

اثر عوامل محیطی و پایه‌های مادری بر برخی صفات بذر چغندر قند

Effect of environmental factors and female parent on some sugar beet seed traits

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۹/۱۹؛ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۲/۰۸

محمد رضا میرزایی^{۱*}، جعفر اصغری^۲، داریوش طالقانی^۳ و سعید صادق زاده حمایتی^۴

م.ر. میرزایی. ج. اصغری، د. طالقانی و س. صادق زاده حمایتی. ۱۳۹۶. اثر عوامل محیطی و پایه‌های مادری بر برخی صفات بذر چغندر قند. چغندر قند، ۳۳(۱): ۷۵-۸۹. DOI:10.22092/jsb.2017.102291.1105

چکیده

درصد بذر استاندارد و قوه نامیه مکانیکی (درصد مغزدار بودن) در چغندر قند از صفات مهم در تولید بذر می باشند. در این تحقیق، اثر عوامل محیطی و پایه‌های مادری بر عملکرد، درصد قوه نامیه مکانیکی، درصد جوانه‌زنی و ضریب تبدیل ده سینگل-کراس چغندر قند مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در سال ۱۳۹۳ در اردبیل، فیروزکوه و کرج انجام شد. سینگل کراس‌ها از تلاقی ده پایه مادری نرعیم و یک پایه پدری ایجاد شدند. نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر متقابل محیط و پایه‌های مادری بر عملکرد بذر خام، بذر استاندارد، بذر قابل فروش، ضریب تبدیل، درصد قوه نامیه مکانیکی قبل از پوک‌گیری و درصد وزنی بذر قابل فروش معنی‌دار بود. محیط و پایه‌های مادری، درصد وزنی بذر استاندارد، درصد قوه نامیه مکانیکی بعد از پوک‌گیری و درصد جوانه‌زنی را تحت تأثیر قرار دادند. لیکن نتایج نشان داد که درصد بذر مغزدار جوانه‌نژده تنها تحت تأثیر محیط می‌باشد. درصد قوه نامیه مکانیکی قبل از پوک‌گیری در کرج، اردبیل و فیروزکوه به ترتیب ۹۰/۴۱، ۶۹/۷۳ و ۴۰/۹۱ درصد بود. در نتیجه عملکرد بذر قابل فروش و ضریب تبدیل سینگل کراس‌ها در کرج و سپس اردبیل نسبت به فیروزکوه برتری معنی‌داری داشتند. نتایج نشان داد که اثر محیط بر زمان اولین گل‌باز شده و باز شدن ۵۰٪ گل‌ها، معنی‌دار بود. لیکن پایه‌های مادری و پایه پدری در زمان شروع گل‌دهی و باز شدن ۵۰ درصد گل‌ها در کرج، اردبیل و فیروزکوه، هم‌زمان بودند. بیشترین درصد وزنی بذر قابل فروش به سینگل کراس‌های MS SB17 * OT 231، MS SB37 * OT 231 و MS 7112 * OT 231 در کرج و در اردبیل به سینگل کراس MS SB37 * OT 231 به ترتیب حدود ۶۴، ۶۱ و ۴۷ درصد تعلق داشت. بنابراین، بر اساس نتایج این مطالعه استنباط می‌شود که کوتاه بودن دوره رشد زایشی همراه با یکنواختی رشد بوته‌ها در یک سینگل کراس، می‌تواند در نهایت به افزایش رسیدگی یکنواخت و ضریب تبدیل بذر منجر شود. بیشترین و کمترین درصد جوانه‌زنی به سینگل کراس‌های MS SB16 * OT 231 و MS 452 * OT 231 به ترتیب با ۹۱/۸۴ و ۷۹/۳۳ درصد تعلق داشت.

واژه‌های کلیدی: بذر چغندر قند، ضریب تبدیل بذر، قوه نامیه مکانیکی بذر چغندر قند و درصد جوانه‌زنی

۱- مربی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران. * نویسنده مسئول: mirzaie_1346@yahoo.com

۲- استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

۳- دانشیار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

۴- استادیار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

مقدمه

کیفیت بذر در چغندرقد، بیشترین ارزش افزوده را در مقایسه با سایر نهاده‌های آن و به ویژه از زمان تولید ارقام منورم (که اساس موفقیت در زراعت چغندرقد محسوب می‌شود) دارد. در بسیاری از گونه‌های گیاهی، عوامل محیطی تولید بذر در پایه مادری (محیط رشد بذر روی گیاه مادر) را تحت تأثیر قرار می‌دهد و ممکن است تغییرات فنوتیپی بذر را افزایش دهد (Cook and Scott 1993). وضعیت آب و هوایی شامل تغییرات دما، میزان بارندگی و توزیع آن، رطوبت نسبی و طول روز به مقدار قابل ملاحظه‌ای بین سال‌ها و مناطق مختلف تغییر می‌کند. این تغییرات در هر اقلیم یکی از عوامل اصلی تفاوت در عملکرد کمی و کیفی محصولات زراعی محسوب می‌شوند. بنابراین خصوصیات بذر توسط عوامل ژنتیکی والدین و شرایط محیطی تعیین می‌شود (Platenkamp and shaw 1993; Donohue and Schmitt) (2001; Galloway 1998). شرایط آب و هوایی عامل مهمی در انتخاب مکان تولید بذر چغندرقد است، انتقال برنامه تولید بذر چغندرقد به نواحی نزدیک دریا و مدیترانه و اطراف آن در مقایسه با شرایط اقلیمی قاره‌ای به نحو مؤثری در کیفیت بذر مناسب‌تر هستند (Longden 1986; kockleman et al. 2010). کیفیت بذر در عمل برای توصیف همه ارزش‌های یک توده بذر شامل گونه، خلوص رقم، جرم بذر، اندازه بذر (سایز)، خلوص فیزیکی، جوانه‌زنی، بنیه و مقدار رطوبت بذر، دلالت می‌کند (Hampton et al. 2013).

اگر عوامل محیطی مؤثر در رشد و نیاز غذایی فراهم شود، در دمای شب و روز به ترتیب معادل ۵ و ۱۲ درجه سانتی‌گراد گل‌دهی چغندرقد به طور پیوسته ادامه خواهد یافت (Wood et al. 1980). در حقیقت نیاز حرارتی لازم از زمان گرده‌افشانی تا رسیدگی بذر چغندرقد فقط حدود ۳۰۰ درجه روز

است، اما به خاطر نامحدود بودن رفتار رشد چغندرقد و خاصیت زایشی ساقه‌های جانبی و گل‌دهی آن‌ها این دوره معمولاً ۳۵-۵۰ روز به طول می‌انجامد (Scott 1970; Wood et al. 1980). به دلیل همین نامحدود بودن رشد ساقه گل‌دهنده، توده بذر حاصل معمولاً ترکیبی از دامنه وسیعی از اندازه بذر، درجات مختلف رسیدگی و دیگر ویژگی‌های مربوط به بذر خواهد بود. بنابراین، برای به دست آوردن بذر با درصد جوانه‌زنی و بنیه بالا در چغندرقد، طی مراحل فرآوری ۷۵-۹۰ درصد بذرهای منورم غیراستاندارد حذف می‌شوند (Longden 1986; Durrant and Load 1990). در تولید بذر چغندرقد حتی درصد بذر پوک می‌تواند تا ۲۰ درصد هم برسد (Kockelmann 2010).

شرایط خوب رشد برای تولید بذر چغندرقد به خصوص در زمان گل‌دهی، رسیدگی و برداشت بذر برای اطمینان از کیفیت بالای بذر و عملکرد پایدار، ضروری است (Wood et al. 1980). پارامترهای مهم و تعیین کننده محیطی مورد نیاز در تولید بذر چغندرقد مانند دما، طول روز، رطوبت نسبی هوا و به خصوص بارندگی در زمان رسیدگی بذر بسیار مهم است (Wood et al. 1980; Longden 1986). برای تولید بذر چغندرقد، مناسب‌ترین شرایط دمایی در طول دوره گل‌دهی بایستی متوسط دمای هوا بین ۲۰-۱۵ درجه سانتی‌گراد باشد و حداکثر از ۳۵ درجه سانتی‌گراد فراتر نرود. دمای پایین حساسیت به بولتینگ بذر را در محصول ریشه سال بعد افزایش می‌دهد (Sadeghian Motahar 1996; Scott 1970; Smith 1980); (1976; Heide et al. 1982; Wood et al. 1976). افزایش دما طی دوره گرده‌افشانی موجب ضعف دانه گرده و عدم رشد یا اختلال آن در لوله گرده می‌شود. همچنین افزایش دما طی رشد بذر می‌تواند به بادزدگی و کاهش رشد دانه منجر شود (Scott 1970; Gizbullin 1984). که یکی از دلایل آن می‌تواند ضعف در

