



## اثر انواع پرایمینگ بذر بر برخی خصوصیات کمی و کیفی چغندر قند (*Beta vulgaris* L.)

عادل پدram<sup>۱</sup>، مهدی تاجبخش<sup>۲</sup>، داریوش فتح‌الله طالقانی<sup>۳</sup>، و مهدی قیاسی<sup>۴</sup>\*

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۴

تاریخ بازنگری: ۱۳۹۷/۱۰/۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۵/۳

### چکیده

به منظور بررسی اثر پرایمینگ‌های مختلف بر خصوصیات کمی و کیفی چغندر قند، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی طی دو سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ در دو محیط آزمایشگاه و مزرعه انجام گرفت. تیمارها شامل دو سطح رقم (اکباتان و لاین ۷۲۳۳) و پنج نوع پرایمینگ بذر (هاردنینگ، پرایمینگ با کود نانو، هیدروپرایمینگ، پرایمینگ با کود کیوتری و بدون پرایمینگ) بودند. نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که بین ارقام از نظر عملکرد ریشه و درصد قند خالص اختلاف معنی‌داری وجود داشت. همچنین، بین تیمارهای پرایمینگ از لحاظ کلیه صفات، به جز در درصد استحصال قند، آلکالیتیه و درصد قند خالص، اختلاف معنی‌داری دیده شد. در مطالعه حاضر لاین ۷۲۳۳ در مقایسه با رقم اکباتان از عملکرد ریشه، درصد قند خالص بالاتری برخوردار بود. نتایج همچنین نشان داد که بالاترین درصد جوانه‌زنی (۹۶/۵۰ درصد)، سرعت جوانه‌زنی (۹/۵۶ بذر در روز)، عملکرد ریشه (۸۰/۳۳ تن در هکتار)، درصد قند ناخالص (۲۳/۱۱ درصد)، عملکرد قند ناخالص (۱۸/۳۸ تن در هکتار) و عملکرد قند خالص (۱۵/۳۳ تن در هکتار) به تیمار هیدروپرایمینگ بذر چغندر قند اختصاص داشت. براساس نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام صفات، چهار صفت درصد قند ناخالص، عملکرد ریشه، درصد استحصال قند و قند ملاس با تبیین ۹۸ درصد از تغییرات عملکرد قند خالص به‌عنوان مؤثرترین صفات بر عملکرد قند خالص شناسایی شدند. در این تحقیق هیدروپرایمینگ به‌عنوان مناسب‌ترین پرایمینگ شناسایی گردید. از این رو، به نظر می‌رسد هیدروپرایمینگ به‌عنوان یکی از ساده‌ترین روش‌های پیش تیمار بذر می‌تواند در بهبود عملکرد کمی و کیفی چغندر قند مفید واقع شود.

**واژگان کلیدی:** پرایمینگ، درصد قند خالص، رگرسیون، همبستگی.

۱- استادیار بخش تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران.

۲- استاد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

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

۴- استادیار گروه زراعت دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران. \* نگارنده‌ی مسئول

## مقدمه

چغندر قند با نام علمی (*Beta vulgaris L.*) به عنوان یکی از دو منبع مهم تأمین کننده قند جهان و با سطح زیر کشت جهانی بالغ بر ۴/۵ میلیون هکتار (Anonymous, 2014)، حدود ۱۰۵ هزار هکتار از اراضی قابل کشت را در کشور به خود اختصاص داده است که معادل ۰/۹۲ درصد کل محصولات زراعی و ۲۴/۳ درصد از کل سطح برداشت محصولات صنعتی می‌باشد. استان آذربایجان غربی به ترتیب با ۱۹/۱۵ و ۳۳/۱۴ درصد، بیشترین سطح برداشت و تولید کشور را به خود اختصاص داده و در جایگاه نخست قرار دارد (Anonymous, 2015). مطالعات حاکی از آن است که جوانه زنی و استقرار گیاهچه چغندر قند تا حد زیادی تحت تأثیر ترکیبات شیمیایی ممانعت کننده موجود در پوسته بذر شامل فنل‌ها، اسید اگزالیک، بتائین و موسیلاژ قرار می‌گیرد. این مواد عمدتاً در آب محلول بوده و با شستشوی بذر از آن خارج شده و در پی آن جوانه زنی بهبود می‌یابد (Franzen et al., 2005 و Thornton and Powell, 1992). یکی از دستاوردهای این مطالعات، پیشنهاد استفاده از عملیات مدیریتی به زراعی تحت عنوان تیمار پیش از کاشت بذر به ویژه در شرایط نامساعد محیطی به منظور افزایش درصد، سرعت و یکنواختی جوانه زنی می‌باشد (Harris, 2001).

در جریان پرایمینگ، بذر ها معمولاً در معرض پتانسیل آب خارجی قرار می‌گیرند. مقدار این آب آنقدر اندک است که باعث جوانه زنی نمی‌شود، اما امکان وقوع یک سری فرآیندهای فیزیولوژیک و بیوشیمیایی را پیش از جوانه زنی بذر فراهم می‌آورد که می‌تواند شامل کاهش مواد بازدارنده، شکسته شدن مواد ذخیره‌ای و افزایش

تدریجی آنزیم‌های ضروری برای شکستن آندوسپرم باشد (Harris, 2001). عمل پرایمینگ در هر گیاهی ممکن است با اهداف خاصی صورت گیرد. در چغندر قند برای عمل پرایمینگ مزایای زیادی از جمله افزایش سرعت جوانه زنی در شرایط دمای کم، افزایش عملکرد ریشه، افزایش قدرت جوانه زنی در شرایط شور و خشکی، کاهش نیاز به آب جهت سبز شدن و در نهایت استقرار بهتر و مناسب بوته‌ها در واحد سطح ذکر شده است، هنگامی که بذر پرایم شده در محیط مناسب جوانه زنی قرار می‌گیرد، سریع‌تر از بذرهای پرایم نشده جوانه می‌زند (Lemaire et al., 2008). موکاسا و همکاران (Mukasa et al., 2003) در بررسی اثر پرایمینگ بر انباشت قند در ریشه چغندر قند و همچنین بررسی اثر پرایمینگ بر خصوصیات رشدی و عملکرد شش رقم چغندر قند (M onocae-S) Nozomi, Megumi, Kabutomaru, Kitasayaka و Hokkai-84 را در شرایط شاهد و هیدروپرایمینگ مورد ارزیابی قرار دادند. آنها اظهار داشتند اثر رقم و تیمار پرایمینگ تنها بر درصد قند خالص، میانگین زمان جوانه زنی و عملکرد ریشه اختلاف معنی‌دار وجود داشت.

حسینی و کوچکی (Hosseini and Koocheki, 2007) در بررسی اثر پیش تیمارهای اسید کلریدریک ۱٪، اسید کلریدریک ۵٪، پلی اتیلن گلایکول ۶۰۰۰، کلرید سدیم ۱/۵ نرمال و آب مقطر را بر درصد و سرعت جوانه زنی ارقام افشاری، یونیورس، اوربیس و K.W.S را مورد ارزیابی قرار دادند. آنها گزارش کردند استفاده از آب مقطر و اسید کلریدریک، بیشترین درصد جوانه زنی (به ترتیب با مقادیر ۹۱/۲ و ۸۲/۲ درصد) و سرعت جوانه زنی (به ترتیب با مقادیر ۹/۲ و ۸/۵ روز) را در پی داشت و ارقام K.W.S و یونیورس با

برای استفاده در برنامه‌های به‌نژادی و به‌زراعی از اهمیت خاصی برخوردارند. در برنامه‌های اصلاح نباتات، انتخاب بر اساس تعداد زیادی صفت زراعی صورت می‌گیرد که ممکن است بین آنها همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشته باشد. لذا روش‌های تجزیه و تحلیل که بدون از بین بردن مقدار زیادی از اطلاعات مفید، تعداد صفات مؤثر بر عملکرد را کاهش دهد، برای پژوهشگر با ارزش هستند (Farshadfar, 2000). تجزیه علیت، رگرسیون جزئی استاندارد شده‌ای است که اثر مستقیم و غیرمستقیم یک متغیر را بر روی متغیرهای دیگر نشان می‌دهد، همچنین می‌تواند ضریب همبستگی ساده را به اجزای آن که اثرات مستقیم و غیرمستقیم باشد تفکیک کند (Farshadfar, 2000). در مطالعه بشیری و همکاران (Bashiri et al., 2015) در شرایط نرمال سه صفت عملکرد ریشه، درصد قند خالص و نیتروژن مضره ۷۵ درصد و در شرایط تنش شوری درصد قند خالص و نیتروژن مضره در مجموع ۶۱ درصد از تغییرات صفت عملکرد قند خالص را به خود اختصاص دادند و به‌عنوان تأثیرگذارترین صفات بر عملکرد قند خالص شناسایی شدند. تحقیق حاضر به‌منظور بررسی روابط بین صفات کمی و کیفی در چغندر قند تحت تأثیر پرایمینگ بذر در شرایط مزرعه و در استان آذربایجان غربی انجام شد.

### مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی (ساعتلو ارومیه) با طول و عرض جغرافیایی به‌ترتیب ۴۵ درجه و ۱۰ دقیقه شرقی و ۳۷ درجه و ۵۸ دقیقه شمالی با ارتفاع

میانگین ۱۰/۵ دانه در روز بیشترین سرعت جوانه‌زنی را به خود اختصاص داد.

در ارزیابی تیمارهای مختلف پرایمینگ (شاهد، هیدروپرایمینگ، پرایمینگ با آهن، روی و منگنز) پرایمینگ بذرهای چغندر قند با آهن افزایشی ۲۵/۵ و ۳۴/۴ درصدی و پرایمینگ بذرهای چغندر قند با روی افزایشی ۲۵/۵ و ۳۴/۴ درصدی به‌ترتیب در عملکرد ریشه و عملکرد قند داشتند (Ghotbi and Farajzadeh Memarian, 2018). حمزئی و همکاران (Hamzei et al., 2012) در مطالعه اثر پرایمینگ بذر بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی ارقام جلگه و ۷۲۳۳- P29 چغندر قند، اظهار داشتند در بین تیمارهای پرایمینگ (محلول نترات پتاسیم، اسید جیبرلیک، نترات پتاسیم + اسید جیبرلیک، هیدروپرایمینگ و تیمار شاهد) بالاترین عملکرد ریشه (۶۳/۲ تن در هکتار) عملکرد قند خالص (۱۰/۹۶ تن در هکتار) و عملکرد قند ناخالص (۱۱/۸ تن در هکتار) را در تیمار هیدروپرایمینگ مشاهده کردند. آبسالان و همکاران (Absalan et al., 2017) در بررسی اثر تیمارهای مختلف پرایمینگ شامل، پرایمینگ با آب جاری به مدت ۴۸ ساعت، پرایمینگ با آب جاری به مدت ۴۸ ساعت + اسید هیومیک، پرایمینگ با آب جاری به مدت ۴۸ ساعت + سید استارتر، پرایمینگ با آب جاری به مدت ۴۸ ساعت + هیومکس + فولزایم و شاهد (بدون پرایمینگ) مشاهده کردند تیمار آب جاری ۴۸ ساعت + استارتر بذر و تیمار آب جاری ۴۸ ساعت + اسید هیومیک + فولزایم به‌ترتیب با متوسط ۵۵/۶ و ۵۵/۴۸ تن در هکتار بالاترین عملکرد ریشه را به خود اختصاص دادند. شناخت و بررسی خصوصیات زراعی گیاه چغندر قند و تعیین اهمیت هر یک از صفات آن

همچنین، جهت تیمار بذر با عصاره کود کبوتری (جدول ۲)، ۱۰۰ گرم از آن در یک لیتر از آب خیسانده شد (نسبت ۱ به ۱۰) و پس از ۴۸ ساعت محلول حاصله بعد از صاف کردن جهت تیمار بذر به مدت ۱۶ ساعت مورد استفاده قرار گرفت. بذور پرایم شده پس از خشک شدن، جهت کشت به مزرعه انتقال داده شدند. تمامی بذور پیش از اعمال تیمار با هیپوکلرید سدیم ۱۰ درصد به مدت ۵ دقیقه ضدعفونی و پس از آن به طور کامل با آب مقطر شستشو داده شدند.

عملیات آزمایشگاهی: جهت انجام آزمایش ابتدا پتری‌دیش‌ها تمیز شده و به مدت دو ساعت در دمای ۱۱۰ درجه سلسیوس در دستگاه آون استریل شدند. کف هر پتری‌دیش به تعداد دو لایه صافی واتمن شماره یک قرار داده شد. پس از اتمام دوره‌های پرایمینگ مورد نظر، بذور پرایم شده توسط آب مقطر شستشو شده و تمامی بذور تا رسیدن به وزن اولیه در دمای اتاق و شرایط سایه خشک گردید. برای ارزیابی جوانه‌زنی، ۲۵ عدد بذر از هر تیمار در داخل پتری‌دیش‌های شیشه‌ای (با قطر ۹۰ میلی‌متر) بین دو لایه کاغذ صافی قرار داده شد و برای جوانه‌زنی به ژرمیناتور با دمای  $25 \pm 2$  درجه سلسیوس (رطوبت نسبی ۴۲ درصد و تاریک) منتقل شدند. برای خشک کردن، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سلسیوس در آون قرار گرفت. شمارش بذره‌های جوانه‌زده هر روز پس از شروع آزمایش انجام شد. در روز دهم بعد از انجام آزمایش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه اندازه‌گیری و ثبت شدند. بعد از اتمام این دوره صفات زیر اندازه‌گیری شد:

$$\overline{GR} = \frac{\sum Dn}{n} \quad \text{سرعت جوانه‌زنی (GR):}$$

$\overline{GR}$  = سرعت جوانه‌زنی،  $n$  = تعداد کل روزهای آزمایش و  $Dn$  = تعداد بذور جوانه‌زده در روز  $n$ ام

۱۳۳۲ متر از سطح دریای آزاد در دو سال زراعی ۱۳۹۴-۹۵ انجام شد. فاکتور اول دو رقم شامل اکباتان و لاین ۷۲۳۳ (Msc2 × 7233-p. 29). فاکتور دوم پنج روش پیش تیمار بذر شامل شاهد، هاردنینگ (Hardening)، نانوپرایمینگ (Nano-) و پرایمینگ (priming)، هیدروپرایمینگ (Hydropriming) و پرایمینگ با عصاره کود کبوتری بود.

رقم اکباتان منوژرم و دیپلوئید است و در سال ۱۳۹۲ معرفی شده و به دلیل عملکرد ریشه بالا و مقاومت به خشکی و ریزوکتونیا به صورت وسیعی در منطقه آذربایجان غربی کشت می‌شود. همچنین، لاین ۷۲۳۳ در سال ۱۳۷۳ معرفی شده است. این رقم پلی‌ژرم است که به صورت تکنیکی به منوژرم تبدیل می‌شود. از خصوصیات این رقم، تولید محصول ریشه بالا با تیپ NE و مقاوم به شوری است که دلیل انتخاب آن در تحقیق حاضر بود. بذور شاهد تحت هیچ تیماری به جز ضدعفونی سطحی با هیپوکلرید سدیم ۱۰ درصد به مدت ۵ دقیقه قرار نگرفتند. به منظور اعمال تیمار هاردنینگ، بذور چغندر قند طی دو مرحله و هر بار به مدت ۸ ساعت در آب خیسانده شدند. در حد فاصل دو مرحله خیس شدن، بذور تیمار شده تا رسیدن به حدود رطوبت اولیه تحت شرایط سایه و در دمای  $23 \pm 2$  درجه سلسیوس خشک شدند. به منظور تیمار پیش از کاشت بذر با محلول نانو، بذور در محلول یک درصد کود مایع نانو کامل (شرکت فن‌آور سپهر پارمیس) به مدت ۱۶ ساعت تیمار شده و بعد به مدت ۲۴ ساعت در سایه خشکانده شدند. جهت تیمار بذر به روش هیدروپرایمینگ، بذور به نسبت ۱ به ۵ در آب مقطر به مدت ۱۶ ساعت تیمار شدند و سپس تا رسیدن به حدود رطوبت اولیه تحت شرایط سایه و دمای اتاق به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند.

