"مجله علوم زراعی ایران"
جلد پانزدهم، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۲

اثر محلول پاشی پوترسین و عناصر غذایی بر عملکرد دانه و کیفیت دو رقم گندم نان
Effect of foliar application of Putrescine and nutrient elements on grain yield and quality of two bread wheat cultivars

مریم سادات عمادی[۱]، پیمان حسیبی[۲] و عبدالرضا عظیمی[۳]

چکیده

عمادی، م. س.، پ. حسیبی و ع. عظیمی. ۱۳۹۲. اثر محلول پاشی پوترسین و عناصر غذایی بر عملکرد دانه و کیفیت دو رقم گندم نان. **مجله علوم زراعی ایران. ۱۵(۳): ۲۶۱-۲۴۷.**

این آزمایش به منظور ارزیابی اثر محلول‌پاشی برگی پلی آمین پوترسین و برخی عناصر غذایی کم مصرف بر عملکرد دانه و کیفیت دو رقم گندم نان در سال زراعی ۱۳۹۰-۱۳۸۹، در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز به صورت طرح کرت های خرد شده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. کرت‌های اصلی شامل دو رقم گندم چمران و استار و کرت‌های فرعی تغذیه گیاهی به صورت محلول پاشی برگی پلی آمین پوترسین، بر و مولیبدن در مراحل آبستنی و آبستنی + پنجه زنی (از منبع نیترات بالانسر)، فسفر و پتاسیم در مراحل آبستنی و آبستنی + پنجه زنی (از منبع باسفولیر اکتیو)، محلول پاشی برگی عناصر ریزمغذی (کلات شده با اسید آمینه گلایسین) در مرحله پنجه زنی (از منبع بیومین)، عناصر کم مصرف (بر، آهن، مولیبدن) در مرحله پنجه زنی (از منبع فلاور پاور) و شاهد (مصرف متداول عناصر غذایی) بودند. نتایج نشان داد که محلول پاشی برگی پوترسین باعث افزایش عملکرد دانه به میزان ۸۸/۸ درصد در رقم چمران و ۹۱/۱ درصد در رقم استار و افزایش در اجزای عملکرد، میزان نشاسته و پروتئین دانه نسبت به تیمار شاهد گردید. بیشترین عملکرد دانه در محلول پاشی برگی پوترسین در تیمار آبستنی + پنجه زنی به ترتیب در رقم چمران و استار (۱۱۸۹۰ و ۱۱۵۲۰ کیلوگرم در هکتار) و کمترین مقدار عملکرد در تیمار شاهد در ارقام چمران و استار (به ترتیب ۶۲۹۰ و ۶۰۳۰ کیلوگرم در هکتار) بدست آمد. بیشترین طول دوره مؤثر پر شدن دانه در محلول پاشی برگی پوترسین در تیمار آبستنی + پنجه زنی در ارقام چمران و استار به ترتیب ۴۵/۷ و ۵۳/۸ روز و کمترین مقدار در تیمار شاهد در ارقام چمران و استار (به ترتیب ۳۰/۱ و ۲۷/۶ روز) مشاهده شد. محلول پاشی برگی پوترسین در تیمار آبستنی + پنجه زنی بیشترین دوام سطح برگ را نسبت به شاهد داشت. در تمامی تیمارهای محلول پاشی برگی عناصر غذایی، عملکرد دانه با صفات تعداد دانه در سنبلچه ، تعداد سنبلچه در سنبله، شاخص برداشت، وزن هزار دانه و تعداد سنبله در متر مربع همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت. به نظر می رسد که محلول‌پاشی پوترسین و عناصر غذایی، باعث افزایش طول عمر برگ پرچم، افزایش طول دوره پر شدن مؤثر دانه و در نهایت افزایش عملکرد دانه شده است.

واژه‌های کلیدی: بر، پوترسین، سرعت پر شدن دانه، شاخص برداشت، دوام سطح برگ و مولیبدن.

تاریخ دریافت:۱۳۹۱/۷/۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۴/۵ این مقاله مستخرج از پایان نامه کارشناسی ارشد نگارنده اول می‌باشد

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز

۲- استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز (عضو انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران) (مکاتبه کننده)(پست الکترونیک: p.hassibi@scu.ac.ir)

۳-کارشناس خبره مدیریت حفظ نباتات استان خوزستان

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.3.5.7]

مقدمه

افزایش روزافزون قیمت کودهای‌شیمیایی در جهان، ضرورت اقتصادی بودن تولید، آلودگی آب‌های زیرزمینی و تخریب ساختار خاک در اثر مصرف بی‌رویه و ناآگاهانه کودهای شیمیایی، مشکلاتی هستند که باید با روش‌ها ی مناسب آن ها را حل کرد. تغذیه برگی روش مناسبی جهت کاهش مصرف کودهای شیمیایی و خطرات محیطی آن‌ها، به خصوص در شرایط اخیر که سیاست کاهش مصرف سم و بهینه‌سازی مصرف کود در دنیا مطرح شده است، می‌باشد (Malakuti and Lotfolahi, 1999).

پلی‌آمین‌ها پلی کاتیون‌های مهمی هستند که درمراحل مختلف فیزیولوژی و نموی گیاهان نقش دارند پلی آمین‌ها در القای تقسیم سلولی، جنین‌زایی، ریخت‌زایی، نمو گل، میوه و دانه وتأخیر در پیری سلول مؤثر هستند (Liu *etal*., 2006). مهم‌ترین پلی‌آمین‌ها شامل اسپرمیدین (تری آمین) اسپرمین (تترا آمین) و پیش‌ساز آن‌ها پوترسین (دی‌آمین) است. نقش اسپرمیدین و اسپرمین در حفاظت از غشاها و ممانعت از نشت الکترولیت‌ها و اسیدهای آمینه در طی تنش شوری در گیاه جو دیده شده است (Liu *etal*., 2006). اثر آنتی‌اکسیدانی پلی‌آمین‌ها به طور عمده به ویژگی کاتیونی آن‌ها مربوط است که برای پاکسازی رادیکال‌های آزاد عمل می‌کنند و قادر به مهار پراکسیداسیون لیپیدها هستند. با این حال شواهد و داده‌های ضد و نقیضی در مورد نقش آنتی‌اکسیدانی پلی‌آمین‌های برون زاد به دست آمده است. در برخی موارد این ترکیب‌ها به عنوان پراکسیدانت و القاءکننده تنش و گاهی به عنوان آنتی‌اکسیدان و کاهش‌دهنده رادیکال‌های آزاد معرفی شده‌اند (Groppa and Benavides, 2008). میان پلی‌آمین‌ها، انواع الحاق شده با از مولکول‌های دیگر ، از اهمیت بیشتری در القای تحمل تنش برخوردارند. اتصال پلی آمین‌های آزاد به درشت مولکول‌ها، باعث حفاظت آنها در برابر آسیب‌های اکسیداتیو می‌شود، در حالی که نقش پلی‌آمین‌های آزاد، عمدتاً در تعادل اسمزی و اسیدیته سلولی است (Groppa and Benavides, 2008).

