نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۹، شماره ۲ ، سال ۱۳۹۰، ص ۲۴۷-۲۴۲

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 9, No. 2, 2011, p. 242-247

بررسی اثرات تنش خشکی و تاریخ کاشت حاکم بر گیاه مادری، بر میزان هدایت الکتریکی بذرهای حاصل از آن

هنگامه عطاردی [۱*]- حمید ایران نژاد[۲]- امیر حسین شیرانی‌راد [۳]- رضا امیری [٤]- غلامعباس اکبری [٥]

تاریخ دریافت: ۸۸/۸/۹
تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۲/۷

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی اثرات تنش خشکی و تاریخ کاشت حاکم بر گیاه مادری، بر میزان هدایت الکتریکی بذر های حاصل از آن در دو بخش مزرعه ای و آزمایشگاهی در بهار ۱۳۸۷ اجرا شد. آزمایش در مزرعه به صورت طرح آماری بلوک های کامل تصادفی با ۲۰ تیمار و ۳ تکرار اجرا شد. این ۲۰ تیمار شامل بذور ۵ رقم کلزا، دو تاریخ کاشت و دو سطح آبیاری بودند که سال قبل (۸۶-۱۳۸۵) در یک آزمایش فاکتوریل اسپلیت پلات بر پایه بلوک های کامل تصادفی اجرا شده بود. در آزمایش مزرعه ای صفات درصد سبز نهایی، میانگین زمان لازم برای سبز شدن، میانگین سبز شدن روزانه و سرعت سبز شدن روزانه و در آزمایشگاه، هدایت الکتریکی محلول حاوی بذور اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد بین درصد سبز نهایی در مزرعه و هدایت الکتریکی همبستگی وجود ندارد، در نتیجه این آزمون نمی تواند برای پیش بینی درصد سبز نهایی مزرعه بکار رود. در نتایج تجزیه واریانس آزمایشگاه، رقم مودِنا به علت بالا بودن میزان هدایت الکتریکی دارای پایین ترین کیفیت بود و ارقام دیگر با هم تفاوت معنی داری نداشتند. در اثر متقابل زمان اعمال تنش × ارقام کلزا رقم مودِنا در قطع آبیاری از زمان ساقه‌دهی به بعد بیشترین و اُپرا کمترین، و رقم ساریگل در آبیاری معمول کمترین میزان هدایت الکتریکی را نشان دادند. در اثر متقابل تاریخ کاشت × ارقام کلزا، رقم مودِنا در تاریخ کاشت دوم بیشترین و بقیه ارقام تفاوت معنی داری با هم نداشتند. نتایج تجزیه واریانس داده‌های مزرعه ای نیز نشان داد که تاریخ کاشت و تنش خشکی اثر معنی داری روی صفات اندازه گیری شده نداشته اند.

واژه های کلیدی: آزمون هدایت الکتریکی، بنیه بذر، درصد سبز نهایی

مقدمه

با توجه به اینکه قسمت اعظم روغن مصرفی کشور از خارج وارد می شود و همچنین محدودیت منابع آب، ضرورت توسعه‌ی کشت دانه‌های روغنی از جمله ارقام کلزا که به خشکی نسبتاً مقاوم هستند از اهمیت خاصی برخوردار است (۳). با توجه به ریز بودن اندازه بذر کلزا و ضعیف بودن قدرت رویش بذر و گیاهچه آن تعیین قدرت بذر و گیاهچه قبل از کاشت اهمیت قابل ملاحظه ای در رابطه با مصرف میزان کافی بذر در واحد سطح و دستیابی به تراکم بوته مطلوب برای تولید عملکرد مناسب دارد (۱). در این میان قدرت بذر و گیاهچه در رابطه با کارکرد زراعی، استقرار بوته مطلوب و دستیابی به محصول و عملکرد حائز اهمیت ویژه‌ای می باشند (۴). بر اساس تعریف انجمن بین المللی آزمون بذر ایستا، قدرت بذر عبارت است از مجموعه ویژگی‌های بذر که سطح بالقوه فعالیت و کارایی بذر یا توده‌ی آن را به هنگام جوانه زنی و سبز شدن تعیین می‌کند، لذا ارزیابی قدرت بذر از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد (۱۱). قدرت بذر به این دلیل دارای اهمیت است که در خیلی از موارد بذوری با درصد جوانه زنی یکسان در آزمایشگاه، ممکن است در شرایط مزرعه، جوانه‌زنی کاملاً متفاوتی داشته باشند. مخصوصاً اگر در زمان کاشت و یا بعد از آن شرایط نامساعدی پیش آید. با وجود این می توان انتظار داشت که بذور با قدرت بالا در شرایط نامساعد مزرعه نیز درصد سبز شدن بالایی داشته باشند (۱۰). در حال حاضر آزمون هدایت الکتریکی به عنوان یک آزمون مناسب جهت ارزیابی بنیه بذر های نخود فرنگی، لوبیا، سویا و باقلا شناخته شده است (۴). به طور کلی یک آزمایش بنیه بذر باید از مشخصات عمومی نظیر هزینه کم، سرعت، سادگی، تکرار پذیری و همبستگی با ظهور گیاهچه‌ها در مزرعه برخوردار باشد

