Razi University

Cereal Biotechnology and Biochemistry

Online ISSN: 2783-5170

Homepage: https://cbb.razi.ac.ir

Effect of antitranspirant (atrazine) and bio-fertilizers on yield and biochemical traits of wheat cultivars in rain fed condition

Farnam Nasiri[1], Marjan Diyanat[2] ✉, Masoud Rafiee[3] & Amin Azadi[4]

[1] Ph.D Student, Department of Agricultural Sciences and Food Industries, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

[2] Associate professor of Department of Agricultural Sciences and Food Industries, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

[3] Assistant professor of Crop and Horticultural Science Research Departmen, Lorestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREO, Khorramabad, Iran.

[4] Assistant professor of Islamic Azad University Yadegar Imam, Shahr Rey, Tehran, Iran.

✉ Corresponding author. E-mail: ma_dyanat@yahoo.com

ABSTRACT

Introduction: Drought has been a significant crisis in Iran in recent years. In Lorestan province, as in many other regions of the country, in addition to reducing the amount of rainfall, its inappropriate distribution and intensity also hurt the crops, including wheat, in rainy conditions. The introduction of cultivars adapted to the rainy conditions of cold regions is being developed, but choosing the most suitable cultivar for each region will help the economy of farmers in the region while increasing production.

Materials and methods: To investigate the response of rainfed wheat cultivars to anti-transpirant and biofertilizers, a split-factorial experiment was conducted in a randomized complete block design with four replications during two growing seasons of 2016-2017 and 2017-2018. The first factor, wheat cultivars (Azar 2, Ohadi, and Baran), was assigned to main plots, and the anti-transpirant (application and non-application of atrazine) and nitrogen biofertilizers (non-application, application of *Azospirillum brasilense*, and application of *Azotobacter chroococcum*) were arranged factorially in subplots. The aim of this study was to investigate the effects of biofertilizer application and the anti-transpirant atrazine on three rainfed wheat cultivars.

Results: In the first year, the Ohadi cultivar with the application of atrazine and Azotobacter showed the highest grain yield (2420 kg ha^{-1}) and biological yield (7595 kg ha^{-1}) among the studied cultivars. In contrast, the Azar 2 cultivar without atrazine application but with Azotobacter application had the lowest grain yield and biological yield (2000 and 7000 kg ha^{-1}, respectively). In the second year, the Baran cultivar with atrazine application and without biofertilizer application produced the highest grain yield and biological yield (2765 and 8465 kg ha^{-1}, respectively). The Azar 2 cultivar, which was inoculated with Azospirillum without atrazine application, showed the lowest grain yield and biological yield (2083 and 7083 kg ha^{-1}, respectively).

Conclusion: The results showed that the application of biofertilizers led to an increase in grain protein content. On the other hand, the use of the antitranspirant atrazine decreased the activity of peroxidase and polyphenol oxidase enzymes in the aerial parts. Considering these findings and the climatic conditions of Lorestan province, the cultivation of Ohadi and Baran cultivars, along with the simultaneous application of atrazine and biofertilizers, is recommended.

Keywords: *Antioxidant.enzyme*, *Azospirillum*, catalase, harvest index, proline, stress.

Article Type: Research Article

Article history: Received: 21 Apr 2024, **Revised:** 20 May 2024, **Accepted:** 28 Jul 2024, **Published online:** 22 Sep 2024

Cite this article: Nasiri, F., Diyanat, M., Rafiee, M. & Azadi, A. (2024). Effect of antitranspirant (atrazine) and bio-fertilizers on yield and biochemical traits of wheat cultivars in rain fed condition. *Cereal Biotechnology and Biochemistry*, *3*(3), 442-463. DOI: 10.22126/cbb.2024.10544.1071

© The Author(s).

10.22126/cbb.2024.10544.1071

Publisher: Razi University

بیوتکنولوژی و بیوشیمی غلات

شاپا الکترونیکی: ۵۱۷۰-۲۷۸۳

Homepage: https://cbb.razi.ac.ir

اثر ماده ضد تعرق (آترازین) و کودهای زیستی بر عملکرد و خصوصیات بیوشیمیائی ارقام گندم در شرایط دیم

فرنام نصیری[۱]، مرجان دیانت[۲]✉، مسعود رفیعی[۳] و امین آزادی[۴]

[۱] دانشجوی دکتری، دانشکده کشاورزی و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

[۲] دانشیار دانشکده کشاورزی و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

[۳] استادیار بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، خرم آباد، ایران.

[۴] استادیار دانشگاه ازاد اسلامی یادگار امام شهر ری، تهران، ایران.

✉نویسنده مسئول. رایانامه: ma_dyanat@yahoo.com

چکیده

مقدمه: تنش خشکی یکی از بحران‌های اصلی در سال‌های اخیر در ایران بوده است. در استان لرستان مشابه با سایر مناطق کشور، علاوه بر کاهش میزان بارندگی، توزیع و شدت نامناسب آن نیز سبب آسیب رساندن به محصولات زراعی از جمله گندم در شرایط دیم شده است. معرفی ارقام سازگار با شرایط دیم مناطق سرد توسعه یافته است، اما گزینش مناسبترین رقم برای هر منطقه باعث کمک به اقتصاد کشاورزان از طریق افزایش تولید می‌شود.

مواد و روش‌ها: به‌منظور بررسی واکنش ارقام گندم دیم به ماده ضد تعرق و کودهای زیستی، آزمایشی به‌صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در دو سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ و ۹۷-۱۳۹۶ اجرا شد. فاکتور اول ارقام گندم (آذر ۲، اوحدی و باران) در کرت‌های اصلی و ماده ضد تعرق (عدم کاربرد و کاربرد آترازین) و کود زیستی نیتروژنه (عدم کاربرد، کاربرد آزوسپریلیوم (*Azospirillum brasilense*)، کاربرد ازتوباکتر (*Azotobacter chroococcum*)) به‌صورت فاکتوریل در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. هدف از این مطالعه بررسی اثرات کاربرد کودهای زیستی و ماده ضد تعرق آترازین بر سه رقم گندم دیم بود.

یافته‌ها: در سال اول رقم اوحدی با کاربرد آترازین و ازتوباکتر، بیشترین عملکرد دانه (۲۴۲۰ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد بیولوژیک (۷۵۹۵ کیلوگرم در هکتار) را در بین ارقام مورد بررسی داشتند. در مقابل، رقم آذر ۲ بدون کاربرد آترازین و با کاربرد ازتوباکتر، کمترین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک (به‌ترتیب ۲۰۰۰ و ۷۰۰۰ کیلوگرم در هکتار) را داشت. در سال دوم رقم باران با کاربرد آترازین و بدون استفاده از کود زیستی، بیشترین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک (به‌ترتیب ۲۷۶۵ و ۸۴۶۵ کیلوگرم در هکتار) را تولید کرد. در حالی که رقم آذر ۲ بدون کاربرد آترازین و با کاربرد آزوسپریلیوم تلقیح شده، کمترین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک (به‌ترتیب ۲۰۸۳ و ۷۰۸۳ کیلوگرم در هکتار) را از خود نشان داد.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد که کاربرد کودهای زیستی منجر به افزایش میزان پروتئین دانه شد. از سوی دیگر، استفاده از ماده ضد تعرق آترازین، فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و پلی‌فنل‌اکسیداز را در اندام هوایی کاهش داد. با توجه به این یافته‌ها و شرایط آب و هوایی استان لرستان، کشت ارقام اوحدی و باران به‌همراه کاربرد همزمان آترازین و کودهای زیستی پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت، آزوسپریلوم، پرولین، تنش، شاخص برداشت، عملکرد.

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

نوع مقاله: دریافت: ۱۴۰۳/۰۲/۰۲ **اصلاح:** ۱۴۰۳/۰۲/۳۱ **پذیرش:** ۱۴۰۳/۰۵/۰۷، **انتشار آنلاین:** ۱۴۰۳/۰۷/۰۱

استناد: نصیری، ف.، دیانت، م.، رفعتی، م. و آزادی، ا. (۱۴۰۳). اثر ماده ضد تعرق (آترازین) و کودهای زیستی بر عملکرد و خصوصیات بیوشیمیائی ارقام گندم در شرایط دیم. *بیوتکنولوژی و بیوشیمی غلات*، ۳(۳)، ۴۴۲-۴۶۳. DOI: 10.22126/cbb.2024.10544.1071

ناشر: دانشگاه رازی

© نویسندگان.

CC BY NC

مقدمه

در استان لرستان سطح زیرکشت گندم دیم بیش از ۱۴۱ هزار هکتار و ارقام متداول در آن سرداری و آذر۲ برای مناطق معتدل و سرد، ارقام کریم و کوهدشت برای مناطق گرم می‌باشند. در حال حاضر نه رقم گندم دیم در اقلیم سرد و هفت رقم گندم دیم در اقلیم گرم معرفی شده است. از آنجایی که در مناطق سردسیر و معتدل، زمستان طولانی و بهار کوتاه و همراه با خشکی و گرما بوده و تغییرات دما نیز بسیار زیاد می‌باشد، لذا ارقام کشت شده در این مناطق علاوه بر مقاوم بودن به سرما و یخبندان باید از لحاظ مقاومت به خشکی نیز در حد مطلوبی باشند (Entz & Fowler, 1990).