محتوای مواد غذایی خاک ممکن است همیشه برای تامین نیاز گیاه کافی نباشد. عرضه مقادیر مناسب عناصر معدنی به گیاهان در حال رشد روش مناسبی برای بهبود عملکرد گیاهان زراعی است. اکثر عناصر ریزمغذی در خاک‌های قلیایی تثبیت شده و ریشه‌های گیاه قادر به جذب کافی آن‌ها از خاک نمی‌باشند (Cakmak., 2008). برخی خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک‌ها از جمله قلیائیت، کمبود مواد آلی، فراهمی عناصر ریز مغذی و دسترسی گیاهان به آن‌ها را کاهش می‌دهند (Ronaghi *et al*., 2002). یک راهکار مهم برای افزایش غلظت عناصر کم مصرف در دانه، کوددهی و یا محلول پاشی گیاهان است (Cakmak, 2002). ساراندون و جیانیبلی (Sarandon and Gianibelli, 1990) گزارش کردند که مصرف برگی نیتروژن باعث افزایش عملکرد دانه گندم (۴۳ درصد) و عملکرد بیولوژیک (۶۵ درصد) گردید، ولی تولید پنجه بیشتر و در نتیجه مصرف بیشتر نیتروژن در مراحل اولیه رشد باعث شد تا گیاه در اواخر دوره رشد با کمبود نیتروژن مواجه شده و در نتیجه وزن سنبله، شاخص برداشت و میزان نیتروژن دانه کاهش یافت. عبدالسلام و همکاران (Abdolsalam *et al*., 1994) در ارزیابی روش‌های تغذیه گیاهی با استفاده از عناصر کم مصرف روی، منگنز و مس اظهار کردند که مصرف برگی این عناصر بیشتر از مصرف خاکی و یا تیمار نمودن بذر، باعث افزایش عملکرد و اجزای عملکرد ذرت می‌شود. تأمین عنصر روی همراه با سایر عناصر مورد نیاز گیاه، تعداد سنبله در بوته، تعداد دانه در سنبله و در نتیجه عملکرد دانه گندم را افزایش داده و کمبود روی به دلیل افزایش پنجه‌های نابارور باعث می‌شود که در طول دوره رشد

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.3.5.7]

رویشی و زایشی این پنجه‌ها از مواد فتوسنتزی ساقه اصلی استفاده نموده و طول دوره رشد رویشی بیشتر شده و در نتیجه عملکرد دانه در واحد سطح کاهش می‌یابد (Rangel and Graham, 1995). ملکوتی و غیبی (Malakuti and Gheibi, 1999) گزارش نمودند که محلول پاشی برگی عنصر روی همراه با نیتروژن، فسفر و پتاسیم، باعث افزایش عملکرد دانه و افزایش میزان روی در دانه گندم شد. یلماز و همکاران (Yilmaz *et al*., 1997) بیان کردند که استفاده از روش‌های مختلف مصرف سولفات روی نه تنها عملکرد دانه گندم را به میزان قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌دهد، بلکه غلظت این عنصر در دانه نیز افزایش می‌یابد. نتایج تحقیقات همانترانجان و گرگ (Hemantaranjan and Grag, 1988) نشان داد که مصرف آهن و روی موجب افزایش معنی‌دار تعداد خوشه در متر مربع، طول خوشه و وزن هزار دانه گندم شد. این محققان اعلام نمودند که در اثر مصرف این عناصر مقدار کل کربوهیدرات‌ها، نشاسته و پروتئین دانه افزایش می‌یابد و با افزایش کربوهیدرات‌ها وزن هزار دانه و تعداد دانه در خوشه نیز افزایش یافته و موجب افزایش عملکرد دانه می‌شود. نتایج برخی تحقیقات نیز نشان داده است که با مصرف روی، میزان پروتئین دانه، وزن هزاردانه، تعداد دانه در خوشه افزایش معنی داری می‌یابند (Evans and Wardlaw, 1976). زاجونگ و بورخمن (Zajonc and Borchmann, 1987) در یک آزمایش گلدانی اثر مقادیر مختلف منگنز را از منابع مختلف (یونی و کلات) روی گندم و یولاف بررسی کردند. نتایج نشان داد که محلول‌پاشی عملکرد دانه را بین ۴۰ تا ۸۰ درصد افزایش می‌دهد. افزایش عملکرد یولاف در این آزمایش کمتر از گندم و بین ۷ تا ۳۸ درصد بود. جلال - کمالی و دوویلر (Jalal-Kamali and Duveiller, 2008) کاهش ۵ تا ۴۰ درصدی عملکرد دانه گندم را در مناطق جنوبی از جمله خوزستان به دلیل وقوع گرمای زود رس بهاره اعلام کردند. گرما در مرحله پر شدن دانه باعث کوتاه شدن این دوره و کاهش وزن دانه می‌شود. کاهش وزن دانه در شرایط تنش گرمای پایان فصل با کاهش طول مدت پر شدن دانه مرتبط است. کاسترو و همکاران (Castro *et al* ., 2007) نیز نتایج مشابهی را گزارش نمودند.

در اکثر مناطق کشور به دلیل بالا بودن میزان آهک خاک، معمولاً جذب عناصر ریز مغذی دچار اختلال می‌شود. خاک‌های این مناطق دارای مقادیر مناسبی از این نوع عناصر هستند، اما به دلیل قلیایی بودن خاک، جذب آن‌ها دچار اختلال می‌شود (Sedri and Malakuti, 1999). واکنش خاک بیش از ۸ می‌تواند در جذب فسفر و ریز مغذی‌ها اختلال ایجاد نماید، بنابراین با مصرف برگی این عناصر می‌توان وضعیت رشد و عملکرد گندم را بهبود بخشید. بهترین شرایط جذب فسفر و بسیاری از عناصر ریزمغذی در محدوده اسیدیته ۶/۵ تا ۷ می‌باشد و در واکنش‌های قلیایی بالا، جذب فسفر و ریز مغذی‌ها به شدت محدود می‌شود. به نظر می‌رسد که با وجود مقادیر زیاد فسفر در خاک‌های خوزستان، شرایط مناسب برای جذب آن فراهم نیست و محلول پاشی برگی این عناصر باعث رفع محدودیت جذب آنها از خاک خواهد شد. پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر محلول پاشی عناصر و پلی آمین پوترسین روی برخی خصوصیات رشدی، عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم گندم به اجرا در آمد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۰-۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز واقع در عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۱۱ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۴۱ دقیقه شرقی و ارتفاع ۲۲ متر از سطح دریا به صورت طرح کرت‌های خرد شده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار انجام شد. عامل اول، ارقام گندم

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.3.5.7]

