چغندرقند/ جلد ۳۸/ شماره ۱/ ۱۴۰۱

تأثیر محیط و ژنوتیپ بر جوانه‌زنی و پوکی بذر سینگل‌کراس‌های چغندرقند†

Effects of environment and genotypes on germination and emptiness of the seed of sugar beet single-crosses

محمدرضا میرزایی[1]*

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۶/۳۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۹/۲۲
نوع مقاله: پژوهشی
DOI: 10.22092/JSB.2023.360110.1312

م.ر. میرزایی. ۱۴۰۱. تأثیر محیط و ژنوتیپ بر جوانه‌زنی و پوکی بذر سینگل‌کراس‌های چغندرقند. **چغندرقند، ۳۸(۱): ۷۱- ۸۲.**

چکیده

محیط و ژنوتیپ گیاه مادری بر صفات کمی و کیفی بذر چغندرقند تأثیر می‌گذارد. در این تحقیق اثر پایه‌مادری و عوامل محیطی بر درصد وزنی عملکرد در طبقات اندازه‌های مختلف بذر، جوانه‌زنی و پوکی بذر ۱۲ سینگل‌کراس چغندرقند مطالعه شد. سینگل‌کراس‌ها از تلاقی دوازده پایه‌مادری نرعقیم با یک پایه‌پدری تهیه شدند. این تحقیق در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار طی سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴در کرج انجام شد. نتایج نشان داد که علاوه‌بر ژنوتیپ، شرایط نامناسب محیط تولید بذر باعث افزایش وزن هزار دانه می شود. این افزایش در اثر رشد بیشتر وزن پریکارپ بود. اثر ژنوتیپ بر وزن جنین بذر موثر بود. همچنین وزن جنین و نسبت وزن جنین به پریکارپ بذر چغندرقند، تحت تاثیر شرایط محیط تولید بذر قرار گرفت. وزن جنین درسال ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ به ترتیب ۲/۹۱ و ۲/۲۶ میلی‌گرم بود. در نتیجه نسبت وزن جنین به پریکارپ در سال ۱۳۹۳ با ۰/۴۹ به ۰/۲۹ در سال ۱۳۹۴ کاهش یافت. علاوه بر ژنوتیپ، شرایط محیط تولید بذر در افزایش درصد پوکی بذر چغندرقند تاثیر مثبت داشت. میانگین پوکی بذور تولیدی در کرج در سال ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ به ترتیب ۱۰ و ۳۲ درصد بود. با کاهش وزن خشک پریکارپ، افزایش وزن جنین و نسبت وزن جنین به پریکارپ، سرعت جوانه زنی و میانگین زمان جوانه‌زنی بذر چغندرقند به ترتیب افزایش و کاهش یافت.

واژه های کلیدی:کیفیت بذر، ژنوتیپ، مدیریت مزرعه، خطای معیار میانگین

†- این مقاله مستخرج از پروژه تحقیقاتی به شماره مصوب «۹۲۲۳۱- ۰۲۰۵۰۸- ۶۳- ۰۳» می باشد.

۱ - استادیار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
*- نویسنده مسئول. Mirzaie1346@gmail.com

مقدمه

یکی از علل کاهش ضریب استحصال و کیفیت بذر هیبرید چغندرقند، پوکی بذر است. از علل مهم پوکی بذر چغندرقند، می‌تواند عدم هم‌زمانی بین پایه مادری و پدری، تنش‌های غیرزیستی مانند خشکی باشد. شرایط آب و هوایی عامل مهمی در انتخاب محل تولید بذر چغندرقند است. انتقال کشت این زراعت به منطقه نواحی نزدیک دریا و مدیترانه و اطراف آن نسبت به شرایط اقلیمی قاره‌ای به‌نحو مؤثری برای افزایش کیفیت بذر مناسب‌تر هستند (Longden 1986; kockleman *et al*. 2010). عوامل مهم و مؤثر محیطی در تولید بذر چغندرقند به‌خصوص در زمان گل‌دهی، رسیدگی و برداشت بذر شامل دما، طول روز، رطوبت‌نسبی هوا و بارندگی است (Wood *et al*. 1980; Longden 1986). شرایط اقلیمی ازجمله دما، میزان بارندگی و توزیع آن، رطوبت‌نسبی هوا و نظایر آن، اغلب به مقدار قابل ملاحظه‌ای بین سال‌ها و مناطق مختلف متغیر است. این تغییرات از عوامل اصلی تفاوت در عملکرد و کیفیت محصولات زراعی در سال‌ها و مناطق مختلف محسوب می‌شوند (Platenkamp and Shaw 1993; Donohue and Schmitt 1998; Galloway 2001). اگر عوامل محیطی مؤثر در رشد و نیازغذایی چغندرقند فراهم شود، در شرایط دمای شب و روز به‌ترتیب ۵ و ۱۲ درجه سانتی‌گراد، گل‌دهی چغندرقند به‌طور پیوسته ادامه خواهد یافت (Wood *et al*. 1980). در حقیقت نیاز حرارتی لازم از زمان گرده‌افشانی تا رسیدگی بذر چغندرقند فقط حدود ۳۰۰ روز درجه است، اما به خاطر نامحدود بودن رشد رویشی چغندرقند و خاصیت تولید ساقه جانبی و گل‌دهی آنها، این دوره معمولاً ۳۵ الی ۵۰ روز طول می‌کشد (Scott 1970; Wood *et al*. 1980). برای تولید بذر چغندرقند، مناسب‌ترین شرایط دمایی در طول دوره گل‌دهی بایستی متوسط دمای هوا بین ۲۰- ۱۵ و حداکثر از ۳۵ درجه سانتی‌گراد فراتر نرود. دمای پایین حساسیت به بولتینگ بذر را در محصول ریشه سال بعد افزایش می‌دهد (SadeghianMotahar 1996; Scott 1970; Smith 1980; Wood *et al*. 1982; Heide *et al*. 1976).