دوره گل‌دهی کوتاه‌تر شود تا فرایند یکنواخت رسیدگی بذر فراهم آید (Marlander *et al.* 2011). شدت گل‌دهی در صبح خیلی زیاد است و با هوای آفتابی و گرم افزایش می‌یابد (Casals 2006). اسرولر (Scroller 1984) نیز مشاهده کرد که هوای بسیار مرطوب در طول دوره گل‌دهی از آزاد شدن گرده‌ها جلوگیری کرده و می‌تواند عملکرد و کیفیت بذر را کاهش دهد. اسکات و همکاران (Scott *et al.* 1978) نشان دادند که چغندر قند در طول روز ۱۶ ساعت با تغییر دمای شب و روز به ترتیب از ۱۲ و ۲۰ به ۵ و ۱۲ درجه سانتی‌گراد، رسیدن بذر به شکل معنی‌داری به تعویق افتاده و در عین حال عملکرد بذر به واسطه تولید بذره‌های درشت، افزایش یافت. خیلی اوقات درجه حرارت بالا زمان رسیدگی بذر را مختل می‌کند و سهم بذره‌های چروک، غیر نرمال و بذره‌های با کیفیت پایین را افزایش می‌دهد (Spears *et al.* 1997). چون چغندر قند یک گیاه خود ناسازگار و دگرگشن است، وزش باد در فصل گرده‌افشانی نقش مؤثری در تلقیح گل‌ها به عهده دارد. وجود هم‌زمانی بهتر در زمان گل‌دهی بین پایه‌های پدری و مادری و حداکثر هیبریداسیون در طول دوره گل‌دهی، همیشه در تولید بذر چغندر قند مهم بوده و کمیت و کیفیت بذر چغندر قند را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Kocklemann *et al.* 2010; Kocklemann and Meyer 2006; Smith 1980).

از نقطه نظر تأثیر عوامل زراعی، در مناطقی که دوره رشد رویشی بوته‌های بذری چغندر قند با تنش خشکی روبرو می‌شود، این دوره کوتاه شده و برگ‌ها خصوصیات خشکی‌پسندی به خود می‌گیرند. در چنین مناطقی از کیفیت دانه‌های گرده کاسته و جنین‌زایی مختل می‌شود. اما در بذره‌های حاصل شده، از لحاظ میزان جوانه‌زنی با بذره‌های تولیدشده تحت شرایط بدون تنش، تفاوتی وجود نداشت (Gizbullin 1984). در رابطه با تأثیر تنش

عمل تلقیح باشد که در اثر کاهش پراکنش دانه گرده، و پایین بودن ظرفیت طویل شدن لوله گرده، ناشی می‌شود و در نتیجه تولید بذر پوک افزایش یابد (Alcaraz *et al.* 1998). کیفیت بذر وقتی خوب و مرغوب است که در فصل رشد بذر و رسیدن آن هوا نسبتاً گرم و خشک باشد. دمای پایین در طول مرحله زایشی موجب به تعویق افتادن رسیدگی بذر و افزایش طول دوره تولید بذر می‌شود که خود به گیاه این اجازه را می‌دهد تا گل‌های زیادی تولید نماید (Wood *et al.* 1982; Heide *et al.* 1976). در طول دوره رشد زایشی، شرایط سردتر موجب بزرگتر و سنگین‌تر شدن بذر چغندر قند نسبت به شرایط گرم‌تر می‌شود. بیشترین اختلاف وزن بذر ناشی از شرایط دمایی به دلیل افزایش مقدار پوسته بذر (پریکارپ) می‌باشد. شرایط سرد موجب رشد پریکارپ می‌شود. اما به جنین و رشد بذر حقیقی آسیب می‌رساند و در نتیجه بذر پوک بطور چشمگیری افزایش می‌یابد (Chegini 1999; Wood *et al.* 1982; Bosemark 1970; Heide *et al.* 1976).

رطوبت نسبی هوا در دوره گل‌دهی باید حدود ۶۰-۷۰ درصد باشد (Wood *et al.* 1980). رطوبت نسبی بالا انتشار گرده را کاهش می‌دهد (Scott 1970). آبیاری بارانی در طول گل‌دهی موجب افزایش رطوبت محیط، جلوگیری از آزادسازی گرده‌ها، سنگین شدن گرده‌ها، و کاهش فعالیت گرده‌ها می‌شود و عملکرد کمی و کیفی بذر را کاهش و پوکی بذر را افزایش می‌دهد (Cassel *et al.* 2001). خشکی هوا و رطوبت بالا، رسیدن غیریکنواخت و کاهش کیفیت بذر را موجب می‌شود. کمبود رطوبت نسبی هوا همراه با دمای بالا از طریق تأثیر بر کمیت و کیفیت تولید دانه گرده بر عملکرد بذر اثر منفی خواهد گذاشت (Scott 1970; Marlander *et al.* 2011). رطوبت هوا در طول گل‌دهی چغندر قند نباید خیلی پایین باشد و لازم است

گرد به ترتیب افزایش و کاهش یافت. هم‌چنین با تأخیر در کاشت ریشه‌چه و برداشت زود هنگام بذر، درصد پوکی بذر به طور معنی‌دار افزایش یافت. به نظر می‌رسد افزایش پوکی بذر در تاریخ‌های کاشت دیر هنگام، به علت برخورد زمان گرده‌افشانی و تشکیل دانه به شرایط نامساعد به ویژه دمای بالا بوده و در برداشت زود هنگام بذر، فرصت کافی جهت انتقال مواد غذایی به بذر، فراهم نشده است (Chegini et al. 2013).

ارزیابی فنولوژی پایه‌های مادری و یک پایه پدری و هم‌چنین تأثیر محیط رشد و نمو بذر روی گیاه مادری از لحاظ درصد وزنی اندازه استاندارد بذر و به ویژه درصد قوه نامیه مکانیکی بذر چغندر قند (عدم پوکی) و اثر آن بر عملکرد بذر اندازه استاندارد سینگل کراس، درآمد فروش بذر و ضریب تبدیل بذر، کمتر توجه شده است. بنابراین هدف از این تحقیق بررسی تأثیر عوامل محیطی و پایه‌های مادری بر صفات کیفی بذر چغندر قند بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۱۳۹۳ در سه منطقه شامل ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل (آلاروق)، ایستگاه تحقیقات کشاورزی فیروزکوه و مؤسسه تحقیقات خاک آب کرج انجام شد. مشخصات خاک و پارامترهای هواشناسی محل‌های اجرای آزمایش به شرح جدول‌های یک و دو بود.

خشکی روی خصوصیات کیفی بذر چغندر قند نیز نشان داده شده است که سهم بذر پوک در تیمارهای بدون آبیاری حدود دو برابر کرت‌های آبیاری شده است. از سوی دیگر، انجام آبیاری میزان جوانه‌زنی بذر مولتی‌ژرم چغندر قند را از ۶۰-۴۰ درصد به ۷۰-۶۷ درصد و وزن هزار دانه را از ۱۲/۰ تا ۱۷/۲ به ۲۲/۹ تا ۲۴/۸ گرم افزایش داد (Csapody 1980). نتایج تحقیقی نشان داد که کاهش دور آبیاری (افزایش مصرف آب) در سه مرحله کاشت، ساقه‌روی و گل‌دهی، تأثیر معنی‌داری روی عملکرد بذر خام، بذر قابل فروش (با قطر بیش از ۳/۵ میلی‌متر) و بذر اندازه استاندارد (با قطر بین ۳/۵ تا ۴/۵ میلی‌متر) چغندر قند غیر پوک نداشت. لیکن انجام آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر از طشتک کلاس A (بیشترین تیمار مصرف آب) موجب کاهش سهم بذور درشت (با قطر بیش از ۴/۵ میلی‌متر) شد. افزایش آب مصرفی باعث کاهش معنی‌دار درصد پوکی و افزایش درصد بذور مغزدار نسبت به تیمار شاهد شد (Sadeghzadeh Hemayati et al. 2006). نتایج تحقیقی نشان داد که تاریخ‌های مختلف کاشت ریشه‌چه و برداشت بذر چغندر قند در اردبیل، بیشترین عملکرد بذر خام و ضریب تبدیل بذر استاندارد در تاریخ کاشت ۱۵ اسفند به دست آمد. هم‌چنین تاریخ برداشت (۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ روز پس از ۵۰ درصد گل‌دهی) روی عملکرد بذر خام، اندازه بذر و درصد پوکی اثر معنی‌دار داشت. با تأخیر در تاریخ کاشت و جلو افتادن تاریخ برداشت، درصد وزنی بذر زیر ۳/۵ و بالای ۴/۵ میلی‌متر غربال

جدول ۱ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش قبل از شروع آزمایش در عمق ۰-۳۰ سانتی‌متر

