اثر پرایمینگ بذر بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی دو رقم چغندرقند (*Beta vulgaris* L.)

جواد حمزه‌ئی[۱*]، رضا شایان فرد[۱] و کیوان فتوحی[۲]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۱/۱۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۲/۳۰)

چکیده

برای بررسی اثر پیش‌تیمار بذر با نیترات پتاسیم، جیبرلیک اسید و هیدروپرایمینگ بر رشد و عملکرد دو رقم چغندرقند، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۸۸ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی میاندوآب انجام گردید. رقم در دو سطح (جلگه و $P_{۲۹}$ -۷۲۳۳) و پرایمینگ در پنج سطح (P_1: بدون پرایمینگ (شاهد)، P_2: پرایمینگ با محلول نیترات پتاسیم ۳٪، P_3: پرایمینگ با محلول ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید، P_4: پرایمینگ با محلول نیترات پتاسیم ۳٪ + ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید و P_5: هیدروپرایمینگ) در نظر گرفته شدند. صفات عملکرد ریشه، وزن اندام هوایی، عملکرد قند ناخالص، عملکرد قند خالص، درصد قند ناخالص، درصد قند خالص، ضریب استحصال شکر، آلکالیته و میزان قند ملاس اندازه‌گیری شده و مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج حاکی از این بود که اثر رقم تنها بر صفات عملکرد ریشه، وزن اندام هوایی و عملکرد قند ناخالص معنی‌دار است. تیمار پرایمینگ نیز صفات عملکرد ریشه، عملکرد قند ناخالص و عملکرد قند خالص را تحت تأثیر قرار داد. ولی برهمکنش رقم و پرایمینگ بر هیچ یک از صفات معنی‌دار نشد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که از بین دو رقم مورد مقایسه، رقم $P_{۲۹}$ -۷۲۳۳ نسبت به رقم جلگه از نظر عملکرد ریشه و قند ناخالص ۱۴٪ و از نظر وزن اندام هوایی ۳۴٪ برتری داشت. در بین پرایم‌های انجام گرفته، بیشترین عملکرد ریشه (۶۳/۲ تن در هکتار)، عملکرد قند ناخالص (۱۰/۷ تن در هکتار) و عملکرد قند خالص (۸/۱ تن در هکتار) به تیمار هیدروپرایمینگ تعلق گرفت. از این رو، به نظر می‌رسد هیدروپرایمینگ به‌عنوان یکی از ساده‌ترین روش‌های پیش‌تیمار بذر می‌تواند در بهبود عملکرد کمی و کیفی چغندرقند مفید واقع شود.

واژه‌های کلیدی: پیش‌تیمار، اسید جیبرلیک، نیترات پتاسیم، درصد قند خالص، درصد قند ناخالص، ضریب استحصال شکر

۱. گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان

۲. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی میاندوآب

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: j.hamzei@basu.ac.ir

مقدمه

چغندرقند به‌عنوان یک گیاه صنعتی و استراتژیک، اصلی‌ترین منبع تولید شکر مورد نیاز کشور می‌باشد. در اصل، گیاه چغندرقند از نظر گیاه‌شناسی گیاهی دوساله ولی از نظر زراعی گیاهی یکساله محسوب می‌گردد. استان‌های خراسان، فارس، آذربایجان‌غربی،کرمانشاه، قزوین، اصفهان، خوزستان، کرمان و مرکزی مهم‌ترین تولیدکنندگان چغندرقند در ایران محسوب می‌شوند (۱). نتایج برخی مطالعات حاکی از آن است که جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه‌های چغندرقند تا حد زیادی تحت تأثیر ترکیبات شیمیایی ممانعت‌کننده موجود در پوسته بذر قرار گرفته به‌طوری‌که این مواد از طریق شستشوی بذر با آب از بین می‌روند (۸ و ۱۳). موادی چون فنل‌ها، اسید اگزالیک، بتائین و موسیلاژ در پوسته بذر چغندرقند موجود است که در صورت شستشوی بذر با آب اثر سوء آنها از میان خواهد رفت. این مواد ممانعت‌کننده جوانه‌زنی، همگی در آب محلول بوده و از دیواره بذر به بیرون تراوش می‌نمایند (۸). جوانه‌زنی مطلوب و در پی آن استقرار مناسب محصول و حصول سبز یکنواخت در مزرعه، می‌تواند راه را برای تولید محصولی قابل قبول از نظر کمی و کیفی هموار سازد و در صورت تحقق چنین شرایطی گیاه جوان و تازه استقرار یافته، به‌ویژه در ابتدای فصل رویش، از نهاده‌های محیطی حداکثر استفاده را کرده و خود را برای طی مراحل آتی زیستی آماده می‌کند (۷). در حقیقت تحقق مطلوب جوانه‌زنی و استقرار گیاه در مزرعه مزیتی اکولوژیک محسوب می‌شود (۴ و ۲۱). جوانه‌زنی مطلوب و سریع غالباً توأم با گسترش سیستم ریشه‌ای در زمان کوتاه‌تری می‌باشد که این امر به نوبه خود منجر به استقرار بهتر محصول و بهره‌برداری بیشتر از نهاده‌های محیطی می‌گردد (۱۶).