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران
(*- نویسنده مسئول: Email: atarodi_@yahoo.com)
۲، ۴ و ۵- دانشیار پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران
۳- دانشیار، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج

و لذا ارزش نهایی آزمون بستگی به دقت در پیش بینی نتایج مزرعه دارد (۱۱، ۱۸). پایین بودن بنیه بذور به عوامل مختلفی نظیر کاهش سلامت غشا و یا خسارات مکانیکی ارتباط دارد. در مدت جذب آب، مواد محلول سیتوپلاسمی بذوری که ساختمان غشا آنها ناپایدار است به محیط بیرون تراوش می‌کنند. این محلول دارای خاصیت الکترولیتی است و قدرت انتقال الکتریسیته را دارد. میزان این انتقال را می توان به وسیله دستگاه هدایت سنج اندازه‌گیری کرد (۵). بورجی و همکاران (۹) طی آزمایشی روی ۱۰رقم لوبیا سفید و قرمز به این نتیجه رسیدند که بین هدایت الکتریکی (که به عنوان شاخصی از تراوش مواد بذر استفاده می‌شود) و سرعت جذب آب همبستگی مثبت و معنی داری وجود دارد. همچنین در آزمایش همبستگی منفی بین میزان هدایت الکتریکی و قدرت جوانه‌زنی و نیز رابطه منفی و غیر معنی‌داری بین هدایت الکتریکی و سبز شدن وجود داشت. وییرا و همکاران (۲۲) گزارش کردند که تنش کمبود آب بر روی بنیه بذور سویا تأثیر معنی‌داری دارد. به منظور تعیین بهترین رابطه آزمون قدرت رویش یا بنیه بذر در آزمایشگاه و استقرار گیاهچه ۴ رقم یونجه در مزرعه، آزمایشی توسط توکلی و همکاران (۲۰) انجام گرفت. در این آزمایش از آزمون های جوانه زنی استاندارد، جوانه زنی در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد، سرعت جوانه زنی، تنش اسمزی، آزمون پیری زودرس و هدایت الکتریکی استفاده شد. نتایج نشان داد ضرایب همبستگی بین آزمون هدایت الکتریکی بذر با درصد و سرعت استقرار گیاهچه در مزرعه بسیار معنی‌دار است. مطالعه‌ای توسط کوچکی و صدرآبادی حقیقی (۷) برای ارزیابی بنیه بذر ۴ رقم یونجه با استفاده از آزمون پیری زودرس و هدایت الکتریکی انجام شد. نتایج بدست آمده نشان داد که آزمون هدایت الکتریکی می‌تواند به اندازه آزمون پیری زودرس نماینگر بنیه بذر باشد و در صورت استاندارد شدن به عنوان روشی سریع برای ارزیابی بنیه بذر یونجه استفاده شود. خلج (۲) تحقیقی را برای تعیین قدرت بنیه بذر و جوانه‌زنی ۶ رقم کلزا، تحت تنش خشکی (کم آبیاری)، به وسیله‌ی ۴ آزمون جوانه‌زنی استاندارد، سرما، پیری زودرس و هدایت الکتریکی انجام داد. نتایج نشان داد که آزمون پیری زودرس بیشترین همبستگی را با درصد سبز مزرعه داشت در حالیکه آزمونهای هدایت الکتریکی، سرما و جوانه‌زنی استاندارد همبستگی خوبی با درصد سبز مزرعه نداشتند. کانت (۱۳) در بررسی اندازه و میزان پیری بذر روی هدایت الکتریکی و درصد جوانه‌زنی بذر خردل هندی یا خردل زرد مشاهده کرد هدایت الکتریکی قادر به تعیین اثر پیری در بذر نیست. مری‌زانگلا و همکاران (۱۶) گزارش دادند که آزمون پیری زودرس، هدایت الکتریکی و اولین شمارش جوانه‌زنی بیشترین کارایی را در تشخیص درصد سبز مزرعه کلزا داشته است. روزرخ و همکاران (۱۹) در مطالعه خود روی نخود گزارش نمودند که آزمون هدایت الکتریکی و سرعت جوانه‌زنی از مناسب ترین آزمون‌ها برای ارزیابی قدرت بذر ارقام نخود در آزمایشگاه و مزرعه می باشند. همچنین در تحقیقی که خان و همکاران (۱۴) روی بذور گندم انجام دادند مشاهده کردند آزمون‌های پیری زودرس، شاخص جوانه‌زنی، آزمون هدایت الکتریکی و طول ریشه‌چه دارای همبستگی معنی‌داری با درصد سبز مزرعه هستند و در نتیجه می توانند در پیش بینی درصد سبز مزرعه مورد استفاده قرار گیرند.

