

## اثر محلول پاشی فسفر و قطع آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم زمستانه رقم الوند

مسعود وفاپور، شاهرخ جهانبین، علیرضا یدوی\* و محمدحسن فلاح هکی<sup>۱</sup>

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۰/۱۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۸/۱۱)

### چکیده

به منظور بررسی تأثیر محلول پاشی فسفر و قطع آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه در گندم زمستانه رقم الوند، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان بویراحمد واقع در ۱۳ کیلومتری غرب 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 پنج سطح کود فسفر به مقدار صفر، ۳، ۶، ۹ و ۱۲ کیلوگرم در هکتار  $KH_2PO_4$  از طریق محلول پاشی برگی بود. نتایج نشان داد که اثر رژیم‌های مختلف آبیاری و محلول پاشی فسفر بر کلیه صفات و برهمکنش رژیم آبیاری و محلول پاشی فسفر برای صفات ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک معنی‌دار بود. تیمار رژیم آبیاری کامل و محلول پاشی ۶ کیلوگرم در هکتار فسفر دارای بیشترین عملکرد دانه و بیولوژیک (به ترتیب ۶۰۰۰ و ۱۴۱۷۰ کیلوگرم در هکتار) بود و تیمار قطع آبیاری از ابتدای ظهور ساقه تا مرحله ظهور سنبله و سطح صفر محلول پاشی فسفر کمترین عملکرد دانه و بیولوژیک (به ترتیب ۲۹۲۰ و ۸۲۱۹ کیلوگرم در هکتار) را تولید کردند. محلول پاشی فسفر تنها در تیمارهای تحت تنش خشکی اثر معنی‌دار بر صفات مورد ارزیابی ایجاد کرد و در تیمار رژیم آبیاری کامل اثر محلول پاشی فسفر معنی‌دار نشد. به‌طور کلی، محلول پاشی فسفر تا سطح ۹ کیلوگرم در هکتار تا حدود زیادی باعث جبران خسارت ناشی از تنش خشکی در گندم شد.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، عملکرد دانه، فسفر، پروتئین، گندم

۱. به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استادیاران و دانشجوی سابق کارشناسی ارشد زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج

\*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: yadavi53@yahoo.com

## مقدمه

آب و مواد غذایی دو فاکتور مهم در رشد و افزایش محصول در زراعت گندم است. فسفر و نیتروژن از جمله عناصر پرمصرف، جهت رشد محصولات می‌باشند. از میان عناصر غذایی خاک، کمبود فسفر در برخی موارد اصلی‌ترین عامل محدود کننده تولید محصولات زراعی است. فسفر نقش مهمی در فتوسنتز از طریق سنتز اسید نوکلئیک، پروتئین، چربی و سایر ترکیبات ضروری دارد (۱۹). برگ‌پاشی کودهای فسفره راه‌کاری برای افزایش قابلیت جذب فسفر و مصرف آن در زمان دلخواه می‌باشد (۴). در تحقیق موسالی و همکاران (۱۳) محلول‌پاشی فسفر در مراحل پایانی رشد باعث افزایش میزان محصول در گندم زمستانه شد. اولاد و همکاران (۱۵) اثر محلول‌پاشی فسفر را در لوبیا چشم بلبلی مطالعه کردند و مشاهده نمودند که وزن هزار دانه، تعداد غلاف و میزان محصول کل با محلول‌پاشی فسفر افزایش پیدا کرد. ساندر و اقبال (۲۱) مشاهده کردند که با افزایش مقدار فسفر، عملکرد دانه، تعداد سنبله در متر مربع و جذب فسفر در گندم پاییزه افزایش می‌یابد. یانگ و همکاران (۲۷) بیان داشتند که در گیاهان مونوکارپی مانند گندم، فرایند پیری در مراحل پایانی رشد و نمو اتفاق می‌افتد و به موجب این امر، انتقال مجدد ۵۰ تا ۸۰ درصد افزایش می‌یابد.

در این میان، موسالی و همکاران (۱۳) بر لزوم محلول‌پاشی فسفر در مراحل پایانی رشد گندم (زمانی که برگ‌ها شروع به پیر شدن می‌کنند) تأکید داشته‌اند. از طرفی،  $KH_2PO_4$  می‌تواند از تجمع آمینواسیدها جلوگیری کند و فعالیت آنزیم پروتئاز را کاهش دهد و بدین طریق فرایند پیری برگ‌های گندم را به تعویق اندازد (۵). موسالی و همکاران (۱۳) مشاهده نمودند که محلول‌پاشی فسفر در مرحله تشکیل دومین گره در ساقه موجب افزایش عملکرد می‌شود و در ادامه گزارش دادند که محلول‌پاشی در مراحل ظهور سنبله و پایان گل‌دهی علاوه بر افزایش عملکرد، موجب افزایش یافتن کارایی مصرف فسفر نیز می‌گردد. بر طبق گزارش‌های این محققین، مقادیر بیشتر از ۸ کیلوگرم در هکتار  $KH_2PO_4$  عملکرد را افزایش

نمی‌دهد و مقادیر کمتر موجب افزایش عملکرد خواهد شد. آثار تنش خشکی در مراحل مختلف رشد و نمو گیاه متفاوت بوده و توسط محققین مختلفی مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. در مطالعه‌ای نشان داده شد که گندم در دوره قبل از ظهور سنبله و هم چنین دوره گل‌دهی (گرده‌افشانی) و مرحله اصلی تکمیل دانه، به تنش خشکی حساس است (۱). تنش خشکی شدید از شروع پیر شدن دانه تا رسیدگی، ممکن است برای توسعه دانه و عملکرد زیان‌آور باشد. کیانی و همکاران (۱۲) با بررسی تأثیر قطع آبیاری در دوره‌های مختلف رشد و نمو بر عملکرد گندم مشاهده کردند که ارتفاع بوته در اثر قطع آبیاری و اعمال تنش خشکی کاهش می‌یابد. ناظری و همکاران (۱۴) مشاهده کردند که تنش رطوبتی باعث کاهش معنی‌داری در عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در تریتیگاله شد.

در شرایط کمبود رطوبت در خاک، ریشه گیاهان قادر به جذب عناصر غذایی نمی‌باشند و در نتیجه کارایی مصرف کودها، به ویژه کودهای فسفره، در مناطق خشک کم است. سینگ و همکاران (۲۳) مشاهده کردند که همبستگی زیادی بین درصد فسفر برگ و سرعت ظهور برگ‌ها در شرایط تنش خشکی وجود دارد. از سوی دیگر، سانتوس و همکاران (۲۲) با محلول‌پاشی فسفر به میزان ۲۰ گرم فسفر در لیتر روی گیاهانی که تحت تنش متوسط خشکی قرار داشتند، مشاهده نمودند که کارایی مصرف آب و فتوسنتز این گیاهان در مقایسه با شاهد بیشتر بود. تولید گندم در استان کهگیلویه و بویراحمد با سطح زیر کشت آبی ۲۶۱۷۲ هکتار و سطح زیر کشت دیم ۷۴۳۵۰ هکتار در سال زراعی ۱۳۸۷-۸۸ برابر با ۱۴۶۴۰۷ تن بوده است (۲۴). یکی از مشکلات تولید گندم در این استان، برخورد مراحل پایانی رشد با تنش خشکی است که باعث کاهش عملکرد دانه می‌گردد. یکی از راه‌کارهای کاهش خسارت ناشی از تنش خشکی، تأخیر در پیری برگ‌ها از طریق محلول‌پاشی فسفر می‌باشد. بنابراین هدف از این پژوهش، بررسی اثر محلول‌پاشی فسفر بر مقاومت به تنش خشکی، عملکرد دانه و اجزای عملکرد گندم زمستانه رقم لوند است.

## مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی واقع در چم‌خانی شهرستان بویراحمد در فاصله ۱۳ کیلومتری غرب پاسوج با مشخصات طول جغرافیایی  $51^{\circ}$  شرقی و عرض جغرافیایی  $30^{\circ}$  شمالی با ارتفاع ۱۷۳۲ متر از سطح دریا اجرا گردید. از نظر آب و هوایی، این منطقه جزو مناطق معتدل سرد می‌باشد. حداکثر میزان بارندگی ماهانه صفر میلی‌متر مربوط به تیر ماه و بیشترین آن  $238/9$  میلی‌متر مربوط به فروردین‌ماه بود (جدول ۱). لازم به ذکر است که در هنگام اعمال تنش خشکی، در صورت وجود بارندگی، با استفاده از پوشش پلاستیکی مانع از ریزش نزولات آسمانی به داخل کرت‌ها شد. لذا عملاً بارندگی هیچ تأثیری بر اجرای این طرح نداشت.

آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده، در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار اجرا شد. رژیم‌های مختلف آبیاری به عنوان کرت‌های اصلی شامل: (۱) آبیاری کامل، (۲) قطع آبیاری از ابتدای ظهور ساقه تا مرحله ظهور سنبله (مرحله ۳۰ تا ۵۰ زایدوکس مطابق با ۱۰ فروردین الی ۲۰ اردیبهشت) و (۳) قطع آبیاری از مرحله ظهور سنبله تا انتهای دوره رشد گیاه (مرحله ۵۰ تا ۹۹ زایدوکس مطابق با ۲۰ اردیبهشت الی ۱۰ تیر) و کرت‌های فرعی شامل پنج سطح محلول‌پاشی فسفر به مقدار صفر، ۳، ۶، ۹، و ۱۲ کیلوگرم در هکتار  $KH_2PO_4$  بودند. تیمارهای محلول‌پاشی بر اساس میزان توصیه شده سایر محققین (۱۳، ۱۶ و ۲۲) در دو مرحله و به نسبت مساوی، در مرحله تشکیل دومین گره در ساقه و مرحله پایان گل‌دهی (که طبق گزارش‌ها بیشترین کارایی را در جذب فسفر از طریق برگ داشته) اعمال شدند. خاک محل آزمایش از نوع لوم رسی، با ظرفیت زراعی ۳۷٪ رطوبت حجمی و با حد آب قابل جذب ۱۸٪ حجمی بود (جدول ۲). حداکثر تخلیه مجاز رطوبتی در گندم ۵۵٪ می‌باشد (۲)، در نتیجه، میزان آب سهل‌الوصول معادل ۱۰/۵٪ حجمی خاک به دست می‌آید. برای تعیین رطوبت حجمی خاک، دو نمونه‌گیری در زمان شروع و

پایان هر یک از تیمارهای تحت تنش خشکی انجام شد که این رطوبت‌ها در تیمار قطع آبیاری از ابتدای ظهور ساقه تا مرحله ظهور سنبله به ترتیب برابر با ۳۱٪ و ۲۰٪ و در تیمار قطع آبیاری از مرحله ظهور سنبله تا انتهای دوره رشد گیاه به ترتیب برابر با ۳۳٪ و ۱۵٪ بودند. ابعاد کرت‌های آزمایشی  $4 \times 2/5$  متر، فاصله بین دو ردیف کاشت ۱۵ سانتی‌متر و فاصله بین دو کرت ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. کاشت در ۲۰ آبان ماه صورت گرفت و برای کشت از رقم الوند استفاده شد. برخی مشخصات گندم رقم الوند در جدول ۳ آمده است. کاشت بذرها توسط دستگاه خطی کار به میزان ۱۶۰ کیلوگرم بذر در هکتار بود که نهایتاً تراکمی حدود ۳۵۰ بوته در متر مربع حاصل شد.

عملیات برداشت نهایی برای کلیه تیمارها زمانی صورت گرفت که تمام سنبله‌های هر کرت به رنگ زرد درآمدند. برای این منظور، از وسط هر کرت با رعایت حاشیه، سطحی معادل  $1/5$  متر مربع برای مقایسه عملکرد دانه و بیولوژیک، برداشت گردید. برای انجام آزمون‌های بذری و اندازه‌گیری پروتئین، نمونه‌هایی از بذرها به طور تصادفی انتخاب و به آزمایشگاه منتقل شد. برای اندازه‌گیری پروتئین از دستگاه کجلدال به روش امامی (۶) استفاده شد. به‌منظور تعیین صفاتی مانند ارتفاع بوته، طول سنبله و تعداد دانه در سنبله، تعداد ۲۵ بوته از هر کرت آزمایشی به طور تصادفی انتخاب و مورد ارزیابی قرار گرفتند و میانگین آنها برای هر صفت محاسبه شد. برای تعیین تعداد سنبله در واحد سطح، از وسط هر کرت، ۶ خط کاشت به طول ۲۰ سانتی‌متر جدا کرده و تعداد سنبله‌های بارور در آنها شمارش شد. هم‌چنین وزن هزار دانه با استفاده از ترازوی دقیق الکترونیکی با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. داده‌ها توسط نرم‌افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و میانگین داده‌ها براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ مقایسه شدند. در ضمن، برای صفاتی که برهمکنش فاکتورها در آنها معنی‌دار شد به روش LSMeans برش‌دهی اثر متقابل نسبت به کرت اصلی انجام شد.

جدول ۱. میزان بارندگی ماهانه (میلی متر)، بارندگی بلندمدت و تبخیر ماهانه در دوره رشد گندم (۱۳۸۸-۱۳۸۷)

تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	
۰	۹/۴	۵/۱	۲۳۸/۹	۷۱/۴	۱۰۷/۶	۲۸/۲	۶۳/۹	۷۵/۲	بارندگی ماهانه
۲	۳	۹	۱۱۵	۹۹	۱۴۸	۲۱۲	۱۷۵	۴۵	بارندگی بلندمدت
۳۱۰/۸	۲۹۴/۳	۱۷۳/۱	۱۳۶/۴	۲۱۴/۶	۱۱۶	۱۶	۲۵	۸۹/۲	تبخیر ماهانه

جدول ۲. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

آب سهل الوصول (%)	حد آب قابل جذب (%)	ظرفیت زراعی (%)	بافت خاک	پتانسیم قابل جذب (mg/L)	فسفر قابل جذب (mg/L)	نیترژن کل (%)	کربن آلی (%)	واکنش گل اشباع	هدایت الکتریکی (dS/m)
۱۰/۵	۱۸	۳۷	لوم رسی	۱۵۶	۷/۴	۰/۱۵۷	۱/۲۵۱	۷/۵	۰/۵۶۸

جدول ۳. برخی مشخصات گندم رقم الوند

محل کشت	واکنش به امراض	میانگین عملکرد دانه	واکنش به تنش‌های محیطی	مقاومت به خرابی‌گی و ریزش	کیفیت ناولی	رنگ دانه	تاریخ رسیدن	نپب رشد
مناطق سردسیر کشور	نسبتاً مقاوم به زنگ زرد و نسبتاً حساس به زنگ قهوه‌ای	۶/۴ تن در هکتار	نسبتاً متحمل به شوری و خشکی و مقاوم به سرما	مطلوب	خوب	زرد کهربایی	نسبتاً دیررس	بینابین

