بررسی کودهای شیمیایی و زیستی بر صفات زراعی و فیزیولوژیک گندم در شرایط محیطی نوکنده

هادی جهانشاهی[۱]، حسین عجم نوروزی*[۲]، محمدرضا داداشی[۳]، محمدعلی رضایی[۴] و هدیه مصنعی[۵]

۱) دانشجوی دکتری گروه زراعت، واحد گرگان، دانشگاه آزاد اسلامی، گرگان، ایران.
۲، ۳ و ۵) گروه زراعت، واحد گرگان، دانشگاه آزاد اسلامی، گرگان، ایران.
۴) گروه فیزیولوژی گیاهی، واحد گرگان، دانشگاه آزاد اسلامی، گرگان، ایران.

*نویسنده مسئول: **ajamnorozei@yahoo.com**

تاریخ دریافت:۱۳۹۹/۰۴/۱۷ **تاریخ پذیرش:۱۳۹۹/۰۷/۲۸**

چکیده

به‌منظور ارزیابی کودهای شیمیایی و زیستی بر ویژگی زراعی و فیزیولوژیک گندم رقم مروارید در شرایط نوکنده آزمایشی در قالب بلوک‌های کامل تصادفی به صورت فاکتوریل با سه تکرار در شهرستان نوکنده استان گلستان به اجرا درآمد. فاکتورهای آزمایش شامل منابع تامین کننده نیتروژن در چهار سطح ازتوباکتر (۱۲ گرم بر ۱۰۰ کیلوگرم بذر)، آزوسپیریلیوم (۱۲ گرم بر ۱۰۰ کیلوگرم بذر)، اوره (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) و ترکیب مساوی از سه منبع (۳۳ درصد ازتوباکتر+ ۳۳ درصد آزوسپیریلیوم + ۳۳ درصد اوره) و منابع تامین‌کننده فسفر در سطح سه سطح سوپرفسفات تریپل (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار)، فسفات بارور۲ (۱۲ گرم بر ۱۰۰ کیلوگرم بذر) و ترکیب مساوی دو منبع (۵۰ درصد سوپرفسفات تریپل + ۵۰ درصد فسفات بارور ۲) به همراه شاهد بود.نتایج تجزیه واریانس حاکی از آن بود که کودهای نیتروژنه و بیولوژیک بر تمامی صفات به جزء وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد اثری معنی‌داری داشتند. نتایج نشان داد که بالاترین میزان ارتفاع گیاه، عملکرد بیولوژیک، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه، پروتئین گلدهی و رسیدگی، کلروفیل b و کل مربوط به تیمار کودی ترکیب سه منبع تامین کننده نیتروژن (۳۳ درصد ازتوباکتر+ ۳۳ درصد آزوسپیریلیوم + ۳۳ درصد اوره) بود. مقادیر بالای شاخص سطح برگ، تعداد سنبله و کلروفیل a با تیمار ازتوباکتر به‌دست آمد. به‌طور خلاصه نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از تلفیق مناسب کودهای زیستی و نیتروژن‌دار می‌تواند موجب کاهش مصرف کودهای شیمیایی شده و بنابراین در راستای اهداف کشاورزی پایدار باشد.

واژه‌های کلیدی: آزوسپیریلیوم، ازتوباکتر، فسفات بارور۲، صفات عملکردی و گندم.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-08-21]

مقدمه

گندم[1] یکی از مهم‌ترین محصولات غذایی است و ۴۰ درصد از انرژی و غذای مورد نیاز مردم جهان را تامین می‌کند. با رشد جمعیت جهان تا سال ۲۰۲۰ تقاضا برای گندم به بیش از ۴۰ درصد افزایش خواهد یافت (Aynehband *et al.*, 2010). در چند دهه اخیر با توجه به افزایش جمعیت، تقاضای روز افزون برای مواد غذایی، استفاده مناسب از کودهای شیمیایی و بیولوژیکی در نیل به تولید حداکثر عملکرد مورد توجه بیشتری قرار گرفته است. نیتروژن یکی از عناصر غذایی مهم برای رشد گیاهان می‌باشد. این عنصر اساس تشکیل پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک می‌باشد. با توجه به اهمیت این عنصر، تأمین مقدار مورد نیاز آن برای گیاه بسیار ضروری است. این عنصر معمولا به‌صورت کودهای شیمیایی تهیه و مصرف می‌شود و استفاده بیش از حد از آن، یکی از دلایل آلودگی آب‌های زیر زمینی بوده و علاوه بر این تولید آن‌ها نیز گران و پرهزینه می‌باشد، در حالی که جایگزینی آن‌ها با کودهای زیستی می‌تواند نقش مهمی را بازی کند (Chandrasekar *et al.*, 2005). فسفر نیز یکی دیگر از عناصر مهم مورد نیاز گیاهان می‌باشد که باعث رشد و قوی‌تر شدن ریشه‌ها، رشد و ضخیم‌تر شدن ساقه‌ها، پر حجم شدن دانه‌ها، افزایش میزان عملکرد و زودرسی محصول می‌شود و در عمل تلقیح گل‌ها دخالت دارد (ایران‌نژاد و شهبازیان، ۱۳۸۳). مصرف بی‌رویه کودهای فسفاته، گذشته از هزینه‌های ارزی گزاف خرید کود از خارج کشورهای زیان‌باری نیز به دنبال دارد. از جمله می‌توان به مسمومیت فسفری ناشی از جذب بیش از حد فسفر مصرفی و بالا رفتن غلظت آن در بافت‌های گیاهی و به‌هم خوردن تعادل عناصر غذایی، کاهش عملکرد محصول، تجمع بر در گیاه در حد سمیت، کاهش جذب مس، غیر متحرک شدن آهن در خاک اشاره کرد (توحیدی مقدم و همکاران، ۱۳۸۶). به‌طور کلی جایگزینی کود نیتروژن و فسفر با کودهای زیستی در مدیریت زراعی نقش مهمی را می‌تواند ایفا نماید. همچنین با مصرف کود زیستی فسفاته و نیتروژنه علاوه بر کاهش مصرف کود شیمیایی می‌توان هزینه‌ها و آلودگی‌های زیست‌محیطی را نیز کاهش داد که حرکتی در راستای نیل به اهداف کشاورزی پایدار می‌باشد. با توجه به واردات زیاد این کودها در سال به کشور، پیدا کردن روشی که بتواند از مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی را کاهش دهد، ضروری به نظر می‌رسد. در نظام‌های کشاورزی پایدار، کاربرد کودهای زیستی از اهمیت ویژه‌ای در تولید محصول و حفظ حاصلخیزی پایدار خاک برخوردار است (Sharma, 2003). کودهای بیولوژیک توانایی تبدیل عناصر غذایی اصلی را از فرم غیر قابل دسترس به فرم قابل دسترس طی فرآیندهای بیولوژیکی داشته و منجربه توسعه سیستم ریشه‌ای و جوانه‌زنی بهتر می‌گردند (Ozturk *et al.*, 2003). مهمترین باکتری‌های حل‌کننده فسفات نیز *Bacillus megoterium*، *Bacillus ciralans*، *Bacillus subtilis* و *Pseudomonas phosphaticum* می‌باشند (Delvasto *et al.*, 2008). فعالیت اصلی

[1] Triticum aestivum L.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-08-21]

این گونه میکروارگانیسم‌ها نیز تولید اسیدهای آلی و افزایش اسیدیته توسط اکسیداسیون ناقص قندها است که باعث کاهش حلالیت فسفر محیط می‌شوند. هم‌چنین واکنش‌های آنزیمی به‌ویژه آنزیم‌های گروه فسفاتاز تولید شده توسط برخی از این میکروارگانیسم‌ها بر معدنی شدن فسفر نیز مؤثر است (Kumutha *et al*., 2004). از طرفی، این باکتری ها قادرند شرایط را برای افزایش راندمان استفاده از کود از طریق کاهش تثبیت فسفر فراهم نمایند (Mehnaz and Lazarovits, 2006). همچنین باکتری‌های ازتوباکتر علاوه بر تثبیت نیتروژن هوا، قادر به تولید ترکیبات ضد قارچی بر علیه همه بیماری‌های گیاهی بوده و سبب تقویت جوانه‌زنی و بنیه گیاه می‌شود که رشد پایه گیاهی را به‌دنبال دارد. متعادل کردن جذب عناصر پر مصرف و ریز مغذی مورد نیاز گیاه ترشح اسیدهای آمینه و انواع آنتی‌بیوتیک و سیدروفور را نیز بر عهده دارند و موجب رشد و توسعه ریشه و قسمت‌های هوایی گیاهان در برابر عوامل بیماری‌زای خاکزی و در نتیجه افزایش محصول می‌گردد (Blak, 2011). در تحقیقی درمورد باکتری‌های حل کننده فسفر روی گندم مشخص گردید که این میکروارگانیسم‌ها روی صفاتی مانند ارتفاع گیاه، شاخص سطح برگ، عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشتی تاثیر معنی‌دار داشته و درصد فسفر و عملکرد دانه نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی‌داری یافت، به‌طوری که مصرف کود شیمیایی همراه با تلقیح با باکتری‌ها ۵۰ درصد کاهش داشت (Mirzaei *et al*., 2007). در مطالعه‌ای دیگر تلقیح گیاه گندم و سورگوم[1] با *Azospirillum brasilense* باعث تسریع خوشه‌دهی و گلدهی و افزایش وزن کل اندام هوایی، ارتفاع گیاه و طول برگ شده است (Asadi Rahmani and Fallah. 2001). نتایج مشابهی در گیاه کنجد[2] (Ahmadi Vavsari, 2009) و گیاه ذرت[3] (Yazdani *et al*., 2010) حاصل شده است. در پژوهش دیگری در گرگان اثر کودهای زیستی و کود اوره بر عملکرد سه ژنوتیپ مختلف گندم بررسی شد و نتیجه گرفته شد مصرف کود نیتروکسین حاوی *Azotobacter* و *Azospirilium* باعث افزایش شاخص برداشت، تعداد دانه در سنبله و وزن خشک هر بوته می‌گردد (Salmani *et al*., 2010). افزایش عملکرد دانه گندم و جو با به کارگیری کودهای زیستی حاوی ازتوباکتر در خاک های با زهکش مناسب تا ۳۷ درصد گزارش شده است (Munthali, 1990). در آزمایشی موجب افزایش *Azospirilium* اثر کودهای زیستی حاوی تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه و درصد پروتئین گردید (Carletti, 2002). خاصه سیرجانی و همکاران (۱۳۹۰) با بررسی مصرف کود بیولوژیک، سولفات روی و کود نیتروژن بر عملکرد کمی و کیفی گندم نشان دادند که حداکثر عملکرد با کاربرد کود بیولوژیک ازتوباکتر، مصرف روی و کود نیتروژن به‌دست آمد. هم‌چنین نشان دادند که

---

۱. *Surghum dura* Stapf.

