

تأثیر تخلیه رطوبت خاک در مراحل مختلف رشد بوته‌های بذری چغندر قند روی روند رشد دانه، عملکرد و کیفیت بذر

The effect of soil water depletion at different growth stages of sugar beet seed-bearing plants on seed growth trends, yield and quality

سعید صادق‌زاده‌حمایتی^{۱*}، محمدعلی چگینی^۲ و محمدرضا اوراضی‌زاده^۱
تاریخ دریافت: ۸۴/۶/۱۹؛ تاریخ پذیرش: ۸۴/۷/۳

س. صادق‌زاده‌حمایتی، م. ع. چگینی و م. ر. اوراضی‌زاده. ۱۳۸۶. تأثیر تخلیه رطوبت خاک در مراحل مختلف رشد بوته‌های بذری چغندر قند روی روند رشد دانه، عملکرد و کیفیت بذر. چغندر قند ۳۳(۱): ۲۷-۱۳

چکیده

به منظور تعیین اثر تخلیه رطوبت خاک در مراحل مختلف رشد بوته‌های بذری چغندر قند روی نحوه رشد بذر منورم آزمایشی با نه تیمار و سه تکرار، شامل شاهد (آبیاری پس از ۵۰ درصد تخلیه رطوبت خاک)، آبیاری پس از ۷۰ و ۹۰ درصد تخلیه رطوبت خاک در مراحل ساقه‌روی، اوایل گلدهی، اوج گلدهی و رشد بذر، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی طی سال‌های ۸۲-۱۳۸۱ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اردبیل در آلاروق به‌مورد اجرا گذاشته شد. در مجموع، اعمال تیمارهای آبیاری پس از ۷۰ و ۹۰ درصد تخلیه رطوبت خاک در مقایسه با تیمار شاهد (مصرف ۳۱۶۷ مترمکعب آب در هکتار) به ترتیب موجب ۱/۸ و ۱۸/۳ درصد صرفه‌جویی در مصرف آب شد. نتایج آزمایش نشان داد که تخلیه رطوبت در مراحل مختلف رشد در مقایسه با تیمار شاهد تأثیر معنی‌داری روی عملکرد بذر خام، بذر قابل‌فروش و استاندارد قادر به جوانه‌زنی نداشت. با وجود این، بیشترین کارایی مصرف آب با حذف یک نوبت آبیاری (در سطوح تخلیه ۹۰ درصد رطوبت) به‌ویژه در مرحله اوج گلدهی به‌دست آمد که بر مبنای عملکرد بذر خام (۱۱۶۶ کیلوگرم در هکتار)، قابل‌فروش (۹۱۷ کیلوگرم در هکتار) و استاندارد قادر به جوانه‌زنی (۲۵۰ کیلوگرم در هکتار) به ترتیب معادل ۰/۴۵، ۰/۳۵۴ و ۰/۹۶ کیلوگرم بذر چغندر قند به‌ازای هر مترمکعب آب مصرفی شد. تخلیه ۹۰ درصد رطوبت قابل‌دسترس خاک در اوایل مرحله گلدهی و اوج گلدهی موجب شد تا میزان پوکی بذر از ۷/۵۵ درصد به ترتیب به ۹/۳۵ و ۹/۳۴ درصد افزایش یابد. بیشترین میزان جوانه‌زنی نیز در تیمار شاهد (۸۲/۷۳ درصد) و آبیاری پس از تخلیه ۹۰ درصد رطوبت قابل‌دسترس خاک در اوایل گلدهی (۸۱/۸۸ درصد) به‌دست آمد و اعمال تنش در سایر مراحل رشد با کاهش آن همراه شد. از سوی دیگر، اعمال تنش در مرحله اوج گلدهی موجب افزایش سرعت رشد دانه تا ۰/۵۳۴ میلی‌گرم در روز و آبیاری پس از تخلیه ۷۰ درصد رطوبت خاک در اوایل مرحله گلدهی، بیشترین دوره مؤثر پرشدن دانه (۳۸/۷۳ روز) را به‌خود اختصاص داد. بیشترین وزن دانه حدود ۳۵ روز پس از ۵۰ درصد گلدهی (۱/۹۷۱ میلی‌گرم) به تیمار آبیاری پس از ۷۰ درصد تخلیه رطوبت خاک در اوایل گلدهی تعلق داشت که حدود ۰/۱۹۵ میلی‌گرم سنگین‌تر از بذور تولیدشده در تیمار شاهد بود.

