Archive of SID

تعدیل اثرات تنش خشکی بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت تحت مصرف پتاسیم

رضا عزتمند[۱*]، محسن رشدی[۲]، نواب حاجی حسنی اصل[۳]، ناصر حسینی[٤] و سعید بداقی[٥]

۱- فرهیخته کارشناسی ارشد زراعت، واحد خوی، دانشگاه آزاد اسلامی، خوی، ایران، rezatmand@yahoo.com

۲- گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، واحد خوی، دانشگاه آزاد اسلامی، خوی، ایران

۳- عضو استعدادهای درخشان باشگاه پژوهشگران جوان، فرهیخته کارشناسی ارشد، واحد خوی، دانشگاه آزاد اسلامی، خوی، ایران

٤- عضو باشگاه پژوهشگران جوان، دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، واحد خوی، دانشگاه آزاد اسلامی، خوی، ایران

۵- عضو باشگاه پژوهشگران جوان، واحد سلماس، دانشگاه آزاد اسلامی، سلماس، ایران

چکیده

به منظور بررسی تاثیر پتاسیم در تعدیل اثرات تنش خشکی بر روی ذرت، آزمایشی به صورت طرح کرت‌های دو بار خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی طی سال ۱۳۸۷ در ایستگاه تحقیقات جهاد کشاورزی شهرستان خوی اجرا گردید. آبیاری به عنوان فاکتور اصلی شامل سه سطح (آبیاری پس از ۷۰، ۱۰۵ و ۱۴۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A)، رقم به عنوان فاکتور فرعی شامل دو رقم (۷۰۴ و ۶۶۶) و مصرف پتاسیم به عنوان فاکتور فرعی فرعی شامل سه سطح (عدم مصرف پتاسیم، مصرف بر اساس توصیه کودی و مصرف دو برابر توصیه کودی) بود. نتایج نشان داد که بین سطوح آبیاری از لحاظ تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف دانه و عملکرد بیولوژیک اختلاف معنی‌داری وجود داشت. به طوری که در تمام صفات مذکور تیمار آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر برتر از سایر تیمارها بود و تنش خشکی باعث کاهش آنها گردید. بین ارقام آزمایشی رقم ۷۰۴ از لحاظ اکثر صفات برتر از رقم ۶۶۶ بود. بین سطوح کودی عملکرد بیولوژیک، در مصرف برابر توصیه کودی و دو برابر توصیه کودی (۳۸۰ کیلوگرم در هکتار) برتر از سطح عدم مصرف کود پتاسیم بود. اثرات متقابل فاکتورهای آزمایشی بر وزن هزار دانه اثر معنی‌داری داشت.

واژه های کلیدی: ارقام ذرت، پتاسیم، تنش خشکی، وزن هزار دانه و عملکرد.

مقدمه

ذرت را گیاه دنیای جدید می‌گویند و تنها گیاه خانواده غلات است که در کشورهای آمریکایی تکامل یافته است. ذرت به عنوان یک غله پر محصول و یک گیاه غذایی بسیار مهم، علاوه بر کشت در کشورهای آمریکایی، در سایر نقاط جهان نیز به صورت وسیعی کشت می‌شود. با اینکه کشت ذرت از لحاظ سطح زیر کشت بعد از گندم و برنج قرار دارد (در میان غلات) اما از لحاظ تولید برابر حجم تولید هر یک از دو غله دیگر می‌باشد (راشد محصل و همکاران، ۱۳۷٦). کشور ایران در منطقه خشک و نیمه خشک کره زمین واقع شده است و متوسط نزولات سالانه آن ۲۳۰ میلی‌متر می‌باشد و پراکنش نزولات در این مناطق (خشک و نیمه خشک) اغلب منطبق با نیازهای زراعی

۱- آدرس نویسنده مسئول: شهرستان خوی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوی، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت.

* دریافت: ۸۹/۹/۱۴ و پذیرش: ۸۹/۱۲/۱۳

www.SID.ir

Archive of SID

نبوده و محصولات دچار تنش‌های خشکی ممتد و یا موقت می‌شوند، لذا بایستی با یک مدیریت مطلوب امکان استفاده بهینه از مناطق نیمه خشک را میسر نموده و به سطح زیر کشت و بازدهی این مناطق افزود (حیدری شریف‌آباد، ۱۳۸۳). کمبود آب خاک پدیده‌ای متداول در کشت گیاهان است و می‌تواند اثرات منفی قابل ملاحظه‌ای را بر رشد و نمو آن‌ها بگذارد. آن دسته از فرآیندهای گیاهی که به افزایش حجم سلول‌ها (فشارتورگر) وابسته هستند، حساسیت زیادتری به کمبود آب دارند. دو نمونه مهم از این فرآیندها عبارتند از تبادل گازی برگ که به حجم (فشار تورمی) سلول‌های محافظ وابسته است و افزایش سطح برگ به گسترش سلولی متکی می‌باشد. بازداری این فرآیندها در شرایط خشکی می‌تواند به افت قابل ملاحظه عملکرد منجر شود (سلطانی و همکاران، ۱۳۷۹). تنش خشکی هنگامی ایجاد می‌شود که رطوبت موجود در اطراف ریشه به حدی کاهش یابد که گیاه قادر به جذب آب کافی نباشد یا به عبارت دیگر زمانی که تعرق بیش از جذب آب باشد تنش خشکی حادث می‌شود (کوچکی و همکاران، ۱۳۷٦). عمده‌ترین صدماتی که در اثر کاهش آب در گیاهان بروز می‌کند عبارتند از: کاهش رشد، کاهش سطح فتوسنتز کننده، کاهش تولید مواد غذایی و افزایش تنفس گیاه می‌باشد (Fredrick et al., 1990). کاهش عملکرد ذرت بر اثر تنش بستگی به عواملی مثل مرحله نموی گیاه که در معرض تنش قرار گرفته، شدت و طول مدت تنش و میزان حساسیت رقم دارد (Ouottar et al., 1987). مرحله گرده افشانی و دو هفته پس از آن حساس‌ترین دوره این گیاه نسبت به تنش خشکی می‌باشد و در طی این مدت در بین اجزا عملکرد تعداد دانه‌ها در هر بلال به شدت کاهش می‌یابد (خدابنده، ۱۳۷۷). پس از گرده افشانی تنش آب دیگر اثری بر تعداد دانه‌های هر بلال نخواهد داشت ولی وزن هزار دانه را کاهش می‌دهد (Ouottar et al., 1987). تنش آب در زمان گل‌دهی می‌تواند به خروج کلاله‌ها از غلاف بلال صدمه بزند و باعث خشکی آنها شود و تعداد دانه تشکیل شده در بلال را کاهش دهد. تعداد دانه در بلال حساس‌ترین جزء عملکرد نسبت به کمبود آب است (Schussler and Westgate, 1991). پژوهشگران زیادی بیان نموده‌اند که تنش خشکی تعداد دانه را در بلال کاهش می‌دهد (Nesmith Sinclair et al., 1990 and Ritchie, 1992). بیشترین تاثیر تنش بر وزن هزار دانه طی دوره پرشدن دانه دیده می‌شود. وقتی که گیاهان در معرض تنش خشکی قرار می‌گیرند، برای اینکه از اثرات تنش خشکی فرار کنند اقدام به کوتاه کردن چرخه زندگی خود می‌کنند. بنابراین به دلیل کوتاه‌تر شدن طول دوره پرشدن دانه، وزن نهایی دانه‌ها کمتر می‌شود (Fredrick et al., 1990). پژوهشگران زیادی بیان نموده‌اند که تنش خشکی باعث کاهش وزن دانه می‌شود (Heatherly et al., 1990؛ Ouottar et al., 1987). کاهش وزن دانه در اثر کمبود آب بعد از گرده افشانی عمدتا به دلیل کاهش دوره پرشدن دانه می‌باشد (Westgate, 1994). Earl and Davis (۲۰۰۳) اثر منفی تنش خشکی بر عملکرد ذرت دانه‌ای را به دلیل کاهش سطح برگ و کاهش شاخص برداشت گزارش کرد. در آزمایش علیزاده و همکاران (۱۳۸٦) تنش رطوبتی در مرحله رویشی (T1) حدود ۱۷ درصد نسبت به آبیاری مطلوب یا شاهد کاهش عملکرد دانه را نشان داد که این مورد، در خصوص بروز تنش در مرحله ظهور گل نر و ۵۰ درصد در مرحله ظهور گل نر (T2)، حدود ۲۳ درصد کاهش عملکرد دانه را نشان داد. در مرحله بعد از گرده افشانی و شیری شدن دانه حدود ۹ درصد کاهش در عملکرد دانه را نشان داد. شاخص برداشت بیانگر چگونگی تسهیم مواد فتوسنتزی به اندام اقتصادی گیاه (دانه)، نسبت به کل ماد تولیدی ذخیره شده گیاه است. از دیدگاه عبدمیشانی و جعفری شبستری (۱۳٦۷) شاخص برداشت بیانگر توان ژنوتیپ در اختصاص دادن بیشتر مواد فتوسنتزی در جهت عملکرد اقتصادی (دانه) می‌باشد. پتاسیم یکی از ترکیبات اصلی پوسته زمین است. مقدار آن در لیتوسفر به طور متوسط ۲/۵۸ و در خاک حدود ۱/۲ درصد است. از نظر فراوانی عنصر،

