دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال نهم، شماره سی و یک، ۱۳۹۶

تأثیر کودهای گوناگون و تنش آبی بر عملکرد و اجزای عملکرد جو

حسین زاهدی[۱]

تاریخ دریافت: ۱۳۹٤/۱۱/۸ تاریخ پذیرش:۱۳۹۵/۳/۲۳

چکیده

مواد آلی یکی از منابع مفید برای بهبود کیفیت خاک‌های زراعی و افزایش عملکرد گیاهان است. به‌منظور ارزیابی تأثیر کودهای گوناگون بر عملکرد و اجزای عملکرد جو (*Hordeum vulgare* L.) رقم ماکویی تحت تنش آبی، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس در سال زراعی ۹٤-۱۳۹۳ اجرا گردید. این آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. عامل اصلی تنش آبی در سه حالت (بدون تنش، تنش در مراحل رشد رویشی و زایشی) و عامل فرعی شش نوع کود [دامی، زباله شهری، ورمی‌کمپوست، آزوکمپوست ، اوره و بدون کود (شاهد)] بودند. نتایج بیانگر وجود تأثیر کاملاً معنی‌دار تنش آبی و نوع کودها بر صفات ارتفاع بوته، عملکردهای دانه و بیولوژیک، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله بود. درمجموع نتایج نشان داد که این رقم جو در مرحله رشد زایشی حساسیت بیشتری به تنش آبی داشت و ورمی‌کمپوست و آزوکمپوست نقش بیشتری در مقاومت گیاه به تنش داشتند.

واژه‌های کلیدی: کود دامی، زباله شهری، ورمی‌کمپوست، آزوکمپوست و اوره

زاهدی، ح. ۱۳۹٦. تأثیر کودهای گوناگون و تنش آبی بر عملکرد و اجزای عملکرد جو. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۳۱: ۸٦-۹٤.

۱- استادیار گروه کشاورزی و مرکز تحقیقات کشت‌های تلفیقی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر، اسلامشهر، ایران- مسئول مکاتبات. پست الکترونیک: hzahedi2006@gmail.com