(چمران و استار) و عامل دوم تغذیه گیاهی با استفاده از تیمارهای محلول پاشی برگی، شامل بر (۹ درصد)، مولیبدن (۵۰ میلی‌گرم در لیتر یا ۰/۰۰۵ درصد) و پلی آمین پوترسین یک میلی مولار (از منبع نیترات بالانسر، ساخت شرکت STOLLER، آمریکا) در مرحله آبستنی و آبستنی + پنجه زنی، محلول پاشی برگی در مرحله آبستنی و مراحل آبستنی + پنجه زنی (از منبع باسفولیر اکتیو)، که محتوی نیتروژن (۳ درصد)، فسفر کل (۲۷ درصد)، اکسید پتاسیم (۱۸ درصد)، بر (۰/۰۱)، مس (۰/۰۲ درصد)، آهن (۰/۰۲ درصد)، منگنز (۰/۰۱ درصد)، مولیبدن (۰/۰۰۱ درصد)، روی (۰/۰۱ درصد)، مواد آلی به میزان ۳ درصد در ماده خشک و اکسین، سایتوکنین، جیبرلین، اسیدهای آمینه ضروری و ویتامین‌های A، C، E، B، محلول پاشی برگی عناصر میکرو (کلات شده با اسید آمینه گلایسین) محتوی نیتروژن (۶ درصد)، آهن (۴ درصد)، منگنز (۴ درصد)، روی (۶ درصد)، مس (۱/۵ درصد)، منیزیم (۱/۵ درصد)، بر (۰/۸ درصد)، مولیبدن (۰/۱ درصد)، کبالت (۰/۰۰۰۵ درصد یا ۵ میلی‌گرم در لیتر)، در مرحله پنجه زنی (از منبع بیومین)، محلول پاشی عناصر ریزمغذی شامل روی (۴ درصد)، بر (۳ درصد)، مس (۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر یا یک درصد)، مولیبدن (۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر یا ۰۲/ درصد)، کلات مس (۰/۱ درصد) و کلات روی (۴ درصد)، در مرحله پنجه زنی (از منبع فلاورپاور)، شاهد (مصرف متداول عناصر غذایی) بودند. زمین آزمایش به مساحت ۶۰۰ متر مربع دارای بافت لومی رسی، pH معادل ۸/۱۷، هدایت الکتریکی ۱۳۶۹میکرو زیمنس بر متر و مواد آلی ۰/۵۳ درصد بود و بر اساس تجزیه خاک مقدار آهن ۳/۳ میلی گرم در کیلوگرم و منگنز، ۳/۴ میلی گرم در کیلوگرم و روی ۰/۴۱ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. برای تأمین نیاز غذایی گیاه بر اساس توصیه مرکز تحقیقات کشاورزی خوزستان مقدار ۴۸ کیلوگرم فسفر خالص، ۴۸ کیلوگرم پتاسیم خالص و ۱۴۰ کیلوگرم نیتروژن خالص (در سه مرحله) در هکتار استفاده شد. کشت در ۱۶ آذر ماه انجام شد. هر کرت دارای ۱۸ ردیف کشت به مساحت هشت متر مربع بوده و بلافاصله پس از کاشت آبیاری انجام گرفت. وجین علف‌های هرز به صورت دستی انجام شد. محلول پاشی برگی با استفاده از سمپاش پشتی دستی و صبح هنگام انجام شد. برداشت محصول در ۷ و ۲۰ اردیبهشت ماه ۱۳۹۰صورت گرفت. پس از نمونه‌برداری از یک متر مربع، عملکرد دانه (با رطوبت ۱۲ درصد)، تعداد دانه در سنبلچه ، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد سنبله در متر مربع، وزن هزار دانه، شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک، سهم انتقال مجدد (Papakosta and Gagianas, 1991) سرعت پر شدن دانه با استفاده از سه سنبله اصلی، دوره مؤثر پر شدن دانه با استفاده از سه سنبله اصلی (Gebeyehou *et al*., 2002)، میزان پروتئین (با استفاده از روش کلدال) و نشاسته دانه (Shlegl, 1986)، اندازه‌گیری شدند. تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم افزارهای MSTATC و SPSS و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که محلول پاشی پوترسین در مراحل آبستنی + پنجه زنی باعث افزایش عملکرد دانه در رقم چمران به میزان۸۸/۸ درصد و در رقم استار۹۱/۱ درصد گردید. کمترین مقدار عملکرد دانه در تیمار شاهد مشاهده شد.

بر اساس مقایسه میانگین‌های صفات، بیشترین شاخص برداشت مربوط به محلول پاشی پوترسین (آبستنی + پنجه زنی) در ارقام چمران و استار (به ترتیب ۴۲/۱ و ۴۴/۴ درصد نسبت به شاهد) و کمترین مقدار آن در تیمار شاهد مشاهده شد.

بیشترین تعداد سنبله در متر مربع در رقم چمران

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.3.5.7]

(۶۳۳/۷ سنبله در متر مربع) و در محلول پاشی با پوترسین (مرحله آبستنی + پنجه زنی) و کمترین مقدار آن در تیمار شاهد بدست آمد. بیشترین تعداد دانه در سنبلچه در رقم استار و در محلول‌پاشی با پوترسین در دو مرحله آبستنی + پنجه زنی (۲۲/۴ درصد نسبت به شاهد) و کمترین مقدار آن در تیمار شاهد بدست آمد. تعداد دانه در سنبله در تیمار با پوترسین (آبستنی + پنجه زنی) در رقم چمران و استار (به ترتیب ۵۵/۱ و ۵۵/۸ درصد نسبت به شاهد) افزایش یافت و کمترین مقدار آن در تیمار شاهد مشاهده شد. بیشترین تعداد سنبلچه بارور در سنبله در رقم چمران و استار (به ترتیب ۱۷/۴ و ۱۱/۶ درصد) و در محلول پاشی با پوترسین در مرحله آبستنی + پنجه زنی و کمترین مقدار آن در تیمار شاهد مشاهده شد. کمترین تعداد سنبلچه نابارور مربوط به رقم چمران و استار در محلول پاشی پوترسین (آبستنی + پنجه زنی) (به ترتیب ۲/۱ و ۲/۳) و بیشترین تعداد سنبلچه نابارور در تیمار شاهد استار (۳/۲) مشاهده شد. بیشترین افزایش وزن هزار دانه نسبت به شاهد در رقم چمران و استار (به ترتیب ۲۳/۷و ۲۶/۸ درصد) و در محلول پاشی با پوترسین(آبستنی + پنجه زنی) و کمترین وزن هزار دانه در تیمار شاهد بدست آمد (جدول۱). بیشترین عملکرد بیولوژیک در تیمار با پوترسین (آبستنی + پنجه زنی) در رقم استار (۲۲۱۶۰ کیلوگرم در هکتار) و در رقم چمران (۲۱۹۲۰ کیلوگرم در هکتار) و کمترین مقدار آن در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول۲). بیشترین دوام سطح برگ مربوط به تیمار پوترسین (آبستنی + پنجه زنی) در رقم استار (۳۷/۶ روز) و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار شاهد رقم استار (۱۹/۱ روز) بود.

بیشترین سهم انتقال مجدد در تیمار شاهد ارقام استار و چمران (به ترتیب ۱۱ درصد و ۹/۲ درصد) و کمترین مقدار آن در تیمار پوترسین (آبستنی + پنجه زنی) در رقم چمران و استار(به ترتیب ۴/۹ و ۶/۲ درصد) مشاهده شد.

بیشترین میزان پروتئین دانه مربوط به رقم چمران (۳۷ درصد نسبت به شاهد) و محلول پاشی با پوترسین (آبستنی + پنجه زنی) و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار شاهد بود. بیشترین مقدار نشاسته دانه مربوط به پوترسین (آبستنی + پنجه زنی) در رقم چمران (۴۳۲/۷ میلی گرم بر گرم) و کمترین مقدار آن در تیمار شاهد بدست آمد (جدول۲).

