

## به‌زراعی کشاورزی

دوره ۱۹ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۶

صفحه‌های ۸۹۲-۸۸۱

# ارزیابی کمون ثانویه و رفتار جوانه‌زنی بذر لاین‌ها و ارقام کلزا

علی شایان‌فر<sup>۱</sup>، فرشید قادری‌فر<sup>۲\*</sup>، رحمت‌الله بهرام‌آ<sup>۳</sup>، افشین سلطانی<sup>۴</sup>، حمیدرضا صادقی‌پور<sup>۵</sup>

۱. دانشجوی دکتری، گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

۲. دانشیار، گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

۳. استادیار، مؤسسه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، گرگان، ایران.

۴. استاد، گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

۵. دانشیار، گروه زیست‌شناسی، دانشگاه گلستان، گرگان، ایران.

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۰۹/۱۳

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۵/۰۸/۱۱

### چکیده

کمون ثانویه یکی از اصلی‌ترین دلایل پایداری بانک بذر در خاک است. بذرهای کلزای موجود در بانک بذر خاک پس از رفع کمون ثانویه جوانه زده و می‌توانند به پراکنش ناخواسته ژن‌های هدف به دیگر گیاهان منجر شوند. در این مطالعه کمون ثانویه با استفاده از پلی‌اتیلن‌گلیکول ۶۰۰۰ به مدت ۱۴ روز تحت شرایط آزمایشگاهی در ۴۱ لاین و ۵ رقم کلزا القا و درصد کمون ثانویه بذرها ثبت شد. این مطالعه در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. تمامی لاین‌ها و ارقام در شرایط مطلوب جوانه‌زنی، از جوانه‌زنی بسیار بالایی برخوردار (بالای ۹۴ درصد) و پس از القای کمون ثانویه در پنج گروه بسیار کم، کم، متوسط، زیاد و بسیار زیاد با استفاده از تجزیه کلاستر، دسته‌بندی شدند. پنج لاین در گروه بسیار کم و دو لاین در گروه بسیار زیاد و بقیه لاین‌ها در گروه متوسط و کم قرار گرفتند. پنج رقم (RGS003، زرفام، هایولا ۴۰۱، هایولا ۳۰۸ و هایولا ۵۰) از کمون ثانویه متوسط (۴۰-۶۰ درصد) برخوردار بودند که بیانگر عدم توجه اصلاح‌گران به بحث مهم کمون ثانویه آن‌ها طی روند اصلاح آن‌ها بوده است. دسته‌بندی لاین‌ها براساس سطح کمون ثانویه به تولیدکنندگان بذر کمک می‌کند تا لاین‌هایی را انتخاب کنند تا علاوه بر عملکرد و دیگر ویژگی‌های مهم در امر تولید بذر، از کمون ثانویه پایین‌تری برخوردار باشند تا از دیدگاه تولید بذر مشکلات ناشی از آن‌ها در محصول بعد به حداقل برسد.

**کلیدواژه‌ها:** بانک بذر، تولید بذر، علف هرز، کلزا، کمون.

## ۱. مقدمه

یکی از مهم‌ترین مشکلات کلزا ریزش بذرهای آن است. ریزش بذر هم از نظر کاهش عملکرد و هم در محصول بعدی تأثیرات نامطلوبی دارد. بذرهای کلزا پیش از برداشت و هنگام برداشت ریزش می‌کنند. در زمین‌های کشاورزی ریزش بذر کلزا طی برداشت یکی از مهم‌ترین منبع بانک بذری خاک است [۱۱]. بذرهای ریزش یافته طیفی از ۲ تا ۵ درصد عملکرد را در شرایط مطلوب شامل می‌شوند [۳۲ و ۳۴]، در صورتی که برداشت به تأخیر بیفتد و یا در شرایط نامناسب انجام شود، عملکرد می‌تواند تا ۵۰ درصد کاهش بیاید [۲۰ و ۲۴]. مشخص شده است که در شرایط مختلف برداشت تا بیش از ۱۰۰۰۰ بذر در مترمربع ریزش می‌کنند [۲۳]. بذرهای کلزای ریزش یافته در قبل و حین برداشت، می‌توانند توسط مکانیزم خوددافی<sup>۱</sup> و همچنین شخم به بانک بذری خاک اضافه شوند [۵، ۹ و ۳۰]. بذرهای ریزش یافته در خاک، در کنار مشکلات اقتصادی ناشی از کاهش عملکرد، می‌توانند آثار نامطلوب دیگری را برجای بگذارند که یکی از این آثار سوء، القای کمون ثانویه در بذرهای ریزش یافته در خاک است. ریزش بذرهای کلزا می‌تواند به طور مستقیم در شرایط مطلوب نیز رخ دهد و مشخص شده است که بذرها پس از جداسدن از گیاه مادری کمون اولیه اندکی را دارند [۹]، اما در شرایط نامناسب محیطی پس از جداسدن از گیاه مادری، ممکن است بذرها به کمون ثانویه وارد شوند [۳، ۱۶ و ۲۲]. عوامل بسیاری را در القای کمون ثانویه دخیل می‌دانند که از مهم‌ترین آن‌ها کمی سطح اکسیژن و بالا بودن دی‌اکسیدکربن، دما و فشار اسمزی بالای خاک در ماه‌های تابستان پس از برداشت محصول کلزا است [۲۷ و ۳۵]، اگرچه ژنوتیپ نیز سهم بسزایی را در القای کمون ثانویه بذرهای کلزا ایفا می‌کند [۸، ۳۱ و ۳۵].

