علوم و تحقیقات بذر ایران
سال نهم/ شماره چهارم/ ۱۴۰۱ (۱۴ - ۱)
مقاله پژوهشی
DOI: 10.22124/jms.2023.6167

اثر پرایمینگ و تاریخ کاشت بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد قند در چغندرقند (*Beta vulgaris* L.)

تورج شمس برهان[۱]، تورج میرمحمودی[۲*]، حمزه حمزه[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۴/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۷/۹

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر زمان کاشت و نوع پرایمینگ بذر بر برخی خصوصیات مورفولوژیک، عملکرد قند و اجزای عملکرد قند در چغندرقند، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۹۹ در مزرعه کشاورزی واقع در شهرستان مهاباد اجرا شد. آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار بود. سه زمان کاشت (۱۵ اسفند، ۱۵ فروردین و ۱۵اردیبهشت) در کرت‌های اصلی و نوع پرایمینگ (اسید سالیسیلیک، هیدروپرایمینگ، کیتوسان و شاهد (عدم پرایمینگ)) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. صفات رنگیزه‌های فتوسنتزی، محتوای آب نسبی برگ، درصد قند ناخالص، درصد قند خالص، عملکرد ریشه، عملکرد قند ناخالص و عملکرد قند خالص اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد بالاترین محتوای کلروفیل a، کلروفیل b و کارتنوئید به زمان کاشت ۱۵ اسفند اختصاص یافت، همچنین پرایمینگ با اسید سالیسیلیک و هیدروپرایمینگ بالاترین محتوای کلروفیل a، کلروفیل b و کارتنوئید را به‌خود اختصاص دادند. بالاترین محتوای آب نسبی برگ (۷۵/۵۰ درصد) و عملکرد ریشه (۶۰/۱ تن در هکتار)، عیار قند (۱۹/۴۹)، درصد قند خالص (۱۵/۰۲)، عملکرد قند خالص (۱۰/۹۱ تن در هکتار) و عملکرد قند ناخالص (۸/۳۱ تن در هکتار) به زمان کاشت ۱۵ فروردین و پرایمینگ با اسید سالیسیک اختصاص داشت. نتایج همچنین نشان داد که پرایمینگ با اسید سالیسیلیک و هیدروپرایمینگ در کلیه زمان‌های کاشت عملکرد قند خالص را در مقایسه با تیمار شاهد افزایش داده و اثر نامناسب تأخیر در زمان کاشت را بر عملکرد قند خالص تعدیل نمود.

واژه‌های کلیدی: اسید سالیسیلیک، شاخص کلروفیل، عیار قند، هیدرو پرایمینگ

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامی، مهاباد، ایران. hosein.m59@yahoo.com
۲- استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامی، مهاباد، ایران. toraj73@yahoo.com
۳- بخش تحقیقات چغندرقند، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران. h.hamze@areeo.ac.ir
*نویسنده مسئول: toraj73@yahoo.com

مقدمه

چغندرقند (*Beta vulgaris* L.) یکی از محصولات مهم ریشه‌ای و منبع اصلی شکر در مناطقی با آب و هوای معتدل است. در سال ۲۰۱۹ سطح زیر کشت چغندرقند ۴/۶۰ میلیون هکتار و مقدار تولید ریشه این محصول ۲۷۸/۵۰ میلیون تن برآورد شد، سطح زیر کشت و مقدار تولید این محصول در ایران نیز به‌ترتیب برابر ۷۸/۹۹ هزار هکتار و ۵/۲۹ میلیون تن بود (FAO, 2021). استان آذربایجان غربی به‌ترتیب با ۱۹/۱۵ و ۳۳/۱۴ درصد، بیش‌ترین سطح برداشت و تولید کشور را به‌خود اختصاص داده و در جایگاه نخست قرار دارد (Anonymous, 2017). دامنهٔ تاریخ کشت چغندرقند در استان آذربایجان غربی از ۱۵ اسفندماه تا ۳۰ خرداد است. رخداد بارندگی‌های پیاپی در اوایل بهار و عدم آماده‌سازی زمین برای کشت و نیز رقابت کشت گندم و جو در اوایل بهار از نظر میزان آب مورد نیاز با آبیاری اول و دوم چغندرقند برای سبزشدن از دلایل انجام کشت‌های دیرهنگام است. لذا اگرچه ممکن است که کشت نیز در فروردین یا اردیبهشت انجام شود، اما آبیاری اولیه برای سبزشدن به خرداد ماه موکول شده و کشت دیرهنگام می‌شود، از آن‌جاکه عملکرد اقتصادی مناسب در چغندرقند تابع رشد رویشی مناسب در اویل فصل رشد و تخصیص و توزیع مناسب مواد نورساختی (فتوسنتزی) به ریشه است، لذا کشت بهنگام این گیاه اهمیت بسیار زیادی دارد (Sadrabadi Haghighi *et al*., 2011). نظر به طولانی و نامحدودبودن رشد رویشی چغندرقند، کشت زودتر علاوه‌بر افزایش عملکرد و استفاده از بارندگی‌های بهاره باعث کاهش خسارات برخی از آفات و بیماری‌ها می‌شود (Campbell and Enz, 1991).

تاکنون تحقیقات زیادی در جهت کمک به ارتقای جوانه‌زنی بذر در شرایط مزرعه‌ای انجام گرفته است. نتایج برخی 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 (Thornton *et al*., 1992; Franzen *et al*., 2005). پرایمینگ بذر به‌عنوان یک راه‌کار جهت افزایش سرعت و درصد جوانه‌زنی، افزایش کیفیت گیاهچه‌های تولیدی و استقرار مطلوب گیاه کاربرد دارد (Bradford, 1986).

بذور پرایم‌شده پس از قرارگرفتن در بستر خود زودتر جوانه‌زده و در پی این امر استقرار در گیاهان حاصل از این بذور سریع‌تر، بهتر و در عین حال یکنواخت‌تر انجام می‌پذیرد. در واقع چنین گیاهی در مقایسه با گیاهان به‌وجود آمده از بذور تیمار نشده در طی زمان کوتاه‌تری سیستم ریشه‌ای خود را گسترش داده و با جذب مطلوب‌تر آب و مواد غذایی و تولید بخش‌های سبز فتوسنتزکننده به مرحله اتوتروفی می‌رسند. 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، کاهش نیاز به آب جهت سبزشدن و در نهایت استقرار بهتر و مناسب بوته‌ها در واحد سطح ذکر شده است. هنگامی که بذر پرایم‌شده در محیط مناسب جوانه‌زنی قرار می‌گیرد، سریع‌تر از بذرهای پرایم‌نشده جوانه می‌زند (Lemaire *et al*., 2008). پدرام و همکاران (Pedram *et al*., 2019) نشان دادند که بالاترین درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، عملکرد ریشه، درصد قند ناخالص، عملکرد قند ناخالص و عملکرد قند خالص به تیمار هیدروپرایمینگ بذر چغندرقند اختصاص داشت. خوش‌نژاد و میرمحمودی (Khoshnejad and Mir Mahmoodi, 2021) نشان دادند که بالاترین درصد قند ناخالص، درصد قند خالص، درصد استحصال قند، عملکرد ریشه، عملکرد قند ناخالص و عملکرد قند خالص به تیمار هیدروپرایمینگ اختصاص داشت. 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 به‌ترتیب با متوسط ۹/۳۵ و ۹/۰۳ تن در هکتار اختلاف معنی‌دار دیده نشد. در مطالعه حمزئی و همکاران (Hamzei *et al*., 2012) بالاترین عملکرد قند ناخالص (۱۰/۹۶ تن در هکتار) و عملکرد قند ناخالص (۱۱/۸ تن در هکتار) به تیمار هیدروپرایمینگ اختصاص داشت. استان آذربایجان غربی از مراکز اصلی تولید چغندرقند در کشور است. در این منطقه

کشت چغندرقند به‌علت سرمای بهاره و بارندگی‌های اوایل بهار به تأخیر می‌افتد، بنابراین یافتن راه‌کاری برای جبران اثر تأخیر در کاشت بر عملکرد اقتصادی محصول ضروری است. از آن‌جا که پرایمینگ بذر موجب تسریع در جوانه‌زنی و استقرار اولیه بذر می‌شود، تحقیق حاضر با هدف بررسی اثر پرایمینگ‌های مختلف در تعدیل اثر نامناسب تأخیر در کاشت چغندر قند انجام شد.

