

ارزیابی پرایمینگ بذر با محلول‌های مختلف غذایی در سطوح مختلف تنش آبی بر خصوصیات فیزیولوژیک و عملکرد چغندر قند رقم بذر تک‌جوانه ژنتیکی

علی قطبی، الناز فرج‌زاده معماری تبریزی*

گروه زراعت، واحد ملکان، دانشگاه آزاد اسلامی، ملکان، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۴/۲۰؛ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۱/۱۳

چکیده

این مطالعه با هدف بررسی تأثیر سطوح مختلف آبیاری (آبیاری پس از ۷۰، ۱۱۰ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک) و تیمارهای مختلف پرایمینگ (شاهد، هیدروپرایمینگ، پرایمینگ با آهن، روی و منگنز) بر جوانه‌زنی، رشد و عملکرد چغندر قند در سه تکرار اجرا شد. آزمایش در شرایط آزمایشگاهی به صورت طرح کاملاً تصادفی و در مزرعه به صورت اسپیل‌پلات بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی اجرا گردید. کم‌آبی کاهش معنی‌داری را در عملکرد ریشه و قند چغندر قند باعث شد، با تشدید کم‌آبی، میزان کاهش در این دو صفت بیشتر بود. عملکرد ریشه و قند با افزایش دور آبیاری از آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک به آبیاری پس از ۱۱۰ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک به ترتیب ۳۸ و ۴۱/۸ درصد کاهش یافت؛ اما پرایمینگ بذرهای چغندر قند با آهن افزایشی ۲۵/۵ و ۳۵/۴ درصدی و پرایمینگ بذرهای چغندر قند با روی افزایشی ۲۵/۵ و ۳۴/۴ درصدی به ترتیب در عملکرد ریشه و عملکرد قند باعث شد. بیشترین درصد قند نیز در پرایمینگ بذور با آهن و روی به دست آمد. با توجه به همبستگی مشاهده‌شده، از دلایل مهم کاهش عملکرد ریشه و قند چغندر قند در اثر کم‌آبی، کاهش سطح برگ است. با این وجود همچون عملکرد، پرایمینگ تأثیر مثبتی بر این صفت داشت. بیشترین افزایش در سطح برگ مربوط به پرایمینگ روی بود. با توجه به همبستگی‌های مشاهده‌شده، بهبود در سرعت جوانه‌زنی و درصد جوانه‌زنی ناشی از افزایش مقدار جبریلین و در نتیجه بهبود فعالیت آلfa آمیلاز از مهم‌ترین دلایل افزایش رشد و عملکرد چغندر قند می‌تواند باشد. در کل مشاهده شد که پیش‌تیمارهای آهن و روی بهترین پیش‌تیمارهای بذری جهت افزایش رشد و عملکرد چغندر قند در شرایط آبیاری کامل و کم‌آبی است.

واژه‌های کلیدی: چغندر قند، پرایمینگ، کم‌آبی، عملکرد.

مقدمه

میلی‌متر است. در هر حال چغندر قند گیاهی است با ریشه‌های عمیق و مقاوم به کم‌آبی (Vahidi et al., 2013). برای بهبود تولید محصول یکی از اهداف مهم ایجاد یکنواختی و سرعت در سبز شدن گیاهچه‌ها است. اختلاف در این مراحل تأثیر شدیدی بر عملکرد گیاهان زراعی می‌گذارد. برای افزایش کارایی و افزایش قدرت بذور تجاری پرایمینگ به کار گرفته می‌شود که شامل آگیری کنترل‌شده بذر و بعد از آن دهیدراسیون بذور به پتانسیل آبی اولیه بذور است. بذور پرایم شده با سرعت بیشتری جوانه می‌زنند (Rajjou et al., 2012). تیمار بذور با عناصر غذایی باعث استقرار بهتر گیاهان،

چغندر قند دومین گیاه قندی مهم در جهان است و ۳۰ درصد قند مورد نیاز جهان را تأمین می‌کند. چغندر قند به منظور تولید عملکردی مطلوب، به مقادیر کافی از عناصر غذایی نیاز دارد (Refay, 2010). کم‌آبی از مهم‌ترین عوامل کاهش‌دهنده رشد و عملکرد چغندر قند در ایران و سایر مناطق جهان است. افزایش میزان آب آبیاری راه‌حل این مشکل نیست ولی افزایش مقاومت گیاهان به کم‌آبی و انتخاب ارقام مناسب از روش‌های مطلوب است (Hesadi et al., 2015). چغندر قند نیاز آبی بالایی دارد و کل میزان آب مصرف در کل طول دوره رشدی چغندر قند بین ۹۰۰ و ۱۲۰۰

