



Evaluation of Effects of Seed Abrasion (Polish) on Germination and Seedling Growth of Some Sugar Beet Cultivars

Mohammad Saeidi Aboeshaghi¹ | Mohammad Rafieiohossaini² 

1. Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran. E-mail: baghersaedy@gmail.com
2. Corresponding Author, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran. E-mail: rafiei@sku.ac.ir

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received: 07 December 2021

Received in revised form:

10 March 2022

Accepted: 05 April 2022

Published online:

17 December 2022

Keywords:

Chlorophyll,
monogram cultivars,
polishing,
Seedling,
sugar beet.

ABSTRACT

In order to study the effect of seed abrasion (polishing) treatment on germination and seedling growth of different sugar beet cultivars, a factorial experiment has been conducted in a completely randomized design with three replications in the laboratory and greenhouse of the Faculty of Agriculture, Shahrekord University in 2020-2021 crop season. The first factor is consisted of five monogerm cultivars of sugar beet (Shokofa, Arta, Aria, Sina, and Octaban), and the second factor is consisted of three levels of seed polishing (control, abrasion of 10% of seed husk weight, and abrasion of 30% of seed husk weight). Results from the analysis of variance show that the effect of cultivar and the interaction of cultivar and abrasion on all traits have been significant. Comparison of mean interactions show that Aria cultivar and 30% abrasion treatment have had the highest germination percentage (83.5%), germination rate (7.6 seed/day), and mean daily germination (5.96 seed/day) Meanwhile, the highest coefficient of seed length vigor index (10.18) are related to Ekbatan cultivar and 30% abrasion treatment. The highest fresh weight of plumule (0.25 g) and radicle (0.053 g) belong to Shokofa cultivar without abrasion, the highest amount of chlorophyll b (2.77 mg/g fresh weight) to Arta cultivar with 30% abrasion, and the highest amount of chlorophyll a (4.19 mg/g fresh weight) to Shokofa cultivar with 30% abrasion. In general, it can be concluded from this study that polishing of 30% weight improves the germination and growth characteristics of sugar beet seeds and among the cultivars tested, Aria is more affected by abrasion than other cultivars.

Cite this article: Saeidi Aboeshaghi, M., & Rafieiohossaini, M. (2022). Evaluation of Effects of Seed Abrasion (Polish) on Germination and Seedling Growth of Some Sugar Beet Cultivars. *Journal of Crops Improvement*, 24 (4), 1265-1277. DOI: <http://doi.org/10.22059/jci.2022.334999.2652>



بررسی اثر میزان سایش بذر بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه برخی ارقام چغندر قند

محمد سعیدی ابواسحق^۱ | محمد رفیعی‌الحسینی^۲✉

۱. گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران. رایانامه: baghersaedy@gmail.com
 ۲. نویسنده مسئول، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران. رایانامه: rafiei@sku.ac.ir

چکیده

اطلاعات مقاله

به منظور بررسی اثر تیمار ساییدگی (پولیش) بذر بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه ارقام مختلف چغندر قند، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ در آزمایشگاه و گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد انجام شد. فاکتور اول شامل پنج رقم مونوژرم چغندر قند (شکوف، آرتا، آریا، سینا و اکباتان) و فاکتور دوم سه سطح پولیش بذر (شاهد، ساییدگی ۱۰ درصد وزنی پوسته بذر و ساییدگی ۳۰ درصد وزنی پوسته بذر) بود. در این مطالعه نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر رقم و اثر برهم‌کنش رقم و ساییدگی بر کلیه صفات معنی‌دار بود. مقایسه میانگین اثرات برهم‌کنش نشان داد که رقم آریا و تیمار ۳۰ درصد ساییدگی بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی (۸۳/۵ درصد) و سرعت جوانه‌زنی (۷/۶ بذر بر روز) را تولید نمود. این در حالی است که بیش‌ترین شاخص بنیه طولی (۱۰/۱۸) مربوط به رقم اکباتان و تیمار ۳۰ درصد ساییدگی بود. بیش‌ترین وزن تر ساقه‌چه (۰/۲۵ گرم) و ریشه‌چه (۰/۰۵۳ گرم) مربوط به رقم شکوف و بدون ساییدگی بود. بیش‌ترین مقدار کلروفیل b (۲/۷۷ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) مربوط به رقم آرتا و ۳۰ درصد ساییدگی و بیش‌ترین مقدار کلروفیل a (۴/۱۹ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) در رقم شکوف با ۳۰ درصد ساییدگی مشاهده شد. به طور کلی، با توجه به نتایج این پژوهش پولیش ۳۰ درصد وزنی موجب بهبود ویژگی‌های جوانه‌زنی و رشدی بذر گیاه چغندر قند می‌شود و در بین ارقام مورد آزمایش هم آریا بیش از سایر ارقام تحت تأثیر ساییدگی قرار می‌گیرد.

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۱۶

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۱۲/۱۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۱/۱۶

تاریخ انتشار: ۱۴۰۱/۰۹/۲۶

کلیدواژه‌ها:

ارقام مونوژرم،

پولیش،

چغندر قند،

کلروفیل،

گیاهچه.

استناد: سعیدی ابواسحق، م. و رفیعی‌الحسینی، م (۱۴۰۱). بررسی اثر میزان سایش بذر بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه برخی ارقام چغندر قند. به‌زرعی کشاورزی، ۲۴ (۴)، ۱۲۶۵-۱۲۷۷. DOI: <http://doi.org/10.22059/jci.2022.334999.2652>



۱. مقدمه

موفقیت در تولید پایدار گیاهان زراعی به تأمین مقادیر مناسب و به‌هنگام نهاده‌های زراعی وابسته است. در بین نهاده‌های مختلف اهمیت بذر، به‌واسطه نقش تعیین‌کننده آن در استقرار اولیه بوته و تعیین سطح بهره‌وری سایر نهاده‌ها همواره بیش از عوامل دیگر موردتوجه بوده است (Amiryousefi *et al.*, 2019). به نحوی که نقش بذر به‌عنوان یک بسته ژنتیکی، همواره به‌عنوان نهاده‌ای که به ارزان‌ترین شکل ممکن (با توجه به ویژگی‌های ژنتیکی) بتواند عملکرد گیاهان زراعی را افزایش دهد، موردتوجه کشاورزان بوده است (Ahammed *et al.*, 2021). به‌عبارت دیگر، بذر یکی از مهم‌ترین نهاده‌ای است که بدون مصرف هزینه‌های اضافی می‌تواند در افزایش عملکرد نقش مهمی داشته باشد و بازدهی سایر نهاده‌های کشاورزی را بالا ببرد. به‌طوری‌که اگر کلیه عملیات زراعی به‌نحو مطلوبی انجام پذیرد، اما بذر مورداستفاده از کیفیت و کارکرد مطلوبی برخوردار نباشد، عملکرد نهایی به دلایلی مانند عدم دستیابی به تراکم مناسب، کاهش سطح سبز و از دست‌دادن فصل رشد، به‌شدت تحت تأثیر قرار خواهد گرفت (Seiwa *et al.*, 2020).

