	عملکرد کل (kg/ha)	عملکرد کلش (kg/ha)	عملکرد دانه (kg/ha)	وزن دانه در بلال (گرم)	درصد دانه در بلال	تعداد دانه در ردیف	تعداد دانه در بلال	وزن هزار دانه (g)	پروتئین دانه (٪)
K0	۲۰۹۸۰ b	۱۳۸۴۰ b	۷۱۴۴ b	۱۶۸ c	۸۷/۶ a	۳۷/۵ b	۵۵۰ b	۲۷۴ b	۷/۲ a
K1	۲۳۷۱۰ a	۱۵۷۰۰ ab	۸۰۱۳ a	۱۸۸ ab	۸۷/۳ a	۴۲/۰ a	۶۲۲ a	۲۹۵ ab	۷/۳ a
K2	۲۵۲۷۰ a	۱۶۸۴۰ a	۸۴۲۸ a	۱۹۶ a	۸۷/۹ a	۴۰/۴ a	۵۹۸ a	۳۱۳ a	۷/۱ a
K3	۲۳۸۷۰ a	۱۵۵۴۰ ab	۸۳۳۰ a	۱۷۷ bc	۸۷/۹ a	۳۹/۷ ab	۵۸۵ ab	۲۹۷ a	۶/۹ a
Lsd 5%	۲۱۶۱	۱۹۰۵	۵۲۱	۱۵/۲	۱/۴	۲/۸	۴۴/۰	۲۲/۵	۰/۶۳

*میانگین های دارای حداقل یک حرف لاتین مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ هستند.

جدول ۵ – تأثیر منفرد منابع مختلف پتاسیم بر میانگین برخی صفات مورد اندازه گیری*

تیمارها	عملکرد کل (kg/ha)	عملکرد کلش (kg/ha)	عملکرد دانه (kg/ha)	وزن دانه در بلال (گرم)	درصد دانه در بلال	تعداد دانه در ردیف	تعداد دانه در بلال	وزن هزار دانه (g)	پروتئین دانه (٪)
KCl	۲۳۱۴۶ a	۱۵۲۵۱ a	۷۸۹۵ a	۱۷۹ a	۸۷/۲ a	۳۹/۱ a	۵۷۶ a	۲۹۱ a	۷/۲ a
K2SO4	۲۳۷۷۲ a	۱۵۷۱۰ a	۸۰۶۲ a	۱۸۵ a	۸۸/۱ a	۴۰/۷ a	۶۰۱ b	۲۹۸ a	۷/۱ a

*میانگین های دارای حداقل یک حرف لاتین مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ هستند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۶ – تأثیر منفرد مقادیر مختلف روی بر میانگین برخی صفات مورد اندازه گیری*

تیمارها	عملکرد کل (kg/ha)	عملکرد کلش (kg/ha)	عملکرد دانه (kg/ha)	وزن دانه در بلال (گرم)	درصد دانه در بلال	تعداد دانه در ردیف	تعداد دانه در بلال	وزن هزار دانه (g)	پروتئین دانه (٪)
Zn0	۲۲۴۸۴ b	۱۴۷۶۳ b	۷۷۲۱ b	۱۷۴ b	۸۷/۷ a	۳۸/۶ a	۵۶۶ b	۲۵۶ b	۷/۰ a
Zn 10	۲۴۴۳۳ a	۱۶۱۹۷ a	۸۲۳۶ a	۱۹۰ a	۸۷/۶ a	۴۱/۲ a	۶۱۱ a	۳۰۴ a	۷/۳ a

*میانگین های دارای حداقل یک حرف لاتین مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ هستند.