آنزیم آلفا آمیلاز از روش زیانو (Xiao et al, 2006) استفاده گردید. اندازه‌گیری قندهای نیز با استفاده از روش هندریکس (Hendrix et al, 1993) انجام شد. این آزمایش به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار به اجرا درآمد و تعداد ۴۵ کرت با ابعاد ۳ در ۴ متر و در هر کرت ۵ ردیف کاشت به صورت جوی و پشته‌ای به طول ۴ متر و فاصله بین ردیف ۶۰ سانتی‌متر و فواصل روی ردیف‌ها ۲۰ سانتی‌متر از همدیگر تهیه گردید. فاصله بین کرت‌ها یک خط نکاشت و بین هر بلوک ۱ متر در نظر گرفته شد. تیمارهای مورد مطالعه شامل سطوح کم‌آبی در کرت‌های اصلی (آبیاری پس از ۷۰، ۱۱۰، ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر) و نوع محلول غذایی (عدم پیش تیمار، پیش تیمار با آب، پیش تیمار با محلول غذایی آهن با غلظت ۳ در هزار، پیش تیمار با محلول غذایی روی با غلظت ۳ در هزار و پیش تیمار با محلول غذایی منگنز با غلظت ۳ در هزار) در کرت‌های فرعی قرار داده شد (Ramezani et al., 2015). کم‌آبی از مرحله ۶-۸ برگی اعمال شد. آبیاری به روش فارو انجام شد. در تیمارهای آبیاری پس از ۷۰، ۱۱۰ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر تعداد دفعات آبیاری به ترتیب ۱۶، ۱۱ و ۸ بار و میزان آب مصرفی به ترتیب ۳۷۵۰، ۲۵۵۰ و ۱۷۰۰ واحد برآورد گردید. پس از تهیه نقشه کاشت اقدام به عملیات آماده‌سازی زمین و ایجاد جوی و پشته گردید. در تاریخ ۱۵ اردیبهشت بذور چغندر قند به فاصله ۲۰ سانتی‌متر در محل داغ آب پشته‌هایی که به فاصله ۶۰ سانتی‌متری از هم قرار داشتند در عمق ۴ سانتی‌متری پشته به صورت خشکه‌کاری کاشته شد. برای اطمینان از سبز شدن در هر محل دو عدد بذر استفاده گردید. اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت اعمال گردید. در مرحله ۸-۶ برگی و بعد از استقرار بوته‌ها تیمارهای کم‌آبی اعمال شد. پس از ظهور گیاهچه‌ها یک بوته در محل هر کپه نگهداری و بوته اضافی حذف گردید. کودهای نیتروژنه، فسفره و پتاسه به ترتیب به میزان ۳۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به کار برده شد. کودهای فسفره و پتاسه و یک سوم کود نیتروژنه قبل از کشت با خاک مخلوط گردید. مابقی کود نیتروژنه به صورت سرک دو ماه بعد از کاشت به صورت نواری به کار برده شد. کنترل علف‌های هرز به صورت دستی انجام شد. محلول‌های مواد غذایی با غلظت ۳ در هزار آماده شد. بذور به مدت ۲۴ ساعت در داخل محلول‌ها قرار داده شده و پس از ۲۴ ساعت از محلول درآورده شده و هوا خشک گردید (Bolandi

تسریع وقایع فنولوژیکی و افزایش عملکرد و افزایش مواد غذایی میکرو در محصول می‌شود. در بسیاری از موارد تیمار بذور با عناصر میکرو نیاز گیاهان به عناصر را برطرف می‌کند و دیگری نیازی به کاربرد این کودها نیست. از آنجاکه این روش ساده و کم‌هزینه برای کاربرد عناصر غذایی است لذا تیمار بذور با عناصر غذایی روشی مؤثر برای کشاورزی است (Farooq et al., 2012). در پرایمینگ بذور با عناصر غذایی عناصر میکرو به‌عنوان یک ماده اسمزی عمل می‌کنند. بذور پرایم شده معمولاً جوانه‌زنی یکنواخت دارند که در زمان کمتری باعث ایجاد سطح سبز می‌شوند (Farooq et al., 2012). با توجه به گفته‌های فوق هدف از این بررسی مطالعه تأثیر سطوح مختلف آبیاری و تیمارهای مختلف پرایمینگ بر رشد و عملکرد چغندر قند بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۴ در مزارع دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد ملکان اجرا گردید. این محل دارای طول جغرافیایی ۳۷ درجه و ۹ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۴۶ درجه و ۶ دقیقه شمالی با ارتفاع ۱۲۸۰ متر از سطح دریای آزاد است. در آزمایشگاه تأثیر پتانسیل اسمزی و تیمارهای پرایمینگ بر خصوصیات جوانه‌زنی چغندر قند به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. پتانسیل اسمزی در سه سطح (۰، ۰/۳، ۰/۶ - مگا پاسکال) در نظر گرفته شد. تیمار پرایمینگ با محلول غذایی نیز در ۵ سطح (عدم پیش تیمار، پیش تیمار با آب، پیش تیمار با محلول غذایی آهن با غلظت ۳ در هزار، پیش تیمار با محلول غذایی روی با غلظت ۳ در هزار و پیش تیمار با محلول غذایی منگنز با غلظت ۳ در هزار) مدنظر قرار گرفت. پتانسیل‌های اسمزی تنش خشکی به وسیله محلول PEG 6000 (پلی اتیلن گلیکول) با استفاده از روش مایکل و کافمن (Michel & Kaufman, 1973) تهیه شد (رابطه ۱).

$$\psi_s = -(1.18 \times 10^{-2}) C - (1.18 \times 10^{-4}) C^2 + (2.67 \times 10^{-4}) CT + (8.39 \times 10^{-7}) C^2 T \quad [1]$$

در این فرمول ψ_s پتانسیل برحسب مگا پاسکال؛ C = غلظت برحسب گرم به گرم در آب؛ T = دما برحسب درجه سلسیوس.

برای استخراج جیبرلین از روش بالوسکا و همکاران (Baluska et al, 1993) استفاده شد. برای سنجش فعالیت

برداشت آغاز و پس از حذف ردیف‌های کناری هر کرت تعداد ۵ بوته به‌طور تصادفی از ردیف میانی با حذف ۰/۵ متر از حاشیه ها، برداشت و به تفکیک هر کرت جهت اندازه‌گیری‌های لازم به آزمایشگاه منتقل گردید. جهت اندازه‌گیری عملکرد ریشه، بعد از حذف اثر حاشیه تمامی بوته‌ها برداشت و بعد از حذف طوقه توزین گردید. قبل از تجزیه آماری آزمون نرمال بودن داده‌ها انجام و سپس تجزیه و تحلیل آماری داده‌های به‌دست‌آمده از اندازه‌گیری صفات موردنظر با استفاده از نرم‌افزار Mstat-c انجام شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