۲. *Sesamum indicum* L.

۳. *Zea mays* L.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-08-21]

استفاده از کود بیولوژیکی ازتوباکتر به‌طور معنی‌داری پروتئین گندم را افزایش داد. رشیدی و همکاران (۱۳۹۰) گزارش کردند کاربرد همزمان کود شیمیایی فسفر و باکتری حل کننده فسفر به‌دلیل افزایش جذب فسفر و نیتروژن به گیاه گندم موجب افزایش میزان عملکرد، محتوای پروتیئن و فسفر دانه گردید. توحیدی‌مقدم و همکاران (۱۳۸۶) بیان نمودند تیمارهایی که در آن‌ها از کودهای بیولوژیک ازته و فسفره به‌صورت توأم استفاده شده است، علاوه بر آن که باعث افزایش ارتفاع گیاه، عملکرد دانه، درصد پروتئین و عملکرد پروتئین دانه ذرت گردید. میزان کودهای شیمیایی فسفاته تا ۵۰ درصد کاهش یافت. تلقیح بذرهای گندم با آزسپیریلوم منجربه افزایش میزان نیتروژن در بافت‌های ساقه گندم شد (De Freitas, Amanullah 2000). و همکاران (۲۰۱۲) گزارش نمودند تلفیق کودهای بیولوژیکی با ۵۰ درصد کودهای نیتروژن و فسفر باعث افزایش عملکرد پروتئین دانه گندم بین ۱۱ تا ۵۹ درصد و افزایش عملکرد دانه گندم بین ۲۰ تا ۴۶ درصد در مقایسه با شرایط کنترل شد. مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی تاثیر مخرب و مضری بر روی خاک، محیط‌زیست و انسان دارد، لذا با اعمال یک مدیریت مصرف کود بیولوژیک می‌توان به سمتی حرکت کرد که ضمن به دست آوردن عملکرد قابل قبول، از مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی نیتروژنه و فسفاته کم کرد. از طرفی با مصرف این کودها، هزینه‌های تولید نیز کاهش می‌یابد. بنابراین هدف از این پژوهش بررسی توأم کودهای شیمیایی (نیتروژن و فسفر) و زیستی (آزوسپیلیریوم، فسفات بارور ۲ و ازتوباکتر) بر صفات زراعی و فیزیولوژیکی گندم رقم مروارید در شرایط آب و هوایی نوکنده استان گلستان بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در شهر نوکنده در غرب استان گلستان، فاصله ۶۰ کیلومتری ("N 36 ° 44' 8.6 و"E 53° 54' 14.3 در ۸ متر بالاتر از سطح دریا)، در طول فصل زراعی ۹۵- ۱۳۹۶ اجرا گردید. اطلاعات مربوط خاک، آب و هوای مکان انجام آزمایش در جدول‌های ۱ و ۲ ارائه شدند.

جدول ۱: ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل های اجرای طرح

عمق نمونه بردای (سانتی‌متر)	بافت خاک	رس	سیلت	شن	اسیدیته	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	پتاسیم	فسفر	نیتروژن	کربن	TNV
		(درصد)					(میلی‌گرم بر کیلوگرم)			(درصد)	
۳۰-۰	لوم، رس، سیلتی	۱۶	۵۲	۳۲	۷/۶	۱/۷	۱۸۰	۱۲/۴	۰/۱۳	۱/۰۷	۲۳/۵

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-08-21]

جدول ۲: اطلاعات هواشناسی و میانگین ۲۰ ساله محل اجرای طرح

ماه	حداکثر دما (درجه سانتی‌گراد)	حداقل دما (درجه سانتی‌گراد)	میزان بارندگی (میلی‌متر)	تشعشع (مگاژول برمترمربع)
دی	۱۴/۹	۵/۸	۷۱/۹	۷/۱
بهمن	۸	-۲/۳	۱۶/۵	۹/۳
اسفند	۱۰/۷	۰/۴	۵۵/۸	۱۰/۴
فروردین	۱۸/۵	۶/۱	۳۸/۱	۱۴/۳
اردیبهشت	۲۳/۵	۱۱/۳	۲۸/۸	۱۳/۹
خرداد	۱۶/۶	۱۳/۹	۲۴/۸	۱۹/۲
تیر	۲۹/۹	۱۸/۵	۱۴/۵	۲۱
مرداد	۳۵/۸	۲۰/۶	۱۲/۳	۲۰/۳

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و با دو عامل شامل منابع تامین کننده نیتروژن در ۵ سطح عدم مصرف کود (شاهد)، ازتوباکتر (۱۲ گرم بر ۱۰۰ کیلوگرم بذر)، آزوسپیریلیوم (۱۲ گرم بر ۱۰۰ کیلوگرم بذر)، اوره (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار (در سه مرحله ۵۰ درصد قبل از کاشت، ۲۵ درصد در زمان شروع پنجه‌دهی و ۲۵ درصد در شروع ساقه‌دهی)) و ترکیب سه منبع (۳۳ درصد ازتوباکتر + ۳۳ درصد آزوسپیریلوم+ ۳۳ درصد اوره) و منابع تامین کننده فسفر در سه سطح کود شیمیایی سوپرفسفات تریپل (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار)، کود زیستی فسفات بارور ۲ (۱۲ کیلوگرم در ۱۰۰ کیلوگرم بذر) و ترکیب مساوی دو منبع تامین کننده فسفر (۵۰ درصد سوپرفسفات تریپل+ ۵۰ درصد فسفات بارور۲) اجرا شد. برای استفاده از کودهای بیولوژیک از دستورالعمل شرکت تولید کننده استفاده شد. پس از برآورد نسبت‌ها و رقت‌های مناسب نسبت به سطح زیر کشت، با رعایت نسبت ۱۰۰ گرم برای یک هکتار، محلول کود زیستی رقت مناسب تهیه شد. ابتدا بذور گندم (*Triticum aestivum cv. Morvarid*) به مدت ۳۰ ثانیه در الکل ۷۰ درصد غوطه‌ور شدند و به مدت ۲ دقیقه توسط هیپوکلریت سدیم ضد عفونی شدند و در نهایت سه بار با آب مقطر شسته شدند. سپس با کودهای بیولوژیک *Azospirillium brasilense*، *Azotobacter chrococcum* و *Phosphate soluble bacteria* مخلوط شدند. چسبندگی کود زیستی به بذور با محلول آب و شکر۲۰ درصد انجام شد و به‌مدت ۱۰ دقیقه در شیکر قرار گرفت. محلول حاصل در صورت نیاز با پارچه‌ای صاف شده و محلول صاف و رقیق شده کود زیستی به یک سم‌پاش دستی منتقل شد. سپس بذرهای مورد نیاز روی پلاستیک در سایه پهن شده و محلول مزبور روی آن پخش شد تا حدی که بذرها فقط مرطوب شود و یک پوشش یکنواخت از محلول کودی روی بذرها را بپوشاند. سپس بذرهای گندم بر اساس تیمارهای مورد نظر با کود بیولوژیک تلقیح شده‌اند و در زمینی به مساحت حدود۴۰۰ متر مربع با ۱۵ کرت در ۳ تکرار انجام کشت شد که اندازه هر کرت به مساحت ۵ متر مربع و به ابعاد ۱/۵ که فواصل بین پلات‌ها ۱ متر در نظر گرفته شد. بلوک‌های آزمایشی در ۵ خط به طول ۵ متر با فاصله ۲۰ سانتی‌متری بین ردیف‌ها و ۴۰ سانتی‌متری بین تیمارها و بذور با تراکم ۴۰۰ (بوته در مترمربع) کشت شدند. نمونه‌برداری از گیاهان به‌صورت تصادفی در ۰/۲ متر هر کرت انجام شد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-08-21]

برداشت نهایی محصول در تاریخ ۲۴ تیر سال ۱۳۹۶ به‌صورت دستی و با در نظر گرفتن حذف حاشیه از طرفین هر کرت انجام شد. سپس ساقه‌های بریده شده با داس در انتهای همان کرت پهن شد و یک روز در آفتاب و در مجاورت هوا خشک گردید و سپس به وسیله ترازو توزین و مقدار عملکرد بیولوژیک هر کرت، یادداشت شد. سپس ساقه‌ها بوجاری و بذرهای هر کرت جداگانه درون کیسه‌هایی قرار داده شد و دو اتیکت یکی در درون کیسه قرار داده شد و دیگری به دور آن توسط نخی بسته شد و سپس بذور جهت بقیه آزمایش به آزمایشگاه منتقل شد. صفات مورد مطالعه در این آزمایش شامل ارتفاع بوته، شاخص سطح برگ، تعداد سنبله در هکتار، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، طول سنبله، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و کارایی مصرف نیتروژن بود. برای اندازه‌گیری صفات کمی، از مساحت یک مترمربع داخل واحدهای آزمایشی (پس از حذف حاشیه‌ها) ۵ بوته به‌طور تصادفی انتخاب و برای سهولت در امر اندازه‌گیری نشانه‌گذاری گردید و برای کلیه صفات کمی از میانگین مشاهدات ۵ بوته جهت محاسبات آماری مورد استفاده قرار گرفت.

