نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد بیست و دوم، شماره سوم، ۱۳۹٤
http://jopp.gau.ac.ir

بررسی تغییرات کیفیت بذر در طی نمو و رسیدگی بذر در هیبریدهای منوژرم چغندرقند

***سلیم فرزانه[۱]، بهنام کامکار[۲]، فرشید قادری‌فر[۲] و محمدعلی چگینی[۳]**

[۱]دانش‌آموخته دکتری زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان و استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، [۲]دانشیار گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۳]دانشیار مؤسسه اصلاح و تهیه بذر چغندرقند

تاریخ دریافت: ۹۳/۳/۲۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۳/٦/۱۰

چکیده

سابقه و هدف: کیفیت بذر در چغندرقند مهمترین عامل تعیین‌کننده عملکرد ریشه است. بذرهایی که دارای درصد جوانه‌زنی کمتر و جوانه‌زنی آن‌ها کند و غیریکنواخت باشد، بوته‌های حاصل از آن‌ها نیز رشد اولیه کندتری خواهند داشت. نتایج تحقیقات مختلف حاکی از آن است که زمان برداشت یکی از عوامل مهم تأثیرگذار بر کیفیت بذر چغندرقند می‌باشد. در برداشت زود هنگام چغندرقند، جوانه‌زنی و بنیه بذر پایین می‌باشد و برداشت دیر هنگام نیز به افزایش تلفات ناشی از ریزش بذر منجر می‌شود. با این وجود در هر تعداد مشخص روز بعد از اولین گل، ارقام ممکن است از نظر درصد جوانه‌زنی به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای متفاوت باشند. همانند سایر گیاهان زراعی، تعیین زمان برداشت برای حصول بذرهایی با کیفیت بالا در چغندرقند الزامی است. بنابراین این تحقیق به‌منظور مطالعه تغییرات کیفیت بذر در طول نمو و رسیدگی بذر در پایه‌های مادری چغندرقند و تعیین مرحله‌ای از نمو که در آن، بذر دارای حداکثر کیفیت است، صورت گرفت.

مواد و روش‌ها: این تحقیق در سال ۱۳۹۲ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اردبیل (آلاروق) و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۲ تکرار اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل پنج پایه مادری

*مسئول مکاتبه: salimfarzaneh@yahoo.com

دیپلوئید نر عقیم سینگل کراس شامل 436×7112، SB36×7112، 231×261، SB37×28874 و 419×SB36 بودند. هر کرت آزمایشی شامل هشت خط کاشت به طول شش متر با فاصله ٦٠ سانتی‌متر بود. به طوری‌که دو ردیف کناری به‌عنوان والد پدری (اوتایپ) و شش ردیف وسطی به والدین نرعقیم اختصاص یافته بود. برای ارزیابی تغییرات کیفیت بذر در مرحله گل‌دهی ۵ بوته از هر کرت علامت‌دار شدند و از ۵۰ درصد گل‌دهی تا پایان دوره رشد، از بذرهای در حال رشد با فواصل زمانی ۷-۵ روز برداشت شدند. بعد از برداشت بذر و محاسبه وزن تر، وزن خشک میوه‌ها، آزمون‌های جوانه‌زنی، تسریع پیری و هدایت الکتریکی انجام گرفت.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که در بین پایه‌های مادری مختلف از نظر حداکثر وزن خشک بذر تفاوت وجود داشت و درجه روز رشد لازم برای رسیدن به حداکثر وزن خشک بعد از ۵۰ درصد گل‌دهی، در پایه‌های مادری SB36×7112، SB37×28874، 436×7112، SB36×419 و 231×261 به‌ترتیب معادل ٥٠٧/٥، ٥٦٣/٣، ٤٥٩/٣، ٤٩٩/٧ و ٤٩٢/٧ درجه روز رشد بود. در این زمان‌ها رطوبت بذر به ترتیب ٥٢/٣، ٤٠/٨، ٥٢/٦، ٤٤/٤ و ٤٢/٥ درصد به‌دست آمد. رسیدگی کیفی در پایه‌های مادری SB37×28874 و 231×261 قبل از رسیدگی فیزیولوژیکی اتفاق افتاد ولی در پایه‌های مادری SB36×7112، 436×7112 و SB36×419 بعد از رسیدگی فیزیولوژیکی به حداکثر کیفیت (حداکثر جوانه‌زنی) رسیدند.

نتیجه‌گیری: برای رسیدن به کیفیت بالا در بذر چغندرقند، باید عملیات برداشت پس از ٥٨٠-٤٨٠ درجه روز رشد بعد از ۵۰ درصد گل‌دهی انجام شود که در این زمان رطوبت بذر بین ٥٢-٤٠ درصد و رنگ قشر خارجی میوه رنگ قهوه‌ای تیره است.

واژه‌های کلیدی: چغندرقند، صفات ریخت‌شناسی، صفات کمّی و کیفی بذر، مراحل فنولوژیک

مقدمه

لازمه توسعه مکانیزاسیون در زراعت چغندرقند، به کاربردن بذر مرغوب و با کیفیت است و کیفیت بذر در چغندرقند مهمترین عامل تعیین‌کننده عملکرد ریشه است. ظهور کند و ناهمگن گیاهچه یکی از مشکلات عمده در زراعت چغندرقند می‌باشد و بذرهایی که دارای درصد جوانه‌زنی کمتر و جوانه‌زنی آن‌ها کند و غیریکنواخت باشد، بوته‌های حاصل از آن‌ها نیز رشد اولیه کندتری خواهند داشت. این رشد اولیه و استقرار کندتر باعث دریافت تشعشع خورشیدی کمتر و در نهایت کاهش عملکرد می‌شود. عدم یکنواختی در جوانه‌زنی و در نتیجه تفاوت زیاد در اندازه بوته‌ها موجب بروز مشکلاتی در مدیریت مزرعه می‌شود (٤، ٦، ١٧، ١٨، ٤٠، ٤٢).

نتایج تحقیقات مختلف حاکی از آن است که زمان برداشت یکی از عوامل مهم تأثیرگذار بر کیفیت بذر چغندرقند می‌باشد (١، ٢٤، ٤٤، ١٧). در برداشت زود هنگام چغندرقند، جوانه‌زنی و بنیه بذر پایین می‌باشد و برداشت دیر هنگام نیز به افزایش تلفات ناشی از ریزش بذر منجر می‌شود (١٧، ١٩). با این وجود در هر تعداد مشخص روز بعد از اولین گل، ارقام ممکن است از نظر درصد جوانه‌زنی به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای متفاوت باشند. جوانه‌زنی همچنین به طور معکوس با رطوبت میوه‌ها در زمان برداشت متفاوت است (١١، ١٢، ٤٤، ٥٦).

عقیده تأثیر منفی بذرهای نابالغ روی جوانه‌زنی به‌طور کلی پذیرفته شده است. تکرونی (١٩٦٨) گزارش کرد که زمانی‌که بلوغ با حداکثر جوانه‌زنی و وزن خشک میوه‌ها تعیین می‌شود، در این صورت برای گل‌های خاص بلوغ در ٤٠ تا ٤٥ روز بعد از گل‌دهی اتفاق می‌افتد و تمام بذرهای روی بوته، ٤٥ روز بعد از اوج گل‌دهی بالغ می‌شوند. او همچنین نشان داد که همه بذرها زمانی‌که بوته‌های چغندرقند (از اولین گل‌دهی) در معرض ٩٠٠ واحد دمایی (درجه روز از دمای پایه ٤٥ درجه فارنهایت) قرار گیرند بالغ خواهند شد (٥٢). رنگ میوه‌ها و مقدار رطوبت نشانگرهای قابل اعتماد برای بلوغ بذر نیستند. برخی بذرها ٢٠ روز بعد از گل‌دهی جوانه می‌زنند. وی همچنین نشان داد که بذرهای توسعه نیافته عمدتاً باعث پایین بودن پتانسیل جوانه‌زنی می‌شود (٣٩، ٥٢، ٥٣). گریمواد و همکاران (١٩٨٧) گزارش کردند که حدود ٢٠ روز بعد از گرده‌افشانی، میوه‌های تشکیل‌شده چغندرقند قادر به جوانه‌زنی هستند، اما بیشترین جوانه‌زنی را میوه‌هایی دارند که پس از گذشت حدود ٥٥ روز از شکوفایی، معادل ٥٠٠ واحد دمایی (درجه روز رشد) درجه حرارت نیز دریافت کرده باشند. ازسوی دیگر، وزن میوه و سطح ذخایر پروتئین و نشاسته در بذر چغندرقند تا حدود ٥٥ روز از شکوفایی‌شان، روند افزایشی

داشت و بنابراین نتیجه گرفتند که رسیدگی فیزیولوژیک بذر حدود ۵۵ روز پس از تلقیح و یا پس از دریافت ۵۰۰ واحد دمایی روی می‌دهد (۲٤، ٤۳).

