مقایسه کودهای آلی، شیمیایی و زیستی بر رشد و عملکرد ذرت تحت تنش خشکی در دو منطقه بم و فهرج

حامد سلجوقیان[۱]، محمدرضا یاورزاده*[۲]، محمد مهدی اکبریان[۳]

۱- دانشجوی دکتری، گروه کشاورزی، واحد بم، دانشگاه آزاد اسلامی، بم، ایران

۲و۳- استادیار، گروه کشاورزی، واحد بم، دانشگاه آزاد اسلامی، بم، ایران

* ایمیل نویسنده مسئول: agorji856@gmail.com

(تاریخ دریافت: ۱٤۰۲/۷/۹- تاریخ پذیرش: ۱٤۰۲/۹/۳۰)

چکیده

کودها از طریق تأمین عناصر غذایی موردنیاز، فرایندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه را تحریک کرده و منجر به افزایش رشد و بهبود عملکرد می‌گردند. به‌منظور مقایسه کودهای آلی، شیمیایی و زیستی بر رشد و عملکرد ذرت تحت تنش خشکی در دو منطقه بم و فهرج به‌صورت طرح کرت‌های خرد شده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۸ به اجرا درآمد. سطوح آبیاری به‌عنوان کرت اصلی در سه سطح (شاهد - تنش متوسط خشکی و تنش شدید خشکی) و کرت فرعی کود در شش سطح (تیمارهای عدم مصرف کود (شاهد)، کود شیمیایی، کود بیولوژیک فسفاته بارور ۲، نیتروکسین، ورمی‌کمپوست در و تلفیقی از سه نوع کود) بود. صفاتی که در دو منطقه معنی‌دار شدند تجزیه مرکب در مکان آنالیز شدند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده کود، اثر ساده تنش خشکی در منطقه بم و فهرج در سطح احتمال آماری یک درصد معنی‌دار بود و اثر متقابل آبیاری و کود بر عملکرد دانه ذرت در سطح احتمال آماری پنج درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین نشان داد بیشترین عملکرد دانه در منطقه بم و فهرج به ترتیب ۱۲۳٤۱/۲ و ۱۰۸٤۰/٦ کیلوگرم در هکتار از گیاهان تحت تیمار تلفیقی کود شیمیایی، کود بیولوژیک و ورمی‌کمپوست در شرایط آبیاری مطلوب حاصل شد. نتایج تجزیه مرکب نشان داد اثر مکان بر عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی‌دار بود. در منطقه بم با ۹٦۸۷/٤ کیلوگرم در هکتار بیشتر از منطقه فهرج با ۸۵۷٦/۳ کیلوگرم در هکتار به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: **تنش خشکی، کود زیستی بارور ۲، کود نیتروکسین، کود شیمیایی**

مقدمه

ذرت به‌عنوان غذایی اصلی خوراک دام و استفاده در صنعت دارای اهمیت زیادی در سراسر جهان بوده و همچنین فراهم‌کننده امنیت غذایی به‌ویژه در کشورهای درحال‌توسعه می‌باشد. سطح زیر کشت، تولید و بهره‌برداری از ذرت در پنج دهه گذشته چندین برابر افزایش‌یافته و در آسیا سریع‌ترین رشد سالانه (حدود ٤ درصد) را در مقایسه با سایر غلات داشته است (Smith, 2021). پیش از این در اکثر منابع و به طور سنتی ذرت پس از گندم و برنج در رتبه

سوم ازنظر تولید و اهمیت قرار می‌گرفت، اما بر اساس آمار سازمان غذا و کشاورزی ملل متحد (FAO, 2021)، ذرت ازنظر تولید و عملکرد در واحد سطح، در رتبه نخست و از نظر سطح زیر کشت پس از گندم در رتبه دوم قرار می‌گیرد.

بااین‌وجود، تقاضای جهانی برای ذرت تا سال ۲۰۵۰ دوبرابر خواهد شد و نیاز به سرمایه‌گذاری در تحقیق و افزایش تولید در واحد سطح به‌شدت ضروری می‌باشد (Prasanna *et al.*, 2014). سطح زیر کشت ذرت در ایران در سال ۲۰۱۸ بیش از ۲۶۸ هزار هکتار بوده و یک میلیون و ۹۳۰ هزار تن دانه تولید شده است؛ اما در همین سال ایران با واردات حدود پنج میلیون تن، پنجمین کشور واردکننده عمده ذرت در جهان بود.

عملکرد دانه در ذرت به‌شدت به مصرف کود وابسته بوده و از نظر تغذیه‌ای یکی از گیاهان پرمصرف میباشد، اگرچه امروزه استفاده از کودهای شیمیایی به‌عنوان سریع‌ترین راه برای جبران کمبود عناصر غذایی خاک و عملکرد بالا، گسترش چشم‌گیری یافته است، اما در بسیاری موارد کاربرد این کودها باعث آلودگی‌های زیست محیطی و صدمات اکولوژیکی شده و هزینه تولید را افزایش می دهد (Salehi, 2014). بررسی‌های سازمان جهانی فائو در ۴۰ سال اخیر حاکی از آن است که ۳۳ الی ۶۰ درصد افزایش عملکرد محصولات کشاورزی به علت مصرف نهاده های شیمیایی است، به طوری‌که این سازمان از کود به‌عنوان کلید امنیت غذایی نام برده است (FAO, 2021) .

از طرف دیگر مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی باعث تخریب ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک می‌شود(Kalhapure, 2013). بسیاری از محققین معتقدند یکی از ارکان اساسی در کشاورزی پایدار استفاده از کودهای زیستی در اکوسیستم‌های زراعی باهدف حذف یا کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی است(Kalhapure, 2013). با افزایش مواد آلی خاک ویژگی‌های فیزیکی خاک نظیر ثبات ساختار، تخلخل کل، هدایت هیدرولیکی، تشکیل خاک‌دانه‌ها بهبود می‌یابد (Booth, 2012). اهمیت مواد آلی در شرایط کم‌آبی به تأثیر آن در بهبود خصوصیات فیزیکی خاک، حفظ آب و افزایش قابلیت استفاده عناصر غذایی می‌باشد (Jones, 2006). استفاده از ورمی‌کمپوست می‌تواند اثرات مخرب تنش خشکی را در گیاهان زراعی کاهش دهد (Gholipoor *et al.*, 2011). علاوه برافزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک، ورمی‌کمپوست با تولید اسید هیومیک باعث افزایش مقاومت به تنش خشکی در گیاهان می‌شود. اسیدهای هیومیک طبیعی می‌توانند یک جایگزین زیست محیطی برای افزایش تحمل گیاهان به تنش خشکی، به دلیل سنتز پروتئین در اندام‌های مختلف گیاهی و سنتز آنزیم و یا افزایش فعالیت آنزیم‌ها باشند(Muscolo *et al.*, 2007) . باتوجه‌به نیاز بالای ذرت به عناصر غذایی و عدم توانایی اکثر خاک‌های زراعی در تأمین این عناصر، میزان مصرف کودهای شیمیایی در این زراعت، بسیار بالا است (Mirhadi MJ, 2001). با توجه به اینکه به هنگام استفاده از کودهای شیمیایی در ابتدای فصل زراعی، ممکن است بخشی از فرم شیمیایی قابل استفاده عناصر برای گیاه به فرم‌های دیگر تبدیل شود و یا از طریق آبشوئی از دسترس گیاه خارج گردند، این امر باعث ضررهای اقتصادی و آلودگی محیط زیست نیز می‌گردد

(Kennedy *et al.*, 2004). باکتریهای آزادزی تثبیت کننده نیتروژن از قبیل *Azotobacter spp.* و *Azospirillum spp.* نه تنها باعث تثبیت نیتروژن میشوند، بلکه قادر به تولید فیتوهورمون هایی مثل اسیدجیبرلیک و ایندول‌استیک‌اسید هستند که می-توانند باعث تحریک رشد گیاه و جذب مواد غذایی و فتوسنتز شوند(Mahfouz *et al.*, 2007).