## نتایج و بحث

### ارتفاع بوته

نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس نشان داد که اثر رژیم آبیاری، محلول‌پاشی فسفر و برهمکنش آنها بر ارتفاع بوته معنی‌دار بود (جدول ۴). به طوری که در بین تیمارهای آبیاری، بیشترین ارتفاع گندم در رژیم آبیاری کامل با ۱۰۳ سانتی‌متر و کمترین آن مربوط به تیمار قطع آبیاری از ابتدای ظهور ساقه تا مرحله ظهور سنبله با ۷۹/۹ سانتی‌متر بود. هم‌چنین محلول‌پاشی فسفر ارتفاع بوته را افزایش داد. به طوری که با محلول‌پاشی ۱۲

کیلوگرم در هکتار فسفر، ارتفاع بوته ۱۳/۶ سانتی‌متر نسبت به شاهد افزایش یافت. بین سطوح محلول‌پاشی ۶، ۹ و ۱۲ کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۵). نتایج برش‌دهی برهمکنش محلول‌پاشی فسفر در هر سطح آبیاری برای ارتفاع بوته نشان داد که در رژیم آبیاری کامل بین سطوح مختلف محلول‌پاشی تفاوت معنی‌داری دیده نشد. ولی در تیمارهای تنش، اثر سطوح مختلف محلول‌پاشی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۶). مقایسه میانگین سطوح محلول‌پاشی فسفر در هر سطح از رژیم آبیاری برای

جدول ۴. مقادیر درجه آزادی و مجموع مربعات منابع تغییر برای صفات مورد ارزیابی در گندم (رقم الوند)

مجموع مربعات									
منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد سنبله در متر مربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	عملکرد دانه	درصد پروتئین
بلوک	۲	۴۸/۱ <sup>ns</sup>	۳۱۸۲ <sup>ns</sup>	۳۳/۲ <sup>ns</sup>	۸/۴۷ <sup>ns</sup>	۴۷۹۰۶۴ <sup>ns</sup>	۰/۸۰۹ <sup>ns</sup>	۳۳۳۱۷ <sup>ns</sup>	۱/۰۹ <sup>ns</sup>
رژیم آبیاری	۲	۴۲۷۴ <sup>**</sup>	۱۴۲۷۲۳ <sup>**</sup>	۲۲۴۱ <sup>**</sup>	۱۳۸۶ <sup>**</sup>	۱۳۵۱۸۱۳۴۷ <sup>**</sup>	۲۰۴ <sup>ns</sup>	۳۹۲۵۰۵۱۸ <sup>**</sup>	۱۴۰ <sup>**</sup>
خطای a	۴	۸۲/۱	۶۱۷۸	۷۳/۵	۲۰/۶	۱۰۷۲۴۹۷	۱۳۷	۱۲۳۸۱۹۳	۳/۶۲
محلول پاشی فسفر	۴	۱۱۶۹ <sup>**</sup>	۱۳۸۶۱ <sup>*</sup>	۳۸۲ <sup>**</sup>	۱۰۰ <sup>**</sup>	۱۸۹۰۸۰۵۶ <sup>**</sup>	۳۳/۷ <sup>ns</sup>	۴۸۵۷۵۱۲ <sup>**</sup>	۱۵/۸ <sup>**</sup>
آبیاری × محلول پاشی	۸	۸۴۱ <sup>*</sup>	۱۳۲۲ <sup>ns</sup>	۲۲۵ <sup>*</sup>	۲۵/۶ <sup>ns</sup>	۱۰۷۰۰۱۰۸ <sup>*</sup>	۶/۰۰ <sup>ns</sup>	۱۷۰۳۸۵۶ <sup>*</sup>	۵/۰۲ <sup>ns</sup>
خطای b	۲۴	۷۸۳	۲۴۰۰۷	۲۴۷	۱۲۳	۱۰۷۶۶۸۹۲	۱۷۶	۱۷۸۲۷۶۸	۱۴/۴
ضریب تغییرات (%)		۶/۳۶	۷/۶۹	۶/۴۸	۶/۳۳	۵/۷۷	۶/۹۲	۵/۹۵	۷/۱۰

ns و \*، \*\*: به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد و غیر معنی دار

#### تعداد سنبله در متر مربع

رژیم آبیاری در سطح احتمال ۱٪ و سطوح مختلف محلول پاشی فسفر در سطح احتمال ۵٪ بر تعداد سنبله در متر مربع معنی دار شدند، ولی برهمکنش آنها معنی دار نشد (جدول ۴). هر پنجه در صورت باروری می تواند حداکثر یک سنبله تولید کند. نتایج مقایسه میانگین ها (جدول ۵) نشان داد که قطع آبیاری از ابتدای ظهور ساقه تا مرحله ظهور سنبله سبب کاهش معنی دار تعداد سنبله در متر مربع شد. تنش خشکی در مرحله ساقه دهی موجب شد تا برخی پنجه ها آسیب ببینند و سنبله ای تولید نکنند. ولی قطع آبیاری از مرحله ظهور سنبله تا انتهای دوره رشد گندم تأثیر معنی داری بر تعداد سنبله در متر مربع نداشت. با افزایش سطوح کودی از عدم محلول پاشی به ۱۲ کیلوگرم فسفر در هکتار، تعداد سنبله در متر مربع افزایش یافت. به طوری که بیشترین تعداد سنبله در متر مربع در تیمار محلول پاشی ۱۲ کیلوگرم فسفر در هکتار با ۴۳۰ عدد و کمترین آن با ۳۸۲ عدد در تیمار عدم محلول پاشی به دست آمد که البته بین تیمارهای محلول پاشی ۳، ۶، ۹ و ۱۲ کیلوگرم فسفر در

ارتفاع بوته (شکل ۱) نشان داد که اختلاف معنی داری بین سطوح محلول پاشی فسفر در رژیم آبیاری کامل وجود نداشت. ولی در تیمارهای تحت تنش خشکی، محلول پاشی فسفر از سطح صفر تا ۶ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش معنی دار ارتفاع بوته گردید.

سعد و همکاران (۱۶) نیز در یک آزمایش گلخانه ای، محلول های غذایی مختلف را در مرحله ظهور سنبله و پر شدن دانه بر گندم برگ پاشی نمودند. آنها مشاهده نمودند که ارتفاع گیاه، تعداد سنبله و تعداد پنجه در گیاه تحت تأثیر تیمارهای دیر هنگام محلول پاشی قرار گرفت. کاهش ارتفاع بوته گندم در اثر قطع آبیاری و اعمال تنش خشکی توسط کیانی و همکاران (۱۲) نیز گزارش شده است. در شرایطی که گیاه تحت تأثیر تنش خشکی قرار می گیرد، به دلیل کاهش ساخت مواد فتوسنتزی و عدم انتقال عناصر از ریشه ها، کاهش ارتفاع بوته را باعث می شود. به خصوص، در شرایطی که این تنش خشکی در مراحل رشد ساقه صورت پذیرد، کاهش ارتفاع شدیدتر است.