در سال‌های اخیر به مواد ضد تعرق، به‌عنوان وسیله‌ای جهت کاهش تلفات آب از برگ‌های گیاه توجه زیادی شده زیرا این مواد سرعت انتشار بخار آب را تقلیل می‌دهند. تقریباً یک درصد از کل آبی که ریشه جذب می‌کند برای مصرف گیاه استفاده می‌شود و ۹۹-۹۸ درصد بقیه به صورت بخار آب از گیاه خارج شده و وارد جو می‌شود (Monsef Afshar *et al*., 2020; Sarmadnia & Koochaki, 1989). بنابراین، کاربرد مواد ضد تعرق مانند آترازین می‌تواند راهکاری برای کاهش صدمات ناشی از تنش خشکی باشد (Del Amor *et al*., 2010). آترازین با بسته نگه داشتن روزنه-ها موجب کاهش تعرق و فتوسنتز می‌گردد، اما با افزایش محتوای نسبی آب در برگ می‌تواند مسیر دوم انتشار دی‌اکسیدکربن را که فاز مایع است، تسهیل و تسریع نموده و در نتیجه دی‌اکسیدکربن بیشتری برای انجام فتوسنتز فراهم گردد (Bagheri *et al*., 2012). ویراسینگ و همکاران (Weerasinghe *et al*., 2016) گزارش کردند کاربرد ماده‌ی ضد تعرق، موجب انجام بهینه مراحل میوز و کاهش اثر تنش خشکی بر دانه-های گرده می‌شود. Abdullah و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند مصرف مادهی ضد تعرق در گندم در شرایط تنش خشکی، مصرف آب روزانه، ضریب تعرق، هدایت روزنه‌ای و افت فشار آماس تورژسانس را کاهش داد و سرعت فتوسنتز افزایش یافت. کاربرد مواد ضد تعرق در شرایط تنش رطوبتی سبب حفظ تورژسانس سلولی و در نتیجه حفظ آب برگ و در نتیجه جلوگیری از آب کشیدگی گیاه شد. (Satish, 2016) به منظور کاهش اثرات منفی تنش خشکی، مصرف برگی آترازین با غلظت کم به‌عنوان یک ماده ضد تعرق، با افزایش محتوای نسبی آب، هدایت مزوفیلی و سرعت فتوسنتز و کاهش دمای کانوپی می‌تواند بسیار سودمند واقع شود (Bagheri *et al*., 2012).

کاربرد منابع و نهاده‌های تجدیدپذیر، یکی از اصول کشاورزی پایدار است که موجب حداکثر بهره‌وری زراعی و کمترین خطرات زیست محیطی می‌شود (Kizilkaya , 2008). در نظام‌های کشاورزی پایدار استفاده از انواع کودهای زیستی به خصوص در خاک‌های فقیر از عناصر غذایی، از اهمیت ویژه ای در افزایش تولید و حفظ کیفیت خاک برخوردار است (Sharma, 2004). از انواع کودهای زیستی میتوان نیتروکسین را نام برد که دارای مجموعه‌ای از مؤثرترین باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن از جنس‌های آزوسپریلیوم و ازتوباکتر است (*et al*., 2005

Karimi .*et al.*, 2018 ; Malakouti). کود باکتریایی نیتروکسین از خانواده ازتوباکتر از جمله کودهای باکتریایی صد در صد بیولوژیک در ایران است که در یک میلی‌لیتر از آن بیش از ده میلیون سلول زنده باکتری تثبیت کننده نیتروژن وجود دارد به همین علت امروزه استفاده از کودهای بیولوژیک با منشأ باکتری، قارچ، جلبک یا دیگر موجودات خاکزی مورد توجه قرار گرفته است، که مکانیسم عمل آنها قابلیت جذب عناصر غذایی گیاه در خاک را افزایش می‌دهند (Rahmani *et al.*,2011; a *et al.*, Zare2017). کود زیستی نیتروکسین علاوه بر افزایش فراهمی زیستی عناصر معدنی خاک از طریق تثبیت زیستی نیتروژن، محلول کردن فسفر و پتاسیم و مهار عوامل بیماری‌زا و با تولید مواد و هورمون‌های تنظیم کننده رشد گیاه، عملکرد گیاهان زراعی را تحت تأثیر قرار میدهند (Feiziasl *et al.*, 2009). باکتری‌های تحریک‌کننده رشد گیاه هم به‌صورت کودهای زیستی، تحریک‌کننده رشد تارهای کشنده، پاک‌کننده آلاینده های فلزات سنگین در ریشه با مکانیسم‌هایی مانند تولید سیدروفور، کنترل‌کننده اثرات تنش‌ها در گیاهان، حل کننده بهتر مواد معدنی مانند فسفر و تثبیت‌کننده نیتروژن به شمار می آیند(Vessey *et al*, 2019; Zarei, 2003). ریزوباکترهای تحریک‌کننده رشد گیاه همچنین با تولید هورمون‌های گیاهی (اکسین، سیتوکینین و جیبرلین) منجر به افزایش رشد منطقه سطحی ریشه میشوند و به این‌ترتیب منجر به افزایش سطح تماس در خاک و بهبود تغذیه گیاه میشوند و از طریق سنتز مواد محرک رشد، تسهیل جذب عناصر غذایی و کنترل عوامل بیمارگر گیاهی موجب بهبود شاخص‌های رشد و نمو گیاه می‌گردند (*et al*, 2011 Arzanesh). جهت صرفه‌جویی و افزایش کارایی مصرف کودهای نیتروژنه، استفاده از باکتری‌های محرک رشد که تثبیت‌کننده نیتروژن بوده و می‌توانند در طول رشد گیاه، نیتروژن را تثبیت و در اختیار گیاه قرار دهند، مناسب به نظر می‌رسد (Zaidi & Khan, 2006).

خشکسالی یکی از بحران‌های کشور طی سالهای اخیر می‌باشد. در استان لرستان همانند بسیاری از مناطق کشور، علاوه بر کاهش میزان بارندگی، توزیع و شدت نامناسب آن نیز بر تولید گیاهان زراعی از جمله گندم در شرایط دیم تأثیر منفی میگذارد. معرفی ارقام سازگار برای شرایط دیم مناطق سرد در حال توسعه است، اما انتخاب مناسب‌ترین رقم برای هر منطقه، ضمن افزایش تولید به اقتصاد کشاورزان منطقه کمک می‌نماید. هدف از این مطالعه بررسی اثرات کاربرد کودهای زیستی و ماده ضد تعرق آترازین بر سه رقم گندم بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در دو سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ و ۹۷-۱۳۹۶ در منطقه کمالوند خرّم‌آباد انجام گرفت. نتایج آزمون خاک محل اجرای آزمایش از عمق ۳۰-۰ سانتیمتری خاک در جدول ۱ آورده شده است. مختصات جغرافیایی محل اجرای آزمایش ۴۸ درجه و ۲۶ دقیقه و ۱۱/۵ ثانیه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۲۸/۹ ثانیه شمالی بود. متوسط بارندگی سالانه ۴۸۱/۵۵ میلیمتر با اقلیم معتدل

سرد، دمای متوسط سالانه ۱۷ درجه سانتیگراد و ارتفاع از سطح دریا ۱۳۵۰ متر است (شکل ۱).

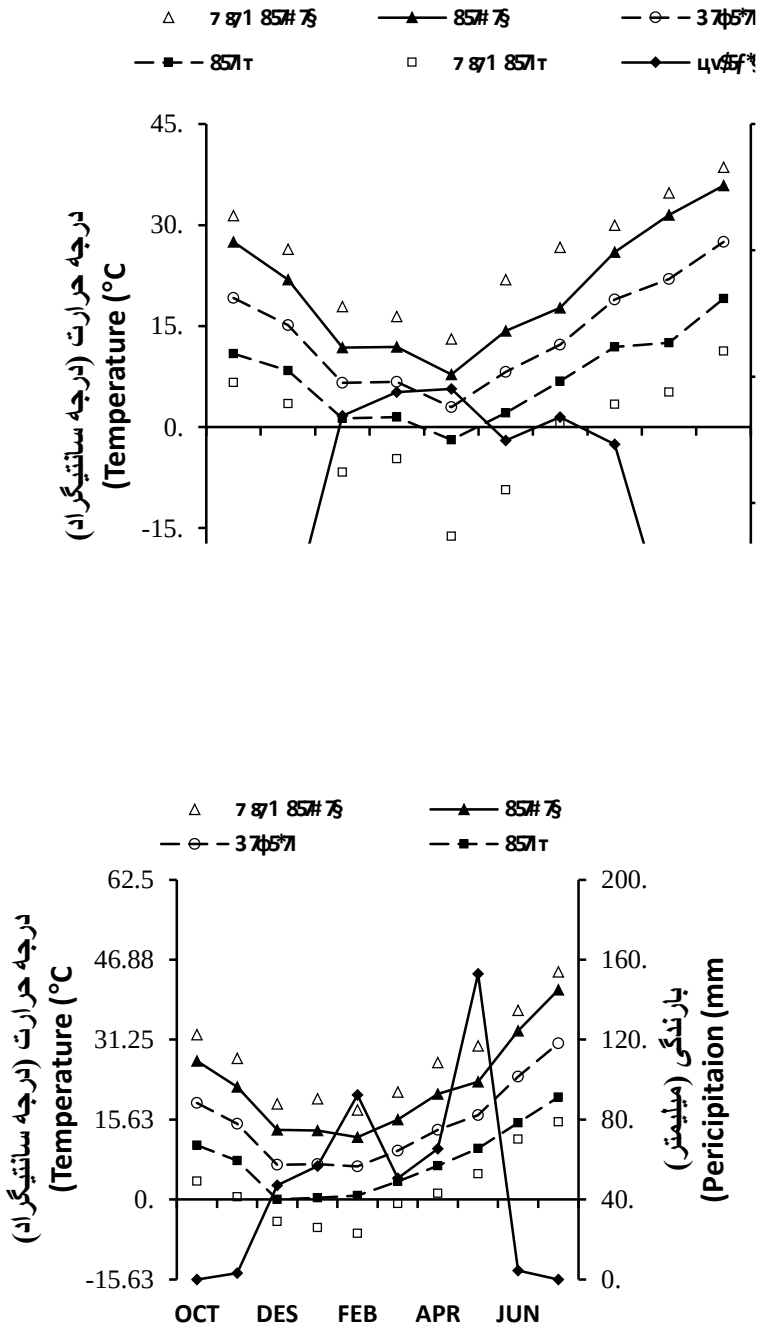
جدول ۱. نتایج آزمایش خاک مزرعه تحقیقاتی

Table 1. Results of soil analysis from the research field

سال Year	کربن ارگانیک Organic carbon	فسفر P (ppm)	پتاسیم K (ppm)	TN	EC ds/m	pH	Carbonate Calcium %	Texture	آهن Fe ppm	منگنز Mn ppm	روی Zn Ppm	کبالت Cu ppm
2016-2017	0.98	6.9	355	0.12	0.55	7.9	15.9	Clay-silt	4.24	7.68	1.46	1.36
2017-2018	0.50	3.8	205	0.14	0.61	8.0	27.5	Clay-silt	3.64	4.52	1.02	0.88