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه قبل از شروع آزمایش، از چندین قسمت مزرعه نمونه‌برداری به عمل آمد و پس از مخلوط‌کردن نمونه‌ها با هم و عبوردادن آن‌ها از الک ۲ میلی‌متری، یک نمونه مرکب تهیه شد. سپس نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شد و از لحاظ برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مورد ارزیابی قرار گرفت. آزمایش به‌صورت طرح کرت‌های خرد شده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۸ به اجرا درآمد. در این آزمایش، سطوح آبیاری به‌عنوان کرت اصلی و مصرف کودهای شیمیایی، بیولوژیک و آلی به‌عنوان کرت فرعی در نظر گرفته شدند. سطوح آبیاری عبارت بودند از: ۱- شاهد (بعد از هر بار آبیاری هنگامی که پتانسیل آب خاک به ۳- بار رسید، آبیاری صورت گرفت)، ۲- تنش متوسط خشکی (بعد از هر بار آبیاری، هنگامی که پتانسیل آب خاک به ۷- بار رسید، آبیاری بعدی انجام گرفت) و ۳- تنش شدید خشکی (بعد از هر بار آبیاری، هنگامی که پتانسیل آب خاک به ۱۱- بار رسید آبیاری بعدی صورت گرفت). تیمارهای آبیاری بعد از سبزشدن و استقرار کامل بوته‌های ذرت اعمال گردید. تیمارهای کودی شامل۱- عدم مصرف کود (شاهد)،۲- ۳۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن+ ۱۵۰ کیلوگرم کود فسفاته سوپر فسفات تریپل (به‌ازای هر هکتار)، ۳- فسفاته بارور۲، ٤-نیتروکسین ، ۵-ورمی‌کمپوست، ٦- تلفیقی از سه نوع کود(شیمیایی + ٪۵۰ کود بیولوژیک فسفاته بارور ۲، نیتروکسین به‌صورت ٪۱۰۰) نیز سطوح فاکتور فرعی را تشکیل دادند.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه محل اجرای آزمایش در منطقه بم

ویژگی‌ها	pH	هدایت الکتریکی EC(Ds/m)	نیتروژن کل Ntotal (%)	کربن آلی C o(%)	پتاسیم قابل‌جذب Kav (ppm)	فسفر قابل‌جذب Pav(ppm)
۰-۳۰ عمق(cm)	۷/۸۳	۳/۸۳	۰/۰٤	۰/٤	۱۷۰	۱۳/۲

جدول ۲-خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه محل اجرای آزمایش در منطقه فهرج

ویژگی‌ها	pH	هدایت الکتریکی EC(Ds/m)	نیتروژن کل Ntotal(%)	کربن آلی C o(%)	پتاسیم قابل‌جذب Kav(ppm)	فسفر قابل‌جذب Pav(ppm)
۰-۳۰ عمق(cm)	۷/۶۳	۳/۶۳	۰/۰۴	۰/۵	۱۷۱	۱۳/۱

عملیات تهیه زمین در تیرماه سال ۱۳۹۸ آغاز شد. ابتدا یک شخم عمیق توسط گاوآهن برگردان دار و سپس دو دیسک عمود بر هم جهت خردکردن کلوخه‌ها و تسطیع زمین انجام شد. سپس بر اساس نقشه آزمایش محل قرارگرفتن بلوک‌ها و نهرها مشخص شد. میزان بذر مورد نیاز برای دست‌یابی به تراکم مطلوب (۸ بوته در مترمربع) باتوجه‌به وزن هزار دانه، درصد خلوص و درصد جوانه‌زنی برای هر کرت محاسبه شد. ذرت رقم سینگل کراس ۷۰٤ دانه‌ای برای کاشت در این آزمایش، مورداستفاده قرار گرفت بذور ذرت قبل از کاشت با قارچ‌کش ضدعفونی شده بودند. جهت تیمارکردن بذرها با کود زیستی، ابتدا محلولی شامل آب و کود زیستی فسفر بارور۲ تهیه شد. سپس بذرهای مربوط به تیمار کود زیستی فسفر بارور به‌صورت بذر مال به مدت نیم ساعت قرار گرفتند (مطابق با دستورالعمل شرکت سازنده). تیمارهایی که در آنها از کود زیستی نیتروکسین استفاده شد، بذرها قبل از کاشت توسط کودهای زیستی تلقیح شدند و سپس در سایه‌خشک شده و بلافاصله جهت کاشت مورد استفاده قرار گرفتند. و بقیه بذرها (سایر تیمارها) در آب به مدت نیم ساعت جهت در یکسان بودن شرایط برای تمام تیمارها قرار گرفت. سپس بذرهای تلقیح یافته با کود و سایر بذرها را در سایه پهن کرده و پس از خشک‌شدن آماده کشت گردیدند. بذرها به‌صورت هیرم کاری طبق تراکم موردنظر کاشته شد. بعد از سبزشدن یک‌سوم کود نیتروژن مصرفی طبق آزمایش به‌صورت نواری در قسمت پایین و زیر ریشه توزیع شد دو سوم باقیمانده نیز به‌صورت سرک در دو مرحله (مرحله ۸برگی و مرحله گلدهی) به همان شکل توزیع گردید. کود زیستی فسفربارور و نیتروکسین نیز به‌صورت سرک در مرحله ۸-۷ برگی مورداستفاده قرار گرفت بدین صورت که محلول تهیه‌شده‌ی کود در هنگام آبیاری در تیمارهای مورد نظر توزیع شد. وجین علف‌های هرز در چندین مرحله صورت می‌گیرد.

