مجله علوم گياهان زراعي ايران
دوره ۴۰، شماره ۲، ۱۳۸۸ (۱۰۴-۹۳)

بررسي شاخص‌هاي جوانه‌زني بذر و رشد گياهچه ارقام کلزا (***Brassica napus* L.**) با استفاده از آزمون‌هاي بنيه بذر

بابک ربيعي[1]* و مهدي بيات[2]
۱، ۲، دانشيار و دانشجوي کارشناسي ارشد دانشکده علوم کشاورزي دانشگاه گيلان
(تاريخ دريافت: ۸۷/۲/۱- تاريخ تصويب: ۸۸/۱/۲۳)

چکيده

به منظور ارزيابي تأثير تنش سرمايي و پيري تسريع‌شده بر شاخص‌هاي جوانه‌زني و رشد گياهچه پنج رقم کلزاي **Hyola330**، **Hyola401**، **Hyola420**، **Syn-3** و **Pr401/15E**، آزمايشي در قالب طرح کاملا تصادفي با سه تکرار در شرايط آزمايشگاه اجرا شد. نتايج حاصل مشخص ساخت که ارقام از لحاظ درصد جوانه‌زني، شاخص بنيه بذر، سرعت جوانه‌زني و طول گياهچه در شرايط جوانه‌زني استاندارد، سرما و پيري تسريع شده داراي اختلاف معني‌داري با يکديگر بودند و ارقام **Hyola401**، **Pr401/15E** و **Syn-3** درآزمايش جوانه‌زني استاندارد، رقم **Hyola401** در آزمون سرما و دو رقم **Pr401/15E** و **Syn-3** در آزمون پيري تسريع شده داراي حداکثر درصد جوانه‌زني بودند. همچنين رقم **Hyola420** در هر سه آزمون از کمترين درصد جوانه‌زني برخوردار بود. عکس‌العمل ارقام از لحاظ طول گياهچه، شاخص بنيه بذر و سرعت جوانه‌زني در آزمون‌هاي مختلف متفاوت بود، به طوري که در آزمون جوانه‌زني استاندارد و پيري تسريع شده رقم **Pr401/15E** و در آزمون سرما رقم **Syn-3** داراي بيشترين طول گياهچه بودند. همچنين رقم **Pr401/15E** در آزمون جوانه‌زني استاندارد، ارقام **Syn-3** و **Hyola401** در آزمون سرما و ارقام **Hyola401** و **Pr401/15E** در آزمون پيري تسريع شده داراي بيشترين شاخص بنيه بذر بودند. از نظر سرعت جوانه‌زني نيز رقم **Pr401/15E** در آزمون جوانه‌زني استاندارد، رقم **Hyola401** در آزمون سرما و رقم **Syn-3** در آزمون پيري تسريع شده داراي بيشترين ميزان بودند. به طور کلي، ارزيابي شاخص‌هاي جوانه‌زني ارقام کلزا نشان داد که بذرهايي که داراي بنيه قوي بودند کمتر تحت تأثير سرما و پيري تسريع شده قرار گرفتند و اختلاف بين شاخص‌هاي جوانه‌زني اين بذرها تحت شرايط عادي و تنش ناچيز بود و هر چه بنيه بذر ضعيف‌تر باشد، نسبت به اين تنش‌ها حساس‌تر و اين اختلاف‌ها بيشتر بود. علاوه بر اين مشخص شد که بين شرايط پيري تسريع شده و سرما، پيري تسريع شده تأثير منفي شديدتري بر کاهش بنيه بذرهاي کلزا دارد. اين نتيجه نشان داد که بذرهاي کلزا در دماهاي بالا، سريع‌تر از دماهاي پايين کيفيت خود را از دست مي‌دهند، به طوري که چنانچه بذرها در شرايط نامناسب انبار (دما و رطوبت بالا) ذخيره شوند، قوه ناميه و بنيه بذر ارقام شديداً کاهش مي‌يابد. بنابراين جهت نگهداري بذرهاي کلزا براي کشت در سال بعد، دقت در شرايط نگهداري بذر بسيار مهم و حساس مي‌باشد.

واژه‌هاي کليدي: کلزا، درصد جوانه‌زني، قدرت بذر، آزمون سرمايي و پيري تسريع شده.

* نويسنده مسئول: بابک ربيعي تلفن: ۰۱۳۱-۶۶۹۰۲۸۲ E-mail: rabiei@guilan.ac.ir

مقدمه

دانه کلزا (*Brassica napus* L.) به طور متوسط با دارا بودن ۴۲درصد روغن و ۲۴ درصد پروتئین، یکي از مهمترین گیاهان دانه روغني محسوب مي‌شود. سطح زیر کشت کلزا در کشور در سال زراعي ۸۶-۱۳۸۵ برابر با ۱۹۸۰۰۰ هکتار و میزان تولید آن ۳۱۹۰۰۰ تن بوده که به طور متوسط ۱۶۱۰ کیلوگرم در هکتار دانه برداشت شده است (Statististic & Information Center, 2008). یکي از مسایل اساسي در تولید بذر کلزا، کیفیت مناسب و بنیه بالاي آن است که به خاطر دارا بودن مقدار زیاد روغن، ممکن است به دلایل مختلف قبل از کشت کاهش یابد. از جمله فاکتورهایي که ممکن است بر کیفیت بذر کلزا تأثیر بگذارند، مرحله رسیدگي، زمان برداشت، روش‌هاي برداشت، خشکي، تمیزي و انبارداري هستند و آزمون‌هاي جوانه‌زني بذر اثر چنین فاکتورهایي را بر کیفیت بذر تشخیص داده و میزان مناسب بذر جهت کشت را تعیین مي‌کنند (Buckley et al., 2003; Elias et al., 2006). مطالعه مؤلفه‌هاي جوانه‌زني نه ژنوتیپ کلزا نشان داد که دما تأثیر بسیار معني‌داري بر زمان شروع جوانه‌زني، سرعت، درصد و حداکثر جوانه‌زني کلزا دارد، به طوري که با کاهش دما از ۲۰ تا ۴/۵ درجه سانتي‌گراد شروع جوانه‌زني به سرعت به تأخیر مي‌افتد و یکنواختي و حداکثر جوانه‌زني وقتي کاهش مي‌یابد که دما به کمتر از ۱۵ درجه سانتي‌گراد تنزل یابد. در مقابل سرعت جوانه‌زني با افزایش دما در بالاتر از صفر تا ۴ درجه سانتي‌گراد تا رسیدن به ۱۶ تا ۲۰ درجه سانتي‌گراد، افزایش مي‌یابد (Latifi et al., 2004). یکي از آزمون‌هاي مهم براي تعیین کیفیت و بنیه بذر، آزمون پیري تسریع شده است. پیري تسریع شده در بسیاري از گونه‌هاي گیاهي با ظهور جوانه و استقرار گیاهچه در مزرعه داراي همبستگي مثبت است (Elias & Copleland, 2001). آزمون پیري تسریع شده مي‌تواند میزان گیاهچه‌هایي را که در شرایط مزرعه‌اي سبز مي‌شوند، پیش‌بیني کند (Harman & Mattick, 1999). طي آزمایشي روي شش رقم کلزاي بهاره و زمستانه، اثرات دو زمان برداشت (برداشت در هنگام رسیدگي فیزیولوژیک و رسیدگي کامل) بر جوانه‌زني و بنیه بذر ارقام کلزا بررسي شد (Elias & Copleland, 2001). آزمون‌هاي انجام شده براي سنجش بنیه بذر شامل آزمون جوانه‌زني استاندارد، آزمون پیري تسریع شده و آزمون سرما بود. نتایج حاصل نشان داد که اگرچه براي بذرهاي برداشت شده در مرحله رسیدگي کامل، فاصله بین ظرفیت جوانه‌زني و بنیه بذر بسیار نزدیک بود و ظاهراً تنش‌هاي دمایي و رطوبتي در آزمون پیري تسریع شده و آزمون سرما به اندازه کافي بر بنیه بذر در این مرحله تأثیري نگذاشته بودند، اما بذرهاي برداشت شده در زمان رسیدگي کامل داراي بنیه و قدرت زیست بالاتري نسبت به زمان رسیدگي فیزیولوژیک بودند. همچنین ارقام بهاره هیچ گونه تفاوت معني‌داري در آزمون جوانه‌زني استاندارد، آزمون پیري تسریع شده و آزمون سرما نشان ندادند، ولي ارقام زمستانه در این آزمون‌ها تفاوت‌هاي بسیار معني‌داري را نشان دادند (Elias & Copleland, 2001). از آزمون‌هاي پیري تسریع شده و فرسودگي کنترل شده[1] جهت ارزیابي بنیه بذرهاي چغندر قند نیز استفاده شده و میزان مطابقت نتایج حاصل از این آزمون‌ها با درصد سبز شدن مزرعه‌اي بذرها، مورد بررسي قرار گرفته است (Silva et al., 2006). این محققین در آزمون پیري تسریع شده بذرها را به مدت ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت در دماي ۴۲ درجه سانتي‌گراد قرار دادند و در آزمون فرسودگي کنترل شده، بذرهاي با رطوبت ۲۲، ۲۴ و ۲۶ درصد در دماي ۴۱ و ۴۵ درجه سانتي‌گراد به مدت ۱۲، ۲۴ و ۳۶ ساعت قرار گرفتند. نتایج نشان داد که آزمون پیري تسریع شده‌اي که در دماي ۴۲ درجه سانتي-گراد به مدت ۷۲ ساعت اجرا شد و نیز آزمون فرسودگي کنترل شده‌اي که براي بذرهاي با رطوبت ۲۴ درصد در دماي ۴۵ درجه سانتي‌گراد به مدت ۲۴ ساعت انجام شد، بهترین آزمون‌ها جهت تعیین پتانسیل فیزیولوژیک بذرهاي چغندر قند بودند. نتایجي که از این آزمون‌ها حاصل شد به میزان زیادي با نتایج مزرعه‌اي مطابقت داشت (Silva et al., 2006).