با توجه به مطالب ذکر شده اهداف این تحقیق، بررسی اثرات تنش خشکی و تاریخ کاشت حاکم بر گیاه مادری کلزا، بر میزان هدایت الکتریکی بذرهای حاصل از آن و تعیین همبستگی بین درصد سبز نهایی در مزرعه با آزمون هدایت الکتریکی بذر در آزمایشگاه است.

مواد و روش ها

این تحقیق در مزرعه تحقیقاتی و آزمایشگاه تکنولوژی بذر گروه زراعت واصلاح نباتات پردیس ابوریحان دانشگاه تهران واقع در پاکدشت در بهار ۱۳۸۷ انجام شد. ارتفاع مکان آزمایش از سطح دریا ۱۲۸۰ متر، عرض و طول جغرافیایی آن به ترتیب ´۲۸ °۳۵ درجه شمالی و ´۴۴ °۵۱ درجه شرقی می باشد. بافت خاک لومی و اقلیم منطقه بر اساس تقسیم بندی دومارتن جز مناطق خشک محسوب می‌شود. این منطقه دارای تابستان‌های گرم و خشک، زمستان های ملایم و میانگین بارندگی سالیانه برابر ۱۷۰ میلی متر است. تحقیق (سال ۱۳۸۷) به دو صورت مزرعه‌ای و آزمایشگاهی انجام گرفت.

- آزمایش مزرعه‌ای

آزمایش در مزرعه (سال ۱۳۸۷) به صورت طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با ۲۰ تیمار و ۳ تکرار (۶۰ تیمار بذری) اجرا شد. بذور ۵ رقم کلزا (لیکورد، اُپرا، مودِنا، اِلیت و ساریگل) به صورت فاکتور فرعی، دو تاریخ کاشت (شامل نیمه اول مهر (تاریخ کاشت اول) و نیمه اول آبان ماه (تاریخ کاشت دوم)) و دو سطح آبیاری (شامل آبیاری بعد از ۸۰ میلی متر تبخیر از تشتک کلاس A که به نام آبیاری معمولی آورده شده و قطع آبیاری از مرحله ساقه‌دهی به بعد) به عنوان فاکتور های اصلی در نظر گرفته شدند. بذور مورد بررسی از آزمایش سال گذشته (۸۶-۱۳۸۵) که به صورت یک آزمایش فاکتوریل اسپلیت پلات بر پایه بلوک کامل تصادفی روی گیاه مادری انجام شده بود تهیه شدند.