منطقه	هدایت الکتریکی (دسی‌زمینس بر متر)	اسیدیته	کربن آلی (درصد)	فسفر	پتاسیم (ppm)	سدیم	بافت خاک
کرج	۱/۶۱	۷/۳۶	۰/۵۹	۹/۶۶	۱۰۱	۳۷۱/۲۲	لومی
اردبیل	۰/۴۳	۷/۷	۰/۸۵	۱۴/۰۰	۴۱۰	-	لوم سیلتی
فیروزکوه	۱/۲۸	۷/۴۹	۶/۰۹	۳۱/۲۴	۵۴۴	۳۴/۸۴	رسی سیلتی

جدول ۲ پارامترهای هواشناسی از شروع گلدهی (BBCH60) تا رسیدگی دانه (BBCH99) در کرج، اردبیل و فیروزکوه سال ۱۳۹۳

کرج	فیروزکوه	اردبیل	پارامترهای اقلیمی/مناطق
۶۷	۷۴	۶۴	طول دوره گلدهی تا رسیدگی (روز)
۳/۳۵	۳/۲۹	۳/۷۲	میانگین سرعت باد (متر بر ثانیه)
۲۴/۹	۲۴/۴۸	۱۹/۵۳	($^{\circ}$ میانگین دما (سانتی‌گراد
۳۳/۳۵	۳۰/۵۵	۲۶	($^{\circ}$ میانگین دمای بیشینه)
۱۶/۸۵	۱۳/۸۲	۱۲/۵۸	($^{\circ}$ میانگین دمای کمینه)
۱۱/۳۵	۹/۸۸	۱۰/۰۱	میانگین ساعات آفتابی
۰/۴	۰/۴۹	۰/۲۸	مجموع بارندگی (میلی متر)
۳۶/۷۵	۳۵/۳۲	۵۹/۱۹	میانگین رطوبت نسبی هوا (درصد)
۱۶/۵۵	۱۹/۶۵	-	میانگین کمینه رطوبت (درصد)
۶۱/۲۰	۵۹/۴۹	-	میانگین بیشینه رطوبت (درصد)
۱۳۱۳	۱۹۳۰	۱۳۵۰	ارتفاع از سطح دریا (متر)

سانتی‌گراد تنظیم می‌شد. از دهه سوم اسفند ۱۳۹۲ ریشه‌چه‌های سالم و هم اندازه با وزن تقریبی ۱۰۰-۱۲۰ گرم در مزرعه در چهار تکرار بر اساس نقشه آزمایش برای هر منطقه به ترتیب زمانی در کرج (۲۰ اسفند)، فیروزکوه (۲۵ اسفند) و اردبیل (۲۹ فروردین) کشت شدند. هر کرت آزمایشی شامل چهار خط نرعقیم و دو خط آتایپ در دو طرف به طول ۱۲ متر بود. جهت همسان بودن شرایط تمام کرت‌ها از دو طرف هر یک از بلوک‌ها یک خط اوتایپ کشت شد. بین بلوک‌ها ۱/۵ متر فاصله منظور شد. فاصله خطوط کشت ۵۰ و فاصله ریشه‌چه‌ها روی خطوط حدود ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. روش آبیاری شیاری نشتی در سه منطقه ملحوظ شد. فرایند چرخه زندگی چغندر قند (فنولوژی) و برای هم آهنگ‌سازی کاربردی انتقال داده‌ها و نتایج تحقیق به صورت دقیق و شفاف به دیگران با استفاده از کدهای عددی مطابق BBCH-SCALE کلاسه‌بندی شد (Meier et al. 1993). در سال دوم فرایند چرخه زندگی چغندر قند (فنولوژی) از اشتکلینگ (BBCH-49) تا زمان رسیدگی کامل بذر (BBCH-99) ثبت شد.

برداشت بذر از اواخر تیر تا اوایل مرداد در کرج و هفته اول شهریور در فیروزکوه و اردبیل انجام شد. پس از خشک شدن

آزمایش در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. در این مطالعه ده سینگل کراس حاصل از تلاقی ده پایه مادری نرعقیم شامل (۲۶۱، ۷۱۱۲، ۴۱۹، ۴۳۶، ۴۷۴، ۴۵۲، ۴۲۸، FC607، FC708، SB37) (از ۱ تا ۱۰ کدگذاری شد) با یک پایه گرده‌افشان با کیفیت بذر مطلوب (O-Type 231) تیمارهای آزمایش را تشکیل دادند. همه لاین‌ها دیپلوئید بودند.

قبل از کاشت از هر تکرار یک نمونه خاک مرکب تهیه و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک تعیین و نیاز تغذیه‌ای هر منطقه بر اساس تجزیه خاک آن، تأمین شد. جهت تولید بذر چغندر قند ریشه‌های کوچک با حداکثر قطر پنج سانتی‌متر (که اشتکلینگ نامیده می‌شود) در کرج تولید شد. اشتکلینگ‌ها تولید شده در اواخر آبان و اوایل آذر ماه سال ۹۲ برداشت و در ۱۱ سیلوی خاکی تهیه شده در ایستگاه فیروزکوه با کنترل دما ۴-۷ درجه سانتی‌گراد (CIFA 2002) به منظور عمل بهاره‌سازی نگهداری شدند (Marlander et al. 2011). دماسنجی در سیلو به‌طور ثابت قرار داده و در هر روز سه مرتبه در ساعات مشخص دمای سیلو قرائت و ثبت می‌شد. با افزایش یا کاهش سطح پوشش سیلو، دما در محدوده ۴-۷ درجه

مکانیکی بذر چغندر قند بعد از پوک‌گیری که داده‌ها بین ۸۰ تا ۱۰۰ درصد بود، ابتدا داده‌ها از ۱۰۰ کسر شده و سپس به ریشه دوم تبدیل شده است.

برای ارزیابی درصد جوانه‌زنی از هر سینگل کراس بذر به طور کاملاً تصادفی چهار تکرار ۱۰۰ تایی از نمونه اندازه بذر استاندارد با دستگاه مقسم انتخاب و شمارش شد. به منظور رفع اثر مواد ممانعت کننده جوانه‌زنی موجود در پوشش‌های بذر چغندر قند در درون دستگاه شستشوی بذر با آب روان ۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت چهار ساعت شستشو داده شد. سپس بذر شسته شده را با محلول کربوکسین تیرام ضد عفونی (با محلول دو در هزار به مدت ۲ الی ۳ ثانیه) شدند. پس از خشک شدن بذر (قرار گرفتن در فضای آزاد داخل آزمایشگاه) ۱۰۰ عدد بذر در داخل کاغذ صافی چین‌دار کشت و با ۳۰ میلی‌لیتر آب دیونیزه آبیاری و کاغذ صافی چین‌دار را در داخل جعبه‌های پلاستیکی قرار داده شد. سپس جعبه‌ها به مدت ۱۴ روز در داخل ژرمیناتور در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. شمارش اول در روز چهارم پس از آغاز آزمون بود. معیار درصد جوانه‌زنی، درصد گیاهچه‌های شمارش شده در پایان دوره آزمون جوانه‌زنی استاندارد بر اساس معیارهای انجمن بین‌المللی آزمون بذر (معیار بذر جوانه زده خروج ریشه‌چه به اندازه ۲ میلی‌متر یا بیشتر می‌باشد) مندرج در کتاب راهنمای ارزیابی گیاهچه‌های عادی آن انجمن بود (ISTA, 2013).

در نهایت پس از انجام آزمون یکنواختی واریانس خطاها در مناطق مختلف، تجزیه واریانس مرکب داده‌های حاصله براساس مدل تصادفی بودن سینگل کراس‌ها و با فرض ثابت بودن محیط و تنها در صفات درصد جوانه‌زنی و بذر جوانه زده مغزدار (برای نرمال شدن داده‌ها تبدیل داده انجام شد) با فرض ثابت بودن سینگل کراس‌ها و محیط، تجزیه واریانس مرکب با

یکنواخت بوته‌ها و خرمنکوبی، بذر ناخالص به دست آمد. با استفاده از دستگاه تاول، خاک، گلچه، بذر ریز، بقایای برگ، ساقه و شاخه از توده ناخالص بذر جدا شد. پس از بوجاری بذر حاصل، توسط غربال‌های گرد و دراز به طبقات بذری شامل بالای ۳/۲ میلی‌متر دراز (\neq)، زیر ۲ میلی‌متر دراز، زیر ۳/۵ میلی‌متر گرد (\emptyset)، بالای ۵ میلی‌متر گرد (\emptyset) و اندازه استاندارد (اندازه استاندارد بذر چغندر قند در ایران پس از سایش ۳/۲۵-۴/۷۵ میلی‌متر گرد و سپس در اندازه ۲/۲۵-۳/۲۵ میلی‌متر دراز می‌باشد)، تقسیم، توزین و سهم بندی شدند. در این آزمایش، عملکرد بذر به سه صورت بذرخام، بذر اندازه استاندارد و بذر قابل فروش برآورد شد. بذرخام به مجموع بذر حاصل از مزرعه پس از حذف مواد خارجی، بذر اندازه استاندارد به بخشی از بذر خام پوک‌گیری نشده که اندازه بذر آن بین ۲ و ۳/۲ میلی‌متر غربال دراز و ۳/۵ و ۵ میلی‌متر غربال گرد باشد و بذر قابل فروش، به بخشی از اندازه بذر استاندارد پوک‌گیری شده و مغزدار و مابقی بذر غیراستاندارد گفته می‌شود. ضریب تبدیل بذر، نسبت بذر قابل فروش به بذر خام است که به درصد محاسبه شد.