به‌علت عادت رشد نامحدود در ساقه گل‌دهنده چغندرقند، بذرهای تشکیل شده معمولاً شامل ترکیبی از درجات مختلف اندازه، میزان رسیدگی و سایر ویژگی‌های بذر می‌باشند. در تولید بذر چغندرقند حتی درصد بذر پوک می‌تواند تا ۲۰ درصد هم برسد (Kockelmann 2010). گرده‌های چغندرقند عمدتا توسط باد منتقل می‌شوند. در انتقال گرده چغندرقند، حشرات حداقل تأثیر را دارند و از اهمیت چندانی برخوردار نیستند، ولی می‌توانند در انتقال گرده از منابع خارج از محصول و گرده‌افشانی ناخواسته مشارکت داشته باشند (Free *et al*. 1975; smith 1980). بنابراین، دما و رطوبت‌نسبی هوا در تولید بذر چغندرقند، مهم‌ترین عوامل آب و هوایی محسوب می‌شوند، به‌طوری که عملکردبذر را در تمام مراحل رشد چغندرقند بذری به‌ویژه در مراحل گرده‌افشانی و رسیدگی بذر، تحت تأثیر قرار می‌دهند. در طول دوره رشدزایشی چغندرقند در شرایط محیطی سرد، بذرهای بزرگ‌تر و سنگین‌تری نسبت به شرایط گرم تولید می‌شود و اختلاف در وزن میوه، عمدتاً ناشی از افزایش مقدار پریکارپ بذر (Pericarp) می‌باشد. شرایط سرد به رشد پریکارپ کمک می‌کند، زیرا سلول‌های پریکارپ مقاوم به سرمای محیط هستند، اما به جنین و رشد بذر حقیقی آسیب می‌رساند و در نتیجه درصد بذرهای پوک به‌طور چشمگیری افزایش می‌یابد (Chegini 1999; wood *et al*. 1982; Bosemark 1970; Heide *et al*. 1976). چنانچه در تحقیقی گزارش شد، در مناطق سرد اردبیل و فیروزکوه تولید بذر با درصد وزنی عملکرد اندازه‌ی‌استاندارد (به‌ترتیب ۹۲۶ و ۷۰۵ کیلوگرم درهکتار؛ معادل۴۵/۳ و ۴۸/۴ درصد از کل عملکرد) نسبت به اقلیم معتدل کرج (با ۷۲۶ کیلـوگرم در هکتار؛ معادل ۳۸/۹ درصد از کل عملکرد)، برتری معنی‌داری داشت (Mirzaei *et al*. 2016). رطوبت‌نسبی هوا در دوره گل‌دهی حدود ۷۰- ۶۰ درصد مناسب

است (Wood *et al.* 1980) و بالابودن رطوبت‌نسبی، پراکنش دانه‌های گرده را کاهش می‌دهد (Scott 1970). کمبود رطوبت‌نسبی همراه با دمای بالای هوا از طریق تأثیر منفی بر کمیت و کیفیـت دانه گرده، بر عملکرد بذر اثر منفی خواهد داشت (Scott 1970; Marlander *et al.* 2011).

تغذیه مطلوب والدین صفات جوانه‌زنی را از طریق تغییرات ماده‌خشک بذر، تحت تأثیر قرار داده و میزان نقش والدین (ژنوتیپ) کاهش می‌یابد. بذر از پریکارپ و بافت‌های جنینی (آندوسپرم و جنین) تشکیل شده است. بنابراین تغییر در ماده‌خشک بذر ممکن است به‌دلیل تغییر در اندازه جنین یا در ضخامت پریکارپ بذر باشد (Sultan 1996; Lacey *et al.* 1997). در بسیاری از مطالعات اثرات مواد مغذی در پایه‌مادری از طریق اندازه بذر گزارش شده است (Stratton 1989; Aarssen and Burton 1990; Wulff *et al.* 1999).

پریکارپ بذر یکی از عوامل اصلی تعیین‌کننده جوانه‌زنی، ویگور و طول عمر بذر است. حساسیت به آسیب مکانیکی به مقدار لیگنین پریکارپ بذر مربوط است. در حالی که طول عمر بذر و تحمل به تنش‌های آب و هوایی به یکپارچگی پریکارپ بذر بستگی دارد (Franciscoh *et al.* 2001). تغییر در جوانه‌زنی ممکن است بخشی به اندازه بذر مربوط باشد. از آنجایی که ماده‌خشک بذر فقط صفات جوانه‌زنی را تحت تأثیر قرار می‌دهد، وقتی‌که والدین در محدوده‌ای از شرایط موادمغذی رشد داده می‌شوند، بر رشد پریکارپ بذر مؤثر است و پریکارپ بذر نیز اغلب با میانگین زمان جوانه‌زنی مرتبط است (Sultan 1996; Baskin and Baskin 1998). میزان تخصیص یا تسهیم مواد به پریکارپ بذر ممکن است متناسب با شیب تغذیه‌ای، متنوع باشد (Galloway 2001). یافته‌های تحقیقی، از فرضیه بذرهای بزرگ نسبت به بذرهای کوچک که سریع‌تر جوانه می‌زند، پشتیبانی نمی‌کند، بلکه بذرهای کوچکتر به دلیل اینکه میانگین زمان جوانه‌زنی (Mean Germination Time, MGT) کمتری دارند سریع‌تر جوانه می‌زنند. بین گیاهان استوایی بخش قابل توجهی از واریانس میانگین زمان جوانه‌زنی در تمام مناطق مورد مطالعه ناشناخته باقی مانده است و این نشان می‌دهد که عوامل دیگری زیستی یا غیرزیستی به غیر از توده بذر(seed mass)، بر میانگین زمان جوانه‌زنی تأثیر می‌گذارد. در واقع وایانس غیرقابل توضیح میانگین زمان جوانه‌زنی به صفات دیگـر بذر مانند ضخامـت پوسـته‌بذر، مربوط می‌شود (Norden *et al.* 2009).

بنابراین اهدف این تحقیق بررسی تأثیر محیط و ژنوتیپ گیاه مادری بر اندازه و صفات کیفی بذر و تحلیل عوامل مؤثر بر پوکی‌بذر چغندرقند

مواد و روش

این تحقیق با اسـتفاده از ۱۲ بذر سـینگل‌کراس چغندرقند از تلاقی دوازده لاین مادری نرعقیم سـیتوپلاسـمی (شـامل ۲۶۱، ۷۱۱۲، ۴۱۹، ۴۳۶، ۴۷۴، ۴۵۲، ۴۲۸، FC607، FC708،SB37، SB24 و SB25 با یک پایه گرده‌افشـان (O-Type 231) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصـادفی با چهار تکرار در سـال ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ در کرج انجام شـد. پس از برداشـت و بوجاری، بذرهای حاصـل با اسـتفاده از غربال‌های گِرد و کشـیده به طبقات‌بذری شامل بیشتر از ۳/۲ میلی‌متر کشیده، کمتر از دو میلی‌متر کشیده، کمتر از ۳/۵ میلی‌مترگِرد، بیشتر از ۵ میلی‌مترگِرد و اندازه استاندارد گِرد ۳/۵ میلی‌متر و کشیده ۲ میلی‌متر کوچکتر از اندازه استاندارد کشیده ۳/۲ و گِرد ۵ میلی‌متر، تقسیم، توزین و سهم‌بندی (پنج طبقه اندازه بذری) شدند. بذرهای بیشتر از ۵ میلی‌متر گِرد و بیشتر از ۳/۲ میلی‌متر کشیده، به‌عنوان بذرهای در شت بالای استاندارد (over size) و بذرهای کمتر از ۳/۵ میلی‌متر گِرد و زیر غربال دو میلی‌متر کشـیده، به‌عنوان بذرهای زیر اسـتاندارد در نظر گرفته شدند.

