"مجله علوم زراعي ايران"
جلد هشتم، شماره ۳، پاييز ۱۳۸۵

اثر محلول‌پاشي اسيد آبسيزيک و سيتوکينين در مراحل مختلف رشد دانه بر پاره‌اي از جنبه‌هاي فيزيولوژيک روابط منبع و مخزن در دو رقم گندم

Effect of exogenous application of ABA and CK at different stage of grain development on some physiological aspects of source and sink relationship in two bread wheat cultivars

محسن سعيدی[۱]، فواد مرادی[۲]، علی احمدی[۳]، کاظم پوستينی [4] و گودرز نجفيان[۵]

چکيده

سعيدی، م.، ف. مرادی، ع. احمدی، ک. پوستينی و گ. نجفيان. ۱۳۸۵. اثر محلول‌پاشی اسيد آبسيزيک و سيتوکينين در مراحل مختلف رشد دانه بر پاره‌ای از جنبه‌های فيزيولوژيک روابط منبع و مخزن در دو رقم گندم. مجله علوم زراعی ايران. جلد هشتم، شماره ۳، صفحه: ۲۸۲-۲۶۸.

هورمون‌ها از مهم‌ترين عوامل داخلي تنظيم کننده رشد گياهان زراعي در پاسخ به عوامل محيطي و ژنتيکي محسوب مي‌شوند. در بين هورمون‌هاي مختلف، اسيد آبسيزيک (ABA) و سيتوکينين (CK) علاوه بر تنظيم فرايندهاي مرتبط با پيري در شکل‌گيري قدرت منبع و مخزن نيز نقش اساسي دارند. اين تحقيق به منظور بررسي اثرات مصرف خارجي اين دو تنظيم کننده رشد در ۵ سطح با غلظت ۵۰ مايکرومولار بر بعضي خصوصيات فيزيولوژيکي مرتبط با قدرت منبع و مخزن در مرحله رشد دانه در دو رقم مرودشت و زاگرس که به ترتيب حساس و مقاوم به تنش خشکي آخر فصل بودند، در سال زراعي ۱۳۸۵-۱۳۸۴ در مزرعه تحقيقاتي دانشکده کشاورزي دانشگاه تهران و در قالب اسپليت پلات و بر مبناي طرح پايه بلوک‌هاي کامل تصادفي و در سه تکرار اجرا گرديد. نتايج حاصل از مصرف خارجي اين دو تنظيم کننده رشد در مراحل مختلف رشد دانه (تقسيم سلولي و پرشدن دانه) نشان داد که عملکرد دانه و زيست‌توده، شاخص برداشت، وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله بطور معني‌داري تحت تاثير مصرف خارجي اين دو تنظيم کننده رشد قرار گرفت. بيشترين عملکرد دانه و زيست توده و تعداد دانه در سنبله در اثر مصرف خارجي CK در مرحله تقسيم سلولي به دست آمد. بيشترين شاخص برداشت را مصرف ABA در مرحله پرشدن دانه و CK در مرحله تقسيم سلولي ايجاد کردند. همچنين مصرف خارجي CK و ABA بطور معني‌داري پروتئين محلول ،کلروفيل، فتوسنتز و هدايت روزنه‌اي برگ‌هاي پرچم را به ترتيب افزايش و کاهش دادند. مصرف خارجي ABA در هر دو مرحله بر عکس CK، غلظت ABA وIAA اسيد دانه‌ها را به ترتيب افزايش و کاهش داد. نتايج حاصله از اين تحقيق نشان داد که، محلول پاشي CK در مرحله تقسيم سلولي بيشترين تأثير مثبت و معني‌دار را بر عملکرد دانه و زيست‌توده در مقايسه با ساير تيمارهاي مورد بررسي داشت، بنابراين مي‌تواند عملکرد دانه گندم را بهبود بخشد.

کلمات کليدي: گندم، اسيد آبسيزيک، اسيد ايندول استيک، پروتئين‌هاي محلول ، کلروفيل، فتوسنتز.

تاريخ دريافت: ۱۳۸۵/۵/۱۰

۱ـ دانشجوی دوره دکتری تخصصی دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران
۲ـ استاديار پژوهشکده بيوتکنولوژی کشاورزی (مکاتبه کننده)
۳ـ دانشيار دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران
۴ـ استاد دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران
۵ـ استاديار، مؤسسه اصلاح و تهيه نهال و بذر

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1385.8.3.7.0]

مقدمه

یکی از عوامل تنظیم کننده رشد گیاهان هورمون‌ها می‌باشند. تنظیم هورمونی رشد و متابولیسم گیاه بسیار پیچیده بوده و حاصل اثرات متقابل بین هورمون‌هاست (Lenoble *et al*., 2004). عوامل ژنتیکی و محیطی بر روی فرایند پیری در گیاه تأثیر می‌گذارند، اما به نظر می‌رسد که اسید آبسیزیک (ABA)[1] و سیتوکینین (CK)[2] به عنوان دو عامل اصلی در تنظیم فرایندهای پیری در گیاه مطرح هستند (Pospisilova *et al*., 2005). غلظت‌های بالای CK در گیاهان، فرایندهای پیری را به تأخیر می‌اندازد (Pospisilova *et al*., 2004; Zhang *et al*., 2005; Xie *et al*., 2004) در حالیکه غلظت‌های بالای ABA آن را تسریع می‌کند (Zhang *et al*., 2005; Xie *et al*., 2004; Yang *et al*., 2002). یانگ و همکاران (Yang *et al*., 2002) نشان دادند که تنش رطوبتی در برنج باعث افزایش غلظت ABA در برگ‌ها، ساقه‌ها و ریشه‌ها و کاهش CK در این اجزاء می‌شود. ABA سرعت فتوسنتز و مقدار کلروفیل و پروتئین محلول برگ‌ها را کاهش می‌دهد در حالیکه CK در این ارتباط برعکس عمل می‌کند (Zhang *et al*., 2005). زای و همکاران (Xie *et al*., 2004) نیز مشاهده کردند که سرعت فتوسنتز خالص و پروتئین محلول برگ پرچم گندم بعد از گلدهی و با شروع پدیده پیری کاهش پیدا می‌کنند و مصرف خارجی ABA پس از گلدهی سرعت پیری را افزایش می‌دهد.

اسید آبسزیک همچنین به عنوان یکی از عوامل مهم و موثر در تنظیم انتقال مواد پرورده فتوسنتزی به دانه‌ها یا میوه‌های در حال رشد شناخته می‌شود (Brenner and Cheikh, 1995)، اما اطلاعات متناقضی در مورد نقش ABA در تنظیم پدیده پیری و انتقال مجدد مواد پرورده گزارش شده است (Yang *et al*., 2002 Nooden, 1988). یانگ و همکاران (Yang *et al*., 2001) در نتیجه بررسی بر روی گندم و برنج اعلام کردند که انتقال مجدد مواد اندوخته شده در ساقه‌ها شدیداً وابسته به پدیده پیری در سطح گیاه است و ABA در این ارتباط به عنوان مهم‌ترین عامل مورد نظر می‌باشد. اعمال تنش رطوبتی در طول دوره پرشدن دانه وقوع پیری را تسریع کرده و منجر به انتقال مجدد بیشتر و سریع‌تر مواد پرورده ذخیره شده از ساقه‌ها به دانه‌ها می‌شود (Yang *et al*., 2001). برعکس، مصرف زیاد کود نیتروژن فرآیند پیری را به تأخیر انداخته و انتقال مجدد را با کندی مواجه می‌کند (Yang *et al*., 2001). این امر نشان می‌دهد که پدیده پیری و انتقال مجدد به هم وابسته هستند.