جدول ۵. مقایسه میانگین‌های اثر محلول‌پاشی فسفر و آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم (رقم الوند)

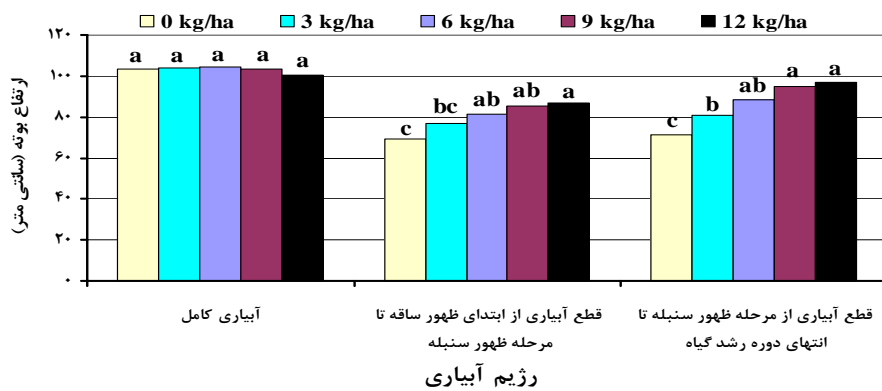
پارامتر	تعداد سنبله در متر مربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد بیولوژیکی (کیلوگرم در هکتار)	تاجخص برداشت (درصد)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	پروتئین (درصد)
آبیاری کامل	۴۶۲ <sup>a</sup>	۵۸۱ <sup>a</sup>	۳۷۷ <sup>b</sup>	۱۳۸۱۶ <sup>a</sup>	۴۲/۲ <sup>a</sup>	۵۸۴۸ <sup>a</sup>	۸/۸ <sup>c</sup>
قطع آبیاری از ابتدای ظهور ساقه تا مرحله ظهور سنبله	۳۳۳ <sup>b</sup>	۴۰/۸ <sup>c</sup>	۴۱/۳ <sup>ab</sup>	۹۶۷۳ <sup>c</sup>	۳۷/۴ <sup>a</sup>	۳۶۲۴ <sup>c</sup>	۱۰/۶ <sup>b</sup>
قطع آبیاری از مرحله ظهور سنبله تا انتهای دوره رشد گیاه	۴۲۹ <sup>a</sup>	۴۹/۸ <sup>b</sup>	۲۸/۲ <sup>c</sup>	۱۱۲۵۶ <sup>b</sup>	۳۷/۹ <sup>a</sup>	۴۲۷۲ <sup>b</sup>	۱۳/۲ <sup>a</sup>
سطوح محلول‌پاشی فسفر (کیلوگرم در هکتار)							
صفر	۳۸۲ <sup>b</sup>	۴۴/۷ <sup>c</sup>	۳۳/۳ <sup>c</sup>	۱۰۵۱۰ <sup>c</sup>	۳۷/۸ <sup>a</sup>	۴۰۳۳ <sup>c</sup>	۹/۸ <sup>c</sup>
۳	۴۰۳ <sup>ab</sup>	۴۸/۰ <sup>b</sup>	۳۴/۹ <sup>bc</sup>	۱۱۲۲۸ <sup>b</sup>	۳۸/۷ <sup>a</sup>	۴۳۸۷ <sup>b</sup>	۱۰/۶ <sup>b</sup>
۶	۴۱۵ <sup>a</sup>	۵۰/۳ <sup>ab</sup>	۳۶/۰ <sup>ab</sup>	۱۱۹۰۳ <sup>a</sup>	۳۹/۴ <sup>a</sup>	۴۷۲۰ <sup>a</sup>	۱۱/۱ <sup>ab</sup>
۹	۴۲۶ <sup>a</sup>	۵۲/۳ <sup>a</sup>	۳۶/۹ <sup>ab</sup>	۱۲۲۰۳ <sup>a</sup>	۳۹/۹ <sup>a</sup>	۴۸۸۰ <sup>a</sup>	۱۱/۴ <sup>ab</sup>
۱۲	۴۳۰ <sup>a</sup>	۵۲/۴ <sup>a</sup>	۳۷/۵ <sup>a</sup>	۱۲۱۶۵ <sup>a</sup>	۴۰/۲ <sup>a</sup>	۴۸۸۸ <sup>a</sup>	۱۱/۵ <sup>a</sup>

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

جدول ۶. برش دهی برهمکنش محلول پاشی فسفر در سطوح مختلف آبیاری برای برخی صفات گندم (رقم الوند)

مجموع مربعات				درجه آزادی	رژیم آبیاری
عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	تعداد دانه در سنبله	ارتفاع بوته		
۱۷۶۶۴ <sup>ns</sup>	۵۰۴۳۶۰ <sup>ns</sup>	۴/۰۸ <sup>ns</sup>	۳۰/۳ <sup>ns</sup>	۴	آبیاری کامل
۳۱۹۲۹۶ <sup>**</sup>	۱۳۲۲۲۰۴۵ <sup>**</sup>	۲۴۷ <sup>**</sup>	۶۱۲ <sup>**</sup>	۴	قطع آبیاری از ابتدای ظهور ساقه تا مرحله ظهور سنبله
۳۱۹۱۷۶۸ <sup>**</sup>	۱۵۸۸۱۷۶۰ <sup>**</sup>	۳۵۷ <sup>**</sup>	۱۳۶۸ <sup>**</sup>	۴	قطع آبیاری از مرحله ظهور سنبله تا انتهای دوره رشد گیاه

ns، \* و \*\*: به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد و غیر معنی دار



شکل ۱. مقایسه برهمکنش رژیم آبیاری و محلول پاشی فسفر برای ارتفاع بوته گندم (رقم الوند)

مختلف آبیاری و سطوح مختلف کودی تأثیر معنی داری بر تعداد دانه در سنبله داشتند (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تعداد دانه در سنبله در شرایط تنش آبی کاهش معنی داری نشان می‌دهد. به طوری که بیشترین تعداد دانه در سنبله (۵۸/۱ دانه) در آبیاری کامل و کمترین آن (۴۰/۸ دانه) در تیمار قطع آبیاری از ابتدای ظهور ساقه تا مرحله ظهور سنبله به دست آمد (جدول ۵). کاهش تعداد دانه در سنبله را می‌توان به کاهش رشد رویشی و زایشی و نهایتاً جلوگیری از گرده‌افشانی مناسب گندم و هم چنین کاهش تولیدات فتوسنتزی گندم به دلیل کاهش منابع قابل دسترس آن به خاطر کمبود رطوبت موجود در مزرعه نسبت داد. محلول پاشی کود فسفر نیز باعث افزایش تعداد دانه در سنبله شد. به طوری که محلول پاشی از صفر تا ۶ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش تعداد دانه در سنبله

هکتار تفاوت معنی داری دیده نشد (جدول ۵). دلیل افزایش تعداد سنبله در متر مربع با افزایش سطوح مختلف کودی را می‌توان به دلیل افزایش منابع غذایی و نقش فسفر در تلقیح گل، تشکیل میوه و دانه و افزایش تولید مواد فتوسنتزی گیاه ذکر کرد. سعد و همکاران (۱۶) نیز گزارش کردند که تعداد سنبله گندم تحت تأثیر تیمارهای محلول پاشی قرار گرفت. کاهش تعداد سنبله در واحد سطح گندم در تیمارهای تحت تنش خشکی توسط سایر محققین (۳، ۹ و ۱۷) نیز گزارش شده است.