روش اجرای آزمایش

آزمایش در منطقه سرد و معتدل (کمالوند خرم آباد) به‌صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در دو سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ و ۹۷-۱۳۹۶ اجرا شد. فاکتور اول شامل ارقام گندم (آذر ۲، اوحدی و باران) در کرت اصلی و ماده ضد تعرق (کاربرد و عدم کاربرد آترازین) و کود زیستی نیتروژنه (عدم کاربرد، کاربرد آزوسپریلیوم (*Azospirillum brasilense*)، کاربرد ازتوباکتر (*Azotobacter chroococcum*)) بهصورت فاکتوریل در کرت‌های فرعی قرار گرفت. هر کرت فرعی شامل شش خط کاشت به طول شش متر و فاصله بین خطوط ۲۰ سانتیمتر بود. تراکم کاشت ۲۵۰ دانه در متر مربع بود. ابتدا اخاک مزرعه دیسک زده شد. سپس کودهای سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم و اوره براساس نتایج آزمون خاک در مزرعه پخش شد و توسط دیسک با خاک مخلوط گردید. پس از آماده شدن بستر بر اساس نقشه طرح، کرتها آماده شد. قبل از انجام کشت کودهای آزوسپیریلوم و ازتوباکتر به صورت بذرمال در تیمارهای مربوطه اعمال شد. بدین منظور ابتدا بذرها را خیس نموده، سپس به‌منظور چسبندگی بیشتر مقداری شکر با بذرها مخلوط کرده و سپس آزوسپیریلوم و ازتوباکتر به میزان یک لیتر برای ۱۰۰ کیلوگرم بذر استفاده گردید. ضمناً کود اوره به سه قسمت تقسیم شده که یک سوم آن را با خاک مخلوط کرده و بقیه آن را در دو مرحله و فقط در تیمار شاهد استفاده شد. ماده ضد تعرق آترازین با غلظت ۴۰۰ پی‌پی‌ام (پودر وتابل ۸۰٪) در دو مرحله ساقه رفتن در اواخر اسفند ماه و قبل از گرده افشانی با استفاده از سمپاش ۲۰ لیتری و به‌صورت هدایت شده استفاده شد. به منظور کنترل علف‌های هرز از علف‌کش تریبنورونمتیل (گرانستار) به میزان ۱۵ گرم در هکتار و کلودینافوپپروپارژیل (تاپیک) به میزان ۰/۶ لیتر در هکتار در مرحله انتهای پنجه‌زنی و ابتدای ساقه‌دهی استفاده شد.



شکل ۱. میزان بارندگی و دما در ماههای مختلف در سالهای زراعی ۶-۱۳۹۵ و ۷-۱۳۹۶ در منطقه کمالوند

Fig 1. Precipitation and temperature in different months of growing season in 2016-2017 and 2017-2018 cropping years in Kamalvand region

اندازه‌گیری صفات

طی دو سال اجرای آزمایش، پس از حذف دو ردیف از طرفین و حذف نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت به عنوان حاشیه، بقیه سطح هر کرت برداشت و صفات مورفولوژیک روی ۲۰ سانتیمتر طولی از هر کرت شامل ارتفاع بوته، تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه روی پنج بوته اندازه‌گیری شد. پس از اندازه‌گیری عملکرد دانه و بیولوژیکی، شاخص برداشت با تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک محاسبه شد. درصد نیتروژن دانه با استفاده از دستگاه کجدال اندازهگیری شد. درصد پروتئین از حاصل‌ضرب درصد نیتروژن در ۶/۲۵ محاسبه شد (Andersen *et al.*, 1996.). برای اندازه‌گیری میزان پرولین بافت برگ ابتدا مقدار ۰/۵ گرم از برگ توزین شد و در هاون چینی در ۱۰ میلیلیتر اسید سولفوسالیسیلیک ۳٪ به خوبی سائیده شد و در دستگاه سانتریفیوژ ۶۰۰۰ دور در دقیقه به مدت پنج دقیقه سانتریفیوژ گردید. غلظت پرولین بر حسب میلی‌گرم بر گرم بافت تازه برگ با استفاده از منحنی استاندارد تعیین شد (Bates *et al.*,1973). اندازهگیری فعالیت آنزیم پلیفنلاکسیداز به روش ریموند و همکاران (Raymond *et al.*, 1993). فعالیت آنزیم پراکسیداز به روش (Mac-Adam 1992) و فعالیت آنزیم کاتالاز با استفاده از روش (Eising & Gerhardt 1989) انجام شد.

محاسبات آماری

پس از آزمون بارتلت و اطمینان از همگن بودن واریانس خطاهای آزمایشی و نرمال بودن داده‌ها، تجزیه واریانس ساده و مرکب برای صفات مورفوفیزیولوژیک و صفات بیوشیمیاییبا استفاده از نرم‌افزار آماری SAS ver 9.1 انجام شد. مقایسه میانگین داده‌ها نیز به‌روش LSD در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که ارتفاع بوته به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر اثر ساده رقم و اثرات متقابل رقم × کود زیستی و کود زیستی × ماده ضد تعرق قرار گرفت (جدول ۲). مقایسهٔ میانگین اثر متقابل دو گانه رقم × کود زیستی نشان داد که رقم آذر ۲ با کاربرد آزوسپریلیوم بیشترین ارتفاع بوته (۱۱۴/۹۵ سانتیمتر) و رقم باران بدون کاربرد کود زیستی کمترین ارتفاع بوته (۹۵/۱۰ سانتیمتر) را داشت که تفاوت معنی‌داری با کاربرد ازتوباکتر و آزوسپیریلوم نداشت (جدول ۳). مقایسهٔ میانگین اثر متقابل دو گانه ماده ضد تعرق × کود زیستی نشان داد که بیشترین میزان ارتفاع گندم (۱۱۰/۹۰ سانتیمتر) با کاربرد ماده ضد تعرق آترازین و کاربرد آزوسپیریلوم حاصل شد که تنها با عدم کاربرد آترازین و کود زیستی تفاوت معنیداری داشت (جدول ۳). این نتایج با نتایج جوان و همکاران (Javan *et al.*, 2010) که دریافتند کاربرد مواد ضد تعرق بر روی محصول سویا (*Glycine max L*) به‌طور قابل توجهی موجب افزایش ارتفاع ساقه گردید مطابقت دارد (Yigitarslan, 2010). در لوبیا (*Phaseolus vulgaris*) و (Misra &

Sricastatva, 2005) در ذرت نیز به نتایج مشابهی دست یافتند.

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات مرفولوژیک گندم در سالهای زراعی ۶-۱۳۹۵ و ۷-۱۳۹۶

Table 2. Combined analysis of variance of wheat morphological traits in 2016-2017 and 2017-2018.

		میانگین مربعات Mean squares						
S.O.V	درجه آزادی Degree of Freedom	ارتفاع Height	سنبله در مترمربع Spike number per m^2	دانه در سنبله Grain number per spike	وزن هزار دانه 1000-Seed weight	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest Index
سال Y	1	5.041985 n.s	7526.219**	1553.511**	8.69**	1355338**	14915948**	0.02916 n.s
تکرار(سال) R(Y)	6	1109.28391	598.3252	7.896674	54.21851	6983.988	15386.16	0.52247
واریته V	2	351.018**	147259.33**	352.123**	14.9.543**	286918**	4095647**	0.34554 n.s
سال*واریته Y*V	2	3.933202 n.s	273.0 n.s	389.043**	0.2298 n.s	381104.121**	3733294**	0.173198
تکرار*واریته(سال) V*R(Y)	12	1.693491	361.3986	3.60777	0.20147	1773.303	8133.58	0.138484
ضد تعرق A	1	0.004688 n.s	123055.021**	17900.098**	0.655683 n.s	1566938**	1674434**	125.123**
کودزیستی F	2	4.314881 n.s	772.9458 n.s	7.84054 n.s	0.008943 n.s	5829.533 n.s	14834.66 n.s	0.44964 n.s
ضد تعرق* کودزیستی Y*A	1	0.261256 n.s	3723.0*	29.05435 n.s	0.011494	27756.11	23237.81 n.s	1.03726 n.s
سال* کودزیستی Y*F	2	3.6191 n.s	182.3376 n.s	2.375886	0.250068 n.s	67.676 n.s	1988.23 n.s	0.03100 n.s
واریته*ضدتعریق V*A	2	0.713047	789.9445 n.s	2.643725 n.s	0.000229 n.s	199.432 n.s	1389.51 n.s	0.08966 n.s
کودزیستی*واریته V*F	4	4.5612*	823.6335 n.s	1.179429	0.483242 n.s	1153.749 n.s	6909.83 n.s	0.01495 n.s
ضدتعریق*کودزیستی A*F	2	5.9023*	4737.456*	1010.431*	0.335187 n.s	83598**	106573.01*	6.12.087*
سال*واریته*ضدتعریق Y*V*A	2	1.074402 n.s	1190.442 n.s	34.3662 n.s	0.460145 n.s	23889.83 n.s	32171.05 n.s	1.24725 n.s
سال*واریته*کودزیستی Y*V*F	4	3.178701 n.s	231.1557 n.s	3.567027 n.s	0.358737 n.s	3111.992 n.s	10146.46 n.s	0.24628 n.s
سال*ضدتعریق*کودزیستی Y*A*F	2	3.003865 n.s	756.756 n.s	20.08061 n.s	1.31371 n.s	26308.01 n.s	49527.44 n.s	1.39222 n.s

