

اثر آبیاری تکمیلی و کودهای زیستی بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم دیم (*Triticum aestivum* L)

همایون جعفری وفا^۱، غلامرضا حیدری^{۲*}، شیوا خالصرو^۲

تاریخ دریافت: ۹۷/۴/۱۵ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۲/۲۸

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشگاه کردستان

۲- دانشیار و استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه کردستان

*مسئول مکاتبه: Email: g.heidari@uok.ac.ir

چکیده

به منظور بررسی تأثیر آبیاری تکمیلی و کودهای زیستی بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم دیم آزمایشی به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ایستگاه تحقیقاتی دانشگاه کردستان در سال ۹۳-۱۳۹۲ اجرا شد. فاکتورهای آزمایشی شامل آبیاری در سه سطح بدون آبیاری، آبیاری در مرحله گل‌دهی و آبیاری در مرحله پرشدن دانه، و سطوح کود در پنج سطح نیتروکارا، فسفات بارور^۲، نیتروکارا + فسفات بارور^۲ + فسفات بارور^۲ + ۵۰ درصد کود شیمیایی و ۱۰۰ درصد کود شیمیایی بود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر سطوح آبیاری بر وزن خشک بوته، ارتفاع بوته، تعداد سنبلچه، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در واحد سطح، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و درصد پروتئین دانه معنی‌دار بود. تیمار تلفیقی کود زیستی (نیتروکارا و فسفات بارور^۲) همراه با کاربرد کود-شیمیایی به میزان ۵۰ درصد بیشترین عملکرد (۳۱۹/۹ گرم بر مترمربع) و تیمار نیتروکارا به تنهایی (۲۲۷/۳ گرم بر مترمربع) کمترین عملکرد را در بین تیمارهای کودی به خود اختصاص دادند. نتایج تأثیر مثبت آبیاری تکمیلی در مراحل گلدهی و پرشدن دانه همراه با کاربرد کود زیستی نیتروکارا و فسفات بارور^۲ + ۵۰ درصد کود شیمیایی را روی وزن خشک گیاه، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد دانه گندم نشان داد. کاربرد تلفیقی کودهای زیستی و شیمیایی ضمن تأمین نیازهای غذایی گیاه زراعی گندم دیم و افزایش عملکرد آن، سبب کاهش قابل توجه مصرف کودهای شیمیایی می‌شود. با توجه به نتایج این آزمایش، انجام یک نوبت آبیاری تکمیلی در مرحله گل‌دهی یا پرشدن دانه در افزایش عملکرد گندم دیم مؤثر بوده است.

واژه های کلیدی: آبیاری تکمیلی، پروتئین، عملکرد، فسفات بارور^۲، نیتروکارا

Effects of Supplemental Irrigation and biofertilizers on Yield and Yield Components of Dryland wheat (*Triticum aestivum* L.)

Homayoon Jafari¹, Gholamreza Heidari^{2*}, Shiva Khalesro²

Received: July 6, 2018 Accepted: March 19, 2019

1-Former MSc Student, Dept. of Agronomy, University of Kurdistan, Iran.

2-Assoc. Prof., and Assist. Prof., Dept. of Agronomy, University of Kurdistan, Iran.

*Corresponding Author Email: g.heidari@uok.ac.ir

Abstract

The effects of supplemental irrigation and biofertilizers on yield and yield components of Sardary wheat cultivar, were studied by an field experiment as split plot based on randomized complete block design at Research Station of the University of Kurdistan in 2013-2014 growing season. Factors consisted of three irrigation levels: without irrigation, irrigation at flowering stage and irrigation during grain filling were assigned to the main plots, and five fertilizer levels: Nitrokara biofertilizer, Phosphate Barvar2 biofertilizer, Nitrokara + Phosphate Barvar2 biofertilizers, Nitrokara + Phosphate Barvar2 biofertilizer + 50% chemical fertilizer and 100% chemical fertilizer were allocated to subplots. The results of analysis of variance showed that the effect of irrigation was significant on dry weight, plant height, and spike length, number of spike per unit area, seed number per spike, 1000-grain weight, grain yield, and seed protein content. Integrated application of biological fertilizer (Nitrokara and Phosphate Barvar2) along with chemical fertilizers produced the highest seed yield (319.9 g.m⁻²). The lowest grain yield was obtained from Nitrokara (227.3 g.m⁻²) treatment. Our results showed the positive impact of irrigation at flowering and grain filling stages and inoculation of biological fertilizers (Nitrokara and phosphate Barvar2) with 50% chemical fertilizer on dry weight, number of seeds per plant, 1000-grain weight and grain yield. Integrated application of biological and chemical fertilizers while meeting the nutritional needs of the plant and increasing seed yield, could significantly reduce the use of chemical fertilizers. According to the results of this experiment, a supplementary irrigation during flowering or seed filling stage was effective in increasing the yield of rainfed wheat.

Keywords: Nitrokara, Protein, Supplemental Irrigation, Phosphate Barvar2, Yield

مقدمه

همکاران (۲۰۰۳). آبیاری تکمیلی، از شیوه‌ها و راهبردهای مؤثر مدیریت زراعی است (توکل و همکاران ۲۰۰۰) که روشی مؤثر جهت افزایش و ایجاد ثبات در عملکرد دیم‌زارها، بهره‌گیری مؤثر از اراضی

کمبود آب یکی از مهم‌ترین عوامل زیست محیطی محدودکننده فتوسنتز گیاهان زراعی و بهره‌وری در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشد (چاوز و

و سودوموناس هستند، اشاره کرد. تحقیقات نشان داده که تلقیح بذره‌های گندم با آروسپیریلوم تأثیر مثبتی بر ارتفاع بوته گندم داشته (بریک و گوسوامی ۲۰۰۳) و به افزایش تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله، عملکرد پروتئین دانه (اوزتورک و همکاران ۲۰۰۳) و میزان نیتروژن در بافت‌های ساقه این گیاه (دیفریتاس ۲۰۰۰) می‌انجامد. مهرپوریان و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که تلقیح با ازتوباکتر و آروسپیریلوم به افزایش نیتروژن اندام هوایی، درصد نیتروژن و پروتئین دانه و عملکرد بیولوژیکی نرت منجر می‌شود. در آزمایشی دیگر شریفی و حق نیا (۲۰۰۶) دریافتند که کود زیستی حاوی ازتوباکتر و آروسپیریلوم بر عملکرد، ارتفاع، طول سنبله و سایر شاخص‌های رشد گندم تأثیر معنی‌داری دارد. نوروزی و همکاران (۲۰۱۱) نیز گزارش کردند که مصرف کود زیستی حاوی ازتوباکتر و آروسپیریلوم سبب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه و تعداد دانه در خوشه گندم نسبت به تیمار عدم تلقیح گردید. با توجه به کاهش منابع آبی، مصرف نادرست کودهای شیمیایی و اهمیت گندم به عنوان مهمترین غله و یک محصول راهبردی در تأمین غذای مردم جهان و ایران، تحقیق حاضر با هدف بررسی اثر زمان‌های مختلف آبیاری تکمیلی و کودهای زیستی بر عملکرد و اجزای عملکرد، درصد پروتئین دانه و شناسایی مراحل رشدی حساس به تنش خشکی و بهترین مرحله فنولوژی برای انجام آبیاری تکمیلی در راستای دستیابی به عملکرد مطلوب گندم در شرایط آب و هوایی کردستان انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه کردستان واقع در روستای سراب دهگلان و در ۴۵ کیلومتری شرق شهرستان سنندج با