۳- تاثیر تیمارهای کودی بر برخی صفات کمی اندازه گیری شده:

۳-۱- تأثیر تیمارهای مختلف بر میانگین غلظت پتاسیم در دانه: نتایج بدست آمده حاکی از عدم تاثیر معنی دار پتاسیم و روی بر غلظت و جذب پتاسیم توسط دانه و غلظت روی در دانه بود اما تاثیر تیمارهای مختلف بر جذب روی توسط دانه در سطح ۵٪ معنی دار بود. نتیجه این آزمایش، نتایج اخذ شده توسط الفتی را در سال ۱۳۷۱ مورد تائید مجدد قرار می دهد و با مطالعات Bajwa ۱۹۹۳، ماجدی وخادمی ۱۳۷۸ و فتحی و برزگر ۱۳۷۸ مطابقت داشت (جدول ۷).

جدول۷ – تأثیر تیمارهای مختلف بر میانگین غلظت پتاسیم در دانه (میکرو گرم بر گرم)*

	K0	K1	K2	K3	S1 میانگین	K0	K1	K2	K3	S2 میانگین	میانگین
Zn0	۰/۳۵ a	۰/۳۸ a	۰/۳۶ a	۰/۳۷ a	۰/۳۷ a	۰/۳۵ a	۰/۳۸ a	۰/۳۲ a	۰/۳۴ a	۰/۳۵ a	۰/۳۶ A
Zn 10	۰/۳۵ a	۰/۳۶ a	۰/۳۳ a	۰/۳۴ a	۰/۳۴ a	۰/۳۵ a	۰/۳۲ a	۰/۳۵ a	۰/۳۷ a	۰/۳۵ a	۰/۳۵ a
	۰/۳۵ a	۰/۳۷ a	۰/۳۴ a	۰/۳۶ a	۰/۳۶ a	۰/۳۵ a	۰/۳۵ a	۰/۳۳ a	۰/۳۵ a	۰/۳۵ a	

*میانگین های دارای حداقل یک حرف لاتین مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ هستند.

۳-۲- تأثیر تیمارهای مختلف بر میانگین غلظت روی در دانه: نتایج نشان داد که کاربرد پتاسیم اثر معنی داری بر غلظت روی در دانه نداشت اما کاربرد روی غلظت این عنصر در دانه را افزایش داد (جدول ۷). افزایش غلظت روی در دانه و در اندام های هوائی بر اثر کاربرد سولفات روی توسط محققین مختلف از جمله ضیائیان (۱۳۸۲) گزارش شده است.

جدول۸ – تأثیر تیمارهای مختلف بر میانگین غلظت روی در دانه (میکرو گرم بر گرم)*

	K0	K1	K2	K3	S1 میانگین	K0	K1	K2	K3	S2 میانگین	میانگین
Zn0	۲۷ a	۲۷ a	۲۹ a	۲۸ a	۲۸ a	۲۷ a	۲۹ a	۲۷ a	۲۹ a	۲۸ a	۲۸ A
Zn 10	۲۹ a	۳۳ a	۳۰ a	۲۹ a	۳۰ a	۳۱ a	۲۸ a	۳۰ a	۲۹ a	۳۰ a	۳۰ a
	۲۸ a	۳۰ a	۳۰ a	۲۹ a	۲۹ a	۲۹ a	۲۹ a	۲۹ a	۲۹ a	۲۹ a	

*میانگین های دارای حداقل یک حرف لاتین مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ هستند.

۳-۳- تأثیر تیمارهای مختلف بر میانگین جذب کل پتاسیم توسط دانه: بر اساس نتایج بدست آمده از این آزمایش کاربرد پتاسیم در مقایسه با شاهد سبب افزایش میزان جذب کل این عنصر توسط دانه گردید اما تفاوت فاحشی بین کاربرد سطوح مختلف پتاسیم مشاهده نگردید. به طوری که کاربرد پتاسیم میزان جذب کل این عنصر توسط دانه را از ۲۵ کیلوگرم در هکتار به حدود ۳۰ کیلوگرم در هکتار افزایش داد. اما کاربرد روی تاثیر فاحشی بر میزان کل جذب پتاسیم توسط دانه نداشت(جدول ۹). افزایش جذب کل پتاسیم توسط اندام های مختلف گیاهی بر اثر مصرف پتاسیم نیز توسط محققین مختلف گزارش شده است. ضیائیان و