www.SID.ir

Archive of SID

هفتمین و به عنوان عنصر غذایی برای گیاه نیز چهارمین عنصر معدنی در لیتوسفر به حساب می‌آید. پتاسیم به طور معمول فراوان‌ترین عنصر غذایی پر نیاز در ۱۵ سانتی‌متری لایه سطحی خاک است (Wang et al., 2000). پتاسیم مانند نیتروژن و فسفر جزء عناصر پر نیاز گیاه است و در داخل گیاه عنصری پویا می‌باشد که در صورت کمبود، به بافت‌های جوان زاینده گیاه منتقل می‌شود و علائمی را در گیاه ظاهر می‌سازد (ملکوتی و همایی، ۱۳۸۳). گیاهان پتاسیم مورد نیاز خود را به صورت یون K^+ و عمدتا از محلول خاک جذب می‌کنند (Tisdale et al., 1993). پتاسیم باعث فعال شدن حدود ٦٠ آنزیم گیاهی می‌شود از جمله فعال کننده آنزیم بوجود آورنده ATP می‌باشد و بر باز و بسته شدن روزنه‌ها نظارت پتاسیم عنصری است که مقاومت گیاهان را در برابر کم آبی، تحمل گیاه را نسبت به شوری و تنش رطوبتی افزایش داده و خاصیت انبارداری و کیفیت محصول را بالا می‌برد (ملکوتی، ۱۳۷۹). نیاز غذایی ذرت در مقایسه با سایر گیاهان زراعی از نظر ازت و فسفر و پتاسیم در سطح بالاتری قراردارد این گیاه در زمین‌های حاصلخیز محصول مناسبی می‌دهد ولی در اراضی فقیر از مواد غذایی عملکرد آن پایین می‌باشد. نیاز آن برای پتاسیم بیشتر از ازت می‌باشد. برای تولید ۱۰ تن ذرت در هکتار برداشت عناصر غذایی ازت، فسفر، پتاسیم، منیزیم و گوگرد به ترتیب ۱۵۰، ٤٠، ۲۰۰، ۳۰، ٤٠ کیلوگرم می باشد (ملکوتی و همکاران، ۱۳۷۹). Fusheng (۲۰۰٦) وظایف پتاسیم را چنین بیان کرد: فعال سازی آنزیم‌ها، افزایش دهنده فرآیند فتوسنتز، سنتز کربوهیدرات‌ها و نقل و انتقال کربوهیدرات‌های سنتز شده در فرآیند فتوسنتز، سنتز پروتئین‌ها، بهبودی و افزایش در مقاومت گیاهان به استرس‌ها، مقدار مناسب از پتاسیم می‌تواند کیفیت محصول را بهبود ببخشد. در آزمایشی Arquero و همکاران (۲۰۰٦) بیان نمودند که تنش آبی باعث افت در آبگیری برگ می‌شود که این امر نیز به نوبه خود باعث می‌شود که انتشار پتاسیم توسط کوتیکول مختل گردد. بنا به گزارش Krauss (۱۹۹٤) مقدار برداشت پتاسیم توسط ذرت حتی از نیتروژن بیشتر است. این نبات در طول روز حدود ۵ کیلوگرم در هکتار پتاسیم برداشت می‌کند که این مقدار برداشت در مقایسه با برداشت پتاسیم توسط بسیاری از نباتات بسیار بالا است. ضیائیان و ملکوتی (۱۳۸۲) نیز بیان نمودند که ذرت در زمان بالاترین نیاز خود روزانه به ۱۲ کیلوگرم در هکتار پتاسیم نیازمند است. در آزمایشی عملکرد بیولوژیکی در دو رقم گندم توسط تنش آبی تحت تاثیر قرار گرفت ولی تنش در تعداد سنبله‌ها تاثیری نداشت و تیمار با کلرید پتاسیم در بیولوژی و محصول گندم‌ها تاثیری نداشت. برای افزایش کمی و کیفی محصولات زراعی به خصوص انواع غلات، افزایش تحمل گیاهان زراعی برنج و گندم نسبت به بیماری‌ها و کم‌آبی، مصرف پتاسیم در خاک‌هایی که پتاسیم آنها کمتر از ۲۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم می‌باشد، توصیه می‌شود (قاسمی، ۱۳۸٦). Mohammadian و همکاران (۲۰۰٤) در آزمایشی که اثرات تنش آبی و کود پتاسیم را بر عملکرد ارقام ذرت علوفه‌ای مورد بررسی قرار داده بودند، چنین نتیجه‌گیری شده است، علیرغم اینکه ارقام مورد بررسی از نظر صفات تعداد روز تا ظهور گل تاجی و کاکل تفاوت بسیار معنی‌داری با یکدگیر داشتند، لیکن از نظر میانگین ارتفاع بوته، ارتفاع بلال و تعداد کل برگ در بوته، تفاوت غیر معنی‌داری نشان دادند. همچنین سطوح مختلف کود پتاسیم و اثرات متقابل بین تیمارها از نظر صفات مورد بررسی تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. ایشان بیان نمودند که کاربرد پتاسیم تاثیرات مثبتی بر روی میزان محصول و کارآیی مصرف آب داشت، در حالتی که تنش خشکی در شرایط نرمال یا متوسط بوده است. اگر میزان پتاسیم کاهش یابد، روزنه‌ها به طور مطلوب به وظایف خود عمل نمی‌کنند و فرآیند فتوسنتز را مختل کرده و میزان نسبی آب بافت را به هم می‌زند. نتایج آزمایش محمدی و فرزان (۱۳۸٦) بر روی تاثیر مصرف پتاسیم و روی بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا چیتی رقم تلاش نشان داد که مصرف پتاسیم بر وزن ۱۰۰ دانه، تعداد دانه در غلاف و عملکرد دانه اثر مثبتی داشت ولی بر تعداد غلاف