اندازه‌گیری‌ها

شاخص پایداری غشا از طریق اندازه‌گیری میزان نشت در الکترولیت‌های برگ ارزیابی شد. برای این منظور نمونه‌های تهیه شده از برگ پرچم به آزمایشگاه منتقل و با استفاده از پانچ از هر برگ دیسک‌های دایره‌ای و با قطر نیم سانتی‌متر تهیه شد. برای اندازه‌گیری نشت ثانویه نمونه‌ها در اتوکلاو با دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۰ دقیقه قرار گرفته و پس از سردشدن نمونه‌ها، هدایت الکتریکی آن‌ها اندازه‌گیری شد (EC_2) .شاخص پایداری غشا از طریق رابطه ۱ محاسبه شد:

رابطه (۱)

$$\text{شاخص پایداری غشا} = (1 - (EC_1/EC_2)) \times 100$$

درصد پروتئین دانه

طبق رابطه ۲ درصد پروتئین دانه از حاصل‌ضرب درصد نیتروژن در فاکتور پروتئینی گیاه محاسبه شد (zvsomers,1973).

رابطه (۲)

درصد پروتئین کل= درصد نیتروژن کل×۶/۲۵

عملکرد دانه

بعد از رسیدگی فیزیولوژیک از خطوط عملکرد ۲ مترمربع برداشت شد و بلال‌های آن را جدا کرده و پس از جداکردن دانه‌ها از بلال آن‌ها را توزین کرده و به‌عنوان عملکرد دانه گزارش می‌گردد. تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها توسط نرم‌افزار MSTATC و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار EXCEL انجام شد. مقایسه میانگین تیمارها با روش دانکن در سطح ۵درصد انجام شد.

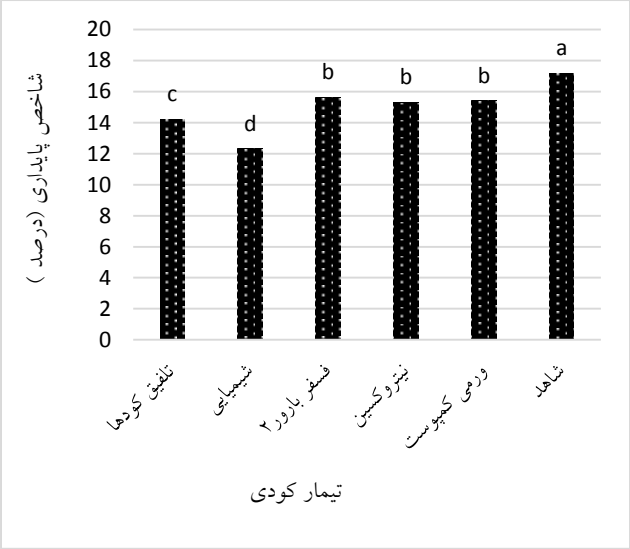
نتایج و بحث

بررسی پایداری غشای سلولی در شرایط آزمایشگاه به‌عنوان یک شاخص فیزیولوژیک و شیوه‌ای جهت ارزیابی میزان مقاومت به خشکی، به طور وسیعی کاربرد دارد. نتایج این بررسی نشان داد اثر سطوح آبیاری و سطوح کودی بر گیاه ذرت به لحاظ پایداری غشای سلولی در سطح احتمال یک درصد در دو منطقه بم و فهرج معنی‌دار بود. اما اثر متقابل سطوح آبیاری در هر دو منطقه معنی‌دار نشد (جدول ۵). در منطقه بم و فهرج به ترتیب گیاهان تحت عدم مصرف کود با میانگین ۱۷ درصد و ۱۷/۲ بیشترین آسیب به غشا و گیاهان تحت تیمار کود شیمیایی به‌تنهایی با میانگین ۱۲ درصد و ۱۲/۳ درصد با کمترین آسیب به غشا را نشان دادند (شکل ۱). احتمالاً، تغذیه مناسب گیاه باعث افزایش پایداری غشای سلولی می‌شود به‌طوری‌که (Saneoka *et al.*, 2004) نیز نتیجه‌گیری کردند، در صورت تغذیه گیاهچه‌های گیاه با کود نیتروژنه، تنش خشکی باعث افزایش پایداری غشا سلول در مقایسه باحالت عدم تنش می‌شود، ولی چنانچه از کود نیتروژنه استفاده نشود، اعمال تنش خشکی باعث کاهش پایداری دیواره‌های سلولی می‌گردد(Saneoka *et al.*, 2004).

گیاهان تحت تنش شدید آبیاری با میانگین ۱۹/۲ درصد، در منطقه بم و میانگین ۱۸/۳ در منطقه فهرج بیشترین آسیب به غشا و گیاهان تحت تیمار آبیاری کامل با میانگین ۸ درصد در منطقه بم و ۸/۲ درصد در منطقه فهرج، کمترین آسیب به غشا را نشان دادند. در این میان، گیاهان تحت تیمار تنش متوسط خشکی کمتر از تنش شدید خشکی و بیشتر از آبیاری مطلوب، آسیب به غشا را نشان دادند (شکل ۲). گزارش شده است که تنش خشکی تأثیر به سزایی روی کاهش پایداری غشای سلولی دارد (Branch, 2009) تنش خشکی باعث افزایش مقادیر اشکال مختلف اکسیژن فعال و ایجاد آسیب‌های اکسیداتیو در گیاه می‌گردد. از جمله خسارت‌های اکسیداتیو که بر اثر تولید رادیکال‌های اکسیژن ایجاد می‌شود می‌توان به خسارت اکسیداتیو به لیپیدها و پروتئین‌ها اشاره نمود (Chen, 2006). در واقع گونه‌های فعال اکسیژن باعث پراکسیداسیون لیپیدها و از بین رفتن پروتئین‌ها می‌گردند و از این طریق باعث ایجاد خسارت به غشا سلولی می‌شوند(Jiang *et al.*, 2001). تنش خشکی باعث ایجاد اختلال در سیستم‌های آنزیمی فرونشاننده‌ی گونه‌های فعال اکسیژن می‌گردد که این امر منجر به افزایش پراکسیداسیون چربی‌ها و در نتیجه خسارت به غشای سلولی و همچنین تخریب رنگدانه‌ها می‌گردد

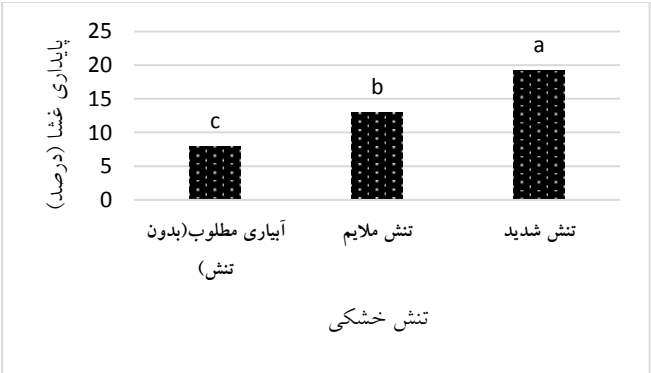
شکل ۱- اثر کود بر شاخص پایداری گیاه ذرت در منطقه بم

