

تأثیر محتوای رطوبت بذر بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر و رشد اولیه گیاهچه در چهار رقم کلزا

مهدی صادقی^۱، مسعود اصفهانی^۲، علی مومنی^۳، محمد ربیعی^۴ و حسن جهانزاده^۵

^۱ دانشجوی سابق کارشناسی ارشد زراعت دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان، ^۲ استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده علوم کشاورزی

دانشگاه گیلان، ^۳ استادیار پژوهش موسسه تحقیقات برنج کشور - رشت، ^۴ پژوهشگر موسسه تحقیقات برنج کشور - رشت

^۵ مربی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان

تاریخ دریافت: ۸۶/۵/۲۷؛ تاریخ پذیرش: ۸۷/۴/۲

چکیده

به منظور بررسی تأثیر زمان برداشت بر جوانه‌زنی بذر و رشد اولیه گیاهچه، بذره‌های چهار رقم کلزا به نام‌های هایولا ۳۰۸، هایولا ۴۰۱، هایولا ۴۲۰ و آرچی اس ۰۰۳، طی آزمایشی در سال زراعی ۱۳۸۴-۱۳۸۵ در قالب طرح کرت‌های خرد شده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در موسسه تحقیقات برنج کشور در رشت کاشته شدند. در پایان دوره رویش گیاهان، بذره‌های رقم‌های کلزا در چهار زمان مختلف براساس میزان رطوبت دانه خورجین‌های یک سوم پایینی ساقه اصلی (۴۵ درصد، ۳۵ درصد، ۲۵ درصد و ۱۵ درصد رطوبت دانه) برداشت شدند. بذره‌های هر تیمار پس از ضدعفونی سطحی، در ظروف پتری قرار گرفته و سپس به انکوباتور با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد انتقال داده شدند و آزمایش استاندارد جوانه‌زنی به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار برای هر تیمار به اجرا گذاشته شد. شمارش بذره‌های جوانه‌زده به صورت روزانه در یک ساعت معین به مدت ۷ روز انجام گرفت. در روز هفتم پس از شمارش بذره‌های جوانه‌زده، شاخص جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، انرژی جوانه‌زنی و میانگین مدت جوانه‌زنی بذرها و همچنین طول گیاهچه، وزن تر و وزن خشک گیاهچه اندازه‌گیری و شاخص قدرت بذر، محاسبه شد. نتایج نشان داد که صفات درصد جوانه‌زنی نهایی، شاخص قدرت بذر، شاخص جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، انرژی جوانه‌زنی و میانگین مدت جوانه‌زنی در زمان‌های مختلف برداشت اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند. همچنین، بین گیاهچه‌های ارقام کلزا از نظر کلیه صفات مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. میانگین مدت جوانه‌زنی در برداشت اول طولانی‌تر از سایر برداشت‌ها بود و سایر صفات در برداشت چهارم برتر بودند. به‌طور کلی تأخیر در برداشت و کاهش رطوبت دانه تا حد کمتر از ۲۰ درصد، باعث بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه شد. مقایسه این شاخص‌ها در چهار رقم کلزای مورد مطالعه نیز نشان داد که رقم هایولا ۴۰۱ نسبت به سایر ارقام از شاخص‌های جوانه‌زنی و قدرت رویش بهتری برخوردار بود.

واژه‌های کلیدی: جوانه‌زنی، رشد گیاهچه، زمان برداشت، کلزا و محتوای رطوبت

مقدمه

کیفیت بذر به عنوان عامل تکثیر گیاه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و به عوامل متعددی مانند خاک، اقلیم، تغذیه و اجرای عملیات زراعی در دوره رشدونمو گیاه مادری از کاشت تا برداشت و نیز دوره پس از برداشت، بستگی دارد (مک دونالد و همکاران، ۱۹۹۷؛ مندهام و همکاران، ۱۹۹۱). یکی از مسائل اساسی در تولید بذر، کیفیت مناسب و قدرت رویش آن است که ممکن است به دلایل مختلف قبل از کاشت آن کاهش یابد. در کاشت کلزا پس از برداشت برنج، به عنوان کشت دوم، نیاز به بذرهایی است که از قدرت رویش بالایی برخوردار باشند. وقوع شرایط نامساعد از قبیل بارندگی زیاد، رطوبت بیش از حد خاک، درجه‌ی حرارت پایین خاک و همچنین عدم زهکشی مناسب در اراضی شالیزاری، منجر به عدم جوانه‌زنی یکنواخت بذر و استقرار ضعیف گیاهچه‌های کلزا شده و در نتیجه تراکم مطلوب بوته‌ها به دست نمی‌آید. بنابراین، استفاده از بذرهایی با درصد جوانه‌زنی و قدرت رویش بالا در زراعت کلزا ضروری است (نصیری و همکاران، ۲۰۰۳).

باکلی و همکاران (۲۰۰۳) و الیاس و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند از جمله عواملی که ممکن است بر روی کیفیت بذر تأثیر بگذارند، مرحله رسیدگی، زمان برداشت، روش‌های برداشت، خشکانیدن بذر، درجه خلوص و شرایط انبارداری آن هستند. آزمون‌های جوانه‌زنی بذر اثر این عوامل را بر روی کیفیت بذر تشخیص داده و مقدار واقعی بذر لازم را جهت کاشت مشخص می‌کنند. عملیات برداشت بویژه زمان برداشت تأثیر زیادی بر کیفیت بذر دارند. برداشت زود یا دیرهنگام می‌تواند درصد جوانه‌زنی نهایی و قدرت رویش بذر را کاهش دهد (وایت، ۱۹۹۲). زمان برداشت بذر معمولاً پس از کامل شدن مرحله رسیدگی براساس میزان رطوبت بذر یا وضعیت ظاهری بذر یا گیاه مادری تعیین می‌شود (فنونیک‌کلی، ۱۹۸۸). در کلزا دوره گلدهی نسبتاً طولانی بوده و رسیدگی بذرها نیز غیریکنواخت است. در این گیاه