www.SID.ir

Archive of SID

در بوته اثری نداشت. تحقیقات Sangakkara (۱۹۹٦) نشان داد که مصرف کود پتاسیم در لوبیا منجر به افزایش رشد ریشه گردید و با مصرف پتاسیم وزن خشک ریشه افزایش می‌یابد. Csatho (۱۹۹۳) در آزمایشی بر عملکرد گندم به این نتیجه رسید که کود پتاسیم سبب افزایش عملکرد دانه گندم به میزان ٦۰۰ کیلوگرم در هکتار گردید. کرمی و همکاران (۱۳۸٤) بیان نمودند که مصرف پتاسیم باعث اثر مثبت بر عملکرد دانه، شاخص‌های رشد و افزایش کیفیت دانه‌های کلزا می‌گردد. نادری عارفی و همکاران (۱۳۸٦) در بررسی تاثیر مقادیر مختلف کود و پتاسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا در شرایط معتدل سرد بیان نمودند که مصرف پتاسیم باعث افزایش شاخص سطح برگ، ارتفاع بوته، عملکرد ماده بیولوژیک، تعداد غلاف در مترمربع، وزن هزار دانه و وزن هزار دانه افزایش یافت ولی تعداد دانه در غلاف و شاخص برداشت تحت تاثیر تیمار مصرف پتاسیم قرار نگرفتند. در آزمایش خیام باشی و همکاران (۱۳۸٦) مصرف پتاسیم تاثیر معنی‌داری بر عملکرد علوفه سورگوم نداشت ولی عملکرد در تیمارهای مختلف مصرف پتاسیم به طور متوسط بین ۲ تا ۱۰ درصد افزایش نشان داد. در این آزمایش سعی بر این گردد تا میزان اثرات تنش خشکی بر ذرت توسط مصرف مقادیر متفاوتی از پتاسیم تعدیل یافته و به مقدار محصول ما آسیب کمتری برسد.

مواد و روش ها

این تحقیق با عنوان تعدیل اثرات تنش خشکی بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت تحت تأثیر مصرف پتاسیم در سال ۱۳۸۷ در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان خوی اجرا گردید. این مرکز در عرض جغرافیای ۳۸ درجه و ۳۳ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ٤٤ درجه و ۵۵ دقیقه شرقی واقع شده و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۱۰۳ متر می‌باشد. خاک مزرعه دارای بافت لومی رسی بوده و از نظر مواد آلی فقیر می‌باشد. فاکتورهای آزمایشی شامل آبیاری به عنوان فاکتور اصلی در سه سطح (۵ ± ۷۰ میلی‌متر، ۵ ± ۱۰۵ میلی‌متر و ۵ ± ۱٤۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A)، دو رقم ذرت (۷۰٤ و ٦٦٦) به عنوان فاکتور فرعی و میزان کود پتاسیم (شاهد ‹عدم مصرف کود›، مصرف بر اساس آزمون خاک و مصرف به میزان دو برابر آزمون خاک) به عنوان فاکتور فرعی فرعی انتخاب گردیدند. کلرور پتاسیم و سولفات پتاسیم دو کود پتاسیمی مورد مصرف هستند. قبل از کشت از کود کلرور پتاسیم استفاده کردیم و سپس در مرحله دوم که پتاسیم به صورت سرک مورد استفاده قرار گرفت، از کود سولفات پتاسیم استفاده نمودیم. این تحقیق بر اساس طرح کرت‌های دوبار خرد شده (Split-Split Plot) در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار به اجرا درآمد. زمین مورد استفاده در این تحقیق، در سال قبل زیر کشت گندم قرار داشت که تابستان سال قبل برداشت شده بود. تهیه زمین شامل شخم، دیسک و فارو در مزرعه اعمال و سپس با توجه به نقشه کشت تقسیم بندی گردید. هر کرت فرعی شامل ٤ خط کاشت به طول ۵ متر و فاصله خطوط کشت از هم ٦۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها بر روی خطوط کشت ۲۲ سانتی‌متر و تراکم تقریبی ۸۰ هزار بوته در هکتار بود. توصیه کودی طبق جدول تجزیه خاک مزرعه آزمایشی و مصرف کودی آن به صورت نواری در ۵ سانتی‌متر پایین‌تر از بذور کاشته شده توزیع گردید. تاریخ کاشت ۱۷ خرداد ماه در نظر گرفته شد. برای اندازه‌گیری صفات، از داخل کرت‌ها با حذف حاشیه‌ها ۸ بوته مجاور هم به صورت تصادفی برداشت گردید. سپس صفات در این ۸ بوته به دقت مورد سنجش قرار گرفتند. صفات اندازه‌گیری شده شامل موارد زیر می‌باشند: تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف بلال، تعداد دانه در بلال، عمق دانه در بلال، وزن هزار دانه؛ عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت. برای ارزیابی و تجزیه و تحلیل آماری صفات نیز از نرم افزار آماری MSTATC استفاده شد. نمودارها نیز با استفاده از نرم افزار Excel ترسیم شد.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج و بحث

ارتفاع بوته: ارتفاع بوته در سطح احتمال یک درصد بین ارقام مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری با هم داشت (جدول ۱). طبق جدول مقایسه میانگین‌ها رقم ۷۰٤ با میانگین ارتفاعی برابر با ۲۲۸/٤ تر، دارای ارتفاع بیشتری نسبت به رقم ٦٦٦ با میانگین ارتفاع ۲۱۱/٤ سانتی‌متر می‌باشد (جدول ۲). به نظر می‌رسد رشد رویشی طولانی رقم ۷۰٤ باعث افزایش تعداد میان گره‌ها و فاصله بین گره‌ها گردیده که در نهایت ارتفاع بوته بیشتری را در این رقم در پی دارد. سایر فاکتورهای آزمایشی و اثرات متقابل بین آنها از لحاظ ارتفاع بوته اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نشان ندادند (جدول ۱).

