اثر نسبت‌های مختلف کودهای دامی و شیمیایی و تنش خشکی انتهای فصل رشد بر خصوصیات کمّی و کیفی جو

مهدی بابائیان [۱]، یاسر اسماعیلیان [۲]، احمد قنبری [۳] و احمد احمدیان [۲]

چکیده

به منظور بررسی اثر تنش خشکی و نسبت‌های مختلف کودهای دامی و شیمیایی بر خصوصیات کمّی و کیفی جو، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده و در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ در مزرعه‌ی تحقیقاتی دانشگاه زابل انجام گرفت. تیمار تنش خشکی در مرحله‌ی پر شدن دانه (S_1) و شاهد (S_2)، به عنوان فاکتور اصلی و تیمار نسبت‌های مختلف کودهای دامی و شیمیایی، به صورت: ۱۰۰ درصد کود دامی (N_1)، ۱۰۰ درصد کود شیمیایی (N_2)، ۵۰ درصد کود دامی + ۵۰ درصد کود شیمیایی (N_3)، ۷۵ درصد کود دامی + ۲۵ درصد کود شیمیایی (N_4) و شاهد (N_0) به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج این تحقیق نشان داد که اعمال تنش خشکی در مرحله‌ی پر شدن دانه در زراعت جو بر کلیه‌ی صفات عملکرد و اجزای عملکرد دانه، به جز صفت وزن سنبله اثر معنی‌داری داشت. در بین تیمارهای نسبت‌های کودی، بیشترین مقدار عملکرد دانه در تیمارهای N_3 و N_4 و بیشترین مقدار عملکرد بیولوژیکی در تیمار N_3 به‌دست آمد. در بین صفات مورد بررسی، صفات تعداد دانه در سنبله و وزن سنبله تحت تاثیر تیمارهای کودی قرار نگرفتند. تنش خشکی در مرحله‌ی پر شدن دانه هیچ اثر معنی‌داری بر غلظت عناصر موجود در دانه‌ی جو نداشت، اما نسبت‌های کودی اثر معنی‌داری بر غلظت عناصر روی و منگنز دانه جو داشت به‌طوری‌که بیشترین مقدار غلظت دو عنصر روی و منیزیم دانه‌ی جو در تیمار ۱۰۰ درصد کود دامی (N_1) به‌دست آمد.

واژگان کلیدی: تنش خشکی، جو، کود دامی، کود شیمیایی، عملکرد.

۱- دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیروان و عضو باشگاه پژوهشگران جوان (نگارنده‌ی مسئول) mahdi-bbn@yahoo.com
۲- دانشجوی دکتری زراعت دانشگاه زابل
تاریخ دریافت: ۸۸/۸/۹
۳- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه زابل
تاریخ پذیرش: ۸۹/۳/۱۰

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

کمبود آب یکی از عوامل محدود کننده‌ی تولید گیاهان زراعی است (۲۲). در بسیاری از مناطق خشک و نیمه خشک دنیا که ایران نیز جزو آن به شمار می‌رود، خشکی از مهم‌ترین عوامل کاهش دهنده‌ی رشد و عملکرد گیاهان زراعی می‌باشد (۱). شدت اثر تنش خشکی به مرحله‌ی رشد گیاه و مدت زمان دوام خشکی بستگی دارد. رشد و نمو گیاه در هر مرحله از دوره‌ی رشد تحت تأثیر تنش خشکی قرار می‌گیرد اما شدت و طبیعت خسارت حاصله، ظرفیت بازیافت گیاه و میـزان صدمه به عملکرد به مرحله‌ی نموی از گیاه که با تنش مواجه شده است، بستگی دارد. برای مثال، یک دوره تنش خشکی در مرحله‌ی رویشی می‌تواند عملکرد یک گیاه علوفه‌ای را بسیار بیشتر از گیاه دانه‌ای کاهش دهد، در صورتی که گیاه دانه‌ای در مرحله‌ی زایشی و پرشدن دانه، زمانی که تعداد دانه و وزن آن تعیین می‌گردد، بسیار حساس است (۲۳). زمان وقوع تنش خشکی در مناطق مختلف و در طول فصل زراعی متفاوت است. ممکن است تنش خشکی، فقط در اوایل و یا در اواخر فصل رشد رخ دهد و یا در طول فصل زراعی به طور پیوسته وجود داشته باشد، اما شدت آن در تغییر باشد (۴). بابائیان و همکاران (۱) اعلام کردند که اعمال تنش خشکی در مرحله‌ی پر شدن دانه در مقایسه با مراحل گلدهی و رشد رویشی، به شدت عملکرد دانه و وزن هـزار دانه‌ی آفتـــابگردان را کاهش می‌دهد.

جو جزو گیاهان متحمل به خشکی به حساب می‌آید و در مناطق خشک و نیمه خشک که بارندگی برای گندم کافی نیست، جو جایگزین گندم می‌شود (۲۰). در مدیریت پایدار خاک، توجه به حفظ تـوازن عناصر غذایی و حفظ حاصل‌خیزی آن مهم است و باید عناصر غذایی که توسط اندام‌های گیاهی از زمین خارج می‌شود، از طریق کودهای آلی و شیمیایی به زمین برگردانده شود (۱۴). در مطالعه‌ی شیرانی و همکاران (۲۵) تأثیر کود گاوی روی وزن مخصوص ظاهری، ماده‌ی آلی و هدایت هیدرولیکی اشباع خاک و افزایش عملکرد ماده‌ی خشک ذرت معنی‌دار بود. نتایج آزمایش‌های افوسو و همکاران (۱۸) در غنا نشان داد، کود دامی باعث افزایش ارتفاع گیاه، ماده‌ی خشک و محتوای کلروفیل برگ‌های جو بهاره شد. هم‌چنین، کود دامی اثر معنی‌داری بر افزایش غلظت عناصر، خصوصاً میزان نیتروژن در بافت‌های مختلف گیاه جو داشت.