برای نشان دادن زمان رسیدگی فیزیولوژیک و برداشت در گیاهان مختلف از شاخص‌های مختلفی مانند میزان ماده خشک بذر (۱۵، ۳٤، ٤۸، ٤٤)، رطوبت بذر (۳٤، ٤٤) تغییرات رنگ کپسول یا میوه (۸، ۵٤، ٤٤)، شاخص هدایت الکتریکی (٤۸)، درجه روز رشد[1] (۲۱، ۲) و روز پس از گل‌دهی (۲) استفاده شده است در ضمن، از توابع مختلفی مانند تابع لجستیک، تابع درجه دوم و سوم، تابع گامپرتز و تابع دوتکه‌ای برای بررسی تغییرات وزن خشک بذر و رطوبت بذر در مقابل زمان استفاده شده است (۲۱، ۲۳، ۳، ۹).

سرولر (۱۹۸٤)، بین سال‌های ۱۹۸۱ تا ۱۹۸۳ با نمونه‌برداری‌های دوره‌ای و تجزیه آزمایشگاهی نشان دادند که در طول رسیدن بذر بر میزان ماده خشک محتوی بذر افزوده شده و درصد جوانه‌زنی افزایش می‌یابد و بیشترین مقدار ماده خشک و درصد جوانه‌زنی بذر با برداشت بذر بین ۱۵ مرداد تا ۳ شهریور به‌دست آمد (٤۷، ۵۱). دورانت و لودز (۱۹۹۰) در شرایط انگلستان طی برداشت بذر با فواصل زمانی یک هفته، با وجود ارتباط بین وزن حقیقی بذر با درصد جوانه‌زنی آن، وجود اختلاف در میزان این ارتباط طی دو سال آزمایش نشان دادند که نمی‌توان از آن به‌عنوان ابزار قابل اعتماد برای پیش‌بینی و تعیین زمان مناسب برداشت استفاده کرد (۱۳). در ارتباط با روند افزایش تعداد بذرهای زنده چغندرقند، لانگدن و جانسون (۱۹۷۷) گزارش دادند که حدود ۱٤ تا ٤۲ روز پس از گلدهی، بر تعداد بذرهای زنده افزوده شده و این مقدار ۵٦ تا ۸٤ روز پس از گلدهی به حداکثر مقدار خود رسید (۳۱).

سرولر و همکاران (۱۹۸۵) جهت ارائه روش قابل اندازه‌گیری، در طول دوره رسیدن بذر میزان هدایت الکتریکی عصاره بذر چغندرقند را در آب دیونیزه اندازه‌گیری کردند و نشان دادند که همراه با افزایش درصد جوانه‌زنی، از مقدار هدایت الکتریکی عصاره بذر کاسته می‌شود. نتایج این آزمایش نشان داد که جهت تعیین تاریخ مناسب برداشت بذر، بایستی از هر دو مولفه مقدار ماده خشک و میزان هدایت الکتریکی عصاره بذر استفاده شود (٤۸). در آزمایش دیگری نیز نشان داده شد که بین میزان هدایت الکتریکی عصاره بذر با اندزه بذر و درصد جوانه‌زنی بذر رابطه منفی وجود داشت (٤۹).

1- Growth Degree Day

در مزارع آریزونا و اورگن آمریکا، میزان جوانه‌زنی در بذرهایی که حدود پنج تا یازده روز قبل از رسیدن تجارتی (در ابتدای شروع ریزش بذر در بوته چغندرقند بذری) برداشت شده بودند در مقایسه با آن‌هایی که در زمان رسیدن تجارتی برداشت شدند، کمتر بود. فاصله زمانی بین شروع گل‌دهی تا رسیدن فیزیولوژیکی و رسیدن تجارتی به‌ترتیب معادل ۷۰-۳۵ و ٦٧-٤٩ روز بود و گزارش شد که شاخص‌های رنگ میوه یا میزان رطوبت بذر، هیچکدام به تنهایی قادر به پیشگویی زمان دقیق برداشت نیستند (٤٤).

تأخیر در زمان رسیدن بذر با کاهش درصد بذرهای منوژرم، ظرفیت جوانه‌زنی (قوه‌نامیه) وزن هزاربذر و در نهایت عملکرد بذر همراه است (۳۵). عملیات برداشت در چند تاریخ متفاوت و به تدریج همراه با رسیدن بذر در مقایسه با برداشت یکباره بر مقدار عملکرد، جوانه‌زنی و نیز وزن خوشه‌های بذری افزوده شد (۵۰).

همانند سایر گیاهان زراعی، تعیین زمان برداشت برای حصول بذرهایی با کیفیت بالا در چغندرقند نیز الزامی است. بنابراین این تحقیق به‌منظور مطالعه تغییرات کیفیت بذر در طول نمو و رسیدگی بذر در پایه‌های مادری چغندرقند و تعیین مرحله‌ای از نمو که در آن، بذر دارای حداکثر کیفیت است، صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌منظور بررسی تغییرات کیفیت بذر در طی نمو و رسیدگی بذر چغندرقند، در سال ۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل (آلارق) واقع در ۱۲ کیلومتری جنوب اردبیل (اقلیم نیمه‌خشک سرد) اجرا شد. زمستان سرد منطقه رشد و نمو گیاهان را متوقف می‌سازد. منطقه دارای یک فصل خشک طولانی به‌ویژه تابستان می‌باشد. ارتفاع از سطح دریا ۱۳۵۰ متر، طول جغرافیائی ٤٨ درجه و ۲۸ دقیقه شرقی و عرض جغرافیائی ۳۸ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی است. میانگین حداقل و حداکثر دمای سالانه به‌ترتیب معادل ۳/۵ و ۱۵/۵ درجه سانتی‌گراد و متوسط بارندگی سالانه برابر ۲۵۰/۱۲ میلی‌متر در طول فصل می‌باشد. در جدول ۱ اطلاعات هواشناسی منطقه اجرای آزمایش ارایه شده است.

جدول ۱- اطلاعات (میانگین ماهانه) هواشناسی مربوط به دمای حداقل، حداکثر و مجموع بارندگی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل در طول اجرای اجرای آزمایش (۱۳۹۱).

Table 1. Agrometeorological information (monthly average of maximum and minimum temperature and total rainfall) of Ardabil agricultural and natural resources research station in 2013.

مجموع بارندگی (میلی‌متر) Precipitation (mm)	متوسط دما (درجه سانتی‌گراد) Mean Temperature (C^0)		ماه Month
	حداقل Minimum	حداکثر Maximum	
34.6	3.50	15.60	March
38.4	6.50	21.50	April
39.5	10.28	25.00	May
45.6	12.70	23.90	June
21.2	12.26	25.80	July
16.7	12.30	23.60	August

این تحقیق در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۲ تکرار اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل پنج پایه مادری دیپلوئید نر عقیم[1] سینگل کراس[2] شامل 7112×436، 7112×SB36، 261×231، SB37×28874 و 419×SB36 بودند.

هر کرت آزمایشی شامل شش خط کاشت به طول شش متر با فاصله ٦۰ سانتی‌متر بود. یعنی اشتکلینگ‌های[3] (ریشه‌چه) بذری با آرایش ٤۰×٦۰ سانتی‌متر کاشته شدند، به طوری‌که دو ردیف کناری به‌عنوان والد پدری (اوتایپ) و چهار ردیف وسطی به والدین نرعقیم اختصاص یافته بود. زمین اجرای آزمایش پس از یکبار شخم معمولی در پائیز و پس از مصرف کود فسفاته (طبق آزمون خاک) دیسک و تسطیح گردید و در نهایت زمین مسطح شده، با استفاده از فاروئر جوی و پشته‌ها طبق دستورالعمل (با فواصل ردیف ٦۰ سانتی‌متر) ایجاد شدند. در اواخر زمستان و اوایل بهار بعد از مساعد شدن شرایط جوی و گاوروشدن خاک مجدداً فاروکشی شد. سپس ریشه‌چه‌ها از سیلوها خارج شده و پس از جداسازی ریشه‌های سالم با وزن ۱۰۰ تا ۱۲۰ گرم در تاریخ ۲۰ فروردین کاشته شدند.

در اردبیل جهت تولید بذر چغندرقند در سال‌های پر بارن و کم باران به‌ترتیب ۳ و ٤ دور آبیاری انجام می‌شود. در این تحقیق جهت استقرار ریشه‌چه‌ها بلافاصله پس از کاشت عملیات آبیاری انجام

1- Cytoplasmic male sterile (CMS)
2- Single cross
3- Steckling

گردید. در طول فصل رشد نیز آبیاری بر اساس نیاز آبی گیاه (آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر) و با استفاده از فلوم برای همه کرت‌ها به‌طور یکسان انجام گردید. پس از ظاهرشدن گیاهچه دوبار عملیات وجین و خاک‌دهی پای بوته به‌عمل آمد و در حین وجین و خاکدهی مقادیر کود نیتروژن توصیه شده که به دو قسمت تقسیم شده بود در هر وجین مصرف گردید. عملیات وجین به‌صورت دستی صورت پذیرفت و در طی اجرای آزمایش بر علیه آفات اگروتیس[1] و شته‌سیاه[2] از سموم شیمیائی مناسب استفاده گردید.