قطوربودن پوسته بذر و نفوذپذیری کم نسبت به آب، هم‌چنین پایین‌بودن درصد، سرعت و قدرت جوانه‌زنی در گیاه چغندر قند (*Beta vulgaris*) از جمله دلایل پایین‌بودن عملکرد این گیاه هستند. به‌طوری‌که این موضوع (قطوربودن پوسته بذر) در این گیاه موجب افزایش بیش از حد اندازه بذر آن می‌شود و تأخیر در جوانه‌زنی و کاهش کیفیت سبزشدن گیاه را به‌همراه خواهد داشت (Fayazipouret *et al.*, 2021). صفات ضخامت، سختی پوسته و اندازه بذر تحت تأثیر ریخته‌ارثی گیاه مادری و شرایط محیطی تولید بذر قرار می‌گیرند که همگی درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی را تحت تأثیر خود قرار می‌دهند (Lan *et al.*, 2020). بررسی‌ها نشان می‌دهد که عدم یکنواختی در جوانه‌زنی و سرعت کم جوانه‌زنی از مهم‌ترین مشکلات بذور ایرانی چغندر قند هستند. پوسته سخت بذر، نیاز به آب بیش‌تر جهت جوانه‌زنی و دیر جوانه‌زدن بذور نیز از دیگر معایب بذور ایرانی چغندر قند در مقایسه با بذور خارجی هستند. به‌طوری‌که حدوداً ۳۰-۴۰ درصد بذره‌های ایرانی بعد از اولین آب و بقیه در آب‌های دوم و سوم جوانه می‌زنند، در صورتی‌که در بذره‌های خارجی این عدد به ۸۰-۶۰ درصد در مرحله اول و بقیه نیز در آب دوم جوانه می‌زند (Sadeghzade *et al.*, 2015). از طرفی با توجه به این‌که بذر چغندر قند در شرایط متفاوت محیطی کشت می‌شود، استقرار بوته می‌تواند تحت تأثیر عوامل متعددی قرار گیرد. به‌طور کلی، عواملی که موجب کاهش استقرار بوته در مزرعه می‌شود را می‌توان به فاکتورهای مربوط به بذر، عدم آماده‌سازی مناسب بستر بذر، مناسب‌نبودن عملیات کاشت، آفات و بیماری‌ها و درجه حرارت پایین در اوایل فصل بهار ارتباط داد (Puglisi *et al.*, 2020). بنابراین نیاز به استفاده از تکنیک‌های مختلف جهت افزایش کارایی بذر، افزایش قدرت جوانه‌زنی، یکنواختی جوانه‌زنی و افزایش استقرار بوته چغندر قند ضروری است (Sohrabi *et al.*, 2021). پولیش (سایش) بذر روشی برای کاهش پریکارپ بذر است. هدف از پولیش، کاهش اندازه بذر جهت حصول اندازه متناسب برای پوشش‌دار کردن بذر (پلتینگ) و استفاده از روش‌های مکانیزه جهت مراحل کاشت و داشت و برداشت محصول است. برداشتن و حذف پریکارپ (پولیش) هم‌چنین باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی می‌شود، زیرا مهارکننده‌های جوانه‌زنی که در پریکارپ قرار دارند حذف شده و جذب آب بهبود می‌یابد. با این وجود فرایند پولیش بذر باید به آرامی انجام گیرد تا از ترک‌خوردگی بذر و آسیب‌دیدن جنین، به‌ویژه آسیب به رادیکل اجتناب شود (Ghosh *et al.*, 2021).

بذر مونوژرم چغندر قند ستاره‌ای‌شکل و دارای پنج زائده است که این زوائد کشت آن را مشکل می‌سازد. هم‌چنین در توده بذر چغندر، بذر نارس و یا بذره‌های با پوسته کلفت از قدرت جوانه‌زنی بذر می‌کاهد (Rahimi *et al.*, 2020)، بنابراین با پولیش مناسب بذر پوسته بذره‌های کلفت نازک شده، بذره‌های نارس و زوائد بذر حذف می‌شوند و موجب افزایش و سرعت جوانه‌زنی می‌شود (Ghosh *et al.*, 2021). نتایج برخی مطالعات حاکی از آن است که جوانه‌زنی و استقرار

گیاچه چغندر قند تا حد زیادی تحت تأثیر ترکیبات شیمیایی ممانعت‌کننده موجود در پوسته بذر شامل فنل‌ها، اسیدآگزالیک، بتائین و موسیلاژ قرار می‌گیرد و در صورت حذف این ترکیبات از پوسته بذر، جوانه‌زنی چغندر قند بهبود می‌یابد (Pedram *et al.*, 2018). در بررسی تأثیر پولیش بذر بر میزان ایجاد آسیب مکانیکی در بذر چغندر قند مشخص شد که با افزایش پولیش، وزن هزاردانه و قطر بذر کاهش یافته و جرم حجمی افزایش می‌یابد. نتایج مشاهده مذکور همچنین نشان داد که با افزایش شدت پولیش بذر، احتمال مشاهده بذور آسیب‌دیده نیز افزایش می‌یابد. لذا حذف بیش‌تر از ۱۰ درصد وزنی بذر چغندر قند توصیه نشده است (Salimi & Boelt, 2019). این در حالی است که بنا به گزارش‌ها، با سایش بذر، زوائد و قسمت اعظم لایه بیرونی (بافت متخلخل از سلول‌های پارانشیمی) بذر حذف می‌شود در نتیجه قسمت عمده مواد بازدارنده جوانه‌زنی از بین می‌رود. همچنین شکل بذر یکسان و سوراخ به بند ناف مهم‌ترین کانال‌های ورود آب به طرف جنین می‌باشد بهتر نمایان می‌شود، بنابراین با حذف پوسته بیرونی بر قدرت جذب آب و در نتیجه جوانه‌زنی بذر افزایش پیدا می‌کند (Pedram *et al.*, 2018). در مطالعه‌ای با بررسی اثر پولیش بذر (با تیمارهای شاهد، پنج، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درصد حذف پوشش بذر) روی بذر چغندر قند مشخص شد که صفات مرتبط با جوانه‌زنی به‌صورت معنی‌داری تحت تأثیر پولیش بذر قرار گرفته‌اند، به‌صورتی که پولیش بذر چغندر قند در مقادیر ۱۰ و ۱۵ درصد بیش‌ترین میزان درصد جوانه‌زنی سالم را دارا بودند. براساس نتایج این آزمایش پولیش بذر چغندر قند با تیمارهای ۲۰ و ۲۵ درصد به‌صورت معنی‌داری درصد گیاچه‌های غیرطبیعی را افزایش داده است، اما پولیش ۱۰ و ۱۵ درصد ضمن افزایش درصد جوانه‌زنی، تأثیر مخربی بر درصد گیاچه‌های غیرطبیعی چغندر قند نداشته است (Tohidloo *et al.*, 2015). از طرفی با بررسی پرایمینگ بذر چغندر قند گزارش شد که پیش تیمار بذر از طریق افزایش سهولت جذب آب توسط دیواره بذر، موجب افزایش عملکرد قند در این گیاه شده است (Pedram *et al.*, 2018). بنابراین، هدف از این مطالعه با توجه به گزارش‌هایی مبنی بر اثرات مفید سایش بذر به‌عنوان پیش تیمار کشت برخی محصولات زراعی به‌ویژه چغندر قند و نیز عدم انجام مطالعه در مورد اثر میزان ساییدگی بذر بر جوانه‌زنی و رشد ارقام (شکوفه، آرتا، آریا، سینا و اکباتان)، یافتن بهینه‌ترین میزان سایش بذر بر ویژگی‌های جوانه‌زنی و رشد ارقام ذکر شده بوده است.