جدول ۱- آمار هواشناسی برای محل اجرای آزمایش در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹

Table 1. Meteorological information in the experimental site in 2020-2021 growing seasons

ماه‌های سال Months	میانگین دما (سلسیوس) Average Temperature (°C)	مجموع تبخیر (میلی‌متر) Total Evaporation (mm)	مجموع بارندگی (میلی‌متر) Total Precipitation (mm)
March اسفند	9.1	0	20
April فروردین	14.2	113	2.2
May اردیبهشت	17	190	9.3
June خرداد	20	283	2
July تیر	24.6	276	4
Agust مرداد	23.4	271	0
September شهریور	21	213	5.6
October مهر	17	100	21
November آبان	9.3	43	86

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر در سال زراعی ۱۳۹۹ در مزرعه کشاورزی در شهرستان مهاباد اجرا شد. متوسط بارندگی سالیانه در این منطقه برابر ۳۲۶ میلی‌متر است. این منطقه بر اساس طبقه‌بندی دو مارتن، جزو مناطق نیمه‌خشک کشور طبقه-بندی شده است. اطلاعات هواشناسی محل اجرای تحقیق در جدول یک آمده است.

آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. سه زمان کاشت بذر (۱۵ اسفند، ۱۵ فروردین و ۱۵ اردیبهشت) در کرت‌های اصلی و نوع پرایمینگ (اسید سالیسیلیک، هیدروپرایمینگ، کیتوسان و شاهد (عدم پرایمینگ)) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. رقم مورد بررسی رقم داخلی شکوفا بود که از مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی تهیه شده بود. جهت ضدعفونی پتری‌دیش‌ها به‌مدت دو ساعت در دمای ۱۱۰ درجه سلسیوس قرار داده شدند. در هر پتری‌دیش دو لایه کاغذ صافی واتمن شماره یک قرار داده شد. تیمارهای آزمایشی به‌صورت زیر بودند: **۱**- پیش‌تیمار با اسید سالیسیلیک: قراردادن بذور به‌مدت ۱۰ ساعت در اسید سالیسیلیک با غلظت ۱۵۰ ppm، **۲**- پیش‌تیمار با کیتوسان: قراردادن بذور به‌مدت ۸ ساعت در کیتوسان با غلظت ۵۰ میلی‌مولار، **۳**- هیدروپرایمینگ: قراردادن بذور به‌مدت ۱۲ ساعت در داخل آب مقطر (هیدروپرایمینگ) و **۴**- تیمار شاهد (هیچ تیماری بر روی بذرها اعمال نشد). پس از رسیدن رطوبت بذرها به حدود رطوبت اولیه تحت شرایط سایه و دمای اتاق به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۵ درجه سلسیوس خشک شدند. بذور پرایم‌شده پس‌از خشک-شدن، جهت کشت به مزرعه انتقال داده شدند. تمامی بذور پیش از اعمال تیمار با هیپوکلرید سدیم ۱۰ درصد به‌مدت پنج دقیقه ضدعفونی و پس از آن به‌طور کامل با آب مقطر شستشو داده شدند.

عملیات آماده‌سازی زمین با انجام شخم عمیق در پاییز شروع شد. در بهار نیز شخم سطحی، دیسک، تسطیح، خط-کشی و تهیه خطوط کاشت (با استفاده از شیپر) انجام شد. توزیع کود مورد نیاز بر اساس نتایج تجزیه خاک انجام شد. بر این اساس ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره طی سه مرحله کاشت، ۲ تا ۴ 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 (بر اساس نتایج آزمون خاک جدول ۲) به مزرعه داده شد. در هر کرت پنج ردیف کاشت به‌طول هشت متر و فاصله ردیف‌های کاشت و فاصله بوته‌ها روی ردیف به‌ترتیب ۵۰ و

۱۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. تمام کرت‌ها به‌طور هم-زمان بلافاصله بعد از کاشت آبیاری شدند. پس از استقرار بوته‌ها، در مرحله ۶–۴ برگی، بوته‌ها به فاصله ۲۰ 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.

اندازه گیری صفات

در طول فصل رشد (مرحله ۸ برگی) صفات میزان کلروفیل برگ، مقدار آب نسبی برگ و شاخص سطح برگ به‌صورت زیر اندازه‌گیری شدند.

برای اندازه‌گیری کلروفیل ۰/۲۵ گرم برگ تازه و کاملا توسعه‌یافته برداشت و در هاون چینی خرد شد و با پنج میلی‌لیتر آب مقطر، در محیط خنک و کم‌نور، ساییده تا به‌صورت توده یکنواختی درآید. مخلوط حاصل را در یک بالن ژوژه ۲۵ میلی‌لیتری ریخته و به حجم رسانیده شد. ۰/۵ میلی‌لیتر از مخلوط به‌دست آمده را برداشته و با ۴/۵ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد مخلوط نموده و با ۳۰۰۰ دور در دقیقه به‌مدت ۱۰ دقیقه سانتریفوژ گردید. پس از سانتریفوژکردن، بخش رویی مخلوط را برداشته و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (PD-303)، مقدار جذب آن در طول موج‌های ۴۷۰، ۶۴۶/۸، ۶۶۳/۲ قرائت گردید. غلظت کلروفیل a، b، کل و کاروتنوئید با استفاده از روابط زیر محاسبه گردید.

Chl a (mg/ml) = 12.25(A663.2)-2.79(A646.8) (رابطه ۱)

Chl b (mg/ml) = 21.50(A646.2)-5.10(A663.2) (رابطه ۲)

Car (µg/ml)=(1000(A470)-1.8(Chla) -(۳ رابطه 85.02(Chlb))/198

برای اندازه‌گیری مقدار آب نسبی برگ[1] (RWC) برای هر نمونه سه صفحه به قطر ۲۰ میلی‌متر از هر برگ جدا شد و بلافاصله وزن شدند (وزن‌تر)، سپس نمونه‌ها به‌مدت چهار ساعت در آب مقطر دو بار تقطیر با دمای در حدود پنج درجه سلسیوس و نور اندک غوطه‌ور شده و پس از گرفتن آب روی آن‌ها با کاغذ صافی، وزن شدند (وزن تورم کامل) سپس نمونه‌ها به‌مدت ۲۴ ساعت در دمای ۸۰ درجه سلسیوس قرار داده شده و وزن شدند (وزن خشک). درنهایت مقدار آب نسبی برگ از رابطه زیر محاسبه گردید.

لازم به توضیح است که نمونه‌برداری از بالاترین برگ‌های بالغ در ارتفاع یک‌سوم از رأس بوته‌ها و بین ساعات ۱۲ تا ۱۴ صورت گرفت.

$$RWC = \frac{FW-DW}{TW-D} \times 100$$ (رابطه ۴)

FW، وزن‌تر، DW، وزن خشک (بعد از قرارگیری نمونه برگ‌ها در آون ۷۵ درجه سلسیون و حصول وزن ثابت) و TW، وزن آماس (بعد از غوطه‌ور شدن نمونه برگ‌ها در داخل آب مقطر در زمان معین)

جهت حذف اثر حاشیه هنگام برداشت، از هر کرت، دو ردیف کناری حذف و دو ردیف در هر واحد آزمایشی، برداشت گردید. کلیه ریشه‌های مربوط به هر کرت پس از سرزنی و تمیز نمودن، شمارش و توزین شدند و بر اساس آن‌ها عملکرد برای هر کرت محاسبه شد. در ضمن وزن کل اندام‌های هوایی محصول برداشت‌شده نیز جدا گانه پس از توزین ثبت گردید. از هر واحد آزمایشی تعداد ۳۰ عدد ریشه به‌طور تصادفی انتخاب شدند و پس از شستشوی ریشه‌ها و توزین آن‌ها، از هر تیمار حدود ۱۵۰ گرم خمیر ریشه (پلپ) در آزمایشگاه ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی میاندوآب تهیه شد و بعد از انجماد برای تجزیه‌های آزمایشگاهی و اندازه‌گیری صفات مرتبط با کیفیت محصول (درصد قند، ازت، سدیم و پتاسیم موجود در ریشه‌ها) با استفاده از دستگاه بتالیزر[2] به آزمایشگاه تکنولوژی قند کارخانه قند شهرستان نقده ارسال گردید.