برای ارزیابی تغییرات کیفیت بذر در چغندرقند در مرحله گل‌دهی ۵ بوته از هر کرت علامت‌دار شدند. و از ۵۰ درصد گل‌دهی تا پایان دوره رشد، بذرهای در حال رشد از شاخه‌های فرعی فرعی (اولین شاخه فرعی منشعب از اولین شاخه فرعی در شاخه اصلی) و از پروفیل‌های فوقانی، میانی و تحتانی با فواصل زمانی ۷–۵ روز برداشت شدند. نمونه‌برداری‌ها در ۷، ۱۲، ۱۷، ۲۲، ۲۸، ۳٤، ٤۱، ٤۸ و ٦۰ روز بعد از ۵۰ درصد گل‌دهی انجام شد. در هر نوبت نمونه‌برداری بذرهای چغندرقند از شاخه جدا شدند. سپس از هر گیاه ۱۲ تکرار ۵۰ تایی بذر جدا و وزن تر آن‌ها بلافاصله اندازه‌گیری شد. سپس بذرها در داخل آون در دمای ۱۰۳ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۱۷ ساعت قرار داده شدند (۲۵) و بعد از آن وزن خشک آن با ترازویی با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین شد.

برای تعیین درصد رطوبت بذر (بر مبنای وزن تر) از رابطه زیر استفاده شد (۲۲):

$$SMC = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100$$ رابطه (۱)

که در این رابطه SMC درصد رطوبت بذر بر مبنای وزن تر، W_1 وزن بذر قبل از خشک کردن و W_2 وزن بذر بعد از خشک کردن بذر می‌باشد.

برای تعیین قابلیت حیات بذر (قوه نامیه بذر) در هر مرحله نمونه‌برداری، ۱۲ تکرار ۵۰ تایی بذر (برای هر رقم) شمارش و پیش از قرار گرفتن در محیط کشت با استفاده از محلول قارچ‌کش ویتاواکس ضدعفونی شده و در درون کاغذ صافی چین‌دار[3] کشت گردید و سپس نمونه‌ها در درون اتاقک‌رشد در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند (۲۸) و بعد از گذشت ۱۰ روز، تعداد بذرهای

1- *Agrotis segetum*
2- *Aphis fabae* Sscopoli (Homoptera-Aphididae)
3- Pleated filter paper

جوانه‌زده شمارش گردید. هنگام شمارش، بذرهای جوانه‌زده تلقی شدند که طول ریشه‌چه آن‌ها ۲ میلی‌متر یا بیشتر بود. نسبت وزن آب مصرفی و کاغذ ۱:۰/۸ بود (۱۸).

برای اندازه‌گیری هدایت الکتریکی، ۲۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر در بشرهای ۵۰۰ میلی‌لیتری ریخته شد. کلیه بشرها با فویل آلومینیومی پوشانده شدند تا از آلودگی‌شان جلوگیری شود و قبل از قرار دادن بذرها در داخل آن‌ها، بشرها به‌مدت ٢٤ ساعت در انکوباتوری با دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند تا از لحاظ دما به تعادل برسند. ٤ نمونه ۵۰ تایی از هر نمونه شمارش و وزن آن‌ها تعیین شد و بعد از توزین در بشرهای محتوی آب مقطر قرار گرفتند. سپس کلیه بشرها به‌وسیله فویل آلومینیومی پوشانده شدند و در انکوباتور با دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. در پایان دوره ٢٤ ساعت خیساندن بذر، هدایت الکتریکی نمونه‌ها با EC متر اندازه‌گیری شد. هدایت الکتریکی بر حسب میکروزیمنس بر سانتی‌متر بر گرم) هر نمونه به‌صورت زیر محاسبه شد (۲۵):

$$\text{هدایت الکتریکی} = \frac{\text{قابلیت هدایت الکتریکی (میکروزیمنس بر سانتی‌متر)}}{\text{وزن نمونه بذر (گرم)}} \qquad \text{رابطه (۲)}$$

برای انجام تسریع پیری، بذرها به‌مدت ۷۲ ساعت در دمای ٤۲ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۱۰۰ درصد قرار گرفتند (٤۱). برای این کار بذرها روی یک توری سیمی ریخته شد و در ظرف‌های واکیوم که در کف آن آب ریخته شده بود، قرار داده شدند و سپس ظرف‌ها در دمای موردنظر قرار گرفتند (برای هر تیمار از ظرف‌های جداگانه استفاده شد). در نهایت همه بذرها در یک زمان از انکوباتور خارج شدند (۲۷) و سپس جهت انجام آزمون جوانه‌زنی از هر نمونه بذری ٤ تکرار ۵۰ تایی انتخاب و آزمون جوانه‌زنی انجام گردید.

برای تعیین رابطه بین وزن خشک بذر و زمان برداشت بعد از ۵۰ درصد گل‌دهی (درجه روز رشد) از یک مدل رگرسیون دو تکه‌ای[1] استفاده شد (۲۳، ۲۱). این مدل تغییرات وزن بذر را به دو مرحله تفکیک می‌کند. در مرحله اول، وزن بذر تا رسیدن به حداکثر وزن (رسیدگی وزنی) به‌طور خطی افزایش می‌یابد و در مرحله دوم که بعد از حداکثر وزن بذر می‌باشد، وزن بذر تغییر نمی‌کند. این مدل را می‌توان به‌صورت زیر نوشت:

1- Segmented model

رابطه (۳)
$$W=a+bx \quad x < c$$
$$W=a+bc \quad x \geq c$$

که w وزن بذر، x زمان برداشت بعد از ۵۰ درصد گلدهی، b سرعت پر شدن بذر، c پایان دوره پر شدن بذر (رسیدگی وزنی) و a عرض از مبداء می‌باشد. دوره پر شدن بذر از رابطه ۳ محاسبه شد (۱٤):

رابطه (٤)
$$SFD= W_{max}/SFR$$

که در این رابطه SFD دوره پر شدن بذر، Wmax حداکثر وزن خشک بذر و SFR سرعت پر شدن بذر می‌باشند.

برای محاسبه درجه روز رشد تجمعی از برنامه GDD-Calc استفاده شد. در این برنامه درجه روز رشد تجمعی (زمان حرارتی) با لحاظ منحنی واکنش سرعت نمو به دما و دماهای کاردینال نمو محاسبه می‌شود (٤٦). دمای پایه، دمای مطلوب و دمای سقف برای چغندرقند بذری به‌ترتیب ٦، ۲۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شد (۵۵، ۳۷).

برای تعیین رابطه بین رطوبت بذر، درصد جوانه‌زنی، هدایت الکتریکی و درصد جوانه‌زنی بعد از تسریع پیری با زمان بعد از ۵۰ درصد گل‌دهی از مدل دو تکه‌ای (رابطه ۲) استفاده شد.

تخمین پارامترهای هرمدل با روش مطلوب‌سازی تکراری به کمک رویه Proc Nnlin در نرم‌افزار آماری SAS (Ver.9.2) صورت گرفت (٤۵). در روش مطلوب‌سازی تکراری با هر بار وارد کردن مقادیر اولیه پارامترها، مقادیر نهایی آن با روش کمترین توان‌های دوم تخمین زده می‌شود. تغییر مقادیر اولیه تا زمانی انجام می‌شود که بهترین برآورد از پارامترها به‌دست آید.

نتایج و بحث

روند تغییرات وزن خشک، رطوبت، جوانه‌زنی بدون آفتاب خشک، جوانه‌زنی بعد از آفتاب خشک، جوانه‌زنی بعد از تسریع پیری و هدایت الکتریکی بذر در طی دوره نمو و رسیدگی بذر در مقابل درجه روز رشد تجمعی پس از ۵۰ درصد گل‌دهی در پایه‌های مادری چغندرقند از یک رابطه دو تکه‌ای پیروی نمود. محققان در گیاهان مختلف از توابع مختلفی مانند تابع لجستیک، تابع درجه دوم و سوم، تابع گامپرتز و تابع دو تکه‌ای برای برازش منحنی تغییرات وزن خشک، رطوبت، جوانه‌زنی و هدایت الکتریکی بذر در طی دوره نمو و رسیدگی بذر در مقابل زمان پس از گل‌دهی استفاده کرده‌اند

(۳، ۳٦، ۷، ۱۰، ۳۳، ۲۰، ۲۳، ۲۲). نتایج تخمین پارامترهای مدل برای صفات مورد ارزیابی در جدول ۲ نشان داده شده است.