۲. مواد و روش‌ها

۲.۱. محل اجرای آزمایش و نحوه اعمال تیمارها

به‌منظور مطالعه تأثیر تیمار ساییدگی (پولیش) بذر ارقام مختلف چغندر قند، پژوهشی در آزمایشگاه و گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد در سال زراعی ۱۳۹۹-۱۴۰۰ انجام شد. این پژوهش به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام شد. فاکتور اول شامل پنج رقم مونوژرم چغندر قند (شکوفه، آرتا، آریا، سینا و اکباتان) که از شرکت آریا منتخب پارسین تهیه شده بودند و فاکتور دوم سه سطح پولیش بذر (شاهد، ساییدگی ۱۰ درصد وزنی پوسته بذر و ساییدگی ۳۰ درصد وزنی پوسته بذر) بود. قبل از شروع آزمایش به‌وسیله پارچه نمناک از زنده‌بودن و قوه نامیه بذور اطمینان حاصل شد. همچنین محیط و وسایل مورد استفاده ضدعفونی شدند. سپس کف هر پتری‌دیش (۸ سانتی‌متری) کاغذ صافی اکاردئونی استریل گذاشته شد. بذور چغندر قند ابتدا بذور با هیپوکلریت سدیم دو درصد به‌مدت دو دقیقه ضدعفونی شده و سه مرتبه با آب مقطر استریل شست‌و‌شو شدند. سپس پریکارپ بذور توسط کاغذ سنباده مطابق با تیمار مورد نظر حذف شد. پنجاه عدد بذر در هر پتری‌دیش قرار گرفت. برای تأمین رطوبت مورد نیاز بذرها به هر کدام از پتری‌دیش‌ها به میزان ۲ میلی‌لیتر آب مقطر، هر دو روز یک‌بار اضافه شد. به‌منظور کاهش تبخیر محلول افزوده شده و رعایت شرایط یکسان برای تمامی تیمارها، درب پتری‌دیش‌ها با پارافیلیم بسته و در انکوباتور با دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد

گذاشته شدند. بازدید از نمونه‌ها هر ۸ ساعت یکبار به صورت روزانه و به مدت ۱۴ روز انجام شد و تعداد بذرهای جوانه‌زده از مرحله شروع تا پایان جوانه‌زنی طی دوره آزمایش برای ارزیابی شاخص‌های جوانه‌زنی ثبت شد (Aniszewska et al., 2020).

۳.۲. صفات مورد ارزیابی

در این پژوهش برای محاسبه درصد و سرعت جوانه‌زنی به ترتیب از روابط (۱) و (۲) (Ikic et al., 2012)، برای محاسبه متوسط زمان جوانه‌زنی از رابطه (۳) (Hunter et al., 1984) و برای تعیین شاخص بنیه طولی از رابطه (۴) (Abdul-Baki & Anderon, 1973) استفاده شد.

$$Gp = 100 * NG/NT \quad \text{رابطه (۱)}$$

که در آن Gp درصد جوانه‌زنی، NG تعداد بذرهای جوانه زده و NT تعداد کل بذرهاست.

$$Rs = \sum_{ni=1} (Si / Di) \quad \text{رابطه (۲)}$$

در رابطه‌ی فوق، Rs سرعت جوانه‌زنی (تعداد بذر در روز)، Si تعداد بذر جوانه‌زده در هر شمارش، Di تعداد روز در هر شمارش تا شمارش nام بود.

$$MGT = \sum (GT \times Tt) / \sum Gt \quad \text{رابطه (۳)}$$

که در آن، MGT: میانگین زمان جوانه‌زنی، GT: تعداد بذرهای جوانه زده در روز t ام، Tt: زمان متناظر برای Gt در روزها.

$$Vi = (Ls * Gp) / 100 \quad \text{رابطه (۴)}$$

که در آن Vi شاخص بنیه، Ls میانگین طول گیاهچه‌ها (مجموع میانگین طول ریشه و ساقه) و Gp درصد جوانه‌زنی بذرهاست. شایان ذکر است که طول گیاهچه جهت محاسبه شاخص بنیه طولی بذر با خط‌کش اندازه‌گیری شد. وزن تر، ساقه‌چه و ریشه‌چه نیز به وسیله ترازوی دیجیتال (مدل KERN، ساخت کشور آلمان) با دقت ۰/۰۰۱ جداگانه توزین و سپس در پاکت‌های کاغذی به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد در دستگاه آون قرار داده شدند. اندازه‌گیری رنگدانه‌های موجود در برگ نیز براساس روش Arnon (1949) و مطابق معادلات زیر صورت گرفت.

$$\text{Chlorophyll a} = \{12.7(D663) - 2.69(D645)\} \times \frac{V}{W} \times 1000$$

$$\text{Chlorophyll b} = \{22.9(D645) - 4.68(D663)\} \times \frac{V}{W} \times 1000$$

در روابط فوق D663 مقدار جذب نوری در طول موج ۶۶۳ نانومتر، D645 مقدار جذب نوری در طول موج ۶۴۵ نانومتر، D480 مقدار جذب نوری در طول موج ۴۸۰ نانومتر، V حجم نهایی محلول و W وزن تر بافت گیاهی را نشان می‌دهند. در انتها به منظور تجزیه آماری داده‌ها از نرم‌افزار SAS نسخه (۹/۱) و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد. نمودارها نیز با استفاده از نرم‌افزار Excel رسم و ارائه شد.

۳. نتایج و بحث

۳.۱. درصد جوانه‌زنی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات اصلی رقم و ساییدگی و اثر برهم‌کنش آن‌ها بر درصد جوانه‌زنی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار است (جدول ۱). مقایسه میانگین اثرات برهم‌کنش نشان داد، رقم آریا در ساییدگی ۳۰ درصد وزنی بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی و رقم آرتا و بدون ساییدگی کم‌ترین درصد جوانه‌زنی را داشت. در تمام ارقام مورد مطالعه ساییدگی تأثیر مثبتی بر درصد جوانه‌زنی داشت و در ارقام شکوفا، آریا، سینا و اکباتان با افزایش میزان

ساییدگی درصد جوانه‌زنی هم روند صعودی داشت (شکل ۱- الف). به‌طور کلی، گزارش شده است که خراش‌دهی مکانیکی در شکست خواب طی مدت زمان‌های مختلف موجب کاهش مقاومت پوشش بذر، غلبه بر موانع مکانیکی و افزایش درصد جوانه‌زنی می‌شود (Aniszewska *et al.*, 2020). اغلب مطالعاتی که با هدف از بین‌بردن رکود بذور سخت صورت گرفته است نیز از تیمار سایش با استفاده از سنباده به‌عنوان تیماری مؤثر جهت شکستن رکود نام برده شده است (Ghosh *et al.*, 2021). در پژوهشی با بررسی تأثیر اندازه بذر، سایش پوسته بذر (پولیش) و حذف بذر پوک در کیفیت جوانه‌زنی بذر مونوژرم چغندر قند گزارش شد که پولیش و حذف ۱۵-۲۰ درصد وزنی پوسته بذر موجب افزایش قوه نامیه مکانیکی و جوانه‌زنی استاندارد به‌ویژه در بذر ریز شد. اما افزایش شدت پولیش از طریق آسیب‌رساندن به آندوسپرم، موجب کاهش جوانه‌زنی استاندارد و افزایش درصد جوانه‌های غیر عادی بذر شد (Chegini & Etehad, 2013). در پژوهش حاضر نیز به‌نظر می‌رسد که دلیل کاهش درصد جوانه‌زنی در رقم آرتا در ساییدگی ۳۰ درصد وزنی با آسیب به آندوسپرم و جنین در ارتباط باشد.

