

بررسی تاثیر تاريخ كاشت و آبياري تكميلي بر عملکرد دانه و توزيع و انتقال مجدد فسفر در دو رقم كلزا (*Brassica napus L.*)

ابولفضل فرجی

استاديار پژوهش مركز تحقيقات كشاورزي و منابع طبيعي گلستان

چكیده

اثر تاريخ كاشت و آبياري تكميلي بر عملکرد دانه و توزيع و انتقال مجدد فسفر در كلزا (*B. napus L.*) در يك مطالعه زراعي دو ساله (۸۶-۱۳۸۴) در ايستگاه تحقيقات كشاورزي گنبد بررسي شد. اين آزمايش به صورت اسپليت پلات در قالب طرح پايه بلوك هاي كامل تصادفي و در دو شرايط آبياري تكميلي و ديم انجام شد. پنج تاريخ كاشت ۱۵ آبان، ۱۵ آذر، ۱۵ دي، ۱۵ بهمن و ۱۵ اسفند در كرت هاي اصلي و دو رقم هايولا ۴۰۱ و آرجي اس ۰۰۳ در كرت هاي فرعي قرار گرفتند. نتايج نشان داد كه با تاخير در كاشت درصد فسفر اندام هاي هوايي افزايش يافت. همچنين دامنه تغييرات درصد فسفر در ساقه، برگ و غلاف در مرحله شروع پر شدن دانه براي دو سال انجام آزمايش و دو شرايط آبياري تكميلي و ديم به ترتيب ۰/۲۲-۰/۱۲، ۰/۴۴-۰/۲۶ و ۰/۸۰-۰/۴۹ درصد بود. براي مرحله رسيدگي فزيولوژيكي دامنه تغييرات درصد فسفر در ساقه+پوسته غلاف، برگ و دانه به ترتيب ۰/۱۰-۰/۰۴، ۰/۲۴-۰/۱۶ و ۰/۷۴-۰/۵۶ درصد بود. ميانگين فسفر دانه در مرحله رسيدگي فزيولوژيكي در دو رقم هايولا ۴۰۱ و آرجي اس ۰۰۳ در شرايط آبياري تكميلي به ترتيب ۱۷/۲ و ۱۳/۸ كيلوگرم در هكتار و در شرايط ديم به ترتيب ۱۳/۵ و ۱۱/۰ كيلوگرم در هكتار بود. بين مقدار فسفر اندام هاي هوايي در فرايند حركت مجدد با عملکرد دانه رابطه مثبت قوي وجود داشت، كه نشان دهنده نقش مهم فسفر اندام هاي هوايي در فرايند انتقال مجدد بود. رابطه تواني بين سهم فرايند انتقال مجدد فسفر ساقه و برگ در عملکرد دانه با عملکرد دانه منفي و قوي بود و به ترتيب ۹۰ و ۸۵ درصد از تغييرات در هيبريد هايولا ۴۰۱ و ۹۳ و ۹۱ درصد از تغييرات در رقم آرجي اس ۰۰۳ را توجيه كرد، كه نشان دهنده افزايش سهم انتقال مجدد فسفر در عملکرد دانه تحت شرايط تنش بود. دامنه تغييرات درصد و عملکرد روغن قابل توجه و به ترتيب ۴۳/۱-۲۸/۰ درصد و ۱۷۱۵-۴۶ كيلوگرم در هكتار بود. تاريخ هاي كاشت زود سبب شد تا بارندگي هاي پاييزه و زمستانه با مراحل حساس رشد گياه مطابق شده و تنش گرمای انتهای فصل رشد کاهش يابد، كه سبب افزايش عملکرد دانه شد. در هر دو سال، بيشتريين عملکرد زماني به دست آمد كه گياه در اواسط آبان كاشته شد.

واژه های کلیدی: كلزا، فسفر، انتقال مجدد، آبياري تكميلي و تاريخ كاشت

گیاه کلزا به ازای تولید هر تن دانه، حدود ۱۲ تا ۱۵ کیلوگرم در هکتار فسفر از خاک جذب می کند. به طور کلی میزان فسفر جذب شده در کلزای پاییزه حدود ۵۵-۳۰ کیلوگرم در هکتار و در کلزای بهاره حدود ۲۸-۱۴ کیلوگرم در هکتار است. در طی دوره رشد رویشی کلزا، بیشترین میزان فسفر در برگ ها قرار داشته، ولی در انتهای فصل رشد، به دلیل انتقال فسفر به دانه ها، میزان فسفر برگ ها به شدت کاهش می یابد. این مسئله در مورد فسفر ساقه نیز صادق بوده و قسمت عمده آن طی پر شدن دانه ها منتقل می شود. میزان فسفر دانه کلزا معمولاً ثابت بوده و عمدتاً حدود ۰/۸۱-۰/۶۸ درصد ماده خشک را تشکیل می دهد. بین عملکرد دانه کلزا با میزان فسفر منتقل شده به دانه رابطه خطی بسیار قوی وجود دارد (هولمز و اینسلی، ۱۹۷۷). ذخایر ساقه می تواند حتی تا ۹۰ درصد وزن خشک کل دانه را در غلات تحت شرایط تنش گرمایی شدید توجیه کند (آسنگ و وان هرواردن، ۲۰۰۳). در گندم، بلوم (۱۹۹۸) اظهار داشت که شرایط تنش سبب تحریک و تبدیل ذخایر ساقه به قندهای قابل حل و انتقال قندها به دانه ها می شود.

تنش خشکی می تواند سبب کاهش توانایی ریشه های گیاه کلزا در جذب عناصر غذایی نظیر فسفر شود (عزیزی و همکاران، ۱۳۷۹). تحت چنین شرایط انجام آبیاری تکمیلی از طریق کمک به توسعه بهتر ریشه و فراهمی بیشتر یون ها به جذب این عناصر کمک می کند. تاثیر عوامل محیطی بر جذب فسفر در جو (باساوراج و همکاران، ۲۰۰۰)، گندم (باتن و خان، ۱۹۸۷)، نخود فرنگی (بات و همکاران، ۲۰۰۲)، خردل زراعی (دیکسیت و گاتام، ۱۹۹۶) و آفتابگردان (هال و همکاران، ۱۹۹۰) بررسی شده است. همچنین مطالعات

فسفر از مهمترین عناصر غذایی تعیین کننده تولید گیاهان زراعی است. عملکرد گیاه به وسیله قابلیت دسترسی به مواد غذایی مهم مانند فسفر تعیین می شود. وید و همکاران (۱۹۹۹) نشان دادند که در برنج به ازای هر تن دانه، حدود ۲/۶ کیلوگرم فسفر در دانه ها وجود دارد. پریستوپا و همکاران (۲۰۰۴) مشاهده کردند که در جو نیز بین مقدار فسفر دانه با ماده خشک تجمعی و تعداد دانه در واحد سطح رابطه ای وجود دارد. تاثیر عوامل آزمایشی در توزیع فسفر ناچیز و بر تجمع فسفر و ماده خشک زیاد بود. کالدربینی و همکاران (۱۹۹۵) نتیجه گرفتند که توزیع نسبی فسفر در ماده خشک گیاه مهم بوده و بر کیفیت دانه نیز موثر است. در مطالعه آنها از نظر میزان فسفر دانه، اختلاف معنی داری بین ارقام گندم وجود داشت. میزان فسفر دانه ارقام جدید و با عملکرد دانه بالا بیشتر از ارقام قدیمی بود. ارقام نیمه پا کوتاه، فسفر کمتری جذب کرده، ولی با کارایی بیشتری به اندام های زایشی منتقل کردند. کارایی مصرف فسفر ارقام جدید به طور معنی داری بیشتر از ارقام قدیمی بود. رابطه بین کارایی مصرف فسفر با شاخص برداشت معنی دار و مثبت بود. علی رغم افزایش انتقال مجدد فسفر به دانه در ارقام با عملکرد بالا، بین درصد فسفر دانه با عملکرد دانه رابطه منفی وجود داشت. این رابطه منفی بین درصد فسفر دانه با عملکرد دانه در مطالعه پیترسون و همکاران (۱۹۸۳) نیز گزارش شده است. سادراس (۲۰۰۶) نشان داد که رابطه معنی داری بین جذب فسفر با عملکرد در گونه های گیاهی مختلف نظیر دانه های روغنی وجود دارد. وید و همکاران (۱۹۹۹) دریافتند که نقش نسبی سهم انتقال مجدد در افزایش عملکرد دانه در ارقام برنج و شرایط محیطی مختلف، متفاوت است.

