نشریه علمی پژوهشی دانش کشاورزی و تولید پایدار
جلد ۳۱ شماره ۱ / سال ۱۴۰۰ صفحات ۱۴۳-۱۲۵

اثرات کودهای بیولوژیک، شیمیایی و دامی بر صفات بیوشیمیایی، عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت سینگل کراس ۵۰۰

مهدی الهرسانی[۱]، سید حمیدرضا رمضانی [۲*]

تاریخ دریافت: ۹۸/۱۲/۲٤ تاریخ پذیرش: ۹۹/٦/۱۷
۱-دانشجوی دکترای اگرواکولوژی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی بیرجند، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران
۲-استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، آموزشکده کشاورزی سرایان، دانشگاه بیرجند، سرایان، ایران
*مسئول مکاتبه: Email: hrramazani@birjand.ac.ir

چکیده

اهداف: پژوهش حاضر به منظور بررسی اثرات سطوح مختلف کودهای دامی، شیمیایی و زیستی بر برخی صفات مورفولوژیک، فیزیولوژیک، بیوشیمیایی، عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت سینگل کراس ۵۰۰ و همچنین معرفی بهترین تیمار کودی به انجام رسید.

مواد و روش‌ها: آزمایشی به‌صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در اوایل تیرماه سال زراعی ۱۳۹۸ در مزرعه‌ای واقع در دشت گیو از توابع شهرستان خوسف استان خراسان جنوبی اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل تلقیح و عدم تلقیح بذور با کود فسفات بارور ۲ به‌عنوان فاکتور اصلی، ۳ سطح کود شیمیایی (شاهد، N150:P25:K150 و N300:P50:K300 در هکتار) و سه سطح کود دامی (شاهد، ۱۰ و ۲۰ تن در هکتار) به عنوان فاکتورهای فرعی بودند. علاوه بر این، صفات ارتفاع بوته، وزن خشک اندام‌های هوایی، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، پروتئین دانه، محتوای کلروفیل a، b، کل و کاروتنوئیدها مورد ارزیابی قرار گرفتند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که تلقیح بذور با کود بیولوژیک فسفات بارور ۲ سبب افزایش معنی‌دار وزن خشک بخش‌های هوایی، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و رنگیزه‌های گیاهی گردید. همچنین، کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود دامی و تیمار N300:P50:K300 سبب افزایش معنی‌دار تمامی صفات مورد بررسی نسبت به تیمار شاهد شدند. براساس نتایج نیز مشاهده شد که برهمکنش‌های کود بیولوژیک×کود شیمیایی (کلروفیل b، کلروفیل کل، کاروتنوئیدها و عملکرد بیولوژیک)، کود بیولوژیک×کود دامی (وزن خشک هوایی، کلروفیل b، کلروفیل کل و کاروتنوئیدها)، کود شیمیایی×کود دامی (وزن خشک هوایی، عملکرد بیولوژیک، کلروفیل b و کاروتنوئیدها) و کودهای بیولوژیک×شیمیایی×دامی (کاروتنوئیدها) اثرات معنی‌داری ایجاد کردند.

نتیجه‌گیری: به طور کلی، نتیجه‌گیری می‌شود که تلقیح بذور به وسیله فسفات بارور ۲، کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود دامی، تیمار شیمیایی N300:P50:K300 و برهمکنش کودهای زیستی، دامی و شیمیایی سبب بهبود عملکرد و اجزای عملکرد ذرت سینگل کراس ۵۰۰ در شرایط کشاورزی منطقه مورد پژوهش گردید.
واژه‌های کلیدی: پروتئین دانه، رنگیزه‌های فتوسنتزی، عملکرد ذرت، کود زیستی، کود گاوی

Effects of Biological, Chemical and Animal Fertilizers on Photosynthetic Pigments, Yield and Yield Components of Corn 500 Single cross

Mehdi Allahresani[1], Seyyed Hamid Reza Ramazani[2*]

Received: March 14, 2020 Accepted: September 7, 2020
1-Ph D. Student of Agroecology, Agronomy and Plant Breeding Department, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran.
2-Assistant Professor, Agronomy and Plant Breeding Department, Sarayan Faculty of Agriculture, University of Birjand, Sarayan, Iran.
*Corresponding Author Email: hrramazani@birjand.ac.ir

Abstract

Background and Objective: The present study was performed to investigate the effects of chemical, animal and biological fertilizers on morphological, physiological, biochemical, functional traits, yield components of corn 500 single-cross, as well as to introduce the best fertilizer treatment.

Materials and Methods: An experiment was conducted using a factorial based on the randomized complete block design with three replications in a farm located in Dasht-e-Giv in Khoosf city of South Khorasan province in late June of 2018-2019 growing season. The experimental treatments were inoculation/ non-inoculation of seeds with phosphate Barvar-2 as the main plot, and three levels of chemical fertilizer (control, N150: P25: K150 and N300: P50: K300 per hectare) and three levels of animal fertilizer (control, 10 and 20 $t.ha^{-1}$) as the subplot. Furthermore, indices of plant height, shoot dry weight, row number per cob, grain number per row, 1000-grain weight, grain yield, biological yield, harvest index, seed protein, chlorophyll a, b, total chlorophyll and carotenoids were evaluated.

Results: The results indicated that seed inoculation with bio-fertilizer Barvar-2 significantly increased the dry weight of aerial parts, the number of grains per row, 1000-grain weight, grain yield, biological yield, and photosynthetic pigments. Also, the application of animal fertilizer at the level of 20 $t.ha^{-1}$ and chemical fertilizer at the treatment of N300: P50: K300 significantly increased all indices studied in this study than the control treatment. According to the results, it was observed that there were significant effects for interactions of bio-fertilizer × chemical fertilizer (chlorophyll b, total chlorophyll, carotenoids and biological yield), bio-fertilizer × animal fertilizer (dry weight of aerial parts, chlorophyll b, total chlorophyll and carotenoids), chemical fertilizer × animal fertilizer (dry weight of aerial parts, biological yield, chlorophyll b and carotenoids) and biofertilizer × chemical fertilizer × animal fertilizer (carotenoids).

Conclusion: In general, inoculating seeds with phosphate barvar-2, the application of 20 $t.ha^{-1}$ of animal fertilizer, the application of N300: P50: K300 treatment, the interaction of biological, animal and chemical fertilizers resulted in improving yield and yield components of corn 500 single-cross under agricultural conditions of the present study area.

Keywords: Bio-fertilizers, Corn Yield, Cow Manure, Photosynthetic Pigments, Seed Protein

مقدمه

ذرت (*Zea mays* L.) گیاهی تک لپه، یکساله، از خانواده غلات است که دارای مسیر فتوسنتزی C_4 می-باشد (زند و لعلی‌نیا ۲۰۱٤). همچنین، اظهار شده است که در بین غلات، ذرت به‌دلیل برخورداری از تنوع بالای ژنتیکی، ساده بودن کاشت و کار، خوشخوراکی، کنترل فرسایش و علف‌های هرز و غیره در مقایسه با زراعت‌ها از اهمیت قابل توجهی برخوردار است (رسولی و همکاران، ۲۰۱۳). ذرت یکی از مهمترین گیاهان زراعی است که بعد گندم و برنج، مقام سوم اهمیت از لحاظ کشت را در بین غلات دارد (شیری و همکاران ۲۰۱۹). این گیاه به دلیل اهمیت بالایی که در تغذیهٔ انسان و دام داشته و سازگاری گسترده‌ای نیز با مناطق آب و هوایی معتدل و گرمسیری دارد، یکی از گیاهان زراعی راهبردی محسوب می شود (شیری و همکاران ۲۰۱۹). ذرت سینگل کراس ۵۰۰[1] دارای دوره رشدی ۱۳۵-۱۲۵ روز بوده و از لحاظ رسیدگی در گروه متوسط رس قرار دارد؛ همچنین، ذکر شده است که مناسب‌ترین تراکم بوته جهت تولید دانه معادل ٦۵۰۰۰ تا ۸۵۰۰۰ بوته در هکتار می‌باشد (طهماسبی و دولت‌مند شهری، ۲۰۱۷).

امروزه، به دلیل بروز مشکلات متعدد زیست محیطی نظیر آلودگی منابع آب، کاهش کیفیت محصولات کشاورزی، کاهش تنوع زیستی، ایجاد مقاومت در برابر آفات و کاهش میزان باروری خاک، تغییر در نظام‌های زراعی متداول و حرکت به سمت کشاورزی ارگانیک ضروری شده است (تال ۲۰۱۸؛ اسکینر و همکاران ۲۰۱۹). همچنین، نتایج برخی تحقیقات نشان داده است که استفاده بیش از حد کودهای شیمیایی سبب کاهش عملکرد گیاهای زراعی شده است (اکبرپور و همکاران ۲۰۱۷). بر همین اساس، مهم‌ترین موضوع در حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاهی در نظام‌های تولید محصولات زیستی کشاورزی، جایگزینی مواد آلی و کودهای زیستی با کودهای شیمیایی یا به حداقل رساندن اثرات منفی کودهای شیمیایی است؛ لذا، مصرف تلفیقی کودهای شیمیایی و آلی به عنوان یک سیستم مدیریتی صحیح و منطقی می‌تواند علاوه بر کاهش مصرف کودهای شیمیایی و جلوگیری از اثرهای زیان‌آور آنها بر آب‌های سطحی و زیرزمینی، توازن تغذیه‌ای در گیاهان را حفظ کرده و عملکرد آنها را افزایش دهد (جوانمرد و شکاری ۲۰۱۳). از طرفی، با توجه به اینکه اکثر خاک‌های کشاورزی ایران، به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک، دارای pH بالا و مقدار کم فسفر قابل دسترس برای گیاهان می‌باشند (جوانمرد و شکاری ۲۰۱۳)، روش‌های مصرف کود و نوع آنها باید به گونه‌ای تغییر کند که منجر به افزایش کارائی مصرف عناصر غذایی شده، مواد غذایی مورد نیاز گیاه را به‌صورت طولانی‌مدت و بدون تلفات در اختیار گیاهان قرار دهند و مخاطرات زیست-محیطی را کاهش دهند (کندی و همکاران ۲۰۰٤). در برخی پژوهش‌ها اظهار شده است که مواد آلی به علت اثرات مفیدی که بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و باروری خاک دارند، می‌توانند یکی از ارکان مهم باروری خاک محسوب شوند (تهامی و همکاران ۲۰۱۹). برخی پژوهشگران نیز نشان دادند با توجه به منابع و عناصر غذایی فراوان در کودهای دامی و رهاسازی تدریجی انرژی آنها (اکبرپور و همکاران ۲۰۱۷)، کاربرد این کودها به تنهایی یا در تلفیق با کودهای شیمیایی می‌تواند جایگزین یا مکمل مناسبی برای کودهای شیمیایی باشد (جوانمرد و شکاری ۲۰۱۳).