تاکنون محققین کوشش‌های فراوانی در جهت کمک به ارتقای جوانه‌زنی بذرها در شرایط مزرعه‌ای مصروف داشته‌اند. یکی از این دستاوردها، پیشنهاد استفاده از اعمال مدیریتی تحت عنوان تیمار پیش از کاشت بذر بوده، که به‌صورت تخصصی پرایمینگ بذر (Seed priming) نامیده می‌شود (۹). در جریان پرایمینگ، بذرها معمولاً در معرض پتانسیل آب خارجی قرار می‌گیرند. مقدار این آب آنقدر اندک است که باعث جوانه‌زنی نمی‌شود، اما امکان وقوع یک سری فرآیندهای فیزیولوژیک و بیوشیمیایی را پیش ازجوانه‌زنی بذر فراهم می‌آورد که می‌تواند شامل: کاهش مواد بازدارنده، شکسته شدن مواد ذخیره‌ای و افزایش تدریجی آنزیم‌های ضروری برای شکستن اندوسپرم باشد (۱۱). 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 شوری و خشکی، کاهش نیاز به آب جهت سبز شدن و در نهایت استقرار بهتر و مناسب بوته‌ها در واحد سطح ذکر شده است (۹). هنگامی‌که بذر پرایم شده در محیط مناسب جوانه‌زنی قرار می‌گیرد، سریع‌تر از بذرهای پرایم نشده جوانه می‌زند (۱۸ و ۲۳).

تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی غالباً باعث بهبود جوانه‌زنی و سازگاری گیاه با شرایط تنش‌زا می‌گردند (۱۴). هم‌چنین، مشخص شده که خیساندن بذر با غلظت مناسبی از هورمون‌های رشد گیاه، تأثیر مثبتی بر جوانه‌زنی، رشد و عملکرد گونه‌های مختلف گیاهی در شرایط نرمال و تنش دارد (۱۷). هورمون‌های رشدی که معمولاً برای پرایمینگ مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارت‌اند از: اکسین‌ها (IAA ، IBA و NAA)، جیبرلین‌ها (GA)، کینتین‌ها، اسید آبسیزیک، پلی‌آمین‌ها، اتیلن، اسید سالیسیلیک و اسید آسکوربیک (۷). تسریع جوانه‌زنی در بذرهای پرایم شده می‌تواند ناشی از افزایش فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده مثل آلفا- آمیلاز، افزایش سطح شارژ انرژی زیستی در قالب افزایش مقدار ATP، افزایش سنتز DNA و RNA، افزایش تعداد و در عین حال ارتقای عملکرد میتوکندری‌ها باشد (۲). جمیل و رها (۱۴) طی آزمایشی، بذرهای چغندرقند را توسط هورمون جیبرلیک اسید پرایم نموده و بیان داشتند که پرایمینگ موجب افزایش درصد نهایی جوانه‌زنی و سرعت آن گردید و مقدار جذب آب توسط بذر به هنگام جوانه‌زنی نسبت

به تیمار شاهد بسیار معنی‌دار بود و هم‌چنین، پیش‌تیمار، رشد سریع‌تر گیاه را موجب شد. در بذرهای پرایم شده، پاره‌ای تغییرات متابولیک و بیوشیمیایی به نفع جوانه‌زنی تحقق می‌یابد. برای مثال، در این بذرها بخشی از پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌ها در اثر آنزیم‌ها و واکنش‌های هیدرولیزکننده شکسته شده و آماده شرکت در فرآیند جوانه‌زنی می‌شوند (۹). این مسأله می‌تواند توجیهی برای تسریع جوانه‌زنی و کاهش متوسط زمان جوانه‌زنی باشد (۶). هریس و همکاران (۱۱) اعلام نمودند که پیش‌تیمار بذرهای گندم و ذرت با نیترات پتاسیم باعث تسریع جوانه‌زنی آنها گردید. نیترات پتاسیم به‌عنوان یک ماده شیمیایی برای افزایش جوانه‌زنی بذرها شناخته شده است. استفاده از محلول ۰/۱ تا ۰/۲ درصد نیترات پتاسیم در آزمایش‌های جوانه‌زنی معمولی عمومیت دارد (۱۲). به نظر می‌رسد با استفاده اصولی و علمی از روش تیمارهای پیش از کاشت بذر می‌توان وضعیت زراعت و تولید بسیاری از محصولات را بهبود بخشید (۵). حداکثر کارایی روش‌هایی که تحت عنوان پرایمینگ بذر شناخته می‌شوند در اراضی کم‌بازده می‌باشد. اراضی کم‌بازده زمین‌هایی هستند که محصول استحصالی از آنها ۴۰٪ کمتر از میانگین عملکرد سایر مزارع است (۱۳). با این تعریف، بسیاری از مزارع کشاورزی موجود در کشور ایران حتی در شرایطی بدتر از خاک‌های کم‌بازده قرار دارند. از این‌رو، آزمایش حاضر با هدف مقایسه کارایی سه نوع پرایمینگ بذر (هیدروپرایمینگ، پرایمینگ با اسید جیبرلیک (GA_3) و پرایمینگ با نیترات پتاسیم) در شرایط مزرعه‌ای و مطالعه اثر آنها بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی دو رقم چغندرقند اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۸ در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان میاندوآب اجرا شد. نتایج آزمون خاک محل مورد آزمایش و تجزیه کیفی آب آبیاری به‌ترتیب در جداول ۱ و ۲ نشان داده شده است. ارقام مورد مطالعه چغندرقند عبارت بودند از جلگه (منوژرم) و $P_{۲۹}$ –۷۲۳۳ (پلی‌ژرم) که هر دو رقم دارای منشأ ایرانی و تولید سال ۱۳۸۷ بوده و از مؤسسه اصلاح و تهیه بذر چغندرقند تهیه گردیدند. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. به‌طوری‌که رقم در دو سطح (جلگه و $P_{۲۹}$ –۷۲۳۳) و پرایمینگ در پنج سطح (P_1: بدون پرایمینگ (شاهد)، P_2: پرایمینگ با محلول نیترات پتاسیم ۳٪ به‌مدت ۱۶ ساعت، P_3: پرایمینگ با محلول جیبرلیک اسید ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر به‌مدت ۱۰ ساعت، P_4: پرایمینگ با محلول نیترات پتاسیم ۳٪ و اسید جیبرلیک ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر به‌مدت ۱۰ ساعت و P_5: هیدروپرایمینگ به‌مدت ۶ ساعت) در نظر گرفته شدند.