تعداد ردیف در بلال: هیچ یک از تیمارهای اعمال شده و اثرات متقابل بین آنها بر صفت تعداد ردیف دانه در بلال تاثیر معنی‌داری نداشتند (جدول ۱). در این مورد می‌توان چنین نتیجه گرفت که تعداد ردیف دانه در بلال مستقل از تیمارهای فوق عمل می‌کند و این تیمارها بر روی این شاخص هیچ تاثیری ندارند.

تعداد دانه در ردیف بلال: تاثیر تیمارهای مختلف آبیاری بر تعداد دانه در ردیف در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار گردید (جدول ۱). طبق جدول مقایسه میانگین تیمارهای آبیاری پس از ۱۰۵ و ۱٤۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر اثر کاهشی بر روی تعداد دانه در ردیف بلال‌ها داشته و به ترتیب با میانگین ٤۰/۳ و ٤۰/۱ عدد دانه در هر ردیف در یک سطح آماری و بعد از تیمار آبیاری شاهد با میانگین ٤٥/۱٦۱ عدد دانه در هر ردیف قرار گرفتند (جدول ۱). به نظر می‌رسد تامین آب کافی در تیمار آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر توانسته حداکثر گرده افشانی دانه‌ها و بالاترین تعداد ردیف دانه در بلال را تولید نماید. زیرا که وجود آب و ارسال آسیمیلات کافی به سمت اندام‌های زایشی (بلال) می‌تواند در گرده افشانی مطلوب گل‌ها و جلوگیری از عدم تلقیح آنها نقش بسزایی داشته باشد. در تحقیق علیزاده و همکاران (۱۳۸٦) بیشترین تعداد دانه در ردیف بلال مربوط به آبیاری مطلوب بود و پس از آن تیمارهای تنش خشکی در مرحله دانه‌بندی و تنش خشکی در مرحله رویشی قرار دارند. نتایج آزمایش Mcpherson and Boyer (۱۹۷۷) نیز مشابه نتایج فوق می‌باشد. علت اصلی کاهش تعداد دانه در ردیف را کاهش در طول و ضخامت بلال در اثر بروز تنش خشکی دانسته‌اند. تاثیر رقم نیز بر روی تعداد دانه در ردیف در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). بر اساس جدول ۲ رقم ۷۰٤ با دارا بودن میانگین ٤۳/٤ عدد دانه در هر ردیف در سطح آماری بالاتری نسبت به رقم ٦٦٦ با ٤۰/۳ عدد دانه قرار گرفت (جدول ۲). با توجه به وجود رابطه مستقیم بین طول بلال و تعداد ردیف دانه در بلال و عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین دو رقم از لحاظ طول بلال به نظر می‌رسد احتمال بالا بودن درصد کچلی در انتهای بلال‌های رقم ٦٦٦ باعث کاهش تعداد دانه در ردیف بلال این رقم شده است. چنان‌چه در جدول ۱ مشاهده می‌گردد، سایر تیمارها و اثرات متقابل بین آنها بر روی تعداد دانه در ردیف تاثیر نداشته و مابین فاکتورها اثر معنی‌داری دیده نمی‌شود.

تعداد دانه در بلال: تاثیر تیمارهای مختلف آبیاری بر تعداد دانه در بلال در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۱). بر طبق جدول مقایسه میانگین تیمارهای آبیاری پس از ۱۰۵ و ۱٤۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر اثر کاهشی بر تعداد دانه در بلال داشته و به ترتیب با میانگین ٥۸۰/٦ و ٥۹۱/٤ عدد دانه در هر بلال در یک سطح آماری قرار گرفتند و تیمار آبیاری بدون اعمال تنش با میانگین ٦۸۲/۹ عدد دانه در بلال در سطح آماری بالاتری از سایر تیمارها قرار دارد (جدول ۲). عملکرد نهایی دانه در واقع حاصل‌ضرب تعداد دانه در وزن دانه می‌باشد. به نظر می‌رسد تعداد دانه جزء مهم‌تر و قابل تغییرتری نسبت به وزن دانه باشد (علیزاده و همکاران، ۱۳۸٦). Poneleit و همکاران (۱۹۸۰) بیان کردند که وزن دانه در تنظیم عملکرد جزء فعال است اما نسبت به جزء دیگر عملکرد یعنی تعداد دانه از حساسیت کمتری برخوردار است. تعداد دانه در بلال حساس‌ترین جزء

www.SID.ir

Archive of SID

عملکرد نسبت به کمبود آب است (Schussler and Westgate, 1991). محققین زیادی کاهش تعداد دانه در بلال را در تنش خشکی گزارش نموده‌اند (Sinclair et al., 1990; Nesmith and Ritchie. 1992). در ذرت، در مرحله قبل از گرده افشانی، تنش رطوبتی مانع طویل شدن کلاله و نمو گلچه‌ها می‌شود که این نیز به نوبه خود سبب کاهش تعداد دانه خواهد شد (Edmeads et al., 2000; Otegui and Andrade, 2000). طبیعی است که با نامساعد شدن شرایط در سطوح آبیاری تحت تنش (آبیاری بعد از ۱۰۵ و ۱۴۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر) درصد عقیم شدن دانه‌های گرده و عدم گرده افشانی کامل گل‌ها افزایش یابد و این مسئله در نهایت منجر به کاهش تعداد دانه در بلال گردد. در این آزمایش نیز چنین وضعیتی را در سطوح آبیاری پس از ۱۰۵ و ۱۴۰ میلی‌متر تبخیر مشاهده گردید. اثر رقم بر تعداد دانه در بلال در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). بر اساس جدول مقایسه میانگین رقم ۷۰۴ با دارا بودن میانگین ۶۵۰/۹ عدد دانه در هر بلال در سطح آماری بالاتری نسبت به رقم ۶۶۶ با ۵۸۶/۰ عدد دانه می‌باشد (جدول ۲). Schussler and Westgate (۱۹۹۱) بیان داشت تنش آب در زمان گل‌دهی می‌تواند به خروج کلاله‌ها از غلاف بلال صدمه بزند و تعداد دانه تشکیل شده در بلال را کاهش دهد. تعداد دانه در بلال حساس‌ترین جزء عملکرد نسبت به کمبود آب است. همچنین پژوهشگران زیادی نتایج فوق را تایید نموده‌اند (Sinclair et al., 1990; Nesmith and Ritchie. 1992; Schussler and Westgate, 1991). تاثیرات سایر تیمارها بر تعداد دانه در بلال (جدول ۱) در هیچ سطحی معنی‌دار نبود و نشان می‌دهد که سایر تیمارها و اثرات متقابل آنها بر روی این خصوصیت تاثیر چندانی نداشته‌اند.

