بررسی رشد و برخی خصوصیات گندم رقم الوند در شرایط کم‌آبیاری و محلول‌پاشی پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات

شاهرخ جهان‌بین[1*]، مسعود وفاپور[2]، علیرضا یدوی[3]، یعقوب بهزادی[4]

تاریخ دریافت: 93/7/22 تاریخ پذیرش: 94/8/4

1- استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج
2و4- دانشجوی کارشناسی ارشد رشته زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج
3- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج
*مسئول مکاتبه: Email: jahanbin@yu.ac.ir

چکیده

به منظور بررسی اثر کم‌آبیاری و محلول‌پاشی پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات بر برخی صفات فیزیولوژیک گندم زمستانه(*Triticum aestivum* L.) رقم الوند، آزمایشی به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی 88-1387 در ایستگاه تحقیقاتی کشاورزی و منابع طبیعی یاسوج اجرا شد. فاکتور اصلی شامل رژیم آبیاری در سه سطح (آبیاری کامل، قطع آبیاری از ابتدای ظهور ساقه تا مرحله ظهور سنبله و قطع آبیاری از مرحله ظهور سنبله تا انتهای دوره رشد گیاه) و فاکتور فرعی شامل کاربرد پنج سطح کودی پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات به مقادیر صفر(محلول‌پاشی فقط با آب به عنوان شاهد)، 3، 6، 9 و 12 کیلوگرم در هکتار KH_2PO_4 به صورت محلول‌پاشی برگی بود. نتایج نشان داد که اثر رژیم‌های مختلف آبیاری و محلول‌پاشی پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات بر کلیه صفات مورد بررسی معنی‌دار بود. همچنین برهمکنش رژیم آبیاری و محلول‌پاشی پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات بر صفات شاخص‌های رشد و عملکرد دانه معنادار بود. تنش خشکی سبب کاهش غلظت کلروفیل و غلظت فسفر برگ پرچم و افزایش غلظت پرولین و قندهای محلول برگ پرچم و پروتئین دانه شد. محلول‌پاشی پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات نیز سبب افزایش غلظت فسفر، پرولین و قندهای محلول برگ پرچم و پروتئیندانه گردید. محلول‌پاشی پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات تنها در شرایط تنش خشکی باعث بهبود شاخص‌های رشد و عملکرد دانه شد و در شرایط آبیاری کامل بین سطوح محلول‌پاشی پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات تفاوت معنادار مشاهده نشد.

واژه‌های کلیدی: پرولین، تنش خشکی، شاخص سطح برگ، فسفات دی‌هیدروژن پتاسیم، محلول‌پاشی

Assessment of Growth and Some Characteristics of Wheat Cultivar of Alvand Under Deficit Irrigation and Foliar Application of Potassium di-Hydrogen Phosphate

Shahrokh Jahanbin[1*], Masoud Vafapour[2], Alireza Yadavi[3], Yaghoob Behzadi[4]

Received: October 14, 2014 Accepted: October 26, 2015
1Assist. Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Yasouj University, Yasouj, Iran.
2,4 MSc Student, Agronomy, Faculty of Agriculture, Yasouj University, Yasouj, Iran.
3Assoc. Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Yasouj University, Yasouj, Iran.
*Corresponding Author:Email: jahanbin@yu.ac.ir

Abstract

In order to study the effect of deficit irrigation and foliar application of potassium di-hydrogen phosphate on physiological characteristics of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivar Alvand, a split- plot experiment in a randomized complete blocks design with three replications was conducted in 2008- 2009 season at the Yasooj Agriculture Research Station and Natural Resources.Main plots consisted of three irrigation regimes (full irrigation, cut of irrigation at the beginning of stem rise to the heading and cut of irrigation of heading stage to the end of the growth period), and subplots consisted of five level of foliar application of potassium di-hydrogen phosphate as the zero (foliar application only with water as control), 3, 6, 9 and 12 $kg.ha^{-1}$ KH_2PO_4 as foliar spraying. The results showed that the effects of irrigation regimes and potassium di-hydrogen phosphate treatments on all traits were significant. The interaction of irrigation and foliar application of potassium di-hydrogen phosphate on growth and yield traits were significant. Drought stress reduced leaf chlorophyll concentration and phosphorus content, and increased leaf proline and soluble sugar and protein content in grain.potassium di-hydrogen phosphate treatments increased phosphorus, proline and soluble sugars of flag leaf and protein content of seed. Foliar application of potassium di-hydrogen phosphate only under drought stress conditions improves grain yield and growth indicators and in the condition of full irrigation did not observed the significant difference between the levels of foliar application of potassium di-hydrogen phosphate.

Keywords: Drought Stress, Foliar Application, LAI, Potassium di-hydrogen Phosphate, Proline

مقدمه

خشکی یکی از مهم‌ترین عوامل تنش‌زای محیطی و محدود کننده تولید محصولات زراعی از جمله گندم در دنیا و ایران است.بالا بودن میزان تعرق، محدودیت منابع آبی و سایر عوامل، مطالعه در مورد اثرهای تنش خشکی و انتخاب ارقام مقاوم به آن را اجتناب ناپذیر نموده است (خدابنده 1369). اثرات تنش خشکی در مراحل مختلف رشد و نمو گیاه متفاوت بوده و توسط محققان مختلفی مورد مطالعه قرار گرفته است. گالشی و مشایخی (1375) مرحله تشکیل ریشه‌های اصلی و برخی مراحل خوشه رفتن گندم تا اوایل پر شدن دانه را به کمبود آب حساس می‌دانند و در حالی که عبدمیشانی و جعفری شبستانی (1365) مراحل ساقه رفتن تا گلدهی را به کمبود آب حساس می‌دانند. در مطالعه‌ای دیگردی و اینتالوپ (1970) مرحله ساقه رفتن حساس‌تر از مرحله گلدهی و خمیری دانه به کمبود آب گزارش دادند. نهایتا در این رابطه چیما و همکاران (1973) اظهار داشتند که کمبود آب در خاک به هر شکلی که واقع گردد باعث می‌شود نفوذ ریشه و گسترش آن در خاک محدود شود. کاهش عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی را می‌توان به کاهش سطح برگ گندم و نهایتاً کاهش جذب نور و شدت فتوسنتز نسبت داد. قابلیت دسترسی پتاسیم برای گیاهان با کاهش محتوای آب خاک کاهش می‌یابد که در نتیجه کاهش تحرک پتاسیم در شرایط تنش خشکی است (کوچنباچ و همکاران 1986). همچنین در مناطق خشک خاک‌ها اغلب به علت آهکی بودن و pH قلیایی و کمی مواد آلی، فسفر قابل جذب پایینی دارند و تثبیت فسفر در این خاک‌ها شدید است (پینکرتون و سیمپسون 1986). کاربرد خاکی مواد غذایی تحت شرایطی که آب قابل دسترس کم است در افزایش جذب و انتقال مواد غذایی به شاخ و برگ گیاه همیشه مؤثر نیست، در چنین شرایطی کاربرد کودها در خاک در نتیجه افزایش شوری محلول خاک می‌تواند مضر باشد و استفاده از روش محلول‌پاشی شاخ و برگ گیاه مفیدتر از کاربرد خاکی مواد غذایی برای بهبود شرایط تغذیه‌ای گیاه است (مارشنر 2012). موسالی و همکاران (2006) گزارش کردند که محلول‌پاشی فسفر در مراحل پایانی رشد باعث افزایش میزان محصول در گندم زمستانه شد. سینگ و همکاران (2006) مشاهده کردند که همبستگی زیادی بین درصد فسفر برگ و سرعت ظهور برگ‌ها در شرایط تنش خشکی وجود دارد. گیاهان در شرایط محیطی متفاوت مواد محلول سازگار با وزن مولکولی کم را تجمع می‌دهند که شامل اسیدهای آمینه، قندها و بتائین می‌باشد. علاوه بر این، برخی مواد محلول معدنی بخش مهمی از مواد محلول اسمزی فعال داخل سلول را تشکیل می‌دهند(باجی و همکاران 2001). مواد محلول سازگار با واکنش‌های عادی بیوشیمیایی سلول تداخل ندارند و به عنوان محافظان اسمزی در طی تنش اسمزی عمل می‌کنند. در بین مواد محلول شناخته شده احتمالا پرولین گسترده-ترین نوع آنها است و به نظر می‌رسد تجمع آنها در فرآیند سازگاری به تنش خشکی در بسیاری از گلیکوفیت‌ها دخالت دارند(سودهاکار و همکاران 1993). سینگ و همکاران (2006) تجمع پرولین را با توانایی گیاه برای زنده ماندن در شرایط کمبود آب مرتبط دانستند. مایتی و همکاران (2000) گزارش کردند که میزان پرولین در زمان تنش خشکی در برگ‌های برخی از گیاهان زراعی افزایش می‌یابد. آن‌ها همچنین اظهار داشتند که افزایش پروین یکی از مکانیسم‌های سازگاری در گیاهان در هنگام بروز تنش خشکی است. فسفر نقش بسیار مهمی در سنتز لیپیدها و پروتئین‌ها در گیاه دارد (تمیز و زایگر 1991).تالوت و همکاران (2006) مشاهده کردند که در شرایط تنش خشکی میزان کلروفیل و کاروتنوئیدها کاهش می‌یابند. سانچز و فانگمییر (2001) گزارش کردند که تنش خشکی تخریب کلروفیل a را در گندم پاییزه افزایش می‌دهد و سبب کاهش میزان کلروفیل کل می‌شود. لیچ و هملیرز (2001) نیز گزارش کردند که محلول‌پاشی فسفر باعث افزایش غلظت فسفر در برگ‌های گندم شد .گیونتا و همکاران (1995) بیان کردند که تنش خشکی حداکثر مقدار سطح برگ را در گندم کاهش می‌دهد؛ آنها اظهار داشتند ارقامی که کمترین کاهش در سطح سبز برگ خود را تحت شرایط تنش نشان می‌دهند، مقاومت بیشتری نسبت به