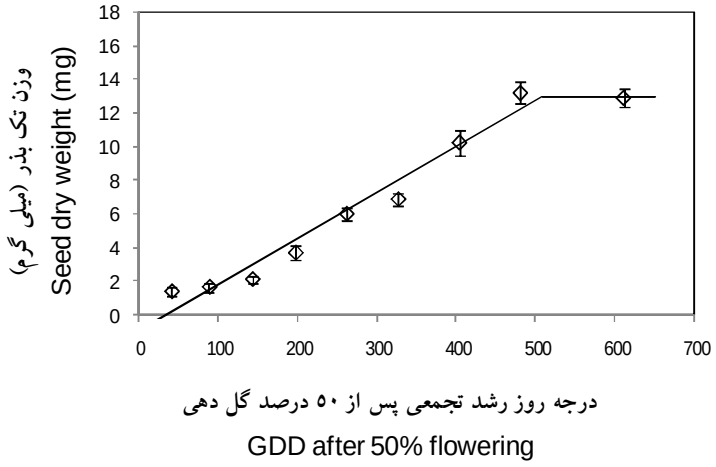
جدول ۲- برآورد پارامترهای مدل تکه‌ای در توصیف تغییرات وزن خشک، رطوبت، جوانه‌زنی بدون آفتاب خشک، جوانه‌زنی بعد از آفتاب خشک، جوانه‌زنی بعد از تسریع پیری و هدایت الکتریکی بذر در طی دوره نمو و رسیدگی بذر در مقابل درجه روز رشد تجمعی پس از ۵۰ درصد گل‌دهی در لاین‌های چغندرقند.

Table 1. Piece model parameters, describing biomass, humidity, germination without sun-dried, germination after sun-dried, seed germination after accelerated aging and electrical conductivity during seed development and maturation in contrast the cumulative growing degree days after 50% flowering in sugar beet lines.

پایه‌های مادری چغندرقند Sugar beet CMS lines					پارامترهای مدل Parameters	صفات مورد ارزیابی Traits
261×231	419×SB36	7112×436	SB37×28874	7112×SB36		
-0.21±0.37	0.31±0.30	0.18±0.38	0.02±0.35	-1.00±0.34	a	ماده خشک Seed dry weight
0.02±0.00	0.02±0.00	0.02±0.00	-0.02±0.35	0.03±0.00	b	
492.7±35.92	499.7±33.83	459.3±28.84	563.3±2.6	507.5±22.36	c	
0.74	0.78	0.89	0.87	0.87	R^2	
139.4±7.26	126.2±4.88	132.8±7.36	123.1±5.26	119.2±3.45	a	رطوبت بذر Seed moisture content
-0.19±0.12	-0.16±0.01	-0.17±0.02	-0.146±0.01	-0.13±0.00	b	
274.4±16.21	255.7±14.88	286.7±17.58	267.7±17.70	227.4±15.78	c	
0.84	0.81	0.78	0.81	0.86	R^2	
-106.1±13.87	-90.08±13.46	-53.12±6.8	-66.52±8.04	-63.05±7.7	a	جوانه‌زنی بدون آفتاب خشک Germination without sun-dried
0.40±0.39	0.34±0.04	0.28±0.21	0.28±0.02	0.26±0.02	b	
468.2±15.78	482.2±17.86	471.2±16.69	528.4±17.28	546.5±17.58	c	
0.96	0.75	0.80	0.81	0.83	R^2	
-73.06±8.5	-57.73±7.24	-64.69±6.5	-60.07±11.96	-69.03±8.06	a	جوانه‌زنی بعد از آفتاب خشک Germination after sun-dried
0.32±0.02	0.25±0.02	0.30±0.02	0.36±0.03	0.27±0.02	b	
489.3±19.25	537.7±22.48	487±15.46	558±21.70	573±19.35	c	
0.85	0.87	0.89	0.84	0.88	R^2	
-173.9±24	-120.2±15.7	-131±16.63	-138.8±9.7	-147.5±9.26	a	جوانه‌زنی بعد از تسریع پیری Germination after accelerated aging (%)
0.53±0.06	0.39±0.04	0.43±0.04	0.39±0.02	0.42±0.02	b	
422.2±8.06	457.4±8.72	433.2±7.54	522.5±5.97	498.3±3.90	c	
0.90	0.95	0.94	0.99	0.98	R^2	
1214.9±198	1292.8±204	1489.8±211	1497.1±403	1322.6±631	a	هدایت الکتریکی بذر Electrical conductivity
-1.78±0.57	-2.05±0.57	-2.62±0.60	-2.58±1.13	-2.11±0.85	b	
485±60.96	439.7±42.67	436±36.31	430.6±40.4	444.5±38.88	c	
0.89	0.88	0.86	0.75	0.85	R^2	

منحنی واکنش وزن بذر پایه‌های مادری مختلف چغندرقند در مقابل درجه روز رشد پس از ۵۰ درصد گل‌دهی از یک تابع دو تکه‌ای (رابطه ۲) تبعیت نمود که با افزایش زمان حرارتی (درجه روز رشد) بعد از ۵۰ درصد گل‌دهی تا رسیدگی فیزیولوژیک (حداکثر وزن خشک بذر) وزن خشک افزایش می‌یابد و بعد از آن وزن خشک ثابت می‌شود (شکل ۱). زمان رسیدگی وزنی (حداکثر وزن

خشک بذر) پایه‌های مادری مختلف در جدول ۳ آمده است. نتایج نشان داد که در بین پایه‌های مادری مختلف از نظر حداکثر وزن خشک بذر تفاوت وجود دارد و پایه مادری SB37×28874 بیشترین و پایه مادری 231×261 کمترین وزن خشک را داشتند. درجه روز رشد لازم جهت رسیدن به حداکثر وزن خشک بعد از ۵۰ درصد گل‌دهی، در پایه‌های مادری SB36×7112، SB37×28874، 436×7112، SB36 ×419 و 231×261 به‌ترتیب ۵۰۷/۵، ۵۶۳/۳، ۴۵۹/۳، ۴۹۹/۷ و ۴۹۲/۷ درجه روز رشد بود، بنابراین پایه مادری SB37×28874 در بیشترین و پایه مادری 231×261 در کمترین زمان پس از ۵۰ درصد گل‌دهی به حداکثر وزن خود رسیده بودند.



شکل ۱- تغییرات وزن خشک بذر در طی دوره نمو و رسیدگی بذر پس از ۵۰ درصد گل‌دهی در لاین چغندرقند SB36×7112.

Figure 1. Changes in seed dry weight during seed development and maturation after 50% flowering for CMS line of SB36×7112.

جدول ۳- درجه روز رشد پس از پنجاه درصد گل‌دهی، حداکثر وزن بذر، درصد رطوبت، درصد جوانه‌زنی و هدایت الکتریکی لاین‌های مختلف چغندرقند در زمان رسیدگی فیزیولوژیکی.

Table 3. GDD after 50% flowering, maximum seed dry weight, seed moisture content, germination percentage and electrical conductivity for CMS line at the time of physiological maturity.

رسیدگی وزنی (فیزیولوژیکی) Weight maturity (physiological)							
هدایت الکتریکی (میکرو زیمنس بر سانتی‌متر بر گرم) Electrical conductivity (µ.cm. g–1)	درصد جوانه‌زنی Germination percentage			درصد رطوبت Seed moisture content (%)	حداکثر وزن بذر (میلی‌گرم) Maximum seed dry weight(mg)	درجه روز رشد پس از ۵۰ درصد گل‌دهی تا رسیدگی وزنی GDD after 50% flowering	لاین‌های چغندرقند Sugar beet lines
	بعد از تسریع پیری After accelerated aging	بعد از آفتاب خشک After sun-dried	بدون آفتاب خشک Without sun-dried				
383.10	61.18	71.18	72.6	52.3	12.90	507.5	7112×SB36
382.83	66.5	87.67	81.84	40.8	14.39	563.3	SB37×28874
344.6	57.48	75.76	75.52	52.6	11.11	459.3	7112×*436
389.12	60.97	71.83	76.2	44.4	10	499.7	419×SB36
351.21	52.27	85.85	83.47	42.5	9.43	492.7	261×231

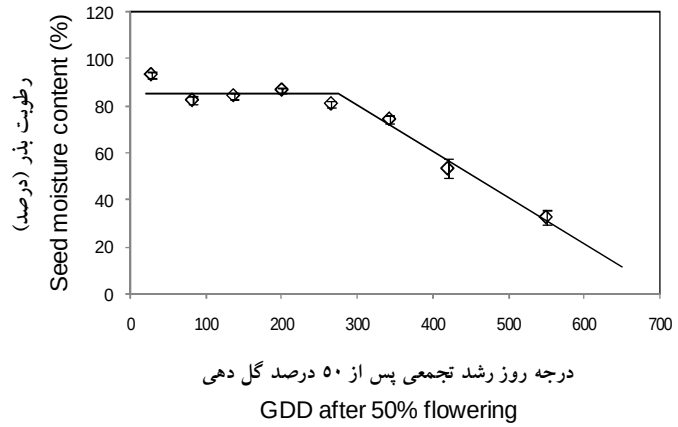
سرعت و دوره پرشدن دانه در پایه‌های مختلف مادری چغندرقند در جدول ٤ نشان داده شده است. سرعت پرشدن بذر در بین پایه‌های مادری مختلف از ۰/۰۱۹٤ تا ۰/۰۲۷٤ میلی‌گرم در روز متغیر بود و پایه مادری 7112×SB36 با سرعت پرشدن ۰/۰۲۷٤ میلی‌گرم در روز و پایه مادری 419×SB36 با سرعت پرشدن ۰/۰۱۹٤ میلی‌گرم در روز به‌ترتیب از بیشترین و کمترین سرعت پرشدن بذر برخوردار بودند. دوره پرشدن بذر در پایه‌های مادری 7112×SB36، 28874×SB37، 7112×436، 419×SB36 و 261×231 به‌ترتیب معادل ٤۰۷/۹، ٥٦۲/۳٥، ٤٦٦/۹۸، ٥۱٥/۹٤ و ٤۸۱/٦۱ درجه روز رشد بود، بنابراین پایه‌های مادری SB37×28874 و 7112×SB36 به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین دوره رشد بودند.