سم‌پاشی گردید. همچنین، با توجه به حساسیت بوته‌های جوان به خسارت لارو آگروتیس (Agrotis segetum)، در این مرحله نسبت به پخش طعمه مسموم در بین بوته‌ها و ردیف‌های کاشت در هر کرت اقدام گردید. بعد از عمل دو هفته قبل از برداشت آبیاری مزرعه قطع و در آبان ماه هر دو سال محصول هر کرت برداشت شد. پس از شستشوی ریشه‌های برداشت شده و توزین آنها، نمونه‌های خمیری از ریشه‌ها با دستگاه نمونه‌گیر (ماشین آرّه) تهیه گردید. نمونه‌ها در ظروف پلاستیکی منجمد و به‌منظور تجزیه کیفی توسط دستگاه بتالایزر ساخت شرکت آنتوم پار آلمان به آزمایشگاه تکنولوژی قند مؤسسه تحقیقات چغندر قند منتقل شدند. در تجزیه کیفی، درصد قند یا عیار چغندر قند (SC) به روش پلاری متری، همچنین قند ملاس (MS) از رابطه تجربی ۱ محاسبه شد (Abdollahian Noghabi et al., 2005).

$$\text{MS} = 0.343 (\text{K} + \text{Na}) + 0.094 (\text{amino-N}) - 0.31 \quad (\text{رابطه ۱})$$

که در آن مقادیر پتاسیم (K)، سدیم (Na) و نیتروژن مضره (amino-N) بر حسب میلی‌اکی والان در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه (meq/100g sugar beet) و قند ملاس (MS) بر حسب درصد می‌باشد (Abdollahian Noghabi et al., 2005). مقادیر آلکالیت یا ضریب قلیائیت (Alc)، خلوص شربت (POL) و عملکرد قند (SY) نیز به‌ترتیب توسط روابط زیر به‌دست آمدند (Abdollahian Noghabi et al., 2005).

$$\text{Alc} = (\text{K} + \text{Na}) / (\text{amino-N}) \quad (\text{رابطه ۲})$$

$$\text{POL} = (\text{SC} \times 100) / \text{Brix} \quad (\text{رابطه ۳})$$

$$\text{SY} = \text{SC} \times \text{RY} \quad (\text{رابطه ۴})$$

درصد جوانه‌زنی: در پایان آزمون سرعت جوانه‌زنی، در هر تیمار و تکرار تعداد کل بذرهای جوانه‌زده شمارش گردید و با توجه به اینکه در هر کاغذ صافی ۲۵ عدد بذر قرار دارد، درصد جوانه‌زنی یا درصد بذور زنده هر تیمار تعیین گردید (Farooq et al., 2007).

عملیات مزرعه‌ای: در پاییز هر دو سال جهت تهیه بستر کاشت، نسبت به انجام شخم عمیق اقدام گردید. عملیات آماده‌سازی زمین در بهار شامل اجرای شخم سطحی، دیسک، تسطیح، خط‌کشی و تهیه خطوط کاشت (با استفاده از شپیپر) بود. توزیع کود مورد نیاز براساس نتایج تجزیه خاک انجام گرفت (جدول ۱). بر این اساس ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره طی سه مرحله کاشت، دو تا چهار برگی و ۶ تا ۸ برگی به مزرعه افزوده شد. علاوه بر این، به‌ترتیب ۱۳۵ و ۱۱۰ کیلوگرم کود سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم نیز همزمان با شخم پاییزه به مزرعه داده شد. در هر کرت ۸ ردیف کاشت به طول ۵ متر و فاصله ردیف‌های کاشت و فاصله بوته روی ردیف به‌ترتیب ۵۰ و ۱۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. عمق کاشت بذرها ۳ الی ۴ سانتی‌متر بود. تمام کرت‌ها به‌طور همزمان بلافاصله بعد از کاشت آبیاری شدند. پس از استقرار بوته‌ها، در مرحله ۶ - ۴ برگی، بوته‌ها به فاصله ۱۵ سانتی‌متر از یکدیگر تنک گردیدند. کلیه عملیات داشت مربوط به هر یک از واحدهای آزمایشی شامل آبیاری (هر ۱۵ روز یک‌بار)، کنترل علف‌های هرز، سله‌شکنی و دفع آفات و بیماری‌های گیاهی بر اساس روش‌های معمول و به‌طور همزمان انجام پذیرفت. جهت کنترل آفت کک چغندر قند (Caetocnema tibialis)، در مرحله ۶-۸ برگی، مزرعه توسط سم فن‌والریت ۲۰ درصد به میزان یک لیتر در هکتار

درصد جوانه‌زنی تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد وجود داشت (جدول ۴).  
مقایسه میانگین اثر انواع پرایمینگ بر درصد جوانه‌زنی نهایی حاکی از آن بود که تیمار هیدروپرایمینگ با متوسط ۹۶/۵۰ درصد بالاترین و تیمار شاهد با متوسط ۷۱/۴۵ درصد کمترین درصد جوانه‌زنی نهایی را به خود اختصاص دادند. بین تیمارهای هاردنینگ، نانو پرایمینگ و پرایمینگ با کود کبوتری به ترتیب با متوسط ۸۲/۵۸، ۸۳/۶۷، ۸۰/۵۸ درصد اختلاف معنی‌دار دیده نشد (جدول ۵). محققان گزارش نموده‌اند که پرایمینگ بذرهای چغندر قند باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده مواد ذخیره‌ای بذر شده و در نتیجه سرعت جوانه‌زنی را بهبود می‌بخشد (Tajlil *et al.*, 2014). آرزیمی که پرایمینگ می‌تواند باعث تحریک تولید و فعالیت آن شود، آلفا آمیلاز است. بررسی‌ها نشان داده که میزان تولید آلفا آمیلاز با پرایمینگ بذور افزایش می‌یابد (Walters *et al.*, 2005). حسینی و کوچکی (Hosseini and Koocheki, 2007) گزارش کردند پرایمینگ بذور چغندر قند با آب مقطر و اسید کلریدریک، بیشترین درصد (به ترتیب با مقادیر ۹۱/۲ و ۸۲/۲ درصد) و سرعت جوانه‌زنی (به ترتیب با مقادیر ۹/۲ و ۸/۵ روز) را به خود اختصاص دادند. پرایمینگ بذرهای چغندر قند با آهن، روی و منگنز باعث افزایش ۳۰/۲، ۳۴/۲ و ۴۰/۷ درصدی سرعت جوانه‌زنی بذرهای چغندر قند شد (Ghotbi and Farajzadeh, 2018). در تحقیقی سه ساله تیمار هیدروپرایمینگ بذر اثر معنی‌داری بر افزایش درصد جوانه‌زنی بذر چغندر قند در مقایسه با تیمار شاهد نشان نداد (Michalska-Klimczak *et al.*, 2018).

که در آنها، آلکالیت، خلوص شربت و عملکرد قند به ترتیب بر حسب درصد در ریشه، درصد در عصاره و تن در هکتار می‌باشند. همچنین Brix، غلظت مواد جامد محلول در عصاره ریشه بر حسب درصد از عصاره می‌باشد که به روش رفرکتومتری اندازه‌گیری گردید. در نهایت به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ استفاده شد. همچنین، مقایسه میانگین پارامترهای مورد بررسی با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

به منظور بررسی دقیق روابط بین صفات، تجزیه علیت بر اساس رگرسیون چندگانه با استفاده از ضرایب همبستگی انجام گرفت که در آن عملکرد قند ریشه به عنوان متغیر وابسته و دیگر صفات مورد بررسی به عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شدند. همچنین، جهت تجزیه رگرسیون از رگرسیون گام به گام استفاده گردید. جهت شناسایی چند هم خطی بین متغیرها از شاخص  $VIF^1$  و Tolerance استفاده شد به این ترتیب متغیری که  $VIF$  بالای ۱۰ و Tolerance زیر ۰/۱ داشت به دلیل شرکت در چند هم خطی از مدل رگرسیونی حذف شد. همچنین، تجزیه به عامل‌ها بر اساس تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (به کمک نرم‌افزار SPSS) انجام گرفت.