حروف مشابه در هر ستون نشانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد



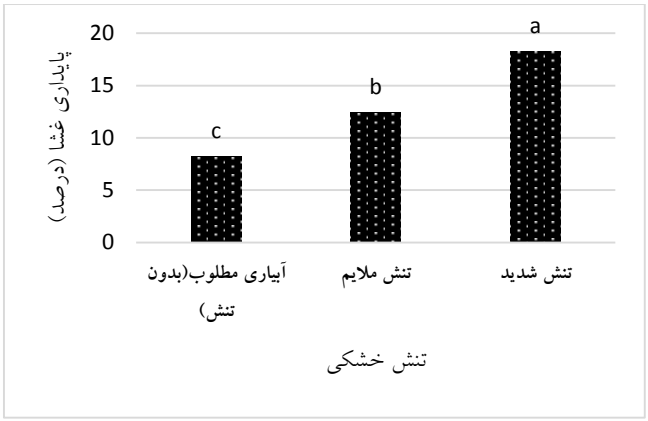
شکل ۲- اثر کود بر شاخص پایداری گیاه ذرت در منطقه فهرج

حروف مشابه در هر ستون نشانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد



شکل ۳- اثر تنش خشکی بر شاخص پایداری گیاه ذرت در منطقه بم

حروف مشابه در هر ستون نشانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد



شکل ٤- اثر تنش خشکی بر شاخص پایداری گیاه ذرت در منطقه فهرج

حروف مشابه در هر ستون نشانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ٥ درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد

جدول ۳-تجزیه واریانس (منابع تغییرات) صفات پایداری غشا، عملکرد دانه و درصد پروتئین دانه ذرت در منطقه بم و فهرج

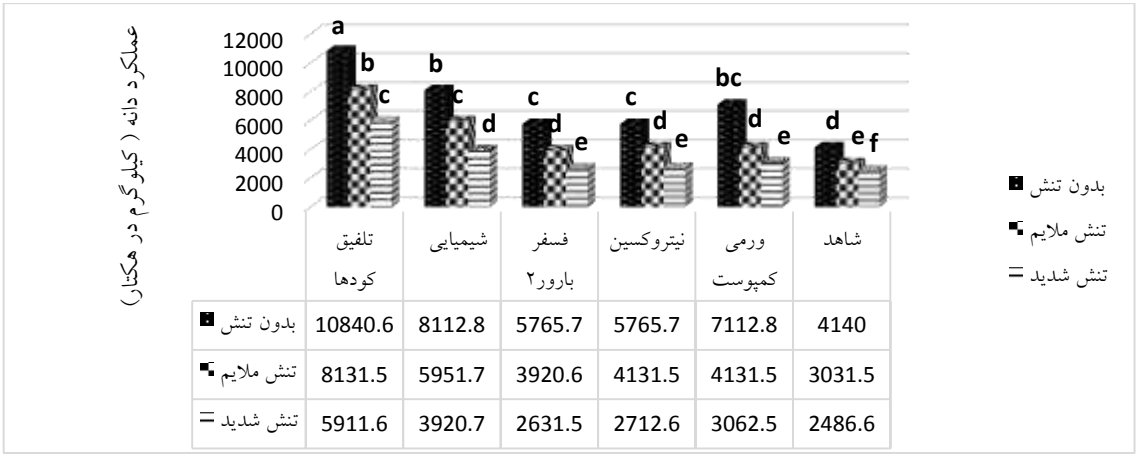
منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات در منطقه بم	میانگین مربعات در منطقه فهرج	میانگین مربعات در منطقه بم	میانگین مربعات در منطقه فهرج	میانگین مربعات در منطقه بم	میانگین مربعات در منطقه فهرج
		پایداری غشا	پایداری غشا	عملکرد دانه	عملکرد دانه	درصد پروتئین	درصد پروتئین
تکرار	۲	۱/۳۲ ns	٥/٦٤ ns	۲۷۰۱ /۳ ns	۳۰۰۱ /۳ ns	۹۰۰۱/٤ ns	۹۲۱۱/٥ ns
سطوح آبیاری	۲	۹۷/۸۷**	۱۰۲/۲۹**	٥٦۷۷۳/۷ **	٥٦۱۱۳/۷ **	٥٦۲۱٤/٤**	٥٦۸٥۲/٤**
خطا	٤	۰/ ٥٤	۰/ ۷٤	٥۳۲٤/۳	٥۰۲٤/۲	۳۱۳٦/٤	۳۳٦۹/٥
کرت اصلی							
کود	٥	٦۱/٤۲**	٦٦/٦٤**	۲۳۲٥۸/٤ **	۲٦۳٥۸/٤ **	۷٦۳۲٥/۲**	۷٦٥٦۹/٤**
کود × تنش خشکی	۱۰	۲ /٤٥ ns	۷ /٦۷ ns	۱۳٦۹۱/۲ **	۱۳۸۸۱/٤ **	۷۱٤٥ /۱**	۷۲٤۱ /۳**
خطای فرعی	۳۰	۰/۸٦	۰/۹۸	٦۷۰۹/٦	٦۷٦٤/٥	۱۳۰۰/٤	۱۳۷٤/۲
کل	٥۳						
ضریب تغییرات (درصد)	-	۹/۱۱	۹/۸	۹/٦	۹/۱	٦/۹	٦/۸

*، ** و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح ٥ درصد و ۱ درصد و عدم معنی‌داری می‌باشد

جدول ٤- تجزیه واریانس مرکب (منابع تغییرات) صفات عملکرد دانه، پایداری غشا و درصد پروتئین دانه ذرت در دو منطقه بم و فهرج

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		عملکرد دانه	پایداری غشا	درصد پروتئین
منطقه	۱	۲۵۷۸۲/۲ **	۱/۳۲ ns	۱۰/٤۱ ns
تکرار ×منطقه	٤	۱۰۷۰۱/۳**	۲٤/۳**	۱۰/۲۳ ns
تنش خشکی	۲	۵۷۸۷۳/۱ **	۹۷/۸۷**	۱۰۳/۳**
منطقه * تنش خشکی	۲	٤۰۰۲۱/۱ **	۱/۸٤ns	۹/۸ ns
خطای اصلی	۸	٦۳۲٤/۳	۰/۹۱	۲/۵
کود	۵	۲۳٤۲۳/۳ **	٦۱/٤۲**	۱۰۷/۳**
منطقه× کود	۵	۳٤۲۱۲/ ۳ **	۰/۹۹ ns	۱۰/٤۱ ns
کود × تنش خشکی	۱۰	۱۰۰۰۱/۲ **	۱/٤۵ ns	۱۱۲/۳**
منطقه × کود × تنش خشکی	۱۰	۵۹۷٤۱/۲ **	۱/۷۲ ns	۲۱/۳ns
خطای فرعی	٦۰	۷۸۹۹/۳	۰/۷٦	۳/۳
کل			۱۰۷	
ضریب تغییرات (درصد)	-	٦/٦	۸/٤۱	۷/۸

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



شکل ۵- اثر متقابل کود و تنش خشکی برعملکرد دانه گیاه ذرت در منطقه فهرج

حروف مشابه در هر ستون نشانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده کود، اثر ساده تنش خشکی در منطقه بم و فهرج در سطح احتمال آماری یک درصد و اثر متقابل آبیاری و کود بر عملکرد دانه در سطح احتمال آماری پنج درصد معنی‌دار بود جدول (۵). در مقایسه بین تیمارها مشخص گردید که بیشترین عملکرد دانه در منطقه