برای تعیین درصد قوه نامیه مکانیکی بذر چغندر قند و انجام فرایند پوک‌گیری بذر ابتدا به وسیله دستگاه مقسم (Divider) از کل بذر هر کرت یک نمونه تصادفی حدود ۳۰۰-۲۰۰ گرم نمونه برداری شد. از هر تیمار، یک نمونه تصادفی حدود ۱۰۰ بذر انتخاب شد. سپس با یک چکش فلزی و با شکستن بذر نسبت به تعیین درصد قوه نامیه مکانیکی بذر چغندر قند یا پوکی بذر چغندر قند اقدام شد. پس از این مرحله به منظور یکنواختی تیمارها از نظر قوه نامیه مکانیکی بذر چغندر قند و حذف بذره‌های پوک، از دستگاه پوک‌گیری آزمایشگاهی کاماس (Kamas Industri AB made in Sweden) استفاده شد. در نهایت وزن نمونه مغزدار بذر چغندر قند با اندازه استاندارد هر تیمار توزین و نسبت به وزن کل نمونه محاسبه شد. ضمناً صفت قوه نامیه

قبل از پوک‌گیری در کرج، اردبیل و فیروزکوه به ترتیب ۹۰/۴۱، ۶۹/۷۳ و ۴۰/۹۱ درصد بود (جدول ۵). گزارش شده که شرایط سردتر موجب رشد بیشتر پریکارپ می‌شود، اما به رشد بذر حقیقی آسیب می‌رساند و در نتیجه بذر پوک افزایش می‌یابد (Chegini 1999; Wood *et al.* 1982; Bosemark 1970; Heide *et al.* 1976). بنابراین ممکن است یکی از علل درصد پایین قوه نامیه مکانیکی بذر چغندرقد در فیروزکوه و اردبیل، شرایط سرد باشد. لذا جهت به دست آوردن بذر با قوه نامیه مکانیکی مناسب، درصد قابل توجهی از توده بذر تا حدود ۸۱ درصد از بذرهای تولید شده در فیروزکوه حذف شد. اما در فرآیند پوک‌گیری در بذرهای کرج به طور میانگین فقط ۵۰ درصد حذف گردید (جدول ۵). دیگر پژوهشگران نیز حذف درصد قابل توجهی از بذر به واسطه اندازه غیر استاندارد و پوکی بذر چغندرقد را گزارش کردند (Longden 1986; Durrant and Load 1990). در نهایت با اعمال فرآیند پوک‌گیری درصد قوه نامیه مکانیکی بذر چغندرقد کرج، اردبیل و فیروزکوه به ترتیب به ۹۶، ۹۳/۳۹ و ۸۲/۶۶ درصد رسید که در سطوح مختلف آماری قرار گرفتند (جدول ۵). بیست هیبرید چغندرقد حاصل از تلاقی پنج پایه مادری و چهار پایه پدری در منطقه کرج و اردبیل، میانگین درصد قوه نامیه مکانیکی بذر چغندرقد در کرج ۳۰ درصد و به طور معنی‌داری کمتر از اردبیل ۷۰ درصد بود. علت پایین بودن قوه نامیه در کرج، برخورد زمان گرده افشانی و رسیدگی بذر به شرایط محیطی نامساعد به ویژه دمای بالا بیان شد (Farzaneh 2015) که با نتایج این تحقیق مطابقت ندارد. فرضیه‌های مختلفی در رابطه با پوکی بذر چغندرقد مطرح شده است. یکی از دلایل پوکی بذر، می‌تواند ضعف در عمل تلقیح باشد که در اثر کمبود پراکنش دانه گرده، اختلال در رشد لوله گرده و پایین بودن ظرفیت طویل شدن لوله گرده به دلیل دمای بالا ناشی شود. همچنین افزایش دما در زمان توسعه بذر ممکن است منجر به توقف رشد و در نهایت تولید بذر

استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها به روش LSD انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد اثر متقابل محیط و ژنوتیپ بر عملکرد بذر خام، عملکرد اندازه بذر استاندارد، عملکرد بذر قابل فروش، درصد وزنی بذر قابل فروش و ضریب تبدیل (به ترتیب در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪) معنی‌دار بود. محیط و ژنوتیپ، درصد وزنی بذر اندازه استاندارد را در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر قرار داد (جدول ۳). همچنین اثر متقابل محیط و ژنوتیپ بر قوه نامیه مکانیکی بذر چغندرقد قبل از پوک‌گیری، در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. اثر محیط و ژنوتیپ درصد قوه نامیه مکانیکی بعد از پوک‌گیری، درصد جوانه‌زنی و درصد بذر جوانه‌زده مغزدار بذر سینگل کراس‌های چغندرقد را تحت تأثیر قرار دادند (جدول ۴). بنابراین عملکرد بذر و ویژگی‌های کیفی بذر توسط دو عامل اصلی اقلیم و ژنتیک تعیین می‌شوند (Platenkamp and shaw 1993; Donohue and Schmitt 1998; Galloway 2001). سه منطقه از لحاظ میانگین عملکرد اندازه بذر استاندارد سینگل کراس‌ها در یک سطح آماری قرار گرفتند. اما میانگین عملکرد بذر خام و عملکرد بذر قابل فروش در کرج و اردبیل نسبت به فیروزکوه برتری معنی‌داری داشتند (جدول ۵). بیشترین درصد وزنی بذر اندازه استاندارد به ترتیب به فیروزکوه و اردبیل با ۴۸/۴۸ و ۴۵/۳۰ درصد تعلق داشت که تفاوتشان با کرج به مقدار ۳۸/۹۸ درصد، معنی‌دار بود (جدول ۵). محیط بر اندازه بذر چغندرقد تأثیر معنی‌دار دارد. در دوره زایشی، در شرایط سرد اردبیل و فیروزکوه بذور چغندرقد بزرگتر از شرایط معتدل کرج تولید شد (جدول ۵) که با نتایج محققین دیگر تطابق داشته است (Chegini 1999; Wood *et al.* 1982; Bosemark 1970; Heide *et al.* 1976). درصد قوه نامیه مکانیکی بذر چغندرقد

پایه‌های مادری و پایه پدری در زمان شروع گل‌دهی و باز شدن ۵۰ درصد گل‌ها، فرضیه عدم هم‌زمانی ژنوتیپ‌ها به عنوان عامل پوکی بذر بالا در فیروزکوه نسبت به کرج و اردبیل در سال زراعی مذکور، منتفی است. به طور کلی بر اساس نتایج فوق، شرایط اقلیمی مناسب (Longden 1986; Kockleman *et al.* 2010)، پارامترهای آب و هوایی مهم شامل دما (Alcaraz *et al.* 1998; Scott 1970) و هم‌زمانی دوره زایشی ژنوتیپ‌ها (Kocklemann *et al.* 2010; Kocklemann and Meyer 2006; Smith 1980) یک شرایط مناسب تولید بذر چغندرقد در فیروزکوه همانند کرج و اردبیل را نشان داد. لذا اثر عوامل زراعی که با محیط اختلاط یافته، می‌تواند به عنوان عامل مفروض موثر دیگر بردرصد قوه نامیه مکانیکی بذر چغندرقد، دور از انتظار نباشد. پژوهشگران دیگر نیز گزارش کردند که کاهش آب مصرفی باعث افزایش معنی‌دار درصد پوکی و کاهش قوه نامیه مکانیکی (درصد بذور مغزدار) نسبت به تیمار شاهد می‌شود (Sadeghzadeh 1980; Csapody 2006; Hemayati *et al.* 2006). اثر عوامل اقلیمی از کرتی به کرت دیگر یا به عبارتی در یک مساحت کوچک، نمی‌تواند متغیر باشد، تا علت ایجاد دامنه بزرگی از اشتباه استاندارد میانگین در رابطه با درصد قوه نامیه مکانیکی بذر چغندرقد در فیروزکوه، محسوب شود. عملکرد بذر قابل فروش کرج، اردبیل و فیروزکوه به ترتیب ۳۵۵، ۲۶۸ و ۱۳۱ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۵). بالاترین ضریب تبدیل بذر ۱۹/۵۷ درصد، مربوط به کرج بود (جدول ۸).