در آزمایش مزرعه‌ای سال ۱۳۸۷: صفات درصد سبز نهایی، میانگین زمان لازم برای سبز شدن، میانگین سبز شدن روزانه و سرعت سبز شدن روزانه بذور کلزا اندازه‌گیری شد. آزمایش مزرعه‌ای (سال ۱۳۸۷) شامل ۶۰ کرت آزمایشی به طول یک متر و عرض ۱/۲۰ متر در نظر گرفته شد. هر کرت شامل دو پشته به طول یک

متر و عرض ۶۰ سانتی متر بود. کشت بر روی پشته‌ها به صورت دو ردیف و فاصله بین بذور در روی هر ردیف ۵ سانتی متر و عمق کشت برای تمام بذور ۲ سانتی متر در نظر گرفته شد. تاریخ اولین آبیاری به عنوان تاریخ کاشت و مصادف با ۲۵ اردیبهشت ماه بود. به محض ظهور اولین گیاهچه، شمارش گیاهچه های سبز شده آغاز شد و تا زمانی که تعداد گیاهچه‌های سبز شده ثابت گردیدند شمارش ادامه داشت. در پایان شاخص‌های مرتبط با قدرت رویش بذر یا بنیه بذر بر اساس شاخص های ذیل محاسبه شد:

– درصد سبز نهایی مزرعه *(FEP)* [1]: که به صورت تعداد بذور سبز شده تقسیم بر تعداد بذور کشت شده ×۱۰۰ بدست می‌آید (۱۲).

– میانگین زمان لازم برای سبز شدن *(MTE)* [2]: که به عنوان شاخصی از سرعت سبز شدن بذر محسوب می گردد (۱۲).

$$MTE=\frac{\sum(nd)}{\sum n}$$

n= تعداد بذرهای سبز شده در d روز. d= تعداد روزها.

$\sum n$= کل تعداد بذرهای سبز شده

– میانگین سبز شدن روزانه *(MDE)* [3]: شاخصی از سرعت و تعداد گیاهچه سبز شده می‌باشد، که از تقسیم درصد سبز نهایی بر طول دوره‌ی آزمایش بدست می‌آید (۱۲).

$$MDE=\frac{FEP}{D}$$

FEP= درصد سبز شدن نهایی

– سرعت سبز شدن روزانه *(DES)* [4]: سرعت جوانه‌زنی روزانه که عکس میانگین سبز شدن روزانه می باشد. این شاخص بیان‌کننده ی مدت زمان لازم برای سبز شدن یک تک بذر است و هر چه کمتر باشد سرعت سبز شدن بالاتر است (۱۲).

$$DES=\frac{1}{MDE}$$

- آزمون هدایت الکتریکی در آزمایشگاه

برای انجام آزمون هدایت الکتریکی از هر تیمار ۳ تکرار ۱۰۰ بذری به صورت تصادفی جدا گردید. در ابتدا وزن نمونه ها اندازه‌گیری شدند سپس نمونه‌ها به صورت جداگانه داخل ظروف در بسته با فویل آلومینیومی حاوی۱۰۰ میلی لیتر آب دو بار تقطیر، به مدت ۲۴ ساعت غوطه‌ور شدند و یک ظرف محتوی آب دو بار تقطیر شده بدون بذر نیز به عنوان شاخصی از کیفیت آب (شاهد) در نظر گرفته شد (۲۴ ساعت قبل از انجام آزمایش ظروف محتوی آب دو بار تقطیر شده در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد تا از لحاظ دما به تعادل برسند). بعد از مدت ۲۴ ساعت با استفاده از دستگاه هدایت سنج (EC متر) هدایت الکتریکی (میکروزیمنس بر سانتیمتر بر گرم) هر ظرف اندازه گیری شد. سپس جهت تعیین میزان هدایت الکتریکیِ هر گرم نمونه بذر با استفاده از فرمول هدایت الکتریکی تعیین شد، که به صورت عدد خوانده شده از EC متر تقسیم بر وزن خشک ۱۰۰ عدد بذر بدست آمد (۲ و ۱۲).

قبل از انجام تجزیه واریانس، آزمون نرمال بودن داده ها انجام شد. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین به روش آزمون چند دامنه ای دانکن و در سطح احتمال ۵٪ با نرم افزار SAS انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌های مزرعه ای شامل *FEP*، *MTE*، *MDE*، *DES* نشان داد، که تأثیر تنش خشکی (کم آبیاری)، تاریخ کاشت و رقم بر این صفات معنی‌دار نبوده است (جدول۱).