در پاییز سال ۱۳۸۷ جهت تهیه بستر کاشت، نسبت به 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. پخش کود مورد نیاز براساس نتایج تجزیه خاک انجام گرفت. در هر کرت ۴ ردیف کاشت به طول ۶ متر و فاصله ردیف‌های کاشت ۶۰ سانتی‌متر و فاصله بوته روی ردیف ۱۷ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. عمق کاشت بذرها ۳ الی ۴ سانتی‌متر بود. تمام کرت‌ها به‌طور همزمان و در ۳۰ فروردین ۱۳۸۸ کشت و بلافاصله آبیاری شدند. پس از استقرار بوته‌ها، در مرحله ۶-۴ برگی، بوته‌ها به فاصله ۱۷ سانتی‌متر از یکدیگر تنک گردیدند. آبیاری گیاه براساس نیاز آبی آن و با استفاده از کنتور حجمی به‌طور یکسان برای همه کرت‌ها انجام گرفت. کلیه عملیات داشت مربوط به هر یک از واحدهای آزمایشی شامل آبیاری، دفع علف‌های هرز، سله‌شکنی و دفع آفات و بیماری‌های گیاهی به‌صورت معمول و همزمان انجام پذیرفت. جهت کنترل آفت کک چغندر (*Chaetocnema tibialis*)، در مرحله ۸-۶ برگی، مزرعه توسط سم فن‌والریت ۲۰٪ به میزان ۰/۷۵ لیتر در هکتار سمپاشی گردید. بعد از عمل تنک و اجرای کولتیوار و وجین، مقدار ۱۲۵ کیلوگرم نیتروژن به‌صورت سرک مصرف شد و بلافاصله آبیاری

سبک انجام گرفت. هم‌چنین، با توجه به حساسیت بوته‌های جوان به خسارت لارو اگروتیس (*Agrotis seaetum*)، در این مرحله نسبت به پخش طعمه مسموم در بین بوته‌ها و ردیف‌های کاشت در هر کرت اقدام گردید. در مورخه ۱۳۸۸/۴/۲۴ با مشاهده اولین آثار بیماری سفیدک سطحی (Beet powdery mildew) در سطح زیرین برگ بعضی از بوته‌ها، مزرعه توسط قارچ‌کش تری دمورف (کالکسین) به میزان ۰/۷۵ لیتر در هکتار سمپاشی گردید. سه هفته قبل از برداشت، آبیاری مزرعه قطع و در اوایل آبان ماه مزرعه برداشت شد.

صفات مورد اندازه‌گیری در مزرعه و آزمایشگاه

عملکرد ریشه و اندام هوایی

هنگام برداشت از هر کرت، دو ردیف کناری جهت خنثی کردن اثر حاشیه حذف و دو ردیف باقی‌مانده در هر واحد آزمایشی، برداشت و پس از سرزنی و تمیز نمودن، شمارش و توزین شدند و براساس آنها عملکرد برای هر کرت محاسبه شد. ضمناً وزن کل اندم هوایی محصول برداشت شده نیز جداگانه پس از توزین ثبت گردید. از هر کرت تعدادی ریشه به‌طور تصادفی به‌عنوان نماینده هر واحد آزمایشی انتخاب شد 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، نیتروژن مضر، سدیم و پتاسیم موجود در ریشه‌ها) با استفاده از دستگاه بتا لیزر (Beta Laser) به آزمایشگاه تکنولوژی قند مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند در شهرستان کرج ارسال گردید.