تعیین قوه‌نامیه مکانیکی (مغزدار بودن بذر)

برای تعیین درصد قوه‌نامیه مکانیکی بذر چغندرقند، ابتدا به‌وسیله دستگاه مقسم (Divider) از کل بذر هر کرت یک نمونه تصادفی حدود ۳۰۰–۲۰۰ گرم نمونه‌برداری 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 چغندرقند یا پوکی بذر چغندرقند اقدام شد.

نسبت وزن‌جنین به وزن‌میوه (Embryo/Seed or Embryo/pericarp)

برای ارزیابی نسبت وزن‌جنین به وزن‌میوه ۴۰۰ عدد بذر به‌صورت دقیق توزین سپس به‌مدت سه ساعت شستشو داده شد تا موادبازدارنده آن حذف شود. پس از آن بذر را به‌مدت شش تا هفت روز در فضای آزاد قرار داده شد تا خشک شوند. این ۴۰۰ عدد بذر دوباره توزین گردید. سپس بذرها بر روی یک کاغذ حوله‌ای قرار گرفت و به مقدار ۱/۲ برابر وزن آن بذرها آب‌مقطر به کاغذ حوله‌ای اضافه شد. نمونه‌ها در ژرمیناتور و در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. پس از شش روز جوانه‌های بذرهای جوانه‌زده را جدا و جمع‌آوری کرده و در نهایت پریکارپ‌بذرها، شمارش و وزن شد. سپس پریکارپ در دمای ۱۳۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت یک ساعت خشک و وزن شد. در نهایت نسبت وزن جنین به میوه محاسبه گردید(ISTA 2013).

تعیین رطوبت بذر

جهت تعیین درصد رطوبت بذر، از هر نمونه بذر چهار تکرار چهار گرمی بذر جدا و وزن شد. سپس بذرها در داخل آون در دمای ۱۳۳–۱۳۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت یک ساعت ± سه دقیقه قرار داده و بعد از آن وزن خشک آن با ترازوی دقیق اندازه‌گیری شد. برای تعیین درصد رطوبت بذر (بر مبنای وزن تر) از رابطه ۱ استفاده شد (ISTA 2013).

$$SMC = W1\text{-}W2/W1\times100 \quad (۱)$$

که در این رابطه SMC، درصدرطوبت بذر بر مبنای وزن تر، W1، وزن بذر قبل ازخشک کردن و W2 وزن بذر بعد از خشک کردن بذر می‌باشند.

تعیین صفات جوانه‌زنی

برای ارزیابی صفات جوانه‌زنی از هر سینگل‌کراس بذر به‌طور کاملاً تصادفی چهار تکرار ۱۰۰ تایی از نمونه بذر اندازه استاندارد با دستگاه مقسم انتخاب و شمارش شد. به‌منظور رفع اثر مواد ممانعت کننده جوانه‌زنی موجود در پوشش‌های بذر چغندرقند در درون دستگاه شستشوی بذر با آب‌روان ۲۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت چهار ساعت شستشو داده سپس با محلول کربوکسین‌تیرام (Vitavax-thiram 75% WP) ضدعفونی (با محلول دو در هزار به مدت ۲ الی ۳ ثانیه) شدند. پس از خشک شدن بذر (قرارگرفتن در فضای آزاد داخل آزمایشگاه) ۱۰۰ عدد بذر در داخل کاغذصافی چین‌دار (Pleated filter paper) کشت و با ۳۰ میلی‌لیتر آب دیونیزه آبیاری و درون جعبه‌های پلاستیکی (×۱۶×۶ سانتی‌متر) قرار داده شد. سپس جعبه‌ها به‌مدت ۱۴ روز در داخل ژرمیناتور در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. اولین شمارش بذرها در روز چهارم آزمایش انجام گرفت و تا زمانی که جوانه‌زنی ادامه داشت هر روز شمارش بذرهای جوانه‌زده انجام شد. درصد جوانه‌زنی نهایی براساس شمارش گیاهچه‌های نرمال در روز چهاردهم انجام شد (ISTA 2022). برای محاسبه درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر هر نمونه، منحنی پیشرفت جوانه‌زنی در مقابل زمان (ساعت) ترسیم و زمان لازم برای ۱۰، ۵۰ و ۹۰ درصد (G10، G50 و G90 مدت زمانی‌که طول می‌کشد، جوانه‌زنی تجمعی به‌ترتیب۱۰، ۵۰ و ۹۰ درصد حداکثر خود برسد)، از طریق درون‌یابی خطی برآورد شد. معکوس زمان تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی نهایی (1/D50) به‌عنوان سرعت جوانه‌زنی (Germination rate, GR) می‌باشد. سرعت جوانه‌زنی از رابطه ۲ محاسبه شد (da Silva *et al*. 2019; Bradford *et al*. 1990).

$$T50 = \frac{\sum NiTi}{\sum Ni} \quad (۲)$$

$$GR = \frac{1}{D50}$$

T50 زمان رسیدن به ۵۰درصد جوانه‌زنی، Ni تعداد بذر جوانه‌زده در هر شمارش، Ti میانگین زمان جوانه‌زنی می‌باشد. درصد جوانه‌زنی نهایی، سرعت و یکنواختی هریک از تیمارهای بذری با استفاده از برنامه Germin^{v2} (Soltani *et al.* 2011) از طریق درون‌یابی منحنی افزایش جوانه‌زنی در مقابل زمان، محاسبه شد. میانگین زمان جوانه‌زنی (Mean Germination Time) پس از ۱۴ روز بر اساس رابطه ۳ محاسبه شد (Ranal *et al.* 2009).

$$MGT=\sum FX/\sum X \quad (۳)$$

MGT = میانگین زمان جوانه‌زنی (روز)، F= شماره روز شمارش، X = تعداد بذر جدید جوانه‌زده در هر روز

در نهایت پس از انجام آزمون یکنواختی واریانس خطاها، تجزیه واریانس مرکب داده‌های حاصله براساس مدل ثابت بودن سینگل‌کراس‌ها و محیط تجزیه واریانس مرکب با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها به روشLSD انجام شد.