کلزا در استان گیلان به عنوان کشت دوم پس از برداشت برنج مطرح مي‌باشد. در حال حاضر در استان گیلان ۲۳۸ هزار هکتار شالیزار وجود دارد که ۳۰ درصد آن قابلیت کشت کلزا را دارد. متأسفانه سطح زیر کشت کلزا در استان گیلان در سال زراعي ۸۶-۱۳۸۵ تنها ۵۲۰ هکتار بوده است که از این سطح ۴۲۹ تن دانه با متوسط عملکرد ۸۲۵ کیلوگرم در هکتار برداشت شده است

1. Controlled deterioration test

(Statististic & Information Center, 2008). يكي از دلايل مهم پايين بودن سطح زير كشت كلزا در استان گيلان، وقوع شرايط نامساعد محيطي از قبيل بارندگي زياد، رطوبت بيش از حد خاک، درجه حرارت پايين خاک و همچنين عدم زهكشي مناسب اراضي شاليزاري است كه منجر به عدم جوانه‌زني يكنواخت بذر كلزا شده و به دنبال آن، استقرار گياهچه‌هاي كلزا به خوبي صورت نمي‌گيرد و تراكم مطلوب بوته‌ها ايجاد نمي‌گردد. بنابراين نياز به بذرهايي كه از قدرت جوانه‌زني و سبز شدن بالايي برخوردار باشند، ضروري به نظر مي‌رسد (Nasiri & Rabiei, 2004) و ممكن است با مقاومت به تنش‌هاي ابتداي فصل و عملكرد نهايي بذر مرتبط باشند. با توجه به اين موضوع، تحقيق حاضر به منظور ارزيابي پتانسيل ژنتيكي ارقام مورد كشت منطقه از نظر شاخص‌هاي جوانه‌زني و رشد گياهچه اجرا شد تا با معرفي ارقام با پتانسيل ژنتيكي بالا، تمايل كشاورزان براي كشت كلزا به عنوان كشت دوم پس از برداشت برنج افزايش يافته و گام هر چند ناچيزي در جهت افزايش توان اقتصادي شاليكاران و افزايش سطح زير كشت كلزا در استان گيلان برداشته شود.

مواد و روش‌ها

براي ارزيابي مؤلفه‌هاي جوانه‌زني بذر پنج رقم كلزاي بهاره Hyola420، Hyola330، Hyola401، Pr401/15E و Syn-3 در آزمايش جوانه‌زني استاندارد، تنش سرمايي و پيري تسريع شده در شرايط آزمايشگاه، سه آزمايش مجزا در قالب طرح كاملاً تصادفي با سه تكرار در آزمايشگاه زراعت دانشكده علوم كشاورزي دانشگاه گيلان انجام شد. ارقام Hyola420، Hyola330 و Hyola401 دورگ و ارقام Pr401/15E و Syn-3 لاين بوده و بذر تازه كليه‌ي ارقام كه همگي در شرايط كاملاً يكساني برداشت شده بودند، از بخش تحقيقات دانه‌هاي روغني مؤسسه اصلاح بذر كرج تهيه شدند. بذرها بلافاصله در يخچال در دماي ۴ درجه سانتي‌گراد قرار گرفتند و پس از سه ماه، آزمايش جوانه‌زني انجام شد. قبل از اجراي آزمايش، ابتدا بذرها با استفاده از هيپوكلريت سديم ۵ درصد به مدت ۵ دقيقه ضد عفوني شدند و سپس چندين بار با استفاده از آب مقطر شستشو داده شدند. اين عمل براي جلوگيري از آلودگي قارچ‌ها صورت گرفت (Barsa et al., 2002). جهت ارزيابي جوانه‌زني در شرايط استاندارد، تعداد ۱۵۰ عدد بذر در ۳ تكرار در داخل ظرف‌هاي پتري و روي كاغذ صافي كشت و در دماي ۲۲ درجه سانتي‌گراد به مدت ۷ روز درون ژرميناتور گذاشته شدند و پس از اين مدت تعداد گياهچه‌هاي عادي شمارش شد (Elias & Copleland, 2001). در آزمون سرما ابتدا ۱۵۰ عدد بذر در ۳ تكرار به مدت ۵ روز در دماي ۵ درجه سانتي‌گراد روي كاغذ صافي مرطوب تحت تنش سرما قرار گرفتند. سپس به دماي ۲۲ درجه سانتي‌گراد منتقل و پس از ۵ روز تعداد گياهچه‌هاي عادي شمارش شدند (Elias & Copleland, 2001). براي انجام آزمون پيري تسريع شده نيز از دو جعبه بيروني و دروني دربسته استفاده و روي جعبه دروني يک توري قرار داده شد. سپس بذرها به صورت يک لايه در بالاي سطح آب و روي توري‌ها گذاشته شده و به مدت ۷۲ ساعت در دماي ۴۲ درجه سانتي‌گراد و رطوبت ۴۴-۳۹ درصد نگهداري شدند. پس از آن بذرها به مدت ۷ روز در دماي ۲۲ درجه سانتي‌گراد قرار گرفتند و درصد گياهچه‌هاي عادي آنها شمارش گرديد (Elias & Copleland, 2001). قابل ذكر است كه تنها بذرهايي با طول ريشه‌چه دو ميلي‌متر، به عنوان بذر جوانه‌زده و عادي در نظر قرار گرفته شدند (Afzal et al., 2004). علاوه بر درصد جوانه‌زني، طول گياهچه، شاخص بنيه بذر و سرعت جوانه‌زني نيز مورد ارزيابي قرار گرفتند. براي ارزيابي طول گياهچه، فاصله بين انتهاي ريشه‌چه تا انتهاي ساقه‌چه بر حسب سانتي‌متر اندازه‌گيري شد. شاخص بنيه بذر و سرعت جوانه‌زني نيز با استفاده از رابطه‌هاي ۱ و ۲ مورد ارزيابي قرار گرفتند (Elias & Copleland, 2001; Kaboli & Sadeghi, 2002):

۱) شاخص بنيه بذر = طول گياهچه × درصد جوانه‌زني نهايي

۲) $$\text{سرعت جوانه‌زني} = \sum_{t=1}^{t=7} \frac{n}{t}$$

در اين رابطه‌ها، n تعداد بذرهاي جوانه زده در هر روز و t تعداد روزهاي پس از قرار دادن بذرها در ظرف پتري مي‌باشد.