مقدمه

جو کم‌توقع‌ترین گیاه زراعی است که دامنه سازگاری و پراکنش آن از سایر گیاهان زراعی بیشتر است. جو دومین غله مهم دنیاست. بهبود وضعیت محیط کشت از طریق به‌کارگیری صحیح نهاده‌های کشاورزی نظیر آب، کود، ماشین‌ها و سموم دفع آفات و بذرهای اصلاح‌شده امکان‌پذیر است (بهمنیا، ۱۳۸٤). دانه جو هم در تغذیه انسان (سوپ جو، آرد جو و نان جو) و هم در تغذیه دام (علوفه) به کار می‌رود. عمده‌ترین موارد مصرف جو در تغذیه دام است که به‌عنوان غذای دام به‌اندازه ۸۰ تا ۹۰ درصد ذرت دانه‌ای ارزش غذایی دارد (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۸۰). با توجه به کمبود عناصر ریزمغذی در خاک‌های زراعی ایران که ناشی از ضعف مواد آلی است، توجه به بهبود زراعت این گیاه و تعیین مسائل تغذیه‌ای آن، به‌ویژه عناصر ریزمغذی و کمبود اطلاعات در این زمینه ضرورت بررسی در این زمینه را نشان می‌دهد (مقصودی و همکاران، ۱۳۹۳). در ایران، سابقه زراعت این محصول بسیار طولانی است و اکثر کشاورزان با شرایط کشت و کار آن آشنایی دارند. کمبود آب، وجود دیم-زارها، اراضی و آب‌های نامتعارف در کشور زمینه را برای ترویج زراعت جو فراهم کرده است. دانه، کاه و علوفه سبز جو از دیرباز به‌عنوان خوراکی مناسب و قابل‌دسترس موردتوجه صنعت دام‌پروری کشور بوده و به هنگام خشک‌سالی و کم‌آبی، مددکار خوبی برای دامداران و کشاورزان محسوب می‌شود. با توجه به اهمیت زراعت جو در تغذیه دام و درنهایت تأمین پروتئین موردنیاز جامعه لزوم توجه بیشتر به این گیاه اساسی از دغدغه-های اصلی وزارت جهاد کشاورزی هست (بخشی و همکاران، ۱۳۸٦). مصرف کودهای شیمیایی تعادل عناصر غذایی را در خاک به هم زده و کمبود ایجاد می‌کند و درنتیجه موجب اثرات سوء یاسمی در خاک شده و عملکرد محصول کاهش می‌یابد. تولید مداوم و پایدار محصول حتی با کاربرد کودهای شیمیایی به مقدار توصیه‌شده در درازمدت امکان‌پذیر نیست. مواد آلی حاوی انواع عناصر ضروری در غلظت‌های کم هستند که به‌آرامی آزادشده و تجزیه می‌شود. تأمین تلفیقی عناصر غذایی با استفاده از کودهای شیمیایی و آلی کمبود عناصر غذایی را جبران کرده، حاصلخیزی خاک حفظ‌شده و تولید پایدار محصول را به همراه دارد و موجب افزایش بهره‌ی اقتصادی می‌شود (یوتایاسوریان و همکاران،۱۹۹۱). نتایج آزمایش‌های افوسو و همکاران (۲۰۰۹) در غنا نشان داد، کود دامی باعث افزایش ارتفاع بوته، ماده‌ی خشک و محتوای کلروفیل برگ‌های جو بهاره شد. همچنین، کود دامی اثر معنی‌داری برافزایش غلظت عناصر، به‌ویژه میزان نیتروژن در بافت‌های گوناگون گیاه جو داشت. کمپوست کردن زباله‌ی جامد شهری به‌عنوان روشی اقتصادی در مدیریت زباله شناخته‌شده و محصول نهایی به‌عنوان ماده اصلاحی خاک مورداستفاده قرار می‌گیرد. پژوهشگران به اثرات مفید استفاده از کمپوست بر خواص خاک و تولید گیاه اشاره‌کرده‌اند(اگلیدس و لوندرا،۲۰۰۰). میرزایی و همکاران (۱۳۸۸) گزارش کردند مصرف سطح‌های گوناگون ورمی‌کمپوست در مقایسه با کود شیمیایی موجب بهبود رشد و نمو گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum*) گردید، به‌نحوی‌که بیشترین میزان عملکرد در تیمار حاوی ۱۵ درصد ورمی‌کمپوست حاصل گردید. به‌کارگیری کودهای آلی ازجمله آزولا به‌منظور ارتقاء عملکرد کمی و کیفی گیاهان زراعی است. آزولا یک سرخس آبزی و شناور در آب بوده که همراه با جلبک سبز-آبی (*Anabaena azollae*) به‌صورت همزیست زندگی می‌کند. آزولا توانایی جذب نیتروژن اتمسفر و تثبیت آن را داشته و می‌تواند جایگزین خوبی برای کودهای شیمیایی باشد. آزولا منبع بسیار مهمی از عناصر موردنیاز گیاهان مانند، نیتروژن، فسفر، پتاسیم بوده که پس از اضافه شدن به خاک می‌تواند آن‌ها را به‌تدریج در اختیار گیاه قرار دهد (آرورا و سینگ،۲۰۰۳). با توجه به این‌که نیتروژن ضروری‌ترین عنصر پرمصرف جو در طول دوره رشد است و با توجه به اثرات مخرب استفاده از کودهای شیمیایی، به‌ویژه اوره، تعیین سطح بهینه‌ی نیتروژن و تعیین بهترین کود جهت حصول عملکرد بهینه و بهبود کیفیت دانه و همچنین ویژگی‌های شیمیایی خاک ضروری است (سینگر و همکاران، ۲۰۰٤). با توجه به اهمیت زراعت جو و تنش خشکی در ایران و همچنین رویکرد جوامع بین‌المللی به حفاظت از منابع طبیعی در راستای کاهش مصرف کودهای شیمیایی و استفاده از کودهای آلی در راستای کشاورزی پایدار این پژوهش به‌منظور ارزیابی تأثیر کودهای گوناگون بر عملکرد و اجزای عملکرد جو (رقم ماکویی) تحت تنش آبی صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۳ در مزرعه آزمایشی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس (عرض جغرافیایی ۳۵ درجه، ۷۰ دقیقه و طول جغرافیایی ۵۱ درجه، ٤۰ دقیقه و ارتفاع ۱۲۰۰ متر از سطح دریا) انجام گردید. پیش از اجرای آزمایش به‌منظور تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک ، چند نمونه‌ی تصادفی از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری خاک توسط مته تهیه و پس از اختلاط در آزمایشگاه موردبررسی قرار گرفت(جدول ۱). برای جلوگیری از تأثیر بارندگی بر تیمارهای تنش، روی هر کرت توسط حفاظ‌هایی از جنس برزنت شفاف که قابلیت عبور نور را داشته باشند، پوشانده خواهد شد. پیش از

شروع بارندگی و بر اساس پیش‌بینی هواشناسی، این پوشش‌ها روی کرت‌ها را خواهند پوشاند و پس از پایان بارندگی، پوشش برزنتی حول محور لوله‌ای که روی چهارپایه بدین منظور تعبیه‌شده بود، جمع خواهد شد. بدین ترتیب، آب باران بدون رسیدن به گیاهان و کرت آزمایشی به بیرون از محل آزمایش هدایت خواهد شد.

جدول۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک.

بافت	EC	pH	کربن آلی (٪)	مواد خنثی شونده (٪)	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)	آهن (mg/kg)	روی (mg/kg)	منگنز (mg/kg)
لومی شنی	۱/۵۸	۷/٤	۱/۲۵	۰/۰۹۹	۱٤	٤۱۰	٦	۲/٦	۷

جدول۲- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی کودهای موردمطالعه.

نوع کود	کربن آلی (٪)	منگنز (mg/kg)	آهن (mg/kg)	نسبت کربن به نیتروژن	پتاسیم (٪)	فسفر (٪)	نیتروژن کل (٪)	هدایت الکتریکی (ds/m)	اسیدیته کل	ماده آلی (٪)	روی (ppm)	مس (ppm)
ورمی‌کمپوست	۱۳/۵	۰/۰۲۷	۱/٤	۱٦/۵	۰/۷۲	۰/٤۸	۰/۸٤	۹/۲۵	۷/٦۵	۱۵/٦	–	–
زباله شهری	۱۱/۸۹	۱۵۷	۱۷۸۹	۱۲/۳	۰/۵۸۱	۰/۱۹	۱/۱۸۲	۲۰/۷	۷/۲	۲۰/٤	٤۲٤	۲۲
آزوکمپوست	۸/۵۸	۹۱/٦	۱۱۷۷	۱۰/۷	۰/۷۹۳	۰/۰۱	۰/٤۷۷	۱/۹۳	۸/۲	۱۰/۵۸	۲۸/۸	۳۳
کود دامی	۹/٤	۱۰/۲	۱۸/۵٦	۱۱/٤	۲/۰٤	۰/٦٤	۲/۲٦	۱۰/۷٤	۷/۵	۱٤/٤	–	–
اوره	–	–	–	–	–	–	۰/٤٦	–	–	–	–	–