واریته*ضدتعریق*کودزیستی V*A*F	4	0.825018 n.s	815.3858 n.s	3.858133 n.s	0.800452 n.s	5120.954	18175.57 n.s	0.28269 n.s
سال*واریته*ضدتعریق*کودزیستی Y*V*A*F	4	2.874303 n.s	1614.236 n.s	970.2314**	0.84088 n.s	83390.21**	108219.11*	6.40*
خطا Error	90	2.264	1002.243	24.56595	0.587	21640	32612	1.8842
ضریب تغییرات CV	(%)	1.26	5.12	17.55	2.22	6.4	2.45	4.48

Y: سال، V: واریته، R: تکرار، A :ضد تعرق، F : کود زیستی

Y: Year, V: Cultivar, R: Replication, A: Anti-transpiration, F: Bio-Fertilizer

* و ** : به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ و ns عدم اختلاف معنیدار

*, ** Significant difference at 5% and 1% probability level, respectively and ns Non-significant difference

به‌نظر میرسد که تاثیر مثبت کود زیستی نیتروکسین در فراهمی نیتروژن سبب افزایش تقسیم سلولی در گیاه و افزایش فاصله میانگره در ساقه شده که در نهایت منجر به افزایش ارتفاع گیاه میگردد (Salmani Biary *et al.*, 2011). Board (۲۰۰۰) اظهار داشت که باکتری‌های موجود در کود زیستی نیتروکسین میتوانند ارتفاع بوته و قابلیت تولید را از طریق سنتز فیتوکروم‌ها، افزایش فراهمی مواد غذایی در یک محل، آسان کردن جذب مواد غذایی، کاهش سمیت فلزات سنگین در گیاهان، جلوگیری و القا مقاومت سیستماتیک با عوامل بیماریزا افزایش دهند.

تعداد سنبله در مترمربع

تعداد سنبله در متر مربع به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر اثرات ساده رقم، سال و ماده ضد تعرق و اثر متقابل ماده ضد تعرق × کود زیستی قرار گرفت (جدول ۲). مقایسهٔ میانگین اثر متقابل ماده ضد تعرق × کود زیستی نشان داد که کاربرد آترازین و کاربرد ازتوباکتر بیشترین تعداد سنبله در مترمربع (۶۷۰) را تولید کرد که از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با آزوسپیریلوم نداشت و عدم کاربرد ماده ضد تعرق × کود زیستی کمترین تعداد سنبله در متر مربع (۵۸۲) را نشان داد (جدول ۳). باقری و همکاران (*et al.*, Bagheri 2012). نیز در بررسی تاثیر محلول‌پاشی آترازین بر گلرنگ در شرایط دیم بهبود عملکرد و اجزاء عملکرد گلرنگ را گزارش کردند. ارقام گندم در شرایط مختلف با تغییر در تعداد پنجه و در نتیجه تعداد سنبله در مترمربع از قدرت جبران کنندگی یا انعطاف پذیری متفاوتی برخوردار هستند. کم آبی در طی فصل رشد گندم بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم مؤثر است و سبب کاهش صفت تعداد سنبله در متر مربع گندم شد که توسط محققین بسیاری Tavakoli، Rostaiee (۲۰۰۳) (۲۰۱۵)، Ghobadi *et al*. (۲۰۱۲) و Mohammadi *et al*. (۲۰۱۲) گزارش شده است. Rokhzadi , 2011 Toashih & گزارش دادند تلقیح بذور نخود با باکتری ازتوباکتر و سودوموناس موجب افزایش تعداد غلاف در بوته نخود شد. مصرف کودهای زیستی با تأمین بهتر عناصر غذایی و در کنار بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک،

شرایط را برای افزایش جذب این عناصر، بهبود تولید و عرضه مواد پرورده به دانه به عنوان اصلی‌ترین مخزن گیاه فراهم می‌آورد (Zare *et al.*, 2013).

جدول ۳. اثر متقابل واریته و کود زیستی و ماده ضد تعرق و کود زیستی بر ارتفاع گندم و تعداد سنبله در متر مربع

Table 3. Interaction effects of Cultivar and bio-fertilizer and anti-transpiration and bio-fertilizer on wheat height and spike number per m^2

Treatments تیمارها			Height (Cm)	Spike number per m^2
Cultivars رقم‌ها	Anti-transpirant	Bio-fertilizer		
Azar2		Control	112.92	-
		Azospirillum	114.95	-
		Azotobacter	111.90	-
Ohadi		Control	109.40	-
		Azospirillum	110.02	-
		Azotobacter	108.87	-
Baran		Control	95.02	-
		Azospirillum	94.90	-
		Azotobacter	95.10	-
LSD (0.05)			1.3665	
	Control	Control	110.10 ^{ab}	582.98 ^{d}
		Azospirillum	109.70 ^{c}	599.01 ^{c}
		Azotobacter	109.60 ^{c}	592.41 ^{cd}
	Atrazine	Control	110.80 ^{a}	660.51 ^{b}
		Azospirillum	109.90 ^{b}	667.37 ^{a}
		Azotobacter	110.30 ^{a}	670.30 ^{a}
LSD (0.05)			0.78	8.71

وزن هزاردانه

وزن هزاردانه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر اثرات ساده سال و رقم قرار گرفت (جدول ۲). میانگین وزن هزار دانه در سال اول ۳۴/۸ گرم و در سال دوم ۳۵/۳ گرم بود که تفاوت معنیداری با یکدیگر داشتند (جدول ۴). شرایط مناسب بارندگی برای رشد بیشتر را در سال دوم را میتوان عامل این برتری دانست. مقایسهٔ میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین (۳۵/۶ گرم) و کمترین (۳۴/۴ گرم) وزن هزار

دانه به ترتیب مربوط به رقم اوحدی و رقم آذر ۲ بود (جدول ۴).

جدول ۴. مقایسه میانگین اثرات سال و واریته بر وزن هزار دانه

Table 4. Mean comparison of effects of year and cultivar thousand kernel weight

	تیمارها Treatments	وزن هزار دانه Thousand kernel weight (g)
سال Year	2016-2017	34.8 [b]
	2017-2018	35.3 [a]
رقم Cultivar	Azar2	34.4 [c]
	Ohadi	35.6 [a]
	Baran	35.1 [b]
LSD (0.05)		0.172

تعداد دانه در سنبله

تعداد دانه در سنبله به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر اثرات ساده سال، رقم و ماده ضد تعرق و اثر متقابل دو گانه سال × رقم و اثر متقابل دو گانه ماده ضد تعرق × کود زیستی و اثر متقابل چهار گانه سال × رقم × ماده ضد تعرق × کود زیستی قرار گرفت (جدول ۲). مقایسهٔ میانگین اثر متقابل چهار گانه سال در رقم در ماده ضد تعرق در کود زیستی به‌روش برشده‌ی نشان داد که در سال اول بیشترین و کمترین تعداد دانه در سنبله (۳۱/۸ و ۱۷/۹۵ به ترتیب) مربوط به رقم اوحدی با کاربرد آترازین و ازتوباکتر و رقم آذر ۲ بدون کاربرد ماده ضد تعرق و کود زیستی بود (جدول ۵). در سال دوم رقم باران با کاربرد آترازین و بدون کاربرد کود زیستی بیشترین تعداد دانه در سنبله (۴۳/۵) را نشان داد که در همین تیمار تفاوت معنی‌داری با کاربرد ازتوباکتر نداشت و رقم آذر ۲ بدون کاربرد ماده ضد تعرق با کاربرد آزوسپریلیوم کمترین تعداد دانه در سنبله (۲۰/۷) را داشت که تفاوت آن با تیمار شاهد و کاربرد ازتوباکتر معنیدار نبود (جدول ۶). تعداد دانه در سنبله گندم در ارقام مختلف گندم متفاوت میباشد و عامل تنش خشکی روی این صفت مؤثر است. دلیل تفاوت در تعداد دانه در میان ژنوتیپهای گندم میتواند ناشی از واکنششان به تنش باشد که با اظهارات Boyer & Westgate (۲۰۰۴) و Jabereldar *et al* (۲۰۱۷). مطابقت دارد که ابراز داشتند کاهش در عملکرد دانه و تشکیل دانه در غلات دانه ریز تحت تنش خشکی، عمدتاً ناشی سقط جنین یا ناباروری دانه گرده است. کاربرد مواد ضدتعرق یک ابزار نویدبخش برای تنظیم تعرق در حفظ آب گیاه در حد مطلوب است (Del Amor *et al.*, 2010). Azimzadeh & Azimzadeh (2013). افزایش تعداد دانه در بوته کلزا را در اثر تلقیح با کود زیستی نیتروکسین گزارش دادند. وقوع تنش خشکی در مرحله پنجه‌زنی، سبب کاهش معنی‌دار تعداد سنبله‌ها در واحد سطح، گلدهی زود هنگام، کاهش ارتفاع بوته بر اثر کاهش طول میان‌گره‌ها، کاهش تعداد دانه در سنبله و در

نهایت کاهش عملکرد دانه میشود (Safarian & Abdolshahi, 2014).