همچنین، در برخی پژوهش‌ها اظهار شده است که به‌کارگیری کودهای آلی و زیستی، گامی اساسی و مطمئن در جهت دستیابی به اهداف کشاورزی ارگانیک و پایدار محسوب می‌شود (هان و همکاران ۲۰۰٦؛ دسکا و همکاران ۲۰۱٦). کاربرد کودهای بیولوژیک حل کننده فسفر و تثبیت کننده نیتروژن از جمله روش‌های زراعی

[1]: K.SC.500

مناسبی هستند که می‌تواند مشکل فوق را برطرف نماید (وو و همکاران ۲۰۰۵؛ شجاعیان‌کیش و همکاران ۲۰۱۹) و از اتلاف منابع کودی و آلودگی محیط جلوگیری شود (عیدی‌زاده و همکاران ۲۰۱۰). عرب-نیاسر و همکاران (۲۰۱۹) نیز بیان داشتند که کودهای زیستی دارای مقادیر کافی از یک یا چند گونه میکروارگانیسم مفید خاکزی می-باشند و نقش مثبتی در رفع نیاز غذایی گیاهان داشته و سبب بهبود شرایط رشد آنها می‌شوند. تحقیقات دیگری تاثیر مثبت کودهای زیستی و به ویژه فسفات بارور-۲ بر رشد و عملکرد گیاهان زراعی را به اثبات رسانده‌اند (پونیا ۲۰۱۱). همچنین، اظهار شده است کود فسفر بارور- ۲ که شامل سویه‌های مختلف باکتری‌های حل-کننده فسفات می‌باشد، از خاک‌های کشاورزی ایران جداسازی شده و آزمـایش‌های متعددی نشان دادند که فسفات بارور- ۲ با شرایط محیطی مزارع کشور ایران سازگار می‌باشد (حشمتی و همکاران ۲۰۱۶). برخی پژوهش‌ها بیان کرده‌اند که وجود میکروب‌های حل‌کننده فسفات سبب کاهش اثرات سوء کودهای شیمیایی و حفظ محیط زیست می‌گردد (خان و همکاران ۲۰۰۷؛ خوشرو و ساریخانی ۲۰۱۹). نتایج مطالعه شاهرونا و همکاران (۲۰۰۶) و ضیائیان و همکاران (۲۰۱٤) نشان دادند که کاربرد کودهای زیستی فسفره سبب افزایش بیوماس گیاهی و عملکرد گیاه ذرت شده است و این کود می‌تواند جایگزین مناسبی برای کود شیمیایی فسفاته باشد. در ارتباط با اثرات کاربرد کودهای بیولوژیک بر گیاهان، آزاز و همکاران (۲۰۰۹) کاربرد کودهای زیستی به جای کودهای شیمیایی را در گیاه رازیانه مورد بررسی قرار دادند و اظهار داشتند که رشد رویشی، عملکرد و میزان اسانس گیاه رازیانه در تیمارهای کود زیستی افزایش یافت. نتایج پژوهشی حاکی از آن است که کاربرد کودهای بیولوژیک منجر به بروز تفاوت معنی‌داری در صفات سرعت سبز شدن، میزان سطح برگ، متوسط تعداد برگ در بوته، وزن خشک برگ، وزن خشک بوته و نسبت وزن خشک برگ به ریشه بین ارقام مختلف گندم گردید (امیری و همکاران ۲۰۱۳).

با توجه به اهمیت کودهای زیستی و آلی در کشاورزی پایدار و همچنین ضرورت کاهش کودهای شیمیایی به خاطر ایجاد آلودگی‌های زیست محیطی در بوم نظام‌های زراعی، تحقیق حاضر با هدف بررسی تاثیر کاربرد کود زیستی فسفات بارور- ۲، سطوح مختلف کودهای دامی و شیمیایی بر برخی صفات مورفولوژیک، بیوشیمیایی، عملکرد و اجزای عملکرد گیاه ذرت سینگل کراس ۵۰۰ اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ در مزرعه‌ای واقع در دشت گیو از مناطق کویری شهرستان خوسف استان خراسان جنوبی با مختصات جغرافیایی ′۳۰:°۳۲ شمالی و ′۱٦:°۵۹ شرقی به‌صورت اسپلیت-فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل تلقیح/ عدم تلقیح بذور ذرت با کود بیولوژیک فسفات بارور ۲ به-عنوان فاکتور اصلی، سه سطح کود شیمیایی (شاهد، N150:P25:K150 و N300:P50:K300) و سه سطح کود دامی پوسیده (شاهد، ۱۰ و ۲۰ تن در هکتار) به‌عنوان فاکتورهای فرعی بر روی گیاه ذرت رقم سینگل کراس ۵۰۰ انجام شد. این رقم از نظر رسیدگی در گروه ارقام متوسط رس بوده که دانه‌هایی با تیپ دندان اسبی دارد و متوسط زمان سبز شدن تا رسیدگی فیزیولوژیک آن در حدود ۱۳۰-۱۲۰ روز می‌باشد. قبل از اجرای آزمایش، نمونه‌ای مرکب از خاک مزرعه از عمق ۳۰ سانتی‌متری بالای سطح خاک و کود دامی مورد بررسی در پژوهش حاضر تهیه و جهت تعیین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی آنها به آزمایشگاه ارسال گردید و بر اساس نتایج آزمایش خاک، عناصر غذایی مورد نیاز، با اندکی تغییر به عنوان تیمارهای آزمایشی به خاک مزرعه اضافه شدند (جدول ۱). پس از انجام عملیات خاکورزی، کرت‌های آزمایشی در ابعاد ٤×۵ متر با فاصله نیم متر از همدیگر آماده شدند، کودهای دامی، یک سوم نیتروژن (کود اوره) و تمامی مقادیر کودهای فسفر (سوپرفسفات تریپل) و

پتاسیم (سولفات پتاسیم) در سطح مزرعه پخش شدند و بذور مورد استفاده در اول تیرماه به صورت ردیفی در فواصل ۶۰ ×۲۰ سانتی‌متر (تراکم کاشت ۸۳۳۳۳ بوته در هکتار) و در عمق ۵-۳ سانتی‌متری کشت شدند. آبیاری مزرعه پس از کاشت بذرها به صورت نشتی و بر اساس دور مرسوم آبیاری منطقه انجام گرفت، عملیات وجین در دو مرحله بصورت دستی انجام شد و مابقی کودهای نیتروژن طی ۲ مرحله رشدی گیاه ذرت شامل ۶-۴ برگی و ۱۲-۸ برگی همراه با آب آبیاری استفاده شدند.

جدول ۱- آنالیز خاک نمونه‌برداری شده از ۳۰ سانتی‌متر فوقانی مزرعه

بافت خاک	آهک (%)	کلسیم ($mg.kg^{-1}$)	منیزیوم ($mg.kg^{-1}$)	ماده آلی خاک (%)	نیتروژن در دسترس (%)	کربن آلی (%)	پتاسیم قابل جذب ($mg.kg^{-1}$)	فسفر قابل جذب ($mg.kg^{-1}$)	هدایت الکتریکی ($dS.m^{-1}$)	واکنش خاک
لوم	۴۵/۴۴	۲۳/۳۶	۳۸/۸۸	۰/۵۲۲	۰/۱	۲	۱۴۳	۲۳	۶/۴	۷/۸۱

جدول ۲- **آنالیز نمونه‌های کود گاوی مورد استفاده در پژوهش حاضر**

نیتروژن قابل جذب (%)	ماده آلی (%)	پتاسیم قابل جذب ($mg.kg^{-1}$)	فسفر قابل جذب ($mg.kg^{-1}$)	درصد رطوبت (%)	هدایت الکتریکی ($dS.m^{-1}$)	واکنش کود
۲/۱	۱۸/۰۳	۴۷/۵	۲۴/۸	۷۳	۱/۴	۷/۱

در پایان آزمایش (۲۰ مهرماه)، از هر کرت آزمایشی ۱۰ بوته به‌طور تصادفی انتخاب شدند و میانگین صفات ارتفاع بوته، وزن خشک اندام‌های هوایی، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و میزان پروتئین دانه اندازه‌گیری شدند. همچنین صفات کلروفیل a، b، کلروفیل کل و محتوای کاروتنوئیدها در زمان خروج گل‌های نر گیاه مورد ارزیابی قرار گرفتند. قابل ذکر است که ارتفاع بوته به صورت دستی و با استفاده از خطکش اندازه‌گیری شد.

جهت اندازه‌گیری وزن خشک اندام‌های، ابتدا بخش‌های هوایی گیاه ذرت در هر کرت از سطح خاک برداشت شد. سپس نمونه‌ها در آون (در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت) قرار گرفتند و در نهایت وزن خشک اندام‌های هوایی ذرت با استفاده از ترازوی مدل Mettler Toledo با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه گیری و یادداشت شد.