این آزمایش در قالب طرح کرت‌های خردشده با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با فاکتور تنش آبی در جو رقم ماکویی در کرت اصلی و فاکتور کاربرد کودهای دامی، زباله شهری، ورمی‌کمپوست، آزوکمپوست و اوره (جدول ۲) در کرت‌های فرعی و در سه تکرار در دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس به اجرا درآمد. کودها شامل دامی(۰/۰۲۸۹ کیلوگرم)، زباله شهری(۰/٤۷۲ کیلوگرم)، ورمی‌کمپوست(۰/٦٦۵ کیلوگرم)، آزوکمپوست(۱/۱۷ کیلوگرم) و اوره(۰/۰۱۲۲ کیلوگرم) در هر کرت و تنش آبی در سه حالت (نخست بدون تنش و زمان آبیاری هنگامی است که آب قابل‌استفاده در سطح ۵۰٪ ظرفیت مزرعه باشد، دوم هنگامی‌که آب قابل‌استفاده در سطح ۳۰٪ ظرفیت مزرعه در مرحله رشد رویشی باشد و سوم هنگامی‌که آب قابل‌استفاده در سطح ۳۰٪ ظرفیت مزرعه در مرحله رشد زایشی باشد. کشت به روش جوی و پشته‌ای در تاریخ ۱۵ مهرماه انجام شد. مهار علف‌های هرز از طریق محلول‌پاشی علف‌کش توتال در مرحله پنجه‌زنی جو تا پیش از ساقه رفتن (٤۰ گرم گرانول + ۱۲۵۰ میلی‌لیتر سورفاکتانت در ٤۰۰ لیتر آب در هکتار) انجام شد. برای مبارزه با سن گندم(***Eurygaster integriceps***) از سم دسیس به میزان ۰/۳ لیتر در هکتار ماده تجاری در مرحله شیری شدن دانه استفاده شد. هر کرت فرعی دارای ۱۸ ردیف کشت بوده و طول و عرض هر کرت به ترتیب برابر با ۱/۸ و ۲/۳ متر خواهد بود. آبیاری نخست مزرعه به روش سیفونی انجام شد. عملکرد نهایی دانه زمانی که رطوبت دانه‌ها ۲۰ درصد بود از برداشت بوته‌های یک مترمربع از وسط هر کرت به دست آمد. برای اندازه‌گیری عملکردهای بیولوژیک و اقتصادی و اجزای آن، تعداد دانه هر سنبله اندازه‌گیری گردید. همچنین در پایان فصل رشد به‌منظور تعیین ارتفاع بوته، طول گل‌آذین و تعداد پنجه تعداد ۱۰ بوته از دو ردیف وسط کرت انتخاب و صفات مربوطه اندازه‌گیری و سپس این بوته‌ها برداشت‌شده و جهت اندازه‌گیری به آزمایشگاه منتقل شد. جهت اعمال تیمارهای تنش آبی بر اساس ظرفیت زراعی با توجه به درصد وزنی رطوبت و صفحات فشاری، منحنی رطوبتی خاک منطقه ترسیم گردید و مقدار آب مصرفی هر کرت بر این اساس تعیین گردید. فاصله بین فاکتورهای اصلی دو متر (برای

جلوگیری از نفوذ آب در تنش آبی بین کرت‌های اصلی) در نظر گرفته شد. داده‌های حاصل از نمونه‌برداری‌ها در صفحات برنامه-ی Excel ثبت گردید. برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها مطابق روش تجزیه واریانس (ANOVA) از برنامه آماری SAS استفاده شد(SAS،۲۰۰۱). مقایسه‌ی میانگین‌های اثرات ساده و برهمکنش صفات با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