اندازه‌گیری کلروفیل a، b و کلروفیل کل با استفاده از روش Lichtenthaler و Wellburn (۱۹۸۳) انجام شد. بدین منظور ۰/۲ گرم بافت تر برگ در هاون با ۱۰ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد ساییده شد تا یک بافت سبز رنگ باقی بماند و پس از آن به‌مدت ۵ دقیقه در دستگاه شیکر قرار گرفت. بعد در داخل لوله‌های سانتریفیوژ با ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۵ دقیقه قرار داده شد تا یک محلول زلال سبز رنگ حاصل شود و پس از آن محلول حاصل را با استفاده از کاغذ صافی و قیف درون بالن ژوژه صاف گردید، سپس حجم محلول به‌دست آمده با استون ۸۰ درصد به ۲۰ میلی‌لیتر رسانده شد و جذب محلول‌ها به‌طور جداگانه در طول موج‌های ۶۶۳ نانومتر برای کلروفیل a و ۶۴۵ نانومتر برای کلروفیل b توسط اسپکتروفتومتر قرائت شد. در نهایت با استفاده از رابطه‌های ۱، ۲ و ۳ میزان کلروفیل a، b و کلروفیل برحسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر نمونه محاسبه شد (Lichtenthaler and Wellburn, 1983):

رابطه ۱: میلی‌گرم کلروفیل a در هرگرم برگ تر = $[(12.25\times A663) - (2.79\times A646)]\ V/1000W$

رابطه ۲: میلی‌گرم کلروفیل b در هرگرم برگ تر = $[(21.5\times A\ 646) - (5.10\times A\ 663)]\ V/1000W$

رابطه ۳: میلی‌گرم کلرفیل کل در هرگرم برگ تر = $Chl.a + Chl.b$

در رابطه‌های ۱، ۲ و ۳، A میزان جذب در طول موج مورد نظر، V حجم محلول صاف شده برحسب میلی‌لیتر و w وزن تر نمونه بر حسب گرم می‌باشد.

اندازه گیری میزان پروتئین موجود در با استفاده از روش Lowry و همکاران (۱۹۵۱) انجام شد. پس از برداشت محصول سنجش میزان نیتروژن به روش کجلدال و با استفاده از اجاق هضم کننده Digestor ۲۰۴۰ از شرکت Foss

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-08-21]

tecator و دستگاه تمام خودکار Kejeltec Analysis Unit ۲۳۰۰ انجام شد. برای تعیین پروتئین دانه از رابطه ۴ استفاده شد. ضریب تبدیل پروتئین برای گندم ۵/۸۴ می‌باشد (پروانه و همکاران، ۱۳۸۴).

رابطه ۴: ضریب تبدیل پروتئین × درصد نیتروژن = درصد پروتئین

درصد پروتئین در مرحله گلدهی، رسیدگی و دانه انجام شد. تجزیه واریانس اطلاعات با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS و SPSS و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌داری (LSD) انجام شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس، ارتفاع بوته به‌طور معنی‌داری در واکنش به منابع تامین کننده نیتروژن قرار گرفت (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین میانگین ارتفاع بوته از مصرف سه منبع تامین کننده نیتروژن (۳۳ درصد ازتوباکتر+ ۳۳ درصد آزوسپیریلیوم+ ۳۳ درصد اوره) و آزوسپیریلوم به‌دست آمد، به‌طوری که ارتفاع گیاه در این دو تیمار نسبت به شاهدی تفاوت چشم‌گیری نشان داد (جدول ۴). اصولا علت افزایش ارتفاع در کاربرد اوره را می‌توان به تشدید کنندگی نیتروژن در رشد رویشی و تقسیمات سلولی در اندام گیاه به‌خصوص ساقه نسبت داد و اشاره کرد که در نتیجه وزن برگ و ساقه افزایش می‌یابد. هم‌چنین انتظار می‌رود مواد فتوسنتزی بیشتری توسط گیاه تولید شود که این مواد شرایط مناسبی را برای طویل شدن ساقه فراهم می‌کند (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۰). Kader و همکاران (۲۰۰۲) مایه‌زنی با آزتوباکتر را در سطوح مختلف کود نیتروژنی بر ارتفاع نهایی بوته‌ی گندم مثبت و معنی‌دار ارزیابی نمودند. Abdelaziz و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند با کاربرد توام کمپوست، ازتوباکتر کروکوکوم (تثبیت کنندهی نیتروژن) و باسیلوس مگاتریوم (باکتری حل کننده فسفات)، ارتفاع گیاه رزماری در مقایسه با گیاهانی که فقط با کودهای معدنی تیمار شده بودند، به‌طور معنی‌داری افزایش NPK نشان داد. ترکیب سه منبع تامین کننده نیتروژن بیشترین اثر را روی ارتفاع بوته داشت که در تطابق با نتیجه Hussain و همکاران (۲۰۰۶) است. در مطالعه‌های مختلف نیز اثرهای میکروارگانیسم‌های محرک رشد بر افزایش ارتفاع بوته‌ها از طریق تولید مواد تحریک کننده رشد اثبات شده است (Shaalan, 2005; Soleimani Fard *et al*., 2013) که با نتایج این مطالعه مطابقت دارد.

عملکرد بیولوژیک

عملکرد بیولوژیک در واکنش به تیمار کودی منابع تامین کننده نیتروژن و فسفر در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد، اما برهم‌کنش تیمارهای کودی بر عملکرد بیولوژیک تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد بیولوژیک گندم مربوط به تیمار سه منبع تامین کننده نیتروژن (۳۳ درصد ازتوباکتر+ ۳۳ درصد

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-08-21]

آزوسپیریلیوم+ ۳۳ درصد اوره) با میانگین ۱۴/۴۵ تن در هکتار بود (جدول ۴). نتایج نشان داد که منابع تامین کننده نیتروژن و فسفر تفاوت معنی‌داری با شاهد داشتند و به‌طور قابل توجهی موجب افزایش عملکرد بیولوژیک گندم شدند. شفاعتی و همکاران (۱۳۹۱) بیان داشتند که مصرف کودهای شیمیایی نیتروژن و فسفره سبب افزایش در پنجه‌های بارور شده و این افزایش سبب دستیابی به عملکرد دانه بیشتر شده و در نهایت افزایش در عملکرد بیولوژیک را به‌دنبال خواهد داشت. Amal و همکاران (۲۰۱۱) اظهار داشتند تلفیق بذر گندم با کودهای بیولوژیکی فسفره باعث بهبود رشد گیاه و اجزای عملکرد دانه شده و از این طریق سبب افزایش در عملکرد بیولوژیک خواهد شد. ملکی نارگ موسی و همکاران (۱۳۹۲) اظهار نمودند که نیتروژن و فسفر به‌دلیل وظایفی که در فرآیندهای حیاتی گیاه دارند نقش اساسی در دستیابی به عملکرد مناسب دارند، با این وجود مصرف کودهای نیتروژنی و فسفر همراه با کود زیستی سبب افزایش در عملکرد بیولوژیک در راستای افزایش عملکرد دانه خواهد شد. Yazdani و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند که بالاترین عملکرد بیولوژیک با مصرف همزمان باکتری‌های محرک رشد و حل کننده فسفات به‌عنوان مکمل کودهای شیمیایی فسفاته به‌دست آمد و دلیل دیگر را می‌توان به نقش بسیار مهم فسفر در تامین انرژی در ساختار ATP دانست، زیرا برای تثبیت انرژی فراوانی مورد نیاز گیاه است (Ozturk *et al*., 2003).

شاخص سطح برگ

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که کودهای نیتروژنه در سطح احتمال یک درصد و کودهای فسفره در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود، در حالی که برهم‌کنش دو فاکتور بر آن معنی‌دار نشد (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین میزان سطح برگ در تیمار کودی ازتوباکتر با میانگین ۷/۷۵ و سه منبع تامین کننده نیتروژن (۳۳ درصد ازتوباکتر+ ۳۳ درصد آزوسپیریلیوم+ ۳۳ درصد اوره) با میانگین ۷/۶۶ و کمترین میزان آن در شاهد به‌دست آمد (جدول ۴). نیتروژن از اصلی‌ترین عناصر تشکیل دهنده ساختمان بافت گیاه و یکی از اجزای مهم تشکیل دهنده بسیاری از مولکول‌های مهم از جمله پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک، برخی هورمون‌ها، کلروفیل و انواع دیگری از مواد سازنده اولیه و ثانویه گیاهان است، بنابراین کاربرد مقادیر کافی نیتروژن باعث بهبود رشد رویشی گیاه شده و شاخص سطح برگ را افزایش می‌دهد (امام و نیک‌نژاد، ۱۳۹۰). در پژوهشی مشخص شد که سطح برگ در بوته‌های کلزای تلقیح شده با سویه‌های ازتوباکتر به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، به‌طوری که می‌تواند به‌واسطه تأثیر ازتوباکتر بر افزایش میزان نیتروژن قابل استفاده برای گیاه و هورمون‌های گیاهی باشد که منجربه افزایش سطح برگ و عملکرد گیاه می‌شود (Zaied *et al*., 2003). Biari و همکاران (۲۰۱۱) در گیاه ذرت و Zaied و همکاران (۲۰۰۳) در گیاه چغندرقند اعلام کردند که کاربرد مایه تلقیح ازتوباکتر وآزوسپیریلوم بر سطح برگ تأثیر معنی‌داری داشته است. بررسی‌های Cakmakci و همکاران (۲۰۰۷)

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-08-21]

نشان دادند که سطح برگ گندم در تلقیح با باکتری‌های افزاینده رشد ۲۸/۸ تا ۴۵/۲ درصد با توجه به نوع باکتری افـزایش می‌یابد و به تبع آن شاخص سطح برگ افزایش می‌یابد.