بذرهای موجود در بانک بذر خاک پس از القای کمون ثانویه در آن‌ها، می‌توانند مشکلات عدیده‌ای را در محصول بعدی ایجاد کنند. یکی از مهم‌ترین مشکلاتی که بذرهای با کمون ثانویه بالا می‌توانند در خاک داشته باشند، ایجاد گیاه کلزای هرز<sup>۲</sup> در محصول بعدی است [۸]، به گونه‌ای که پس از رفع کمون ثانویه، جوانه زنی در خاک و ایجاد گیاه کلزای تراریخت هرز در محصول بعدی، ژن‌های کاندیدا (ایجادکننده مقاومت) می‌توانند به سایر ارقام کلزا، گیاهان خویشاوند و علف‌های هرز از طریق بذر، دانه گرده و قطعات رویشی انتقال یابند که از آن به عنوان جریان ژنی<sup>۳</sup> نام می‌برند [۲۱ و ۲۵]. مشخص شده است که گیاهان کلزای هرز به مدت هفت تا ده سال از بذرهای دارای کمون ریزش یافته در خاک، تظاهر می‌یابند [۲، ۱۹ و ۳۶] اگرچه بیشتر بذرهای دارای کمون در چهار سال نخست جوانه خواهند زد [۴].

تعیین تنوع ژنتیکی کمون ثانویه کلزا طی انتخاب لاین‌های اصلاحی و پیش از آزادسازی ارقام، به تولیدکنندگان بذر کمک می‌کند تا صرف نظر از تمامی ویژگی‌های مطلوب عملکردی، لاین‌ها یا ارقامی از گیاهان کلزا را انتخاب کنند که کمترین سطح کمون ثانویه را داشته باشند. انتخاب لاین‌های اصلاحی با کمون ثانویه پایین‌تر، خطر ناشی از ایجاد بانک بذر پویای خاک را به حداقل می‌رساند و در نتیجه شاهد تظاهر گیاهان کلزای هرز در محصول بعدی نیستند. تحقیقات بسیاری در دنیا بر روی این موضوع مهم انجام شده است، ولی متأسفانه در ایران توجه زیادی به این مقوله نشده است. این تحقیق با هدف تعیین تنوع ژنتیکی لاین‌های مختلف کلزا در استان گلستان صورت گرفت تا بتوان با تعیین گیاهان با سطوح پایین‌تر کمون ثانویه، خطرات مذکور را تا حد زیادی کاهش داد.

2. Volunteer plants  
3. Gene flow

1. self-burial mechanism

## ۲. مواد و روش‌ها

تعیین درصد جوانه‌زنی و کمون ثانویه لاین‌ها و ارقام مختلف، آزمایش‌هایی بر پایه‌ی طرح کاملاً تصادفی انجام شد. برای آزمون جوانه‌زنی بدین منظور تعداد ۴ تکرار ۵۰ بذری از هر لاین و یا رقم کلزا در پتری دیش‌های ۱۰ سانتی متری، در دمای ۲۰ درجه‌ی سانتی‌گراد در تاریکی درون انکوباتور قرار داده شدند و پس از ۸ روز جوانه‌زنی نهایی آن‌ها یادداشت شد [۱۷].

در این تحقیق از ۵ رقم کلزای هیبرید (هایولا ۵۰ (H50)، هایولا ۴۰۱ (H401)، هایولا ۳۰۸ (H308)، RGS، زرفام) به همراه ۴۱ لاین (هیبرید و آزادگرداشان (OP)) که از مرکز تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی استان گلستان تهیه شده بود، استفاده شد (جدول ۱). تمامی ارقام و لاین‌های بذری کلزا در سال ۱۳۹۳ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان (عراقی محله) تولید شده بودند. برای

جدول ۱. تعداد ۴۱ لاین کلزا به همراه ۵ رقم تهیه شده از مرکز تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی استان گلستان.

No.	Genotype	breeding system	No.	Genotype	breeding system
1	G <sup>1</sup> -O <sup>2</sup> -1	Pedigree Breeding	27	G-H <sup>3</sup> -1	Hybrid Breeding
2	G-O-2	Pedigree Breeding	28	G-H-2	Hybrid Breeding
3	G-O-3	Pedigree Breeding	29	G-H-3	Hybrid Breeding
4	G-O-4	Pedigree Breeding	30	G-H-5	Hybrid Breeding
5	G-O-5	Pedigree Breeding	31	G-H-6	Hybrid Breeding
6	G-O-6	Pedigree Breeding	32	G-H-7	Hybrid Breeding
7	G-O-7	Pedigree Breeding	33	G-H-8	Hybrid Breeding
8	G-O-8	Pedigree Breeding	34	G-H-9	Hybrid Breeding
9	G-O-9	Pedigree Breeding	35	G-H-10	Hybrid Breeding
10	G-O-10	Pedigree Breeding	36	G-H-11	Hybrid Breeding
11	G-O-11	Pedigree Breeding	37	G-H-12	Hybrid Breeding
12	G-O-12	Pedigree Breeding	38	G-H-13	Hybrid Breeding
13	G-O-13	Pedigree Breeding	39	G-H-14	Hybrid Breeding
14	G-O-14	Pedigree Breeding	40	G-H-15	Hybrid Breeding
15	G-O-15	Pedigree Breeding	41	G-H-16	Hybrid Breeding
16	G-O-16	Pedigree Breeding			
17	G-O-17	Pedigree Breeding			
18	G-O-18	Pedigree Breeding			
19	G-O-19	Pedigree Breeding			
20	G-O-20	Pedigree Breeding			
21	G-O-21	Pedigree Breeding			
22	G-O-22	Pedigree Breeding			
23	G-O-23	Pedigree Breeding			
24	G-O-24	Pedigree Breeding			
25	G-O-25	Pedigree Breeding			
26	G-O-26	Pedigree Breeding			
			Five Cultivar		
			42		RGS
			43		Zarfam
			44		H308
			45		H401
			46		H50

1=Gorgan

2=Open pollinated Cultivar

3=Hybrid Cultivar

GANRRTC = Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Training Center

در این تیمار دمایی- نوری سبب رفع کمون بذره‌های باقی مانده شد و بذره‌های جوانه‌زده در این مرحله (دمای متناوب و نور) به عنوان بذره‌های دارای کمون ثانویه محسوب می‌شوند [۳۰].