میزان رطوبت بذرها، خورجین‌ها و کل بوته در طی مرحله رسیدگی به تدریج از پایین بوته به بالای آن کاهش می‌یابد، از این رو، تعیین زمان برداشت بذر از اهمیت زیادی برخوردار است (حمیدی، ۲۰۰۴). الیاس و کاپلند (۲۰۰۱) گزارش کردند که بین کیفیت بذره‌های کلزا در زمان‌های مختلف برداشت اختلاف معنی‌داری وجود دارد و بذره‌های کلزای برداشت شده در مرحله رسیدگی کامل (بذره‌های تیره رنگ و سخت با رطوبت ۱۴-۱۰ درصد) دارای کیفیت بهتری از بذره‌های برداشت شده در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک (بذره‌های تغییر رنگ داده و دارای رنگ روشن‌تر و با رطوبت ۳۵-۳۰ درصد) هستند. آنها نشان دادند که برداشت کلزا قبل از رسیدگی کامل باعث کاهش عملکرد دانه نمی‌شود، اما اگر هدف از برداشت استفاده از آن به عنوان بذرهاهی شده باشد، باید اجازه داده شود تا بذرها به مرحله رسیدگی کامل برسند و سپس برداشت محصول صورت گیرد. در این صورت بذره‌های برداشت شده از کیفیت مناسب‌تری برخوردار خواهند بود. آنها دلیل این افزایش کیفیت را تأثیرگذاری هورمون‌ها از جمله تجمع سیتوکینین اعلام کردند که در زمان رسیدگی کامل در بذر کلزا اتفاق می‌افتد. مندهام و همکاران (۱۹۹۱) اظهار داشتند که در برداشت زودهنگام بذر کلزا، به دلیل بالا بودن میزان رطوبت، خسارت مکانیکی در هنگام برداشت باعث کاهش عملکرد و کیفیت دانه می‌شود.

بذر مرغوب، درصد جوانه‌زنی و قدرت رویش بالایی دارد. برخی از خصوصیات بذر که می‌تواند نشان دهنده قدرت رویش بالای آن باشد عبارتند از: درصد جوانه‌زنی نهایی، شاخص قدرت بذر، شاخص جوانه‌زنی، انرژی جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و میانگین مدت جوانه‌زنی (آگاروال، ۲۰۰۳). الیاس و کاپلند (۲۰۰۱) این خصوصیات را درباره کلزا بیان کردند و در آزمایش خود از بین صفات مختلف مربوط به جوانه‌زنی بذر و رویش گیاهچه کلزا، مهم‌ترین آنها را معرفی کردند که در تحقیق حاضر نیز انتخاب صفات مربوط به جوانه‌زنی بذر و

برداشت دوم = دانه‌های خورجین‌های یک سوم پایینی
ساقه اصلی ۳۵ درصد رطوبت داشتند.
برداشت سوم = دانه‌های خورجین‌های یک سوم پایینی
ساقه اصلی ۲۵ درصد رطوبت داشتند.
برداشت چهارم = دانه‌های خورجین‌های یک سوم پایینی
ساقه اصلی ۱۵ درصد رطوبت داشتند.

در طی فصل رشد علاوه بر تنک بوته‌های اضافی، برای کنترل علف‌های هرز دو مرتبه وجین دستی انجام گرفت و بقیه کود نیتروژن در دو نوبت یکبار هنگام ساقه رفتن و بار دیگر قبل از گلدهی هر بار به مقدار ۴۶ کیلوگرم در هکتار مصرف شد. برای پایش کاهش میزان رطوبت دانه‌ها تا حد مورد نظر، نمونه‌برداری تصادفی به‌طور روزانه از ۱۰ بوته و از ۱۰ خورجین یک سوم پایینی ساقه اصلی بوته‌ها انجام و در آزمایشگاه ابتدا در هاون چینی خرد و سپس توزین گردید و در آن با درجه حرارت ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشکانیده شدند. با توزین مجدد نمونه‌های خشک شده (با ثابت ماندن وزن خشک نهایی)، درصد رطوبت دانه‌ها محاسبه شد. وقتی رطوبت دانه‌ها به حد مورد نظر رسید، برداشت انجام گرفت و در هنگام برداشت نیز نمونه‌گیری به عمل آمد و رطوبت دقیق دانه‌ها در هنگام برداشت تعیین شد. بوته‌ها به مدت ۳ تا ۴ روز در مزرعه آفتاب- خشک شده، سپس به انبار منتقل و خرمکوبی شدند و دانه‌ها با رطوبت ۹ تا ۱۰ درصد و در درجه حرارت ۴ درجه سانتی‌گراد، در یخچال نگهداری شدند. آزمون استاندارد جوانه‌زنی روی بذرهای تیمارهای مختلف بدین صورت انجام گرفت که ابتدا بذرهای مربوط به تیمارهای مشابه در سه تکرار با هم مخلوط و سپس به‌طور تصادفی ۴۵۰ عدد بذر از هر تیمار که در کل شامل ۴۸۰۰ بذر سالم بود برای انجام آزمایش استاندارد جوانه‌زنی و در سه تکرار، به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی جدا شدند. بذرهای ابتدا به وسیله محلول ۱۰ درصد هیپوکلریت سدیم به مدت ۳۰ ثانیه ضدعفونی و سپس با آب فراوان شسته شدند و به ۴۸ ظرف پتری یکبار مصرف استریل با قطر ۹

رویش گیاهچه بر مبنای نتایج گزارش شده توسط نامبردگان صورت گرفته است. این پژوهش به‌منظور بررسی تاثیر زمان برداشت دانه کلزا (بر مبنای رطوبت دانه‌های یک سوم پایینی گل آذین ساقه اصلی) بر شاخص‌های جوانه‌زنی و قدرت رویش بذر در چهار رقم کلزا در شرایط اقلیمی شمال کشور اجرا شده است تا براساس نتایج آن مناسب‌ترین زمان برداشت محصول جهت استفاده از آن به‌عنوان بذر در زراعت بعدی تعیین شود.

مواد و روش‌ها

برای انجام این آزمایش در اوایل آبان ماه سال ۱۳۸۴ بذرهای چهار رقم کلزا به نام‌های هایولا ۳۰۸، هایولا ۴۰۱، هایولا ۴۲۰ و آرچی اس ۰۰۳ در زمینی به مساحت ۱۰۵۰ مترمربع در یک قطعه زمین شالیزاری که در فصل زراعی قبلی زیر کشت برنج بود، در موسسه تحقیقات برنج کشور در رشت به‌صورت ردیفی و با دست کشت شدند. در ابتدا عملیات آماده‌سازی و تسطیح زمین صورت گرفت و دو هفته قبل از کاشت علف‌کش ترفلان به میزان ۲/۵ لیتر در هکتار در مزرعه پخش و با خاک مخلوط شد. کودهای نیتروژن، فسفر و پتاس خالص براساس توصیه کودی بخش خاک و آب موسسه یاد شده به‌ترتیب به میزان ۷۲/۵، ۷۲ و ۷۵ کیلوگرم در هکتار قبل از کاشت بذر پخش و با خاک مخلوط شدند. بذرهای ارقام کلزا با فواصل ردیف ۲۵ سانتی‌متر کاشته شدند و تراکم ۶۰ بوته در مترمربع در نظر گرفته شد. آزمایش در قالب طرح کرت‌های خرد شده با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار انجام شد که رقم‌های کلزا در کرت‌های اصلی و چهار زمان مختلف برداشت در کرت‌های فرعی در نظر گرفته شدند. چهار زمان برداشت در این آزمایش به شرح زیر و جدول ۱ بود:

برداشت اول = دانه‌های خورجین‌های یک سوم پایینی
ساقه اصلی ۴۵ درصد رطوبت داشتند.