برای جدا سازی و اندازه‌گیری سدیم و پتاسیم، شربت به‌دست آمده از ترکیب خمیر ریشه با سواستات سرب بعد از عبور از صافی در دستگاه فلایم فتومتر با آب مقطر و محلول لیتیم مخلوط گردید. همچنین، جهت جدا سازی و اندازه‌گیری نیتروژن شربت مذکور در دستگاه فتومتر با محلول مس مخلوط شد. مقادیر بر حسب میلی‌اکی‌والان بر صد گرم خمیر ریشه برای هر نمونه در جدول ثبت گردید.

برای ارزیابی این صفات عملکرد ریشه در هر کرت به درصد قند ناخالص و درصد قند خالص مربوط به همان کرت ضرب شد، سپس ارقام به‌دست‌آمده، به‌صورت عملکرد قند ناخالص و قند خالص در هکتار ثبت گردید (روابط ۵ و ۶).

D=C-M (رابطه ۵)

NY=YR×D (رابطه ۶)

[1] Relative Water Content

[2] Beta Laser

D، درصد قند قابل استحصال، C، درصد قند، M، قند ملاس، YR، عملکرد ریشه (تن در هکتار) و NY، عملکرد قندخالص

قبل از انجام تجزیه واریانس جهت برقراری مفروضات تجزیه واریانس در مورد صفاتی که از شمارش حاصل شده بودند و یا به‌صورت درصد بودند تبدیل داده (تبدیل آرکسینوس) صورت گرفت. سپس داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار SAS.9.2 تجزیه واریانس گردید و همچنین مقایسه میانگین صفات مورد بررسی توسط آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

جدول ۲- خصوصیات خاک محل اجرای آزمایش

Table 2. Soil characteristics of the test site

درصد کل نیتروژن (%) Percentage of total nitrogen	فسفر قابل جذب (ppm) Absorbable phosphorus	پتاسیم قابل جذب (ppm) Absorbable potassium	درصد کربن آلی (%) Percentage of organic carbon	سیلت (٪) silt	شن (%) Sand	رس (%) clay	درصد آهک (%) Percentage of lime	درصد اشباع (%) Saturation percentage	شوری (dS/m) Salinity
0.11	7.1	335	1.1	40	25	31	17	49	1.3

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات کمی و کیفی چغندر قند تحت تیمارهای زمان کاشت و پرایمینگ بذر

Table 3. Analysis of variance of quantitative and qualitative traits of sugar beet under planting time and seed priming treatments

S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات MS								
		محتوای کلرفیل a Chl a content	محتوای کلروفیل b Chl b content	محتوای کارتنوئید Car content	محتوای نسبی آب برگ RWC	عملکرد ریشه Root yield	عیار قند Sugar content	درصد قند خالص White Sugar content	عملکرد قند ناخالص Sugar yield	عملکرد قند خالص White Sugar yield
تکرار Repetition	2	2.65	2.65	0.17	6.25	438.41	1.01	1.18	9.18	6.97
زمان کاشت Planting time (PT)	2	6.09*	5.59*	6.44**	1402.20**	150.75*	10.24*	9.1^{ns}	9.28**	6.51**
خطای اول Ea	4	0.58	0.88	0.25	70.88	10.03	1.21	2.86	0.49	0.31
پرایمینگ (P) Priming	3	5.95*	5.45*	1.39**	185.20^{ns}	968.07**	18.71**	18.54**	32.73**	22.44**
PT× P	6	0.48^{ns}	0.44^{ns}	0.18^{ns}	387.49*	190.05**	7.81*	7.66*	3.59*	3.57*
خطای دوم Eb	18	1.57	1.17	0.17	140.86	45.81	2.91	2.86	1.27	1.10
ضریب تغییرات (٪)CV		17.15	16.75	16.42	20.41	12.31	9.87	13.23	11.93	15.10

ns، * و ** به‌ترتیب عدم معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns, * and** indicate significant differences at 5% and 1% levels, respectively; ns: not significant

نتایج و بحث

رنگیزه‌های فتوسنتزی

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس اثرات اصلی زمان کشت و پرایمینگ بر محتوای کارتنوئید در سطح احتمال یک درصد و بر محتوای کلروفیل a و b در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بودند، در حالی‌که برهمکنش دو عامل مورد مطالعه بر این صفات معنی‌دار نشد. محتوای کلروفیل a و کلروفیل b در تاریخ کشت ۱۵ اسفند بیشینه بوده و با تاریخ کشت ۱۵ فروردین در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۴). محتوای کارتنوئید در تاریخ کاشت ۱۵ اسفند بیشینه بوده و با تاخیر در کاشت کاهش معنی‌دار نشان داد (جدول ۴). تأخیر در کاشت باعث می‌شود کـه بـه‌دلیـل مواجهـه گیـاه بـا دماهای بالا سرعت رشد گیاه افزایش و طول مراحل مختلف فنولوژیک کاهش یابد. کاهش طول دوره رشد در واقـع بـه مفهوم کاهش جذب تشعشع طی فصل رشد گیاه بوده که این امر به نوبه خود باعث کاهش تولید و افزایش تخریب رنگدانه‌های فتوسنتزی می‌شود و در نهایت تولید مواد فتوسنتزی کاهش خواهد یافت (Ahmadi *et al.*, 2010). همچنین به‌نظر می‌رسد با کشت زودهنگام چغندرقند بر طول دوره رشد افزوده شده، سطح سبزینه‌ای گیاه توسعه بیش‌تری پیدا کرده و بر مقدار کلروفیل برگ افزوده می‌شود. در مطالعه پهلوانیان میاندوآب و همکاران (Pahlavanian Miandoab *et al*., 2021) بالاترین محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی در زمان کاشت

زودهنگام چغندرقند (۱۰ فروردین) گزارش شد.

تیمارهای پرایمینگ محتوای کلروفیل a و b را در مقایسه با شاهد افزایش معنی‌دار داده، اما بین تیمارهای پرایمینگ تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد. پرایمینگ با اسید سالیسیلیک و هیدروپرایمینگ بالاترین محتوای کلروفیل a و b را به‌خود اختصاص دادند (جدول ۴). دو تیمار هیدروپرایم و پرایم با اسید سالیسیلیک محتوای کارتنوئید را افزایش دادند. افزایش محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی در تیمارهای پرایمینگ بذر، در گندم (Tajbakhsh *et al*., 2015; Yari *et al*., 2011) و چغندرقند (Khoshnejad and Mir Mahmoodi, 2021) نیز گزارش شده است. خوش‌نژاد و میرمحمودی (Khoshnejad and Mir Mahmoodi, 2021) گزارش کردند که پرایمینگ بذور چغندرقند با اسید سالیسیلیک، اسید جیبرلیک و هیدروپرایمینگ شاخص کلروفیل برگ را در مقایسه با شاهد به‌ترتیب ۲۹/۰۲، ۲۹/۱۲ و ۲۸/۸۲ درصد افزایش داده است. تحریک سنتز رنگیزه کلروفیل توسط اسید سالیسلیک نیز گزارش شده است (Gharib, 2006). در مطالعه تاجبخش و همکاران (Tajbakhsh *et al*., 2015) و یاری و همکاران (Yari *et al.,* 2011) پرایمینگ بذر گندم بر محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی افزود. یکی از اثرات پرایمینگ بهبود خصوصیات جوانه‌زنی و توسعه ریشه‌ها و استفاده بهتر از نهاده‌ها و رشد و توسعه بیش‌تر سطح سبزینگی و افزایش تولید رنگیزه‌های فتوسنتزی است، همچنین با بهبود جذب آب و نهاده‌های مورد نیاز گیاه میزان تولید رادیکال‌های آزاد و تنش اکسیداتیو که در اثر تنش‌های محیطی تولید می‌شوند، کاهش یافته، کاهش تولید رادیکال‌های آزاد موجب کاهش تجزیه کلروفیل و حفظ محتوای رنگیزه‌های مذکور می‌شود (Bradford, 1986).