اولسن و همکاران (۱۹) گزارش نمودند استفاده از کود دامی باعث افزایش عملکرد جو می‌شود. میرلوحی و همکاران (۵) در یک بررسی چند ساله در مورد اثر تیمارهای مختلف کودی بر عملکرد جو گزارش کردند که کاربرد کود آلی به ویژه در مقادیر زیاد باعث بهبود کلیه‌ی صفات و در نهایت عملکرد بیشتر جو گردید. ورود مواد آلی به خاک باعث افزایش عناصر غذایی خاک و قابلیت جذب آنها توسط گیاه، افزایش تعادل نیتروژنی و کارآیی جذب فسفر می‌شود. هم‌چنین، کود دامی در بهبود خلل و فرج خاک و افزایش تحمل گیاه به فلزات سنگین مؤثر است (۷). نتایج

Archive of SID

www.SID.ir

آزمایشی در مورد تأثیر کودهای دامی و شیمیایی بر روی جو نشان داد که کاربرد کود دامی عملکردهای مشابهی نسبت به تیمارهای کود شیمیایی داشتند (۱۳). نتایج تحقیقات دلکاستیلو و هاردن (۱۰) نشان دادند حلالیت روی و کادمیم در یک خاک لومی تیمار شده با کود حیوانی تا حدود ۱۰۰ ٪ افزایش یافت. آنها دلیل این افزایش را کاهش pH خاک در اثر فرآیند نیترات سازی، افزایش قدرت یونی و مواد آلی محلول ذکر کردند. می‌توان کارآیی کودهای دامی را با کاربرد توأم کودهای شیمیایی و آلی بهبود بخشید و با بازیافت مواد قابل استفاده‌ی کود دامی و تولید انرژی از کود دامی نیاز انرژی را به حداقل رسانده و استفاده از مواد شیمیایی را کاهش داد. هم‌چنین، این نکته باید مورد توجه قرار گیرد که کود دامی حاوی عناصر کلسیم، منیزیم، آهن، روی، مس و گوگرد می‌باشد که می‌تواند مورد استفاده‌ی گیاه قرار گیرد (۲۱). نتایج آزمایشی دیگر بر روی جو نشان می‌دهد که استفاده از کود دامی باعث افزایش جذب عناصر توسط گیاه و افزایش عملکرد دانه و تولید ماده‌ی خشک می‌شود (۱۲).

با توجه به این که ارقام جو در مناطق نیمه خشک در مراحل انتهایی رشد خود با تنش خشکی مواجهه می‌شوند و نظر به اهمیت تعیین سیستم‌های بهینه‌ی تغذیه‌ی گیاه با مصرف تلفیقی کودهای آلی و شیمیایی، این تحقیق با رویکرد کشاورزی ارگانیک و با هدف بررسی اثر تنش خشکی در مراحل انتهایی رشد و نیز بررسی اثر تلفیق نسبت‌های مختلف کودهای آلی و معدنی، بر خصوصیات کمی و کیفی جو انجام شد.

مواد و روش‌ها

این بررسی در سال زراعی ۸۷- ۱۳۸۶ در مزرعه‌ی تحقیقاتی سد سیستان دانشگاه زابل با طول جغرافیایی ۶۱ درجه و ۳۱ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۵۵ دقیقه شمالی و ارتفاع ۴۸۱ متری از سطح دریا در خاکی با بافت لوم - شنی واقع در ۱۵ کیلومتری شهر زابل انجام شد. نتایج حاصل از تجزیه‌ی شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول (۱) ارایه شده است.

بر اساس آمار ایستگاه هواشناسی منطقه، نیز میانگین دراز مدت (۳۰ ساله) بارندگی در منطقه، ۶۳ میلی‌متر، میزان تبخیر سالیانه به طور متوسط ۵۰۰۰ -۴۵۰۰ میلیمتر، میانگین ۳۰ ساله‌ی درجه حرارت منطقه ۲۳ درجه‌ی سانتی‌گراد و حداقل حرارت ۷- درجه می‌باشد (۱).

این آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. در این آزمایش عامل اصلی اعمال تنش خشکی بود که شامل: قطع آبیاری در مرحله‌ی پرشدن دانه (S_1)، و شاهد (S_2) و عامل فرعی نسبت‌های مختلف کودهای دامی و شیمیایی در ۴ سطح شامل:۱۰۰٪ کود دامی (۶۰ تن در هکتار) (N_1)، ۱۰۰٪کود شیمیایی (سولفات آمونیوم ، سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم به‌ترتیب به مقدار۲۵۰، ۲۰۰ و ۱۰۰کیلوگرم در هکتار) (N_2)، ۵۰٪ کود دامی +۵۰ ٪ کود شیمیایی (N_3)، ۷۵٪ کود دامی + ۲۵٪ کود شیمیایی (N_4) و عدم مصرف کودهای آلی و شیمیایی (N_0) بود. تمام تیمارهای کودی (کود گاوی) پیش از کشت اعمال گردید. مقدار کود

Archive of SID

www.SID.ir

دامی مورد استفاده در تیمار ۱۰۰٪ به میزان عرف منطقه و به مقدار ۶۰ تن در هکتار استفاده شد. نتایج تجزیه‌ی شیمیایی کود گاوی پوسیده در جدول (۲) ارایه گردیده است.