تنش خشکی دارند. همچنین واکنش سطح برگ گیاه نسبت به فسفر بسیار حائز اهمیت است؛ چرا که سطح برگ بیشتر به معنی دریافت تشعشع بیشتر و افزایش ساخته شدن مواد فتوسنتزی است. از آن‌جایی‌که فسفر نقش فعالی در سیستم‌های انتقال انرژی و فتوسنتز ایفا می‌کند، لذا می‌تواند بر سرعت رشد محصول نیز اثر زیادی داشته باشدلازم به ذکر است که محققین متعددی اثر مقادیر مختلف فسفر را بر روی مقاومت به خشکی در گیاهان مختلف مورد مطالعه قرار داده اند از آن جمله، مورگان (2003) مشاهده کرد که کاربرد 37 کیلوگرم فسفر در هکتار در مقایسه با عدم استفاده از فسفر در شرایط تنش و تبخیر زیاد باعث افزایش سطح برگ و ماده خشک کل در گندم شد. سینگ و سال (2000) گزارش کردند که افزایش فسفر باعث بالا رفتن میزان تحمل گندم به خشکی شد. افزایش فسفر باعث افزایش تجمع کل ماده خشک گیاهی در شرایط تنش آبی می‌شود (رودریگرز و همکاران 1996 و جونز و همکاران 2003).

با توجه به موارد فوق و همچنین نقش بسیار مهم فسفر و پتاسیم در تولید و مقاومت به خشکی محصولات زراعی، هدف از این پژوهش تعیین اثر تنش خشکی و محلول‌پاشی فسفات پتاسیم بر رشد و برخی صفات فیزیولوژیک گندم زمستانه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی 88-1387 در مزرعه تحقیقات کشاورزی واقع در چم‌خانی شهرستان بویراحمد در فاصله 13 کیلومتری غرب یاسوج با مشخصات جغرافیایی 51 درجه طول شرقی و 30 درجه عرض شمالی با ارتفاع 1732 متر از سطح دریا به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار روی گیاه گندم رقم الوند (*Triticum aestivum* L.) اجرا شد. کرت‌های اصلی شامل سه رژیم آبیاری شاهد (آبیاری کامل)، تنش خشکی در مرحله رشد رویشی (قطع آبیاری از ابتدای ظهور ساقه تا مرحله ظهور سنبله (کد 3/0 تا 5/0 زیداکس)) و تنش خشکی در مرحله رشد زایشی (قطع آبیاری از مرحله ظهور سنبله تا انتهای دوره رشد گیاه (کد 5/0 تا 9/0 زیداکس) و کرت‌های فرعی شامل پنج سطح محلول‌پاشی پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات (به مقادیر 0، 3، 6، 9 و 12 کیلوگرم در هکتار KH_2PO_4) بودند. تیمارهای محلول‌پاشی در دو مرحله و به نسبت مساوی، در مرحله تشکیل دومین گره در ساقه و مرحله پایان گلدهی اعمال شدند. برای اعمال تیمارهای محلول‌پاشی در هر مرحله محلول‌پاشی شاخ و برگ گیاهان در هر مترمربع سطح کرت‌های فرعی به ترتیب یک لیتر از محلول با غلظت‌های 0، 0/15، 3، 4/5، 6 گرم پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات در هر لیتر آب مقطر استفاده گردید. کاشت در 20 آبان ماه صورت گرفت. اولین آبیاری بلافاصله بعد از کاشت بذر صورت گرفت، آبیاری‌ها تا زمان مرحله دو تا سه برگی هر چهار روز یک بار و در هرمرتبه ارتفاع آب به میزان حدود 6 سانتیمتر و پس از آن بر اساس شرایط جوی و استفاده از تشتک تبخیر کلاس A هر 7 تا 12 روز یک بار و در هر مرتبه ارتفاع آبیاری آب به میزان حدود 12 سانتیمتر در سطح هر کرت اصلی در تیمارهایی که تحت تنش خشکی نبودند انجام گردید. ابعاد کرت‌های آزمایشی 2/5 در 4 متر، فاصله بین ردیف‌های کاشت 15 سانتی‌متر و فاصله بین کرت‌های فرعی 50 سانتی‌متر و فاصله بین کرت‌های اصلی 3 متر در نظر گرفته شد. کاشت بذور توسط دستگاه خطی-کار به میزان 160 کیلوگرم بذر در هکتار بود. بافت خاک محل آزمایش لومی رسی با هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک 0/568 دسی زیمنس بر متر بود. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول 1 نشان داده شده است. هدایت الکتریکی آب آبیاری 0/372 دسی‌زیمنس بر متر بود. جهت تجزیه رشد، در فواصل زمانی هر 15 روز یکبار وزن خشک گیاه و سطح برگ آن اندازه‌گیری شد و با استفاده از روابط ریاضی شاخص‌های رشد محاسبه گردید. سطح برگ با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ مدل ADC-AM100 برآورد شد. نمونه‌برداری اول یک ماه بعد از کاشت صورت گرفت و نمونه‌برداری‌های بعدی با فواصل هر 15 روز یکبار تا مرحله بلوغ صورت پذیرفت. مقدار پرولین آزاد و قندهای محلول برگ پرچم با

