

## اثر ماده ضد تعرق و کودهای زیستی نیتروژنه بر ارقام گندم در شرایط دیم استان لرستان

### Effect of antiperspirant and nitrogen biofertilizers on wheat cultivars in rainfed conditions of Lorestan province

فرنام نصیری<sup>۱</sup>، مرجان دیانت<sup>۲\*</sup>، مسعود رقیعی<sup>۳</sup>، امین آزادی<sup>۴</sup>

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. (نگارنده مسئول)
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 آزاد اسلامی یادگار امام شهرری، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۰۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۰۶ - شناسانه برنمود رقیعی: 10.22092/aj.2024.355607.1560

#### چکیده

نصیری، ف.، دیانت، م.، رقیعی، م.، آزادی، ا.، اثر ماده ضد تعرق و کودهای زیستی نیتروژنه بر ارقام گندم در شرایط دیم استان لرستان. نشریه پژوهش های کاربردی زراعی دوره ۳۶- شماره ۱- پیاپی ۱۳۸ بهار ۱۴۰۲ صفحه: ۶۶-۹۷

به منظور بررسی واکنش ارقام گندم دیم به ماده ضد تعرق و کودهای زیستی، آزمایشی در منطقه معتدله سرد (کمالوند) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی بصورت اسپلیت-پلات فاکتوریل با چهار تکرار در دو سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ و ۹۷-۱۳۹۶ اجرا شد. عامل رقم گندم (آذر ۲، اوحدی و باران) در کرت اصلی، ماده ضد تعرق (عدم کاربرد و کاربرد آترازین) و کود زیستی نیتروژنی (عدم کاربرد، آزوسپریلیوم، ازتوباکتر) به صورت فاکتوریل در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. صفات زراعی و فتوسنتزی و عناصر غذایی ماکرو و میکرو، کربوهیدرات و پروتئین در دانه اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که در سال اول رقم اوحدی با کاربرد آترازین و ازتوباکتر بیشترین عملکرد دانه (۲۴۲۰ کیلوگرم در هکتار) و رقم آذر ۲ بدون کاربرد ماده ضد تعرق و با کاربرد ازتوباکتر کمترین عملکرد دانه (۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار) و در سال دوم رقم باران با کاربرد آترازین و بدون کاربرد کود زیستی بیشترین عملکرد دانه (۲۷۶۵ کیلوگرم در هکتار) و رقم آذر ۲ بدون کاربرد آترازین و با کاربرد آزوسپریلیوم کمترین عملکرد دانه با میانگین ۲۰۸۳ کیلوگرم در هکتار را داشتند. کاربرد آترازین و ازتوباکتر باعث افزایش معنی‌دار شاخص برداشت در دو سال شد. اوحدی با کاربرد آترازین و ازتوباکتر بیشترین میزان فسفر دانه (۰/۵۰ درصد) و رقم باران بدون کاربرد ماده ضد تعرق و کود زیستی کمترین میزان فسفر دانه (۰/۲۲ درصد) را داشت. بیشترین و کمترین میزان پروتئین دانه با میانگین ۱۳/۸ و ۱۱/۵ درصد به ترتیب با کاربرد آترازین و آزوسپریلیوم و عدم کاربرد ماده ضد تعرق و کود زیستی حاصل شد.

واژه های کلیدی: ازتوباکتر، آترازین، آهن، پتاسیم، گندم دیم، میزان پروتئین دانه

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: Ma\_dyanat@yahoo.com

تولید موفقیت آمیز گیاهان زراعی در مناطقی که دارای خشکی های مکرر و تنش کمبود آب هستند، با کاربرد روش های کاهنده مقدار تبخیر و تعرق، بهبود می یابد (Sheikha & Malki, 2011). یک روش محدود کردن از دست دادن آب در تولید گیاهان استفاده از مواد ضد تعرق است که باعث کاهش تعرق گیاه می شود (Latocha et al., 2009; Masoud, 2012; Abdel-Fattah, 2013). با توجه به مکانیزم عمل، مواد ضد تعرق را می توان به سه دسته تقسیم کرد. دسته اول شامل محصولاتتی است که روی سطح برگ مواد غیرقابل نفوذ نسبت به بخار تشکیل می دهند. دسته دوم شامل مواد ضد تعرق منعکس کننده است که بخشی از تابش خورشیدی در سطح بالایی برگ را بازتاب می دهد (مانند کائولین)، در حالی که دسته سوم شامل مواد ضد تعرقی هستند که سبب بسته شدن روزنه ها می شوند (Moftah & Al-Humaid, 2005a, 2005b). آترازین در غلظت بالا به عنوان علف کش و در غلظت پایین تر به عنوان ماده ی ضد تعرق استفاده می شود (Cantore & Albrizio, 2009). آترازین با بسته نگه داشتن روزنه ها موجب کاهش تعرق و فتوسنتز می گردد، اما با افزایش محتوای نسبی آب در برگ می تواند مسیر دوم انتشار دی اکسید کربن را که فاز مایع است، تسهیل و تسریع نموده و در نتیجه دی اکسید کربن بیشتری برای انجام فتوسنتز فراهم گردد (Bagheri et al., 2012). ساختار برگ به گونه ی است که این امکان را فراهم می آورد که دو فرآیند متضاد یعنی

گندم مهمترین گیاه زراعی جهان است که حدود دو میلیارد نفر از جمعیت جهان از آن تغذیه می کنند (Sharma et al., 2020). در ایران نیز گندم عمده ترین محصول زراعی است که به دو صورت آبی و دیم کشت می شود. براساس آمار موجود، سطح زیرکشت گندم به طور میانگین ۶ میلیون هکتار می باشد که از این مقدار ۳/۸ میلیون هکتار به اراضی دیم تخصیص داده شده است (Ministry of Agriculture-Jahad., 2016).

در استان لرستان سطح زیرکشت گندم دیم بیش از ۱۴۱ هزار هکتار و ارقام متداول در آن سرداری و آذر-۲ برای مناطق معتدل و سرد و کریم و کوهدشت برای مناطق گرم می باشند. در حال حاضر ۹ رقم گندم دیم در اقلیم سرد و ۷ رقم گندم دیم در اقلیم گرم معرفی شده است و لازم است با ترویج و نمایش پتانسیل آنها به کشاورزان، جایگاه و مکان یابی مناسبی برای ارقام معرفی شده با توجه به ویژگی های زراعی و خصوصیات آنها انجام گیرد (Anonymous, 2017). تنش خشکی و کمبود آب، به عنوان مهم ترین عوامل محدود کننده تولید محصولات زراعی در نظام های کشاورزی مناطق خشک و نیمه خشک می توانند موجب ایجاد آسیب هایی به گیاه، به ویژه در ارتباط با محتوی کلروفیل و کارتنوئیدها، افزایش پراکسیداسیون لیپیدها و پرولین شوند (Hayat et al., 2012). در ایران کمبود آب به دلیل بارندگی محدود، درجه حرارت بالا و تبخیر و تعرق زیاد مهم ترین عامل محدود کننده عملکرد گندم به شمار می رود

میکروبی هستند که حاوی، باکتری‌هایی از جنس‌های آروسپریلیوم، ازتوباکتر، سودموناس و ریزوبیوم می‌باشند که با مکانیسم‌های متعدد، موجب افزایش رشد و عملکرد گیاه می‌شوند (Basu, 2008) افزایش جمعیت ریزموجودات مفید می‌تواند مقاومت گیاه به تنش‌های مختلف محیطی مانند کمبود آب، عناصر غذایی و سمیت عناصر سنگین را کاهش دهد (Wu, 2005) کودهای زیستی به لحاظ تأثیر مناسب در افزایش عملکرد محصولات زراعی از جمله ذرت، گندم و جو، در حال حاضر جایگاه ویژه‌ای در دسته بندی انواع کودها دارند (Alizadeh & Aryana, 2010). قارچ‌های میکوریزا و باکتری‌های ازتوباکتر به عنوان کودهای زیستی به ویژه در خاک‌های معدنی فاقد هوموس و فقیر از نظر فسفر، نیتروژن و سایر عناصر غذایی، نقش مهمی در تغذیه گیاهان ایفا می‌کنند، به طوری که این قارچ‌ها می‌توانند فسفر غیرقابل جذب و غیرقابل دسترس را به صورت قابل جذب در دسترس گیاهان قرار داده و در افزایش تحمل گیاه به تنش خشکی اثر قابل ملاحظه‌ای داشته باشند (Cooper & Tinker, 2000). در زمینه استفاده از کودهای زیستی برای بهبود جذب عناصر و کاهش مصرف کودهای شیمیایی روی گیاهان زراعی از قبیل گندم، جو، سیب زمینی، چغندر قند، نیشکر و ذرت و کاهو تحقیقات متعددی انجام شده است (Rai et al., 2004 Kumar et al., 2001 Lin et al., 1983; Oda & Vanderleyden, 2000). تحریک رشد گیاهان توسط باکتری‌های ریزوسفری از طریق تثبیت نیتروژن اتمسفر،

به حداقل رساندن تلفات آبی برای جلوگیری از پسابیدگی سلول و در عین حال دسترسی به دی اکسیدکربن اتمسفری، به نحو متعادل تری انجام پذیرند. عدم رشد مطلوب گیاهان به خاطر کمبود رطوبت ناشی از عمل تعرق، عامل اصلی زیان اقتصادی و عدم موفقیت در تولید محصول در سراسر جهان است (Ibrahim & Selim, 2010).

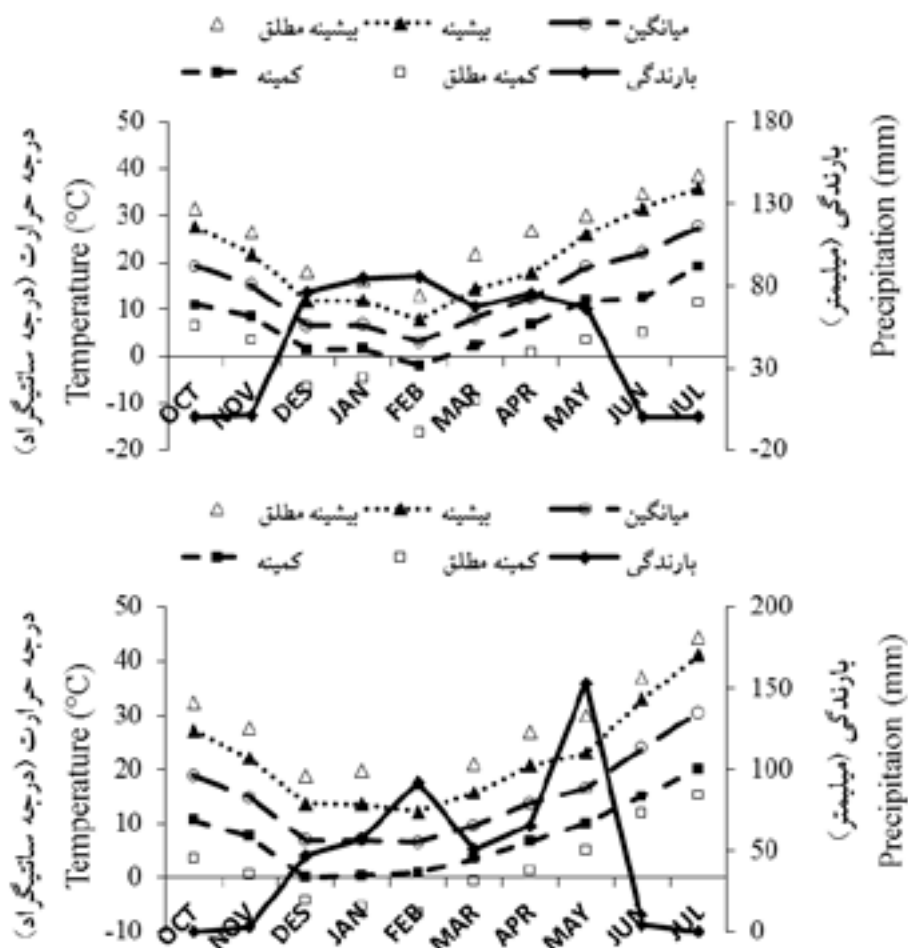
امروزه لزوم بهبود کیفیت و سلامت محصولات تولید شده در بخش‌های مختلف کشاورزی همراه با افزایش کارایی تولید موجب ترغیب این بخش به استفاده از مواد آلی همچون بقایای گیاهی و کودهای دامی به منظور کاهش مصرف کودهای شیمیایی در راستای نظام کشاورزی پایدار گردیده است (Tarango Rivero, 2009). کاربرد منابع و نهاده‌های 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 ویژه‌ای در افزایش تولید و حفظ کیفیت خاک برخوردار است (Sharma, 2004).