سانتی متر حاوی یک عدد کاغذ صافی واتمن شماره یک منتقل شدند و در نهایت به انکوباتور با دمای ۲۵ درجه سانتی گراد انتقال داده شدند. تعداد بذر در هر ظرف پتری ۱۰۰ عدد بود. به هر ظرف پتری ۱۰ میلی لیتر آب مقطر افزوده شد. شمارش بذرهای جوانه زده به صورت روزانه در ساعت معین به مدت ۷ روز انجام گرفت. اولین و آخرین روز شمارش بذرهای جوانه زده برای کلزا به ترتیب روزهای پنجم و هفتم پس از شروع آزمایش می باشد (آگاروال، ۲۰۰۳). برای شمارش، بذرهایی جوانه زده به حساب آمدند که طول ریشه چه آنها ۲ میلی متر یا بیشتر بود. در روز هفتم پس از شمارش بذرهای جوانه زده، از هر ظرف پتری ۱۰ نمونه به طور تصادفی انتخاب و طول گیاهچه با استفاده از خط کش شفاف اندازه گیری شد. وزن تر گیاهچه به وسیله ترازوی حساس با دقت ۱:۱۰۰۰۰ گرم اندازه گیری و سپس گیاهچه ها درون آون در حرارت ۷۰ درجه سانتی گراد خشکانده شدند و پس از ۴۸ ساعت گیاهچه ها از آون خارج و وزن خشک گیاهچه با استفاده از ترازوی حساس اندازه گیری شد. برای محاسبه شاخص قدرت بذر از حاصل ضرب درصد جوانه زنی (درصد جوانه زنی در روز پنجم) در طول گیاهچه محاسبه شد (روان و همکاران، ۲۰۰۲). شاخص جوانه زنی از مجموع نسبت تعداد کل بذرهای جوانه زده به تعداد روزهای پس از کاشت به دست آمد (روان و همکاران، ۲۰۰۲). سرعت جوانه زنی بذر از طریق مجموع نسبت های تعداد بذر جوانه زده در هر روز بر تعداد روزهای پس از کشت محاسبه شد (کابلی و همکاران، ۲۰۰۲).

انرژی جوانه زنی از نسبت درصد بذرهای جوانه زده در روز پنجم به تعداد کل بذرهای آزمون شده به دست آمد (حمیدی، ۲۰۰۴). میانگین مدت جوانه زنی از طریق معادله (۱) محاسبه شد:

$$MGT = \frac{\sum TiNi}{\sum Ni} \quad (1)$$

که در آن Ni تعداد بذرهای تازه جوانه زده در روز Ti است (روان و همکاران، ۲۰۰۲).

قطر دانه ها (۳۰ عدد دانه برای هر تیمار از هر تکرار) با استفاده از کولیس و وزن حجمی دانه ها با توزین حجم معینی از دانه ها، اندازه گیری شدند (برای هر تیمار از هر تکرار، ۳ نمونه تصادفی در استوانه مدرج ۵ میلی لیتری به حجم رسانده شدند).

برای تجزیه و تحلیل آماری، داده های مربوط به درصد جوانه زنی نهایی به ریشه دوم آرک سینوس تبدیل شدند. داده های حاصل از این آزمایش با استفاده از نرم افزار SAS تجزیه و تحلیل شد و برای مقایسه میانگین ها از آزمون توکی در سطح احتمال ۹۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

درصد جوانه زنی نهایی: تجزیه واریانس داده ها نشان داد که کلیه اثرات رقم، زمان برداشت و اثر متقابل رقم در زمان برداشت بر صفت درصد جوانه زنی نهایی در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین زمان های برداشت نشان داد که بیشترین کمترین درصد جوانه زنی نهایی به ترتیب مربوط به برداشت چهارم (۹۶/۰۵ درصد) و برداشت اول (۸۴/۹۲ درصد) بود. به عبارت دیگر، برداشت دیرتر باعث افزایش درصد جوانه زنی نهایی شد (جدول ۲). حمیدی (۲۰۰۴) در آزمایشی بر روی تأثیر زمان برداشت، دما و مدت خشک کردن بر قوه نامیه بذر دو رقم کلزا SLM046 و PF7045/91 گزارش داد که بیشترین درصد جوانه زنی نهایی مربوط به بذرهای برداشت شده با رطوبت پایین تر (۱۵ درصد) بود و با کاهش میزان رطوبت بذر رقم SLM046 درصد جوانه زنی نهایی (قوه نامیه) آن افزایش یافت. به نظر نامبرده، بذرهای برداشت شده با رطوبت ۱۵ درصد دچار کمترین فرسودگی قبل از برداشت شده و بنابراین دارای بیشترین درصد جوانه زنی بوده اند. مقایسه میانگین های جوانه زنی ارقام نشان داد که رقم هایولا ۴۰۱ دارای بیشترین درصد جوانه زنی نهایی (۹۵/۵۲ درصد) بوده و اختلاف معنی داری با سایر ارقام داشت و رقم هایولا ۳۰۸ پایین ترین درصد جوانه زنی

نهایی (۹۲/۶۹ درصد) را دارا بود (جدول ۳). بررسی اثر متقابل رقم در زمان برداشت بر روی درصد جوانه‌زنی نهایی نشان داد که رقم هایولا ۴۰۱ در زمان برداشت چهارم و سوم بیشترین درصد جوانه‌زنی نهایی (به ترتیب

۹۷/۵۳ درصد و ۹۷/۳۳ درصد) و رقم هایولا ۳۰۸ کمترین درصد جوانه‌زنی نهایی را در زمان برداشت اول و دوم (به ترتیب ۷۸/۳۳ درصد و ۸۸/۱۱ درصد) داشتند (جدول ۴).

جدول ۳- میانگین اثرات زمان برداشت بر خصوصیات جوانه زنی چهار رقم کلزا.