بم و فهرج به ترتیب برابر با ۱۲۳۴۱/۲ و ۱۰۸۴۰/۶ کیلوگرم در هکتار از گیاهان تحت تیمار تلفیقی کود شیمیایی، کود بیولوژیک و ورمی‌کمپوست در شرایط آبیاری مطلوب حاصل شد. علت بالاتر بودن عملکرد دانه در شرایط آبیاری کامل نسبت به سایر سطوح آبیاری وجود آب کافی در خاک می‌باشد که باعث گردید گیاه به خوبی بتواند آب و موادغذایی موردنیاز خود را جذب نماید و به‌تبع آن رشد مناسب، شاخص سطح برگ و دوام سطح برگ بالا و همچنین سرعت رشد و میزان آسیمیلاسیون خالص بیشتری داشته باشد. در شرایط تنش متوسط خشکی، گیاه در شرایطی قرار داشت که وقتی با کمبود آب مواجه می‌شد می‌توانست از طریق افزایش طول ریشه خود به عمق بیشتری از خاک نفوذ کند و آب لازم را دریافت نماید و همراه آب، مواد غذایی موردنیاز خود را نیز جذب نماید. در این سطح آبیاری، قبل از اینکه گیاه با تنش شدید مواجه شود آبیاری انجام می‌گرفت، بنابراین گیاه از آب و مواد غذایی کافی برای رشد برخوردار بود. اما در شرایط تنش شدید خشکی، چون گیاه مدت زمان بیشتری با کمبود آب مواجه بود نمی‌توانست خود را با آن شرایط سازگار کند. بخش عمده‌ای از افزایش سرعت رشد گیاه افزایش شاخص سطح برگ گیاه بود که از تغذیه مناسب گیاه حاصل گردید. باتوجه‌به اهمیت شاخص سطح برگ و سرعت رشد گیاه در افزایش عملکرد دانه، می توان نتیجه گرفت که بخش عمده ای از افزایش عملکرد دانه در نتیجه افزایش نیتروژن و فسفر است. اثرات مثبت افزایش مصرف نیتروژن بر شاخص سطح برگ و دوام آن توسط یوهارت و (Andrade *et* al., 1995)گزارش شده است(Andrade *et al.*, 2002). همبستگی قوی مثبتی بین وزن دانه و مقدار دوام سطح برگ مشاهده کردند و تأیید نمودند که دوام سطح برگ به اندازه تولید برگ در تعیین عملکرد دانه اهمیّت دارد(Wolfe *et al.*, 1988). بالاتر بودن عملکرد دانه در گیاهان تحت تیمار ترکیب کودهای شیمیایی و بیولوژیک قرار داشتند می‌تواند به تغذیه مناسب گیاه توسط این ترکیب کودی مربوط باشد. وجود عناصر غذایی کافی در این تیمار، تأمین تدریجی نیتروژن و فسفر طی رشد گیاه و در زمان توسعه بخش رویشی و زایشی گیاه و همچنین اثرات مفید و مثبت میکروارگانیسم‌های موجود در کودهای زیستی استفاده شده در این تیمار کودی از عواملی هستند که باعث بهبود رشد گیاه، شاخص-های رشد، اجزای عملکرد و نهایتاً عملکرد دانه ذرت گردید. قابل حل شدن فسفات‌های غیر قابل حل توسط میکروارگانیسم‌ها از طریق تولید اسیدهای آلی، کلات کردن اگزواسیدها از قندها و تبادل واکنش‌هایی در محیط رشد ریشه، از اثرات این میکروارگانیسم‌ها در افزایش جذب عناصر غذایی و در نتیجه افزایش عملکرد گیاهان زراعی است(Zaidi *et al.*, 2004). این میکروارگانیسم‌های مفید علاوه بر قابل دسترس کردن فسفر نامحلول خاک برای گیاه، از طریق ترشح مواد محرک رشد از جمله اکسین، جیبرلین و سیتوکنین می توانند در افزایش رشد ریشه گیاه مؤثر باشند (Sattar *et al.*, 1987; Wu *et al.*, 2005) گزارش کردند که تلقیح با میکوریزا باعث افزایش معنی‌دار CGR ذرت شد که در نهایت افزایش عملکرد را در پی داشت. (Ghasemi *et al.*, 2011) در آزمایشی نشان دادند

که بیشترین عملکرد دانه در تیمار آبیاری پس از ۷۰ میلی متر تبخیر از سطح تشتک کلاس A حاصل گردید و پس از آن، تیمار آبیاری پس از ۱۰۰ میلی-متر تبخیر از سطح تشتک در رتبه دوم قرار گرفت (Ghasemi *et al.*, 2011). در آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر، بیشترین عملکرد دانه مربوط به تیمارهای مصرف ٤٥ و ۹۰ کیلوگرم کود شیمیایی فسفردار به همراه مصرف کود زیستی بود. از طرفی بین تیمارهای مصرف ٤٥ و ۹۰ کیلوگرم کود شیمیایی فسفردار به همراه مصرف کود زیستی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. در سطوح تنش کم آبی ملایم و شدید، گیاهان تحت تیمار تلفیق کود زیستی و مصرف ٤٥ کیلوگرم کود شیمیایی از عملکرد بالاتری نسبت به تیمارهای کاربرد تنهای کودهای شیمیایی و زیستی برخوردار بودند. یافته های این تحقیق با نتایج به‌دست‌آمده از تحقیق حاضر، مطابقت دارد.

نتایج تجزیه مرکب نشان داد اثر مکان بر عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین نشان داد میزان عملکرد در منطقه بم با ۹٦۸۷/٤ کیلوگرم در هکتار بیشتر از منطقه فهرج با ۸۵۷٦/۳ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. می‌توان اذعان داشت که بالارفتن دمای کمینه در منطقه فهرج نسبت به منطقه بم در این مرحله از رشد تأثیر منفی بر عملکرد دانه ذرت داشته که بررسی روند مکان به مکان عملکرد و دمای کمینه در این مرحله از رشد به‌وضوح نشان‌دهنده این مسئله بود. به‌طورکلی افزایش دماهای کمینه باعث می‌گردد، در شب که به دلیل عدم وجود نور فتوسنتز صورت نمی‌گیرد، تنفس به‌صورت فوق‌العاده‌ای افزایش یابد. ازآنجائی‌که درجه حرارت مطلوب فتوسنتز پایین‌تر از درجه حرارت مطلوب تنفس است، با تجاوز دما از حد مطلوب فتوسنتز درجه حرارت به دمای مطلوب تنفس نزدیک می‌شود و به‌تبع آن تنفس به‌شدت افزایش می‌یابد و از میزان فتوسنتز کاسته می‌شود. عملکرد بیولوژیک نیز که به میزان فتوسنتز منهای تنفس بستگی دارد، کاهش می‌یابد.