صفات تعداد ردیف در بلال، دانه در ردیف، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک از میانگین ۱۰ بوته از هر کرت آزمایشی اندازه‌گیری شدند. از طرفی، از آنجا که شاخص برداشت درصدی از عملکرد بیولوژیکی است که عملکرد اقتصادی را تشکیل می‌دهد (تدین و نوروزی، ۲۰۱۶)، از رابطه ۱ محاسبه شد.

$$\text{شاخص برداشت} = \frac{\text{عملکرد اقتصادی}}{\text{عملکرد بیولوژیک}} \times ۱۰۰ \qquad \text{(رابطه ۱)}$$

پروتئین‌گیری بذر با استفاده از روش کجلدال انجام شد و جهت تعیین میزان پروتئین دانه‌ی ذرت، میزان ازت به دست آمده از بذر گیاه ذرت، در عدد ۶/۲۵ ضرب گردید (جونز، ۱۹۳۱). علاوه بر موارد فوق، محتوای کلروفیل a، b، و کل با روش آرنون (۱۹۴۹) و کاروتنوئیدها با روش لیچتنتالر (۱۹۸۷) محاسبه شدند. بر همین اساس، ابتدا ۰/۱ گرم از بافت تازه پهنک برگ توزین شد و سپس در هاون به کمک استون ۸۰٪ و بر روی یخ سائیده شد. عصاره حاصل توسط کاغذ صافی و بالن ژوژه صاف گردید. تفاله به دست آمده مجدداً با استون ۸۰٪ سائیده و صاف شد. این عمل تا زمانی که

تفاله برگی سفید رنگ شود تکرار گردید. سپس حجم عصاره حاصل با استون ۸۰٪ به ۱۰ میلی‌لیتر رسانده شد. بلافاصله مقداری از عصاره به کووت منتقل گردید و جذب محلول با اسپکتروفتومتر (مدل JENWAY 6300) در طول موج‌های ٦٤٥ ، ٦٦٣ و ٤٧٠ نانومتر قرائت شد. سپس میزان کلروفیل a، b، کلروفیل کل و کاروتنوئیدها طبق روابط و مقادیر آنها براساس معادلات زیر محاسبه شد. قابل ذکر است که از استون ۸۰٪ به‌عنوان محلول بلانک استفاده گردید.

(رابطه ۲) $$Chla = \frac{[(12.7 \times D663) - (2.69 \times D645)] \times V}{1000 \times W}$$

(رابطه ۳) $$Chlb = \frac{[(22.9 \times D645) - (4.93 \times D663)] \times V}{1000 \times W}$$

(رابطه ٤) $$Totalchl = \frac{[(20.2 \times D645) - (8.02 \times D663)] \times V}{1000 \times W}$$

(رابطه ٥) $$Carotenoids = \frac{[(1000 \times D470) - (1.82 \times Chl.a) - (85.02 \times Chl.b)]}{198}$$

در نهایت، داده‌های حاصل از پژوهش به وسیله نرم‌افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و اثر برهم‌کنش تیمارها بر صفات با نرم‌افزار MSTAT-C مورد مقایسه قرار گرفتند و نمودارهای حاصل از داده-های پژوهش با نرم‌افزار Excel ترسیم گردیدند. برای مقایسه میانگین داده‌های صفات مورد آزمایش، از آزمون حداقل معنی داری (LSD) در سطح احتمال ۵٪ استفاده گردید.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته و وزن خشک بخش‌های هوایی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که ارتفاع بوته در سطح احتمال ٪۱ تحت تأثیر تیمارهای کودهای شیمیایی و دامی قرار گرفت ولی تیمار تلقیح/ عدم تلقیح بذور با فسفات بارور ۲ و برهمکنش‌های دوگانه و سه‌گانه سبب ایجاد اختلاف معنادار در ارتفاع بوته ذرت نشدند. علاوه بر موارد فوق، مشاهده می‌شود که تیمارهای تلقیح بذر، کودهای شیمیایی، کودهای دامی و برهمکنش تلقیح × کود شیمیایی در سطح احتمال ۱٪ و برهمکنش کود شیمیایی × کود دامی در سطح احتمال ۵٪ بر وزن خشک اندام‌های هوایی ذرت اختلاف معنی‌داری را ایجاد کردند ولی برهمکنش‌های تلقیح × کود دامی و تلقیح × کود شیمیایی × کود دامی اثرات معناداری بر صفت مذکور نداشتند (جدول ۲).

نتایج مقایسه میانگین ارتفاع بوته در جدول ٤ نشان داده شده است. براساس اطلاعات کاربرد کود شیمیایی، مشاهده می‌شود که بیشترین ارتفاع بوته (۱۹۲/۰٤ سانتی‌متر) تحت کاربرد تیمار N300:P50:K300 به دست آمد اما با ارتفاع گیاهان تحت کاربرد تیمار کودی N150:P25:K150 (معادل ۱۸۱/٦۱ سانتی‌متر) تفاوت معنی‌داری نداشت و کمترین ارتفاع بوته تحت تیمار شاهد (معادل ۱٦۷/۳۳ سانتی‌متر) حاصل شد. به طور کلی، محاسبات آماری نتایج جدول ۳ نشان می‌دهند که تیمار کودی N300:P50:K300 نسبت به تیمارهای شاهد و N150:P25:K150 به ترتیب افزایشی معادل ۱٤/۷۷ و ٥/۷٤ درصد برای صفت ارتفاع بوته گیاه ذرت داشت. تحت کاربرد کودهای دامی، مشاهده می‌شود که بیشترین ارتفاع بوته (۲۰۱/۰۸ سانتی‌متر) که اختلاف معناداری با سایر تیمارها داشت تحت کاربرد ۲۰ تن کود دامی به دست آمد و کمترین ارتفاع بوته (۱٥۹/۳٥ سانتی‌متر) در تیمار عدم کاربرد کود دامی حاصل شد که اختلاف معنی-داری با ارتفاع بوته سایر تیمارهای کود دامی داشت. براساس نتایج جدول ۳ استنباط می‌شود که کاربرد ۲۰ تن کود دامی در مقایسه با تیمارهای شاهد و ۱۰ تن کود دامی به ترتیب افزایش معناداری معادل ۲٦/۱۹ و ۱۱/۳۷ درصد در ارتفاع بوته‌های ذرت داشت (جدول ٤).

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورفولوژیک، بیوشیمیایی، عملکرد و اجزای عملکرد مورد بررسی گیاه ذرت

تیمارها	df	ارتفاع گیاه	وزن خشک هوایی	تعداد ردیف در بلال	تعداد دانه در ردیف	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
بلوک	۲	۲۵/۹۵ ns	۱۳٤/۱۳ ns	۲/۷۲ ns	۳/۱۷ ns	۷۳۲/۸٤ ns	۹٦۱۲۳۲/۱۷ ns	۱۱٦۸٤۳٦/٦٦ ns	۸۹۱٤/٦۹ ns
تلقیح	۱	۱۵۳۳/۸۷ ns	۵۰۰٤/۲۹ **	۱۲/۵۲ ns	۱۰۱/٤۱ **	۱۵۸٤/۱٦ *	۲۰۲۰٦۱۳۹/۳۰**	٤۳۵۹۲۵۲٤/۵۲ **	۲۰٦٤۷/۵٤ ns
خطای a	۲	٦۸۵/٤۰	۳٤/٤۷	۷/۹۱	۱۹/۵۷	۱/۸۲	۱۹۲٦۸٦/۹۸	۳۰۰۲۷٤/٦۸	۳۳۱۱/۹۱
کود شیمیایی	۲	۲۷۷۰/۱۷ **	٤۵۰٤/۰۹ **	۱۹/۳۹ *	۹۱/۵۰ **	۱٦٦۸/۰۱ *	۱۹۹٦۲٦۱٤/۹۳ **	۳۹۲۳۵۳۳۲/۵۱ **	۳۰۸۵٤/۱۸ *
کود دامی	۲	۷۸۳٦/۱۱ **	۱۵۲۳/۹۹ **	۱۷/۳۸ *	۱۱۱/۷۲ **	۲۵۰۹/٦۳ **	۲۳٦۲۱٤۰۹/۵۹ **	۱۳۲۷۵٦۰۹/۰۳ **	۸۸۲٦۷/۲۸ **
تلقیح × کود شیمیایی	۲	۱۵/۱۲ ns	۱۲۲۷/۲٦ **	۰/۲٤ ns	۸/۸۰ ns	٦۳/۳۲ ns	۱۲۹۵٦۱٤/٦۱ ns	۱۰٦۹۰٦۹۲/۹۹ **	۳۸۷٦/۷۵ ns
تلقیح × کود دامی	۲	۷۰/۷٦ ns	۱۵۱/۰۸ ns	۰/۰۲ ns	۱۰/۳۵ ns	۰/۷۷ ns	۱۲٤۵۸۹۰/۲۵ ns	۱۳۱٦۰۲٤/۳۳ ns	۱٤۲٤/۵۱ ns
کود شیمیایی × کود دامی	٤	۷۵/٤۷ ns	۲۵۹/۲۵ *	۰/۹٤ ns	۰/۲۲ ns	۳۹/۳٦ ns	۵۲۳۳۰٤/۸۰ ns	۲۲۵۸۳۵۷/۸۰ *	۱۰۸۳/٦٤ ns
تلقیح/ عدم تلقیح × کود شیمیایی × کود دامی	٤	۳٦/۳۱ ns	۹۳/۷۸ ns	۰/۵۷ ns	۱/۲٤ ns	۳۷/۹۷ ns	۳۱۸٤۸۰/۷۲ ns	۸۱٦۹۲۱/۷۷ ns	۲۲٦٦/۱۷ ns
خطای b	۳۲	۵۰۱/۹۵	۹٦/۷۰	۵/۷۵	۱۵/۳۷	۳۷٦/۷٤	۱۰۸۸٤۹٦/۲۰	۸٤۲۳۵۸/۱۰	۷۹۰۹/۸۳
ضریب تغییرات (٪)		۱۲/٤۲	۸/۷۵	۱۹/٤۵	۲۲/۳۳	۸/۵۲	۲٤/۸۳	۸/۷۵	۲٤/۲٤

، ** و * به ترتیب عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪ می‌باشد.ns