تجزیه واریانس هدایت الکتریکی بذور در آزمایشگاه (جدول۲) نشان داد که ارقام کلزا و اثر متقابل زمان اعمال تنش× ارقام کلزا در سطح احتمال ۱ درصد، و زمان اعمال تنش و اثر متقابل تاریخ کاشت× ارقام کلزا در سطح احتمال ۵ درصد از لحاظ این صفت معنی‌دار شدند.

در اثر متقابل زمان اعمال تنش× ارقام کلزا، رقم مودِنا و ساریگل در قطع آبیاری از زمان ساقه‌دهی به بعد، بیشترین و رقم ساریگل در آبیاری معمولی (آبیاری بعد از ۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A)کمترین میزان هدایت الکتریکی را نشان دادند (جدول۳)، با اعمال تنش میزان هدایت الکتریکی برخی ارقام (به جز دو رقم اُپرا و اِلیت) افزایش یافت که نشان دهنده‌ی این است که گیاه مادری سیستم خود تنظیمی و عکس‌العمل مناسبی در مقابل تنش خشکی نداشته است یعنی گیاه زمانی که با تنش خشکی مواجه شده است نتوانسته خود با شرایط وفق دهد درنتیجه تنش بر روی ساختار و غشا سلولی بذر تولیدی اثر گذاشته و باعث افزایش هدایت الکتریکی شده است. هر چه میزان هدایت الکتریکی بیشتر باشد کیفیت بذر پایین‌تر است. نشت مواد حل شده از بذر در نتیجه کاهش استحکام غشا و مرگ بافت‌ها در طی پیر شدن بذر حادث می‌شود (۶). نتایج حاصل از این تحقیق حاکی از آن است که اعمال تنش در مراحل رشدی گیاه باعث تولید بذوری با کیفیت پایین می‌گردد زیرا در این شرایط نشت مواد از پوسته بذر افزایش می‌یابد که این امر به علت پوسته آسیب دیده بذور، سهولت پاره شدن پوسته و افزایش نفوذ پذیری غشا سلولی (۷) است. در طی آبگیری بذور، غشا قابلیت و توانایی از دست رفته خود را مجدداً بدست می‌آورد ولی بذور قوی احتمالاً غشاهای خود را با سرعت بیشتری سازمان‌دهی مجدد می‌کنند، لذا تراوش از آن‌ها نسبت به بذور ضعیف‌تر کمتر خواهد بود و در نتیجه هدایت الکتریکی

1- Final Emergence Percentage
2- Mean Time of Emerging
3- Mean Daily Emerging
4- Daily Emerging Speed

کمتری خواهند داشت (۸، ۱۵). که نتایج حاضر با نتایج خلج (۲) و ویبرا و همکاران (۲۲) که بیان کردند تنش خشکی یا کم آبی بر بنیه بذر تأثیر معنی‌داری دارد هم خوانی دارد، اما با نتایج نیکلس و همکاران (۱۷) که نتیجه گرفتند که محدودیت آبی روی هدایت الکتریکی بذور تولیدی نخود تأثیری ندارد مطابقت ندارد.

در اثر متقابل تاریخ کاشت× ارقام کلزا، رقم مودِنا در تاریخ کاشت دوم بیشترین و بقیه ارقام نسبت به هم تفاوت معنی‌داری نداشتند. با توجه به جدول۳ به نظر می‌رسد تاریخ کاشت اثر معنی داری در میزان هدایت الکتریکی بذور (به جز در رقم مودِنا) نداشته است و لذا میزان هدایت الکتریکی ارقام در تاریخ کاشت به نوع رقم و خصوصیات ارقام بستگی دارد یا اینکه گیاه مادری (لیکورد، اُپرا، اِلیت و ساریگل) در مقابل تاریخ کاشت دوم سیستم خود تنظیمی و عکس‌العمل بهتری داشته است (یعنی زمانی که بذرها در نیمه اول آبان کشت شدند به دلیل تأخیر در کاشت، گیاه از همان ابتدا با تنش (همان تأخیر در کاشت) روبرو شده در نتیجه رشد رویشی خود را کم کرده و خود را با شرایط تأخیر در کاشت وفق داده و به دنبال آن سطح برگ کمتر، گل کمتر، خورجین کمتر و در نهایت بذر کمی تولید کرده در نتیجه رقابت کمتری بین بذور تولیدی بوده و گیاه تمام نیروی خود را برای پر کردن و حفظ کیفیت این تعداد کم بذر گذاشته است و این باعث شده کیفیت و بنیه بذر حفظ شود). به طور کلی می توان گفت تأخیر در کاشت تأثیری در بنیه بذر نداشته است.