عمق دانه در بلال: سطوح مختلف تنش بر عمق دانه در بلال در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار گردید (جدول ۱). بنا به جدول ۲ تاثیر کاهشی آبیاری پس از ۱۴۰ میلی-متر تبخیر از تشت تبخیر بر عمق دانه با میانگین ۲۰/۰ میلی‌متر بیشتر از سایر تیمارها بود. سپس بیشترین تاثیر در کاهش عمق دانه، متعلق به تیمار آبیاری پس از ۱۰۵ میلی-متر تبخیر از تشت تبخیر و کمترین تاثیر متعلق به آبیاری شاهد به ترتیب با میانگین ۲۰/۸ و ۲۱/۳ میلی‌متر می‌باشد. این مسئله اهمیت تامین آب را برای افزایش اندازه دانه (عمق) نشان می‌دهد که یکی از عوامل موثر در ارسال مواد فتوسنتزی بسوی دانه‌ها، تامین آب کافی برای گیاه می‌باشد (جدول ۲). تاثیر رقم بر عمق دانه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). بر اساس جدول مقایسه میانگین رقم ۷۰۴ با میانگین ۲۱/۶ میلی‌متر عمق دانه در سطح آماری بالاتری نسبت به رقم ۶۶۶ با ۱۹/۹ میلی‌متر عمق دانه قرار گرفت. عمق دانه از جمله صفاتی است که می‌تواند با وزن هزار دانه و میزان ارسال مواد فتوسنتزی به دانه‌ها در مرحله پرشدن دانه ارتباط داشته باشد، پس عمق دانه بالای رقم ۷۰۴ حاکی از ارسال کامل مواد فتوسنتزی به دانه‌های آن داشته است (جدول ۲). در جدول ۱ بین سایر تیمارها تاثیر معنی‌داری بر روی عوق دانه در بلال مشاهده نشد.

عملکرد دانه: تاثیر تیمار آبیاری بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج نشان داد که سطوح آبیاری پس از ۱۴۰ میلی‌متر تبخیر و ۱۰۵ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر به ترتیب با میانگین عملکرد ۱۱۶۷۷ و ۱۱۴۳۰/۹ کیلوگرم در هکتار در یک گروه آماری قرار داشتند و تیمار شاهد با میانگین عملکرد ۱۳۶۸۴/۴ کیلوگرم در هکتار در گروه آماری بالاتری نسبت به سایر تیمارها قرار داشت (جدول ۲). نظر به این‌که عملکرد دانه هدف نهایی تولید در محصولات زراعی دانه‌ای می‌باشد، لذا رعایت نکات به زراعی از جمله آبیاری به موقع و تامین نیازهای آبی ذرت در دستیابی به عملکردی مطلوب می‌تواند نقش بسزایی داشته باشد. در این تحقیق نیز ثابت شد که تنظیم آبیاری‌ها بر اساس ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر عملکرد ذرت دانه‌ای را تا ۱۴ تن در هکتار ارتقا داد. چون تامین در بهبود خصوصیات اندام‌های اقتصادی (دانه) از اهمیت بسزایی برخوردار است. محققین بسیاری نیز بر این نکته اشاره کرده‌اند که تنش خشکی باعث کاهش عملکرد می‌گردد.

www.SID.ir

Archive of SID

سایر تیمارهای اعمال شده و اثرات متقابل بین آنها اثر معنی‌داری بر روی عملکرد دانه از خود نشان ندادند (جدول ۱).

وزن هزار دانه: تاثیر رقم بر وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که رقم ۷۰٤ با میانگین ۲۹٤/۱ گرم در سطح آماری پایین‌تری نسبت به رقم ٦٦٦ با میانگین ۳۱۵/٤ گرم قرار گرفت (جدول ۲). طبق جدول ۱ تیمار کودی پتاسیم بر وزن هزار دانه در سطح آماری پنج درصد معنی‌دار بود. در مقایسه میانگین وزن هزار دانه تیمار عدم مصرف پتاسیم با میانگین ۲۹٦/۱ گرم در گروه آماری آخر قرار گرفت و مصرف طبق توصیه کودی و دو برابر توصیه کودی با میانگین ۳۰۸/۱ و ۳۱۰/۱ گرم در یک گروه آماری قرار داشته و دارای بالاترین وزن هزار دانه می‌باشند (جدول ۲). اثر متقابل آبیاری در پتاسیم بر وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بر این اساس و بررسی نتایج نمودار ۱ بیشترین وزن هزار دانه مربوط به تیمار آبیاری شاهد و عدم مصرف پتاسیم می‌باشد که معادل با ۳۲۷/۸ گرم می‌باشد. کمترین میزان (۲۸۱/۰ گرم) وزن هزار دانه نیز متعلق به تیمار آبیاری پس از ۱٤۰ میلی‌متر تبخیر و مصرف پتاسیم برابر با توصیه کودی می‌باشد. بالا بودن وزن هزار دانه تیمار آبیاری پس از ۱٤۰ میلی‌متر تبخیر با مصرف ۲ برابر کود پتاسیم توصیه شده حاکی از تاثیر مثبت مصرف پتاسیم اضافی بر وزن دانه و ارسال مواد فتوسنتزی کافی به آنها حتی تحت شرایط تنش رطوبتی دارد. پس مصرف پتاسیم زیاد تحت شرایط تنش خشکی می‌تواند در خنثی نمودن اثرات کمبود آب به خصوص بر روی اجزاء عملکردی مثل وزن هزار دانه تاثیر گذار باشد. سایر فاکتورها و اثرات متقابل آنها بر وزن هزار دانه در هیچ سطحی تاثیر معنی‌داری نداشتند (جدول ۱). علت عدم معنی‌دار بودن تنش خشکی بر روی وزن هزار دانه را می‌توان چنین بیان کرد که، چون آبیاری‌ها بر اساس تبخیر از سطح مزرعه بود و با مراحل رشدی گیاه کاری نداشت، لذا این احتمال وجود دارد که در کرت‌هایی که در آنها تنش اعمال می‌شد، آبیاری مصادف با مرحله پرشدن دانه‌ها بود و این حالت باعث شده است که تنش اعمال شده بر روی وزن هزار دانه تاثیر چندان و معنی‌داری نداشته است.