ادامه جدول ۳

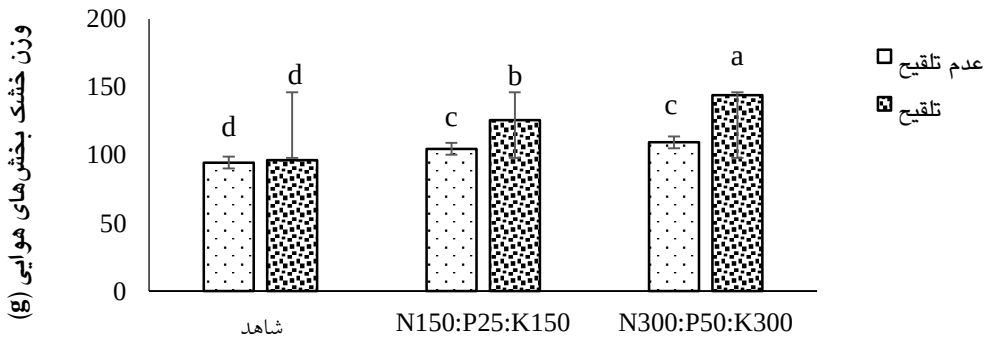
پروتئین دانه	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کاروتنوئیدها
۶/۵۰ ns	۰/٤۹ ns	۰/۱۲ ns	۱/۰۸ ns	۰/۰٦ ns
۵/۳۵ ns	۳۷/۵۵ **	۵/۹۸ **	۷۳/۵۰ **	۵/۲۹ **
۱/۱۳	۰/٤۲	۰/۰٤	۰/۷۱	۰/۰۲
**۲۲/۲۲ **	۱۸/۳۹ **	۰/٦۱ **	۲۵/٦۳ **	۳/٤۸ **
**۲۱/۵۶ **	۱٤/٦۵ **	۰/٤۱ **	۱۹/۹۵ **	۰/۸۵ **
۰/۳۰ ns	۰/۹۳ ns	۰/٤٦ **	۲/۱۲ *	۰/٦۳ **
۰/۰۷ ns	۱/۱۳ ns	۰/۷۲ **	۲/۷۷ **	۱/۲۰ **
۱/۳۶ ns	۰/۲۰ ns	۰/٦۵ **	۰/۷٤ ns	۰/۰۸ *
۰/۴۴ ns	۰/۱٦ ns	۰/۵۳ ns	۰/۵۰ ns	۰/۳۷ **
۴/۲۷	۰/٤۹	۰/۰٦	۰/٤۵	۰/۰۲
۲۳/۱۱	۱۷/٦۷	۱٤/۳۳	۱۱/۷٦	٤/۹۷

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات تیمار کودهای شیمیایی و دامی بر برخی صفات مورفولوژیک، بیوشیمیایی، عملکرد و اجزای عملکرد گیاه ذرت

تیمارها	ارتفاع گیاه (cm)	تعداد ردیف در بلال (Number)	تعداد دانه در ردیف (Number)	وزن هزار دانه (g)	عملکرد دانه ($Kg.ha^{-1}$)	شاخص برداشت (%)	درصد پروتئین دانه (%)	محتوای کلروفیل a ($mg.g^{-1}$ FW)
کود شیمیایی								
شاهد	۱۶۷/۳۳ b	۱۱/۲۲ b	۱۵/۳۹ b	۲۱۷/۴۷ b	۳۱۳۱/۶ c	۳۲/۷۷ b	۷/۸۳ b	۳/۰۹ c
N150:P25:K150	۱۸۱/۶۱ ab	۱۲/۵۰ ab	۱۷/۳۹ ab	۲۲۹/۹۶ ab	۴۲۳۸/۱ b	۳۶/۲۸ ab	۸/۹۴ ab	۳/۶۹ b
N300:P50:K300	۱۹۲/۰۴ a	۱۳/۲۸ a	۱۹/۸۹ a	۲۳۶/۴۱ a	۵۲۳۶/۹ a	۴۱/۰۲ a	۱۰/۰۶ a	۵/۰۶ a
کود دامی								
شاهد	۱۵۹/۳۵ c	۱۱/۲۸ b	۱۴/۸۳ b	۲۱۵/۵۴ b	۲۹۸۰/۴ c	۲۹/۲۸ b	۷/۷۲ b	۳/۰۶ c
۱۰ تن در هکتار	۱۸۰/۵۵ b	۱۲/۵۰ ab	۱۸/۱۱ a	۲۲۹/۲۴ a	۴۳۷۴/۱ b	۳۷/۶۱ a	۹/۲۸ a	۳/۹۱ b
۲۰ تن در هکتار	۲۰۱/۰۸ a	۱۳/۲۲ a	۱۹/۷۲ a	۲۳۹/۰۵ a	۵۲۵۲/۱ a	۴۳/۱۹ a	۹/۸۳ a	۴/۸۷ a
LSD	۱۵/۲۱	۱/۶۳	۲/۶۶	۱۳/۱۸	۷۰۸/۳۸	۶۰/۳۹	۱/۴۰	۰/۴۷

حروف مشابه در هر ستون و برای هر تیمار، عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها را در سطح احتمال ۵٪ نشان می‌دهد

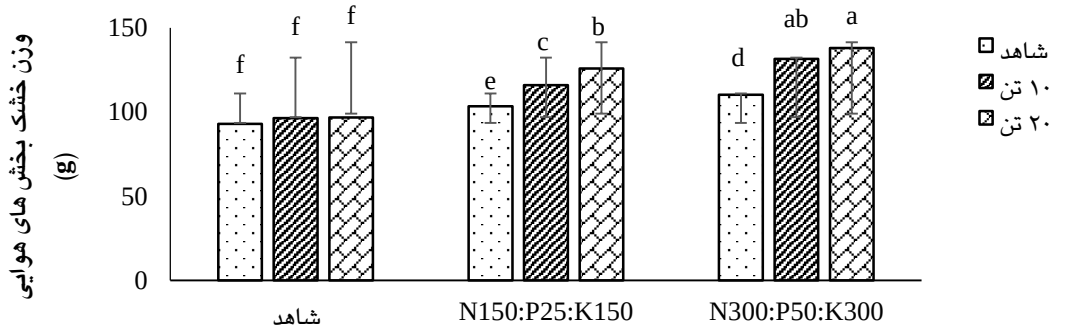
نتایج مقایسه میانگین برهمکنش تلقیح بذر × کودهای شیمیایی بر وزن خشک اندام‌های هوایی گیاه ذرت در شکل ۱ نشان داده شده است. براساس نتایج مشاهد می‌شود که گیاهان تحت تیمار تلقیح بذور با کود بیولوژیک فسفات بارور ۲ وزن خشک بیشتری داشتند. نتایج مذکور نیز نشان می‌دهند که برهمکنش تلقیح بذر × کود شیمیایی N300:P50:K300 دارای بیشترین وزن خشک اندام‌های هوایی بود (برابر با ۱۴۴/۰۸ گرم) و در مقایسه با سایر برهمکنش‌ها اختلاف معنی‌داری داشت. از طرفی، کمترین وزن خشک اندام‌های هوایی (۹۴/۴۶ گرم) تحت برهمکنش عدم تلقیح بذر × عدم کاربرد کود شیمیایی به دست آمد ولی اختلاف معناداری با وزن خشک اندام‌های هوایی حاصل از برهمکنش تلقیح بذر × عدم کاربرد کود شیمیایی (برابر با ۹۶/۳۵ گرم) نداشت (شکل ۱).



شکل ۱- برهمکنش تلقیح × کود شیمیایی برای وزن خشک بخش‌های هوایی گیاه ذرت

حروف مشابه در هر ستون و برای هر تیمار، عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها را در سطح احتمال ۵٪ نشان می‌دهد

نتایج برهمکنش کود شیمیایی × کود دامی بر وزن خشک بخش‌های هوایی ذرت (شکل ۲) نشان می‌دهند که بیشترین وزن خشک (۱۳۸/۰۷ گرم) تحت برهمکنش سطوح N300:P50:K300 کود شیمیایی × ۲۰ تن در هکتار کود دامی به دست آمد ولی اختلاف معناداری با برهمکنش تیمار شیمیایی N300:P50:K300 × ۱۰ تن در هکتار کود دامی (۱۳۱/٦٤ گرم) نداشت. در طرف مقابل، کمترین وزن خشک (۹۲/۹٦ گرم) تحت تیمارهای عدم کاربرد کود شیمیایی و عدم کاربرد کود دامی حاصل شد ولی اختلاف معنی‌داری با وزن خشک برهمکنش شاهد × ۱۰ تن کود دامی (۹٦/٤۷ گرم) و شاهد × ۲۰ تن کود دامی (۹۷/۷۹ گرم) نداشت (شکل ۲).



شکل ۲- برهمکنش کود شیمیایی × کود دامی برای وزن خشک بخش‌های هوایی گیاه ذرت

حروف مشابه در هر ستون و برای هر تیمار، عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها را در سطح احتمال ۵٪ نشان می‌دهند

بر اساس نتایج جدول ٤، صفات ارتفاع بوته تحت تأثیر تیمارهای کودی شیمیایی و دامی و وزن خشک بخش‌های هوایی تحت تأثیر کودهای بیولوژیک، شیمیایی و دامی قرار گرفتند و نتایج نشان داد که با افزایش سطوح کودی، میزان صفات فوق به طور خطی افزایش پیدا کردند که با نتایج پژوهش عیدی‌زاده و همکاران (۲۰۱۱) در ارتباط با اثرات کودهای بیولوژیک و پژوهش جوانمرد و شکاری (۲۰۱۷) در مورد اثرات کودهای شیمیایی و دامی مطابقت دارد.

مطالعات زیادی بر روی امکان استفاده از کودهای زیستی حل کننده فسفات بر روی محصولات متعدد به عمل آمده است (تورک و همکاران، ۲۰۰٦؛ خاصه‌سیرجانی، ۲۰۱۱). طی پژوهشی، عنوان شده است که دسترسی آب و عناصر غذایی بـه وسیله کودهای بیولوژیک (به ویژه فسفره) از طریق تولید اسیدهای حل کننـده فسفات بهبود می‌یابد که با آزادسازی فسفر معدنی و آلی، موجب افزایش دسترسی به عناصر غذایی، بهبود ریشه‌زایی و در نهایت افزایش تعداد گره و میانگره می‌شود (عیدی‌زاده و همکاران، ۲۰۱۰). علاوه بر این، گزارش شده است که کودهای بیولوژیک از طریق تولید هورمون‌های محرک رشد (به ویژه اکسین) رشد گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد (شریفی و سیاه‌خلکی، ۲۰۱۵؛ دوارت و همکاران، ۲۰۲۰). از جمله گزارش‌های مثبت کاربرد کودهای بیولوژیک می‌توان به پژوهش یساری و پاتوردهان (۲۰۰۹) اشاره کرد. آنها دریافتند که کاربرد کود زیستی نیتروکسین، سبب افزایش شاخص‌های رشدی از قبیل ارتفاع، تعداد دانه در سنبله، شاخص برداشت، سطح برگ و وزن خشک گیاه گندم می‌شود.