دو منطقه اردبیل و فیروزکوه از لحاظ درصد جوانه‌زنی و درصد بذر مغزدار جوانه‌زده در یک سطح آماری قرار گرفتند. اما میانگین درصد جوانه‌زنی در کرج نسبت به فیروزکوه و اردبیل برتری معنی‌داری داشت. بیشترین درصد میانگین بذر جوانه‌زده مغزدار به فیروزکوه و اردبیل به ترتیب با ۱۸/۱۷ و ۱۶/۲۶ درصد

پوک افزایش یابد (Alcaraz *et al.* 1998; Scott 1970). مقایسه پارامترهای اقلیمی فیروزکوه با اردبیل و کرج در دوره زایشی چغندرقد، نشان داد که تغییرات دمایی (میانگین، کمینه و بیشینه)، رطوبتی و ساعات آفتابی در فیروزکوه از شروع گلدهی (BBCH60) تا رسیدگی دانه (BBCH99) حد وسط کرج و اردبیل قرار داشت (جدول ۲). بنابراین پارامترهای اقلیمی فیروزکوه در دوره زایشی بذر چغندرقد در سال ۱۳۹۳ به ویژه شرایط دمایی، نمی‌تواند علت درصد پایین قوه نامیه مکانیکی بذر چغندرقد در فیروزکوه نسبت به کرج و اردبیل در سال زراعی مذکور، باشد.

فرضیه دیگر بر عدم هم‌زمانی بین پایه‌های مادری و پدری مطرح است. نتایج نشان داد اثر محیط بر زمان اولین گل باز شده (BBCH-60) و مرحله گل‌دهی کامل (باز شدن ۵۰٪ گل‌ها) (BBCH-65) در سطح یک درصد معنی‌دار بود. لیکن تفاوت بین ژنوتیپ‌ها در زمان شروع گل‌دهی و باز شدن ۵۰ درصد گل‌ها در کرج، اردبیل و فیروزکوه، معنی‌دار نبود (جدول ۶). بنابراین ژنوتیپ‌ها در سه محیط از نظر زمان اولین گل باز شده (BBCH-60) و مرحله گل‌دهی کامل (باز شدن ۵۰٪ گل‌ها) (BBCH-65)، هم‌زمان بودند. این ویژگی فنولوژیکی بین پایه‌های مادری و پایه پدری در حداکثر هیبریداسیون بسیار مهم است (Kocklemann *et al.* 2010; Kocklemann and Meyer 2006; Smith 1980). تاریخ کاشت منطقه کرج ۲۰ اسفند سال ۹۲ که دمای کمینه و میانگین از کاشت تا پایان فروردین، به ترتیب ۷/۶، ۱۹/۷۵ و ۱۳/۸۵ بود. اما تاریخ کاشت در منطقه فیروزکوه ۲۵ اسفند سال ۹۲ که دمای کمینه، بیشینه و میانگین از کاشت تا پایان فروردین به ترتیب ۰/۱۷، ۱۲/۳۵ و ۷/۲۷ درجه سانتی‌گراد بود. به همین علت شروع زمان گل‌دهی در فیروزکوه نسبت به کرج و اردبیل (۲۹ فروردین ۹۳) به تأخیر افتاد (جدول ۷). لذا با توجه به نتایج مبنی بر هم‌زمانی

های مذکور در کرج و اردبیل نسبت به دیگر سینگل کراس‌های تولید شده در همان محیط، به دلیل یکنواختی بذر آن‌ها در اندازه و چگالی باشد. این یکنواختی می‌تواند ناشی از رشد بوته‌های یکنواخت در مرفولوژی و فنولوژی (تیپ بوته، ارتفاع، مراحل فنولوژیک) و کوتاه بودن دوره گل‌دهی در سینگل‌های مذکور که باعث شد تا فرایند یکنواخت رسیدگی بذر فراهم شود (Marlander *et al.* 2011). پایه‌های مادری MS SB37 و MS SB17 در یادداشت‌برداری مزرعه‌ای، مشاهده شد که از لحاظ مرفولوژی و فنولوژی بوته‌ها در یک کرت و تکرارها، دارای بوته‌های کاملاً یکنواخت (تیپ بوته، ارتفاع، مراحل فنولوژیک) و قابل تشخیص در تکرارهای دیگر نسبت به پایه‌های مادری دیگر بود. اما در بعضی از پایه‌های مادری، بوته‌های آنها کاملاً غیریکنواخت و متفاوت (تیپ بوته، ارتفاع، شکل و مراحل فنولوژیک) بود. این غیریکنواختی ممکن است کیفیت پایین بذر را به واسطه خلوص ژنتیکی پایین، سبب شود (Hampton *et al.* 2013). بنابراین یکنواختی بذر و ضریب تبدیل بالا در پایه‌های مادری MS SB37 و MS SB17 قابل پیش‌بینی و نتیجه دور از انتظاری نبود. خلوص ژنتیکی پایین، غیریکنواختی در مرفولوژی بوته‌ها و مراحل فنولوژیک را باعث می‌شود. در نتیجه توده بذر تشکیل شده دارای دامنه وسیعی از اندازه‌های مختلف (Longden 1986; Durrant and Load 1990) و به درجات متفاوتی از رسیدگی (پوک، نیمه‌پر و کاملاً پر) را بدون تحت تأثیر قرار گرفتن ابعاد خارجی بذر چغندر قند، شامل می‌شود. این یافته با نتایج دیگر پژوهشگران همخوانی داشت (Fabre *et al.* 2005; Tekrony and Egli 1997; Prijic *et al.* 1998).

مقایسه میانگین‌های سینگل کراس‌ها از نظر درصد جوانه‌زنی نشان داد که بیشترین و کمترین درصد جوانه‌زنی بذر چغندر قند به سینگل کراس‌های MS SB16 * OT 231 و MS SB37 * OT 231 به ترتیب با ۹۱/۸۴ و ۷۹/۳۳ درصد تعلق داشت

مربوط بود که با کرج ۸/۳۷ درصد، تفاوتش معنی‌دار بود (جدول ۵). بنابراین محیط بر درصد جوانه‌زنی و درصد بذر مغزدار جوانه زده چغندر قند، تأثیر معنی‌داری دارد. عدم جوانه‌زنی بذر مغزدار ممکن است به علت عدم نفوذ پذیری لایه پوششی بذر باشد که یک نقش کلیدی در سرعت جذب آب بازی می‌کند (Wojtyla 2006; Koizumi *et al.* 2008). عدم نفوذپذیری پوسته بذر یکی از انواع خواب بذر محسوب می‌شود. از نتایج این مطالعه استنباط می‌شود کیفیت بذر به شرایط محیطی بذر روی گیاه مادر و دوره توسعه آن وابسته است. این نتیجه توسط محققین دیگر نیز گزارش شده است (Coste and Crozat 2001; Galloway 2001; Alcaraz *et al.* 1998).

مقایسه میانگین‌های سینگل کراس‌ها در مناطق مختلف از نظر درصد قوه نامیه مکانیکی بذر چغندر قند قبل از پوک‌گیری نشان داد که بیشترین درصد قوه نامیه مکانیکی بذر چغندر قند قبل از پوک‌گیری به سینگل کراس‌های MS SB37 * OT 231 و MS SB16 * OT 231 در کرج به ترتیب با ۹۶/۵ و ۹۵ درصد و کمترین مقدار به MS SB17 * OT 231 و MS SB37 * OT 231 در فیروزکوه به ترتیب با ۲۵ و ۳۱ درصد تعلق داشت. تفاوت بین سینگل کراس‌های تولید شده در کرج از نقطه نظر درصد قوه نامیه مکانیکی بذر چغندر قند قبل و بعد از پوک‌گیری معنی‌دار نبود (جدول ۸). سینگل کراس‌ها از لحاظ درصد وزنی بذر قابل فروش و ضریب تبدیل بذر در گروه‌های مختلف آماری قرار گرفتند. بیشترین درصد وزنی بذر قابل فروش به سینگل کراس‌های MS SB37 * OT 231، MS SB17 * OT 231 و MS 7112 * OT 231 در کرج و در اردبیل سینگل کراس MS SB37 * OT 231 به ترتیب به ترتیب حدود ۶۴، ۶۱ و ۴۷ درصد و کمترین مقدار به MS SB17 * OT 231 در فیروزکوه حدود ۱۱ درصد تعلق داشت. بنابراین شاید بتوان چنین نتیجه‌گیری کرد که بالا بودن درصد وزنی بذر قابل فروش و ضریب تبدیل سینگل کراس-

(شکل ۱). هم‌چنین مقایسه میانگین‌های سینگل کراس‌ها از نظر درصد بذر مغزدار جوانه‌زده نشان داد که کمترین و بیشترین درصد جوانه‌زنی بذر چغندرقدن همان سینگل کراس‌های MS 452 * OT 231 و SB16 * OT 231 به ترتیب با ۸/۱۶ و ۱۹/۴۷ درصد تعلق داشت (شکل ۲). تفاوت درصد جوانه‌زنی بین سینگل کراس‌ها می‌تواند علل مختلفی داشته باشد. تفاوت از لحاظ اندازه ضخامت پوسته موجب تفاوت زمانی در زمان ظهور ریشه-چه، به علت تأخیر زمان کامل شدن جذب آب توسط بذر به دلیل ممانعت پوسته از نفوذ آب و اکسیژن به داخل جنین تا عدم ظهور ریشه‌چه (Naegele and McGrath 2009; Asghari *et al.* 2009).