۳.۲. سرعت جوانه‌زنی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر برهم‌کنش رقم و ساییدگی بر سرعت جوانه‌زنی، در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار است (جدول ۱). مقایسه میانگین اثرات برهم‌کنش نشان داد، در ارقام مورد آزمایش ساییدگی تأثیر مثبتی بر سرعت جوانه‌زنی داشت بطوری‌که در ارقام شکوفا، آریا، سینا و اکباتان با افزایش میزان ساییدگی سرعت جوانه‌زنی هم افزایش یافت. رقم آریا در ساییدگی ۳۰ درصد وزنی بیش‌ترین سرعت جوانه‌زنی و رقم آرتا و بدون ساییدگی کم‌ترین سرعت جوانه‌زنی را داشت. در رقم شکوفا، آریا، سینا و اکباتان ساییدگی ۳۰ درصد بیش‌ترین سرعت جوانه‌زنی را موجب شد که این افزایش در رقم آریا بیش از پنج برابر نسبت به شاهد بود (شکل ۱- ب).

پولیش بذر روشی برای کاهش پریکارپ بذر است. هدف از پولیش، کاهش اندازه بذر جهت حصول اندازه متناسب برای پوشش‌دار کردن بذر (پلتینگ) و استفاده از روش‌های مکانیزه جهت مراحل کاشت، داشت و برداشت محصول است. برداشتن و حذف پریکارپ هم‌چنین باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی می‌شود، زیرا مهارکننده‌های جوانه‌زنی که در پریکارپ قرار دارند، حذف شده و جذب آب بهبود می‌یابد (Salimi & Boelt, 2019)، که این امر در رقم آریا به‌وضوح دیده می‌شود. در مورد سایر گیاهان از جمله گیاه کهورک نیز گزارش شده است که خراش‌دهی مکانیکی موجب افزایش سرعت جوانه‌زنی شد (Bakhtavar & Omid, 2014). هم‌چنین بررسی علت خواب بذر گونه‌ای جوز شمعی (*Aleurites moluccana*) نتایج نشان داد که درصد بالایی از خواب بذر این گونه ناشی از سخت پوستی و به‌عبارتی عدم نفوذپذیری پوسته نسبت به آب بود که خراش‌دهی مکانیکی بذور بهترین تیمار در بر طرف‌شدن آن ذکر شد و سرعت جوانه‌زنی افزایش یافت (Susilowati *et al.*, 2020). گزارش‌های بالا یافته‌های پژوهش حاضر را تأیید می‌کند، با این وجود گزارش شده است که فرایند پولیش بذر باید به آرامی انجام گیرد تا از ترک‌خوردگی بذر و آسیب‌دیدن جنین، به‌ویژه آسیب به رادیکل اجتناب شود (Ignatz *et al.*, 2019). بنابراین کاهش سرعت جوانه‌زنی در رقم آرتا با تیمار ۳۰ درصد وزنی ممکن است به‌دلیل آسیب به جنین باشد.

۳.۳. متوسط زمان جوانه‌زنی

با توجه به نتایج حاصل از تجزیه واریانس، اثرات اصلی رقم و ساییدگی و اثر برهم‌کنش آن‌ها بر میانگین جوانه‌زنی روزانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار است (جدول ۱). مقایسه میانگین اثرات برهم‌کنش نشان داد، رقم آریا در ساییدگی صفر درصد

وزنی با بیش‌ترین متوسط زمان جوانه‌زنی و در رقم اکباتان و ساییدگی ۳۰ درصد وزنی کم‌ترین متوسط زمان جوانه‌زنی را داشت. رقم آریا و اکباتان با افزایش میزان ساییدگی روند نزولی را در متوسط زمان جوانه‌زنی داشت (شکل ۱-ج). افزایش ضخامت بذر موجب افزایش مواد بازدارنده جوانه‌زنی، عدم انتقال اکسیژن، آب و سخت‌شدن کلاهیک بذر می‌شود. در طول تشکیل بذر، رشد جنین بیش‌تر تحت تأثیر شرایط محیطی قرار گرفته و محدود می‌شود در حالی که رشد پریکارپ ادامه می‌یابد و افزایش ترکیبات ممانعت‌کننده جوانه‌زنی که معمولاً در پوسته بذر تمرکز دارند موجب افزایش متوسط زمان جوانه‌زنی می‌شود (Aniszewska *et al.*, 2019) که این موضوع با نتایج پژوهش حاضر همخوانی دارد. در پژوهش دیگری مشخص شد طی رسیدن برخی بذرها، مواد تشکیل‌دهنده پوشش بذر خشک می‌شود و لایه حفاظتی سخت و خشنی در اطراف جنین تشکیل می‌دهد (Baskin *et al.*, 2004). به‌طور کلی، گزارش شده است که پوشش‌های بذر تأثیر زیادی در آغاز دوباره رشد جنین دارند. در بذره‌های دارای خواب، لایه‌های پوشاننده جنین می‌توانند به‌عنوان یک نوع فشار مکانیکی باشند که جنین باید به‌وسیله پتانسیل رشدی بر آن غلبه کند (Nonogaki, 2018). بنابراین به‌نظر می‌رسد پولیش سنگین بذر ممکن است موجب شکستن بذر، خروج جنین و آسیب به جنین شود اما پولیش مناسب بذر جنین را در مقابله با این فشار مکانیکی کمک می‌کند.