## نتایج و بحث

### درصد جوانه‌زنی نهایی

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها اثر متقابل ژنوتیپ در سال در سطح احتمال یک درصد و انواع مختلف پرایمینگ از لحاظ اثر بر

۱ - Variance inflation factor

### سرعت جوانه‌زنی

بر اساس نتایج تحقیق حاضر اثر متقابل ژنوتیپ در سال در سطح احتمال پنج درصد و تیمارهای پرایمینگ در سطح احتمال یک درصد از نظر سرعت جوانه‌زنی اختلاف معنی‌دار وجود داشت (جدول ۴). مقایسه میانگین تیمارهای پرایمینگ از نظر درصد جوانه‌زنی نشان داد تیمار هیدروپرایمینگ با متوسط ۹/۵۶ بذر در روز بالاترین سرعت جوانه‌زنی را به خود اختصاص داد. تیمارهای هاردنینگ، نانوپرایمینگ و پرایمینگ با کود کبوتری به ترتیب با مقادیر ۸/۲۵، ۸/۳۶ و ۸/۰۵ بذر در روز در رتبه دوم قرار گرفتند و بین تیمارهای مذکور اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. کمترین سرعت جوانه‌زنی نیز با متوسط ۷/۱۴ بذر در روز به تیمار شاهد اختصاص یافت (جدول ۵). حسینی و کوچکی ( Hosseini and Koocheki, 2007) گزارش کردند استفاده از آب مقطر و اسیدکلریدریک، بیشترین سرعت جوانه‌زنی را به ترتیب با مقادیر ۹/۲ و ۸/۵ بذر در روز به خود اختصاص دادند. در مطالعه موکاسا و همکاران (Mukasa et al., 2003) بین ارقام و تیمارهای پرایمینگ از نظر درصد جوانه‌زنی در ارقام چغندرقد اختلاف معنی‌دار دیده نشد. اما آنها کمترین میانگین زمان جوانه‌زنی را با متوسط ۴/۲ روز در رقم Nozom و تیمار هیدروپرایمینگ گزارش کردند.

### عملکرد ریشه

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها بین دو ژنوتیپ مورد بررسی در سطح احتمال پنج درصد و انواع پرایمینگ در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌دار وجود داشت (جدول ۴). در بین دو ژنوتیپ مورد بررسی لاین 7233 با متوسط ۶۳/۹۳ تن در هکتار در مقایسه با رقم

اکباتان با متوسط ۵۹/۰۳ تن در هکتار از عملکرد ریشه بالاتری برخوردار بود (جدول ۳). در مطالعه بشیری و همکاران ( Bashiri et al., 2015) بین ژنوتیپ‌های چغندرقد از لحاظ عملکرد ریشه اختلاف معنی‌دار مشاهده کردند و اظهار داشتند ژنوتیپ 26060 با متوسط ۵۸/۷۸ تن در هکتار بالاترین عملکرد ریشه را به خود اختصاص داد. در این مطالعه هیدروپرایمینگ با متوسط ۳۳/۱۱ تن در هکتار بالاترین عملکرد ریشه را داشت و تیمارهای هاردنینگ و نانوپرایمینگ نیز با مقادیر ۲۰/۳۶ و ۲۰/۱۳ تن در هکتار در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. تیمارهای هیدروپرایمینگ، هاردنینگ و نانوپرایمینگ، عملکرد ریشه را در مقایسه با تیمار شاهد ۷۲/۰۲، ۵/۷۱ و ۴/۵۱ درصد افزایش دادند (جدول ۵). به نظر می‌رسد هیدروپرایمینگ باعث از بین رفتن ترکیبات شیمیایی ممانعت کننده جوانه‌زنی موجود در پوسته بذر شده است. با برطرف شدن آثار منفی این مواد در روند جوانه‌زنی، بذرها پرایم شده هنگام قرار گرفتن در شرایط مزرعه سریع‌تر جوانه‌زده و با بهره‌گیری از شرایط مساعد نوری، سطح کانوپی خود را سریع‌تر و یکنواخت‌تر گسترش می‌دهند (Harris, 2001). حمزه‌ئی و همکاران (Hamzei et al., 2012) اظهار داشتند بین دو رقم از نظر عملکرد ریشه چغندرقد اختلاف معنی‌دار بود و اظهار داشتند عملکرد ریشه رقم 7233-P<sub>29</sub> با میانگین ۵۸/۱ تن در هکتار نسبت به رقم جلگه با عملکرد ۴۹/۶ تن در هکتار، حدود ۱۴ درصد برتری داشت. همچنین، آنها در بین انواع پرایمینگ‌های محلول نترات پتاسیم، اسید جیبرلیک، نترات پتاسیم + اسید جیبرلیک، هیدروپرایمینگ، بیشترین عملکرد ریشه با متوسط ۶۳/۳ تن در هکتار را در تیمار

بود. آنها بالاترین درصد قند را به ترتیب با متوسط ۱۰/۰۲ و ۱۰/۱۱ درصد ماده خشک در ارقام Megumi و Nozomi و تیمار هیدروپرایمینگ گزارش کردند.

#### درصد قند خالص

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها، اثر سال، ژنوتیپ در سطح احتمال یک درصد، و اثر متقابل سال در پرایمینگ در سطح احتمال پنج درصد بر درصد قند ناخالص معنی‌دار بود (جدول ۴). در بین دو ژنوتیپ مورد بررسی ژنوتیپ 7233 با متوسط ۱۸/۲۱ از درصد قند خالص بالاتری در مقایسه با ژنوتیپ اکباتان برخوردار بود. وجود اختلاف معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها از نظر درصد قند ناخالص در مطالعه بشیری و همکاران (Bashiri et al., 2015) و عباسی و همکاران (Abbas et al., 2012) گزارش شده است. بر اساس نتایج مقایسه میانگین تیمارهای پرایمینگ در سال مشاهده شد در هر دو سال مورد بررسی تیمار هیدروپرایمینگ به ترتیب با متوسط ۱۴/۳۱ و ۱۵/۹۹ درصد بالاترین درصد قند خالص را به خود اختصاص دادند. تیمار شاهد (عدم پرایمینگ) به ترتیب با متوسط ۷۵/۶ و ۹/۰۲ درصد کمترین درصد قند خالص را در دو سال مورد بررسی به خود اختصاص دادند (شکل ۱). قطبی و فرج‌زاده معماری تبریزی (Ghotbi and Farajzadeh, 2018) گزارش کردند در بین پرایمینگ‌های هیدروپرایمینگ، پرایمینگ با آهن، روی و منگنز بالاترین درصد قند در چغندر قند به تیمار پرایمینگ بذور با آهن و روی به ترتیب با متوسط ۲۰/۲۲ و ۲۰/۲۱ درصد اختصاص داشت.

هیدروپرایمینگ مشاهده کردند که نسبت به تیمار شاهد ۳۱ درصد عملکرد ریشه را افزایش داد. در مطالعه‌ای در بین تیمارهای پرایمینگ با آب جاری به مدت ۴۸ ساعت، پرایمینگ با آب جاری به مدت ۴۸ ساعت + اسید هیومیک، پرایمینگ با آب جاری به مدت ۴۸ ساعت + اسید استارت، پرایمینگ با آب جاری به مدت ۴۸ ساعت + هیومکس + فولزایم و شاهد بالاترین عملکرد ریشه در تیمار آب جاری ۴۸ ساعت + استارت بذر و تیمار آب جاری ۴۸ ساعت + اسید هیومیک + فولزایم به ترتیب با متوسط ۵۵/۶ و ۵۵/۴۸ تن در هکتار دیده شد (Absalan et al., 2017). در مطالعه موکاسا و همکاران (Mukasa et al., 2003) بالاترین عملکرد ریشه با متوسط ۱۱۰ تن در هکتار در تیمار هیدروپرایمینگ و رقم Monoace-S گزارش شد.