در تیمار ۱۰۰٪ کود شیمیایی، بر اساس آزمایش‌های خاک مزرعه و تعیین نیاز کودی خاک به میزان لازم از کودهای حاوی نیتروژن، فسفر و پتاس استفاده شد. ابعاد هر کرت ۲×۳ متر، فاصله‌ی بین کرت‌های فرعی ۱ متر و فاصله‌ی بین کرت‌های اصلی ۲ متر در نظر گرفته شد. رقم جو مورد استفاده، رقم محلی سیستان بود که با تراکم ۲۵۰ بوته در متر مربع با فاصله‌ی بین ردیف ۲۰ سانتی‌متر کشت شد. در طول دوره‌ی آزمایش، گیاهان به‌وسیله‌ی سیفون آبیاری شدند و دور آبیاری بر اساس ۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A تا قبل از مرحله‌ی پر شدن دانه در نظر گرفته شد. برای اعمال تنش خشکی در مرحله‌ی پر شدن دانه، قطع آبیاری تا زمان ۱۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر ادامه یافت (۱)، پس از آن آبیاری دیگری انجام نشد و بلافاصله برداشت محصول در تاریخ ۲۸ فروردین ۱۳۸۷ صورت گرفت.

صفات گیاهی اندازه‌گیری شده در این آزمایش شامل عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، وزن هزاردانه، وزن سنبله، تعداد دانه در سنبله، شاخص برداشت و در بخش خصوصیات کیفی غلظت عناصر آهن، روی و منگنز و منیزیم موجود در دانه جو بودند. به منظور اندازه‌گیری این صفات، در زمان رسیدگی کامل دانه‌ها از هر کرت با حذف اثر حاشیه از یک متر وسط هر کرت، شامل ۴ ردیف جو، برداشت صورت گرفت و نمونه‌ها به آزمایشگاه انتقال یافت. عملکرد بیولوژیک، وزن هزار دانه و وزن سنبله به کمک ترازوی دیجیتال با دقت یک هزارم گرم اندازه‌گیری شدند. غلظت عناصر آهن، روی و منگنز و منیزیم موجود در دانه با دستگاه جذب اتمی بر اساس ppm اندازه‌گیری گردید. در نهایت داده‌های حاصل با استفاده از نرم افزار MSTATC تجزیه و مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام گرفت.

نتایج و بحث

اجزای عملکرد دانه

تنش خشکی و نسبت‌های کودهای دامی و شیمیایی اثر معنی‌داری بر وزن هزار دانه‌ی جو داشت (جدول ۳). اعمال تنش خشکی وزن هزار دانه‌ی جو را به میزان ۹/۷۵ درصد نسبت به شاهد (عدم اعمال تنش خشکی) کاهش داد (جدول ۴). نتایج تحقیقات انجام گرفته بر روی جو (۲۰) و گندم (۲۶) نشان می‌دهد، اعمال تنش در مرحله‌ی پر شدن دانه باعث کاهش انتقال مواد به دانه در این مرحله می‌شود و طول دوره‌ی پر شدن دانه را کاهش می‌دهد. این موضوع موجب کاهش وزن هزار دانه در اثر تنش خشکی در مرحله‌ی دانه‌بندی می‌گردد. نتایج تحقیقات دیگر بر روی گندم نشان می‌دهد وقوع تنش خشکی در طی پر شده دانه به‌ویژه اگر با گرما همراه باشد می‌تواند موجب تسریع پیری، کاهش دوره‌ی پر شدن دانه و کاهش وزن دانه گردد (۹ و ۲۸). نتایج تحقیقات دیگر بر روی آفتابگردان نیز نشان می‌دهد اعمال تنش خشکی در مرحله‌ی پر شدن دانه، وزن هزار دانه را در آفتابگردان کاهش

Archive of SID

www.SID.ir

می‌دهد (۱۱ و ۲۷). در بین تیمارهای نسبت‌های کودی، بیشترین مقدار وزن هزار دانه‌ی جو در تیمارهای N_3 (۵۰ درصد کود دامی + ۵۰ درصد کود شیمیایی)، N_4 (۷۵ درصد کود دامی + ۲۵ درصد کود شیمیایی) و N_2 (۱۰۰ درصد کود شیمیایی) ملاحظه گردید. این تیمارها از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند (جدول ۴). در این بین افزایش مقدار وزن هزار دانه نسبت به شاهد در تیمار N_3 (۵۰ درصد کود دامی + ۵۰ درصد کود شیمیایی) به میزان ۱۴/۸۷ درصد، در تیمار N_4 (۷۵ درصد کود دامی + ۲۵ درصد کود شیمیایی) به میزان ۱۲/۹۶ درصد و در تیمار N_2 (۱۰۰ درصد کود شیمیایی) به میزان ۱۲/۳۲ درصد مشاهده گردید. در بین تیمارهای کودی، کمترین میزان وزن هزاردانه در تیمارهای N_1 (۱۰۰ درصد کود دامی) و N_5 (عدم مصرف کود) مشاهده شد (جدول ۴). نتایج تحقیقی در ذرت نیز نشان می‌دهد که استفاده از تیمارهای تلفیقی کودهای دامی و شیمیایی باعث افزایش وزن هزار دانه در این گیاه می‌شود (۱۶).