برای تامین آب مورد نیاز گیاه در شرایط آبیاری تکمیلی، مقدار رطوبت خاک در حالت ظرفیت مزرعه برای قطعه کاشت قبلاً تعیین شده و در طول اجرای طرح کمبود آب مورد نیاز برای رساندن رطوبت خاک به حالت ظرفیت مزرعه محاسبه و به کرت های آزمایشی داده شد. دو روز قبل از آبیاری تکمیلی نمونه های خاک از کرت های آزمایشی گرفته شد و پس از وزن کردن و خشک کردن به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد، توزین شدند. سپس میزان آب خاک محاسبه شده و رطوبت کرت های آزمایشی از طریق آبیاری تکمیلی با کنتور به حد ظرفیت مزرعه رسانده شد. رطوبت وزنی خاک در حالت ظرفیت مزرعه ۲۴ درصد بود. کل آب مصرفی در فرآیند تبخیر تعرق به وسیله محاسبه میزان آب خاک در زمان کاشت و برداشت، نزولات، رواناب، زهکشی، آب کاپیلاری و آب آبیاری از طریق معادله $TWU=P+I+\Delta W-R-D+CR$ تعیین شد (زانگ و همکاران، ۱۹۹۹)، که در آن TWU کل آب مورد استفاده در فرآیند تبخیر تعرق طی فصل رشد بر حسب میلی متر، P نزولات یا بارندگی بر حسب میلی متر، I میزان آب آبیاری بر حسب میلی متر، ΔW اختلاف آب خاک در زمان کاشت و برداشت از عمق ۱/۲ متری بر حسب میلی متر، R رواناب بر حسب میلی متر، D زهکشی آب از ناحیه ریشه بر حسب میلی متر، CR آب صعود کرده از طریق کاپیلاری به ناحیه ریشه بر حسب میلی متر هستند. با توجه به این که هیچ گونه روانابی در مزرعه مشاهده نشد و آب کاپیلاری و زهکشی قابل صرف نظر کردن در نظر گرفته شد، بنابراین در این آزمایش کل آب مصرفی از طریق رابطه $TWU=P+I+\Delta W$ محاسبه شد (زانگ و همکاران، ۱۹۹۹). میزان آب مصرفی تحت شرایط

زیادی در مورد تاثیر عوامل مختلف زراعی بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا در استان گلستان انجام شده است، اما اطلاعات اندکی در مورد توزیع و انتقال مجدد فسفر در کلزا تحت تاثیر عوامل محیطی و شرایط آب و هوایی مختلف وجود دارد. هدف این مطالعه تعیین تاثیر تاریخ کاشت و آبیاری تکمیلی بر توزیع و انتقال مجدد فسفر اندام های مختلف هوایی و رابطه آن با تولید ماده خشک و عملکرد دانه در دو رقم هایولا ۴۰۱ و آرجی اس ۰۰۳ کلزا بود.

مواد و روش ها

به منظور بررسی اثر تاریخ کاشت و آبیاری تکمیلی بر عملکرد دانه و توزیع فسفر در کلزا این مطالعه در دو سال زراعی ۸۶-۱۳۸۴ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد انجام شد. ارتفاع ایستگاه از سطح دریا ۴۵ متر و مشخصات جغرافیایی آن به ترتیب ۵۵ درجه و ۱۲ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه عرض شمالی است. این منطقه دارای زمستان های نسبتاً سرد و مرطوب و تابستان های گرم و خشک است. برای گیاهانی مانند کلزا، به خصوص در کشت دیر، وقوع تنش خشکی و گرمای انتهایی فصل رشد در منطقه گنبد مشکلی متداول است. داده های آب و هوایی ایستگاه گنبد طی دو سال آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است. آزمایش به صورت اسپلینت پلات در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار و در دو شرایط آبیاری تکمیلی و دییم انجام شد. پنج تاریخ کاشت ۱۵ آبان، ۱۵ آذر، ۱۵ دی، ۱۵ بهمن و ۱۵ اسفند در کرت های اصلی و دو رقم هایولا ۴۰۱ و آرجی اس ۰۰۳ در کرت های فرعی قرار گرفتند.

آبیاری تکمیلی در تاریخ های کشت اول، دوم، سوم، چهارم و پنجم در سال اول به ترتیب برابر ۷۵۰، ۸۳۰، ۹۲۰، ۱۰۶۰ و ۱۱۵۰ متر مکعب و در سال دوم به ترتیب برابر ۴۰۰، ۵۱۰، ۵۹۰، ۷۰۰ و ۱۰۰۰ متر مکعب بود.

جدول ۱- آمار هواشناسی ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد طی ۲ سال انجام آزمایش.

ماه	میانگین دمای حداقل (درجه سانتی گراد)	میانگین دمای حداکثر (درجه سانتی گراد)	میانگین دما (درجه سانتی گراد)	بارندگی (میلی متر)	ساعات آفتابی
۱۳۸۴-۸۵					
آبان	۹/۲	۲۱/۲	۱۵/۱	۱۲۰/۲	۱۷۹/۳
آذر	۷/۱	۱۸/۷	۱۲/۹	۲۲/۰	۱۴۶/۹
دی	۱/۳	۱۱/۲	۶/۳	۵۹/۹	۱۶۱/۷
بهمن	۳/۳	۱۳/۹	۸/۶	۵۵/۴	۱۳۴/۷
اسفند	۵/۶	۱۹/۲	۱۲/۴	۱۵/۶	۱۹۰/۶
فروردین	۹/۸	۲۱/۴	۱۵/۶	۴۸/۹	۱۶۷/۹
اردیبهشت	۱۴/۷	۲۵/۸	۲۰/۳	۳۳/۵	۱۵۲/۰
خرداد	۱۹/۰	۳۶/۳	۲۷/۶	۶/۹	۳۱۳/۵
۱۳۸۵-۸۶					
آبان	۱۲/۰	۲۴/۳	۱۸/۱	۵۴/۶	۱۸۱/۵
آذر	۴/۳	۱۲/۷	۸/۵	۶۳/۵	۱۲۳/۴
دی	۲/۹	۱۲/۹	۷/۹	۴۱/۴	۱۶۸/۰
بهمن	۵/۱	۱۷/۱	۱۱/۱	۳۵/۸	۱۶۱/۲
اسفند	۳/۳	۱۵/۹	۹/۶	۹۵/۸	۱۷۲/۲
فروردین	۸/۸	۱۸/۱	۱۳/۴	۹۳/۴	۱۰۳/۷
اردیبهشت	۱۲/۸	۲۳/۹	۱۸/۳	۴۰/۱	۱۷۸/۰
خرداد	۱۸/۹	۳۵/۳	۲۷/۱	۸/۰	۳۰۹/۸

به زمین داده شد. بافت خاک محل انجام آزمایش سیلتی لوم، اسیدیتته ۸/۱، هدایت الکتریکی ۰/۷۳ دسی زیمنس بر متر بود. میزان فسفر و پتاسیم قابل دسترس به ترتیب ۹/۵ و ۶۴۰ میلی گرم بر کیلوگرم و میزان نیتروژن کل، مواد خنثی شونده و کربن آلی به ترتیب ۰/۱۲، ۲۰ و ۱/۲ درصد بود. در طی فصل رشد عملیات وجین علف های هرز به صورت دستی صورت گرفت. همچنین واکاری و تنک کردن بوته های مازاد در مرحله ۲-۴ برگی انجام شد. برای اطمینان از دستیابی به تراکم بوته مورد نظر (۱۰۰۰۰۰۰ بوته در هکتار و با

قبل از کاشت، نمونه های مرکب خاک از عمق صفر تا ۳۰ و ۳۰ تا ۶۰ سانتی متر از سطح خاک تهیه و بر اساس نتایج تجزیه خاک، مقادیر کودهای فسفر و پتاس به مقدار ۵۰ کیلوگرم در هکتار پنتا اکسید فسفر (P₂O₅) و اکسید پتاس (K₂O) (به ترتیب از منابع کودی سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم) قبل از کاشت به زمین داده شد. مقدار کود نیتروژن به مقدار ۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص (از منبع اوره)، به مقدار یک سوم قبل از کاشت، یک سوم در مرحله شروع ساقه دهی و یک سوم در مرحله شروع گلدهی