#### درصد قند ناخالص

در مطالعه حاضر اثر سال، نوع پرایمینگ و اثر متقابل سال در پرایمینگ در سطح احتمال یک درصد بر درصد قند ناخالص معنی‌دار بود (جدول ۴). مقایسه میانگین تیمارهای پرایمینگ حاکی از آن بود که تیمار هیدروپرایمینگ با متوسط ۲۳/۱۱ درصد بالاترین مقدار صفت مذکور را به خود اختصاص داد. تیمارهای هاردنینگ و نانوپرایمینگ به ترتیب با مقادیر ۲۰/۳۶ و ۲۰/۱۳ درصد در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند (جدول ۵). در این تحقیق تیمار شاهد با متوسط ۱۹/۲۶ درصد کمترین درصد قند ناخالص را به خود اختصاص داد اگر چه بین تیمار شاهد و تیمار پرایمینگ با کود کبوتری با متوسط ۱۹/۹۶ درصد اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. موکاسا و همکاران (Mukasa et al., 2003) گزارش کردند اثر رقم و پرایمینگ بر درصد قند ارقام چغندر قند معنی‌دار



### عملکرد قند ناخالص

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها حاکی از آن بود که اثر سال و پرایمینگ در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل ژنوتیپ در سال بر عملکرد قند ناخالص در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). در بین تیمارهای پرایمینگ بذر، تیمار هیدروپرایمینگ بالاترین عملکرد قند ناخالص را با متوسط ۱۸/۳۸ تن در هکتار به خود اختصاص داد، تیمارهای هاردنینگ و نانوپرایمینگ به ترتیب با متوسط ۱۳/۵۱ و ۱۳/۵۷ درصد در رتبه‌ی بعدی قرار داشتند. کمترین مقدار صفت مذکور نیز به تیمار شاهد با متوسط ۱۱/۸۶ تن در هکتار اختصاص داشت (جدول ۵). در مطالعه حمزه‌ئی و همکاران (Hamzei et al., 2012) رقم P<sub>29</sub>-7233 با میانگین ۹/۵۹ تن در هکتار نسبت به رقم جلگه با عملکرد ۸/۲۵ تن در هکتار از عملکرد قند ناخالص بالاتری برخوردار بود. آنها بالاترین عملکرد قند ناخالص را با متوسط ۱۰/۹۶ تن در هکتار در تیمار هیدروپرایمینگ گزارش کردند.

### عملکرد قند خالص

در تحقیق حاضر بین دو سال مورد بررسی اثر انواع پرایمینگ در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل ژنوتیپ در سال در سطح احتمال پنج درصد بر عملکرد قند خالص معنی‌دار بود (جدول ۴). عملکرد قند خالص واکنش مثبتی به پرایمینگ بذر نشان داد به طوری که تیمار هیدروپرایمینگ و شاهد به ترتیب با متوسط ۹/۶۹ و ۱۵/۳۳ تن در هکتار به ترتیب بالاترین و پایین‌ترین عملکرد قند خالص را به خود اختصاص دادند. لازم به ذکر است که در این تحقیق تیمارهای پرایمینگ هاردنینگ، نانوپرایمینگ، هیدروپرایمینگ و پرایمینگ با کود کبوتری به ترتیب با متوسط ۱۱/۱۳، ۱۱/۳۷، ۱۱/۰۹ تن در

هکتار عملکرد قند خالص را در مقایسه با تیمار شاهد به ترتیب ۱۷/۳۳، ۵۸/۲۰ و ۱۴/۱۴ درصد افزایش دادند (جدول ۵).

قطبی و فرج‌زاده معماری تبریزی (Ghotbi and Farajzadeh Memarian Tabrizi, 2018) در بین پرایمینگ‌های هیدروپرایمینگ، پرایمینگ با آهن، روی و منگنز، بالاترین عملکرد قند خالص را در تیمار پرایمینگ بذور با آهن و روی به ترتیب با متوسط ۱۲/۶۹ و ۱۲/۵۸ تن در هکتار مشاهده کردند. در مطالعه آنها بین تیمار هیدروپرایمینگ و شاهد به ترتیب با متوسط ۹/۳۵ و ۹/۰۳ تن در هکتار اختلاف معنی‌دار دیده نشد. در تحقیقی مشابه حمزه‌ئی و همکاران (Hamzei et al., 2012) بین دو ژنوتیپ چغندر قند از نظر عملکرد قند خالص تفاوت معنی‌دار مشاهده نکردند. آنها بالاترین عملکرد قند ناخالص (۱۰/۹۶ تن در هکتار) و عملکرد قند ناخالص (۱۱/۸ تن در هکتار) را در تیمار هیدروپرایمینگ گزارش کردند که با پرایم‌های نیترات پتاسیم و و جیبرلیک اسید در یک گروه آماری قرار گرفتند.

### درصد قند ملاس

تجزیه واریانس مرکب داده‌ها از نظر درصد قند ملاس نشان داد اثر پرایمینگ، اثر متقابل ژنوتیپ در سال و اثر متقابل پرایمینگ در سال در سطح احتمال پنج درصد بر درصد قند ملاس معنی‌دار بود (جدول ۴). در تحقیق حاضر پرایمینگ با کود کبوتری بالاترین درصد قند ملاس را با متوسط ۱/۹۴ درصد به خود اختصاص داد. کمترین درصد قند ملاس نیز با متوسط ۱/۶۲ درصد به تیمار شاهد اختصاص داشت. هر چند بین تیمار مذکور و تیمارهای هیدروپرایمینگ و نانوپرایمینگ به ترتیب با مقادیر ۱/۶۸ و ۱/۷۲ درصد اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد (جدول ۵).

استحصال به صورت غیرمستقیم موجب افزایش عملکرد قند خالص و از طریق افزایش قند ملاس به صورت غیرمستقیم موجب کاهش عملکرد قند خالص شد. عملکرد ریشه علاوه بر اثر مستقیم مثبت و معنی دار به صورت غیرمستقیم نیز از طریق افزایش درصد قند ناخالص اثر مثبتی بر افزایش عملکرد قند خالص نشان داد در حالی که صفت مذکور از طریق افزایش درصد استحصال قند و قند ملاس اثر منفی بر عملکرد قند خالص نشان داد. در مطالعه درصد استحصال قند از طریق درصد قند ناخالص اثر غیرمستقیم مثبت بر افزایش عملکرد قند خالص و از طریق افزایش درصد قند ملاس اثر غیرمستقیم منفی و معنی دار بر عملکرد قند خالص نشان داد. در نهایت قند ملاس از طریق درصد قند ناخالص، عملکرد ریشه و درصد استحصال قند اثر غیرمستقیم مثبت بر افزایش عملکرد قند خالص نشان داد. در تحقیق حاضر هیدروپرایمینگ بیشترین تاثیر مثبت را بر عملکرد ریشه داشت. همچنین تیمار مذکور موجب افزایش درصد قند ناخالص و کاهش درصد قند ملاس شد. بنابراین، می توان نتیجه گرفت پرایمینگ بذور چغندر قند از طریق بهبود خصوصیات کمی و کیفی چغندر قند در ارقام مختلف موجب افزایش عملکرد قند خالص در چغندر قند می شوند (جدول ۷). شریفی (Sharifi, 2014) نشان داد در شرایط بدون تنش، درصد قند، سدیم، ضریب استحصال و دمای سایه انداز گیاهی اثرات مستقیم بالایی بر عملکرد شکر سفید نشان دادند. بشیری و همکاران (Bashiri et al., 2015) به کمک تجزیه رگرسیون گام به گام و تجزیه علیت نشان دادند تحت شرایط عادی صفات عملکرد ریشه، درصد قند خالص و نیتروژن مضره و تحت شرایط شوری صفات درصد قند خالص و

در مطالعه حمزه‌ئی و همکاران (Hamzei et al., 2012) بین ارقام و انواع پرایمینگ از نظر درصد قند ملاس اختلاف معنی دار دیده نشد. قاسمی و همکاران (Ghasemi et al., 2015) در ارزیابی اثر اسید هیومیک بر عملکرد کمی و کیفی چغندر قند در شرایط تنش شوری گزارش کردند استفاده از اسید هیومیک به صورت پرایمینگ باعث افزایش در بیشتر صفات کمی و کیفی به جز درصد قند ملاس و میزان سدیم ریشه شد.