(Amoghein et al., 2013). جهت تجزیه خاک محل اجرای طرح، یک نمونه خاک از ۶ نقطه‌ی مزرعه از اعماق ۰-۳۰ سانتی‌متر تهیه و به آزمایشگاه ارسال گردید. پس از تجزیه، وضعیت فیزیکی و شیمیایی خاک تعیین شد (جدول ۱). جهت اندازه‌گیری خصوصیات برگ، ابتدا شاخص کلروفیل توسط کلروفیل سنج (SPAD) در اواسط مردادماه در سطح مزرعه اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری شاخص کلروفیل از هر بوته ۱۰ اندازه‌گیری انجام شد. سپس ۵ بوته از ردیف میانی کرت و بعد از حذف اثر حاشیه، برداشت و به آزمایشگاه منتقل شده و خصوصیات مربوط به برگ اندازه‌گیری گردید. در پاییز پس از زرد شدن برگ‌ها عملیات

جدول ۱- نتیجه‌ی آزمون تجزیه خاک

Table 1. Results of soil analysis

| بافت خاک Soil texture | رس clay | سیلت silt | شن sand | فسفر | | پتاسیم | | درصد مواد | | | |
|--------------------------|------------|--------------|------------|---------------------------|-------------------------------|----------|----------|------------|-----------------|-------------|------|
| | | | | Absorbable potash (P.P.M) | Absorbable phosphorus (P.P.M) | قابل جذب | قابل جذب | خنثی شونده | کربن آلی (%O.C) | ازت کل %T.N | درصد |
| سیلت لومی | 13% | 50% | 37% | 2085 | 51.8 | 0.12 | 1.29 | 10.8 | 47 | 8.17 | 1.42 |

همبستگی صفات (جدول ۸) نشان داد که بین درصد جوانه‌زنی با سرعت جوانه‌زنی همبستگی معنی‌دار و مثبتی وجود دارد. جوانه‌زنی حاصل خروج گیاهچه‌ها از بذر است. جوانه‌زنی و سرعت ظهور گیاهچه‌ها تحت تأثیر فرآیندهای فیزیولوژیکی بذر قرار می‌گیرد. از جمله این فرآیندها انتقال ترکیبات ذخیره‌ای لپه‌ها به گیاهچه‌ها و رشد آن‌ها است. بررسی‌ها نشان داده که خشکی جوانه‌زنی بذر را با کاهش فعالیت آنزیم‌ها و انتقال ترکیبات ذخیره‌ای از لپه‌ها به گیاهچه‌ها کاهش می‌دهد (Białecka and Kępczyński, 2010). کاهش انتقال ترکیبات ذخیره‌ای تحت تأثیر کم‌آبی با کاهش سرعت انتقال کربوهیدرات‌ها باعث کاهش سرعت جوانه‌زنی می‌شود، با تشدید کم‌آبی انتقال ترکیبات ذخیره‌ای به‌کل متوقف و جوانه‌زنی اتفاق نمی‌افتد (Białecka and Kępczyński, 2010). باین‌وجود تیمارهایی از جمله پرایمینگ با تغییراتی که در بذور ایجاد می‌کند، باعث بهبود سرعت و درنهایت درصد جوانه‌زنی می‌شود. در بررسی حاضر باوجوداینکه پرایمینگ با آب تأثیری بر سرعت جوانه‌زنی

نتایج و بحث

مطالعه آزمایشگاهی

در این بررسی اثرهای اصلی تیمار پلی‌اتیلن گلیکول و تیمار پرایمینگ، به‌غیر از تأثیر پرایمینگ بر درصد جوانه‌زنی، بر صفات موردبررسی در شرایط آزمایشگاهی معنی‌دار بود، ولی برهم‌کنش این دو عامل تأثیری بر این صفات نداشت (جدول ۲). با توجه به نتایج این بررسی تیمار پلی‌اتیلن گلیکول کاهش معنی‌داری را در درصد جوانه‌زنی بذرهای چغندر قند باعث گردید. افزایش مقدار پلی‌اتیلن گلیکول کاهش معنی‌دار بیشتری را در درصد جوانه‌زنی باعث شد. پتانسیل اسمزی ۰/۶- مگا پاسکال تبخیر کاهشی ۲۰/۴ درصدی را در درصد جوانه‌زنی باعث گردید. برخلاف درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی تحت تأثیر پتانسیل اسمزی ۰/۳- مگا پاسکال قرار نگرفت، ولی پتانسیل اسمزی ۰/۶- مگا پاسکال کاهش معنی‌داری را در سرعت جوانه‌زنی باعث گردید. تیمار پتانسیل اسمزی ۰/۶- مگا پاسکال به میزان ۲۳/۳ درصد از سرعت جوانه‌زنی بذرهای چغندر قند کاست (جدول ۳). مطالعه

و ۳۸/۹ درصد افزایش داد، ولی پرایمینگ با آب و منگنز تأثیری بر میزان آنزیم آلفا آمیلاز نداشت؛ اما همبستگی مثبت میزان آنزیم آلفا آمیلاز با درصد و سرعت جوانه‌زنی (جدول ۸) نشان می‌دهد که این آنزیم نقش مهمی را در بهبود سرعت و درصد جوانه‌زنی چغندر قند دارد. بررسی‌ها نشان داده که هر دو عنصر غذایی آهن و روی نقش مهمی در افزایش میزان تولید آنزیم‌ها و از جمله آنزیم آلفا آمیلاز در بذر دارد (Rawashdeh and Sala, 2014; Potarzycki and Grzebisz, 2009). در بررسی مشابهی موری و همکاران (Tajlil et al., 2012) و تجلی و همکاران (Mori et al., 2012) نشان دادند که پرایمینگ بذرهای برنج و نخود با به ترتیب آهن و روی باعث افزایش معنی‌دار میزان آنزیم آلفا آمیلاز می‌شود. این آنزیم با تجزیه نشاسته موجود در لپه‌ها و انتقال آن به گیاهچه‌ها، نقش کلیدی در جوانه‌زنی بذر گیاهان دارد (Tajlil et al., 2014).