کودهای زیستی به عنوان یک رهیافت امید بخش در تغذیه گیاهی در کشاورزی پایدار مطرح گردیده است (Abad-El Fatha & Faheed, 2008). از معروف ترین کودهای زیستی می‌توان به مایه تلقیح حاوی ازتوباکتر اشاره نمود (AmirAbadi et al., 2009). انواع کودهای زیستی رایج شامل مایه‌های تلقیح

قابل توجهی افزایش داده است (Hasanudin, 2003). استفاده از میکروارگانسیم‌های مفید خاکری از جمله ریزوباکترهای محرک رشد گیاه از طریق تثبیت زیستی نیتروژن، افزایش حلالیت فسفر و پتاسیم، افزایش فراهمی زیستی عناصر معدنی خاک، مهار عوامل بیماری‌زا و همچنین تولید هورمون‌های تنظیم‌کننده رشد گیاه، عملکرد گیاهان زراعی را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Fatma et al., 2008). پاسخ گیاهان به تلقیح آزوسپریلوم و ازتوباکتر و کاربرد نیتروژن بیشتر به صورت افزایش وزن خشک گیاه، ازدیاد میزان نیتروژن دانه، افزایش پنجه‌ها و گل آذین‌های بارور و شمار سنبله‌ها، افزایش شمار دانه‌های هر سنبله و وزن هزار دانه، افزایش ارتفاع گیاه و طول برگ، تسریع در مراحل جوانه‌زنی و گل‌دهی گزارش شده است (Belimov et al., 2007).

بیشتر غلات تحت کشت با کمبود عناصر ریزمغذی مواجه هستند. کمبود این عناصر در خاک نه تنها موجب کاهش عملکرد گیاه می‌گردد بلکه از طریق کاهش غلظت این عناصر در مواد غذایی از جمله دانه گندم موجب کاهش جذب آن‌ها به وسیله انسان و دام شده که این امر باعث بروز بیماری‌های مختلف و در نتیجه پایین آمدن سطح بهداشت و سلامتی جامعه می‌گردد (Cakmak et al., 2010; Shi et al., 2012). پایین بودن غلظت عناصر معدنی نظیر گوگرد، کلسیم، منیزیوم، آهن، منگنز، روی و مس در مواد غذایی کشور از نظر تأثیر بر سلامت و تأمین مواد ریزمغذی مورد نیاز بدن مساله ساز می‌باشد و یکی از

افزایش قابلیت دسترسی عناصر غذایی در ناحیه ریزوسفر، افزایش سطح تماس ریشه، تولید تنظیم‌کننده‌های رشد و بهبود هم‌زیستی مفید با گیاه میزبان در مراحل مختلف رشد انجام می‌گیرد (Glick, 1995). امروزه مشخص شده است که سویه‌هایی از آزوسپریلوم که تولید مقادیر بیشتری از اکسین می‌کنند به مراتب تأثیر بالاتری بر مورفولوژی ریشه بر جای می‌گذارند. این باکتری‌های با افزایش تعداد و طول ریشه‌های فرعی و تارهای کشنده، در نهایت افزایش سطح جذب ریشه و افزایش جذب آب و عناصر غذایی توسط گیاه را به همراه دارند. افزایش عملکرد ناشی از همیاری آزوسپریلوم، افزایش محتوی نیتروژن، فسفر، پتاسیم و عناصر ریزمغذی مختلف در گیاهان عالی گزارش شده است (Glick, 2014). باکتری آزوسپریلوم می‌تواند از اثرات زیان بار تنش‌های زنده و غیر زنده در گیاه جلوگیری کند (Han & Lee, 2005). محققان در تحقیقی به منظور بررسی اثر کنترل تنش خشکی در گندم با استفاده از باکتری‌های محرک رشد دریافتند که تلقیح باکتریایی به طور قابل ملاحظه‌ای میزان آسیب حاصل از تنش خشکی را در گیاه گندم کاهش داد (Kasim et al., 2013). در پژوهش دیگری اثر قارچ میکوریزا آربسکولار و باکتری ازتوباکتر به‌عنوان باکتری محرک رشد به همراه مواد آلی بر گیاه ذرت مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج این پژوهش نشان داد که تلقیح خاک با قارچ میکوریزا، ازتوباکتر و مواد آلی، قابلیت جذب نیتروژن و فسفر را به بالاترین حد خود رسانده و میزان محصول را در گیاه ذرت به مقدار



شکل ۱. میزان بارندگی و دما در ماه های مختلف در سال های زراعی ۱۳۹۵-۶ و ۱۳۹۶-۷ در منطقه کمالوند  
 fig 1. Precipitation and temperature in different months during the cropping seasons of 2016-17 and 2017-18 in Kamalvand region

دیم در شرایط دیم استان لرستان انجام شد.

### مواد و روش ها

این پژوهش در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ و ۹۷-۱۳۹۶ در منطقه کمالوند خرم آباد (ایستگاه تحقیقات کشاورزی) انجام گرفت. مختصات جغرافیایی منطقه ۴۸ درجه و ۲۶ دقیقه و ۱۱/۵ ثانیه شرقی و ۳۳ درجه و ۲۸/۹ ثانیه شمالی است. اقلیم منطقه معتدل سرد، متوسط بارندگی سالانه ۴۸۱/۵۵ میلی متر، دمای متوسط سالانه ۱۷ درجه سانتی گراد و ارتفاع از سطح دریا ۱۳۵۰ متر است (شکل ۱).

علل ظهور و گسترش بیماری هایی نظیر سنگ کلیه، کم خونی، خستگی مفرط، بیماری های گوارشی و ... کمی این عناصر در محصولات کشاورزی است (Hao *et al.*, 2007; Grusak *et al.*, 2002). بنابراین، با توجه به اهمیت تلقیح با کودهای زیستی در بهبود عملکرد محصولات زراعی و همچنین ضرورت بهینه سازی مصرف کودهای شیمیایی در راستای کشاورزی پایدار، این تحقیق با هدف بررسی اثر ماده ضد تعرق آتزازین و کودهای زیستی نیتروژن بر خصوصیات فتوسنتزی و کیفیت دانه ارقام گندم

چهار تکرار در دو سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ و ۹۷-۱۳۹۶ اجرا شد. گندم دیم شامل سه رقم آذر ۲، اوحدی و باران در کرت اصلی، ماده ضد تعرق (عدم کاربرد و کاربرد آترازین) و کود زیستی نیتروژنی (عدم کاربرد، کاربرد آزو سپریلوم، کاربرد ازتوباکتر) به صورت فاکتوریل در کرت های فرعی قرار گرفت. هر کرت فرعی شامل ۶ خط کاشت به طول ۶ متر و فاصله بین خطوط ۲۰ سانتی متر و تراکم بذر ۲۵۰ دانه در متر مربع بود. 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 براساس نقشه طرح، کرت ها آماده شد. قبل از انجام کشت کودهای آزو سپریلوم و ازتوباکتر به صورت بذرمال در تیمارهای مربوطه اعمال شد. بدین منظور ابتدا بذرها را خیس نموده، و به منظور چسبندگی بیشتر مقداری شکر با بذرها مخلوط کرده و سپس آزو سپریلوم و ازتوباکتر به میزان یک لیتر برای ۱۰۰ کیلوگرم بذر استفاده گردید (Zarea et al., 2012). 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 پی پی ام در دو مرحله یکی مرحله به ساقه رفتن در اواخر اسفند ماه و دیگری در زمان قبل از گرده افشانی با استفاده از سم پاش ۲۰ لیتری و به صورت هدایت شده مصرف شد. برای کنترل علف های هرز از علف کش گرانتار و تاپیک در مرحله انتهای پنجه زنی و ابتدای ساقه دهی استفاده شد.

سال	صفت نمونه			طریقت بادل								
	درصد کربن آلی (Organic carbon %)	برداری (سانتی متر) (Soil depth sampling (cm))	فسفر (پی پی ام) (P (ppm))	پتاسیم (پی پی ام) (K (ppm))	کاتیونی (دسی- زمینش بر متر) (EC (ds/m))	اسیدیته (pH)	آهک (Carbonate calcium (%))	بافت (Texture)	آهن (پی پی ام) (Fe (ppm))	منگنز (پی پی ام) (Mn (ppm))	روی (پی پی ام) (Zn (ppm))	مس (پی پی ام) (Cu (ppm))
2016-2017	0.98	0-30	6.9	355	0.55	7.9	15.9	Clay-silt	4.24	7.68	1.46	1.36
2017-2018	0.50	0-30	3.8	205	0.61	8.0	27.5	Clay-silt	3.64	4.52	1.02	0.88

جدول ۱- نتایج تجزیه خاک مزرعه آزمایشی

Table 1. Results of soil analysis at the experimental farm

نتایج مربوط به برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است. آزمایشی در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی بصورت اسپلیت-پلات فاکتوریل با

موج ۴۷۰ نانومتر و طبق رابطه زیر محاسبه شد  
(Lichtenthaler & Buschmann, 2001)

$$\text{Total Car} = (1000 A_{470} - 1.82 C_a - 85.02 C_b) / 198$$

برای اندازه گیری کربوهیدرات دانه از روش (Yoshida *et al* (۱۹۷۱) استفاده شد. برای اندازه گیری عناصر معدنی نمونه های دانه بعد از برداشت به دقت شسته شدند و در آون در دمای ۷۲ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت خشک و توزین شدند. عناصر معدنی ریزمغذی نیز از روش هضم، سوزاندن خشک و ترکیب با اسید کلریدریک استخراج شدند. (Westerman, 1990) برای اندازه گیری مواد معدنی، نمونه های دانه ها بعد از آرد شدن با آسیاب برقی مخصوص، با ترازو (با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم)، مقدار دو گرم از هر کدام از نمونه ها را وزن و در کوره با دمای ۵۰۰ درجه سانتی گراد به مدت ۱۶ ساعت خاکستر شدند. (Westerman, 1990) سدیم و پتاسیم توسط فلیم فتومتر مدل PERKIN3110PFP7 فسفر با استفاده از دستگاه اسپکتوفتومتر مدل UV150-Shimadzu و عناصر آهن، منگنز، روی و مس با دستگاه جذب اتمی مدل Varian اندازه گیری شدند و مقدار عناصر ماکرو برحسب درصد و میکرو برحسب پی پی ام گزارش گردیدند. میزان نیتروژن دانه نیز با دستگاه کجالدال به دست آمد (Nelson & Sommers, 1973). برای اندازه گیری میزان پروتئین ابتدا درصد نیتروژن خام موجود در برگ گیاهان، به روش کجالدال اندازه گیری شد و سپس مقدار نیتروژن خام حاصل، در عدد ۶/۶ ضرب شد (Good & Steven, 1994). پس از انجام آزمون بارتلت و اطمینان از

طی دو سال اجرای آزمایش، صفات زراعی شامل طول پدانکل و تعداد دانه در متر مربع روی ۲۰ سانتی متر طولی از هر کرت اندازه گیری شد. 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 عملکرد دانه با ۱۴ درصد رطوبت اندازه گیری گردید. پس از اندازه گیری عملکرد بیولوژیکی شاخص برداشت نیز محاسبه شد. برای اندازه گیری میزان رنگریزه ها برگ های یک گیاه در مرحله گل دهی پس از توزین، در هاون چینی با ۱۰ میلی لیتر استون ۸۰٪ به خوبی ساییده شد. محلول حاصل با کاغذ صافی واتمن شماره ۲ صاف گردید و حجم نهایی محلول صاف شده با استفاده از استون ۸۰٪ به ۱۵ میلی لیتر رسید. محلول اخیر محتوی کلروفیل های a و b و کاروتنوئیدها می باشد. در این مرحله با استفاده از اسپکتروفتومتر، جذب محلول در طول موج های ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر اندازه گیری شد و از استون ۸۰٪ نیز به عنوان محلول شاهد برای تنظیم صفر جذب نوری اسپکتروفتومتر استفاده شد (Lichtenthaler & Buschmann, 2001). برای انجام محاسبات مربوط به تعیین میزان کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل بر حسب میلی گرم بر گرم به ترتیب از روابط زیر استفاده شد.

$$C_a = 0.0127A_{663} - 0.00269A_{645}$$

$$C_b = 0.0229A_{645} - 0.00468A_{663}$$

$$C(a+b) = 0.0202A_{645} + 0.00802A_{663}$$

در روابط فوق،  $A_{645}$  و  $A_{663}$  به ترتیب میزان جذب در طول موج های ۶۴۵ و ۶۶۳ می باشند. میزان کاروتنوئید کل نیز در طول

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات گندم دیم نان در سال های زراعی ۱۳۹۵-۶ و ۱۳۹۶-۷

Table 2. Combined analysis of variance for rainfed bread wheat traits in 2016-2017 and 2017-2018