کاشت بر صفات مورد مطالعه معنی دار بود (جدول ۲)، بنابراین برای تمامی صفات، تجزیه داده های هر سال به صورت جداگانه انجام شد. برای مقایسه صفات در دو شرایط آبیاری تکمیلی و دییم، داده های دو ساله مربوط به این دو شرایط نیز به طور جداگانه تجزیه شد (جدول ۳ و ۴). به طور کلی درصد و میزان فسفر جذب شده در اندام های مختلف هوایی کلزا به مقدار زیادی تحت تاثیر شرایط محیطی طی دو سال انجام آزمایش قرار گرفت. روند تغییرات درصد فسفر در دو شرایط آبیاری تکمیلی و دییم در دو سال انجام آزمایش عمدتاً متفاوت بود. در سال ۸۵-۱۳۸۴ آبیاری تکمیلی سبب افزایش معنی دار درصد فسفر برگ و غلاف در مرحله پر شدن دانه و درصد فسفر دانه در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی شد (جدول ۳)، که به نظر می رسد به دلیل وجود بارندگی های بیشتر در سال دوم آزمایش باشد. مجموع بارندگی طی ماه های آبان تا خرداد در سال ۸۵-۱۳۸۴ و ۸۶-۱۳۸۵ به ترتیب ۳۶۲ و ۴۳۳ میلی متر بود (جدول ۱)، بنابراین میزان آب استفاده شده در تیمار آبیاری تکمیلی در سال اول آزمایش بیشتر از سال دوم بود. زمانی که میزان بارندگی طی ماه های اسفند تا اردیبهشت (که مصادف با دوره گلدهی و پر شدن دانه کلزا تحت تاریخ کشت مناسب در منطقه است) در دو سال انجام آزمایش مورد بررسی قرار گرفت، اختلاف میزان بارندگی دو سال، در طی این ۳ ماه، بیشتر بود. مجموع بارندگی طی ماه های اسفند تا اردیبهشت در سال ۸۵-۱۳۸۴ و ۸۶-۱۳۸۵ به ترتیب ۹۸ و ۲۲۹ میلی متر بود (جدول ۱)، که با کاهش تعداد ساعات آفتابی و در نتیجه کاهش تشعشع دریافتی توسط گیاه طی دوره های گلدهی و پر شدن دانه در سال دوم انجام همراه شد. تعداد ساعات آفتابی طی ماه های اسفند و فروردین در سال اول آزمایش به ترتیب

الگوی کاشت ۵×۲۰ سانتی متر)، در موقع کاشت بیش از میزان لازم بذر مصرف کرده و بعد از استقرار بوته ها، فاصله بوته ها در هر ردیف تنظیم شد. هر کرت شامل ۸ خط کاشت به طول ۵ متر بود. خطوط ۱، ۴ و ۸ جهت حاشیه، خطوط ۲ و ۳ جهت یادداشت برداری های طی فصل رشد و خطوط ۵، ۶ و ۷ جهت برداشت نهایی استفاده شد. فاصله بین تکرارها ۳ متر، فاصله بین کرت های اصلی ۲ متر و فاصله بین کرت های فرعی یک خط نکاشت در نظر گرفته شد. جهت تعیین عملکرد دانه، دو روز پس از رسیدگی فیزیولوژیکی ردیف های ۵، ۶ و ۷، با رعایت حاشیه برداشت شدند و پس از خشک شدن در مزرعه، با کمباین مخصوص آزمایشات کلزا کوبیده شد. ماده خشک اندام های مختلف هوایی بر اساس محاسبه وزن خشک ۱۰ بوته در مراحل شروع پر شدن دانه و رسیدگی فیزیولوژیکی تعیین شد. مقدار فسفر در فرایند حرکت مجدد، کارایی فرایند حرکت مجدد فسفر و سهم فرایند حرکت مجدد فسفر در عملکرد دانه از روابط زیر محاسبه شد:

مقدار فسفر در رسیدگی فیزیولوژیکی-مقدار فسفر در شروع پر شدن دانه = مقدار فسفر در حرکت مجدد

$$= 100 \times (\text{عملکرد دانه} / \text{مقدار فسفر تحرک یافته}) =$$

سهم فرایند حرکت مجدد فسفر در عملکرد دانه

در پایان داده های به دست آمده توسط نرم افزار آماری SAS (۱۹۸۹، SAS) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و میانگین داده ها بر اساس آزمون LSD ارزیابی شد.

نتایج و بحث

تجزیه مرکب داده های دو ساله آزمایش نشان داد که اثر سال و اثر متقابل سال×آبیاری و سال×تاریخ

دیم در سال اول آزمایش به ترتیب ۱۶/۵ و ۱۱/۴ درصد و در سال دوم به ترتیب ۱۴/۵ و ۱۳/۰ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۳). تاثیر آبیاری تکمیلی در افزایش جذب و میزان فسفر در اندام های هوایی کلزا در سال اول آزمایش بیشتر از سال دوم بود، که با عملکرد دانه بالاتر کلزا در اثر آبیاری تکمیلی در سال اول آزمایش همراه بود. عملکرد دانه کلزا تحت شرایط آبیاری تکمیلی و دیم در سال ۸۵-۱۳۸۴ به ترتیب ۲۵۶۷ و ۲۰۹۵ کیلوگرم در هکتار و در سال ۸۶-۱۳۸۵ به ترتیب ۲۲۳۳ و ۱۹۸۷ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۳). مشاهده می شود که میانگین افزایش عملکرد دانه در اثر آبیاری تکمیلی در سال اول و دوم آزمایش به ترتیب ۵۷۲ و ۲۴۶ کیلوگرم در هکتار بود.

۱۹۱ و ۱۶۸ ساعات و در سال دوم به ترتیب ۱۷۲ و ۱۰۴ ساعات بود (جدول ۱).

میانگین درصد فسفر دانه در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک تحت شرایط آبیاری تکمیلی و دیم در سال اول آزمایش به ترتیب ۰/۶۶ و ۰/۵۶ درصد و در سال دوم به ترتیب ۰/۶۷ و ۰/۶۸ درصد بود (جدول ۳). در سال ۸۵-۱۳۸۴ انجام آبیاری تکمیلی سبب افزایش معنی دار فسفر جذب شده در تمام اندام های هوایی مورد مطالعه شد، در حالی که در سال دوم این روند به طور کامل صادق نبود و حتی میزان فسفر برگ در رسیدگی فیزیولوژیک تحت شرایط آبیاری تکمیلی کاهش یافت. میانگین میزان فسفر دانه در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک تحت شرایط آبیاری تکمیلی و

جدول ۲- درجه آزادی و مجموع مربعات درصد و میزان فسفر جذب شده توسط اندام های هوایی در تجزیه مرکب دو سال و دو شرایط.