بیشترین مقدار دوره مؤثر پر شدن دانه به ترتیب در رقم استار و چمران (۵۳/۸ و ۴۵/۷ روز) در تیمار با پوترسین (آبستنی + پنجه زنی) و کمترین مقدار آن در تیمار شاهد چمران (۳۰/۱ روز) و شاهد استار (۲۷/۶ روز) مشاهده گردید. بیشترین میزان سرعت پر شدن دانه (۱۴۵/۱ میلی‌گرم در روز) در رقم چمران و (۱۲۶/۹ میلی گرم در روز) در رقم استار در تیمار با پوترسین (آبستنی + پنجه زنی) و کمترین مقدار آن در تیمار شاهد چمران (۹۱/۲ میلی‌گرم در روز) مشاهده شد (جدول۲). بررسی روند تغییرات وزن دانه پس از گلدهی نشان داد که در رقم چمران وزن دانه در محلول پاشی با پوترسین (آبستنی + پنجه زنی) در ۱۴ روز پس از گلدهی از سایر تیمارها بیشتر بود (۵۱ میلی گرم در سه بوته). در سایر تیمارهای محلول پاشی نیز تا ۴۴ روز پس از گلدهی، روندی افزایشی در مقدار وزن دانه مشاهده گردید. در پنجمین نمونه‌برداری (۵۴ روز پس از گلدهی) وزن دانه در تمامی تیمارهای محلول پاشی برگی بیشتر از شاهد بود و محلول پاشی برگی پوترسین (آبستنی + پنجه زنی) از بیشترین مقدار (۵۰۸۳ میلی گرم در سه بوته) برخوردار بود (شکل۱). ارزیابی تغییرات روند وزن دانه در رقم استار نشان داد که در اولین نمونه برداری بیشترین مقدار وزن دانه متعلق به محلول پاشی پوترسین (آبستنی) بود (۵۱/۷ میلی گرم در سه بوته). پس از سومین نمونه برداری روند وزن دانه در تمامی تیمارها افزایش یافت که این افزایش در تیمار پوترسین با شیب تندتری همراه بود (شکل ۲).

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.3.5.7]

بحث

تنش ناشی از گرمای زودرس پایان فصل در شرایط آب و هوایی اهواز جزو عوامل مهم محدود کننده عملکرد گندم در این منطقه به شمار می‌رود. رادمهر (Radmehr, 1997) در ارزیابی برخی از ارقام گندم متحمل به تنش گرما در شرایط آب و هوایی اهواز گزارش کرد که با افزایش دما در مرحله پر شدن دانه از ۲۱ به ۲۶ درجهٔ سانتیگراد، سرعت پر شدن دانه از ۱/۰۶ به ۰/۹۷ میلی گرم در روز، وزن هزار دانه از ۴۷ گرم به ۳۱ گرم، مدت زمان پر شدن دانه از ۴۲ روز به ۳۲ روز و عملکرد دانه از ۴۳۰ گرم در متر مربع به ۱۷۰ گرم در متر مربع کاهش یافت. تنش گرمای پایان فصل باعث کاهش سرعت و مدت پر شدن دانه ژنوتیپ‌های گندم می‌شود. ویسواناتان و چوپرا (Viswanathan and Chopra, 2001) نیز به این مورد اشاره کردند و کاهش وزن دانه را در گندم رقم سونالیکا با کاهش سرعت پر شدن دانه و در رقم هیندی ۶۲ با کاهش مدت پر شدن دانه، مرتبط دانستند. محلول‌پاشی عناصر غذایی و پلی آمین پوترسین باعث افزایش سرعت و دوره پر شدن مؤثر دانه از طریق افزایش میزان فتوسنتز برگ در ارقام گندم بهاره مورد ارزیابی در این آزمایش شد. به نظر می‌رسد که عنصر روی در تشکیل و فعالیت هورمون‌های رشد، طویل شدن فاصله میان گره‌ها، تشکیل کلروپلاست، سنتز نوکلئوتیدها، تنظیم وضعیت آب گیاه و افزایش نشاسته دانه گندم مؤثر بوده و از این طریق موجبات افزایش عملکرد محصول را فراهم آورده است. این موضوع با نتایج آزمایش وود و همکاران (Wood *et al*., 1993) مطابقت دارد. مارشنر (Marschner, 1995) اعلام کرد که منگنز از عناصر ضروری برای تشکیل و پایداری کلروپلاست و سنتز برخی از پروتئین‌ها به شمار می‌رود و اثر این عنصر در افزایش عملکرد دانه در گیاهان زراعی، مربوط به نقش آن در فعالیت آنزیم‌ها است.

گیاهان با ذخیره مطلوب پتاسیم، آب کمتری از دست می‌دهند، چون پتاسیم فشار اسمزی را افزایش می‌دهد و نقش مثبتی در باز و بسته شدن روزنه‌ها ایفا می‌کند. مصرف بر از طریق افزایش باروری دانه گرده و در نتیجه افزایش تعداد دانه‌های پر، موجب افزایش عملکرد دانه می‌شود (Brighenti and Castro, 2008). فسفر در نقل و انتقالات انرژی در فرآیندهای متابولیسمی گیاه، ساختمان فسفولیپیدها، نمو قسمت‌های زایشی گیاه، رشد و تکامل ریشه‌های فرعی و مویین و هم چنین در تشکیل و انتقال موادی همانند قندها و نشاسته در گیاه شرکت می‌نماید (Koocheki and Sarmadnia, 2003). فردریک و کامپراتو (Fredrick and Camperato, 1994) با مصرف کود نیتروژن در گندم گزارش کردند که احتمالاً مصادف شدن مرحلهٔ پر شدن دانهٔ با شرایط مطلوب محیطی و استفاده از عناصر ضروری باعث افزایش دوام برگ‌ها، میزان فتوسنتز و افزایش مدت پر شدن مؤثر دانه می‌شود. محلول پاشی برگی عناصر در این آزمایش باعث افزایش سرعت پر شدن دانه و همچنین وزن دانه شد که نشان دهنده القای تحمل نسبت به تنش گرمای انتهای فصل است. این موضوع با نتایج ماشیرینگوانی و شوپنهاوسر (Mashiringwani and Schweppenhauser, 1992) مطابقت دارد. به نظر می‌رسد که پلی آمین پوترسین با خاصیت آنتی اکسیدانی و مهار پراکسیداسیون لیپیدهای غشا و کاهش تولید رادیکال‌های آزاد، از اثر تنش گرما جلوگیری کرده و از آسیب سلولی و مرگ سلول‌ها ممانعت به عمل آورده است. پلی آمین‌ها از تولید آنزیم‌های لازم برای سنتز اتیلن نیز جلوگیری کرده و باعث تأخیر در پیری گیاه شده و باعث افزایش طول دوره مؤثر پر شدن دانه و عملکرد دانه می‌گردند. این موضوع با نتایج آزمایش برگولی و همکاران (Bregoli *et al*., 2002) مطابقت دارد.

نتایج آزمایش نشان داد که همبستگی بالایی بین عملکرد دانه با سرعت پر شدن دانه و دوره مؤثر پر

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.3.5.7]

جدول ۱- مقایسه میانگین صفات گیاهی دو رقم گندم (چمران و استار) در تیمارهای محلول پاشی پوترسین و عناصر غذایی

Table 1. Mean comparison of plant characteristics of wheat cultivars (Chamran and Star) in foliar application of Putrescine and nutrient treatments