### تجزیه رگرسیون و علیت بر اساس عملکرد

#### قند خالص

بر اساس نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام، چهار صفت درصد قند ناخالص، عملکرد ریشه، درصد استحصال قند و قند ملاس با تبیین ۹۸ درصد از تغییرات عملکرد قند خالص به عنوان مؤثرترین صفات بر عملکرد قند خالص شناسایی شدند. در بین صفات مذکور درصد قند ناخالص با تبیین ۷۸ درصد از تغییرات عملکرد قند ناخالص به عنوان تأثیرگذارترین صفت شناسایی شد. چنانچه عملکرد قند خالص (Y) به عنوان متغیر وابسته و درصد قند ناخالص ( $X_1$ )، عملکرد ریشه ( $X_2$ ) و درصد استحصال قند ( $X_3$ ) و درصد قند ملاس ( $X_4$ ) به عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شوند، معادله خط رگرسیون به صورت ذیل پردازش خواهد شد (جدول ۶).

$$Y = - ۵/۹۱ + ۰/۴۶ X_1 + ۰/۱۴ X_2 + ۰/۱۰ X_3 - ۰/۴۱ X_4$$

تجزیه علیت بر اساس صفات باقی مانده در مدل نشان داد درصد قند ناخالص، عملکرد ریشه و درصد استحصال اثر مستقیم مثبت و معنی دار و قند ملاس اثر مستقیم منفی و معنی دار بر عملکرد قند خالص نشان داد. همچنین، درصد قند ناخالص از طریق افزایش عملکرد ریشه و درصد

است دیگر خصوصیات آنها همانند مقاومت به خشکی و بیماری‌های رایزومانیا و رایزوکتونیا مورد ارزیابی قرار بگیرد. در تحقیق حاضر بالاترین درصد جوانه‌زنی نهایی، سرعت جوانه‌زنی، عملکرد ریشه، درصد قند ناخالص، درصد قند خالص، عملکرد قند ناخالص و عملکرد قند خالص به تیمار هیدروپرایمینگ بذر چغندر قند اختصاص داشت. می‌توان نتیجه گرفت هیدروپرایمینگ بذر با بهبود خصوصیات جوانه‌زنی و بهبود درصد و سرعت جوانه‌زنی در چغندر قند می‌تواند موجب بهبود خصوصیات کمی و کیفی در چغندر قند باشد. با توجه به این توضیحات، پیش تیمار بذر یکی از روش‌های بهبود کیفیت بذر بوده که با استفاده از مواد مختلف و پیش از کاشت مورد استفاده قرار می‌گیرد و در این میان، روش هیدروپرایمینگ در عین سادگی و عدم نیاز به دانش فنی پیچیده، به آسانی می‌تواند توسط کشاورزان اجرا شده و موجب افزایش عملکرد قند خالص گردد. با ارزیابی‌های روابط بین صفات نتیجه گرفته شد که درصد قند ناخالص، عملکرد ریشه و درصد قند ملاس مهم‌ترین صفات مؤثر بر عملکرد قند خالص بودند که پرایمینگ بذر موجب افزایش درصد قند ناخالص، عملکرد ریشه و کاهش درصد قند ملاس شد. بنابراین، هیدروپرایمینگ به‌عنوان یکی از ساده‌ترین روش‌های پیش تیمار بذر می‌تواند در بهبود عملکرد کمی و کیفی چغندر قند مفید واقع شود.

نیترژن مضره به‌عنوان تأثیرگذارترین صفات بر عملکرد قند خالص بودند. برادران فیروزآبادی و همکاران (Baradaran Firouzabadi *et al.*, 2011) با انجام تجزیه رگرسیون و علیت مشاهده کردند در شرایط نرمال رطوبتی صفات قطر ریشه، عملکرد قند ناخالص و درصد قند خالص اثر مستقیم مثبت و معنی‌دار و درصد قند ملاس اثر مستقیم منفی و معنی‌دار بر عملکرد قند خالص داشت. این در حالی بود که در شرایط تنش کم آبی صفات عملکرد قند ناخالص و درصد قند خالص اثر مستقیم مثبت و معنی‌دار و قند ملاس اثر مستقیم منفی و معنی‌دار بر عملکرد قند خالص داشت. در مطالعه بشیری و همکاران (Bashiri *et al.*, 2015) در شرایط نرمال صفات سه صفت عملکرد ریشه، درصد قند خالص و نیترژن مضره ۷۵ درصد و در شرایط تنش شوری درصد قند خالص و نیترژن مضره در مجموع ۶۱ درصد از تغییرات صفت عملکرد قند خالص را به خود اختصاص دادند.

### نتیجه‌گیری کلی

اگر چه لاین 7233 در مقایسه با ژنوتیپ اکباتان از عملکرد ریشه، درصد قند خالص بالاتری در طول دو سال برخوردار بود اما بین لاین مذکور و رقم اکباتان از لحاظ درصد قند ناخالص و عملکرد قند ناخالص و عملکرد قند خالص اختلاف معنی‌دار دیده نشد. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت هیچ کدام از این دو رقم از لحاظ عملکرد اقتصادی برتری معنی‌دار نسبت به یکدیگر نداشتند و لازم

جدول ۱- نتایج تجزیه خاک محل اجرای آزمایش

Table 1- Physical and chemical properties of soil testing

| عمق (cm)<br>Depth | شوری ds/m<br>Salinity | درصد اشباع %SP | درصد آهک %T.N.V | درصد سیلت %Silt | درصد رس %clay | درصد شن %Sand | درصد کربن آلی %O.C | پتاسیم قابل جذب K (ppm) | فسفر قابل جذب P (ppm) | درصد کل نیتروژن N% | بافت خاک<br>Soil texture |
|-------------------|-----------------------|----------------|-----------------|-----------------|---------------|---------------|--------------------|-------------------------|-----------------------|--------------------|--------------------------|
| 0-30              | 1.3                   | 49             | 17              | 40              | 31            | 29            | 1.1                | 335                     | 4.8                   | 0.11               | Loamy-clay               |

جدول ۲- مشخصات کود کبوتری مورد استفاده

Table 2- The characteristic of the pigeon droppings used

| نیتروژن %N | فسفر %P | پتاس %K | کلسیم Ca% | منیزیم Mg% | سدیم %Na | گوگرد %S | روی %Zn | مس Cu ppm | منگنز Mn ppm | آهن Fe ppm | ماده آلی % | ماده خشک % | EC ds/m | PH  |
|------------|---------|---------|-----------|------------|----------|----------|---------|-----------|--------------|------------|------------|------------|---------|-----|
| 3.61       | 1.20    | 1.7     | 7.10      | 0.9        | 0.30     | 0.60     | 462.30  | 124.90    | 528.40       | 1681.20    | 73.6       | 48.4       | 46      | 7.5 |

جدول ۳- مشخصات نانو کلات سوپر میکرو مورد استفاده

Table 3- The characteristic of the super micro nano chelated used

| بور %B | کلسیم ca% | مولیبدین %Mo | فسفر %P | نیتروژن %N | مس %Cu | منیزیم %Mg | پتاس %K | منگنز %Mn | روی %Zn | آهن %Fe |
|--------|-----------|--------------|---------|------------|--------|------------|---------|-----------|---------|---------|
| 0.06   | 1.5       | 0.04         | 4       | 5          | 1      | 1          | 2       | 2         | 5       | 4       |

جدول ۴ - تجزیه واریانس صفات مرتبط با خصوصیات کمی و کیفی چغندر قند در دو سال زراعی

**Table 4 - Analysis of variance of traits related to quantitative and qualitative characteristics of sugar beet in two years**

| منابع تغییر<br>S.O.V.            | درجه<br>آزادی<br>df | درصد جوانه زنی<br>نهایی<br>Germination<br>percentage | MS                                     |  | درصد قند<br>ناخالص<br>Sugar<br>content | آلکالینته<br>Alkalin |
|----------------------------------|---------------------|--|--|--|--|----------------------|
|                                  |                     |  | سرعت جوانه زنی<br>Germination<br>speed | میانگین مربعات<br>عملکرد<br>ریشه<br>Root yield |  |                      |
| سال Y                            | 1                   | 78.20 <sup>ns</sup>                                  | 0.78 <sup>ns</sup>                     | 0.27 <sup>ns</sup>                             | 504.6**                                | 364.1**              |
| خطای اول E1                      | 4                   | 206.17   | 2.06                                   | 161.36   | 16.28                                  | 17.81                |
| ژنوتیپ G                         | 1                   | 102.70 <sup>ns</sup>                                 | 1.02 <sup>ns</sup>                     | 290.66*  | 3.04 <sup>ns</sup>                     | 0.21 <sup>ns</sup>   |
| ژنوتیپ × سال Y×G                 | 1                   | 52.51 <sup>ns</sup>                                  | 5.25*                                  | 216.60 <sup>ns</sup>                           | 0.93 <sup>ns</sup>                     | 1.60 <sup>ns</sup>   |
| پرایمینگ P                       | 4                   | 3662.9*  | 9.59**                                 | 938.64**                                       | 5.40**                                 | 1.11 <sup>ns</sup>   |
| پرایمینگ × ژنوتیپ<br>P×G         | 4                   | 51.13 <sup>ns</sup>                                  | 0.13 <sup>ns</sup>                     | 8.79 <sup>ns</sup>                             | 0.31 <sup>ns</sup>                     | 0.43 <sup>ns</sup>   |
| پرایمینگ × سال P×Y               | 4                   | 562.97**   | 0.62 <sup>ns</sup>                     | 22.89 <sup>ns</sup>                            | 0.04 <sup>ns</sup>                     | 1.26 <sup>ns</sup>   |
| ژنوتیپ × پرایمینگ × سال<br>Y×G×P | 4                   | 35.18 <sup>ns</sup>                                  | 0.35 <sup>ns</sup>                     | 24.80 <sup>ns</sup>                            | 0.09 <sup>ns</sup>                     | 0.48 <sup>ns</sup>   |
| خطای دوم E2                      | 36                  | 67.44  | 0.95                                   | 58.08  | 0.78                                   | 0.69                 |
| ضریب تغییرات CV (%)              | -                   | 9.90   | 11.78                                  | 13.39  | 7.68                                   | 19.73                |