منبع تغییر	درجه آزادی	درصد فسفر در پر شدن دانه			درصد فسفر در رسیدگی			میزان فسفر در پر شدن دانه			میزان فسفر در رسیدگی		
		ساقه	برگ	غلاف	ساقه+پوسته غلاف	برگ	دانه	ساقه	برگ	غلاف	ساقه+پوسته غلاف	برگ	دانه
سال	۱	۰/۰۳۲ ***	۰/۰۴۲ *	۰/۶۱۲ ***	۰/۰۲۱ **	۰/۰۰۴ ns	۰/۱۱۳ ***	۱۲/۶ ns	۶۵/۲ *	۰/۲۲ ns	۸/۰ *	۰/۱ ns	۱/۴ ns
آبیاری	۱	۰/۰۰۳ ns	۰/۰۱۷ ns	۰/۰۰۲ ns	۰/۰۰۰۱ ns	۰/۰۰۳ ns	۰/۰۰۶۶ ns	۲۲/۳ ns	۷۳/۷ ns	۰/۶۱ ns	۳/۱ ns	۰/۰۱ ns	۳۱۶/۰ ns
سال×آبیاری	۱	۰/۰۰۶ *	۰/۰۵۱ *	۰/۰۲۲ *	۰/۰۰۰۱ ns	۰/۰۰۴ ***	۰/۰۰۸۲ **	۲۴/۵ *	۵۲/۰ *	۰/۱۱ ns	۰/۰۳ ns	۳/۹ **	۹۸/۸ ***
خطا ۱	۸	۰/۰۰۸	۰/۰۳۹	۰/۰۲۳	۰/۰۱۳	۰/۰۱۱	۰/۰۲۹	۲۲/۲	۴۷/۵	۰/۷۵	۱۱/۴	۱/۲۵	۲۵/۸
تاریخ کاشت	۴	۰/۰۰۸ *	۰/۲۰۵ ns	۰/۴۹۶ **	۰/۰۲۶ ns	۰/۰۳۶ ns	۰/۱۶۸ ns	۹۹/۹ ns	۵۲۶/۰ ns	۶/۵ **	۵/۵ ns	۹/۳ ns	۵۵۱۳ ***
سال×تاریخ کاشت	۴	۰/۰۰۶ *	۰/۰۳۹ ns	۰/۰۲ ns	۰/۰۰۷ **	۰/۰۱ ns	۰/۰۵۲ *	۲۶/۴ ***	۸۲/۶ ns	۰/۳۴ ns	۱/۴ ns	۶/۱ ***	۹۲/۵ *
آبیاری×تاریخ کاشت	۴	۰/۰۰۱ ns	۰/۰۰۱ ns	۰/۰۱۶ ns	۰/۰۰۱ ns	۰/۰۰۴ ns	۰/۰۰۶ ns	۲/۶ ns	۲۴/۹ ns	۰/۱۲ ns	۰/۷۸ ns	۱/۲ ns	۴۲/۴ ns
سال×آبیاری×تاریخ کاشت	۴	۰/۰۰۲ ns	۰/۰۰۹ ns	۰/۰۱۳ ns	۰/۰۰۳ ns	۰/۰۰۹ ns	۰/۰۲۴ ns	۴/۰ ns	۵۰/۰ ns	۰/۱ ns	۲/۰ ns	۰/۱۹ ns	۲۰/۴ ns
خطا ۲	۳۲	۰/۰۱۷	۰/۱۵	۰/۰۹۱	۰/۰۱۱	۰/۰۶۷	۰/۱۴	۳۳/۸	۲۶۴/۰	۱/۰	۱۱/۱	۵/۴	۲۶۱/۶
رقم	۱	۰/۰۰۲ ns	۰/۰۰۵ ns	۰/۰۶۱ ns	۰/۰۰۱ ns	۰/۰۰۱ ns	۰/۰۰۴ ns	۰/۰۰۶ ns	۱/۳ ns	۰/۰۶ ns	۰/۵۱ ns	۰/۱۷ ns	۲۶۲/۷ *
سال×رقم	۱	۰/۰۰۱ ns	۰/۰۰۱ ns	۰/۰۶۴ ***	۰/۰۰۰۲ ns	۰/۰۰۳ ns	۰/۰۰۵ ns	۰/۹۱ ns	۰/۳۵ ns	۰/۰۴ ns	۰/۱۴ ns	۰/۰۳ ns	۰/۳۲ ns
آبیاری×رقم	۱	۰/۰۰۱ ns	۰/۰۰۱ ns	۰/۰۲۱ ns	۰/۰۰۰۶ ns	۰/۰۰۳ ns	۰/۰۰۲ ns	۰/۰۰۷ ns	۰/۶۶ ns	۰/۱ ns	۰/۰۰۱ ns	۰/۱ ns	۸/۳ ns
تاریخ کاشت×رقم	۴	۰/۰۰۳ ns	۰/۰۰۵ ns	۰/۰۲۴ ns	۰/۰۰۱ ns	۰/۰۰۳ ns	۰/۰۳۵ ns	۱/۲ ns	۶/۵ ns	۰/۰۵ ns	۰/۸۹ ns	۰/۴۵ *	۱۰۷/۸ ns
سال×آبیاری×رقم	۱	۰/۰۰۰۱ ns	۰/۰۰۱ ns	۰/۰۰۱ ns	۰/۰۰۰۴ ns	۰/۰۰۲ ns	۰/۰۰۲ ns	۱/۰ ns	۴/۲ ns	۰/۰۲ ns	۰/۰۱ ns	۰/۱۱ ns	۲۸/۹ *
سال×تاریخ کاشت×رقم	۴	۰/۰۰۱ ns	۰/۰۰۶ ns	۰/۰۲۲ ns	۰/۰۰۱ ns	۰/۰۰۳ ns	۰/۰۵۵ ns	۲/۵ ns	۱۴/۸ ns	۰/۰۳ ns	۱/۱ ns	۰/۰۶ ns	۱۰۱/۱ **
آبیاری×تاریخ کاشت×رقم	۴	۰/۰۰۰۱ ns	۰/۰۰۹ ns	۰/۰۱۱ ns	۰/۰۰۰۴ ns	۰/۰۰۱ ns	۰/۰۱۸ ns	۰/۳۴ ns	۶/۴ ns	۰/۰۹ ns	۰/۳۱ ns	۰/۰۱ ns	۳۰/۸ ns
سال×آبیاری×تاریخ کاشت×رقم	۴	۰/۰۰۱ ns	۰/۰۰۶ ns	۰/۰۲۱ ns	۰/۰۰۱ ns	۰/۰۰۲ ns	۰/۰۰۷ ns	۱/۹ ns	۵/۸ ns	۰/۰۳ ns	۱/۰ ns	۰/۱۱ ns	۱۵/۰ ns
خطا ۳	۴۰	۰/۰۱۱	۰/۰۶۳	۰/۰۹۸	۰/۰۱	۰/۰۹	۰/۱۲۱	۱۳/۱	۱۵۳/۳	۰/۵۵	۱۰/۱	۸/۱	۲۲۱/۳

جدول ۳- میانگین سالیانه درصد و مقدار (کیلوگرم در هکتار) فسفر جذب شده توسط اندام های هوایی در پر شدن دانه و رسیدگی.

تیمار	درصد فسفر در پر شدن دانه			مقدار فسفر در پر شدن دانه			درصد فسفر در رسیدگی			مقدار فسفر در رسیدگی		
	ساقه	برگ	غلاف	ساقه	برگ	غلاف	ساقه+پوسته غلاف	برگ	دانه	ساقه	برگ	دانه
۱۳۸۴-۸۵												
آبیاری تکمیلی	۰/۱۵ ^a	۰/۳۷ ^a	۰/۵۷ ^a	۰/۰۴ ^a	۰/۱۹ ^a	۰/۶۶ ^a	۵/۵ ^a	۹/۱ ^a	۰/۷۰ ^a	۱/۲ ^a	۱/۷ ^a	۱۶/۵ ^a
بدون آبیاری	۰/۱۵ ^a	۰/۳۰ ^b	۰/۵۴ ^b	۰/۰۴ ^a	۰/۱۹ ^a	۰/۵۶ ^b	۳/۷ ^b	۶/۲ ^b	۰/۵۰ ^b	۱/۰ ^b	۱/۳ ^b	۱۱/۴ ^b
تاریخ کاشت												
۱۸ آبان	۰/۱۲ ^c	۰/۲۶ ^c	۰/۵۲ ^c	۰/۰۴ ^{bc}	۰/۱۹ ^{bc}	۰/۶۱ ^b	۵/۸ ^a	۹/۷ ^a	۱/۱ ^a	۱/۶ ^a	۱/۸ ^a	۲۲/۹ ^a
۱۵ آذر	۰/۱۳ ^{bc}	۰/۳۳ ^b	۰/۴۹ ^c	۰/۰۳ ^c	۰/۱۶ ^d	۰/۵۶ ^c	۵/۰ ^b	۸/۴ ^{ab}	۰/۶۵ ^b	۱/۰ ^b	۱/۳ ^c	۱۷/۴ ^b
۱۵ دی	۰/۱۴ ^b	۰/۳۷ ^a	۰/۵۲ ^c	۰/۰۴ ^{bc}	۰/۱۸ ^{cd}	۰/۶۱ ^b	۴/۰ ^c	۷/۵ ^{bc}	۰/۴۵ ^c	۰/۸۸ ^b	۱/۳ ^c	۱۵/۱ ^c
۱۵ بهمن	۰/۱۷ ^a	۰/۳۵ ^{ab}	۰/۵۸ ^b	۰/۰۵ ^{ab}	۰/۲۱ ^{ab}	۰/۵۸ ^{bc}	۴/۰ ^c	۶/۱ ^c	۰/۴۸ ^c	۰/۹۳ ^b	۱/۶ ^b	۱۰/۳ ^d
۱۵ اسفند	۰/۱۷ ^a	۰/۳۶ ^a	۰/۶۷ ^a	۰/۰۶ ^a	۰/۲۲ ^a	۰/۶۹ ^a	۴/۲ ^c	۶/۶ ^c	۰/۳۳ ^d	۱/۱ ^b	۱/۴ ^{bc}	۴/۱ ^e
۴۰ یولای	۰/۱۴ ^b	۰/۳۲ ^a	۰/۵۱ ^b	۰/۰۴ ^a	۰/۱۸ ^a	۰/۶۰ ^a	۴/۵ ^b	۷/۵ ^a	۰/۶۱ ^a	۱/۱ ^a	۱/۴ ^a	۱۵/۵ ^a
آرجی اس ۰۰۳	۰/۱۶ ^a	۰/۳۴ ^a	۰/۶۰ ^a	۰/۰۵ ^a	۰/۲۰ ^a	۰/۶۲ ^a	۴/۸ ^a	۷/۸ ^a	۰/۶۰ ^a	۱/۱ ^a	۱/۵ ^a	۱۲/۴ ^b
۱۳۸۵-۸۶												
آبیاری تکمیلی	۰/۱۷ ^b	۰/۳۶ ^a	۰/۶۹ ^a	۰/۰۷ ^a	۰/۱۷ ^b	۰/۶۷ ^a	۵/۲ ^a	۹/۳ ^a	۰/۷۳ ^a	۱/۸ ^a	۱/۳ ^b	۱۴/۵ ^a
بدون آبیاری	۰/۱۹ ^a	۰/۳۸ ^a	۰/۷۱ ^a	۰/۰۷ ^a	۰/۲۴ ^a	۰/۶۸ ^a	۵/۳ ^a	۹/۰ ^a	۰/۶۵ ^a	۱/۴ ^b	۱/۶ ^a	۱۳/۰ ^b
تاریخ کاشت												
۱۵ آبان	۰/۱۴ ^e	۰/۳۲ ^c	۰/۶۲ ^d	۰/۰۴ ^c	۰/۱۸ ^b	۰/۶۱ ^c	۶/۶ ^a	۱۳/۸ ^a	۰/۹۹ ^a	۱/۹ ^a	۲/۰ ^a	۲۱/۵ ^a
۱۵ آذر	۰/۱۵ ^d	۰/۳۱ ^c	۰/۶۴ ^{cd}	۰/۰۵ ^c	۰/۲۰ ^{ab}	۰/۶۷ ^b	۶/۲ ^{ab}	۱۰/۸ ^b	۰/۸۳ ^b	۱/۸ ^{ab}	۱/۹ ^{ab}	۱۹/۴ ^a
۱۵ دی	۰/۱۹ ^c	۰/۳۹ ^b	۰/۶۷ ^c	۰/۰۷ ^b	۰/۱۹ ^{ab}	۰/۶۷ ^b	۶/۱ ^b	۸/۹ ^c	۰/۵۹ ^c	۱/۶ ^{ab}	۱/۴ ^{bc}	۱۵/۹ ^b
۱۵ بهمن	۰/۲۰ ^b	۰/۴۰ ^b	۰/۷۶ ^b	۰/۰۹ ^a	۰/۲۰ ^{ab}	۰/۶۸ ^b	۳/۸ ^c	۶/۴ ^d	۰/۶۰ ^c	۱/۳ ^b	۰/۸۵ ^d	۱۰/۸ ^c
۱۵ اسفند	۰/۲۲ ^a	۰/۴۴ ^a	۰/۸۰ ^a	۰/۱۰ ^a	۰/۲۴ ^a	۰/۷۳ ^a	۳/۷ ^c	۵/۹ ^d	۰/۴۲ ^d	۱/۴ ^b	۱/۰ ^{cd}	۱/۲ ^d
۴۰ یولای	۰/۱۸ ^a	۰/۳۷ ^a	۰/۷۰ ^a	۰/۰۷ ^a	۰/۲۱ ^a	۰/۶۷ ^a	۵/۳ ^a	۹/۱ ^a	۰/۷۳ ^a	۱/۵ ^a	۱/۴ ^a	۱۵/۲ ^a
آرجی اس ۰۰۳	۰/۱۸ ^a	۰/۳۸ ^a	۰/۷۰ ^a	۰/۰۷ ^b	۰/۲۰ ^a	۰/۶۷ ^a	۵/۲ ^a	۹/۲ ^a	۰/۶۵ ^b	۱/۷ ^a	۱/۴ ^a	۱۲/۳ ^b