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی Degree of freedom	طول پدانکل Peduncle length	تعداد دانه در متر مربع Number of grain per m <sup>2</sup>	شاخص برداشت Harvest index	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield
سال Year (Y)	1	0.018644 <sup>n.s</sup>	535591418.32**	0.02916 <sup>n.s</sup>	1355338**	14915948**
تکرار(سال) R(Y)	6	50.52234	6368820.11	0.52247	6983.988	15386.16
رقم Cultivar ©	2	407.023**	363461441.12**	0.34554 <sup>n.s</sup>	286918**	4095647**
سال* رقم Y*C	2	1.172138 <sup>n.s</sup>	170042346**	0.173198 <sup>n.s</sup>	381104.121*	3733294**
رقم* تکرار (سال) C*R(Y)	12	0.332083 <sup>n.s</sup>	26564610.56	0.138484 <sup>n.s</sup>	1773.303	8133.58
ضد تعرق Anti-transpirant (A)	1	0.023427 <sup>n.s</sup>	1368128846.09**	125.123**	1566938**	1674434**
کود زیستی Biofertilizer(B)	2	0.085593 <sup>n.s</sup>	5900359.56 <sup>n.s</sup>	0.44964 <sup>n.s</sup>	5829.533 <sup>n.s</sup>	14834.66 <sup>n.s</sup>
سال* ضد تعرق Y*A	1	0.174168 <sup>n.s</sup>	36759008.21 <sup>n.s</sup>	1.03726 <sup>n.s</sup>	27756.11	23237.81 <sup>n.s</sup>
سال* کود زیستی Y*B	2	0.130062 <sup>n.s</sup>	5759850.45 <sup>n.s</sup>	0.03100 <sup>n.s</sup>	67.676 <sup>n.s</sup>	1988.23 <sup>n.s</sup>
رقم* ضد تعرق C*A	2	0.395681 <sup>n.s</sup>	4745638.46 <sup>n.s</sup>	0.08966 <sup>n.s</sup>	199.432 <sup>n.s</sup>	1389.51 <sup>n.s</sup>
رقم* کود زیستی C*B	4	0.517838 <sup>n.s</sup>	24519990.56 <sup>n.s</sup>	0.01495 <sup>n.s</sup>	1153.749 <sup>n.s</sup>	6909.83 <sup>n.s</sup>
ضد تعرق* کود زیستی A*B	2	0.108648 <sup>n.s</sup>	39909907*	6.12.087*	83598**	106573.01*
سال* رقم* ضد تعرق Y*C*A	2	1.098208 <sup>n.s</sup>	26583575.13 <sup>n.s</sup>	1.24725 <sup>n.s</sup>	23889.83 <sup>n.s</sup>	32171.05 <sup>n.s</sup>
سال* رقم* کود زیستی Y*C*B	4	0.75026 <sup>n.s</sup>	844921.30 <sup>n.s</sup>	0.24628 <sup>n.s</sup>	3111.992 <sup>n.s</sup>	10146.46 <sup>n.s</sup>
سال* ضد تعرق* کود زیستی Y*A*B	2	1.59267 <sup>n.s</sup>	24210449.54 <sup>n.s</sup>	1.39222 <sup>n.s</sup>	26308.01 <sup>n.s</sup>	49527.44 <sup>n.s</sup>
رقم* ضد تعرق* کود زیستی C*A*B	4	3.3512*	3536299.21 <sup>n.s</sup>	0.28269 <sup>n.s</sup>	5120.954	18175.57 <sup>n.s</sup>
سال* رقم* ضد تعرق* کود زیستی Y*C*A*B	4	0.359033 <sup>n.s</sup>	46263114.07**	6.40*	83390.21**	108219.11*
خطا Error	90	1.038	14852026.01	1.8842	21640	32612
ضریب تغییرات CV	(%)	2.24	21.85	4.48	6.4	2.45

Y: سال، C: رقم، R: تکرار، A: ضد تعرق، B: کود زیستی

Y: Year, C: Cultivar, R: Replication, A: Anti-transpirant, B: Bio-Fertilizer

\* و \*\*: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ و<sup>n.s</sup> غیر معنی دار

\*, \*\* Significant difference at the 5% and 1% probability levels, respectively and <sup>n.s</sup> no significant difference

## نتایج و بحث

### طول پدانکل

طول پدانکل به طور معنی داری تحت تأثیر اثر ساده رقم و اثر متقابل سه گانه رقم در ماده ضد تعرق در کود زیستی قرار گرفت. هیچ یک

متجانس بودن واریانس خطاهای آزمایشی، تجزیه واریانس داده ها، مقایسه میانگین داده ها با استفاده از روش LSD در سطح احتمال پنج درصد با استفاده از نرم افزار آماری SAS ver 9.1 صورت گرفت.



جدول ۳. مقایسه میانگین صفات طول پدانکل تعداد دانه در متر مربع و شاخص برداشت تحت تاثیر اثر متقابل سه گانه رقم × ماده ضد تعرق × کود زیستی

Table 3. Mean comparison for peduncle length, number of grain per m<sup>2</sup> and harvest index as affected by cultivar × anti-transpirant × bio-fertilizer interaction

Treatment			طول پدانکل Peduncle length mm	تعداد دانه در متر مربع Number of grain per m <sup>2</sup>		شاخص برداشت Harvest index (%)		
رقم Cultivar	ماده ضد تعرق Anti-transpirant	کود زیستی Bio-fertilizer		2016-17	2017-18	2016-17	2017-18	
آذر ۲ Azar2	شاهد Control	شاهد Control	41.35	10259	11480	28.60	29.825	
		آزوسپیریلیوم Azospirillum	41.1	14982	12448	30.85	29.425	
		ازتوباکتر Azotobacter	41.175	10487	12070	29.725	29.70	
	آترازین Atrazine	شاهد Control	41.175	19477	17223	32.125	31.25	
		آزوسپیریلیوم Azospirillum	40.85	16282	18379	30.675	31.85	
		ازتوباکتر Azotobacter	41.95	18897	16955	32.175	31.30	
	اوحدی Ohadi	شاهد Control	شاهد Control	45.3	15263	17191	29.675	29.275
			آزوسپیریلیوم Azospirillum	44.8	15579	21955	30.00	30.25
			ازتوباکتر Azotobacter	44.45	13595	19694	29.125	29.3
آترازین Atrazine		شاهد Control	44.9	20579	30066	31.45	31.925	
		آزوسپیریلیوم Azospirillum	45.175	20043	26735	31.225	31.025	
		ازتوباکتر Azotobacter	45.525	23408	26165	31.825	31.375	
باران Baran		شاهد Control	شاهد Control	46.5	15431	15880	30.20	28.80
			آزوسپیریلیوم Azospirillum	47.125	12235	19856	29.625	30.45
			ازتوباکتر Azotobacter	47.375	12584	15694	29.825	28.90
	آترازین Atrazine	شاهد Control	47.075	15173	25950	30.60	32.05	
		آزوسپیریلیوم Azospirillum	46.875	17988	22245	31.725	30.575	
		ازتوباکتر Azotobacter	46.075	17553	28186	31.50	32.675	
	LSD (0.05)			1.0593	6089.8	4220.7	2.12	1.51

۴۷ میلی متر و رقم آذر ۲ با کاربرد آترازین و ازتوباکتر کمترین طول پدانکل با میانگین ۴۱ میلی متر را داشت (جدول ۳).

#### تعداد دانه در متر مربع

تعداد دانه در متر مربع که حاصل ضرب تعداد

از دیگر اثرات بر این صفت تأثیر معنی داری نداشت (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل سه گانه رقم در ماده ضد تعرق در کود زیستی نشان داد که رقم باران با عدم کاربرد ماده ضد تعرق و ازتوباکتر بیشترین طول پدانکل با میانگین

Continued

رقم	تیمارها		عملکرد دانه		عملکرد بیولوژیکی			
	رقم	ماده ضد تعرق	کود زیستی	Grain yield (Kg/ha)	Biological yield (Kg/ha)	2016-17	2017-18	
Cultivar	رقم	Anti-transpirant	Bio-fertilizer	2016-17	2017-18	2016-17	2017-18	
آذر ۲ Azar2	شاهد	Control	شاهد	2080.2	2127.68	7000.2	7127.7	
			آزوسپیریوم	2232.7	2082.68	7232.6	7082.6	
			ازتوباکتر	2000.2	2112.68	7000.1	7112.7	
	آترازین	Atrazine	شاهد	2367.7	2277.73	7367.7	7277.7	
			آزوسپیریوم	2210.2	2337.65	7210.2	7337.6	
			ازتوباکتر	2375.1	2277.7	7375.1	7277.7	
	اوحدی Ohadi	شاهد	Control	شاهد	2112.7	2277.68	7112.6	7802.6
				آزوسپیریوم	2142.7	2472.63	7142.7	8172.6
				ازتوباکتر	2052.7	2360.18	7052.7	8060.2
آترازین		Atrazine	شاهد	2300.2	2675.23	7300.2	8375.2	
			آزوسپیریوم	2270.2	2562.7	7270.1	8262.7	
			ازتوباکتر	2420.1	2607.63	7595.1	8307.6	
باران Baran		شاهد	Control	شاهد	2165.2	2300.2	7165.1	8000.2
				آزوسپیریوم	2105.3	2495.23	7105.2	8195.2
				ازتوباکتر	2127.7	2300.15	7127.7	8000.1
	آترازین	Atrazine	شاهد	2210.2	2765.18	7210.1	8465.1	
			آزوسپیریوم	2322.7	2510.18	7322.6	8210.2	
			ازتوباکتر	2300.2	2690.13	7300.2	8390.1	
	LSD (0.05)				230.43	161.83	287.99	206.45

زیستی قرار گرفت (جدول ۲). مقایسه میانگین به روش برش دهی نشان داد که در سال اول رقم اوحدی با کاربرد آترازین و ازتوباکتر بیشترین تعداد دانه در مترمربع با میانگین ۲۳۴۰۸ دانه و رقم آذر ۲ بدون کاربرد ماده ضد تعرق و کود

سنبله در مترمربع در تعداد دانه در سنبله است به طور معنی داری تحت تأثیر اثر ساده سال، رقم و ماده ضد تعرق و اثر متقابل دو گانه سال در رقم و ماده ضد تعرق در کود زیستی و اثر متقابل چهار گانه سال در رقم در ماده ضد تعرق در کود

و این مواد محرک رشد، مواد اصلی تنظیم و افزایش رشد و عملکرد دانه در گیاهان می باشد (Ahmad *et al.*, 2004). به نظر می رسد باکتری های محرک رشد به دلیل افزایش توسعه ریشه در گیاهان سبب افزایش جذب مواد غذایی در گیاه می شوند که این امر موجب افزایش تولید مواد فتوسنتزی در گیاه و نهایتاً سبب افزایش عملکرد و تولید عملکرد دانه بالاتر می شود (Vaez *et al.*, 2016). افزایش فتوسنتز و عملکرد دانه در بوته گلرنگ با استفاده از ماده ضد تعرق آترازین گزارش شده است (Bagheri *et al.*, 2012).

#### عملکرد بیولوژیک

عملکرد بیولوژیک به طور معنی داری تحت تأثیر اثرات ساده سال، رقم و ماده ضد تعرق و اثر متقابل دو گانه سال در رقم و ماده ضد تعرق در کود زیستی و اثر متقابل چهار گانه سال در رقم در ماده ضد تعرق در کود زیستی قرار گرفت (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل چهار گانه سال در رقم در ماده ضد تعرق در کود زیستی به روش برش دهی نشان داد که در سال اول رقم اوحدی با کاربرد آترازین و کاربرد ازتوباکنتر بیشترین عملکرد بیولوژیک با میانگین ۷۵۹۵ کیلوگرم در هکتار و رقم آذر ۲ بدون کاربرد آترازین و کود زیستی کمترین عملکرد بیولوژیک با میانگین ۷۰۰۰ کیلوگرم در هکتار را داشت (جدول ۳). در سال دوم رقم باران با کاربرد آترازین و بدون کاربرد کود زیستی بیشترین عملکرد بیولوژیک با میانگین ۸۴۶۵ کیلوگرم در هکتار و رقم آذر ۲ بدون کاربرد ماده ضد تعرق با کاربرد آزوسپریلیوم

زیستی کمترین تعداد دانه در مترمربع با میانگین ۱۰۲۵۹ دانه را داشت. در سال دوم رقم باران با کاربرد آترازین و ازتوباکنتر بیشترین تعداد دانه در مترمربع با میانگین ۳۰۰۶۶ دانه را تولید کرد که تفاوت معنی داری با اوحدی نداشت و رقم آذر ۲ بدون کاربرد ماده ضد تعرق و کود زیستی کمترین تعداد دانه با میانگین ۱۱۴۷۹ دانه را تولید کرد (جدول ۳).