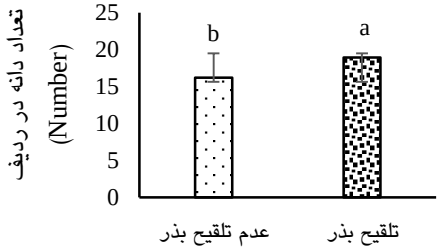
تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه؛ عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت

نتایج جدول ۳ نشان می‌دهند که تعداد ردیف در بلال در سطح احتمال ۵٪ تحت تاثیر تیمارهای کود شیمیایی و کود دامی قرار گرفت. تعداد دانه در ردیف در

سطح احتمال ۱٪ تحت تأثیر تیمارهای تلقیح، کود شیمیایی و کود دامی قرار گرفت لیکن هیچ‌کدام از برهمکنش‌های بین تیمارهای اصلی سبب ایجاد اختلاف معنی‌دار در صفت مذکور نشدند. علاوه بر این، کاربرد تیمارها بر وزن هزار دانه ذرت نشان داد که صفت مذکور در سطوح احتمال ۵٪، ۵٪ و ۱٪ به ترتیب تحت تاثیر تیمارهای تلقیح، کود شیمیایی و کود دامی قرار گرفت. علاوه براین، با توجه به جدول آنالیز واریانس (جدول ۳)، مشاهده می‌شود که عملکرد دانه در سطح احتمال ۱٪ تحت تاثیر تیمارهای کود بیولوژیک (تلقیح بذر)، شیمیایی و دامی قرار گرفت ولی برهمکنش‌های دوگانه و سه‌گانه بین تیمارهای مذکور اثرات معناداری بر عملکرد دانه نداشتند. از طرفی، تیمارهای تلقیح، کود شیمیایی، کود دامی و برهمکنش تلقیح بذر × کود شیمیایی در سطح احتمال ۱٪ و برهمکنش کود شیمیایی × کود دامی در سطح احتمال ۵٪ بر صفت عملکرد بیولوژیک معنادار بودند. علاوه بر موارد فوق، شاخص برداشت در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪ به ترتیب تحت تاثیر تیمارهای کود شیمیایی و کود دامی قرار گرفت (جدول ۳).

مقایسه میانگین تعداد ردیف در بلال (جدول ٤) حاکی از آن است که بیشترین و کمترین مقادیر برای تعداد ردیف (به ترتیب معادل ۱۳/۲۸ و ۱۱/۲۲ردیف) تحت کاربرد تیمارهای کود شیمیایی N300:P50:K300 و شاهد به دست آمدند. نتایج نشان می‌دهند که کاربرد تیمار N300:P50:K300 در مقایسه با تیمارهای شاهد و N150:P25:K150 به ترتیب افزایشی معادل ۱۸/۳٦ و ٦/۲٤ درصد داشت. کاربرد تیمارهای مختلف کود دامی بر تعداد ردیف در بلال نیز اثرات معناداری داشت به‌طوری که با افزایش سطوح کود دامی، تعداد ردیف بیشتری حاصل شد. براساس نتایج مندرج در جدول ٤ مشاهده می‌شود که کاربرد ۲۰ تن کود دامی در مقایسه با تیمارهای شاهد و ۱۰ تن سبب افزایشی معادل ۱۷/۲۰ و ٥/۷٦ درصد در تعداد ردیف در بلال شد (جدول ٤).

از طرفی، براساس نتایج مشاهده می‌شود که هر سه تیمار کودهای بیولوژیک، شیمیایی و دامی بر تعداد دانه در ردیف اثرات معنادار و وابسته به غلظتی داشتند (جدول ۳) به طوری‌که تلقیح بذور ذرت با فسفات بارور ۲ (برابر با ۱۸/۹۳ دانه در ردیف) در مقایسه با عدم تلفیح بذور (۱٦/۱۸ بذر در ردیف) سبب افزایش معناداری معادل ۱٦/۹۹ درصد در صفت تعداد دانه در ردیف شد (شکل ۳). همچنین، کاربرد تیمار کود شیمیایی N300:P50:K300 در مقایسه با تیمارهای شاهد و N150:P25:K150 به ترتیب سبب افزایش ۲۲/۷٤ و ۱٤/۸۹ درصدی در صفت مذکور شد (جدول ٤). علاوه بر این، مشخص شد که کاربرد ۲۰ تن کود دامی در مقایسه با تیمارهای عدم کاربرد کود دامی و ۱۰ تن در هکتار، به ترتیب تعداد دانه در ردیف را معادل ۳۲/۹۷ و ۸/۸۹ درصد افزایش داد.



شکل ۳- مقایسه میانگین تلقیح و عدم تلقیح بذور با کود بیولوژیک فسفات بارور-۲ بر تعداد دانه در ردیف ذرت

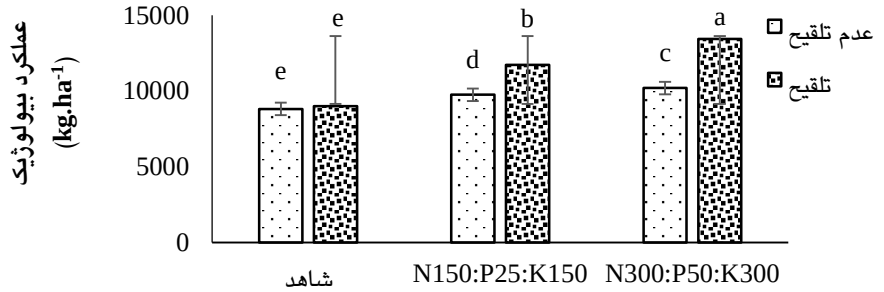
حروف غیر مشابه در هر ستون و برای هر تیمار، اختلاف معنی‌دار بین تیمارها را در سطح احتمال ۵٪ نشان می‌دهند

صفت وزن هزار دانه گیاه ذرت نیز متاثر از کودهای شیمیایی و دامی قرار گرفت (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین جدول ٤ نشان می‌دهند که تحت تیمار کود شیمیایی N300:P50:K300 گیاه ذرت دارای بیشترین وزن هزار دانه را داشت به‌طوری که صفت وزن هزار دانه تحت تیمار مذکور در مقایسه با تیمارهای شاهد و

N150:P25:K150 به ترتیب افزایشی معادل ۲۱/۵۹ و ۲/۸۱ درصد نشان داد. علاوه بر این، در بین تیمارهای کود دامی، وزن هزار دانه تحت کاربرد ۲۰ تن در هکتار دارای بیشترین مقدار معنی‌دار بود و در مقابسه با تیمارهای شاهد و ۱۰ تن در هکتار کود دامی به ترتیب افزایش معنی‌داری معادل ۱۰/۷۱ و ٤/۲۸ درصد داشت (جدول ٤).

مقایسه میانگین کودهای شیمیایی بر عملکرد دانه (جدول ٤) نشان می‌دهد که کاربرد تیمار کودی N200:P100:K300 بیشترین عملکرد دانه را ایجاد کرد که معادل ٥۲۳٦/۹ کیلوگرم در هکتار بود و اختلاف معناداری با مقادیر عملکرد دانه تیمارهای شاهد (۳۱۳۱/٦ کیلوگرم در هکتار) و N100:P50:K150 (٤۲۳۸/۱ کیلوگرم در هکتار) داشت. محاسبات آماری نتایج جدول فوق حاکی از این است که تیمار کود شیمیایی N200:P100:K300 در مقایسه با تیمارهای شاهد و N100:P50:K150 به ترتیب افزایش معناداری معادل ٦۷/۲۳ و ۲۳/۵۷ درصد داشت. همچنین، مشاهده می‌شود که کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود دامی در مقایسه با تیمارهای شاهد و کاربرد ۱۰ تن در هکتار کود دامی به ترتیب افزایش معناداری معادل ۷٦/۲۲ و ۲۰/۰۷ درصد ایجاد کرد.

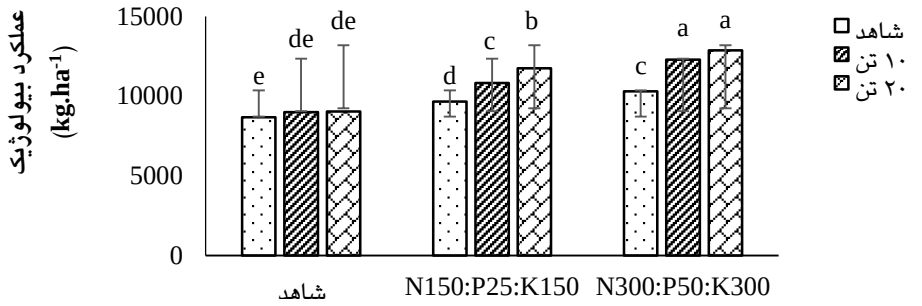
نتایج برهمکنش کودهای بیولوژیک (تلقیح بذر) × کودهای شیمیایی بر عملکرد بیولوژیک (شکل ٤) نشان می‌دهند که بیشترین عملکرد بیولوژیک (برابر با ۱۳٤٤۷/۰۹ کیلوگرم در هکتار) تحت برهمکنش تلقیح بذر × تیمار N300:P50:K300 به وجود آمد وکه اختلاف معنی‌داری با عملکرد بیولوژیک سایر برهمکنش‌ها داشت. در طرف مقابل، کمترین عملکرد بیولوژیک (۸۸۱٦/٤۹ کیلوگرم در هکتار) تحت برهمکنش عدم تلقیح بذر × تیمار شاهد به دست آمد اما با عملکرد بیولوژیک ناشی از برهمکنش تلقیح بذر × تیمار شاهد (برابر با ۸۹۹۲/۸٤ کیلوگرم در هکتار) دارای اختلاف معنی‌داری نبود (شکل ٤).



شکل ۴- برهمکنش تلقیح × کود شیمیایی برای عملکرد بیولوژیک گیاه ذرت

حروف مشابه در هر ستون و برای هر تیمار، عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها را در سطح احتمال ٥٪ نشان می‌دهند

اثرات برهمکنش کودهای شیمیایی و دامی در شکل ٥ نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهند که که بیشترین عملکرد بیولوژیک (۱۲۸۸٦/٦٥ کیلوگرم در هکتار) در برهمکتش تیمار کود شیمیایی N300:P50:K300 × ۲۰ تن کود دامی به دست آمد ولی با عملکرد بیولوژیک حاصل از برهمکنش کود شیمیایی N300:P50:K300 × ۱۰ تن کود دامی (۱۲۲۸٦/۰٥ کیلوگرم در هکتار) اختلاف معنی‌داری نداشت. از طرفی، کمترین عملکرد بیولوژیک (۸٦۷٦/۲۱ کیلوگرم در هکتار) در برهمکنش عدم کاربرد کود شیمیایی(شاهد) × عدم کاربرد کود دامی به ثبت رسید و اختلاف معنی‌داری با عملکرد بیولوژیک برهمکنش‌های عدم کاربرد کود شیمیایی × ۱۰ تن کود دامی (۹۰۰۳/۷٥ کیلوگرم در هکتار) و عدم کاربرد کود شیمیایی × ۲۰ تن کود دامی (۹۰۳٤/۰۳ کیلوگرم در هکتار) نداشت (شکل ٥).