استفاده از روش پاکوئین و لچاژر (1997) در مرحله گرده-افشانی اندازه‌گیری شد. میزان پروتئین دانه به روش هضمی با استفاده از دستگاه کجلدال خودکار (مدل تکاتور 1030) وتعیین مقدار نیتروژن و استفاده از ضریب 6/25 و با روش امامی (1375) اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری فسفر برگ پرچم از روش رنگ سنجی (رنگ زرد مولیبدات – وانادات) و دستگاه اسپکتروفتومتر به روش امامی (1375) استفاده شد و مقدار کلروفیل برگ پرچم با روش پیشنهادی آرنون (1949) اندازه‌گیری شد. عملیات برداشت نهایی برای کلیه‌ی تیمارها زمانی صورت گرفت که تمام سنبله‌های هر کرت به رنگ زرد درآمدند. برای این منظور، پس از حذف چهار خط حاشیه هر کرت و 50 سانتی‌متر از هر طرف کرت، سطحی معادل 1/5 مترمربع جهت مقایسه‌ی عملکرد برداشت گردید. داده‌ها توسط نرم‌افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و میانگین داده‌ها براساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال خطای 5 درصد مقایسه شدند.

جدول 1- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

عمق نمونه برداری(سانتیمتر)	درصد اشباع	pH خاک	کربن آلی (درصد)	نیتروژن کل (درصد)	فسفر قابل جذب (قسمت در میلیون)	پتاسیم قابل جذب (قسمت در میلیون)	رس (درصد)	سیلت (درصد)	شن (درصد)	بافت خاک
30- 0	52/7	7/5	1/251	0/157	17/4	356	35	45	20	لومی رسی

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر رژیم آبیاری و محلول‌پاشی پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات بر میزان پرولین و قندهای محلول برگ پرچم و درصد پروتئین دانه گندم معنادار بود، ولی برهمکنش رژیم آبیاری و سطوح مختلف محلول‌پاشی برای این صفات معنادار نبود (جدول2). بیشترین میزان پرولین و قندهای محلول برگ پرچم و درصد پروتئین دانه در رژیم تنش خشکی در مرحله رشد زایشی (قطع آبیاری از مرحله ظهور سنبله تا انتهای مرحله رشد گیاه) و کمترین آنها در رژیم آبیاری کامل مشاهده شد (جدول3). همچنین با محلول‌پاشی پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات، میزان پرولین و قندهای محلول برگ پرچم و درصد پروتئین دانه افزایش یافت. البته بین تیمارهای محلول‌پاشی 6، 9 و 12 کیلوگرم پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات در هکتار تفاوت معناداری مشاهده نشد (جدول3). ثقه‌السلامی و همکاران (2005) با بررسی اثر تنش خشکی در مراحل مختلف رشد ارزن معمولی بیان کردند که تنش خشکی در مراحل رشد در مقایسه با شاهد سبب افزایش میزان قندهای محلول برگ گردید و همچنین میزان پرولین برگ و پروتئین دانه به طور معناداری تحت اثر تنش خشکی قرار گرفته و افزایش پیدا کردند. در واقع افزایش پرولین و قندهایمحلول در زمان بروز تنش خشکی نوعی سازگاری گیاه جهت تنظیم فشار اسمزی برگ، برای جلوگیری از تعرق بیشتر و افزایش جذب آب است که عمدتا به دلیل عدم انتقال مواد فتوسنتزی و بارگیری آن‌ها از برگ اتفاق می‌افتد.

اثر رژیم آبیاری بر میزان کلروفیل برگ پرچم معنادار شد، ولی اثر محلول‌پاشی پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات و برهمکنش بین آنها معنادار نبود (جدول2). با اعمال تیمارهای تنش آبیاری میزان کلروفیل برگ پرچم کاهش یافت (جدول 3). خزاعی و همکاران (1385) گزارش دادند که اثر متقابل فسفر و تنش آب بر روی کلروفیل در گیاه گندم معنادار نبود. سپهری (2003) گزارش داد با اعمال تنش خشکی در مراحل مختلف رشد هیبریدهای زودرس ذرت میزان کلروفیل برگ کاهش یافته که البته این میزان کاهش در مراحل اولیه رشد بیشتر است. تالوت و همکاران (2006) مشاهده کردند که

در شرایط تنش خشکی میزان کلروفیل و کارتنوئیدها کاهش می‌یابند. سانچز و فانگمیر (2001) نیز گزارش کردند که تنش خشکی باعث تخریب کلروفیل aو در نتیجه باعث کاهش میزان کلروفیل کل در گندم پاییزه می‌شود. کاهش محتوای کلروفیل برگ‌ها در اثر تنش خشکی که بیشتر بر اثر افزایش آنزیم کلروفیل‌آز رخ می‌دهد، می‌تواند یک جنبه سازگاری و مفید داشته باشد. زیرا در این شرایط بحرانی، جذب تشعشعات خورشیدی را کاهش می‌دهد و به دنبال آن خسارت‌های ناشی از تشکیل رادیکال‌های آزاد اکسیژن را کم می‌کند (دباتا و مورتای 1983).

رژیم آبیاری و محلول‌پاشی پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات بر میزان فسفر برگ پرچم گندم اثر معناداری داشت (جدول 2). به طوری که بیشترین میزان فسفر برگ پرچم در رژیم آبیاری کامل و کمترین آن در رژیم‌های آبیاری تنش خشکی مشاهده گردید(جدول3). همچنین با محلول‌پاشی پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات میزان فسفر برگ پرچم افزایش یافت. بطوری که بیشترین غلظت فسفر در تیمار محلول‌پاشی 12 کیلوگرم پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات در هکتار و کمترین آن در تیمار بدون محلول-پاشی مشاهده شد (جدول 3). لیچ و همليرز (2001) نیز گزارش کردند که محلول‌پاشی فسفر باعث افزایش غلظت فسفر در برگ‌های گندم شد. سینگ و همکاران (2006) گزارش کردند که استفاده از 100 و 200 کیلوگرم کود فسفر در هکتار باعث افزایش میزان فسفر برگ کتان نسبت به شاهد شد.