تعیین درصد قند، سدیم، نیتروژن و پتاسیم در ریشه چغندرقند

برای تعیین عناصر فوق از دستگاه رفراکتومتر بتا لیزر مرکب از بخش های پَلاریمتر (Polarimetric)، فتومتر (Photometric) و فلیم فتومتر (Flame photometric) به شرح زیر استفاده گردید: جهت اندازه‌گیری درصد قند هر نمونه، مقدار ۲۶ گرم خمیر ریشه‌های برداشت شده با ۱۷۷ میلی‌لیتر سواستات سرب (مخلوطی از سه قسمت استات سرب و یک قسمت اکسیدسرب) در همزن ریخته و به‌مدت سه دقیقه مخلوط شدند. پس از منتقل نمودن مخلوط حاصله به قیف صافی، شربت زلالی حاصل گردید. شربت به‌دست آمده جهت تجزیه در دستگاه بتا لیزر مورد استفاده قرار گرفت. پلاریمتر برمبنای میزان انحراف نور پلاریزه، میزان قند موجود در هر نمونه را نشان می‌دهد که به‌عنوان درصد قند کل یا ناخالص برای هر نمونه ثبت شد. با کسر میزان قند ملاس از قند کل، میزان قند خالص یا قند قابل استحصال برای هر نمونه به‌دست آمد (۱). برای جداسازی 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 شد. هم‌چنین، جهت جداسازی و اندازه‌گیری نیتروژن، شربت مذکور در دستگاه فتومتر با محلول مس مخلوط شد. مقادیر برحسب میلی‌اکی‌والان بر صد گرم خمیر ریشه برای هر نمونه در جدول ثبت گردید (۱).

محاسبه آلکالیته یا ضریب قلیایی

آلکالیته مبین قلیائیت شربت بوده و از لحاظ ظرفیت تامپونی شربت، جذب CO_2 و هم‌چنین حذف کلسیم در کربناته شدن بسیار مهم است. به‌طوری‌که pH شربت از مرحله شربت رقیق به بعد نبایستی از حد خنثی کمتر باشد. در غیر این صورت وارونگی اسیدی رخ خواهد داد و ساکارز تبدیل به قند اینورت می‌شود. آلکالیته یا ضریب قلیایی نمونه‌های مورد آزمایش بر مبنای رابطه پولاخ محاسبه شده است (۱):

آلکالیته = (سدیم + پتاسیم)/ نیتروژن **[۱]**

خلوص شربت و میزان قند ملاس

ارزیابی خلوص شربت بر مبنای رابطه زیر صورت گرفته و در

جدول ثبت گردید (۱):

۱۰۰×(درصد قند ناخالص/درصد قند خالص) =خلوص شربت [۲]

میزان قند ملاس براساس فرمول راین‌فلد و همکاران اندازه‌گیری شد (به نقل از ۱):

۰/۳۱- نیتروژن(۰/۰۹۴)+(سدیم+پتاسیم)۰/۳۴ =میزان قند ملاس [۳]

عملکرد قند ناخالص و قند خالص

برای ارزیابی این صفات، عملکرد ریشه در هر کرت در درصد قند ناخالص و درصد قند خالص مربوط به همان کرت ضرب شد و ارقام به‌دست آمده به‌صورت عملکرد قند ناخالص و قند خالص در هکتار ثبت گردید (۱).

قند ملاس - درصد قند = درصد قند قابل استحصال

× عملکرد ریشه (تن در هکتار) = عملکرد قند خالص

درصد قند قابل استحصال

× عملکرد ریشه (تن در هکتار) = عملکرد قند ناخالص

درصد قند

تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS و مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون دانکن صورت گرفت.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد که بین دو رقم مورد مطالعه از نظر وزن اندام هوایی در سطح احتمال ۱٪ و هم‌چنین از نظر عملکرد ریشه و عملکرد قند ناخالص در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌دار وجود دارد. ولی برای سایر صفات مورد مطالعه، در بین ارقام اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۳). تیمار پرایمینگ نیز صفات عملکرد ریشه، عملکرد قند ناخالص و عملکرد قند خالص را در سطح احتمال ۵٪ تحت تأثیر قرار داد؛ ولی سایر صفات تحت تأثیر پرایمینگ قرار نگرفتند. هم‌چنین، هیچ یک از اثرهای متقابل دوگانه برای صفات مورد مطالعه در این آزمایش معنی‌دار نشد (جدول ۳).

عملکرد ریشه رقم $P_{۲۹}$ -۷۲۳۳ با میانگین ۱/ ۵۸ تن در هکتار نسبت به رقم جلگه با عملکرد ۶/ ۴۹ تن در هکتار، حدود ۱۴٪ برتری داشت (جدول ۴) که این امر مبین قدرت بیشتر این رقم از نظر ژنتیکی در زمینه عملکرد نهایی می‌باشد. در مقایسه سطوح مختلف پرایمینگ از نظر عملکرد ریشه، مشخص گردید که بیشترین عملکرد ریشه (۶۳/۲ تن در هکتار) به تیمار هیدروپرایمینگ (P_5) تعلق گرفت که با تیمارهای نیترات پتاسیم (P_2)، جیبرلیک اسید (P_3) و نیترات پتاسیم+ جیبرلیک اسید (P_4) اختلاف معنی‌دار نداشت. تیمار P_5 در مقایسه با تیمار P_1 (شاهد) از نظر عملکرد ریشه، ۳۱٪ افزایش نشان داد. به نظر می‌رسد شستشوی بذر با آب (هیدروپرایمینگ) باعث از بین رفتن ترکیبات شیمیایی ممانعت‌کننده 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 جوانه زده و با بهره‌گیری از شرایط مساعد نوری، سطح کانوپی خود را سریع‌تر و یکنواخت‌تر گسترش می‌دهند (۱۹).