بذرهای چغندر قند نداشت، ولی پرایمینگ با عناصر غذایی افزایش معنی‌داری را در سرعت جوانه‌زنی بذرهای چغندر قند باعث شد. پرایمینگ بذرهای چغندر قند با آهن، روی و منگنز باعث افزایش ۳۰/۲، ۳۴/۲ و ۴۰/۷ درصدی سرعت جوانه‌زنی بذرهای چغندر قند شد. محققان گزارش نموده‌اند که پرایمینگ بذرهای چغندر قند باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده مواد ذخیره‌ای بذر شده و در نتیجه سرعت جوانه‌زنی را بهبود می‌بخشد (Tajlil et al., 2014). از جمله آنزیم‌هایی که پرایمینگ می‌تواند باعث تحریک تولید و فعالیت آن شود، آنزیم آلفا آمیلاز است. بررسی‌ها نشان داده که میزان تولید آلفا آمیلاز با پرایمینگ بذور افزایش می‌یابد (Walters et al., 2005). در بررسی حاضر نیز پرایمینگ بذور با عناصر غذایی آهن و روی باعث افزایش میزان آنزیم آلفا آمیلاز می‌شود. در این بررسی پرایمینگ بذور با عناصر غذایی آهن و روی میزان آنزیم آلفا آمیلاز را به ترتیب ۳۸/۲

جدول ۲. تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در چغندر قند در شرایط آزمایشگاهی

Table 2. Analysis variance of traits in sugarbeet in laboratory condition

| S.O.V | منابع تغییر | درجه | درصد | سرعت | محتوای | آلفا آمیلاز | جیببرلین |
|-------------|----------------------------|-------------------|------------------------|------------------|--------------------|---------------|-------------|
| | | آزادی | جوانه‌زنی | جوانه‌زنی | کربوهیدرات‌ها | | |
| | | Degree of freedom | Germination percentage | Germination rate | Carbohydrate level | Alpha amylase | Jibberellin |
| PEG | پلی اتیلن گلیکول | 2 | 1476.534** | 22.363** | 109.154** | 2.454** | 83.820* |
| Priming | پرایمینگ | 4 | 5.705 | 12.641* | 57.244** | 1.069** | 27.626* |
| PEG*Priming | پلی اتیلن گلیکول* پرایمینگ | 8 | 22.798 | 2.3 | 3.03 | 0.29 | 2.374 |
| Error | خطا | 30 | 14.212 | 3.397 | 5.762 | 0.18 | 8.895 |
| C.V (%) | ضریب تغییرات (درصد) | | 4.47 | 19.23 | 14.83 | 10.15 | 9.02 |

** و * به ترتیب نشان دهنده معنی داری در سطح احتمال یک و پنج درصد

** and *, respectively, represent significant at a probability level of 1 and 5 percent

RNA و جلوگیری از سنتز هورمون جیببرلین که در تولید آلفا آمیلاز نقش مهمی دارد، از تولید آنزیم آلفا آمیلاز می‌کاهد (Tajlil et al., 2014). در این بررسی تیمار پلی‌اتیلن گلیکول از محتوای کربوهیدرات‌های موجود در بذرهای چغندر قند کاست. در تیمارهای ۲۲ و پتانسیل اسمزی ۰/۶-

در بررسی حاضر تیمار پلی‌اتیلن گلیکول کاهش معنی‌داری را در محتوای آنزیم آلفا آمیلاز گیاهچه‌ها شد. تیمارهای پتانسیل اسمزی ۰/۳- و مگا پاسکال و پتانسیل اسمزی ۰/۶- مگا پاسکال به ترتیب ۱۳ و ۱۷/۶ درصد از فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز کاست. خشکی با کاهش میزان تولید

در لپه‌ها را آماده انتقال به محل‌های مصرف یا گیاهچه‌ها می‌کند (Siddiqui et al., 2006)؛ بنابراین تیمارهای مورد بررسی در این مطالعه، از جمله پلی‌اتیلن گلیکول و پرایمینگ با تأثیر بر میزان تولید آنزیم آلفا آمیلاز، بر میزان کربوهیدرات‌های محلول گیاهچه‌ها تأثیر داشته و در نهایت باعث تغییر در درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی می‌شوند. در این مطالعه نیز مشاهده شد که همبستگی مثبتی بین صفات آنزیم آلفا آمیلاز، محتوای کربوهیدرات، سرعت جوانه‌زنی و درصد جوانه‌زنی وجود دارد (جدول ۸).

مگا پاسکال محتوای کربوهیدرات‌های محلول در گیاهچه‌های چغندر قند به ترتیب ۱۵/۸ و ۲۸ درصد کاهش یافت (جدول ۳). با این وجود پرایمینگ بذر چغندر قند با آهن و روی به ترتیب ۳۸/۲ و ۳۸/۹ درصد بر محتوای کربوهیدرات در گیاهچه‌های چغندر قند افزود (جدول ۴). وجود همبستگی بین محتوای کربوهیدرات و محتوای کربوهیدرات و محتوای و محتوای آنزیم آلفا آمیلاز نشان دهند نقش آنزیم آلفا آمیلاز در تجزیه ترکیبات قندی لپه‌ها و انتقال آن به گیاهچه‌ها است. به طوری که این آنزیم با تجزیه ذخایر بذری، ترکیبات موجود