شاخص‌های رشد

روند تغییرات شاخص سطح برگ در رژیم‌های آبیاری و سطوح محلول‌پاشی پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات در طول دوره رشد مشابه بود (شکل‌های1 و2). یعنی با گذشت زمان مقدار آن افزایش یافت و در مرحله سنبله‌دهی به حداکثر مقدار خود رسید و نهایتاً پس از آن به دلیل پیری و ریزش برگ‌های گندم روند نزولی داشت. تنش خشکی در مزرعه گندم سبب کاهش شاخص سطح برگ گندم گردید به طوری که بالاترین شاخص سطح برگ گندم در آبیاری کامل و کمترین شاخص سطح برگ در تنش در مرحله اول (قطع آبیاری از ابتدای ظهور ساقه تا مرحله ظهور سنبله) به دست آمد. با کاهش شاخص سطح برگ در زمان بروز تنش سطح تبخیر و تعرق کاهش یافت که این عمل باعث کاهش انتقال مواد فتوسنتزی و در نتیجه کاهش قدرت منبع‌ها (سطح برگ) شد. آلفردو و همکاران (2000) گزارش کردند که میزان رشد سطح برگ در پاسخ به تنش آب کاهش یافت و از این طریق اثر تنش خشکی را کاهش داد. همچنین روند تجمع ماده خشک کل در اندام‌های هوایی گندم در رژیم-های آبیاری و سطوح محلول‌پاشی پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات تقریبا مشابه و سیگموئیدی بود (شکل‌های 3 و4). مطالعات انجام شده نشان داده است که تجمع ماده خشک در گندم مانند سایر گیاهان زراعی از روند سیگموئیدی تبعیت نموده به طوری که در ابتدای رشد تجمع ماده خشک به صورت کند و بطئی و پس از ورود گیاه به مرحله زایشی به صورت خطی افزایش یافته و در نهایت با نزدیک شدن گیاه به مرحله بلوغ روند افزایشی تجمع ماده خشک کل کاهش می‌یابد (دیسپنبروک 2000) همچنین تغییرات سرعت رشد گندم در طول فصل رشد در رژیم‌های آبیاری و سطوح محلول‌پاشی پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات از روند یکسانی برخوردار بود؛ بدین صورت که سرعت رشد محصول گندم در ابتدای فصل به کندی افزایش یافت و سپس با شتاب بیشتری به حداکثر مقدار خود رسید و پس از آن روند نزولی پیدا کرد (شکل‌های 5 و 6). افزایش در سرعت رشد محصول در نتیجه افزایش میزان ماده تولید شده از طریق فتوسنتز، کاهش میزان تلفات ناشی از تنفس، اثرات جبرانی سطح برگ، سرعت فتوسنتز، زاویه و جهت برگ می‌باشد و از آن جایی که فسفر نقش فعالی در سیستم-های انتقال انرژی و فتوسنتز ایفا می‌کند، لذا می‌تواند بر سرعت رشد محصول اثر زیادی داشته باشد (سالاردینی 1993). سرعت رشد محصول در مراحل پایانی رشد (مراحل بعد از گلدهی) به دلیل پیری و ریزش برگ‌ها سیر

نزولی پیدا می‌کند و کاهش می‌یابد. در شرایط تنش خشکی به علت کاهش سطح برگ، پیری زودرس برگ‌ها و در نتیجه کاهش سطح فتوسنتز کننده گیاه سرعت رشد محصول کاهش می‌یابد.

جدول 2- نتایج تجزیه واریانس آزمایش برای صفات مورد ارزیابی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		پرولین برگ پرچم	قند محلول برگ پرچم	پروتئین دانه	کلروفیل برگ پرچم	فسفر برگ پرچم	شاخص سطح برگ در مرحله سنبله‌دهی	ماده خشک در مرحله سنبله‌دهی	سرعت رشد محصول در مرحله سنبله‌دهی	عملکرد دانه
بلوک	2	1/58^{ns}	243^{ns}	1/09^{ns}	1/55^{ns}	1/8^{ns}	0/162^{ns}	1272^{ns}	3/57^{ns}	33317^{ns}
رژیم آبیاری	2	16/7**	9408**	140**	62/8*	7/69*	34/2**	1692893**	768**	39250518**
خطای a	4	0/924	134	3/62	18/1	0/93	4/52	8769	13/6	1238193
محلول‌پاشی پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات	4	6/34**	549*	15/8**	7/01^{ns}	12/33**	26/3**	235459**	329**	4857512**
آبیاری×محلول-پاشی	8	0/123^{ns}	6/16^{ns}	5/02^{ns}	1/70^{ns}	0/55^{ns}	5/16*	80004*	84/1*	1703856*
خطای b	24	4/23	917	14/4	119	6/43	6/37	83458	99/8	1782768
ضریب تغییرات (%)		7/84	9/34	7/10	8/32	8/58	7/31	4/77	7/71	5/95

** و * : به ترتیب نشانگر معنا دار بودن در سطوح احتمال 1 و 5 درصد و ns: غیر معنادار میباشد.

تنش خشکی در مزرعه گندم سبب کاهش شاخص سطح برگ، ماده خشک کل و سرعت رشد محصول گردید، به طوریکه بیشترین شاخص سطح برگ، ماده خشک کل و سرعت رشد محصول در آبیاری کامل و کمترین آنها در تیمار تنش خشکی در مرحله رشد رویشی (قطع آبیاری از ابتدای ظهور ساقه تا مرحله ظهور سنبله) به دست آمد (شکل‌های 1، 3 و5). همچنین با افزایش سطوح کودی از صفر تا 12 کیلوگرم فسفات پتاسیم در هکتار روند شاخص سطح برگ، ماده خشک کل و سرعت رشد محصول در اندام‌های هوایی گندم افزایش یافت (شکل‌های2، 4 و 6).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر رژیم آبیاری و محلول‌پاشی پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات بر صفات حداکثر شاخص سطح برگ، حداکثر ماده خشک کل و حداکثر سرعت رشد محصول در سطح احتمال خطای یک درصد و برهمکنش آنها در سطح احتمال خطای 5 درصد معنی‌دار بود (جدول 2). با توجه به معنی‌دار شدن برهمکنش رژیم آبیاری و سطوح مختلف محلول‌پاشی بر شاخص‌های رشد، برش‌دهی برهمکنش برای این صفت‌ها انجام شد.

جدول 3- مقایسه میانگین‌هابرای برخی صفات فیزیولوژیک تحت محلول‌پاشی پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات و آبیاری

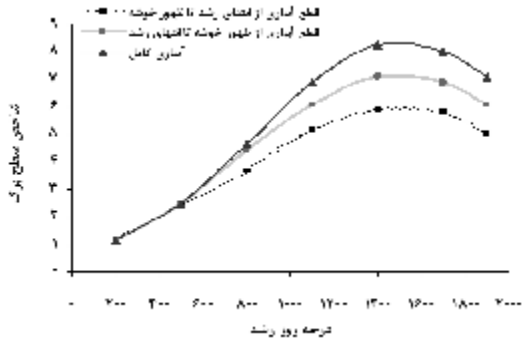
با استفاده از آزمون LSD

تیمار	پرولین برگ پرچم (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)	میزان قند محلول برگ پرچم (میلی-گرم بر گرم وزن تر)	پروتئین دانه (درصد)	میزان کلروفیل برگ پرچم (میلی-گرم بر گرم وزن تر)	میزان فسفر برگ پرچم (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک)
سطوح آبیاری					
آبیاری کامل	4/53^{c}	47/5^{c}	8/87^{c}	28/1^{a}	6/6^{a}
تنش مرحله رویشی*	5/56^{b}	68/2^{b}	10/6^{b}	25/5^{b}	5/8^{b}
تنش مرحله زایشی**	5/98^{a}	82/7^{a}	13/2^{a}	26/5^{ab}	5/7^{b}
سطوح محلول‌پاشی پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات (کیلوگرم در هکتار)					
صفر(محلول‌پاشی فقط با آب)	4/75^{c}	60/1^{b}	9/87^{c}	26/1^{a}	5/3^{d}
3	5/12^{bc}	64/8^{ab}	10/6^{b}	26/5^{a}	5/6^{cd}
6	5/48^{ab}	67/0^{a}	11/1^{ab}	26/9^{a}	6/0^{bc}
9	5/69^{a}	69/0^{a}	11/4^{ab}	27/1^{a}	6/4^{ab}
12	5/75^{a}	69/8^{a}	11/5^{a}	27/1^{a}	6/8^{a}

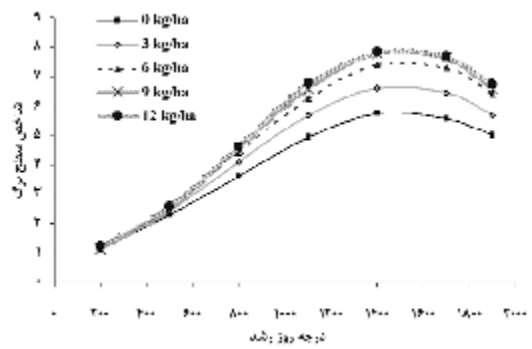
در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف لاتین مشترک هستند، در سطح احتمال 5 درصد تفاوت معنادار ندارند.