(شکل ۱). هم‌چنین مقایسه میانگین‌های سینگل کراس‌ها از نظر درصد بذر مغزدار جوانه‌زده نشان داد که کمترین و بیشترین درصد جوانه‌زنی بذر چغندرقدن همان سینگل کراس‌های MS 452 * OT 231 و SB16 * OT 231 به ترتیب با ۸/۱۶ و ۱۹/۴۷ درصد تعلق داشت (شکل ۲). تفاوت درصد جوانه‌زنی بین سینگل کراس‌ها می‌تواند علل مختلفی داشته باشد. تفاوت از لحاظ اندازه ضخامت پوسته موجب تفاوت زمانی در زمان ظهور ریشه-چه، به علت تأخیر زمان کامل شدن جذب آب توسط بذر به دلیل ممانعت پوسته از نفوذ آب و اکسیژن به داخل جنین تا عدم ظهور ریشه‌چه (Naegele and McGrath 2009; Asghari *et al.* 2009).

جدول ۳ نتایج تجزیه واریانس مرکب میانگین مربعات عملکرد کمی و کیفی بذر منورژم منورژم سینگل کراس‌های چغندرقدن در کرج، اردبیل و فیروزکوه

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد بذر			درصد وزنی بذر اندازه استاندارد ^(۳)	درصد وزنی بذر قابل فروش ^(۵)	ضریب تبدیل ^(۶)
		خام ^(۱)	اندازه استاندارد ^(۲)	قابل فروش ^(۳)			
محیط	۲	۱۴۵۳۱۹۶۱۰۰۸	۳۳۷۶۳۹۰/۵۷ ^{ns}	۵۱۱۰۳۸/۳۱	۱۱۱۶۷/۹۱	۱۱۳۹/۱۶	
خطا	۹	۲۳۵۸۰۶۹/۷۳	۸۷۱۴۲۸/۷۹	۵۷۵۹۱/۲۶	۲۸۶/۴۶	۵۶/۹۱	
ژنوتیپ	۹	۸۷۸۷۵۴۵/۹۹ ^{**}	۲۶۵۲۸۳۶/۱۶ ^{**}	۳۷۵۹۰/۱۳ ^{ns}	۴۶۵/۲۴	۵۳/۱۵ ^{ns}	
محیط × ژنوتیپ	۱۸	۲۱۴۹۳۴۰/۱۷ ^{**}	۵۳۶۴۸۵/۹۸ ^{**}	۲۵۹۳۲/۹۴ ^{**}	۱۵۲/۹۶ ^{**}	۳۹/۵۵ [*]	
خطا	۸۱	۹۱۲۳۹۲/۰	۲۳۶۷۱۰/۷۶	۱۰۳۴۳/۶۹	۶۴/۶۷	۱۴/۱۷	
ضریب تغییرات (درصد)		۲۷/۳۷	۳۰/۹۵	۴۰/۴۳	۲۴/۳۸	۲۷/۰۲	

^{**}، ^{*} و ^{ns} به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد و غیرمعنی‌دار

(۱) بذر خام به مجموع بذر حاصل از مزرعه پس از حذف مواد خارجی. (۲) بذر اندازه استاندارد به بخشی از بذر خام که اندازه بذر آن بین ۲ و ۳/۲ میلی‌متر غربال دراز و بین ۳/۵ و ۵ میلی‌متر غربال گرد باشد. (۳) بذر قابل فروش، به بخشی از بذر اندازه استاندارد پوک‌گیری شده و مغزدار. (۴) عملکرد بذر اندازه استاندارد نسبت به بذر خام که به درصد محاسبه شد. (۵) نسبت بذر اندازه استاندارد پوک‌گیری شده به بذر اندازه استاندارد پوک‌گیری نشده که به درصد محاسبه شد. (۶) عملکرد بذر قابل فروش به بذر خام که به درصد محاسبه شد.

جدول ۴ نتایج تجزیه واریانس مرکب میانگین مربعات صفات کیفی بذر منورژم سینگل کراس‌های چغندرقدن در کرج، اردبیل و فیروزکوه

منابع تغییرات	درجه آزادی	قوه نامیه مکانیکی بذر چغندرقدن		بذر جوانه نرده مغزدار	درصد جوانه‌زنی
		قبل از پوک‌گیری	بعد از پوک‌گیری		
محیط	۲	۲۵۸۳۰/۱۰	۵۰/۵۲	۴/۶۵	۱۰۰/۱۳ ^{**}
خطا	۹	۲۷۴/۶۴	۰/۳۱۱	۰/۷۳	۹۶/۳۱
ژنوتیپ	۹	۳۱۵/۱۱ ^{ns}	۱/۰۳۳ ^{**}	۰/۸۱ [*]	۱۵۸/۵۱ [*]
محیط × ژنوتیپ	۱۸	۱۹۹/۸۸ [*]	۰/۱۸۵ ^{ns}	۰/۴۲ ^{ns}	۹۳/۲۲ ^{ns}
خطا	۸۱	۱۱۱/۱۴	۰/۲۶۸	۰/۳۴	۷۲/۶۰
ضریب تغییرات (درصد)		۱۵/۷۳	۱۷/۹۹	۱۸/۱۶	۱۰/۰۴

^{**}، ^{*} و ^{ns} به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد و غیر معنی‌دار

جدول ۵ مقایسه میانگین عملکرد کمی و صفات کیفی بذر چغندر قند در کرج، اردبیل و فیروزکوه

محیط	عملکرد بذر اندازه استاندارد	درصد وزنی بذر اندازه استاندارد			ضریب تبدیل	قوه نامیه مکانیکی بذر چغندر قند		بذر جوانه زده مغزدار
		قابل فروش	قبل از پوک گیری	قابل فروش		قبل از پوک گیری	درصد جوانه- زنی	
		درصد						
اردبیل	۹۲۶/۱۵a	۲۸/۴۷b	۴۵/۳۰a	۱۳/۲۶b	۶۹/۷۳b	۹۳/۳۹b	۸۲/۳۸b	۱۶/۲۶a
فیروزکوه	۷۰۵/۲۵a	۱۷/۳۰c	۴۸/۴۸a	۸/۹۶c	۴۰/۹۱c	۸۲/۶۶c	۸۱/۶۴b	۱۷/۱۷a
کرج	۷۲۶/۵۰a	۳۸/۹۸b	۵۰/۲۶a	۱۹/۵۷a	۹۰/۴۱a	۹۶/۰a	۹۰/۶۵a	۸/۳۷b

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند

جدول ۶ نتایج تجزیه واریانس مرکب میانگین مربعات سه مرحله فنولوژی (بر اساس BBCH) پایه‌های مادری در کرج، اردبیل و فیروزکوه

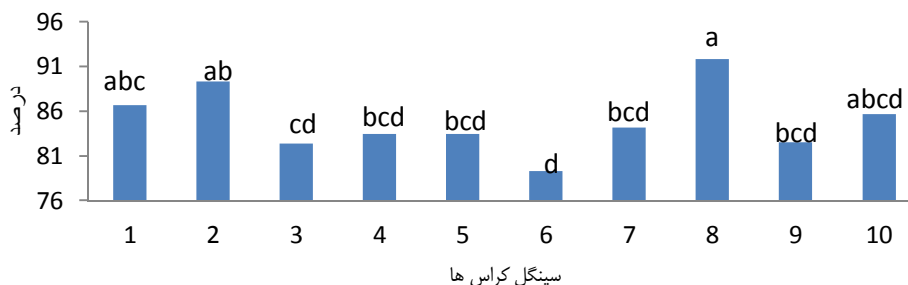
منابع تغییرات	درجه آزادی	شروع گلدهی BBCH60	گلدهی ۵۰ درصد BBCH65	پایان گلدهی BBCH69
محیط	۲	۳۶۶۳/۹۶	۶۴۴۴/۴۷	۵۰۶۸/۴۲
خطا	۹	۹۸/۵۸	۱۶/۳۶	۴۲/۵۴
ژنوتیپ	۹	۳۳/۴۰	۰/۸۷	۱۷/۹۸
محیط × ژنوتیپ	۱۸	۱۸/۹۰ ^{ns}	۱/۲۵ ^{ns}	۱۹/۱۸
خطا	۸۱	۳۱/۷۰	۱/۱۰	۹/۹۲
ضریب تغییرات (درصد)		۷/۴۱	۱/۱۸	۳/۳۷