دیم و افزایش تولید و ایجاد شرایط اقتصادی مناسب تلقی می‌شود و با مصرف مقدار محدودی آب (در مراحل بحرانی رشد گیاه) می‌تواند باعث بهبود قابل‌ملاحظه عملکرد دانه گندم شود (اویس و هاچوم ۲۰۰۴). در بررسی اثر مقادیر مختلف آبیاری و نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم دیم رقم سبلان، اثر آبیاری تکمیلی روی ارتفاع بوته معنی‌دار گزارش شده است (توکلی و مهدوی مقدم ۲۰۱۲). رضوی (۲۰۰۳) طی آزمایشی واکنش گندم دیم به آبیاری در مراحل مختلف رشد را مورد بررسی قرار داد و نتیجه گرفت که انجام آبیاری به افزایش عملکرد و محتوای پروتئین دانه منجر می‌شود. در شرایط سرد استان کردستان، با اعمال یک نوبت آبیاری تکمیلی در زمان کاشت نسبت به عدم انجام آبیاری تکمیلی، افزایش ۱۵۴ درصدی در عملکرد گندم دیم گزارش شده است (توشیح ۲۰۰۲).

در سال‌های اخیر در پی بروز بحران آلودگی‌های محیط‌زیست و به‌ویژه آلودگی‌های آب‌و‌خاک که منابع غذایی انسان‌ها را آلوده کرده و سلامت جوامع انسانی را مورد تهدید قرار می‌دهند، تلاش‌های گسترده‌ای به‌منظور یافتن راهکارهای مناسب برای بهبود کیفیت خاک، محصولات کشاورزی و حذف آلاینده‌ها آغاز شده است (اصغرزاده ۲۰۰۶). مصرف کودهای زیستی موجب کاهش مصرف کودهای شیمیایی شده و به حفظ محیط‌زیست، حاصل‌خیزی زمین‌های کشاورزی و افزایش عملکرد گیاهان زراعی کمک می‌کند. در نظام‌های کشاورزی پایدار، استفاده از انواع کودهای زیستی، به‌خصوص در خاک‌های فقیر از عناصر غذایی، از اهمیت ویژه‌ای در افزایش تولید و حفظ کیفیت خاک برخوردار است (شاهارونا و همکاران ۲۰۰۶). از جمله کودهای زیستی می‌توان به کودهای نیتروکارا (نیتروکسین) و فسفات‌ه بارور ۲ که حاوی باکتری‌های ازتوباکتر، آروسپیریلوم

کودهای زیستی به صورت بذر مال استفاده شدند. بذرهای مصرفی با توجه به مساحت مورد نیاز روی یک پلاستیک تمیز ریخته شدند، سپس مقدار مناسب مایه‌ی تلقیح (۰/۵ لیتر در هکتار برای نیتروکارا و ۱۰۰ گرم در هکتار برای فسفات بارور) به تدریج و با استفاده از آبپاش روی بذرهای پاشیده شدند تا زمانیکه بذرهای کاملاً آغشته شدند و با به هم زدن بذر نسبت به تلقیح بذر اقدام گردید. سپس بذرهای تلقیح شده در سایه پهن شدند و پس از خشک شدن آماده کشت گردیدند. تاریخ کشت بذرهای اواسط آبان ماه بود. آبیاری در مرحله گلدهی و مرحله پرشدن دانه برای تیمارهای مربوطه، به روش نشتی انجام شد. مراحل داشت شامل وجین و تنک کردن بر اساس نیاز گیاه انجام شد. در زمان رسیدگی کامل، از هر کرت آزمایشی دو مترمربع (با در نظر گرفتن حاشیه‌ها) برداشت گردید و پس از جدا کردن دانه‌ها از سنبله و توزین آنها، عملکرد دانه در هکتار محاسبه شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک بوته، ارتفاع بوته و اجزای عملکرد از قبیل تعداد سنبلچه، تعداد دانه در سنبله و وزن هزاردانه تعداد ۱۰ بوته به طور تصادفی از هر کرت آزمایشی (با در نظر گرفتن اثر حاشیه) برداشت شدند. درصد پروتئین دانه نیز با استفاده از دستگاه اتوالیروز (NIR) (Near Infrared Reflectance) مدل DA7200 شرکت پرتن سوئد مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط نرم‌افزار آماری MSTATC و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون LSD انجام شد و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار EXCEL استفاده گردید.

مختصات جغرافیایی ۴۷/۱۸ درجه شرقی و ۳۵/۱۸ درجه شمالی و ارتفاع ۱۸۶۶ متر از سطح دریا به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. آبیاری در سه سطح شامل عدم آبیاری، آبیاری در مرحله گلدهی و آبیاری در مرحله پرشدن دانه به عنوان فاکتور اصلی و - کوددهی در پنج سطح شامل نیتروکارا، فسفات بارور، نیتروکارا + فسفات بارور، نیتروکارا + فسفات بارور + فسفات بارور، نیتروکارا + فسفات بارور + فسفات بارور + کود شیمیایی و ۱۰۰ درصد کود شیمیایی به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شدند. گندم دیم مورد استفاده در این تحقیق رقم سرداری بود. کودهای شیمیایی مصرفی از نوع اوره و سوپر فسفات تریپل بودند که به ترتیب از ۴۶ درصد نیتروژن و ۴۵ درصد فسفر برخوردار هستند. کود زیستی نیتروکارای مورد استفاده در این آزمایش، حاوی باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن شامل *Azorhizobium caulinodans* بود که از باکتری‌های جدا شده از طبیعت است و در تامین نیتروژن مورد نیاز گیاه بسیار موثر محسوب می‌شود و توسط شرکت صنایع زیست‌فناوری کارآ تولید شده است. این باکتری همیار با گیاه می‌باشد و اطراف ریشه در ناحیه ریزوسفری، سطح ریشه و در فضای بین سلولی بافت های ساقه و ریشه گیاهان فعالیت دارد. کود زیستی فسفات بارور، دارای دو باکتری پانتوآ آگلومرانس سویه P₅ که از طریق تولید اسیدهای آلی باعث رهاسازی فسفات از ترکیبات معدنی می‌شود و باکتری سودوموناس پوتیدا سویه P₁₃ که از طریق تولید و ترشح آنزیم فسفاتاز سبب رهاسازی فسفات از ترکیبات آلی می‌شود، می‌باشد و توسط شرکت فناور سبز (بخش پژوهشی ایران) تولید شده است.

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه کردستان طی سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲

عمق خاک (cm)	ماده آلی (%)	EC (dS.m ⁻¹)	pH	نیترژن (%)	فسفر	پتاسیم	روی	آهن	مس
	(%)	(dS.m ⁻¹)		(%)		ppm			
۰-۳۰	۱	۰/۹	۷/۴	۰/۱	۱۵	۳۵۰	۰/۷۸	۱۱/۵۰	۱/۱

نتایج و بحث

با توجه به نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲)، آبیاری اثر معنی‌داری بر ارتفاع بوته، وزن خشک بوته، تعداد سنبلچه، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در واحد سطح، وزن هزاردانه، عملکرد دانه و درصد پروتئین دانه داشت. اثر سطوح کودی نیز بر همه صفات مورد بررسی معنی‌دار بود. اثر متقابل سطوح آبیاری و کود تنها بر عملکرد دانه در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار به دست آمد (جدول ۲).