#### تعداد دانه در سنبله

تعداد دانه در سنبله یکی از اجزای مهم عملکرد اقتصادی می‌باشد. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که رژیم‌های

وزن هزار دانه نسبت به تیمار شاهد شد. تغییر سطوح کودی از عدم محلول‌پاشی در مزرعه به سطح ۱۲ کیلوگرم فسفر در هکتار نیز باعث افزایش معنی‌دار وزن هزار دانه گندم شد. به طوری که بیشترین وزن هزار دانه گندم در محلول‌پاشی ۱۲ کیلوگرم فسفر در هکتار با ۳۷/۵ گرم و کمترین آن با ۳۳/۳ گرم در عدم محلول‌پاشی به دست آمد (جدول ۵). دلیل افزایش وزن هزار دانه با افزایش سطوح مختلف کودی را نیز می‌توان به دلیل افزایش منابع غذایی و نقش فسفر در افزایش سهم مواد فتوسنتزی رسیده به هر دانه ذکر کرد.

تنش خشکی انتهای فصل به طور معمول پیری برگ‌ها را موجب می‌شود و دوره پر شدن دانه را کوتاه‌تر و عملکرد دانه و وزن دانه گندم را کاهش می‌دهد (۱۰، ۱۱، ۲۰ و ۲۶). فیضی اصل و ولیزاده (۷) گزارش کردند که کاربرد سطوح مختلف کود فسفر تأثیر معنی‌داری بر عملکرد و وزن هزار دانه گندم در شرایط دیم نداشت؛ که البته این مغایرت در نتایج می‌تواند به دلیل استفاده خاکی فسفر در آزمایش ایشان باشد. کاهش وزن هزار دانه در اثر تنش خشکی و کاهش فسفر می‌تواند به دلیل محدودیت منبع در تأمین مواد فتوسنتزی و کاهش قدرت مقصد فیزیولوژیک در جذب و ذخیره این مواد باشد. تأثیر محلول‌پاشی فسفر بر تأخیر در پیری برگ‌ها و افزایش وزن هزار دانه توسط سایر محققین (۵ و ۱۳) نیز گزارش شده است.

#### عملکرد بیولوژیک

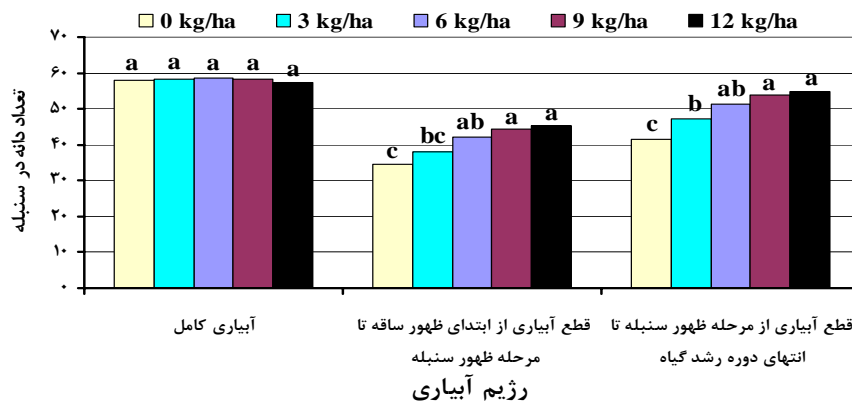
اثر رژیم آبیاری و محلول‌پاشی فسفر بر عملکرد بیولوژیک گندم در سطح احتمال ۱٪ و برهمکنش آنها در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود (جدول ۴). نتایج این بررسی بیانگر افت معنی‌دار عملکرد بیولوژیک گندم در شرایط تنش خشکی بود. بیشترین عملکرد بیولوژیک گندم به میزان ۱۳۸۷۶ کیلوگرم در هکتار در آبیاری کامل و کمترین عملکرد بیولوژیک به میزان ۹۶۷۳ کیلوگرم در تیمار خشکی از ابتدای ظهور ساقه تا مرحله ظهور سنبله گیاه به دست آمد (جدول ۵). محلول‌پاشی فسفر سبب افزایش عملکرد بیولوژیک گندم شد که البته بین محلول‌پاشی به

شد؛ ولی محلول‌پاشی در سطوح بالاتر بر تعداد دانه در سنبله تأثیرگذار نبود (جدول ۵). برهمکنش رژیم آبیاری و سطوح مختلف محلول‌پاشی بر تعداد دانه در سنبله معنی‌دار شد (جدول ۴). نتایج برش‌دهی برهمکنش محلول‌پاشی فسفر در هر سطح آبیاری برای تعداد دانه در سنبله نشان داد که در رژیم آبیاری کامل بین سطوح مختلف محلول‌پاشی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. ولی در تیمارهای تنش، اثر سطوح مختلف محلول‌پاشی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۶). با توجه به شکل ۲ مشخص می‌شود که محلول‌پاشی ۱۲ کیلوگرم فسفر در هکتار در تیمارهای قطع آبیاری از ابتدای ظهور ساقه تا مرحله ظهور سنبله و قطع آبیاری از مرحله ظهور سنبله تا انتهای دوره رشد گیاه به ترتیب باعث افزایش ۳۱ و ۳۲ درصدی تعداد دانه در سنبله نسبت به شاهد گردید. گارسیا و همکاران (۸) مشاهده کردند که تعداد دانه در سنبله نقش معنی‌داری در عملکرد دانه، مخصوصاً در شرایط تنش خشکی دارد. صفایی و غدیری (۱۷) مشاهده کردند که کاهش تعداد دانه در اثر تنش خشکی از کاهش تعداد سنبلچه و تعداد دانه در آنها ناشی می‌شود، که با مرگ و میر دانه‌های گرده در اثر افزایش اسید آبسپیک در ارتباط می‌باشد.

#### وزن هزار دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که رژیم‌های آبیاری و سطوح مختلف کودی تأثیر معنی‌داری بر وزن هزار دانه داشتند، ولی برهمکنش آنها معنی‌دار نشد (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین سطوح مختلف آبیاری (جدول ۵) نشان داد که بیشترین وزن هزار دانه (۴۱/۳ گرم) در تیمار قطع آبیاری از ابتدای ظهور ساقه تا مرحله ظهور سنبله و کمترین آن (۲۸/۲ گرم) در تیمار قطع آبیاری از مرحله ظهور سنبله تا انتهای دوره رشد گیاه به دست آمد. تیمار شاهد نیز دارای وزن هزار دانه ۳۷/۷ گرم بود. اعمال تیمار خشکی از ابتدای ظهور ساقه تا مرحله ظهور سنبله باعث تشکیل تعداد دانه در سنبله کمتری گردید و در این حالت سهم مواد فتوسنتزی هر دانه در سنبله بیشتر شده و باعث افزایش





شکل ۲. مقایسه برهمکنش رژیم آبیاری و محلول‌پاشی فسفر برای تعداد دانه در سنبله گندم (رقم الوند)

متوسط خشکی قرار داشتند، افزایش دهند.