*قطع آبیاری از ابتدای ظهور ساقه تا مرحله ظهورسنبله (ابتدای رشد تا ظهور خوشه)

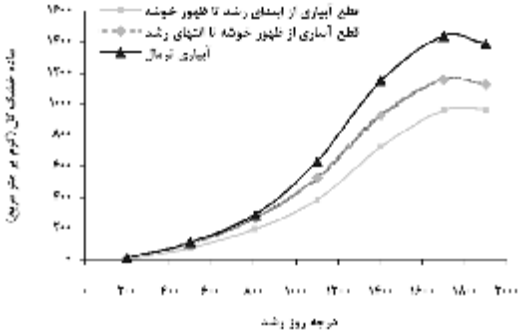
**قطع آبیاری از مرحله ظهور سنبله تا انتهای دوره رشد گیاه (ظهور خوشه تا انتهای رشد)



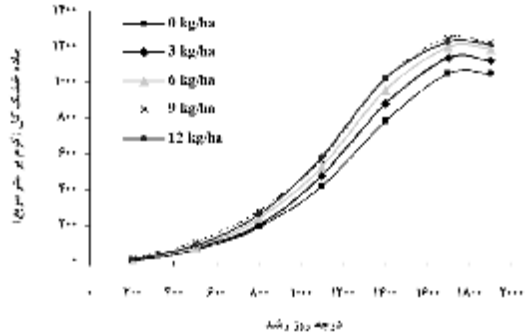
شکل 1- روند تغییرات شاخص سطح برگ در رژیم‌های مختلف آبیاری



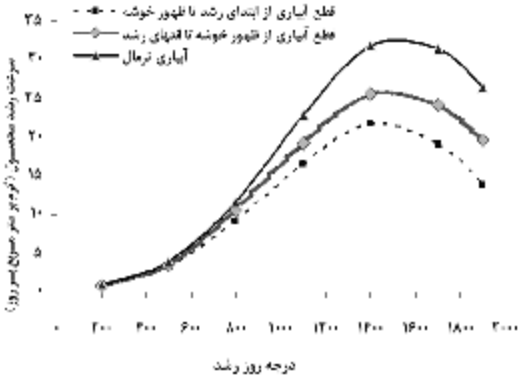
شکل 2- روند تغییرات شاخص سطح برگ در سطوح مختلف محلول‌پاشی پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات



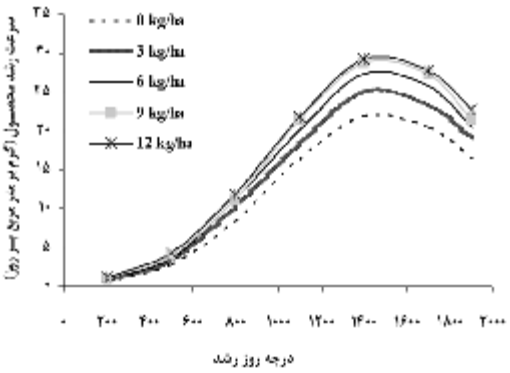
شکل 3- روند تغییرات ماده خشک کل در رژیم‌های مختلف آبیاری



شکل 4- روند تغییرات ماده خشک کل در سطوح مختلف محلول‌پاشی پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات



شکل 5- روند تغییرات سرعت رشد محصول در رژیم‌های مختلف آبیاری



شکل 6- روند تغییرات سرعت رشد محصول در سطوح مختلف محلول‌پاشی پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات

نتایج برش‌دهی برهمکنش نشان داد که اثر سطوح مختلف محلول‌پاشی پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات در رژیم آبیاری کامل معنادار نشد، ولی در تیمارهای تنش خشکی، اثر سطوح مختلف محلول‌پاشی در سطح احتمال خطای یک درصد معنادار شد (جدول4). رفیعی و همکاران (1383) بیان نمودند که تنش عناصر غذایی در گیاه زمانی رخ می‌دهد که میزان عناصر پائین‌تر یا بالاتر از حد مورد نیاز برای رشد باشد. این حالت ممکن است ناشی از کمبود یا زیاد بودن ذاتی یک عنصر در خاک، تحرک کم عناصر غذایی در خاک یا شکل شیمیائی عنصر غذایی باشد. همچنین این محققان خاطر نشان نمودند که عناصر غذایی درون خاک تحت اثر فاکتورهایی مانند جریان توده‌ای آب، ظرفیت جذب خاک و pH خاک قرار می‌گیرند. در میان عناصر غذایی فسفر و پتاسیم از عناصر پرمصرف دارای نقشی اساسی و مهم در رشد گیاه هستند که جذب آن‌ها در شرایط کمبود آب خاک کاهش می‌یابد (بروک و همکاران 2000 و پاین و همکاران 1995). مقایسه میانگین‌های سطوح محلول‌پاشی پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات در هر سطح از رژیم آبیاری برای حداکثر شاخص سطح برگ (شکل7) نشان داد که محلول‌پاشی پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات از سطح صفر تا 12 کیلوگرم در هکتار باعث افزایش شاخص سطح برگ در کلیه رژیم‌های آبیاری شد ولی این افزایش فقط در تیمارهای تنش خشکی معنادار بود و در رژیم آبیاری کامل، افزایش سطح برگ معنادار نبود. آلفردو و همکاران (2000) گزارش کردند که میزان رشد سطح برگ در

پاسخ به تنش آب کاهش می‌یابد و از این طریق اثر تنش را کاهش می‌دهد. همچنین کوچکی (2003) بیان کرد که گندم در شرایط تنش خشکی با کاهش رشد سلول‌های خود با خشکی سازگار می‌شود. در نتیجه سطح برگ و وزن خشک کل کاهش می‌یابد. باتوجه به اینکه گزارش شده که توسعه برگها حساسیت زیادی به تنش آبدار دوکاهش توسعه برگهای کی ازنخستین علائم تنش آب می‌باشد (گوتیرز و توماس 1998)، لذا به نظر می‌رسد تنش خشکی سبب کاهش سرعت توسعه برگ وبنابراین کاهش سطح برگ درمقایسه با شرایط شاهد شد. سینگ و همکاران (2006) گزارش کردند که میزان شاخص سطح برگ کتان در تیمارهایی که کود فسفر دریافت نموده‌اند، نسبت به شاهد افزایش نشان داده است. اولاد و همکاران (2006) نیز مشاهده کردند که شاخص سطح برگ لوبیا چشم بلبلی با محلول‌پاشی فسفر افزایش پیدا کرد.