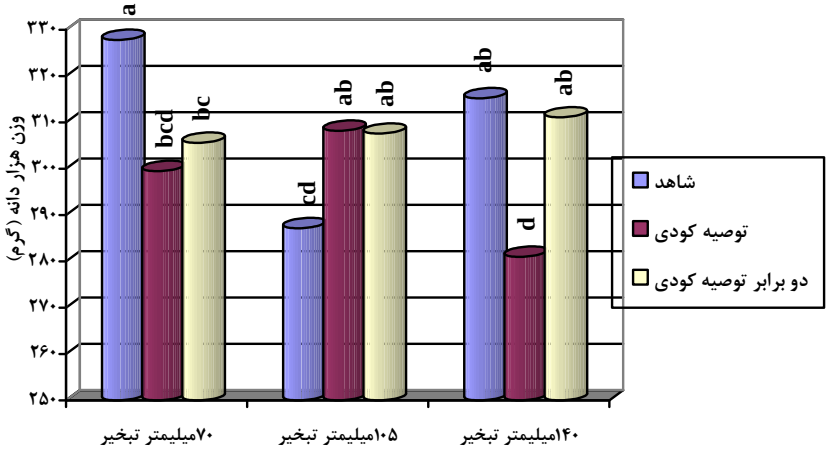
عملکرد بیولوژیک: تاثیر فاکتور آبیاری بر عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار می‌باشد (جدول ۱). طبق جدول ۲ حداکثر عملکرد بیولوژیک (وزن اندام‌های هوایی) در تیمار آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر با ۲۵٤/٤ گرم در مترمربع مشاهده گردید و با افزایش فاصله آبیاری‌ها و کاهش آب مصرفی در طول فصل رشد از وزن خشک اندام‌های هوایی کاسته شد، به طوری‌که حداقل عملکرد بیولوژیک در سطوح آبیاری پس از ۱۰۵ و ۱٤۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر به میزان ۲۱۲۰ و ۲۱۱۵/۵ گرم در مترمربع حاصل شد. این مسئله بیانگر اهمیت تامین آب برای تجمع ماده خشک در اندام‌های گیاهی می‌باشد و در صورت وقوع تنش از عملکرد آنها کاسته می‌شود. Earl and Davis (۲۰۰۳) با اعمال تنش روی ذرت نشان داد که عملکرد بیولوژیکی به طور معنی‌داری نسبت به حالت نرمال کاهش داد. پژوهشگران دیگری نیز نشان دادند تنش رطوبتی عملکرد بیولوژیکی گیاه ذرت را کاهش می‌دهد (Boyer, 1996; Schussler and Westgate, 1991; Dwyer et al., 1992). تاثیر رقم بر روی عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۱). بر اساس جدول مقایسه میانگین رقم ۷۰٤ با دارا بودن میانگین ۲۱۵۱/۱ گرم در مترمربع در سطح آماری بالاتری نسبت به رقم ٦٦٦ با ۲۱۷۰/۷ گرم در مترمربع قرار دارد (جدول ۲). تیمار کود پتاسیم بر عملکرد بیولوژیک در سطح آماری پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). در مقایسه میانگین صورت گرفته، مصرف کود به میزان دو برابر توصیه با میانگین عملکرد ۲۳۵۵/۷ گرم در مترمربع در بالاترین سطح قرار دارد، ولی عدم مصرف کود پتاسیم با وزن ۲۱۳۲/۰ گرم در مترمربع در سطح آماری آخر قرار دارد. مصرف برابر توصیه کودی با عملکرد بیولوژیکی برابر ۲۲۹۵/۰ گرم در مترمربع در گروه آماری مابین قرار دارد (جدول ۲). طبق

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱ بین سایر تیمارها و اثرات متقابل آنها تاثیر معنی‌داری بر عملکرد بیولوژیک مشاده نگردید.

شاخص برداشت: بر اساس جدول ۱ تاثیر رقم بر روی شاخص برداشت در سطح آماری یک درصد معنی‌دار می‌باشد. جدول مقایسه میانگین ۲ نشان داد شاخص برداشت در رقم میان رس ٦٦٦ با میانگین ٥٤/٢ درصد در گروه آماری بالاتر و رقم دیررس ۷۰٤ با میانگین ۵۲/۰ درصد در گروه آماری پایین قرار گرفت (جدول ۲). رقم ۷۰٤ به علت داشتن زمان کافی برای رشد، زمان و انرژی زیادتری را صرف تولید ساقه و برگ می‌کند، ولی رقم ٦٦٦ که یک واریته میان رس است، به علت داشتن زمان کمتری برای توسعه ساقه و برگ، انرژی کمتری برای توسعه اندام‌های هوایی صرف می‌کند و بدین خاطر نسبت دانه به اندام‌های هوایی که همان شاخص برداشت نیز می‌گویند، در این رقم بیشتر می‌باشد. تنش رطوبتی تولید مواد فتوسنتزی در گیاه کاهش می‌یابد و هم انتقال مواد دانه دچار مشکل می‌شود. شاید انتقال مواد به دانه مستقیما تحت تاثیر قرار نمی‌گیرد اما کوتاه شدن دوره پر شدن دانه موجب کاهش شاخص برداشت می‌گردد (علیزاده و همکاران، ۱۳۸٦). همچنین ایشان بیان نموده‌اند که بروز تنش رطوبتی در مرحله رویشی موجب افزایش شاخص برداشت شده است. این امر را Bolanos, (۱۹۹۵) نیز بیان کرده است.



نمودار ۱- اثرات متقابل آبیاری و مصرف کود بر وزن هزار دانه ذرت

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- میانگین مربعات آزمایشی برای صفات اندازه‌گیری شده در ذرت

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		ارتفاع بوته	تعداد ردیف در بلال	تعداد دانه در ردیف	تعداد دانه در بلال	عمق دانه در بلال	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
تکرار	۲	۵۵۲/۱۹۰	۴/۲۹۵	۳۳/۴۵۴	۲۰۵۴۴/۷۳۸	۱۸/۳۷۷	۳۷۳۰/۸۴۶	۲۱۶۱۵۳۶۳/۸۵۲	۵۶۶۹۳۴/۶۵۴	۴/۵۲۸
آبیاری	۲	۴۸۹۹/۷۲۹	۰/۸۳۶	۱۴۸/۹۲۲*	۵۶۸۴۱/۰۱۰**	۷/۲۰۹*	۵۱۹/۰۲۰	۲۷۵۰۵۳۲۹/۲۴۱*	۱۱۰۰۶۷۴/۹۱۴**	۱۰/۱۷۸
اشتباه ۱	۴	۱۲۶۴/۴۶۷	۰/۲۷۵	۸/۵۶۵	۲۸۹۴/۲۲۷	۰/۸۶۹	۲۲۷/۷۴۳	۲۵۴۸۰۱۲/۳۸۰	۱۵۰۲۸/۴۰۹	۱۵/۱۶۰
رقم	۱	۳۸۹۴/۷۰۳**	۰/۹۳۴	۱۲۵/۷۳۶*	۵۷۵۹۱/۳۳۸**	۳۹/۱۰۰*	۶۱۲۰/۵۵۵**	۸۶۴۸۰/۰۱۹	۴۳۹۵۷۷/۱۶۰**	۲۴۴/۹۰۷**
آبیاری × رقم	۲	۴۱/۳۰۸	۱/۳۲۴	۶/۲۰۱	۱۵۰۱/۹۸۷	۱/۴۰۶	۲۵۴/۲۶۲	۵۳۴۶۲۳/۴۶۳	۲۱۰۳۷/۹۳۷	۲/۶۶۵
اشتباه ۲	۶	۱۰۳/۳۵۹	۰/۹۳۶	۱۷/۹۲۵	۲۸۴۷/۵۳۴	۶/۵۸۲	۹۴/۱۵۹	۱۶۴۸۸۴۲/۶۴۸	۲۲۵۵۷/۶۱۰	۹/۱۵۱
تیمار پتاسیم	۲	۹۱/۰۹۹	۰/۲۹۶	۱۸/۱۲۵	۲۶۶۰/۱۳۴	۳/۹۲۹	۱۰۱۰/۵۷۹*	۴۷۷۶۱۹۰/۷۴۱	۲۴۱۰۱۸/۰۶۲*	۵/۶۳۱
آبیاری × پتاسیم	۴	۲۴۵/۳۳۲	۰/۳۰۸	۱۲/۰۰۹	۶۹۴۴/۴۳۶	۱/۳۷۶	۱۶۳۹/۶۱۲**	۲۷۷۲۷۹۵/۴۸۵	۴۲۳۴۶/۷۴۴	۲۳/۱۹۳
رقم × پتاسیم	۲	۷۸/۰۸۳	۰/۶۳۱	۷/۵۵۶	۲۸۹۶/۲۲۲	۲/۳۰۸	۵۵۰/۷۲۶	۲۸۹۷۲۹۰/۲۹۶	۸۵۱۵۱/۵۵۷	۱۰/۶۱۴
آبیاری× رقم × پتاسیم	۴	۱۷۰/۱۵۵	۰/۸۶۵	۴/۵۳۹	۶۴۴۳/۹۹۷	۱/۱۷۴	۶۹/۱۴۶	۲۱۲۶۸۹۳/۷۴۱	۶۵۶۹۱/۰۶۶	۱۶/۰۵۰
اشتباه ۳	۲۴	۱۷۷/۳۱۸	۱/۰۴۲	۱۷/۲۴۲	۹۲۵۸/۱۶۲	۳/۱۲۴	۲۴۵/۵۴۶	۴۳۷۱۶۸۲/۴۲۶	۵۸۱۲۹/۷۰۴	۲۳/۳۳۱
ضریب تغییرات (درصد)		۶/۰۶	۶/۸۴	۹/۹۲	۱۵/۵۶	۸/۵۳	۵/۱۴	۱۷/۰۵	۱۰/۶۶	۸/۹۳