شکل ۵- برهمکنش کود شیمیایی × کود دامی برای عملکرد بیولوژیک گیاه ذرت

حروف مشابه در هر ستون و برای هر تیمار، عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها را در سطح احتمال ۵٪ نشان می‌دهند

از آنجا که شاخص برداشت فقط تحت تاثیر کودهای شیمیایی و کودهای دامی قرار گرفت (جدول ۳)، نتایج مقایسه میانگین تیمارهای مورد بررسی در پژوهش حاضر بر شاخص برداشت نشان می‌دهند که بیشترین و کمترین مقادیر شاخص برداشت ناشی از کاربرد تیمار کودهای شیمیایی به ترتیب تحت تیمارهای N300:P50:K300 (برابر با ٤١/٠٢ درصد) و شاهد (برابر با ٣٢/٧٧ درصد) به دست آمدند. محاسبات آماری نتایج فوق، افزایش ٢٥/١٨ درصدی شاخص برداشت تحت کاربرد تیمار N300:P50:K300 نسبت به تیمارهای شاهد و N150:P25:K150 را نشان داد. همچنین، در بررسی اثرات تیمار سطوح مختلف کود دامی بر شاخص برداشت، بیشترین شاخص برداشت (٤٣/١٩ درصد) تحت کاربرد ٢٠ تن در هکتار حاصل شد ولی با شاخص برداشت تحت تیمار ١٠ تن در هکتار کود دامی (٣٧/٦١ درصد) دارای اختلاف معناداری نبود و کمترین شاخص برداشت (٢٩/٢٨ درصد) که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت تحت کاربرد تیمار شاهد (عدم کاربرد کود دامی) به ثبت رسید. به عبارتی، تحت کاربرد تیمار ٢٠ تن در هکتار کود دامی در مقایسه با تیمارهای شاهد و ١٠ تن در هکتار کود دامی، به ترتیب شاخص برداشت بیشتری معادل ٤٧/٥١ و ١٧/٩٧ درصد به دست آمد (جدول ٤).

با توجه به اثرات کاربرد کودهای بیولوژیک، شیمیایی و دامی (جدول ٤)، مشخص شد که تلقیح بذور با فسفات بارور ٢ نسبت به عدم تلقیح آن سبب افزایش معنی‌دار صفات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در گیاه ذرت شد. توحیدی‌نیا و همکاران (٢٠١٤) طی پژوهشی دریافتند که کاربرد کودهای بیولوژیک فسفات بارور ٢ به علت وجود باکتری‌های حل کننده فسفر می‌تواند با افزایش جذب فسفر از خاک و افزایش عملکرد دانه ذرت شود. همچنین، فرنیا و ترکمن (٢٠١٥) طی پژوهشی، اثرات کودهای بیولوژیک نیتروژنه (نیتروکسین، نیتوکارا و ازتوبارور ١) و فسفره (فسفات بارور ٢، بیوسوپرفسفات و فسفاتین) را بر روی صفات رویشی، عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه ذرت مورد بررسی قرار دادند و مشاهده کردند که کودهای بولوژیک فوق، سبب افزایش معنی‌دار تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، عملکرد دانه و شاخص برداشت گیاه ذرت شدند. اثرات کاربرد تیمار کود بیولوژیک فسفات بارور ٢ می‌تواند ناشی از حضور دو نوع باکتری حل‌کننده فسفات، *باسیلوس لنتوس* (*Bacillus lentus*) و *سودوموناس پوتیدا* (*Pseudomonas putida*) در کود زیستی فسفاته بارور٢ باشد. باکتری باسیلوس با ترشح اسیدهای آلی ابتدا باعث کاهش pH خاک به صورت موضعی شده و سپس با تجزیه پیوند موجود در ساختار ترکیبات فسفاته معدنی که به صورت نامحلول در خاک درآمده‌اند، آن‌ها را به شکل محلول قابل جذب توسط ریشه گیاه در می‌آورد و باکتری جنس سودوموناس با ترشح آنزیم‌های فسفاتاز باعث تجزیه ترکیبات فسفاته آلی، و در نتیجه معدنی شدن و قابل جذب شدن آن‌ها می‌شود (خوشرو و ساریخانی ٢٠١٩).

همچنین، اظهار شده است که کودهای زیستی، شامل سلول‌هایی زنده از انواع مختلف میکروارگانیسم‌ها هستند که قابلیت جذب عناصر غذایی را با استفاده از فرآیندهای زیستی برای گیاهان فراهم کرده (وو و همکاران ۲۰۰۵؛ هان و همکاران ۲۰۰۶) و با تأثیر بر فرآیند فتوسنتز و تقسیم سلولی منجر به ازدیاد رشد رویشی و افزایش تعداد برگ، سطح سبز و جذب خالص گیاه می‌شوند (پورایراهیمی و همکاران، ۲۰۱۸).

پروتئین دانه

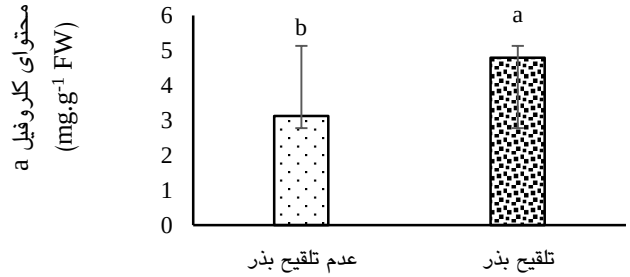
نتایج تجزیه واریانس جدول ۵ نشان می‌دهند که پروتئین دانه در سطح احتمال ۱٪ تحت تاثیر کودهای شیمیایی و دامی قرار گرفت ولی تیمار تلقیح و تمامی برهمکنش‌های بین سه تیمار اصلی اختلاف معنی‌داری را بین محتوای پروتئین دانه ایجاد تکردند (جدول ۳).

نتایج جدول ٤ نشان می‌دهند که پروتئین دانه با میزان کود شیمیایی و دامی اعمال شده در پژوهش حاضر ارتباط مستقیمی داشت. کاربرد تیمار کود شیمیایی N200:P100:K200 سبب افزایش محتوای پروتئین دانه در مقایسه با تیمارهای شاهد و N150:P25:K150 به میزان ۲۸/٤۸ و ۱۲/۵۳ درصد و کاربرد ۲۰ تن کود دامی در مقایسه با عدم کاربرد کود دامی و کاربرد ۱۰ تن کود دامی در هکتار به ترتیب سبب افزایش محتوای پروتئین دانه به میزان ۲۷/۳۳ و ۵/۹۳ درصد در گیاه ذرت شد (جدول ٤). با توجه به ارتباط مستقیم پروتئین دانه و محتوای نیتروژن (جوانمرد و شکاری ۲۰۱۳) و دخیل بودن عنصر نیتروژن در تشکیل پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک (ملکی‌نارگموسی و همکاران ۲۰۱۳)، افزایش محتوای پروتئین دانه تحت کاربرد سطوح بالای تیمارهای شیمیایی و دامی مورد بررسی در پژوهش حاضر، دور از انتظار نمی‌باشد. در تایید نتایج فوق، پورابراهیمی و همکاران (۲۰۱۸) نیز نشان دادند که افزایش سطوح کودهای حاوی نیتروژن به طور معناداری سبب افزایش محتوای پروتئین دانه در گیاه ذرت می‌شود. شجاعیان‌کیش و همکاران (۲۰۱۹) نیز دریافتند که کاربرد کود زیستی فسفات بارور-۲ سبب افزایش محتوای پروتئین دانه در گیاه دانه روغنی کتان شد. پژوهشگران فوق اظهار داشتند که تأثیر مثبت کودهای زیستی بر پروتئین دانه می‌تواند به دلیل فراهم آوردن شرایط مناسبتر رشد گیاه از قبیل تولید هورمون-های گیاهی و توسعه سیستم، افزایش جذب آب و عناصر غذایی نظیر نیتروژن و فسفر تحت کاربرد کودهای زیستی و فسفات بارور ۲ باشد.

رنگیزه‌های گیاهی

نتایج جدول ۵ نشان می‌دهند که تیمارهای تلقیح، کود شیمیایی و کود دامی در سطح احتمال ۱٪ بر محتوای کلروفیل a اثرگذار بودند. نتایج همچنین نشان می‌دهند که محتوای کلروفیل b در سطح احتمال ۱٪ متاثر از تیمارهای تلقیح، کود شیمیایی و کود دامی و برهمکنش-های تلقیح بذر × کود شیمیایی، تلقیح × کود دامی و کود شیمیایی × کود دامی بود. علاوه بر این، محتوای کلروفیل کل در سطح احتمال ۱٪ تحت تاثیر تیمارهای تلقیح بذر، کود شیمیایی، کود دامی و برهمکنش تلقیح × کود دامی و در سطح احتمال ۵٪ تحت تاثیر برهمکنش تلقیح بذر × کود شیمیایی قرار گرفت. از طرف دیگر، محتوای کاروتنوئیدها در سطح احتمال ۱٪ تحت تاثیر تیمارهای تلقیح بذر، کود شیمیایی، کود دامی، برهمکنش‌های تلقیح × کود شیمیایی، تلقیح × کود دامی و تلقیح × کود شیمیایی × کود دامی و در سطح احتمال ۵٪ تحت تاثیر برهمکنش کود شیمیایی × کود دامی قرار گرفت (جدول ۵).

با توجه به شکل ٦، نتایج نشان می‌دهند که تلقیح بذر ذرت با فسفات بارور۲ سبب افزایش معنی‌دار محتوای کلروفیل a شد (٤/۷۸ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ). همچنین، از نتایج استنباط می‌شود که میزان صفت مذکور تحت تیمار تلقیح بذر نسبت به عدم تلقیح بذر به میزان ۵۳/۷۰ درصد افزایش یافت.