بیشترین ارتفاع بوته در شرایط آبیاری تکمیلی (I₂) در مرحله گلدهی (با ارتفاع ۷۳/۸۱ سانتی‌متر) و کمترین مقدار آن در شرایط عدم آبیاری (I₁) (با ارتفاع ۶۴/۶۶ سانتی‌متر) بدست آمد (جدول ۳). با انجام آبیاری تکمیلی و افزایش رطوبت قابل دسترس در خاک، طول دوره رشد گیاه افزایش پیدا کرده و این امر می‌تواند به افزایش ارتفاع بوته منجر شود. نتایج بدست آمده در این آزمایش با تحقیقات توکلی و مهدوی مقدم (۲۰۱۲) و پارسایی مهر و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت دارد. مقایسه میانگین اثر سطوح کودی نیز نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته به مصرف تلفیقی کود شیمیایی و کودهای زیستی (با ارتفاع ۷۳/۵۷ سانتی‌متر) و کمترین ارتفاع بوته به کاربرد کود زیستی فسفات‌ه بارور ۲ (با ارتفاع ۶۶/۱ سانتی‌متر) تعلق داشت (جدول ۴). با توجه به تحقیقات صورت گرفته، این گونه می‌توان استنباط کرد که باکتری‌های موجود در کود زیستی با فراهم کردن

شرایط رشد از جمله تثبیت نیترژن و قرار دادن این عنصر در اختیار سیستم ریشه گیاه، باعث متعادل شدن جذب مواد اساسی مورد نیاز گیاه شده و موجب توسعه اندام‌های هوایی از جمله ارتفاع بوته می‌گردد (سلمانی بیاری و همکاران ۲۰۱۰). شالان (۲۰۰۵) طی آزمایشی نشان داد که تلقیح بذر سیاهدانه با کودهای زیستی نظیر آزوسپیریلوم، ازتوباکتر و سودوموناس سبب بهبود خصوصیات رشدی گیاه نظیر ارتفاع گیاه می‌شود، که علت اصلی افزایش ارتفاع این گیاه دارویی به افزایش جذب مواد غذایی توسط گیاه نسبت داده شده است. نتایج مطالعه‌ی داوران حق و همکاران (۲۰۱۰) نشان داد که تلقیح با آزوسپیریلوم اثر معنی‌داری روی ارتفاع بوته-ی ذرت ندارد، ولی با کاربرد این باکتری ارتفاع بوته در مقایسه با تیمار شاهد افزایش پیدا می‌کند.

بر اساس نتایج مندرج در جدول ۳، بیشترین تعداد سنبلچه به آبیاری تکمیلی در مرحله پرشدن دانه و کمترین تعداد آن به شرایط دیم تعلق داشت (جدول ۳). محسن و همکاران (۲۰۰۹) وجود رابطه مثبت و معنی‌دار بین عملکرد دانه و تعداد سنبلچه را در سنبله گندم گزارش کردند. محدودیت آب در زمان گرده‌افشانی ممکن است از طریق کاهش تعداد سنبلچه یا باروری سنبلچه‌ها، به افت عملکرد گندم منجر شود. باقری و حیدری شریف آباد (۲۰۰۷) طی آزمایشی اظهار داشتند که تعداد سنبلچه‌ها و تعداد دانه در شرایط بدون آبیاری کاهش پیدا می‌کند. در مطالعه‌ای

خود گزارش کردند که نیتروژن رابطه مستقیمی با افزایش تعداد دانه در سنبله و وزن سنبله دارد و کاربرد کود زیستی نیتروژنه (به ویژه در مرحله زایشی) یک نقشی اساسی در افزایش تعداد سنبلچه-های بارور دارد به طوری که اگر در این مرحله گیاه به تنشی ناشی از کمبود نیتروژن دچار شود، میزان سنبلچه‌های بارور در سنبله و به تبع آن عملکرد کاهش پیدا می‌کند.

مشاهده شد که گزینش بوته‌های برخوردار از تعداد سنبلچه بیشتر در سنبله، می‌تواند در افزایش عملکرد گندم مؤثر باشد (مورال و همکاران ۲۰۰۳). مقایسه میانگین اثر سطوح کودی بر تعداد سنبلچه گندم نشان داد که با مصرف تلفیقی کود زیستی و کود شیمیایی (B₄) بیشترین (۱۶/۸ عدد) و با کاربرد نیتروکارا (B₁) کمترین تعداد سنبلچه در سنبله (۱۴/۵۵ عدد) حاصل شد (جدول ۴). هرناندز و همکاران (۱۹۹۵) در آزمایش

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه‌ی گندم سرداری متأثر از سطوح مختلف آبیاری تکمیلی و کود

میانگین مربعات									
منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد سنبلچه	وزن خشک بوته	تعداد دانه در سنبله	تعداد سنبله در واحد سطح	وزن هزاردانه	عملکرد دانه	پروتئین دانه
بلوک	۲	۱۹/۱۷ ^{ns}	۴/۳۶ ^{ns}	۰/۱۱۷ ^{ns}	۴/۵۹ ^{ns}	۷۱۴۴/۲۶ ^{ns}	۴/۰۵ ^{ns}	۴/۸۵ ^{ns}	۰/۹۳ ^{ns}
آبیاری	۲	۳۱۴/۸۵*	۲۲/۰۸*	۰/۸۵۶**	۲۱/۰۳*	۳۰۹۸۵/۲۶*	۱۸۹/۷**	۴۴۶۹۱/۳۷*	۵/۳۶*
خطای a	۴	۲۳/۰۵	۱/۸۹	۰/۰۵۶	۲/۸۵	۴۴۱۶/۵۳	۹/۵۴	۵۱۹۴/۷۵	۰/۴۱
کود	۴	۶۸/۷۱**	۱۱/۴۹**	۰/۱۳۲*	۹/۵۹**	۱۱۴۱۲/۵۵**	۱۳/۶۴*	۲۹۶۵/۷۲**	۰/۹۷**
آبیاری * کود	۸	۸/۱۹ ^{ns}	۲/۵۲ ^{ns}	۰/۰۱۷ ^{ns}	۱/۳۳ ^{ns}	۶۲۹/۲۳ ^{ns}	۴/۶۷ ^{ns}	۱۵۴۹/۶۹*	۰/۳۲ ^{ns}
خطای b	۲۴	۸/۸۵	۱/۵	۰/۰۴۲	۲/۰۲	۶۵۵/۱۹	۳/۷۶	۵۱۸/۲۹	۰/۲۱
ضریب تغییرات (%)		۴/۳۰	۷/۷۵	۱۴/۷۷	۱۰/۱۶	۵/۱۵	۴/۰۹	۷/۹۲	۴/۱۲

^{ns}، ^{**}، ^{*}، به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد می باشد.