ns, \* و \*\* به ترتیب عدم معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

ns, \* and \*\*: no significant, significant in 5% and 1%

ادامه جدول ۴ -

**Table 4 - Continued**

| منابع تغییر<br>S.O.V.            | درجه<br>آزادی<br>df | MS   |   | عملکرد قند<br>خالص<br>White sugar<br>yield | درصد قند<br>ملاس<br>Molass |
|----------------------------------|---------------------|--|---|--|----------------------------|
|                                  |                     | درصد استحصال<br>قند<br>Percent of<br>sugar<br>extraction | درصد قند خالص<br>White sugar<br>content |  |                            |
| سال Y                            | 1                   | 14.14 <sup>ns</sup>                                      | 786.69**                                | 146.13**                                   | 0.01 <sup>ns</sup>         |
| خطای اول E1                      | 4                   | 302.04   | 1.88                                    | 14.18                                      | 0.03                       |
| ژنوتیپ G                         | 1                   | 12.06 <sup>ns</sup>                                      | 5.03**                                  | 40.90 <sup>ns</sup>                        | 0.02 <sup>ns</sup>         |
| ژنوتیپ × سال Y×G                 | 1                   | 22.56 <sup>ns</sup>                                      | 0.09 <sup>ns</sup>                      | 13.31*                                     | 0.35*                      |
| پرایمینگ P                       | 4                   | 16.22 <sup>ns</sup>                                      | 3.51 <sup>ns</sup>                      | 46.32**                                    | 0.23*                      |
| پرایمینگ × ژنوتیپ<br>P×G         | 4                   | 25.25 <sup>ns</sup>                                      | 0.27 <sup>ns</sup>                      | 0.38 <sup>ns</sup>                         | 0.02 <sup>ns</sup>         |
| پرایمینگ × سال P×Y               | 4                   | 27.66 <sup>ns</sup>                                      | 2.94*                                   | 2.46 <sup>ns</sup>                         | 0.23 <sup>ns</sup>         |
| ژنوتیپ × پرایمینگ × سال<br>Y×G×P | 4                   | 27.22 <sup>ns</sup>                                      | 0.45 <sup>ns</sup>                      | 0.65 <sup>ns</sup>                         | 0.04 <sup>ns</sup>         |
| خطای دوم E2                      | 36                  | 23.82  | 0.67                                    | 2.31                                       | 0.08                       |
| ضریب تغییرات CV (%)              | -                   | 5.89   | 5.20                                    | 14.02                                      | 13.90                      |

ns, \* و \*\* به ترتیب عدم معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

ns, \* and \*\* no significant, significant in 5% and 1%

جدول ۵- مقایسه میانگین ارقام و تیماری پرایمینگ از لحاظ صفات مورد بررسی در دو سال آزمایش

**Table 5-** Mean comparison results of cultivars and different treatment of priming factor in two years

| رقم<br>cultivars                                   | درصد جوانه<br>زنی نهایی<br>(درصد)<br>Germination<br>percentage | سرعت جوانه-<br>زنی<br>(بذر در روز)<br>Germination<br>speed | عملکرد ریشه<br>(تن در هکتار)<br>Root yield | درصد قند<br>ناخالص<br>(درصد)<br>Sugar content | آلکالین<br>(درصد)<br>Alkalin |
|--|--|--|--|---|------------------------------|
| اکباتان<br>7233                                    | 26.84<br>81.65   | 8.16<br>8.42   | 59.03b<br>63.93a                           | 19.19<br>21.94                                | 2.44<br>4.02                 |
| پرایمینگ   |  |  |  |   |                              |
| هاردنینگ<br>Hardening                              | 82.58b   | 8.25b  | 20.36b                                     | 20.36b  | 4.52                         |
| نانوپرایمینگ<br>Nano priming                       | 83.67b   | 8.36b  | 20.13b                                     | 20.13b  | 4.21                         |
| هیدروپرایمینگ<br>Hydropriming                      | 96.50a   | 9.56a  | 33.11a                                     | 23.11a  | 3.62                         |
| پرایمینگ با کود کبوتری<br>Pigeon manure<br>priming | 80.58b   | 8.05b  | 19.96bc                                    | 19.96bc                                       | 4.29                         |
| شاهد<br>Control                                    | 71.45c   | 7.14c  | 19.26c                                     | 19.26c  | 4.50                         |

میانگین دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ با آزمون دانکن هستند.

Means in each column, followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test.

ادامه جدول ۵-

**Table 5-** Continued

| رقم<br>cultivars                                   | درصد استحصال<br>قند<br>(درصد)<br>Percent of sugar<br>extraction | درصد قند<br>خالص<br>(درصد)<br>White sugar<br>content | عملکرد قند<br>ناخالص<br>(تن در هکتار)<br>Sugar yield | عملکرد قند<br>خالص<br>(تن در هکتار)<br>White sugar<br>yield | درصد قند<br>ملاس<br>(درصد)<br>Molass |
|--|---|--|--|---|--------------------------------------|
| اکباتان<br>7233                                    | 82.24<br>83.88  | 16.19b<br>18.21a                                     | 11.51<br>16.63                                       | 9.37<br>12.71   | 1.65<br>1.89                         |
| پرایمینگ   |   |  |  |   |                                      |
| هاردنینگ<br>Hardening                              | 81.46   | 16.77  | 13.51b   | 11.13b  | 1.90ab                               |
| نانوپرایمینگ<br>Nano priming                       | 83.91   | 17.02  | 13.57b   | 11.37b  | 1.72bc                               |
| هیدروپرایمینگ<br>Hydropriming                      | 83.49   | 19.42  | 18.38a   | 15.33a  | 1.68c                                |
| پرایمینگ با کود کبوتری<br>Pigeon manure<br>priming | 83.21   | 16.85  | 13.21bc  | 11.09b  | 1.94a                                |
| شاهد<br>Control                                    | 82.24   | 15.94  | 11.68c   | 9.69c   | 1.62c                                |

میانگین دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ با آزمون دانکن هستند.

Means in each column, followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test.

جدول ۶- مراحل رگرسیون گام به گام برای عملکرد قند خالص

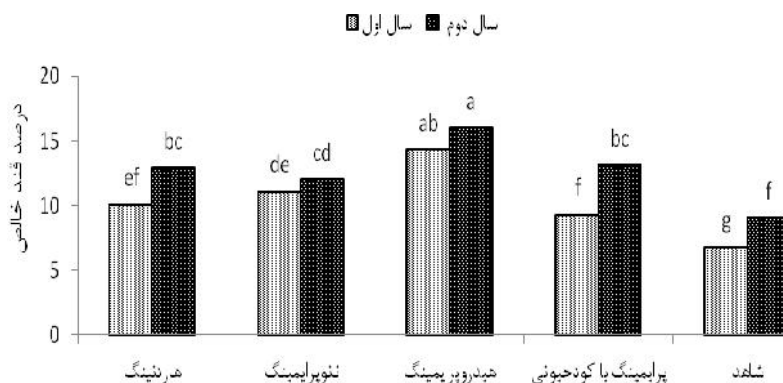
Table 6 - Stepwise regression of pure sugar yield as dependent variant

|  | مراحل رگرسیون گام به گام |       |       |       |
|--|--------------------------|-------|-------|-------|
|  | 1                        | 2     | 3     | 4     |
| Constant عدد ثابت                        | 3.18                     | -3.56 | -4.14 | -5.91 |
| Sugar content درصد قند ناخالص            | 0.68                     | 0.58  | 0.42  | 0.46  |
| Root yield عملکرد ریشه                   |                          | 0.13  | 0.14  | 0.14  |
| Percent of sugar extraction درصد استحصال |                          |       | 0.10  | 0.10  |
| Molass قند ملاس                          |                          |       |       | 0.41  |
| R <sup>2</sup>                           | 0.78                     | 0.94  | 0.96  | 0.98  |