- اعداد هر گروه در هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری در سطح احتمال پنج درصد براساس آزمون LSD هستند.

آزمایش متفاوت بود. میزان نزولات طی فصل رشد، از طریق تاثیر بر رابطه آب خاک و گیاه، مهمترین عامل موثر بر جذب عناصر غذایی تشخیص داده شد. کومار و همکاران (۲۰۰۶) نتیجه گرفتند که قابلیت دسترسی آب طی دوره زایشی برنج تاثیر معنی داری بر تولید ماده خشک در طی این مرحله دارد و بین ارقام مورد مطالعه از نظر انتقال مجدد ماده خشک اختلاف وجود داشت. آنها نتیجه گرفتند که پیر شدن گیاه ناشی از

تاثیر شرایط آب و هوایی و تغییرات سالیانه آن بر جذب عناصر غذایی به وسیله گیاهان زراعی، توسط کافی و همکاران (۲۰۰۰) مورد بررسی قرار گرفت. بایر و بایروا (به نقل از کافی و همکاران، ۲۰۰۰) مشاهده کردند که اثر شرایط آب و هوایی در سال های مختلف بر نسبت عناصر غذایی در ماده خشک کلزا معنی دار بود. میزان جذب و نسبت جذب فسفر در ماده خشک اندام های هوایی طی سه سال انجام

حال پر شدن شود.

تنش خشکی می تواند سبب افزایش معنی دار انتقال مجدد ماده خشک از برگ ها و ساقه ها به دانه های در

جدول ۴- میانگین درصد و مقدار (کیلوگرم در هکتار) فسفر جذب شده توسط اندام های هوایی در شرایط آبیاری تکمیلی و دییم.

تیمار	درصد فسفر در پر شدن			مقدار فسفر در پر شدن			مقدار فسفر در رسیدگی		
	ساقه	برگ	غلاف	ساقه+پوسته غلاف	برگ	دانه	ساقه+پوسته غلاف	برگ	دانه
آبیاری تکمیلی									
تاریخ کاشت									
۱۸ آبان	۰/۱۲ ^d	۰/۳۰ ^b	۰/۵۹ ^b	۰/۱۸ ^{bc}	۰/۶۳ ^b	۶/۷ ^a	۱۳/۲ ^a	۱/۲ ^a	۲/۰ ^a
۱۵ آذر	۰/۱۴ ^c	۰/۳۳ ^b	۰/۵۷ ^b	۰/۱۶ ^c	۰/۶۳ ^b	۶/۲ ^a	۱۰/۸ ^b	۰/۷۹ ^b	۱/۵ ^b
۱۵ دی	۰/۱۶ ^b	۰/۳۹ ^a	۰/۵۸ ^b	۰/۱۷ ^c	۰/۶۶ ^b	۵/۲ ^b	۸/۶ ^c	۰/۵۶ ^{cd}	۱/۳ ^b
۱۵ بهمن	۰/۱۸ ^a	۰/۳۹ ^a	۰/۶۹ ^a	۰/۱۹ ^{ab}	۰/۶۶ ^b	۴/۲ ^c	۶/۷ ^c	۰/۶۰ ^c	۱/۴ ^{bc}
۱۵ اسفند	۰/۱۹ ^a	۰/۴۱ ^a	۰/۷۴ ^a	۰/۲۱ ^a	۰/۷۴ ^a	۴/۶ ^c	۶/۷ ^c	۰/۴۸ ^d	۱/۵ ^{ab}
هایولا ۴۰۱	۰/۱۵ ^b	۰/۳۶ ^a	۰/۶۲ ^a	۰/۱۸ ^a	۰/۶۶ ^a	۵/۳ ^a	۹/۲ ^a	۰/۷۷ ^a	۱/۵ ^a
آرجی اس ۰۰۳	۰/۱۶ ^a	۰/۳۷ ^a	۰/۶۴ ^a	۰/۱۸ ^a	۰/۶۷ ^a	۵/۵ ^a	۹/۲ ^a	۰/۷۱ ^b	۱/۶ ^a
دییم									
تاریخ کاشت									
۱۵ آبان	۰/۱۳ ^c	۰/۲۸ ^b	۰/۵۶ ^d	۰/۱۹ ^a	۰/۵۹ ^b	۵/۸ ^a	۱۰/۳ ^a	۰/۹۴ ^a	۱/۶ ^a
۱۵ آذر	۰/۱۴ ^c	۰/۳۰ ^b	۰/۵۷ ^d	۰/۲۰ ^a	۰/۶۰ ^b	۵/۰ ^b	۸/۴ ^b	۰/۷۰ ^b	۱/۲ ^b
۱۵ دی	۰/۱۷ ^b	۰/۳۷ ^a	۰/۶۱ ^c	۰/۲۱ ^a	۰/۶۳ ^b	۴/۸ ^b	۷/۸ ^b	۰/۴۹ ^c	۱/۲ ^b
۱۵ بهمن	۰/۲۰ ^a	۰/۳۷ ^a	۰/۶۶ ^b	۰/۲۲ ^a	۰/۶۰ ^b	۳/۶ ^c	۵/۸ ^c	۰/۴۹ ^c	۱/۰ ^b
۱۵ اسفند	۰/۲۰ ^a	۰/۳۸ ^a	۰/۷۳ ^a	۰/۲۴ ^a	۰/۶۸ ^a	۳/۳ ^c	۵/۸ ^c	۰/۲۷ ^d	۱/۰ ^b
هایولا ۴۰۱	۰/۱۶ ^a	۰/۳۴ ^a	۰/۵۹ ^b	۰/۲۰ ^a	۰/۶۱ ^a	۴/۵ ^a	۷/۵ ^a	۰/۵۷ ^a	۱/۱ ^a
آرجی اس ۰۰۳	۰/۱۷ ^a	۰/۳۵ ^a	۰/۶۶ ^a	۰/۲۲ ^a	۰/۶۳ ^a	۴/۶ ^a	۷/۸ ^a	۰/۵۸ ^a	۱/۳ ^a

- اعداد هر گروه در هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری در سطح احتمال پنج درصد براساس آزمون LSD هستند.