برای انجام آنالیزهای آماری از برنامه [۳۳R] و تهیه نمودار از برنامه Excel 2010 استفاده شد. برای مقایسه میانگین درصد جوانه زنی اولیه و درصد کمون ثانویه بذره‌های ارقام و لاین‌های بذری کلزا از آزمون LSD در سطح یک درصد استفاده شد. کلاستر بندی کمون ثانویه لاین‌ها و ارقام مختلف، با نرم‌افزار آماری R انجام شد. از روش فاصله اقلیدسی برای کلاستر بندی لاین‌ها و ارقام مختلف استفاده شد و خط برش به صورت زیر به دست آمد که در معادله زیر n برابر با تعداد لاین‌ها و ارقام است [۱].

$$\sqrt{(n/2)} = \text{تعداد کلاسترها}$$

فرمول ۱

### ۳. نتایج و بحث

در جدول (۲) جدول تجزیه واریانس دو مؤلفه درصد جوانه زنی اولیه و درصد کمون ثانویه نشان داده شده است. مقایسه میانگین‌های درصد جوانه زنی اولیه در شکل (۱) برای لاین‌ها و ارقام کلزا ارائه شده است. تفاوت معناداری بین لاین‌ها و ارقام کلزا از نظر مؤلفه جوانه‌زنی اولیه در سطح یک درصد مشاهده شد (شکل ۱). همانطور که ملاحظه می‌شود میانگین درصد جوانه زنی بالای ۹۴ درصد است. این نتایج حاکی از آن است که لاین‌ها و ارقام استفاده شده در این مطالعه دارای کمون اولیه پایینی بودند و به عبارت دیگر طی نمو به آن‌ها کمون القا نشد. گزارش شده است که در مراحل ابتدایی نموی (۳۳ روز پس از گلدهی)، بذره‌های ارقام کانولای کانادایی ۵۴۴۰ و ۵۰۲۰، دارای کمون اولیه بالایی بودند و کمون ثانویه در آن‌ها دیده نشد، اما با نزدیک شدن به مراحل انتهایی نمو (۷۸ روز پس از گلدهی) و رسیدگی، از کمون اولیه بذرها کاسته و

برای القای کمون ثانویه در بذره‌های کلزا، مقدار ۳۵۴/۳۷ گرم پلی‌اتیلن‌گلایکول ۶۰۰۰ در یک لیتر آب مقطر (پتانسیل ۱۵- بار)، در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد حل شد که این پتانسیل معادل نقطه پژمردگی دائم است [۲۶ و ۳۸]. از هر لاین یا رقم چهار تکرار صدتایی بذر شمارش و در پتری دیش‌های ۱۰ سانتی متری با دولایه کاغذ صافی قرار داده و ۸ میلی لیتر محلول پلی‌اتیلن گلایکول به هر پتری دیش اضافه شد. این مرحله در تاریکی و در نور سبز (۵۰۰ تا ۶۰۰ نانومتر) انجام شد [۳۰]. سپس، پتری دیش‌ها به صورت تصادفی درون یک جعبه بزرگ پلاستیکی قرار داده شدند و با دو لایه پلاستیک سیاه رنگ پوشیده شدند تا از ورود نور به درون جعبه ممانعت شود. پتری دیش‌ها به انکوباتور با دمای کنترل شده ۲۰ درجه سانتی‌گراد برای مدت زمان ۱۴ روز منتقل شدند.

پس از ۱۴ روز بذرها شسته شده و به پتری دیش‌های جدید با دولایه کاغذ صافی حاوی ۶ میلی لیتر آب مقطر منتقل شدند. این مرحله نیز در تاریکی و نور سبز انجام شد. پتری دیش‌ها دوباره برای مدت ۱۴ روز در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد در تاریکی انتقال داده شدند. شمارش بذره‌های جوانه زده در تاریکی و نور سبز در روزهای هفتم، دهم و چهاردهم انجام شد. معیار بذره‌های جوانه‌زده، خروج ریشه‌چه ۲ میلی متری بود [۳۵]. لازم به ذکر است در روز چهارم، برای دسترسی آب کافی برای جوانه‌زنی و شسته شدن سطح بذر از هر گونه محلول پلی‌اتیلن‌گلایکول، بذره‌های جوانه‌زده به پتری دیش‌های جدید حاوی دو لایه کاغذ صافی به همراه ۶ میلی لیتر آب مقطر در تاریکی منتقل شدند. پس از دو هفته از شمارش بذرها در تاریکی، تمامی بذره‌های جوانه‌زده در معرض دمای متناوب ۳۰ و ۳ درجه سانتی‌گراد (به ترتیب نور/ تاریکی (۱۲/۱۲ ساعت)) قرار داده شدند. قرارگیری بذرها

