نشریه علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد سیزدهم، شماره ۱(۴۹)، بهار ۱۳۹۸، صفحه ۵۶ـ۳۹

اثر انواع پرایمینگ بذر بر برخی خصوصیات کمّی و کیفی چغندرقند (*Beta vulgaris* L.)

عادل پدرام[۱]، مهدی تاج‌بخش[۲]، داریوش فتح‌الله طالقانی[۳]، و مهدی قیاسی[۴*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۵/۳ تاریخ بازنگری: ۱۳۹۷/۱۰/۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۴

چکیده

به‌منظور بررسی اثر پرایمینگ‌های مختلف بر خصوصیات کمّی و کیفی چغندرقند، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان‌غربی طی دو سال زراعی ۹۵- ۱۳۹۴در 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 کبوتری 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، آلکالیته 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 چغندرقند 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 مناسبت‌ترین پرایمینگ شناسایی گردید. از این رو، به نظر می‌رسد هیدروپرایمینگ به‌عنوان یکی از ساده‌ترین روش‌های پیش تیمار بذر می‌تواند در بهبود عملکرد کمّی و کیفی چغندرقند مفید واقع شود.

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

۱-استادیار بخش تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند، 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 چغندرقند، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، کرج، ایران.

۴- استادیار گروه زراعت دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران. * نگارنده‌ی مسئول m.ghiasi@urmia.ac.ir

مقدمه

چغندرقنـد با نام علمی (*Beta vulgaris* L.) به‌عنوان 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. استـان آذربایجـان‌غـربی به‌ترتیب 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 جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه چغندرقند تا حد زیادی تحت تأثیر ترکیبات شیمیایی ممانعت‌کننده 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 جوانه‌زنی بهبود می‌یابد (Franzen *et al*., 2005 و Thornton and Powell, 1992). یکی از دستاوردهای این مطالعات، پیشنهاد استفاده از عملیات مدیریتی به‌زراعی تحت عنوان تیمار پیش از کاشت بذر به‌ویژه در شرایط نامساعد محیطی به‌منظور افزایش درصد، سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی می‌باشد (Harris, 2001).

در جریان پرایمینگ، بذرها معمولاً در معرض پتانسیل آب خارجی قرار می‌گیرند. مقدار این آب آنقدر اندک است که باعث جـوانه‌زنی نمی‌شود، اما امکان وقوع یک سری فرآیندهای فیزیولوژیک و بیوشیمیایی را پیش از جوانه‌زنی 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 چغندرقند برای عمل پرایمینگ مزایای زیادی از جمله افزایش سرعت جوانه‌زنی در شرایط دمای کم، افزایش عملکرد ریشه، افزایش قدرت جوانه‌زنی 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 جوانه‌زنی 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 چغندرقند و همچنین بررسی اثر پرایمینگ بر خصوصیات رشدی و عملکرد شش رقم چغندرقند (M onoace-S، Megumi، Nozomi، Kabutomaru، Kitasayaka وHokkai-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 جوانه‌زنی و عملکرد ریشه اختلاف معنی‌دار وجود داشت.

حسینی و کوچکی (Hosseini and Koocheki, 2007) در بررسی اثر پیش تیمارهای اسیدکلریدریک ۱٪، اسید کلریدریک ۵٪، پلی اتیلن گلایکول ۶۰۰۰، کلرید سدیم ۱/۵ نرمال و آب مقطر را بر درصد و سرعت جوانه‌زنی ارقام افشاری، یونیورس، اوربیس و K.W.S را مورد ارزیابی قرار دادند. آنها گزارش کردند استفاده از آب مقطر و اسیدکلریدریک، بیشترین درصد جوانه‌زنی (به‌ترتیب با مقادیر۹۱/۲ و ۸۲/۲ درصد) و سرعت جوانه‌زنی (به‌ترتیب با مقادیر ۹/۲ و ۸/۵ روز) را در پی داشت و ارقام K.W.S و یونیورس با