ساقه+پوسته غلاف، برگ و دانه به ترتیب ۰/۱۰-۰/۰۴، ۰/۲۴-۰/۱۶ و ۰/۷۴-۰/۵۶ درصد بود (جدول ۳ و ۴). در هر دو سال انجام آزمایش و هر دو شرایط آبیاری تکمیلی و دییم بیشترین فسفر جذب شده اندام های هوایی مربوط به تاریخ کاشت اول بود. در شروع پر شدن دانه، دامنه تغییرات مقدار فسفر جذب شده در ساقه، برگ و غلاف در تاریخ های مختلف کاشت به ترتیب ۶/۷-۳/۳، ۱۳/۸-۵/۸ و ۱/۲-۰/۲۷ کیلوگرم در

با تاخیر در کاشت درصد فسفر بخش های مختلف اندام های هوایی گیاه در مراحل پر شدن دانه و رسیدگی فیزیولوژیک افزایش یافت (جدول ۳ و ۴). دامنه تغییرات درصد فسفر ساقه، برگ و غلاف در شروع پر شدن دانه طی دو سال انجام آزمایش و دو شرایط آبیاری تکمیلی و دییم به ترتیب ۰/۲۲-۰/۱۲، ۰/۴۴-۰/۲۶ و ۰/۸۰-۰/۴۹ درصد بود. در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک دامنه تغییرات درصد فسفر

قوی مشاهده شد، که به ترتیب ۸۶ و ۶۹ درصد از تغییرات ماده خشک در هیبرید هایولا ۴۰۱ و ۸۴ درصد از تغییرات ماده خشک در رقم آرجی اس ۰۰۳ را توجیه کرد (شکل ۱).

در هر دو رقم، در رسیدگی فیزیولوژیک، رابطه بین مقدار فسفر دانه با ماده خشک اندام های هوایی و عملکرد دانه بسیار قوی و معنی دار بود، که به ترتیب ۸۲ و ۸۸ درصد از تغییرات ماده خشک اندام های هوایی و ۹۴ و ۹۷ درصد از تغییرات عملکرد دانه در دو رقم هایولا ۴۰۱ و آرجی اس ۰۰۳ را توجیه کرد (شکل ۲). اگرچه اختلافات جزئی در شیب افزایش ماده خشک و عملکرد دانه به ازاء میزان فسفر جذب شده در دو رقم مورد مطالعه وجود داشت، ولی به طور کلی روند افزایش ماده خشک و عملکرد دانه به ازای افزایش مقدار فسفر در دانه در هر دو رقم مورد مطالعه مشابه و مثبت بود، که با نتایج یافته های محققین دیگر مطابقت داشت (هولمز و اینسلی، ۱۹۷۷).

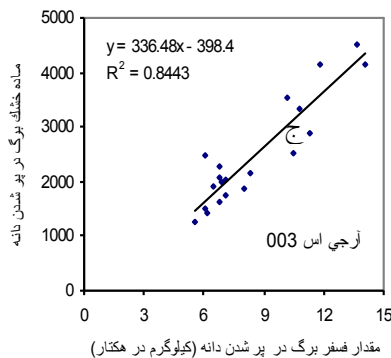
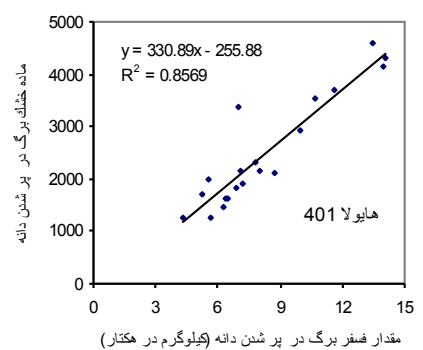
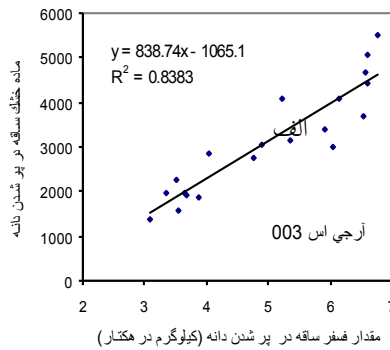
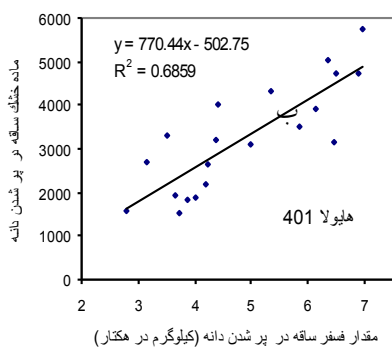
در هر دو سال، بیشترین مقدار فسفر منتقل شده ساقه و برگ به دانه های در حال پر شدن در تاریخ کاشت اول اتفاق افتاد (جدول ۵). بین تاریخ های مختلف کاشت، دامنه تغییرات مقدار فسفر منتقل شده ساقه از ۴/۷-۲/۳ کیلوگرم در هکتار و دامنه تغییرات مقدار فسفر منتقل شده برگ از ۱۱/۸-۴/۵ کیلوگرم در هکتار متفاوت بود. مقدار فسفر منتقل شده به دانه در فرایند انتقال مجدد در مطالعه کارپرون و همکاران (۱۹۷۳) ۱۷ کیلوگرم در هکتار و در مطالعه هولمز و اینسلی (۱۹۷۷) ۱۲ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است. وقتی سهم فرایند انتقال مجدد فسفر ساقه و برگ مد نظر قرار گرفت، مشاهده شد که بین این صفت و عملکرد دانه رابطه توانی منفی و قوی وجود داشت، که به ترتیب ۹۰ و ۸۵ درصد از تغییرات در هیبرید

هکتار بود. دامنه تغییرات میزان فسفر جذب شده در ساقه+پوسته غلاف، برگ و دانه در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک به ترتیب ۲/۰-۰/۸۸، ۲/۰-۰/۸۵ و ۲۴/۷-۱/۲ کیلوگرم در هکتار بود.

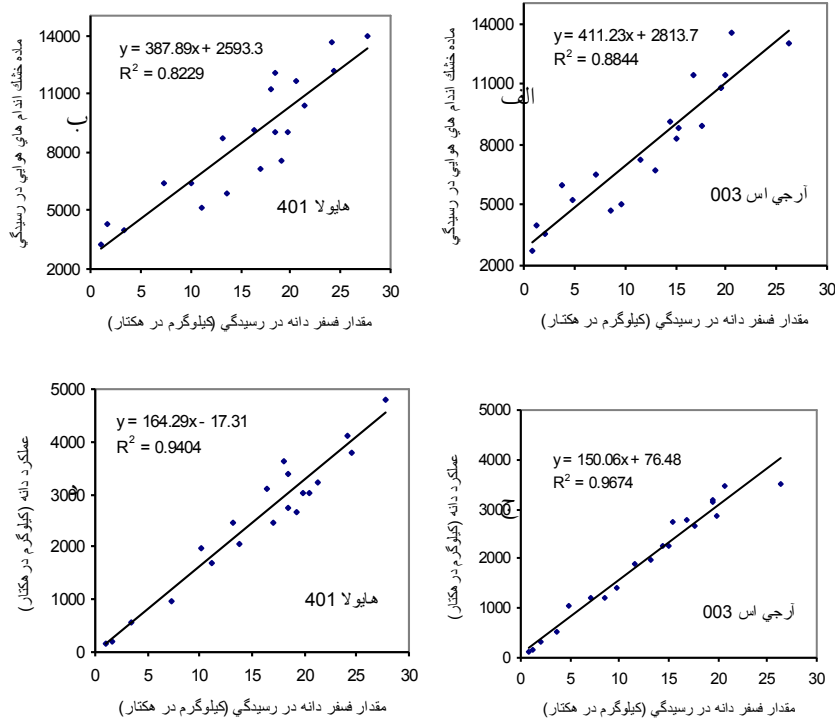
بین دو رقم هایولا ۴۰۱ و آرجی اس ۰۰۳ از نظر درصد فسفر برگ در شروع پر شدن دانه و همچنین درصد فسفر ساقه+پوسته غلاف، برگ و دانه در رسیدگی فیزیولوژیک اختلاف آماری معنی داری مشاهده نشد. میانگین درصد فسفر دانه هیبرید هایولا ۴۰۱ و رقم آرجی اس ۰۰۳ در رسیدگی فیزیولوژیک در سال اول آزمایش به ترتیب ۰/۶۰ و ۰/۶۲ درصد و در سال دوم به ترتیب ۰/۶۷ و ۰/۶۷ درصد بود (جدول ۳). تحت شرایط دیم، درصد فسفر غلاف در آرجی اس ۰۰۳ به طور معنی داری بیشتر از هایولا ۴۰۱ بود، که به ترتیب ۰/۵۹ و ۰/۶۶ درصد بود (جدول ۴). در هر دو سال انجام آزمایش و هر دو شرایط آبیاری تکمیلی و دیم بین میزان فسفر جذب شده ساقه+پوسته غلاف و برگ دو رقم هایولا ۴۰۱ و آرجی اس ۰۰۳ اختلاف آماری معنی دار مشاهده نشد، ولی تحت همه شرایط میزان فسفر دانه در رسیدگی فیزیولوژیک در هایولا ۴۰۱ به طور معنی داری بیشتر از آرجی اس ۰۰۳ بود. میانگین فسفر دانه در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک در هایولا ۴۰۱ و آرجی اس ۰۰۳ در شرایط آبیاری تکمیلی به ترتیب ۱۷/۲ و ۱۳/۸ کیلوگرم در هکتار و در شرایط دیم به ترتیب ۱۳/۵ و ۱۱/۰ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۴). نکته قابل توجه در این آزمایش وجود روابط مثبت و قوی بین مقدار فسفر اندام های مختلف هوایی در مراحل شروع پر شدن دانه و رسیدگی فیزیولوژیک با ماده خشک بود. در شروع پر شدن دانه، بین مقدار فسفر برگ و ساقه با ماده خشک این اندام ها رابطه مثبت و بسیار

مجدد فسفر در عملکرد دانه افزایش یافت، در حالی که تحت شرایط مناسب مانند تاریخ کاشت اول و شرایط آبیاری تکمیلی سهم انتقال مجدد فسفر در عملکرد دانه کمتر بود (جدول ۵). در هر دو سال انجام آزمایش بیشترین سهم انتقال مجدد فسفر در عملکرد دانه مربوط به تاریخ کاشت ۱۵ اسفند بود، که کمترین عملکرد دانه را داشت.