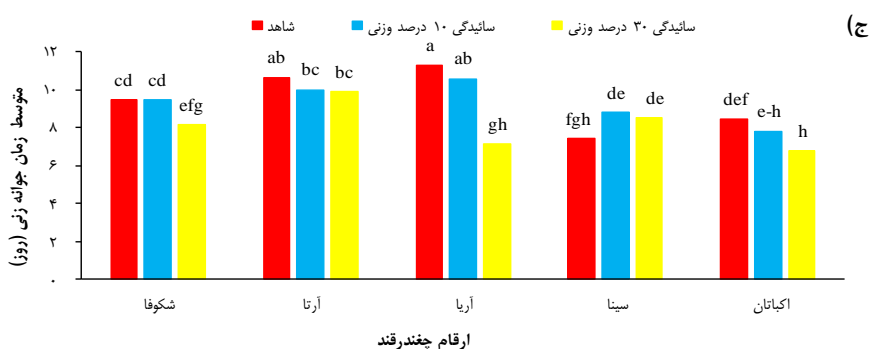
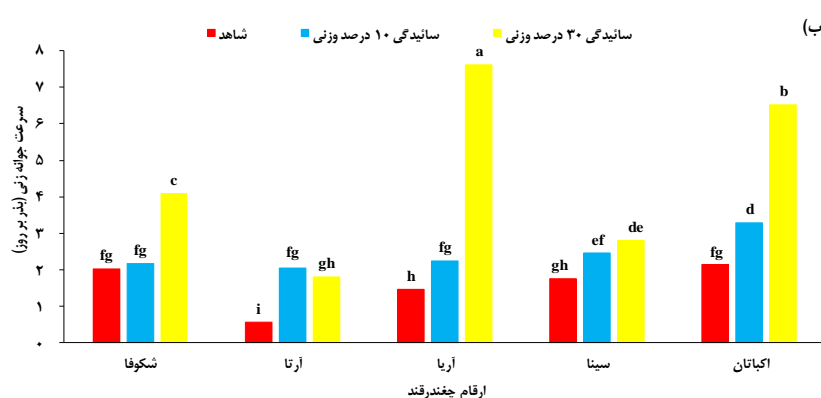
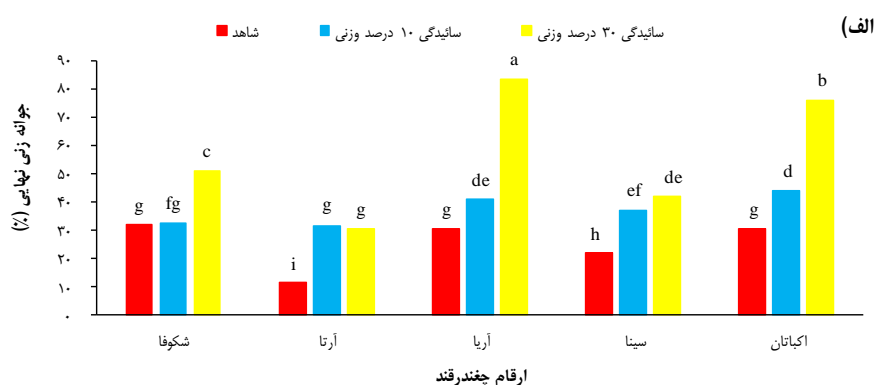
جدول ۱. تجزیه واریانس اثر رقم و ساییدگی بر برخی صفات جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه چغندر قند

میانگین مربعات									
منابع تغییر	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	متوسط زمان جوانه‌زنی	شاخص بنیه طولی	وزن تر ریشه‌چه	وزن تر ساقه‌چه	کلروفیل a	کلروفیل b
رقم	۴	۱۵۵۵/۹۲ **	۱۲/۷۸ **	۱۲/۳۴ **	۱۵/۶۱ **	-/۰۰۲۱۳ **	-/۰۰۴۸ **	-/۴۸۰ **	-/۲۵۵ **
ساییدگی	۲	۴۹۶۷/۱۷ **	۴۶/۶۳ **	۱۰/۹۹ **	۸۴/۷۸ **	-/۰۰۰۰۵ *	-/۰۰۵۹ **	-/۰۰۴۸ns	-/۸۹۱ **
ساییدگی × رقم	۸	۴۴۱/۷۹ **	۶/۸۲ **	۴/۰۸ **	۶/۹۶ **	-/۰۰۰۰۴۸ **	-/۰۰۴۳ **	-/۷۳۶ **	۱/۰۶۵ **
خطای آزمایش	۴۵	۱۲/۵۸	-/۱۳	-/۶۰	-/۱۱	-/۰۰۰۰۱	-/۰۰۰۰۸	-/۰۰۸۲	-/۰۲۰
ضریب تغییرات (%)	-	۸/۹۲	۷/۵۳	۸/۶۷	۷/۷۸	۵/۷۳	۳/۴۳	۸/۱۵	۹/۴۸

ns و ** : به ترتیب عدم اختلاف معنی‌دار و وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

۴.۳. شاخص بنیه طولی

با توجه به نتایج حاصل از تجزیه واریانس اثرات ساده و برهم‌کنش رقم و ساییدگی بر شاخص بنیه طولی بذر چغندر قند در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). افزایش ساییدگی موجب روند افزایشی در شاخص بنیه طولی ارقام آریا، سینا و اکباتان شد که بیش‌ترین افزایش مربوط به ساییدگی ۳۰ درصد وزنی و رقم اکباتان بود (شکل ۲-الف). ماده اصلی تولید گیاه بذر است که آماده‌سازی مناسب آن، از جمله پیش‌تیمار بذر پیش از کاشت، می‌تواند یکی از راه‌های بهبود جوانه‌زنی بذر باشد و در نتیجه منجر به عملکرد بهتر محصول شود. بنیه گیاهچه یکی از مهم‌ترین صفاتی است که افزایش در میزان آن نشانه بارز افزایش کیفیت و قدرت جوانه‌زنی بذر است (Ahmed *et al.*, 2021). بنیه طولی بذر از حاصلضرب طول گیاهچه در درصد جوانه‌زنی به‌دست می‌آید و تیمارهایی که سبب افزایش طول گیاهچه و درصد جوانه‌زنی می‌شوند، بهبود بنیه یا قدرت جوانه‌زنی را نیز به‌دنبال دارند. گزارش شده که با سایش مکانیکی و شست‌وشوی برون‌بر میوه چغندر قند مواد شیمیایی بازدارنده جوانه‌زنی حذف شده در نتیجه پتانسیل آب افزایش یافته و جوانه‌زنی و بنیه بذر افزایش یافتند (Orzeszko-Rywka & Podlaski, 2003). در پژوهش حاضر نیز به‌نظر می‌رسد که درصدهای بالای سایش بذر از طریق افزایش پتانسیل جذب آب توانسته شرایط مناسب‌تری را برای رشد اولیه گیاهچه فراهم کند.



شکل ۱. الف، ب و ج) به ترتیب، اثر برهم‌کنش رقم و میزان ساییدگی بر درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و متوسط زمان جوانه‌زنی (روز) چغندرقدند میانگین‌های دارای حروف متفاوت دارای تفاوت معنی‌دار براساس آزمون LSD محافظت شده هستند ($P \leq 0.05$).

۵.۳. وزن تر ریشه‌چه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، اثرات اصلی رقم و ساییدگی و اثر برهم‌کنش رقم و میزان ساییدگی بر وزن تر ریشه‌چه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. (جدول ۱). مقایسه میانگین اثرات برهم‌کنش نشان داد، بیش‌ترین میزان وزن تر ریشه‌چه در رقم شکوفه و بدون ساییدگی مشاهده شد. در رقم آرتا، با افزایش میزان سایش وزن تر ریشه‌چه کاهش یافت و این روند در رقم اکباتان متفاوت بود به‌طوری‌که بیش‌ترین وزن تر ریشه‌چه در رقم اکباتان تحت تیمار ساییدگی ۳۰ درصد وزنی