جدول ۳. مقایسه میانگین‌های صفات مورد بررسی در چغندر قند تحت تأثیر تیمارهای پلی‌اتیلن گلیکول

Table 3. Means comparison of traits in sugar beet under polyethylen glycol treatments

| تیمار پلی‌اتیلن گلیکول polyethylen glycol level (bar) | درصد جوانه‌زنی Germination percentage % | سرعت جوانه‌زنی Germination rate Seeds/day | محتوای کربوهیدرات‌ها Carbohydrate level | آلفا آمیلاز Alpha amylase (mg/g dry weight) | جیبرلین Jibberellin |
|---|---|---|--|---|------------------------|
| شاهد Control | 94.63 a | 10.70 a | 18.99 a | 4.627 a | 3.525 a |
| 0.3 | 83.44 b | 9.773 a | 15.95 b | 4.093 b | 3.335 a |
| 0.6 | 74.84 c | 8.280 b | 13.61 c | 3.833 b | 3.055 b |

حروف غیر مشابه نشان دهنده اختلافات معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است

Non-identical alphabets represent significant differences at the 5% probability level

جدول ۴. مقایسه میانگین‌های صفات مورد بررسی در چغندر قند تحت تأثیر نوع پرایمینگ

Table 4. Mean comparison of traits in sugar beet under priming treatments

| Treatment | تیمار | سرعت جوانه‌زنی Germination rate | محتوای کربوهیدرات‌ها Carbohydrate level | آلفا آمیلاز Alpha amylase mg/g dry weight | جیبرلین Jibberellin |
|--|--|------------------------------------|--|---|------------------------|
| Control | شاهد | 7.678 b | 13.68 b | 3.844 b | 3 b |
| Water pre treatment | پیش تیمار با آب | 9.300 ab | 14.32 b | 4.111 b | 3 b |
| Seed pretreatment with 3/1000 of iron | پیش تیمار با محلول غذایی آهن با غلظت ۳ در هزار | 9.989 a | 18.84 a | 4.522 a | 3.37 a |
| Seed pretreatment with 3/1000 of Zinc | پیش تیمار با محلول غذایی روی با غلظت ۳ در هزار | 10.21 a | 18.93 a | 4.567 a | 3.46 a |
| Seed pretreatment with 3/1000 of Manganese | پیش تیمار با محلول غذایی منگنز با غلظت ۳ در هزار | 10.74 a | 15.16 b | 3.878 b | 3.37 a |

حروف غیر مشابه نشان دهنده اختلافات معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است

Non-identical alphabets represent significant differences at the 5% probability level

مطالعه مزرعه‌ای

برگ‌ها می‌شود. یاری و همکاران (Yari et al., 2011) گزارش نمودند که پرایمینگ بذور گندم سطح برگ گیاهان را افزایش می‌دهد. این محققین دلایل افزایش سطح برگ تحت تأثیر پرایمینگ بذور را افزایش دوام سطح برگ گزارش نمودند، چراکه میزان دسترسی به منابع برای گیاه از طریق افزایش رشد ریشه‌ها بیشتر خواهد بود؛ اما از سوی دیگر پرایمینگ با افزایش تعداد برگ‌ها و سطح هر برگ نیز منجر به افزایش سطح برگ می‌گردد (Najar and Bakhtiari., 2014). این تغییرات در گیاه را می‌توان مرتبط با افزایش سرعت جوانه‌زنی دانست. چرا که تسریع در سبز شدن بوته‌های چغندر قند باعث افزایش رشد ریشه، بهره‌برداری بیشتر از منابع رشدی و قدرت رقابتی این گیاه می‌شود (Yari et al., 2011). در بررسی حاضر نیز بین سطح برگ‌های چغندر قند با سرعت جوانه‌زنی همبستگی مثبتی به دست آمد (جدول ۸). در بررسی‌های مشابهی افضل و همکاران (Afzal et al., 2013) مشاهده نمودند که پرایمینگ بذرها ذرت با روی افزایش ۱۶ درصدی را در سطح برگ‌های ذرت باعث می‌شود. در بررسی مشابهی بدیری و همکاران (Badiri et al., 2014) نیز مشاهده نمودند که پرایمینگ بذرها بارهنگ با سولفات روی باعث افزایش معنی‌دار سطح برگ‌های بارهنگ می‌شود. افزایش سطح برگ‌های چغندر قند تحت تأثیر پرایمینگ بذور، بی‌شک باعث افزایش کربوهیدرات‌های تولیدی در بوته و رشد ریشه و درصد قند آن ناشی از افزایش فتوسنتز خواهد شد که نتایج به‌دست‌آمده از مطالعه همبستگی صفات (جدول ۸) نیز نشان می‌دهد که رابطه نزدیکی بین سطح برگ با عملکرد ریشه، درصد قند و در نتیجه عملکرد قند وجود دارد.