میـانگین 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 چغندرقند با آهن افزایشی ۲۵/۵ و ۳۴/۴ درصدی و پرایمینگ بذرهای چغندرقند با روی افزایشی ۲۵/۵ و ۳۴/۴ درصدی به‌ترتیب در عملکرد ریشه و عملکرد قند داشتند (Ghotbi and Farajzadeh Memarian Tabrizi, 2018). حمزئی و همکاران (Hamzei *et al*., 2012) در مطالعه اثر پرایمینگ بذر بر برخی ویژگی‌های کمّی و کیفی ارقام جلگه و 7233- P29 چغندرقند، اظهار داشتند در بین تیمارهای پرایمینگ (محلول نیترات پتاسیم، اسید جیبرلیک، نیترات 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+ استارت 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 چغندرقند و تعیین اهمیت هر یک از صفات آن 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 جزیی 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 کمّی و کیفی در چغندرقند تحت تأثیر پرایمینگ بذر در شرایط مزرعه و در استان آذربایجان‌غربی 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 آذربایجان‌غربی (ساعتلو ارومیه) با طول و عرض جغرافیایی به‌ترتیب ۴۵ درجه و ۱۰ دقیقه شرقی و ۳۷ درجه و ۵۸ دقیقه شمالی با ارتفاع

۱۳۳۲ متر از سطح دریای آزاد در دو سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ 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-priming)، هیدروپرایمینگ (Hydropriming) و پرایمینگ با عصاره کود کبوتری بود.

رقم اکباتان منوژرم و دیپلوئید است و در سال ۱۳۹۲ معرفی شده و به‌دلیل عملکرد ریشه بالا و مقاومت به خشکی و ریزوکتونیا به‌صورت وسیعی در منطقه آذربایجان‌غربی کشت می‌شود. همچنین، لاین ۷۲۳۳ در سال ۱۳۷۳ معرفی شده است. این رقم پلی‌ژرم است که به‌صورت 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 هیپوکلریت سدیم ۱۰ درصد به مدت ۵ دقیقه قرار نگرفتند. به‌منظور اعمال تیمار هاردنینگ، بذور چغندرقند 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 ۲±۲۳ درجه سلسیوس خشک شدند. به‌منظور تیمار پیش از کاشت بذر با محلول نانو، بذور در محلول یک درصد کود مایع نانوی 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.

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 به‌طور 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 ۲±۲۵ درجه سلسیوس (رطوبت نسبی ۴۲ درصد و تاریک) منتقل شدند. برای خشک کردن، نمونه‌ها به‌مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سلسیوس در آون قرار گرفت. شمارش بذرهای 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:

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

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

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 شیپر) 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 ۱۵سانتی‌متر 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 چغندرقند (Caetocnema tibialis)، در مرحله ۸-۶ برگی، مزرعه توسط سم فن‌والریت ۲۰ درصد به میزان یک لیتر در هکتار سم‌پاشی گردید. همچنین، با توجه به حساسیت بوته‌های جوان به خسارت لارو اگروتیس (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 ارّه) 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 چغندرقند منتقل شدند. در تجزیه کیفی، درصد قند یا عیار چغندرقند (SC) به روش پلاری‌متری، همچنین قند ملاس (MS) از رابطه تجربی ۱ محاسبه شد (Abdollahian Noghabi *et al*., 2005).

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

که در آن مقادیر پتاسیم (K)، سدیم (Na) و نیتروژن مضره (α-amino-N) بر حسب میلی‌اکی والانت در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه (meq/100g sugar beet) و قند ملاس (MS) بر حسب درصد می‌باشد (Abdollahian Noghabi *et al*., 2005).

مقادیر آلکالیته یا ضریب قلیائیت (Alc)، خلوص شربت (POL) و عملکرد قند (SY) نیز به‌ترتیب توسط روابط زیر به‌دست آمدند (Abdollahian Noghabi *et al*., 2005).

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

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

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

که در آنها، آلکالیته، خلوص شربت و عملکرد قند به‌ترتیب 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 به‌منظور 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.

به‌منظور بررسی دقیق روابط بین صفات، تجزیه علیت بر اساس رگرسیون چندگانه با استفاده از ضرایب همبستگی انجام گرفت که در آن عملکرد قند ریشه به‌عنوان متغیر وابسته و دیگر صفات مورد بررسی به‌عنوان 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 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، نانوپرایمینگ و پرایمینگ با کود کبوتری به‌ترتیب با متوسط ۸۲/۵۸، ۸۳/۶۷، ۸۰/۵۸ درصد اختلاف معنی‌دار دیده نشد (جدول ۵). محققان گزارش نموده‌اند که پرایمینگ بذرهای چغندرقند باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده مواد ذخیره‌ای بذر شده و درنتیجه سرعت جوانه‌زنی را بهبود می‌بخشد (Tajlil *et al*., 2014). آنزیمی 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 چغندرقند با آب مقطر و اسیدکلریدریک، بیشترین درصد (به ترتیب با مقادیر۹۱/۲ و ۸۲/۲ درصد) و سرعت جوانه‌زنی (به‌ترتیب با مقادیر ۹/۲ و ۸/۵ روز) را به خود اختصاص دادند. پرایمینگ بذرهای چغندرقند با آهن، روی و منگنز باعث افزایش ۳۰/۲، ۳۴/۲ و ۴۰/۷ درصدی سرعت جوانه‌زنی بذرهای چغندرقند شد (Ghotbi and Farajzadeh Memarian Tabrizi, 2018). در تحقیقی سه ساله تیمار هیدروپرایمینگ بذر اثر معنی‌داری بر افزایش درصد جوانه‌زنی بذر چغندرقند در مقایسه با تیمار شاهد نشان نداد (Michalska-Klimczak *et al*., 2018).