محتوای نسبی آب برگ

در پژوهش حاضر اثر اصلی زمان کشت در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل زمان کاشت×پرایمینگ در سطح احتمال پنج درصد بر محتوای نسبی آب برگ معنی‌دار بود (جدول ۳). در این مطالعه با تأخیر در تاریخ کاشت از محتوای نسبی آب برگ کاسته شد، نتایج نشان داد که در زمان کاشت ۱۵ اسفند، تفاوت بین محتوای نسبی آب برگ شاهد و تیمارهای پرایمینگ از نظر آماری معنی‌دار نبوده و در یک گروه آماری قرار گرفتند، اما با تاخیر در کاشت و در زمان‌های ۱۵ فروردین و ۱۵ اردیبهشت، پرایم با اسید سالیسیلیک، محتوای نسبی آب برگ را در مقایسه با شاهد، افزایش معنی‌دار داد (جدول ۵).

جدول ۴- نتایج مقایسه میانگین اثر اصلی تیمارهای زمان کاشت و پرایمینگ بذر بر صفات

Table 4. Mean comparison results of sugar beet evaluated characteristics affected by Main effects of Planting time and different seed priming

زمان کاشت Planting time	محتوای کلرفیل a (میلی‌گرم بر گرم وزن تر) Chl a content ($mg.g^{-1}FW$)	محتوای کلروفیل b (میلی‌گرم بر گرم وزن تر) Chl b content ($mg.g^{-1}FW$)	محتوای کارتنوئید (میلی‌گرم بر گرم وزن تر) Car content ($mg.g^{-1}FW$)
۱۵ اسفند 5 March	2.05a	8.2a	3.22a
۱۵ فروردین 3 April	b1.88ab	7.54ab	2.61b
۱۵ اردیبهشت 4 May	1.68b	6.72b	1.77c
پرایمینگ Priming			
اسید سالیسیلیک Salicylic acid	1.99ab	8.7a	2.88a
هیدروپرایمینگ Hydropriming	2.05a	8.2a	2.85a
کیتوسان Chitosan	1.75ab	7.02ab	2.38b
شاهد Control	1.69b	6.76b	2.08b

میانگین دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد است.

Means in each column, followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level.

در این پژوهش پرایمینگ با اسید سالیسیلیک در زمان کاشت ۱۵ فرودین با متوسط ۷۵/۵۴ درصد بالاترین و تیمار شاهد در زمان کاشت ۱۵ اردیبهشت با متوسط ۴۱/۸۹ درصد پایین‌ترین محتوای آب نسبی برگ را به خود اختصاص داد. به‌نظر می‌رسد تیمارهای پرایمینگ به‌خصوص با اسید سالیسیلیک در زمان‌های کاشت مختلف از

طریق جذب بیش‌تر آب و بهبود پتانسیل آبی درون گیاه توانسته‌اند محتوای نسبی آب برگ را بهبود دهند. محققین افزایش در محتوای نسبی آب برگ و پتانسیل آب ساقه توسط اسید سالیسیلیک را به‌واسطه نقش آن در تنظیم و افزایش آنزیم‌های ضد اکسایشی و ترکیبات دارای گونه‌های اکسیژن فعال در گیاه و افزایش مقدار پتاسیم می‌دانند (Ghaderi *et al.,* 2015). در تحقیقی بر روی چغندرقند گزارش شد کشت زودهنگام این محصول (کاشت پاییزه) از محتوای نسبی آب برگ بالاتری در مقایسه با کشت تأخیری (کاشت بهاره) برخوردار است (Deihimfard and Rahimi Moghadam, 2015). پهلوانیان میاندوآب و همکاران (Pahlavanian Miandoab *et al*., 2021) نیز بالاترین محتوای آب نسبی برگ را در تاریخ کشت زودهنگام چغندر (تاریخ کاشت ۱۰ فروردین) گزارش کردند. با توجه‌به این‌که تأخیر در کاشت موجب مواجهه‌شدن بوته‌های چغندرقند با تنش گرمای انتهایی فصل می‌شوند، واضح است که این شرایط محتوای نسبی آب برگ در گیاهان را کاهش خواهد داد.

عملکرد ریشه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها از نظر عملکرد ریشه نشان داد اثر اصلی زمان کاشت در سطح احتمال پنج درصد و اثر اصلی پرایمینگ و اثر متقابل متقابل زمان کاشت × پرایمینگ در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد ریشه معنی‌دار بود (جدول ۳).

نتایج مطالعه حاضر همچنین نشان داد اگر چه تأخیر در کشت چغندر قند موجب کاهش عملکرد ریشه شد اما تیمارهای هیدروپرایمیگ و پرایمنگ با اسید سالیسیلیک توانست عملکرد ریشه را به صورت معنی‌داری بهبود دهند، به‌طوری‌که دو تیمار مذکور به‌صورت معنی‌داری از عملکرد ریشه بالاتری در مقایسه با تیمار شاهد پرایمینگ در تاریخ کشت ۱۵اسفند (کشت زودهنگام) برخوردار بودند (جدول ۵). در تحقیق حاضر تیمار اسید سالیسیلیک هیدرو پرایمینگ در زمان کاشت تأخیری (۱۵) اردیبهشت عملکرد ریشه بالاتر از تیمار شاهد (عدم پرایمینگ) در زمان کاشت زود هنگام (۱۵ اسفند) داشت، بنابراین تیمار پرایمینگ با اسید سالیسیلیک هیدرو پرایمینگ توانستند اثر نامطلوب تأخیر در تاریخ کاشت بر عملکرد ریشه را جبران نمایند. بنابراین پرایمینگ بذر می‌تواند راه‌کاری مناسب جهت افزایش عملکرد ریشه در تاریخ‌های کشت زودهنگام و راه‌کاری برای جبران عملکرد ریشه در تاریخ‌های کاشت دیر هنگام باشد. همچنین بر اساس نتایج جدول مقایسه میانگین، هیدروپرایمینگ در زمان کاشت ۱۵ اردیبهشت و پرایمینگ با اسید سالیسیلیک در زمان ۱۵ اسفند به‌ترتیب با متوسط ۶۶/۲۷ و ۶۶/۰۵ تن در هکتار بالاترین عملکرد ریشه را به خود اختصاص دادند، لازم به ذکر است که بین دو تیمار مذکور با هیدروپرایمینگ در زمان کاشت ۱۵ اسفند و تیمار اسید سالیسیلیک در زمان ۱۵ فروردین اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. در این بررسی کم‌ترین عملکرد ریشه به‌ترتیب با متوسط ۳۸/۲۷ و ۴۲/۰۶ تن در هکتار در تیمار شاهد و تیمار پرایمینگ با کیتوسان در زمان کاشت ۱۵ اردیبهشت مشاهده شد (جدول ۵). در مطالعه رضایی و همکاران (Rezaei *et al*., 2020) نیز تاریخ‌های کشت زودهنگام با افزایش طول دوره رشد چغندرقند به‌صورت معنی‌داری بر عملکرد ریشه در چغندرقند افزودند. (Harris, 2001). افزایش عملکرد ریشه در چغندرقند در تاریخ کشت زودهنگام در مطالعه پهلوانیان میاندوآب و همکاران (Pahlavanian Miandoab *et al*., 2021) نیز گزارش شده است. برتری تاریخ کاشت‌های زودهنگام را می‌توان به شروع سریع‌تر رشد بوته و برگ‌ها جهت جذب حداکثر نور در مراحل اولیه رشد، همزمانی حداکثر شاخص سطح برگ با حداکثر تابش خورشیدی جهت فتوسنتز بیشتر، همراه با حداکثر رشد ریشه و وام بیش‌تر شاخص سطح برگ نسبت داد (Rinaldi and Vonella, 2006). پرایمینگ بذر باعث از بین رفتن ترکیبات شیمیایی ممانعت کننده جوانه‌زنی در پوسته بذر می‌شوند و با برطرف شدن آثار منفی این مواد در روند جوانه‌زنی، بذرهای پرایم‌شده در محیط مزرعه سریع‌تر جوانه‌زده و با بهره‌گیری از شرایط مساعد نوری، سطح تاج پوشش خود را سریع‌تر و یکنواخت‌تر گسترش می‌دهند (Maestrini *et al*., 2004). به عقیده هاریس و همکاران (Harris *et al*., 1999) یکنواختی در ظهور گیاهچه‌های پرایم شده به‌دلیل افزایش توانایی گیاه از نظر سرعت و یکنواختی در سبزشدن و یکنواختی در رسیدگی، موجب طولانی‌تر شدن فرآیند تولید و افزایش عملکرد می‌گردد و از طرفی دیگر با ممانعت از ظهور تدریجی گیاهچه‌ها باعث می‌شود که در زمان برداشت گیاهانی با دوره رشدی متفاوت وجود نداشته باشند. در تحقیق حاضر تیمارهای پرایمینگ با اسید سالیسیلیک و