رشد دانه به عنوان یک مخزن مهم اقتصادی شامل مجموعه‌ای از مراحل رشدی از جمله: تقسیم و تمایز سلولی و ذخیره‌سازی مواد فتوسنتزی می‌باشد (Weber *et al*., 1998; Koch, 2004). عبور از یک مرحله رشدی در دانه بعد از گلدهی یکباره صورت نمی‌گیرد بلکه به صورت تدریجی رخ می‌دهد (Weber *et al*., 1998; Borisjuk *et al*., 2000). به طور مثال در گندم و جو فعالیت میتوزی آندوسپرم به تدریج در اثر توسعه سلولی و ذخیره‌سازی ترکیبات ذخیره‌ای متوقف می‌شود (Olsen *et al*., 1992). ABA و CK دو عامل مهم در تنظیم تقسیم سلولی و ذخیره‌سازی مواد فتوسنتزی می‌باشند. یانگ و همکاران (Yang *et al*., 2003) نشان دادند که در برنج مصرف خارجی CK در مرحله تقسیم سلولی و ABA در مرحله خطی رشد دانه، بیشترین تاثیر مثبت را در شکل‌گیری عملکرد دانه داشتند. در این شرایط احتمالاً CK از طریق تأثیر بر تقسیم سلولی و ABA از طریق تأثیر بر سرعت پرشدن دانه عملکرد دانه را افزایش می‌دهند. همچنین یانگ و همکاران (Yang *et al*., 2001) مشاهده کردند که در اثر مصرف خارجی ABA در مرحله خطی پرشدن دانه گندم، سرعت پرشدن دانه و انتقال مجدد

1- Abscisic acid

2- Cytokinin

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1385.8.3.7.0]

ترکیبات ذخیره‌ای به دانه‌های در حال رشد افزایش یافت.

علی‌رغم مطالعاتی که در زمینه اثرات مصرف خارجی هورمون‌های CK و ABA بر ویژگی‌های فیزیولوژیک و بیوشیمیایی قدرت منبع و مخزن در سال‌های اخیر صورت گرفته است. اما این تحقیقات کامل نمی‌باشد و نیاز به تحقیق بیشتر دارد. این تحقیق با هدف بررسی تأثیر کاربرد خارجی هورمون‌های CK و ABA در زمان‌های مختلف رشد دانه بر روی برخی از صفات فیزیولوژیک و بیوشیمیایی در سطح منبع و همچنین غلظت هورمون‌های ABA و IAA در سطح مخزن در دو رقم گندم انجام شد.

مواد روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ به صورت آزمایش مزرعه‌ای در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران واقع در کرج اجرا شد. برای عملکرد دانه و اجزاء آن آزمایش به صورت طرح اسپلیت پلات و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار و برای مؤلفه‌هایی که در آن‌ها مراحل مختلف نمونه‌گیری نیز لحاظ شده بود، به صورت طرح اسپلیت پلات فاکتوریل و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار اجرا گردید. به نحویی که تیمار تنظیم کننده رشد در کرت‌های اصلی و ارقام گندم نان و مراحل مختلف نمونه‌برداری در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. بافت خاک محل اجرای آزمایش لومی رسی بوده و زمین مورد نظر سال زراعی قبل از کاشت به صورت آیش رها شده بود. به منظور آماده‌سازی زمین جهت کاشت، در اوایل پاییز زمین مورد آزمایش شخم و دیسک زده شد. مقدار بذر مورد استفاده ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شد. هر ژنوتیپ در شش خط پنج متری با فواصل ردیف ۲۵ سانتی‌متری در آبان ماه کشت شدند. بر اساس نتیجه آزمون خاک مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن در دو مرحله (زمان کاشت و گلدهی) به زمین داده شد و با توجه به بالا بودن مقدار فسفر و پتاس خاک از مصرف این کودها چشم‌پوشی گردید. همچنین علف‌های هرز به صورت دستی (وجین) کنترل شدند.

جدول ۱- خلاصه نتایج تجزیه خاک محل اجرای آزمایش

Table 1. Summary of soil Analysis for the experimental field

عمق خاک (سانتیمتر) Soil depth (cm)	نیتروژن کل (٪) Total nitrogen	پتاسیم قابل جذب (میلی گرم در کیلوگرم) Kava. (mg kg^{-1})	فسفر قابل جذب (میلی گرم بر کیلوگرم) Pava. (mg kg^{-1})
0-30	0.1	160	20

در این تحقیق از دو رقم گندم مرودشت و زاگرس به ترتیب حساس (قدسی و همکاران، ۱۳۸۲) و مقاوم (نادری و همکاران، ۱۳۸۰ و سعیدی و همکاران، اطلاعات چاپ نشده) به تنش خشکی آخر فصل، استفاده شد. تیمارهای تنظیم کننده‌های رشد در پنج سطح و به صورت زیر اعمال شدند:

۱- CK مرحله تقسیم سلولی آندوسپرم (۲ تا ۵ روز بعد از گرده‌افشانی؛ منظور از زمان گرده‌افشانی زمانی است که ۵۰٪ سنبله‌ها، پرچم‌هایشان بیرون آمده باشد)، ۲- ABA مرحله تقسیم سلولی آندوسپرم (۲ تا ۵ روز بعد از گرده‌افشانی)، ۳- CK مرحله پرشدن دانه (۱۳ تا ۱۶ روز بعد از گرده‌افشانی)، ۴- ABA مرحله پرشدن دانه (۱۳ تا ۱۶ روز بعد از گرده‌افشانی) و ۵- شاهد (عدم پاشش تنظیم کننده‌های رشد) مورد مقایسه قرار گرفتند. تیمارهای تنظیم کننده رشد در کرت‌های اصلی و ارقام در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. در هر مرحله غلظت ۵۰

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1385.8.3.7.0]

میکرو مولار CK (BAP:6-benzylaminopurine, Sigma) و ABA (2-cis,4-trans-Abscisic acid , Sigma) براساس گزارشات یانگ و همکاران (Yang *et al.*, 2002; Yang *et al.*, 2003) استفاده شد. جهت تهیه محلول‌های مورد نظر ابتدا هر دو تنظیم کننده رشد در ۵ /۰ میلی‌لیتر محلول سود یک نرمال حل شده و با آب مقطر به حجم مورد نظر رسانده شدند. از تیپول (Fluka, Riedel-de Haen) با نسبت (v/v) ۰/۵٪ به عنوان مویان استفاده شد. گیاهان شاهد نیز با آب مقطر همراه با تیپول (v/v) ۰/۵٪ تیمار شدند. در هر مرحله جهت اطمینان از جذب شدن تنظیم کننده‌های رشد توسط گیاه عمل محلول پاشی چهار روز متوالی به طول انجامید. پاشش هورمون‌ها بعد از غروب آفتاب جهت جلوگیری از تجزیه سریع آن‌ها به وسیله نور خورشید انجام شد. در هرمرحله تمامی بوته‌های موجود در یک خط سه متری با تراکم ۳۰۰ بوته در مترمربع، توسط ۶۰۰ میلی‌لیتر محلول محلول‌پاشی شده و کاملاً خیس شدند.

در زمان‌های ۱۰، ۱۷، ۲۴، ۳۱، ۳۸ و ۴۲ روز بعد از گرده‌افشانی از هر رقم در سطوح تیماری مختلف پنج بوته به طور تصادفی انتخاب شده و برگ پرچم و سنبله آن‌ها به تفکیک جدا شده و در نیتروژن مایع به سرعت منجمد شدند. این نمونه‌ها به آزمایشگاه فیزیولوژی پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی منتقل شدند و در فریزر ۸۰- درجه سانتیگراد برای اندازه‌گیری‌های زیر نگهداری شدند.