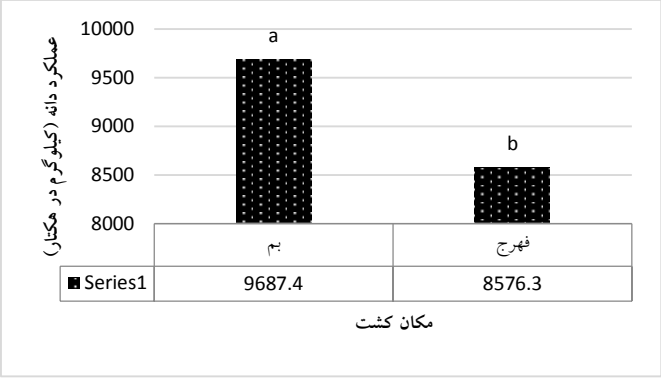
افزایش دما در منطقه فهرج نسبت به منطقه بم، سبب افزایش تبخیر و تعرق، تعرق گیاهان و تبخیر رطوبت خاک را تسریع می‌بخشد. دماهای بالا می‌تواند فعالیت آنزیم فتوسنتزی را کاهش دهد و ساختار کلروپلاست را از بین ببرد و منافذ هوا را مسدود کند که این موارد فتوسنتز را تحت‌تأثیر قرار می‌دهند. شدت افزایش تنفس گیاه در دماهای بالا مصرف نیتروژن را افزایش می‌دهد. در این میان هدایت روزنه‌ای برگ افزایش‌یافته و نرخ فتوسنتز خالص سریع‌تر از نرخ تعرق می‌شود که در نهایت بازده مصرف آب را کاهش می‌دهد (Jia *et al.*, 2022).

(Serbin & Kokadaik, 2008) اظهار داشتند که متوسط دما، دمای بیشینه و دمای کمینه ژوئن – آگوست بیشترین میزان همبستگی را با عملکرد ذرت دارد(Kucharik *et al.*, 2008). وستکات و همکاران(۲۰۰۵) در مطالعه خود بر روی عملکرد ذرت در ۹ ایالت از ایالت‌های آمریکای مرکزی به این نتیجه دست یافتند که عملکرد ذرت همبستگی بالایی با بارش‌های ماه ژوئیه دارد (Westcott *et al.*, 2005).

در منطقه بم نسبت به فهرج کاهش طول دوره‌ی رشد مرحله برگ‌دهی به‌واسطه افزایش دمای بیشینه، عمدتاً به دلیل تأثیرپذیری اندام‌های هوایی و ریشه

از دمای هوا متعاقب آن دمای خاک است(Jahantigh *et al.*, 2016).

عمدتاً یافته‌های حاصل شده با نتایج پژوهش بازگیر(۱۳۹٤) پیرامون تخمین عملکرد ذرت دانه‌ای در مناطق غربی و جنوب غربی ایران مطابقت دارد به‌طور کلی تبخیر و تعرق نقش مهمی در سیستم‌های زراعی ایفا می‌کند که عمدتاً تحت تأثیر عوامل زیادی از جمله بارش، دما و خصوصیات گیاهی قرار دارد. در این میان نوع خاک نیز در میزان تبخیر ذرت نقش دارد، به‌طوری‌که در پژوهش (kordabadi *et al.*, 2015) مشخص شد که میزان تبخیر و تعرق ذرت در خاک لومی و لوم رسی سیلتی به‌دلیل حاصلخیزی بیشتر این نوع خاکها بیش از خاک لوم شنی است و در این میان افزودن کود موجب افزایش تبخیر ذرت به‌خصوص در مرحله میانی رشد می‌شود (Kordabadi *et al.*, 2015) (Bazgir, 2015). به اثر مثبت دما بر روی عملکرد ذرت در مراحل ظهورگل‌آذین‌نر تا تشکیل تارهای ابریشمی اشاره نمود (Wheeler *et al.*, 2000). تغییر در طول روز، دما، و احتمالا رطوبت نسبی، تأثیر به‌سزایی در رشد و نمو و تولید گیاه طی فصل رشد داشته است(Masoodian, 2004).



شکل ٦- اثر مکان بر عملکرد دانه

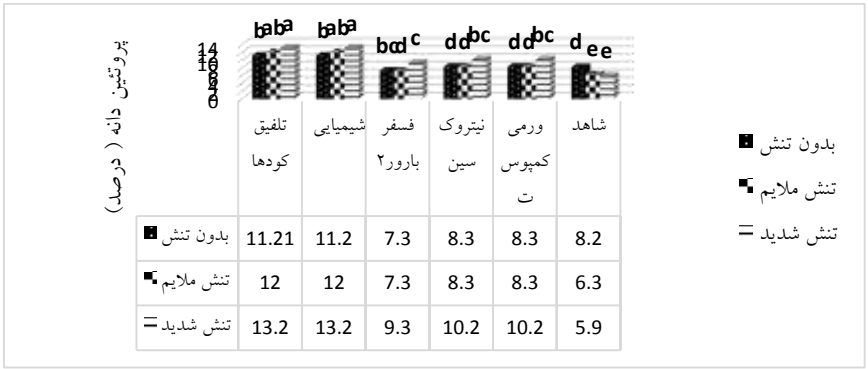
حروف مشابه در هر ستون نشانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد

پروتئین دانه

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به پروتئین دانه ذرت نشان می‌دهد که اثر ساده کود، اثر ساده تنش خشکی و اثر متقابل سطوح مختلف آبیاری در منطقه بم و فهرج در سطح یک درصد معنی‌دار بود جدول (۵). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها حاکی از آن است که بیشترین مقدار پروتئین دانه ذرت به ذرت‌های تحت تیمار تنش شدید خشکی و ترکیب کودی در هر دو منطقه (با میانگین ۱۳/۲۰درصد و ۱۳/٦ درصد) تعلق داشت و کمترین مقدار این صفت در گیاهان تحت تنش شدید خشکی و عدم مصرف کود (با میانگین ۵/۹ درصد و ۵/۷ درصد) مشاهده گردیدجدول (۵).در شرایط خشکی، جذب و تثبیت CO_2 بر اثر بسته شدن نسبی روزنه‌ها و یا کاهش درجه گشودگی آنها کاهش می‌یابد، بنابراین میزان کل مواد پرورده برای پر شدن دانه کاهش می‌یابد، ولی تنش خشکی، انتقال مجدد ازت از برگ ها به دانه را کاهش نمی‌دهد و این امر سبب افزایش پروتئین دانه می‌شود. در مجموع، طبق نتایج