جدول ۷- تجزیه علیت برای عملکرد قند خالص

Table 7- Path analysis for white sugar yield

|   | اثر غیر مستقیم              |                                     |                           |   |                    |
|---|-----------------------------|-------------------------------------|---------------------------|---|--------------------|
|   | اثر مستقیم<br>Direct effect | درصد قند<br>ناخالص<br>Sugar content | عملکرد ریشه<br>Root yield | درصد استحصال<br>Percent of sugar extraction | قند ملاس<br>Molass |
| Sugar content درصد قند ناخالص               | 0.53**                      | 1                                   | 0.11                      | 0.12  | -0.004             |
| Root yield عملکرد ریشه                      | 0.61**                      | 0.10                                | 1                         | -0.02                                       | -0.009             |
| درصد استحصال<br>Percent of sugar extraction | 0.31*                       | 0.21                                | -0.02                     | 1   | -0.001             |
| Molass قند ملاس                             | -0.04*                      | 0.06                                | 0.23                      | 0.009                                       | 1                  |



شکل ۱- مقایسه میانگین تیمارهای مختلف پرایمینگ در دو سال مورد آزمایش

Figure 1- Mean comparison of priming treatments in two years

## References

## منابع مورد استفاده

- Abbas, F., A. Mohanna, G. Al-Lahham, and E. AL-Jbawi. 2012. Osmotic adjustment in sugar beet plant under salinity stress. *Journal of Sugar Beet*. 28(1): 37-43.
- Abdollahian Noghabi, M., R. Sheykholeslami, and B. Babaei. 2005. Terms and meanings of technological quantity and quality of sugarbeet. *Sugarbeet Journal*. 21: 101-104. (In Persian).
- Absalan, A.A., A. Ghanbari, M. Rastgoo, and S. Norouz zadeh. 2017 .The effect of seed priming on sugar beet root yield under low irrigation and presence of weed. *Journal of Agroecology*. 9(1): 217-231. (In Persian).
- Anonymous. 2014. Food and agriculture organization. <http://faostat.fao.org/>
- Anonymous. 2015. Agricultural statistics: Agricultural Ministry of Iran. From <http://dpe.agri-jahad.ir>.
- Baradaran Firouzabadi, M., N. Farrokhi, and M. Parsaeyan. 2011. Sequential path analysis of some yield and quality oponents in sugar beet grown in normal and drought conditions. *Italian Journal of Agronomy*. 6(9): 44- 51.
- Bashiri, B., T. Mir Mahmoodi, and K. Fotohi. 2015. Evaluation of sugarbeet (*Beta vulgaris* L.) genotypes for their trait associations under saline conditions. *Journal of Crop Ecophysiology*. 9(2): 243-258. (In Persian).
- Farooq, M., S.M. Basra, and A.N. Ahmad. 2007. Improving the performance of transplanted rice by seed priming. *Plant Growth Regulation*. 51(2): 129-137.
- Farshadfar, A. 2000. Principles and multivariate statistical methods. Razi University of Kermanshah. 754 pp. (In Persian).
- Franzen, D.W., M, Anfirud, and, P. Carson. 2005. Sugar beet rooting depth. *Sugarbeet Research and Extension Reports*. 35: 105-108.
- Ghasemi, N., A. Dadkhah, and G. Rassam, 2015. Evaluation of the effect of humic acid on quantitative and qualitative yield of sugar beet in conditions of salinity stress. Fourth Agricultural and Sustainable Natural Resources Conference, Tehran. (In Persian).
- Ghotbi, A., and E. Farajzadeh Memarian Tabrizi. 2018. Evaluation of seed priming with various dietary solutions at different levels of water stress on physiological characteristics and sugar beet yield of single genetic seed varieties. *Environmental Stress in Crop Sciences*. 11(1): 117-126. (In Persian).
- Hamzei, J., R. Shayanfard, and K. Fotouhi. 2012. The effects of seed priming on some quantitative and qualitative characteristics of two sugar beet cultivars. *Journal of Crop Production and Processing*. 2(6): 155- 164.
- Harris, D. 2001. Development and testing of on-farm seed priming. *Advances in Agronomy*. 90: 129-178.
- Hosseini, A., and A. Koocheki. 2007. Effects of priming on seed germination and germination rate of sugar beet (*Beta vulgaris*) cultivars. *Iranian Journal of Agricultural Research*. 5(1): 76-69. (In Persian).



- Lemaire, S., F. Maupas, P.H. Cournede, and P. Reffye. 2008. A morphogenetic crop model for sugar-beet (*Beta vulgaris* L.). International Symposium on Crop Modeling and Decision Support: ISCMDS 2008, Nanjing, China, pp. 19-22.
- Michalska-Klimczak, B., Z. Wyszyski, V. Pautu, M. Rašovský, and A. Róaska. 2018. The effect of seed priming on field emergence and root yield of sugar beet. *Plant, Soil and Environment*. 64: 227-232.
- Mukasa, Y., H. Takahashi, K. Taguchi, N. Ogata, K. Okazaki, and M. Tanaka. 2003. Accumulation of soluble sugar in true seeds by priming of sugar beet seeds and the effects of priming on growth and yield of drilled plants. *Plant Production Science*. 6(1): 74-82.
- Sharifi, M. 2014. Correlation and path analysis performance traits under irrigation regimes white sugar with some sugar beet genotypes. *Journal of Plant Ecophysiology*. 16(17): 74-88. (In Persian).
- Tajlil, A.H., A. Pazoki, and D. Eradatmand Asli. 2014. Effects of seed priming by mannitol and zinc sulfate on biochemical parameters and seed germination of chickpea. *International Journal of Farming and Allied Sciences*. 3: 294-298.
- Thornton, J.M., and A.A. Powell .1992. Short term aerated hydration for the improvement of seed quality in *Brassica oleracea* L. *Seed Science Research*. 2: 41-49.
- Walters, C., P. Landre, L. Hill, F. Corbineau, and C. Bailly. 2005. Organization of lipid reserves in cotyledons of primed and aged sunflower seeds. *Planta*. 222: 397-407.

## The Effect of Different Seed Primings on Some Quantitative and Qualitative Characteristics of Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.)

Adel Pedram<sup>1</sup>, Mehdi Tajbakhsh<sup>2</sup>, Dariush Fathollah Taleghani<sup>3</sup>, and Mahdi Ghiyasi<sup>4\*</sup>

Received: July 2018, Revised: 23 December 2018, Accepted: 24 January 2019

### Abstract

To investigate the effect of different seed primings on quantitative and qualitative characteristics of two sugar beet cultivars a factorial experiment based on randomized complete block design (RCBD) with three replications, was carried out in both laboratory and field at the Agricultural and Natural Resources Research Center of West Azarbaijan province in 2015-16. The factors were two cultivars (Ekbatan and 7233) and five kinds of seed primings (seed hardening, priming with nano fertilizer, priming with pigeon manure extract, hydropriming and control). The results of combined analysis of variance showed that there were significant differences between genotypes for root yield and white sugar content. It was also, revealed that primings for all traits, except percent of sugar extraction, alkalinity and white sugar content, were significant. In this study, cultivar 7233, as compared with Ekbatan, produced higher root yield and sugar content. Furthermore, hydropriming produced higher germination percentage (96.50%), speed of germination (9.56 seeds/day), root yield (80.33 t.ha<sup>-1</sup>), sugars content (23.11%), sugar yield (18.38 t.ha<sup>-1</sup>) than other seed primings. Based on stepwise regression analysis, four traits, like sugars content, root yield, sugar extraction percentage and molasses sugar, justified 98% of white sugar yield variations. Thus, these four traits were identified as the most effective ones for white sugar yield. It can be, therefore, concluded that hydropriming would be a proper seed priming to improve the quantitative and qualitative characteristics of sugar beet.

**Key words:** Correlation analysis, Priming, Regression, White sugar content.

1- Assistant Prof, Sugar beet Seed Improvement and Procurement Research, Agriculture and Natural Resources Research Center, West Azarbaijan Province, Agricultural Research and Agriculture Emitting Organization, Urmia, Iran.

2- Prof. Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran.

3- Sugar Beet Seed Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.

4- Assistant Prof., Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran.

\* Corresponding Author: mahdighiyasi@gmail.com