بیشتری دریافت کرده بودند، نسبت به بوته‌هایی که دچار کمبود آب بودند از ماده خشک بیشتری برخوردار بوده‌اند (سیمسک و همکاران ۲۰۱۱). مقایسه میانگین اثر سطح کودی بر وزن خشک گیاه نیز نشان داد که تیمار تلفیقی کودهای زیستی و شیمیایی و تیمار فسفات‌ها بارور ۲ به ترتیب با ۱/۵۷ و ۱/۲۶ گرم بیشترین و کمترین وزن خشک بوته را به خود اختصاص دادند (جدول ۴). به گزارش بشان و همکاران (۲۰۰۴)، تلقیح گیاه گندم و مرزنجوش با

آبیاری تکمیلی اثر معنی‌داری بر وزن خشک بوته داشت به طوری که بیشترین وزن خشک بوته در شرایط آبیاری تکمیلی در مرحله گل‌دهی و کمترین وزن خشک بوته در شرایط دیم بدست می‌آید (جدول ۳). پانودی و همکاران (۲۰۰۰) طی آزمایشی با اعمال کم آبیاری در طی دوره رشد ذرت به این نتیجه رسیدند که کمبود شدید آب باعث کاهش ماده خشک گیاه می‌شود. در تحقیقی دیگر، بوته‌های ذرتی که میزان آب

دیم به نصف عملکرد در شرایط آبیاری در مرحله گلدهی کاهش پیدا می‌کند. توکلی و مهدوی مقدم (۲۰۱۲) طی آزمایشی نشان دادند که انجام آبیاری تکمیلی در گندم دیم باعث افزایش تعداد دانه در سنبله می‌شود. طهماسبی سروسنانی و همکاران (۲۰۰۸) نیز اظهار داشتند که آبیاری تکمیلی در مراحل مختلف رشد گندم بهاره تأثیر مثبتی بر تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه دارد. در مقایسه سطوح مختلف کودی هم بیشترین تعداد دانه در سنبله به تیمار تلفیقی کودهای بیولوژیک و کود شیمیایی (B₄) و کمترین تعداد آن به تیمار فسفات بارور ۲ (B₂) تعلق داشت (جدول ۴). از آنجا که تلفیق کود شیمیایی با کودهای زیستی به افزایش راندمان و طول دوره قابل دسترس بودن فسفر منجر می‌گردد (بال و تور ۲۰۰۲)، بنابراین در تیمارهای تلفیقی تعداد دانه بیشتری در سنبله تشکیل می‌شود. بررسی‌های خاصه سیرجانی و همکاران (۲۰۱۱) نیز افزایش تعداد دانه در سنبله گندم را در اثر مصرف تلفیقی کودهای زیستی، شیمیایی و آلی نشان داده است.

کودهای زیستی نیتروژنه به واسطه‌ی دسترسی بیشتر به عناصر غذایی، به تولید وزن خشک بیشتر در مقایسه با تیمار عدم تلقیح منجر شد. رام و همکاران (۱۹۹۹) طی آزمایشی گزارش کردند که باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن از جمله آزوسپیریوم، از طریق همیاری با ریشه گیاهان، موجب افزایش سطح جذب رطوبت می‌شوند و گسترش شبکه ریشه از طریق جذب آب و املاح و انتقال آن‌ها به گیاه میزبان موجب افزایش ارتفاع گیاه، سطح برگ و وزن خشک آن می‌شود.

مقایسه میانگین سطوح آبیاری نشانگر اثر افزایشی و معنی‌دار آبیاری تکمیلی بر تعداد دانه در سنبله می‌باشد، به طوری که بیشترین تعداد دانه در سنبله با آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی و پرشدن دانه و کمترین تعداد دانه در سنبله در شرایط دیم به دست آمد (جدول ۳). لیپورت و همکاران (۱۹۹۹) گزارش کردند که کمبود آب عملکرد اقتصادی را از طریق کاهش تعداد و اندازه دانه‌ها به میزان ۵۰ تا ۸۰ درصد کاهش می‌دهد و عملکرد اقتصادی در حالت

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر سطوح آبیاری تکمیلی بر صفات مورد مطالعه گندم سرداری

تیمار	ارتفاع بوته (cm)	تعداد سنبلچه	وزن خشک بوته (g)	تعداد دانه در سنبله	تعداد سنبله در واحد سطح	وزن هزاردانه (g)	عملکرد دانه (g.m ⁻²)	پروتئین دانه (%)
I ₁	۶۴/۶۶ ^b	۱۴/۵۱ ^b	۱/۱۲۳ ^b	۱۲/۶۴ ^b	۴۲۸/۹ ^b	۴۴/۰۵ ^c	۲۲۷/۶ ^b	۱۰/۵۳ ^b
I ₂	۷۳/۸۱ ^a	۱۶/۲۱ ^a	۱/۶۰۸ ^a	۱۴/۴۸ ^a	۵۳۹/۰ ^a	۵۱/۱۶ ^a	۳۳۴/۳ ^a	۱۱/۶۳ ^a
I ₃	۶۸/۹۴ ^b	۱۶/۸۵ ^a	۱/۴۱۵ ^a	۱۴/۸۵ ^a	۵۰۴/۱ ^b	۴۷/۳۶ ^b	۳۰۰/۶ ^{ab}	۱۱/۵۰ ^a

I₁ - بدون آبیاری (دیم)، I₂ - آبیاری در مرحله گلدهی، I₃ - آبیاری در مرحله پرشدن

تعلق داشت (جدول ۳). در زراعت دیم، کاهش عملکرد از تعداد کمتر سنبله در واحد سطح و تعداد کمتر دانه در سنبله ناشی می‌شود (رشید و همکاران ۲۰۰۴). کاهش تعداد دانه در اثر تنش خشکی (بدون آبیاری) به

مقایسه میانگین اثر سطوح آبیاری بر تعداد سنبله در واحد سطح حاکی از آن است که بیشترین تعداد سنبله (۵۳۹) با آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی حاصل شد و کمترین تعداد آن (۴۴۸) به شرایط دیم

معدنی خاک از طریق تثبیت زیستی نیتروژن، افزایش حلالیت فسفر و پتاسیم و افزایش تارهای کشنده و یا تشکیل ریشه‌ی جانبی به‌واسطه‌ی تولید تنظیم‌کننده‌های رشد گیاه نسبت دادند. خاصه سیرجانی و همکاران (۲۰۱۱) دریک بررسی مشاهده کردند که مصرف ازتوباکتر سبب افزایش معنی‌دار تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزاردانه و عملکرد دانه گندم می‌شود. افزایش تعداد سنبله در گندم در اثر استفاده از کودهای زیستی در پژوهش‌های قبلی نیز گزارش شده است و به نظر می‌رسد باکتری‌های موجود در این کودها سبب می‌شوند که نیتروژن و فسفر بیشتری در دسترس گیاه قرار گیرد (ذبیحی و همکاران ۲۰۰۹).