هیدروپرایمینگ اثر مثبتی بر افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی و همچنین بهبود وضعیت و پتانسیل آبی گیاه در زمان‌های مختلف کاشت داشت، افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی و بهبود جذب آب در گیاهان موجب افزایش تولید فتوآسیملات‌ها و انتقال آن به ریشه‌ها شده و در نتیجه عملکرد ریشه افزایش می‌یابد. در مطالعه خوش‌نژاد و میرمحمودی (Khoshnejad and Mir Mahmoodi, 2021) تیمارهای اسید سالیسیلیک و اسید جیبرلیک عملکرد ریشه را به‌صورت معنی‌داری در مقایسه با تیمار شاهد افزایش دادند.

عیار قند

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر اصلی پرایمینگ در سطح احتمال یک درصد و اثر اصلی زمان کاشت و اثر متقابل زمان کشت×پرایمینگ در سطح احتمال پنج درصد بر عیار قند معنی‌دار بود (جدول ۳)

نتایج مقایسات میانگین نشان داد در تاریخ‌های کاشت ۱۵اسفند و ۱۵ فروردین پرایمینگ با اسید سالیسیلیک و هیدروپرایمینگ اثر مثبتی بر افزایش عیار قند داشت، در حالی‌که در تاریخ کاشت دیر هنگام پرایمینگ بذر نتوانست عیار قند را تحت تأثیر قرار دهد. نتایج همچنین نشان داد پرایمینگ با اسید سالیسیلیک و هیدروپرایمینگ در زمان کاشت ۱۵ فروردین به‌ترتیب با متوسط۲۱/۲۰ و ۱۹/۴۶ درصد بالاترین عیار قند را به‌خود اختصاص دادند درحالی‌که کم‌ترین مقدار صفت مذکور با متوسط ۱۴/۲۸ درصد به تیمار شاهد در زمان کاشت ۱۵ اسفند اختصاص یافت (جدول ۵). با توجه به این‌که ۷۵ درصد ماده خشک ریشه را ساکارز تشکیل می‌دهد. پژوهشگران بالابودن عیار قند و قند خالص در کشت‌های زودهنگام را به بالاتر بودن درصد ماده خشک ریشه نسبت داده‌اند (Tognetti *et al.*, 2003) زیرا افزایش ماده خشک ریشه افزایش درصد قند را به‌دنبال دارد. مطالعات نشان داده است که کوتاه بودن طول دوره رشد باعث کاهش عملکرد ریشه، عیارقند و عملکرد قند خالص و ناخالص شده است (Tahisin and Hali, 2004). پهلوانیان میاندوآب و همکاران (Pahlavanian Miandoab *et al.*, 2021) نشان دادند کاشت در ۲۰ فروردین کم‌ترین درصد قند ناخالص را به‌خود اختصاص داد. جهانی مقدم و همکاران (Jahani Moghadam *et al.*, 2017) نیز گزارش کردند بیش‌ترین درصد قند در رقم موناتونو در تاریخ کاشت دوم (۲۰ مهر) (۲۲/۱ درصد) و کم‌ترین مقدار را در رقم موناتونو در تاریخ کاشت اول (اول مهر) اختصاص داشت. در این مطالعه پرایمینگ به‌خصوص در تاریخ‌های کاشت زودهنگام اثر مثبتی بر بهبودی عیار قند داشت، به‌نظر می‌رسد که جوانه‌زنی سریع و یکنواخت بذر در اثر پرایمینگ بذر، توسعه سریع کانوپی و استفاده بهینه از عوامل محیطی در زمینه فتوسنتز و تولید قند را به‌دنبال داشته است. در مطالعه پدرام و همکاران (Pedram *et al.*, 2019) تیمار هیدروپرایمینگ با متوسط ۲۳/۱۱ درصد بالاترین درصد قند ناخالص را به‌خود اختصاص داد و تیمارهای هاردنینگ و نانوپرایمینگ به‌ترتیب با مقادیر ۲۰/۳۶ و ۲۰/۱۳ درصد در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. قطبی و فرجزاده معماری تبریزی (Ghotbi and Farajzadeh Memarian Tabrizi, 2018) نیز گزارش کردند پرایمینگ بذر با آهن و روی بر درصد قند چغندرقند افزود.

درصد قند خالص

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر اصلی پرایمینگ در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل زمان کشت × پرایمینگ در سطح احتمال پنج درصد بر درصد قند خالص معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین نشان داد تأخیر در زمان کاشت از درصد قند خالص کاست، اما در هر سه زمان کاشت پرایمینگ با اسید سالیسیلیک توانست درصد قند خالص را در مقایسه با شاهد به صورت معنی‌دار افزایش دهد. همچنین اختلاف بین تیمار پرایمینگ با اسید سالیسیلیک و هیدروپرایمینگ در تاریخ کاشت دیرهنگام (۱۵ اردیبهشت) با تیمار عدم پرایمینگ در تاریخ کاشت زود هنگام معنی دار نبود.

بنابراین می‌توان نتیجه گرفت پرایمینگ بذر می‌تواند اثر نامناسب تأخیر در کاشت را بر خصوصیات کیفی چغندرقند تعدیل نماید. نتایج مقایسات میانگین همچنین نشان داد که پرایمینگ با اسید سالیسیلیک و هیدروپرایمینگ در زمان کاشت ۱۵ اسفند به‌ترتیب با متوسط ۱۵/۷۹ و ۱۵/۶۱ درصد بالاترین درصد قند خالص را به خود اختصاص دادند، کم‌ترین درصد قند خالص نیز با متوسط ۷/۹۹ درصد به زمان کاشت ۱۵ اردیبهشت و تیمار پرایمینگ با کیتوسان اختصاص داشت (جدول ۵). کم‌تر بودن درصد قند در تاریخ کشت‌های دیرهنگام به نرسیدن چغندرقند به مرحله رسیدگی فیزیولوژیک نسبت داده شده است. با افزایش طول دورهٔ رشد به حدود ۲۰۰ روز مرحله رسیدگی فیزیولوژیک

جدول ۵- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل دو عامل زمان کاشت و پرایمینگ بذر بر صفات

Table 5. Mean comparison results of sugar beet evaluated characteristics affected by the interaction of two factors of Planting time and different seed priming.