شکل ۶- مقایسه میانگین تلقیح و عدم تلقیح بذور با کود بیولوژیک فسفات بارور-۲ بر محتوای کلروفیل a در برگ گیاه ذرت

حروف غیر مشابه در هر ستون و برای هر تیمار، اختلاف معنی‌دار بین تیمارها را در سطح احتمال ۵٪ نشان می‌دهند

مقایسه میانگین اثرات تیمارهای اصلی (جدول ٤) حاکی از اثرات وابسته به غلظت هر دو تیمار کود شیمیایی و دامی بر محتوای کلروفیل a می‌باشد. بر این اساس، نتایج نشان دادند که تیمار کود شیمیایی N300:P50:K300 در مقایسه با تیمارهای شاهد و N150:P25:K150 به ترتیب افزایش معنی‌داری معادل ٦٣/٧٥ و ٣٧/١٣ درصد و کاربرد ٢٠ تن در هکتار کود دامی در مقایسه با عدم کاربرد کود دامی و کاربرد ١٠ تن در هکتار به ترتیب افزایش معنی‌داری معادل ٥٩/١٥ و ٢٤/٥٥ درصد برای محتوای کلروفیل a داشتند (جدول ٤).

نتایج مقایسه میانگین برهمکنش‌های تلقیح/ عدم تلقیح × کود شیمیایی و تلقیح/ عدم تلقیح × کود دامی بر محتوای کلروفیل b و کلروفیل کل گیاه ذرت در جدول ٥ نشان داده شده است. همچنین، مشاهده می‌شود که بیشترین و کمترین میزان کلروفیل b (به ترتیب معادل ٢/٢٦ و ١/٢٢ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ) برای برهمکنش تلقیح بذر× کود شیمیایی به ترتیب تحت برهمکنش تلقیح × N150:P25:K150 و عدم تلقیح × شاهد و برای برهمکنش تلقیح بذر× کود دامی به ترتیب بیشترین و کمترین میزان کلروفیل b (معادل ٢/١٥ و ١/٠٧ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ) تحت برهمکنش‌های تلقیح بذر × عدم کاربرد کود دامی و عدم تلقیح بذر × عدم کاربرد کود دامی به ثبت رسید. همچنین، در بررسی اثرات برهمکنش تلقیح بذر× کود شیمیایی بر محتوای کلروفیل کل، بیشترین میزان معنادار و کمترین میزان کلروفیل کل (به ترتیب معادل ٧/٨٤ و ٣/٣٨ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ) تحت برهمکنش تلقیح × تیمار کود شیمیایی N150:P25:K150 و عدم تلقیح بذر × عدم مصرف کود شیمیایی بود. از طرفی دیگر، در بررسی اثرات برهمکنش تلقیح بذر × کود دامی، بیشترین و کمترین میزان کلروفیل کل به ترتیب برای برهمکنش‌های تلقیح بذر × ٢٠ تن در هکتار کود دامی و عدم تلقیح بذر × عدم کاربرد کود دامی به دست آمدند که مقادیر آنها به ترتیب معادل با ٧/٤٩ و ٣/٢٧ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ بودند.

نتایج مقایسه میانگین برهمکنش سه‌گانه تلقیح × کود شیمیایی × کود دامی بر محتوای کاروتنوئیدها (شکل ٧) نشان می‌دهند که بیشترین میزان کاروتنوئید (٤/٠٣ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ) که اختلاف معنی‌داری نسبت به سایر برهمکنش‌ها داشت، تحت برهمکنش سه-گانه عدم تلقیح بذر × سطوح N300:P50:K300 کود شیمیایی × ٢٠ تن در هکتار کود دامی حاصل شد و کمترین میزان کاروتنوئیدها (١/٦٥ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ) تحت برهمکنش سه‌گانه عدم تلقیح بذر × عدم کاربرد کود شیمیایی × عدم کاربرد کود دامی به وجود آمد و در مقایسه با سایر برهمکنش‌ها دارای اختلاف معنی‌داری بود (شکل ٧).

جدول ۵- مقایسه میانگین برهمکنش‌های تلقیح × کود شیمیایی و تلقیح × کود دامی بر محتوای کلروفیل b و کلروفیل کل گیاه ذرت

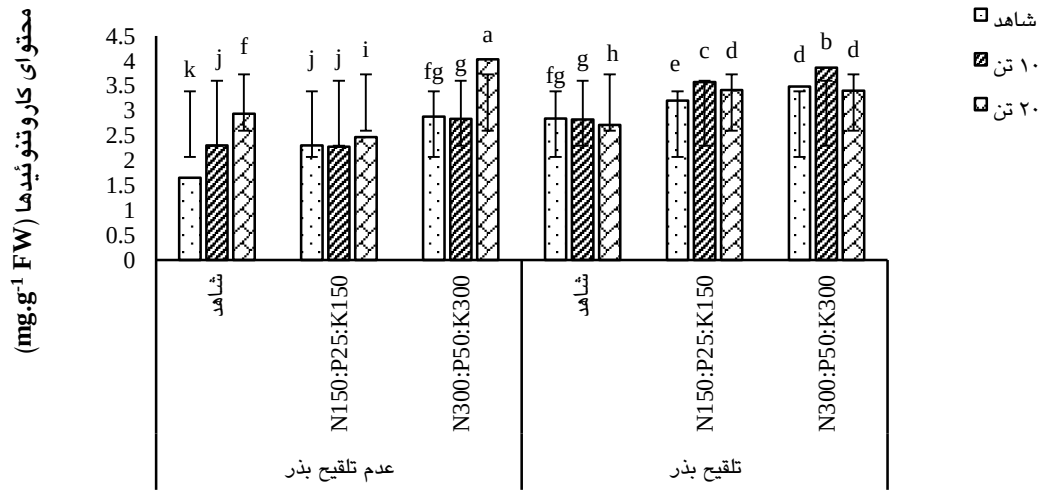
تیمارها		کلروفیل b ($mg.g^{-1}$ FW)	کلروفیل کل ($mg.g^{-1}$ FW)
	برهمکنش تلقیح × کود شیمیایی		
عدم تلقیح	شاهد	۱/۲۲ c	۳/۳۸ d
	N150:P25:K150	۱/۳٦ c	٤/۰٦ d
	N300:P50:K300	۱/۷۱ b	٦/۲۰ c
تلقیح	شاهد	۱/۸۲ b	٥/۸٥ c
	N150:P25:K150	۲/۲٦ a	٦/۹٤ b
	N300:P50:K300	۲/۲۱ a	۷/۸٤ a
	برهمکنش تلقیح × کود دامی		
عدم تلقیح	شاهد	۱/۰۷ d	۳/۲۷ d
	۱۰ تن در هکتار	۱/٤٤ c	٤/۳۰ c
	۲۰ تن در هکتار	۱/۷۷ b	٦/۰۷ b
تلقیح	شاهد	۲/۱٥ a	٦/۰۸ b
	۱۰ تن در هکتار	۲/۰۷ a	۷/۰٥ a
	۲۰ تن در هکتار	۲/۰٥ a	۷/٤۹ a
	LSD	۰/۱۷	۰/۷۲

حروف مشابه در هر ستون و برای هر تیمار، عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها را در سطح احتمال ٥٪ نشان می‌دهند

نتایج مقایسه میانگین برهمکنش سه‌گانه تلقیح × کود شیمیایی × کود دامی بر محتوای کاروتنوئیدها (شکل ۷) نشان می‌دهند که بیشترین میزان کاروتنوئید (٤/۰۳ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ) که اختلاف معنی‌داری نسبت به سایر برهمکنش‌ها داشت، تحت برهمکنش سه-گانه عدم تلقیح بذر × سطوح N300:P50:K300 کود شیمیایی × ۲۰ تن در هکتار کود دامی حاصل شد و کمترین میزان کاروتنوئیدها (۱/٦٥ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ) تحت برهمکنش سه‌گانه عدم تلقیح بذر × عدم کاربرد کود شیمیایی × عدم کاربرد کود دامی به وجود آمد و در مقایسه با سایر برهمکنش‌ها دارای اختلاف معنی‌داری بود (شکل ۷).

در پژوهش حاضر مشخص شد که تلقیح بذور ذرت سبب افزایش معنادار کلروفیل a شد. علاوه بر این، تلقیح بذور ذرت با نیتروکسین و برهمکنش آن با کودهای شیمیایی و دامی مورد بررسی در پژوهش حاضر سبب افزایش معنادار محتوای کلروفیل b، کلروفیل کل و کاروتنوئیدها گردید. در تایید اثرات مثبت کودهای بیولوژیک و شیمیایی، نتایج پژوهش ملکی‌نارگ‌موسی و همکاران (۲۰۱۳) نشان داد که کاربرد کودهای زیستی نیتروکسین و فسفات بارور-۲ و همچنین کودهای شیمیایی نیتروژن و فسفر سبب افزایش محتوای رنگدانه-های فتوسنتزی در ذرت شیرین گردید. در آن پژوهش اظهار شده است که رشد گیاه تحت تأثیر افزایش میزان مصرف کودهای شیمیایی قرار گرفت به طوری‌که شاخص سطح برگ افزایش یافت و به تبع آن محتوای کلروفیل، فتوسنتز و در نهایت عملکرد گیاه افزایش یافت. همچنین، پژوهشگران فوق نشان دادند که برهمکنش کود

زیستی فسفات بارور-۲ و کودهای شیمیایی سبب افزایش بیشتر محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی گردید. شجاعیان‌کیش و همکاران (۲۰۲۰) نیز اظهار داشتند که کاربرد کود زیستی فسفات بارور-۲ سبب افزایش محتوای کلروفیل کل در گیاه کتان شد. علاوه بر این، نتایج پژوهش حاضر نشان داد که بالاترین محتوای رنگیزه‌های گیاهی و کاروتنوئیدها با افزایش محتوای کودهای شیمیایی و دامی ارتباط مستقیمی دارد. در این رابطه، یساری و پاتواردهان (۲۰۰۷) طی پژوهشی دریافتند که با بالا رفتن مصرف کود نیتروژنه، افزایش معنی‌داری در محتوای کلروفیل و بهبود فتوسنتز صورت می‌گیرد و اظهار داشتند که این امر می‌تواند با تولید آسیمیلات بیشتر ارتباط داشته باشد که به تبع افزایش تقسیم سلولی، اندازه سلول‌ها و در نهایت افزایش شاخص سطح برگ می‌باشد.