به عقیده هریس و همکاران (۱۱) عواملی که باعث یکنواختی خروج گیاهچه‌های پرایم شده گردند، اولاً به‌دلیل افزایش توانایی گیاه از نظر سرعت و یکنواختی در سبز شدن، که از عوامل مهم افزایش عملکرد می‌باشد، موجب طولانی‌تر شدن فرآیند تولید و افزایش محصول نهایی گشته؛ ثانیاً، با جلوگیری از ظهور تدریجی گیاهچه‌ها باعث می‌شود که در زمان برداشت، گیاهانی با دوره رشد متفاوت وجود نداشته باشد. از نظر وزن اندام هوایی اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ بین دو رقم مورد مطالعه مشاهده گردید. به‌طوری‌که وزن اندام هوایی رقم $P_{۲۹}$ -۷۲۳۳ با میانگین ۲۱/۴ تن در هکتار نسبت به رقم جلگه با میانگین ۱۴/۳ تن در هکتار، حدود ۳۴٪ برتری داشت (جدول ۴). از نتایج به دست آمده چنین بر می‌آید که سطح سبز و کانوپی رقم $P_{۲۹}$ -۷۲۳۳ بیشتر بوده و اندام هوایی بیشتر، تضمین‌کننده سطح فتوسنتزی بیشتر و تولید ماده خشک و قند تولیدی افزون‌تر می‌باشد. به‌طوری‌که تأثیر مثبت

جدول۱. نتایج آزمون خاک محل انجام آزمایش

عمق نمونه‌برداری (cm)	EC (dS/m)	pH	درصد اشباع	درصد مواد خنثی‌شونده	رس (٪)	سیلت (٪)	شن (٪)	بافت خاک	کربن آلی (٪)	فسفر قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)
۰-۳۰	۱/۶	۷/۶	۴۱	۸	۲۸	۴۳	۲۹	لوم رسی	۰/۹۲	۲۲	۴۱۰
۳۰-۶۰	۲/۸	۸/۱	۵۵	۱۱/۵	۲۵	۴۴	۳۱	لوم رسی	۰/۷۶	۹/۴	۲۸۱

جدول ۲. نتایج تجزیه کیفی آب آبیاری

Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	SO_4^{2-}	Cl^-	HCO_3^-	EC (dS/cm)	pH
۳/۷	۱۵	۳/۲	۱/۲	۱/۲	۴/۴	۰/۵۴۸	۸/۵

واحد آنیون‌ها و کاتیون‌ها برحسب میلی‌اکی والان بر لیتر است.

جدول ۳. تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف پرایمینگ بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی دو رقم چغندرقند

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد ریشه	وزن اندام هوایی	عملکرد قند ناخالص	عملکرد قند خالص	درصد قند ناخالص	سدیم	پتاسیم	نیتروژن	ضریب قلیائیت (آلکالیته)	درصد قند خالص	ضریب استحصال شکر	میزان قند ملاس
تکرار	۲	۲۶۱	۱۱/۷*	۱۰/۷*	۶/۴۹	۶/۱*	۱۴/۲*	۳/۱۷*	۰/۴۱	۰/۹۶	۴/۱۸	۸۸/۴*	۳/۸۳**
رقم	۱	۵۱۶*	۶۷/۵**	۵۳/۴*	۴/۵۳	۰/۳	۱/۰۵	۰/۴۴	۰/۱۴	۰/۲۱	۱/۸۹	۳۲/۱	۰/۳۸
پرایم	۴	۳۳۷*	۳/۷۵	۱۰/۲*	۶/۸۹*	۰/۴۶	۴/۳۱	۰/۷۱	۰/۲۸	۸/۴۲	۳/۸۹	۴۰/۵	۰/۵
رقم در پرایم	۴	۱۴۰	۳/۲۵	۰/۹۶	۰/۱۷	۰/۴۶	۰/۱۸	۰/۳۷	۰/۱۶	۱/۳۲	۳/۳۹	۱۱/۴	۰/۱۳
اشتباه آزمایشی	۱۸	۱۰۸	۲/۵۸	۳/۹۳	۲/۸۷	۰/۸	۴/۱۴	۰/۷۱	۰/۲۸	۵/۶۸	۲/۹۱	۲۶/۵	۰/۳۹