نتایج و بحث

تفاوت بین ژنوتیپ‌ها از نظر درصدوزنی عملکرد بذر با اندازه زیر ۲ میلی‌متر غربال کشیده در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. اثر برهمکنش سال و ژنوتیپ بر درصدوزنی عملکرد اندازه استاندارد بذر، عملکردبذر در غربال بالای ۳/۲ میلی‌متر کشیده و زیر ۳/۵ میلی‌متر غربال گرد در سطح احتمال پنج و یک درصد معنی‌دار بود (جدول۱). نتایج نشان داد اثر سال بر وزن خشک جنین، نسبت وزن جنین به پریکارپ، میانگین زمان جوانه‌زنی و بذر مغزدار جوانه‌نزده در سطح احتمال پنج و یک معنی‌دار بود. تفاوت بین ژنوتیپ‌ها بر وزن خشک‌جنین، میانگین زمان جوانه‌زنی در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد. اثر برهمکنش سال و ژنوتیپ نیز بر وزن هزار دانه، وزن خشک پریکارپ و سرعت جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). تفاوت درصدوزنی عملکرد در طبقات غربال‌های مختلف بذر چغندرقند (Platenkamp and Shaw 1993; Donohue and Schmitt 1998; Galloway 2001) ناشی از تغییرات در صفات آناتومیک تشکیل دهنده اجزاء عملکرد، می‌باشد. البته تغییر در صفات آناتومی بذر ممکن است شامل تغییر در پریکارپ، بافت بذر (آندوسپرم و جنین) و یا توأم آنها باشد. بنابراین تغییر در جرم بذر ممکن است تغییر در انـدازه‌بافت یا ضخامت پریکارپ بذر را شامل شود (Sultan 1996; Lacey 1996). در سال ۱۳۹۴ درصدوزنی عملکرد بذر بالای غربال ۳/۲ میلی‌متر کشیده نسبت به سال ۱۳۹۳ افزایش معنی‌داری نشان داد. در سال ۱۳۹۳ درصدوزنی عملکردبذر زیر غربال ۳/۵ میلی‌متر گرد نسبت به سال ۱۳۹۴ افزایش معنی‌داری داشت (جدول۲). بیشترین درصدوزنی عملکرد بذر بالای غربال ۳/۲ میلی‌متر کشیده هر دو سال به سینگل‌کراس MS FC 201 *OT 231 و کمترین به MS 474* OT 231 تعلق داشت. لیکن تفاوت معنی‌داری بین درصد وزنی عملکردبذر اندازه استاندارد بین دو سال آزمایش مشاهده نشد. میانگین کمترین و بیشترین درصدوزنی عملکرد بذر زیر غربال۲ میلی‌متر کشیده به‌ترتیب به سینگل‌کراس‌های MS FC 201*OT 231 و MS 474*OT 231 به‌ترتیب به‌مقدار ۱۴ و ۴۲ درصد تعلق داشت (جدول ۲). بنابراین، سال‌های مختلف به‌همراه ژنوتیپ در تولید بذر، تأثیر معنی‌داری بر درصد وزنی عملکرد اندازه‌های مختلف بذر چغندرقند دارد. از طرفی گزارش شده است که دمای پایین در طول دوره زایشی باعث بزرگ‌تر شدن اندازه بذر چغندرقند می‌شود (Mirzaei *et al.* 2016; Hampton *et al.* 2013; Marlander *et al.* 2011). بررسی داده‌های هواشناسی نشان داد که میانگین، کمینه و بیشینه دما در سال ۱۳۹۴ کرج نسبت به سال ۱۳۹۳ در دوره رشد گیاه مادری و پرشدن بذر، بیشتر بود. هم‌چنین از لحاظ رطوبت‌نسبی هوا نیز سال ۱۳۹۴ نسبت به سال ۱۳۹۳ کمتر بود (شکل۱).

جدول۱ نتایج تجزیه واریانس مرکب در زمان درصد وزنی اندازه‌ها و صفات آناتومیک بذرسینگل‌کراس‌های چغندرقند

منابع تغییر	درجه آزادی	درصدوزنی عملکردبذر زیر۲ میلی‌متر کشیده	درصدوزنی عملکردبذر استاندارد	درصدوزنی عملکردبذر بالای۳/۲ میلی‌متر کشیده	درصدوزنی عملکردبذر زیر۳/۵ میلی‌مترگرد
سال	۱	۰/۰۴۱^{ns}	۰/۰۱۸^{ns}	۰/۵۳۰**	۰/۹۴۴**
خطا	۶	۰/۰۳۷	۰/۰۳۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۴
سینگل‌کراس	۱۱	۰/۰۴۶**	۰/۰۱۰^{ns}	۰/۰۶۲**	۰/۰۱۴^{ns}
سال × سینگل‌کراس	۱۱	۰/۰۰۸^{ns}	۰/۰۰۹*	۰/۰۰۹**	۰/۰۰۹**
خطا	۶۶	۰/۰۰۵	۰/۰۰۴	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱۶
ضریب تغییرات (درصد)		۲۴/۲۷	۱۶/۱۶	۲۷/۸۵	۱۱/۸۳

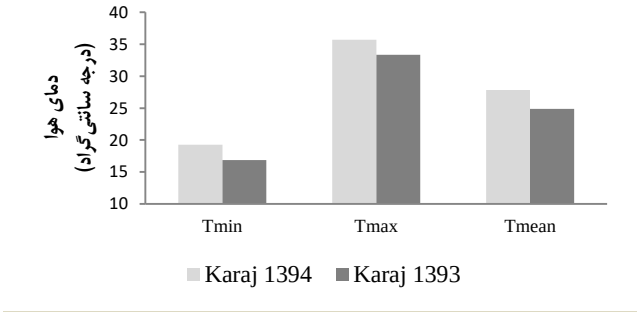
ادامه جدول ۱

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن هزاردانه	وزن‌خشک پریکارپ	وزن‌خشک جنین	نسبت وزن جنین به پریکارپ	سرعت جوانه‌زنی	میانگین زمان جوانه‌زنی	بذر مغزدار جوانه‌نزده
سال	۱	۳۳/۹۲**	۸۱/۴۰**	۱۰/۴۰**	۰/۹۷۱**	۰/۰۰۰۴۵**	۳/۹۳**	۱۵/۹۳**
خطا	۶	۰/۲۶۴	۰/۴۵۸	۰/۱۰۵	۰/۰۰۲۷	۰/۰۰۰۰۰۶۳	۰/۲۲	۰/۲۸۰
ژنوتیپ	۱۱	۲/۰۹*	۱/۰۶^{ns}	۰/۱۹۳*	۰/۰۰۴۰^{ns}	۰/۰۰۰۰۳۶^{ns}	۰/۲۵*	۰/۴۲۲^{ns}
سال × ژنوتیپ	۱۱	۰/۷۰۹۷**	۰/۵۴۲**	۰/۰۶۸^{ns}	۰/۰۰۳۰^{ns}	۰/۰۰۰۰۱۸**	۰/۰۶۶^{ns}	۰/۲۹۴^{ns}
خطا	۶۶	۰/۱۵۹	۰/۱۳۰	۰/۰۶۱	۰/۰۰۱۷	۰/۰۰۰۰۰۵۶	۰/۰۶۲	۰/۲۰۷
ضریب تغییرات		۳/۷۸	۵/۲۸	۹/۵۶	۱۰/۳۸	۱۵/۶۱	۵/۳۱	۱۴/۵۸