برای تعیین محتوای کلرفیل a، b و نسبت کلرفیل a/b برگ پرچم ارقام مورد مطالعه در سطوح هورمونی مختلف در زمان‌های ذکر شده، طبق روش آرنون (Arnon, 1949) و اشرف و همکاران (Ashraf *et al.*, 1994) از استون ۸۰٪ برای استخراج کلروفیل در دمای ۴ درجه سانتیگراد و نور سبز رنگ استفاده شد و میزان جذب نور توسط عصاره با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر (Varian 300 Scan, USA) که روی طول موج‌های ۶۶۳ و ۶۴۵ تنظیم شده بود، اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری پروتئین‌های محلول توسط روش بردفورد (Bradford, 1976) انجام گردید. برای استخراج پروتئین‌های محلول برگ پرچم طبق این روش از بافر Tris-HCl و برای رنگ آمیزی از کوماسی برلیانت بلو جی استفاده شد. تمامی مراحل استخراج و رنگ‌آمیزی در دمای۴-۰ درجه سانتیگراد (سردخانه) انجام شد و میزان جذب نور محلول بدست آمده توسط دستگاه اسپکتروفوتومتر در طول موج ۴۹۵ نانومتر ملاک غلظت پروتئین‌های محلول قرار گرفت. اندازه‌گیری همزمان سرعت فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای توسط دستگاه LCA-4, UK انجام شد. برای این کار قسمت میانی برگ‌های پرچم مورد استفاده قرار گرفت و عدد دستگاه بعد از گذشت ۴۵ ثانیه ثبت گردید. اندازه‌گیری‌ها از ساعت ۱۲-۱۰ صبح انجام شد.

برای استخراج، خالص‌سازی و اندازه‌گیری IAA و ABA در دانه‌های در حال رشد در مراحل مختلف بعد از گلدهی با کمی اصلاحات از روش کلن و همکاران (Kelen *et al.*, 2004) استفاده شد. به طور خلاصه۲ گرم از نمونه منجمد شده بوسیله نیتروژن مایع و هاون چینی سائیده شده و در لوله‌های مخروطی ۵۰ میلی‌لیتری ریخته شد و پس از افزودن ۴۰ میلی‌لیتر محلول متانول ۸۰٪ حاوی 0.25 mg ml^{-1}Butylated Hdroxytoluene و 0.5mg ml^{-1} Sodium Ascorbate به آن، به مدت ۱۶ ساعت در تاریکی و در دمای ۴ درجه سانتیگراد نگهداری شد تا عمل انحلال به خوبی صورت گیرد. سپس نمونه‌ها به وسیله کاغذ صافی واتمن ۴۰ صاف و متانول اضافی آن به وسیله دستگاه لیوفلایزر (Nova Lyphe-NL500) حذف گردید. به محلول باقی مانده به مقدار مساوی محلول بافر فسفات اضافه و pH آن را به وسیله ۰/۲KOH نرمال درسطح ۸/۵ تنظیم و محلول حاصل را بوسیله ۸-۵ میلی‌لیتر اتیل استات (Ethyl Acetate HPLC grade) دو بار شستشو داده شد.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1385.8.3.7.0]

پس از اضافه کردن اتیل استات، محلول دو فاز گردید. در این زمان محلول موجود در لوله‌ها به شدت ورتکس و مرحله بالایی (اتیل استات) دور ریخته شد. باقی مانده اتیل استات در محلول نیز به وسیله دستگاه لیوفلایزر حذف و pH بخش غیر آلی باقی مانده توسط HCl ۰/۲ نرمال در حدود ۳-۲ تنظیم شد. عمل شستشو دوبار دیگر توسط اتیل استات تکرار گردید. با این تفاوت که این بار اتیل استات رادر ظرف جداگانه نگهداری کرده و بخش غیر آلی دور ریخته شد. در ادامه اتیل استات توسط دستگاه لیوفلایزر کاملاً تبخیرگردید و باقی مانده را بلافاصله در ۲ میلی‌لیتر متانول (HPLC grade) حل و از فیلتر یک بار مصرف Polytetrafluoroethylene 0.45 عبور داده شد. محلول به دست آمده توسط دستگاه HPLC (Knauer, Gremany) با استفاده از ستونC18 و شدت جریان ۰/۸ میلی‌لیتر در ثانیه و حلال استیک اسید ۰/۱ نرمال و متانول ۸۰٪ (HPLC grade) به نسبت ۵۰:۵۰ تجزیه و غلظت IAA و ABA با استفاده از غلظت‌های مختلف استانداردهای این دو ماده تعیین گردید.

برای اندازه‌گیری عملکرد دانه، بیوماس، زیست توده، شاخص برداشت و وزن هزار دانه از دو گلدان حاوی ۱۰ بوته استفاده شد. محاسبات آماری با استفاده از نرم افزارهای SAS، MSTATC و Minitab و مقایسات میانگین به وسیله روش LSD انجام شدند.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس عملکرد و اجزای آن و شاخص برداشت در جدول۲ ارائه شده است. تأثیر تنظیم کننده‌های رشد بر کلیه صفات معنی‌دار بود. ارقام نیز از نظر صفات مورد مطالعه (به جز شاخص برداشت) در جدول فوق مشاهده شد. با این حال اثر متقابل معنی‌دار بین رقم و تیمار پاشش تنظیم کننده رشد فقط در خصوص عملکرد و زیست توده مشاهده شد. همانگونه که نتایج مقایسات میانگین‌ها در جدول۲ نشان می‌دهند، در تیمارهای مورد بررسی، عملکرد دانه، زیست‌توده و تعداد دانه در سنبله رقم مرودشت بیشتر از رقم زاگرس و وزن هزار دانه رقم زاگرس بیش از رقم مرودشت بود، ولی از نظر شاخص برداشت تفاوت معنی‌داری بین ارقام دیده نشد. با توجه به اینکه تعداد سنبله در واحد سطح، وزن و تعداد دانه اجزاء عملکرد در گیاه گندم می‌باشند (Duggan *et al.*, 2000) و کلیه تیمارهای تنظیم کننده رشد بعد از گلدهی مصرف شده

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر محلول‌پاشی تنظیم کننده‌های رشد (ABA و CK) بر زیست توده ، عملکرد دانه، شاخص برداشت و اجزای عملکرد دو رقم گندم (مرودشت و زاگرس)

Table 2. Analysis of variance for grain yield and its components, biomass and harvest index in two bread wheat cultivars as affected by ABA and CK plant growth regulators

			میانگین مربعات MS				
S. O. V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df	زیست توده Biomass	عملکرد دانه Grain yield	شاخص برداشت HI	وزن هزار دانه 1000-GW	تعداد دانه در سنبله Grain spike^{-1}
Block	بلوک	2	75929.9*	4872.5^{ns}	31.4^{ns}	3.2^{ns}	10.74^{ns}
Plant Growth Regulators (PGR)	تنظیم‌کننده‌رشد	4	93324.7*	27937.9*	38.1*	4.4*	63.42*
E (a)	خطای a	8	1264.8	5205.6	12.6	0.8	11.65
Cultivar (C)	ژنوتیپ	1	151698.8**	85354.5*	18.1^{ns}	214.7**	1389**
C × PGR	ژنوتیپ × تنظیم کننده رشد	4	17254.2*	6923.4*	11.2^{ns}	3.6^{ns}	15.90^{ns}
E (b)	خطای b	10	17518	5948.2	13.1	4.2	13.09
C.V. %	ضریب تغییرات		10.16	10.35	9.44	5.2	8.74

* and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively. * و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

ns: Non- significant ns : غیر معنی دار

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1385.8.3.7.0]

بودند، عملاً تعداد سنبله در واحد سطح تحت تأثیر این تیمارها قرار نگرفت. در این شرایط عملکرد بالاتر رقم مرودشت بوسیله تعداد دانه بیشتر کنترل شده و علی‌رغم وزن هزار دانه بالاتر رقم زاگرس تعداد دانه در سنبله کمتر این رقم باعث پایین‌تر بودن عملکرد اقتصادی آن نسبت به رقم مرودشت شد.