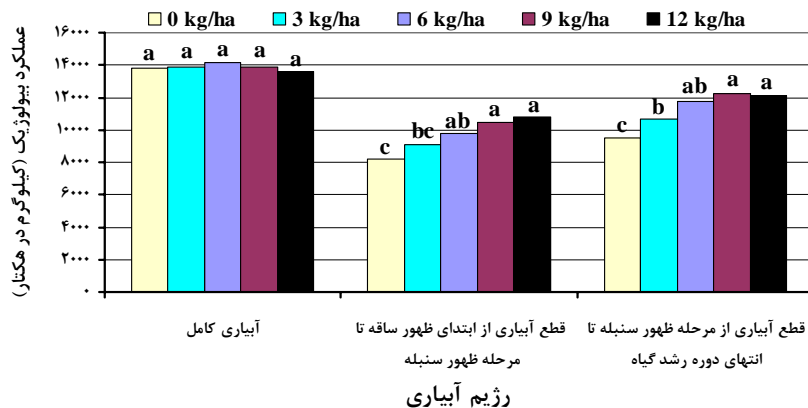
#### شاخص برداشت

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر رژیم آبیاری، سطوح متفاوت محلول‌پاشی فسفر و برهمکنش آنها تأثیر معنی‌داری بر شاخص برداشت گندم نداشتند (جدول ۴). با توجه به جدول ۵ می‌توان مشاهده نمود که تنش خشکی باعث کاهش جزئی در شاخص برداشت شده است که دلیل این افت در شرایط تنش خشکی، تأثیرپذیری بیشتر عملکرد دانه گندم نسبت به عملکرد بیولوژیک آن به کمبود رطوبت و بروز دوره‌های تنش خشکی می‌باشد (جدول ۵). سلام و همکاران (۱۸) طی آزمایشی دریافتند که شاخص برداشت با افزایش کمبود آب به طور خطی کاهش یافت.

افزایش سطح کود فسفره از عدم محلول‌پاشی به ۱۲ کیلوگرم فسفر در هکتار محلول‌پاشی کود فسفر باعث افزایش جزئی در شاخص برداشت شد، اگرچه معنی‌دار نبود (جدول ۵). سعد و همکاران (۱۶) گزارش کردند که محلول‌پاشی فسفر سبب افزایش جزئی در شاخص برداشت گندم شد. فیضی اصل و ولیزاده (۷) گزارش کردند که کاربرد سطوح مختلف کود فسفر تأثیر معنی‌داری بر شاخص برداشت گندم در شرایط دیم نداشت.

میزان ۹، ۶ و ۱۲ کیلوگرم در هکتار معنی‌دار نبود. به طوری‌که محلول‌پاشی به میزان ۳، ۶، ۹ و ۱۲ کیلوگرم در هکتار به ترتیب باعث افزایش ۷، ۱۳، ۱۶ و ۱۶ درصدی نسبت به شاهد بدون مصرف کود شد (جدول ۵).

با توجه به معنی‌دار شدن برهمکنش رژیم آبیاری و سطوح مختلف محلول‌پاشی بر عملکرد بیولوژیک، برش‌دهی برهمکنش برای این صفت انجام شد. نتایج برش‌دهی برهمکنش محلول‌پاشی فسفر در هر سطح آبیاری برای عملکرد بیولوژیک نشان داد که اثر سطوح مختلف محلول‌پاشی در رژیم آبیاری کامل معنی‌دار نشد، ولی در تیمارهای تنش، اثر سطوح مختلف محلول‌پاشی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۶). مقایسه میانگین سطوح محلول‌پاشی فسفر در هر سطح از رژیم آبیاری برای عملکرد بیولوژیک (شکل ۳) نشان داد که در رژیم‌های آبیاری دارای تنش، محلول‌پاشی فسفر به طور معنی‌داری باعث افزایش این صفت گردید. به طوری محلول‌پاشی تا سطح ۶ کیلوگرم فسفر در هکتار باعث افزایش معنی‌دار عملکرد بیولوژیک گردید. افزایش بیوماس تولیدی گندم در سطوح کودی بالاتر را می‌توان به بهبود توانایی گندم در استفاده از پتانسیل محیط و منابع موجود نسبت داد. ساتوس و همکاران (۲۲) با محلول‌پاشی فسفر توانستند کارایی مصرف آب و بیوماس کل را در گیاهانی که تحت تنش



شکل ۳. مقایسه برهمکنش رژیم آبیاری و محلول پاشی فسفر برای عملکرد بیولوژیک گندم (رقم الوند)

### عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که رژیم آبیاری و محلول پاشی کود فسفر بر عملکرد دانه گندم در سطح احتمال یک درصد و برهمکنش آنها در سطح احتمال پنج درصد معنی دار بود (جدول ۴). نتایج این بررسی بیانگر افت معنی دار (۳۸ درصد) عملکرد دانه گندم در شرایط تنش خشکی بود. بیشترین عملکرد دانه گندم به میزان ۵۸۴۸ کیلوگرم در هکتار در آبیاری کامل و کمترین عملکرد دانه به میزان ۳۶۲۴ کیلوگرم در تیمار خشکی از ابتدای ظهور ساقه تا مرحله ظهور سنبله به دست آمد (جدول ۵). محلول پاشی کود فسفر تا سطح ۶ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش معنی دار عملکرد دانه گندم شد، ولی از ۶ تا ۱۲ کیلوگرم فسفر در هکتار تفاوت معنی داری در عملکرد دانه دیده نشد (جدول ۵).

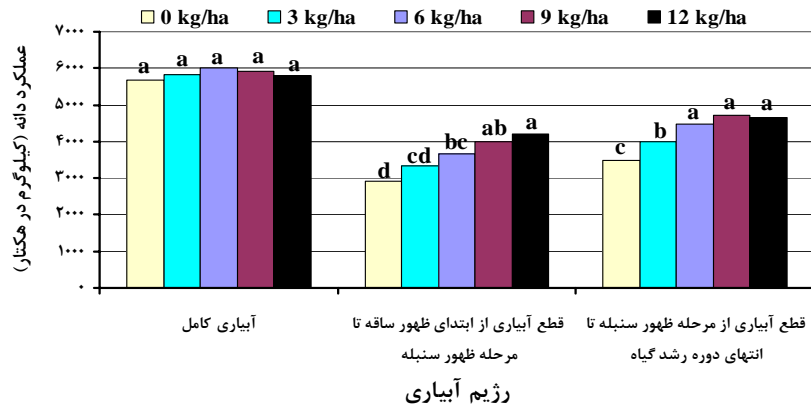
نتایج برش دهی برهمکنش محلول پاشی فسفر در هر سطح آبیاری برای عملکرد دانه (جدول ۶) نشان داد که اثر سطوح مختلف محلول پاشی فقط در رژیم های آبیاری تحت تنش خشکی معنی دار شد. مقایسه میانگین سطوح محلول پاشی فسفر در هر سطح از رژیم آبیاری برای عملکرد دانه نشان داد که در رژیم آبیاری کامل بین تمام سطوح محلول پاشی تفاوت معنی داری از لحاظ این صفت وجود نداشت. ولی در هر دو سطح آبیاری دارای تنش خشکی، کاربرد برگی فسفر تا سطح ۹

کیلوگرم در هکتار افزایش معنی داری در عملکرد دانه ایجاد نمود (شکل ۴).

کاهش عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی را می توان به کاهش سطح برگ گندم و نهایتاً کاهش جذب نور و فتوسنتز نسبت داد. اکبری مقدم و همکاران (۱) با بررسی اثر تنش خشکی در دوره های رشد رویشی و زایشی ژنوتیپ های مختلف گندم نشان دادند که تنش خشکی ابتدای فصل رشد کاهش ۳۷ درصدی و در انتهای فصل رشد کاهش ۵۶ درصدی عملکرد دانه گندم را به دنبال داشته است. موسالی و همکاران (۱۳) نیز گزارش کردند که محلول پاشی فسفر در مراحل ظهور سنبله و پایان گل دهی باعث افزایش عملکرد دانه و کارایی مصرف فسفر در گندم می گردد. از مهم ترین دلایل کاهش عملکرد گندم در شرایط تنش خشکی و کمبود فسفر می توان به کاهش اجزای عملکرد، یعنی تعداد پنجه بارور و تعداد دانه در سنبله، اشاره نمود (۵ و ۱۰).