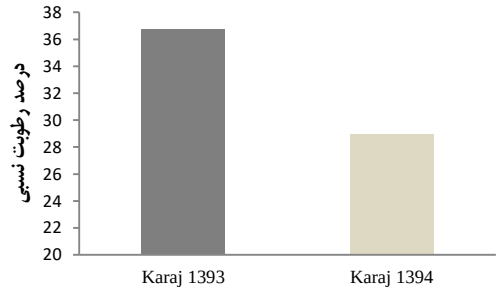
**،*و^{ns}به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد و غیرمعنی‌دار

جدول۲ مقایسه میانگین درصدوزنی عملکرد اندازه‌های مختلف بذرسینگل‌کراس‌های چغندرقند در کرج در سال ۹۳ و ۹۴

اندازه بذر	بالای۳/۲ میلی‌متر کشیده		زیر۳/۵ میلی‌مترگِرد		استاندارد		زیر۲ میلی‌متر کشیده
سینگل‌کراس در سال	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۳	۱۳۹۴	میانگین دو سال
SC(231*261)	۳	۱۶	۲۱	۵	۴۴	۵۲	۲۹
SC(231*7112)	۷	۲۰	۲۲	۶	۳۹	۴۶	۳۰
SC(231*419)	۴	۱۹	۱۸	۶	۴۳	۴۹	۳۰
SC(231*436)	۹	۱۴	۱۵	۷	۴۳	۴۰	۳۶
SC(231*474)	۳	۹	۱۷	۶	۳۶	۴۴	۴۲
SC(231*452)	۶	۲۰	۱۳	۵	۴۱	۴۷	۳۴
SC(231*428)	۴	۱۸	۱۴	۷	۴۰	۴۸	۳۴
SC(231*FC607)	۱۰	۲۴	۲۶	۷	۳۴	۴۳	۲۸
SC(231*FC708)	۹	۲۶	۳۱	۵	۳۴	۳۷	۲۹
SC(231*KWS)	۹	۴۰	۳۰	۷	۳۷	۳۷	۲۰
SC(231*FC201)	۲۸	۴۸	۱۲	۴	۴۶	۳۵	۱۴
SC(231*FC301)	۱۶	۳۴	۱۶	۵	۴۶	۳۷	۲۳
میانگین	۹	۲۴	۱۹	۶	۴۰	۴۳	۲۹
LSD 5%		۶/۳۲		۴/۲۴		۸/۹۴	۷/۰۶



A



B

شکل ۱ مقایسه میانگین، حداقل، حداکثر و میانگین دمای هوا (A) و رطوبت‌نسبی هوا (B) از شروع گلدهی و پرشدن بذر در سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ کرج

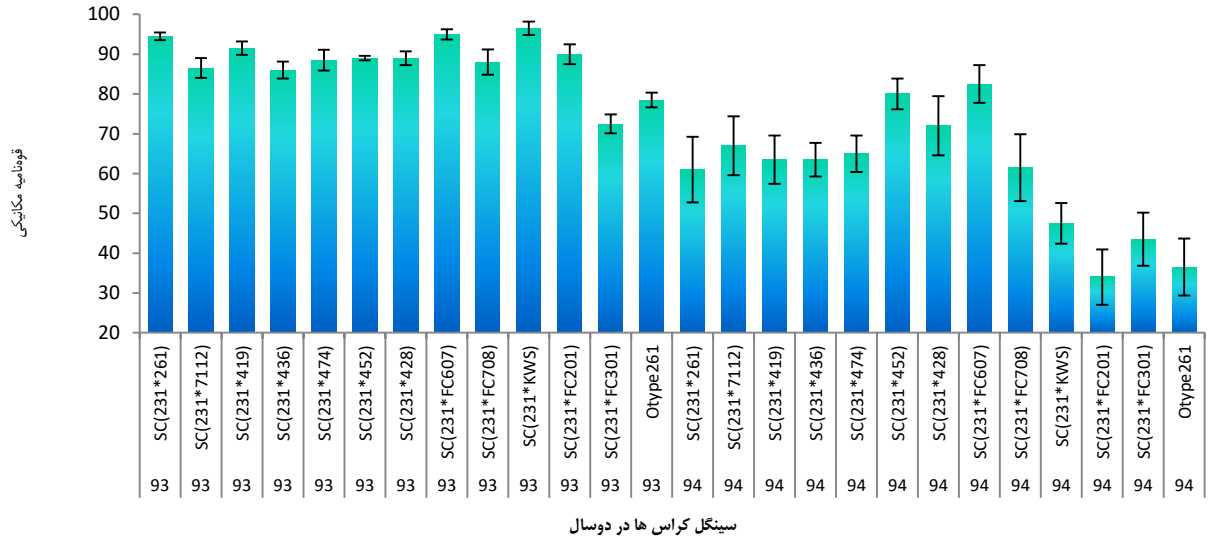
نسبت به سال ۱۳۹۳ به لحاظ رطوبت بهینه که حدود ۷۰–۶۰ درصد است (Longden 1986; Wood *et al*. 1980) و دمای بهینه در طول دوره گل‌دهی که بین ۲۰–۱۵ درجه سانتی‌گراد است (SadeghianMotahar 1996; Scott 1970; Smith 1980;)، نامناسب بود. در واقع سال ۱۳۹۴ در کرج یک شرایط گرم و خشکی نسبت به سال ۱۳۹۳ تجربه شد (شکل ۱). براساس بررسی نتایج آب و هوایی سال ۱۳۹۴، افزایش درصد وزنی عملکرد بذر بالای غربال ۳/۲ میلی‌متر کشیده برای دوازده سینگل کراس در سال ۱۳۹۴ نسبت به سال ۱۳۹۳، قابل توجیح و تفسیر نبود. نتایج تحقیق مشابهی برای داده‌های هواشناسی سه منطقه کرج، اردبیل و فیروزکوه در سال ۱۳۹۳ نشان داد که دما و رطوبت در فیروزکوه بین کرج و اردبیل قرار دارد (Mirzaei *et al*. 2017). اما وزن هزار دانه در فیروزکوه به‌طور معنی‌داری از دو منطقه دیگر بیشتر بود (Mirzaei and Sadeghzadeh Hemayati 2021). افزایش وزن هزاردانه در فیروزکوه ناشی از افزایش وزن‌پریکارپ بوده و حتی وزن جنین نسبت به کرج و اردبیل کاهش یافت (Mirzaei 2016). نتایج این تحقیق نیز نشان داد که وزن هزاردانه در سال ۱۳۹۴ کرج نسبت به سال ۱۳۹۳ به‌طور معنی‌داری بیشتر بود. این افزایش وزن هزاردانه ناشی از وزن بیشتر پریکارپ نسبت به سال ۱۳۹۳ کرج بود. البته وزن جنین در سال ۱۳۹۴ نسبت به سال ۱۳۹۳ کاهش یافت (جدول ۳). این نتیجه کرج در سال ۱۳۹۴ دقیقاً مشابه نتیجه فیروزکوه نسبت به کرج و اردبیل بود (Mirzaei 2016). بنابراین، افزایش رشدپریکارپ یا تغییر در آناتومی بذر چغندرقند، بایستی علتی به غیر از شرایط محیط سرد داشته باشد. به‌عبارت دیگر این نحو از تسهیم مواد در جهت رشد پریکارپ بذر چغندرقند، نمی‌تواند در اثر دمای پایین در طول دوره زایشی بذر چغندرقند که توسط پژوهشگران دیگر (Mirzaei *et al*. 2016; Hampton *et al*. 2013; Marlander *et al*. 2011) بیان شده، حادث شده باشد با توجه به مقایسه داده‌های هواشناسی سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ (شکل ۱) و نتایج درصد وزنی عملکرد بذر در این دو سال (جدول ۲)، ممکن است مدیریت زراعی نامطلوبی در دوره زایشی باعث ایجاد تنش‌غیرزنده (مثل آبیاری غیریکنواخت یا کم آبیاری و...) در کرج سال ۱۳۹۴ اتفاق افتاده باشد. بنابراین، شاید به‌توان بیان کرد که از علل افزایش وزن پریکارپ بذر چغندرقند، علاوه‌بر دمای پایین در طول دوره‌زایشی بذر چغندرقند، می‌تواند مدیریت مزرعه نیز به‌عنوان عامل دیگر و یک واکنش فیزیولوژیکی به تنش غیرزنده، تلقی شود.. به هر حال، بر اساس داده‌های هواشناسی، عاملی غیر از دمای پایین، باعث افزایش وزن هزاردانه و افزایش وزن پریکارپ، شده است.