زمان کاشت Planting time	پرایمینگ Priming	محتوای نسبی آب برگ (درصد) RWC	عملکرد ریشه (تن/ هکتار) Root yield	عیار قند (درصد) Sugar content	درصد قند خالص white Sugar content	عملکرد قند ناخالص (تن/ هکتار) Sugar yield	عملکرد قند خالص (تن/ هکتار) white Sugar yield
۱۵ اسفند March 5	اسید سالیسیلیک Salicylic acid	70.3ab	66.5a	19.11abc	15.79a	9.96cde	8.29ab
	هیدروپرایمینگ Hydropriming	61.4abc	59.9ab	16.97b-e	15.61a	12.65a	9.38a
	کیتوسان chitosan	68.5ab	58.4b	16.96b-e	13.71a-d	9.82cde	7.89ab
	شاهد control	60.2bc	46.6de	14.28e	12.57bcd	6.57f	7.28b
۱۵ فروردین April 3	اسید سالیسیلیک Salicylic acid	75.5a	60.1ab	19.49ab	15.02ab	10.91abc	8.31ab
	هیدروپرایمینگ Hydropriming	68.1ab	66.7a	21.2a	12.91bcd	11.88ab	7.29b
	کیتوسان chitosan	62.2abc	55.4bc	16.51cde	11.19d	11.04abc	7.50b
	شاهد control	59.5bc	49.6cd	16.34cde	12.18cd	6.88f	5.13c
۱۵ اردیبهشت May 4	اسید سالیسیلیک Salicylic acid	56.3bc	55.3bc	17.84bc	13.99abc	8.9de	6.97b
	هیدروپرایمینگ Hydropriming	61.6abc	56.2bc	16.7b-e	12.19cd	10.14bcd	7.38b
	کیتوسان chitosan	50.4cd	42.6ef	14.95de	7.99e	8.21ef	4.36c
	شاهد control	41.8d	38.70f	17.47bcd	11.72cd	6.68f	4.48c

میانگین دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی دار در سطح احتمال پنج درصد است

Means in each column, followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level

چغندرقند کامل شده و درصد قند به حد مطلوب می‌رسد. کاهش طول دورهٔ رشد گیاه سبب کاهش رشد و تجمع کربوهیدرات‌ها در ریشه و در نهایت کاهش درصد قند خالص در این محصول خواهد شد (Sadrabadi Haghighi *et al.*, 2011). در این مطالعه اسید سالیسیلیک اثر مثبتی بر افزایش درصد قند خالص داشت، می‌توان اظهار داشت اسید سالسیلیک به‌علت افزایش هورمون اکسین و نهایتاً افزایش انتقال ساکارز از برگ‌ها به ریشه توانسته است اثر مثبتی بر افزایش درصد قند خالص داشته باشد، همچنین در شرایط کشت دیرهنگام مراحل رشدی حساس گیاه با تنش رطوبتی وگرمایی مواجه می‌شود. اسید سالیسیلیک با جلوگیری از مسدودشدن و یا کاهش اندازه روزنه و افزایش میزان دی اکسید کربن و آب در گیاه موجب افزایش آسیمیلات‌های تولیدی شده و در نهایت محتوای قند ریشه را افزایش داد. اثر مثبت اسید سالیسیلیک در بهبود درصد قند خالص در مطالعه خیرخواه و همکاران (Kheirkhah *et al.*, 2016) نیز گزارش شده است.

عملکرد قند ناخالص

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثرات اصلی زمان کاشت و پرایمینگ در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل زمان کشت×پرایمینگ در سطح احتمال پنج درصد بر عملکرد قند ناخالص معنی‌دار بود (جدول ۳).

در این بررسی بالاترین عملکرد قند ناخالص در زمان کاشت ۱۵ فروردین ثبت شد، همچنین کشت تأخیری در ۱۵ اردیبهشت عملکرد قند ناخالص را در مقایسه با زمان

های کاشت ۱۵ اسفند و ۱۵ فروردین به صورت معنی داری کاهش داد. نتایج مقایسات میانگین نشان داد پرایمینگ با اسید سالیسیلیک در زمان کاشت ۱۵ اسفند با متوسط ۱۲/۶۵ تن در هکتار بالاترین عملکرد قند ناخالص را به خود اختصاص داد. در این مطالعه تیمار شاهد در هر سه زمان کاشت، کم‌ترین عملکرد قند ناخالص را به‌خود اختصاص دادند. نتایج همچنین نشان داد در کلیه زمان های کاشت تیمار پرایمینگ با اسید سالیسیلیک و هیدروپرایمینگ اثر مثبتی بر بهبود عملکرد قند ناخالص داشتند. (جدول ۵).

عملکرد قند خالص برآیند دو صفت عملکرد ریشه و عیار قند است، در مطالعه حاضر تاریخ‌های کشت زودهنگام و تیمارهای پرایمینگ، به‌صورت معنی‌داری دو صفت مذکور را افزایش دادند، بنابراین افزایش دو جزء عملکرد قند ناخالص در اثر کشت زودهنگام و پرایمینگ به‌خصوص با اسید سالیسیلیک موجبات افزایش عملکرد قند ناخالص را فراهم آورده‌اند. در مطالعه جهاداکبر و همکاران (Jihad Akbar *et al*., 2013) بین دو تاریخ کاشت از نظر عملکرد قند ناخالص اختلاف معنی‌دار مشاهده شد، به طوری‌که کشت در زمان ۲۹ اسفند با متوسط ۷/۱۵ تن در هکتار در مقایسه با تاریخ کشت ۱۵ فروردین با متوسط ۵/۰۲ تن در هکتار به‌صورت معنی‌دار از عملکرد قند ناخالص بالاتری برخوردار بود. بذرافشان و همکاران (Bazrafshan *et al*., 2010)، نشان دادند تأخیر در کاشت سبب کاهش عملکرد ریشه، عملکرد قند و عملکرد قند سفید گردید، خوش نژاد و میر محمدی (Khoshnejad and Mir Mahmoodi, 2021) نیز افزایش عملکرد قند ناخالص در چغندرقند را ناشی ازهیدروپرایمنگ و پرایم با سالیسیلیک اسید گزارش کرده‌اند. حمزه‌ئی و همکاران (Hamzei *et al.,* 2012) بالاترین عملکرد قند ناخالص را در تیمار هیدروپرایمینگ بذر گزارش کردند. پدرام و همکاران (Pedram *et al*., 2019) اظهار داشتند در بین تیمارهای پرایمینگ بذر، تیمار هیدروپرایمینگ بالاترین عملکرد قند ناخالص را به خود اختصاص داد، تیمارهای هاردنینگ و نانوپرایمینگ به‌ترتیب در رتبه بعدی قرار داشتند.

عملکرد قند خالص

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان دادکه اثرات اصلی زمان کاشت و پرایمینگ در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل زمان کشت×پرایمینگ در سطح احتمال پنج درصد بر عملکرد قند خالص معنی‌دار بودند (جدول ۳).

نتایج تحقیق حاضر نشان داد عملکرد قند خالص با تأخیر در تاریخ کاشت کاهش قابل توجهی داشت، به‌طوری‌که زمان کاشت ۱۵ اسفند بالاترین و زمان کاشت ۱۵ اردیبهشت کم‌ترین عملکرد قند خالص را به خود اختصاص دادند. در این بررسی اگر چه بالاترین عملکرد قند خالص به تیمار هیدورپرایمینگ در زمان کاشت ۱۵ اسفند با متوسط ۹/۳۸ تن در هکتار اختصاص داشت. اما بین تیمار مذکور و تیمارهای پرایمینگ با اسید سالیسیلیک و کیتوسان در تاریخ کشت ۱۵ اسفند و پرایمینگ با اسید سالیسیلیک در زمان کاشت ۱۵ فروردین اختلاف معنی‌دار دیده نشد. کم‌ترین عملکرد قند خالص با متوسط ۴/۳۶ و ۴/۴۸ تن در هکتار به تیمار پرایمینگ با کیتوسان و تیمار شاهد اختصاص داشت.