** و *: به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪ و اعداد بدون علامت، فاقد اختلاف معنی‌دار

آن در افزایش عملکرد ریشه، عملکرد قند ناخالص و عملکرد قند خالص مشاهده می‌گردد (جدول ۴). اثر سطوح مختلف پرایمینگ بر وزن اندام هوایی معنی‌دار نشد. ولی، نکته قابل توجه، تأثیر پرایم جیبرلیک اسید بر افزایش وزن اندام هوایی می‌باشد. به نظر می‌رسد تیمار جیبرلیک اسید سطح فتوسنتزکننده گیاه را افزایش می‌دهد. جمیل و رها (۱۴) بیان نمودند که مصرف تنظیم‌کننده رشد جیبرلیک اسید (GA_3) باعث افزایش فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز در هنگام جوانه‌زنی جهت تجزیه نشاسته گردیده و این مسأله موجب تقویت بنیه بذر می‌شود که نتیجه آن، درصد سبز یکنواخت‌تر و سطح برگ بیشتر خواهد بود. هم‌چنین، آنها گزارش کردند که پرایم با جیبرلیک اسید عملکرد چغندرقند را از طریق کاهش مدت زمان سبز شدن و افزایش یکنواختی سبز شدن مزرعه، افزایش می‌دهد. معاونی (۲۰) و واتسون و همکاران (۲۴) نیز بین طول و عرض برگ با وزن تر کل گیاه، وزن تر اندام هوایی و عملکرد ریشه، همبستگی مثبت و معنی‌داری را گزارش کردند. آنها علت این امر را به گسترش بیشتر سطوح فتوسنتزی که در نهایت موجب افزایش عملکرد ریشه و ماده خشک می‌شود، نسبت دادند.

عملکرد قند ناخالص رقم $P_{۲۹}$ -۷۲۳۳ با میانگین ۹/۵۹ تن در هکتار نسبت به رقم جلگه با عملکرد ۸/۲۵ تن در هکتار، حدود ۱۴ ٪ برتری داشت (جدول ۴). با توجه به عملکرد بیشتر ریشه رقم $P_{۲۹}$ -۷۲۳۳ نسبت به رقم جلگه که در فوق بدان اشاره گردید، این مقدار افزایش عملکرد قند ناخالص قابل پیش‌بینی بود. اثر پرایمینگ نیز بر عملکرد قند ناخالص در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شد (جدول ۳). به‌طوری‌که بیشترین عملکرد قند ناخالص (۱۰/۹۶ تن در هکتار) در تیمار هیدروپرایمینگ (P_5) به‌دست آمد که با پرایم‌های نیترات پتاسیم (P_2) و جیبرلیک اسید (P_3) در یک گروه آماری قرار گرفتند و نسبت به شاهد (تیمار P_1 با عملکرد ۷/۴۵ تن در هکتار) به‌ترتیب به میزان ۳۲٪، ۲۸٪ و ۲۶٪ عملکرد قند ناخالص را افزایش دادند. جلیلیان و توکلی افشاری (۱۳) بیان داشته‌اند که پریکارپ اطراف بذر در چغندرقند مانع رسیدن آب و اکسیژن به آن می‌شود که با شستشوی بذر این موانع برطرف می‌شود. هم‌چنین، براساس نتایج آکسون و همکاران (۳) در اثر عمل شستشو و جذب آب توسط دیواره بذر، نیروی فشار ناشی از آماس آب جذب شده (طی آب‌نوشی بذر)، باعث باز شدن نسبی پریکارپ و کاهش فشار فیزیکی ممانعت‌کننده موجود شده و نفوذ آب و اکسیژن و هم‌چنین خروج آسان‌تر ریشه‌چه در هنگام جوانه‌زنی را سبب می‌گردد که نتیجه نهایی این امر افزایش عملکرد ریشه و قند در واحد سطح خواهد بود. جیوتسنا و سریواستاوا (۱۵) نیز در گیاه دال عدس گزارش نمودند که هیدروپرایمینگ در حرکت ترکیباتی مانند پروتئین‌ها، آمینواسیدهای آزاد و قندهای قابل حل از اندام‌های ذخیره‌ای به بافت‌های رویانی در حال رشد در هنگام جوانه‌زنی و نهایتاً افزایش عملکرد، نقش مهمی را ایفا می‌کند.

تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از این بود که عملکرد قند خالص تحت تأثیر ارقام قرار نمی‌گیرد. به عبارت دیگر، رقم جلگه علی‌رغم عملکرد ریشه و درصد قند ناخالص کمتر از رقم $P_{۲۹}$ -۷۲۳۳، در نهایت از نظر درصد قند خالص فاقد اختلاف معنی‌دار با آن بود (جداول ۳ و ۴). اثر پرایمینگ بر این ویژگی در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شد (جدول ۳). مقایسه میانگین‌های پرایم‌های به‌کار رفته در آزمایش نشان داد که تیمار هیدروپرایمینگ (P_5) از نظر عملکرد قند خالص با تولید ۸/۱۱ تن در هکتار در بالاترین سطح قرار گرفت و با تیمارهای P_2، P_3 و P_4 اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۵). تیمار P_5 در مقایسه با تیمار P_1 عملکرد قند خالص را ۳۵٪ افزایش داد. به اعتقاد هریس و همکاران (۱۰) هیدروپرایمینگ یکی از روش‌های کلیدی، ساده و مقرون به صرفه بوده که تأثیر زیادی بر افزایش عملکرد خواهد داشت. در این آزمایش نیز بیشترین مقدار عملکرد ریشه، عملکرد قند ناخالص و عملکرد قند خالص از تیمار هیدروپرایمینگ حاصل گردید که با یافته‌های هریس و همکاران (۱۰) همخوانی دارد. تورنتون و پاول (۲۲) نیز به نتایج مشابهی در خصوص بذر گیاهان کلم و کلم بروکلی