هایولا ۴۰۱ و ۹۳ و ۹۱ درصد از تغییرات در رقم آرجی اس ۰۰۳ را توجیه کرد (شکل ۳). این مساله نشان دهنده این واقعیت است که شرایط محیطی که سبب افزایش سهم انتقال مجدد فسفر می شود، می تواند با کاهش عملکرد دانه همراه شود. به عبارت دیگر تحت شرایط تنش مانند تاریخ های کشت دیر، به خصوص تحت شرایط دیپ، که عملکرد دانه کاهش یافت، سهم انتقال



شکل ۱- رابطه بین مقدار فسفر ساقه و برگ در شروع بر شدن دانه با ماده خشک (کیلوگرم در هکتار) آن اندام.



شکل ۲- رابطه بین فسفر دانه با ماده خشک اندام های هوایی در رسیدگی (کیلوگرم در هکتار) و عملکرد دانه.

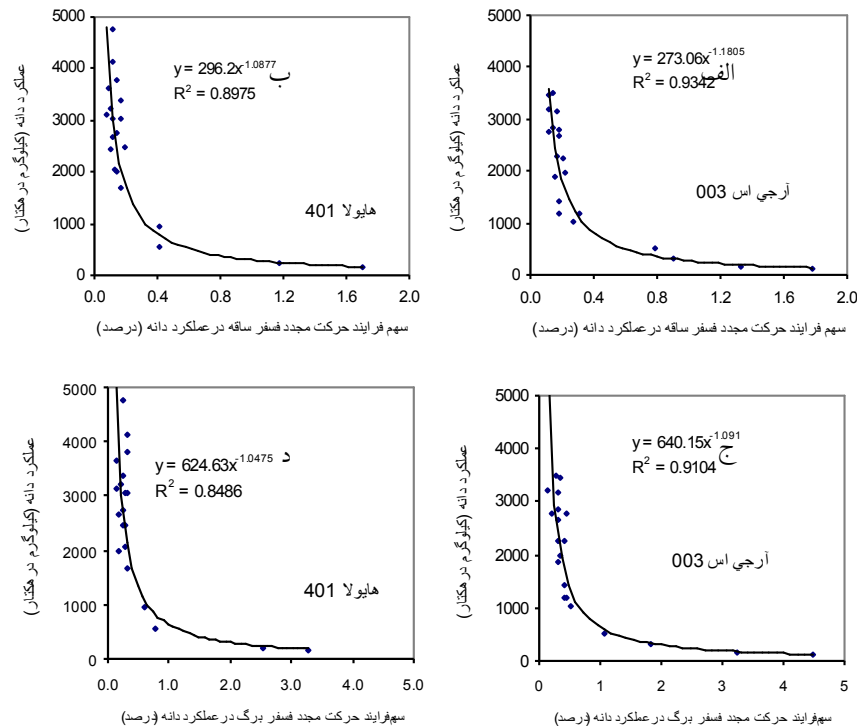
برگ در عملکرد دانه به شدت افزایش یافت، که با یافته های پلات و همکاران (۲۰۰۴) و بلوم (۲۰۰۵) در برخی از گونه های زراعی نظیر گندم نیز مطابقت دارد. در این مطالعه، تاریخ های کاشت زود سبب شد تا بارندگی های پاییزه و زمستانه با مراحل حساس رشد گیاه کلزا مطابق شده و تنش گرمای انتهای فصل رشد کاهش یابد، که سبب افزایش عملکرد دانه شد. در هر دو سال، بیشترین عملکرد دانه زمانی به دست آمد که گیاه در اواسط آبان کاشته شد.

استفاده از ذخایر ساقه برای پر شدن دانه ها تحت شرایط تنش، یک مکانیزم موثر در تحمل به تنش است. در تاریخ کاشت ۱۵ اسفند، تنش شدید گرما در مراحل حساس زایشی سبب شد تا فتوسنتز جاری، میزان ماده خشک تولیدی و عملکرد دانه کاهش یابد. در نتیجه اگرچه در تاریخ کاشت پنجم نسبت به تاریخ های کشت قبلی، کل میزان فسفر منتقل شده از ساقه و برگ به دانه ها کاهش یافت، ولی به دلیل کاهش شدید فتوسنتز جاری، نقش و سهم انتقال مجدد فسفر ساقه و

جدول ۵- میانگین های سالیانه عملکرد، مقدار فسفر در انتقال مجدد، سهم انتقال مجدد و سهم انتقال مجدد فسفر در عملکرد دانه.

عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	سهم انتقال مجدد فسفر (درصد)		مقدار فسفر در انتقال مجدد (کیلوگرم در هکتار)		تیمار
	برگ	ساقه	برگ	ساقه	
۲۵۶۷ ^a	۰/۳۹ ^a	۰/۲۵ ^a	۷/۴ ^a	۴/۲ ^a	آبیاری تکمیلی
۲۰۹۵ ^b	۰/۴۵ ^a	۰/۲۴ ^a	۴/۹ ^b	۲/۸ ^b	بدون آبیاری
تاریخ کاشت					
۳۷۸۰ ^a	۰/۲۱ ^b	۰/۱۱ ^c	۷/۹ ^a	۴/۳ ^a	۱۸ آبان
۳۱۰۶ ^b	۰/۲۳ ^b	۰/۱۳ ^{bc}	۷/۱ ^a	۴/۰ ^a	۱۵ آذر
۲۴۶۰ ^c	۰/۲۷ ^b	۰/۱۳ ^{bc}	۶/۳ ^{ab}	۳/۱ ^b	۱۵ دی
۱۷۲۴ ^d	۰/۳۲ ^b	۰/۲۱ ^b	۴/۵ ^b	۳/۱ ^b	۱۵ بهمن
۵۸۲ ^e	۱/۱ ^a	۰/۶۳ ^a	۵/۲ ^b	۳/۱ ^b	۱۵ اسفند
۲۶۷۸ ^a	۰/۳۰ ^b	۰/۱۷ ^b	۶/۱ ^a	۳/۴ ^a	۴۰ یابو ۱۵
۱۹۸۴ ^b	۰/۵۴ ^a	۰/۳۱ ^a	۶/۳ ^a	۳/۶ ^a	آرجی اس ۰۰۳
۱۳۸۵-۸۶					
۲۲۳۳ ^a	۰/۸۵ ^a	۰/۳۷ ^b	۸/۰ ^a	۳/۴ ^b	آبیاری تکمیلی
۱۹۸۷ ^b	۱/۰ ^a	۰/۴۹ ^a	۷/۴ ^a	۳/۸ ^a	بدون آبیاری
تاریخ کاشت					
۳۵۴۳ ^a	۰/۳۵ ^b	۰/۱۴ ^b	۱۱/۸ ^a	۴/۷ ^a	۱۵ آبان
۲۸۹۶ ^b	۰/۳۱ ^b	۰/۱۵ ^b	۸/۹ ^b	۴/۴ ^a	۱۵ آذر
۲۳۶۲ ^c	۰/۳۲ ^b	۰/۱۹ ^b	۷/۵ ^b	۴/۴ ^a	۱۵ دی
۱۵۸۸ ^d	۰/۳۷ ^b	۰/۱۶ ^b	۵/۶ ^c	۲/۵ ^b	۱۵ بهمن
۱۶۲ ^e	۳/۴ ^a	۱/۵ ^a	۴/۹ ^c	۲/۳ ^b	۱۵ اسفند
۲۳۳۲ ^a	۰/۸۲ ^b	۰/۴۱ ^a	۷/۷ ^a	۳/۸ ^a	۴۰ یابو ۱۵
۱۸۸۶ ^b	۱/۱ ^a	۰/۴۵ ^a	۷/۸ ^a	۳/۵ ^a	آرجی اس ۰۰۳

- اعداد هر گروه در هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری در سطح احتمال پنج درصد براساس آزمون LSD هستند.