تیمارهای تنش خشکی و نسبت‌های کودی هیچ اثر معنی‌داری بر وزن سنبله‌ی جو نداشتند، اثر متقابل آنها نیز بر این صفت معنی‌دار نشد. تعداد دانه در سنبله تحت تأثیر تنش خشکی در مرحله‌ی پر شدن دانه قرار گرفت، در حالی که نسبت‌های کودی اثر معنی‌داری بر این صفت نداشتند (جدول ۳). تنش خشکی در مرحله‌ی پر شدن دانه باعث کاهش انتقال مواد فتوسنتزی به دانه شده و موجب می‌گردد دانه‌ها در سنبله به صورت چروکیده درآیند که در نهایت قبل از مرحله‌ی برداشت، ریزش این دانه‌ها باعث کاهش تعداد دانه در سنبله می‌گردد. نتایج تحقیقات انجام شده روی گیاه کلزا نشان می‌دهد مهم‌ترین اجزای عملکرد که تحت تأثیر تنش خشکی در مرحله‌ی زایشی قرار می‌گیرند، شامل تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه می‌باشند (۸).

عملکرد دانه

تنش خشکی و نسبت‌های کودهای دامی و شیمیایی اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه‌ی جو داشت (جدول ۳). بیشترین میزان عملکرد دانه‌ی جو در تیمار S_2N_3 (عدم اعمال تنش و ۵۰٪ کود دامی + ۵۰٪ کود شیمیایی) با میانگین ۵۲۸۱ کیلوگرم در هکتار ملاحظه گردید و پس از آن تیمار S_2N_4 (عدم اعمال تنش و ۷۵٪ کود دامی + ۲۵٪ کود شیمیایی) با میانگین ۴۳۶۴ کیلوگرم در هکتار و تیمار S_2N_2 (عدم اعمال تنش و ۱۰۰٪ کود شیمیایی) با میانگین ۳۵۶۸ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد و کمترین مقدار عملکرد دانه در تیمار S_1N_5 (تنش در مرحله‌ی پر شدن دانه و عدم مصرف کود دامی و شیمیایی) با میانگین ۱۲۳۶ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد (جدول ۵). اولسن و همکاران (۱۹) با آزمایش تأثیر کود دامی بر روی غلات زمستانه به این نتیجه رسیدند که کود دامی مورد استفاده باعث افزایش قابل توجه عملکرد دانه‌ی جو می‌شود. هم‌چنین، میرلوحی و همکاران (۵) در یک بررسی چند ساله در مورد اثر تیمارهای مختلف کودی بر عملکرد جو گزارش کردند که کاربرد کود آلی به ویژه در مقادیر زیاد، باعث بهبود کلیه‌ی صفات و در نهایت عملکرد بیشتر جو گردید.

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج آزمایش مارکوتی و همکاران (۱۳) نیز در مورد تأثیر کودهای دامی و شیمیایی بر روی جو نشان داد که کاربرد کود دامی عملکردهای مشابهی (و یا حتی بیشتری) نسبت به تیمارهای کود شیمیایی داشتند. استفاده از سیستم تلفیقی کود دامی و شیمیایی باعث می‌شود کود شیمیایی در ابتدای دوره‌ی رشد، عناصر غذایی مورد نیاز برای رشد گیاه را فراهم کند و پس از آن در طول دوره‌ی رشد با معدنی شدن تدریجی نیترات کود دامی، گیاه از نیتروژن آزاد شده در طول دوره‌ی رشد استفاده نماید. کود دامی محتوی اکثر عناصر مورد نیاز گیاه برای رشد می‌باشد و میزان این عناصر در کود دامی متفاوت و به نوع، سن حیوان، منابع غذایی و روش کاربرد کود در مزرعه بستگی دارد، لذا در مجموع می‌توان گفت که استفاده از سیستم تغذیه‌ای با ترکیب کود دامی و کود شیمیایی باعث افزایش عملکرد محصول می‌گردد (۳).

عملکرد بیولوژیک

اعمال تنش خشکی و هم‌چنین کاربرد نسبت‌های مختلف کودهای دامی و شیمیایی اثر معنی‌داری بر عملکرد بیولوژیک جو داشت، هم‌چنین اثر متقابل آنها نیز بر عملکرد بیولوژیک جو معنی‌دار بود (جدول ۳). سالمی و افیونی (۲) در تحقیقات خود مشاهده کردند که تنش خشکی عملکرد بیولوژیک را در گندم کاهش می‌دهد. با توجه به این که تنش خشکی در مرحله‌ی پر شدن دانه اعمال گردیده است، در عمل گیاه تقریباً به مراحل انتهایی رشد خود رسیده و بنابراین تنش خشکی در این مرحله نمی‌تواند اثر چندانی بر عملکرد بیولوژیک گیاه داشته باشد، در صورتی که عملکرد دانه در این مرحله شکل می‌گیرد و بروز خشکی به هنگام پر شدن دانه باعث کاهش طول دوره‌ی پر شدن دانه می‌گردد و این موضوع باعث می‌شود که عملکرد دانه به شدت تحت تأثیر تنش خشکی قرار گیرد (۲۶).

نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان می‌دهد هم‌چون عملکرد دانه تیمار S_2N_3 (عدم اعمال تنش و مصرف ۵۰٪ کود شیمیایی + ۵۰٪ کود دامی) با میانگین۱۳۵۱۲کیلوگرم در هکتار بیشترین مقدار عملکرد بیولوژیک جو را به خود اختصاص داده است و پس از آن تیمارهای S_2N_2 (عدم اعمال تنش و مصرف ۵۰٪ کود دامی + ۵۰٪ کود شیمیایی) و S_2N_4 (عدم اعمال تنش و مصرف ۷۵٪ کود دامی + ۲۵٪ کود شیمیایی) به‌ترتیب با میانگین ۱۰۸۹۱ و ۱۰۵۳۳ کیلوگرم در هکتار در رتبه‌ی دوم قرار گرفتند (جدول ۵). نتایج آزمایش‌های انجام گرفته توسط افوسو و همکاران (۱۸) بر روی جو نشان می‌دهد، کود دامی باعث افزایش ارتفاع گیاه و ماده‌ی خشک جوی بهاره شد. نتایج آزمایشی در غنا نیز نشان می‌دهد که کود دامی باعث افزایش ارتفاع گیاه، ماده‌ی خشک و محتوای کلروفیل برگ‌های جوی بهاره شد (۱۸). با مطالعه‌ی اثر کاربرد کودهای دامی و شیمیایی بر گیاه ذرت در کشور ژاپن نشان داده است که کاربرد متوالی کود دامی و شیمیایی، باعث رشد زیاد گیاهان و افزایش عملکرد علوفه گردیده است. در این آزمایش علی‌رغم این‌که مصرف کود نیتروژن به میزان حدود دوسوم کاهش یافته ولی عملکرد محصول کاهش معنی‌داری نداشته است (۱۷). احمد و

Archive of SID

www.SID.ir

جبین (۶) گزارش کردند که کاربرد کود آلی باعث افزایش ارتفاع گیاه، قطر ساقه و عملکرد بیولوژیک آفتابگردان گردید، این افزایش به دلیل بهبود ساختمان خاک و در نتیجه افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک، تهویه‌ی خوب و زهکشی مناسب بود که رشد ریشه را گسترش داده و جذب مواد غذایی را ارتقا می‌دهد (۲۴).

شاخص برداشت

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۳) نشان می‌دهد که تیمار تنش خشکی و نسبت‌های کودی اثر معنی‌داری بر شاخص برداشت جو دارد. اعمال تنش خشکی در مرحله‌ی پر شدن دانه همانند دیگر صفات باعث کاهش شاخص برداشت در مقایسه با تیمار شاهد گردید (جدول ۴). علت کاهش شاخص برداشت در اثر تنش خشکی می‌تواند بدین سبب باشد که خشکی در مرحله‌ی پر شدن دانه، عملکرد دانه را به شدت کاهش می‌دهد، در صورتی که عملکرد بیولوژیک به مقدار کمتری تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفت. با توجه به این که شاخص برداشت رابطه‌ی مستقیم با عملکرد دانه دارد، تنش خشکی با کاهش عملکرد دانه باعث کاهش شاخص برداشت می‌گردد. در بین تیمارهای نسبت‌های کودی، بیشترین میزان شاخص برداشت در تیمارهای N_1 (۱۰۰درصد کود دامی) و N_0 (عدم مصرف کود دامی و شیمیایی) به‌دست آمد (جدول ۴) که علت آن کم بودن میزان عملکرد بیولوژیک در این تیمارها است. با توجه به این که شاخص برداشت رابطه‌ی عکس با عملکرد بیولوژیک دارد، کم بودن مقدار عملکرد بیولوژیک در این تیمارها باعث افزایش مقدار شاخص برداشت آنها گردیده است.

غلظت عناصر در دانه‌ی جو

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد تنش خشکی بر غلظت هیچ یک از عناصر دانه‌ی جو اثر معنی‌داری نداشت، اما اثر تیمارهای نسبت‌های کودی بر غلظت دو عنصر روی و منگنز معنی‌دار بود و اثر متقابل خشکی و نسبت‌های کودی فقط در صفت غلظت منگنز دانه معنی‌دار شد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین در جدول (۴) نشان می‌دهد در میان تیمارهای نسبت‌های کودی، بیشترین میزان غلظت روی در دانه‌ی جو در تیمار N_1 (۱۰۰درصد کود دامی) به مقدار ۲/۳۸۷ ppm مشاهده می‌شود و تیمارهای N_4 (۷۵ درصد کود دامی + ۲۵ درصد کود شیمیایی) و N_3 (۵۰ درصد کود دامی + ۵۰ درصد کود شیمیایی) و N_2 (۱۰۰درصد کود شیمیایی) به ترتیب با مقادیر ۲/۳۲۳، ۲/۲۲۸ و ۲/۱۱۹ ppm در رتبه‌های دوم و سوم قرار دارند. این نتایج نشان می‌دهد استفاده از کود دامی باعث افزایش فراهمی عنصر روی برای گیاه شده و به دنبال آن میزان غلظت این عنصر در دانه افزایش یافته است. هم‌چنین، با کمتر شدن سهم کود دامی در ترکیب کود دامی و شیمیایی از میزان غلظت عنصر روی در دانه‌ی جو کاسته شده است.

نتایج تحقیقات دلکاستیلو و هاردن (۱۰) نشان می‌دهد استفاده از کودهای آلی، حلالیت روی در خاک را به میزان ۱۰۰٪ افزایش می‌دهد. رولکنز و همکاران (۲۱) گزارش کردند که کود دامی حاوی عناصر کلسیم، منیزیم، آهن، روی،

Archive of SID

www.SID.ir

مس و گوگرد می‌باشد و اضافه کردن کود دامی به زمین باعث افزایش غلظت این عناصر در خاک شده و امکان استفاده از عناصر برای گیاه فراهم می‌گردد.

نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد که بیشترین میزان غلظت منگنز در دانه‌ی جو در تیمارهای S_2N_1 (عدم اعمال تنش + مصرف ۱۰۰٪ کود دامی) و S_2N_4 (عدم اعمال تنش + مصرف ۷۵٪ کود دامی + ۲۵٪ کود شیمیایی) که به ترتیب مقادیر ۰/۳۵۳ و ۰/۳۳۱ ppm را به خود اختصاص داده‌اند، به‌دست آمده است.

با دقت در نتایج مقایسه میانگین غلظت منگنز دانه در جدول (۵) می‌توان به این نکته پی برد که با کمتر شدن سهم کود دامی در تیمارهای نسبت‌های کودی از میزان غلظت این عناصر در دانه‌ی جو کاسته می‌شود، به گونه‌ای که با مصرف ۱۰۰٪ کود دامی در تیمار S_2N_1 میزان غلظت منگنز دانه نسبت به حالت شاهد S_2N_0 به مقدار ۱۱۵٪ افزایش یافته است. با توجه به نتایج تجزیه‌ی شیمیایی کود دامی در جدول (۲) ملاحظه می‌گردد این کود حاوی مقدار زیادی از عنصر منگنز است و با در نظر گرفتن این نکته که خاک مزرعه دارای pH بالایی است و میزان عنصر منگنز در این خاک پایین است (جدول ۱)، لذا استفاده از کود دامی باعث افزایش غلظت عنصر منگنز در خاک شده و به دنبال آن بر میزان جذب این عنصر توسط گیاه افزوده می‌شود که موجب افزایش غلظت منگنز دانه گردیده است.

ورود مواد آلی به خاک باعث افزایش عناصر غذایی خاک و قابلیت جذب آنها توسط گیاه، می‌شود (۷). نتایج آزمایش‌های لیانگ و همکاران (۱۲) در جو نشان می‌دهد که کاربرد کود دامی باعث افزایش جذب عناصر غذایی توسط گیاه می‌گردد.

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج به‌دست آمده از این تحقیق نشان داد که بروز تنش خشکی در مرحله‌ی پر شدن دانه به شدت عملکرد و اجزای عملکرد دانه را در جو کاهش می‌دهد و بیانگر آن است که پر شدن دانه از مراحل حساس در دوره‌ی رشد این گیاه می‌باشد. بنابراین، در مدیریت داشت مزرعه‌ی جو در منطقه سیستان که مرحله‌ی پر شدن دانه‌ی گیاه معمولاً با دماهای بالا مواجه می‌شود یکی از مهم‌ترین نکات، توجه به این موضوع و جلوگیری از بروز تنش خشکی در مرحله‌ی پر شدن دانه می‌باشد.

استفاده از روش ترکیب کودهای دامی و شیمیایی نسبت به مصرف تنهای آنها، اثر بیشتری بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه‌ی جو داشت، حتی مقادیر عملکرد دانه به‌دست آمده در این تیمارها بیش از تیمار ۱۰۰٪ کود شیمیایی بود. کم کردن سهم کودهای شیمیایی در تولید محصولات کشاورزی و استفاده‌ی بیشتر از کودهای آلی علاوه بر این‌که هزینه‌ی تولید محصولات زراعی را کاهش می‌دهد، می‌تواند آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از مصرف این ترکیبات شیمیایی را به حداقل رسانده و در عین حال حاصل‌خیزی خاک‌های زراعی را حفظ نموده و یا افزایش دهد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک مزرعه تحقیقاتی دانشگاه زابل

بافت خاک	درصد سیلت	درصد شن	درصد رس	pH	ECe (ds\m)	N (%)	P (mg/lit)	K^{+} (mg/lit)	Mn^{+2} (ppm)	Fe^{+2} (ppm)	Zn^{+2} (ppm)	Mg^{+2} (ppm)
لوم سیلتی	۷۷/۷	۱۶/۳	۶	۷/۷۹	۲/۱	۰/۰۵	۲/۶	۹۸	۱/۱۲۵	۳/۹	۱/۳	۱۶/۶۲

جدول۲- نتایج تجزیه‌ی کود شیمیایی دامی (گاوی پوسیده)

نیتروژن کل (درصد)	فسفر کل (درصد)	پتاس کل (درصد)	آهن (mg/kg)	روی (mg/kg)	منگنز (mg/kg)
۲۱	۷۶	۱/۴۷	۷۴۳۱	۹۳	۳۷۲

جدول۳- تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد و غلظت عناصر دانه‌ی جو تحت تأثیر تنش خشکی و نسبت‌های کودی