www.SID.ir

Archive of SID

ملکوتی (۱۳۷۷) و ضیائیان (۱۳۸۲) گزارش نمودند که با توجه به این که جذب کل هر عنصر از جمله پتاسیم توسط یک اندام خاص متاثر از دو فاکتور غلظت آن عنصر در آن اندام از گیاه و میزان عملکرد آن اندام دارد، به همین دلیل هر عاملی که بتواند یک یا هر دو فاکتور را متاثر نماید می تواند میزان جذب کل آن عنصر را تحت تاثیر قرار دهد. در این آزمایش از آنجائی که کاربرد پتاسیم هر دو فاکتور غلظت و عملکرد را بالا برده است، بنابراین افزایش میزان جذب کل این عنصر توسط دانه طبیعی است.

جدول۹ – تأثیر تیمارهای مختلف بر میانگین جذب کل پتاسیم توسط دانه (کیلو گرم در هکتار)*

	S1					S2					میانگین
	میانگین	K3	K2	K1	K0	میانگین	K3	K2	K1	K0	
Zn0	۲۸ a	۳۲ a	۲۷ a	۲۷ a	۲۴ a	۲۵ a	۲۹ a	۲۶ a	۲۹ a	۲۴ a	۲۷ A
Zn 10	۲۸ a	۲۸ a	۳۰ a	۳۰ a	۲۵ a	۲۶ a	۲۸ a	۲۹ a	۲۹ a	۲۵ a	۲۸ a
	۲۸ a	۳۰ a	۲۹ a	۲۸ a	۲۵ a	۲۶ a	۲۹ a	۲۹ a	۲۹ a	۲۵ a	

*میانگین های دارای حداقل یک حرف لاتین مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ هستند.

۴ – کارائی زراعی تیمارهای مختلف مورد مطالعه: با توجه به نتایج بدست آمده (جدول ۱۱)، کارائی زراعی تیمارهای مورد مطالعه بررسی گردید. نتایج نشان داد که کلرید پتاسیم در تمام سطوح مصرفی بیشتر از سولفات پتاسیم بود اما در مجموع راندمان زراعی کلیه کودها پائین بود که این امر نشان از قابلیت جذب پائین این کودها در طول فصل زراعی می باشد. پخش سطحی پتاسیم قبل از کشت می تواند دلیلی بر پائین بودن کارائی مصرف کودهای حاوی پتاسیم باشد. Borges و Mallarino (۲۰۰۱)، Vyn و Janovicek (۲۰۰۱) و Yin و Vyn (۲۰۰۲) اعتقاد دارند که عدم جایگذاری مناسب کودهای پتاسیمی می تواند دلیلی بر عدم پاسخ و یا پاسخ کم گیاه به کاربرد کودهای پتاسیمی باشد. بر اساس گزارشات این محققین پخش سطحی کودهای پتاسیمی می تواند راندمان مصرف این کودها را پائین آورد در حالی که جایگذاری عمقی آن ها می تواند این راندمان را تا حد قابل قبولی افزایش دهد.

جدول ۱۰ – کارائی زراعی تیمارهای مختلف مورد مطالعه

تیمارها	عملکرد دانه (kg/ha)	کود مصرفی (kg/ha)	کارائی زراعی (٪)
K0	۷۳۴۱	۰	–
K1(SOP)	۸۱۹۰	۵۰	۱۷/۰
K2(SOP)	۸۴۶۹	۱۰۰	۱۱/۳
K3(SOP)	۸۲۴۶	۱۵۰	۶/۰
0	۶۹۴۸	۰	–
K1(MOP)	۷۸۳۵	۴۲	۲۱/۱
K2(MOP)	۸۳۸۶	۸۴	۱۷/۱
K3(MOP)	۸۴۱۴	۱۲۶	۱۱/۷
Zn0	۷۷۲۱	۰	–
Zn1	۸۲۳۶	۴۰	۱۲/۹