به‌دست‌آمده با افزایش شدت تنش خشکی، درصد پروتئین دانه افزایش یافت، همچنین با افزایش میزان کود نیتروژن باتوجه‌به نقش اساسی نیتروژن در ساختمان اسیدهای آمینه، درصد پروتئین دانه افزایش پیدا کرد به‌طوری‌که در مقایسه بین سطوح کودی، بالاترین مقدار پروتئین دانه در گیاهانی به دست آمد که تحت تیمار مصرف کود قرار داشتند و این گیاهان در مقایسه با گیاهانی که کودی برای آنها مصرف نگردیده بود در کلیه سطوح آبیاری (آبیاری مطلوب و تنش)، به طور چشم‌گیری پروتئین دانه بیشتری را دارا بودند شکل (۸،۹). در غلات، تنش آبی درصد پروتئین را افزایش و میزان روغن را کاهش می‌دهد که این پدیده به دلیل کاهش پتانسیل آب در شیره سلولی به‌منظور مقابله با تنش است. از سوی دیگر در شرایط کم آبی تشکیل مولکو ل های ساده تر خود به خود افزایش می یابد. به این ترتیب، تبدیل مواد فتوسنتزیعمدتاً به سوی ساخت پروتئین پیش می رود (Salehin *et al.*, 2012). همچنین با افزایش میزان دسترسی به نیتروژن، درصد پروتئین دانه به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. از آن جا که نیتروژن پس از جذب و فرآوری در گیاه به پروتئین ها تبدیل می شود، اندوخته نیتروژن گیاه، روی مقدار پروتئین تشکیل شده اثرگذار است(Telavat *et al.*, 2007). با افزایش میزان نیتروژن خاک، مقدار بیشتری از این عنصر توسط گیاه جذب گردیده و مازاد برای رشد رویشی و تشکیل دانه، به شکل پروتئین در دانه تجمع می یابد و به همین دلیل در سطوح بالاتر نیتروژن، تجمع پروتئین دانه افزایش یافت (Kushwaha & Chandel, 1997).

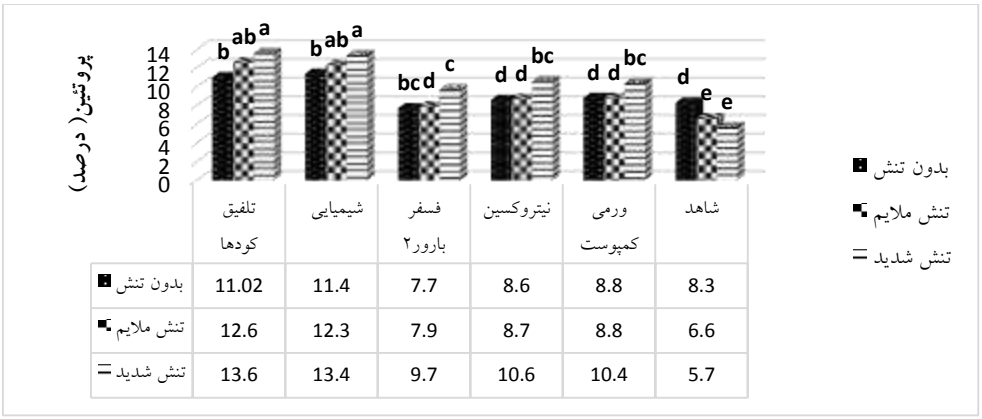
نتایج تجزیه مرکب نشان داد اثر منطقه بر عملکرد دانه معنی‌دار بود به نظر می‌رسد تفاوت های دمای بین دو منطقه سبب شده عملکرد ذرت در منطقه بم بیشتر از فهرج باشد مثبت بودن تأثیر دما و ساعات آفتابی بر عملکرد محصول ذرت را می‌توان به گرمادوست بودن این گیاه نسبت داد (Bazgir *et al.*, 2015). این در حالی است که تأثیر منفی متوسط دمای کمینه در مرحله گل‌دادن خوشه‌نر و تأثیر مثبت متوسط رطوبت نسبی در مرحله‌ی ظهور گل‌آذین‌نر بر عملکرد محصول ذرت به سبب تأثیر منفی تنش گرمایی و خشکی می‌باشد (Ahmadi *et al.*, 2012).



	تلفیق کودها	شیمیایی	فسفر بارور۲	نیتروک سین	ورمی کمپوست	شاهد
بدون تنش	11.21	11.2	7.3	8.3	8.3	8.2
تنش ملایم	12	12	7.3	8.3	8.3	6.3
تنش شدید	13.2	13.2	9.3	10.2	10.2	5.9

شکل ۸- اثر متقابل کود و تنش بر پروتئین دانه گیاه ذرت در منطقه بم

حروف مشابه در هر ستون نشانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد



	تلفیق کودها	شیمیایی	فسفر بارور۲	نیتروکسین	ورمی کمپوست	شاهد
بدون تنش	11.02	11.4	7.7	8.6	8.8	8.3
تنش ملایم	12.6	12.3	7.9	8.7	8.8	6.6
تنش شدید	13.6	13.4	9.7	10.6	10.4	5.7

شکل ۹- اثر متقابل کود و تنش خشکی برپروتئین دانه گیاه ذرت در منطقه فهرج

حروف مشابه در هر ستون نشانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد

نتیجه گیری

نتایج حاصل از بررسی اثر کودهای بیولوژیک، شیمیایی و ورمی‌کمپوست بر خصوصیات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی ذرت، تحت تنش خشکی، به شرح زیر خلاصه می‌گردد:

۱- اعمال تنش خشکی روی گیاه ذرت، سبب کاهش سرعت رشد محصول و دیگر صفات فیزیولوژیکی شد. همچنین سبب کاهش تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در بلال، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت گیاه ذرت شد.

۲- مصرف کود نسبت به عدم کاربرد آن باعث افزایش تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در بلال، قطر بلال، وزن هزار دانه بلال، عملکرد دانه، شاخص برداشت شد.

۳-بالاترین مقادیر شاخص‌های رشد در کلیه سطوح آبیاری (تنش و عدم تنش خشکی) ذرت‌هایی مشاهده گردید که تحت تیمار ترکیب کودهای بیولوژیک و شیمیایی قرار داشتند.

٤- مصرف کود در مقایسه با عدم کاربرد آن باعث افزایش پروتئین دانه گردید. لازم به ذکر است که در شرایط مصرف کود، تنش خشکی میزان پروتئین دانه را افزایش داد.

۵-در شرایط آبیاری مطلوب و همچنین در شرایط تنش خشکی، بالاترین میزان پروتئین دانه، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت به کاربرد ترکیبی کود تعلق داشت و این تیمار کودی بالاترین کیفیت و عملکرد دانه را باعث گردی و بهترین تیمار کودی مورداستفاده در این تحقیق بود. در حالت کلی، نتایج تحقیق نشان داد که کاربرد تلفیقی کودها توانست در تعدیل اثر تنش خشکی مؤثر باشد؛ بنابراین در شرایط کمبود آب و یا به‌منظور افزایش مساحت زمین‌های زیر کشت از طریق کم آبیاری، می‌توان با استفاده از ترکیب کودهای شیمیایی و بیولوژیک، ضمن کاهش

مصرف کودهای شیمیایی در راستای تولید محصولات با امنیت غذایی بیشتر و سالم‌تر، اثرات کمبود آب را نیز تا حدودی تعدیل نمود و محصولات نسبتاً مناسب و باکیفیت را به دست آورد.

REFRENCES

Ahmadi, Mahmoud, & Mirhaji. 2012. Evaluation of the effects of heat stress in corn cultivation (case study of Qazvin province). *Environmental Science Quarterly*, 9(3).