طول سنبله

بر اساس نتایج حاصل طول سنبله به‌طور معنی‌داری در واکنش به منابع تـامین کننـده نیتـروژن و فسـفر قـرار گرفـت (جدول ۳). مقایسه میانگین اثرهای اصلی بین تیمارهای مختلف کودی نشان می‌دهد که در نتیجه مصرف سه منبع تـامین کننده نیتروژن (۳۳ درصد ازتوباکتر+ ۳۳ درصد آزوسپیریلیوم+ ۳۳ درصد اوره)، طول سنبله (با میانگین ۱۳/۹۲ سـانتی‌متر) نسبت به دیگر حالت‌ها افزایش بیشتری نشان داد (جدول ۴). افزایش طول سنبله بر کاربرد ازتوباکتر و آزوسـپریلیوم همـراه با کود نیتروژنه توسط Sharaan و El-Samie (۱۹۹۹) نیز گزارش شده است. Kader و همکاران (۲۰۰۲) اظهار کردند که تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشدی با افزایش طول سنبله منجربه افزایش تعداد دانه در سنبله می‌گردنـد و علـت را بـه نقش مثبت باکتری در افزایش جذب آب و مواد غذایی به واسطه توسعه بیشتر ریشـه‌ها و همچنـین انجـام فرآینـد تثبیـت بیولوژیک نیتروژن نسبت دادند. اردکانی (۱۳۸۱) اعلام کرد آزوسپیریلوم باعث افـزایش طـول سـنبله در گیـاه گنـدم شـده است.

تعداد سنبله

اثر منابع تامین کننده نیتروژن بر تعداد سنبله در هکتار معنی‌دار بـود کـه نشـان دهنـده نقـش ایـن عوامـل در بهبـود پنجه‌زنی و در نتیجه افزایش تعداد پنجه ها و سنبله‌های حاصل از آن می‌باشد (جدول ۳). مقایسه میانگین ایـن صـفت نیـز گویای آن بود که بیشترین تعداد سنبله در هکتار مربوط به تیمار ازتوباکتر و کمترین آن در شاهد حاصل شد. تیمار بـا اوره نسبت به ازتوباکتر باعث کاهش تعداد سنبله در هکتار شد (جدول ۴). ایـن نتـایج در تطـابق بـا تحقیـق نجـاری صـادقی و همکاران (۱۳۸۷) می‌باشد که نشان دادند بالا بودن کود نیتروژنه در خاک روی تعداد پنجه اثر منفی دارد و اظهـار داشـتند که با افزایش کود اوره میزان اثر کود کاهش می‌یابد. به‌نظر می‌رسد کاربرد بـیش از حـد کودهـای شـیمیایی موجـب رشـد بیشتر شاخ و برگ و کمبود نفوذ نور به منطقه یقه و کاهش پنجه‌زنی شده باشد. از دیگر نکاتی که در این تحقیـق مشـاهده شد این بود که گیاهان تیمارشده با ازتوباکتر و آزسـپیریلیوم از تعـداد سـنبله‌های بیشـتری در مقایسـه بـا گیاهـان شـاهد برخودار بودند. این نتیجه در تطابق با یافته خاصه سیرجانی و همکاران (۲۰۱۱) و میرزاشاهی و همکاران (۱۳۹۲) است کـه نشان دادند مصرف ازتوباکتر سبب افزایش معنی‌دار تعداد سـنبله در هکتـار در گنـدم گردیـد. ایـن اثرهـای مثبـت کـاربرد کودهای زیستی را می‌توان به افزایش جذب آب و مواد غذایی به‌واسطه توسعه بیشـتر ریشـه‌ها و هـم‌چنـین بهبـود فرآینـد

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-08-21]

تثبیت زیستی نیتروژن نسبت داد که سبب افزایش میزان فتوسنتز و در نهایت افزایش تعداد سنبله در هکتار و میزان گلدهی می‌شود.

تعداد دانه در سنبله

کودهای زیستی و نیتروژنی و فسفره بر تعداد دانه در سنبله معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین تعداد دانه در سنبله از ترکیب سه منبع تامین کننده نیتروژن با میانگین ۳۷/۲۳ حاصل شد (جدول ۴). افزایشی تعداد دانه در سنبله‌ها در شرایط توام از کود زیستی و کود نیتروژنه در مقایسه با شاهد را می‌توان به اثر باکتری‌های آزوسپیریلوم بر افزایش تثبیت نیتروژنی و در دسترس قرار دادن مواد غذایی برای گیاه نسبت داد که سبب افزایش تعداد دانه در سنبله شده است (Biari *et al*., 2008; Amiri *et al*., 2010). بیشترین‌های باکتری‌های محرک رشد در مرحله گلدهی بروز پیدا می‌کند که می‌تواند شرایط مناسبی را از نظر تولید هورمون‌های تنظیم‌کننده رشد برای گیاه فراهم کرده و در نهایت منجربه افزایش تعداد گل‌های بارور و تعداد دانه نیز می‌گردد (Asghar *et al*., 2004). Alizadeh و همکاران (۲۰۰۷) نیز نشان دادند که تلقیح بذور با باکتری آزوسپیریلوم همراه با استفاده از کودهای نیتروژنه‌های قابل توجهی بر تعداد دانه در سنبله‌ها داشت. El-Kholy و همکاران (۲۰۰۰) در مطالعه خود ترکیب توأم باکتری آزوسپیریلوم و کودهای شیمیایی را بر تعداد دانه در گیاه ذرت معنی‌دار گزارش کردند که با نتایج این مطالعه مطابقت دارد. تعداد دانه در سنبله ظرفیت مخزن گیاه را تعیین می‌کند و هرچه تعداد دانه بیشتر باشد گیاه دارای مخزن بزرگتری برای دریافت مواد فتوسنتزی بوده و افزایش این صفت منجربه افزایش عملکرد دانه شد (Khorramdel *et al*., 2011).

وزن هزار دانه

تجزیه واریانس داده‌های آزمایش برای وزن هزار دانه حاکی از آن است که اثر ساده تیمارهای کودی نیتروژن و فسفر معنی‌دار نشد (جدول ۳). مقایسه میانگین‌های منابع تامین کننده نیتروژن و فسفر نشان داد که بیشترین وزن هزار دانه با میانگین‌های ۳۰/۱۶، ۲۹/۰۴ و ۲۸/۶۴ گرم به ترتیب به تیمارهای شاهد، سوپرفسفات تریپل و دو منبع تامین کننده فسفر (۵۰ درصد سوپرفسفات تریپل + ۵۰ درصد فسفات بارور ۲) اختصاص یافت که نسبت به شاهد (۲۵/۱۶) تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۴). وزن هزار دانه یکی از مهمترین اجزای عملکرد می‌باشد که نشان‌دهنده اختصاص بیشتر مواد فتوسنتزی به دانه‌ها می‌باشد. علاوه بر این وزن هزار دانه یک صفت ژنتیکی بوده که در واریته‌های مختلف فرق دارد و مقدار آن متأثر از شرایط دوران رسیدگی نیز می‌باشد. شرایط محیطی ممکن است موجب تغییراتی ۲۰ تا ۳۰ درصد در وزن هزار دانه شوند (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۸۲).

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-08-21]

عملکرد دانه

سطوح مختلف کودی نیتروژن و فسفر روی عملکرد دانه در هکتار در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین عملکرد دانه در هکتار در تیمار سه منبع تامین کننده نیتروژن به‌دست آمد و نسبت به شاهد تفاوت قابل توجهی داشت (جدول ۴). باکتری‌های ریزوسفری محرک رشد گیاه می‌توانند با استفاده از مکانیسم‌های مختلفی همچون تثبیت نیتروژن، تولید هورمون‌هایی نظیر اکسین، جیبرلین و ویتامین‌های B، ترشح سیدروفور و اسیدهای آلی در ریزوسفر، عملکرد را در گیاهانی نظیر جو و گندم افزایش دهند (بیاری و همکاران، ۱۳۹۰). Rai و Gaur (۱۹۸۸) اظهار داشتند که تلقیح بذر با آزوسپریلیوم، ازتوباکتر و تلفیق این دو باکتری موجب افزایش عملکرد گندم گردید. به‌نظر می‌رسد افزایش عملکرد دانه در گیاه را می‌توان به نقش مثبت باکتری‌های محرک رشد در گسترش وزن و حجم ریشه نسبت داد که با جذب آب و عناصر غذایی و انتقال آن‌ها به سلول‌های گیاه کمک می‌کند (De Freitas, 2000). میرزاشاهی و نورقلی پور (۱۳۹۹) نشان داد که برهم‌کنش مقدار نیتروژن و تقسیط بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود.