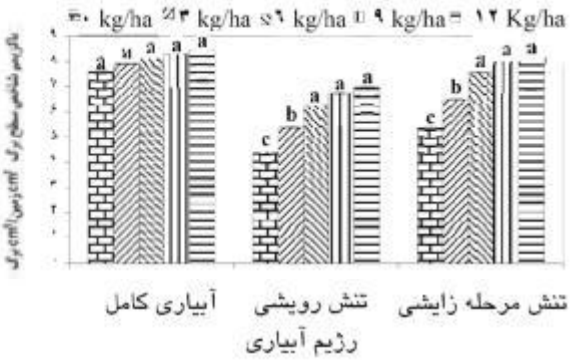
مقایسه میانگین سطوح محلول‌پاشی پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات در هر سطح از رژیم آبیاری برای حداکثر ماده خشک کل (شکل 8) نشان داد که اختلاف معناداری بین سطوح محلول‌پاشی پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات در رژیم آبیاری کامل وجود نداشت. ولی محلول-پاشی 12 کیلوگرم پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات در هکتار در تیمارهای تنش خشکی در مرحله رشد رویشی و مرحله رشد زایشی به ترتیب باعث افزایش 31 و 28 درصدی حداکثر ماده خشک کل گردید. تولید ماده خشک، انعکاسی از فتوسنتز خالص گیاه است. ماده خشک تولیدی یا به مصرف رشد گیاه رسیده و یا در اندام‌های ذخیره‌ای تجمع می‌یابد که می‌تواند تعیین‌کننده عملکرد گیاهان زراعی باشد (وانستروم و همکاران 2002). محفوظی و حسن پناه (1995) بین ماده خشک کل با عملکرد و تعداد خوشه در گندم زمستانه همبستگی مثبتی را گزارش نمودند. همچنین جعفری و همکاران (1995) همبستگی مثبتی را بین ماده خشک کل با عملکرد دانه در گیاه جو گزارش کرده‌اند. کورینا و همکاران (2006) گزارش نمودند که با کاربرد کود فسفر در شرایط کمبود آب میزان ماده خشک کل افزایش یافت. افزایش ماده خشک تولیدی گندم در رژیم آبیاری کامل نسبت به رژیم-های آبیاری همراه با تنش را می‌توان به بهبود توانایی گندم در استفاده از پتانسیل محیط (منابع موجود) در شرایط وجود آب کافی در محیط نسبت داد.

مقایسه میانگین سطوح محلول‌پاشی پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات در هر سطح از رژیم آبیاری برای حداکثر سرعت رشد محصول (شکل 9) نشان داد که اختلاف معناداری بین سطوح محلول‌پاشی پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات در رژیم آبیاری کامل وجود نداشت. ولی در تیمارهای تنش خشکی با افزایش سطوح محلول-پاشی از سطح صفر تا 12 کیلوگرم پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات در هکتار، حداکثر سرعت رشد محصول افزایش یافت. این افزایش در تیمار تنش خشکی در مرحله رشد رویشی 42 درصد و در تیمار تنش خشکی در مرحله رشد زایشی 62 درصد بود. خزاعی و همکاران (1385) گزارش کردند که مصرف کود فسفر عملکرد کل و بیوماس قسمتهای هوائی گیاه گندم را تحت شرایط خشکی افزایش می‌دهد. لذا کاربرد مقادیر بالاتر فسفر ممکن است جهت به حداکثر رساندن عملکرد دانه در سالهای خشک در مقایسه با سالهای مرطوب لازم و ضروری باشد. در تیمار تنش خشکی در مرحله رشد رویشی، کمترین سرعت رشد محصول مربوط به تیمار سطح صفر محلول‌پاشی و بیشترین آن در سطوح 6، 9 و 12 کیلوگرم پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات در هکتار بدست آمد. در تیمار تنش خشکی در مرحله رشد زایشی نیز کمترین سرعت رشد محصول مربوط به تیمار سطح صفر محلول‌پاشی پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات و بیشترین آن در سطوح 6، 9 و 12 کیلوگرم پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات در هکتار بدست آمد.

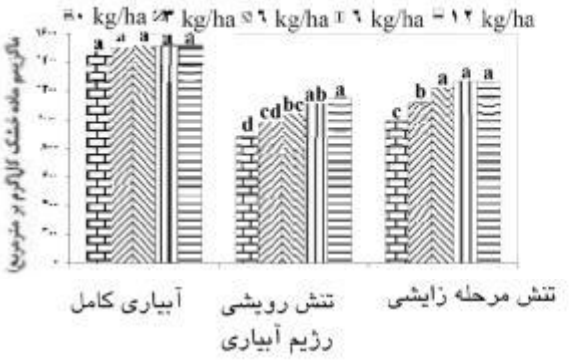
جدول 4- برش‌دهی برهمکنش: مجموع مربعات سطوح محلول‌پاشی پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات در هر سطح آبیاری برای برخی صفات

رژیم آبیاری	درجه آزادی	شاخص سطح برگ در مرحله سنبله‌دهی	ماده خشک در مرحله سنبله‌دهی	سرعت رشد محصول در مرحله سنبله‌دهی	عملکرد دانه
آبیاری کامل	4	1/37 ns	3414 ns	21/3 ns	176640 ns
تنش مرحله رویشی	4	13/6**	142042**	102**	3192960**
تنش مرحله زایشی	4	16/5**	170006**	290**	3191768**

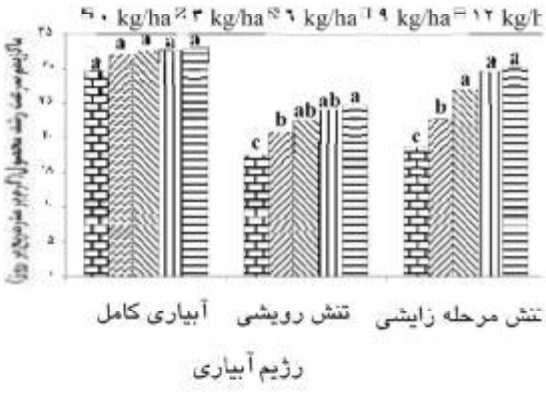
** و * : به ترتیب نشانگر معنادار بودن در سطوح احتمال 1 و 5 درصد و ns: غیر معنادار میباشد.



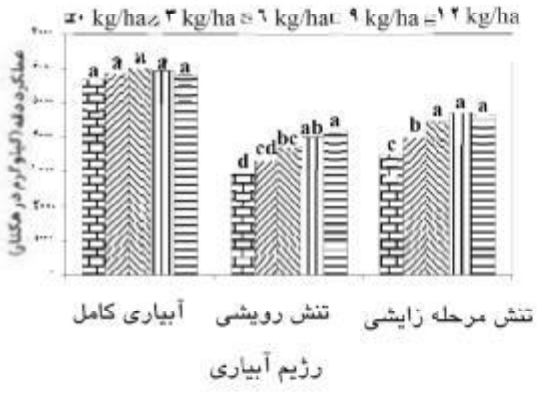
شکل ۷- شاخص سطح برگ در مرحله سنبله‌دهی در رژیم‌های مختلف آبیاری و محلول‌پاشی پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات



شکل ۸- ماده خشک کل گیاهی در مرحله سنبله‌دهی در رژیم‌های مختلف آبیاری و محلول‌پاشی پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات



شکل ۹- سرعت رشد محصول در مرحله سنبله‌دهی در رژیم‌های مختلف آبیاری و محلول‌پاشی پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات



شکل ۱۰- عملکرد دانه محصول در رژیم‌های مختلف آبیاری و محلول‌پاشی پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که رژیم آبیاری و محلول‌پاشی پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات بر عملکرد دانه گندم در سطح احتمال خطای یک درصد و برهمکنش آنها در سطح احتمال خطای پنج درصد معنادار بود (جدول2). با توجه به معنادار شدن برهمکنش رژیم آبیاری و سطوح مختلف محلول‌پاشی بر عملکرد دانه برش‌دهی برهمکنش برای این صفت انجام شد. نتایج برش‌دهی برهمکنش سطوح محلول‌پاشی پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات در هر سطح رژیم آبیاری برای عملکرد دانه نشان داد که اثر سطوح مختلف محلول-پاشی‌پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات در رژیم آبیاری کامل معنادار نشد، ولی در تیمارهای تنش، اثر سطوح مختلف محلول‌پاشی فسفات پتاسیم در سطح احتمال خطای یک درصد معنادار شد (جدول 3).