براي تجزيه و تحليل آماري داده‌ها، ابتدا داده‌ها با تبديل لگاريتمي تغيير داده شدند و سپس تجزيه واريانس

آنها به طور جداگانه براي هر آزمايش انجام شد. مقايسه ميانگين‌ها نيز روي داده‌هاي تبديل شده و به روش توكي در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرديد، اما براي بيان نتايج مجدداً ميانگين‌هاي واقعي ارائه شدند. براي ارزيابي ميزان ارتباط بين شاخص‌هاي مورد مطالعه، ضرايب همبستگي ژنوتيپي و فنوتيپي بين آنها از رابطه‌هاي ۳ و ۴ محاسبه شدند:

$$r_{g_{ij}} = \frac{\sigma_{g_{ij}}}{\sqrt{\sigma^2_{g_i} \times \sigma^2_{g_j}}} \quad (۳$$

$$r_{p_{ij}} = \frac{\sigma_{p_{ij}}}{\sqrt{\sigma^2_{p_i} \times \sigma^2_{p_j}}} \quad (۴$$

كه در آنها $\sigma_{g_{ij}}$ و $\sigma_{p_{ij}}$ به ترتيب كوواريانس ژنوتيپي و فنوتيپي بين دو متغير i و j ، $\sigma^2_{g_i}$ و $\sigma^2_{g_j}$ واريانس‌هاي ژنوتيپي دو متغير i و j ، $\sigma^2_{p_i}$ و $\sigma^2_{p_j}$ واريانس‌هاي فنوتيپي متغيرهاي i و j ، و $r_{p_{ij}}$ و $r_{g_{ij}}$ نيز به ترتيب ضرايب همبستگي فنوتيپي و ژنوتيپي بين دو متغير i و j مي‌باشند. مقادير $\sigma_{g_{ij}}$ ، $\sigma^2_{g_i}$ و $\sigma^2_{g_j}$ از طريق جدول تجزيه واريانس و اميد رياضي ميانگين مربعات و با استفاده از رابطه‌هاي ۵ و ٦ محاسبه شدند:

$$\sigma_{g_{ij}} = \frac{MP_g - MP_e}{r} \quad (۵$$

$$\sigma^2_{g_{i,j}} = \frac{MS_g - MS_e}{r} \quad (۶$$

در اين رابطه‌ها، r تعداد تكرار آزمايش، MS_g و MS_e به ترتيب ميانگين مربعات ژنوتيپ‌ها و خطاي آزمايشي و MP_g و MP_e به ترتيب ميانگين حاصلضرب-هاي ژنوتيپها وخطاي‌آزمايشي‌مي‌باشند.تجزيه‌واريانس و مقايسه ميانگين‌ها با نرم‌افزار SAS نسخه۶/۱۲ و محاسبه ضرايب همبستگي بين شاخص‌ها با نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۱ انجام شد.

نتايج و بحث

درصد جوانه‌زني نهايي

نتايج حاصل از تجزيه واريانس داده‌هاي آزمون جوانه-زني استاندارد نشان داد كه ارقام از لحاظ درصد جوانه‌زني نهايي داراي عكس‌العمل‌هاي متفاوتي نسبت به يكديگر بوده و اختلاف معني‌داري ($P<0.01$) با هم داشتند (جدول۱). با انجام مقايسه ميانگين ارقام در آزمون جوانه‌زني استاندارد (جدول۲) مشخص شد كه ارقام Hyola401، Pr401/15E، Syn-3 و Hyola330 به ترتيب با ۹۶/۶۷، ۹۵، ۹۴/۶۷ و ۹۰ درصد داراي بيشترين و رقم Hyola420 با ۸۲/۶۷ درصد داراي كمترين درصد جوانه‌زني بودند. بايد توجه نمود كه كليه‌ي بذرهاي مورد استفاده در اين آزمايش در شرايط محيطي، زراعي، فيزيولوژيكي و اكولوژيكي يكساني برداشت شده و طول عمر بذرها و روش برداشت آنها نيز كاملاً مشابه بود.

جدول ۱- خلاصه تجزيه واريانس (ميانگين مربعات) ارقام در سه آزمون جوانه‌زني استاندارد، سرما و پيري تسريع شده

آزمون	منبع تغييرات	درجه آزادي	ميانگين مربعات (MS)			
			درصد جوانه‌زني	طول گياهچه	شاخص بنيه بذر	سرعت جوانه‌زني
جوانه‌زني استاندارد	رقم	۴	۹۶/۶**	۷/۱۹**	۸/۷۹**	۱۱/۷**
	اشتباه آزمايش	۱۰	۸/۲	۰/۱۵	۰/۱۷	۰/۶۹
	ضريب تغييرات (درصد)	-	۳/۱۲	۵/۰۷	۵/۸۸	۳/۱۳
سرما	رقم	۴	۲۱۶/۲۳**	۲/۴۶*	۴/۹۹*	۲۱/۹۳*
	اشتباه آزمايش	۱۰	۲۶/۴	۰/۷۰	۰/۹۸	۳/۷۴
	ضريب تغييرات (درصد)	-	۵/۷۷	۱۳/۰۳	۱۷/۱۳	۷/۰۰
پيري تسريع شده	رقم	۴	۱۹۴/۲۳**	۹/۷۸**	۱۰/۸۱**	۲۹/۱۰**
	اشتباه آزمايش	۱۰	۱۸/۰۰	۰/۱۳	۰/۱۶	۱/۶۲
	ضريب تغييرات (درصد)	-	۵/۱۲	۵/۵۵	۷/۱۷	۶/۶۱

ns غيرمعني‌دار و * و ** به ترتيب معني‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

جدول۲- مقايسه ميانگين ارقام كلزا در آزمون جوانه‌زني استاندارد

ارقام	صفات			
	درصد جوانه‌زني	طول گياهچه (سانتي‌متر)	شاخص بنيه بذر	سرعت جوانه‌زني (بذر در روز)
Hyola330	۹۰/۰۰ ab	۶/۸۲ c	۶/۱۴ c	۲۶/۴۸ b
Hyola401	۹۶/۶۷ a	۶/۹۵ c	۶/۷۲ c	۲۷/۵۶ b
Hyola420	۸۲/۶۷ b	۵/۹۵ c	۴/۹۲ d	۲۳/۵۳ c
Pr401/15E	۹۵/۰۰ a	۹/۸۴ a	۹/۳۴ a	۲۸/۸۶ a
Syn-3	۹۴/۶۷ a	۸/۵۰ b	۸/۰۵ b	۲۷/۰۹ ab

ميانگين‌هايي كه داراي حروف مشابه مي‌باشند،دريک‌گروه‌آماري قرار مي‌گيرند.

به اين ترتيب، تفاوت معني‌دار بين درصد جوانه‌زني ارقام احتمالاً تنها به دليل تفاوت‌هاي ژنوتيپي آنها بوده است. جوانه‌زني سريع، يكنواخت و كامل بذرها باعث سبز شدن مطلوب و رشد اوليه سريع گياهان زراعي شده و رشد اوليه مطلوب به نوبه خود باعث دريافت بيشتر تشعشع خورشيدي و افزايش عملكرد مي‌گردد (Latifi et al., 2004). گزارش‌های موجود نشان می‌دهند كه آزمون جوانه‌زني استاندارد مي‌تواند شاخص نسبتاً دقيقي از كيفيت بذر باشد، به شرطي كه بذرها، تحت شرايط انبارداري مطلوب قرار گرفته باشند (Gill & Delouche, 1973). از آنجايي كه در اين آزمايش نيز كليه‌ي بذرها به مدت سه ماه در يخچال نگهداري شدند، بنابراين نتايج حاصل از آزمون جوانه‌زني استاندارد مي‌تواند معيار نسبتاً خوبي از بنيه بذرها و تفاوت‌هاي ژنوتيپي بين ارقام ارائه دهد.

نتايج حاصل از تجزيه واريانس داده‌هاي درصد جوانه-زني نهايي در آزمون سرما نشان داد كه ارقام از لحاظ درصد جوانه‌زني نهايي داراي عكس‌العمل‌هاي متفاوتي در برابر دماي پايين بودند (جدول۱). نتايج حاصل از مقايسه ميانگين‌ها نشان داد كه رقم Hyola401 نسبت به تنش سرما واكنش مثبت نشان داد و نسبت به آزمون جوانه‌زني استاندارد جوانه‌زني بهتري داشت، به طوري كه درصد جوانه‌زني اين رقم در آزمون سرما و جوانه‌زني استاندارد به ترتيب ۹۷/۳۳ و ۹۶/۶۷ درصد بود. پس از اين رقم، ارقام Syn-3 و Pr401/15E به ترتيب با ۹۴ و ۹۳/۶۷ درصد در رتبه‌هاي بعدي قرار داشتند، ولي تفاوت معني‌داري با Hyola401 نداشتند (جدول۳). همانطور كه مشخص شد رقم Hyola420 در آزمون جوانه‌زني استاندارد داراي كمترين درصد جوانه‌زني بود. اين رقم در كل داراي بينه ضعيفي بود و وقتي در آزمون سرما قرار گرفت قوه ناميه آن كاهش يافت، به طوري كه با ۷۷/۳۳ درصد جوانه‌زني كمترين درصد جوانه‌زني را در بين ارقام داشت و از اين نظر تفاوت معني‌داري با رقم Hyola330 نداشت. در تحقيقی كه روي درصد جوانه‌زني بذرهاي كلزا در شرايط تنش شوري انجام شد، مشخص گرديد كه در بالاترين سطح تنش شوري (۱۵ دسي‌زيمنس)، تعداد زيادي از ارقام كاهش شديدي را در درصد جوانه‌زني نهايي خود نشان دادند، با اين حال تعدادي از ارقام نيز در اين شرايط حتي بهتر از شاهد جوانه‌زني داشتند (Enferad et al., 2003). همچنين در آزمايش ديگري مشخص شد كه تنش دمايي و رطوبتي در آزمون سرما و پيري تسريع شده به اندازه كافي روي بنيه بذرهايي كه در مرحله رسيدگي برداشت شده بودند تأثير چنداني نگذاشت و حتي در بعضي از ارقام، درصد جوانه‌زني در شرايط آزمون سرما و پيري تسريع شده بيشتر از جوانه‌زني در شرايط استاندارد بود (Elias & Copleland, 2001). Latifi et al. (2004) بيان نمودند كه كمترين درصد جوانه‌زني در دماي ۴/۵ درجه سانتي‌گراد و بيشترين درصد جوانه‌زني در دماي ۱۵ و ۲۰ درجه سانتي‌گراد انجام مي‌شود. بنابراين اگر شرايط كاشت بذر طوري باشد كه جوانه‌زني در دماهاي كمتر از ۱۵ درجه سانتي‌گراد انجام شود، در مورد بسياري از ارقام بايد از مقدار بذر بيشتري استفاده نمود، زيرا دماهاي كمتر از ۱۵ درجه سانتي‌گراد باعث كاهش درصد جوانه‌زني نهايي مي‌شوند.