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 به‌ترتیب 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 چغندرقند اختلاف معنی‌دار دیده نشد. اما آنها کمترین میانگین زمان جوانه‌زنی را با متوسط ۴/۲ روز در رقم Nozom و تیمار هیدروپرایمیگ 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 چغندرقند 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، بذرهای 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 چغندرقند اختلاف معنی‌دار بود و اظهار داشتند عملکرد ریشه رقم $7233\text{-}P_{29}$ 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 نیترات پتاسیم، اسید جیبرلیک، نیترات پتاسیم + اسید جیبرلیک، هیدروپرایمینگ، بیشترین عملکرد ریشه با متوسط ۶۳/۳ تن در هکتار را در تیمار

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 استارتر، 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 به‌ترتیب 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 به‌ترتیب 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 چغندرقند معنی‌دار بود. آنها بالاترین درصد قند را به‌ترتیب 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 به‌ترتیب با متوسط ۱۴/۳۱ و ۱۵/۹۹ درصد بالاترین درصد قند خالص را به خود اختصاص دادند. تیمار شاهد (عدم پرایمینگ) به‌ترتیب 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 Memarian Tabrizi, 2018) گزارش کردند در بین پرایمینگ‌های هیدروپرایمینگ، پرایمینگ با آهن، روی و منگنز بالاترین درصد قند در چغندرقند به تیمار پرایمینگ بذور با آهن و روی به‌ترتیب با متوسط ۲۰/۲۲ و ۲۰/۲۱ درصد اختصاص داشت.

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 به‌ترتیب 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_{29}-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 به‌طوری‌که تیمار هیدروپرایمینگ و شاهد به‌ترتیب با متوسط ۹/۶۹ و ۱۵/۳۳ تن در هکتار به‌ترتیب 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 به‌ترتیب ۱۷/۳۳، ۵۸/۲۰ و ۱۴/۱۴درصد 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 به‌ترتیب 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 چغندرقند 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 به‌ترتیب با مقادیر ۱/۶۸ و ۱/۷۲ درصد اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد (جدول ۵).

در مطالعه حمزه‌ئی و همکاران (Hamzei *et al.*, 2012) بین ارقام و انواع پرایمینگ از نظر درصد قند ملاس اختلاف معنی‌دار دیده نشد. قاسمی و همکاران (Ghasemi *et al.*, 2015) در ارزیابی اثر اسید هیومیک بر عملکرد کمّی و کیفی چغندرقند در شرایط تنش شوری گزارش کردند استفاده از اسید هیومیک به‌صورت پرایمینگ باعث افزایش در بیشتر صفات کمّی 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 به‌عنوان مؤثرترین صفات بر عملکرد قند خالص شناسایی شدند. در بین صفات مذکور درصد قند ناخالص با تبیین ۷۸ درصد از تغییرات عملکرد قند ناخالص به‌عنوان تأثیرگذارترین صفت شناسایی شد. چنانچه عملکرد قند خالص (Y) به‌عنوان متغیر وابسته و درصد قند ناخالص (X_1)، عملکرد ریشه (X_2) و درصد استحصال قند (X_3) و درصد قند ملاس (X_4) به‌عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شوند، معادله خط رگرسیون به‌صورت ذیل پردازش خواهد شد (جدول ۶).