#### عملکرد دانه

عملکرد دانه گندم برآیند اجزاء عملکرد می باشد. عملکرد دانه به طور معنی داری تحت تأثیر اثرات ساده سال، رقم و ماده ضد تعرق و اثر متقابل دو گانه سال در رقم و ماده ضد تعرق در کود زیستی و اثر متقابل چهار گانه سال در رقم در ماده ضد تعرق در کود زیستی قرار گرفت (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل چهار گانه سال در رقم در ماده ضد تعرق در کود زیستی به روش برش دهی نشان داد که در سال اول رقم اوحدی با کاربرد آترازین و کاربرد ازتوباکنتر بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۲۴۲۰ کیلوگرم در هکتار و رقم آذر ۲ بدون کاربرد ماده ضد تعرق و با کاربرد ازتوباکنتر کمترین عملکرد دانه با میانگین ۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار را داشت (جدول ۳). در سال دوم رقم باران با کاربرد آترازین و بدون کاربرد کود زیستی بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۲۷۶۵ کیلوگرم در هکتار و رقم آذر ۲ بدون کاربرد آترازین و با کاربرد آزوسپریلیوم کمترین عملکرد دانه با میانگین ۲۰۸۳ کیلوگرم در هکتار را داشت (جدول ۳). باکتری های جنس ازتوباکنتر هورمون های اکسین، سیتوکنین و جیبرلین را سنتز می کنند

۲۸/۸ درصد را داشت (جدول ۳). کاهش شاخص برداشت گندم در تنش خشکی گزارش شده است. 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 گزارش شده است (Mohammadi *et al.*, 2012). در بررسی تاثیر کود زیستی نیتروکسین در ذرت گزارش شده است که استفاده از این کود موجب افزایش شاخص برداشت ذرت شد (Tarang *et al.*, 2013). با توجه با این که اکثر خاک های کشور به دلیل کشت و کار و تخلیه مداوم عناصر غذایی از نظر مواد غذایی فقیر شده و تعادل عناصر غذایی آن ها به هم خورده و از باروری آن ها کاسته شده است و همین امر سبب شده است تا مصرف محرک های رشدی از قبیل نیتروکسین که نیتروژن مورد نیاز را تأمین و همچنین فراهمی سایر عناصر غذایی را بیشتر می کنند، تأثیر مثبت بر افزایش عملکرد و به دنبال آن افزایش شاخص برداشت گندم داشته باشد (Vaez *et al.*, 2016).

### کلروفیل a

میزان کلروفیل a به طور معنی داری تحت تأثیر اثرات ساده ماده ضد تعرق و کود زیستی و اثرات متقابل دو گانه رقم در ماده ضد تعرق و ماده ضد تعرق در کود زیستی قرار گرفت (جدول ۴). مقایسه میانگین اثر متقابل دو گانه رقم در ماده ضد تعرق نشان داد که رقم باران با کاربرد آترازین بیشترین میزان کلروفیل a با میانگین ۶/۶ میلی گرم بر گرم وزن تازه و رقم آذر ۲ بدون کاربرد ماده ضد تعرق کمترین

کمترین عملکرد بیولوژیک با میانگین ۷۰۸۳ کیلوگرم در هکتار را داشت (جدول ۳). افزایش عملکرد بیولوژیک آفتابگردان را در اثر تلقیح با کود زیستی ازتوباکتر گزارش شده است (۲۰۱۲) (Mohsen Nia & Jalilian). باکتری های موجود در کود زیستی ازتوباکتر از طریق کمک به جذب نیتروژن و سنتز آنزیم هایی که مقدار اتیلن در گیاه را تنظیم می کنند 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 می کنند. (Abdul-Jaleel *et al.*, 2007).

### شاخص برداشت

شاخص برداشت که سهم عملکرد دانه از عملکرد بیولوژیک می باشد، به طور معنی داری تحت تأثیر اثر ساده ماده ضد تعرق و اثر متقابل دو گانه ماده ضد تعرق در کود زیستی و اثر متقابل چهار گانه سال در رقم در ماده ضد تعرق در کود زیستی قرار گرفت (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل چهار گانه سال در رقم در ماده ضد تعرق در کود زیستی به روش برش دهی نشان داد که در سال اول رقم آذر ۲ با کاربرد آترازین و کاربرد ازتوباکتر بیشترین شاخص برداشت با میانگین ۳۲/۲ درصد و رقم آذر ۲ بدون کاربرد ماده ضد تعرق و کود زیستی کمترین شاخص برداشت با میانگین ۲۸/۶ درصد را داشت (جدول ۳). در سال دوم رقم باران با کاربرد آترازین و ازتوباکتر بیشترین شاخص برداشت با میانگین ۳۲/۶۷۵ درصد و رقم باران بدون کاربرد ماده ضد تعرق و کود زیستی کمترین شاخص برداشت با میانگین

جدول ۴- تجزیه واریانس برخی صفات فتوسنتزی ارقام گندم دیم نان تحت تاثیر عوامل مورد بررسی

Table 4. Analysis of variance for some photosynthetic traits of rainfed bread wheat cultivars as affected by the studied factors

منبع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	صفات فتوسنتزی			
		کلروفیل a اندام هوایی Shoot chl a content	کلروفیل b اندام هوایی Shoot chl b content	کلروفیل کل اندام هوایی Total shoot chl	کارتنوئید اندام هوایی Shoot carotenoid content
تکرار Replication	3	0.040962 <sup>n.s</sup>	0.002316 <sup>n.s</sup>	0.025198 <sup>n.s</sup>	0.0029*
رقم Cultivar ©	2	0.068452 <sup>n.s</sup>	0.032**	0.009017 <sup>n.s</sup>	0.0027*
خطای ۱ Error1	6	0.069574	0.004181	0.091725	0.000565
ضد تعرق Anti-transpirant (A)	1	68.012**	6.03**	114.6**	0.283**
کود زیستی Bio-fertilizer (B)	2	5.504**	1.46**	12.65**	0.046**
رقم * ضد تعرق A*B	2	0.243*	0.007304 <sup>n.s</sup>	0.328**	0.00659*
رقم * کود زیستی B*C	4	0.052024 <sup>n.s</sup>	0.0429**	0.127505	0.0025*
ضد تعرق * کود A*B	2	2.2812*	0.077**	2.191**	0.078**
رقم * ضد تعرق * کود زیستی A*B*C	4	0.101804 <sup>n.s</sup>	0.0263*	0.031734 <sup>n.s</sup>	0.001019 <sup>n.s</sup>
خطای ۲ Error 2	45	0.0499	0.004389	0.054478	0.000843
ضریب تغییرات C.V	(%)	4.1	6.5	3.6	11.05

<sup>n.s</sup>، \* و \*\*: به ترتیب عدم تفاوت معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

n.s, \* and \*\* not significant, significant at the 5% and 1 % probability levels, respectively.

می شود. در اثر خشکی، تشکیل پلاستیدهای جدید کلروفیل a و b، کاروتن، وایلوگزانتین و نوگزانتین کاهش می یابد و نسبت کلروفیل a به کلروفیل b تغییر می یابد (Kafi et al., 2009). نشان داده شده است که استفاده از مواد ضد تعرق، کیتوسان می تواند موجب بهبود خصوصیات فتوسنتزی گندم میهن و عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی شود (Monsef Afshar et al., 2020).

### کلروفیل b

میزان کلروفیل b به طور معنی داری تحت

میزان کلروفیل a با میانگین ۴/۴ میلی گرم بر گرم وزن تازه را داشت (جدول ۵). مقایسه میانگین اثر متقابل دو گانه ماده ضد تعرق در کود زیستی نشان داد که کاربرد آترازین و ازتوباکنر بیشترین میزان کلروفیل a با میانگین ۷/۱ میلی گرم بر گرم وزن تازه و عدم کاربرد ماده ضد تعرق و کود زیستی کمترین میزان کلروفیل a با میانگین ۴/۳ میلی گرم بر گرم وزن تازه را داشت (جدول ۵). خشکی باعث شکسته شدن کلروپلاست ها و کاهش میزان کلروفیل

جدول ۵ - مقایسه میانگین خصوصیات فتوسنتزی گندم دیم نان در سطوح مختلف رقم، ماده ضد تعرق و کود زیستی

Table 5. Mean comparison for photosynthetic properties of rainfed bread wheat at different levels of cultivar, anti-transpirant and biofertilizer

تیمارها Treatments		کلروفیل a اندام هوایی Shoot chl a content (mg/g FW)	کلروفیل کل اندام هوایی Total shoot chl content (mg/g FW)	کارتنوئید اندام هوایی Shoot carotenoid content (mg/g FW)	
رقم Cultivar	ماده ضد تعرق Anti-transpirant	کود زیستی Bio-fertilizer			
آذر ۲ Azar2	شاهد Control		4.421	5.0766	0.201
	آترازین Atrazine		6.568	7.8424	0.330
اوحدی Ohadi	شاهد Control		4.526	5.2849	0.190
	آترازین Atrazine		6.270	7.5839	0.312
باران Baran	شاهد Control		4.435	5.1682	0.209
	آترازین Atrazine		6.378	7.6745	0.334
LSD (0.05)			0.219	0.241	0.032
شاهد Control	شاهد Control		4.309	4.7488	0.1188
	آزوسپیریلیوم Azospirillum		4.384	5.1776	0.1831
	ازتوباکتر Azotobacter		4.689	5.603	0.2974
	آترازین Atrazine	شاهد Control	5.548	6.612	0.3053
آترازین Atrazine	آزوسپیریلیوم Azospirillum		6.593	7.836	0.3795
	ازتوباکتر Azotobacter		7.074	8.6525	0.2912
	LSD (0.05)			0.149	0.166

باران بدون کاربرد ماده ضد تعرق و کود زیستی کمترین میزان کلروفیل b با میانگین ۰/۴۱۱ میلی گرم بر گرم وزن تازه را داشت (جدول ۶). کلروفیل b یکی از مهم ترین رنگیزه های فتوسنتزی است که در فتوسنتز بطور مستقیم نقش دارد. همانند کلروفیل a، تغییرات میزان کلروفیل b در اندام هوایی تنها تحت تأثیر عامل محیط قرار گرفت کاربرد ماده ضد تعرق کیتوسان در گیاه لوبیا، موجب افزایش کلروفیل

تأثیر اثرات ساده رقم، ماده ضد تعرق و کود زیستی و اثرات متقابل دو گانه رقم در کود زیستی و ماده ضد تعرق در کود زیستی و اثر متقابل سه گانه رقم در ماده ضد تعرق در کود زیستی قرار گرفت (جدول ۴). مقایسه میانگین اثر متقابل سه گانه رقم در ماده ضد تعرق در کود زیستی نشان داد که رقم اوحدی با کاربرد آترازین و ازتوباکتر بیشترین میزان کلروفیل b با میانگین ۱/۶۵ میلی گرم بر گرم وزن تازه و رقم

جدول ۶- مقایسه میانگین کلروفیل b اندام هوایی تحت تاثیر اثرات سه گانه رقم در ماده ضد تعرق در کود زیستی

Table 6. Mean comparison for shoot chlorophyll b content as affected by triple interaction of cultivar, anti-transpirant and biofertilizer

تیمارها		کلروفیل b اندام هوایی	
Treatments		Shoot chl b content (mg/g FW)	
کود زیستی	کود زیستی		
Bio-fertilizer	Bio-fertilizer		
	شاهد	0.4142	
	Control		
آذر ۲ Azar2	شاهد	0.77388	
	Control	آزوسپیریلیوم	
		Azospirillum	0.77708
		ازتوباکتر	
		Azotobacter	1.14423
		شاهد	
Control	1.11173		
آترازین Atrazine	آزوسپیریلیوم		
	Azospirillum	1.5670	
	ازتوباکتر		
	Azotobacter		
	شاهد	0.4111	
	Control		
اوحدی Ohadi	شاهد	0.8269	
	Control	آزوسپیریلیوم	
		Azospirillum	1.037
		ازتوباکتر	
		Azotobacter	0.9733
		شاهد	
Control	1.3215		
آترازین Atrazine	آزوسپیریلیوم		
	Azospirillum	1.6458	
	ازتوباکتر		
	Azotobacter		
	شاهد	0.4939	
	Control		
باران Baran	شاهد	0.7782	
	Control	آزوسپیریلیوم	
		Azospirillum	0.9268
		ازتوباکتر	
		Azotobacter	1.0723
		شاهد	
Control	1.2957		
آترازین Atrazine	آزوسپیریلیوم		
	Azospirillum	1.5207	
	ازتوباکتر		
	Azotobacter		
LSD (0.05)		0.093	

دانه ذرت شد (Tarang *et al.*, 2013).