جدول ۳- مقايسه ميانگين ارقام كلزا در آزمون سرما

ارقام	صفات			
	درصد جوانه‌زني	طول گياهچه (سانتي‌متر)	شاخص بنيه بذر	سرعت جوانه‌زني (بذر در روز)
Hyola330	۸۳/۰۰ bc	۵/۹۹ ab	۵/۰۰ ab	۲۵/۷۷ b
Hyola401	۹۷/۳۳ a	۶/۸۱ ab	۶/۶۴ a	۳۱/۰۲ a
Hyola420	۷۷/۳۳ c	۵/۰۸ b	۳/۹۲ b	۲۴/۱۷ b
Pr401/15E	۹۳/۶۷ ab	۶/۹۴ ab	۶/۵۴ ab	۲۸/۱۱ ab
Syn-3	۹۴/۰۰ ab	۷/۳۶ a	۶/۹۲ a	۲۹/۰۸ ab

ميانگين‌هايي كه داراي حروف مشابه مي‌باشند،دريک‌گروه‌آماري قرار مي‌گيرند.

تجزيه واريانس درصد جوانه‌زني در آزمون پيري تسريع شده مشخص نمود كه بين ارقام اختلاف معني‌داري ($P<0.01$) وجود داشت (جدول۱). آزمون مقايسه ميانگين درصد جوانه‌زني بذر ارقام در شرايط تنش پيري تسريع شده مشخص نمود كه سه رقم Pr401/15E، Syn-3 و Hyola401 با دارا بودن ۹۰/۶۷ ، ۸۸/۶۷ و ۸۶/۳۳ درصد

جوانه‌زني تفاوت معني‌داري با يكديگر نداشتند. در مقابل، رقم Hyola420 با دارا بودن ۷۲ درصد جوانه‌زني، همانند دو آزمون جوانه‌زني استاندارد و سرما داراي كمترين درصد جوانه‌زني بود و البته از اين نظر تفاوت معني‌داري (P>0.05) با رقم Hyola330 نداشت (جدول ۴). اختلاف معني‌داري بين درصد جوانه‌زني بذر سه رقم Hyola401، PR401/15E و Syn-3 در آزمايش جوانه‌زني استاندارد (به ترتيب۹۶/۶۷، ۹۵ و ۹۴/۶۷ درصد)، آزمون سرما (به ترتيب ۹۷/۳۳، ۹۳/۶۷ و ۹۴ درصد) و آزمون پيري تسريع شده (به ترتيب۸۶/۳۳، ۹۰/۶۷ و۸۸/۶۷ درصد) مشاهده نشد، در حالي كه براي دو رقم Hyola330 و Hyola420 اين اختلاف‌ها چشم‌گير بود، به طوري كه درصد جوانه‌زني آنها تحت شرايط جوانه‌زني استاندارد به ترتيب ۹۰ و ۸۲/۶۷ درصد بود كه در آزمون سرما به ۸۳ و ۷۷/۳۳ درصد و در آزمون پيري تسريع شده به ۷۷ و ۷۲ درصد كاهش يافت (جدول‌هاي ۲، ۳ و ۴). بنابراين بذر كلزاهاي مورد مطالعه داراي حساسيت زيادي نسبت به شرايط رطوبتي و دمايي بودند و كيفيت آنها شديداً تحت تأثير اين دو عامل كاهش يافت و اختلاف چشمگيري بين درصد جوانه‌زني ارقام در شرايط استاندارد و در شرايط آزمون سرما و يا پيري تسريع شده وجود داشت. علاوه بر آن، بين دو آزمون سرما و پيري تسريع شده، درصد جوانه‌زني كليه‌ي ارقام مورد مطالعه در آزمون پيري تسريع شده كاهش بيشتري نشان داد. با اين حال مشاهده شد كه بذرهاي داراي درصد جوانه‌زني بالا در شرايط جوانه‌زني استاندارد، داراي كاهش چندان درصد جوانه‌زني در شرايط آزمون سرما و پيري تسريع شده نبودند، به عبارت ديگر هر چه بنيه بذر كمتر باشد، نسبت به شرايط نامساعد محيطي نيز حساسيت بيشتري دارد و اختلاف زيادي بين درصد جوانه‌زني آن در شرايط عادي و تنش ايجاد مي‌شود. بررسي اثر پيري زودرس بر صفات جوانه‌زني و فعاليت آنزيم‌هاي كاتالاز و پراكسيداز در دو ژنوتيپ جو نشان داد كه پيري زودرس از طريق كاهش فعاليت اين دو آنزيم، موجب كاهش درصد، سرعت و شاخص جوانه‌زني در جو مي‌شود. همچنين كاهش فعاليت اين آنزيم‌ها و در نتيجه كاهش صفات جوانه‌زني در ژنوتيپ‌هاي با بنيه ضعيف‌تر بيشتر از ژنوتيپ‌هاي با بنيه قوي‌تر بود (Tavakkol Afshari et al., 2007). كيفيت پايين و پيري بذر به شدت روي درصد جوانه‌زني بذرها موثر است. از اينرو مي‌توان از آزمون جوانه‌زني استاندارد براي تعيين دقيق تفاوت كيفيت گروه‌هاي بذر و از آزمون پيري تسريع شده به طور موفقيت‌آميزي در كنترل كيفيت بذرهاي كلزاي انبار شده و نيز پيش‌بيني قابليت انبارداري آنها استفاده نمود (Elias & Copleland, 1994). علاوه بر بسياري از محدوديت‌هايي كه باعث كاهش توليد دانه‌هاي روغني مرغوب مي‌شود، كيفيت بذر اهميتي اساسي دارد. دانه‌هاي روغني به خاطر دارا بودن سطح بالاي اسيدهاي چرب آزاد، براي از دست دادن كيفيت خود در طي دوره انبارداري مستعدترند و خيلي سريع‌تر كيفيت آنها كاهش مي‌يابد (Afzal et al., 2004). به اين ترتيب معرفي ارقام كلزايي كه از نظر ژنوتيپي بنيه بالاتري دارند و مي‌توانند شرايط انبار را بدون از دست دادن كيفيت خود تحمل نمايند، از اهميت زيادي برخوردار است. بنابراين مي‌توان نتيجه گرفت كه سه رقم Hyola401، PR401/15E و Syn-3 از نظر ژنوتيپي برتر از دو رقم ديگر بوده و نسبت به شرايط انبار مقاومت بيشتري دارند و مي‌توان اين بذرها را جهت كشت براي سال آينده ذخيره نمود. با اين حال بايد توجه نمود كه كلزا به دليل اينكه يک گياهان دانه روغني مي‌باشد، لذا به دماهاي بالا بسيار حساس است و باعث اكسيداسيون چربي‌ها و غيرطبيعي شدن پروتئين‌ها و كاهش كيفيت و قوه ناميه بذرها مي‌گردد (Afzal et al., 2004).

جدول۴- مقايسه ميانگين ارقام كلزا در آزمون پيري تسريع شده

ارقام	صفات			
	درصد جوانه‌زني	طول گياهچه (سانتي‌متر)	شاخص بنيه بذر	سرعت جوانه‌زني (بذر در روز)
Hyola330	۷۷/۰۰ bc	۵/۲۳ b	۴/۰۲ c	۱۶/۱۵ c
Hyola401	۸۶/۳۳ ab	۹/۰۱ a	۷/۷۸ a	۱۹/۷۳ b
Hyola420	۷۲/۰۰ c	۵/۰۰ b	۳/۶۰ c	۱۶/۲۶ c
Pr401/15E	۹۰/۶۷ a	۸/۰۷ a	۷/۳۲ a	۲۰/۶۹ ab
Syn-3	۸۸/۶۷ a	۵/۸۲ b	۵/۱۵ b	۲۳/۴۹ a

ميانگين‌هايي كه داراي حروف مشابه مي‌باشند،دريک گروه‌آماري قرارمي‌گيرند.