جدول ٤- سرعت پرشدن، دوره پر شدن و میانگین حداکثر وزن خشک بذر در لاین‌های مختلف چغندرقند.

Table 4. GDD after 50% flowering, grain filling rate, grain filling period and average weight of seed for CMS lines.

میانگین وزن خشک تک بذر (میلی‌گرم) Average weight of seed	دوره پر شدن دانه (درجه روز رشد) grain filling period (GDD)	سرعت پر شدن دانه (میلی‌گرم در درجه روز رشد) Grain filling rate (mg/GDD)	لاین‌های چغندرقند Sugar beet lines
12.90	407.90	0.0274±0.001	7112*SB36
14.39	562.35	0.025±0.001	SB37*28874
11.11	466.98	0.023±0.001	7112*436
10.00	515.94	0.0194±0.001	419*SB36
9.43	481.61	0.0196±0.001	261*231

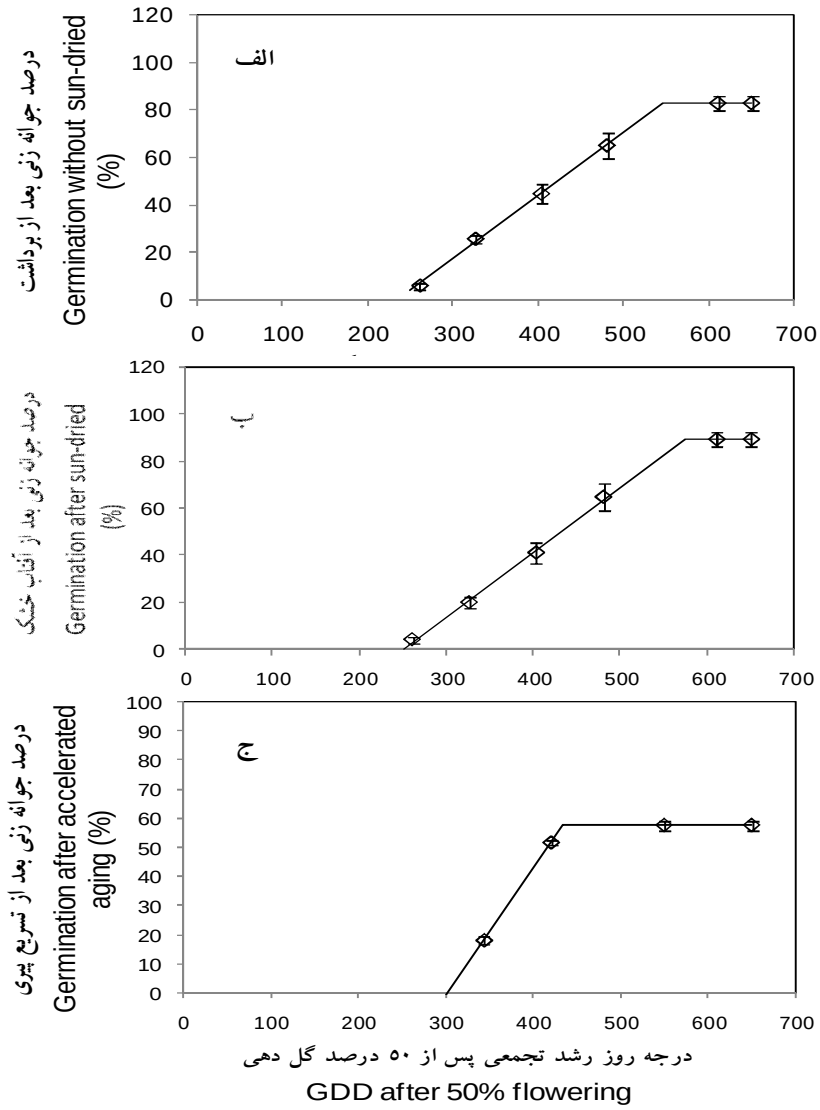
منحنی واکنش درصد رطوبت بذر در پایه‌های مادری مختلف چغندرقند در مقابل درجه روز رشد پس از ۵۰ درصد گل‌دهی از یک تابع دو تکه‌ای (رابطه ۲) تبعیت نمود. در ابتدای نمونه‌برداری‌ها در همه پایه‌های مادری، مقدار رطوبت بذر ثابت و در حداکثر مقدار خود بود و در مراحل بعد به تدریج مقدار رطوبت بذر تا یک محدوده خاص به‌صورت خطی کاهش یافت (شکل ۲). میانگین درصد رطوبت بذر در زمانی‌که بذر آن‌ها به حداکثر وزن خود رسیده بود (رسیدگی وزنی) در پایه‌های مادری 7112×SB36، 28874×SB37، 436×7112، 419×SB36 و 261×231 به‌ترتیب معادل ٥۲/۳، ٤۰/۸، ٥۲/٦، ٤٤/٤ و ٤۲/٥ درصد بود.



شکل ۲- تغییرات رطوبت بذر در طی دوره نمو و رسیدگی بذر پس از ۵۰ درصد گل‌دهی در پایه‌مادری 231×261.

Figure 2. Changes in seed moisture content during seed development and maturation after 50% flowering for CMS line of 231×261.

شکل ۳ به‌ترتیب تغییرات درصد جوانه‌زنی بلافاصله بعد از برداشت، بعد از آفتاب خشک و بعد از تسریع پیری را نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که در تمام شرایط تغییرات درصد جوانه‌زنی در مقابل درجه روز رشد پس از ۵۰ درصد گل‌دهی از یک تابع دو تکه‌ای تبعیت می‌کند. جوانه‌زنی در پایه‌های مادری SB36×7112، SB37×28874، 436×7112، SB36×419 و 231×261 به‌ترتیب در ۲٦۱، ۲۵۱، ۲۰۰، ۲۷۵ و ۲٦۵ درجه روز رشد بعد از ۵۰ درصد گل‌دهی و جوانه‌زنی بعد از تسریع پیری در پایه‌های مادری SB36×7112، SB37×28874، 436×7112، SB36×419 و 231×261 به‌ترتیب پس از ٤۰۳، ۳۹٤، ۳٤۲، ۳۵۲ و ۳٤۲ درجه روز رشد بعد از ۵۰ درصد گل‌دهی شروع شد.



شکل ۳- تغییرات درصد جوانه‌زنی بذر بلافاصله بعد از برداشت (الف- پایه‌مادری 436×7112)، بعد از آفتاب خشک (ب- پایه‌مادری SB36×7112) و بعد از تسریع پیری (ج- پایه‌مادری 436×7112) در طی دوره نمو و رسیدگی بذر پس از ۵۰ درصد گل‌دهی.

Figure 3. Changes in germination without sun-dried (for CMS line of 7112×436), germination after sun-dried (for CMS line of 7112× SB36) and germination after accelerated aging (for CMS line of 7112×436) during seed development and maturation after 50% flowering

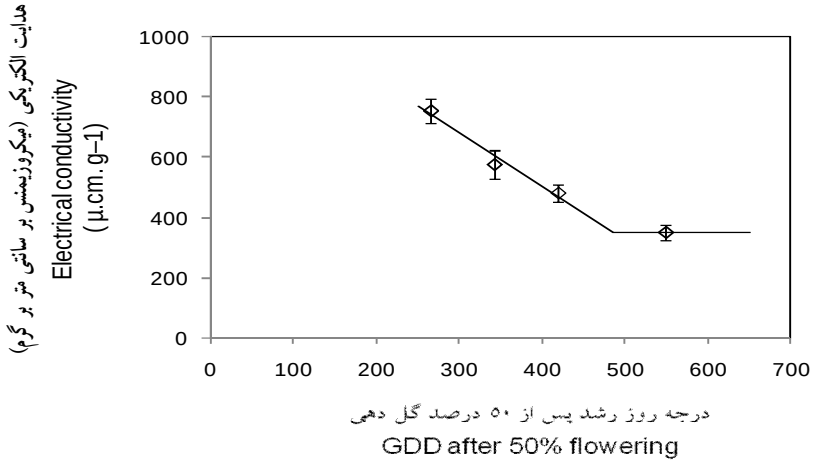
برخی ویژگی‌های پایه‌های مادری مختلف چغندرقند زمانی‌که بذر آن‌ها از نظر جوانه‌زنی به حداکثر کیفیت می‌رسند در جدول ۵ نشان داده شده است. از نظر جوانه‌زنی، زمان وقوع حداکثر کیفیت بذر در بین پایه‌های مختلف مادری چغندرقند متفاوت بود. با توجه به حداکثر درصد جوانه‌زنی با شرایط بدون آفتاب خشک (بذر تازه)، پس از آفتاب خشک و بعد از تسریع پیری، رسیدگی کیفی در پایه‌های مادری SB37×28874 و 231×261، قبل از رسیدگی فیزیولوژیکی اتفاق افتاد، ولی پایه‌های مادری SB36×7112، 436×7112 و 419×SB36 بعد از رسیدگی فیزیولوژیکی به حداکثر کیفیت (حداکثر جوانه‌زنی) رسیدند. نکته قابل استنباط از اطلاعات مندرج در جدول ۵ این است که علاوه‌بر این‌که حداکثر درصد جوانه‌زنی در بین پایه‌های مادری مختلف متفاوت بود، حداکثر درصد جوانه‌زنی بعد از آفتاب خشک در همه پایه‌های مادری بیشتر از حداکثر درصد جوانه‌زنی در شرایط بدون آفتاب‌خشک بود.