### کلروفیل کل

میزان کلروفیل کل به طور معنی داری تحت تأثیر اثرات ساده ماده ضد تعرق و کود زیستی و اثرات متقابل دو گانه رقم در ماده ضد تعرق

شده است (Abdel-Kareem-Sheikha, 2009).

در بررسی تاثیر کود زیستی نیتروکسین در ذرت گزارش شده که استفاده از این کود موجب افزایش سبزینگی برگ، وزن هزار دانه، شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک و درصد پروتئین

ضد تعرق و ماده ضد تعرق در کود زیستی قرار گرفت (جدول ۴). مقایسه میانگین اثر متقابل دو گانه رقم در کود زیستی نشان داد که رقم باران با کاربرد ازتوباکتر بیشترین میزان کارتنوئید با میانگین  $0/31$  میلی گرم بر گرم وزن تازه و رقم آذر ۲ بدون کاربرد کود زیستی کمترین میزان کارتنوئید با میانگین  $0/2$  میلی گرم بر گرم وزن تازه را داشت (جدول ۵). ژنوتیپ‌های گندم مقاوم به خشکی دارای میزان کارتنوئید و کلروفیل بیشتر بوده که علت آن را فعالیت بیشتر آنزیم های انتی اکسیدان در مقایسه با ارقام حساس تحت شرایط تنش رطوبتی بود (Sairam & Saxena, 2000). مقایسه میانگین اثر متقابل دو گانه ماده ضد تعرق در کود زیستی نشان داد که کاربرد آترازین و کاربرد آزوسپریلیوم بیشترین میزان کارتنوئید با میانگین  $0/38$  میلی گرم بر گرم وزن تازه و عدم کاربرد ماده ضد تعرق و کود زیستی کمترین میزان کارتنوئید با میانگین  $0/12$  میلی گرم بر گرم وزن تازه را داشت (جدول ۵).

### صفات بیوشیمیایی دانه

#### نیترژن دانه

میزان نیترژن دانه به طور معنی داری تحت تأثیر اثرات ساده ماده ضد تعرق و کودزیستی قرار گرفت (جدول ۷). مقایسه میانگین ها نشان داد که بیشترین میزان نیترژن دانه از کاربرد آترازین با میانگین  $2/41$  درصد و کمترین آن از عدم کاربرد آترازین با میانگین  $1/86$

درصد حاصل شد. در میان سطوح کود زیستی، کمترین میزان نیترژن دانه از عدم کاربرد کود زیستی با میانگین  $1/77$  درصد و

و ماده ضد تعرق در کود زیستی قرار گرفت (جدول ۴). مقایسه میانگین اثر متقابل دو گانه رقم در ماده ضد تعرق نشان داد که رقم باران با کاربرد آترازین بیشترین میزان کلروفیل کل با میانگین  $7/8$  میلی گرم بر گرم وزن تازه و رقم آذر ۲ بدون کاربرد ماده ضد تعرق کمترین میزان کلروفیل کل با میانگین  $5/1$  میلی گرم بر گرم وزن تازه را داشت (جدول ۵). مقایسه میانگین اثر متقابل دو گانه ماده ضد تعرق در کود زیستی نشان داد که کاربرد آترازین و ازتوباکتر بیشترین میزان کلروفیل کل با میانگین  $8/7$  میلی گرم بر گرم وزن تازه و عدم کاربرد ماده ضد تعرق و کود زیستی کمترین میزان کلروفیل کل با میانگین  $4/7$  میلی گرم بر گرم وزن تازه را داشت (جدول ۵). کاهش محتوای کلروفیل برگ تحت شرایط کمبود آب، به دلیل کاهش بیوسنتز کلروفیل a گزارش شده است. کاربرد مواد ضد تعرق در چنین شرایطی، با کاهش تعرق و افزایش وضعیت رطوبتی برگ ها، تشکیل کلروفیل را افزایش داد (Prakash & Ramachandran, 2000). گزارش شده که تنش خشکی در نخود، باعث کاهش درصد کلروفیل و غلظت کربوهیدرات ها در شاخه ها می شود (Farouk & Ramadan-Amany, 2012). کاربرد ماده ضد تعرق کیتوسان در گیاه لوبیا، موجب افزایش کلروفیل می شود (Abdel-Kareem-Sheikha, 2009).

#### کارتنوئید

میزان کارتنوئید به طور معنی داری تحت تأثیر اثرات ساده رقم، ماده ضد تعرق و کود زیستی و اثرات متقابل دو گانه رقم در ماده



جدول ۷- تجزیه واریانس صفات بیوشیمیایی دانه گندم

Table 7. Analysis of variance for biochemical traits of wheat grain

منابع تغییر S.O.V	درجه ازادی df	صفات بیوشیمیایی دانه گندم Biochemical traits of wheat grain					
		نیتروژن دانه Grain N	فسفر دانه Grain P	پتاسیم دانه Grain K	مس دانه Grain Cu	آهن دانه Grain Fe	منگنز دانه Grain Mn
تکرار Replication	3	0.011921	0.00003945	0.036087	1.999311	7.55426	3.939815
رقم Cultivar ©	2	0.0536 <sup>n.s</sup>	0.0051**	0.041606 <sup>n.s</sup>	81.9 <sup>n.s</sup>	46.02722*	12.013*
خطا ۱ Error1	6	0.015338	0.00082142	0.044961	1.0162	18.23537	3.759259
ضد تعرق Anti-transpirant (A)	1	5.556**	1.5501**	56.3**	8075.5**	29467.032**	728.311**
کود زیستی Bio-fertilizer (B)	2	1.80**	0.0728**	0.859**	2654.1**	2038.065**	16.812**
رقم * ضد تعرق C * A	2	0.065 <sup>n.s</sup>	0.0032**	0.0818*	116.0 <sup>n.s</sup>	39.09389 <sup>n.s</sup>	7.388889 <sup>n.s</sup>
رقم * کود زیستی C * B	4	0.342 <sup>n.s</sup>	0.0019*	0.113 <sup>n.s</sup>	209.0 <sup>n.s</sup>	1157.234**	2.680556 <sup>n.s</sup>
ضد تعرق * کود زیستی B * A	2	0.422 <sup>n.s</sup>	0.0285**	0.216*	411.7**	35.25972 <sup>n.s</sup>	4.347222 <sup>n.s</sup>
رقم * ضد تعرق * کود زیستی C * B * A	4	0.393 <sup>n.s</sup>	0.0028**	0.081 <sup>n.s</sup>	92.1 <sup>n.s</sup>	168.112 <sup>n.s</sup>	5.513889 <sup>n.s</sup>
خطا ۲ Error 2	45	0.009213	0.00056358	0.017765	10.19688	32.52922	2.508333
ضریب تغییرات C.V.	(%)	3.76	6.41	6.04	8.46	6.24	4.02

ادامه Continued

کود گردید (Yasari et al., 2007). باکتری های آزادزی و یا همیار تثبیت کننده نیتروژن از قبیل ازتوباکتر و ازوسپریلوم موجود در کودهای زیستی نیتروکسین و سوپرنیتروپلاس نه تنها باعث تثبیت نیتروژن می شوند، بلکه قادر به تولید فیتوهورمون هایی مثل جبرلیک اسید و ایندول استیک اسید، مواد بیولوژیکی فعال مانند ویتامین های گروه ب، اسید نیکوتینیک، اسید پنتوتنیک، بیوتین و غیره هستند که می توانند باعث افزایش رشد ریشه و جذب مواد غذایی و در نتیجه تحریک رشد گیاه و ؛ فتوسنتز آن شوند (Kader et al., 2002; Mia, 2015)

بیشترین آن از کاربرد ازتوباکتر با میانگین ۲/۳۸ درصد بدست آمد (جدول ۸). کاربرد ازتوباکتر، عملکرد دانه، تعداد پنجه، عملکرد ماده خشک، جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم را در گندم به طور معنی داری افزایش می دهد (Behl et al., 2006). در پژوهشی تلقیح بذور کلزا با باکتری های ازتوباکتر و ازوسپریلیوم سبب افزایش عملکرد دانه ها، تعداد خورجین در بوته، تعداد ساقه های فرعی، وزن هزار دانه، محتوای روغن و پروتئین دانه گیاه کلزا در مقایسه با تیمارهای بدون تلقیح با باکتری و همچنین افزایش تجمع عناصر غذایی در دانه در مقایسه با تیمارهای بدون

صفات بیوشیمیایی دانه گندم				
Biochemical traits of wheat grain				
منبع تغییر S.O.V	درجه ازادی df	کربوهیدرات		
		روی دانه Grain Zn	دانه Grain charbohy drates	پروتئین دانه Grain protein
تکرار Replication	3	21.812*	6.125	0.107407
رقم Cultivar ©	2	35.901**	34.112**	0.133889 <sup>n.s</sup>
خطا ۱ Error1	6	12.949074	12.23611	0.032407
ضد تعرق Anti-transpirant (A)	1	1050.657* *	1128.45* *	30.112**
کود زیستی Bio-fertilizer (B)	2	11.013889 <sup>n.s</sup>	133.234* *	5.612**
رقم * ضد تعرق C*A	2	9.763889 <sup>n.s</sup>	7.625 <sup>n.s</sup>	0.268889 <sup>n.s</sup>
رقم * کود زیستی C*B	4	8.680556 <sup>n.s</sup>	11.812*	0.182847 <sup>n.s</sup>
ضد تعرق * کود زیستی B*A	2	10.930556 <sup>n.s</sup>	12.512*	0.650**
رقم * ضد تعرق * کود زیستی C*B*A	4	2.222222	7.979167 <sup>n.s</sup>	0.142847 <sup>n.s</sup>
خطا ۲ Error 2	45	5.143519	3.643519	0.101407
ضریب تغییرات C.V	(%)	5.60	2.68	2.46

n.s، ° و °°: به ترتیب عدم تفاوت معنی‌دار و معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

ns, \* and \*\* not significant, significant at 5% and 1 %, respectively.

### فسفر دانه

میزان فسفر دانه به طور معنی‌داری تحت تأثیر اثرات ساده رقم، ماده ضد تعرق و کود زیستی و اثرات متقابل دو گانه و اثر متقابل سه گانه رقم در ماده ضد تعرق در کود زیستی قرار گرفت (جدول ۷). رقم اوحدی با کاربرد آترازین و ازتوباکتر بیشترین میزان فسفر دانه با میانگین ۰/۵۰ درصد و رقم باران بدون کاربرد ماده ضد تعرق و کود زیستی کمترین میزان فسفر دانه با میانگین ۰/۲۲ درصد را داشت (جدول ۹) محققان در تحقیقات خود روی جو به این نتیجه دست یافتند که درصد کلونیزاسیون ریشه

در شرایط تنش بسیار بیشتر از شرایط کنترل بود اما میکوریزا سبب افزایش جذب آب و مقدار فسفر اندام هوایی در شرایط خشکی گردید و درصد کلونیزاسیون ریشه با افزایش کاربرد فسفر در شرایط تنش، کاهش یافت (Khalvati *et al.*, 2005). با مصرف کودهای زیستی ریزجانداران حل کننده فسفر، انواع گوناگونی از اسیدهای آلی مانند اسید کربوکسیلیک را ترشح نموده و میزان فسفر قابل جاب گیاه را افزایش می دهند (Narula *et al.*, 2007). در بررسی مایه زنی ریشه‌های گیاه گندم به وسیله ازتوباکتر کروکوکوم و پانتوتنا آگلومرانس

جدول ۸- مقایسه میانگین صفات بیوشیمیایی دانه گندم در سطوح مختلف اثرات ساده رقم، ماده ضد تعرق و کود زیستی

Table 8. Mean comparison for biochemical traits of wheat grain at different levels of simple effects of cultivar, anti-transpirant and biofertilizer

تیمارها Treatments	نیتروژن دانه Grain N (%)	آهن دانه Grain Fe (mg/kg)	منگنز دانه Grain Mn (mg/kg)	روی دانه Grain Zn (mg/kg)
آذر ۲ Azar 2	-	-	38.79	39.1
رقم Cultivar	اوحدی Ohadi	-	40.12	40.7
باران Baran	-	-	39.04	41.5
LSD (0.05)			0.920	1.318
ماده ضد تعرق Anti-transpirant	شاهد Control	1.86	58.0	36.1
	آترازین Atrazine	2.41	63.3	42.5
کود زیستی Bio-fertilizer	شاهد Control	1.770	-	38.62
	آزوسپریلیوم Azospirillum	2.279	-	39.08
	ازتوباکتر Azotobacter	2.383	-	40.25
LSD (0.05)		0.1009	0.9208	

بیشترین میزان پتاسیم دانه با میانگین ۰/۵۳۳ درصد و عدم کاربرد ماده ضد تعرق و کود زیستی کمترین میزان پتاسیم دانه با میانگین ۰/۴۵ درصد را داشت (جدول ۱۰). کاهش جذب پتاسیم با افزایش شدت تنش با نتایج سایر محققان مطابقت دارد (Arazmju *et al.*, 2009). دلیل افزایش جاب پتاسیم در کاربرد تیمار کودزیستی، میتواند مربوط به رویش و گسترش زود و بسیار ریشه باشد و این امر مؤید این نکته است که واکنش خوب گیاه به پتاسیم زمانی دیده می شود که اندازه مناسبی از نیتروژن و فسفر قابل جاب در خاک موجود باشد (Han *et al.*, 2006). همچنین، افزایش غلظت پتاسیم با کاربرد کودهای زیستی را می توان پیامد اثرهای سودمند این ریزجانداران در افزایش فتوسنتز، رویش گیاه، افزایش انبوهی، در ازای ریشه

گزارش شده که تلقیح با هر دو باکتری موجب افزایش معنی دار وزن خشک بوته ها و همچنین فسفر دانه در این گیاه شده است (Ravikumar *et al.*, 2014).