## ارزیابی کمون ثانویه و رفتار جوانه‌زنی بذر لاین‌ها و ارقام کلزا

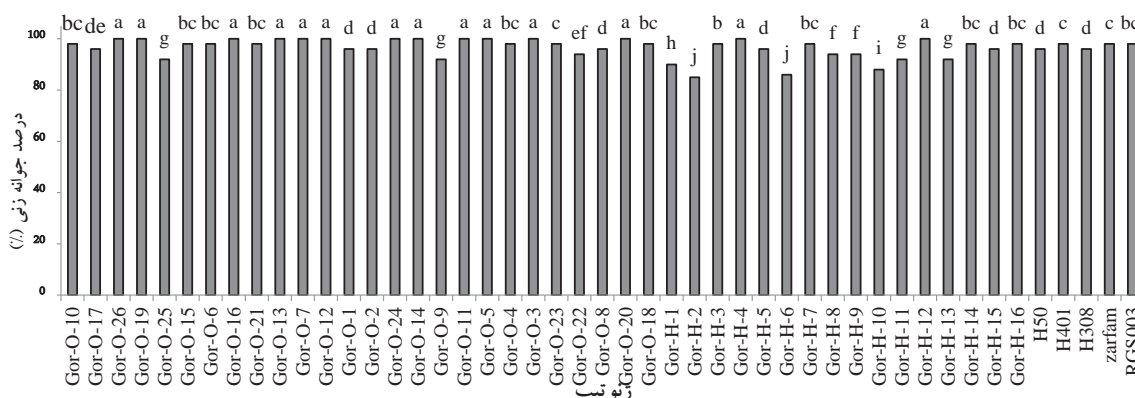
گزارش شده است [۷] که با نزدیک شدن به مرحله رسیدگی از میزان این هورمون کاسته می‌شود و شاید به دلیل کاهش آبسزیک اسید درونی باشد [۱۸]. در جدول ۳ میانگین کمون ثانویه لاین‌ها و ارقام مختلف کلزا، ارائه شده است. همانطور که مشاهده می‌شود تنوع بالایی در بین لاین‌ها و ارقام کلزا از لحاظ کمون ثانویه وجود دارد. به طوری که دامنه تغییرات کمون ثانویه در این مطالعه از ۶ تا ۹۹ درصد بود. این نتایج بیانگر این مطلب است که لاین‌ها و ارقام کلزای مورد استفاده در استان گلستان از تنوع ژنتیکی بالایی از لحاظ کمون ثانویه برخوردار بودند. کارهای انجام شده بر روی کلزا و تنوع ژنتیکی با نتایج این تحقیق مطابقت زیادی را نشان داد که از جمله مشخص شده است که تغییرات ژنوتیپی سهم بسزایی در القای کمون ثانویه کلزا دارد [۸ و ۲۷].

حتی به صفر رسید، ولی کمون ثانویه آنها به ۹۶ درصد رسید [۱۵]. این نتایج با یافته‌های دیگر محققان [۱۲] مطابقت داشت به گونه‌ای که آن‌ها، طیف کمون اولیه در بذره‌های بالغ ۱۶ گونه تجاری کلزا را بین صفر تا ۴ درصد گزارش کردند. در مطالعات دیگر حاصل از تحقیقات انجام شده در انگلستان و چین نیز مشخص شده است که بذره‌های بالغ کلزای تازه برداشت شده فاقد کمون اولیه و یا مقادیر اندکی کمون اولیه بودند [۲۱، ۲۲ و ۲۷]. در بذره‌های در حال نمو تغییراتی در سطوح آبسزیک اسید و حساسیت جنین به عوامل داخلی و خارجی مشاهده شده است [۲۸]. هورمون آبسزیک اسید مشخص شده است که در کنترل القای کمون اولیه در طی رسیدگی بذره‌های کلزا تأثیر دارد [۶]. به گونه‌ای که اثر بازدارنده آبسزیک اسید در ممانعت از جوانه‌زنی در بذره‌های کلزا طی فاز پسابیدگی

جدول ۲. درجه آزادی و میانگین مربعات درصد جوانه‌زنی اولیه و کمون ثانویه ۴۱ لاین و ۵ رقم کلزا.

میانگین مربعات		درجه آزادی	منع تغییر رقم و لاین
درصد کمون ثانویه	درصد جوانه‌زنی اولیه		
۱۹۹۹/۴۲**	۵۹/۶۵**	۴۵	

\*\* در سطح احتمال یک درصد معنادار است.

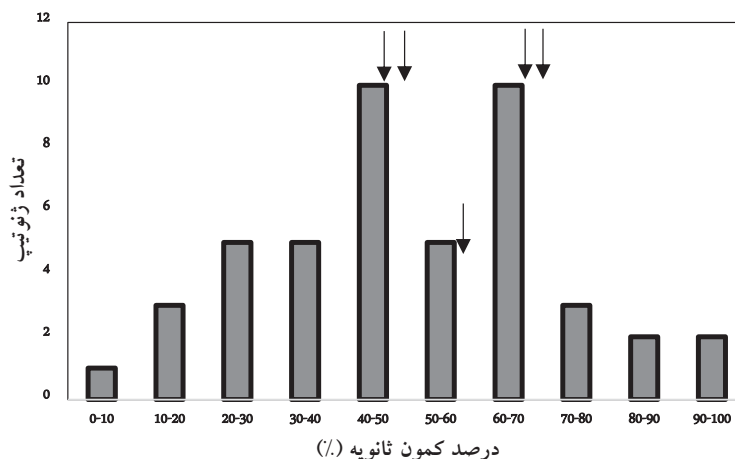


شکل ۱. مقایسه میانگین‌های درصد جوانه‌زنی اولیه بذر لاین‌ها و ارقام کلزا. اختلاف ستون‌هایی که دارای حروف الفبای مشابه هستند از لحاظ آماری در سطح یک درصد (LSD) معنادار نیستند. حداقل تفاوت معنادار برای آزمون LSD، ۱/۲۱ بوده است.