	میانگین مربعات						
تیمار	تکرار	تنش خشکی	خطای اصلی	نسبت‌های کودی	اثر متقابل	خطای فرعی	ضریب تغییرات
درجه آزادی	۲	۱	۲	۴	۴	۱۶	-
عملکرد و اجزای عملکرد دانه جو							
عملکرد دانه	۷۰۰/۹۰ ns	۳۰۴۴۸۰/۶۰ **	۱۴۲/۲۷	۲۷۱۶۱/۰۱ **	۶۷۴۷/۵۵ *	۲۱۲۰/۶۴	۱۵/۸۸
عملکرد بیولوژیکی	۳۹۲۹/۱۱ ns	۶۲۷۴۱۵/۸۴ **	۱۲۶/۵۹	۲۸۶۲۰۹/۴۴ **	۳۷۵۲۶/۰۳ *	۱۱۲۱۳/۴۴	۱۲/۸۵
وزن هزار دانه	۲/۶۵ ns	۷۲/۵۴ **	۰/۰۰۰۲	۲۷/۵ **	۴/۳۴ ns	۲/۲۷	۴/۲۳
وزن سنبله	۰/۱۹۴ ns	۰/۰۹۱ ns	۰/۰۳۶	۰/۰۵۶ ns	۰/۰۴۵ ns	۰/۰۳۴	۱۱/۶۲
دانه در سنبله	۳۴/۳۱ ns	۳۹/۶۵ **	۱۲/۳۱	۴/۶۴ ns	۱۱/۷۷ ns	۵/۰۱	۶/۶۷
شاخص برداشت	۲۷/۲۴ ns	۱۳۲۶/۲۷ **	۹/۷۹	۲۲۳/۴۵ **	۴۲/۲۷ ns	۲۲/۴۰	۱۳/۵۳
غلظت عناصر در دانه جو							
آهن	۰/۰۰۲ ns	۰/۰۰۰۸ ns	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴ ns	۰/۰۰۸ ns	۰/۰۰۶	۱۲/۹۳
روی	۰/۳۰۸ ns	۰/۱۸ ns	۰/۰۶۵	۰/۱۹ *	۰/۱۲۱ ns	۰/۰۶	۱۱/۱۵
منیزیم	۰/۰۰۱ ns	۰/۰۰۳ ns	۰/۰۱۲	۰/۰۰۳ ns	۰/۰۰۴ ns	۰/۰۰۴	۰/۴۲
منگنز	۰/۰۲۸ ns	۰/۰۰۰۳ ns	۰/۰۰۰۷	۰/۰۱۱۸ *	۰/۰۱۸۴ **	۰/۰۰۳۶	۲۱/۲۳

ns، *، ** به ترتیب عدم معنی‌داری، معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴- مقایسه میانگین اجزای عملکرد و غلظت عنصر روی در دانه‌ی جو تحت تأثیر تنش خشکی و نسبت‌های کودی

تیمار	وزن هزار دانه (گرم)	شاخص برداشت ٪	غلظت روی دانه (ppm)
	تنش خشکی		
تنش‌خشکی	۳۴/۱۲	۲۸/۳۱	۲/۲۷۶
شاهد	۳۷/۲۳	۴۱/۶۱	۲/۱۲۱
	نسبت‌های کودی		
کود دامی	۳۳/۵۲a	۴۲/۳۱a	۲/۳۸۷a
کود شیمیایی	۳۶/۷۵ab	۲۵/۴۶c	۲/۱۱۹b
۵۰٪ کود دامی +۵۰ ٪ کود شیمیایی	۳۷/۸۵b	۳۴/۵۹b	۲/۲۲۸ ab
۷۵ ٪کود دامی + ۲۵٪ کود شیمیایی	۳۷/۰۲ab	۳۵/۴۳b	۲/۳۲۳ab
شاهد	۳۳/۲۲a	۳۷/۰۳ab	۱/۹۳۷c

حروف مشترک نشان‌دهنده‌ی عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات متقابل عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و غلظت منگنز دانه‌ی جو تحت تأثیر تنش خشکی و نسبت‌های کودی

تیمار	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیکی (کیلوگرم در هکتار)	منگنز دانه (ppm)
S_1N_1	۲۱۲۲ ef	۵۴۴۸ e	۰/۳۲۹ ab
S_1N_2	۱۳۹۲ f	۷۹۰۴ cd	۰/۱۶۴ c
S_1N_3	۲۴۵۱ e	۸۰۸۵ c	۰/۲۹۵ bc
S_1N_4	۲۲۵۲ ef	۷۶۳۵ d	۰/۳۲۳ ab
S_1N_5	۱۲۳۶ g	۴۸۸۱ f	۰/۱۶۴ c
S_2N_1	۳۰۸۹ d	۶۷۶۳ de	۰/۳۵۳ a
S_2N_2	۳۵۶۸ c	۱۰۸۹۱ b	۰/۲۹۴ bc
S_2N_3	۵۲۸۱ a	۱۳۵۱۲ a	۰/۳۰۲ b
S_2N_4	۴۳۶۴ b	۱۰۵۳۳ b	۰/۳۳۱ a
S_2N_5	۳۲۲۶ cd	۶۷۳۱ de	۰/۱۶۷ c

حروف مشترک نشان‌دهنده‌ی عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع مورد استفاده

۱- بابائیان، م.، م. حیدری، و ا. قنبری. ۱۳۸۷. بررسی اثرات محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر شاخص‌های کمی و کیفی آفتابگردان در سه مرحله‌ی تنش خشکی. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، ۷۷ صفحه.

۲- سالمی، ح.ر.، و د. افیونی. ۱۳۸۴. اثر تیمارهای کم آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه ارقام جدید گندم. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. سال دوازدهم، شماره ۳: ۲۰-۱۱.

۳- کوچکی، ع.، م.و. حسینی، و ا. هاشمی دزفولی. ۱۳۷۹. کشاورزی پایدار (ترجمه)، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۱۶۴ صفحه.

۴- موحدی دهنوی، م. ۱۳۸۱. اثر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر عملکرد کمی و کیفی ارقام گلرنگ زمستانه تحت تنش خشکی. پایان نامه دکتری زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، ۲۱۱ صفحه.