رژیم‌های آبیاری و کودی ارتفاع بوته را تحت تأثیر قراردادند. اما برهمکنش آن‌ها روی این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۳). مقایسه میانگین‌های اثر رژیم آبیاری نشان داد که رژیم‌های آبیاری تأثیر متفاوتی بر ارتفاع بوته گذاشتند، به نحوی ی که بالاترین ارتفاع بوته (۵۸/٦۱ سانتی‌متر) با آبیاری معمولی به دست آمد و ارتفاع بوته در حالت تنش آبی در مرحله رشد رویشی (۳۷/۲۲) کمتر از زایشی (٤۸/٦۷) بود (جدول ٤). به‌طورکلی گیاهان تحت تنش آبی رشد رویشی و زایشی به ترتیب ۳٦/٤۹ و ۱٦/۹۷ درصد نسبت به شاهد افت ارتفاع داشتند. مقایسه میانگین‌های اثر رژیم کودی نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته (۵۱/۷۸ سانتی‌متر) با کاربرد کود دامی به دست آمد. کمترین ارتفاع بوته در حالت عدم کاربرد کود وجود داشت . گیاهان در سایر سطح‌های کودی شامل کود اوره، زباله شهری، ورمی‌کمپوست، آزوکمپوست و کود دامی به ترتیب نسبت به عدم کاربرد کود ۱/۷۳، ۵/٤۳، ۹/۸۸، ۱۰/۱۲ و ۱۵/۰٦ درصد ارتفاع بیشتری داشتند. نتایج مقایسه میانگین‌های برهمکنش نشان داد که بیشترین (٦۱/٦٦ سانتی‌متر) ارتفاع بوته در تیمار آبیاری مطلوب و کود اوره به دست آمد که تیمارهای دیگر کودی در شرایط آبیاری مطلوب تفاوت معنی‌داری نداشت. کمترین ارتفاع بوته (۳۳/۳۳ سانتی‌متر) در حالت تنش رویشی و بدون کاربرد کود به دست آمد که با دیگر کودها در شرایط تنش رویشی تفاوت معنی‌داری نداشت. ارتفاع بوته در حالت تنش آبی در مرحله رشد زایشی در تمام سطح‌های کودی در حدفاصل ارتفاع بوته در تنش رویشی و ارتفاع بوته در آبیاری مطلوب در تمام سطح‌های کودی بود. کاربرد کودهای اوره، زباله شهری، ورمی‌کمپوست، آزوکمپوست و کود دامی در مقایسه باحالت بدون کود در شرایط آبیاری مطلوب به ترتیب ۱/۸۰، ۳/۵۹، ۷/۷۸، ۷/۷۸ و ۱۰/۷۸ درصد در شرایط تنش آبی در مرحله رشد رویشی ۷، ۷، ۱۵، ۱۸ و ۲۳ درصد ارتفاع بوته را افزایش داد. در شرایط تنش‌زایشی، به‌جز کود اوره که روند کاهشی به میزان ۲/۱۷ درصد نسبت به عدم کاربرد کود نشان داد، با کاربرد کودهای اوره، زباله شهری، ورمی‌کمپوست، آزوکمپوست و کود دامی به ترتیب ٦/۵۲، ۸/۷۹، ۷/۲۵ و ۱٤/٤۹ درصد ارتفاع بوته افزایش یافت. عدم کاربرد کود در شرایط تنش رشد رویشی و زایشی نسبت به آبیاری مطلوب به ترتیب باعث افت ٤۰/۱۲ و ۱۷/۳۷ درصدی ارتفاع بوته شد. در صورت کاربرد آزوکمپوست ارتفاع بوته به میزان ٦۰ سانتی‌متر، ورمی‌کمپوست ٦۰ سانتی‌متر، زباله شهری ۵۷/٦٦ سانتی‌متر، کود دامی ۵٦/٦٦ سانتی‌متر و در حالت بدون کود ۵۵/٦٦ سانتی‌متر بود و با انجام تنش آبی ارتفاع بوته کاهش یافت و ارتفاع بوته در مرحله رویشی نسبت به مرحله زایشی از حساسیت بالاتری برخوردار بود (جدول ٤). در حالت تنش آبی در مرحله رویشی در زمان عدم کاربرد کود، کمترین ارتفاع بوته ۳۳/۳۳ سانتی‌متر و بیشترین با کاربرد اوره با ٤۱ سانتی‌متر بود و این در حالی بود که در زمان تنش در مرحله زایشی کمترین ارتفاع بوته با کاربرد کود دامی ٤۵ سانتی‌متر و بیشترین با کاربرد کود اوره ۵۲/٦٦ سانتی‌متر بود (جدول ٤). ازآنجاکه رشد و نمو گیاه شدیداً وابسته به پارامترهای حاصلخیزی خاک است، به نظر می‌رسد که بهبود ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی بستر کشت به‌وسیله کمپوست زباله شهری و ورمی‌کمپوست دلیل افزایش رشد گیاه نسبت به حالت شاهد است(چاندا و همکاران، ۲۰۱۱). نتایج آزمایش‌های افوسو و همکاران (۲۰۰۹) در غنا نشان داد، کود دامی باعث افزایش ارتفاع بوته، ماده‌ی خشک و محتوای کلروفیل برگ‌های جو بهاره شد. همچنین، کود دامی اثر معنی-داری برافزایش غلظت عناصر، به‌ویژه میزان نیتروژن بافت‌های مختلف جو داشت.

عملکرد دانه

تأثیر رژیم‌های آبیاری و کودی عملکرد دانه را در تحت تأثیر قرارداد، ولی برهمکنش آن‌ها بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۳). بالاترین عملکرد دانه در شرایط آبیاری معمولی و کاربرد کود اوره ۳۵٦٦/٦۷ کیلوگرم در هکتار به دست آمد و کمترین عملکرد دانه در حالت بدون کود ۲۵٦۲/۲۲ کیلوگرم در هکتار حاصل شد و با انجام تنش آبی عملکرد دانه کاهش یافت و عملکرد دانه در مرحله زایشی نسبت به رویشی از حساسیت بالاتری برخوردار بود (جدول ٤). در حالت تنش آبی در مرحله رشد رویشی در زمان کاربرد کود دامی ۱۷۰٤/٤٤ کیلوگرم در هکتار و با کاربرد اوره ۲۵۲۰ کیلوگرم در هکتار بود و این در حالی بود که در زمان تنش در مرحله زایشی عملکرد دانه در زمان عدم کاربرد کود ۹٤٤/٤٤ کیلوگرم در هکتار و با کاربرد کود اوره ۱۲۲۳/۳۳ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ٤). دلیل اصلی کاهش عملکرد دانه را می‌توان عدم تأمین مواد فتوسنتزی، پیر شدن سریع برگ (کاهش قدرت منبع) و کاهش قدرت مخزن

عنوان کرد (راسکیو و همکاران، ۱۹۹۸). کومار و همکاران (۲۰۱۱) افزایش عملکرد را با افزایش مقدار ورمی‌کمپوست گزارش کردند. این افزایش عملکرد احتمالاً به دلیل وجود مقادیر بالاتر نیتروژن در دسترس است که برای تولید پروتئین‌های ساختاری ضروری هستند.