ترتیب درصد کمون ثانویه بذرها بیش از ۲۰/۷۵، بین ۲۸/۲۵ و ۴۲/۲۵، بین ۴۵/۷۵ و ۶۹، بین ۷۳/۲۵ و ۸۲/۷۵ و بیشتر از ۹۸/۲۵ مشاهده شد. این نتایج حاکی از آن است که بین لاین‌ها و ارقام از لحاظ کمون ثانویه تنوع ژنتیکی بالایی وجود داشت، به عبارت دیگر لاین‌هایی وجود داشت که درصد بسیار کمی از بذرها دارای کمون ثانویه بودند (Gor-H-1 و Gor-O-16) که در صورت داشتن سایر مزایای عملکردی و اقتصادی می‌توانند از این نظر مفید واقع شوند. همچنین، لاین‌هایی وجود داشت که درصد بسیار بالایی از بذرها را آن‌ها دارای کمون ثانویه بالایی بودند (Gor-O-6 و Gor-O-4). برای مثال اگر لاین‌های با کمون ثانویه بالا به‌عنوان توده بذری کشت شوند و میزان ۱۰۰ کیلوگرم از بذرها گیاهان کشت شده در یک هکتار ریزش کنند و کمون ثانویه متوسط ۹۸ درصد نظر گرفته شود، از ۱۰۰ کیلوگرم بذر اضافه شده به بانک بذر خاک، ۹۸ کیلوگرم پس از درک شرایط محیطی، کمون ثانویه در آن‌ها القا می‌شود، با فرض اینکه وزن ۱۰۰۰ دانه این رقم ۵ گرم باشد در این صورت معادل ۱۹۶۰۰۰ بذر وارد بانک بذر خاک می‌شوند و مشکلات بسزایی در سال‌های آینده در آن مزرعه ایجاد می‌کند.

در گذشته این تئوری وجود داشته است که سطوح کمون ژنوتیپ‌های خانواده براسیکاسه (کلزا) ممکن است با ژن‌های خاصی در ارتباط باشد، امروزه مشخص شده است که ژن BnaDOG1 یکی از ژن‌های مهم است که طی القای کمون ثانویه با پلی اتیلن گلاکول ۶۰۰۰، رونوشت این ژن افزایش می‌یابد [۲۹]. سهم ژنوتیپ در کمون ثانویه کلزا در محدوده‌ای از ۴۴ تا ۸۲ درصد گزارش شده است [۱۴]. دیگر محققان [۱۳] ژنوتیپ‌های کانولای کانادایی را براساس کمون بذر و پایداری بذر در خاک دسته‌بندی و گزارش کردند که ژنوتیپ عامل پایه کنترل‌کننده کمون ثانویه بذر در کلزای بهاره غرب کانادا است. اهمیت ژنوتیپ در القای کمون ثانویه ارقام مختلف کلزای چینی و اروپایی پیشنهاد شده است [۲۷ و ۳۱].

برای روشن شدن این موضوع که لاین‌ها و ارقام کلزا از نظر کمون ثانویه در چند گروه قرار می‌گیرند از تجزیه کلاستر استفاده شد (شکل ۳، جدول ۳). کمون ثانویه بذرها کلزا پس از گروه بندی به پنج گروه مجزا تقسیم شدند که عبارتند از: بسیار کم، کم، متوسط، زیاد و بسیار زیاد. در گروه بسیار کم، کم، متوسط، زیاد و بسیار زیاد به



شکل ۲. توزیع نسبی درصد کمون ثانویه در ۴۱ لاین و ۵ رقم کلزای بذری استفاده شده در این تحقیق. فلش‌ها بیانگر پنج رقم کلزا تجاری موجود در ایران است.

ارزیابی کمون ثانویه و رفتار جوانه‌زنی بذر لاین‌ها و ارقام کلزا

شکل ۲ توزیع نسبی درصد کمون ثانویه در لاین و ارقام کلزای بذری استفاده شده در این مطالعه را نشان داد که بیانگر قرارگیری بیشتر لاین‌های مورد بررسی در گروه متوسط است. بیشتر لاین‌های دارای کمون ثانویه بسیار کم، هیبرید بودند و بیشتر لاین‌های با کمون بالا، آزادگردافشان (OP) بودند (جدول ۲، شکل ۲ و ۳).

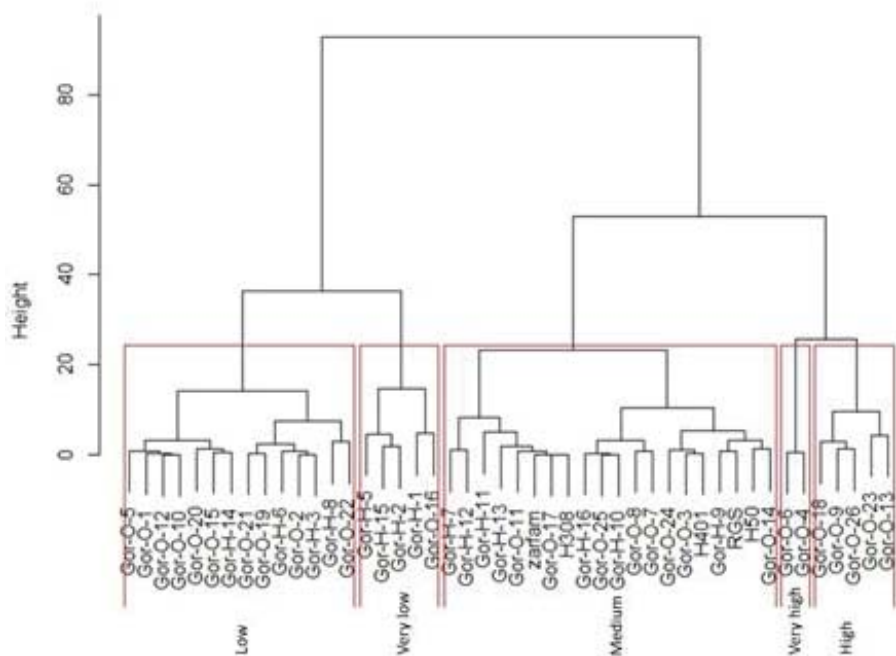
جدول ۳. گروه‌بندی درصد کمون ثانویه بذر ۴۱ لاین و ۵ رقم کلزا در استان گلستان.