ورما و همکاران (۲۱) بیان داشتند بذر های با کیفیت بالا میزان هدایت الکتریکی کمتری دارند، با توجه به نتایج احتمالاً می توان اظهار داشت که رقم مودِنا به علت بالا بودن میزان هدایت الکتریکی و عکس‌العمل شدید به شرایط تنش خشکی و تاریخ کاشت دارای کیفیت و بنیه پایین است و احتمالاً بتوان رقم اُپرا، را که کمترین میزان هدایت الکتریکی را به خود اختصاص داده است جز ارقام با قدرت رویش و بنیه بالا دانست.

نتایج نشان داد که همبستگی بین نتایج مزرعه (درصد سبز نهایی، میانگین مدت زمان لازم برای سبز شدن، میانگین سبز شدن روزانه و سرعت سبز شدن روزانه) و آزمون هدایت الکتریکی وجود ندارد (جدول۴). در نتیجه آزمون هدایت الکتریکی نمی تواند سبز شدن بذور در مزرعه را پیش بینی کند که با نتایج نظرات محققان پیشین مطابقت ندارد، اما با نتایج خلج (۲)، بورجی و همکاران (۹) و کانت (۱۳) مطابقت دارد. با توجه به نتایج مقایسه میانگین ارقام کلزا، زمان اعمال تنش× ارقام کلزا و تاریخ کاشت× ارقام کلزا مشاهده می‌شود، رقم مودِنا همواره بیشترین میزان هدایت الکتریکی به خود اختصاص داده است که نشان دهنده ی بنیه و کیفیت پایین غشا بذر می باشد.

جدول۱- تجزیه واریانس درصد سبز نهایی، میانگین مدت زمان لازم برای سبز شدن، میانگین سبز شدن روزانه، سرعت سبز شدن روزانه تحت شرایط تنش خشکی و تاریخ کاشت در ۵ رقم کلزا (در مزرعه)

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		درصد سبز نهایی	میانگین مدت زمان لازم برای سبز شدن	میانگین سبز شدن روزانه	سرعت سبز شدن روزانه
تاریخ کاشت	۱	۱/۱۵۸ ns	۰/۶۹۵ ns	۰/۰۱۲ ns	۰/۰۰۰۰۰۲۸۲ ns
تنش خشکی	۱	۲/۸۵۸ ns	۰/۴۱۳ ns	۰/۰۲۹ ns	۰/۰۰۰۰۱۰۴۲ ns
تاریخ کاشت × تنش خشکی	۱	۳۹/۷۰۷ ns	۰/۰۹۸ ns	۰/۳۹۷ ns	۰/۰۰۰۰۷۹۳۵ ns
اشتباه اصلی	۶	۳۷/۳۲۲	۰/۲۲۱	۰/۳۷۳	۰/۰۰۰۱۰۷۳
رقم	۴	۹۴/۵۷۲ ns	۰/۲۲۰ ns	۰/۹۴۶ ns	۰/۰۰۰۱۹۵۴ ns
تاریخ کاشت × رقم	۴	۱۹۴/۳۲۳ ns	۰/۵۹۹ ns	۱/۹۴۴ ns	۰/۰۰۰۴۲۳۶۵ ns
تنش خشکی × رقم	۴	۱۲۲/۳۲۰ ns	۱/۰۰۲ ns	۱/۲۲۳ ns	۰/۰۰۰۳۱۰۶۷ ns
تاریخ کاشت × تنش خشکی × رقم	۴	۱۹/۶۸۷ ns	۰/۱۴۴ ns	۰/۱۹۷ ns	۰/۰۰۰۰۵۵۸۵ ns
اشتباه فرعی	۳۲	۹۴/۷۷۲	۰/۴۴۹	۰/۹۴۸	۰/۰۰۰۲۲۲۶
ضریب تغییرات CV٪		۱۱/۷۹	۲۷/۸۷	۱۱/۷۹	۱۲/۱۴

ns، * و **: به ترتیب: غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۵ و ۱درصد