عملکرد بیولوژیک

تأثیر رژیم‌های آبیاری و کودی عملکرد بیولوژیک را تحت تأثیر قرارداد، ولی سطح‌های کودی رفتار یکسانی روی این صفت در رژیم‌های مختلف آبیاری داشتند (جدول ۳). بالاترین عملکرد بیولوژیک (٦٦٤٥/٦ کیلوگرم در هکتار) در حالت بدون تنش آبی بوده و با کاربرد اوره به دست آمد و کمترین مقدار در حالت بدون کود ٥٥٧٤/٥ کیلوگرم در هکتار بود و با انجام تنش آبی عملکرد بیولوژیک کاهش یافت (جدول ٤). در تنش آبی در مرحله رویشی در زمان عدم کاربرد کود عملکرد بیولوژیک برابر با ٣٢٣٥/٦ کیلوگرم در هکتار و با کاربرد اوره ٤١٩٠ کیلوگرم در هکتار بود و این در حالی بود که در زمان تنش در مرحله زایشی عملکرد بیولوژیک با کاربرد کود دامی ٤٣٩٤/٤ کیلوگرم در هکتار و با کاربرد کود اوره ٥٣٥٠ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ٤). حسین و همکاران (۲۰۰٦) گزارش کردند در گیاه بادرشبی (*Dracocephalum Moldavica* L.) کاربرد ٣٥/٦ تن در هکتار کمپوست نسبت به سایر سطح‌های کمپوست باعث افزایش معنی‌دار در اغلب ویژگی‌های رشدی، رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی، کربوهیدرات کل و درصد اسانس شد. راجسوار (۲۰۰۱) گزارش کرد کاربرد ۱۵ تن کود آلی در گیاه دارویی علف لیمو(*Cymbopogon martinii*) توده زیستی و درصد اسانس را به ترتیب ۱۰/۳ و ۱۰/۷ نسبت به شاهد افزایش داد. او اظهار داشت بهبود ظرفیت نگهداری آب و تأمین عناصر غذایی توسط کود آلی دلیل افزایش عملکرد اندام هوایی و درصد اسانس در این گیاه بوده است. همچنین او اذعان داشت بالاترین عملکرد رویشی و درصد اسانس از کاربرد تلفیقی ۱۵ تن کود دامی و ۸۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار به دست آمد. در گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum* L.) مصرف ۵ تن ورمی‌کمپوست همراه با کود شیمیایی (۵۰ کیلوگرم نیتروژن، ۲۵ کیلوگرم فسفر و ۲۵ کیلوگرم پتاسیم در هکتار) برتری محسوسی ازنظر کمیت و کیفیت اسانس، عملکرد اسانس و عملکرد بیولوژیک نسبت به شاهد داشت (انوار و همکاران،۲۰۰۵). در همین رابطه آن‌ها گزارش کردند که افزودن ورمی‌کمپوست به خاک نه‌تنها فراهمی عناصر غذایی موردنیاز گیاه را افزایش داده است، بلکه با بهبود شرایط فیزیکی و فرایندهای حیاتی خاک، ضمن ایجاد بستری مناسب برای رشد ریشه، موجبات افزایش رشد اندام هوایی و تولید ماده خشک و درنهایت بهبود عملکرد اسانس را نیز فراهم آورده است. اولسن و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند استفاده از کود دامی باعث افزایش عملکرد جو می‌شود. میرلوحی و همکاران (۱۳۸۷) در بررسی چندساله‌ای در مورد تأثیر تیمارهای مختلف کودی بر عملکرد جو گزارش کردند که کاربرد کود آلی، به‌ویژه در مقادیر زیاد باعث بهبود کلیه‌ی صفات و درنهایت عملکرد بیشتر جو گردید. نتایج آزمایشی دیگر بر روی جو نشان داد که استفاده از کود دامی باعث افزایش جذب عناصر توسط گیاه و افزایش عملکرد دانه و تولید ماده‌ی خشک شد (افوسو و همکاران،۲۰۰۹).