Treatments تیمارهای آزمایشی	عملکرد دانه Grain yield ($kg.ha^{-1}$)	شاخص برداشت Harvest index (%)	سنبله در متر مربع Spike.m^{-2}	دانه در سنبلچه Grain.spikelet^{-1}	دانه در سنبله Grain.spike^{-1}	سنبلچه در سنبله Spikelet.spike^{-1}	سنبلچه‌های نابارور Nonfertile spikelets	وزن هزار دانه 1000 Grain weigh (g)
پوترسین (آبستنی)×رقم چمران Putrescine (Booting)× Chamran	11230 b	53 ab	a 633.8	2.8efg	38.8 g	13.9cde	2.5def	45.0b
پوترسین (آبستنی + پنجه زنی) ×رقم چمران Putrescine (Booting & Tillering)× Chamran	11890 a	54 a	635.8a	2.9 ef	40.9 f	14.2 bc	2.1 g	45.8ab
باسفولیراکتیو (آبستنی) ×رقم چمران Basfoliar ative (Booting)× Chamran	9070d	47cde	616c	2.6h	35.1hij	13.5e	2.6bcd	41.5e
باسفولیراکتیو (آبستنی و پنجه زنی)*رقم چمران Basfoliar active(Booting & Tillering)× Chamran	9260d	48bcde	626.3 b	2.6h	35.4hi	13.0f	2.5cde	42.7d
بیومین×رقم چمران Biomin× Chamran	7770 f	43ef	617.3 c	2.4i	34.4 ij	12.6g	2.7bc	41.1e
فلاورپاور×رقم چمران Flower power× Chamran	10360c	51abc	638.3a	2.8fg	36.6h	13.8cde	2.5def	43.6cd
شاهد چمران Chamran control	6290gh	38gh	616c	2.2j	24.2k	12.0h	3.1a	37.0g
پوترسین (آبستنی) ×رقم استار Putrescine (Booting)× Star	10130c	48bcd	465.8d	3.2b	51.1b	15.2a	2.3ef	44.0c
پوترسین (آبستنی + پنجه زنی) ×رقم استار Putrescine (Booting & Tillering)× Star	11520ab	52abc	466d	3.4a	53.5a	15.4a	2.3f	46.6a
باسفولیراکتیو (آبستنی) Basfoliar active (Booting)× Star	7440f	41fg	427.8f	3.0d	46.3d	13.9cd	2.5def	40.9e
باسفولیراکتیو (آبستنی و پنجه زنی) ×رقم استار Basfoliar active (Booting & Tillering)× Star	8310e	44def	448.8e	3.1c	48.0c	14.4b	2.4ef	41.0e
بیومین× رقم استار Biomin× Star	6600g	38gh	419.3g	2.9e	43.3e	13.6de	2.8b	38.7f
فلاورپاور× رقم استار Flower power× Star	9930c	48bcde	461.5d	3.1bc	48.1c	15.2a	2.3ef	42.8d
شاهد استار Star control	6030h	36h	419g	2.8g	33.7j	13.6de	3.2a	36.7g

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.3.5.7]

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات گیاهی دو رقم گندم (چمران و استار) در تیمارهای محلول پاشی پوترسین و عناصر غذایی

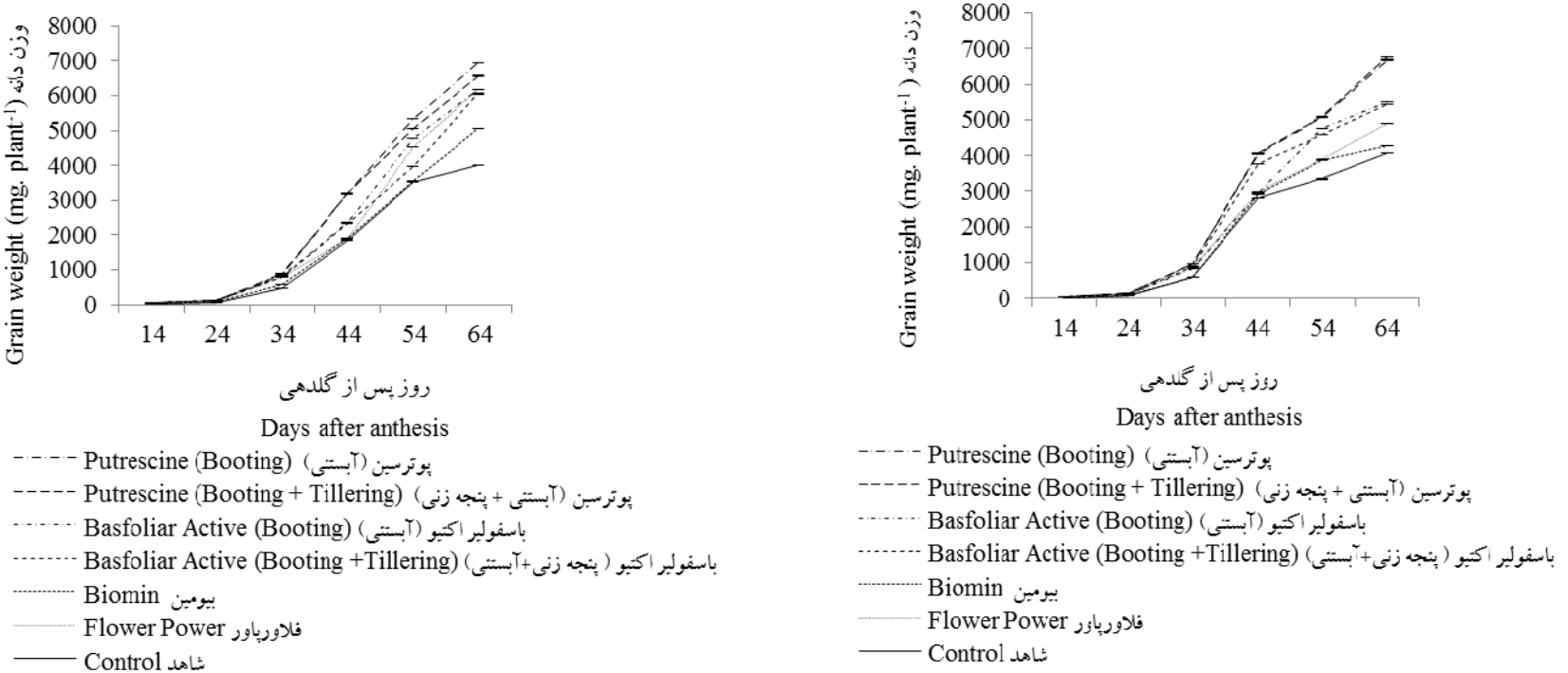
Table 2. Mean comparison of plant characteristics of wheat cultivars (Chamran and Star) in foliar application of Putrescine and nutrient treatments

Treatments تیمارهای آزمایشی	سهم انتقال مجدد Remobilization contribution (%)	عملکرد بیولوژیک Biological yield ($kg.h^{-1}$)	پروتئین دانه Protein (%)	نشاسته دانه Starch ($mg.g^{-1}$)	دوره موثر پر شدن دانه Effective grain filling period (days)	سرعت پر شدن دانه Grain filling rate ($mg.day^{-1}$)	دوام سطح برگ Leaf area duration (days)
پوترسین (آبستنی)×رقم چمران Putrescine (Booting)× Chamran	5.3 h	21350b	17.5 a	374.0b	45.6b	143.5a	29.2de
پوترسین(آبستنی + پنجه زنی) ×رقم چمران Putrescine (Booting & tillering)×Chamran	5.0h	21920a	17.8a	432.8a	45.7b	145.1a	32.5c
باسفولیراکتیو (آبستنی) ×رقم چمران Basfoliar active (Booting) Chamran	6.4 f	19080d	15.3de	227.6h	42.9c	125.5b	24.9f
باسفولیراکتیو(آبستنی و پنجه زنی)*رقم چمران Basfoliar active(Booting&Tillering)× Chamran	6.4 f	19200d	15.7d	228.5h	43.9bc	120.6cd	27.6e
بیومین×رقم چمران Biomin× Chamran	7.4e	17960e	14.0fg	226.5h	33.0d	108.3g	22.5gh
فلاورپاور×رقم چمران Flower power× Chamran	5.6gh	20300c	16.3c	339.9c	45.0b	106.3g	28.0e
شاهدچمران Chamran control	9.2 c	16480g	12.9h	178.3j	30.0e	91.27i	21.8h
پوترسین(آبستنی) ×رقم استار Putrescine (Booting)× star	6.9ef	20770c	16.8bc	298.3e	53.6a	126.9b	34.4b
پوترسین (آبستنی + پنجه زنی) ×رقم استار Putrescine (Booting & tillering)× Star	6.2fg	22160a	17.0b	324.1d	53.8 a	119.6d	37.6a
باسفولیراکتیو (آبستنی) Basfoliar active (Booting)× Star	9.2 c	17950e	15.0 e	220 h	44.6bc	117.3de	27.8e
باسفولیراکتیو (آبستنی + پنجه زنی) ×رقم استار Basfoliar active (Booting & Tillering)× Star	8.3 d	18860 d	16.9b	237.8g	44.9b	124.3bc	30.3d
بیومین× رقم استار Biomin× Star	10.2b	17290 f	14.5f	210.2i	44.1bc	110.1h	23.9fg
فلاورپاور× رقم استار Flower power× Star	6.9 ef	20490 c	16.7bc	283.1f	53.4a	113.2ef	32.4 c
شاهد استار Star control	11.0 a	16740fg	14.0g	146.7k	27.6f	101.6fg	19.0 i