زمان برداشت	درصد جوانه‌زنی	شاخص قدرت بذر	شاخص جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز)	انرژی جوانه‌زنی	میانگین مدت جوانه‌زنی (روز)
۱	۸۴/۹۲ ^c	۱۰/۱۲ ^b	۴۴/۵۷ ^c	۱۷/۸۹ ^c	۰/۰۱۷۱ ^c	۵/۰۷ ^a
۲	۹۴/۹۳ ^b	۱۰/۹۲ ^{ba}	۴۷/۲۹ ^b	۱۹/۰۷ ^b	۰/۰۱۸۶ ^b	۵/۰۵ ^b
۳	۹۶ ^a	۱۱/۴۷ ^a	۴۸/۵۴ ^a	۱۹/۳۵ ^a	۰/۰۱۸۷ ^b	۵/۰۵ ^b
۴	۹۶/۰۵ ^a	۱۱/۷۸ ^a	۴۸/۶۵ ^a	۱۹/۳۶ ^a	۰/۰۱۸۹ ^a	۵/۰۳ ^c

در هر ستون حروف متفاوت، معنی دار بودن تیمارها را در سطح احتمال ۱ درصد براساس آزمون چند دامنه‌ای توکی نشان می‌دهد.

شاخص قدرت بذر: تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که کلیه اثرات آزمایشی بر روی صفت شاخص قدرت بذر معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین زمان‌های برداشت نشان داد که بیشترین شاخص قدرت بذر به ترتیب مربوط به برداشت‌های چهارم و سوم (به ترتیب ۱۱/۷۸ و ۱۱/۴۷) و کمترین آن مربوط به برداشت‌های زمان اول و دوم (به ترتیب ۱۰/۹۲ و ۱۰/۱۲) بود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های جوانه‌زنی ارقام نشان داد که رقم‌های هایولا ۴۰۱ و آرجی اس ۰۰۳ بیشترین شاخص قدرت بذر (به ترتیب ۱۲/۴۱ و ۱۲/۳) و رقم هایولا ۳۰۸ پایین‌ترین شاخص قدرت بذر (۸/۵۸) را داشتند (جدول ۳). بررسی اثر متقابل رقم در زمان برداشت بر روی شاخص قدرت بذر نشان داد که در هر چهار زمان برداشت، رقم هایولا ۴۰۱ بیشترین شاخص قدرت بذر (به ترتیب ۱۳/۵۸، ۱۳/۰۱، ۱۱/۷۹ و ۱۱/۳۸) و رقم هایولا ۳۰۸ کمترین شاخص قدرت بذر (به ترتیب ۸/۰۴، ۸/۶، ۸/۷۷ و ۸/۹۲) را داشتند (جدول ۴). شاخص قدرت بذر نشان‌دهنده توأم قدرت جوانه‌زنی و قدرت رویش بذر است و بالا بودن میزان آن در زمان‌های برداشت دیرتر در رقم هایولا ۴۰۱ از یک سو نشان‌دهنده برتری برداشت در زمان رسیدگی کامل بذر و از سوی دیگر نشان‌دهنده برتری ژنتیکی این رقم می‌باشد.

شاخص جوانه‌زنی بذر: تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که کلیه اثرات آزمایشی بر روی صفت شاخص جوانه‌زنی معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین زمان‌های برداشت نشان داد که بیشترین شاخص قدرت بذر به ترتیب مربوط به برداشت‌های چهارم و سوم (به ترتیب ۴۸/۵۴ و ۴۸/۶۵) و کمترین آن مربوط به زمان برداشت اول (۴۴/۵۷) بود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های شاخص جوانه‌زنی نشان داد که رقم هایولا ۴۰۱ دارای بیشترین شاخص جوانه‌زنی بوده (۴۸/۳۹) و رقم هایولا ۳۰۸ کمترین شاخص جوانه‌زنی (۴۶/۵۱) را داشت (جدول ۳). برداشت زودتر باعث کاهش شاخص جوانه‌زنی شد. اختلاف بین زمان‌های برداشت بر روی شاخص جوانه‌زنی معنی‌دار بود. اثر متقابل رقم در زمان برداشت نشان داد که در دو زمان برداشت چهارم و سوم رقم هایولا ۴۰۱ (به ترتیب ۴۹/۴۸ و ۴۹/۲۸)، در برداشت دوم رقم هایولا ۰۰۳ (۴۸/۳۲) و در برداشت اول رقم آرجی اس ۰۰۳ (۴۷/۹۸) بیشترین شاخص جوانه‌زنی و رقم هایولا ۳۰۸ در تمامی زمان‌های برداشت کمترین شاخص جوانه‌زنی را داشتند (جدول ۴). شاخص جوانه‌زنی بذر نشان‌دهنده قدرت بیشتر بذر و سرعت بیشتر جوانه‌زنی آن است و بالا بودن میزان آن در برداشت دیرتر در رقم هایولا ۴۰۱ نشان‌دهنده برتری توأم برداشت در زمان رسیدگی کامل

بذر و برتری ژنتیکی رقم یاد شده است. حمیدی (۲۰۰۴) در آزمایش خود بر روی تأثیر زمان برداشت، دما و مدت خشک کردن بر قوه نامیه بذر دو رقم کلزا گزارش داد که به طور کلی در شرایط محل اجرای آزمایش (کرج)، مرحله رسیدگی بذرهای رقم PF7045/91 زودتر از رقم SLM046 فرا می‌رسد (۷ روز)، بنابراین بذرهای رقم PF7045/91 در رطوبت بالاتر، از قوه نامیه بیشتری نسبت به رقم SLM046 برخوردار بودند و در مقابل بذرهای رقم SLM046 در رطوبت پایین‌تر، قوه نامیه بیشتری داشتند. این موضوع نشان‌دهنده تفاوت در قوه نامیه در مراحل مختلف رسیدگی ارقام کلزا می‌باشد. در آزمایش حاضر نیز مشاهده شد که ارقام کلزا در مراحل مختلف رسیدگی قوه نامیه متفاوتی داشتند، ولی زودرسی ارقام تأثیری بر قوه نامیه آنها نداشت و بالاترین قدرت رویش همواره مربوط به دیرترین زمان برداشت بود. در این آزمایش مشاهده شد که برداشت زودتر رقم هایولا ۳۰۸، به‌رغم زودرس‌تر بودن (۳ تا ۱۲ روز نسبت به سایر ارقام)، باعث بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی آن نگردید و بالاترین قدرت رویش آن کماکان مربوط به زمان برداشت چهارم بود.