در این بررسی اثرهای اصلی تیمار کم‌آبی و تیمار پرایمینگ بر صفات مورد بررسی در شرایط مزرعه‌ای معنی‌دار بود، ولی برهم‌کنش این دو عامل تأثیری بر این صفات نداشت (جدول ۵). مقایسه میانگین‌های سطح برگ‌های چغندر قند تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری نشان داد که بین سطوح آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک و آبیاری پس از ۱۱۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک از نظر سطح برگ معنی‌داری وجود نداشت، ولی با کاهش سطح آبیاری از آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک به آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک به میزان ۲۵/۲ درصد از سطح برگ‌های چغندر قند کاسته شد (جدول ۶). قطع آبیاری در مرحله رشد رویشی، رشد کلی گیاه و از جمله رشد برگ‌ها را در گیاه کاهش می‌دهد و در نتیجه سطح فتوسنتز کننده کاهش می‌یابد و تولید ماده خشک کاهش می‌یابد (Akhtar et al., 2011). تسیالتاس و همکاران (Tsialtas et al., 2009) تأثیر کم‌آبی را در چغندر قند بررسی نموده و مشاهده نمودند که کم‌آبی کاهش معنی‌داری را در شاخص سطح برگ‌های چغندر قند باعث می‌شود؛ اما در بررسی حاضر پیش‌تیمارهای عناصر میکرو افزایش معنی‌داری را در سطح برگ‌های چغندر قند باعث شد. بیشترین افزایش در تیمار پرایمینگ با روی با ۳۵/۴ درصد افزایش در سطح برگ به دست آمد. تیمارهای پرایمینگ با آهن و پرایمینگ با منگنز نیز افزایشی ۲۳/۶ و ۲۴/۹ درصدی را در سطح برگ‌های چغندر قند باعث شد (جدول ۷). پرایمینگ به روش‌های مختلف از جمله افزایش دوام سطح برگ و تولید برگ باعث افزایش سطح

جدول ۵. تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در چغندر قند

Table 5. Analysis variance of traits in sugarbeet

| S.O.V | منابع تغییر | درجه آزادی df | سطح برگ Leaf area | عملکرد ریشه Root yield | درصد قند Sugar% | عملکرد قند Sugar Yield |
|-----------------------------------|-----------------------------|------------------|----------------------|---------------------------|--------------------|---------------------------|
| Replication | تکرار | 2 | 17396.83 | 121.635 | 1.564 | 2.47 |
| Irrigation regimes | سطوح آبیاری | 2 | 152379.412* | 2189.623** | 10.443* | 112.923** |
| Error a | خطا | 4 | 11302.9 | 34.469 | 0.609 | 1.023 |
| Priming type | نوع پرایمینگ | 4 | 73721.086** | 375.448** | 14.632** | 32.517** |
| | سطوح آبیاری در نوع پرایمینگ | 8 | 8450.907 | 16.483 | 2.762 | 1.716 |
| Irrigation regimes * priming type | | | | | | |
| Error b | خطای آزمایش | 24 | 3943.617 | 36.148 | 2.919 | 2.861 |
| C.V (%) | ضریب تغییرات | | 9.02 | 11.49 | 8.56 | 16.03 |

** و * به ترتیب نشان دهنده معنی‌داری در سطح احتمال یک و پنج درصد

**and *, respectively, represent significant at a probability level of 1 and 5 percent

جدول ۶. مقایسه میانگین‌های صفات موردبررسی در چغندر قند تحت تأثیر سطوح آبیاری

Table 6. Mean comparison of traits in sugar beet under irrigation regimes

| Irrigation regimes (based on mm evaporation from evaporate basin) | سطوح آبیاری | سطح برگ (سانتی‌متر مربع در بوته) | درصد قند | عملکرد ریشه Root yield (ton/ha) | عملکرد قند Sugar yield (ton/ha) |
|--|-------------|-------------------------------------|----------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| | | Leaf area (cm ² /pl) | Sugar% | | |
| 70 | | 7849 a | 20.33 a | 63.56 a | 12.96 a |
| 110 | | 7178 a | 20.55 a | 53.89 b | 11.14 b |
| 150 | | 5867 b | 19.01 b | 39.55 c | 7.567 c |

حروف غیر مشابه نشان دهنده اختلافات معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است

Non-identical alphabets represent significant differences at the 5% probability level

که عملیات ساده‌ای مانند پرایمینگ می‌تواند نقش زیادی را در افزایش عملکرد چغندر قند در شرایط کم‌آبی و حتی آبیاری کامل داشته باشد. کاهش عملکرد ریشه و درصد قند تحت تأثیر کم‌آبی توسط سایر محققان نیز گزارش شده است. محمودی و همکاران (Mahmoodi et al., 2008) کاهش درصد قند را در تیمار ۳۰ درصد ظرفیت مزرعه‌ای در مقایسه با ۷۰ درصد ظرفیت مزرعه‌ای (کاهش ۸ درصدی) گزارش کردند. نادعلی و همکاران (Nadali et al., 2014)، اسماعیلی (Esmaeili., 2011)، محمودی و همکاران (Mahmoody et al., 2008)، هاشمی و همکاران (Hashemi et al., 2008) و رومانو و همکاران (Romanov et al., 2012) نیز کاهش عملکرد ریشه چغندر قند را با کاهش میزان آب آبیاری گزارش نمودند. وحیدی و همکاران (Vahidi et al., 2013) و محمودی و همکاران (Mahmoody et al., 2008) نیز مشاهده نمودند که کم‌آبی کاهش معنی‌داری را در درصد قند باعث می‌شود.

نتیجه‌گیری کلی

کم‌آبی کاهش معنی‌داری را در عملکرد ریشه و قند باعث شد. به طوری که کاهش آب آبیاری از آبیاری پس از ۷۰ به ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر این دو صفت را به میزان ۳۸ و ۴۱/۸ درصد کاهش داد؛ اما پرایمینگ بذرهای چغندر قند با آهن و روی افزایش معنی‌دار ۲۵/۵ درصدی را در عملکرد ریشه و عملکرد قند باعث شد. به نظر می‌رسد تأثیر تیمارهای موردبررسی بر خصوصیات جوانه‌زنی از طریق تأثیر بر فعالیت آلفا آمیلاز باعث بهبود جوانه‌زنی و رشد و در نتیجه عملکرد ریشه و قند شده است. در کل مشاهده شد که پیش‌تیمارهای آهن و روی بهترین پیش‌تیمارهای بذری جهت افزایش رشد و عملکرد چغندر قند در شرایط آبیاری کامل و کم‌آبی است.