دلیل کاهش تعداد سنبلچه در سنبله و تعداد دانه در سنبلچه صورت می‌گیرد (امام و نیک نژاد ۲۰۱۲). اگر رطوبت خاک کافی باشد، جزئی از عملکرد که بیشترین اثر را در تولید محصول دارد، تعداد سنبله در واحد سطح است. عملکرد در گندم عمدتاً به تعداد پنجه‌های بارور در گیاه، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه بستگی دارد (کوچکی و سرمدنیا ۲۰۰۶). با توجه به نتایج مقایسه‌ی میانگین اثر سطوح کودی بر صفات مورد مطالعه (جدول ۴)، بیشترین تعداد سنبله در واحد سطح به تیمار تلفیقی کودهای زیستی و شیمیایی (B₄) و کمترین تعداد آن به تیمار کود زیستی نیتروکارا (B₁) به ترتیب با ۵۴۵/۰ و ۴۵۷/۷ عدد تعلق داشت. امیدی و همکاران (۲۰۰۹) افزایش جذب عناصر غذایی در اثر کاربرد کودهای زیستی را به افزایش فراهمی عناصر

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف کودی بر صفات مورد مطالعه گندم سرداری

تیمار	ارتفاع بوته (cm)	تعداد سنبلچه	وزن خشک بوته (g)	تعداد دانه در سنبله واحد سطح	وزن هزاردانه (g)	عملکرد دانه (g.m ⁻²)	پروتئین دانه (%)
B ₁	۶۷/۸ ^{bc}	۱۴/۵۱ ^c	۱/۳۷ ^{ab}	۱۳/۹۲ ^{bc}	۴۵۷/۷ ^c	۲۲۷/۳ ^c	۱۰/۹۴ ^b
B ₂	۶۶/۱ ^c	۱۶/۲۱ ^b	۱/۲۶ ^b	۱۲/۶۳ ^c	۴۷۳/۳ ^{bc}	۲۷۹/۶ ^b	۱۱/۲۷ ^b
B ₃	۶۸/۹۱ ^{bc}	۱۶/۵۸ ^b	۱/۴۲ ^{ab}	۱۴/۱۴ ^{ab}	۴۸۹/۳ ^b	۲۸۱/۳ ^b	۱۰/۹۵ ^b
B ₄	۷۳/۵۷ ^a	۱۶/۸۵ ^a	۱/۵۷ ^a	۱۵/۵۱ ^a	۵۴۵ ^a	۳۱۹/۹ ^a	۱۱/۷۵ ^a
B ₅	۶۹/۲۲ ^b	۱۴/۵۶ ^c	۱/۲۹ ^b	۱۳/۷۶ ^{bc}	۵۲۱/۴ ^a	۲۷۹/۵ ^b	۱۱/۳ ^b

B₁- کود نیتروکارا، B₂- کود فسفات بارور، B₃- کود نیتروکارا+ کود فسفات بارور، B₄- کود نیتروکارا + کود فسفات بارور + ۲ + ۵۰

درصد کود شیمیایی و B₅- ۱۰۰ درصد کود شیمیایی

۳). کاهش وزن هزار دانه در تیمار دیم را می‌توان به عدم وجود رطوبت کافی در خاک نسبت داد زیرا در این شرایط گیاه نمی‌تواند عناصر غذایی موجود در خاک را به خوبی جذب نماید و در نتیجه‌ی آن تولید

مطابق جدول ۳، آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی با ۵۱/۱۶ گرم در متر مربع و تیمار دیم (بدون آبیاری تکمیلی) با ۴۴/۰۵ گرم در متر مربع به ترتیب دارای بیشترین و کمترین وزن هزار دانه بودند (جدول

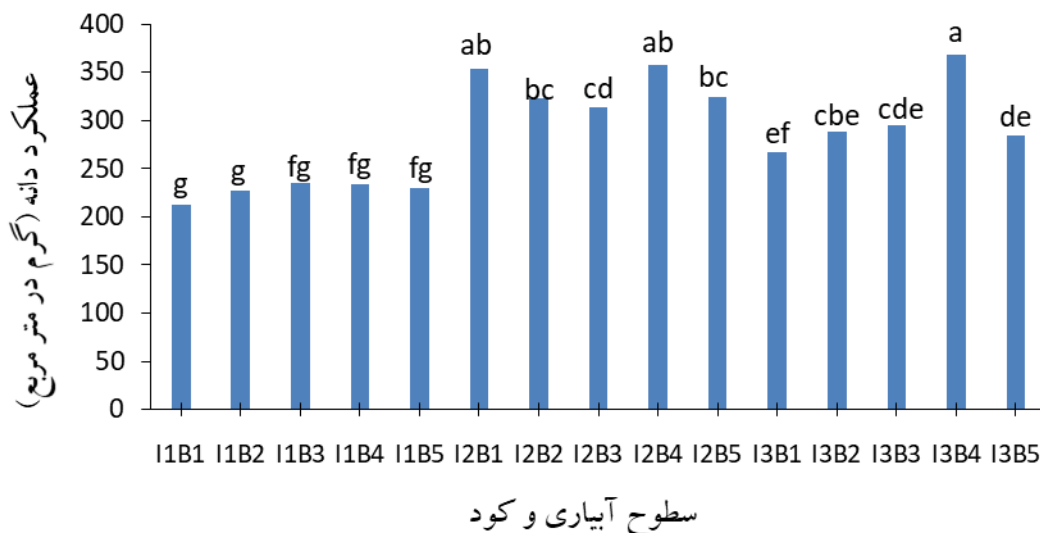
آبیاری و کود بر عملکرد دانه، آبیاری تکمیلی در مرحله پرشدن دانه و کاربرد توأم کودهای شیمیایی و زیستی به تولید بیشترین عملکرد دانه با ۳۶۸/۴ گرم در متر مربع منجر شد و گیاهان تحت تیمار کاربرد توأم کودهای شیمیایی و زیستی و آبیاری در مرحله گلدهی با ۳۵۷/۷ گرم در متر مربع در رتبه‌ی بعدی قرار گرفتند. کمترین عملکرد دانه به گیاهان تحت تیمار کاربرد نیتروکارا در شرایط بدون آبیاری با ۲۱۲/۳ گرم در متر مربع مربوط بود (شکل ۱). مونیر و همکاران (۲۰۰۷) با بررسی سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای شامل کودهای آلی، شیمیایی و تلفیقی دریافتند که بیشترین عملکرد دانه در تیمار تلفیقی حاصل می‌شود. یافته‌های حاصل از این آزمایش با نتایج حاصل از پژوهش‌های شاتا و همکاران (۲۰۰۷) در آفتابگردان و بیاری و همکاران (۲۰۰۸) در ذرت مطابقت دارد که نشان‌دهنده‌ی تأثیر مثبت کاربرد تلفیقی کودها می‌باشند. نتایج آزمایش پهماسبی سروسستانی و همکاران (۲۰۰۸) نیز حاکی از آن بود که اعمال آبیاری تکمیلی در هر یک از مراحل رشد گندم، سبب افزایش عملکرد دانه نسبت به تیمار دیم می‌شود. آنها افزایش عملکرد دانه را به تأثیر مثبت آبیاری بر روی تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه نسبت دادند. به نظر می‌رسد آبیاری تکمیلی همراه با کاربرد کود تلفیقی موجب تقویت توانایی گیاه در تحمل به خشکی آخر فصل، افزایش سرعت پرشدن دانه و افزایش عملکرد گندم در واحد سطح می‌گردد. تدین و امام (۲۰۰۸) طی آزمایشی اظهار داشتند که آبیاری تکمیلی در مراحل ساقه رفتن، حجیم شدن غلاف برگ پرچم، گلدهی و پر شدن دانه گیاه زراعی گندم باعث افزایش عملکرد نسبت به شرایط دیم (بدون آبیاری) می‌شود. در مطالعه‌ای دیگر طلیعی و صیادیان (۲۰۰۰) نیز گزارش کردند که آبیاری تکمیلی باعث افزایش ۶۰ درصدی عملکرد گندم دیم نسبت به تیمار بدون آبیاری