شاخص برداشت

مصرف منابع مختلف فسفر و نیتروژن (کودهای بیولوژیک ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم) تفاوتی معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد با شاخص برداشت از خود نشان دادند (جدول ۳). مقایسه میانگین منابع تامین کننده نیتروژن نشان داد که تیمار آزوسپیریلیوم بر میزان شاخص برداشت افزوده می‌شود، به‌طوری‌که بیشترین میزان آن با میانگین ۴۷/۵۱ درصد حاصل شد، هر چند از نظر آماری تیمارها در یک گروه آماری قرار گرفت و البته نسبت به شاهد باعث افزایش گردید. بین سایر سطوح تیمارها با یکدیگر اختلاف آماری مشاهده نشد (جدول ۴). صفت شاخص برداشت نشان‌دهنده چگونگی توزیع مواد پرورده بین اندام‌های رویشی و دانه گیاه می‌باشد، بنابراین هر عاملی که مقادیر این توزیع را تغییر دهد، باعث تغییر در شاخص برداشت می‌شود (Majidian *et al.*, 2008). Cecilia و همکاران (۲۰۱۴) افزایش شاخص برداشت دانه گندم را به‌دلیل نقش کود زیستی آزسپریلیوم بر عناصر منیزیم کلسیم و پتاسیم در گزارش های خود اظهار داشتند. باکتری‌های افزاینده رشد با بر تسهیم وزن خشک بوته و تخصیص ماده خشک بیشتر به دانه سبب افزایش شاخص برداشت می‌شود (مردای و همکاران، ۱۳۹۰). پاینده و دروگر (۱۳۹۸) نشان دادند که شاخص برداشت تحت اثر فواصل آبیاری و کود بیولوژیک در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود.

پروتئین گلدهی، رسیدگی و دانه

میزان پروتئین مرحله گلدهی، رسیدگی و دانه در واکنش به تیمارهای کودی قرار گرفت. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که منابع نیتروژن بر پروتئین مرحله گلدهی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۳).

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-08-21]

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین میزان پروتیئن در مرحله گلدهی با میانگین ۶/۱۲ گرم در مترمربع در تیمار کود بیولوژیک آزوسپیریلیوم و کمترین آن در تیمار شاهد (عدم تیمار کودی) حاصل شد (جدول۴). کودهای نیتروژن در سطح یک درصد و کودهای فسفر در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری بر صفت پروتئین مرحله رسیدگی به‌دست آمد. بیشترین میزان پروتئین مرحله رسیدگی در تیمار آزوسپیریلیوم (۱۲گرم در ۱۰۰ کیلو بذر) با میانگین ۶/۱۴ گرم در مترمربع و کمترین آن در تیمار شاهد حاصل شد (جدول ۳). میزان پروتئین دانه در واکنش به تیمارهای کودی نیتروژن و فسفر در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار و برهم‌کنش آن‌ها معنی‌دار نگردید. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین پروتئین دانه گندم مربوط به تیمار کود شیمیایی اوره (۹/۸۴ گرم در مترمربع) بود، اما اختلاف معنی‌داری با تیمار ترکیب سه منبع نیتروژن (۹/۷۴ گرم در مترمربع) نداشت (جدول ۴). به‌نظر می‌رسد که دلیل افزایش پروتئین دانه در تیمارهای کود شیمیایی و کود زیستی، بیشتر شدن فتوسنتز و در نتیجه انتقال بیشتر نیتروژن و مواد به دانه می‌باشد. توحیدی‌مقدم و همکاران (۱۳۸۶) در این رابطه گزارش نمودند که افزایش میزان پروتئین در تیمارهایی که کود شیمیایی همراه با باکتری دریافت کرده‌اند می‌تواند به‌دلیل فعالیت باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن با تامین بخشی از نیتروژن موردنیاز در طول فصل رشد و کاهش میزان تلفات آن باشد، که باعث افزایش میزان بازیافت کود نیتروژنه می‌شود. رجایی و همکاران (۱۳۸۶) بیان داشتند که دلیل افزایش در پروتئین دانه در نتیجه استفاده از کود زیستی نیتروژنه، تامین بیشتر نیتروژن از راه تثبیت بیولوژیک به‌دلیل بهبود تامین نیتروژن دانه و افزایش کارایی نیتروژن باشد.

رنگیزه‌های فتوسنتزی

تیمارهای تامین کننده نیتروژن در سطح احتمال یک درصد و فسفر در سطح احتمال پنج درصد بر غلظت کلروفیل a برگ معنی‌دار بود (جدول ۳). در بین تیمارهای تامین کننده نیتروژن تیمارهای ازتوباکتر (۱/۳۷ میلی‌گرم در میلی‌لیتر) و ترکیب سه منبع تامین نیتروژن (۱/۳۶ میلی‌گرم در میلی‌لیتر) بیشترین مقدار و تیمار شاهد با میانگین (۱/۱۳ میلی‌گرم در میلی‌لیتر) کمترین غلظت کلروفیل a داشتند. در بین تیمارهای تامین کننده فسفر نیز تیمار کود زیستی فسفات بارور۲ با میانگین (۱/۳۷ میلی‌گرم در میلی‌لیتر) اثر بیشتری در افزایش غلظت کلروفیل a داشتند (جدول ۴). بر اساس نتایج آزمایش تیمارهای تامین کننده نیتروژن و بلوک در سطح احتمال پنج درصد بر غلظت کلروفیل b برگ معنی‌دار بود (جدول ۳). در بین تیمارهای تامین کننده نیتروژن تیمارهای کود سه منبع تامین نیتروژن ۰/۸۴ میلی‌گرم در میلی‌لیتر بیشترین مقدار و تیمار شاهد با میانگین ۰/۷۰ میلی‌گرم در میلی‌لیتر کمترین مقدار و اثر را در افزایش غلظت کلروفیل b داشتند (جدول ۴). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای تامین کننده نیتروژن و فسفر در سطح احتمال یک درصد بر غلظت کلروفیل کل برگ معنی‌دار بود (جدول ۳). در بین تیمارهای تامین کننده نیتروژن تیمارهای کود ترکیب سه

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-08-21]

منبع تامین نیتروژن و اوره به ترتیب با ۳/۲۲ و ۳/۲۱ میلی‌گرم در میلی‌لیتر بیشترین مقدار و تیمار شاهد با میانگین ۲/۶۱ میلی‌گرم در میلی‌لیتر کمترین اثر را در افزایش غلظت کلروفیل کل داشتند و در بین تیمارهای تامین کننده فسفر نیز تیمار کود زیستی فسفات بارور۲ (۳/۱۶ میلی‌گرم در میلی‌لیتر) اثر بیشتری در افزایش غلظت کلروفیل کل داشتند (جدول ۴). افزایش جذب عناصر غذایی نیتروژن و منیزیم گردیده و در نتیجه موجب افزایش میزان کلروفیل برگ شود. محتوای کلروفیل اثر مثبتی از تلقح با میکروارگانسیم‌ها می‌پذیرد که بخشی از آن ناشی از افزایش دسترسی به عناصر غذایی در نتیجه گسترش ریشه می‌باشد و بخشی ناشی از افزایش تثبیت نیتروژن به‌وسیله باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن است (Kaur Gosal *et al*., 2012). مصرف کودهای نیتروژنه نیز از طریق افزایش غلظت نیتروژن در گیاه موجب افزایش کلروفیل گیاه می‌شوند. برخی پژوهشگران گزارش کردند که کاربرد کودهای بیولوژیک به تنهایی یا در ترکیب با کودهای شیمیایی موجب افزایش محتوای کلروفیل و بهبود ویژگی رشد گیاه شد (Hari and Srinivasan, 2005; Majeed and Ali, 2011).

همبستگی صفات

ضرایب همبستگی ساده پیرسون در جدول ۵ آمده است. بر اساس نتایج عملکرد بیولوژیک دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد با عملکرد دانه (r=۰/۹۰۳)، ارتفاع بوته (r= ۰/۸۸۵)، شاخص سطح برگ (۰/۹۰۰ =r)، تعداد سنبله (r= ۰/۸۸۰)، طول برگ پرچم (r= ۰/۸۸۲) بود. در این راستا Peng و همکاران (۲۰۰۰) و خواجه‌پور (۱۳۹۰) به نتایج مشابهی دست یافتند. صفت عملکرد دانه با صفات ارتفاع بوته (r=۰/۷۹۲)، شاخص سطح برگ (۰/۸۴۴ =r)، تعداد سنبله (r=۰/۹۰۷)، طول برگ پرچم (r= ۰/۸۱۱) و تعداد دانه (r=۰/۳۷۵) در سنبله دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح یک درصد و با صفت کلروفیل کل (r= ۰/۲۳۹) در سطح پنج درصد می‌باشد. این نتایج با بررسی‌های مهدوی (۱۳۸۳) در برنج و رمضانپور (۱۳۸۹) مطابقت داشت. صفت پروتئین گلدهی با صفات پروتئین رسیدگی (r=۰/۶۷۶)، پروتئین دانه (r=۰/۶۹۳)، کلروفیل کل (r=۰/۵۷۴)، تعداد سنبله (r=۰/۳۳۳) و تعداد دانه در سنبله (۰/۴۳۴ =r) همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح یک درصد و با صفت وزن هزار دانه (r= ۰/۲۱۶) همبستگی منفی و معنی‌دار در سطح پنج درصد است. Motamedi Pour و Mohammadi (۲۰۱۴) نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد بیولوژیک و تعداد سنبلچه در تحقیق خود گزارش کردند. Nasri و همکاران (۲۰۱۴) از آزمایش خود نتیجه گرفتند که تعداد سنبلچه در سنبله بیشترین اثر را بر عملکرد دانه دارد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-08-21]

جدول ۳: تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده گندم در واکنش به منابع تامین کننده نیتروژن و فسفر