جدول ۴. مقایسه میانگین برخی صفات کمی و کیفی دو رقم چغندرقند

رقم	عملکرد ریشه (t/ha)	وزن اندام هوایی (t/ha)	عملکرد قند ناخالص (t/ha)	عملکرد قند خالص (t/ha)	درصد قند ناخالص (t/ha)	سدیم (meq/100 g root)	پتاسیم (meq/100 g root)	نیتروژن (meq/100 g root)	ضریب قلیائیت (آلکالیته) (٪)	درصد قند خالص (٪)	ضریب استحصال شکر (٪)	میزان قند ملاس (٪)
جلگه	۴۹/۶^{b}	۱۴/۳^{b}	۸/۲۵	۵/۹۰^{b}	۱۶/۷^{a}	۶/۵۹^{a}	۶/۱۱^{a}	۱/۸۷^{a}	۷/۲۲^{a}	۱۱/۸^{a}	۷۱/۱^{a}	۴/۲۲^{a}
۷۲۳۳– P_{29}	۵۸/۱^{a}	۲۱/۴^{a}	۹/۵۹	۶/۶۸^{a}	۱۶/۴^{a}	۶/۶۹^{a}	۶/۳۵^{a}	۲/۰۲^{a}	۷/۰۵^{a}	۱۱/۳^{a}	۶۸/۹^{a}	۴/۴۵^{a}

جدول ۵. مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در سطوح مختلف پرایمینگ

پرایم	عملکرد ریشه (t/ha)	وزن اندام هوایی (t/ha)	عملکرد قند ناخالص (t/ha)	عملکرد قند خالص (t/ha)	عملکرد قند ناخالص (t/ha)	سدیم (meq/100 g root)	پتاسیم (meq/100 g root)	نیتروژن (meq/100 g root)	ضریب قلیائیت (آلکالیته) (٪)	قند خالص (٪)	ضریب استحصال شکر (٪)	میزان قند ملاس (٪)
P_1	۴۳/۶^{b}	۱۵/۰۱^{b}	۷/۴۵^{b}	۵/۲۶^{b}	۱۶/۷^{a}	۶/۶۲^{a}	۶/۸۲^{a}	۲/۰۳^{a}	۷/۴۳^{a}	۱۱/۶۴^{a}	۶۹/۱^{ab}	۴/۴۹^{a}
P_2	۵۷/۱^{ab}	۱۷/۴^{ab}	۹/۰۵^{ab}	۶/۰۷^{ab}	۱۵/۸^{a}	۷/۹۰^{a}	۶/۱۸^{a}	۱/۶۷^{a}	۸/۷۵^{a}	۱۰/۵۷^{a}	۶۶/۷^{b}	۴/۶۸^{a}
P_3	۵۵/۹^{ab}	۲۰/۳^{a}	۸/۹۱^{ab}	۶/۱۵^{ab}	۱۶/۲^{a}	۷/۳۱^{a}	۵/۹۲^{a}	۱/۸۰^{a}	۷/۵۵^{a}	۱۱/۲۸^{a}	۶۹/۱^{ab}	۴/۴۰^{a}
P_4	۴۹/۶^{ab}	۱۷/۸^{ab}	۸/۲۳^{b}	۵/۸^{ab}	۱۶/۷^{a}	۶/۲۹^{a}	۶/۱۸^{a}	۲/۲۳^{a}	۵/۷۷^{a}	۱۱/۹۵^{a}	۷۱/۲^{ab}	۴/۱۸^{a}
P_5	۶۳/۲^{a}	۱۸/۶^{ab}	۱۰/۹۶^{a}	۸/۱۱^{a}	۱۷/۲^{a}	۵/۷۴^{a}	۶/۰۶^{a}	۱/۹۹^{a}	۶/۱۹^{a}	۱۲/۷۵^{a}	۷۳/۶^{a}	۴/۹۲^{a}

در هر ستون، اختلاف بین میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک می‌باشند، براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار نیست.

که به‌مدت ۸ ساعت خیسانده شده بودند دست یافته و بیان نمودند که هیدروپرایمینگ باعث بهبود سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی، رشد ریشه، بنیه بذر و در نهایت عملکرد نهایی محصول گردیده است.