* و ** به ترتیب: معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- مقایسه میانگین مربعات آزمایشی در صفات اندازه‌گیری شده در ذرت

منابع تغییرات	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد ردیف در بلال	تعداد دانه در ردیف	تعداد دانه در بلال	عمق دانه در بلال (میلی‌متر)	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (گرم در مترمربع)	شاخص برداشت (درصد)
آبیاری									
پس از ۷۰ میلیمتر تبخیر	۲۳۸/۰ a	۱۵/۲ a	۴۵/۲ a	۶۸۲/۹ a	۲۱/۳ a	۳۱۰/۹ a	۱۳۶۸۴/۴ a	۲۵۴۶/۴ a	۵۳/۶ a
پس از ۱۰۵ میلیمتر تبخیر	۲۱۶/۱ a	۱۴/۸ a	۴۰/۳ b	۵۸۰/۶ b	۲۰/۸ ab	۳۰۱/۰ a	۱۱۴۳۰/۹ b	۲۱۲۰/۸ b	۵۳/۸ a
پس از ۱۴۰ میلیمتر تبخیر	۲۰۵/۶ a	۱۴/۸ a	۴۰/۱ b	۵۹۱/۴ b	۲۰/۰ b	۳۰۲/۴ a	۱۱۶۷۷/۰ b	۲۱۱۵/۵ b	۵۵/۰ a
اعداد هر ستون که دارای حروف مشترک هستند از نظر آماری اختلاف معنی‌داری باهم ندارند.									
رقم									
رقم ۷۰۴	۲۲۸/۴ a	۱۵/۱ a	۴۳/۴ a	۶۵۰/۹ a	۲۱/۶ a	۲۹۴/۱ b	۱۲۳۰۴/۱ a	۲۱۵۱/۱ a	۵۲/۰ b
رقم ۶۶۶	۲۱۱/۴ b	۱۴/۸ a	۴۰/۳ b	۵۸۶/۰ b	۱۹/۹ b	۳۱۵/۴ a	۱۲۲۲۴/۱ a	۲۱۷۰/۷ b	۵۴/۲ a
اعداد هر ستون که دارای حروف مشترک هستند از نظر آماری اختلاف معنی‌داری باهم ندارند.									
تیمار کودی									
عدم مصرف پتاسیم	۲۱۹/۰ a	۱۴/۸ a	۴۰/۸ a	۶۰۶/۷ a	۲۰/۵ a	۲۹۶/۲ b	۱۱۶۷۳/۷ a	۲۱۳۲/۰ b	۵۴/۵ a
مصرف برابر توصیه کودی	۲۱۸/۳ a	۱۵/۱ a	۴۱/۹ a	۶۳۰/۹ a	۲۱/۲ a	۳۰۸/۱ a	۱۲۴۹۶/۵ a	۲۲۹۵/۰ ab	۵۴/۴ a
دو برابر توصیه کودی	۲۲۲/۵ a	۱۴/۹ a	۴۲/۸ a	۶۱۷/۳ a	۲۰/۴ a	۳۱۰/۱ a	۱۲۶۲۲/۱ a	۲۳۵۵/۷ a	۵۳/۵ a
اعداد هر ستون که دارای حروف مشترک هستند از نظر آماری اختلاف معنی‌داری باهم ندارند.									

www.SID.ir

Archive of SID

فهرست منابع:

۱- خدابنده، ن. ۱۳۸٤. غلات. انتشارات دانشگاه تهران. چاپ هشتم. ۵۳۷ صفحه.

خیام باشی، ب.، ا. ر. اخوتیان اردکانی و غ. ر. سعادتمند. ۱۳۸٦. تاثیر شوری، نیتروژن و پتاسیم بر عملکرد سورگوم علوفه‌ای. مجموعه مقالات دهمین کنگره علوم خاک ایران، کرج. ص ۸۰۰- ۷۹۹.

۲- حیدری شریف‌آباد، ح. ۱۳۸۳. جذب آب و تعرق. انتشارات کمیته ملی خشکی و خشکسالی کشاورزی. ۱۹٤ ص.

۳- راشد محصل، م. ح.، م. عبدی و ع، ملا فیلابی. ۱۳۷٦. زراعت غلات. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ص ۱۱۹ – ۱۲۱.

٤- سلطانی، ا.، ف. رحیم زاده.، ک. قاسمی و م. مقدم. ۱۳۷۹. واکنش تعرق و رشد برگ نخود به کمبود آب. مجله دانش کشاورزی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز. ۱۰ (۱): ص ۱۵- ۹.

۵- ضیائیان، ع و م. ج. ملکوتی. ۱۳۸۲. نقش مدیریت بهینه کود در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت ذرت. مصرف بهینه کود راهی برای پایداری در تولیدات کشاورزی (مجموعه مقالات). نشر آموزش کشاورزی، معاونت آموزش و تجهیز نیروی انسانی. سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی. ٤۸ ص.

٦- عبدمیشانی، س و ج. جعفری شبستری. ۱۳٦۷. ارزیابی ارقام گندم برای مقاومت به خشکی. مجله علوم کشاورزی ایران. ۱۹ (۱ و ۲): ص ٤۲- ۳۷.