منابع	درجه آزادی	منابع تغییرات													
		ارتفاع بوته	عملکرد بیولوژیک	شاخص سطح برگ	طول سنبله	تعداد سنبله	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	شاخص برداشت	پروتئین گلدهی	پروتئین رسیدگی	پروتئین دانه	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل
بلوک	۲	۲۲/۰۸۴^{ns}	۰/۳۸۴^{ns}	۳/۴۶۶^{ns}	۰/۹۰۱*	۵۷۴۰۷۰۷۲۲۲۲^{ns}	۳۱/۱۰۴**	۴۶/۸۳۶**	۰/۰۱۸^{ns}	۳/۰۳۱^{ns}	۰/۳۸۸^{ns}	۰/۳۵۵^{ns}	۰/۳۴۳^{ns}	۰/۰۶۳^{ns}	۰/۱۰۴*	۰/۱۲۶*
نیتروژن	۴	۶۴/۲۴۸**	۴/۸۶۱**	۲/۹۳۸**	۰/۰۲۴**	۲/۰۵۵**	۵۴/۵۸۳**	۱۱/۶۹۳^{ns}	۶/۹۷۴**	۵۵/۹۱۵*	۳۱/۹۲۳**	۹/۲۰۱۰**	۲۳/۶۲۳**	۰/۱۹۵**	۰/۰۳۰*	۰/۵۶۵**
فسفر	۲	۱/۱۳۲^{ns}	۰/۱۷۴**	۰/۳۹۶*	۰/۱۲۱**	۲۰۸۳۸۷۷۲۲۲۲^{ns}	۰/۵۵۲^{ns}	۰/۷۲۹^{ns}	۰/۰۸۴**	۱/۹۴۳**	۲/۸۸۸^{ns}	۱/۰۸۴*	۱/۷۶۰**	۰/۱۱۴*	۰/۰۱۶^{ns}	۰/۳۰۰**
نیتروژن × فسفر	۸	۸/۴۸۹^{ns}	۰/۱۸۰^{ns}	۰/۴۰۱^{ns}	۰/۱۴۹^{ns}	۵۴۶۱۷۸۹۷۲۲۲^{ns}	۰/۲۶۸^{ns}	۱۱/۳۰۵^{ns}	۰/۴۵۲^{ns}	۲۸/۶۱۹^{ns}	۳/۶۸۸^{ns}	۰/۶۶۳^{ns}	۰/۵۰۸^{ns}	۰/۰۲۱^{ns}	۰/۰۱۷^{ns}	۰/۰۱۶^{ns}
خطای آزمایشی	۲۸	۹/۰۸۹	۰/۴۹۸	۰/۶۹۱	۰/۲۳۶	۵۳۰۰۹۸۱۰۳۱۷	۳/۵۸۷	۵/۴۸۵	۰/۰۹۰	۴/۷۰۹	۰/۲۳۳	۰/۲۰۳	۰/۲۷۸	۰/۰۲۳	۰/۰۱۴	۰/۰۳۰۹
ضریب تغییرات (درصد)		۲/۸۹	۵/۱۱۳	۱۱/۴۸	۳/۵۷	۴/۵۴	۵/۴۳	۸/۲۶	۵/۳۰۸	۵/۲۹۳	۹/۲۷	۹/۸۳	۶/۶۲	۱۲/۳۴	۱۵/۱۶	۵/۷۵

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

جدول ۴: جدول مقایسه میانگین تیمارهای نیتروژن و فسفر بر روی صفات مختلف گندم

تیمار	سطح	ارتفاع بوته	عملکرد بیولوژیک	شاخص سطح برگ	تعداد سنبله	طول سنبله	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	شاخص برداشت	پروتئین گلدهی	پروتئین رسیدگی	پروتئین دانه	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل
منابع نیتروژن	ازتوباکتر	۱۰۴/۰۶^{ab}	۱۴/۰۸^{a}	۷/۷۵^{a}	۵۱۸۵۰۰۰^{a}	۱۳/۸۱^{a}	۳۵/۹۴^{ab}	۲۸/۰۹^{ab}	۵/۸۵^{b}	۴۶/۰۸^{a}	۵/۳۲^{b}	۴/۶۶^{b}	۸/۸۶^{b}	۱/۳۷^{a}	۰/۷۵^{ab}	۳/۱۴^{a}
	آزوسپیریلیوم	۱۰۶/۴۰^{a}	۱۳/۳۲^{ab}	۶/۹۵^{ab}	۴۶۲۷۷۷۸^{bc}	۱۳/۲۶^{b}	۳۴/۹۰^{b}	۲۹/۳۵^{ab}	۵/۳۹^{c}	۴۷/۵۱^{a}	۴/۸۳^{c}	۴/۰۹^{c}	۷/۴۱^{c}	۱/۲۴^{a}	۰/۷۹^{ab}	۳/۰۶^{a}
	اوره	۱۰۳/۲۲^{b}	۱۴/۴۲^{a}	۷/۴۳^{a}	۴۶۵۴۲۲۲^{c}	۱۳/۸۱^{a}	۳۵/۴۳^{ab}	۲۷/۵۵^{b}	۵/۸۱^{ab}	۴۶/۶۶^{a}	۶/۱۲^{a}	۶/۱۴^{a}	۹/۸۴^{a}	۱/۳۲^{a}	۰/۸۳^{a}	۳/۲۱^{a}
	ترکیب سه منبع	۱۰۶/۹۴^{a}	۱۴/۴۵^{a}	۷/۶۶^{a}	۴۶۹۷۲۷۸^{bc}	۱۳/۹۲^{a}	۳۷/۲۳^{a}	۲۸/۱۶^{ab}	۶/۱۸^{a}	۴۶/۴۲^{a}	۶/۰۷^{a}	۵/۸۷^{a}	۹/۷۴^{a}	۱/۳۶^{a}	۰/۸۴^{a}	۳/۲۳^{a}
	شاهد	۱۰۰/۳۰^{c}	۱۲/۷۷^{b}	۶/۳۷^{b}	۴۵۴۳۱۱۱^{c}	۱۳/۲۱^{b}	۳۰/۷۲^{c}	۳۰/۱۶^{a}	۵/۰۵^{d}	۴۴/۱۲^{b}	۳/۹۲^{d}	۳/۶۴^{d}	۶/۹۰^{c}	۱/۰۰^{b}	۰/۷۰^{b}	۲/۶۱^{b}
	LSD.۰/۰۵	۲/۹۱	۰/۶۸	۰/۸۰	۲۲۲۳۲۵	۰/۴۶	۱/۸۲	۱/۸۵	۰/۲۹	۲/۰۱	۰/۳۲	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۱۴	۰/۱۱	۰/۱۷
منابع فسفر	سوپرفسفات تریپل	۱۰۴/۵۰^{a}	۱۳/۴۵^{a}	۷/۱۰^{a}	۵۰۴۱۰۰۰^{a}	۱۳/۶۹^{a}	۳۴/۹۸^{a}	۲۹/۰۴^{a}	۵/۶۰^{a}	۴۵/۳۱^{a}	۵/۰۱^{b}	۴/۶۲^{b}	۸/۵۵^{ab}	۱/۲۱^{b}	۰/۸۱^{a}	۳/۱۱^{a}
	فسفات بارور۲	۱۰۴/۰۷^{a}	۱۳/۹۳^{ab}	۷/۴۱^{a}	۵۰۳۸۹۳۳^{a}	۱۳/۶۰^{a}	۳۴/۹۳^{a}	۲۸/۳۱^{a}	۵/۷۰^{a}	۴۶/۰۱^{a}	۵/۴۹^{a}	۴/۶۲^{b}	۸/۲۴^{b}	۱/۳۵^{a}	۰/۷۹^{a}	۳/۱۶^{a}
	ترکیب دو منبع	۱۰۳/۹۸^{a}	۱۳/۷۵^{a}	۷/۱۸^{a}	۵۱۰۴۵۰۰^{a}	۱۳/۵۱^{a}	۳۴/۶۲^{a}	۲۸/۶۴^{a}	۵/۶۷^{a}	۴۷/۱۴^{a}	۵/۲۷^{ab}	۵/۱۸^{a}	۸/۸۶^{a}	۱/۲۱^{b}	۰/۷۶^{a}	۲/۸۹^{b}
	LSD.۰/۰۵	۲/۲۵	۰/۳۴	۰/۶۲	۱۷۲۲۱۲	۰/۳۶	۱/۴۱	۱/۴۳	۰/۲۲	۱/۵۶	۰/۲۵	۰/۲۶	۰/۲۵	۰/۱۱	۰/۰۸	۰/۱۳

وجود حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار توسط آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-08-21]

جدول ۵: ضرایب همبستگی پیرسون برای صفات مورد مطالعه گندم (رقم مروارید)