سرعت جوانه‌زنی: تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات رقم و زمان برداشت بر روی صفت سرعت جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل رقم در زمان برداشت در سطح احتمال ۵ درصد بر روی این صفت معنی‌دار است (جدول ۱). مقایسه میانگین زمان‌های برداشت نشان داد که بیشترین سرعت جوانه‌زنی به ترتیب مربوط به برداشت‌های چهارم و سوم (به ترتیب ۱۹/۳۵ و ۱۹/۳۶) و کمترین آن مربوط به برداشت‌های زمان اول (۱۸/۶۳) بود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های سرعت جوانه‌زنی نشان داد که رقم هایولا ۴۰۱ دارای بیشترین سرعت جوانه‌زنی بوده (۱۹/۱۶) و رقم هایولا ۳۰۸ کمترین سرعت جوانه‌زنی (۱۸/۶۳) را داشت (جدول ۳). اثر متقابل رقم در زمان برداشت نشان داد که در دو زمان برداشت چهارم و سوم رقم هایولا ۴۰۱ (به ترتیب

۱۹/۸ و ۱۹/۶۷)، در برداشت دوم رقم هایولا ۴۲۰ (۱۹/۲۲) و در برداشت اول رقم آرجی‌اس ۰۰۳ (۱۹/۱۱) بیشترین سرعت جوانه‌زنی و رقم هایولا ۳۰۸ در تمامی زمان‌های برداشت کمترین سرعت جوانه‌زنی را داشتند (جدول ۴). به طور کلی بذرهایی که بنیه بالایی دارند سریع‌تر و بذرهایی که بنیه کمتری دارند، آهسته‌تر جوانه می‌زنند. سرعت جوانه‌زنی بالاتر سبب خروج سریع‌تر گیاهچه از خاک، استقرار و رشد سریع‌تر بوته‌ها می‌شود. به نظر می‌رسد که بالا بودن سرعت جوانه‌زنی بذرهای برداشت شده در دو زمان سوم و چهارم ناشی از بیشتر بودن ذخایر غذایی و خصوصیت فیزیولوژیکی مناسب (تجمع کافی سیتوکینین) در آنها باشد (الیاس و همکاران، ۱۹۹۷). سرعت جوانه‌زنی و قوه نامیه بذر میزان متوسط جوانه‌زنی روزانه بذر را نشان می‌دهند (هاتر، ۱۹۸۴). گوروسامی (۱۹۹۹)، گزارش کرد که تأخیر در برداشت بذر باعث کاهش سرعت جوانه‌زنی آن می‌شود و علت کاهش سرعت جوانه‌زنی را فرسودگی بذرها قبل از برداشت اعلام نمود.

انرژی جوانه‌زنی: تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات رقم و زمان برداشت بر روی صفت انرژی جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل رقم در زمان برداشت در سطح احتمال ۵ درصد بر روی این صفت معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین زمان‌های برداشت نشان داد که بیشترین انرژی جوانه‌زنی مربوط به برداشت زمان چهارم (۰/۰۱۸۹) و کمترین آن مربوط به برداشت زمان اول (۰/۰۱۷۱) بود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های انرژی جوانه‌زنی ارقام کلزا نشان داد که رقم هایولا ۴۰۱ بیشترین (۰/۰۱۸۸) و رقم هایولا ۳۰۸ کمترین انرژی جوانه‌زنی (۰/۰۱۸۰) را داشتند (جدول ۳). مقایسه میانگین‌های انرژی جوانه‌زنی در زمان‌های برداشت نشان داد که با تأخیر در برداشت، انرژی جوانه‌زنی افزایش یافت و اختلاف بین سه زمان برداشت از نظر انرژی جوانه‌زنی معنی‌دار بود. بررسی اثرات متقابل رقم در زمان برداشت نشان داد که در سه زمان برداشت چهارم، سوم و

دوم رقم هایولا ۴۰۱ (به ترتیب ۰/۰۱۹۴، ۰/۰۱۹۲ و ۰/۰۱۸۸) و در زمان برداشت اول رقم آرجی اس ۰۰۳ (۰/۰۱۸۷)، بیشترین انرژی جوانه زنی داشتند و در تمامی زمان های برداشت، کمترین انرژی جوانه زنی مربوط به رقم هایولا ۳۰۸ (به ترتیب ۰/۰۱۶۷، ۰/۰۱۷، ۰/۰۱۷۳ و ۰/۰۱۷۸) بود (جدول ۴). بالا بودن درصد جوانه زنی بذره های برداشت شده در زمان چهارم در روزهای اولیه پس از شروع آزمایش (روز پنجم) علت اصلی بالا بودن انرژی جوانه زنی آنها می باشد زیرا این صفت از حاصل ضرب تعداد بذره های جوانه زده روز پنجم در طول گیاهچه محاسبه می شود.

میانگین مدت جوانه زنی: تجزیه واریانس داده ها نشان داد که کلیه اثرات رقم، زمان برداشت و اثر متقابل رقم در زمان برداشت بر روی صفت میانگین مدت جوانه زنی معنی دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین زمان های برداشت نشان داد که بیشترین میانگین مدت جوانه زنی مربوط به زمان برداشت اول (۵/۰۷ روز) و کمترین آن مربوط به زمان برداشت چهارم (۵/۰۳ روز) بود (جدول ۲). مقایسه میانگین مدت جوانه زنی ارقام کلزا نشان داد که رقم هایولا ۴۰۱ کمترین (۵/۰۱ روز) و رقم هایولا ۳۰۸ بیشترین میانگین مدت جوانه زنی (۵/۱۲ روز) را داشتند (جدول ۳). بررسی اثر متقابل رقم در زمان برداشت بر روی میانگین مدت جوانه زنی نشان داد که در همه برداشت ها، رقم هایولا ۴۰۱ کمترین میانگین مدت جوانه زنی (به ترتیب زمان برداشت ۴/۸، ۵/۰۱، ۵/۰۵ و ۵/۰۶ روز) و بیشترین میانگین مدت جوانه زنی در برداشت های اول، دوم، سوم و چهارم مربوط به رقم هایولا ۳۰۸ (به ترتیب ۵/۱۲، ۵/۱۱، ۵/۱ و ۵/۰۱ روز) بود (جدول ۴). بذره های برداشت شده در مرحله رسیدگی برداشت (زمان برداشت چهارم با رطوبت ۱۵ درصد) دارای قدرت رویش بالایی بوده و در نتیجه در مدت زمان کمتری به حداکثر درصد جوانه زنی می رسند و به همین دلیل میانگین مدت جوانه زنی در زمان برداشت چهارم کمتر بوده است.