نتایج به دست آمده از مقایسات میانگین صفات فیزیولوژیک در تیمارهای تنظیم کننده رشد (جدول۳) در مقایسه با شاهد نشان داد که مصرف تنظیم‌کننده رشد CK در نیمه اول رشد دانه (۲تا ۵ روز بعد از گلدهی) در مقایسه با سایر تیمارها باعث افزایش معنی‌دار عملکرد دانه شده است (جدول ۳). مصرف تنظیم کننده رشد ABA در نیمه اول رشد دانه (۲تا ۵ روز بعد از گلدهی) باعث کاهش معنی‌دار زیست‌توده در مقایسه با شرایط شاهد شد، ولی عملکرد دانه در مقایسه با شرایط شاهد کاهش معنی‌داری ندشت (جدول ۳). مصرف ABA در هر دو مرحله محلول‌پاشی به وسیله تحریک فرآیند پیری و کاهش ظرفیت فتوسنتزی موجب کاهش تولید ماده خشک شد و از طرف دیگر با تسریع انتقال مجدد ترکیبات ذخیره‌ای موجود در ساقه به دانه‌های در حال رشد که قوی‌ترین مخزن‌های گیاه در اواخر دوره رشد هستند، موجب حفظ عملکرد دانه به ازاء کاهش

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر تنظیم کننده‌های رشد در زمان‌های مختلف محلول‌پاشی و ارقام گندم از نظر عملکرد دانه، زیست توده، شاخص برداشت، وزن هزار دانه و تعداد دانه در خوشه

Table 3. Mean comparision of effect of plant growth regulators and their times of application on grain yield, biomass, harvest index, 1000 grain weight, grain No. spike^{-1} in two bread wheat cultivars

تیمار Treatment	عملکرد Yield		تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه (گرم)	شاخص برداشت (درصد)
	دانه(گرم در متر مربع) Grain (gm^{-2})	بیوماس(گرم در متر مربع) Biomass (gm^{-2})	Grain spike^{-1}	1000 grain weight(g)	Harvest index (%)
	Plant regulator تنظیم کننده رشد				
شاهد	674.7 b	1304 b	38.90 ab	37.85 b	34.54 b
۵۰ میکرومولارسیتوکینین مرحله اول 50 Mm CK stage 1	861.2 a	1484 a	44.21 a	40.05 a	38.76 ab
۵۰ میکرومولار آبسیزیک اسید مرحله اول 50 Mm ABA stage 1	724.0 b	1202 c	37.37 b	39.74 a	40.31 a
۵۰ میکرومولارسیتوکینین مرحله دوم 50 Mm CK stage 2	753.3 b	1351 b	41.64 a	39.57 a	37.19 ab
۵۰ میکرومولار آبسیزیک اسید مرحله دوم 50 Mm ABA stage 2	713.1 b	1173 c	44.64 a	39.43 a	40.70 a
LSD(0.05)	96.1	47	4.55	1.20	4.73
	Genotype ژنوتیپ				
مرودشت Marvdasht	798.6 a	1374 a	48.20 a	36.65 b	58.61 a
زاگرس Zagrose	691.2 b	1232 b	34.59 b	42.00 a	56.29 a
LSD(0.05)	62.75	107.6	2.94	1.67	4.41

مرحله اول: مصرف CK و ABA از ۲ روز بعد از گرده‌افشانی به مدت ۴ روز متوالی.

Stage1: application of ABA and CK two days after anthesis in four days intervals

مرحله دوم: مصرف CK و ABA از ۱۳ روز بعد از گرده‌افشانی به مدت ۴ روز متوالی.

Stage1: application of ABA and CK 13 days after anthesis in four days intervals

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1385.8.3.7.0]

عملکرد زیست توده نسبت به شرایط عدم تنش رطوبتی گردید (Yang *et al*., 2001; Yang *et al*., 2002; Yang *et al*., 2003). کاهش معنی‌دار عملکرد زیست توده در تیمار ABA و افزایش عملکرد زیست توده و دانه به وسیله مصرف CK در مرحله اول رشد دانه به خوبی نشان‌دهنده اثرات ناهمسازی این دو تنظیم‌کننده رشد بر روی فرایندهای رشدی می‌باشد (Xie *et al*., 2004; Yang *et al*., 2002). مصرف خارجی ABA اثرات چندگانه‌ای بر گیاه دارد. به طور مثال با بستن روزنه‌های گیاه باعث کاهش فتوسنتز جاری گیاه می‌شود یا از طریق افزایش مقدار اتیلن یا افزایش حساسیت داخلی گیاه به این تنظیم‌کننده رشد باعث تحریک پیری گیاه می‌شود (Yang *et al*., 2003). مدارک موجود نشان می‌دهند که در بین تنظیم‌کننده‌های رشد اصلی اتیلن و CK تنظیم کننده‌های پیری در گیاه می‌باشند (Smart, 1994). نتایج تحقیقات وینگلر و همکاران (Wingler *et al*., 1995) نشان داد که CK، تخریب کلروفیل و آنزیم‌های موثر در زنجیره فتوسنتزی را به تأخیر می‌اندازد. تیمار ABA در مرحله اول و دوم رشد دانه بالاترین شاخص برداشت را در پی داشت (جدول ۳). ABA علی‌رغم کاهش رشد گیاه، احتمالاً با تسریع انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای از منبع‌های ثانویه خصوصاً ساقه‌ها به دانه‌های در حال رشد باعث افزایش شاخص برداشت در مقایسه با دیگر تیمارها می‌شود. یانگ و همکاران (Yang *et al*., 2001; Yang *et al*., 2002; Yang *et al*., 2003) نیز گزارش کردند که علی‌رغم تسریع پدیده پیری، انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای از منبع‌های ثانویه به دانه‌های در حال رشد بوسیله ABA افزایش می‌یابد. احتمالاً تسریع پدیده پیری در طول دوره پرشدن دانه پیش نیاز تسریع انتقال مجدد از منبع‌های ثانویه مانند ساقه‌ها و برگ‌ها به دانه‌های در حال رشد به حساب می‌آید (Yang *et al*., 2003; Zhang *et al*., 2005).

وزن هزار دانه شاهد کمتر از سایر تیمارهای مورد بررسی بود (جدول ۳). هر یک از تیمارهای تنظیم‌کننده رشد باعث افزایش وزن هزار دانه شدند. مصرف تیمار CK در مرحله اول و ABA در مرحله دوم رشد دانه باعث شکل‌گیری بیشترین تعداد دانه در خوشه شدند. در این آزمایش مصرف خارجی CK در مرحله اولیه رشد دانه، احتمالاً از طریق تحریک تقسیم سلولی (Roitsch and Ehneb, 2000) و به تعویق انداختن پیری گیاه و افزایش ظرفیت فتوسنتزی (Xie *et al*., 2004) و در مرحله دوم رشد دانه از طریق به تعویق انداختن پیری و افزایش دوره فعال رشد دانه (Yang *et al*., 2002) موجب افزایش وزن دانه‌ها شده است. در حالیکه مصرف خارجی ABA در مرحله اول و دوم رشد دانه از طریق تحریک پیری و افزایش میزان انتقال مجدد ترکیبات ذخیره‌ای از منبع‌های ثانویه خصوصاً ساقه‌ها به دانه‌های در حال رشد موجب افزایش وزن هزار دانه نسبت به شرایط شاهد شد.