طول گياهچه

تجزيه واريانس طول گياهچه در هر سه آزمون جوانه‌زني استاندارد، سرما و پيري تسريع شده مشخص نمود كه ارقام از لحاظ توانايي توليد گياهچه‌هاي سالم با يكديگر متفاوت مي‌باشند و اختلاف معني‌داري (P<0.01) با هم دارند (جدول ۱). با مقايسه ميانگين طول گياهچه

ارقام در آزمون جوانه‌زني استاندارد مشخص شد كه رقم Pr401/15E بالاترين طول گياهچه را به ميزان ۹/۸۴ سانتي‌متر داشت و تفاوت معني‌داري با ارقام ديگر داشت و پس از آن رقم Syn-3 قرار گرفت (جدول۲). ارقام Hyola330، Hyola401 و Hyola420 نيز به ترتيب با دارا بودن ۶/۸۲، ۶/۹۵ و ۵/۹۵ سانتي‌متر طول گياهچه، كمترين طول گياهچه را داشتند و تفاوت معني‌داري ($P>0.05$) با يكديگر نداشتند (جدول۲). همچنين در آزمون‌هاي سرما و پيري تسريع شده نيز به ترتيب تفاوت معني‌داري در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱ در بين ارقام مشاهده شد (جدول۱). مقايسه ميانگين طول گياهچه ارقام در آزمون سرما نشان داد كه رقم Syn-3 با طول گياهچه ۷/۳۶ سانتي‌متر بالاترين طول گياهچه را داشت، اگر چه تفاوت معني‌داري ($P>0.05$) با ارقام Pr401/15E، Hyola401 و Hyola330 نداشت (جدول۳). همچنين مقايسه ميانگين طول گياهچه ارقام در آزمون پيري تسريع شده نشان داد كه رقم‌هاي Hyola401 و Pr401/15E به ترتيب با ۹/۰۱ و ۸/۰۷ سانتي‌متر داراي بيشترين طول گياهچه بودند و بنابراين نسبت به شرايط دمايي و رطوبتي بالا مقاومت خوبي داشتند، ولي ارقام Syn-3، Hyola330 و Hyola420 با توليد گياهچه‌هاي به ترتيب به طول ۵/۸۲، ۵/۲۳ و ۵ سانتي‌متر نسبت به دو رقم Hyola401 و Pr401/15E داراي حساسيت بيشتري نسبت به شرايط رطوبت و دماي بالا بودند و بنيه آنها ضعيف‌تر بود (جدول۴).

طول گياهچه يكي از شاخص‌هاي تعيين بنيه و كيفيت مطلوب بذر مي‌باشد كه تحت تأثير ژنوتيپ و شرايط محيط قرار مي‌گيرد. بذرها بر اساس اينكه نحوه توليد و نگهداري آنها چگونه بوده باشد، داراي كيفيت و بنيه بذر متفاوتي هستند و اين شرايط مي‌تواند به طور مستقيم روي طول گياهچه‌ها مؤثر باشد (Elias & Copleland, 2001). شرايط محيطي از جمله مواد غذايي، آب، نور، دما، زمان كشت و برداشت، نحوه برداشت، تراكم بوته‌ها و حتي وجود علف‌هاي هرز، آفات و بيماري‌ها روي بنيه بذر تأثير گذاشته و اين عوامل باعث مي‌شوند كه وقتي بذرها در شرايط جوانه‌زني قرار مي‌گيرند، داراي عكس‌العمل‌هاي متفاوتي بوده و بذرهايي كه شرايط براي آنها مطلوب‌تر باشد در زمان جوانه‌زني مي‌توانند گياهچه‌هاي عادي و قوي توليد كنند. وجود گياهچه‌هاي كوچک، ضعيف و غيرعادي ضعيف بودن بنيه بذر را نشان مي‌دهد. طول گياهچه معياري از بنيه گياهچه محسوب مي‌شود و در بسياري از گونه‌هاي گياهان، همبستگي بين طول گياهچه و بنيه آن مشخص شده و بنابراين از آن به عنوان معياري براي ارزيابي رشد گياهچه و بنيه آن استفاده مي‌شود. كمتر بودن طول گياهچه بذرهاي برداشت شده با رطوبت كمتر احتمالاً ناشي از آغاز فرايند فرسودگي قبل از برداشت بذر مي‌باشد (Hampton & Tekrony, 1995). در آزمايشي اثر دماهاي ۶، ۱۰ و ۲۰ درجه سانتي‌گراد روي درصد جوانه‌زني و رشد گياهچه‌هاي كلزا مورد بررسي قرار گرفت و مشخص شد كه در دماي پايين جوانه‌زني ضعيف بوده و رشد گياهچه در اوايل مرحله دوم جوانه‌زني به دماي پايين بسيار حساس مي‌باشد. دماي ۱۰ درجه سانتي گراد منجر به تأخير در جوانه‌زني شده و اين دما تأثيري در طول مرحله جوانه‌زني ندارد. بذرهايي كه در دماهاي پايين قرار گرفتند، براي جوانه‌زني به ۲۴-۱۶ درجه روز رشد، قبل از جوانه‌زني نياز داشتند. همچنين رشد گياهچه در دماي۱۰ درجه سانتي‌گراد در مقايسه با ۲۲ درجه سانتي‌گراد كمتر بود. جوانه‌زني ناقص و كم و رشد ضعيف گياهچه‌ها در دماي ۶ درجه سانتي‌گراد به دليل تأثيرات دمايي و نموي بوده است (Nykiforuk & Johnson Flanagan, 1999). برخي پديده‌ها مانند ضعف گياهچه، توقف رشد، پژمردگي، كلروز، نكروز و كاهش محصول در كلزا مي‌تواند ناشي از تنش سرمايي در مرحله توليد جوانه و ابتداي توليد گياهچه‌ها باشد. همچنين مدت زمان لازم تا سبز شدن گياه عمدتاً به خاک و وضعيت آب خاک، بستگي دارد (Madani et al., 2005). فرايندهايي از گياه مثل جوانه‌زني، رشد اوليه و فتوسنتز گياهچه تحت تأثير مستقيم تنش سرمايي مي‌باشند و به دنبال آن، ساير مراحل رشد و نمو گياه را نيز تحت تأثير قرار مي‌دهند. بنابراين، با توجه به اينكه كشت كلزا در استان گيلان به صورت كشت دوم و بعد از برداشت برنج در شاليزار انجام مي‌شود و دماي خاک براي جوانه‌زني و استقرار گياهچه‌ها پايين است، به اين ترتيب تنها ارقام با بنيه قوي‌تر مي‌توانند در اين شرايط نامساعد جوانه‌زني مطلوبي داشته و گياهچه‌هاي قوي توليد نمايند. ارقام Pr401/15E و Hyola401 با درصد جوانه‌زني بالا و توليد گياهچه‌هاي قوي مي‌توانند براي اين شرايط مناسب باشند.

شاخص بنیه بذر

یکي دیگر از شاخص‌هاي تعیین کننده کیفیت بذر، شاخص بنیه بذر مي‌باشد که از طریق درصد جوانه‌زني نهایي و طول گیاهچه روي کیفیت بذرها موثر است. بذرهایي که داراي بنیه قوي‌تري باشند، توانایي بالایي در تحمل تنشهاي محیطي دارند و ضمن داشتن درصد بالایي از جوانه‌زني، قادرند گیاهچه‌هاي قوي و عادي تولید نمایند.