نتایج بدست آمده حاکی از عدم تاثیر معنی دار پتاسیم و روی بر غلظت و جذب پتاسیم توسط دانه و غلظت روی در دانه بود اما تاثیر تیمارهای مختلف بر جذب روی توسط دانه در سطح ۵٪ معنی دار بود. نتیجه این آزمایش، نتایج اخذ شده توسط الفتی را در سال ۱۳۷۱ مورد تائید مجدد قرار می دهد و با مطالعات Bajwa ۱۹۹۳، ماجدی و خادمی ۱۳۷۸، فتحی و برزگر ۱۳۷۸و الفتی۱۳۷۱ مطابقت داشت. الفتی (۱۳۷۱) در تحقیقی سه ساله تحت عنوان تاثیر مقادیر مختلف ازت، فسفر و پتاسیم روی تولید ذرت دانه ای در ایستگاه تحقیقاتی ماهیدشت به این نتیجه رسید که اثر کود پتاسیم تنها در مواردی که میزان پتاسیم قابل جذب کمتر از ۴۰۰

www.SID.ir

Archive of SID

میلی گرم در کیلوگرم بوده و برای عملکرد دانه بیشتر از پنج تن در هکتار قابل ملاحظه بود و میزان ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم را توصیه نمود. بر اساس گزارش Brown و همکاران (۱۹۹۳) در اثر کمبود روی تشکیل اندام های نر و دانه گرده آسیب دیده، عمل گرده افشانی مختل شده و در نتیجه عملکرد بشدت پایین می آید. این محققین علت امر را کاهش مقدار ایندول اسیتک اسید (IAA) ذکر نموده اند. با توجه به نتایج جدول ۱۱ کارائی زراعی کلرید پتاسیم در تمام سطوح مصرفی بیشتر از سولفات پتاسیم بود اما در مجموع راندمان زراعی کلیه کودها پائین بود که این امر نشان از قابلیت جذب پائین این کودها در طول فصل زراعی می باشد. از طرف دیگر ثابت شده است که ذرت در زمان بالاترین نیاز خود، روزانه به ۱۲ کیلوگرم در هکتار پتاسیم قابل استفاده نیاز مند می باشد که تامین این مقدار پتاسیم در هر روز از عهده کمتر خاک زراعی بویژه خاک زراعی تخلیه شده بر می آید. پس تحت چنین شرایطی در صورت عدم مصرف کودهای پتاسیمی عملکرد پائین خواهد بود. بایستی توجه نمود که در توصیه های کودی تنها در نظر گرفتن مقدار عنصر غذائی موجود در خاک برای توصیه کودی کافی نبوده و فاکتورهای دیگری از قبیل عملکرد مورد انتظار، درصد رس، ظرفیت تبادل کاتیونی و ... نیز بایستی مد نظر قرار گیرد (Krauss، ۱۹۹۷). Yin و Vyn (۲۰۰۲) اعتقاد دارند که میزات تاثیر کاربرد پتاسیم به عوامل مختلفی از جمله سطح اولیه پتاسیم خاک، میزان کود پتاسیم مصرفی، شدت انتشار پتاسیم در خاک، ظرفیت تثبت پتاسیم خاک و شرایط آب و هوائی منطقه بستگی دارد و تکیه کردن بر یک فاکتور تنها نمی تواند برای توصیه کودی ملاک باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

فهرست منابع References

۱. الفتی، م.۱۳۷۱. تاثیر مقادیر مختلف ازت، فسفر و پتاسیم در تولید ذرت دانه ای. مجله علمی و پژوهشی خاک و آب، جلد ۷ شماره ۱. انتشارات موسسه تحقیقات خاک وآب. تهران، ایران.

۲. امامی، ع. ۱۳۷۵. روش‌های تجزیه گیاه. نشریه فنی شماره ۱۸۲. چاپ اول.موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.