جدول ۵. مقایسه میانگین اثر متقابل سه گانه رقم در ماده ضد تعرق در کود زیستی بر صفات تعداد دانه در سنبله عملکرد دانه عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت گندم بهروش برشدهی در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵

Table 5. Mean comparison of interaction effect if Cultivar, anti- transpiration and bio-fertilizer on grain number per spike, grain yield, biological yield and harvest index in 2016-2017.

Treatment تیمار			تعداد دانه در سنبله Grain number per spike	عملکرد دانه Grain yield (Kg/ha)	عملکرد بیولوژیک Biological yield (Kg/ha)	شاخص برداشت Harvest Index (%)
Cultivar رقم	Anti-transpirant	Bio-fertilizer				
آذر ۲ Azar2	Control	Control	17.95	2080.2	7000.2	28.60
		Azospirillum	25.85	2232.7	7232.6	30.85
		Azotobacter	18.32	2000.2	7000.1	29.72
	Atrazine	Control	30.42	2367.7	7367.7	32.12
		Azospirillum	25.32	2210.2	7210.2	30.67
		Azotobacter	30.22	2375.1	7375.1	32.17
اوحدی Ohadi	Control	Control	21.77	2112.7	7112.6	29.67
		Azospirillum	23.0	2142.7	7142.7	30.00
		Azotobacter	20.15	2052.7	7052.7	29.12
	Atrazine	Control	28.17	2300.2	7300.2	31.45
		Azospirillum	26.95	2270.2	7270.1	31.22
		Azotobacter	31.8	2420.1	7595.1	31.82
باران Baran	Control	Control	23.52	2165.2	7165.1	30.20
		Azospirillum	21.97	2105.3	7105.2	29.62
		Azotobacter	22.57	2127.7	7127.7	29.82
	Atrazine	Control	24.87	2210.2	7210.1	30.60
		Azospirillum	28.7	2322.7	7322.6	31.72
		Azotobacter	28.17	2300.2	7300.2	31.50
LSD (0.05)			7.64	230.43	287.99	2.12

جدول ۶. مقایسه میانگین اثر متقابل سه گانه رقم در ماده ضد تعرق در کود زیستی بر صفات تعداد دانه در سنبله عملکرد دانه عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت گندم بهروش برشدهی در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶

Table 6. Mean comparison of interaction effect if Cultivar, anti- transpiration and bio-fertilizer on grain number per spike, grain yield, biological yield and harvest index in 2017-2018.

Treatment			تعداد دانه در سنبله Grain number per	عملکرد دانه Grain yield (Kg/ha)	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest Index
Cultivar	Anti-transpirant	Bio-fertilizer				

			spike		(Kg/ha)	(%)
Azar2	Control	Control	22.35	2127.68	7127.7	29.82
		Azospirillum	20.7	2082.68	7082.6	29.42
		Azotobacter	21.7	2112.68	7112.7	29.70
	Atrazine	Control	27.65	2277.73	7277.7	31.25
		Azospirillum	29.27	2337.65	7337.6	31.85
		Azotobacter	27.27	2277.7	7277.7	31.30
Ohadi	Control	Control	27.27	2277.68	7802.6	29.27
		Azospirillum	33.4	2472.63	8172.6	30.25
		Azotobacter	30.1	2360.18	8060.2	29.3
	Atrazine	Control	40.9	2675.23	8375.2	31.92
		Azospirillum	36.92	2562.7	8262.7	31.02
		Azotobacter	38.2	2607.63	8307.6	31.37
Baran	Control	Control	28.25	2300.2	8000.2	28.80
		Azospirillum	34.9	2495.23	8195.2	30.45
		Azotobacter	27.95	2300.15	8000.1	28.90
	Atrazine	Control	43.52	2765.18	8465.1	32.05
		Azospirillum	35.17	2510.18	8210.2	30.57
		Azotobacter	40.95	2690.13	8390.1	32.67
LSD (0.05)			5.61	161.83	206.45	1.51

عملکرد دانه

عملکرد دانه گندم برایند اجزاء عملکرد میباشد. عملکرد دانه بهطور معنیداری تحت تأثیر اثرات ساده سال، رقم و ماده ضد تعرق و اثر متقابل دو گانه سال × رقم و ماده ضد تعرق × کود زیستی و اثر متقابل چهار گانه سال × رقم × ماده ضد تعرق × کود زیستی قرار گرفت (جدول ۲). مقایسهٔ میانگین اثر متقابل چهار گانه به‌روش برشدهی نشان داد که در سال اول رقم اوحدی با کاربرد آترازین و کاربرد ازتوباکتر بیشترین عملکرد دانه (۲۴۲۰ کیلوگرم در هکتار) را نشان داد که البته با ارقام آذر ۲ و باران تفاوت معنیداری نداشت. رقم آذر ۲ بدون کاربرد ماده ضد تعرق و با کاربرد ازتوباکتر کمترین عملکرد دانه (۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار) را داشت که تفاوت آن با آزوسپریلیوم و عدم کاربرد کود زیستی معنیدار نبود (جدول ۵). در سال دوم رقم باران با کاربرد آترازین و بدون کاربرد کود زیستی بیشترین عملکرد دانه (۲۷۶۵ کیلوگرم در هکتار) را تولید کرد که در همین تیمار با رقم اوحدی تفاوت معنیداری نداشت و رقم آذر ۲ بدون کاربرد آترازین و با کاربرد آزوسپریلیوم کمترین عملکرد دانه (۲۰۸۳کیلوگرم در هکتار) را داشت (جدول ۶). باکتریهای جنس ازتوباکتر هورمونهای اکسین، سیتوکنین و جیبرلین را سنتز میکنند

و این مواد محرک رشد، مواد اصلی تنظیم و افزایش رشد و عملکرد دانه در گیاهان میباشند (Ahmad *et al.*, 2004). به نظر میرسد باکتری‌های محرک رشد به دلیل افزایش توسعه ریشه در گیاهان سبب افزایش جذب مواد غذایی در گیاه میشوند که این امر موجب افزایش تولید مواد فتوسنتزی در گیاه و نهایتا سبب افزایش عملکرد و تولید عملکرد دانه بالاتر میشود (Vaez *et al.*, 2016). (Bagheri *et al.*, 2012). افزایش فتوسنتز و عملکرد دانه در بوته گلرنگ با استفاده از ماده ضد تعرق آترازین را گزارش نمودند.

عملکرد بیولوژیک

عملکرد بیولوژیک نیز به‌طور معنیداری تحت تأثیر اثرات ساده سال، رقم و ماده ضد تعرق و اثر متقابل دو گانه سال × رقم و ماده ضد تعرق × کود زیستی و اثر متقابل چهار گانه سال × رقم × ماده ضد تعرق × کود زیستی قرار گرفت (جدول۲). مقایسهٔ میانگین اثر متقابل چهار گانه بهروش برشدهی نشان داد که در سال اول رقم اوحدی با کاربرد آترازین و کاربرد ازتوباکتر بیشترین عملکرد بیولوژیک (۷۵۹۵ کیلوگرم در هکتار) و رقم آذر ۲ بدون کاربرد آترازین و کود زیستی کمترین عملکرد بیولوژیک (۷۰۰۰ کیلوگرم در هکتار) را داشت (جدول ۵). در سال دوم رقم باران با کاربرد آترازین و بدون کاربرد کود زیستی بیشترین عملکرد بیولوژیک (۸۴۶۵ کیلوگرم در هکتار) و رقم آذر ۲ بدون کاربرد ماده ضد تعرق با کاربرد آزوسپریلیوم کمترین عملکرد بیولوژیک (۷۰۸۳ کیلوگرم در هکتار) را داشت گرچه تفاوت آن با کاربرد ازتوباکتر معنیدار نبود (جدول ۶). Mohsen Nia & Jalilian (2012) افزایش عملکرد بیولوژیک آفتابگردان را در اثر تلقیح با کود زیستی ازتوباکتر گزارش دادند (2007). Abdul-Jaleel *et al.* اظهار داشتند که باکتری‌های موجود در کود زیستی ازتوباکتر از طریق کمک به جذب نیتروژن و سنتز آنزیم هایی که مقدار اتیلن در گیاه را تنظیم میکنند و با در اختیار قرار دادن نیتروژن و فسفر در گیاه به توسعه بهتر ریشه، تحریک رشد گیاه و افزایش انباشت ماده خشک و عملکرد بیولوژیک کمک می‌کنند.