تعداد دانه در سنبله

اثرات اصلی رژیم‌های آبیاری و کودی بر تعداد دانه در سنبله معنی‌دار بود ، ولی برهمکنش آن‌ها بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۳). رژیم‌های مختلف آبیاری اثرات متفاوتی را بر این صفت اعمال کردند، به‌نحوی‌که تعداد دانه در سنبله در آبیاری مطلوب با تعداد ۳۸/۳۳ دانه در سنبله بیش از شرایط تنش آبی در مرحله رشدهای رویشی (۳۳ دانه در سنبله) و زایشی (۲٤/۷۲ دانه در سنبله) بود. به‌طورکلی افت تعداد دانه در سنبله در حالت تنش آبی در مراحل رشد رویشی و زایشی نسبت به آبیاری مطلوب ۱۳/۹۱ و ۳۵/۵۱ درصد بود. بالاترین تعداد دانه در سنبله در حالت کود دامی به دست آمد که با کودهای آزوکمپوست و ورمی‌کمپوست تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. کودهای آزوکمپوست، ورمی‌کمپوست و زباله شهری ازنظر تولید تعداد دانه در سنبله تفاوت معنی‌داری نداشتند. همچنین کودهای زباله شهری، اوره و تیمار بدون کود ازلحاظ تعداد دانه در سنبله تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ٤). کمترین تعداد دانه در سنبله (۲۹/۸۹ دانه در سنبله)در شرایط بدون کود وجود داشت(جدول ٤). استوس و همکاران (۲۰۰۸) نیز در بررسی خود افزایش عملکرد نوعی پسته را با استفاده از کمپوست زباله شهری گزارش کردند، این پژوهشگران دلیل این امر را وجود مقادیر زیاد عناصر غذایی، به‌ویژه نیتروژن و فسفر در کمپوست زباله شهری دانستند. از طرفی می‌توان دلیل مزیت نسبی ورمی‌کمپوست به کمپوست زباله شهری در افزایش رشد گیاه را به علت تولید مواد هومیک و سایر مواد محرک رشد، نظیر هورمون‌های رشد گیاهی، در طول فرآیند تولید ورمی‌کمپوست

توسط ریز موجودات و درنتیجه افزایش زیست‌توده، فعالیت و تنوع زیستی میکروبی و بهبود حاصلخیزی خاک دانستند.

تعداد سنبله در مترمربع

اثرات رژیم آبیاری و کود و برهمکنش آن‌ها روی تعداد سنبله در مترمربع را تحت تأثیر قرارداد (جدول ۳) و بالاترین تعداد سنبله (۲۸۵ تعداد در مترمربع) مربوط به شرایط آبیاری مطلوب بوده و کمترین مقدار در صورت کاربرد آزوکمپوست ۲۰۰ تعداد در مترمربع بود و با انجام تنش آبی تعداد سنبله کاهش یافت و تعداد سنبله در مرحله زایشی نسبت به رویشی از حساسیت بالاتری برخوردار بود (شکل ۱). در تنش آبی در مرحله رشد رویشی با کاربرد آزوکمپوست ۱٤٦/٦٦ در مترمربع و با کاربرد اوره ۲۱۳/۳۳ در مترمربع بود و این در حالی بود که در زمان تنش در مرحله رشد زایشی تعداد سنبله در زمان عدم کاربرد کود ۱۱۱/٦٦ در مترمربع و با کاربرد کود اوره ۱۸۱/٦٦ در مترمربع بود (شکل ۱). کاهش تعداد سنبله در زمان وقوع تنش شاید به این دلیل باشد که پنجه‌های که در حال ورود به مرحله تشکیل سنبله و تکامل بوده‌اند و تنش درواقع اثر سویی روی تشکیل سنبله داشته است (یاداف و همکاران،۲۰۰۱). پاک‌نژاد و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که تنش آبی باعث کاهش معنی‌دار عملکرد دانه در گیاهان زراعی می‌گردد.

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات عملکرد و اجزای عملکرد جو رقم ماکویی در رژیم‌های آبیاری و کودی

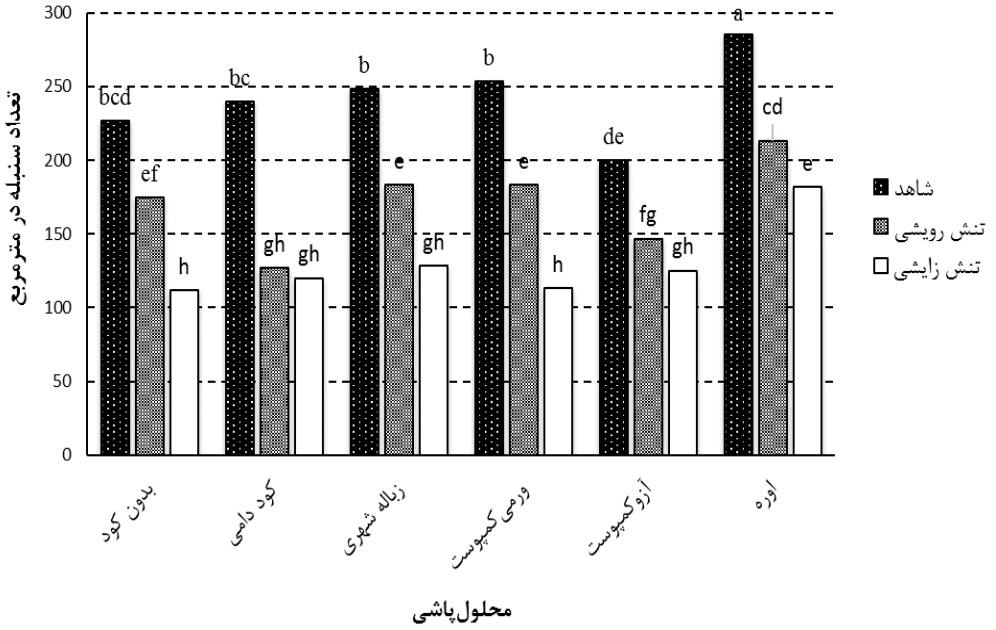
منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	تعداد دانه در سنبله	تعداد سنبله
تکرار	۲	٤١/٧٢٢	١٦٧١٣٧/٧٦	٢٣١٥٥٢/٨٦	٤٠/٥١	٣٨٤/٤٦
رژیم آبیاری	۲	٢٠٦٢/٠٥**	٢١٠٥٥٢٣٩/٤٩**	٢٤٠٤١٦٣٢/٨٥**	٨٤٦/٦٨**	٥٧٩٧٢/٦٨**
تکرار × رژیم آبیاری	٤	٧٦/٨٦	١١٩٣٥٥/٨٨	٥٠٠٦٠/٢٩	١٤/٤٣	١٣٥٨/٢٤
کود	٥	٥٩/١٤**	٦٠٨٢٤٣/٢٠**	١٣١٦٣٥٣/٩٤**	٤٢/٣٧**	٥٦٤٩/٣٥**
رژیم آبیاری × کود	١٠	٢/٠٣	٨٩٠٧٨/٦٣	٩١٩٦٤/٢٢	٣/١٧	٨٠٥/٤٦*
خطای آزمایشی	٣٠	١٤/٩٥	١٦٠١٢١/١٥	٣٠١٦٤٦/٤٤	١١/٠٤	٣١٣/٨٧
ضریب تغییرات		٨/٠٢	١٨/٩٥	١١/٣٠	١٠/٣٧	٩/٧٧