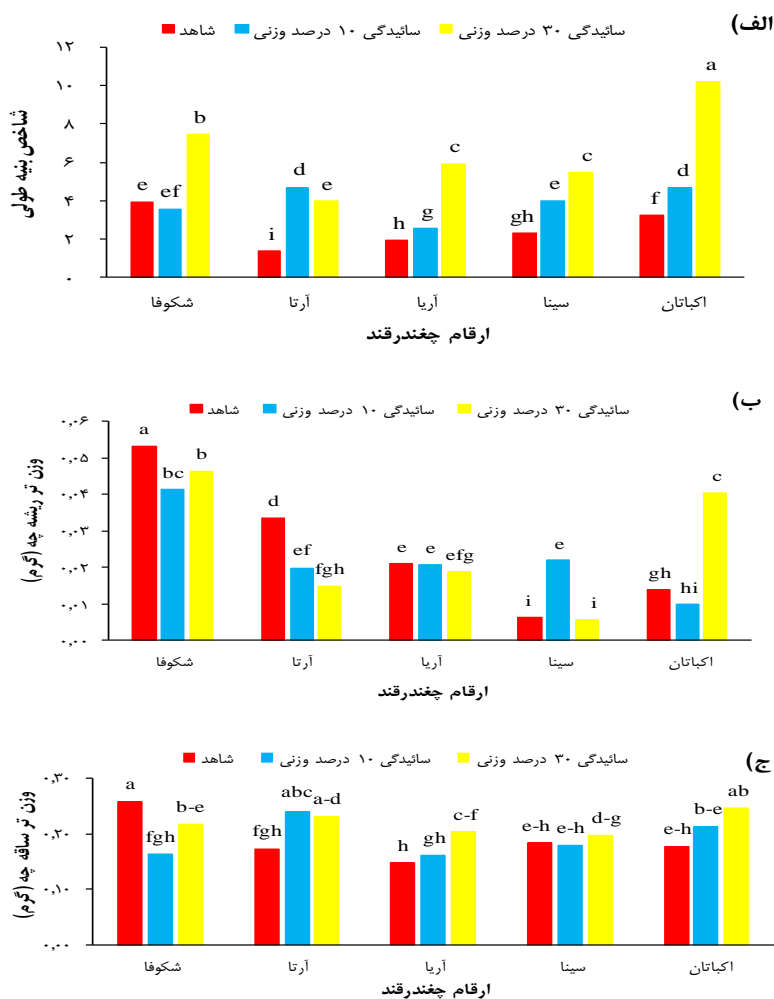
حاصل شد (شکل ۲-ب). در پژوهش انجام‌شده بر گیاه دارویی کهپورک مشاهده شد افزایش مدت زمان خراش‌دهی موجب افزایش وزن تر ریشه‌چه شد، اما کم‌ترین وزن تر گیاهچه در تیمار شاهد (صفر) خراش‌دهی به‌دست آمد (Ahmadi et al., 2016)، که این موضوع با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد. به‌طورکلی، نیز گزارش شده است که خراش‌دهی پوسته بذر، سبب تسهیل خروج ریشه‌چه می‌شود که در نتیجه رویان انرژی کم‌تری را برای جوانه‌زنی صرف می‌کند و بیش‌تر انرژی آن صرف رشد رویشی گیاهچه می‌شود. همچنین خراش‌دهی و سایش بذر می‌تواند در تسهیل جذب رطوبت و مواد غذایی توسط ریشه‌چه از محیط نقش به‌سزایی داشته باشد (Tang et al., 2016). از طرف دیگر سایش بذر می‌تواند از طریق افزایش فعالیت آنزیم‌های جوانه‌زنی و شاخص‌های جوانه‌زنی، به‌عنوان محرکی برای جوانه‌زنی سریع و نیروی اولیه جوانه‌زنی و در نتیجه افزایش بنیه بذر و استفاده شود (Ahmadi et al., 2021). در پژوهش حاضر نیز احتمالاً سایش بذر بر تسهیل جذب رطوبت و مواد غذایی توسط بذر مؤثر بوده و وزن تر ریشه‌چه را افزایش داده است.

۳.۶. وزن تر ساقه‌چه

نتایج داده‌ها نشان داد که اثر اصلی رقم، ساییدگی و اثر برهم‌کنش رقم و ساییدگی بر وزن تر ساقه‌چه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. مقایسه میانگین اثرات برهم‌کنش رقم بر ساییدگی بر وزن تر ساقه‌چه نیز نشان داد که در رقم آریا و اکباتان با افزایش میزان ساییدگی وزن تر ساقه‌چه افزایش یافت. اما بیش‌ترین وزن تر ساقه‌چه در رقم شکوفا و بدون ساییدگی مشاهده شد (شکل ۲-ج). گزارش شده است که درصد‌های پایین سایش بذر از طریق افزایش سرعت جوانه‌زنی و ایجاد فرصت بیش‌تر رشد رویشی، موجب افزایش وزن گیاهچه می‌شود (Ahmadi et al., 2016). همچنین گزارش شده است که خراش‌دهی بذر در سطوح پایین و متوسط موجب تغییر نسبت‌های هورمونی درون بذر به نفع ترکیبات شبه‌جیبرلین می‌شود و با توجه به نقش این هورمون در فعال‌سازی آنزیم‌های تجزیه‌کننده مواد غذایی و طولی‌شدن سلول‌ها، می‌تواند باعث افزایش رشد گیاهچه شود. جیبرلیک‌اسید همچنین باعث طولی‌شدن دیواره سلولی می‌شود و به‌دنبال آن باعث هیدرولیز ترکیبات نشاسته‌ای به قندهای ساده مانند گلوکز و یا فرکتوز می‌شود که باعث منفی‌تر شدن پتانسیل اسمزی سلول‌ها گشته و ورود آب را به داخل سلول تسهیل می‌کند و در نهایت باعث افزایش رشد گیاهچه‌ها می‌شود. اما با افزایش مدت زمان خراش، لپه‌ها آسیب می‌بینند و فعالیت‌های فتوسنتزی گیاهچه کم می‌شود و وزن تر ساقه‌چه کاهش می‌یابد (Tuan et al., 2020). این گزارش‌های با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد.