نام لاین	درصد کمون ثانویه	نام لاین	درصد کمون ثانویه	نام لاین	درصد کمون ثانویه	نام لاین	درصد کمون ثانویه	نام لاین	درصد کمون ثانویه
یا رقم	یا رقم	یا رقم	یا رقم	یا رقم	یا رقم	یا رقم	یا رقم	یا رقم	یا رقم
بسیار زیاد	زیاد	متوسط	کم	بسیار کم					
۹۸/۲۵a	G-O-6	۷۳/۲۵cd	G-O-23	۴۵/۷۵kl	G-H-11	۲۸/۲۵p	G-O-21	s ۶	G-H-1
	G-O-4		G-O-13		G-O-17		G-O-19		G-O-16
۹۸/۷۵a		۷۷/۵bc	G-O-9	jk ۴۹	H308	۲۵/۷۵p	G-O-2	۱۰/۷۵rs	G-H-15
	b ۸۰		G-O-26	jk ۴۹	Zarfam	۲۹/۷۵op	G-H-3	۱۶/۲۵qr	G-H-2
			G-O-18		G-O-11		G-H-6		G-H-5
	۸۱/۲۵b			jk ۴۹	G-H-13	۲۹/۷۵op	G-H-8	q ۱۸	
	۸۲/۷۵b			۴۹/۷۵jk	G-H-7	۳۰/۵op	G-O-22	۲۰/۷۵q	
				۵۰/۷۵jk	G-H-12		G-O-15		
					H50	nop ۳۳	G-H-14		
				ij ۵۳	G-O-14		G-O-20		
					G-H-9	۳۵/۷۵mno	G-O-5		
				ghi ۵۴	RGS003	۳۹/۲۵lmn	G-O-12		
					G-O-3		G-O-10		
				۵۸/۷۵ghi	H401	۳۹/۷۵lm	G-O-1		
				fgh ۶۰	G-O-24	۴۰/۵lm			
					G-O-8				
				fg ۶۱	G-O-7	۴۱/۵lm			
				۶۱/۷۵fg	G-H-16	lm ۴۲			
					G-O-25				
				efg ۶۳	G-H-10	lm ۴۲			
				۶۳/۲۵efg		۴۲/۲۵lm			
				efg ۶۴					
				۶۵/۷۵ef					
				۶۶/۵ef					
				۶۸/۷۵de					
				de ۶۹					
				de ۶۹					

اختلاف ستون‌هایی که دارای حروف الفبای مشابه هستند از لحاظ آماری در سطح یک درصد (LSD) معنادار نیستند. حداقل تفاوت معنادار برای آزمون LSD، ۶/۵۶ بوده است.

این موضوع نشان می‌دهد که بین لاین‌ها و ارقام کلزای موجود در استان گلستان از لحاظ این صفت تنوع بالایی وجود داشت و می‌توان در کارهای اصلاحی آینده از آن استفاده کرد. در مطالعه‌ای دیگر بر روی گروه‌بندی بیش از ۴۰ رقم زمستانه مختلف کلزا، تنوع ژنتیکی بسیاری مشاهده شد و ارقام مختلف در سه گروه کم، متوسط و زیاد تقسیم‌بندی شدند [۱۰]. همچنین، در تحقیقی دیگر تعداد ۱۶ ژنوتیپ کانولای کانادایی نیز در سه دسته کم، متوسط و زیاد قرار گرفتند [۱۴ و ۲۷]. در مطالعه دیگر بر روی ۲۳ رقم کلزا، بذرها براساس کمون ثانویه به چهار دسته کم، کم-متوسط، متوسط-زیاد و زیاد تقسیم شدند [۳۸].

نکته جالب توجه در این مطالعه این است که همه ارقامی که در سطح تجاری در ایران کشت می‌شوند از جمله H50، H308، H401، RGS003 و زرفام همگی پس از القای کمون ثانویه و تجزیه کلاستر در گروه میانه یا با کمون ثانویه متوسط قرار گرفتند که بیانگر عدم توجه اصلاح‌گران به بحث مهم کمون ثانویه در زمینه تولید بذر بوده است. در بین ارقام بیشترین کمون ثانویه با ۶۳ درصد مربوط به رقم H401، و کمترین کمون ثانویه در بین ارقام با ۴۹ درصد مربوط به رقم زرفام و H308 بود و کمون ثانویه در ارقام H50 و RGS به ترتیب ۵۹ و ۶۲ درصد بود (شکل ۲ و ۳).



شکل ۳. تجزیه کلاستر کمون ثانویه لاین‌ها و ارقام کلزا مطالعه شده در این تحقیق



#### ۴. نتیجه‌گیری

کمک‌های بی‌شائبه‌شان در امر این تحقیق کمال سپاسگزاری را داریم و بر روح ایشان درود می‌فرستیم.