صفات	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	پروتئین گلدهی	پروتئین رسیدگی	پروتئین دانه	ارتفاع بوته	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	شاخص سطح برگ	تعداد سنبله	طول سنبله	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه
عملکرد بیولوژیک	۱													
عملکرد دانه	۰/۹۰۳**	۱												
پروتئین گلدهی	۰/۱۱۸	۰/۳۳۱**	۱											
پروتئین رسیدگی	-۰/۱۹۹	۰/۱۴۵	۰/۶۷۶**	۱										
پروتئین دانه	-۰/۱۹۹	۰/۰۴۹	۰/۶۹۳**	۰/۸۲۱**	۱									
ارتفاع بوته	۰/۸۸۵**	۰/۷۹۲**	۰/۰۱۶	-۰/۱۸۷	-۰/۳۰۹**	۱								
کلروفیل a	-۰/۱۳۸	-۰/۱۵۱	-۰/۱۳۶	۰/۰۳۰	۰/۰۰۵	-۰/۰۶۱	۱							
کلروفیل b	۰/۰۰۲	۰/۰۷۲	۰/۱۹۰	۰/۲۰۸*	۰/۱۷۱	۰/۰۲۷	-۰/۱۶۶	۱						
کلروفیل کل	۰/۰۹۲	۰/۲۳۹*	۰/۵۷۴**	۰/۴۷۷**	۰/۴۷۳**	۰/۰۸۷	-۰/۱۹۹	۰/۴۷۷**	۱					
شاخص سطح برگ	۰/۹۰۰**	۰/۸۴۴**	۰/۱۱۲	-۰/۱۰۳	-۰/۱۸۹	۰/۸۴۷**	-۰/۱۰۳	-۰/۰۶۱	۰/۰۳۹	۱				
تعداد سنبله	۰/۸۸۰**	۰/۹۰۷**	۰/۳۳۳**	۰/۱۵۸	۰/۰۸۲	۰/۷۶۵**	-۰/۱۲۴	۰/۰۶۶	۰/۲۱۶*	۰/۸۲۷**	۱			
طول سنبله	۰/۰۲۵	۰/۱۴۸	۰/۱۹۸	۰/۲۶۵*	۰/۲۸۰**	-۰/۰۲۵	۰/۰۸۸	۰/۰۸۴	۰/۱۰۱	۰/۱۲۰	۰/۰۸۸	۱		
دانه در سنبله	۰/۲۵۹*	۰/۳۷۵**	۰/۴۳۴**	۰/۳۰۷**	۰/۲۹۲**	۰/۳۱۶**	-۰/۰۵۵	-۰/۱۴۲	۰/۳۹۲**	۰/۳۲۰	۰/۳۴۴**	۰/۱۲۹	۱	
وزن هزار دانه	-۰/۱۸۱	-۰/۱۹۵	-۰/۲۲۱*	-۰/۲۱۶*	-۰/۱۳۵	-۰/۲۴۲*	-۰/۱۱۱	۰/۰۵۹	-۰/۱۷۷	-۰/۱۶۶	-۰/۲۰۹*	-۰/۱۷۵	-۰/۶۲۵**	۱

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

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-08-21]

نتیجه‌گیری

در سیستم کشاورزی پایدار به‌کارگیری کودهای زیستی باکتریایی در زراعت گندم به‌عنوان رهیافت بوم شناختی است که می‌تواند به راهبردی برای دوران گذار از نظام کشاورزی متداول به نظام کشاورزی پایدار باشد. در نتایج تحقیق حاضر مشخص شد که اثر توام کودهای شیمیایی و زیستی به‌کار گرفته شده در این آزمایش بر بهبود ویژگی‌های گندم قابل ملاحظه است. در این پژوهش تیمار ترکیب مساوی سه منبع تامین کننده نیتروژن (۳۳ درصد ازتوباکتر+ ۳۳ درصد آزوسپیریلوم + ۳۳ درصد اوره) که دارای عملکرد و اجزای عملکرد بالا بوده و توصیه می‌شود که با کاهش میزان مصرف کود شیمیایی نیتروژن و استفاده از کودهای زیستی می‌توان به‌عملکرد مناسبی دست یافت. نتایج این پژوهش نشان داد استفاده تلفیقی از کودهای زیستی و کودهای شیمیایی نیتروژن و فسفردار نه تنها از جنبه اقتصادی قابل توجیه بوده بلکه به دلیل کاهش مصرف کودهای شیمیایی نیتروژن و فسفردار می‌تواند از دید مسائل زیست‌محیطی نیز مهم و قابل توصیه باشد.

منابع

اردکانی، م. ۱۳۸۱. اثر کودهای بیولوژیک بر کارایی گندم در کشاورزی پایدار. رساله دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات.

امام، ی.، و نیک‌نژاد، م. ۱۳۹۰. مقدمه‌ای بر فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات دانشگاه تهران. ۵۷۱ صفحه.

ایران‌نژاد، ح. و ن، شهبازیان. ۱۳۸۳. زراعت غلات. انتشارات کارنو. ۳۵۴ صفحه.

بیاری، ا.، غلامی، ا. و ه. اسدی رحمانی، ه. ۱۳۹۰. مطالعه اثر سویه‌های مختلف باکتری‌های محرک رشد ازتوباکتر و آزوسپریلیوم بر ویژگی رشد و عملکرد ذرت. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۵ (۱): ۱۰-۱.

پروانه، ی. ۱۳۸۴. کنترل کیفی مواد غذایی. انتشارات دانشگاه تهران. ۳۳۲ صفحه.

پاینده، خ. و دروگر، ن. ۱۳۹۸. بررسی عملکرد کمی و کیفی ذرت (*Zea mayz* L.) تحت فواصل مختلف آبیاری و اثر تلفیق قارچ میکوریزا و باکتری‌های حل کننده فسفات. نشریه علمی فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، ۱۱(۴۴): ۱۴۲-۱۲۹.

توحیدی‌مقدم، ح. ر.، نصری، م.، زاهدی، ح. و قوشچی، ف. ۱۳۸۶ . بهینه‌سازی مصرف کودهای شیمیایی فسفات به منظور نیل به اهداف کشاورزی پایدار با نهاده کافی در زراعت ذرت. دومین همایش ملی کشاورزی بوم‌شناختی ایران. گرگان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

خاصه سیرجانی، ع.، فرح بخش، ح.، راوری، س.، پسندی پور، ن. و کرمی، ع. ۱۳۹۰. بررسی مصرف کود بیولوژیک، سولفات روی و کود نیتروژن بر عملکرد کمی و کیفی گندم. مجله پژوهش‌های خاک. ۵ (۲): ۱۳۵-۱۲۵.

خواجه‌پور، م.ر. ۱۳۸۳ . اصول و مبانی زراعت. مرکز انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان. ۳۸۶ ص.

رجایی، س.، علیخانی، ح. و رئیسی، ف. ۱۳۸۶. پتانسیل‌های محرک رشد سویه های بومی ازتوباکتر کروکوکوم روی رشد، عملکرد و جذب عناصر غذایی در گندم. مجله علوم و فنون کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان. ۴۱: ۱۲-۲۵.

رشیدی، ز.، زارع، م.ح.، رجالی، ف. و اشرف مهرابی، ع. ۱۳۹۰. اثر خاک ورزی و تلفیق کودهای زیستی و شیمیایی بر عملکرد کمی و کیفی گندم نان و فعالیت زیستی خاک تحت شرایط دیم. مجله تولید گیاهان زراعی. ۱۴: ۱۸۹-۲۰۲.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-08-21]

رمضانپور، م. ۱۳۸۹. چالش ها و ارایه راهکارها به منظور همگانی کردن و مصرف صحیح کودهای بیولوژیک در کشاورزی ایران. اولین کنگره چالش‌های کود در ایران، نیم قرن مصرف.

شفاعتی، ف.، اسماعیلی، م.، پیردشتی، ه. و عباسیان. ا. ۱۳۹۱. کاربرد کودهای زیستی در سطوح مختلف کودهای شیمیایی نیتروژنه و فسفره بر صفات مرتبط با عملکرد دانه جو. مجله تحقیقات آب و خاک ایران. ۴۳ (۲): ۲۹۳-۱۸۵.

کوچکی، ع. و سرمدنیا، ا. ۱۳۸۲. فیزیولوژی گیاهی. انتشارات دانشگاه مشهد. ۳۸۹ صفحه.

مرادی، م.، سیادت، س.ع.، خاوازی، ک.، ناصری، ر.، ملکی، ع. و میرزایی، ا. ۱۳۹۰ .اثر کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی فسفر بر صفات کمی و کیفی گندم بهاره. مجله اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. ۵( )۱۸: ۶۶-۵۱.

ملکی نارگموسی، م.، بلوچی، ح.ر.، فرجی، ه. و یدوی، ع. ۱۳۹۲. کودهای زیستی و شیمیایی نیتروژنه و فسفره بر عملکرد دانه و صفات کیفی ذرت شیرین. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۳(۳): ۱۰۳-۸۹.

میرزاشاهی، ک.، اسدی رحمانی، ه.، خاوازی، ک. و افشاری، م. ۱۳۹۲. تاثیر دو نوع کودهای زیستی بر عملکرد گندم آبی در شمال خوزستان. مجله پژوهش های خاک (آب و خاک). ۲۷ (۲): ۱۶۸-۱۵۹.

میرزاشاهی، ک. و نورقلیپور، ف. ۱۳۹۹. بررسی میزان و نحوه مصرف نیتروژن بر کارایی مصرف نیتروژن و عملکرد دانه گلرنگ (Carthamus tinctorius L.). نشریه علمی فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، ۱۲ (۴۷): ۶۳-۴۵.

نجاری صادقی، م.، میرشکاری، ب.، باصرکوچه باغ، س و الهیاری، ش. ۱۳۸۷ .تاثیر کودهای زیستی و شیمیایی نیتروژنه برکارآیی مصرف نیتروژن و شاخص برداشت دو رقم گندم پاییزه. یافته های نوین کشاورزی. ۳ (۲): ۲۰۳-۱۹۰.

نور محمدی، ق.، سیادت، س.ع. و ع. کاشانی، ع. ۱۳۸۰. زراعت. انتشارات دانشگاه شهید چمران. ۱۳۲ صفحه.

Abdelaziz, M., Pokluda, R. and Abdelwahab, M. 2007. Influence of compost, microorganism and NPK fertilizer upon growth, chemical composition and essential oil production of *Rosmarinus officinalis* L. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 35: 86-90.

Ahmadi Vavsari, F. 2009. Effect of phosphate solubilizing microorganisms and *Thiobacillus* on yield and yield components of sesame (*Sesamum indicum* L.). MSc Thesis in Agronomy. Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University.

Alizadeh, A. and A. Ahmad M. Abdelwahab. 2007. Effects of mycorrhiza in different conditions of soil humidity on nutrient absorption in corn. Research in Agricultural Sciences 3 (1): 101-108.