جدول۲- تجزیه واریانس میزان هدایت الکتریکی در ۵ رقم کلزا (در آزمایشگاه)

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
تاریخ کاشت	۱	۴۲/۰۶۸^{ns}
زمان اعمال تنش	۱	۳۴۶/۶۵۷*
تاریخ کاشت × زمان اعمال تنش	۱	۷۱/۰۶۸^{ns}
اشتباه اصلی	۶	۲۶/۴۵۱
رقم	۴	۹۸/۴۰۱**
تاریخ کاشت × رقم	۴	۶۰/۵۶۰*
زمان اعمال تنش × رقم	۴	۱۰۷/۹۴۹**
تاریخ کاشت × زمان اعمال تنش× رقم	۴	۳۹/۲۷۲^{ns}
اشتباه فرعی	۳۲	۱۹/۶۶۵
ضریب تغییرات CV%		۹/۳۹

ns: غیر معنی‌دار، * و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱درصد

جدول۳- مقایسه میانگین اثر متقابل زمان اعمال تنش × ارقام کلزا و تاریخ کاشت × ارقام کلزا بر میزان هدایت الکتریکی بذور کلزا در شرایط آزمایشگاه

زمان اعمال تنش	میانگین			میانگین	
	رقم	میزان هدایت الکتریکی	زمان کاشت	رقم	میزان هدایت الکتریکی
آبیاری بعد از ۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A (آبیاری معمولی)	Licord	۴۳/۱۰cd	تاریخ کاشت اول	Licord	۴۵/۷۰b
	Opera	۴۵/۳۰c		Opera	۴۶/۱۴b
	Modena	۴۸/۳۸bc		Modena	۴۷/۴۶b
	Elite	۴۸/۳۴bc		Elite	۴۷/۸۳b
	Sarigol	۳۹/۱۲d		Sarigol	۴۴/۹۵b
قطع آبیاری از ساقه‌دهی به بعد	Licord	۴۸/۳۸bc	تاریخ کاشت دوم	Licord	۴۵/۷۸b
	Opera	۴۵/۵۰c		Opera	۴۴/۶۷b
	Modena	۵۴/۰۱a		Modena	۵۶/۹۳a
	Elite	۴۶/۲۷bc		Elite	۴۶/۷۹b
	Sarigol	۵۲/۱۲ab		Sarigol	۴۶/۲۸b

میانگین‌های دارای حروف یکسان بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن، فاقد تفاوت معنی‌داری می‌باشند ($p\leq 0.05$).

جدول٤- ضرایب همبستگی بین میزان هدایت الکتریکی در آزمایشگاه و صفات مزرعه

صفات	۱[1]	۲	۳	٤	۵
هدایت الکتریکی	۱				
MTE	۰/۱۹^{ns}	۱			
MDE	-۰/۱۷^{ns}	-۰/۲۱^{ns}	۱		
DES	۰/۱۵^{ns}	۰/۱۶^{ns}	-۰/۹۹**	۱	
FEP	-۰/۱۷^{ns}	-۰/۲۱^{ns}	۱**	-۰/۹۹**	۱

۱. قابل ذکر است هر یک از اعداد ردیف اول جدول نشاندهنده‌ی صفات ستون اول جدول است

منابع

۱- حمیدی، آ.، ۱۳۸۴. ارزیابی قابلیت کاربرد آزمون فرسودگی کنترل شده بذر برای تعیین تأثیر قدرت (ویگور) بذر بر رویش مزرعه‌ای ارقام کلزا. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر.

۲- خلج، ح. ۱۳۸۵. بررسی اثرات تنش خشکی در طول دوره رشد و نمو بذر، بر خواص کیفی و قدرت رویش بذر تولیدی پاییزه کلزا. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران. ۱۶۱ صفحه.