شاخص برداشت

شاخص برداشت که سهم عملکرد دانه از عملکرد بیولوژیک می‌باشد، بهطور معنیداری تحت تأثیر اثر ساده ماده ضد تعرق و اثر متقابل دو گانه ماده ضد تعرق × کود زیستی و اثر متقابل چهار گانه سال × رقم × ماده ضد تعرق × کود زیستی قرار گرفت (جدول ۲). مقایسهٔ میانگین اثر متقابل چهار گانه به‌روش برشدهی نشان داد که در سال اول رقم آذر ۲ با کاربرد آترازین و کاربرد ازتوباکتر بیشترین شاخص برداشت (۳۲/۲ درصد)را تولید کرد که با عدم کابرد کود زیستی تفاوت معنیداری نداشت و رقم آذر ۲ بدون کاربرد ماده ضد تعرق و کود زیستی کمترین شاخص برداشت (۲۸/۶ درصد) را داشت که تفاوت آن با کاربرد ازتوباکتر معنیدار نبود (جدول ۵). در سال دوم رقم باران با کاربرد آترازین و ازتوباکتر بیشترین شاخص برداشت (۳۲/۶۷۵ درصد) را تولید کرد و رقم باران بدون کاربرد ماده ضد تعرق و کود زیستی کمترین شاخص برداشت (۲۸/۸ درصد) را داشت تفاوت آن با

کاربرد ازتوباکتر معنی‌دار نبود (جدول ۶). کاهش شاخص برداشت گندم در تنش خشکی گزارش شده است. محمدی و همکاران (Mohammadi *et al.*, 2012) کاهش در ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه گندم و در نهایت کاهش شاخص برداشت ناشی از تنش خشکی را مشاهده نمودند. Tarang و همکاران (2013) در بررسی تاثیر کود زیستی نیتروکسین در ذرت گزارش دادند استفاده از این کود موجب افزایش شاخص برداشت ذرت شد. با توجه با این که اکثر خاک‌های کشور به دلیل کشت و کار و تخلیه مداوم عناصر غذایی از نظر مواد غذایی فقیر شده و تعادل عناصر غذایی آنها به هم خورده و از باروری آنها کاسته شده است و همین امر سبب شده است تا مصرف محرکهای رشدی از قبیل نیتروکسین که نیتروژن مورد نیاز را تأمین و همچنین فراهمی سایر عناصر غذایی را بیشتر میکنند، تأثیر مثبت بر افزایش عملکرد و به دنبال آن افزایش شاخص برداشت گندم داشته باشد (Vaez *et al.*, 2016).

پروتئین دانه

میزان پروتئین دانه به‌طور معنیداری تحت تأثیر اثرات ساده ماده ضد تعرق و کود زیستی قرار گرفت (جدول ۷). مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد که بیشترین میزان پروتئین دانه (۱۳/۵ درصد) با کاربرد آترازین و کمترین آن (۱۲/۲ درصد) با عدم کاربرد آترازین حاصل شد. در میان سطوح کود زیستی، بیشترین میزان پروتئین دانه (۱۳/۲ درصد) از کاربرد ازتوباکتر حاصل شد که تفاوت معنی‌دار با کاربرد آزوسپریلیوم نداشت (جدول ۸). Tale, 2011 & Haddad بیان کردند که غلظت پروتئین‌های محلول برگ در اثر تنش خشکی در رقم گندم پیشتاز به طور معنی‌داری کاهش یافت.

کاهش قابل ملاحظه غلظت پروتئین در شرایط تنش شدید میتواند به کاهش زیر واحدهای روبیسکو و افزایش در اکسیداسیون پروتئین مرتبط باشد (Tahkokorpi , 2010). افزایش پروتئین دانه ناشی از کاربرد مواد ضدتعرق در لوبیا نیز گزارش شده است (, Yigitarslan,2010). Tarang *et al.*, 2013 در بررسی تاثیر کود زیستی نیتروکسین در ذرت گزارش دادند استفاده از این کود موجب افزایش درصد پروتئین دانه ذرت شد. کاهش پتانسیل آب در برگها، موجب کاهش قابل توجهی در پلی ریبوزومها و مونوریبوزومها میشود که این امر، بیانگر کاهش سنتز پروتئینها می‌باشد. همچنین رادیکالهای آزاد اکسیژن، میل ترکیبی بالایی با پروتئینها دارند و سبب اکسید شدن آن‌ها می‌شوند (*et al.*, 2008 Popova) می‌توان گفت که مواد ضد تعرق، موجب افزایش فعالیتهای آنتی‌اکسیدانت و همچنین جلوگیری از تخریب پروتئینها و در نتیجه افزایش میزان پروتئین میشوند.

جدول ۷. نتایج تجزیه واریانس صفات بیوشیمیایی گندم

Table 7. Analysis of variance of wheat biochemical traits

S.O.D	Degree of Freedom	پروتئین دانه Grain protein	پرولین ساقه Shoot proline	آزوسپریلیوم Shoot Polyphenoloxidase	پروکسیداز Shoot Proxidase	کاتالایز ساقه Shoot Catalase
Replication	3	0.107407 $^{n.s}$	0.027774 $^{n.s}$	3.215507 $^{n.s}$	13.33237 $^{n.s}$	7.902335 n.s
Cultivar	2	0.133889 $^{n.s}$	0.652**	28.27968 $^{n.s}$	39.16041 $^{n.s}$	29.08554 n.s
Error 1	6	0.032407	0.025653	37.78838	39.93015	11.09527
Anti-transpirant	1	30.1432**	21.31**	1554.31**	1361.22**	595.41*
Bio-fertilizer	2	5.691**	6.261**	1885.222**	1441.908**	14.79722 n.s
V*A	2	0.268889 $^{n.s}$	0.09828 $^{n.s}$	7.594513 $^{n.s}$	6.916163 $^{n.s}$	5.486954 n.s
V*F	4	0.182847 $^{n.s}$	0.055037 $^{n.s}$	44.0653 $^{n.s}$	70.85515 $^{n.s}$	6.679326 n.s
A*F	2	0.650 $^{n.s}$	0.446**	47.44482 $^{n.s}$	92.92502 $^{n.s}$	19.96158 n.s
V*A*F	4	0.142847 $^{n.s}$	0.009744 $^{n.s}$	42.91165 $^{n.s}$	44.84508 $^{n.s}$	0.854533 n.s
Error 2	45	0.101407	0.044729	36.31879	49.86514	16.25791
(%) CV	-	2.46	3.29	1.32	5.05	10.2

* و ** : به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ و $^{n.s}$ عدم اختلاف معنیدار

*, ** Significant difference at 5% and 1% probability level, respectively and $^{n.s}$ Non-significant difference

جدول ۸. مقایسه میانگین اثرات رقم، ماده ضد تعرق و کود زیستی بر صفات بیوشیمیایی گندم

Table 8. Mean comparison of effect of Cultivar, anti-transpiration and bio-fertilizer on wheat biochemical traits.

Treatments		Grain protein	Shoot proline mg/g FW	Shoot Polyphenoloxidase µg protein/min	Shoot Proxidase µg protein/min	Shoot Catalase µg protein/min
Cultivar	Azar 2	-	6.232 ^{b}	-	-	-
	Ohadi	-	6.485 ^{a}	-	-	-
	Baran	-	6.541 ^{a}	-	-	-
LSD (0.05)			0.123			
Anti-transpirant	Control	12.2 ^{b}	-	57.8 ^{a}	144.0 ^{a}	43.1 ^{a}
	Atrazine	13.5 ^{a}	-	48.5 ^{b}	135.3 ^{b}	37.4 ^{b}
Bio-fertilizer	Control	12.3 ^{b}	7.002 ^{a}	63.28 ^{a}	148.49 ^{a}	-
	Azospirillum	13.1 ^{a}	6.211 ^{b}	49.81 ^{b}	136.98 ^{b}	-
	Azotobacter	13.2 ^{a}	6.046 ^{c}	46.56 ^{b}	133.74 ^{b}	-
LSD (0.05)		0.185	0.123	3.503	4.105	

پرولین اندام هوایی

میزان پرولین اندام هوائی بهطور معنیداری تحت تأثیر اثرات ساده رقم، ماده ضد تعرق و کود زیستی و اثر متقابل دو گانه ماده ضد تعرق × کود زیستی قرار گرفت (جدول ۷). مقایسهٔ میانگینها نشان داد که در میان ارقام، بیشترین میزان پرولین اندام هوائی از رقم باران (۶/۵۴ میلیگرم بر گرم وزن تازه) و کمترین آن از رقم آذر۲ (۶/۲۳ میلیگرم بر گرم وزن تازه)بدست آمد (جدول ۸). مقایسهٔ میانگین اثر متقابل دو گانه ماده ضد تعرق × کود زیستی نشان داد که تیمار عدم کاربرد ماده ضد تعرق و کود زیستی بیشترین میزان پرولین اندام هوائی (۷/۶۹ میلیگرم بر گرم وزن تازه) و کاربرد آترازین و ازتوباکتر کمترین میزان پرولین اندام هوائی (۵/۵۲ میلیگرم بر گرم وزن تازه) را داشت (جدول ۹). گیاهان در هنگام تنش خشکی با تغییراتی که در برخی از خصوصیات فیزیولوژیکی خود ایجاد میکنند به تنشهای محیطی پاسخ میدهند که یکی از این پاسخها تجمع پرولین میباشد و یکی از علل آن اثر تنظیمی آبسیزیک اسید بر فرایندهای نوری در متابولیسم پرولین است (Nouri-Ganbalani *et al., 2009*). پرولین یک ترکیب اسمزی ذخیره شده در سیتوپلاسم است که احتمالا در حفاظت از ساختمان ماکرومولکولها نقش دارد. انباشتگی پرولین از مهمترین سازوکارهایی است که بهخصوص در گونهها و ژنوتیپهای متحمل بیشتر از حساس ها مشاهده میشود (*et al.,* Sharma 2011). گیاه با تجمع پرولین، پلیآمین، ترهالوز، افزایش فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز، افزایش ذخیرهسازی کربوهیدراتها و پروتئینسازی میتواند در برابر تنش ایجاد شده مقاومت کند (Hong*et al.,* 2000). پرولین احتمالاً رایجترین و گستردهترین اسمولیتی است که در بسیاری از گیاهان به عنوان پاسخ طبیعی و ذاتی گیاه به تنش های اسمزی و خشکی تولید میشود (*et al.,* Miller .2002).