جدول۳ مقایسه میانگین صفات آناتومیک بذر منوژرم چغندرقند در کرج سال ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴

صفت سال	درصدرطوبت	هزاردانه (گرم)	وزن خشک پریکارپ(میلی‌گرم)	وزن خشک جنین(میلی‌گرم)	نسبت وزن جنین به پریکارپ	میانگین زمان جوانه‌زنی (روز)
۱۳۹۳	۶/۲۵ a	۱۱/۱۲ a	۵/۹۰ a	۲/۹۱ a	۰/۴۹ a	۴/۵۰ b
۱۳۹۴	۵/۸۴ b	۱۲/۶۴b	۷/۷۴ b	۲/۲۶ b	۰/۲۹ b	۴/۸۲ a

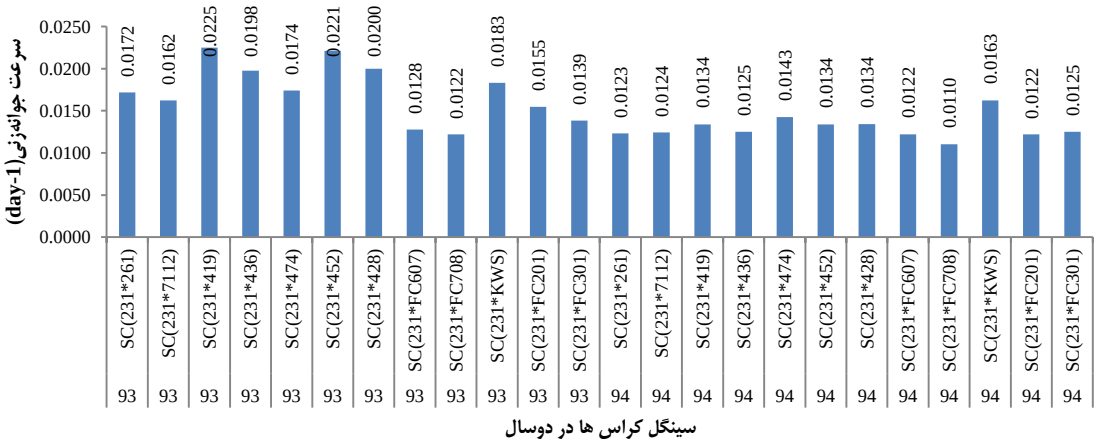
میانگین‌های دارای حروف مشترک در هرستون بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند

با افزایش رشد پریکارپ بذرچغندرقند، درصدوزنی عملکردبذر در اندازه استاندارد و درصدوزنی عملکرد بالای غربال ۳/۲ میلی‌متر کشیده در سال ۱۳۹۴ نسبت به سال ۱۳۹۳، افزایش یافت. برای بررسی بیشتر این موضوع و شرایط مدیریت‌زراعی در دوره‌زایشی، میانگین قوه‌نامیه مکانیکی بین سینگل‌کراس‌ها و تکرارها در سال ۱۳۹۴ نسبت به سال ۱۳۹۳ (شکل۲) تعیین شد. میانگین قوه‌نامیه مکانیکی بذور تولیدی در کرج در سال ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ به‌ترتیب ۹۰ و ۶۸ درصد بود. نتایج تحقیق مشابه در سال ۱۳۹۳ میانگین قوه‌نامیه مکانیکی بذور تولیدی در کرج، فیروزکوه و اردبیل به‌ترتیب ۹۰، ۴۰ و ۷۰ درصد بود (Mirzaei *et al*. 2017). چنانچه بیان شد، شرایط سرد موجب رشد بیشتر پریکارپ (سلول‌های پریکارپ مقاوم به دمای سرد محیط می‌باشد) و به رشدجنین یا بذرحقیقی، آسیب می‌رساند. در نتیجه بذر پوک به‌طور چشمگیری افزایش می‌یابد (Chegini 1999; Wood *et al*. 1982; Bosemark 1970; Heide *et al*. 1976). پس می‌تواند یکی از علل قوه‌نامیه مکانیکی پایین در فیروزکوه و اردبیل، شرایط سرد آنها نسبت به کرج باشد (Mirzaei *et al*. 2017). فرضیه‌های مختلف دیگری نیز در رابطه با پوکی‌بذرچغندرقند مطرح شده است. از دلایل پوکی‌بذر، می‌تواند ضعف در عمل تلقیح در اثر کمبودپراکنش دانه‌گرده، اختلال در رشد لوله‌گرده و پایین بودن ظرفیت طویل شدن لوله‌گرده به‌دلیل دمای بالا، ناشی شود. هم‌چنین افزایش دما در زمان توسعه بذر ممکن است منجربه توقف رشد و در نهایت درصد بذر پوک افزایش یابد (Alcaraz et al. 1998; Scott 1970). مقایسه پارامترهای اقلیمی فیروزکوه با اردبیل و کرج در سال ۱۳۹۳ (Mirzaei *et al*. 2017) و کرج سال ۱۳۹۴ (شکل ۱) در دوره‌زایشی چغندرقند، نشان داد که تغییرات دمایی (میانگین، کمینه و بیشینه)، رطوبتی و ساعات آفتابی در فیروزکوه حدوسط کرج و اردبیل قرار داشت. بنابراین، نتایج بررسی پارامترهای اقلیمی نشان می‌دهد که اقلیم فیروزکوه به‌ویژه شرایط دمایی در سال ۹۳ و کرج در سال ۹۴، نمی‌تواند علت قوه‌نامیه مکانیکی پایین را تفسیر و توجیح نماید. اثر عوامل‌زراعی که با منطقه اختلاط یافته، می‌تواند به‌عنوان عامل مفروض مؤثر دیگری در پوکی‌بذر چغندرقند، دور از انتظار نباشد. بدین منظور، خطای معیار میانگین (SE) که نشان‌دهنده متوسط اختلاف بین و درون تکرارها و به‌عنوان شاخصی برای ارزیابی درجه یکنواختی است، موردبررسی قرار گرفت. بیشترین دامنه تغییرات اشتباه معیار میانگین برای قوه نامیه مکانیکی در بین کرت‌ها (تیمارها) و تکرارها سال ۹۴ نسبت به سال ۹۳ (شکل ۲) تعلق داشت. نتیجه مشابهی درخصوص بررسی بیشترین دامنه تغییرات اشتباه معیار میانگین برای قوه‌نامیه مکانیکی در بین کرت‌ها (تیمارها) و تکرارها به فیروزکوه نسبت به اردبیل و کرج مشاهده شد (Mirzaei 2016). بنابراین، ممکن است شرایط زراعی غیریکسان و نامساعد بین کرت‌ها و تکرارها در دوره‌زایشی، موجب دامنه تغییرات زیاد در قوه‌نامیه مکانیکی شده باشد. زیرا پژوهشگران زیادی بیان داشتند که کیفیت فیزیولوژیک بذر بخصوص از زمان گل‌دهی تا رسیدگی، با شرایط رشد و نمو تولید بذر تعیین می‌شود (Kocklemann *et al*. 2010; Kocklemann and Meyer 2006; Smith 1980). به‌عنوان مثال، وقوع تنش‌های غیرزنده درطول گلدهی و نمو بذر ازجمله تنش‌رطوبتی علاوه‌بر پوکی، می‌تواند بذرهای ضعیف، چروکیده وکاهش نسبت جنین به پریکارپ (جدول ۳) را ایجاد نماید (Sadeghzadeh Hemayati *et al*. 2006).



شکل ۲ مقایسه میانگین قوه‌نامیه مکانیکی سینگل‌کراس‌ها و پایه‌پدری در کرج سال‌های ۱۳۹۳ و۱۳۹۴ با خطای استاندارد میانگین

با توجه به این نتیجه، به‌نظر می‌رسد وزن هزاردانه بذرچغندرقند، شاخص مناسبی برای ارزیابی وضعیت وزن‌جنین و کیفیت بذرچغندرقند نباشد. این تغییر از آنجایی که پریکارپ بذر یکی از عوامل اصلی تعیین‌کننده جوانه‌زنی، ویگور و طول عمر بذر است (Franciscoh *et al.* 2001) بسیار حائز اهمیت می‌باشد. وزن‌خشک جنین (بذر واقعی) و نسبت وزن‌جنین به پریکارپ سینگل‌کراس‌ها در سال ۱۳۹۴ نسبت به سال ۱۳۹۳ کاهش معنی‌داری نشان داد (جدول ۳). سرعت جوانه‌زنی دوازده سینگل‌کراس سال ۱۳۹۳ با ۰/۰۱۷۹ نسبت به سال ۱۳۹۴ با ۰/۰۱۳۰ برتری داشت (شکل ۳). در نتیجه سینگل‌کراس‌ها در سال ۱۳۹۳ نسبت به سال ۱۳۹۴ سریع‌تر جوانه زدند و میانگین زمان جوانه‌زنی کمتری دارند (جدول ۳). این تغییر صفات جوانه‌زنی ناشی‌از تغییر معنی‌دار در خصوصیات آناتومیکی بذرهای سال ۱۳۹۳ به لحاظ وزن هزاردانه، وزن‌خشک پریکارپ، وزن‌خشک جنین نسبت به بذرهای سال ۱۳۹۴ بود (جدول ۳).



شکل ۳ مقایسه میانگین سرعت جوانه‌زنی سیگل‌کراس‌ها در سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ کرج

بنابراین، تغییر در جوانه‌زنی ممکن است بخشی به‌دلیل اندازه‌بذر، مربوط باشد (Mirzaei and Sadeghzadeh Hemayati 2021; Stratton 1989; Aarssen and Burton 1990; Wulff *et al.* 1999). برتری میزان ماده‌خشک جنین و نسبت وزن‌جنین به پریکارپ سینگل‌کراس‌های سال ۱۳۹۳ نسبت به سال ۱۳۹۴، معنی‌دار بود (جدول ۳). می‌توان نتیجه گرفت که علاوه‌بر پریکارپ، میزان توده‌جنین (seed mass) نیز صفات جوانه‌زنی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Mirzaei and Sadeghzadeh Hemayati 2021). افزایش رشد پریکارپ‌بذر و هزاردانه با میانگین زمان جوانه‌زنی (MGT) مرتبط بود (Mirzaei and Sadeghzadeh Hemayati 2021; Sultan 1996; Baskin and Baskin 1998). بنابراین، اثر متقابل عوامل دیگری به غیر از ماده‌خشک بذر با صفات بذری ازجمله میانگین زمان جوانه‌زنی مربوط می‌باشد. این یافته توسط پژوهشگران دیگر گزارش شده است (Norden *et al.* 2009).

نتیجه‌گیری

در تولید بذر چغندرقند علاوه‌بر ژنوتیپ، شـــرایط محیط تولید بذر (ازجمله اهم این عوامل دما، رطوبت‌نســـبی و تنش‌خشـــکی) نیز باعث افزایش وزن هزاردانه می‌شود. این افزایش در اثر رشد بیشتر وزن پریکارپ بود. ژنوتیپ بر وزن جنین بذر چغندرقند، مؤثر بود. لیکن شـــرایط نامناســـب محیط برای تولیدبذر، باعث کاهش وزن‌جنین و نسبت وزن‌خشک جنین به پریکارپ‌بذر چغندرقند شد. نتایج این تحقیق ن شا ن داد که علاوه‌بر ژنوتیپ، شرایط محیطی ازجمله دمای بالا در طول دوره گلدهی و در زمان توســـعه بذر بر افزایش درصـــد پوکی‌بذر چغندرقند مؤثر بود. مدیریت نامناســـب مزرعه (مانند آبیاری غیریکنواخت و ...) می‌تواند منجربه تنش شده و در افزایش درصدپوکی مؤثر باشد. صفات آناتومیک بذرچغندرقند شامل وزن‌خشک پریکارپ و وزن‌خشک جنین و نسبت وزن‌جنین به پریکارپ بر صـــفات جوانه‌زنی ازجمله ســـرعت و میانگین زمان جوا نه‌زنی مؤثر بود. با کاهش وزن‌خشـــک پریکارپ و افزایش وزن‌جنین و نســـبت وزن‌جنین به پریکارپ، ســـرعت جوانه‌زنی و میانگین زمان جوانه‌زنی به‌ترتیب افزایش و کاهش یافت. بنابراین، برهمکنش محیط تولیدبذر و ژنوتیپ، بر ســـرعت جوانه‌زنی بذر چغندرقند تأثیرگذار است.