با بررسي شاخص بنیه بذر ارقام در هر سه آزمون مشخص شد که بین ارقام اختلاف معني‌داري از نظر شاخص بنیه بذر وجود داشت (جدول ۱). مقایسه میانگین ارقام مورد مطالعه در آزمون جوانه‌زني استاندارد نشان داد که رقم Pr401/15E بالاترین شاخص بنیه بذر (۹/۳۴) را داشت و تفاوت معني‌داري ($P<0.05$) با سایر ارقام داشت. در مقابل، رقم Hyola420 پایین‌ترین شاخص بنیه بذر (۴/۹۲) را در بین ارقام داشت (جدول ۲). تجزیه واریانس این صفت در آزمون سرما نیز نشان داد که اگر چه تفاوت معني‌داري ($P<0.05$) بین ارقام وجود داشت (جدول۱)، با این‌وجود نتایج مقایسه میانگین‌هاي ارقام نشان داد که تفاوت معني‌داري در سطح احتمال ۵ درصد بین ارقام Syn-3، Hyola401، Pr401/15E و Hyola330 وجود نداشت و تنها رقم Hyola420 با مقدار ۳/۹۲ کمترین شاخص بنیه بذر را دارا بود (جدول۳). نتایج تجزیه واریانس این صفت در آزمون پیري تسریع شده نیز مؤید تفاوت معني‌دار ($P<0.01$) بین ارقام بود (جدول۱). مقایسه میانگین‌هاي ارقام آنها را در سه گروه مجزا قرار داد، به طوري که دو رقم Hyola401 و Pr401/15E به ترتیب با شاخص بنیه بذر ۷/۷۸ و ۷/۳۲ بیشترین بنیه بذر را در بین کلیه ارقام داشته و تفاوت معني‌داري با همه آنها داشتند (جدول۴). پس از این دو رقم، رقم Syn-3 با مقدار ۵/۱۵ به تنهایي در گروه دوم قرار گرفت و سپس ارقام Hyola330 و Hyola420 به ترتیب با مقدار ۴/۰۲ و ۳/۶۰ در کلاس سوم قرار گرفتند (جدول ۴).

Beti et al. (2006) بیان نمودند که چون کلزا داراي دوره گلدهي طولاني مي‌باشد، بنابراین وقتي در یک زمان مشخصي برداشت مي‌شود، بذرهاي برداشت شده داراي میزان رسیدگي متفاوتي هستند. آنها در تحقیق خود، بذرهایي که در قسمت پایین و بالاي گل‌آذین قرار داشتند را برداشت نمودند و هر یک از آنها را به طور مجزا در آزمون پیري تسریع شده قرار دادند و مشخص کردند که به طور کلي پیري تسریع شده به مدت ۹۶ ساعت، سرعت جوانه‌زني و بنیه گیاهچه‌ها را نسبت به شاهد کاهش مي‌دهد. با این حال بذرهاي برداشت شده از قسمت‌هاي پایین گل‌آذین نسبت به قسمت‌هاي بالاي گل‌آذین، سرعت جوانه‌زني و بنیه گیاهچه بهتري داشتند. همچنین در این آزمایش مشخص شد که پیري تسریع شده میزان نشاسته و میزان کل قندها را در دانه افزایش و درصد پروتئین را کاهش مي‌دهد (Beti et al., 2006). گزارشات موجود نشان می‌دهند که اتواکسیداسیون لیپیدها و افزایش اسیدهاي اسیدهاي چرب آزاد در طي انبارداري مهمترین دلایل براي تسریع آسیب‌پذیري محصولات دانه روغني و کاهش بنیه بذر براي جوانه‌زني و رشد عادي گیاهچه‌ها مي‌باشند. اتواکسیداسیون و افزایش درصد اسیدهاي چرب آزاد در بذر باعث غیر فعال شدن آنزیم‌ها و پروتئین‌ها و اختلال در اسیدهاي نوکلئیک مي‌شود (Elias & Copleland, 1994). همچنین کاهش فعالیت آنزیم‌هاي آنتي اکسیدانت کاتالاز و پراکسیداز با افزایش مدت نگهداري و پیري بذرهاي جو گزارش شده است (Tavakkol Afshari et al., 2007).

سرعت جوانه‌زني

تجزیه واریانس سرعت جوانه‌زني ارقام نشان داد که بین ارقام از لحاظ سرعت جوانه‌زني اختلاف معني‌داري در هر سه آزمون وجود داشت (جدول۱). مقایسه میانگین ارقام در آزمون جوانه‌زني استاندارد مشخص نمود که ارقام Pr401/15E، Hyola401 و Syn-3 به ترتیب با ۲۸/۸۶، ۲۷/۵۶ و ۲۷/۰۹ عدد بذر در روز بیشترین سرعت جوانه‌زني را دارا بودند و رقم Hyola420 نیز با مقدار ۲۵/۵۳ عدد بذر در روز کمترین سرعت جوانه‌زني را در بین ارقام داشت (جدول۲). مقایسه میانگین‌هاي ارقام در آزمون سرما نیز نتایج مشابهي را نشان داد، به طوري که سه رقم Hyola401، Syn-3 و Pr401/15E به ترتیب با ۳۱/۰۲، ۲۹/۰۸ و ۲۸/۱۱ عدد بذر در روز بیشترین سرعت جوانه‌زني را دارا بودند (جدول۳). نتایج مؤید این بود که نه تنها سرما اثر نامطلوبي بر سرعت جوانه‌زني ارقام نداشت، بلکه در مورد بعضي از ارقام نظیر Hyola401 و Syn-3 حتي باعث افزایش سرعت جوانه‌زني نیز گردید(جدول‌هاي ۲ و ۳). این موضوع مي‌تواند دلایل مختلفي از قبیل نوع رقم، مرحله برداشت و ژنوتیپ ارقام داشته باشد. کلیه ارقام

مورد مطالعه در اين آزمايش از ارقام بهاره بودند و ارقام بهاره معمولاً بنيه بيشتري از ارقام زمستانه دارند (Elias & Copleland, 2001). بعلاوه بذر كليه ارقام در زمان رسيدگي كامل برداشت شدند. به عقيده بعضي از محققين اينگونه بذرها داراي بنيه قوي‌تري از بذرهايي هستند كه در زمان رسيدگي فيزيولوژيک برداشت مي‌شوند، به طوري كه فعاليت آنزيم‌هاي آنتي اكسيداني نظير كاتالاز و پراكسيداز در اين نوع بذرها بيشتر بوده و از تجمع مواد سمي نظير پراكسيد هيدروژن جلوگيري مي‌كنند و لذا بذر حتي در دماي نامناسب نيز به جوانه‌زني ادامه مي‌دهد (Verma et al., 1999, 2003; Elias & Copleland, 2001; Elias et al., 2006). در يک آزمايش مشخص شد كه تنش دمايي و رطوبتي در آزمون سرما و پيري تسريع شده به اندازه كافي روي بنيه بذرهايي كه در مرحله رسيدگي كامل برداشت شده بودند تأثيري نگذاشتند و بذرهاي برداشت شده در مرحله رسيدگي كامل داراي بنيه قوي‌تري نسبت به بذرهاي برداشت شده در مرحله رسيدگي فيزيولوژيک بودند (Elias & Copleland, 2001). در همان آزمايش، تفاوت معني‌داري بين درصد و سرعت جوانه‌زني ارقام بهاره كلزا در آزمون‌هاي استاندارد، سرما و پيري تسريع شده مشاهده نشد و حتي در بعضي از ارقام، درصد و سرعت جوانه‌زني در آزمون سرما و پيري تسريع شده بيشتر از شرايط استاندارد بود، اما ارقام زمستانه كلزا داراي تفاوت معني‌داري از اين نظر بودند (Elias & Copleland, 2001). مقايسه ميانگين‌هاي سرعت جوانه‌زني ارقام در آزمون پيري تسريع شده نيز نشان داد كه رقم Syn-3 با مقدار ۲۳/۴۹ عدد بذر در روز بيشترين سرعت جوانه‌زني را بين ارقام دارا بود و از اين نظر تفاوت معني‌داري با رقم Pr401/15E با مقدار ۲۰/۶۹ عدد بذر در روز نداشت. همچنين ارقام Hyola420 و Hyola330 به ترتيب با ۱۶/۲۶ و ۱۶/۱۵ عدد بذر در روز كمترين سرعت جوانه‌زني را در آزمايش پيري تسريع شده داشتند (جدول ۴).