تجزیه‌واریانس اثرات مصرف‌خارجی تنظیم‌کننده‌های رشد بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی منبع و مخزن ارقام گندم در جدول ۴ ارائه شده است. نتیجه مقایسات میانگین در شکل ۱b و ۱a نشان می‌دهند که CK در هر دو مرحله پاشش، باعث افزایش مقادیر نسبی کلرفیل a و b در مقایسه با دیگر تیمارها شد و در حالیکه مصرف ABA در هر دو مرحله از رشد دانه باعث کاهش مقادیر نسبی آن‌ها شد. ژنوتیپ زاگرس تحت تیمارهای تنظیم‌کننده رشد مورد بررسی به جز زمانیکه در مرحله دوم رشد دانه ABA مصرف شد، همواره کلروفیل a بیشتری در مقایسه با رقم مرودشت داشت. رقم زاگرس در تیمارهای مختلف همواره میزان فتوسنتز در واحد سطح بیشتری نسبت به رقم مرودشت داشت و CK همانطور که باعث افزایش معنی‌دار مقادیر کلروفیل a و b در مرحله اول و دوم رشد دانه شد، سرعت فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای را نیز در این مراحل به طور معنی‌داری افزایش داد. ABA سرعت فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای را

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1385.8.3.7.0]

جدول ۴- تجزیه واریانس اثر محلول‌پاشی تنظیم کننده‌های رشد بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی منبع و مخزن در دو رقم گندم (مرودشت و زاگرس)

Table 4. Analysis of variance for effect of exogenous application of plant growth regulators on some physiological characteristics of source and sink in two wheat varieties (Marvdasht, Zagros)

		میانگین مربعات MS							
S.O.V. منابع تغییرات	درجه آزادی df	کلرفیل a Chlorophyll *a*	کلرفیل b Chlorophyll b	نسبت کلرفیل a/b Chlorophyll *a/b ratio*	پروتئین محلول برگ پرچم Flag leaf soluble protein	فتوسنتز برگ پرچم Flag leaf photosynthesis	هدایت روزنه‌ای برگ پرچم Flag leaf stomatal conductance	IAA	ABA
بلوک Block	2	0.01^{ns}	0.001^{ns}	14.76^{ns}	0.83^{ns}	3.34^{ns}	0.02**	10.12*	0.46^{ns}
تنظیم کننده رشد Plant Growth Regulators (PGR)	4	1.48**	0.22**	65.34**	50.78**	109.1**	0.02**	86.96**	3.14**
خطای (a) Error (a)	8	0.02	0.02	8.64	1.27	3.11	0.0001	5.15	0.27
ژنوتیپ Genotype (G)	1	3.37**	0.12**	80.88**	7.97*	44.96**	0.0001^{ns}	21.97**	0.65^{ns}
مرحله نمونه گیری Sampeling (S)	5	14.90**	3.68**	70.60**	637.1**	20.04**	0.18**	6.53*	0.19^{ns}
ژنوتیپ× تنظیم کننده رشد G × PGR	4	0.07*	0.05**	438**	10.39**	4.57^{ns}	0.0005^{ns}	199.9**	13.97**
تنظیم‌کننده رشد×مرحله نمونه گیری PGR × S	20	0.24**	0.09**	68.78**	6.98**	8.38*	0.009**	12.24**	0.84**
ژنوتیپ × مرحله نمونه گیری G × S	5	1.85**	0.14**	65.72**	3.31*	48.99**	0.02**	3.65^{ns}	0.35^{ns}
ژنوتیپ × تنظیم کننده رشد × مرحله نمونه گیری G × PGR × S	20	0.18**	0.04**	76.17**	3.92**	6.30^{ns}	0.002^{ns}	1.78^{ns}	0.67*
خطای b Error(b)	110	0.26	0.01	5.61	1.42	4.59	0.002	1.74	0.32
ضریب تغییرات (C.V.)		17.32	25.28	26.42	19.45	14.90	31.24	26.79	25.64

* and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

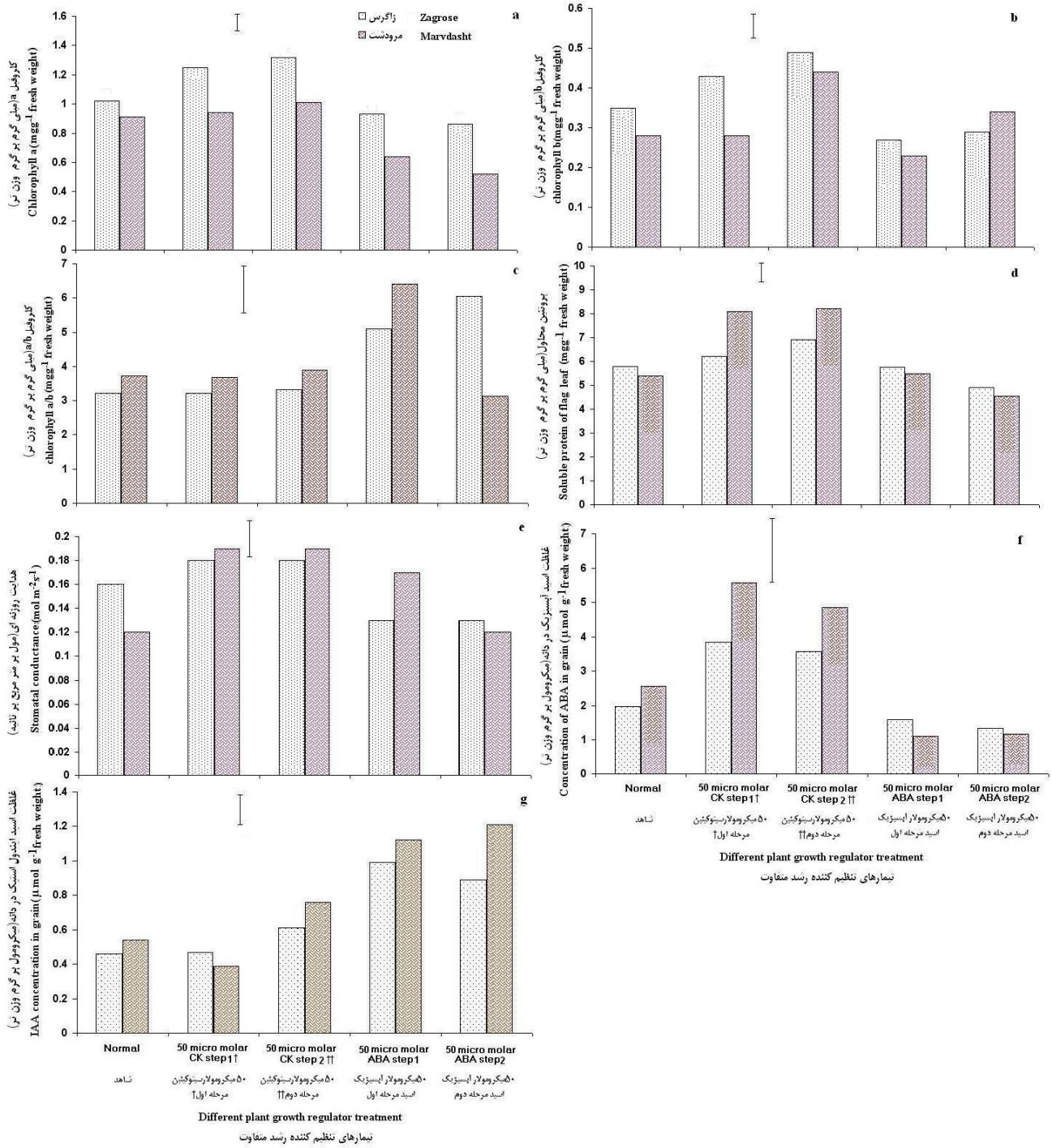
* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

ns: Non- significant

ns: غیر معنی دار

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1385.8.3.7.0]



شکل ۱- اثر متقابل تنظیم کننده‌های رشد و ژنوتیپ بر روی برخی خصوصیات فیزیولوژیکی در سطح منبع و مخزن در دو ژنوتیپ گندم (مرودشت و زاگرس).

† مرحله اول: مصرف CK و ABA از دو روز بعد از گرده‌افشانی به مدت چهار روز متوالی.

†† مرحله دوم: مصرف CK و ABA از ۱۳ روز بعد از گرده‌افشانی به مدت چهار روز متوالی

Fig. 1. Interaction between plant growth regulators and genotypes on some physiological characteristics at source and sink levels in two bread wheat genotypes (Marvdasht , Zagros).

† Stage one: application of ABA and CK two days after anthesis in four days intervals.