منابع مورد استفاده:

References:

Aarssen LW, Burton SM. Maternal effects at four levelsin Senecio vulgaris (Asteraceae) grown on a soil nutrient gradient. American Journal of Botany. 1990; 77: 1231–1240. **doi:10.2307/2444634.**

Alcaraz G, Genter T, Laillet G, Rageot D. Sugar beet pollen biology. Proceedings of the 61st IIRB Congress.; Brussels;1998. p. 393–399.

Baskin CC, Baskin JM. Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. Academic Press. 1998. San Diego, California, USA. **doi:10.1016/B978-0-12-080260-9.X5000-3.**

Bosemark NO. Influence of seed crop environment on root crop characteristics. Journal of International Institute for Sugar Beet Research. 1970; 4: 193-206.

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.

Donohue K, Schmitt J. Maternal environmental effects in plants: adaptive plasticity? In T. A. Mousseau and CW. Fox (eds.), Maternal effects as adaptations. 1998; 137–158. Oxford University Press, Oxford, UK.

Franciscoh H, Dübbern DE, Marcos-Filho J. The seed coat as a modulator of seed-environment relationships in Fabaceae. Revista Brasileira de Botanica. 2001; 24(4). **doi:10.1590/S0100-84042001000400002.**

Free JB, Williams IH, Longden PC Johnson MG. Insect pollination of sugar-beet (*Beta vulgaris* L.) seed crops. Annals of Applied Biology. 1975; 81: 127–134. **doi:10.1111/j.1744-7348.1975.tb00529.x.**

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. **doi:10.2307/2657035.**

Heide OM, Junttila O, Samuelsen RT. Seed germination and bolting in red beet as affected by parent plant environment. Physiology Plant. 1976; 36: 343-349. **doi:10.1111/j.1399-3054.1976.tb02254.x**.

ISTA. International Rules for Seed Testing. 2022; International Seed Testing Association, Switzerland.

Kockelmann A, Tilcher R, Fischer U. Seed production and processing. Sugar Tech. 2010; 12(3–4): 267–275. **doi:10.1007/s12355-010-0039-z**.

Kockelmann A, Meyer U. Seed production and quality. In Sugar Beet (ed) Drycoat AP. 2006; 89–113. Oxford, UK: by Blackwell Publishing Ltd.

Lacey EP, Smith S, Case AL. Parental effects on seed mass: seed coat but not embryo/endosperm effects. American Journal of Botany. 1997; 84: 1617−1620. **doi:10.2307/2446624.**

Longden PC. Influence of the seed crop environment on the quality of sugar beet seed. in Proceedings of 49th Winter Congress of IIRB. 1986; p.1–16.

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.

Mirzaei MR. Effects of environment and genetic on the anatomical, biophysical and physiological characteristics of sugar beet seeds (*Beta Vulgaris* L.) (Ph.D thesis). The University of Guilan. Iran; 2016. [In Persian]

Mirzaei MR, Asghari J, Taleghani D, Sadeghzadeh Hemayati S. Effects of environment and genetic on yield and seed size of single crosses of sugar beet (*Beta vulgaris* L). Iranian Journal of crop science. 2016; 18(1). 258-270. (in Persian, abstract in English)

Mirzaei MR, Asghari J, Taleghani D, Sadeghzadeh Hemayati S. Effect of environmental factors and female parent on some sugar beet seed traits. Journal of Sugar Beet. 2017; 33(1): 75-89. **doi:10.22092/JSB.2017.102291.1105.** [In Persian]

Mirzaei MR, Sadeghzadeh Hemayati S. The effect of environment and maternal plant on germination traits of sugar beet seeds and an approach to select the superior genotype. Agricultural Research. 2022. 11: 608- 614. **doi:10.1007_s40003-021-00607-2_29nz.**

Norden N, Daws MI, Antoine C, Gonzalez MA, Garwood NC, Chave J. The relationship between seed mass and mean time to germination for 1037 tree species across five tropical forests. Functional Ecology. 2009; 23: 203–210. **doi:10.1111/j.1365-2435.2008.01477.x.**

Platenkamp GAJ, Shaw RG. Environmental and genetic maternal effects on seed characters in Nemophilamenziesi. Evolution. 1993; 47: 540–555. **doi:10.2307/2410070.**

Sadeghian Motahar SY. Sugar beet seed production. Agricultural Education Publishing Center press. 1996; [In Persian]

Stratton DA. Competition prolongs expression of maternal effects in seedlings of Erigeron annus (Asteraceae). American Journal of Botany. 1989;76: 1646–1653. **doi:10.2307/2444402.**

Scott RK. The effect of weather on the concentration of pollen within sugar-beet seed crops. Annals of Applied Biology. 1970; 66: 119-127. **doi:10.1111/j.1744-7348.1970.tb04609.x.**

Smith GA. Sugar beet. In Hybridization of Crop Plant. Forsberg RA, Hallauer AR, Hovin AW (Eds). Madison, Wisconin, USA. 1980; p. 601-616.

Sultan SE. Phenotypic plasticity for offspring traits in Polygonum persicaria. Ecology. 1996; 77: 1791–1807. **doi:10.2307/2265784.**

Soltani E, Soltani A, Oveisi M. Modeling seed aging effect on wheat seedling emergence in drought stress: Optimizing germination program to predict emergence pattern. Journal of Crops Improvement. 2013; 15: 147-160. **doi:10.22059/jci.2013.36106.**

Wood DW, Scott RK, Longden PC. The effects of mother-plant temperature on seed quality in *Beta vulgaris* L. (sugar beet). in Hebblethwaite PD (Ed.) Seed production. London–Boston, Butter worths. 1980; p. 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. IIRB. Bruscelles. 1982; P. 15-24.

Wulff RD, Bazzaz FA. Effect of the parental nutrient regime on growth of the progeny in Abutilon the *ophrasti (Malvaceae).* American Journal of Botany. 1992; 79: 1102–1107. **doi:10.1002/j.1537-2197.1992.tb13704.x.**