يكي ديگر از شاخص‌هاي كيفيت بذر، سرعت جوانه‌زني مي‌باشد. هرچه بذر بتواند در مدت زمان كمتر، درصد جوانه‌زني بالاتري داشته باشد و به عبارت ديگر سرعت جوانه‌زني بهتري داشته باشد، داراي كيفيت مطلوب و بنيه بالاتري است و بذرهايي كه بنيه كمتر و يا اينكه داراي دوره خواب مي‌باشند، چنانچه در شرايط جوانه‌زني قرار بگيرند، توانايي جوانه‌زني مطلوبي در يک مدت زمان مشخصي ندارند و اين امر مشكلات زيادي از جمله عدم يكنواختي پوشش سطح خاک، حمله آفات و قارچ‌هاي خاک و نيز مواجه شدن بذرهايي كه ديرتر جوانه مي‌زنند با شرايط بد و نامساعد آب و هوايي را افزايش مي‌دهد و در مجموع باعث از بين رفتن بذرها و در نهايت كاهش عملكرد نهايي مي‌شود. نتايج يک آزمايش نشان داد كه تأثير دما، ژنوتيپ و اثرات متقابل اين دو عامل بر سرعت جوانه‌زني معني‌دار است و ژنوتيپ‌هاي مختلف حداقل و حداكثر سرعت جوانه‌زني را در دماي ۴/۵ و ۲۰ درجه سانتي‌گراد انجام دادند (Latifi et al., 2004). همچنين بررسي اثر تنش شوري بر اجزاء جوانه‌زني بذرهاي كلزا نشان داد كه درصد نهايي جوانه زدن و سرعت جوانه‌زني، به ترتيب مقاوم‌ترين و حساس‌ترين جزء به تنش شوري هستند (Zeinali et al., 2002). در آزمايشی پارامترهاي كيفيت بذر كلزا و خردل هندي كه تحت شرايط دمايي و رطوبتي كنترل شده قرار داشتند، مورد ارزيابي قرار گرفتند (Verma et al., 1999). در اين آزمايش، بذرهاي كلزا و خردل هندي به ترتيب در دماهاي ۴۱/۴-۲۲/۸ و ۲۶/۴-۴/۴ درجه سانتي‌گراد و رطوبت‌هاي ۹۰-۵۵ و ۶/۹۸-۶/۴ درصد قرار گرفتند. نتايج نشان داد كه با افزايش دما و رطوبت، سن بذر افزايش يافته و به تبع آن سرعت جوانه‌زني، بنيه، طول گياهچه و پتانسيل عملكرد دانه كاهش مي‌يابد. همچنين مجموع هيدارت‌هاي كربن حلال با افزايش سن بذر افزايش يافت (Verma et al., 1999).

همبستگي فنوتيپي و ژنوتيپي

محاسبه ضرايب همبستگي فنوتيپي و ژنوتيپي بين صفات مورد مطالعه در سه آزمون جوانه‌زني استاندارد، سرما و پيري تسريع شده مشخص نمود كه به استثناي همبستگي بين سرعت جوانه‌زني و طول گياهچه در آزمون‌هاي سرما و پيري تسريع شده، ساير صفات همبستگي فنوتيپي و ژنوتيپي مثبت و كاملاً معني‌دار داشتند (جدول‌هاي ۵، ۶ و ۷). اين نتيجه نشان مي‌دهد كه هر چه رقم داراي بنيه و كيفيت بذر بهتري باشد، درصد جوانه‌زني بالاتري داشته و گياهچه‌هاي قوي‌تري نيز توليد خواهد نمود. همچنين مشخص شد كه در اكثر موارد همبستگي ژنوتيپي بيشتر از همبستگي فنوتيپي بود، ولي با اين حال اختلاف بين اين دو ضريب همبستگي چندان زياد نبود. اين امر نشان مي‌دهد كه احتمالاً خصوصياتي

نظیر درصد جوانه‌زني و سرعت جوانه‌زني یا شاخص بنیه بذر و طول گیاهچه که داراي ضرایب همبستگي فنوتیپي و ژنوتیپي مثبت و معني‌داري بودند، توسط اثرات پلیوتروپیک ژن‌هاي یکساني کنترل مي‌شوند (Omidi Tabrizi et al., 1999; Zeinali Khanghah & Soltani, 1999; Zeinali Khanghah et al., 2002) و یا حداقل تعدادي از ژن‌هاي کنترل کننده آنها مشابه است. علاوه بر آن تأثیر شرایط محیطي در کنترل اینگونه صفات ناچیز و قابل چشم پوشي مي‌باشد (Omidi Tabrizi et al., 1999; Omidi Tabrizi, 2002)، به‌طوري که مي‌توان با محاسبه همبستگي‌هاي فنوتیپي به نحوه روابط ژنوتیپي بین آنها دست یافت.

با محاسبه ضرایب همبستگي فنوتیپي و ژنوتیپي صفات در آزمون جوانه‌زني استاندارد مشاهده شد که بین کلیه صفات مورد مطالعه چه از لحاظ فنوتیپي و چه از لحاظ ژنوتیپي، همبستگي مثبت و کاملاً معني‌داري وجود دارد. در آزمون جوانه‌زني استاندارد بیشترین ضریب همبستگي فنوتیپي و ژنوتیپي بین طول گیاهچه و شاخص بنیه بذر (۰/۹۸) و کمترین ضریب همبستگي فنوتیپي و ژنوتیپي بین طول گیاهچه و درصد جوانه‌زني (به ترتیب ۰/۵۹ و ۰/۶۹) وجود داشت که همگي در سطح احتمال ۱ درصد معني‌دار بودند (جدول ۵). ولي بررسي ضرایب همبستگي فنوتیپي و ژنوتیپي صفات در آزمون سرما مشخص نمود که بالاترین ضریب همبستگي فنوتیپي و ژنوتیپي (به ترتیب با ۰/۹۶ و ۱/۰۲) مربوط به طول گیاهچه و شاخص بنیه بذر بود که در سطح احتمال ۱ درصد کاملاً معني‌دار بودند. کمترین میزان همبستگي فنوتیپي و ژنوتیپي (به ترتیب با ۰/۵۶ که در سطح احتمال ۵ درصد معني‌دار شد و ۰/۴۴ که معني‌دار نبود) مربوط به صفت طول گیاهچه و سرعت جوانه‌زني بود (جدول ۶). از طرفي ضرایب همبستگي فنوتیپي و ژنوتیپي در آزمون پیري تسریع شده نشان داد که طول گیاهچه و شاخص بنیه بذر با ۰/۹۷ ضریب همبستگي فنوتیپي و ۰/۹۹ ضریب همبستگي ژنوتیپي بالاترین ضریب همبستگي را در این آزمون داشتند که در سطح احتمال ۱ درصد کاملاً معني‌دار بودند. اما طول گیاهچه با سرعت جوانه‌زني کمترین میزان همبستگي فنوتیپي (۰/۳۹) و ژنوتیپي (۰/۴۷) را داشت که معني‌دار نبود (جدول ۷).

جدول ۵- ضرایب همبستگي فنوتیپي (بالاي قطر) و ژنوتیپي (پایین قطر) صفات مورد مطالعه در آزمون جوانه‌زني استاندارد

	درصد جوانه‌زني	طول گیاهچه (سانتي‌متر)	شاخص بنیه بذر	سرعت جوانه‌زني (بذر در روز)
درصد جوانه‌زني	۱	۰/۵۹*	۰/۷۳**	۰/۷۴**
طول‌گیاهچه(سانتي‌متر)	۰/۶۹**	۱	۰/۹۸**	۰/۸۶**
شاخص بنیه بذر	۰/۷۸**	۰/۹۸**	۱	۰/۹۰**
سرعت‌جوانه‌زني(بذردرروز)	۰/۷۳**	۰/۹۵**	۰/۹۴**	۱

* و ** به ترتیب معني‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

جدول ۶- ضرایب همبستگي فنوتیپي (بالاي قطر) و ژنوتیپي (پایین قطر) صفات مورد مطالعه در آزمون سرما

	درصد جوانه‌زني	طول گیاهچه (سانتي‌متر)	شاخص بنیه بذر	سرعت جوانه‌زني (بذر در روز)
درصد جوانه‌زني	۱	۰/۶۵**	۰/۸۴**	۰/۹۴**
طول‌گیاهچه(سانتي‌متر)	۰/۶۹**	۱	۰/۹۶**	۰/۵۶*
شاخص بنیه بذر	۰/۸۸**	۱/۰۲**	۱	۰/۷۶*
سرعت‌جوانه‌زني(بذردرروز)	۰/۹۳**	۰/۴۴ns	۰/۹۸**	۱

ns غیرمعني‌دار و * و ** به ترتیب معني‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

جدول ۷- ضرایب همبستگي فنوتیپي (بالاي قطر) و ژنوتیپي (پایین قطر) صفات مورد مطالعه در آزمون پیري تسریع شده

	درصد جوانه‌زني	طول‌گیاهچه (سانتي‌متر)	شاخص بنیه بذر	سرعت جوانه‌زني (بذر در روز)
درصد جوانه‌زني	۱	۰/۵۹*	۰/۷۶**	۰/۹۴**
طول گیاهچه (سانتي‌متر)	۰/۷۶**	۱	۰/۹۷**	۰/۳۹ns
شاخص بنیه بذر	۰/۸۴**	۰/۹۹**	۱	۰/۵۷**
سرعت‌جوانه‌زني(بذردرروز)	۰/۹۳**	۰/۴۷ns	۰/۶۰*	۱

ns غیرمعني‌دار و * و ** به ترتیب معني‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