مواد فتوسنتزی کاهش پیدا می‌کند و این کاهش به نوبه‌ی خود روی ذخایر غذایی دانه و وزن هزار دانه، تأثیر می‌گذارد. طلیعی و صیادیان (۲۰۰۰) در یک مطالعه نشان دادند که آبیاری تکمیلی بر وزن هزار دانه و عملکرد دانه نخود دیم اثر معنی‌داری دارد و اگر آبیاری تکمیلی در مراحل حساس آخر رشد گیاه انجام گیرد، میزان افزایش عملکرد دانه بیشتر خواهد بود. ساوین و همکاران (۱۹۹۶) طی آزمایشی گزارش کردند که بارندگی یا آبیاری و به طور کلی فراهمی آب در زمان سنبله‌دهی از بروز تنش خشکی و کاهش طول دوره رشد زایشی گیاه جلوگیری می‌کند و به تبع آن وزن هزار دانه افزایش پیدا می‌کند. اکبری مقدم و همکاران (۲۰۰۲) نیز اظهار داشتند که کمبود آب در مرحله ظهور سنبله از طریق کاهش وزن دانه سبب کاهش عملکرد می‌شود. مقایسه میانگین اثر سطوح کودی بر وزن هزاردانه حاکی از آن است که بیشترین وزن هزار دانه به تیمار تلفیقی (I₂) با ۴۸/۸۴ گرم در متر مربع و کمترین مقدار آن به تیمار کود شیمیایی کامل (I₅) با ۴۵/۴۹ گرم در متر مربع مربوط است (جدول ۴). برتری تیمار کود تلفیقی را می‌توان به تغذیه مناسب‌تر و تأمین تدریجی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه و به تبع آن افزایش فتوسنتز و ماده سازی گیاه نسبت داد. در آزمایشی مطالعه‌ی اثر کودهای زیستی و شیمیایی بر ذرت علوفه‌ای نشان داد که بیشترین وزن هزاردانه در تلفیق کودهای شیمیایی و زیستی به دست می‌آید و تیمار کود شیمیایی در رتبه بعدی قرار می‌گیرد (امیرآبادی و همکاران ۲۰۰۹). در واقع بهبود تغذیه‌ی گیاه سبب می‌شود که در مرحله‌ی پرشدن دانه ها شیره پرورده کافی به دانه‌ها منتقل گردد (صالح راستین ۲۰۰۱). در پژوهشی دیگر عموآقایی و همکاران (۲۰۰۳) نیز اثر مثبت باکتری ازتوباکتر و آزوسپیریولوم را بر وزن هزار دانه گندم تأیید کردند. با توجه به مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح

می‌شود.

نتیجه‌ی آن میزان کل مواد پرورده برای پرشدن دانه کاهش پیدا می‌کند (جوادالاسلامی و همکاران ۱۳۸۴). رضوی (۲۰۰۸) طی آزمایشی به‌منظور مطالعه‌ی واکنش گندم به انجام آبیاری در مراحل مختلف رشد، نتیجه گرفت که آبیاری اثر معنی‌داری بر روی درصد پروتئین‌دانه دارد و انجام آبیاری در سه مرحله ظهور خوشه، گلدهی و دانه بستن سبب تولید بیشترین درصد پروتئین دانه شده است که با نتایج حاصل از تحقیق حاضر مطابقت می‌کند.

مقایسه میانگین اثر سطوح آبیاری تکمیلی بر پروتئین دانه حاکی از آن بود که آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی به میزان ۱۱/۶۳ درصد و تیمار دیم (بدون آبیاری) به میزان ۱۰/۵۳ درصد به ترتیب از بیشترین و کمترین درصد پروتئین دانه برخوردار بودند (جدول ۳). به نظر می‌رسد در شرایط کمبود آب، جذب و تثبیت CO_2 بر اثر بسته شدن نسبی روزنه‌ها و یا کاهش درجه گشودگی آنها کاهش می‌یابد و در



سطوح آبیاری و کود

شکل ۱- مقایسه میانگین اثر سطوح آبیاری (I₁- بدون آبیاری، I₂- آبیاری در مرحله گلدهی، I₃- آبیاری در مرحله پرشدن دانه) و سطوح مختلف کودی (B₁- کود نیتروکارا، B₂- کود فسفات بارور ۲، B₃- کود نیتروکارا + کود فسفات بارور ۲، B₄- کود نیتروکارا + کود فسفات بارور ۲+۵۰ درصد کود شیمیایی و B₅- ۱۰۰ درصد کود شیمیایی) بر عملکرد دانه گندم

به خوبی صورت نمی‌گیرد. در واقع اگر خاک داری رطوبت مناسبی نباشد حلالیت عناصر در آن کاهش می‌یابد و ریشه نمی‌تواند مواد غذایی را به مقدار کافی جذب و در اختیار گیاه قرار دهد (لوبت و همکاران ۲۰۱۴). پژوهشگران طی آزمایشی بر روی گندم اظهار داشتند که کمبود آب به واسطه‌ی کاهش جذب نیتروژن منجر به تنزل کارایی مصرف نیتروژن می‌شود (توکی و همکاران ۲۰۱۰). به نظر می‌رسد کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی و زیستی از طریق کاهش هدرروی

مقایسه میانگین اثر سطوح کود بر پروتئین دانه نیز بیانگر آن بود که بیشترین مقدار پروتئین دانه گندم به تیمار کاربرد تلفیقی کودهای زیستی و شیمیایی به میزان ۱۱/۷۵ درصد مربوط است و کمترین مقدار این صفت از تیمار کاربرد نیتروکارا به میزان ۱۰/۹۴ درصد به دست می‌آید (جدول ۴). وجود آب کافی در خاک به جذب بیشتر عناصر غذایی توسط ریشه کمک می‌کند. در شرایط دیم جذب عناصر غذایی حتی در شرایطی که مواد غذایی کافی نیز در خاک وجود دارد،

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس یافته‌های این پژوهش استفاده از کود زیستی و آبیاری تکمیلی می‌تواند بر روی صفات مورفولوژیکی و کیفیت دانه تأثیر مثبت داشته باشد به طوری که آبیاری تکمیلی در مراحل گلدهی و پرشدن دانه همراه با کاربرد کود زیستی نیتروکارا و فسفات‌ها ۲ + ۵۰ درصد کود شیمیایی به افزایش وزن خشک گیاه، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد دانه گندم سرداری منجر شد. تلفیق کودهای زیستی و شیمیایی می‌تواند کاهش مصرف کودهای شیمیایی را سبب شود. کاربرد تلفیقی کودها با کمترین صدمات و مخاطرات محیطی و با حفظ پایداری و سلامت سیستم کشاورزی می‌تواند نیازهای غذایی گیاه را تا حدود زیادی برطرف کند و باعث استقرار بهتر میکروارگانیسم‌های خاکزی برای تناوب‌های بعدی شود. افزایش تنوع زیستی ناشی از کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی و زیستی، دستیابی به یک سیستم پایدار و تولید محصولی با کیفیت بالا در زراعت گندم را تسهیل می‌نماید. بنابراین می‌توان اظهار داشت که در راستای کاهش مصرف کودهای شیمیایی و نیل به اهداف کشاورزی پایدار بخش مهمی از نیاز نیتروژن و فسفر گیاه زراعی گندم را می‌توان با کاربرد کودهای زیستی تأمین نمود. به طور کلی با توجه به نتایج این پژوهش آبیاری تکمیلی با کاربرد کودهای تلفیقی یک راهبرد مهم در جهت کاهش مصرف کودهای شیمیایی و آلودگی زیست محیطی در سامانه‌های کشاورزی محسوب می‌شود.