#### منابع

۱. فرشادفرع. (۱۳۸۹) اصول و روش‌های آماری چند متغیره. انتشارات دانشگاه رازی، کرمانشاه، ۷۵۴ صفحه.
2. Beckie H.J., Warwick S.I. (2010) Persistence of an oilseed rape transgene in the environment. *Crop Protection*. 29: 509–512.
3. Benech-Arnold R.L., Sanchez R.A., Forcella F., Kruk B.C. and Ghera C.M. (2000) Environmental control of dormancy in weed seed banks in soil. *Field Crops Research*. 67: 105–122.
4. Crawley M.J., Brown S.L. (2004) Spatially structured population dynamics in feral oilseed rape. *Proceedings of the Royal Society of London*. 271:1909–1916.
5. Dyer W.E. (1995) Exploiting weed seed dormancy and germination requirements through agronomic practices. *Weed Science*. 43: 498–503.
6. Fei H., Tsang E., Cutler A.J. (2007) Gene expression during seed maturation in Brassica napus in relation to the induction of secondary dormancy. *Genomics* 89:419–428.
7. Finkelstein R.R. (2010) The role of hormones during seed development and germination. Pages 549–573 In Davies PJ, ed. *Plant Hormones: Biosynthesis, Signal Transduction, Action*. Ithaca, New York: Springer
8. Gruber S., Pekrun C. and Claupein W. (2004) Population dynamics of volunteer oilseed rape (*Brassica napus* L.) affected by tillage. *European Journal of Agronomy*. 20: 351–361.
9. Gruber S., Pekrun C. and Claupein W. (2005) Life cycle and potential gene flow of volunteer oilseed rape in different tillage systems. *Weed Research*. 45: 83-93.

نتایج این تحقیق تنوع ژنتیکی بسیاری را بین لاین‌ها و ارقام مختلف نشان داد و به خوبی توانست سطوح لاین‌ها و ارقام مختلف را از این دیدگاه بررسی کند. نکته مهم در این مقاله عدم توجه اصلاح‌گران در تولید ۵ رقم تجاری در این مطالعه، در رابطه با ارزیابی کمون ثانویه بذرها بوده است. این تحقیق می‌تواند به محققان کمک کند تا با انتخاب ارقام کلزای با کمون ثانویه سطح پایین، نیاز تولیدکنندگان بذر را مرتفع سازد. همچنین می‌توان این روش را روشی مهم و مفید در راستای فرایند تولید بذر به مؤسسات و تولیدکنندگان بذری پیشنهاد کرد تا در کنار دیگر مؤلفه‌های تأیید نهایی بذر از جمله یکنواختی، ثبات و منحصربه‌فرد بودن آن (از نظر عملکرد و مقاومت به تنش‌های زنده و غیرزنده) استفاده شود و مشکلات ناشی از کمون ثانویه را به حداقل رساند. اغلب این تئوری وجود دارد که سطوح کمون ممکن است با مخزن ژنی خاص اصلاحگر و همچنین شرکت‌های اصلاحی مرتبط باشد. شواهدی مبنی بر ارتباط کمون اولیه و ثانویه با صفات کمی وجود دارد و در قدم بعدی شناخت مارکرهایی برای این منظور مهم است و ارقام اصلاحی جدید باید به نحوی انتخاب شوند تا خطر پراکنش ژن‌های ناخواسته را به حداقل برسانند و ارقام تجاری، باید به خوبی توصیف شوند و سطح کمون ثانویه آن‌ها از کم تا زیاد روی آن‌ها قید شود [۶ و ۳۷].

#### ۵. تقدیر و تشکر

از دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان و به ویژه گروه زراعت به خاطر تأمین بودجه مورد نیاز و همچنین از مرکز تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی استان گلستان به خاطر تأمین لاین‌ها و ارقام کلزای بذری بسیار سپاسگزاریم. همچنین از مرحوم آقای دکتر رحمت‌الله بهرام به خاطر

10. Gruber S., Emrich K. and Claupein W. (2009) Classification of canola (*Brassica napus*) winter cultivars by secondary dormancy. *Canadian Journal of Plant Science*. 89: 613-619.
11. Gruber S., Beuhler A., Meohring J. and Claupein W. (2010) Sleepers in the soil—Vertical distribution by tillage and long-term survival of oilseed rape seeds compared with plastic pellets. *European Journal of Agronomy*. 33: 81-88.
12. Gulden R.H., Shirliffe S.J. and Thomas A.G. (2003) Secondary seed dormancy prolongs persistence of volunteer canola in western Canada. *Weed Science*. 51: 904-913.
13. Gulden R.H., Shirliffe S.J. and Thomas A.G. (2003) Harvest losses of canola (*Brassica napus*) cause large seed bank inputs. *Weed Science*. 51: 83-86.
14. Gulden R.H., Thomas A.G. and Shirliffe S.J. (2004) Relative contribution of genotype, seed size and environment to secondary seed dormancy potential in Canadian spring oilseed rape (*Brassica napus*). *Weed Science*. 44: 97-106.
15. Haile T.A. and Shirliffe S.J. (2014) Effect of Harvest Timing on Dormancy Induction in Canola Seeds. *Weed Science*. 62: 548-554.
16. Hilhorst H.W.M. (2007) Definitions and hypotheses of seed dormancy. In: Bradford KJ and Nonogaki H, eds. *Seed development, dormancy and germination*. Oxford: Blackwell Publishing. 50-71.
17. ISTA (2009) *International rules for seed testing*. The international Seed Testing Association (ISTA).
18. Juricic S., Orlando S. and Page-Degivry M.T.L. (1995) Genetic and ontogenic changes in sensitivity to abscisic acid in *Brassica napus* seeds. *Plant Physiology and Biochemistry*. 33: 593-598.
19. Knispel A.L., Mclachlan S.M. (2010) Landscape-scale distribution and persistence of genetically modified oilseed rape (*Brassica napus*) in Manitoba. *Canada Environmental Science and Pollution Research*. 17:13-25
20. Liu Y., Wei W., Mab K., Li J., Liang Y., Darmency H. (2013) Consequences of gene flow between oilseed rape (*Brassica napus*) and its relatives. *Plant Science*. 211: 42- 51.
21. Lutman P.J.W. (1993) The occurrence and persistence of volunteer oilseed rape (*Brassica napus*). *Aspect of Applied Biology*. 35: 29-36.
22. Lutman P.J.W., Freeman S.E. and Pekrun C. (2003) The long-term persistence of seeds of oilseed rape (*Brassica napus*) in arable fields. *Journal of Agricultural Science*. 141: 231-240.
23. Lutman P.J.W., Berry K., Payne R.W., Simpson E., Sweet J.B., Champion G.T., May M.J., Wightman P., Walker K., and Lainsbury M. (2005) Persistence of seeds from crops of conventional and herbicide tolerant oilseed rape (*Brassica napus*). *Proceeding of the Royal Society B: Biological Science*. 272: 1909-1915.
24. Macleod J. (1981) *Oilseed rape book. A manual for growers, farmers and advisors*. Cambridge Agricultural Publishing: 107 - 119.
25. Mallory-Smith C., and Zapiola M. (2008) Gene flow from glyphosate-resistant crops. *Pest Management Science*. 64: 428-440 .
26. Micheal B.E. and Kaufman M.R. (1973) The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. *Plant Physiology*. 51: 914-916.
27. Momoh E.J.J., Zhou W.J. and Kristiansson B. (2002) Variation in the development of secondary dormancy in oilseed rape genotypes under conditions of stress. *Weed Research*. 42: 446-45
28. Nambara E., Okamoto M., Tatematsu K., Yano R., Seo M. and Kamiya Y. (2010) Abscisic acid and the control of seed dormancy and germination. *Seed Science Research*. 20: 55-67
29. Nee G., Obeng-Hinne E., Sarvari P., Nakabayashi K. and Soppe W.J.J. (2015) Secondary dormancy in *Brassica napus* is correlated with enhanced *BnaDOG1* transcript levels. *Seed Science Research*. 25: 221 - 229.
30. Pekrun C., Lutman P.J.W. and Baeumer K. (1997) Germination behaviour of dormant