نتایج نشان داد که تغییرات هدایت الکتریکی با گذشت زمان در تمام پایه‌های مادری چغندرقند از یک تابع دو تکه‌ای (رابطه ۲) کاهشی تبعیت می‌کند (شکل ٤). بذرهای نارس بیشترین نشت مواد (نمونه‌گیری‌های اولیه) و در نتیجه بیشترین مقدار هدایت الکتریکی را داشتند. با نمو بذر و تشکیل ساختارهای ضروری آن، میزان نشت مواد و هدایت الکتریکی بذرها کاهش یافت. در پایه‌های مادری SB36×7112، SB37×28874، 436×7112، SB36×419 و 231×261 به‌ترتیب تا ٤٤٤/٥، ٤٣٠/٦، ٤٣٦، ٤٣٩/٧ و ٤٨٥ درجه روز رشد بعد از ۵۰ درصد گل‌دهی هدایت الکتریکی به‌صورت خطی کاهش یافت و بعد از آن هدایت الکتریکی از روند ثابتی تبعیت کرد و تا آخرین برداشت تا حدودی ثابت بود. میزان هدایت الکتریکی در نمونه‌برداری اولیه در در پایه‌های مادری SB36×7112، SB37×28874، 436×7112، SB36×419 و 231×261 به‌ترتیب ٦٣٢/٦٧، ٦٧٦/٧٣، ٧٧٠/٦٢، ٧٦٢/٩٨ و ٧٥٦/٤٧ میکروزیمنس بر سانتی‌متر بر گرم بود و این مقدار در رسیدگی فیزیولوژیک به‌ترتیب به ٣٨٣/١٠، ٣٨٢/٨٣، ٣٤٤/٦، ٣٨٩/١٢ و ٣٥١/٢١ میکروزیمنس بر سانتی‌متر بر گرم رسید (جدول ۳).

جدول ۵- درجه روز رشد پس از پنجاه درصد گل‌دهی، حداکثر وزن بذر و درصد جوانه‌زنی در زمان رسیدگی کیفی (بر اساس جوانه‌زنی) در پایه‌های مادری چغندرقند.

Table 5. GDD after 50% flowering, maximum seed dry weight and germination percentage at qualitative maturity (based on germination) for sugar beet CMS lines.

رسیدگی کیفی بر اساس جوانه‌زنی Qualitative maturity based on germination									
حداکثر جوانه‌زنی بعد از تسریع پیری gaximum germination after accelerated aging			حداکثر جوانه‌زنی بعد از آفتاب خشک Maximum germination after sun-dried			حداکثر جوانه‌زنی بدون آفتاب خشک Maximum germination without sun-dried			
درصد جوانه‌زنی germination (%)	حداکثر وزن بذر میلی‌گرم) Maximum seed weight (mg)	درجه روز شد GDD	درصد جوانه‌زنی germination (%)	حداکثر وزن بذر میلی‌گرم) Maximum seed weight (mg)	درجه روز رشد GDD	درصد جوانه‌زنی germination (%)	حداکثر وزن بذر (میلی‌گرم) Maximum seed weight (mg)	درجه روز رشد GDD	پایه‌های مادری چغندرقند Sugar beet lines
61.18	12.65	498.3	89.28	12.90	573	83.30	12.90	546.5	7112×SB36
66.49	13.35	522.5	87.67	14.39	558	81.84	13.50	528.4	SB37×28874
57.48	10.49	433.2	84.23	11.11	487	78.88	11.11	471.3	7112×436
60.97	9.18	457.4	81.69	10	537.7	76.20	9.66	482	419×SB36
52.27	8.05	422.2	85.85	9.37	489.3	83.47	8.95	468.2	261×231



شکل ٤- تغییرات هدایت الکتریکی بذر در طی دوره نمو و رسیدگی بذر پس از ۵۰ درصد گل‌دهی در لاین چغندرقند 419×SB36.

Figure 4. Changes in Electrical conductivity during seed development and maturation after 50% flowering for CMS line of 419×SB36.

جدول ٦ خصوصیات پایه‌های مادری چغندرقند را زمانی‌که بذر آن‌ها از نظر هدایت الکتریکی به حداکثر کیفیت می‌رسند نشان می‌دهد. از نظر هدایت الکتریکی، زمان وقوع حداکثر کیفیت بذر در بین لاین‌های مختلف چغندرقند متفاوت بود. حداقل هدایت‌الکتریکی در پایه‌های مادری 7112×SB36، SB37×28874، 7112×436، 419×SB36 و 261×231 به‌ترتیب در ٤٤٤/٥، ٤٣٠/٦، ٤٣٦، ٤٣٩/٧ و ٤٨٥ درجه روز رشد بعد از ۵۰ درصد گل‌دهی رخ داده است و در این زمان‌ها درصد رطوبت بذر در پایه‌های مادری 7112×SB36، SB37×28874، 7112×436، 419×SB36 و 261×231 به‌ترتیب معادل ٦٨/٦٨، ٦٧/١٦، ٧٢/٧، ٦٢/٥٧ و ٧٠/٣٨ درصد بوده و درصد جوانه‌زنی نیز بسیار کمتر از مطلوب می‌باشد. اندازه‌گیری میزان هدایت الکتریکی عصاره بذر چغندرقند را در آب دیونیزه در طول دوره رسیدن بذر در این تحقیق نشان داد که همراه با افزایش درصد جوانه‌زنی، مقدار هدایت الکتریکی عصاره بذر کاهش یافت ولی درصد جوانه‌زنی و وزن خشک بذر در زمان حداقل هدایت الکتریکی به‌طور قابل توجهی کمتر از مقدار قابل قبول بود. نتایج این آزمایش نشان داد که حداقل هدایت الکتریکی عصاره بذر در چغندرقند خیلی زودتر از رسیدگی فیزیولوژیکی و رسیدگی کیفی اتفاق می‌افتد (جدول ٦). بنابراین، جهت تعیین تاریخ مناسب برداشت بذر در چغندرقند، نباید از میزان هدایت الکتریکی عصاره بذر استفاده شود.

جدول ٦- درجه روز رشد پس از پنجاه درصد گل‌دهی، حداکثر وزن بذر، درصد رطوبت، درصد جوانه‌زنی و هدایت الکتریکی بذر لاین‌های مختلف چغندرقند زمانی‌که بذر آن‌ها از نظر هدایت الکتریکی به حداکثر کیفیت می‌رسند.

Table 6. GDD after 50% flowering, maximum seed dry weight, moisture content, germination percentage and electrical conductivity at qualitative maturity (based on eelectrical conductivity) for sugar beet CMS lines.

رسیدگی کیفی بر اساس هدایت الکتریکی Qualitative maturity based on electrical conductivity							
درصد جوانه‌زنی بذر Germination percentage							
هدایت الکتریکی (میکرو زیمنس بر سانتی‌متر بر گرم) Electrical conductivity (µ.cm. g–1)	بعد از تسریع پیری After accelerated aging	بعد از آفتاب خشک After sun-dried	بدون آفتاب خشک Without sun-dried	درصد رطوبت Moisture content (%)	حداکثر وزن بذر (میلی‌گرم) Maximum seed weight (mg)	درجه روز رشد GDD	لاین‌های چغندرقند Sugar beet lines
383.10	12.94	36.8	39.35	68.68	9.49	444.5	7112*SB36
382.83	11.61	41.29	40.97	67.16	9.77	430.6	SB37*28874
344.60	18.93	40.68	43.39	72.7	8.38	436	7112*436
389.12	33.93	43.16	44.16	62.57	7.86	439.7	419*SB36
351.21	14.24	41	36.10	70.38	6.66	485	261*231

یکی از عمده‌ترین مشکلات تولید بذر چغندرقند، تعیین زمان مناسب برداشت بوته‌های بذری این گیاه است. با توجه به ماهیت رشد زایشی نامحدود بوته‌های بذری چغندرقند و تداوم دوره گل‌دهی و رشد بذر، عدم برداشت در زمان مناسب، عموماً عملکرد بذر را به‌واسطه ریزش بذر از قسمت‌های تحتانی بوته و یا کیفیت بذر را به‌دلیل برداشت بذرهای نارس از قسمت فوقانی گیاه تحت تأثیر قرار داده و در نهایت منجر به کاهش کمیت و کیفیت بذر می‌شود. بنابراین با توجه به ماهیت نسبتاً وحشی بوته‌های بذری چغندرقند و اجتناب‌ناپذیر بودن ریزش بذر پس از سپری‌شدن مراحل رشد بذر، تعیین و ارائه روش‌های مناسب تشخیص زمان رسیدن و برداشت تا حدود زیادی می‌تواند به کاهش تلفات ناشی از ریزش و افزایش کیفیت بذر این گیاه منجر شود. بنابراین برداشت بذر باید زمانی صورت پذیرد که حداکثر عملکرد بذر قابل حصول بوده و بذر تولید شده از کیفیت قابل قبولی برخوردار باشد. بنابراین، برداشت زودهنگام بذر با کاهش قدرت جوانه‌زنی و برداشت دیرهنگام به‌دلیل افزایش میزان ریزش بذر کاهش عملکرد کمّی و کیفی محصول را به‌دنبال خواهد داشت (۵).