Andrade, F. H., Echarte, L., Rizzalli, R., Della Maggiora, A., & Casanovas, M. 2002. Kernel number prediction in maize under nitrogen or water stress. *Crop science*, 42(4), 1173-1179.

Bazgir 2015. Estimation of grain corn yield with the help of agricultural climate indicators in western and southwestern regions of Iran. *Applied Research in Geographical Sciences*, 39(14), 7-32.

Booth, R. G. 2012. Snack Food: Springer US.

Chen, J.-H. 2006. The combined use of chemical and organic fertilizers and/or biofertilizer for crop growth and soil fertility. Paper presented at the I*nternational workshop on sustained management of the soil-rhizosphere system for efficient crop production and fertilizer use.*

Ghasemi, Soraya, Siavashi, Kazem, Chokan, Rajab, gift 2011. The effect of phosphate biofertilizer on grain yield and its components in corn (Zea mays L.) singlecross 704 under water stress conditions. *Seedling and Seed Agriculture*, 27(2), 219-233.

Hamdallah, G. 2000. Soil fertility management: the need for new concepts in the region. A paper presented at regional workshop on Soil Fertility Management through Farmer *Fileld Schools in the Near Eas. Amman, Jordan.*

Jahantigh, Mohammad, Karandish, & Delbari. 2016. Analysis of the effects of the cropping calendar on the water demand of wheat in Sistan and Baluchistan province under the conditions of climate change. *Iran Irrigation and Drainage Journal,* 10(4), 489-498.

Jia, Q., Li, M., & Dou, X. 2002. Climate change affects crop production potential in semi-arid regions: A case study in Dingxi, Northwest China, in recent 30 years. *Sustainability*, 14(6), 3578.

Jones, C. E. A. o. a. C. s. c. Y. L. S. s., Eurongilly and Young, NSW, Ausralian, 14 & 15 February 2006. Aggregate or aggravate? Creating soil carbon. *YLAD Living Soils seminars, Eurongilly and Young, NSW, Ausralian*, 14 & 15 February 2006.

Kordabadi, Q., Liaqat, Watankhah, Ebrahim, & Noori. 2015. Simulating yield and transpiration of fodder corn using AquaCrop model. *Journal of water and soil resources protection (scientific-research)*, 4(2), 47-64

Kucharik, C. J., & Serbin, S. P. 2008. Impacts of recent climate change on Wisconsin corn and soybean yield trends. *Environmental Research Letters*, 3(3), 034003.

Masoodian, S. A. 2004. Temperature trends in Iran during the last half century. *Geography and Development,* 2(3), 89-106.

Mirhadi MJ. 2001. Translation errorCorn. Research Organization Publication. Agricultural Research, *Extension and Education Orga*.

Saneoka, H., Moghaieb, R. E., Premachandra, G. S., & Fujita, K. 2004. Nitrogen nutrition and water stress effects on cell membrane stability and leaf water relations in Agrostis palustris Huds. *Environmental and Experimental Botany*, 52(2), 131-138.

Sattar, M., & Gaur, A. 1987. Production of auxins and gibberellins by phosphate-dissolving microorganisms. *Zentralblatt für Mikrobiologie*, 142(5), 3 39-69.

Smith, J. 2021. Corn production trends in Asia. Asia Agricultural Journal, 3(2), 12-20.

Telavat , M., Siadat, Elah, S. A., Nadian, Fathi, & Elah, Q. 2007. Response of yield, oil and protein of rapeseed to different levels of nitrogen and boron in Ahvaz region. *Journal of Agricultural Sciences of Iran*, 9(3), 213-224.

Westcott, N. E., Hollinger, S. E., & Kunkel, K. E. 2005. Use of real-time multisensor data to assess the relationship of normalized corn yield with monthly rainfall and heat stress across the central United States. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 44(11), 1667-1676.

Wheeler, T. R., Craufurd, P. Q., Ellis, R. H., Porter, J. R., & Prasad, P. V. 2000. Temperature variability and the yield of annual crops. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 82(1-3), 159-167.

Wolfe, D., Henderson, D., Hsiao, T., & Alvino, A. 1988. Interactive water and nitrogen effects on senescence of maize. I. Leaf area duration, nitrogen distribution, and yield. *Agronomy Journal*, 80(6), 859-864.

Wu, S. C., Cao, Z., Li, Z., Cheung, K., & Wong, M. H. 2005. Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: *a greenhouse trial. Geoderma*, 125(1-2), 155-166.

Zaidi, P. H., Rafique, S., Rai, P., Singh, N., & Srinivasan, G. 2004. Tolerance to excess moisture in maize (Zea mays L.): susceptible crop stages and identification of tolerant genotypes. *Field Crops Research*, 90(2-3), 189-202.

Sustainable Agricultural Science Research /Vol. 3/No.3/Fall 2021/P: 48-63

https://www.sarj.iauk.ac.ir

Comparison of Organic, Chemical and Biological Fertilizers on the Growth and Yield of Corn Under Drought Stress in Bam and Fahraj Regions

Hamed Seljughian[1], Mohammadreza Yavarzadeh[2], Mohammad Mehdi Akbarian [3]

[1] PhD student, Agriculture Department, Bam Branch, Islamic Azad University, Bam, Iran.

[2, 3] Assistant Professor, Agriculture Department, Bam Branch, Islamic Azad University, Bam, Iran.

* Corresponding Author's Email: yavar175@yahoo.com

(Received: October. 1, 2023– Accepted: Desember. 21, 2023)

ABSTRACT

Fertilizers, including organic, chemical and biological fertilizers, are added to the soil in order to compensate for nutrient deficiencies required by plants, thereby improving plant growth and yield. In order to compare organic, chemical and biological fertilizers on the growth and yield of corn under drought stress in the two regions of Bam and Fahraj, the experiment was carried out as a split plot design based on randomized complete blocks with three replications in 2018. Irrigation levels were considered as the main plot in three levels (control - moderate drought stress and severe drought stress) and the sub-plot of fertilizer in six levels (no fertilizer use (control), chemical fertilizer, Phosphate Fertilizer 2 biological fertilizer, Nitroxin, Vermi compost and a combination of three types of fertilizers). The traits that were significant in the two regions were analyzed by composite analysis. The results of analysis of variance showed that the simple effect of fertilizer, the simple effect of drought stress in Bam and Fahraj regions was significant at 1% probability level, and the interaction effect of irrigation and fertilizer on corn grain yield was significant at 5% probability level. Comparison of the means showed that the highest grain yield in Bam and Fahraj regions was 12341.2 and 10840.6 kg/ha, respectively, from plants treated with a combined treatment of chemical fertilizer, biological fertilizer and vermicompost under favorable irrigation conditions. The results of combined analysis showed that the location effect on grain yield was significant at 1% level. Comparison of the means showed that the yield in Bam region was 9687.4 kg/ha more than Fahraj region with 8576.3 kg/ha.

Keywords: Drought stress, Fertile biological fertilizer 2- Nitroxin fertilizer, Chemical fertilizer