جدول ۹. مقایسه میانگین اثر متقابل ماده ضد تعرق در کود زیستی بر میزان پرولین اندام هوایی گندم

Table 9. Mean comparison of interaction effect of anti-transpiration and bio-fertilizer on shoot proline of wheat.

Treatment		Shoot proline mg/g FW
Anti-transpirant	Bio-fertilizer	
Control	Control	7.6919 [a]
	Azospirillum	6.6297 [b]
	Azotobacter	6.5715 [b]
Atrazine	Control	6.31308 [c]
	Azospirillum	5.79333 [d]
	Azotobacter	5.52142 [e]
LSD (0.05)		0.1881

آنزیم پلی‌فنل اکسیداز اندام هوایی

آنزیم پلی‌فنل اکسیداز اندام هوائی به‌طور معنیداری تحت تأثیر اثرات ساده ماده ضد تعرق و کود زیستی قرار گرفت (جدول ۷). مقایسهٔ میانگینها نشان داد که در میان سطوح ماده ضد تعرق، بیشترین میزان پلیفنل اکسیداز اندام هوائی از عدم کاربرد آترازین با میانگین ۵۷/۸ میکرومول بر دقیقه در میلیگرم پروتئین و کمترین آن از کاربرد آترازین با میانگین ۴۸/۵ میکرومول بر دقیقه در میلیگرم پروتئین حاصل شد. در میان سطوح کود زیستی، بیشترین میزان پلیفنل اکسیداز اندام هوائی از عدم کاربرد کود زیستی با میانگین ۶۳ میکرومول بر دقیقه در میلیگرم پروتئین و کمترین آن از کاربرد نیتروکسین با میانگین ۴۷ میکرومول بر دقیقه در میلیگرم پروتئین بدست آمد (جدول ۸).

آنزیم پراکسیداز اندام هوایی

آنزیم پراکسیداز اندام هوائی به‌طور معنیداری تحت تأثیر اثرات ساده ماده ضد تعرق و کود زیستی قرار گرفت (جدول ۷). مقایسهٔ میانگینها نشان داد که بیشترین میزان پراکسیداز اندام هوائی از عدم کاربرد آترازین با میانگین ۱۴۴ میکرومول بر دقیقه در میلیگرم پروتئین و کمترین آن از کاربرد آترازین با میانگین ۱۳۵ میکرومول بر دقیقه در میلیگرم پروتئین حاصل شد. در میان سطوح کود زیستی، بیشترین میزان پراکسیداز اندام هوائی از عدم کاربرد کود زیستی با میانگین ۱۴۸ میکروگرم پروتئین بر دقیقه و کمترین آن از کاربرد ازتوباکتر با میانگین ۱۳۴ میکرومول بر دقیقه در میلیگرم پروتئین بدست آمد (جدول ۸). ارتباط قوی بین تنشهای اکسیداتیو که به دلیل تنشهای محیطی ایجاد شده و افزایش در غلظت آنزیمهای آنتی اکسیدان در گیاهان فتوسنتز کننده وجود دارد. دو آنزیم پراکسیداز و کاتالاز به دو شکل متفاوت انواع گونههای اکسیژن فعال را غیرفعال میکنند (*et al.*, Azadfar ,2004) و ضمن بهبود پایداری غشاء به رشد گیاه در تنش کمک میکنند (Sairam *et al.*, 2005). افزایش فعالیت آنزیمهای آنتیاکسیدان در گلرنگ بهاره تحت تأثیر مصرف بالای کود فسفر در تیمار عدم به کارگیری کود زیستی در شرایط تنش رویشی و زایشی توسط Hashmi *et al.*,2017 گزارش شده است.

آنزیم کاتالاز اندام هوایی

آنزیم کاتالاز اندام هوائی به‌طور معنی‌داری تنها تحت تأثیر اثر ماده ضد تعرق قرار گرفت (جدول ۷). مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد که بیشترین میزان کاتالاز اندام هوائی از عدم کاربرد آترازین با میانگین ۴۳ میکرومول بر دقیقه در میلیگرم پروتئین و کمترین آن از کاربرد آترازین با میانگین ۳۷ میکرومول بر دقیقه در میلی‌گرم پروتئین حاصل شد (جدول ۸).

نتیجه‌گیری

کاربرد ماده ضد تعرق و کود زیستی توانست صفات مورد بررسی در این تحقیق را بهبود بخشد. در سال اول و دوم بهترتیب ارقام اوحدی و باران با کاربرد آترازین و ازتوباکتر بیشترین شاخص برداشت و بدون کاربرد ماده ضد تعرق و کود زیستی کمترین شاخص برداشت را داشتند. آترازین با نیم‌هبسته نگه‌داشتن روزنه‌ها، موجب کاهش تعرق و

کمک به حفظ محتوی آبی گیاه تحت شرایط تنش خشکی شده و کاربرد آن میتواند به افزایش تولید دیم کمک نماید. بیشترین میزان پروتئین دانه با کاربرد ازتوباکتر حاصل شد که تفاوت معنیدار با کاربرد آزوسپریلیوم نداشت. میزان فعالیت آنزیمهای آنتیاکسیدانت با کاربرد ماده ضد تعرق آترازین کاهش یافت. به این ترتیب در شرایط آب و هوایی استان لرستان کشت ارقام آذر ۲ و باران همراه با کاربرد آترازین و کود زیستی پیشنهاد میگردد.

References

Abdul-Jaleel, C., Manivannan, P., Sankar, B., Kishorekumar, A., Gopi, R., Somasundaram, R. & Panneerselvam, R2007. Pseudomonas fluorescens enhances biomass yield and ajmalicine production in Catharanthus roseus under water deficit stress. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 1(60): 7-11. doi.org/10.1016/j.colsurfb.2007.05.012

Abdullah, A., Mohammed Azize, M., Siddique, K. & Flower, K. (2015). Film antitranspirants increase yield in drought stressed wheat plants by maintaining high grain number. Journal of Agricultural Water management, 159, 11-18. doi.org/10.1016/j.agwat.2015.05.018

Ahmad, F., Ahmad, I. & Khan, M. S. (2004). Indole acetic acid production by the indigenous isolates of Azotobacter and Fluorescent Pseudomonas in the presence and absence of tryptophan. Turkish Journal of Biology, 29, 29-34.

Andersen, M.N., Heidman, T. and Plauborg, F. (1996) The effects of drought and nitrogen on light interception, growth and yield of winter oilseed rape. Soil and Plant Science, 46, 55-67.

Arzanesh, M. H., Alikhani, H. A., Khavazi, K., Rahimian, H. A & Miransari, M. (2011). Wheat (Triticum aestivum L.) growth enhancement by Azospirillum sp. under drought stress. World Journal of Microbial Biotechnology, 27, 197–205.

Azadfar, D., Korouri, A. A., Haddachi, G., Sakbarynia, M. & Galali, G. A. (2004). Study of peroxidase and alpha-amylase activities in different growth stages beech (Fagus orientalis LIPSKY). Pajouhesh va Sazandegi, 17, 25-31 (In Persian).

Azimzadeh, S. M. & Azimzadeh, S. J. (2013). Effect of Nitroxin biofertilizer and Nitrogen chemical fertilizer on yield and yield components of Rapeseed (Brassica napus L.). International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 6(18), 1284-1291.

Bagheri, H., Andalibi, B., Azimi, M. R., Mogadam, E. Z. & Soleiman, J. (2012). Safflower (Carthamus tinctorius CV. Sina) oil and seed important in rainfed by Atrazin foliar application. Annals of Biological Research, 3, 1202-1209.

Bates, L.S., Waldren, R. P. & Teare, I. D. (1973). Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and soil, 39, 205-208.

Boyer, J. & Westgate, M. (2004). Grain yields with limited water. Journal of Experimental Botany, 55, 2385–2394.

Board, J. (2000). Light interception efficiency and light low plant population. Crop Science, 40, 1285- 1294.

Del Amor, F. M., Cuadra-Crespo, P., Walker, D. J., Camara, J. M. & Madrid, R. (2010). Effect of foliar application of anti-transpirant on photosynthesis and water relations of

pepper plants under different levels of CO2 and water stress. Plant Physiology, 167, 1232-1238. doi.org/10.1016/j.jplph.2010.04.010

Eising R., & Gerhardt, B. (1989). Catalase synthesis and turnover during peroxisome transition in the cotyledons of Helianthus annuus L. Plant Physiology. 89, 1000-1005.

Entz, M. H. & D. B. Fowler. (1990). Differential agronomic responses of winter wheat cultivars to preanthesis

environmental stress. Crop Science. 30, 1119-1123.

Feiziasl, V., Jafarzadeh J., Pala, M. & Mosavi, S. B. (2009). Determination of critical levels of micronutrients by plant response column order procedure for dryland wheat (T. aestivum L.) in northwest of Iran. International Journal of Soil Science, 4, 14-26.

Ghobadi, M. E., Felehkari, H., Mohammadi, G. R. & Jalali Honarmand, S. (2012). The effects of supplemental irrigation and N-applications on yield and yield component in two wheat cultivars in Kermanshah condition. Annals of Biological Research, 3 (5), 2127-2133.