- oilseed rape seeds in relation to temperature. *Weed Research*. 37: 419-431.
31. Pekrun C., Lutman P.J.W. and Baeumer K. (1997) Induction of secondary dormancy in rape seeds (*Brassica napus* L.) by prolonged imbibition under conditions of water stress or oxygen deficiency in darkness. *European Journal of Agronomy*. 6: 245-255.
32. Price J.S., Hobson R.N., Neale M.A. and Bruce D.M. (1996) Seed losses in commercial harvesting of oilseed rape. *Journal of Agricultural Engineering Research*. 65: 183-191.
33. R Core Team (2014). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>
34. Roberts H.A. and Feast P.M. (1972) Fate of seeds of some annual weeds in different depths of cultivated and undisturbed soil. *Weed Research*. 12: 316-324.
35. Shirani rad A.M. (2012) The study of agronomical traits of spring rapeseed cultivars in condition of different plantings dates (Karaj region in Iran). *Annals of Biological Research*: 3 (9): 4546-4550 (in Persian).
36. Squire G.R., Breckling B., Pfeilstetter A.D., Jorgensen R.B., Lecomte J., Pivard S., Reuter H., Young M.W. (2011) Status of feral oilseed rape in Europe: its minor role as a GM impurity and its potential as a reservoir of transgene persistence. *Canada Environmental Science and Pollution Research*. 18:111-115.
37. Thole H., Dietz-Pfeilstetter A. (2012) Marker-Assisted identification of oilseed rape volunteers in oilseed rape (*Brassica napus* L.) fields. DOI: 10.5073/jka.2012.434.044.
38. Weber E.A., Frick K., Gruber S., Claupein W. (2010) Research and development towards a laboratory method for testing the genotype predisposition of oilseed rape (*Brassica napus* L.) to secondary dormancy. *Seed Science and Technology*. 38: 298-310.



## Crops Improvement

(Journal of Agricultural Crops Production)

Vol. 19 ■ No. 4 ■ Winter 2017

### Assessment of germination and secondary dormancy behaviours of lines and cultivars of canola

*Ali Shayanfar<sup>1</sup>, Farshid Ghaderi-Far<sup>2\*</sup>, Rahmatollah Behmaran<sup>3</sup>, Afshin Soltani<sup>4</sup>, Hamid Reza Sadeghipour<sup>5</sup>*

1. Ph.D. Student, Department of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
2. Associate Professor, Department of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
3. Assistant Professor, Research Institute of Agriculture and Natural Resources of Golestan Province, Gorgan, Iran
4. Professor, Department of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
5. Associate Professor, Department of Biology, Golestan University, Gorgan, Iran

Received: November 1, 2016

Accepted: December 3, 2016

#### Abstract

Secondary seed dormancy is known as the major reason for seed persistence of canola (*Brassica napus* L). Volunteer's rapeseeds emerging from the soil seed bank can lead to unwanted gene dispersal to other plants after breaking secondary seed dormancy. At the current study, secondary dormancy was induced in 41 lines and 5 cultivars of canola under laboratory condition with using polyethylene glycol 6000, during 14 days and secondary seed dormancy recorded. This study was conducted as a randomized complete design. High germination percentage was observed at the all lines and cultivars (higher than 94%), and they were classified at five groups included very low, low, medium, high and very high secondary dormancy using cluster analysis. Among different lines, five genotypes were included at the very low group and two genotypes were included at the very high group. The other lines were placed in average and low groups. It was observed that five varieties (RGS003, Zarfam, Hyola401, Hyola308 and Hyola50) had average secondary dormancy (40-60%) that was related to breeding ignorance about secondary dormancy during seed production process. Lines classification based on different levels of secondary dormancy helps seed producers to select lines with low levels of secondary dormancy along with high yield and other characteristics, in order to deal with problems in seed producing process.

**Keywords:** canola, dormancy, seed bank, seed production, weeds.