مقایسه میانگین سطوح محلول‌پاشی فسفات پتاسیم در هر سطح رژیم آبیاری برای عملکرد دانه (شکل10) نشان داد که در رژیم آبیاری کامل، سطوح محلول‌پاشی پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات اختلاف معنی-داری با هم نداشتند. ولی در تیمارهای تنش خشکی، محلول‌پاشی پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات باعث افزایش معنادار عملکرد دانه گردید. به عبارت دیگر محلول‌پاشی پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات باعث مقاومت گندم به تنش خشکی شده و از خسارت ناشی از تنش کم نمود. بیشترین اثر محلول‌پاشی پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات در تیمار تنش خشکی در مرحله رشد رویشی (قطع آبیاری از ابتدای ظهور ساقه تا مرحله ظهور سنبله) دیده شدکه می‌توان گفت که با توجه به اینکه بیشترین اثر فسفر در مرحله رشد رویشی بر رشد ریشه‌ها می‌باشد، پس محلول‌پاشی پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات در این مراحل بخصوص در شرایط تنش آبی می‌تواند اثر بسزایی بر رشد ریشه‌ها و در نتیجه مقاومت به خشکی و افزایش عملکرد داشته باشد. جونز و همکاران (2003) گزارش کردند که افزایش عنصر فسفر تا حدودی اثرات مستقیم و غیر مستقیم خشکی را بر جذب فسفر خنثی می‌کند و راندمان مصرف آب و در نتیجه مقاومت به خشکی را در گیاه افزایش می‌دهد. مطالعات مختلف در نواحی خشک و نیمه خشک نیز نشان دادند که افزایش کود فسفر ماده خشک قسمتهای هوائی را تحت شرایط تنش آب افزایش می‌دهد (جونز و همکاران 2003). بنابراین فسفر ممکن است مقاومت به خشکی را افزایش دهد. با رشد ریشه حجم بیشتری از خاک در تماس با ریشه قرار می‌گیرد و در نتیجه منبع بزرگتری از رطوبت خاک در دسترس ریشه خواهد بود (جونز و همکاران 2003 و سینگ و سال 2000). سینگ وسال (2000) اظهار داشتند که افزایش سطح فسفر خاک، هم کل حجم ریشه‌ها را در خاک خشک و هم جذب آب را در ریشه‌های اولیه بواسطه افزایش تراکم و قطر آوندهای چوبی و در نتیجه فراهم آوردن کمترین مقاومت در مقابل جریان آب افزایش می‌دهد. همچنین نتایج تحقیقات پژوهشگران نشان می‌دهد که با افزایش میزان فسفر تولید پنجه تحریک می‌شود که این امر ارتباط مستقیم با افزایش ظهور برگ بر روی ساقه اصلی در نتیجه فراهمی فسفر دارد (پاین و همکاران 1991). کاهش عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی را می‌توان به کاهش سطح برگ گندم و نهایتاً کاهش جذب نور و فتوسنتز نسبت داد. پاینو همکاران (1991) بیان نمودند درشرایطی که فسفر خاک کافی نباشد ماده خشک تحت شرایط تنش خشکی وعدم تنش کاهش می-یابد و این موضوع دلالت بر این نکته دارد که فراهم یآب بدون باروری خاک نمی‌تواند بر وزن دانه وماده خشک اثرگذار باشد. جونزوهمکاران (2003) نیز با انجام آزمایش بر روی بذور جو، گزارش کردند که احتمالا بدلیل مقدار ناکافی فسفرا ولیه خاک و یا رطوبت پائین گلدان‌ها در طی دوره پر شدن دانه، بذور جو از شرایط مناسبی برای پرشدن برخوردار نبودند. این پژوهشگران خاطر نشان نمودند که افزایش وزن دانه و عملکرد دانه با مصرف کود فسفر در شرایط تنش رطوبتی حاکی از آن است که با افزایش قابلیت دسترسی به فسفر احتمال

اینکه نیازهای پر شدن دانه تحت شرایط خشک تأمین گردد، افزایش می‌یابد. آرپانا و همکاران (2002) گزارش کردند که در عدس در شرایط تنش خشکی و با استفاده از تیمارهای مختلف کود فسفر و باکتری‌های حل‌کننده فسفات، بالاترین عملکرد در تیمار حاوی باکتری‌های حل‌کننده فسفات بدست آمد. سینگ و همکاران (2006) گزارش کردند که مصرف 200، 100 و500 کیلوگرم در هکتار کود فسفر اثر مثبت و معنی‌داری را بر عملکرد دانه کتان دارد.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که اثر رژیم-های مختلف آبیاری و محلول‌پاشی پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات بر کلیه صفات مورد بررسی معنادار بود. همچنین برهمکنش رژیم آبیاری و محلول‌پاشی پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات بر صفات شاخص‌های رشد و عملکرد دانه معنادار بود. با توجه به اینکه محلول‌پاشی پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات تنها در شرایط تنش خشکی باعث بهبود عملکرد دانه شده است، می‌توان اظهار داشت که محلول‌پاشی پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات تا حدودی باعث مقاومت گندم به تنش خشکی شده و از خسارت ناشی از تنش کم می‌کند. بر اساس نتایج این تحقیق اگر چه کاربرد 9 و 12 کیلوگرم محلول‌پاشی پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات بهترین اثر را در تعدیل اثرات سوء تنش خشکی در گندم داشت ولی با توجه به عدم معناداری سطوح 9 و 12 کیلوگرم در هکتار پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات می‌توان اظهار نمود که سطح 9 کیلوگرم در هکتار بهترین تیمار جهت تقلیل اثرات سوء تنش خشکی می‌باشد.

سپاسگزاری

نویسندگان این مقاله بر خود لازم می‌دانند از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه یاسوج که هزینه‌های این تحقیق را تقبل نمودند تشکر نمایند.

منابع مورد استفاده

امامی ع، 1375. روش‌های تجزیه گیاه. نشریه فنی مؤسسه تحقیقات آب و خاک، سازمان تحقیقات، آموزشو ترویج کشاورزی.1(982): 58-28.

خدابنده ن، 1369. زراعت غلات. انتشارات دانشگاه تهران.

خزاعی ح، نظامی ا و برزویی ا، 1385. تأثیر مقادیر فسفر بر واکنش دو رقم گندم مقاوم و حساس به کمبود آب. پژوهش‌های زراعی ایران، 1(4): 138-131.

رفیعی م، نادیان ح، نور محمدی ق و کریمی م، 1383. اثرات تنش خشکی و مقادیر روی و فسفر بر غلظت و کل جذب عناصر در ذرت. مجله علوم و صنایع کشاورزی، 35(1): 243-235.

سپهری ع، 1382. تاثیر تنش رطوبت و نیتروژن بر تجمع و ذخیره کربوهیدراتها و پروتئین‌های محلول برگ ذرت. پایان نامه دکتری در رشته زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس تهران.

عبدمیشانی س و جعفری شبستانی ج، 1365. اثر رژیم‌های مختلف آبیاری و میزان بذر بر عملکرد گندم پاییزه. مجله علوم کشاورزی ایران، 17(3 و 4): 51-45.