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.3.5.7]



شکل ۱- روند تغییرات وزن دانه در تیمارهای محلول پاشی پوترسین و عناصر غذایی در گندم رقم چمران

Fig. 1. Grain filling trend in wheat (*cv*. Chamran) in foliar application of Putrescine and nutrient treatments

شکل ۲- روند تغییرات وزن دانه در تیمارهای محلول پاشی پوترسین و عناصر غذایی در گندم رقم استار

Fig. 2. Grain filling trend in wheat (*cv*. Star) in foliar application of Putrescine and nutrient treatments

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.3.5.7]

شدن دانه (به ترتیب r=۰/۶۳** و r=۰/۵۰**) وجود داشت (جدول ۳)، این موضوع با نتایج آزمایش بردار و همکاران (Brdar *et al*., 2008) مطابقت داشت. اندازه دانه به طول دورهٔ مؤثر پر شدن دانه بستگی داشته و وزن نهایی دانه‌ها، سرعت و طول دورهٔ پر شدن دانه را تعیین می‌کنند، بنابراین میزان مواد فتوسنتزی بیشتری به دانه‌ها رسیده و محلول‌پاشی برگی عناصر غذایی احتمالاً با افزایش طول دوره پر شدن دانه باعث افزایش انتقال مواد فتوسنتزی به دانه‌ها شده و در نتیجه موجب افزایش وزن هزار دانه نسبت به تیمار شاهد گردیده است. فانی و همکاران (Fanny *et al*., 2008) نیز در همین ارتباط نتایج مشابهی گزارش کردند. در این آزمایش افزایش دما در دوره پر شدن دانه‌ها، باعث تسریع در رسیدگی فیزیولوژیک دانه‌ها در تیمار شاهد شد که با محلول‌پاشی برگی عناصر غذایی و پلی آمین پوترسین و نقش آن‌ها در کاهش تنش گرمای انتهای فصل و تأخیر در پیری برگ‌ها، به ویژه افزایش طول عمر برگ پرچم، دوره مؤثر پر شدن دانه طولانی‌تر گردید. در شرایط آب و هوایی همراه با تنش‌های انتهای فصل از قبیل دمای بالای هوا، استفاده از ارقام دارای سرعت بالای پر شدن دانه همراه با افزایش وزن دانه می‌تواند یکی از خصوصیات مناسب برای فرار از تنش حرارتی انتهای فصل در مناطق مشابه باشد و این موضوع می‌تواند نقش مهمی در افزایش عملکرد گندم داشته باشد. همبستگی بالایی بین سرعت پر شدن دانه با طول دوره موثر پر شدن دانه (r=۰/۶۸۴**) مشاهده شد. همچنین همبستگی مثبت و معنی داری بین سرعت پر شدن دانه با وزن هزار دانه (r=۰/۵۶۹**) به دست آمد. بین طول دوره مؤثر پر شدن دانه با وزن هزار دانه، همبستگی مثبت و معنی دار بود (r=۰/۴۸۳**) (جدول ۳). بروخنر و فروهبرگ (Bruckner and Frohberg, 1987) نیز نتایج مشابهی را گزارش دادند. بر اساس نتایج این آزمایش، سرعت و طول دوره مؤثر پر شدن دانه با وزن دانه همبستگی مثبت و معنی دار داشتند. جبیهو و همکاران (Gebeyhou *et al*., 1982) نیز نتایج مشابهی را گزارش کرده و در گندم دوروم همبستگی مثبت و معنی داری بین طول دوره پر شدن دانه و عملکرد دانه گزارش نمودند. صفت تأخیر در پیری برگ (به عنوان یک منبع با ثبات برای فتوسنتز جاری) در تیمارهای محلول پاشی برگی عناصر غذایی جهت افزایش عملکرد، صفت مطلوبی ارزیابی گردید، زیرا تنش موجب پیری یا زوال برگ می‌شود. در شرایط مطلوب، میزان تثبیت کربن بالا بوده و بخشی از مواد پرورده نیز ذخیره می‌شوند. افزایش نسبی طول دوره مؤثر پر شدن دانه‌ها یک مزیت به حساب می‌آید، زیرا گیاه فرصت بیشتری برای انتقال مواد فتوسنتزی (فتوسنتز جاری و ذخایر ساقه) به دانه‌ها داشته و از این طریق عملکرد و شاخص برداشت افزایش می‌یابد. همچنین همبستگی مثبت و معنی داری بین عملکرد دانه و شاخص برداشت (r= ۰/۹۵**) مشاهده شد. جلوگیری از فتوسنتز جاری سبب کاهش تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک می‌شود، این کاهش ممکن است به دلیل از بین رفتن کلروفیل، عدم انجام فتوسنتز و در نتیجه زودرسی اجباری در گیاه باشد. آلوارو و همکاران (Alvaro *et al*., 2008) نیز نتایج مشابهی گزارش کردند. به نظر می‌رسد که علت افزایش تولید ماده خشک در شرایط محلول پاشی برگی عناصر غذایی، گسترش بیشتر و تداوم سطح برگ بود که موجب فراهم شدن منبع فیزیولوژیکی کافی جهت استفاده هر چه بیشتر نور دریافتی و تولید ماده خشک گردید. همبستگی مثبت و معنی داری بین دوام سطح برگ با عملکرد دانه (r=۰/۶۸**) مشاهده گردید (جدول ۳). اوسبورن و همکاران (Osborne *et al*., 2002) نیز در همین ارتباط نتایج مشابهی گزارش کردند.