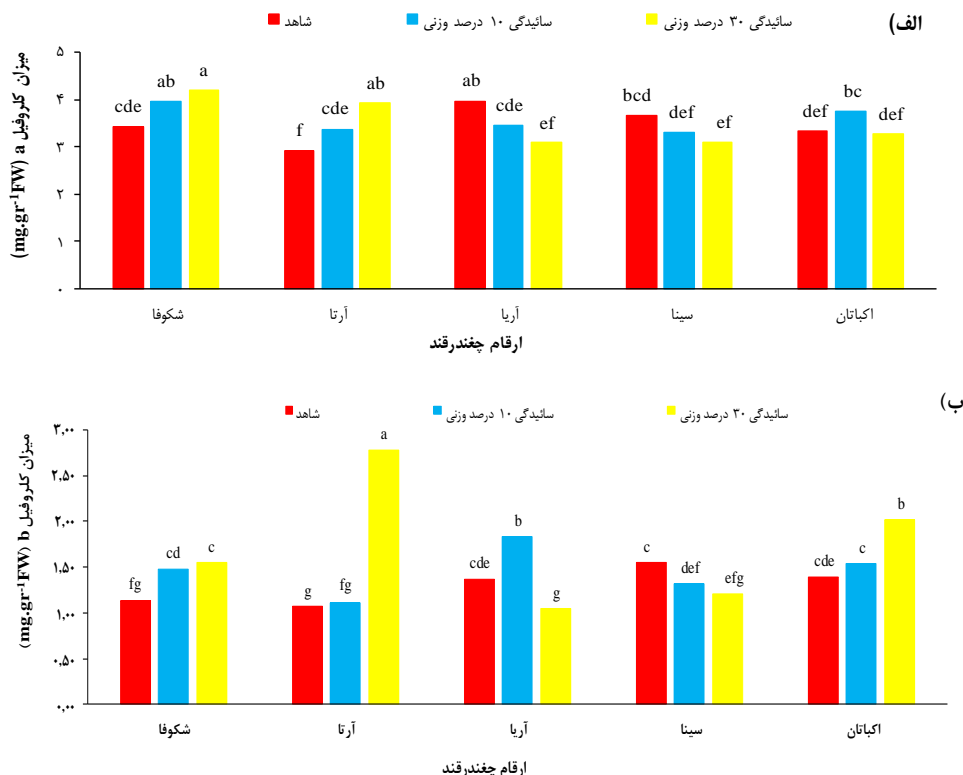
۳.۷. محتوای کلروفیل a و b

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، اثر اصلی رقم و اثر برهم‌کنش رقم و ساییدگی بر کلروفیل a در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود، در حالی که ساییدگی تأثیر معنی‌داری بر میزان کلروفیل a نداشت (جدول ۱). نتایج تجزیه واریانس همچنین نشان داد که اثرات ساده و برهم‌کنش رقم و ساییدگی بر کلروفیل b چغندر قند در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین اثرات برهم‌کنش نشان داد، افزایش میزان ساییدگی در رقم آریا و سینا موجب روند کاهشی میزان کلروفیل a شد، در حالی که این روند در رقم آرتا و شکوفا برعکس بود. رقم شکوفا با تیمار ساییدگی ۳۰ درصد وزنی و رقم آرتا و بدون ساییدگی به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین میزان کلروفیل a را داشت (شکل ۳-الف). در حالی که مقایسه میانگین اثرات برهم‌کنش رقم در ساییدگی بر کلروفیل b نشان داد، افزایش میزان ساییدگی در ارقام شکوفا، آرتا و اکباتان موجب روند افزایشی میزان کلروفیل b شده است، در حالی که این روند در رقم سینا برعکس بود. در مجموع نیز رقم آرتا و ساییدگی ۳۰ درصد وزنی بیش‌ترین میزان کلروفیل b را داشت (شکل ۳-ب).



شکل ۲. الف، ب و ج) به ترتیب، اثر برهم‌کنش رقم و میزان ساییدگی بر شاخص بنیه طولی، وزن تر ریشه‌چه و وزن تر ساقه‌چه چغندر قند میانگین‌های دارای حروف متفاوت دارای تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون LSD محافظت شده هستند ($P \leq 0.05$).

گزارش شده است که خراش‌دهی بذور، از طریق افزایش رشد ریشه‌چه باعث تسهیل و افزایش جذب نیتروژن در گیاه می‌شود و از آنجایی که جذب بیش‌تر نیتروژن بر افزایش میزان کلروفیل تأثیر مستقیم دارد، محتوای کلروفیل را در گیاه افزایش می‌دهد. به‌طوری‌که خراش‌دهی با سمباده موجب افزایش معنی‌دار میزان کلروفیل و کاروتنوئیدها بذرهاى گل ختمی و روناس شد (Sharifi *et al.*, 2016). مطالعات نشان داده است که افزایش فعالیت آنزیم ریبولوزیسی فسفات کربوکسیلاز (روبیسکو) در برگ موجب افزایش پروتئین محلول و محتوای کلروفیل گیاه می‌شود و با توجه به این‌که بخش قابل‌توجهی از نیتروژن برگ در ساختمان روبیسکو وجود دارد، هر عاملی که موجب افزایش جذب نیتروژن در گیاه شود می‌تواند بر محتوای کلروفیل گیاه مؤثر باشد (Sharifi *et al.*, 2016). در پژوهش حاضر نیز به‌نظر می‌رسد ساییدگی بذر موجب افزایش رشد ریشه‌چه گیاه شده و شرایط را برای جذب بیش‌تر عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن تسهیل بخشیده است و احتمالاً این موضوع افزایش محتوای کلروفیل را برای اکثر رقم‌های موردبررسی در پی داشته است.



شکل ۳. الف و ب) به ترتیب، اثر برهم کنش رقم و میزان سایدگی بر محتوای کلروفیل a و محتوای کلروفیل b چغندر قند. میانگین‌های دارای حروف متفاوت دارای تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون LSD محافظت شده هستند ($P \leq 0.05$).

۴. نتیجه‌گیری

نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش نشان داد که سایدگی ۳۰ درصد وزنی بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، میانگین جوانه‌زنی روزانه، شاخص بنیه طولی، وزن تر ساقه‌چه، وزن تر ریشه‌چه و کلروفیل b را موجب شد. رقم آریا بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی و سرعت میانگین جوانه‌زنی روزانه را داشت. بیش‌ترین شاخص بنیه طولی در رقم اکباتان به‌دست آمد. رقم شکوفه بیش‌ترین میزان وزن تر ریشه‌چه و کلروفیل a و b را داشت. هم‌چنین بالاترین درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و میانگین جوانه‌زنی روزانه در رقم آریا و سایدگی ۳۰ درصد وزنی حاصل شد. در حالی‌که رقم اکباتان و سایدگی ۳۰ درصد وزنی بیش‌ترین شاخص بنیه طولی را موجب شد. بیش‌ترین وزن تر ریشه‌چه و ساقه‌چه در رقم شکوفه و بدون سایدگی، حداکثر میزان کلروفیل b در رقم آرتا و سایدگی ۳۰ درصد وزنی به‌دست آمد. بنابراین به‌طور کلی از این پژوهش می‌توان نتیجه گرفت که پولیش ۳۰ درصد وزنی موجب بهبود ویژگی‌های جوانه‌زنی و رشدی بذر گیاه چغندر قند می‌شود و در بین ارقام مورد آزمایش هم آریا بیش از سایر ارقام تحت تأثیر سایدگی قرار می‌گیرد.

۵. تشکر و قدردانی

از زحمات مسئول آزمایشگاه فیزیولوژی گیاهان زراعی گروه زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد در کمک به اندازه‌گیری‌های صفات مربوط به این مقاله، تشکر و قدردانی می‌گردد.