†† Stage two: application of ABA and CK, 13 days after anthesis in four days intervals

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1385.8.3.7.0]

کاهش داد (شکل ۱e). زانگ و همکاران (Zhang *et al.*, 2005) و زی و همکاران (Xie *et al.*, 2004) نیز در همین ارتباط مشاهده کردند که مصرف ABA در طول دوره رشد دانه در گندم میزان کلرفیل و فتوسنتز را کاهش می‌دهد اما محلول‌پاشی CK باعث افزایش مقادیر نسبی آن‌ها می‌شود. چنین نتایجی به سادگی نشان می‌دهد که ABA و CK در کنترل پدیده پیری در گندم نقش داشته و در این ارتباط با هم برهمکنش متقابل دارند. غلظت IAA در شرایط شاهد در دانه‌های رقم مرودشت بیشتر از رقم زاگرس بود. مصرف خارجی CK مقدار IAA دانه‌های هر دو رقم را به طور معنی‌داری افزایش داد اما مقدار افزایش در رقم مرودشت بیشتر از رقم زاگرس بود. ABA باعث کاهش غلظت IAA در بذور هر دو ژنوتیپ شد ولی مقدار کاهش غلظت در رقم مرودشت بیشتر بود (شکل ۱g).

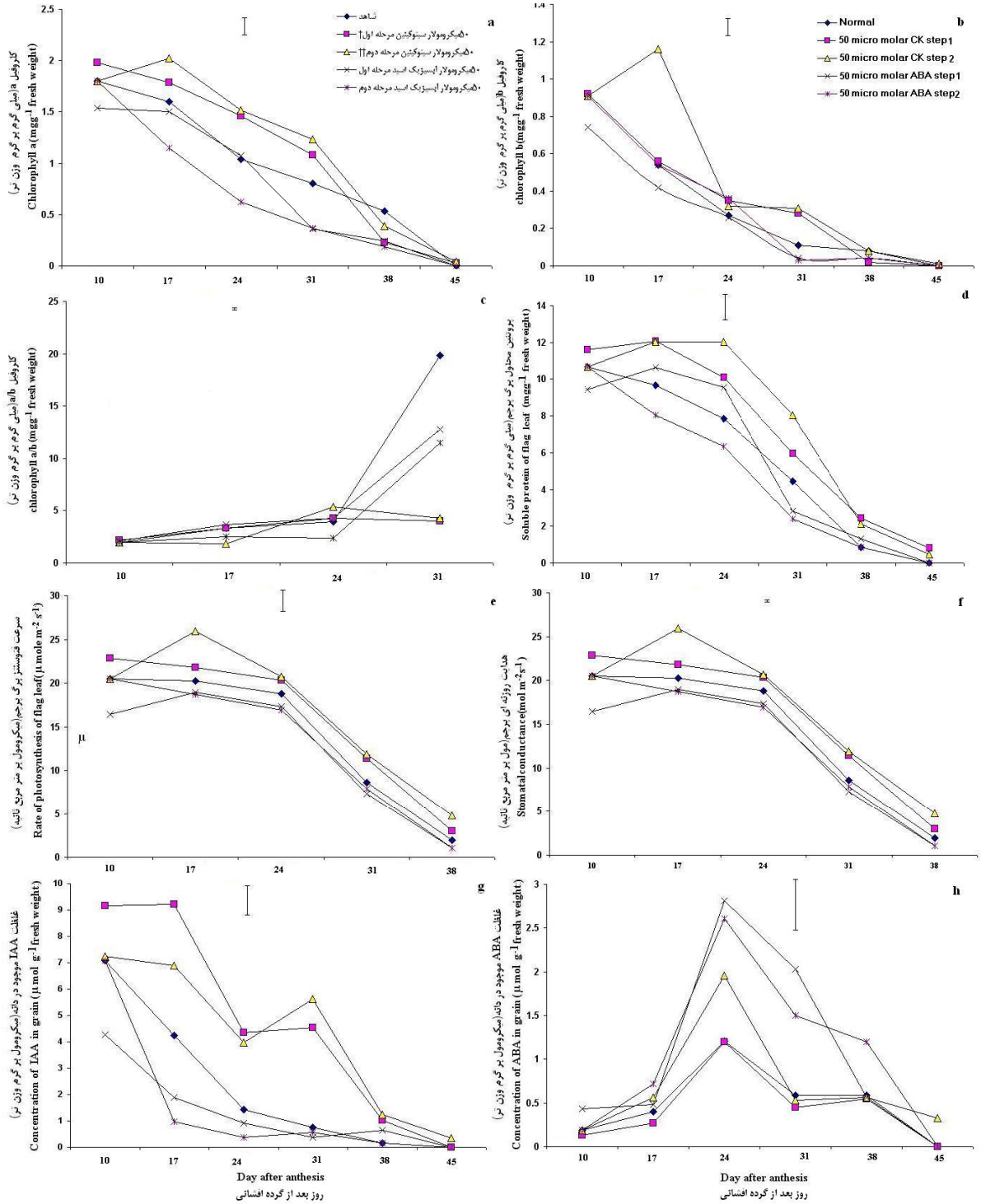
بررسی اثرات متقابل بین تنظیم‌کننده‌های رشد و مرحله نمونه‌گیری (شکل ۲b و ۲a) نشان داد که CK در هر دو مرحله محلول‌پاشی علاوه بر افزایش نسبی مقادیر کلرفیل a و b موجب افزایش پایداری نسبی آن‌ها نیز شده است. این روند باعث گردید همانند آنچه که در مورد دیگر تیمارها نیز دیده شد، نسبت کلروفیل a/b افزایش پیدا کند (شکل ۲c). تیمار ارقام مورد بررسی در هر دو مرحله رشد دانه با ABA علاوه بر اینکه باعث کاهش معنی‌دار مقادیر کلروفیل a و b نسبت به شاهد شد، پایداری آن‌ها را نیز کاهش داد به نحوی که ۳۸ روز بعد از گلدهی میزان کلرفیل a و b تحت تیمارهای ABA درکمترین حد خود بود (شکل ۲b و ۲a). با توجه به تأثیر مثبت و معنی‌دار CK بر روی پارامترهای فتوسنتزی در این بررسی احتمالاً این تنظیم کننده رشد همانطور که نتایج حاصله از بررسی‌های سینکوا و همکاران (Synkova, 1997) و وینگلر و همکاران (Wingler, 1998) نشان داده‌اند، به صورت مستقیم بر روی پارامترهای فتوسنتزی مانند کلروفیل و سنتز پروتئین و پایداری آن‌ها و همچنین فعالیت‌های آنزیمی تأثیر گذاشته و در نهایت سرعت و پایداری فتوسنتز در واحد زمان را بالا برده است.

پروتئین‌های محلول برگ پرچم در ژنوتیپ‌های مورد بررسی در مراحل مختلف رشد دانه و پایداری آن‌ها در واحد زمان در تیمارهای CK افزایش یافتند. مصرف ABA نیز در هر دو مرحله رشد دانه باعث کاهش مقدار و پایداری پروتئین‌های محلول در طول دوره نمونه‌گیری شد (شکل‌های ۱d و ۲d). مصرف خارجی ABA در مرحله اول رشد دانه باعث کاهش شدید پروتئین‌های محلول موجود در برگ‌های پرچم ارقام مورد بررسی گردید، در ادامه به طور نسبی مقادیر از دست رفته جبران شد، اما این اثر برای مدت کوتاهی بود و در نهایت پایداری پروتئین‌های محلول در واحد زمان کاهش یافت. محلول‌پاشی CK در هر دو مرحله با افزایش میزان فتوسنتز در واحد سطح سبز برگ پرچم و هدایت روزنه‌ای همراه بود ولی مصرف ABA در هر دو زمان محلول‌پاشی میزان فتوسنتز در واحد سطح سبز برگ پرچم و هدایت روزنه‌ای را کاهش داد (شکل ۲e و ۲f).