در طی نمو بذر چغندرقند رنگ بذر در بوته‌های بذری به‌طور تدریجی تغییر یافت. در مراحل اولیه نمو بذر، رنگ بذر سبز روشن بود و به تدریج به قهوه‌ای روشن و در رسیدگی فیزیولوژیکی به قرمز قهوه‌ای تغییر یافت و این تغییر رنگ در کل بوته بذری یکنواخت نبود به‌طوری که تا رسیدن به حداکثر وزن، در یک بوته، بذرهای سبز رنگ، قهوه‌ای روشن و قرمز قهوه‌ای به‌طور هم‌زمان قابل مشاهده بود. با نمو بیشتر بذرهای چغندرقند به رنگ قهوه‌ای تیره در می‌آیند در این مرحله اگر بذر به طور عرضی برش داده شود، قشر خارجی بذر دارای رنگ قهوه‌ای تیره بوده و خاصیت آردی داشته و سختی یکنواختی دارد، به‌نظر می‌رسد این مرحله بهترین زمان برای برداشت باشد ولی لازم است قبل از ریزش بذر عملیات برداشت انجام گیرد و در این مرحله ریزش بذر را می‌توان با لرزاندن چند بوته در فواصل یک یا دو روز کنترل کرد (۲۹).

درصد رطوبت بذر در زمان رسیدگی فیزیولوژیکی و رسیدگی کیفی (از نظر درصد جوانه‌زنی) بالاتر از ٤۰ درصد بود و با توجه به نتایج این تحقیق که درصد جوانه‌زنی بعد از آفتاب خشک بیشتر از درصد جوانه‌زنی در شرایط بدون آفتاب‌خشک بود (جداول ۳ و ۵)، بنابراین به‌نظر می‌رسد برداشت بذر بعد از رسیدگی کمّی و کیفی، در زمانی‌که رطوبت بذر بالاتر باشد مشکلی از نظر کاهش کیفیت بذر پیش نمی‌آورد و کاهش رطوبت بذر در اثر آفتاب بعد از برداشت نه‌تنها باعث کاهش درصد جوانه‌زنی نمی‌شود بلکه موجب افزایش جوانه‌زنی می‌شود. محققان از مقدار رطوبت بذر به‌عنوان

شاخصی از زمان برداشت مطلوب در گیاهان مختلف استفاده کرده‌اند (۳، ۲). هاپکینسون و کلیفورد (۱۹۹۳) گزارش کردند که برای حصول بذرهای با کیفیت بالا در گراس‌ها[1]، برداشت باید زمانی صورت گیرد که رطوبت بذر ٦٥-٤٦ درصد باشد (٢٦). الیاس و کاپلند (۲۰۰۱) در کانولا گزارش کردند که برای برداشت مستقیم این گیاه، رطوبت بذر باید ۱۰۰ گرم در کیلوگرم باشد (۱۵).

گریمواد و همکاران (۱۹۸۷) یک رابطه خطی بین رسیدن توده بذر با ظرفیت جوانه‌زنی مشاهده کرده‌اند. الویرا و همکاران (۱۹۹۹) گزارش کردند که ظرفیت جوانه‌زنی و درصد سبز مزرعه در بذرهایی که دو هفته زودتر از زمان معمول رسیدگی برداشت شده بودند، پایین‌تر بود. گیاهچه‌های حاصل از کشت چنین بذرهایی در مقایسه با گیاهچه‌های رشد یافته حاصل از بذرهای رسیده در مرحله ۲ تا ٤ برگی دارای وزن تر کمتری بودند (١٦). گریمواد و همکاران (۱۹۸۷) همچنین گزارش کردند که کیفیت بذرهای چغندرقند با نزدیک شدن به اواخر دوره رسیدن بذر افزایش می‌یابد (٢٤). بذرهایی که زودتر از موعد برداشت می‌شوند نسبت به بذرهایی که در زمان رسیدگی کامل برداشت می‌شوند معمولاً در حال نمو بوده و با وجود این‌که این بذرها پر هستند اما قدرت جوانه‌زنی کمتری دارند (١٦). تأخیر در برداشت موجب افزایش درصد جوانه‌زنی، وزن حقیقی بذر و وزن میوه می‌شود. همچنین با تأخیر در برداشت، هدایت الکتریکی عصاره بذر کاهش می‌یابد (۱۳). الکساندر (۱۹۸۰) نیز گزارش کرد که همراه با افزایش میزان رسیدگی بذر بر میزان جوانه‌زنی آن افزوده می‌شود، وی این افزایش در جوانه‌زنی را به کاهش غلظت مواد بازدارنده جوانه‌زنی ارتباط داد (۳۰). بر همین اساس، خیساندن بذرهای چغندرقند نیز درصد جوانه‌زنی و بنیه بذر را در اغلب آزمایش‌ها بهبود می‌بخشد. علاوه‌بر این، خیساندن بذرهای حاصل از برداشت‌های زودتر از موعد نسبت به بذرهایی که در موقع رسیدگی برداشت شده‌اند تاثیر بهتری دارد. بنابراین، میزان رسیدگی بذر در زمان برداشت می‌تواند کارایی بذرها را تحت تأثیر قرار دهد. چرا که، بیشتر بذرهای رسیده دارای جنین تکامل یافته‌تر و غلظت مواد بازدارنده جوانه‌زنی در آن‌ها بیشتر است (۳۸). البته بایستی توجه داشت که با به تأخیر افتادن زمان برداشت، عملکرد بذر به‌دلیل ریزش بذر کاهش می‌یابد (۳۲، ۱۷).

1- Grasses

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد رسیدگی کیفی در پایه‌های مادری SB37×28874 و 231×261 قبل از رسیدگی فیزیولوژیکی اتفاق افتاد، ولی پایه‌های مادری SB36×7112، 436×7112 و SB36×419 بعد از رسیدگی فیزیولوژیکی به حداکثر کیفیت (حداکثر جوانه‌زنی) رسیدند و در تولید بذر چغندرقند، برای رسیدن به کیفیت بالا، باید عملیات برداشت پس از ۵۸۰-٤۸۰ درجه روز رشد بعد از ۵۰ درصد گل‌دهی انجام شود که در این زمان رطوبت بذر بین ۵۲-٤۰ درصد و رنگ قشر خارجی میوه رنگ قهوه‌ای تیره است. نتایج این تحقیق نشان داد که جهت تعیین تاریخ مناسب برداشت بذر در چغندرقند، نباید از میزان هدایت الکتریکی عصاره بذر استفاده شود.

منابع

1.Balan, V.N., Komienko, V.L., Goncharenko, I.S., Balagura, O.V., and Bidula, E.G. 1989. Biological features and yield of densly-planted sugar beet stecklings. Dpklady Vsesoyuznoi Oordena Lenina Ordena Trudogo Krasnogo Znameni Akademii Sel's Kokhozyaistvennkh Naudi. 2: 16-18.

2.Bedance, G.M., Gupta, M.L., and George, D.L. 2006. Optimum harvest maturity for guayule seed. Ind. Crops Prod. 24: 26-33.

3.Berti, M.T., Burton, L., and Manthey, L.K. 2007. Seed physiological maturity in Cuphea. Ind. Crops Prod. 25: 190-201.

4.Byszewski, W. 1977. Investigations concerning to the improvements of the field germination rate of sugar beet seed. Zeitschrift fur Acker und Pflanzenbau. 14: 154-165.

5.Cook, D.A., and Scoot, R.K. 1993. Sugar beet crop: principle and practical. Chapman and Hall. London. 675p.

6.Csapody, G. 1980. Influence of irrigation on sugar beet seed quality. Wissenschaft-liche Beitrage Martin Luther Universitate Halle Wittenberg. No, 20(523): 552-555.

7.Darrock, B.A., and Baker, R.J. 1995. Two measures of grain filling in spring wheat. Crop Sci. 35: 164-168.

8.Day, J.S. 2000. Development and maturation of sesame seeds and capsules. Field Crops Res. 67: 1-9.

9.Demir, I., and Ellis., R.H. 1992. Changes in seed quality during seed development and maturation in tomato. Seed Sci. Res. 2: 81-87.

10.Demir, I., and Ellis, R.H. 1993. Changes in potential seed longevity and seedling growth during seed development and maturation in marrow (*Cucurbita pepo* L.). Seed Sci. Res. 3(4): 247-257.