۳- دلخوش، ب.، الف. ح.، شیرانی‌راد.، ق.، نورمحمدی.، ف. درویش. ۱۳۸۵. تأثیر تنش خشکی بر عملکرد و مقدار کلروفیل ارقام کلزا. مجله علمی پژوهشی علوم کشاورزی. جلد ۲: ۱۷۷-۱۶۵.

۴- دهقان شعار، م.، آ. حمیدی. و ص. مبصر. ۱۳۸۴. شیوه‌های ارزیابی قدرت بذر (ترجمه). چاپ اول. انتشارات نشر آموزش کشاورزی. ۱۹۴ صفحه.

۵- سرمدنیا، غ. ح. ۱۳۷۵. تکنولوژی بذر. چاپ دوم. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۸۸ صفحه.

۶- سوهانی، م. ۱۳۷۷. کنترل و گواهی بذر. انتشارات دانشگاه گیلان. ۱۶۰ صفحه.

۷- کوچکی، ع. و ر. صدر آبادی حقیقی.، ۱۳۷۹. ارزیابی بنیه بذر چهار رقم یونجه با آزمون‌های پیری زودرس و هدایت الکتریکی. مجله بیابان. جلد ۵(۱): ۲۵-۱۵.

8- Bewley, J. D. and M. Black. 1994. Seed physiology of development and germination. Sec. ed. Plenum Press.

9- Borji, M., M. Ghorbanli and M. Sarlak. 2007. Some seed traits and their relationship to seed germination, emergence rate electrical conductivity in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Plant Science, 6(5):781-787.

10- Copeland, L. D. and M. B. McDonald. 1985. Seed Science and Technology. McDonald Publishing Company. Newyork. USA, 121-144.

11- Hampton, J. G. and D. M. Tekrony. 1995. Handbook of Vigour Test Methods (3rd). International Seed Testing Association (ISTA). Zurich, Switzerland.

12- ISTA. 2003. Handbook for seedling evaluation (3rd.ed). International Seed Testing Association. Zurich,Switzerland, 223pp.

13- Kant, K., 2003. Effect of size and aging on sinapine leakage electrical conductivity and germination percentage in the seed of mustard (*Brassica juncea* L.). Seed Science and Technology, 31:505-509.

14- Khan, A. Z., H, Khan., R, Khan and A. Aziz. 2007. Vigour tests used to Rank Seed lot quality and predict field emergence in wheat. Plant Physiology, 2(5): 311-317.

15- Larson, L. A., 1968. The effect of soaking pea seed with or without seed coats has on seedling growth. Plant Physiology, 43: 255-259.

16- Marizangela Rizzatti, A., S. B. Alessandro de lucca and C. Alberto. 2005. Laboratory tests on canola seeds and correlation to seedling emergence in field. Revista brasileira de sementes, 27(1):62-70.

17- Nichols, M. A., I. J. Warringon and D. J. Scott. 1978. Pre-harvest treatment effects on some quality criteria of pea seeds. Acta Hort, 83:13-124.

18- Powel, A. and S. Mathews 1992. Seed vigour and its measurment. Pp: 98-109. In: P. K. Agrawal., and M. Dadlani (eds). Techniques in Seed Science and Technology, 2nd ed. South Asian Publishers, New Delhi, India.

19- Roozrokh, M., k. Ghasemi Golozani and A. Javanshir. 2002. Relationship between seed vigour and field performance in Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Agriculture Research Seed and Plant Improvement Institue, 18(2):156-169.

20- Tavakkoli, H. R., A. Kakhki., M. Beheshti., and M. Nasiri Mahalati. 2005. Evaluation of seed vigour tests for determing Alfalfa seed quality. Field Crops Research, 3(1):25-34.

21- Verma, S. S., R. P. S, Tomer, V, Urmil., S. L, Saini. 2001. Electrical conductivity and accelerated aging techniques for evaluating deterioration in brassica species. Crop Research Hisar, 21(2):148-152.

22- Vieira, R. D., D. M. Tekrony and D. B. Egli. 1992. Effect of drought and defoliation stress in the field of soybean seed germination and vigor. Crop Science, 32:471-475.