طول گیاهچه: تجزیه واریانس داده ها نشان داد که فقط تأثیر رقم بر صفت طول گیاهچه معنی دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین های طول گیاهچه ارقام نشان داد که رقم هایولا ۴۰۱ و آرجی اس ۰۰۳ دارای بیشترین طول گیاهچه (به ترتیب ۱۳/۱۸ و ۱۳/۴۵ سانتی متر) و دارای اختلاف معنی داری با سایر ارقام بودند و رقم هایولا ۳۰۸ کمترین طول گیاهچه (۹/۵۲ سانتی متر) را داشت (جدول ۳). طول گیاهچه معیاری از بنیه گیاهچه محسوب می شود و در بسیاری از گونه های گیاهی همبستگی بین طول گیاهچه و بنیه آن به اثبات رسیده است (همپتون و تکرونی، ۱۹۹۵).

وزن تر گیاهچه: تجزیه واریانس داده ها نشان داد که اثر رقم بر صفت وزن تر گیاهچه معنی دار بود (جدول ۱). براساس مقایسه میانگین های وزن تر گیاهچه، ارقام هایولا ۴۰۱، آرجی اس ۰۰۳ و هایولا ۴۲۰ در یک گروه و رقم هایولا ۳۰۸ نیز به تنهایی در یک گروه قرار گرفت (جدول ۳).

وزن خشک گیاهچه: تجزیه واریانس داده ها نشان داد که اثر رقم و اثر متقابل رقم در زمان برداشت بر صفت وزن خشک گیاهچه معنی دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین های وزن خشک گیاهچه ارقام نشان داد که ارقام هایولا ۴۰۱ و هایولا ۳۰۸ به ترتیب دارای بیشترین و کمترین وزن خشک گیاهچه (۴/۲۸ و ۲/۶۹ میلی گرم) بودند (جدول ۳). بررسی اثرات متقابل رقم در زمان برداشت نشان داد که در سه زمان برداشت دوم، سوم و چهارم رقم هایولا ۴۰۱ بالاترین وزن خشک گیاهچه را داشت (به ترتیب ۳/۳۸، ۴/۲۵ و ۴/۵۴ میلی گرم) و در تمامی چهار زمان برداشت کمترین وزن خشک گیاهچه متعلق به رقم هایولا ۳۰۸ (به ترتیب ۲/۵۸، ۲/۶۸، ۲/۹۸ و ۳/۱۶ میلی گرم) بود (جدول ۴). وزن خشک گیاهچه معیاری از بنیه گیاهچه محسوب می شود و در بسیاری از گونه های گیاهی همبستگی بین طول گیاهچه و بنیه آن به اثبات رسیده و از آن به صورت معیاری برای ارزیابی بنیه گیاهچه استفاده می شود (همپتون و تکرونی، ۱۹۹۵).

بحث و نتیجه گیری

بذرهایی که بر روی گیاه مادری در حال نمو هستند در زمان رسیدگی فیزیولوژیک به حداکثر کیفیت خود می‌رسند و بعد از این مرحله قوه حیات و قدرت بذر به علت شروع فرایندهای فرسودگی کاهش می‌یابد. این فرضیه برای گیاهانی نظیر ذرت، سویا و تربیتکاله تایید شده است (مایلز و همکاران، ۱۹۸۳). بررسی‌های انجام شده بر روی ارزن مرواریدی، جو و گندم نشان داده است که حداکثر قدرت و قوه زیست بذر، مدت زمانی بعد از پایان دوره رسیدگی فیزیولوژیک حاصل می‌شود (قرینه و همکاران، ۲۰۰۴)، درحالی‌که در گیاه کلزا مشخص شده که بالاترین کیفیت بذر در زمان رسیدگی برداشت (کامل) به دست می‌آید (الیاس و کاپلند، ۲۰۰۱). زاک و همکاران (۱۹۹۵) گزارش کردند که تأخیر ۳ تا ۵ روزه در برداشت محصول کلزا باعث افت عملکرد در اثر ریزش دانه‌ها و افزایش تعداد دانه‌های شکسته و ترک خورده شد (نقل از منبع ۹). اکبری و همکاران (۲۰۰۴) در بررسی اثر زمان‌های مختلف برداشت دانه سویا بر جوانه‌زنی آن نشان دادند که با تأخیر در زمان برداشت، وزن هزار دانه سیر صعودی داشته و این به معنای بیشتر بودن ذخیره مواد غذایی در بذر و در نتیجه کیفیت بهتر بذر می‌باشد.

نتایج این آزمایش نشان‌دهنده تفاوت در قدرت جوانه‌زنی و رویش رقم‌های کلزای مورد آزمایش بود. این تنوع توسط شیرانی‌راد و همکاران (۲۰۰۲) نیز گزارش شده است. الیاس و کاپلند (۲۰۰۱) نیز طی آزمایشی بر روی شش رقم کلزای بهاره و زمستانه اثرات دو زمان برداشت (الف- برداشت در هنگام رسیدگی فیزیولوژیک و ب- برداشت در زمان رسیدگی کامل) را بر روی جوانه‌زنی و قدرت بذر ارقام کلزا بررسی کردند. آزمون‌های انجام شده برای سنجش قدرت بذر شامل آزمون استاندارد جوانه‌زنی، آزمون پیری تسریع شده و آزمون سرما بود. نتایج نشان داد که جوانه‌زنی و قدرت رویش بذرهای کلیه ارقام کلزا در زمان رسیدگی کامل نسبت به رسیدگی فیزیولوژیک بیشتر بوده و زمان وقوع

رسیدگی فیزیولوژیک و رسیدگی کامل در بین رقم‌های مختلف کلزا، متفاوت می‌باشد و بذرهای نابالغ نسبت به بذرهای رسیده‌تر تحت اثرات سوء آزمون‌های پیری و سرما دچار کاهش بیشتری در قدرت رویشی شدند. برداشت زود باعث افزایش میزان بذرهای نابالغ می‌شود که این بذرها دارای درصد جوانه‌زنی و قدرت رویشی پایینی می‌باشند. ثابت شده است که سلول‌های جنینی در مراحل نهایی رسیدگی و کاهش رطوبت بذر، به‌طور طبیعی و بر اثر القای هورمون آبسزیک اسید درون‌زاد، برخی ترکیبات پروتئینی از جمله پروتئین‌های فراوان شونده را در اواخر مرحله جنین‌زایی^۱، دی‌هایدرین‌ها^۲ و پروتئین‌های شوک حرارتی^۳ در خود انباشته می‌کنند. این ترکیبات پروتئینی تاثیراتی مانند مقاومت به دمای بالای خشکاندن در بذر کلزا (بتی و فینچ‌ساویج، ۱۹۹۸) را القا می‌کنند. بنابراین به نظر می‌رسد که با پیشرفت مراحل نهایی رسیدگی بذر و خشک شدگی طبیعی، تحمل به تنش گرمایی در حین خشک شدن بذر افزایش یافته و از این‌رو برداشت غیرمستقیم بذر به صورت دو مرحله‌ای با رطوبت بالاتر و خشک شدن نسبی بذر قبل از بوجاری و خشک کردن نهایی، می‌تواند موجب بهبود کیفیت بذر شود (حمیدی، ۲۰۰۴).