### درصد پروتئین دانه

رژیم آبیاری و محلول پاشی فسفر تأثیر معنی داری بر درصد پروتئین موجود در دانه گندم داشتند، ولی برهمکنش رژیم آبیاری و محلول پاشی فسفر معنی دار نبود (جدول ۴). بیشترین درصد پروتئین دانه در رژیم آبیاری تنش خشکی از مرحله



شکل ۴. مقایسه برهمکنش رژیم آبیاری و محلول پاشی فسفر برای عملکرد دانه گندم (رقم الوند)

عملکرد دانه باید برحسب اولویت به ترتیب تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در واحد سطح افزایش یابد تا کمبود عملکرد ناشی از کاهش وزن هزار دانه جبران شود. آزادی و همکاران (۳) با بررسی اثر تیمارهای مختلف خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد لاین‌های گندم گزارش کردند که با افزایش شدت تنش، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله اصلی و تعداد سنبله در هر ساقه به طور معنی داری کاهش می‌یابد و بین عملکرد و اجزای عملکرد همبستگی مثبت و معنی داری وجود دارد. با توجه به جدول ۷ مشخص می‌شود که عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی داری با عملکرد بیولوژیک ( $0/99^{**}$ )، شاخص برداشت ( $0/97^{**}$ )، تعداد سنبله در متر مربع ( $0/84^{**}$ ) و تعداد دانه در سنبله ( $0/96^{**}$ ) داشت. برای افزایش عملکرد دانه در شرایط تنش، از بین اجزای عملکرد دانه باید برحسب اولویت به ترتیب تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در واحد سطح افزایش یابد تا کمبود عملکرد ناشی از کاهش وزن هزار دانه جبران شود. آزادی و همکاران (۳) با بررسی اثر تیمارهای مختلف خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد لاین‌های گندم گزارش کردند که با افزایش شدت تنش، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله اصلی و تعداد سنبله در هر ساقه به طور معنی داری کاهش می‌یابد و بین عملکرد و اجزای عملکرد همبستگی مثبت و معنی داری وجود دارد.

ظهور سنبله تا انتهای مرحله رشد گیاه و کمترین آن در رژیم آبیاری کامل مشاهده گردید (جدول ۵). درصد پروتئین دانه در اثر محلول پاشی فسفر افزایش یافت. به طوری که بیشترین درصد پروتئین دانه در تیمار ۱۲ کیلوگرم فسفر در هکتار و کمترین آن در تیمار بدون محلول پاشی مشاهده شد. البته بین تیمارهای ۶، ۹ و ۱۲ کیلوگرم فسفر در هکتار تفاوت معنی داری مشاهده نشد (جدول ۵). افزایش درصد پروتئین دانه گندم در تیمارهای تحت تنش خشکی توسط سایر محققین (۱، ۹ و ۱۲) نیز گزارش شده است. تاز و زایگر (۲۵) و سعد و همکاران (۱۶) نیز اظهار داشتند که فسفر نقش بسیار مهمی در سنتز لیپیدها و پروتئین‌ها در گیاه دارد.

#### همبستگی صفات با عملکرد دانه گندم

در این بررسی، ارتفاع ساقه همبستگی مثبت و معنی داری ( $0/97^{**}$ ) با عملکرد دانه داشت (جدول ۷). ارتفاع می‌تواند بر اجزای عملکرد تأثیر بگذارد و این امر می‌تواند از طریق توزیع برگ‌ها در ساقه و تجمع کربوهیدرات‌ها و نفوذ بهتر نور به درون کانوپی محقق شود. با توجه به جدول ۷ مشخص می‌شود که عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی داری با عملکرد بیولوژیک ( $0/99^{**}$ )، شاخص برداشت ( $0/97^{**}$ )، تعداد سنبله در متر مربع ( $0/84^{**}$ ) و تعداد دانه در سنبله ( $0/96^{**}$ ) داشت. برای افزایش عملکرد دانه در شرایط تنش، از بین اجزای

جدول ۷. ضرایب همبستگی بین صفات عملکرد و اجزای عملکرد گندم (رقم الوند)

صفات	(۱) ارتفاع ساقه	(۲) تعداد سنبله در متر مربع	(۳) تعداد دانه در سنبله	(۴) وزن هزار دانه	(۵) عملکرد بیولوژیکی	(۶) شاخص برداشت	(۷) عملکرد دانه	(۸) درصد پروتئین
(۲)	۰/۸۰**	۱						
(۳)	۰/۹۷**	۰/۹۳**	۱					
(۴)	۰/۱۰ <sup>ns</sup>	-۰/۴۶ <sup>ns</sup>	-۰/۱۴ <sup>ns</sup>	۱				
(۵)	۰/۹۸**	۰/۸۸**	۰/۹۹**	-۰/۰۲ <sup>ns</sup>	۱			
(۶)	۰/۹۲**	۰/۷۴**	۰/۸۹**	۰/۲۲ <sup>ns</sup>	۰/۹۵**	۱		
(۷)	۰/۹۷**	۰/۸۴**	۰/۹۶**	۰/۰۶ <sup>ns</sup>	۰/۹۹**	۰/۹۷**	۱	
(۸)	-۰/۲۷ <sup>ns</sup>	۰/۰۴ <sup>ns</sup>	-۰/۱۷ <sup>ns</sup>	-۰/۵۹*	-۰/۳۱ <sup>ns</sup>	-۰/۵۲*	-۰/۴۰ <sup>ns</sup>	۱

ns و \*، \*\* به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد و غیر معنی دار

### نتیجه گیری

ارزیابی محلول پاشی فسفر تنها در شرایط تنش خشکی باعث بهبود شده است، می توان اظهار داشت که با محلول پاشی فسفر تا سطح ۹ کیلوگرم در هکتار می توان تا حدود زیادی از خسارت ناشی از تنش خشکی در گندم کم کرد.

به طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که تنش خشکی باعث کاهش کلیه صفات به جز درصد پروتئین دانه شد. قطع آبیاری از ابتدای ظهور ساقه تا مرحله ظهور سنبله بیشترین تأثیر منفی را بر عملکرد نهایی گندم داشت. با توجه به اینکه در اکثر صفات مورد