غلظت IAA در دانه‌های در حال رشد در تمامی تیمارهای مورد بررسی در مرحله اول نمونه‌گیری بیشترین مقدار بود (شکل ۲g)، که موافق با یافته‌های یانگ و همکاران (Yang *et al.*, 2001; Yang *et al.*, 2002; Yang *et al.*, 2003) است. آن‌ها گزارش کردند که IAA بیشترین غلظت خود را در مرحله اولیه رشد دانه دارد. احتمالاً این تنظیم کننده رشد در تقسیم سلولی با CK بصورت همسازی عمل می‌کند و بدین وسیله ممکن است نقش کلیدی همانند CK در تسریع تقسیم سلولی و شکل‌گیری اندازه مخزن داشته باشد. در بین تیمارهای مورد بررسی محلول‌پاشی CK در اولین مرحله رشد دانه بیشترین تأثیر مثبت را بر غلظت IAA گذاشت، درحالیکه تنظیم کننده رشد ABA در هر دو مرحله بشدت از میزان IAA دانه کاست (شکل ۲g). محلول پاشی ABA در مرحله اول رشد دانه از طریق

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1385.8.3.7.0]



شکل ۲- اثر متقابل تنظیم کننده‌های رشد و مرحله نمونه‌گیری بر روی برخی خصوصیات فیزیولوژیکی در سطح مبداء و مقصد در دو ژنوتیپ گندم (مرودشت و زاگرس).

† مرحله اول: مصرف CK و ABA از دو روز بعد از گرده‌افشانی به مدت چهار روز متوالی،

†† مرحله دوم: مصرف CK و ABA از ۱۳ روز بعد از گرده‌افشانی به مدت چهار روز متوالی

Fig. 2. Mean comparison interaction between plant growth regulators and sampling stage on some physiological characteristic at sink and source levels on two wheat varieties (Marvdasht , Zagros).

† Stage one: application of ABA and CK, two days after anthesis in four days intervals.

†† Stage two: application of ABA and CK, 13 days after anthesis in four days intervals

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1385.8.3.7.0]

تأثیر منفی بر غلظت هورمون IAA (و احتمالاً CK) موجب کاهش عملکرد دانه گندم شده است. این نوع واکنش به این خاطر است که تنظیم کننده‌های رشد CK و IAA در تقسیم سلولی دانه‌های در حال رشد در مرحله اولیه رشد دانه نقش کلیدی ایفا می‌کنند.

محلول‌پاشی CK در مرحله اول رشد دانه گندم میزان پروتئین محلول برگ پرچم را بطور معنی‌داری افزایش داد، ولی میزان افزایش پروتئین محلول برگ پرچم در رقم مرودشت بیشتر از رقم زاگرس بود. ABA در هر دو مرحله باعث کاهش میزان پروتئین محلول برگ پرچم شد و میزان کاهش در هر دو ژنوتیپ تحت این تیمار یکسان بود (شکل ۲d). محلول‌پاشی ABA در هر دو مرحله رشد دانه میزان تنظیم کننده رشد ABA را در دانه‌های در حال رشد افزایش داد. رقم مرودشت در این شرایط میزان ABA داخلی بیشتری نسبت به رقم زاگرس داشت (شکل ۲f). مصرف تنظیم کننده رشد CK بر روی ژنوتیپ مرودشت در مرحله اول باعث کاهش میزان غلظت ABA داخلی دانه‌ها شد، ولی در مرحله دوم مصرف CK چنین اثر کاهش را ایجاد نکرد (شکل ۲g). با توجه به این نکته که در شرایط عادی غلظت ABA در دانه‌های در حال رشد در مرحله دوم رشد به شدت بالا می‌رود (Zhang *et al.*, 2005; Yang *et al.*, 2003; Wnag and Zhang, 2006) شاید در این شرایط CK از طریق کندکردن روند افزایش غلظت ABA تأثیر خود را بر وزن دانه‌ها گذاشته باشد و در صورت عدم محلول‌پاشی CK در این زمان، غلظت ABA بیشتر از این مقدار می‌شد. در این شرایط احتمالاً بین دوره خطی پرشدن دانه بعد از مرحله تقسیم سلولی و افزایش غلظت ABA رابطه مثبتی وجود داشته باشد.

تیمار خارجی ABA در مرحله اول رشد دانه (شکل ۲h) غلظت این تنظیم کننده رشد را در این مرحله از رشد دانه نسبت به بقیه تیمارها افزایش داد. افزایش غلظت ABA تحت این تیمار با کاهش غلظت IAA همراه بود. یانگ و همکاران (Yang *et al.*, 2003) اعلام نمودند که در تنش خشکی، غلظت ABA در درون بذور افزایش می‌یابد و نشان دادند که مصرف خارجی ABA غلظت این تنظیم کننده رشد را به طور مصنوعی در بذور همانند آنچه در شرایط تنش خشکی در بذور رخ می‌دهد، بالا می‌برد. در چنین شرایطی مصرف خارجی ABA، غلظت IAA را که یک تنظیم کننده رشد کلیدی در شکل‌گیری قدرت مخزن است، در ژنوتیپ مرودشت با شدت بیشتری نسبت به رقم زاگرس کاهش داد.

حداکثر غلظت ABA همزمان با مرحله پرشدن دانه در سومین مرحله از نمونه‌گیری مشاهده شد (شکل ۲h). در این زمان، محلول‌پاشی CK سبب شد که غلظت ABA به کمترین مقدار خود نسبت به سایر تیمارها برسد، در حالیکه محلول‌پاشی ABA سبب شده میزان ABA دانه‌ها به حداکثر خود در بین تمام تیمارها برسد. این نتایج به وضوح اثر ناهمسازی موجود بین ABA و CK را نشان می‌دهد که قبلاً نیز به وسیله دیگر محققین از جمله پاسپیسلوا و همکاران (Pospislova *et al.*, 2005) و زای و همکاران (Xie *et al.*, 2005) نیز گزارش شده است.

با توجه به نتایج به دست آمده در بین تیمارهای اعمال شده محلول‌پاشی CK در مرحله اول رشد دانه (تقسیم سلولی) بهترین نتیجه را در شکل‌گیری عملکرد اقتصادی داشت. CK از طریق تاثیر مثبت بر تقسیم سلولی در سطح مخزن فیزیولوژیک (Yang *et al.*, 2003; Roitsch and Ehneb, 2000; Zhang *et al.*, 2005) پتانسیل اندازه مخزن فیزیولوژیک را افزایش داد و با افزایش ظرفیت فتوسنتزی از طریق تأثیر مثبت بر اجزاء فتوسنتزی مانند کلرفیل (شکل a و ۱b) و پروتئین محلول (شکل ۲d) و افزایش غلظت IAA (شکل ۱g) در مرحله اولیه رشد و کاهش غلظت ABA، موجب افزایش وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله شده و در نتیجه عملکرد در واحد سطح را به طور معنی‌داری افزایش داد (جدول۳). افزایش غلظت ABA مصرف (شکل۱f) در مرحله اول رشد دانه از طریق تاثیر منفی بر CK

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1385.8.3.7.0]

(Yang *et al*., 2002) و IAA باعث کاهش تعداد دانه در سنبله شد (جدول ۳) ولی مصرف ABA در مرحله دوم رشد دانه احتمالاً از طریق تحریک انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای از منبع‌های ثانویه مانند برگ‌ها و ساقه‌ها به دانه‌های در حال رشد عملکرد دانه را نسبت به شرایط شاهد افزایش داد.

منابع مورد استفاده References

قدسي، م.، م. ر. جلال‌كمالي، م. ر. چائي‌چي و د. مظاهري. ۱۳۸۲. تجمع و انتقال مجدد مواد فتوسنتزی در ارقام گندم تحت تنش رطوبت در مراحل مختلف قبل و بعد از گرده‌افشانی در شرایط مزرعه‌ای. مجله پژوهش‌های زراعی ایران ۲: ۲۱۶-۲۰۵.

نادري، ا.، ق. نورمحمدي، ا. مجيدي هروان، ا. هاشمي دزفولي و ع. رضايي. ۱۳۸۰. مطالعه همبستگی و تجزیه عملکرد پروتئین دانه و صفات وابسته به آن در ژنوتیپ‌های گندم بهاره در شرایط مطلوب و تنش خشکی بعد از گرده افشانی. مجله علوم کشاورزی ۲: ۱۳-۱.

Arnon, D. I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts: polyphenol-oxidase in *Beta Vulgaris*. Plant physiol. 24: 1-15.