نتیجه‌گیری

هیدروپرایمینگ روشی ساده و مقرون به صرفه می‌باشد که در عین سادگی و عدم نیاز به دانش فنی پیچیده، به آسانی می‌تواند توسط کشاورزان اجرا گردیده و موجب افزایش عملکرد و بنیه بذرها در هنگام جوانه‌زنی گریده و هم‌چنین توانایی بذرها را در مقابله با شرایط نامساعد محیطی بهبود بخشد. با استفاده اصولی و علمی از روش تیمارهای پیش از کاشت بذر می‌توان وضعیت زراعت بسیاری از محصولات زراعی را بهبود بخشید. هم‌چنین، با توجه به نتایج این آزمایش می‌توان بیان نمود که علاوه بر تأثیر مستقیم هر کدام از مواد به‌کار رفته در تیمارها، به نظر می‌رسد که حضور آب به‌کار رفته در محیط پرایم نیز می‌تواند به‌علت حل کردن مواد بازدارنده جوانه‌زنی موجود در پوسته بذر چغندرقند و خارج نمودن آنها از بذر، یکی از علل اصلی برتری تیمارها از نظر عملکرد نهایی نسبت به تیمار شاهد به شمار آید.

منابع مورد استفاده

1. 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 Farsi).
2. Afzal, I., N. Ahmad, S. M. A. Basra, R. Ahmad and A. Iqbal. 2002. Effect of different seed vigor enhancement techniques on hybrid maize (*Zea mays* L.). *Journal of Agricultural Science* 39: 109-112.
3. Akeson, W. R., M. A. Henson, A. H. Ferytag and D. G. Westfall. 1980. Sugarbeet fruit germination and emergence under moisture and temperature stress. *Crop Science* 20: 735-739.
4. Bradford, K. J. and A. M. Haigh. 1994. Relationship between accumulated hydrothermal time during seed priming and subsequent seed germination rates. *Seed Science Research* 4: 63-69.
5. Cakmakci**,** R. and E. Oral. 2002. Root yield and quality of sugarbeet in relation to sowing date, plant population and harvesting data interaction. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 26: 133-139.
6. Campbell, J. A., B. P. Naidu and J. R. Wilson. 1999. The effect of glycinebetaine application on germination and early growth of sugarcane. *Seed Science and Technology* 27: 747-752.
7. Durr, C. and J. Boiffin. 1995. Sugarbeet seedling growth from germination to first leaf stage. *The Journal of Agricultural Science* 124: 427-435.
8. Franzen, D. W., M. Anfirud and P. Carson. 2005. Sugarbeet rooting depth. *Sugarbeet Research and Extension Reports* 35: 105-108.
9. Harris, D. 2001. Development and testing of on-farm seed priming. *Advances in Agronomy* 90: 129-178.
10. Harris, D., A. Joshi, P. A. Khan, P. Gothkar and P. S. Sodhi. 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.
11. Harris, D. A., K. Pathan, P. Gothkar, A. Joshi and W. Chivasa. 2001. On-farm seed priming: Using participatory methods to revive and refine a key technology. *Agricultural Systems* 69: 151-164.
12. ISTA (International Seed Testing Association). 1996. International rules for seed testing. *Seed Science and Technology* 24: 155-202.
13. Jalilian, A and R. Tavakkoli Afshari. 2004. Study of effects of osmo-priming on seed germination of sugarbeet under drought stress conditions. *Agricultural Science Journal* 2: 23-35. (In Farsi).
14. Jamil, M. and E. S. Rha. 2007. Gibberllic acid (GA_3) enhance seed water uptake, germination and early seedling growth in sugar beet under salt stress. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 10: 654-658.
15. Jyotsna, V. and A. K. Srivastava. 1998. Physiological basis of salt stress resistance in pigeon pea (*Cajanus cajan* L.). II. Pre-sowing seed soaking treatment in regulating early seedling metabolism during seed germination. *Plant Physiology and Biochemistry* 25: 89-94.
16. Khan, A. A. 1992. Pre-plant physiological seed conditioning. *Horticultural reviews* 13: 131-81.
17. Lee, S. S., J. H. Kim, S. B. Hong, S. H. Yun and E. H. Park. 1998. Priming effect of rice seed son seedling establishment under adverse soil conditions. *Korean Journal of Crop Science* 43: 194-198.

18. 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.
19. Maestrini, C., F. Fontana, M. Donatelli, G. Bellocchini and S. Poggiolini. 2004. A frame to model specific leaf area in sugar beet. Proceedings of the 8th ESA Congress, pp. 301-302.
20. Moaveni, P., Z. Renji and G. H. Nourmohammadi. 2004. Study of some physiological parameters and organic compounds in order to identify saline-sensitive and resistant genotypes of sugar beet. *Iranian Agronomy Journal* 6: 37-45. (In Farsi).
21. Sögüt, H. and H. Agrioglu. 2004. Plant density and sowing date effects on sugar beet yield and quality. *Turkish Journal of Agronomy* 3: 215-218.
22. 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.
23. Van Swaaij, A. C. M., W. Heijbroek and J. L. Basting. 2001. Testing and improving seed vigor in sugar beet. Proceedings of the 64th IIRB Congress, 26-27 June, Bruges, pp. 237-246.
24. Watson, D. J., T. Motomatsu, K. Loach and G. F. J. Milford**.** 2008. Effects of shading and of seasonal differences in weather on the growth, sugar content and sugar yield of sugar beet crops. *Annals of Applied Biology* 71: 159-185.