***، * و ^{ns} به ترتیب معنی دار در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد و غیرمعنی‌دار

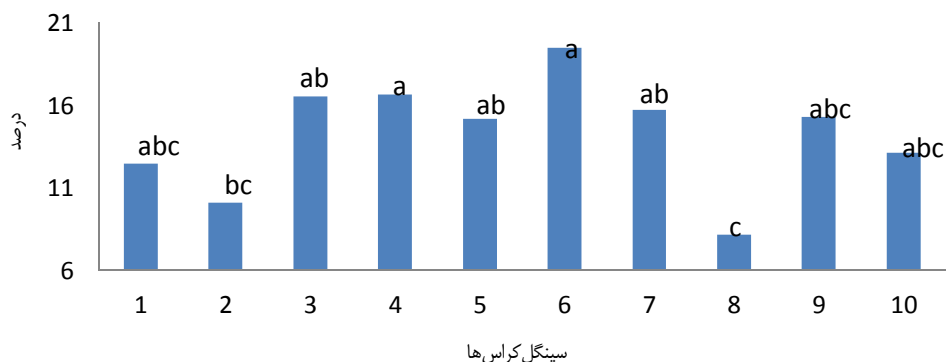
جدول ۷ مقایسه میانگین سه مرحله فنولوژیک چغندر قند (بر اساس BBCH) در کرج، اردبیل و فیروزکوه

محیط	شروع گلدهی BBCH60	گلدهی ۵۰ درصد BBCH65	پایان گلدهی BBCH69
اردبیل	۷۰/۱۲b	۷۹/۴۲c	۸۴/۳۴c
فیروزکوه	۸۷/۰۳a	۱۰۳/۱۳a	۱۰۵/۹۵a
کرج	۷۰/۸۰b	۸۳/۴۰b	۸۹/۶۷b

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند



شکل ۱ مقایسه میانگین درصد جوانه‌زنی بذر منورژم چغندر قند سینگل کراس‌ها در کرج، اردبیل و فیروزکوه



شکل ۲ مقایسه میانگین درصد جوانه‌زنی بذر منورژم چغندر قند سینگل کراس‌ها در کرج، اردبیل و فیروزکوه

جدول ۸ مقایسه میانگین صفات کیفی بذر چغندر قند سینگل کراس‌ها در کرج، اردبیل و فیروزکوه

شماره تیمار	صفات کیفی بذر	قوه نامیه مکانیکی بذر چغندر قند									ضریب تبدیل		
		قبل از پوک‌گیری			بعد از پوک‌گیری			درصد وزنی بذر قابل فروش					
		کرج	فیروزکوه	اردبیل	کرج	فیروزکوه	اردبیل	کرج	فیروزکوه	اردبیل	کرج	فیروزکوه	اردبیل
	سینگل کراس و محیط	K	F	A	K	F	A	K	F	A	K	F	A
۱	SC(231*261)	۹۴/۵	۴۷/۵	۷۲/۵	۹۳/۵	۸۳/۵	۹۶/۰	۲۱/۹۴	۲۳/۳۹	۴۶/۳۵	۱۱/۸۸	۱۶/۳۱	۲۰/۳۴
۲	SC(231*7112)	۸۶/۵	۳۴/۰	۷۸/۵	۹۴/۵	۸۲/۸	۹۶/۰	۱۲/۷۸	۲۶/۲۹	۶۰/۷۳	۶/۵۱	۱۰/۸۳	۲۲/۴۸
۳	SC(231*419)	۹۱/۵	۴۳/۵	۶۱/۰	۹۲/۵	۷۷/۵	۹۶/۰	۱۶/۱۱	۲۰/۰۳	۴۶/۵۴	۸/۸۵	۹/۶۲	۱۹/۷۴
۴	SC(231*436)	۸۶/۰	۳۶/۵	۶۷/۰	۹۲/۵	۷۸/۵	۹۵/۰	۱۲/۶۲	۲۳/۸۰	۴۲/۸۱	۶/۰۴	۱۰/۷۹	۱۷/۹۶
۵	SC(231*474)	۸۸/۵	۴۹/۰	۶۳/۵	۹۲/۸	۸۳/۵	۹۵/۵	۲۷/۹۴	۳۲/۶۵	۴۹/۲۳	۱۴/۳۹	۱۵/۴۳	۱۷/۸۰
۶	SC(231*452)	۸۹/۰	۳۶/۰	۶۳/۵	۹۳/۵	۷۹/۵	۹۵/۵	۱۲/۷۹	۲۴/۱۴	۴۰/۱۳	۱۱/۴۸	۱۱/۴۸	۱۶/۵۰
۷	SC(231*428)	۸۹/۰	۳۷	۶۵	۹۲/۳	۸۰/۸	۹۶/۰	۱۴/۰۱	۲۳/۷۹	۴۴/۲۳	۷/۳۴	۱۱/۴۹	۱۷/۹۱
۸	SC(231*FC607)	۹۵/۰	۶۰/۵۰	۸۰/۰	۹۴/۵	۹۰/۵	۹۸/۰	۳۳/۵۶	۳۳/۳۴	۵۶/۹۷	۱۲/۷۸	۱۲/۷۸	۱۹/۶۷
۹	SC(231*FC708)	۸۸/۰	۲۵	۷۲/۰	۹۳/۰	۸۰/۰	۹۵/۰	۱۰/۹۴	۳۱/۷۲	۶۲/۸۲	۴/۳۲	۱۳/۹۰	۲۰/۸۳
۱۰	SC(231*SB37)	۹۶/۵	۳۱	۸۲/۵	۹۵/۰	۸۶/۸	۹۷/۰	۲۰/۶۹	۴۷/۰۵	۶۰/۹۴	۸/۷۲	۲۰/۰۱	۲۲/۵۱
۱۳	O-type 231	۹۰/۰	۵۰/۰	۶۱/۵	۹۳/۳	۸۶/۰	۹۶/۰	۱۷/۹۱	۱۸/۹۷	۴۱/۰۸	-	-	-
	میانگین		۶۷/۰۲		۹۰/۷			۳۲/۳۴			۱۳/۹۳		
	LSD 5%		۱۴/۳		۵/۴			۱۲/۲۵			۵/۳۰		

نتیجه‌گیری کلی

و فیروزکوه، هم‌زمان بودند. مناطق اردبیل و فیروزکوه (سرد) در تولید درصد وزنی عملکرد اندازه استاندارد بذر چغندر قند نسبت به اقلیم کرج (معتدل) برتری معنی‌داری دارد. اما صفت درصد قوه نامیه مکانیکی بذر چغندر قند عامل بسیار مهمی در تغییر درصد وزنی عملکرد بذر قابل فروش و ضریب تبدیل بذر، می‌باشد. یکنواختی رشد بوته‌های پایه‌مادری یکی از مولفه‌های بسیار مهم در تولید بذر چغندر قند است. پایه‌های مادری MS، MS SB37، MS SB17 و MS 7112 دارای یکنواختی رشد بوته بالایی نسبت به دیگر پایه‌های مادری بودند که در شرایط محیطی مناسب،

کیفیت بذر شامل مولفه‌های زیادی می‌شود. از مؤلفه‌های مهم کیفیت بذر، درصد وزنی اندازه استاندارد بذر و قوه نامیه مکانیکی (درصد مغزدار بودن) که بر درآمد فروش بذر و ضریب تبدیل بذر موثر است را می‌توان برشمرد. عوامل محیطی و پایه‌های مادری بر عملکرد بذر قابل فروش و درصد جوانه‌زنی بذر چغندر قند مؤثر هستند. لیکن درصد بذر مغزدار جوانه‌زده چغندر قند فقط تحت تأثیر محیط بود. پایه‌های مادری و پایه پدری از لحاظ زمان شروع گل‌دهی و باز شدن ۵۰ درصد گل‌ها در کرج، اردبیل

پایه‌های مادری اهتمام داشت. در نهایت می‌توان نتیجه گرفت که برخی صفات کمی و کیفی موثر بر درآمد فروش و ضریب تبدیل بذر چغندر قند، به شرایط محیطی رشد بذر بر روی پایه مادری و عوامل ژنتیکی والدین بستگی دارد.