#### پتاسیم دانه

میزان پتاسیم دانه به طور معنی داری تحت تأثیر اثرات ساده ماده ضد تعرق و کود زیستی و اثر متقابل دو گانه رقم در ماده ضد تعرق و ماده ضد تعرق در کود زیستی قرار گرفت (جدول ۷). مقایسه میانگین اثر متقابل دو گانه رقم در ماده ضد تعرق نشان داد که ارقام اوحدی و باران با کاربرد آترازین مشترکاً بیشترین میزان پتاسیم دانه با میانگین ۰/۵۲ درصد و رقم آذر ۲ بدون کاربرد ماده ضد تعرق کمترین میزان پتاسیم دانه با میانگین ۰/۴۵ درصد را داشت (جدول ۱۰). کاربرد آترازین و آزوسپریلیوم

جدول ۹- مقایسه میانگین فسفر دانه تحت تاثیر اثر متقابل سه گانه رقم در ماده ضد تعرق در کود زیستی

Table 9. Mean comparison for grain phosphorus as affected by triple interaction of cultivar, anti-transpirant and biofertilizer

تیمارها			فسفر دانه	
Treatments			Grain P %	
رقم	ماده ضد تعرق	کود زیستی		
Cultivar	Anti-transpirant	Bio-fertilizer		
آذر ۲ Azar2	شاهد Control	شاهد Control	0.2615	
		آزوسپریلیوم Azospirillum	0.470	
		ازتوباکتر Azotobacter	0.3975	
	آترازین Atrazine	شاهد Control	0.4375	
		آزوسپریلیوم Azospirillum	0.405	
		ازتوباکتر Azotobacter	0.465	
	اوحدی Ohadi	شاهد Control	شاهد Control	0.2925
			آزوسپریلیوم Azospirillum	0.455
			ازتوباکتر Azotobacter	0.4175
آترازین Atrazine		شاهد Control	0.420	
		آزوسپریلیوم Azospirillum	0.482	
		ازتوباکتر Azotobacter	0.507	
باران Baran		شاهد Control	شاهد Control	0.2287
			آزوسپریلیوم Azospirillum	0.425
			ازتوباکتر Azotobacter	0.355
	آترازین Atrazine	شاهد Control	0.3425	
		آزوسپریلیوم Azospirillum	0.44	
		ازتوباکتر Azotobacter	0.435	
	LSD (0.05)			0.0441

### مس دانه

میزان مس دانه به طور معنی داری تحت تاثیر اثرات ساده ماده ضد تعرق و کود زیستی و اثر متقابل دو گانه ماده ضد تعرق در کود زیستی قرار گرفت (جدول ۷). مقایسه میانگین اثر

مویین و و جذب سطحی ریشه گیاه دانست. همچنین سیتو کینین تولید شده به وسیله کودهای زیستی منبع بزرگی جهت جاب عناصری مانند آهن، منیزیوم و پتاسیم است (Lalitha et al., 2012).

جدول ۱۰- مقایسه میانگین صفات بیوشیمیایی دانه گندم در سطوح مختلف اثرات متقابل دو گانه رقم، ماده ضد تعرق و کود زیستی

Table 10. Mean comparison for biochemical traits of wheat grain at different levels of interaction effects of cultivar, anti-transpirant and biofertilizer

تیمارها		پتاسیم دانه	مس دانه	آهن دانه	کربوهیدرات دانه	پروتئین دانه
Treatments		Grain K (%)	Grain Cu (mg/kg)	Grain Fe (mg/kg)	Grain carbohydrate (%)	Grain protein (%)
رقم	ماده ضد تعرق	کود زیستی				
Cultivar	Anti-transpirant	Bio-fertilizer				
آذر ۲	شاهد		0.447	-	-	-
Azar2	Control					
	آترازین		0.524	-	-	-
	Atrazine					
اوحدی	شاهد		0.459	-	-	-
Ohadi	Control					
	آترازین		0.517	-	-	-
	Atrazine					
باران	شاهد		0.470	-	-	-
Baran	Control					
	آترازین		0.516	-	-	-
	Atrazine					
LSD (0.05)			0.0107			
آذر ۲	شاهد		-	-	58.25	67.625
Azar2	Control					
	آزوسپیریلیوم		-	-	61.65	69.50
	Azospirillum					
	ازتوباکتر		-	-	60.75	73.125
	Azotobacter					
اوحدی	شاهد		-	-	60.5	67.625
Ohadi	Control					
	آزوسپیریلیوم		-	-	60.87	72.375
	Azospirillum					
	ازتوباکتر		-	-	63.0	72.50
	Azotobacter					
باران	شاهد		-	-	60.0	69.625
Baran	Control					
	آزوسپیریلیوم		-	-	59.85	74.375
	Azospirillum					
	ازتوباکتر		-	-	61.35	73.375
	Azotobacter					
LSD (0.05)					0.897	0.357
	شاهد		0.45	7.183	-	65.417
	Control					11.520
	شاهد		0.459	7.258	-	67.667
Control	آزوسپیریلیوم					12.591
	Azospirillum					
	ازتوباکتر		0.467	7.325	-	68.667
	Azotobacter					12.683
	شاهد		0.495	7.225	-	71.6667
	Control					13.183
	آترازین		0.532	7.633	-	76.50
Atrazine	آزوسپیریلیوم					13.767
	Azospirillum					
	ازتوباکتر		0.53	7.666	-	77.33
	Azotobacter					13.720
LSD (0.05)			0.0114	0.198		1.694
						0.376

زیستی کمترین میزان مس دانه با میانگین ۷/۲ میلی گرم بر کیلوگرم را داشت (جدول ۱۰). مس به عنوان بخشی از ساختمان آنزیم های پلی فنل اکسیداز و آسکوربیک اسید اکسیداز معرفی

متقابل دو گانه ماده ضد تعرق در کود زیستی نشان داد که کاربرد آترازین و ازتوباکتر بیشترین میزان مس دانه با میانگین ۷/۷ میلی گرم بر کیلوگرم و عدم کاربرد ماده ضد تعرق و کود

از رقم اوحدی با میانگین ۴۰/۱ میلی گرم بر کیلوگرم و کمترین آن از رقم آذر ۲ با میانگین ۳۸/۸ میلی گرم بر کیلوگرم حاصل شد. در میان سطوح ماده ضد تعرق، بیشترین میزان منگنز دانه از کاربرد آترازین با میانگین ۴۲/۵ میلی گرم بر کیلوگرم و کمترین آن از عدم کاربرد آترازین با میانگین ۳۶/۱ میلی گرم بر کیلوگرم حاصل شد. در میان سطوح کود زیستی، بیشترین میزان منگنز دانه از کاربرد ازتوباکنتر با میانگین ۴۰/۳ میلی گرم بر کیلوگرم و کمترین آن از عدم کاربرد کود زیستی با میانگین ۳۸/۶ میلی گرم بر کیلوگرم بدون تفاوت معنی دار با کاربرد آزوسپریلیوم بدست آمد (جدول ۸). تلقیح گیاه با ازتوباکنتر به طور معنی داری غلظت پتاسیم، منیزیم، آهن، منگنز، روی و بور گیاه را افزایش داد (Samar & Khosravi, 2002). افزایش جذب عناصر غذایی میکرو توسط گیاه در پی مایه زنی با کودهای زیستی از قبیل آزوسپریلیوم به دلیل افزایش رشد ریشه و گسترش تارهای کشنده در اثر هورمون‌ها و برخی ماکرومولکول‌های تولید شده توسط باکتری می باشد (Naidu *et al.*, 2003). کاربرد کودهای زیستی در خاک، ظرفیت تبادل کاتیونی خاک، مواد غذایی خاک و قابلیت جذب آنها توسط گیاه را افزایش می‌دهد (Ewulo, 2005).

### روی دانه

میزان روی دانه به طور معنی داری تحت تأثیر اثرات ساده رقم و ماده ضد تعرق قرار گرفت (جدول ۷). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در میان ارقام، بیشترین میزان روی دانه از رقم اوحدی با میانگین ۴۱/۵ میلی گرم بر کیلوگرم و

شده که بیانگر اهمیت وجود این عنصر در گیاه است (Devlin & Witham, 2002; Nagajyoti *et al.*, 2010).

### آهن دانه

میزان آهن دانه به طور معنی داری تحت تأثیر اثرات ساده رقم، ماده ضد تعرق و کود زیستی و اثر متقابل دو گانه رقم در کود زیستی قرار گرفت (جدول ۷). در میان سطوح ماده ضد تعرق، بیشترین میزان آهن دانه از کاربرد آترازین با میانگین ۶۳/۳ میلی گرم بر کیلوگرم و کمترین آن از عدم کاربرد آترازین با میانگین ۵۸/۰ میلی گرم بر کیلوگرم حاصل شد (جدول ۸). مقایسه میانگین اثر متقابل دو گانه رقم در کود زیستی نشان داد که رقم اوحدی با کاربرد ازتوباکنتر بیشترین میزان آهن دانه با میانگین ۶۳ میلی گرم بر کیلوگرم و رقم آذر ۲ و عدم کود زیستی کمترین میزان آهن دانه با میانگین ۵۸ میلی گرم بر کیلوگرم را داشت (جدول ۱۰). ازتوباکنتر با تولید سیدروفور از رسوب آهن جلوگیری کرده و به جذب آهن توسط گیاه کمک می‌کند (Suneja *et al.*, 1994). کود نیتروکسین با افزایش سطوح نیتروژن و مقدار قابل جذب عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم و برخی از عناصر میکرو عملکرد بیولوژیک عملکرد دانه گندم را افزایش داد (Nehra & Hooda, 2002).

### منگنز دانه

میزان منگنز دانه به طور معنی داری تحت تأثیر اثرات ساده رقم، ماده ضد تعرق و کود زیستی قرار گرفت (جدول ۷). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در میان ارقام، بیشترین میزان منگنز دانه

تأثیر اثرات ساده ماده ضد تعرق و کود زیستی و اثر متقابل دو گانه ماده ضد تعرق و کود زیستی قرار گرفت (جدول ۷). مقایسه میانگین اثر متقابل دو گانه ماده ضد تعرق در کود زیستی نشان داد که کاربرد آترازین و آزوسپریلیوم بیشترین میزان پروتئین دانه با میانگین ۱۳/۸ درصد و عدم کاربرد ماده ضد تعرق و کود زیستی کمترین میزان پروتئین دانه با میانگین ۱۱/۵ درصد را داشت (جدول ۱۰). کاهش قابل ملاحظه غلظت پروتئین در شرایط تنش شدید می تواند به کاهش زیر واحدهای رویسکو و افزایش در اکسیداسیون پروتئین مرتبط باشد (Tahkokorpi, 2010). افزایش پروتئین دانه ناشی از کاربرد مواد ضد تعرق در لویا نیز گزارش شده است (Yigitarslan, 2010). در بررسی تاثیر کود زیستی نیتروکسین در ذرت گزارش شده است که استفاده از این کود موجب افزایش درصد پروتئین دانه ذرت شد. کاهش پتانسیل آب در برگ ها، موجب کاهش قابل توجهی در پلی ریوزوم ها و مونوریوزوم ها می شود که این امر، بیانگر کاهش سنتز پروتئین ها می باشد (Tarang *et al.*, 2013). همچنین رادیکال های آزاد اکسیژن، میل ترکیبی بالایی با پروتئین ها دارند و سبب اکسید شدن آنها می شوند (Popova *et al.*, 2008). می توان گفت که مواد ضد تعرق، موجب افزایش فعالیت های آنتی اکسیدانی و همچنین جلوگیری از تخریب پروتئین ها و در نتیجه افزایش میزان پروتئین می شوند. با افزایش دسترسی گیاه به نیتروژن، میزان پروتئین دانه نیز افزایش می یابد (Ghani *et al.*, 2000). تلقیح گندم، جو و یولاف با آزوسپریلیوم به دلیل

کمترین آن از رقم آذر ۲ با میانگین ۳۹/۱ میلی گرم بر کیلوگرم حاصل شد. بیشترین میزان روی دانه از کاربرد آترازین با میانگین ۴۴/۳ میلی گرم بر کیلوگرم و کمترین آن از عدم کاربرد آترازین با میانگین ۳۶/۶ میلی گرم بر کیلوگرم حاصل شد (جدول ۸).