مقدار عناصر غذایی قابل دسترس بر توزیع مقدار مواد فتوسنتزی بین اندام‌های رویشی و زایشی مؤثر بوده و در اثر محلول پاشی برگی عناصر، به علت افزایش

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.3.5.7]

جدول۳- ضرایب همبستگی بین صفات گیاهی دو رقم گندم (چمران و استار) در تیمارهای محلول پاشی پوترسین و عناصر غذایی

Table 3. Correlation coefficients between plant characteristics in wheat cultivars (Chamran and Star) in foliar application of Putrescine and nutrient treatments

Plant characteristics	صفات گیاهی	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1- Grain yield	عملکرد دانه	1														
2- Spike.m^{-2}	سنبله در متر مربع	0.421	1													
3- Grain.spikelet^{-1}	دانه در سنبلچه	0.316*	-0.702**	1												
4- Grain.spike^{-1}	دانه در سنبله	0.134	-0.815**	0.934**	1											
5- Spikelet.spike^{-1}	سنبلچه در سنبله	0.470	-0.538**	0.890**	0..850**	1										
6- Nonfertile spikelets	سنبلچه نابارور	-0.688**	0.009	-0.523**	-0.445**	-0.611**	1									
7- Biological Yield	عملکرد بیولوژیک	0.958**	0.218	0.569**	0.539**	0.649**	-0.791**	1								
8- 1000 Grain weight	وزن هزار دانه	0.934**	0.333*	0.353*	0.214	0.442**	-0.661**	0.934**	1							
9- Remobilization contribution	سهم انتقال مجدد	-0.923**	-0.639**	-0.153	-0.160	-0.281*	0.662**	-0.832**	-0.863**	1						
10- Harvest index	شاخص برداشت	0.958**	0.533**	0.173	-0.015	0.361*	-0.622**	0.865**	0.866**	-0.947**	1					
11- Starch	نشاسته	0.881**	0.412**	0.248	0.070	0.354*	-0.656**	0.871**	0.819**	-0.828**	0.825**	1				
12- Protein	پروتئین	0.800**	0.095	0.521**	0.375**	0.622**	-0.719**	0.845**	0.747**	-0.699**	0.734**	0.774**	1			
13-Effective grain filling period	دوره موثر پر شدن دانه	0.505**	-0.456**	0.844**	0.755**	0.881**	-0.539**	0.758**	0.483**	-0.538**	0.381**	0.349*	0.585**	1		
14- Grain filling rate	سرعت پر شدن دانه	0.633**	0.355*	0.076	0.013	0.193	-0.577**	0.664**	0.569**	-0.628**	0.616**	0.635**	0.684**	0.181	1	
15- Leaf area duration	دوام سطح برگ	0.682**	-0.281	0.802**	0.738**	0..831**	-0.760**	0.837**	0.721**	-0.604**	0.552**	0.550**	0.723**	0.819**	0.391**	1

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.3.5.7]

شاخص سطح برگ و دوام سطح برگ، فتوسنتز گیاه و همچنین عملکرد بیولوژیک گیاه افزایش می‌یابد. ماریانا و همکاران (Mariana *et al*., 2003)، نیز در همین ارتباط نتایج مشابهی گزارش کرده‌اند. یانگ و همکاران (Yang *et al*., 2003) گزارش کردند که شروع انتقال مجدد همزمان با شروع پیری برگ بوده و تسریع در پیری برگ موجب افزایش انتقال مجدد ذخایر فتوسنتزی می‌شود. در این آزمایش سهم انتقال مجدد ماده خشک با محلول پاشی برگی عناصر نسبت به تیمار شاهد کاهش نشان داد. در شرایط مطلوب از فتوسنتز جاری برای پر شدن دانه‌ها استفاده می‌شود، زیرا این روش برای گیاه کم هزینه‌تر است. وجود رابطه منفی میان سهم انتقال مجدد و عملکرد دانه (r=-۰/۹۲**) نشان می‌دهد که با فاصله گرفتن از شرایط مطلوب، نقش انتقال مجدد در پر شدن دانه‌ها بیشتر شده و انتقال مجدد بیشتر معرف شرایط تنش است (جدول ۳).

در این آزمایش افزایش دما در دوره پر شدن دانه‌ها، باعث تسریع در رسیدگی فیزیولوژیک در تیمار شاهد گردید، در صورتیکه با محلول‌پاشی برگی عناصر غذایی و پلی آمین پوترسین، به دلیل نقش آن‌ها در کاهش اثر تنش گرمای انتهای فصل از طریق ایجاد تأخیر در پیری برگ‌ها به ویژه افزایش طول عمر برگ پرچم، دوره مؤثر پر شدن دانه طولانی گردید. به نظر می‌رسد که پلی آمین پوترسین همانند ریز مغذی های مورد استفاده با خاصیت آنتی اکسیدانی و مهار پراکسیداسیون لیپیدهای غشاء و کاهش تولید رادیکال‌های آزاد در اثر تنش گرما، باعث جلوگیری از آسیب و مرگ سلول‌ها شده و با افزایش طول عمر برگ پرچم، باعث افزایش طول دوره مؤثر پر شدن دانه و عملکرد دانه ارقام گندم می‌شود.

منابع مورد استفاده

References

Abdolsalam, A. A., A. H, Ibrahim and A. H. ElGarhi. 1994. Comparative of application or foliar spray or seed coating to maize on a sand soil . Annal. Agric. Sci. Moshthor. 32: 660-673.

Alvaro, F., C. Royo, L. F. Garcia del Moral and D. Villegas. 2008. Grain filling and dry matter translocation responses to source-sink modifications in a historical series of durum wheat. Crop Sci. 48: 1523-1531.

Brdar, M., D. Marija, M. Kraljevic-Balalic and D. K. Borislav. 2008 . The parameters of grain filling and yield components in common wheat (*Triticum aestivum* L.) and durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. durum) . Central Europ. J. Biol. 3(1): 75-82.

Bregoli, A. M., S. Scaramagli, G. Costa, E. Sabatini, V. Ziosi, S. Biondi and P. Torrigiani. 2002. Peach (*Prunus persica* L.) fruit ripening: amino ethoxyvinyl glycine (AVG) and exogenous polyamines affect ethylene emission and flesh firmness. Physiol. Plant. 114: 472-481.

Brighenti, A. M. and C. Castro. 2008. Boron foliar application on sunflower (*Helianthus annuus* L.). Helia 48: 127-136.

Bruckner, P. L. and R. C. Frohberg. 1987. Rare and duration of grain filling in spring wheat. Crop Sci. 27: 451-455.

Cakmack, I. 2002. Plant nutrition research: Priorities to meet human needs for food in sustainable ways. Plant Soil. 247: 3-24.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.3.5.7]

Cakmak I. 2008. Enrichment of cereal grains with zinc: Agronomic or genetic biofortification? Plant Soil 302:1-17.

Castro, M., C. J. Peterson., M. Dalla Rizza, P. DIaz Dellavalle, D. Vazquez, V. IbaNez and A. Ross. 2007. Influence of heat stress on wheat grain characteristics and protein molecular weight distribution. Develop. Plant Breed. 12: 365-371.

Evans, L. T. and I. F. Wardlaw. 1976. Aspectsof the comparative physiology of grain yields in cereals Adv. Agron. J. 28: 301 – 350.

Fanny, A., I. Julio, V. Dolors, F. Luís, d. García and C. Royo. 2008. Breeding effects on grain filling, biomass partitioning and remobilization in Mediterranean durum wheat. Agron. J. 100: 361-370.

Fredrick, J. R. and J. J. Camperato. 1994. Leaf net CO2 exchange rate and associated leaf traits of winter wheat grown with various spring nitrogen fertilization rates. Crop Sci. 34: 432-439.

Gebeyhou, G., D. R. Knott and R. J. Baker. 2002. Relationships among durations of vegetative and grain filling phases, yield components, and grain yield in durum wheat cultivars. Crop Sci. 22: 287-299.

Gebeyhou, G., D. R. Knott and R. J. Baker. 1982. Relationships among duration of vegetative and grain filling phases, yield components and grain yield in durum wheat cultivars. Crop Sci. 22: 287-290.

Groppa, M. D. and M. P. Benavides. 2008. Polyamines and abiotic stress: recent advances. Amino Acids, 34: 35-45.

Hemantaranjan, A. and O. K. Garg. 1988. Iron and zinc fertilization with reference to the grain quality of *Triticum aestivum* L. J. Plant Nutr. 11: 1439-1450.