نکته مهمی که باید در این مطالعه به آن اشاره کرد این است که پرایمینگ به‌خصوص با اسید سالیسیلیک و هیدروپرایمینگ توانست به‌صورت معنی‌داری بر عملکرد قند خالص بیافزاید. همچنین پیش‌تیمار بذر با اسید سالیسیلیک و هیدروپرایمینگ توانست اثر نامناسب تاخیر در کاشت را در دو زمان ۱۵ فروردین و ۱۵ اردیبهشت بر عملکرد قند خالص را تعدیل نموده و عملکرد قند خالص یکسان از نظر آماری با کشت زودهنگام (۱۵ اسفند) و تیمار شاهد پرایمینگ داشته باشد (جدول ۵).

دلایل متعددی برای افزایش عملکرد گیاه در کشت زودهنگام عنوان شده است که از جمله آن‌ها به رابطه خطی بین عملکرد شکر و مقدار تشعشع خورشیدی دریافت شده اشاره کرد (Fortune *et al*., 1999). مطالعات نشان داده است که کوتاه‌بودن طول دوره رشد باعث کاهش عملکرد ریشه، عیار قند و عملکرد قند خالص و ناخالص شده است (Stibbe and Marlander, 2002). در مطالعه حاضر بالاترین درصد قند خالص و عملکرد ریشه که هر دو از اجزای عملکرد قند خالص هستند در تاریخ‌های کشت زودهنگام مشاهده شدند، بنابراین افزایش عملکرد قند خالص در کاشت زودهنگام را می‌توان به اثر کشت زودهنگام در افزایش دو جزء مذکور نسبت داد. در تحقیقی بین دو تاریخ کاشت از نظر عملکرد قند خالص اختلاف معنی‌دار گزارش شد و کشت در زمان ۲۹ اسفند با متوسط ۵/۴۱ تن در هکتار در مقایسه با تاریخ کشت ۱۵ فروردین با متوسط ۳/۸۱ تن در هکتار به‌صورت معنی‌دار از عملکرد قند خالص

بالاتری برخوردار بود (Jihad Akbar *et al*., 2013). در مطالعه رضایی و همکاران (Rezaei *et al*., 2020) بالاترین عملکرد قند خالص در تاریخ کشت زودهنگام چغندرقند گزارش شد.

در این پژوهش تحت تیمار کشت زودهنگام تیمار کیتوسان توانست عملکرد قند خالص را افزایش دهد، هر چند این افزایش در مقایسه با تیمار شاهد از لحاظ آماری معنی‌دار نبود، مکانیسم اثر کیتوزان بر روی رشد هنوز مشخص نشده است، ولی تا حدی ممکن است مربوط به عنصر نیتروژن موجود در ساختار آن باشد که در ساختارهای آمینواسیدی شرکت می‌کند. همچنین ممکن است کیتوزان افزایش رشد و نمو در گیاه را از طریق مسیرهای سیگنالی که منجربه بیوسنتز اکسین می‌شود، تنظیم کند (Uthairatanakij *et al*., 2007). خوش‌نژاد و میر محمودی (Khoshnejad and Mir Mahmoodi, 2021) بالاترین عملکرد قند خالص را در دو سیستم کشت مستقیم و نشائی در تیمار هیدروپرایمینگ گزارش کردند. در مطالعه پدرام و همکاران (Pedram *et al*., 2019) تیمار هیدروپرایمینگ و شاهد به‌ترتیب با متوسط ۹/۶۹ و ۱۵/۳۳ تن در هکتار به‌ترتیب بالاترین و پایین‌ترین عملکرد قند خالص را به‌خود اختصاص دادند در مطالعه آن‌ها پرایمینگ هاردنینگ، نانوپرایمینگ، هیدروپرایمینگ و پرایمینگ با کود کبوتری به‌ترتیب 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. قطبی و فرجزاده معماری تبریزی (Ghotbi and Farajzadeh Memarian Tabrizi, 2018) و همچنین خیرخواه و همکاران (Kheirkhah *et al*., 2016) نیز به اثر مثبت اسید سالیسیلیک در بهبود عملکرد قند خالص اشاره نموده‌اند.

نتیجه‌گیری کلی

یکی از محدودیت‌های کاشت چغندرقند در استان آذربایجان غربی به‌تأخیر افتادن کشت این محصول به‌واسطه شرایط آب و هوایی، عدم آماده‌سازی زمین و محدودیت آب آبیاری است، نتایج مطالعه حاضر نشان داد با تأخیر در تاریخ کشت از عملکرد قند خالص که اقتصادی‌ترین صفت محصول چغندرقند است، کاسته شد. با این وجود پرایمینگ بذر به‌خصوص با اسید سالیسیلیک و هیدروپرایمینگ توانست اثر نامطلوب کشت تأخیری را بر عملکرد قند خالص تعدیل نماید. لازم به ذکر است که بالاترین عملکرد قند خالص در تاریخ کاشت ۱۵ اسفند و ۱۵ فروردین و پرایمینگ بذر با اسید سالیسیلیک و هیدروپرایمینگ به‌دست آمد. بنابراین پرایمینگ بذر راه‌کاری مناسب برای افزایش عملکرد کمی و کیفی در چغندرقند در زمان‌های مختلف کاشت و جبران اثر کاشت دیرهنگام بر عملکرد اقتصادی این محصول است.

تشکر و قدردانی

به این‌وسیله از زحمات مسئولین دانشگاه آزاد اسلامی واحد مهاباد سپاس‌گزاری می‌شود.

منابع

Ahmadi, M., Kamkar, B., Soltani, A., Zeinali, A. and Arabameri, R. 2010. The effect of planting date on duration of phonological phases in wheat cultivars and it's relation with grain yield. Journal of Plant Production (Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources), 7(2): 109-122. **(Journal)**

Anonymous, 2017. Agricultural statistics: Agricultural Ministry of Iran. From http://dpe.agri-jahad.ir.

Bazrafshan, M., Fathollah Taleghani, D. and Ashraf Mansouri, Gh. 2010. Determining the most appropriate date for planting and harvesting new sugar beet cultivars in Fars province, 11th Iranian Congress of Agronomy and Plant Breeding, Tehran, https://civilica.com/doc/198913. **(Conference)**

Bradford, K.J. 1986, Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. Hort Science, 21: 1105–1112. **(Journal)**

Campbell, L.G. and Enz, J.W. 1991. Temperature effects on sugar beet seedling emergence. Journal of Sugar Beet Research. 28:129-140. (In Persian) **(Journal)**

Deihimfard, R. and Rahimi Moghadam, S. 2015. Assessing the yield of spring and autumn-sown sugar beet in Mashhad and Neyshabor, Khorasan using a simulation model. ournal of Plant Production Research, 22: 3. 157-180. (In Persian) **(Journal)**

FAO, 2021. Extent and causes of salt–affected soils in participating countries. Available on URL:http://www.fao.org/ag/AGL/agll/spuch/topic4.htm

Fortune, R.A., Burke, J.I., Kennedy, T. and O'Sullivan, E. 1999. Effect of early sowing on the growth, yield and quality of sugar beet, End of Project Reports, Teagasc. https://t-stor.teagasc.ie/handle/11019/1424

Franzen, D.W., Anfirud, M. and Carson, P. 2005. Sugar beet rooting depth. Sugarbeet Research and Extension Reports, 35: 105-108 **(Journal)**

Ghaderi, N., Normohammadi, S. and Javadi, T. 2015. Morpho-physiological responses of strawberry (Fragaria×Ananassa) to exogenous salicylic acid application under drought stress. Journal of Agricultural Science and Technology, 17: 167-178. **(Journal)**

Gharib, F.A. 2006. Effect of salicylic acid on the growth, metabolic activities and oil content of basil and marjoram. International Journal of Agricultural Biology, 4: 485-492. **(Journal)**

Ghotbi, A. and Farajzadeh Memarian Tabrizi, E. 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) **(Journal)**

Hamzei, J., Shayanfard, R. and Fotouhi, K. 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 **(Journal)**

Harris, D. 2001. Development and testing of on-farm seed priming. Advances in Agronomy, 90: 129-178. **(Journal)**