11.Dolya, V. 1975. Application of desiccants to sugar beet stecklings. Sovershenstvovanie Teckhnologicheskikh Priemov Semenovodstve Sakharnoi Svenkly. 154-154.
12.Dstrowska, D. 1984. Influence of direct and indirect methods of sugar beet production on yield and quality of seeds. Wissenschaftliche Beitrage Martin Luther Universitat Haile Wittenberg. 55: 537-547.
13.Durant, M.J., and Loads, A.H. 1990. Some chages in sugar beet seeds during maturation and after desity grading. Seed Sci. Techno. 18(1): 11-21.
14.Egli, D.B. 2004. Seed-fill duration and yield of grain crops. Adv. Agron. 83: 243-279.
15.Elias, S.G., and Copeland, L.O. 2001. Physiological and harvest maturity of canola in relation to seed quality. Agron. J. 93: 1054-1058.
16.Elwira, S., Jing, H.C., Claudette, J., Dominique, J., Jan, H.W., Raoul, J., and Steven P.C. 1999. Effect of harvest time and soaking treatment on cell cycle activity in sugarbeet seeds. Seed Sci. Res. 9: 91-99.
17.Farzaneh, S. 2008. Determination of agronomic and technological maturity indices of sugar beet seed bearing plants. Final Report. Sugar Beet Seed Institute. 58p. (In Persian)
18.Farzaneh, S., Sharifi, S.R., and Akram Ghaderi, F. 2007. In vitro stud of the effects of drought stress on germination and seedling growth of sugar beet cultivars. Iranian J. Agri. Sci. 18: 81-93. (In Persian)
19.Furste, K., and Prockel, H.G. 1984. Use of various desicants before harvest in sugar beet seed crops. Wissenschaftliche Beitrage Martin Luther Universitat Haile Wittenberg. 55: 548-558.
20.Gebeyehou, G., Knott, D.R., and Baker, R.J. 1982. Relationship among durations of vegetative and grain filling phases, yield components and grain yield in durum wheat cultivars. Crop Sci. 22: 287-290.
21.Ghaderi-Far, F., and Soltani, A. 2010. Seed testing and control. MJD Press, First Edition, Iran, 200p. (In Persian)
22.Ghaderi-Far, F., Soltani, A., and Sadeghipour, H.R. 2011. Changes in seed quality during seed development and maturation in medicinal pumpkin. J. Herbs. Spices. Med. Plants. 17: 249-257.
23.Ghassemi-Golezani, K., Tabatabaeian, J., and Soltani, A. 1997. Quality variation of chickpea seed duration the seed development and maturation at different densities. J. Agri. Sci. Natur. Resour. 3: 32-37. (In Persian)
24.Grimwade, J.A., Grierson, D., and Whittington, G. 1987. The effect of differences in time to maturity on the quality of seed produced by sugar beet different parent lines. Zemledeliya. 2: 20-26.
25.Hampton, J.G., and TeKrony, D.M. 1995. Handbook of vigor test methods. The International Seed Testing Association, Zurich.

26.Hopkinson, J.M., and Clifford, P.T.P. 1993. Mechanical harvesting and processing of temperature zone and tropical pasture seed. In: Proc. 17th Inter. Grassland Cong., Pp: 1815-1822.
27.International Seed Test Association. 2009. International Rules for Seed Testing. Bassersdorf, Switzerland.
28.Katrin, H., Juliane, M., Peter, D., Ada, L., Bedrich, P., Barbara, H., Ivana, M., Uwe, F., and Gerhard, L.M. 2007. 1-Aminocyclopropane-1-carboxylic acid and abscisic acid during the germination of sugar beet (*Beta vulgaris* L.): a comparative study of fruits and seeds. J. Exp. Bot., 58: 3047–3060.
29.Koocheki, A., Soltani, A. 1998. Sugar beet (translation). MJD Press, Iran, 156p. (In Persian).
30.Lexander, K. 1980. Seed composition in connection with germination and bolting of (*Beta vulgaris*) sugar beet. Pp: 271-291. in Hebbleth Waite, P.D. (Ed.) seed production. London-Boston, Butterworths.
31.Longden P.C., and Johnson, M.G. 1977. Effect of single or split application of nitrogen fertilizer to in situ sugar beet seed plants in the spring of their second year, s growth. J. Agri. Sci. UK.3(89): 609-620.
32.Longden, P.C., and Scott, R.K. 1973. Growing sugar beet for seed in England. Agricultural Development and Advisory Service Quarterly Review, 9: 10-23.
33.Loss, S.P., Kirbey., J.H., Siddique, J.H.M., and Perry, M.W. 1989. Grain growth and development of old and modern Australian wheats. Field Crops Res. 21: 131-146.
34.Muasya, R.M., Lommen, W.J.M., and Struik, P.C. 2002. Differences in development of common bean (*Phaseolus vulgaris*) crops and pod fractions within a crop II. Seed growth and maturity. Field Crops Res. 75: 63-78.
35.Rostel, H.G. 1972. Results of breeding for seed quality and the relationship between seed quality and performance in the first year. Repaterme sztesi tutato Intezet Kozlemenyei. 7: 7-16.
36.Santiveri, F., Royo, C., and Romagosa, I. 2002. Patterns of grain filling of spring and winter hexaploid triticales. Eur. J. Agron. 16: 219-230.
37.Scott, R.K. 1970. The effect of weather on the concentration of pollen in sugar beet seed crops. Ann. App. Biol. 66: 119-127.
38.Scott, R.K., and Longden, P.C. 1973. The production of hight quality seed, in seed ecology, ed. W. Heydecker. Proc. 19th Easter School in Agri. Sci., Uni. Nottingham.
39.Scott, R.K., Longden, P.C., Wood, D.W., and Janson, M.G. 1978. Seed production. Rotham-sted Experimental Station Report for 1977. Part 1: 58-59.
40.Sharpe, N., Kheleleu, D., and Shtefensku, A. 1975. Aplication of diquat as a desiccant to Lucerne, Sainfoin and sugar beet. Trudy Vsesoyuznyi Institut Zashchity Rastenii. 43: 155-161.

41.Silva, J.B., Vieira, R.D., and Panoblanco, M. 2006. Accelerated aging and controlled deterioration in beetroot seeds. Seed Science and Technology. 34: 265-271.
42.Slavov, K., Vyrbanov, M., and Datev, D. 1987. The possibilities of application of desiccant Reglone in sugar beet seed production. Rasteniev dni Nauki. 24: 52-58.
43.Slyusarenko, Z.S, and Petrushina, M.P. 1987. Cytoemberiologcal expression of incompotability in the production of sugar beet. Dostizheniya I perspektivy Vselektsii sakharnoi svekly. 42-51.
44.Snyder, F.W. 1971. Relation of sugar beet germination to maturity and fruit moisture at harvest. Journal of the Association of American Sugar Beet Technologists. 16: 541–551.
45.Soltani, A. 2007. Application of SAS in Statistical Analysis. MJD Press, Second Edition, Iran, 182p. (In Persian)
46.Soltani, A., and Maddah, V. 2010. Simple applied programs for education and research in agronomy. ISSA press. First Edition, Iran, 80p. (In Persian)
47.Sroller, J. 1984. Study on the ripening of seed crops of sugar beet (*Beta vul garis* L.). Rostlina Vyroba. 30(12): 1225-1230
48.Sroller, J., Pulkrabek, J., and Behal, J. 1985. Evaluation of the ripeness of beet seed crops. Rostlinna Vyroba. 31: 307-313.
49.Sroller, J., Pulkrabek, J., and Behal, J. 1986. Use of the conductometric testing in sugar beet seed production. Sbornik Vysoke Skoly Zemedelske Praze Fakulta Agronomicka. 44: 173-182.
50.Sroller, J. 1991. Reserres in sugar beet seed production. Sbornik Vysoke skoly Zemedeleske praze Fakuita Agronomicka. No, 53: 191- 198.
51.Sroller, J. 1991. Reserves in sugar beet seed production, Sbovnik Vysoke Skoly Zemedeleske praze Fakulta Agronomicka. No, 53: 191-198.
52.Tekrony, D.M., and Hardin, E.E. 1968. The problem of underdeveloped seeds occurring in monogerm sugorbeets. J. Assoc. Amer. Sugar Beet Technol. 15: 627-639.
53.Varshavska, V.B., Lenchevska, L.K., and Korsun, L.I. 1991. Improvement in sowing qualities of sugar beet seeds with growth regulators. Ukrains Botanichnii Zhurnal. 48: 71-75.
54.Wang, P., Zhou, D.W., and Valentine, I. 2006. Seed maturity and harvest time effects seed quantity and quality of *Hordeum brevisubulatum.* Seed Sci. Technol. 34: 125-132.
55.Wood, D.W., Scott, R.K., and Longded, P.C. 1982. Effects of seed crop ropening temperatures on bolting in the sugar beet root crop. Proc. 45th Winter Cong. I.I.R.B. Bruscelles. Pp: 15-24
56.Yurko, V.S., and Kikot, N.S. 1971. A study of sugar beet forms having 2-seeded clusters. Trudy Kharkovskogo Sel Sko Khozyaistvennogo Insitituta. 149: 96-100.