بیشترین درصد وزنی بذر قابل فروش و ضریب تبدیل بذر را نسبت به دیگر پایه‌های مادری دارند. بیشترین و کمترین درصد جوانه‌زنی بذر چغندر قند به سینگل کراس‌های MS SB16 * OT 231 و MS 452 * OT 231 مربوط بود. بنابراین در برنامه‌های اصلاح ارقام باید نسبت به افزایش خلوص و یکنواختی رشد بوته منابع مورد استفاده:

References

- Alcaraz G, Genter T, Laillet G, Rageot D. Sugar beet pollen biology. Proceedings of the 61st IIRB Congress. 1998; Brussels, pp. 393–399.
- Asghari J, Amir Moradi S, Kamkar B. Physiology of Weeds. University of Guilan Press. 2009 (In Persian).
- Bosemark NO. Influence of seed crop environment on root crop characteristics. Journal of International Institute for Sugar Beet Research. 1970; 4: 193-206.
- Cassel F, Sharmasarkar S, Sharmasarkar SD, Miller D. Assessment of drip and flood irrigation on water and fertilizer use efficiencies for sugar beet. Agricultural water management .2001; 46, 24-251.
- Csapody G. Influence of irrigation on sugar beet quality. Wissenschaftliche Beitrage Martin Luther Universitate Halle Wittenberg. 1980; 2: 552-555.
- Chegini MA. Effect of environment (temperature and photoperiod) on bolting, flowering and seed production in sugar beet (*Beta Vulgaris* L.) (Ph.D thesis). The University of Reading. UK; 1999.
- Chegini MA, Farzaneh S, Sadehzadeh Hmayati S. Effects of different steckling planting dates and seed harvest times on quantity and quality of Shirin cultivar's seed. Journal of Sugar Beet. 2013; 29(2), 201-214.
- CIFA Canadian Food Inspection Agency. Biology Document Bio. The Biology of Beta Vulgaris L(Sugar beet). 2002. http://www.inspection.gc.ca/English/plaveg/bio/dir/bio0201_e.shtml.
- Cook DA, Scott RK. Sugar beet crop: principle and practical. Chapman and Hall. London. 1993; P. 675.
- Coste FM, Crozat Y. Seed development and seed physiology quality of field grown beans (*Phaseolus vulgar* L.). Seed Sci. and Technol. 2001; 29: 121-136.
- Donohue K, Schmitt J. Maternal environmental effects in plants: adaptive plasticity? In T. A. Mousseau and C. W. Fox [eds.], Maternal effects as adaptations. 1998; 137–158. Oxford University Press, Oxford, UK.
- Durrant MJ, Loads AH. Some changes in sugar beet seeds during maturation and after density grading. Seed Science and Technology. 1990; 18:11–21.
- Fabre D, Siband P, Dingkuhn M. Characterizing stress effects on rice grain development and filling using grain weight and size distribution. Field Crops Research. 2005; 92, 11–16.

- Farzaneh S. Investigation of relationship between phonological, morphological and physiological characteristics of different maternal and paternal lines on quantity and quality of sugar beet seed. 2015; Final report of Sugar Beet Seed Institute. (in Persian, abstract in English)
- Galloway LF. The effect of maternal and paternal environments on seed characters in the herbaceous plant *Campanula Americana* (Campanulaceae). *American Journal of Botany*. 2001; 88(5): 832–840
- Gizbullin NG. Effect of ecological conditions of seed production on yield and quality of monogerm sugar beet seeds. *Wissenschaftliche Beitrage Martin Luther Universittat Halle. Wittenberg*. 1984; No. 55: 528-536
- Hampton JG, Boelt B, Rolston MP, Chastain TG. Effects of elevated CO₂ and temperature on seed quality. *Journal of Agricultural Science*. 2013; 151, 154–162.
- Heide OM, Junttila O, Samuelsen RT. Seed Germination and Bolting in Red Beet as Affected by Parent Plant Environment. *Physiol. Plant*. 1976; 36: 343-349.
- ISTA. International Rules for Seed Testing. International Seed Testing Association, Switzerland. 2013.
- Kockelmann A, Tilcher R, Fischer U. Seed Production and Processing. *Sugar Tech*. 2010; 12(3–4):267–275.
- Kockelmann A, Meyer U. Seed production and quality. In *Sugar Beet*, ed. A.P. Draycott, 89–113. Oxford, UK: 2006 by Blackwell Publishing Ltd. 2006.
- Koizumi M, Kikuchi K, Isobe S, Ishida N, Naito S, Kano H. Role of seed coat in imbibing soybean seeds observed by micro-magnetic resonance imaging. *Annals of Botany*. 2008; 102, 343–352.
- Longden PC. Influence of the seed crop environment on the quality of sugar beet seed. 1986; 1–16 in Proceedings of 49th Winter Congress of IIRB.
- Marlander B, Lange T, Wulkow A. Dispersal principles of sugar beet from seed to sugar with relation to genetically modified varieties. *Journal Fur Kulturpflanzen*. 2011; 63(11), 373-349.
- Meier U, Bachmann L, Buhtz E, Hack H, Klose R, Märlander B, Weber E. Phänologische Entwicklungsstadien der Beta-Rüben (*Beta vulgaris* L.). Codierung und Beschreibung nach der erweiterten BBCH-Skala mit Abbildungen, *Nachrichtenbl. Deut.Pfl anzenschutzd*. 1993; 45: 37-41.
- Naegele RP, McGrath JM. Seedling vigor in BETA VULGARIS: The Artistry of Germination. Plant Breeding and Genetics Program, Michigan State University and USDA-ARS, SBRU,494 PSSB, Michigan State University, East Lansing, MI. 2009; 48824-1325
- Platenkamp GAJ, Shaw RG. Environmental and genetic maternal effects on seed characters in *Nemophila menziesii*. *Evolution*. 1993; 47: 540–555.
- Prijic L, Jovanovic M, Glamoclija D. Germination and vigor of wrinkled and greenish soybean seed. *Seed Sci. and Technol*. 1998; 26: 377-283.

- Sadeghian Motahar SY. Sugar beet seed production. 1996; Agricultural Education Publishing Center press (In Persian).
- Sadeghzadeh Hemayati S, Fatelah Talegani D, Khdadadi S, Nikpanah H, Dehghanshar M. Determination of optimal irrigation intervals in sugar beet seed production in Ardabil region. *Journal of Sugar Beet*. 2006; 22(1), 1-12. (in Persian, abstract in English)
- Sadeghi H, Khazaei F, Sheidaei S, Yari L. Effect of seed size on seed germination behavior of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *J Agric Biol Sci*. 2011; 6:5–8
- Scott RK. The effect of weather on the concentration of pollen within sugar-beet seed crops *Ann. appl. Biol*. 1970; 66: 119-127.
- Scott RK, Longden PC Wood, DW, Johnson. Seed production. *Rothamsted Experimental Station Report for 1978*; Part 1, 58-59.
- Smith GA. Sugar beet. In *Hybridization of Crop Plant*. Ed R. A. Forsberg, A. R. Hallauer and A. W. Hovin (Eds), Madison, Wisconsin, USA. 1980; 601-616.
- Scroller J. Study on the ripening of seed crop of sugar beet (*Beta vulgaris* subsp. *Altissima* doll. Var *sacharifera*). *Rostlinna Vyroba*. 1984; 30(2):1225-1230.
- Sliwin´ska E. Analysis of the Cell Cycle in Sugar beet Seed during Development, Maturation and Germination. In Black M, Bradford K.J. and Vázquez-Ramos J (eds) *Seed Biology: Advances and Applications*. University Press. Cambridge, UK.. 2000; 133–139.
- Spears JF, TeKrony DM, Egli DB. Temperature during seed filling and soybean seed germination and vigour. *Seed Science and Technol*. 1997; 25: 233-244.
- Taylor AG, Goffinet MC, Pikuz SA, Shelkovenko TA, Mttchell MD, Chandler KM, Hammer DA. Physico-chemical Factors Influence Beet (*Beta vulgaris* L.) Seed Germination. *CAB International*. www.cabi-publishing.org . 2003; 433-440
- Tekrony DM, Egli DB. Accumulation of Seed Vigour during seed development and maturation. p 369-385. In: Ellis, R.H. et.al. (ed) *Basic and Applied Aspects of Seed Biology*. Kluwer Acad. Pub. London. 1997.
- Wojtyla L, Garnczarska M, Zalewski T, Bednarskic W, Ratajczak L, Jurga S. A comparative study of water distribution, free radical production and activation of antioxidative metabolism in germinating pea seeds. *Journal of Plant Physiology*. 2006; 163: 1207–1220.
- Wood DW, Scott RK, Longden PC. The effects of mother-plant temperature on seed quality in *Beta vulgaris* L. (sugar beet). in Hebblethwaite, P.D. (Ed.) *Seed production*. London–Boston, Butterworths. 1980; 257–270.
- Wood DW, Scott RK, Longded PC. Effects of seed crop ripening temperature on bolting in the sugar beet root crop. *Proceeding of 45th Winter Congress. I.I.R.B. Bruscelles*. 1982; 15-24 .