۷- علیزاده، ا.، ا. مجیدی.، ح. ا. نادیان.، ق. نور محمدی و م. ر. عامریان. ۱۳۸٦. اثر تنش خشکی و کود نیتروژن بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت دانه‌ای. مجله علمی پژوهشی علوم کشاورزی. ۱۳ (۲): ص ٤۲۷- ٤۳٦.

۸- قاسمی، ا. ۱۳۸٦. اثر کود پتاسیم بر عملکرد گندم. کارشناسی ناظر گندم شهرستان میانه. ۱۲ ص.

۹- کرمی، ع.، ج. نیازی و ه. شیرازی. ۱۳۸٤. تاثیر منتبع، مقادیر و زمان کاربرد پتاسیم بر خصوصیات کمی و کیفی کلزا. خلاصه مقالات نهمین کنگره علوم خاک ایران، تهران. ص ۳۵.

۱۰- کوچکی، ع.، ح. شریفی و ا. زند. ۱۳۷٦. رابطه آب و خاک در گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۵٦۰ ص.

۱۱- محمدی، م و م. فرزان. ۱۳۸٦. تاثیر مصرف پتاسیم و روی بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا چیتی رقم تلاش. مجموعه مقالات دهمین کنگره علوم خاک ایران، کرج. ص ۹۰۹- ۹۰۷.

۱۲- ملکوتی، م. ج. ۱۳۷۹. کمبود پتاسیم در محصولات زراعی استراتژیک به روایت تصویر و روش‌های درمان آن. نشریه فنی شماره ۸۱. نشر آموزش کشاورزی تهران، ایران. ۵۷ ص.

۱۳- ملکوتی، محمد جعفر و غیبی، محمد نبی. ۱۳۷۹. تعین حد بحرانی عناصر غذایی موثر در خاک گیاه و میوه. شماره ثبت در مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی ۷۸/۱٦۷.

۱٤- ملکوتی، م. ج و م. همایی. ۱۳۸۳. حاصلخیزی خاک‌های مناطق خشک ((مشکلات و راه حل‌ها)) انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. تهران. ۱۸۵ ص.

۱۵- نادری عارفی، ع.، ع. ا. بخشنده.، ح. ا. نادیان.، خ. عالمی سعید و م. ح. قرینه. ۱۳۸٦. بررسی تاثیر مقادیر مختلف گوگرد و پتاسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا در شرایط معتدل سرد. مجموعه مقالات دهمین کنگره علوم خاک ایران، کرج. ص ٦۱۰- ٦۰۹.

16- Arquero, O., D. Barranco, and M. Benlloch. 2006. Potassium starvation increases stomata conductance in olive trees. Horticulture Science. 41: 433- 436.

17- Bolanos, J. 1995. Physiology basis for yield difference in selected maize cultivars from center America. Field Crop Research. 42: 69- 80

18- Boyer, J. S. 1996. Advances in drought tolerance in plant Adv. Agronomy Journal. 56: 187- 217.

www.SID.ir

Archive of SID

19- Csatho, P. 1993. Factors influencing K- fertilizer effects. Ph.D Thesis, Budapest. Pp: 99.
20- Dwyer, L. M., D. W. Stewait, and M. Tollennar. 1992. Analysis of maize leaf photosynthesis under drought. Canadian Journal of Plant Science. 72: 477- 481.
21- Edmeads, G. O., A. Bolanos., J. M. Elings., J. M. Ribaut., M. Banzinger, and M. E. Westgate. 2000. The role and regulation of the anthesis- silking intervals in maize. Physiology and Modeling Kernal Set in Maize. CSSA: 43- 73.
22- Earl, H. J. and R. F. Davis. 2003. Effect of drought stress on leaf and whole canopy radiation use efficiency and yield of maize. Agronomy Journal. 95: 688- 696.
23- Fredrick, J. R., F. E. Below, and J. D. Hesketh. 1990. Carbohydrate, nitrogen and dry matter of maize hybridsunder drought stress. Accumulation and partitioning Botany. 66: 407-415.
24- Fusheng. L. 2006. Potassium and water interaction. International workshop on soil potassium and K fertilizer management. China. Pp: 197.
25- Heatherly, L. G., R. A. Wesley, and C. D. Elmore. 1990. Corn, sorghum and soybean response to the irrigation in the Mississippi river alluvial plain. Crop Science. 30: 665- 672.
26- Krauss, A. 1994. Potassium in soils dynamic and availability. Iran agro food export promotions center, Tehran. Pp: 42.
27- Mcpherson, H. G. and J. S. Boyer. 1977. Regulation of grain yield by photosynthesis in maize subjected to water deficiency. Agricultural Journal. 69: 714- 718.
28- Mohammadian, R., M. Ahmadian, and S. Ghalebis. 2004. Effects of potassium application under different irrigation intervals on yield and water use efficiency of two genotypes pf sugar beet in furrow irrigation. Journal of Sugar Beet. 20: 55- 72.
29- Nesmith, D. S. and J. T. Ritchie. 1992. Short and long term responses of corn to a pre-anthesis soil water deficit. Agricultural Journal. 84: 107- 113.
30- Otegui, M. E. and F. R. Andrade. 2000. New relationships between light interception, ear growth, and kernel set in maize. Pp: 89- 102. In M. E. Westgate and K. J. Boote (ed.) Physiology and modeling kernel set in maize. CSSA, Madison, WI.
31- Ouottar, S. R., R. J. Jones, and R. K. Crookston. 1987. Effects of water deficit during grain filling on the pattern of maize kernel growth and development. Crop Science. 27: 726-730.
32- Poneleit, C. G., D. B. Egli., P. L. Cornelius, and D. A. Reicosky. 1980. Variation and association of kernel growth characteristics in maize population. Crop Science. 20: 766-770.
33- Sangakkara, U. R. 1996. response of bean (Phaselous Vulgaris L.) to rate and ratio of potassium fertilizer application. Pertanika Journal of Tropical Agriculture Science. 19 (1): 6-67.
34- Schussler, J. R. and M. E. Westgate. 1991. Maize kernel set at low water potential. I, sensitivity to reduced assimilates during early kernel growth. Crop Science. 31: 1189-1195.
35- Sinclair, T., R. D. M. Bennetto, and R. O. Muchow. 1990. Relative sensivity of grain yield and biomass accumulation to drought in field grown maize. Crop Science. 30: 690- 693.
36- Tisdale, S. L., W. L. Nelson, and J. D. Beaton. 1993. Soil fertility and fertilizers. Fourth edition. Pp: 754. Machmillan publishing company. NY.
37- Wang, J. G., F. S. Zhang., X. L. Zhang, and Y. P. Cao. 2000. Release of potassium from K-bearing minerals: effect of plant roots under P deficiency. Nutrient- Cycling-in-Agro ecosystems. 56 (1): 45- 52.
38- Westgate, M. E. 1994. Water status development of the maize endosperm and embryo during drought. Crop Science. 34:76-83.

www.SID.ir