Harris, D., Joshi, A., Khan, P. Gothkar, P. and Sodhi, P. 1999. On-farm seed priming in semi-arid agriculture: development and evaluation in maize, rice and chickpea in India using participatory methods. Experimental Agriculture, 35: 15-29. **(Journal)**

Jahani Moghadam, E., Parsa, S., Mahmoudi, S. and Ahmadi, M. 2017. The Effects of Planting Date and Cultivar on Yield and the Early Flowering in Autumn Sowing of Sugar Beet Varieties. J. of Agronomy and Plant Breeding, 13: 2. 57-43. **(Journal)**

Jihad Akbar, M.D., Babaei, B., Basati, J. and Abbasi, Z. 2013. Effect of different methods of cultivation in saline lands on sugar beet quality and quantity. Journal of Sugar Beet, 29: 2.189-199. (In Persian) **(Journal)**

Kheirkhah, M., Farazi, M., Dadkhah, A. and Khoshnood A. 2016. Application of Glycine, Tufool and Salicylic Acid in Sugar beet (Beta vulgaris L.) under Drought Conditions. Journal of Crop Ecophysiology, 10 (1): 167-182. **(Journal)**

Khoshnejad, N. and Mir Mahmoodi, T. 2021. Study effect of seed priming and transplantation on some morphological characteristics, sugar yield and yield components of sugar beet. Iranian Journal of Seed Science and Research, 7(4): 512-530. (In Persian) **(Journal)**

Lemaire, S.F., Maupas, P., Cournede, H. and De Reffye, P. 2008. "A morphogenetic crop model for sugarbeet (*Beta vulgaris* L.), in international Symposium on Crop Modeling and Decision Support" ISCMDS 2008, April 19-22, 2008, Nanjing China **(Conference)**

Maestrini, C., Fontana, F. Donatelli, M., Bellocchi, G. and Poggiolini, S. 2004. A frame to model specific leaf area in sugar beet. Proceedings of the 8th ESA Congress, pp. 301-302. **(Conference)**

Pahlavanian Miandoab, S., Dadashi, M.R., Mir Mahmoudi, T., Shahrooghbi, A. and Adjam Norouzi, H. 2021. Study Qualitative and quantitative traits of sugar beet cultivars at different planting times in transplanting and seedling cultivation system in West Azarbaijan area. Journal of Crop Production, 3(3): 24-40. (In Persian) **(Journal)**

Pedram, A., Tajbakhsh, M., Fathollah Taleghani, D. and Ghiyasi, M. 2019. The Effect of Different Seed Primings on Some Quantitative and Qualitative Characteristics of Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.). Journal of Crop Ecophysiology, 13(1): 39-56. (In Persian) **(Journal)**

Rezaei, K., Zare, M.J., Hosseinpanahi, F., Bakhshandeh, A. and Hosseinpour, M. 2020. Investigation of the effect of growth period duration on quality and quantity yield of sugar beet (*Beta Vulgaris* L.) under autumn cultivation in Ilam provin. Plant Process and Function, 9(38): 187-200. **(Journal)**

Rinaldi, M. and Vonella, A.V. 2006. The response of autumn and spring sown sugar beet (*Beta vulgaris* L.) to irrgation in Southern Italy: water and radiation use efficiency. Field Crops Research, 95:103-114. (In Persian) **(Journal)**

Sadrabadi Haghighi, R., Amirmoradi, S. and Mirshahi, A. 2011. Investigation of growth analysis of conventional and commercial sugar beet (*Beta vulgaris*) varieties at delayed planting date in

Chenaran (Khorasan Razavi province). Iranian Journal of Field Crops Research, 9(3): 505-513. (In Persian) **(Journal)**

Stibbe, C. and Marlander, B. 2002. Field emergence dynamics significance to intraspecific competition and growth efficiency in sugar beet (*Beta vulgaris* L.). European Journal of Agronomy, 17: 161- 171. **(Journal)**

Tahisin, S. and Hali, A. 2004. Plant density and sowingdate effects on sugar beet yield and Quality. Agronomy Journal, 3(3): 215-218. **(Journal)**

Tajbakhsh, M., Hasanzadeh, A. and Aghaii, R. 2015. The effect of different priming treatments on morphophysiological characteristics and yield of two wheat cultivars under optimal conditions and cessation of irrigation. Applied Agricultural Research, 109: 74-88. (In Persian) **(Journal)**

Thornton, J.M. and Powell, A.A. 1992. Short term aerated hydration for the improvement of seed quality in Brassica oleracea L. Seed Science Research, 2: 41-49. **(Journal)**

Tognetti, R., Palladino, M., Minnocci, A., Delfine, S. and Alvino, A. 2003. The response of sugar beet to drip and low-pressure sprinkler irrigation in southern Italy. Agricultural Water Management, 60: 135-155. **(Journal)**

Uthairatanakij, A., Teixeira, J.A., Da Silva, K. and Obsuwan, S. 2007. Chitosan for improving orchid production and quality. Orchid Sci. Biotech. 1:1-5 **(Journal)**

Yari, L., Abbasian, A., Oskouei, B. and Adeghi, H. 2011. Effect of seed priming on dry matter, seed size and morphological characters in wheat cultivar. Agriculture and Biology Journal of North America, 2(2): 232-238. **(Journal)**

Effect of priming and planting date on some morphological characteristics, white sugar yield and its components of sugar beet (*Beta vulgaris*)

Touraj Shams Borhan[1], Touraj Mir Mahmoodi*[2], Hamze Hamze [3]

Received: July 8, 2022 Accepted: October 1, 2022

Abstract

In order to study effect of planting date and seed priming on some morphological characteristics, sugar yield and yield sugar yield components of sugar beet (*Beta vulgaris*), An experiment was conducted on a farm land in Mahabad city at 2020 growing season. The experiment design was split plot based on randomized complete block with four replications. Planting date (March 5, April 3 and May 4) assigned to main plots, and priming types (Salicylic acid, hydropriming, chitosan and control (no priming)) assigned to sub plots. In this study, the traits of chlorophylla and chlorophyllb content, carotenoids, relative leaf water content sugar content, white sugar content, root yield, sugar yield and white sugar yield were measured. In this study, the highest content of chlorophyll a, chlorophyll b, carotenoids, leaf area index, was allocated to the March 5th planting time. Also, salicylic acid priming and hydropriming had the highest content of chlorophyll a, chlorophyll b, carotenoids, leaf area index. Among the interactions of planting time with priming treatments, the highest relative water content of leaves (75.50%) , root yield (60.1 t/ha), sugar content (19.49), white sugar content (15.02), sugar yield (10.91 tons per hectare) and white sugar yield (8.31 tons per hectare) were allocated to April 3 planting time and priming with salicylic acid.The results also showed that salicylic acid priming and hydropriming at all planting times increased the white sugar yield compared to the control treatment and moderated the adverse effect of delay at planting time on the white sugar yield.

Keywords: Chlorophyll index; Hydro priming; Salicylic acid; Sugar content

How to cite this article

Shams Borhan, T., Mir Mahmoodi, T. and Hamze, H. 2023. Effect of priming and planting date on some morphological characteristics, white sugar yield and its components of sugar beet (*Beta vulgaris*). Iranian Journal of Seed Science and Research, 9(4): 1-14. (In Persian)**(Journal)**

DOI: 10.22124/jms.2023.6067

COPYRIGHTS

Copyrights for this article are retained by the author(s) with publishing rights granted to the Iranian Journal of Seed Science and Research

The content of this article is distributed under Iranian Journal of Seed Science and Research open access policy and the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY4.0) License. For more information, please visit http://jms.guilan.ac.ir/

1. MSc. Student of Agronomy, Department of Agronomy and Plant Breeding, Mahabad Branch, Islamic Azad University, Mahabad, Iran. hosein.m59@yahoo.com
2. Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Mahabad Branch, Islamic Azad University, Mahabad, Iran. toraj73@yahoo.com
3. Department of Sugar beet Research, Agricultural and Natural Resources Research Center of Hamedan, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Hamedan, Iran. h.hamze@areeo.ac.ir

*Corresponding author: toraj73@yahoo.com