۳. فتحی، ق. ا. و ع. برزگر.۱۳۷۸. پتاسیم واثرات متقابل آن با جذب ازت بر روی محصول ذرت در خوزستان. همایش بین اللملی کاربرد متعادل کود وپاسخ گیاه به پتاسیم. موسسه تحقیقات خاک و آب – موسسه بین اللملی پتاسیم، تهران، ایران

۴. ضیائیان، ع. ح. ۱۳۸۲. نقش پتاسیم و روی بر تولید و پارامترهای رشد ذرت دانه‌ای، مقالات کلیدی هشتمین کنگره علوم خاک ایران، ۹ تا ۱۲ شهریور، دانشگاه گیلان، صفحات ۳۰۱ تا ۳۰۴.

۵. ضیائیان، ع. ح. و م. ج. ملکوتی. ۱۳۷۶. برسی آثار کودهای محتوی عناصر ریزمغذی و زمان مصرف آنها در افزایش تولید ذرت. اولین گردهمائی ملی کاهش مصرف سموم و استفاده بهینه از کودهای شیمیایی در کشاورزی، وزارت کشاورزی. کرج، ایران.

علی‌احیایی، م. و ع. ا. بهبهانی زاده.۱۳۷۳. شرح روش‌های تجزیهٔ شیمیایی خاک، جلد ۱، نشریه شماره ۸۹۳. موسسهٔ تحقیقات خاک و آب تهران، ایران، ۱۲۸ صفحه.

۶. ماجدی، م. ر. و ز. خادمی.۱۳۷۸. اثرات جایگذاری پتاسیم وفسفر روی محصول ذرت. همایش بین المللی کاربرد متعادل کود و پاسخ گیاه به پتاسیم. موسسه تحقیقات خاک وآب – موسسه بین المللی پتاسیم، تهران، ایران.

۷. هاشمی دزفولی، ا. ح، ع. کوچکی و م. بنایان. ۱۳۷۴. افزایش عملکرد گیاهان زراعی. (ترجمه)، چاپ دوم. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ایران.

8. Bajwa, M. 1993. Effect of potassium on crop yield and quality in Pakistan. K availability of soils in West Asia and North Africa. IPI-SWRI_Theran, Iran.

9. Borges, R. and A. P. Mallarino. 2001. Deep banding phosphorus and potassium fertilizers for corn managed with ridge tillage. Soil Sci. Soc. Am. J.: 65: 376-484.

10. Brown, P. H., I. Cakmak and Q. Zhang. 1993. Form and function of zinc in plants. pp. 93 – 106. In: A. D Robson (ed.). Zinc in soils and plants. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.

11. Kariminan, N. 1995. Effect of nitrogen and phosphorus on zinc nutrition of corn in a calcareous soil. J. of Plant Nutri. 18(10)226-221

12. Krauss, A.1999. Balanced fertilization: The key for sustainable crop production. International symposium on balanced fertilization and crop response to potassium. SWRI_ IPI, Theran, Iran.

13. Lartey, A., A. Manu, K. Brown, J. Peerson, and K.Dewey.1999. A randomized, community-based trial of the effect of improved, centrally processed complementary foods on growth and micronutrient status of Ghanaian infants. American Journal of Clinical Nutrition.70:3, 391-404

14. Mafton, M., and N. Karimian. 1980. Relative efficiency of two zinc sources for maize (Zea mays L.) in two calcareous soils from an arid area of Iran. Angronomia. 9: 771 –775.

15. Marschner, H.1995.Mineral nutrition of higher plants.2 nd ed.Academic Press.

16. Vyn, T. J. and K. J. Janovicek. 2001. Potassium placement and tillage system effects on corn response following long-term no till. Agron J. 93:487-495.

17. Yin, X. and T. J. Vyn. 2002. Residual effects of potassium placement and tillage system for corn on subsequent no-till soybean. Agron. J. 94:1112-1119.

www.SID.ir