** و * به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد.

جدول ٤- مقایسه میانگین‌های صفات عملکرد و اجزای عملکرد جو رقم ماکویی تحت تأثیر رژیم‌های آبیاری و کودی

تیمار	ارتفاع بوته (سانتیمتر)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	تعداد دانه در سنبله
رژیم آبیاری				
شاهد	٥٨/٦١a	٣٢١٤/٤a	٥٩٤٣/١٥a	٣٨/٣٣a
تنش در مرحله رشد رویشی	٣٧/٢٢c	٢٠٦٥/٧b	٣٦٤٢/٩٦c	٣٣/٠٠b
تنش در مرحله رشد زایشی	٤٨/٦٧b	١٠٥٢/٨c	٤٩٩٠/٠٠b	٢٤/٧٢c
رژیم کودی				
بدون کود	٤٥/٠٠c	١٧٣٧/٤c	٤٥٠٥/٢dc	٢٩/٨٩c
اوره	٤٥/٧٨bc	١٨٨٨/٩bc	٤٤٢٧/٨d	٣٠/٠٠c
زباله شهری	٤٧/٤٤bc	٢٠٨٩/٦abc	٤٦٨٠/٠dc	٣٠/٣٣bc
ورمی‌کمپوست	٤٩/٤٤ab	٢٢٦١/٩ab	٥١٤٢/٢ab	٣٣/٦٧ab
آزوکمپوست	٤٩/٥٦ab	٢٢٥١/٥ab	٥٠٠١/٩abc	٣٣/٥٦ab
دامی	٥١/٧٨a	٢٤٣٦/٧a	٥٣٩٥/٢a	٣٤/٦٧a

در هر صفت تیمارهایی که با حروف مشابه نشان داده‌شده‌اند، دارای اختلاف معنی‌دار نیستند (LSD در سطح ۵ ٪).



شکل ۱- مقایسه میانگین تعداد سنبله در مترمربع جو رقم ماکویی تحت تأثیر رژیم‌های آبیاری و کودی.

در هر صفت تیمارهایی که با حروف مشابه نشان داده‌شده‌اند، دارای اختلاف معنی‌دار نیستند (LSD در سطح ۵ ٪).

نتیجه‌گیری

با توجه به اهمیت زراعت جو و کمبود آب و لزوم توجه به کشاورزی پایدار، تأمین تلفیقی عناصر غذایی با استفاده از کودهای شیمیایی و آلی، کمبود مواد غذایی را جبران کرده و سبب حفظ حاصلخیزی خاک و تولید پایدار محصول خواهد شد. درمجموع این پژوهش نشان داد که تنش آبی موجب کاهش اجزای عملکرد گیاه جو گردیده و خسارت تنش در مرحله رشد زایشی بیشتر از رویشی بود. همچنین استفاده از کودهای ورمی‌کمپوست و آزوکمپوست نقش بیشتری در مقاومت گیاه به تنش خشکی داشت.

منابع

بخشی، غ.، ف.فتاحی و س. یزدچی، س. ۱۳۸٦. بررسی اثر تنش خشکی بر روی برخی از صفات مورفولوژیک ده رقم گیاه جو در شرایط آب و هوایی اسکو (آذربایجان شرقی). پژوهش و سازندگی. ۲۰(۱): ۱۰۸-۱۱٤.

بهمنیا، م.ر. ۱۳۸٤. غلات سردسیری گندم، جو، یولاف، چاودار. انتشارات دانشگاه تهران. ٦۱۰ صفحه.

گاردنر، ف. پ. و همکاران. ۱۳۸۰. فیزیولوژی گیاهان زراعی.ترجمه: کوچکی، ع.، و غ. سرمدنیا. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ٤۳۰ صفحه.

مقصودی، ب.، ب. جعفری‌حقیقی و ع. جعفری. ۱۳۹۳. تأثیر کاربرد عناصر ریزمغذی و هورمون اکسین بر عملکرد و اجزاء عملکرد گندم دوروم. اکوفیزیولوژی گیاهی. ٦(۱٦): ۱۳-۲٦.