Jalal-Kamali, M. R. and E. Duveiller. 2008. Wheat Production and Research in Iran: A Success Story. P. 54-58. In M. P., Reynolds, J., Pietragalla and H. J. Braun (Eds.) proceeding of the International Symposium on Wheat Yield Potential: Challenges to International Wheat Breeding. CIMMYT. Mexico.

Koocheki, A. and Gh. H. Sarmadnia. 2003. Crop Physiology. Jahad Daneshghahi Mashhad Press. (In Persian).

.Liu, J., B. J. Yu and Y. L. Liu. 2006. Effects of spermidine and sperimine levels on salt tolerance associated with tonoplast H+ ATPase and H^+-PPase activities in barley roots. Plant Growth Regul. 49(119): 1-9.

.**Malakuti, M. J. and M. N. Gheibi. 1999**. Determination of Threshold of Nutritions in Strategic Crops and True Amount of Fertilization in Country. Agricultural Science Press. Department of Education and Mobilization of Manpower. Department of Agriculture. (In Persian).

Malakuti, M. J. and A. Lotfolahi. 1999. The Role of Zinc on Qualitative and Quantitative Increasing of Agricultural Crops and Improve Community Health. Agricultural Science Press. Department of Education and Mobilization of Manpower. Department of Agriculture. (In Persian).

Mashiringwani, N. A. and M. A. Schweppenhauser. 1992. Phenotypic characters associated with yield adaptation of wheat to a range of temperature conditions. Field Crops Res. 29(1): 69-77.

Mariana, A., A. Melay, E. Hernan, C. Echevrriab, L. G. Stud ertb, F. Andradeb and N. Barbara. 2003. Tillage system. Agron. J. 95: 1525-1531.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.3.5.7]

Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd Edition. Academic Press.

Osborne, S. L., J. S. Scheppers, D. D. Francis and M. R. Schlemmer. 2002. Use of spectral radiance to in-season biomass and grain yield in nitrogen and water-stressed corn. Crop Sci. 42: 165-171.

Papakosta, D. K. and A. A. Gagianas. 1991. Nitrogen and dry matter accumulation, remobilization and losses for Mediterranean wheat during grain filling. Agron. J. 83: 864–870.

Radmehr, M. 1997. Effect of Heat Stress on Physiology of Growth and Development of Wheat. Ferdowsi University Press. (In Persian).

Rangel, Z. and R. D. Graham. 1995. II. Importance of seed Zn content for growth on zinc-deficient soil. Plant Soil. 173: 267-274.

Ronaghi, A., M. Chakrol-hosseini and N. Karimian. 2002. Growth and chemical composition of corn as affected by phosphorus and iron. J. Sci. Technol. Agric. Natur. Resour. 6: 91-102. (In Persian with English abstract).

Sarandon, S. J. and M. C. Gianibelli. 1990. Effect of foliar urea spraying and nitrogen application at sowing upon dry matter and nitrogen distribution in wheat (*Triticum aestivum* L.). J. Agron. Crop Sci. 10: 183-189.

Sedri, M. H. and M. J. Malakuti. 1999. The Effect of iron, zinc and copper utilization on improving the of wheat qualitative and quantitative characters. J. Soil Water. 12(5): 19-31 (In Persian with English abstract).

Shlegl, H. G. 1986. Die verwertung orgngischer souren durch chlorella lincht. Plant Sci. 41: 47-51.

Viswanathan, C. and R. K. Chopra. 2001. Effect of heat stress on grain growth, starch synthesis and protein synthesis in grains of wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties differing in grain weight stability. J. Agron. Crop Sci. 186: 1-7.

Wood, C. W., D. W. Reeves and D. G. Himelrick. 1993. Relationships between chlorophyll meter readings and leaf chlorophyll concentration, N status and crop yield: A review: Proceedings of Agronomy Society of New Zealand, 23: 1-9.

Yang, J., J. Zhang, Z. Wang, L. Liu and Q. Zhu. 2003. Post-anthesis water deficits enhance grain filling in two-line hybrid rice. Crop Sci. 43: 2099–2108.

Yilmaz, A., H. Ekiz, B. Torun, I. Guttekin, S. Karanlik, S. A. Baggie and I. Cakmak. 1997. Effect of different zinc application methods on grain yield and zinc concentration in wheat cultivars grown on zinc deficient calcareous soils. J. Plant Nutr. 20: 461-471.

Zajonc, I. and W. Borchmann. 1987. The effect of Mn fertilizer on various cereals (wheat, oats) using different application methods (soil, foliar application) and forms (ionogen, chelated). Wissenschaftliche Zeitschrift der Wilhelm Pieck Universitat Rostock, Naturwissenschaftliche Reihe, 36: 73-76.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.3.5.7]

Effect of foliar application of Putrescine and nutrient elements on grain yield and quality of two bread wheat cultivars

Emadi, M. S.[1], P. Hassibi[2] and A. Azimi[3]

ABSTRACT

Emadi, M. S., P. Hassibi and A. Azimi. 2013. Effect of foliar application of Putrescine and nutrient elements on grain yield and quality of two bread wheat cultivars**. Iranian Journal of Crop Sciences. 15(3):247-261. (In Persian).**

This experiment was conducted at research field of Shahid Chamran University in 2010 -2011 growing season as split plot arrangement in randomized complete block design with four replications. Two bread wheat cultivars (Chamran and Star) were assigned to main plots and plant nutrients including; foliar application of Putrescine, boron, molybdenum in booting and tillering + booting stages (from the source of Nitrate Balancer), phosphorus and potassium in booting and booting + tillering stages (from the source of Basfoliar active), nutrients foliar application chelated by Glycin amino acid in the tillering stage (from the source of Biomin). B, Fe, and Mo micronutrients in the tillering stage (from the source of Flower power), and control conditions (without any foliar application of nutrients) were randomized in sub-plots. Results showed that foliar application of Nitrate Balancer increased grain yield in Star and Chamran cultivars (88.8% and 91.1%, respectively), and also increased yield components, starch, and protein content compared to control. The highest grain yield belonged to Nitrate Balancer in the tillering + booting stages in Chamran and Star cultivars (11890 and 11520 $kg.ha^{-1}$, respectively). The lowest grain yield measured was in the control conditions for Chamran and Star cultivars (6290 and 6030 $kg.ha^{-1}$, respectively). The longest effective grain filling period (EFP) was observed in the foliar application of Nitrate Balancer in the tillering + booting stages of Chamran and Star cultivars (45.7 and 53.8 days, respectively). The shortest EGFP was in the control treatment of cultivars (30.1 and 27.6 days, in Chamran and Star, respectively). The highest leaf area duration (LAD) was obtained in the foliar application of Nitrate Balancer in tillering + booting stages compared to control.. In all foliar application treatments, the grain yield had positive and significant correlation with $grains.pikelet^{-1}$, $spikelet.spike^{-1}$, harvest index, grain weight, and $spike.m^{-2}$. It can be concluded that Putrescine and nutrients application enhanced leaf area duration of flag leaf, effective grain filling period and finally increased grain yield.

Key words: Boron, Grain filling rate, Molybdenum, Putrescine, Leaf area duration and Harvest index.

Received: September 2012 Accepted: June 2013

1-MSc. Student, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
2-Assistant prof., Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran (Corresponding author) (Email: p.hassibi@scu.ac.ir)
3-Plant Protection officer, Khouzestan Agricultural Organization, Ahvaz, Iran

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.3.5.7]