نیتروژن و تثبیت زیستی آن، سبب می‌شود نیتروژن بیشتری در اختیار گیاه قرار گیرد و لذا میزان پروتئین در تیمارهای کود تلفیقی برخوردار از کود زیستی و شیمیایی نسبت به سایر تیمارها بیشتر باشد. افزایش عملکرد و کیفیت محصول در گیاهان تلقیح شده با باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن، به تولید مواد محرک رشد توسط این باکتری‌ها نیز نسبت داده می‌شود (پریرا و همکاران ۱۹۹۸). پارسایی مهر و همکاران (۲۰۰۹) طی بررسی اثر کاربرد کودهای زیستی تثبیت کننده ازت بر کاهش مصرف کود نیتروژن در زراعت گندم، نتیجه گرفتند که کاربرد باکتری‌های آزوسپریلیوم و ازتوباکتر تأثیر مثبت و معنی‌داری روی عملکرد دانه و درصد پروتئین دانه دارد. یافته‌های ازتورک و همکاران (۲۰۰۳) نیز نشان داد که کاربرد کود زیستی، باعث افزایش فراهمی نیتروژن و در نتیجه، افزایش درصد پروتئین دانه می‌شود. توحیدی مقدم و همکاران (۲۰۰۴) نیز افزایش میزان پروتئین را در تیمارهای تلفیق کود شیمیایی با کود زیستی (باکتری‌های آزوسپریلیوم و ازتوباکتر) گزارش کردند. خسروی و محمودی (۲۰۱۳) در یک مطالعه مشاهده کردند که تلقیح بذر با ازتوباکتر همراه با کاربرد کود دامی سبب افزایش عملکرد دانه و پروتئین دانه گندم می‌شود. در پژوهشی دیگر بیاری و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که تلقیح نرت با باکتری‌های محرک رشد (ازتوباکتر و آزوسپریلیوم) همراه با کاربرد کودهای آلی و شیمیایی سبب افزایش پروتئین دانه در مقایسه با تیمار شاهد (بدون مصرف کود و تلقیح با باکتری) می‌شود.

منابع مورد استفاده

Ajam Norouzi H, Vazin F and Salmani Biary E. 2011. Evaluated the effect of physiological properties wheat cultivar to nitrogen sources. World Academy of Science, Engineering and Technology, 58: 170- 173.

- Akbari Moghadam H, Etesam GR, Kohkan SA, Rostami H and Keykha GA. 2002. Effect of water stress (water cut) at different growth stages on yield of wheat cultivars. The 7th Iranian Crop Production and Breeding Congress. Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran. pp: 549.
- Amir Abadi M, Ardekani MR, Rejaly F, Borji M & Khaghani SH. 2009. Determination of efficiency of mycorrhiza and *Azotobacter* under different levels of phosphorus and yield components of forage maize. Iranian Journal of Field Crop Science, 20: 51-45.
- Amooaghaie R, Mostajeran A and Emtizi G. 2003. Effect of *Azospirillum* bacteria on some growth indices and yield of wheat cultivars. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, 7 (2): 139-127. (In Persian).
- Asgharzadeh A. 2006. Bio-fertilizers and their application in agriculture. Proceeding of the First Workshop on Organic Agriculture. Tehran, Shahid Beheshti University.
- Bagheri A, Heidari Sharif Abad H. 2007. Effect of drought and salt stresses on yield components and ion content of Hull-less barley (*Hordeum sativum* L.). Journal of New Agricultural Science, 3 (7):3-11.
- Bahl GS, Toor GS. 2002. Influence of poultry manure on phosphorus availability and the standard phosphate requirement of crop estimate from quantity-intensity relationships in different soils. Bioresource of Technology, 85:317-322.
- Barik AK and Goswami A. 2003. Efficacy of biofertilizers with nitrogen levels on growth, productivity and economics in wheat (*Triticum aestivum*). Indian Journal of Agronomy, 48(2): 100-102.
- Bashan Y, Holguin G, De-Bashan LE. 2004. Azospirillum-plant relationships physiological, molecular, agriculture and environmental advances. Canadian Journal of Microbiology, 50: 521-577.
- Biari A, Gholami A and Rahmani HA. 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.
- Chaves MM, Maroco J and Pereira J. 2003. Understanding Plant Responses to Drought-from Genes to Genes to the Whole Plant. Function. Plant Biology, 30: 239-264.
- Davaran Hagh E, Rahimzadeh Khoii F, Valizadeh M and Khorshidi M. 2010. The role of Azospirillum lipoferumbacteria in sustainable production of maize. Journal of Food, Agriculture & Environment, 8 (3&4): 702-704.
- De Freitas JR. 2000. Yield and nitrogen assimilation of winter wheat (*Triticum aestivum* L., var. Norstar) inoculated with rhizobacteria. Pedobiologia, 44: 97-104.
- Economic and Social Commission for Western Asia (ESCWA) and the International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA). 2003. Enhancing agricultural productivity through on-farm water use efficiency: An empirical case study of water production in Iraq. United Nation. New York, pp 34.
- Emam Y and Niknejad M. 2012. An Introduction to the Physiology of Crop Yield. (Translation). 3rd ed., Shiraz University Press. 571p. (In Persian).
- Hernandez AN, Hernandez A, Heydrich M. 1995. Selection of rhizobacteria for use in- maize cultivation. Cultivos Tropicales. 6: 5-8.
- Innes P, Hogendoorn J, Blackweel RD. 1985. Effects of differences in date of emergence and height on yield of winter wheat. Journal of Agricultural Science. Cambridge, 543-549.
- Javadoleslami M, Kaffi M, Majidi Haravan A, Noormohamadi Gh, Darvish F and Ghazizadeh E. 2005. Effects of drought stress at different growth stages on the amount of soluble sugars, Degree of the tube leaves and relative water content leaves some common millet genotypes (*Panicum miliaceum* L.), Journal of Agricultural Research, 3(2): 219-231. (In Persian).