### منابع مورد استفاده

1. Akbari Moghaddam, H., H. Rostami, Gh. R. Etesam, Sh. A. Kohen, F. Gh. Keykha and H. R. Fanaee. 2004. Effect of drought stress during vegetative on grain yield and biomass of wheat cultivars. Abstract book, The 8<sup>th</sup> Iranian Crop Sci. and Plant Breed. Cong., The University of Guilan, P.10.
2. Alizadeh, A. 2008. Soil, Water, Plant Relationship. Emam Reza University Press, Mashhad, Iran. (In Farsi).
3. Azadi, A., M. Roozjahani and M. D. Vahhabzadeh. 2006. Effects of different treatments of drought on yield and yield components of different wheat lines. Abstract book, The 5<sup>th</sup> National Academic Conference of Natural Resources and Agricultural Research, Islamic Azad University of Roodehen. P. 97.
4. Baloch, Q. B., Q. I. Chachar and M. N. Tareen. 2008. Effect of foliar application of macro and micro nutrients on production of green chilies (*Capsicum annum* L.). *Journal of Agriculture Technology* 4: 174-184.
5. Benbella, M. and G. M. Paulesen. 1998. Efficacy of treatments for delaying senescence of wheat leaves: I. Senescence under controlled conditions. *Agronomy Journal* 90: 329-332.
6. Emami, A. 1996. Methods of plant analysis. *Journal of Research Organization, Education and Agricultural Extension* 982: 11-28.
7. Feizi Asl, V. and Gh. R. Valyzadeh. 2004. Effect of combined application of phosphorus and zinc in nutrient concentration and yield of dry land wheat cultivar Sardari. *Journal of Agronomic Sciences* 6: 223-238.
8. Garcia, L. F., Y. Rhrabti, D. Villegas and C. Royo. 2003. Evaluation of grain yield and its components in durum wheat under Mediterranean conditions: An ontogenic approach. *Agronomy Journal* 95: 266-274.

9. Golparvar, A., A. Majidi Hervan, F. Darwish and A. Pirbalooty. 2004. Correlation and path analysis of yield in bread wheat genotypes in under stress and without stress. Abstract book, The 8<sup>th</sup> Iranian Crop Sci. and Plant Breed. Cong., The University of Guilan, p. 92.
10. Gutierrez-Boem, F. H. and G. W. Thomas. 1998. Phosphorus nutrition affects wheat response to water deficit. *Agronomy Journal* 90: 166-171.
11. Jamieson, P. D., R. J. Martin, G. S. Francis and D. R. Wilson. 1995. Drought effects on biomass production and radiation-use efficiency in wheat. *Field Crops Research* 43: 77-86.
12. Kiani, R. A., M. Mirlotfi, M. Homaei and A. M. Cheraghi. 2004. Effect of different irrigation regimes and salinity on crop yield in Gorgan. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources* 1: 79-78.
13. Mosali, J., K. Desta, R. K. Teal, K. W. Freeman, K. L. Martin, J. W. Lawles and W. R. Raun. 2006. Effect of foliar application of phosphorus on winter wheat grain yield, phosphorus uptake, and use efficiency. *Journal of Plant Nutrition* 29: 2147-2163.
14. Nazeri, M., N. Majnoon Hosseini, M. R. Jalal Kamali, D. Mazaheri and M. Ghannadha. 2005. Effect of moisture restrictions in stages before and after anther emergence on some agronomic characteristics, yield and yield components of hexaploid Tritical. *Journal of Agronomic Sciences* 7(2): 172-186.
15. Owolade, O. F., M. O. Akande, B. S. Alabi and J. A. Adediran. 2006. Phosphorus level affects brown blotch disease, development and yield of cowpea. *World Journal of Agriculture Sciences* 2(1): 105-108.
16. Saad, A. O. M., A. T. T. Hallooth and H. A. Zeiny. 1990. Late foliar fertilization with N, P, and K for increasing yield and protein content of wheat grains. *Egyptian Journal of Agronomy* 15: 217-226.
17. Safaee, H. and H. Ghadiri. 1995. Effects of soil moisture stress on some morphological and physiological characteristics of six varieties of wheat in a greenhouse. *Journal of Agricultural Sciences* 26: 9-16.
18. Salam, M. A. and O. A. Al-Tahir. 1991. Soil moisture regime effects on productivity of some barley genotypes. *Annals of Agriculture Science* 36: 121-127.
19. Salardini, A. 1992. Soil Fertility. 4<sup>th</sup> ed., Tehran University Press, Tehran, Iran.
20. Sanchez-Diaz, M., J. L. Garcia, M. C. Antolin and J. L. Arous. 2002. Effects of soil drought and atmospheric humidity on yield, gas exchange, and stable carbon isotope composition of barley. *Photosynthetica Journal* 40: 415-421.
21. Sander, D. H. and B. Eghball. 1999. Planting date and phosphorus fertilizer effect on winter wheat. *Agronomy Journal* 91: 707-712.
22. Santos, M. G., R. V. Ribeiro, R. F. De Oliveira and C. Pimentel. 2004. Gas exchange and yield response to foliar phosphorus application in *Phaseolus vulgaris* L. under drought. *Brazilian Journal of Plant Physiology* 16: 171-179.
23. Singh, V., C. K. Pallghy and D. Singh. 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.
24. Statistics and Information of Agriculture Ministry. 2009. The results of a sample survey design for wheat and barley, agronomic year 2008-2009. Ministry of Agriculture, Planning and Economic Department, Office of Statistics and Information Technology, Tehran, 50 p.
25. Tize, L. and E. Zeiger. 1991. Plant Physiology: Mineral Nutrition. The Benjamin Cummings Publishing Co., Inc., Redwood City, CA.
26. Voltas, J., F. A. Van Eeuwijk, A. Sombrero, A. Lafarga, E. Igartua and I. Romagosa. 1999. Integrating statistical and ecophysiological analysis of genotype by environment interaction for grain filling of barley in Mediterranean areas. I. Individual grain weight. *Field Crops Research* 62: 63-74.
27. Yang, J., J. Zhang, Z. Wang, Q. Zhu and L. Liu. 2001. Water deficit-induced senescence and its relationship to the remobilization of pre-stored carbon in wheat during grain filling. *Agronomy Journal* 93: 196-206.

## Effect of Foliar Application of Phosphorus and Water Deficit on Yield and Yield Components of Winter Wheat (Cultivar Alvand)

M. Vafapour, SH. Jahanbeen, A. Yadavi\* and M. H. Fallah Heki<sup>1</sup>

(Received : Jan. 2-2011 ; Accepted : Nov. 2-2011)

### Abstract

In order to study the effects of foliar application of phosphorus (P) and water deficit on yield and yield components of winter wheat (*Triticum aestivum* L., cv. Alvand), a split-plot experiment, with completely randomized blocks design and three replications, was carried out at the Research Farm of Boyer Ahmad Agricultural and Natural Resources Research Station, 13 km west of Yasouj, in 2008-2009. The main plots were irrigation at three levels (1- full irrigation (control), 2- deficit irrigation from the stem elongation to booting stage, and 3- deficit irrigation from booting stage to the end of growth period) and the subplots were five levels of foliar application of P fertilizer (0, 3, 6, 9 and 12 kg/ha  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ). The results showed that the effects of different irrigation regimes and foliar application of P were significant on all traits, and their interaction was significant on plant height, number of grain per spike, grain yield and biological yield. Full irrigation and foliar application of 6 kg/ha P produced the highest grain and biological yield (6000 and 14170 kg/ha, respectively) and deficit irrigation from the stem elongation to booting stage without foliar application of P produced the lowest grain and biological yield (2920 and 8219 kg/ha, respectively). Foliar application of P affects significantly the evaluated traits only in drought-stress treatments and its effect was not significant in full irrigation treatment. In general, foliar application of 9 kg/ha P compensated the losses in wheat due to drought stress.

**Keywords:** Drought stress, Grain yield, Phosphorus, Protein, Wheat.

---

1. Former MSc. Student, Assis. Profs. and Former MSc. Student of Agron. and Plant Breed., Respectively, College of Agric., Yasouj Univ., Yasouj, Iran.

\*: Corresponding Author, Email: yadavi53@yahoo.com