Hong, Z., Lakkineni, K., Zhang, Z. & Verma, D. S. (2000). Removal of feedback inhibition of Δ1-pyrroline-5- carboxylate synthetase results in increased proline accumulation and protection of plants from osmotic stress. Plant Physiology, 122, 1129-1136.

Jabereldar, A. A., El Naim, A. M., Abdalla, A. A. & Dagash, Y. M. (2017). Effect of Water Stress on Yield and Water Use Efficiency of Sorghum (Sorghum bicolor L. Moench) in Semi-Arid Environment. International Journal of Agriculture and Forestry, 7(1), 1-6.

Javan, M. Tajbakhsh, M. & Abdollahi, B. (2010). The effect of some antiperspirants on plant traits, yield and yield components in soybean (Glycine max L.) under limited irrigation. Urmia University. Journal of Applied Life Sciences, 70-74.

Hashmi, S., Amini Dehaghi, A. & Fathi Amirkhiz, K. (2017). Effects of biological and chemical phosphorous fertilizer on grain yield, oil seed and fatty acids of Spring Safflower in water deficit conditions. Iranian Journal of Field Crop Science, 48 (1), 159-169. 10.22059/ijfcs.2017.135975.653977

Karimi, N., Zarea, M.J. & Mehnaz S. (2018). Endophytic Azospirillum for enhancement of growth and yield of wheat. Environmental Sustainability, 1(2): 149-158.

Kizilkaya, R. (2008). Yield response and nitrogen concentrations of spring wheat (Triticum aestivum) inoculated with Azotobacter Chroococcum strains. Ecological Engineering, 33, 50-156. doi.org/10.1016/j.ecoleng.2008.02.011

Mac-Adam J. W., Nelson C. J., & Sharp R. E. (1992). Peroxidase activity in the leaf elongation zone of tall fescue I. spatial distribution of ionically bound peroxidase activity in genotypes differing in length of the elongation zone. Plant Physiology, 99(3), 872-878.

Malakouti, M. J., Ghaderi, J., Majidi, A. & Bybordi, A. (2005). Balanced fertilization on the rainfed regions of Iran. Pp. 412-425. IN: M. H. Banaei, A. Moameni, M. Bybordi and M. J. Malakouti (Eds.). Soils of Iran: New achievements in perception, management, and use. Soil and Water Research Iinstitute. Ministry of Jihad-e-Agriculture

Miller, P.R., McConkey, G., Clayton, G.W., Brandt, S.A., Staricka, A.J., Johnston, A.M., Ayfond, G.P., Schatz, B.G., Baltensperger, L.D., & Neill, K.E. (2002). Pulse crop adaptation in the northern Great Plains. Agronomy Journal, 94, 261-272.

Misra, A. & Sricastava. N. K. (2005). Influence of water stress on Japense mint. Plant physiology, 57, 136-143.

Mohsen Nia, O. & Jalilian, J. (2012). Effects of drought stress and fertilizer sources on yield and yield components of safflower (Carthamus tinctorius L.). Journal of Agroecology, 4(3), 235-245.

Mohammadi, M. P., Sharifi, R., Karimizadeh, M. & Shefazadeh, K. (2012). Relationships between Grain Yield and Yield Components in Bread Wheat under Different Water Availability (Dryland and Supplemental Irrigation Conditions). Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 40(1), 195-200.

Monsef Afshar, R., Jamshidi, K., Rezaei, M., Yoosefi, A., PoorAkbar, L. (2020). Effect of antitranspirants on seed yield and photosynthetic properties of two wheat cultivars under drought stress. Iranian Journal of Field Crop Science 51, 149-161. doi.org/10.22059/ijfcs.2019.261109.654499

Nouri-Ganbalani, A., Nouri-Ganbalani, G. & Hassanpanah, D. (2009). Effect of drought stress condition on the yield and yield components of advanced wheat genotypes in Ardabil, Iran. Journal of Food, Agriculture & Environment, 7(3&4), 132-139.

Popova, L., Maslenkova, L., Yordanova, R., Krantev, A., Szalai, G. & Janda, T. (2008). Salicylic acid protects photosynthesis against cadmium toxicity in pea plants. General and Applied Plant Physiology, (Special issue) 34, 133–144.

Rahmani, H. A., Räsänen, L. A., Afshari, M. & Lindström, K. (2011). Genetic diversity and symbiotic effectiveness of Rhizobia isolated from root nodules of Phaseolus vulgaris L. grown in soils of Iran. Applied Soil Ecology, 48(3), 287-293. doi.org/10.1016/j.apsoil.2011.04.010

Raymond J., Rakariyatham N., & Azanza J. L. (1993). Purification and some properties of polyphenoloxidase from sunflower seeds. Phytochemistry, 34, 927–931.

Rokhzadi, A. & Toashih, V. (2011). Nutrient uptake and yield of chickpea (Cicer arietinum L.) inoculated with plant growth- promoting rhizobacteria. Australian Journal of Crop Science, 5, 44-48.

Rostaie, M. (2015). Effect of supplementary irrigation on grain yield and some agronomic traits of bread wheat genotypes in Maragheh conditions of Iran. Seed and Plant, 1, 205-225 (In Persian).

Safarian, A. & Abdolshahi, R. (2014). Study the inheritance of water use efficiency in bread wheat under drought stress condition. Electronic Journal of Crop Production, 7, 181-199. (In Persian)

Sairam, R. K., Srivastava, G. C., Agarwal, SMeena, R. C. (2005). Differences in antioxidant activity in response to salinity stress in tolerant and susceptible wheat genotypes. Biological Plant, 49, 85–91.

Salmani Biary, E., Ajamnoruzi, H. & Taheri, Gh. (2011). Physiological response of wheat cultivars to nitrogen source. Journal on Plant Science Researches, 2, 67-72. doi.org/10.1016/S1671-2927(11)60154-5

Sarmadnia, G. H. & Koochaki, A. (1989). Physiological aspects of rainfed agriculture. (Translation) Mashhad University Jihad Publications.

Satish, P. (2016). Effects of long chain fatty alcohol on sugarcane var. co.740 and co. 8014. Cibtech Journal of Bio-Protocols, 5(1), 1-3.

Sharma S Villamor J.G. & Verslues P. E. (2011). Essential role of tissue-specific proline synthesis and catabolism in growth and redox balance at low water potential. Plant Physiology, 157, 292–304.

Sharma, A. K. (2004). Biofertilizers for sustainable agriculture. Agrobios India press.

Tahkokorpi, M. (2010). Anthocyanins under drought and drought-related stresses in blueberry (Vaccinium myrtillus L.). Acta Universitatis Ouluensis: A Scientiae Rerum Naturalium, 556, 1-46.

Tale, A. & Haddad, R. (2011). Study of silicon effects on antioxidant enzyme activities and osmotic adjustment of wheat under drought stress. Czech Journal of Genetics and Plant Breeding, 47, 17-27.

Tarang, E., Ramroudi, M., Galavi, M., Dahmardeh, M. & Mohajeri, F. (2013). Effects of Nitroxin bio-fertilizer with chemical fertilizer on yield and yield components of grain corn. Agricultural Science, 3 (5), 400-405.

Tavakoli, A. (2003). Effects of supplemental irrigation and nitrogen rates on yield and yield components of rainfed wheat cultivar Sabalan Seed and Plant, 19, 367-380 (In Persian).

Yigitarslan, U. (2010). Effect of kaolin application of yield, yield components and grain quality in dry bean (Phaseolus vulgaris L.). Master thesis. Graduate School of Natural and Applied Sciences. Department of Field Crops, Ankara, Turkey, 38 pages.

Weerasinghe, M., Kettlewell, P., Grove, I. & Hare, M. (2016). Evidence for improved pollen viability as the mechanism for film antitranspirant mitigation of drought damage to wheat yield. Journal of Crop and Pasture Science, 67(2), 137-146.

Vaez, A. Khorgamy, A. & Sayyahfar, M. (2016). The effect of nitroxin biofertilizer and foliar application of micronutrients time consumption on yield and yield components of new wheat cultivars under Khorramabad climatic conditions. Iranian Journal of Field Crops Research, 13, 797-809 (In Persian).

Vessey, K. (2003). Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. Plant and Soil, 255, 571-586.

Zare, A., Shahhosseini, R., Bahrami, H. A., Ghovahi, M. & Askary Kelestanie, A. R. (2013). Evaluation the effect of nitroxin and super absorbent on yield components of chickpea in dry Farm. International Journal of Agronomy and Plant Production, 4 (8), 2033-2038.

Zarea, M. J. (2017). Azospirillum and wheat production. Pp. 329-348. In: Kumar V, Kumar M and Sharma SH (eds). Probiotics in agroecosystem. Springer-Singapore.

Zarea, M. J. (2019). Applications of Beneficial Microbe in Arid and Semiarid Agroecosystem: IAA-Producing Bacteria. Pp. 105-118. In: Kumar V, Prasad R, Kumar M and Choudhary D (eds). Microbiome in Plant Health and Disease. Springer-Singapore.

Zaidi, A. & Khan, M. S. (2006). Co-inoculation effects of phosphate solubilizing microorganisms and Glomus fasciculatum on green gram Bradyrhizobium symbiosis. Turkish Journal of Agricultural Forest, 30, 223–230.

Karimi, N., Zarea, M.J. & Mehnaz S. (2018). Endophytic Azospirillum for enhancement of growth and yield of wheat. Environmental Sustainability, 1(2): 149-158. doi.org/10.1007/s42398-018-0014-2.