شکل ۷- برهمکنش سه‌گانه تلقیح × کود شیمیایی × کود دامی برای محتوای کاروتنوئیدهای برگ ذرت

حروف مشابه در هر ستون و برای هر تیمار، عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها را در سطح احتمال ۵٪ نشان می‌دهند

نتیجه‌گیری کلی

نتایج پژوهش نشان داد که انواع کودهای بیولوژیک و میزان و سطوح کاربرد آن‌ها، اثرات متفاوتی بر صفات مورد مطالعه داشتند و صفات عملکرد و اجزای عملکرد گیاه ذرت تحت تأثیر قرار گرفت به‌طوری‌که تلقیح فسفات بارور-۲، ۲۰ تن در هکتار کود دامی و تیمار N300:P50:K300 سبب افزایش معنی‌داری در برخی صفات مورفولوژیک، بیوشیمیایی، فیزیولوژیک، عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه ذرت گردیدند. علاوه بر این، در پژوهش حاضر مشخص شد که کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود دامی نسبت به تیمار شاهد سبب افزایش معنی‌دار وزن هزار دانه، عملکرد دانه عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در گیاه ذرت شد که این موضوع می‌تواند ناشی از افزایش جذب نیتروژن توسط گیاه باشد تحت کاربرد کودهای دامی باشد.

سپاسگزاری

بدینوسیله مراتب تقدیر و تشکر خود را از مدیریت مزرعه چاه وحدت دشت گیو شهرستان خوسف جناب آقای علیرضا الله رسانی بابت در اختیار گذاشتن ادوات و تجهیزات برای این کار پژوهشی ابراز می‌نماییم.

منابع مورد استفاده

Akbarpour V, Ashnavar M and Bahmanyar MA. 2017. Effect of manure and chemical fertilizer on physiological and phytochemical properties of coneflower. Journal of Crops Improvement, 18: 701-711. (In Persian).

Amiri MB, Rezvanimoghadam P, Ghorbani G, Falahi J, Dayhimfard R and Falahpour F. 2013. The effects of biofertilizers on growth characteristics of three varieties of wheat in emergence stage under greenhouse conditions. Iranian Journal of Field Crops Research, 11: 64-72. (In Persian).

Arab-Niasar L, Mirzakhani M and Nozad Namin K. 2019. Evaluation of nitrogen efficiency and grain yield of white bean under combined application of organic and biological fertilizers. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 29: 1-11. (In Persian).

Arnon DI. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenol-oxidase in Beta vulgaris. Plant Physiology 24: 1-15.

Azzaz NA, Hassan EA and Hamad EVH. 2009. The Chemical Constituent and Vegetative and Yielding Characteristics of Fennel Plants Treated with Organic and Bio-fertilizer Instead of Mineral Fertilizer. Australian Journal of Basic and Applied Science, 3: 579-587.

Debska B, Długosz J, Piotrowska-Długosz A and Banach-Szott M. 2016. The impact of a bio-fertilizer on the soil organic matter status and carbon sequestration-results from a field-scale study. Journal of Soils Sediments, 16: 2335-2343.

Duarte CFD, Cecato U, Hungria M, Fernandes HJ, Biserra TT, Galbeiro S, Toniato AKB and da Silva DR. 2020. Morphogenetic and structural characteristics of Urochloa species under inoculation with plant-growth-promoting bacteria and nitrogen fertilization. Crop and Pasture Science, 71: 82-89.

Eidizadeh Kh, Mahdavi Damghani AM, Ebrahimpoor F and Sabahi H. 2011. Effects of integrated application of biological and chemical fertilizer and application method of biofertilizer on yield and yield components of maize. Electronic Journal of Crop Production, 4: 21-35. (In Persian).

Eidizadeh Kh, Mahdavi Damghani AM, Sabahi H and Sofizadeh S. 2010. Effects of biofertilizers in combination with chemical fertilizer on corn growth in Shushtar. Journal of Agroecology, 2: 292-301. (In Persian).

Farnia A and Torkaman H 2015. Effect of different bio-fertilizers on yield and yield components of maize (*Zea mays* L.). Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences, 4: 75-79.

Han HS, Supanjani D and Lee KD. 2006. Effect of co-inoculation with phosphate and potassium solubilizing bacteria on mineral uptake and growth of pepper and cucumber. Plant Soil Environment, 52: 130-136.

Heshmati S, Amini Dehaghi M and Fathi Amirkhiz K. 2016. Effect of chemical and biological phosphorus on antioxidant enzymes activity and some biochemical traits of spring safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under Water deficit stress conditions. Journal of Crop Production and Processing, 6: 203-214. (In Persian).

Javanmard A and Shekari F. 2017. Improvement of seed yield, its components and oil content of sunflower (*Helianthus annuus* L.) by applications of chemical and organic fertilizers. Journal of Crop Ecophysiology, 10: 35-56. (In Persian).

Jones BD. 1931. Factors for converting percentages of nitrogen in foods and feeds into percentages of proteins. United States Department of Agriculture Washington. 22 p.

Kennedy IR, Choudhury ATMA and Kecskes ML. 2004. Non-symbiotic bacterial diazotrophs in crop-farming systems: can their potential for plant growth promotion be better exploited? *Soil Biology and Biochemistry*, 36: 1229-1244.

Khan MS, Zaidi A and Wani PA. 2007. Role of phosphate-solubilizing microorganisms in sustainable agriculture. Agronomy for Sustainable Development, 27: 29-43.

Khasseh Sirjani A. 2011. Evaluation of the biologic fertilizer containing of the solubilizing bacteria phosphorus and organic fertilizers fortified in wheat. Journal of Soil Research, 25: 217-228. (In Persian).

Lichtenthaler H. 1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. Methods of Enzymology, 148: 350-382.

Maleki Narg Mousa M, Balouchi HR, Farajee H and Yadavi AR. 2013. The effect of nitrogen and phosphorus chemical and biological fertilizers on grain yield and qualitative traits of sweet corn. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 23: 89-104. (In Persian).

Nourmohammadi Gh, Siadat A and Kashani A. 2010. Agronomy (Ceriales). 9th publishing, Shahid Chamran University Publication. 446 p. (In Persian).

Poonia Sh. 2011. Rhizobium: A natural bio-fertilizer. *International Journal of Engineering and Management Research*, 1: 36-38.

Poorebrahimi M, Sirousmehr A, Eshghizadeh H, Asgharipour M and Khamari I. 2018. Effect of different levels of nitrogen fertilizer on yield and agronomic characteristics of different corn (*Zea mays* L.) hybrids. Journal of Crop Production and Processing, 8: 37-49. (In Persian).

Rasoli S, Mirzakhani M and Sajedi N. A. 2013. The effect of Azotobacter inoculation, application of manure and nitrogen fertilizer on yield and yield components of safflower. New Findings in Agriculture, 7: 113-125. (In Persian)..

Khoshru B and Sarikhani MR. 2019. Inoculation Effect of Phosphatic Microbial Fertilizers Containing Temperature Resistant Phosphate Solubilizing Bacteria on Nutritional Indices of *Zea mays* L. Journal of Crop Production, 12: 107-122. (In Persian)..

Shaharoona B, Arshad M, Zahir AZ and Khalid A. 2006. Performance of Pseudomonas spp. containing ACC-deaminase for improving growth and yield of maize (*Zea mays* L.) in the presence of nitrogenous fertilizer. Soil Biology and Biochemistry, 38: 2971-2975.

Sharifi R and syiahkholaki MS. 2015. Effects of biofertilizers on growth indices and contribution of dry matter remobilization in wheat grain yield. Journal of Plant Researches, 28: 326-343. (In Persian)..

Shojaeian kishi F, Yadavi AR, Salehi A and Movahhedi Dehnavi M. 2019. Assessment of agronomical traits and photosynthesis pigments of linseed (*Linum usitatissimum* L. cv. Norman) under irrigation cut-off condition and application of mycorrhiza fungi and phosphate bio fertilizer in Yasouj. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 29: 65-81. (In Persian)..

Shiri MR, Moharramnejad S, Emaratpardaz J and Zadehesfahlan MR. 2019. Assessment of Different Maize (*Zea mays* L.) Hybrids under Moghan Climate. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 29: 59-71. (In Persian)..

Skinner C, Gattinger A, Krauss M, Krause HM, Mayer J, Van Der Heijden MG and Mäder P. 2019. The impact of long-term organic farming on soil-derived greenhouse gas emissions. Scientific reports, 9: 1-10.

Tadayon MR and Norouzi S. 2016. Effect of nano titanium oxide, nano zinc and multiwall carbon nano tube on yield and yield components of green gram. Journal of Crop Improvement, 17: 169-182. (In Persian)..

Tahami SMK, Rezvani Moghaddam P and Jahan M. 2010. Comparison the effect of organic and chemical fertilizers on yield and essential oil percentage of Basil (*Ocimum basilicum* L.). Journal of Agroecology, 2: 63-74. (In Persian)..

Tahmasebi I and Dolatmand Shahri N. 2017. The effect of the nitrogen and plant density on photosynthetic capacity, yield components and yield of corn cultivar 'Mv500' in summer planting. Journal of Crop Production and Processing, 7: 87-99. (In Persian).

Tal A. 2018. Making conventional agriculture environmentally friendly: moving beyond the glorification of organic agriculture and the demonization of conventional agriculture. Sustainability, 10: 1-17.

Tohidinia MA, Mazaheri D, Bagher-Hosseini SM and Madani H. 2014. Effect of bio-fertilizer Barvar-2 and chemical phosphorus fertilizer application on kernel yield and yield components of maize (*Zea mays* cv. SC704). Iranian Journal of Crop Sciences, 15: 295-307. (In Persian)..

Turk MA, Assaf TA, Hameed KM and Al-Tawaha AM. 2006. Significance of Mycorrhiza. World Journal of Agriculture Science, 2: 16-20.

Wu B, Cao SC, Li ZH, Cheung ZG and Wong KC. 2005. Effects of bio-fertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth. Geoderma, 125: 155-162.

Yasari E and Patwardhan AM. 2007. Effects of Aztobacter and Azospirillum inoculations and chemical fertilizers on growth and productivity of Canola. Asian Journal Plant Sciences, 6:77-82.

Zand B and Lalinia AA. 2011. The agronomy of cereals. Peyame_ Noor University Publication. 378 p. (In Persian).

Ziaeian AH, Salimpour S, Silsipour M, Safari H and Basirani N. 2014. The effectiveness of two types of bio-fertilizer phosphorus in corn agronomy. Journal of Soil Research, 27: 13-21.