### کربوهیدرات های دانه

میزان کربوهیدرات دانه به طور معنی داری تحت تأثیر اثرات ساده رقم، ماده ضد تعرق و کود زیستی و اثر متقابل دو گانه رقم و کود زیستی و ماده ضد تعرق و کود زیستی قرار گرفت (جدول ۷). مقایسه میانگین اثر متقابل دو گانه رقم در کود زیستی نشان داد که رقم باران با کاربرد آزوسپریلیوم بیشترین میزان کربوهیدرات دانه با میانگین ۷۴/۴ درصد و رقم آذر ۲ و کود زیستی با کمترین میزان کربوهیدرات دانه با میانگین ۶۷/۶ درصد را داشت (جدول ۱۰). مقایسه میانگین اثر متقابل دو گانه ماده ضد تعرق در کود زیستی نشان داد که کاربرد آترازین و ازتوباکنر بیشترین میزان کربوهیدرات دانه با میانگین ۷۷/۳ درصد و عدم کاربرد ماده ضد تعرق و کود زیستی با کمترین میزان کربوهیدرات دانه با میانگین ۶۵/۴ درصد را داشت (جدول ۱۰). عدم کاربرد ماده ضد تعرق باعث کاهش مقدار کربوهیدرات دانه شد در تایید این نتایج گزارش شده که تنش خشکی در نخود، باعث کاهش درصد کلروفیل و غلظت کربوهیدرات ها در شاخه ها می شود (Farouk & Ramadan-Amany, 2012).

### پروتئین دانه

میزان پروتئین دانه به طور معنی داری تحت

افزایش ذخیره نیتروژن در کل گیاه منجر به افزایش پروتئین دانه شده است (Dalla Santa *et al.*, 2004).

### نتیجه گیری کلی

کاربرد کودهای زیستی نیتروژنه و ماده ضد تعرق آترازین باعث بهبود صفات زراعی، فتوسنتزی و کیفیت دانه گندم شد. در سال اول رقم آذر ۲ با کاربرد آترازین و ازتوباکتر بیشترین شاخص برداشت با میانگین ۳۲/۲ درصد و بدون کاربرد ماده ضد تعرق و کود زیستی کمترین شاخص برداشت با میانگین ۲۸/۶ درصد را داشت. در سال دوم رقم باران با کاربرد آترازین و ازتوباکتر بیشترین شاخص برداشت با میانگین ۳۲/۶۷۵ درصد و بدون کاربرد ماده ضد تعرق و کود زیستی کمترین شاخص برداشت با میانگین ۲۸/۸ درصد را داشت. بیشترین میزان کلروفیل کل، عنصر مس و کربوهیدرات دانه با کاربرد آترازین و ازتوباکتر حاصل شد اما بیشترین میزان کارتنوئید و پروتئین دانه با کاربرد آترازین و آزوسپریلیوم حاصل شد. رقم اوحدی با کاربرد ازتوباکتر بیشترین میزان آهن دانه با میانگین ۶۳ میلی گرم بر کیلوگرم و رقم آذر ۲ و عدم کود زیستی کمترین میزان آهن دانه با میانگین ۵۸ میلی گرم بر کیلوگرم را داشتند. کاربرد ازتوباکتر باعث افزایش معنی دار منگنز دانه گندم شد. بدین ترتیب در شرایط دیم استان لرستان کاربرد کودهای زیستی نیتروژنه و ماده ضد تعرق آترازین برای بهبود کمیت و کیفیت گندم دیم پیشنهاد می شود.



## References

- Abdel-Fattah, G. H. 2013. Response of waterstressed rose of China (*Hibiscus rosa-sinensis* L.) plant to treatment with calcium carbonate and vapor gard antitranspirants. *Journal of Applied Science Research*, 9(6), 3566–3572.
- Abdel-Kareem-Sheikha, S. A. 2009. Physiological studies for different concentration from Bichikol 020 pc (Chitosan) on Bean leaf. *Asian Journal of Scientific Research*, 11: 73-86.
- Abdul-Jaleel, C., Manivannan, P., Sankar, B., Kishorekumar, A., Gopi, R., Somasundaram, R., and Panneerselvam, R. 2007. *Pseudomonas fluorescens* enhances biomass yield and ajmalicine production in *Catharanthus roseus* under water deficit stress. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 60(1), 7-11.
- Ahmad, F., Ahmad, I., and 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.
- Alizadeh, O., Alizadeh, A., and Aryana, L. 2010. Optimizing of nitrogen and phosphorus consumption in sustainable agriculture of corn using mycorrhiza and vermicompost. *Agricultural new findings*, 3(3), 303-316.
- Anonymous. 2017. Statistics and Information Center. Agricultural Jihad of Golestan Province
- Arazmju, A., Heydari, M., and Ganbari, A., 2009. Effect of drought stress and three types of fertilizers on flower yield, physiological parameters and nutrient uptake in chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants* 25(4), 428- 494. [In Persian with English Summary]
- Bagheri, H., Andalibi, B., Azimi, M. R., Mogadam, E. Z., and 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.
- Basu, M., Bhadoria, P. B. S., and Mahapatra, S. C. 2008. Growth, nitrogen fixation, yield and kernel quality of peanut in response to lime, organic and inorganic fertilizer levels. *Bioresource Technology*, 99: 4675-4683.

- Behl, R. K., Narula, N., Vasudeva, M., Sato, A., Shinano, T., and Osaki, M. 2006. Harnessing wheat genotype x Azotobacter strain interactions for sustainable wheat production in semiarid tropics. *TROPICS* 15(1), Issued March 1, 2006
- Belimov, A. A., Dodd, I. C., Safronova, V. I., Hontzeas, N., and Davies, W. J. 2007. Pseudomonas brassicacearum strain Am3 containing 1-aminocyclopropane-1-carboxylate deaminase can show both pathogenic and growth-promoting properties in its interaction with tomato. *Journal of Experimental Botany*, 58: 1485–1495
- Cakmak, I., Pfeiffer, W. H., and Mc Clafferty, B., 2010. Biofortification of durum wheat with zinc and iron. *Cereal Chemistry*, 87: 10–20.
- Cantore, V., and Albrizio, R. 2009. Kaolin-based particle film technology affects tomato physiology, yield and quality. *Environmental and Experimental Botany*, 66: 279-288.
- Cooper, K.M., and Tinker, P. B. 2003. Translocation and transfer of nutrients in vesicular-arbuscular mycorrhiza. Uptake and translocation of phosphorus, zinc and sulphur. *New Phytologist*, 81: 43-52.
- Dalla Santa, O. R., Hernández, R. F., Alvarez, G. L. M., Junior, P. R., and Soccol, C. R. 2004. Azospirillum sp. inoculation in wheat, barley and oats seeds greenhouse experiments. *Brazilian archives of biology and technology*, 47 (6).
- Devlin, E., and Witham, A. 2002. Heavy metal tolerance in plants. *Plant Physiology*, 21: 149-150
- Ewulo, B. S. 2005. Effect of poultry dung and cattle manure on chemical properties of clay and sandy clay loam soil. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 4(10), 839-841.
- Faheed, F. A., and Abad –El Fattah, Z. 2008. Effect of chlorella vulgaris as bio-fertilizer on growth parameters and metabolic aspects of lettuce plant. *Journal of Agricultural and social sciences*, 4:165-175.
- Farouk, S., and Ramadan-Amany, A. 2012. Improving growth and yield of growth by foliar application of chitosan under water stress. *Egyptian Journal of Biology*, 14: 14-26.
- Fatma, A. G., Lobna, A. M., and Osman, N. M. 2008. Effect of compost and bio-

- fertilizers on growth, yield and essential oil of sweet marjoram (*Majorana hortensis*). *Plant Bioresource Technology*, 93: 145–153.
- Ghasemi, M., and Zahedi, M. 2018. Effects of mycorrhizal inoculation on the response of some sorghum genotypes to salinity. *Plant Process and Function*, 7(24), 121-138.
- Glick, B. R. 1995. The enhancement of plant growth by free-living bacteria. *Canadian Journal of Microbiology*, 41: 109 – 17.
- Glick, B. R. 2014. Bacteria with ACC deaminase can promote plant growth and help to feed the world. *Microbiological Research*, 169(1), 30–39.
- Good, A. G., and Steven, T. Z. 1994. The effects of drought stress on free amino acid accumulation and protein synthesis in *Brassica napus*. *Plant Physiology*, 90: 909-914.
- Grusak, M. A., and DellaPenna, D. 1999. Improving the nutrient composition of plants to enhance human nutrition and health. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 50: 133–161.
- Han, H., and Lee, K. 2005. Plant growth promoting rhizobacteria effect on antioxidant status, photosynthesis, mineral uptake and growth of lettuce under soil salinity. *Research Journal of Agricultural Biological Science*, 1: 210-215
- Han, H. S., Supanjani, D., and Lee, K. D. 2006. Effect of coin circulation with phosphate and potassium solubilizing bacteria on mineral uptake and growth of pepper and cucumber. *Plant, Soil Environment*. 52(3), 130-136.
- Hao, H., Wei, Y., Yang, X., Feng, Y., and Wu, C. 2007. Effects of different nitrogen fertilizer levels on Fe, Mn, Cu and Zn concentrations in shoot and grain quality in rice (*Oryza sativa*). *Rice Science*, 14(4), 289–294.
- Hasanudin, H. 2003. Increasing of the nutrient and uptake availability of N and P and through corn yield of inoculation of *Mycorrhiza* and *Azotobacter* on ultisol organic matter. *Journal of Agriculture Sciences of Indonesia*, 5(1), 83 – 89.
- Hayat, S., Hayat, Q., Alyemeni, M. N., Wani, A. S., Pichtel, J., and Ahmad, A. 2012. Role of proline under changing environments. *Plant Signa Behavior*, 7: 1456–1466.

- Ibrahim, E. A, and Selim, E. M. 2010. Effect of irrigation intervalles and antitranspirants (Kaolin) on summer squash (*Cucurbita pepo* L.) growth, yield quality and economics. *Journal of Soil Science and Agriculture Engineering*, 1: 883-894.
- Kafi, M., Borzooei, A., Salehi, M., Kamandi, A., Maassoumi, A., and Nabati, M. 2009. Plant environmental stress physiology. Jahad Mashhad University Press. 504 Pp.
- Kader, M. A., 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 (4), 259-261.
- Kasim, W., Osman, M. E. Omar, M. N., Abd El-Daim, I. A., Bejai, S., and Meijer, J. 2013. Control of drought stress in wheat using plant-growth promoting bacteria. *Journal of Plant Growth Regulation*, 32:122–130.
- Khalvati, M. A., Mozafar, A., and Schmidhalter, U. 2005. Quantification of water uptake by arbuscular mycorrhizal hyphae and its significance for leaf growth, water relations, and gas exchange of barley subjected to drought stress. *Plant Biology Stuttgart*, 7: 706-712.
- Kizilkaya, R. 2008. Yield response and nitrogen concentrations of spring wheat (*Triticum aestivum*) inoculated with *Azotobacter Chroococcum* strains. *Ecological Engineering*, 33: 50-156.
- Kumar, V., Behl, R. K., and Narula, N. 2001. Effect of phosphate solubilizing strains of *Azotobacter chroococcum* on yield traits and their survival in the rhizosphere of wheat genotypes under field conditions. *Acta Agronomical Hungarica*, 49: 141 – 9.
- Lalitha, M., Karunakar Babu, M., Ravisankar, C., and Ashoka Rani, Y. 2012. Effect of bioregulators on chlorophyll content and keeping quality of betelvine (*Piper betel* L.). *Journal of South Indian Horticulture*, 52: 270-276.
- Latocha, P., Ciechocińska, M., Pietkiewicz, S., and Kalaji, M. K. 2009. Preliminary assessment of antitranspirant Vapor Gard influence on *Actinidia arguta* growing under drought stress conditions. *Annals of Warsaw University of Life Science*, 30: 149–150.