Ashraf, M. Y., A. R. Azmi, A. H. Khan and S. A. Ala. 1994. Effect of water stress on total phenols, peroxidase activity and chlorophyll content in wheat. Acta Physiol. Planta. 16: 185-190.

Badenoch-Jones, J., C. W. Parker, D. S. Latham and S. Singh. 1996. Effect of cytokinins supplied via the xylem at multiples of endogenous concentrations on transpiration and senescence in derooted seedlings of oat and wheat plant. Plant Cell Env. 19: 504-516.

Borisjuk, L., S. Walenta, H. Rolletschek, W. Mueller-Klieser, U. Wobus and H. Weber. 2000. Spatial analysis of plant metabolism: sucrose imaging within *Vicia faba* cotyledons reveals specific developmental patterns. Plant J. 29: 521-530.

Bradford, M. M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein dye bonding. Analytical Biochem. 72: 248-254.

Bremer, M. L. and N. Cheikh. 1995. The role of hormones in photosynthate partitioning and seed filling. *In*: Davies P.J. (eds.), Plant Hormones. Kluwer Academic Publishers, the Netherlands, pp. 649–670.

Duggan, B. L., D. R. Domitruk and D. B. Fowler. 2000. Yield component variation in winter wheat grown under drought stress. Can. J. Plant Sci. 80: 739-745.

Hortenstainer, S. and U. Feller. 2002. Nitrogen metabolism and remobilization during senescence. Exp. Bot. 370: 927-937.

Kelen, M., E. Cubukdem-Iralay, S. Sen and G. Ozkan. 2004. Separation of abscisic acid, indole-3-acetic acid, gibberellic acid in 99R (*Vitis berlandieri* x *Vitis rupestris*) and rose Oil (*Rosa damascena* Mill.) by reversed phase liquid chromatography. Turk. J. Chem. 28: 603-610.

Koch, K. 2004. Sucrose metabolism: regulatory mechanisms and pivotal roles in sugar sensing and plant development. Current Opinion. Plant Biol. 7: 235–246.

Kumar, B., D. M. Pandey, C. L. Goswami and S. Jain. 2001. Effect of growth regulators on photosynthesis, transpiration, and related parameters in water stressed cotton. Biologia Planta. 44: 475-478.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1385.8.3.7.0]

Lenoble, M. E., W. G. Spollen and R. E. Sharp. 2004. Maintenance of shoot growth by endogenous ABA: genetic assessment of the involvement of ethylene suppression. J. Exp. Bot. 55: 237-254.

Nooden, L. D. 1988. Abscisic acid, auxin, and other regulators of senescence. *In*: Nooden L. and Leopold A. (eds), Senescence and Aging in Plants. Academic Press, San Diego, pp. 329-368.

Olsen, O. A., R. H. Potter and R. Kalla. 1992. Histodifferentiation and molecular biology of developing cereal endosperm. Seed Sci. Res. 2: 117-131.

Pospisilova, J., M. Vagner, J. Malbeck, A. Travnickova and P. Batkova. 2005. Interactions between abscisic acid and cytokinin during water stress and subsequent rehydration. Biologia Planta. 49: 533-540.

Roitsch, T. and R. Ehneb. 2000. Regulation of source/sink relations by Cytokinins. Plant Growth Regulators. 32: 359-367.

Smart, C. M. 1994. Gene expression during leaf senescence. Transley Review New Phytologist 126: 419-448.

Synkova, H., N. Wilhelmova, Z. Sestak and J. Pospisilova. 1997. Photosynthesis in transgenic plants with elevated cytokinin contents. *In*: Pessarakli M(ed): Handbook of photosynthesis. pp 541-552. Mercel Dekker, New York Basel-Hong Kong.

Weber, H., U. Heim, S. Golombek, L. Borisjuk and U. Wobus. 1998. Assimilate uptake and the regulation of seed development .Seed Sci. Res. 8: 331-345.

Wingler, A., A. Scahewen, C. L. Richard, J. Peter and WL. Paul-Quic. 1998. Regulation of leaf senescence by cytokinin, sugars and light. Plant Physiol. 116: 329-335.

Wnag, F., F. Cheng and G. Zhang. 2006. The relationship between grain filling and hormone content as affected by genotype and source-sink relation. Plant Growth Regul. 49: 1-8.

Xie, Z., D. Jiang, T. Dai and W. Cao. 2004. Effect of exogenous ABA and cytokinin on leaf photosynthesis and grain protein accumulation in wheat ears cultured in vitro. Plant Growth Regul. 44: 25-32.

Yang, J., J. Zhang, Z. Wang and Q. Zhu. 2003. Hormones in the grains in relation to sink strength and postanthesis development of spikelets in rice. Plant Growth Regul. 41: 185-195.

Yang, J., J. Zhang, Z. Wang, Q. Zhu and L. Liu. 2002. Abscisic acid and cytokinins in the root exudates and leaves and their relationship to senescence and remobilization of carbon reserves in rice subjected to water stress during grain filling. Planta 215: 645-652.

Yang, J., J. Zhang, Z. Wang, Q. Zhu and W. Wang. 2001. Hormonal changes in the grains of rice subjected to water stress during grain gilling. Plant Physiol. 127: 315–323.

Zhang, X., T. Wang and C. Li. 2005. Different responses of two contrasting wheat genotypes to abscisic acid application. Biologia Planta. 49: 613-616.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1385.8.3.7.0]

Effect of exogenous application of ABA and CK at different stages of grain development on some physiological aspects of source and sink relationship in two bread wheat cultivars

Saeidi[1], M. F. Moradi[2], A. Ahmadi[3], K. Poostini[4] and G. Najafian[5]

ABSTRACT

Saeidi, M., F. Moradi, A. Ahmadi, K. Poostini and G. Najafian. 2006. Effect of exogenous application of ABA and CK at different stages of grain development on some physiological aspects of source and sink relationship in two bread wheat cultivars. Iranian Journal of Crop Sciences. Vol. 8, No. 3, pp 268-282.

Plant growth regulators are the most important internal regulatory agents that adjust plant growth and development in relationship to gentic and environmental conditions. Among the plant growth regulators, cytokinins (CK) and abscisic acid (ABA) not only regulating the process of senescence and remobilization, but also have major roles on formation of sink and source strength and capacity. This study carried out to determine effect of exogenous application of CK and ABA (50 µM) on some physiological aspects of source and sink strength of two wheat cultivars (Marvdasht, Zagros), using a split plot arrangment based on Randomized Complete Block Design (RCBD) with three replications, in experimental field of the univereisty of Tehran, in 2005-2006 growing season. Results showed that when these plant growth regulators applied at different stages of grain growth including cell division (CD) and grain filling (GF), grain yield, biomass, harvest index (HI), 1000 grain weight and grain no. spike^{-1}, significantly changed. Application of CK at CD stage, led to higher grain yield, biomass and grain no. spike^{-1}. However, ABA at GF stage and CK at CD stage increased HI and significantly affected soluble proteins, chlorophyll content, photosynthesis rate, stomatal conductance and ABA and CK concentrations in flag leaves. In contrary, exogenous application of ABA increased ABA concentration of developing grains, while had inverse effect on IAA of the same grains. It can be coneluded that exogenous application of CK at cell division stage in grain growth phase may significantly improve biomass and grain yield.

Key words: Bread wheat, Cytokinin, Abscisic acid (ABA), Indol acetic acid (IAA), Soluble protein, Photosynthesis.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1385.8.3.7.0]

Received: July, 2006

1- Ph. D. student, Faculty of Agriculture, The University of Tehran, Karaj, Iran.
2- Assistant Prof., Agricultural Biotechnology Research Institute Karaj, Iran. (Corresponing authour)
3- Associated Prof., Faculty of Agriculture, The University of Tehran, Karaj, Iran.
4- Professor, Faculty of Agriculture, The University of Tehran, Karaj, Iran.
5- Assistant Prof., Seed and Plant improvement, Karaj, Iran.