۶. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۷. منابع مورد استفاده

- Abdul-Baki, A.A., & Anderso, J.D. (1973). Vigor determination in soyabean by multiple criteria. *Crop Science*, 10, 31-34. doi: 10.2135/cropsci1973.0011183X001300060013
- Ahamed, G. J., Gantait, S., Mitra, M., Yang, Y., & Li, X. (2020). Role of ethylene crosstalk in seed germination and early seedling development: A review. *Plant Physiology and Biochemistry*, 151, 11-24. doi:10.1016/j.plaphy.2020.03.016.
- Ahmadi, K. H., Karimi, T., & Shojaeian, A. (2016). Effect of mechanical scratching time on dormancy failure of (*Prosopis fracta* L.) medicinal plant seeds. *Journal of Seed Research*, 5(17), 71-80. (In Persian).
- Ahmadi, K., Omid, H., Amini Dehaghi, M., & Soltani, E. (2021). Evaluation of dormancy breaking treatments on seed germination and soluble compounds of *Kelussia odoratissima* Mozaff. seedling. *Plant Physiology Reports*, 26(3), 513-525. doi:10.1007/s40502-021-00594-0
- Amiryousefi, M., Tadayon, M. R., & Hoseinifard, M. S. (2019). Effect of nitrogen and phosphorus bio fertilizers on some seed germination traits of two cultivars of quinoa under salinity stress. *Journal of Desert Ecosystem*, 8(24), 79-94. (In Persian). <http://dx.doi.org/%2010.22052/deej.2018.7.24.49>
- Aniszewska, M., Błuszkowska, U., Zychowicz, W., & Brzózko, J. (2020). Impact of mechanical treatment of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) seeds on germination time and seedling quality. *Journal of Forest Research*, 11(6), 1-6. doi:10.1080/13416979.2020.182463.
- Arnon D. I. (1949). Copper enzymes in isolated chloroplast. Polyphenol oxidase in *Beta vulgaris*. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 24, 1-15. doi: 10.1104/pp.24.1.1
- Bakhtavar, Z., & Omid, H. (2014). The effect of hot water treatment and mechanical abrasion on seed germination of medicinal plants *Prosopis* (*Prosopis farcta*), First International Congress and the Thirteenth National Congress of Crop Science Crop and Seed Science and Technology conference. 26-28 August, Karaj. Iran.
- Baskin, C.C., Milberg, P., Andersson, L., & Baskin, J.M. (2004). Germination ecology of seeds of the annual weeds *Capsella bursapastoris* and *Descurainia sophia* originating from high northern latitudes. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 25, 3-12.
- Chegini, M. A., & Etehad, M. (2013). The effects of seed grading, polishing and air-separation on some important seed characters of sugar beet momogerm cultivar Gadouk seed. *Iranian Journal of Seed Science and Technology*, 4(2), 207-218. (In Persian).
- Fayazipour, D., Akbari, GH., Allahdadi, I., Amini, F., & Hoseinifard, M.S. (2021). Investigation of the possibility of planting autumn of sugar beet by using the cytosol in Pakdasht climatic conditions. *Journal of Crops Improvement*, 4(23), 809-822. (In Persian). doi: 10.22059/jci.2021.312514.2468
- Ghosh, P., & Roychoudhury, A. (2020). Nutrition and antioxidant profiling in the unpolished and polished grains of eleven indigenous aromatic rice cultivars. *3 Biotech*, 10(12), 548-571. doi:10.1007/s13205-020-02542-5
- Hunter, E. A., Glasbey, C. A., & Naylor R. E. (1984). The analysis of data from germination tests. *The Journal of Agriculture Science*, 102, 207-213. doi:10.1017/S0021859600041642
- Ignatz, M., James, E. H., Turečková, V., Strnad, M., Meinhard, J., Fischer, U., Steinbrecher, T., & Leubner Metzger, G. (2019). The biochemistry underpinning industrial seed technology and mechanical processing of sugar beet. *Planta*, 250, 1717- 1729.
- Ikić, I., Maric, Tomasovic, S., Gunjaca, J., Atovic, Z.S., & Arcevic, H.S. (2012). The effect of germination temperature on seed dormancy in Croatian-grown winter wheats. *Euphytica*,

- 188, 25-34. doi:10.1007/s10681-012-0735-8.
- Lan, Y., Ohm, J.-B., Chen, B., & Rao, J. (2020). Microencapsulation of hemp seed oil by pea protein isolate–sugar beet pectin complex coacervation: Influence of coacervation pH and wall/core ratio. *Food Hydrocolloids*, 106423. doi:10.1016/j.foodhyd.2020.106423.
- Nonogaki, H. (2018). Seed germination and dormancy - the classic story, new puzzles, and evolution. *Journal of Integrative Plant Biology*, 61(5), 541-563. doi:10.1111/jipb.12762
- Orzeszko-Rywka, A., & Podlaski, S. (2003). The effect of sugar beet seed treatments on their vigour. *Plant, Soil and Environment*, 49(6), 249-254.
- Pedram, A., Tajbakhsh, M., Taleghani, D., & Ghiasi, M. (2018). The assessment of seed priming effect on quantitative and qualitative yield of different sugar beet cultivars. *Iranian Journal of Seed Sciences and Research*, 3(4), 113-123. (In Persian).
- Puglisi, I., Barone, V., Fragalà, F., Stevanato, P., Baglieri, A., & Vitale, A. (2020). Effect of microalgal extracts from *Chlorella vulgaris* and *Scenedesmus quadricauda* on germination of *Beta vulgaris* seeds. *Plants*, 9(6), 675-691. doi:10.3390/plants9060675.
- Rahimi, A., Kiralan, M., & Ahmadi, F. (2020). Effect of humic acid application on quantitative parameters of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) Cv. Shirin. *Alexandria Science Exchange Journal*, 41(9), 85-91.
- Salimi, Z., & Boelt, B. (2019). Classification of processing damage in sugar beet (*Beta vulgaris*) seeds by multispectral image analysis. *Sensors*, 19(10), 2360-2369. doi:10.3390/s19102360
- Seiwa, K., Negishi, Y., Eto, Y., Hishita, M., Masaka, K., Fukasawa, Y., & Suzuki, M. (2020). Successful seedling establishment of arbuscular mycorrhizal-compared to ectomycorrhizal-associated hardwoods in arbuscular cedar plantations. *Forest Ecology and Management*, 468, 118155. doi:10.1016/j.foreco.2020.118155.
- Sharifi, H., Hoseini, M. KH., & Mohasel, M.H. (2017). The effect of mechanical scratching on sleep break and improved seed germination of twelve species of medicinal plants. *Journal of Seed Research*, 6(18), 11-18. (In Persian).
- Sohrabi, S., Abdollahi, M. R., Mirzaie-Asl, A., Koulaei, H. E., Aghaezadeh, M., & Seguí-Simarro, J. M. (2021). A refined method for ovule culture in sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 146(2), 259-267. doi:10.1007/s11240-021-02065-8.
- Susilowati, A., Dalimunthe, A., Rachmat, H. H., Elfiati, D., Sinambela, P. Y., Ginting, I. M., & Larengkeng, S. H. (2020). Morphology and germination of the candlenut seed (*Aleurites moluccana*) from Samosir Island-North Sumatra. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 454(1), 012156. doi:10.1088/1755.
- Tang, Y., Zhang, K., Zhang, Y., & Tao, J. (2019). Dormancy-breaking and germination requirements for seeds of *Sorbus alnifolia* (Siebold & Zucc.) K.Koch (Rosaceae), a Mesic Forest Tree with High Ornamental Potential. *Forests*, 10(4), 319. doi:10.3390/f10040319
- Tohidloo, G., Fathollah Taleghani, D., Chegini, S., Chegini, M. A., Paknejad, F., Habib Khodaei, A., Nabilkaee, N., Golzardi, F., & Jalili, F. (2015). Effect of polishing and washing on germination quality and viability of sugar beet seed. *International Journal of Biosciences*, 6(2), 209-215.
- Tuan, P. A., Nguyen, T., Jordan, M. C., & Ayele, B. T. (2020). A shift in abscisic acid/gibberellin balance underlies retention of dormancy induced by seed development temperature. *Plant, Cell & Environment*, 44(7), 2230-2244. doi:10.1111/pce.13963
- Vitali, V., Sutka, M., Ojeda, L., Aroca, R., & Amodeo, G. (2021). Root hydraulics adjustment is governed by a dominant cell-to-cell pathway in *Beta vulgaris* seedlings exposed to salt stress. *Plant Science*, 306, 110873. doi:10.1016/j.plantsci.2021.11087.
- Wahid, F., Baig, S., Bhatti, M. F., Manzoor, M., Ahmed, I., & Arshad, M. (2020). Growth responses and Rubisco activity influenced by antibiotics and organic amendments used for stress alleviation in *Lactuca sativa*. *Chemosphere*, 264(1), 128-149. doi:10.1016/j.chemosphere.2020.12