- Lin, W., Okon, Y., and Hardy, R. W. F. 1983. Enhanced mineral uptake by *Zea mays* and *Sorghum bicolor* roots inoculated with *Azospirillum brasilense*. *Applied Environmental Microbiology*, 45: 1775 – 9.
- Lichtenthaler, H. K., and Buschmann, C. 2001. Chlorophylls and carotenoids: measurement and characterization by UV-VIS spectroscopy. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*, F4.3.1-F4.3.8.
- Masoud, A. A. B. 2012. Impact of some antitranspirants on yield and fruit quality of hamawy apricot trees grown in sandy soils. *Research Journal of Agriculture and Biological Science*, 8(2), 78–82,
- Mia, M. A. B. 2015. Nutrition of Crop Plants. New York, Nova Science Publishers, pp. 187. Ministry of Agriculture- Jahad. Agricultural statistic. 2016-17.
- Moftah, A. E., and Al-Humaid, A. I. 2005a. Effects of kaolin and pinolene film-forming polymers on water relations and photosynthetic rate of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.). *Journal of King Saudian University, Agricultural Science*, 18 (1), 35–49.
- Moftah, A. E., and Al-Humaid, A. I. 2005b. Effects of antitranspirants on water relations and photosynthetic rate of cultivated tropical plant (*Polianthes tuberosa* L.). *Poland Journal of Ecology*, 53(2), 165–175.
- Mohammadi, M. P., Sharifi, R., Karimizadeh, M., and 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.
- Mohsen Nia, O., and 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.
- Monsef Afshar, R., Jamshidi, K., Rezaei, M., Yoosefi, A., and Latifeh Poor, A. 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.
- Nagajyoti, P. C., Lee, K. D., and Sreekanth, T. V. M. 2010. Heavy metals, occurrence and toxicity for plants: a review. *Environmental Chemistry Letters*, 8: 199–

216.

- Naidu, V. S. G. R., Panwar, J. D. S., and Annapurna, K. 2003. Yield response in rice to auxin application and inoculation with *Azospirillum brasilense*. *Indian Journal of Plant Physiology*, 8: 96–98.
- Narula, N., Remus, R., Deubel, A., Granse, A., Dudeja, S. S., Behl, R. K., and Merbach, W. 2007. Comparison of the effectiveness of wheat roots colonization by *Azotobacter chroococcum* and *Pantoea agglomerans* using serological techniques. *Plant Soil Environment*, 53: 167-176.
- Nehra, A. S., and Hooda, I. S. 2002. Influence of integrated use of organic manures and inorganic fertilizers on lentil and mung bean yields and soil properties. *Research Crops*, 3(1),11–16.
- Nelson, D.W., and Sommers, L.E. 1973. Determination of total nitrogen in plant material. *Agronomy Journal*, 65: 109-112.
- Oda, S., and Vanderleyden, J. 2000. *Azospirillum* a free-living nitrogen-fixing bacterium closely associated with grasses: genetic, biochemical and ecological aspects. *FEMS Microbiological Review*, 24: 487 - 506.
- Popova, L., Maslenkova, L., Yordanova, R., Krantev, A., Szalai, G., and Janda, T. 2008. Salicylic acid protects photosynthesis against cadmium toxicity in pea plants. *General and Applied Plant Physiology*, (Special issue) 34: 133–144.
- Prakash, M., and Ramachandran, K. 2000. Effects of chemical Ameliorants in *Brinjaksolanum melongenal* under moisture stress conditions. *Journal of Agronomy Crop Science*, 185: 237- 239.
- Rai, U. N., Pandey, K., Sinha, S., Singh, A., Saxena, R., and Gupta, D. K. 2004. Revegetating fly ash landfills with *Prosopis juliflora* L.: impact of different amendments and *Rhizobium* inoculation. *Environment International*, 30: 293 – 300.
- Ravikumar, S., Shanthy, S., Kalaiarasi, A., and Sumaya, M. 2014. The biofertilizer effect of halophilic phosphate solubilising bacteria on *Oryza sativa*. *Middle East Journal of Scientific Research*, 19(10), 1406-1411.
- Samar, M., and Khosravi, H. 2002. The effects of four strains of *Azotobacter* on growth and nutrient uptake by apple trees. Proceedings of the Tenth

- International Congress of Soil Science Iran, Karaj, Pp: 1-4. (In Persian)
- Sharma, A. K. 2004. Biofertilizers for sustainable agriculture. Agrobios India press.
- Sharma, H., Bhandawat, A., Kumar, P., Rahim, M.S., Parveen, A., Kumar, P., Madhawan, A., Rishi, V., and Roy, J. 2020. Development and characterization of bZIP transcription factor based SSRs in wheat. *Gene*, 756: 144912.
- Sheikha, S. A. K., and Al-Malki, F. M. 2011. Growth and chlorophyll responses of bean plants to chitosan applications. *European Journal Science Research*, 50: 124-134.
- Shi, R., Zhang, Y., Chen, X., Sun, Q., Zhang, F., Rcemheld, V., and Zou, C., 2010. Influence of long-term nitrogen fertilization on micronutrient density in grain of winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Cereal Science*, 51: 165–170.
- Suneja, S., Lakshminarayana, K., and Gupta, P. P. 1994. Role of Azotobacter chroococcum siderophores in control of bacterial rot and *Scrotinia* rot of mustard. *Indian Journal of Mycology and Plant Pathology*, 24: 202-205.
- 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.
- Tarang, E., Ramroudi, M., Galavi, M., Dahmardeh, M., and 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.
- Tarango Rivero, S. H., Nevarez Moorillon, V. G., and Orrantia, B. E. 2009. Growth, yield, and nutrient status of pecans fertilized with bio solids and inoculated with rizosphere fungi. *Bioresource Technology*, 100: 1992–1998.
- Vaez, A., Khorgamy, A., and 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).
- Yasari, E., Esmaeli, A., Mozafari, M. A. E., and Alashti, M. R. 2009. Enhancement of growth and nutrient uptake of rapeseed (*Brassica napus* L.) by applying mineral nutrients and biofertilizers. *Pakistan Journal of Biological Science*,

12(2), 127- 133.

- Yigitarslan, U. 2010. Graduate School of Natural and Applied Sciences. MSc. Thesis. University of Ankara, Turkey.
- Yoshida, S., Forno, D.A., and Cock, J. 1971. Laboratory manual for physiological studies of rice. International Rice Research Institute.
- Westerman, R. L. 1990. Soil Testing and Plant Analysis. Soil Science Society of America book series, No. 3, Madison, USA.
- Wu, S. C., Cao, Z. H., Li, Z. G., and Cheung, K. C. 2005. Effect of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: greenhouse trial. *Geoderma*, 125: 155-166.
- Zarea, M.J., Hajinia, S., Karimi, N., Mohammadi Goltapeh, E., Rejali, F., and Varma, A. 2012. Effect of *Piriformospora indica* and *Azospirillum* strains from saline or non-saline soil on mitigation of the effects of NaCl. *Soil Biology Biochemistry*, 45: 139-146.



## **Effect of antiperspirant and nitrogen biofertilizers on wheat cultivars in rainfed conditions of Lorestan province**

Farnam Nasiri<sup>1</sup>, Marjan Diyanat <sup>\*2</sup>, Masoud Rafiee<sup>3</sup>, Amin Azadi<sup>4</sup>

1. Ph.D Student, Department of Agricultural Sciences and Food Industries, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran . (Corresponding author)
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.

Received: August 2021 Accepted: August 2024- DOI: 10.22092/aj.2024.355607.1560

### **Extended Abstract**

**Nasiri, F., Dianat, M., Rafiee, M., Asadi, A.,** Effect of antiperspirant and nitrogen biofertilizers on wheat cultivars in rainfed conditions of Lorestan province  
**Applied Research in Field Crops Vol 36, No. 1, 2023 10-12: 66-97(in Persian)**

### **Introduction**

Most of the cultivated cereals are deficient in micronutrients. Deficiency of these elements in soil not only reduces crop yield but also results in their limited consumption by humans and livestock through reducing the concentration of these elements in foods such as wheat grains, leading to various diseases, and thus reducing public health (Cakmak *et al*, 2012; Shi *et al.*, 2010). The low concentration of minerals such as sulfur, calcium, magnesium, iron, manganese, zinc and copper in the country's food supply has a detrimental effect on health as these micronutrients are required by the human body. Drought stress, one of the most important factors limiting crop production, can cause damage to the plant, especially in relation to the content of chlorophyll and carotenoids, increase in lipid peroxidation and proline (Hayat *et al.*, 2012).

### **Material & Methods**

In order to investigate the morphological and biochemical response of rainfed

---

**Email address of the corresponding author:** Ma\_dyanat@yahoo.com

wheat cultivars to anti-transpirant and nitrogen biofertilizers, an experiment was carried out in a randomized complete block design with split-factorial plot arrangement with four replications in the cold temperate zone (Kamalvand Khorramabad) in the cropping seasons of 2016-2017 and 2017-2018. The main plot was allocated to rainfed wheat cultivar (Azar2, Ohadi and Baran) and anti-transpirant (no application and application of atrazine) and nitrogen biofertilizer (no application, application of *Azospirillum*, application of *Azotobacter*) were in sub-plots in a factorial arrangement. Prior to field cultivation, *Azospirillum* and *Azotobacter* fertilizers were applied to the seeds of wheat cultivars in the relevant treatments. Atrazine anti-transpirant at a concentration of 400 ppm was used at two stages, first at stalking stage in late March and second at the time before pollination using a 20-liter sprayer and in a guided manner. Peduncle length, number of grain per m<sup>2</sup>, harvest index, chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll and carotenoids in the shoot and macro and micro-nutrients, carbohydrates and protein in the grain were measured.

### **Results & Discussion**

In the first year, Ohadi cultivar, with atrazine and *Azotobacter* application, had the highest grain yield (2420 kg ha<sup>-1</sup>) and Azar 2 cultivar, without anti-transpirant and with *Azotobacter* application, had the lowest grain yield (2000 kg ha<sup>-1</sup>) and in the second year, Baran cultivar, with atrazine and without biofertilizer application, produced the highest grain yield (2765 kg ha<sup>-1</sup>) and Azar 2 cultivar, without atrazine and with *Azospirillum* application, had the lowest grain yield with an average of (2083 kg ha<sup>-1</sup>).

Baran cultivar with atrazine had the highest total chlorophyll content with an average of 7.8 mg g<sup>-1</sup> fresh weight and Azar2 cultivar without anti-transpirant application had the lowest total chlorophyll content with an average of 5.5 mg g<sup>-1</sup> fresh weight (Table 5). Also, the use of atrazine and *azotobacter* gave the highest amount of total chlorophyll and carotenoids (Table 5). The lowest amount of grain nitrogen was obtained from non-application of biofertilizer with an average of 1.77% and the highest amount was obtained from the use of *Azotobacter* with an average of 2.38%. Ohadi cultivar with atrazine and *Azotobacter* had the highest

grain phosphorus content with an average of 0.50% and Baran cultivar without anti-transpirant and biofertilizer had the lowest grain phosphorus content with an average of 0.22% (Table 9). Ohadi and Baran cultivars using atrazine similarly contained the highest amount of potassium with an average of 0.52% and Azar 2 cultivar without anti-transpirant had the lowest amount of potassium with an average of 0.45% (Table 10). The highest amount of grain copper with an average of 7.7 mg kg<sup>-1</sup> was obtained from using atrazine and *Azotobacter*. Ohadi cultivar, when treated with *Azotobacter*, produced the highest amount of iron grain with an average of 63 mg kg<sup>-1</sup> and Azar2 cultivar had the lowest amount of iron grain with an average of 58 mg kg<sup>-1</sup>.

### **Conclusion**

The application of nitrogen biofertilizers and anti-transpirant atrazine improved morphological, photosynthetic traits and grain quality of the wheat. The highest amount of total chlorophyll, copper and grain carbohydrates was obtained by atrazine and *Azotobacter*, but the highest amount of carotenoids and grain protein was obtained by atrazine and *Azospirillum*. Thus, under the dryland conditions of Lorestan province, the use of nitrogen biofertilizers and anti-transpirant atrazine is recommended.

**Key word:** Atrazine, Azotobacterirom, potassium, rainfed wheat, seed protein

### **References:**

- Cakmak, I., Pfeiffer, W. H., and Mc Clafferty, B., 2010. Biofortification of durum wheat with zinc and iron. *Cereal Chemistry*, 87: 10–20.
- Hayat, S., Hayat, Q., Alyemeni, M. N., Wani, A. S., Pichtel, J., and Ahmad, A. 2012. Role of proline under changing environments. *Plant Signa Behavior*, 7: 1456–1466.
- Shi, R., Zhang, Y., Chen, X., Sun, Q., Zhang, F., Rcemheld, V., and Zou, C., 2010. Influence of long-term nitrogen fertilization on micronutrient density in grain of winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Cereal Science*, 51: 165–170.