میرزایی تالار پشتی، ر.، ج. کامبوزیا، ج. صباحی و ع.م. مهدوی دامغانی. ۱۳۸۸. اثر کاربرد کودهای آلی بر ویژگی‌های فیزیکو شیمیایی خاک و تولید محصول و ماده خشک گوجه فرنگی (*Lycopersicon esculentum* L.). مجله پژوهش‌های زراعی ایران. ۳(۱): ۲۵۱-۲٦۸.

میرلوحی، ا.ف.، ر. محمدی، س.ج. رضوی و ف. نوربخش.۱۳۸۷. تأثیر تیمارهای مختلف کودی اعمال شده در کاشت برنج، جو و ذرت بر عملکرد جو به عنوان کشت دوم در یک تکرار سه ساله. مجله دانش کشاورزی. ۱۸(۳): ۱٦۱-۱۷۱.

Aggelides, S.M., and P.A. Londra. 2000. Effects of compost produced from town wastes and sewage sludge on the physical properties of a loamy and a clay soil. Biores. Tech. 71: 253-259.

Anwar, M., D.D. Patra, S. Cand, K. Alpesh, A.A. Naqvi, and S.P.S. Khanuja. 2005. Effect of organic and inorganic fertilizer on growth, herb and oil yield, nutrient accumulation, and oil quality of French basil. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 36(13-14): 1737-1746.

Arora, A., and P.K. Singh. 2003. Comparison of biomass productivity and nitrogen fixing potential of *Azolla* spp. Biomass Bioenerg. 24: 175-178.

Chanda GK, Bhunia G., and Chakraborty SK, 2011. The effect of vermicompost and other fertilizers on cultivation of tomato plants. J. Hort. Forest., 3(2): 42-45.

Hussein, M.S., S.E. El-Shrbeny, M.Y. Khlil, N.Y. Naguib, and S.M. Aly. 2006. Growth characters and chemical constituents of *Dracocephalum moldavica* L. plants in relation to compost fertilizer and planting distance. J. Sci. Hort.. 108: 322-331.

Kumar GA, Bishwas R, Mahendra PS, Vibha U, and Chandan KS, 2011. Effect of fertilizers and vermicompost on growth, yield and biochemical changes in *Abelmoschus esculentus*, Plant Arch. 11(1): 285-287.

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

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. Europ. J. Agron. 30: 119-128.

Ostos JC, Lopez-Garrido R, Murillo JM., and Lopez R, 2008. Substitution of peat for municipal solid waste and sewage sludge-based composts in nursery growing media: Effects on growth and nutrition of the native shrub *Pistacia lentiscus* L. Biores. Tech. 99. 1793–1800.

Paknejad F, Nasri M., and Tohidi Moghadam HR, 2007. Effects of drought stress on chlorophyll fluorescence parameters, chlorophyll content and grain yield of wheat cultivars. J. Bio. Sci. 7(6): 841-847.

Rajeswara, B.R. 2001. Biomas and essential oil yield of rainfed palmorosa (*Cymbopogon martinii*) (Rox b. Wats. Var. Motia Burk) supplied with different level of organic manure and fertilizer in semi-arid tropical climate. Ind. Crop Prod. 14: 171-178.

Rascio, A., M. Russo, C. Platani, and N. Difonzo. 1998. Drought intensity effects on genotypic differences in tissue affinity for strongly bound water. Plant Sci. 132: 121-126.

SAS Institute 2001. SAS user's guide. Version 8. SAS Institute Inc Cary, NC.

Utayasoorian, C., P. Balamurgan, and P. Muthuvel. 1991. Direct and residual effect of FYM and NPK levels on sunflower. Madras Agri. J. 78: 207-209.

Yadav, R., S. Gayadin, and A.K. Jaiswal. 2001. Morpho-physiological changes and variable yield of wheat genotypes under moisture stress conditions. Indian J. Plant Physiol. 6: 390-394.

Effects of different manures and water stress on yield and yield components of barley (*Hordeum vulgare* L.)

H.Zahedi[1]

Received: 2016-02-07 Accepted: 2016-06-12

Abstract

Organic matters are useful sources to improve soil quality and increase the yield in plants. In order to assess the effects of different fertilizers application on yield and yield components of barley (*Hordeum vulgare* L.) (Makoii cultivar) under water stress, a field experiment was conducted on Research Farm of Faculty of Agriculture of Tarbiat Modares University, Tehran, Iran at growing season 2014-2015. The experiment was conducted as split plot arranged in a randomized complete blocks design with three replications. The main plots were three water stress (optimal irrigation, withholding irrigation at vegetative and reproductive growth stages) and six kinds of fertilizers (control, manure, chopped municipal waste, vermicompost, azocompost and urea) were in subplots. There was a significant effect of water stress and fertilizers on plant height, grain yield, biological yield, grains per spike and number of spike per m^2. Overall, the plants were more sensitive to water stress at the reproductive stage and vermicompost and azocompost could moderate disadvantages of water stress on plants.

Keywords: manure, municipal waste chopped, vermicompost, azocompost and urea

1 - Assistant Professor, Department of Agriculture and Integrated Cropping Research Center, Eslamshahr Branch, Islamic Azad University, Eslamshahr, Iran.