شکل ۳- رابطه بین عملکرد دانه با مقدار قسفر برگ در فرایند حرکت مجدد و سهم این فرایند در عملکرد دانه.

منابع مورد استفاده:

- Asseng, S. and van Herwaarden, A.F.** 2003. Analysis of the benefits to wheat yield from assimilates stored prior to grain filling in a range of environments. *Plant and Soil*. 256: 217-229.
- Basavaraj, B., Shetty, R.A., Patil, S.G. and Hunshal, C.S.** 2000. Nutrient content and uptake by sesame varieties as influenced by fertilizer and population levels under summer irrigated conditions. *Karnataka J. Agric. Sci.* 13: 141-143.
- Batten, G.D. and Khan, M.A.** 1987. Effect of time of sowing on grain yield, and nutrient uptake of wheats with contrasting phenology. *Aust. J. Exp. Agric.* 27: 881-887.
- Bhat, M.A., Salroo, M.Y., Sheikh, F.A., Mushki, G.M. and Rather, A.G.** 2002. Nutrient uptake and economics as affected by different sowing dates and phosphorus levels in field pea (*Pisum sativum* L.) under temperate conditions of Kashmir. *Adv. Plant Sci.* 15: 459-462.
- Blum, A.** 1998. Improving wheat grain filling under stress by stem reserve mobilization. *Euphytica*. 100: 77-83.
- Blum, A.** 2005. Drought resistance, water use efficiency and yield potential-are they compatible, dissonant or mutually exclusive?. *Aust. J. Agric. Res.* 56: 1159-1168.
- Cofei, M., Ganjali, M., Nezami, A. and Shariatmadar, F.** 2000. Weather and yield of crops. Mashhad Jihad Daneshgahi Press. 311pp.
- Calderini, D.F., Torres-Leon, S. and Slafer, G.A.** 1995. Consequences of wheat breeding on nitrogen and phosphorus yield, grain nitrogen and phosphorus concentration and associated traits. *Ann. Bot.* 76: 315-322.
- Chojnacki, A. and Boguszewski, W.** 1971. Contents of N, P and K in the main crop plants grown in Poland. *Pamiętnik Pulawski.* 50: 5-27.
- Courpron, C., Menet, M. and Pelabon, E.** 1973. Fertilizing winter colza on sandy soils of the landes de Gascogne. *Comptes Rendus des Seances de Academie de France.* 59: 194-205.

- Dixit, A. and Gautam, K.C.** 1996. Nutrient concentration and its depletion in Indian mustard (*B. juncea*) as influenced by fertilizer, irrigation and weed control. *Ind. J. Agron.* 41: 167-169.
- Ehdaie, B. and Waines, J.G.** 2001. Sowing date and nitrogen rate effects on dry matter and nitrogen partitioning in bread and durum wheat. *Field Crops Research.* 73: 47-61.
- Giunta, F. and Motzo, R.** 2004. Sowing rate and cultivar affect total biomass and grain yield of spring triticale grown in a Mediterranean-type environment. *Field Crops Res.* 87: 179-193.
- Greenwood, D.J. and Barnes, A.** 1978. A theoretical model for the decline in protein content in plants during growth. *J. Agric. Sci., Camb.* 91: 461-466.
- Greenwood, D.J., Barnes, A., Liu, K., Hunt, J., Cleaver, T.J. and Loquens, S.M.H.** 1980. Relationships between the critical concentrations of nitrogen, phosphorus and potassium in 17 different vegetable crops and duration of growth. *J. Sci. Food. Agric.* 31: 1343-1353.
- Hall, A.J., Whitfield, D.M. and Connor, D.J.** 1990. Contribution of pre-anthesis assimilates to grain filling in irrigated and water stressed sunflower crops.II. Estimates from a carbon budget. *Field Crops Res.* 24: 273-294.
- Halsted, M. and Lynch J.** 1996. Phosphorus responses of C₃ and C₄ species. *J. Exp. Bot.* 47: 497-505.
- Holmez, M.R.J. and Ainsley, A.M.** 1977. Fertilizer requirements of spring oilseed rape. *J. Sci. Food and Agric.* 28: 301-311.
- Janssen, B.H.** 1998. Efficient use of nutrients: an art of balancing. *Field Crops Res.* 56: 197-201.
- Ketcheson, J.W.** 1957. Some effects of soil temperature on phosphorus requirements of young corn plants in the greenhouse. *Can. J. Soil Sci.* 37: 41-47.
- Kumar, R., Sarawgi, A.K., Ramos, C., Amarante, S.T., Ismail, A.M. and Wade, L.J.** 2006. Partitioning of dry matter during drought stress in rainfed lowland rice. *Field Crops Res.* 96: 455-465.
- Myers, R.J.K., Foale, M.A., Smith, F.W. and Ratgloff, D.** 1987. Tissue concentration of nitrogen and phosphorus in grain sorghum. *Field Crops Res.* 17: 289-303.
- Plaut, Z., Butow, B.J., Blumenthal, C.S. and Wrigley, C.W.** 2004. Transport of dry matter into developing wheat kernels and its contribution to grain yield under post-anthesis water deficit and elevated temperature. *Field Crops Res.* 86: 185-198.
- Peterson, C.J., Johnson, V.A. and Mattern, P.J.** 1983. Evaluation of variation in mineral element concentrations in wheat flour and bran of different cultivars. *Cereal Chem.* 60: 450-455.
- Prystupa, P., Savin, R. and Slafer, G.A.** 2004. Grain number and its relationship with dry matter, N and P in the spikes at heading in response to N*P fertilization in barley. *Field Crops Res.* 90: 245-254.
- Sadras, V.O.** 2006. The N:P stoichiometry of cereal, grain legume and oilseed crops. *Field Crops Res.* 95: 13-19.
- SAS Institute.** 1989. SAS/STAT user's guide, Version 6, 4th editions, SAS Inst., Inc., Cary, NC.
- Stabbetorp, H.** 1973. Experiments with nitrogen, phosphorus, potassium and lime on rape (*B. napus*) and turnip rape (*B. campestris*). *Forskning og Forsok Landbruken.* 24: 699-713.
- Wade, L.J., McLaren, C.G., Quintana, L., Rajatasereekul, S., Sarawgi, A.K., Kumar, A., Ahmed, H.U., Singh, A.K., Rodriguez, R., Siopongco, J. and Sarkarung, S.** 1999. Genotype by environment interactions across diverse rainfed lowland rice environments. *Field Crops Res.* 64: 35-50.

Walton, G., Mendham, N., Robertson, M. and Potter, T. 1999. Canola, Phenology, Physiology and Agronomy. Proceedings of the 10th international Rapeseed Congress, Canberra, Australia.

Zhang, H.P., Wang, X.Y., You, M.Z. and Liu, C.M.. 1999. Water-yield relations and water use efficiency of winter wheat in the North China plain. *Irrig. Sci.* 19: 37-45.

Effect of sowing date and supplemental irrigation on grain yield and phosphorus distribution and remobilization in two canola (*Brassica napus* L.) cultivars

A. Faraji

Agricultural research and natural resource center of Golestan

Abstract

To study the effect of sowing date and supplemental irrigation on grain yield and distribution and remobilization of phosphorus in canola (*Brassica napus*), this experiment was carried out in 2 years (2005-07) in research station of Gonbad. The study was carried out in two types of irrigation treatments (rainfed, supplemental). Both experiments were carried out in randomized complete block design (RCBD) arranged in split-plot. The main plot factor was five sowing dates (6 Nov., 6 Dec., 4 Jan., 5 Feb., 5 Mar.) and sub-plot factor was two cultivars (Hyola401 and RGS003). Late sowing date increased shoot P concentration. At the beginning of grain filling, P concentration of stem, leaf and pod ranged from 0.12 - 0.22%, 0.26 - 0.44%, and 0.49 - 0.80%, respectively. At maturity, P concentration of stem with pod-sheet, leaf and grain ranged from 0.04 - 0.10%, 0.16 - 0.24%, and 0.56 - 0.74%, respectively, across years and irrigation conditions. At maturity, mean grain P of Hyola401 and RGS003 cultivars were 17.2 and 13.8 kg/ha in irrigated; and 13.5 and 11.0 kg/ha at rainfed condition. The existence of positive correlation between grain yield and shoot P remobilization rate shows the importance of shoots P in higher yield. The contribution of stem and leaf P remobilization on seed yield was strong and negative, explaining 90 and 85% of the variation for Hyola401 and 93 and 91% of that for RGS003, respectively; indicating the increase of P remobilization contribution in seed yield under stress conditions. Early sowing date could accelerate plant growth and phenological stages, hence, plant can escape from terminal heat stress. This led to increase in seed yield.

Keywords: Phosphorus distribution, irrigation, sowing date, canola