با توجه به نتایج این مطالعه پیش‌تیمار با آهن و روی افزایش معنی‌داری را در عملکرد ریشه، درصد قند و عملکرد قند چغندر قند باعث شد. در تیمارهای آهن و روی درصد چغندر قند در مقایسه با شاهد ۹/۸ درصد بیشتر بود. پرایمینگ بذرهای چغندر قند با آهن و روی عملکرد ریشه چغندر قند به ترتیب ۲۵/۵ درصد افزایش یافت. همچنین در دو تیمار پرایمینگ آهن و روی عملکرد قند به ترتیب ۳۵/۴ و ۳۴/۴ درصد بیشتر از عدم پرایمینگ بود (جدول ۷). در بررسی مشابهی معاونی (Moaveni., 2014) بر روی سورگم نشان داد که پرایمینگ بذرهای سورگم با آهن باعث افزایش معنی‌دار درصد قندهای محلول سورگم می‌شود. حمزه‌ای و همکاران (Hamzei et al., 2011) نیز مشاهده نمودند که هیدروپرایمینگ عملکرد ریشه چغندر قند را به میزان ۳۱ درصد افزایش داد. این محققین گزارش نمودند که شستشوی بذر با آب (هیدروپرایمینگ) باعث از بین رفتن ترکیبات شیمیایی ممانعت‌کننده جوانه‌زنی موجود در پوسته بذر شده است. حمزه‌ای و همکاران (Hamzei et al., 2011) نیز افزایش عملکرد قند را تحت تأثیر پرایمینگ بذرهای ذرت با ترکیبات مختلف غذایی گزارش نمودند. با توجه به غیر معنی‌دار بودن اثر متقابل پرایمینگ در سطوح آبیاری، تیمارهای پرایمینگ با روی و آهن در تمامی سطوح آبیاری افزایش معنی‌داری را در عملکرد ریشه، درصد قند و عملکرد قند باعث شد؛ بنابراین پرایمینگ در شرایط کم‌آبی می‌تواند بخشی از کاهش این صفات را جبران کند. در این بررسی تیمار آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک به میزان ۶/۴ و ۳۸ و ۴۱/۸ درصد از درصد قند، عملکرد ریشه و عملکرد قند کاست (جدول ۶)، این در حالی است که پرایمینگ با آهن و روی ۲۵/۵ درصد بر عملکرد ریشه و به‌طور متوسط ۳۵ درصد بر عملکرد قند افزود که این نتایج نشان می‌دهد

سپاسگزاری

سطوح مختلف تنش آبی بر میزان رشد و عملکرد چغندر قند رقم بذر تک جوانه ژنتیکی است لذا از زحمات حوزه پژوهش دانشگاه آزاد اسلامی واحد ملکان که در اجرای پایان‌نامه کشیده‌اند تقدیر و تشکر می‌گردد.

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه تحت عنوان مطالعه‌ی اثر پرایمینگ بذر چغندر قند با محلول‌های مختلف غذایی در

جدول ۷. مقایسه میانگین‌های صفات مورد بررسی در چغندر قند تحت تأثیر نوع پرایمینگ

Table 7. Mean comparison of traits in sugar beet under priming treatments

| نوع پیش تیمار Type of pretreatment | سطح برگ (سانتی‌متر مربع در بوته) Leaf area (cm ² /plant) | درصد قند Sugar% | عملکرد ریشه Root yield (ton/ha) | عملکرد قند Sugar yield (ton/ha) |
|--|--|--------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| شاهد | 5939 c | 19.36 b | 47.98 b | 9.356 b |
| Control | | | | |
| پیش تیمار با آب | 6102 c | 19.80 ab | 45.84 b | 9.122 b |
| Water pre treatment | | | | |
| پیش تیمار با محلول غذایی آهن با غلظت ۳ در هزار | 7336 b | 21.20 a | 59.24 a | 12.69 a |
| Seed pretreatment with 3/1000 of iron | | | | |
| پیش تیمار با محلول غذایی روی با غلظت ۳ در هزار | 8033 a | 21.22 a | 59.31 a | 12.58 a |
| Seed pretreatment with 3/1000 of Zinc | | | | |
| پیش تیمار با محلول غذایی منگنز با غلظت ۳ در هزار | 7413 b | 18.23 b | 49.28 b | 9.033 b |
| Seed pretreatment with 3/1000 of Manganese | | | | |

حروف غیر مشابه نشان دهنده اختلافات معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است

Non-identical alphabets represent significant differences at the 5% probability level

جدول ۸. مطالعه همبستگی صفات مورد بررسی

Table 8. Corelation analysis of traits

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---|
| 1 سطح برگ Leaf area | 1 | | | | | | | | |
| 2 جیبرلین gibberellin | 0.867(**) | 1 | | | | | | | |
| 3 عملکرد ریشه Root yield | 0.830(**) | 0.812(**) | 1 | | | | | | |
| 4 درصد قند Sugar% | 0.468 | 0.482 | 0.629(*) | 1 | | | | | |
| 5 عملکرد قند Sugar yield | 0.788(**) | 0.765(**) | 0.975(**) | 0.778(**) | 1 | | | | |
| 6 درصد جوانه‌زنی Germination% | 0.672(**) | 0.784(**) | 0.835(**) | 0.392 | 0.761(**) | 1 | | | |
| 7 سرعت جوانه‌زنی Germination rate | 0.793(**) | 0.874(**) | 0.728(**) | 0.282 | 0.658(**) | 0.656(**) | 1 | | |
| 8 محتوای کربوهیدرات Carbohydrate content | 0.822(**) | 0.814(**) | 0.934(**) | 0.680(**) | 0.936(**) | 0.706(**) | 0.755(**) | 1 | |
| 9 آلفا آمیلاز Alpha amylase | 0.664(**) | 0.701(**) | 0.806(**) | 0.814(**) | 0.878(**) | 0.682(**) | 0.586(*) | 0.864(**) | 1 |