Amal, G., Ahmed, M.A. Ahmed Magda, H. and Tawfik, M. 2011. Integrated effect of organic and biofertilizers on wheat productivity in new reclaimed sandy soil. Research Journal of Agriculture Biology Science. 7(1):105-114.

Amanullah, A., Saifullah Khan, M. A. and Jahangir Khan, A. 2012. Biofertilizer a possible substitute of fertilizers in production of wheat variety zardana in Balochiistan. Pakistan Journal of Agriculture Research. 25(1): 25-39.

Amiri, A., Towhidi, A., Javaheri, M. and Mohamadinejad, GH. 2010. Effect of planting date, variety and *Azetobacter* on wheat in the Bardsir region. Journal of Crops Improvement. 12 (1): 11-19.

Asadi Rahmani, H. and Fallah, A. 2001. Production and Extension of Plant Growth Promoting Rhizobacteria. Soil and Water Research Institute Press. Jihad-e-Agriculture Ministry, Tehran, Iran.

Asghar, H. N., Zahir, Z.A. and Arshad, M. 2004. Screening rhizobacteria for improving the growth, yield and oil content of canola (*Brassica napus* L.). Australian Journal of Agricultural Research. 45(2): 135-143.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-08-21]

Aynehband, A., Tehrani, M. and Nabati, D. 2010. Residue management and N-splitting methods effects on yield, biological and chemical characters of canolaecosystem. Journal of Food Agriculture Environment. 8(2): 317-324.

Biari, A., Gholami, A. and Rahmani, H. A. 2008. Growth promotion and enhanced nutrient uptake of maize (*Zea mays* L.) by application of plant growth promoting rhizobacteria in arid region of Iran. Journal of Biological Sciences. 8: 1015-1020.

Biari, A., Gholami, A. and Rahmani, H. A. 2011. Effect of Different plant growth promotion bacteria (*Azotobacter, Azospirillum*) on growth parameters and Yield of maize. Journal of Water and Soil. 25: 1-10.

Blak, C.A. 2011. Soil fertility evaluation and control. Lewis Publisher, London. 415 pp.

Cakmakci, R., M. Erat, U.G. Erdoman, and M.F. Donmez. 2007. The influence of PGPR on growth parameters, antioxidant and pentos phosphate oxidative cycle enzymes in wheat and spinach plants. Journal of Plant Nutrition and Soil Science. 170: 288-295.

Carletti, S. 2002. Use of plant growth promoting rhizobacteria in plant micropropagation. Available online at www.ag.auburn. Modified 13 Mar. 2002, accessed 8 July 2002, verified 22 May 2007.

Cecilia, M.C., Sueldo, R.J. and Barassi, C.A. 2004. Water relations and yield in *Azosprillum*-inoculated wheat exposed to drought in field. Canadian Jurnal of Botany. 82: 273-281.

Chandrasekar, B. R., Ambrose, G. and Jayabalan, N. 2005. Influence of biofertilizers and nitrogen source level on the growth and yield of *Echinochloa frumentacea* (Roxb) Link. Journal Agriculture Technology. 1(2): 223-234.

De Freitas, J.R. 2000. Yield and N assimilation of winter wheat (*Triticum aestiv um* L.) inoculated with rhizobacteria. Journal Pedobiology. 44:97-104.

Delvasto, P., Valverde, A., Ballester, G., Amunoz, J. A., Gonzalez, F., Blazquez, M., Ligul, J.M. and Balbo, C.G. 2008. Diversity and activity of phosphate bioleaching bacteria from a high-phosphorus iron ore. Hydrometallurgy. 92: 124-129.

El-Kholy, M. A. and Gomaa, A. M. 2000. Biofertilizers and their impact on forage yield and N-content of millet underlow level of mineral fertilizers. Annals of Agricultural Science 38 (2): 813– 822.

Hari, K. and Srinivasan, T.R. 2005. Response of sugarcane varieties to application of nitrogen fixing bacteria under different nitrogen levels. Sugar Tech 7(2): 28–31.

Hussain, I., Khan, M. A. and Khan, E. A. 2006. Bread wheat varieties as influenced by different nitrogen levels. Journal of Zhejiang University Science. 7(1):70-78.

Kader MA, Main, M.H. and Hoque, M.S. 2002. Effects of Azotobacter inoculant on the yield and nitrogen uptake by wheat. Journal of Biological Sciences. 2: 259-261.

Kaur Gosal, S., Kalia, A., Uppal, S.K., Kumar, R., Singh Walia, S., Singh, K. and Singh, H. 2012. Assessing the benefits of *Azotobacter bacterization* in sugarcane: a field appraisal. Sugar Tech. 14(1):61–67.

Khorramdel, S., Kochaki, E., Nasirimahallati, M. and Ghorbani, R. 2011. Fertilizers on yield and yield components of biological medicinal plant *Nigella sativa*. Iranian Journal of Field Crops Research. 8(5): 768-776.

Kumutha, K., Sempaualan, J. and Krishnan, P.S. 2004. Effect of insoluble phosphate and dual inoculation on soybean. Biofertilizer. 4: 354-358.

Lichtenthaler, H.K. and Wellburn, A. 1983. Determination of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. Biochemical Society Transactions. 603:591–592.

Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.L. and Randall, R.J. 1951. Protein measurement with the Folin phenol reagent. Journal of Biological Chemistry. 193(1): 265-275.

Majeed, K. and Ali, S. 2011. Effect of foliar application of NPK on some growth characterers of tow cultivars of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). American Journal of Plant Physiology. 6(4):220-227.

Majidian, M., Ghalavand, A., Karimian, N. and Kamgar Haghighi, A. 2008. Effects of moisture stress, nitrogen fertilizer, manure and integrated nitrogen and manure fertilizer on yield,

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-08-21]

yield components and water use efficiency of SC704 corn. Journal Science Technology Agriculture Natural Resource. 45: 417-433.

Mehnaz, S. and Lazarovits, G. 2006. Inoculation effects of *Pseudomonas putida*, *Gluconacetobacter azotocaptans*, and *Azospirillum lipoferum* on corn plant growth under greenhouse conditions. Microbial Ecology. 51: 326-335.

Mirzaei, M.A. and Maleki, A. 2007. Evaluating the effect of phosphate biofertilizer and different phosphate fertilizer on yield and yield components of wheat. In: Proceedings of 10th Soil Science Conference. Karaj, Iran 157 pp.

Motamedi Pour, KH.R. and Mohammadi, M. 2014. The effect of drought stress in dry farming conditions on grain yield and some morphologic traits in various bread wheat genotypes .International Journal of Biosciences. 5 (10): 146-154.

Munthali, F. C. 1990. Effect of Time of Planting on the Grain Yield and Yield Components of Rainfed Wheat Grown Three Locations in, Malawi. Chitedze Agricultural Research Station. Lilongwe, Malawi.

Nasri, R., Kashani, A., Paknejad, F., Vazan, S. and Barary, M. 2014. Correlation, path analysis and stepwise regression in yield and yield component in wheat (*Triticum aestivum* L.) under the temperate climate of Ilam province, Iran. Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences 4: 188-198.

Ozturk, A., Caglar, O. and Sahin, F. 2003. Yield response of wheat and barley to inoculation of plant growth promoting rhizobacteria at various levels of nitrogen fertilization. Journal of Plant and Soil Science.166: 262-266.

Peng, S., Laza, R.C., Visperas, R.M., Sanico, A.L.,Cassman, K.G. and Khush, G.S. 2000. Grain yield of rice cultivars and lines developed in the Philippines since 1966. Crop Science. 39: 1552-1559.

Rai, S.N. and Gaur, A.C. 1988. Characterization of Azotobacter spp. and effect of Azotobacter and Azospirillum as inoculant on the yield and N-uptake of wheat crop. Plant and Soil. 109: 131-134.

Salmani, E., Taheri, G., Ajamnorouzi, H. and Safarzad, Y. 2010. Effect of different biological nitrokcin fertilizers and urea on yield and yield components. *In:* Proceeding of the 5th National Conference on New Ideas in Agriculture. Khoraskan, Isfahan. Pp 77.

Shaalan, M. N. 2005. Influence of bio fertilizers and chicken manure on growth, yield and seeds quality of (*Nigella sativa* L.) plants. Egyptian Journal of Agricultural Research. 83: 811-828.

Sharaan, A.N. and F.S.A. El-Samie. 1999. Response of wheat varieties to some environmental influences. Effect of seeding rates and N fertilization levels on growth and yield of two wheat varieties. American Journal of Agricultural and Biological Sciences. 44: 589-601.

Sharma, A.K. 2003. Biofertilizers for Sustainable Agriculture. Agrobios, India.

Soleimani Fard, A., Naseri, H. and Piri, A. 2013. Effect of plant growth promoting bacteria on phenology, yield and yield components of corn hybrids (*Zea mays* L.). Journal of Ecophysiology Crops. 25 (7): 90- 71.

Yazdani, M., M.A. Bahmanyar, H. Pirdashti, and M.A. Esmaili. 2009. Effect of phosphate solubilization microorganisms and plant growth promoting rhizobacteria on yield and yield components of corn. International Journal of Biology Life Science. 1: 2-11.

Yazdani, M., Pirdashti, H., Esmaeili, M.A. and Bahmanyar, M.A. 2010. Effect of inoculation phosphate solubilization microorganisms (PSM) and plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on nutrient use efficiency in corn (*Zea mays* L.) cultivation. Electronic Journal of Crop Production 3 (2): 65-80.

Zaied, K.A., Abd El-Hady, A.H., Afify Aida, H. and Nassef, M.A. 2003. Yield and nitrogen assimilation of winter wheat inoculated with new recombinant inoculants rhizobacteria. Pakistan Journal of Biological Science. 6: 4. 344-358.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-08-21]