- Khasseh Sirjani A, Farahbakhsh H, Ravari SZ and Karami A. 2011. Effect of biofertilizer, zinc sulphate and nitrogen fertilizer on yield and quality of wheat. *Soil and Water Science*, 25:125-135. (In Persian).
- Khosravi H and Mahmoudi H. 2013. Evaluation of effects of *Azotobacter* inoculation and manure on growth of rainfed wheat. *Soil Management and Sustainable Production*, 3; 205-219.
- Koocheki A and Sarmadnia Gh. 2006. *Crop Physiology*. Jahad, Mashhad University Press. PP: 254-255. (In Persian).
- Lobet G, Couvreur V, Meunier F, Javaux M, Draye X. 2014. Plant water uptake in drying soils. *Plant Physiology*, 164: 1619–1627.
- Leport L, Turner NC, French RJ, Barr MD, Duda R, Davies SL, Tennant D, Siddique KHM. 1999. Physiological responses of chickpea genotypes to terminal drought in a Mediterranean-type environment. *European Journal of Agronomy*. 11: 279-291.
- Mehrpouyan M, Osanloo P and Ali-Mohammadi R. 2011. Effect of nitroxin and *azetobacter* on two single cross hybrids of corn (*Zea mays* L.) compare with urea fertilizer in Miyaneh region. The first National Conference on Modern Topics in Agriculture, University of Saveh. (In Persian).
- Mohsin T, Khan N, NasirNaqvi F. 2009. Heritability, phenotypic correlation and path coefficient studies for some agronomic characters in synthetic elite lines of wheat. *Journal of Food Agriculture and Environment*. 7: 278-282.
- Moral LF, Rharrabti Y, Villegas D, Rolyo C. 2003. Evaluation of grain yield and its components in durum wheat under Mediterranean Conditions: An ontogenic approach. *Journal of Agronomy*. 95: 266-274.
- Munir MA, Malik MA and Saleem MF. 2007. Impact of integration of crop manuring and nitrogen application on growth, yield and quality of spring planted sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Pakistan Journal of Botany*, 39 (2): 441-449.
- Omidi H, Naghdi Badi H, Golzad A, Torabi H and Footoukian MH. 2009. The effect of chemical and bio-fertilizer source of nitrogen on qualitative and quantitative yield of Saffron (*Crocus sativus* L.). *Journal of Medicinal Plants*, 30(2): 98-109. (In Persian).
- Oweis T, Hachum A. 2004. Water harvesting and supplemental irrigation for improved water productivity for dry farming systems in West Asia and North Africa. ICARDA. Sept. to 1st Oct.
- 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 Nutrition and Soil Science*, 166: 262-266.
- Pandey RK, Maranville JW and Chetima MM. 2000. Deficit irrigation and nitrogen effects on maize in a Sahelian environment. II. Shoot growth. *Journal of Agricultural Water Management*, 46(1): 15–27.
- Parsaeimehr A, Alizadeh O and Jafari B. 2009. Applying *Azospirillum bacteria* and interaction of it with *Stereptomyces* spp. due biological control on wheat (*Triticum aestivum*) sustainable culture. *American- Eurasian Journal of Sustainable Agriculture*, 3: 622-625.
- Periera Filo IJ, Cruz AC and Gama EE. 1998. Baby corn: effect of plant density and cultivar and on yield some characteristics of plant pesquisa Em and emento centro Nacinal de pesquisa de Mileo Sorgo, Pp 6-23.
- Ram G, Rai SN, Kavimandan SK. 1999. Influence of *Azotobacterization* in presence of fertilizer nitrogen in the yield of wheat. *Indian Society of Soil Science*, 33: 424-426.
- Rashid M, Khalil S, Ayub N, Alam S and Latif F. 2004. Organic acids production and phosphate solubilization by phosphate solubilizing microorganisms (PSM) under in vitro conditions. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 7(2): 187-196.

- Razavi R. 2008. Study on the effect of water stress at different growth stages on the yield and grain quality of wheat. *Iranian Journal of Soil and Water Sciences*, 22 (1): 137-145. (In Persian).
- Saleh Rastin, N. 2001. Biofertilizers and their role in order to reach to sustainable agriculture. A Compilation of Papers of Necessity for the Production of Biofertilizers in Iran. 1-54 pp.
- Salmani Biary E, Taheri Gh, Ajamnrouzi H, Safar zad Y, and Rayej H. 2010. Effect of different ratio of nitroxin biofertilizer and urea on yield and yield components in wheat cultivars. The Fifth Conference of New Ideas in Agriculture. 27-28 February. Islamic Azad University, Isfahan, Iran. (In Persian).
- Savin R, Stone PJ and Nicholas ME. 1996. Response of grain growth of wheat to short period of high temperature in field studies. *Australian Journal of Agricultural Research*, 47: 456- 477.
- Seghatoleslami MJ, Kafi M, Majidi I, Nour-Mohammadi G and Darvish F. 2007. Effect of Drought Stress at Different Growth Stages on Yield and Water Use Efficiency of Five Proso Millet (*Panicum miliaceum*) Genotypes. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 11(1): 215-221. (In Persian).
- Shalan MN. 2005. Influence of biofertilizers, and chicken manure on growth, yield and seeds quality of (*Nigella sativa* L.) plants. *Egyptian Journal of Agricultural Research*, 83:811-828.
- Shaharoon B, Arshad M, Zahir ZA and Khalid A. 2006. Performance of pseudomonas spp. containing Acc deaminase for improving growth and tild of maize (*Zea mars* L.) in the presence of nitrogenous fertilizer. *Soil Biology and Biochemistry*, 38: 2971-2975.
- Sharifi Z and Haghnia G. 2006. Effect of nitroxin biofertilizer application on grain yield and yield components of wheat (cv. Sabalan). Proceedings of the Second National Conference on Ecological Agriculture in Iran. Gorgan, Iran. (In Persian).
- Shata SM, Mahmoud A and Siam S. 2007. Improving calcareous soil productivity by integrated effect of intercropping and fertilizer. *Reacerch Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 3(6): 733-739.
- Simsek M, Can A, Denek N and Tonkaz T. 2011. The effects of different irrigation regimes on yield and silage quality of corn under semi-arid conditions. *Journal of Biochemistry*, 10(31): 5869-5877.
- Tadayon MR and Emam Y. 2008. Effect of supplemental irrigation and amount of available water on yield, yield components and physiological characteristics of two rainfed wheat cultivars. *Journal of Science & Technology of Agricultural. & Natural Resources*, 11: 145-157.
- Tahmasebi Sarvestani Z, Modarres Sanavy SAM and Roohi A. 2008. Yield and yield components of dryland wheat genotypes under supplemental irrigation. 14th Australian Agronomy Conference, 21-25 September, Adelaide, SA.
- Taliee A and Sayadian k. 2000. Effect of supplemental irrigation and plant nutrient in chickpea (dry farming). *Journal of Agronomy and Crop Science*, 36(2): 12-19.
- Taoshih V. 2002. Effects of supplemental irrigation on yield of rainfed wheat in Kordestan province. *Iranian Journal of Soil and Water Science*, 16(2): 232-240. (In Persian).
- Tavakoli AR, Belson W and Ferr F. 2000. Impacts of supplemental irrigation on advanced lines of wheat. Final Research Report, Dryland Agricultural Research Institute (DARI), Maragheh, Iran. (In Persian).
- Tavakoli, AR and Mahdavi Moghadam M. 2012. Optimization of Deficit Irrigation and Nitrogen Rates on Bread Irrigated Wheat at Northwest of Iran. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 4 (22): 1681-1687.
- Tavakoli AR, Oweis T, Ashrafi Sh, Asadi H, Siadat H and Liaghat A. 2010. Improving rainwater productivity with supplemental irrigation in upper Karkheh river basin of Iran. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), Aleppo, Syria, 123pp.

Tohidi Moghadam H, Sani B, Sharifi M and Ghooshchi F. 2004. Effects of nitrogen fixation and phosphate solubilizing bacteria on some of quantitative characteristics on soybean (*Glycine max* L.). Pp. 148. In: Proceedings of 8th Iranian Crop Sciences Congress. Rasht, Iran.

Zabihi HR, Savaghebi GR, Khavazi K and Ganjali A. 2009. Effect of application of *Pseudomonas fluorescens* on yield and yield Components of wheat under different soil salinity levels. Journal of Water and Soil (Agricultural Science and Technology), 23(1): 199-208. (In Persian).