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

تجزیه علیت بر اساس صفات باقی مانده در مدل نشان داد درصد قند ناخالص، عملکرد ریشه و درصد استحصال اثر مستقیم مثبت و معنی‌دار و قند ملاس اثر مستقیم منفی و معنی‌دار بر عملکرد قند خالص نشان داد. همچنین، درصد قند ناخالص از طریق افزایش عملکرد ریشه و درصد استحصال به صورت غیرمستقیم موجب افزایش عملکرد قند خالص و از طریق افزایش قند ملاس به‌صورت غیرمستقیم موجب کاهش عملکرد قند خالص شد. عملکرد ریشه علاوه بر اثر مستقیم مثبت و معنی‌دار به‌صورت غیرمستقیم نیز از طریق افزایش درصد قند ناخالص اثر مثبتی بر افزایش عملکرد قند خالص نشان داد در حالی‌که 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 معنی‌دار 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، می‌توان نتیجه گرفت پرایمینگ بذور چغندرقند از طریق بهبود خصوصیات کمّی و کیفی چغندرقند در ارقام مختلف موجب افزایش عملکرد قند خالص در چغندرقند می‌شوند (جدول ۷). شریفی (Sharifi, 2014) نشان داد در شرایط بدون تنش، درصد قند، سدیم، ضریب استحصال و دمای سایه‌انداز 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

نیتروژن 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 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.

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 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 چغندرقند اختصاص داشت. می‌توان نتیجه گرفت هیدروپرایمینگ بذر با بهبود خصوصیات جوانه‌زنی و بهبود درصد و سرعت جوانه‌زنی در چغندرقند می‌تواند موجب بهبود خصوصیات کمّی و کیفی در چغندرقند 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 کمّی و کیفی چغندرقند مفید واقع شود.

جدول ۱- نتایج تجزیه خاک محل اجرای آزمایش

Table 1- Physical and chemical properties of soil testing

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

جدول ۲- مشخصات کود کبوتری مورد استفاده

Table 2- The characteristic of the pigeon droppings used

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

جدول ۳- مشخصات نانو کلات سوپر میکرو مورد استفاده

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

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

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 تغیر S.O.V.	درجه آزادی df	MS میانگین مربعات				
		درصد جوانه زنی نهایی Germination percentage	سرعت جوانه زنی Germination speed	عملکرد ریشه Root yield	درصد قند ناخالص Sugar content	آلکالیته Alkalin
سال Y	1	78.20^{ns}	0.78^{ns}	0.27^{ns}	504.6**	364.1**
خطای اول E1	4	206.17	2.06	161.36	16.28	17.81
ژنوتیپ G	1	102.70^{ns}	1.02^{ns}	290.66*	3.04^{ns}	0.21^{ns}
ژنوتیپ× سال Y×G	1	52.51^{ns}	5.25*	216.60^{ns}	0.93^{ns}	1.60^{ns}
پرایمینگ P	4	3662.9*	9.59**	938.64**	5.40**	1.11^{ns}
پرایمینگ × ژنوتیپ P×G	4	51.13^{ns}	0.13^{ns}	8.79^{ns}	0.31^{ns}	0.43^{ns}
پرایمینگ× سال P×Y	4	562.97**	0.62^{ns}	22.89^{ns}	0.04^{ns}	1.26^{ns}
ژنوتیپ× پرایمینگ× سال Y×G×P	4	35.18^{ns}	0.35^{ns}	24.80^{ns}	0.09ns	0.48^{ns}
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 معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

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

ادامه جدول ۴-

Table 4 – Continued

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	MS میانگین مربعات				
		درصد استحصال قند Percent of sugar extraction	درصد قند خالص White sugar content	عملکرد قند ناخالص Sugar yield	عملکرد قند خالص White sugar yield	درصد قند ملاس Molass
سال Y	1	14.14^{ns}	786.69**	146.13**	240.37**	0.01^{ns}
خطای اول E1	4	302.04	1.88	14.18	5.85	0.03
ژنوتیپ G	1	12.06^{ns}	5.03**	40.90^{ns}	20.01^{ns}	0.02^{ns}
ژنوتیپ× سال Y×G	1	22.56^{ns}	0.09^{ns}	13.31*	8.26*	0.35*
پرایمینگ P	4	16.22^{ns}	3.51ns	46.32**	28.87**	0.23*
پرایمینگ × ژنوتیپ P×G	4	25.25^{ns}	0.27ns	0.38^{ns}	0.12^{ns}	0.02^{ns}
پرایمینگ× سال P×Y	4	27.66^{ns}	2.94*	2.46^{ns}	2.40^{ns}	0.23^{ns}
ژنوتیپ× پرایمینگ× سال Y×G×P	4	27.22^{ns}	0.45^{ns}	0.65^{ns}	0.43^{ns}	0.04^{ns}
خطای دوم E2	36	23.82	0.67	2.31	1.58	0.08
ضریب تغییرات CV (٪)	-	5.89	5.20	14.02	13.90	15.59