برخلاف گزارش‌های موجود مبنی بر اینکه بذرهای بالاترین کیفیت جوانه‌زنی و قدرت رویش را در زمان رسیدگی فیزیولوژیک دارند (مایلز و همکاران، ۱۹۸۳)، به علت وجود مکانیسم‌های هورمونی که بعد از رسیدگی فیزیولوژیک در کلزا رخ می‌دهد، کیفیت بذرهای کلزا در مرحله رسیدگی کامل، بالاتر می‌باشد و میزان جوانه‌زنی بذر در مقایسه با قدرت رویش آن افزایش بیشتری دارد و از طرف دیگر وزن هزار دانه تا زمان رسیدگی کامل دانه سیر صعودی داشته و این به معنای دارا بودن ذخیره بیشتر مواد غذایی در بذر و افزایش کیفیت آن می‌باشد. اندازه دانه در مقایسه با سایر اجزای عملکرد که زودتر تشکیل

1- LEAs: Late Embryogenesis Abundant Proteins

2- Dehydrins

3- Heat Shock Proteins

می‌شوند، دارای نوسانات کمتری است. از این رو حفظ تعداد دانه‌های موجود در هر خورجین و جلوگیری از ریزش آنها از یک سو و کمک به افزایش سرعت و دوره پر شدن دانه‌ها از سوی دیگر، عملکرد نهایی دانه و روغن را بهبود خواهد بخشید (الیاس و کاپلند، ۲۰۰۱). وزن هزار دانه به میزان هیدرات کربن ذخیره شده در شروع پر شدن دانه و ژنوتیپ گیاه بستگی دارد (ایلکایی و امام، ۲۰۰۳). دانه‌های کلزا وقتی به مرحله رسیدگی فیزیولوژیک می‌رسند دارای رطوبت حدود ۴۰ درصد می‌باشند. بعد از رسیدگی فیزیولوژیک، رطوبت دانه‌ها در حدود ۱ تا ۳ درصد در روز کاهش می‌یابد (توماس، ۲۰۰۳). گزارش شده است که برداشت محصول کلزا بلافاصله پس از رسیدگی فیزیولوژیک و قبل از رسیدگی کامل (رسیدگی برداشت)، باعث کاهش خطرات ناشی از تغییرات پیش‌بینی نشده آب و هوایی و فراهم شدن زمان کافی برای کاشت گیاه بعدی می‌شود. باید در نظر داشت که در شرایط برداشت قبل از رسیدگی کامل، برای بهبود جوانه‌زنی و قدرت رویش گیاهچه‌های کلزا، می‌توان با محلول‌پاشی مواد خشکاننده^۱ و یا برداشت دو مرحله‌ای^۲ محصول را زودتر از موعد آماده برداشت نمود (الیاس و کاپلند، ۲۰۰۱). اطمینان بخش بودن و عدم تأثیر سوء محلول‌پاشی مواد خشکاننده بر جوانه‌زنی و قدرت رویش بذر و همچنین عدم تأثیر آن بر کیفیت و سلامت روغن دانه کلزا، به اثبات رسیده است (سنا و همکاران، ۲۰۰۰). در این تحقیق با تأخیر در برداشت کلزا خصوصیات جوانه‌زنی در تمامی ارقام بهبود پیدا کرد. این موضوع در رقم هایولا ۴۰۱ چشمگیرتر از بقیه ارقام بود که نشان‌دهنده قدرت رویش بالاتر آن می‌باشد. رقم هایولا ۳۰۸ از نظر کلیه صفات مورد مطالعه از کمترین شاخص‌های جوانه‌زنی و قدرت رویش گیاهچه برخوردار بود و ارقام هایولا ۴۲۰ و آرچی اس ۰۰۳ نیز از نظر صفات مورد مطالعه پایین‌تر از هایولا ۴۰۱ و بالاتر از هایولا ۳۰۸ قرار داشتند. به‌طورکلی بذره‌های رقم هایولا

۴۰۱ هم از نظر اندازه (قطر) و هم از نظر چگالی (وزن حجمی) در هر زمان برداشت (اول، دوم، سوم و چهارم) نسبت به سایر ارقام برتر بود (جدول ۶). بر اساس این جدول، رقم هایولا ۴۰۱ اساساً رقم دانه درشت‌تر و چگال‌تری نسبت به سایر ارقام بوده و در کلیه زمان‌های برداشت این برتری را حفظ کرده و از همان برداشت اول به بعد وزن هزار دانه آن تا انتهای دوره رسیدگی در حداکثر مقدار بوده است. به نظر می‌رسد که یکی از دلایل برتری خصوصیات جوانه‌زنی هایولا ۴۰۱ همین موضوع بوده باشد.

در مجموع به‌نظر می‌رسد که در صورت استفاده از محصول کلزا به‌عنوان بذر در سال زراعی بعدی، بایستی عملیات برداشت را تا کاهش رطوبت دانه‌ها تا زیر ۲۰ درصد به تأخیر انداخت تا هدف به‌دست آوردن گیاهچه‌های قوی با قدرت رویش بالا تأمین شود. طی این تحقیق مشاهده شد که فاصله زمانی بین برداشت اول و برداشت چهارم برای رقم هایولا ۴۰۱، ۱۲ روز (حدود ۲۰۶ درجه روز- رشد) بود (جدول ۱). با توجه به این که این ۱۲ روز تأخیر در برداشت کلزا باعث ۱۲ روز تأخیر در عملیات آماده‌سازی زمین و نشاکاری برنج در شالیزار می‌شود، به‌نظر می‌رسد که به‌منظور اجتناب از ایجاد تداخل در زراعت برنج، بهتر است به تأمین بذر از منابع دیگر پرداخته شود. برداشت بذر با رطوبت بالاتر و خشکانیدن مصنوعی آن می‌تواند به‌عنوان یک راه‌کار دیگر انتخاب شود، ولی تأثیر خشکانیدن مصنوعی بذر بر قوه نامیه و بنيه آن در شرایط اقلیمی محل اجرای آزمایش بایستی مورد بررسی بیشتر قرار گیرد.