گالشی س و مشایخی ک، 1375. بررسی اثر آبیاری در مراحل مختلف رشد بر عملکرد دو رقم گندم اینیا و خرز. علوم کشاورزی و منابع طبیعی، 3: 63-57.

Alphredo A, Alves C and Tim L, 2000. Response of cassava to water deficit: Leaf area growth and abscisic acid. Crop Science, 40: 131-137.

Arnon DI, 1949. Copper enzymes in isolate chloroplasts polyphenol oxidas in Beta vulgaris. Journal of Pant Physiology, 24: 1-15.

Arpana N, Kumar SD and Prasad TN, 2002. Effect of seed inoculation, fertility and irrigation on uptake of major nutrients and soil fertility status after harvest of late own lentil. Journal of Applied Biology, 12: 23-26.

Bajji M, Lutts s and Keint J M, 2001. Water deficit on solute contribution to smotiv adjustment as a function of leaf ageing in three durum wheat (*Triticum durum* Defs) cultivars performing sifferently in arid conditions. Plant Science, 160: 669-681.

Bruck H, Payne WA and Sattelmacher B, 2000. Effects of phosphorus and water supply on yield, tranpirational water-use efficiency, and carbon isotope discrimination of pearl millet. Crop Science, 40: 120-125.

Cheema SS, Dhingra KK and Gill GS, 1973.Effect Of missing irrigation at different stages Of growth on dwarf wheat. Journal of Research, Punjab Agricultural University, Ludhiana, 10: 41 – 44.

Corina GJ, Guiamet J, Frangi JL and Goya JF, 2006. Impact of nitrogen and phosphorus fertilization on drought responses Eucalyptus gander's seedling. Forest Ecology and Management, 236:202-210.

Day AD and Intalop S, 1970. Some effectofsoil moiture stress on the growth of wheat. Agronomy Joural, 55: 5-31.

Debata A and Murty KS, 1983. Effect of foliar application of nitrogen, phosphorus and potassium on flag leaf senescence in rice. Agricultural Science Digest, 3: 23-26.

Dispenbrock W, 2000. Yield analysis of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) a review. Field Crops Research, 67: 35-49.

Fellows RJ and Boyer JS, 1976. Structure and activity of chloroplast of sunflower leaves having various water potentials. Planta, 132: 229-239.

Giunta F, Motazo R and Deidda M, 1995. Effects of drought on leaf area development, biomass production and nitrogen uptake of durum wheat grown in Mediterranean environment. Australian Journal of Agricultural Research,46: 99–111.

Gutie'rrez-boem FH and Thomas GW, 1998. Phosphorus nutrition affects wheat response to water deficit. Agronomy Journal,90:166-171.

Jafari A, Vali Zadeh M and Kazemi H, 1995. Yield and other agronomic traits in 16 barley cultivars in Tabriz and Kermanshah. Abstract book of 3th Congress of Crop Sciences, Tabriz, Iran.

Jones CA, Jacobsen JS and Wraith JM, 2003. The effects of P fertilization on drought tolerance of malt barley. Western Nutrient Management Conference, 5: 88-93.

Kochaki A, 2003. Agriculture in arid areas. Mashhad University Press jihad.

Kuchenbuch R, Claassen N and Jungk A, 1986. Potassium availability in relation to soil moisture. 1-Effect of soil moisture on potassium diffusion, root growth and potassium uptake of onion plants. Plant and Soil, 95(2):221-231.

Leach KA and Hameleers A, 2001. Effects of a foliar spray containing phosphorus and zinc on the development, composition and yield of forage maize. Grass and Forage Science, 56: 311-315.

Mahfozi S and Hasanpanah D, 1995. Yield components of Wheat cultivars at different planting dates in Ardabil. Abstract book of 3th Congress of Crop Sciences, Tabriz , Iran.

Maiti RK, Moreno-Limon S and Wesche-Ebiling P, 2000. Responses of some crops to various abiotic stress factors and its physiological and biochemical basis of resistances. Agricultural Reviews, 21: 155-167.

Marschner H, 2012. Marschners's mineral nutrition of higher plants. Academic, Londen.

Morgan JM, 2003. Making the most of available water in wheat production. NSW Agriculture, 1-3.

Mosali J, Kefyalew D, Roger KT, Kyle WF, Kent LM, Jason WL and William RR, 2006. Effect of foliar application of phosphorus on winter wheat grain yield phosphorus uptake and use efficiency. Journal of Plant Nutrient, 29: 2147- 2163.

Owolade OF, Akande MO, Alabi BS and Adediran JA, 2006. Phosphorus level affects brown blotch disease development and yield of Cowpea. World Journal Agricalture Science, 2: 105-108.

Paquine R and Lechasser P, 1997. Absorptions sureness method dosage laliber danse lesde planets. Canadian Journal of Botany, 55: 1851-1854.

Payne WA, Hossner LR, Onken AB and Wendt CW, 1995. Nitrogen and phosphorus uptake in pearl millet and its relation to nutrient and transpiration efficiency. Agronomy Journal, 87:425-431.

Payne WA, Lascano RJ, Hossner LR, Wendt CW and Onken AB, 1991. Pearl millet growth as affected by phosphorus and water. Agronomy Journal, 83: 942-948.

Pinkerton A and Simpson JR, 1986. Interactions of surface drying and subsurface nutrient affecting plant growth on acidic soil profils from an old pasture. Australian Journal of Experimental Agriculture, 26:681-689.

Rodriguez D, Gougiaan J, Oyarzabal M and Pomar MC, 1996. Phosphorus nutriton and water stress tolerance in wheat plants . Journal of Plant Nutrient, 19: 29-39.

Salardini A, 1993. Soil fertility. Fourth edition. Tehran University Press.

Sanchez M and Fangmeier A, 2001. Growth and yield responses of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) to elevated CO2 and water limitation. Environmental Pollution, 114: 187-194.

Seghatol Eslami MJ, Kafi M, Majidi Hervan A, Noor Mohamadi G, Darvish Fand Ghazi Zadeh A, 2005. Effect of drought stress on leaf soluble sugar content, leaf rolling index and relative water content of proso millet (*Panicum miliaceum* L.) genotypes. Iranian Journal of Agricultural Research, 3: 219-230.

Singh DK and Sale PWG, 2000. Growth and potential conductivity of white clover roots in dry soil with increasing phsphorus supply and defoliation frequency. Agronomy Journal, 92: 868-874.

Singh V, Pallghy CK and Singh D, 2006. Phosphorus nutrition and tolerance of cotton to water stress II. Water relations, free and bound water and leaf expansion rate. Field Crops Research, 96: 199-206.

Sudhakar c, Reddy PS and Veeranjaneyulu k, 1993. Effect of salt stress on enzymes of proline synthesis and oxidation in green gram (*Phaseolus aureus* Roxb) seedlings. Journal of plant Physiology, 141: 621-623.

Thalooth AT, MM Tawfik and Magda Mohamed H, 2006. A comparative study on the effect of foliar application of zinc, potassium and magnesium on growth, yield and some chemical constituents of Mungbeen plants grown under water stress conditions. World Journal Agriculture Science, 2(1): 37-46.

Tize L and E Zeiger, 1991. Plant physiology: Mineral nutrition. The Benjamin Cummings Publishing Co. Inc Redwood City CA.

Vanosterom EJ, Oleary GJ, Caberry PS and Craufurd PQ, 2002. Growth, development and yield of tillering pearl millet. III. Biomass accumulation and partitioning. Field Crop Research, 79: 85-106.