** و * به ترتیب نشان دهنده معنی‌داری در سطح احتمال یک و پنج درصد

**and *, respectively, represent significant at a probability level of 1 and 5 percent

منابع

- Afzal, S., Akbar, N., Ahmad, Z., Maqsood, Q., 2013. Role of seed priming with zinc in improving the hybrid maize (*Zea mays* L.) yield. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*. 13 (3), 301-306.
- Akhtar, L.H., Pervez, M.A., Nasim, M., 2011. Genetic divergence and inter-relationship studies in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*. 48(1), 35-39.
- Badiri, A., Mirshekari, B., Hadavi, E., Hamidi, A., 2014. Effect of seeds priming with micronutrients on growth, seed yield and mucilage of plantain. *International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences*. 6, 335-342.
- Bolandi Amoghein, M., Shakeri Amoghein, R., Tobeh, A., Jamaati-e-Somari, S., 2013. The effect of Osmopriming and Hydropriming on the different index of germination and early growth of wheat under salt stress. *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*. 4(7), 1924-1931.
- Esmaili, M.A., 2011. Evaluation of the effects of water stress and different levels of nitrogen on sugar beet (*Beta Vulgaris*). *International Journal of Biology*. 3, 89-93.
- Farooq, M., Wahid, A., Siddique, K.H., 2012. Micronutrient application through seed treatments. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 12(1), 125-142.
- Hamzei, J., Shayan fard, R., futuhi, K., 2015. Effect of seed priming on some properties of two sugar beet cultivars. *Journal of Crop Production and Processing*. 6, 75-83.
- Hashemi, G., Farnia, A., Rahnamaeian, M., Shaban, M., 2014. Effect of different biofertilizers and irrigation closed time on some agronomic characteristics of sugar beet (*Beta Vulgaris* L.). *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research*. 2(8), 2375-2380.
- Hesadi, P., Fathollah Taleghani, D., Shiranirad, A., Daneshian, J., Jaliliyan, A., 2015. Selection for drought tolerance in sugar beet genotypes (*Beta vulgaris* L.). *Biological Forum – An International Journal*. 7(1), 1189-1204.
- Mahmoodi, R., Maralian, H., Aghabarati, A., 2008. Effects of limited irrigation on root yield and quality of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *African Journal of Biotechnology*. 7(24), 4475-4478.
- Moaveni, P., 2014. Study the priming of nanoiron on biochemical traits of sorghum (*Sorghum bicolor* L.). *Trends in Life Science*. 4, 2319–4731.
- Mori, S., Fujimoto, H., Watanabe, S., Ishioka, G., Okabe, A., Kamei, M., Yamauchi, M., 2012. Physiological performance of iron-coated primed rice seeds under submerged conditions and the stimulation of coleoptile elongation in primed rice seeds under anoxia. *Soil Science and Plant Nutrition*. 58, 469-478.
- Nadali, I., Yarnia, M., Paknejad, F., Farahvash, F., Vazan, S., 2014. Effect of Methanol in promoting sugar beet (*Beta vulgaris* L.) yield and some quality characteristic in drought stress condition. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*. 3, 57-61.
- Najar, M., Bakhtiari, S., 2014. Effects of seed priming on germination traits of *Nigella sativa* under saline conditions. *Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences*. 4(3), 396-405.
- Potarzycki, J., Grzebisz, W., 2009. Effect of zinc foliar application on grain yield of maize and its yielding components. *Plant, Soil and Environment*. 55(12), 519-527.
- Rajjou, L., Duval, M., Gallardo, K., Catusse, J., Bally, J., Job, C., 2012. Seed Germination and Vigor. *Annual Review of Plant Biology*. 63, 507–33.
- Ramezani, A., Sajedi, N.A., Mansouri Yarahmadi, H., 2015. The effect of foliar application of iron, zinc, and selenium on nutrient uptake and yield of alfalfa under rain fed conditions. *Forrages*. 221, 15-25.
- Rawashdeh, H., Sala, F., 2014. Influence of iron foliar fertilization on some growth and physiological parameters of wheat at two growth stages. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*. 5, 412-421.
- Refay, Y.A., 2010. Root yield and quality traits of three sugar beet (*Beta vulgaris* L.) varieties in relation to sowing date and stand densities. *World Journal of Agricultural Sciences*. 6(5), 589-594.
- Romano, A., Sorgona, A., Lupini, A., Araniti, F., Stevanato, P., Cacco, G., Rosa Abenavoli, M., 2012. Morpho-physiological responses of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) genotypes to

- drought stress. *Acta Physiologia Plantarum*. 7, 54-61.
- Siddiqui, Z.S., Shaukat, S.S., Zaman, A., 2006. Alleviation of Salinity-Induced Dormancy by Growth Regulators in Wheat Seeds. *Turkish Journal of botany*. 30, 321-330.
- Tajlil, A.H., Pazoki, A., Eradatmand Asli, D., 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.
- Takhti, S., Shekafandeh, A., 2012. Effect of different seed priming on germination rate and seedling growth of *Ziziphus spina-christi*. *Advances in Environmental Biology*. 6(1), 159-16
- Vahidi, H., Rajabi, A., Haj SeyedHadi, M., Fathollah Taleghani, D., Azadi, A., 2013. Screening of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) genotypes for drought tolerance. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*. 6, 1104-1113.
- Walters, C., Landre, P., Hill, L., Corbineau, F., Bailly, C., 2005. Organization of lipid reserves in cotyledons of primed and aged sunflower seeds. *Planta*. 222, 397-407.
- Yari, L., Abbasian, A., Oskouei, B., Adeghe, 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.