سپاسگزاری

از مؤسسه تحقیقات برنج کشور جهت تأمین امکانات مزرعه‌ای و از کارشناسان آزمایشگاه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان جهت تأمین امکانات آزمایشگاهی اجرای این آزمایش تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

1. Agarwal, R.L. 2003. Seed technology. Pub. CO.PVT.LTD. New Delhi, India. Pages, 550.
2. Akbari, G.A., Ghasemi Pirbalouti, A., Farahani, M.N., and Shaahdverdi, M. 2004. The effect of different harvesting time on seed germination of soybean. Jour. of Agric. 6(1): 9-18. (In Persian).
3. Betty, M., and Finch-Savage, W.E. 1998. Stress protein content of mature Brassica seed and their germination performance. Seed Sci. Res. 8:347-355.
4. Buckley, W.T., Byron Irvine, R., Buckley, K.E., and Robert, H. 2003. Canola seed vigour ethanology test. Agriculture and Agri-Food Canada. Pages, 85.
5. Cessna, A.J., Darwent, A.L., Townley-Smith, L., Harker, K.N., and Kirkhland, K.J. 2000. Residues of glyphosate and its metabolite AMPA in canola grain following preharvest applications. Can. Jour. Plant Sci. 80: 425-431.
6. Elias, S.G., and Copeland, L.O. 1997. Evaluation of seed vigour tests for canola. Seed Tech. 19:78-87.
7. Elias, S.G., and Copeland, L.O. 2001. Physiological and harvest maturity of canola in relation to seed quality. Agron. Jour. 93(5):1054-1058.
8. Elias, S.G., Garary, A., Schweitzer, L., and Hanning, S. 2006. Seed quality testing of native species. Native Plan. Jour. 7(1):15-19.
9. Fenwick Kelly, A. 1988. Seed production of agricultural crops. John Wiley & Sons, New York. Pages 285.
10. Gharine, M.H., Bakhshandeh, A., and Ghasemi, K. 2004. The effect of drought stress and different harvesting time on vigour test and seed germination of wheat in Ahvaz climatic condition. Jour. of Agric. Sci. 27(1): 65-73. (In Persian).
11. Gurusamy, C. 1999. Effect of stage of harvesting on seed yield and quality of cauliflower. Seed Sci. & Tech. 27: 927- 936.
12. Hamidi, A. 2004. The effect of harvesting time and temperature on vigour test in two canola cultivars. Jour. of Seed and Plant. 20(1): 25-33. (In Persian).
13. Hampton, J.G., and Tekrony, D.M. 1995. Handbook of vigor test methods (3rd. Ed.) ISTA, Zurich, Swirztland.
14. Hunter, E.A., Glasbey, C.A., and Naylor, R.E.L. 1984. The analysis of date from germination tests. Jour. of Agric. Sci. Camb. 102: 207- 213.
15. Ilkaie, M., and Imam, Y. 2003. Effect of plant density on yield and yield components of two winter rapeseed cultivars (*Brassica napus* L.). Jour. Agric. Sci. 35(3): 509-516. (In Persian).
16. Kaboli, M., and Sadeghi, M. 2001. The effect of drought stress on seed germination in three sainfoin cultivars. Pajouhesh and Sazandegi. Pages, 55-70. (In Persian).
17. McDonald, M.B., and Copeland, L.O. 1997. Seed production, principles and practices. Chapman and Hall, U.S.A. pages, 385.
18. Mendham, N.J., Russell, J., and Jarosz, N.K. 1991. Response to sowing time of three contrasting Australian cultivars of oilseed rape. Jour. of Agric. Sci. Camb. 114:275-283.
19. Miles, D.F., TeKrony, D.M., and Egli, D.B. 1983. Effect of the desiccation environment and seed maturation on soybean seed quality. Seed Tech. 8:58-66.
20. Nasiri, M., and Rabiee, M. 2001. Canola cultivation in paddy field. Rice Research Institute of Iran (RRII) Publication. Pages, 43. (In Persian).
21. Ruan, S., Xue, Q., and Tylkowska, K. 2002. The influence of priming on germination of rice seeds and seedling emergence and performance in flooded soil. Seed Sci. & Tech. 30:61-67.
22. Shirani Rad, A., and Dehshiri, A. 2002. Canola handbook (Sowing, Cultivation and Harvesting). Agric. Edu. Pub., Pages, 155.
23. Thomas, P. 2003. Canola grower's manual. Canola council of Canada. Pages, 116.
24. Witte, C. 1992. Moisture determination. Techniques in seed science and technology. South Asian Pub. PVT. LTD. New Delhi, India. Pages, 353.
25. Zak, W. 1995. Optimum technological parameters of two stages harvesting of rape. Zeszyty-Problemowe-Postepow-Nauk-Rolniczych 427:45-50.

Effects of harvesting time on germination indices and early growth of seedling in four canola cultivars (*Brassica napus* L.)

M. Sadeghi¹, * M. Esfahani², A. Momeni³, M. Rabie⁴ and H. Jahandideh⁵

¹Former M.Sc. student, Dept. of Agronomy and Plant breeding, Guilan University, Iran, ²Assistant Prof., Dept. of Agronomy and Plant breeding, Guilan University, Iran, ³Instructor, Dept. of Agronomy and Plant breeding, Guilan University, Iran, ⁴Faculty member of Rice Research Institute of Iran, Rasht, ⁵Researcher of Rice Research Institute of Iran, Rasht

Abstract

In order to evaluate the effects of harvesting time on germination indices and early growth of seedling, seeds of four canola cultivars (Hyola308, Hyola401, Hyola420 and RGS003) were sown at Rice Research institute of Iran, Rasht in a split plot design in randomized complete block basis with 3 replications in 2005-2006 growing season. The seeds of four canola cultivars at four harvesting times (based on seed moisture content in one third of bottom siliques of inflorescence on main stem: 45%, 35%, 25%, 15% were obtained at grain maturity stage. The seeds were surface sterilized and tested for standard germination analysis. The experimental design was a factorial in a Completely Randomized basis with 3 replications. Germinated seeds were counted at fifth and seventh days and germination percentage, seedling length, seedling fresh weight, seedling dry weight, vigor index, germination index (GI), germination rate (GR), energy of germination (GE) and mean germination time (MGT) were measured. Results showed that there was significant difference between germination indices at different harvesting times. There was also significant difference 5 between germination indices in canola cultivars. Mean Germination Time was the maximum in first harvest and germination index, germination rate, energy of germination and vigor index had the highest values in the fourth harvest. Hyola401 cultivar had the most vigorous germination and seedling growth than the rest.

Keywords: Canola (*Brassica napus* L.); Germination; Harvesting time; Seedling growth