ns، * و ** به ترتیب عدم معنی‌دار و معنی‌دار 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 cultivars	درصد جوانه زنی نهایی (درصد) Germination percentage	سرعت جوانه- زنی (بذر در روز) Germination speed	عملکرد ریشه (تن در هکتار) Root yield	درصد قند ناخالص (درصد) Sugar content	آلکالیته (درصد) Alkalin
اکباتان Ekbatan	26.84	8.16	59.03b	19.19	2.44
7233	81.65	8.42	63.93a	21.94	4.02
پرایمینگ Priming					
هاردنینگ Hardening	82.58b	8.25b	20.36b	20.36b	4.52
نانوپرایمینگ Nano priming	83.67b	8.36b	20.13b	20.13b	4.21
هیدروپرایمینگ Hydropriming	96.50a	9.56a	33.11a	23.11a	3.62
پرایمینگ با کود کبوتری Pigeon manure priming	80.58b	8.05b	19.96bc	19.96bc	4.29
شاهد 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 cultivars	درصد استحصال قند (درصد) Percent of sugar extraction	درصد قند خالص (درصد) White sugar content	عملکرد قند ناخالص (تن در هکتار) Sugar yield	عملکرد قند خالص (تن در هکتار) White sugar yield	درصد قند ملاس (درصد) Molass
اکباتان Ekbatan	82.24	16.19b	11.51	9.37	1.65
7233	83.88	18.21a	16.63	12.71	1.89
پرایمینگ Priming					
هاردنینگ Hardening	81.46	16.77	13.51b	11.13b	1.90ab
نانوپرایمینگ Nano priming	83.91	17.02	13.57b	11.37b	1.72bc
هیدروپرایمینگ Hydropriming	83.49	19.42	18.38a	15.33a	1.68c
پرایمینگ با کود کبوتری Pigeon manure priming	83.21	16.85	13.21bc	11.09b	1.94a
شاهد Control	82.24	15.94	11.68c	9.69c	1.62c

میانگین دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار 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

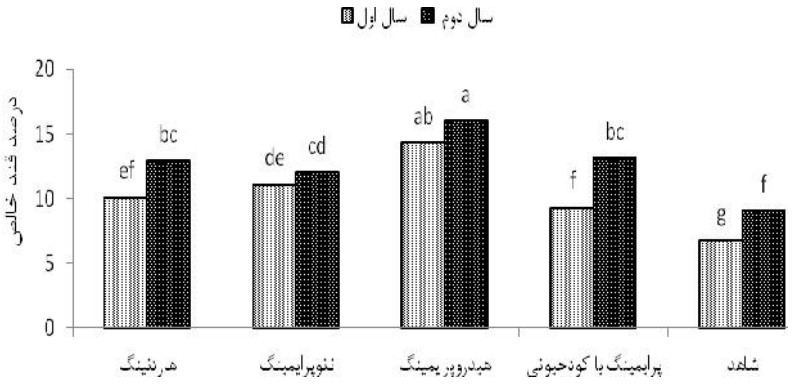
Table 6 - Stepwise regression of pure sugar yield as dependent variant

مراحل رگرسیون گام به گام				
	1	2	3	4
عدد ثابت Constant	3.18	-3.56	-4.14	-5.91
درصد قند ناخالص Sugar content	0.68	0.58	0.42	0.46
عملکرد ریشه Root yield		0.13	0.14	0.14
درصد استحصال Percent of sugar extraction			0.10	0.10
قند ملاس Molass				0.41
R^2	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 Indirect effect			
	اثر مستقیم Direct effect	درصد قند ناخالص Sugar content	عملکرد ریشه Root yield	درصد استحصال Percent of sugar extraction	قند ملاس Molass
درصد قند ناخالص Sugar content	0.53**	1	0.11	0.12	-0.004
عملکرد ریشه Root yield	0.61**	0.10	1	-0.02	-0.009
درصد استحصال Percent of sugar extraction	0.31*	0.21	-0.02	1	-0.001
قند ملاس Molass	-0.04*	0.06	0.23	0.009	1



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

Figure 1- Mean comparision 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 omponents 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. Wyszyński, V. Pačuta, M. Rašovský, and A. Różańska. 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[1], Mehdi Tajbakhsh[2], Dariush Fathollah Taleghani[3], and Mahdi Ghiyasi[4*]

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 $t.ha^{-1}$), sugars content (23.11%), sugar yield (18.38 $t.ha^{-1}$) 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*