به طور کلي ضریب همبستگي ساده بین صفات وجود رابطه خطي بین آنها را نشان مي‌دهد و اهمیت زیادي در به‌نژادي در فرایند انتخاب ژنوتیپ‌ها و انتقال صفات مطلوب به ارقام مورد نظر دارد، به طوري که در صورت وجود همبستگي معني‌دار بین صفات، انتخاب و انتقال هر یک از آنها مي‌تواند به طور مثبت یا منفي سایر صفات را نیز تحت تأثیر قرار دهد. وجود همبستگي فنوتیپي و ژنوتیپي مثبت و معني‌دار بین درصد جوانه‌زني و سایر شاخص‌هاي مورد مطالعه در هر سه آزمون جوانه‌زني استاندارد، سرما و پیري تسریع شده نشان داد که ارقام داراي درصد جوانه‌زني بالا، سرعت جوانه‌زني بیشتر، بنیه بذر قوي‌تر و طول گیاهچه بزرگ‌تري نیز خواهند داشت. بنابراین براي شناسایي ژنوتیپ‌هاي با بنیه قوي‌تر ارزیابي

درصد جوانه‌زني مي‌تواند معيار كاملاً مناسبي باشد. علاوه بر آن، از آنجايي كه درصد جوانه‌زني در هر سه آزمون با ساير صفات همبستگي مثبت و معني‌دار داشت، به اين ترتيب برآورد درصد جوانه‌زني تنها در يكي از اين آزمون‌ها مي‌تواند كليه خصوصيات مرتبط با بنيه بذر را در هر سه آزمون پيش‌بيني نمايد.

نتيجه‌گيري كلي

محاسبه شاخص‌هاي جوانه‌زني ارقام كلزا در آزمون‌هاي مختلف نشان داد كه بذرهايي كه داراي بنيه قوي بودند كمتر تحت تأثير تنش‌هاي سرما و پيري تسريع شده قرار گرفتند و اختلاف بين شاخص‌هاي جوانه‌زني اين بذرها تحت شرايط عادي و تنش ناچيز بود و هر چه بنيه بذر ضعيف‌تر باشد، نسبت به اين تنش‌ها حساس‌تر و اين اختلاف‌ها بيشتر بود. همچنين پيري تسريع شده نسبت به سرما تأثير منفي شديدتري بر كاهش بنيه بذرهاي كلزا داشت. اين نتيجه نشان مي‌دهد كه بذرهاي كلزا در دماهاي بالا، سريع‌تر از دماهاي پايين كيفيت خود را از دست مي‌دهند، به طوري كه چنانچه بذرها در شرايط نامناسب انبار (دما و رطوبت بالا) ذخيره شوند، قوه ناميه و بنيه بذر ارقام شديداً كاهش مي‌يابد. برآورد ضرايب همبستگي بين شاخص‌هاي جوانه‌زني ارقام كلزا نيز نشان داد كه همبستگي فنوتيپي و ژنوتيپي مثبت و معني‌داري بين درصد جوانه‌زني با سرعت جوانه‌زني، شاخص بنيه بذر و طول گياهچه ارقام مورد مطالعه در هر سه آزمون وجود داشت، به اين معني كه ارزيابي درصد جوانه‌زني در هر يک از اين آزمون‌ها مي‌تواند معيار مناسبي براي ارزيابي بنيه بذر ارقام كلزا در هر سه آزمون باشد.

REFERENCES

1. Afzal, I., Nazir, A., Ferhat, M., Amjad, H., Saadia, I. & Gulzar, A. (2004). Enhancement of germination and emergence of canola seeds by different priming techniques. *Santa Cruz Do Sul*, 16 (1): 19-34.
2. Basra, S. M. A., Zia, M. N., Mahmood, T., Afzal, L. & Khaliq, A. (2002). Comparison of different invigoration techniques in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Pakistan Journal of Agriculture*, 5, 325-329.
3. Beti, S., Kaur, R., Sital, J. S. & Kaur, J. (2006). Artificial ageing of *Brassica* seeds of different maturity levels. *Seed Science and Technology*, 34 (2), 287-296.
4. Buckley, W. T., Irvine, R. B., Buckley, K. E. & Elliott, R. H. (2003). Canola seed vigor ethanol test. In: Proceedings of *Manitoba Agronomists Conference*, University of Manitoba, Winnipeg, Canada, pp. 150-156.
5. Elias, S. G. & Copleland, L. O. (1994). The effect of storage condition on canola (*Brassica napus* L.) seed quality. *Journal of Seed Technology*, 18 (1), 21-29.
6. Elias, S. G. & Copleland, L. O. (2001). Physiological and harvest maturity of canola in relation to seed quality. *Agronomy Journal*, 92, 1054-1058.
7. Elias, S., Garary, A., Schweitzer, L. & Hanning, S. (2006). Seed quality testing of canola native species. *Native Plants Journal*, 7 (1), 15-19.
8. Enferad, A., Majnoon Hosseini, N., Poostini, K. & Khaje Ahmad Attari, A. A. (2003). The effect of salinity stress on rapeseed cultivars germination. *Journal of Agriculture*, 5 (2), 7-17. (In Farsi).
9. Gill, N. S. & Delouche, J. C. (1973). Deterioration of seed corn during storage. In: Proceeding of *Association of Seed Analysis*, 63, 33-50.
10. Harmam, G. E. & Mattick, L. R. (1999). Association of lipid oxidation with seed aging and death. *Nature*, 260, 323-324.
11. Hampton, J. G. & Tekrony, D. M. (1995). *Handbook of vigor test methods*. (3rd ed.). International Seed Testing Association (ISTA), Zurich, Switzerland.
12. Kaboli, M. M. & Sadeghi, M. (2002). Effect of water stress on germination in three species of onobrychis. *Pajouhesh and Sazandegi*, 54, 18-21. (In Farsi).
13. Latifi, N., Soltani, A. & Spanner, D. (2004). Effect of temperature on germination components in canola cultivars. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 35 (2), 313-321. (In Farsi).
14. Madani, H., Nour-Mohammadi, G., Majidi, E., Shirani-Rad, A. H. & Naderi, M. R. (2005). Effects of environmental conditions on winter rapeseed cultivars and relationship between crown cell membrane stability and seed yield quality and quantity. *Seed and Plant*, 20, 445-456. (In Farsi).
15. Nasiri, M. & Rabiei, M. (2004). *Cultivation of rapeseed in paddy field*. Rice Research Institute of Iran Press, Mazandaran, Iran. (In Farsi).
16. Nykiforuk, C. L. & Johnson Flanagan, A. M. (1999). Storage reserve mobilization during low temperature germination and early seedling growth in *Brassica napus*. *Plant Physiology and Biochemistry Paris*, 37 (12), 939-947.

17. Omidi Tabrizi, A. H. (2002). Correlation between traits and path analysis for grain and oil yield in spring safflower. *Seed and Plant*, 18, 229-240. (In Farsi).
18. Omidi Tabrizi, A. H., Ghannadha, M. R., Ahmadi, M. R. & Payghambari, S. A. (1999). Evaluation of some important agronomic traits of safflower using multivariate statistical methods. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 30 (4), 817-827. (In Farsi).
19. Silva, J. B., Vieira, R. D. & Panobianco, M. (2006). Accelerated ageing and controlled deterioration in beetroot seeds. *Seed Science and Technology*, 34 (2), 265-271.
20. Statistic & Information Center. (2008). *Cotton and Oil Seeds Office*. Ministry of Jahad-E-Agriculture, Tehran, Iran. (In Farsi).
21. Tavakkol Afshari, R., Ghasem, F., Majnoon Hosseini, N., Alizadeh, H. & Bihamta, M. R. (2007). Some effects of seed aging on germination characteristics and activities of catalase and peroxidase antioxidant enzymes in barley genotypes (*Hordeum vulgare*). *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 38-1(2), 337-346. (In Farsi).
22. Verma, S. S., Tomer, R. P. S. & Verma, U. (1999). Studies on seed quality parameters in rapeseed (*Brassica campestris*) and mustard (*Brassica juncea*) stored under ambient conditions. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 69 (12), 840-842.
23. Verma, S. S., Verma, U. & Tomer, R. P. S. (2003). Studies on seed quality parameters in deterioration seeds in Brassica (*Brassica campestris*) and mustard (*Brassica juncea*) stored under ambient conditions. *Seed Science and Technology*, 31, 389-396.
24. Zeinali, E., Soltani, A. & Galeshi, S. (2002). Response of germination components to salinity stress in oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 33 (1), 137-145. (In Farsi).
25. Zeinali Khanghah, H. & Sohani, A. (1999). Genetic evaluation of some important agronomic traits related to seed yield of soybean by multivariate analysis methods. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 30(4), 807-816. (In Farsi).
26. Zeinali Khanghah, H., Hezarjaribi, E. & Ahmadi, M. R. (2002). Evaluation of genetic correlation of seed oil with some important agronomic traits in soybean through path analysis. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 33 (4), 699-705. (In Farsi).