۵- میرلوحی، ا.ف.، ر. محمدی، س.ج. رضوی، و ف. نوربخش. ۱۳۸۷. تأثیر تیمارهای مختلف کودی اعمال شده در کاشت برنج و ذرت بر عملکرد جو به عنوان کشت دوم در یک تکرار سه ساله. مجله دانش کشاورزی. ۱۸ (۳): ۱۷۱-۱۶۱.

6- Ahmad, R. and N. Jabeen. 2009. Demonstration of growth improvement in sunflower (*Hellianthus annuus* L.) by the use of organic fertilizers under saline conditions. Pakistan Journal of Botany. 41(3): 1373-1384.

7- Brussard, L. and R. Ferrera-Cenato. 1997. Soil ecology in sustainable Agricultural system. New York: Lewis Publishers, U.S.A. 168 pp.

8- Champolivier, L. and A. Merrien. 1996. Effects of water stress applied at different growth stages to *Brassica napus* L. var. oleifera on yield, yield components and seed quality. European Journal of Agronomy. 5: 153-160.

9- Day, A.D. and S. Intala. 1997. Some effect of soil moisture on the growth of wheat. Agronomy Journal.62: 27-29.

10- Delcastilho, P.W. and C. Hardon. 1993. Influence of cattle manure application on solubility of Cd, Cu and Zn in a manure acidic soil. Soil Journal of Environmental Quality. 22: 689-687.

11- Erdem, T., Y. Erdem, A.H. Orta, and H. Okursoy. 2006. Use of a crop water stress index for scheduling the irrigation of sunflower (*Helianthus annuus* L.).Turk. J. Agriculture and Forestry. 30: 11-20.

12- Liang, Y., J. Si, M. Nicolic, Y. peng, W. Chen, and Y. Jiang. 2005. Organic manure stimulates biological activity and barley growth in soil subject to secondary salinization. Soil Biology and Biochemistry. 37: 1185-1195.

13- Marcote, I., T. Hernandez, C. Garcia, and A. Polo. 2001. Influence of one or two successive annual applications of organic fertilizers on the enzyme activity of a soil under barley cultivation. Bioresource Technology. 79(2): 147-151.

Archive of SID

www.SID.ir

14- Martin, E.C., D.C. Slack, K.A. Tannksley, and B. Basso. 2006. Effect of fresh and composted dairy manure applications on alfalfa yield and the environment in Arizona. Agronomy Journal: 98: 80-84.

15- Meena, S., P. Senthilvalavan, M. Malarkodi, and R.K. Kaleeswari. 2007. Residual effect of phosphorus from organic manures in sunflower– assessment using radio tracer technique. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences. 3(5): 377-379.

16- Mentler, A., T. Partaj, P. Strauss, H. Soumah, and W.E. Blum. 2002. Effect of locally available organic manure on maize yield in Guinea, West Africa. Research Paper, 17th WCSS, 14-21 August, Thailand. pp:16-20.

17- Miyazawa, K. and H. Shiozaki. 1990. The optimum amount of manure for long term application and adjustment of fertilizer use in thick high – hu mic andosolos in the south – west warm region of Japan. Bulletin of the Kyushu Nathan Agricultural Experiment Station (Japan). 26(3): 187 - 220.

18- Ofosu-Anim, J. and M. Leitch. 2009. Relative efficacy of organic manures in spring barley (*Hordeum vulgare* L.) production. Australian Journal of Crop Science. 3(1): 13-19.

19- Olesen, J.E., M. Askegaard, and I.A. Rasmussen. 2009. Winter cereal yields as affected by animal manure and green manure in organic arable farming. European Journal Agronomy. 30: 119-128.

20- Poelham, J.M. 1985. Adaptation and distribution. In D.C. Rasmusson (ed.) Barley. AS. CSSA. Pub. No.26. Madisum, Wisconsim, USA.

21- Rulkens, W.H. and P.J.W. Ten Have. 1994. Single and combined effect of bio-organic and inorganic fertilizers on yield of sunflower and soil properties under rain fed condition. Advance Plant Science. 5: 161-167.

22- Sadras, V.O. and S.P. Milory. 1996. Soil-water thresholds of leaf expansion and gas exchange: A review. Field Crop Research. 47: 253-266.

23- Saini, H.S. and M.E. Wesygate. 2001. Reproduction development in grain crop during drought. Advances in Agronomy. 68: 60-95.

24- Saleh, A.L., A.A. Abd El-Kader, and S.A.M. Hegab. 2003. Response of onion to organic fertilizer under irrigation with saline water. Egypt. Journal Appl. Sci. 18(12 B): 707-716.

25- Shirani, H., M.A. Hajabasi, M. Afyuni and A. Hemmat. 2002. Effect of farmyard manure and tillage system on oil physical properties and corn yield in central Iran. Soil and Tillage Research. 68: 101- 108.

26- Siman, B.J., M. Peacock, and P.C. Strik. 1993. Differences in development plasticity and growth rate among drought resistant and susceptible cultivars of durum Wheat. Plant and Soil. 57: 155-160.

Archive of SID

www.SID.ir

27- Tahir, M.H.N. and S.S. Mehid. 2001. Evaluation of open pollinated sunflower (*Helianthus annuus* L.) populations under water stress and normal conditions. International Journal Agric. Biol. 3: 236–238.

28- Waheed, R.A., H.H. Naqvi., G.R. Tahir and S.H.M. Naqvi. 1999. Some studies on preplanned controlled soil moisture irrigation. Scheduling of Field Crops. 51: 3-11.

Archive of SID

www.SID.ir