واژه‌های کلیدی: بوته بذری، تخلیه رطوبت، چغندر قند، روند رشد دانه، گلدهی، مراحل رشد

*- نویسنده مسئول

s_s_hemayati@yahoo.com

۱- مربی پژوهش مؤسسه تحقیقات چغندر قند

۲- استادیار مؤسسه تحقیقات چغندر قند

مقدمه

در کشاورزی مدرن امروزی شناخت عوامل مؤثر بر رشد و عملکرد گیاهان زراعی، نحوه تأثیر آن‌ها بر کمیت و کیفیت محصول و پیشگیری یا کاهش اثرات سوء ناشی از ناهنجاری‌های این عوامل، از جنبه‌های مهم در مدیریت تولید محصول به‌شمار می‌رود. وقوع تنش‌های گوناگون محیطی در طول دوره‌رشد گیاهان، از جمله مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار محسوب می‌شود که تولید محصولات کشاورزی را به انحای مختلف با مشکل مواجه می‌سازد. ازسوی دیگر، با توجه به این که ایران در ناحیه خشک و نیمه‌خشک جهان واقع شده است، محدودیت منابع آبی کشور از جمله عمده‌ترین عوامل محدودکننده توسعه کشاورزی در آینده می‌باشد؛ که با افزایش تقاضای آب برای بخش‌های شهری و صنعتی، بخش کشاورزی بیش‌از پیش در مضیقه و تنگنا قرار خواهد گرفت (جعفری و سلطانی ۱۳۷۸). به‌طور کلی "خشکی" عبارت است از عدم بارندگی طی یک دوره معین، به‌نحوی که این دوره به‌اندازه‌ای طولانی باشد که موجب تخلیه رطوبت خاک شده و به گیاه خسارت وارد سازد. در صورتی که کمبود باران باعث تنش کمبود آب شود واژه تنش خشکی بکار برده می‌شود (ناخدا ۱۳۷۵). میزان خسارت تنش خشکی تحت تأثیر مدت و شدت تنش، شرایط محیطی و میزان حساسیت ژنوتیپ قرار دارد (حکمت‌شعار ۱۳۷۲؛ Ekanayake et al. 1990; Soltani et al. 2001).

ساپودی (Csapody 1980) نشان داد که در مناطقی با بارندگی ناکافی، آبیاری بوته‌های بذری چغندر قند، قبل و در حین گلدهی، موجب طولانی شدن دوره‌رشد و به تأخیر افتادن تاریخ برداشت تا چهار روز می‌شود. پولکرابک و همکاران (Pulkrabek et al. 1987) نیز نشان دادند که وقوع بارندگی بلافاصله پس از کاشت، به‌نحو قابل توجهی موجب افزایش عملکرد بذر چغندر قند می‌شود، اما بارندگی‌های بعدی به‌استثنای مواردی که میانگین دمای هوا بالا بود، تأثیر چندانی روی عملکرد بذر چغندر قند به‌همراه نداشت. لانگدن و جانسون (Longden and Johnson 1975) با بررسی تأثیر کاربرد آب به‌میزان ۲۹۷۰ مترمکعب در هکتار طی مرحله گلدهی (ژوئیه) و رشد دانه (اوت) در انگلستان، نشان دادند که انجام آبیاری و افزایش مقدار آب مصرف‌شده به بیش از ۱۵۰۰ مترمکعب در هکتار تأثیر معنی‌داری روی عملکرد بذر، قوه نامیه و درصد بذر منورم چغندر قند نداشت. پودلاسکی (Podlaski 1990) نیز طی سه سال مطالعه نشان داد که عامل اصلی تعیین‌کننده عملکرد بذر چغندر قند، شرایط محیطی (به‌ویژه میزان بارندگی) بلافاصله پس از کاشت است، به‌نحوی که عملکرد بذر در سال مرطوب ۱/۸۸ تن در هکتار بوده که در سال‌هایی با میزان بارش کمتر به ۱/۱۵-۱/۰۵ تن در هکتار کاهش یافت. در رابطه با تأثیر تنش خشکی روی خصوصیات کیفی بذر چغندر قند نیز نشان داده شده است که سهم بذور پوک، در تیمارهای بدون آبیاری حدود دو برابر کرت‌های آبیاری شده است. از سوی دیگر، انجام

نهایی خود رسیده باشد (هاشمی دزفولی و مرعشی ۱۳۷۴).

منطقه اردبیل محل تولید بذر چغندر قند در ایران است و بخش عمده‌ای از بذر تجارتی مورد نیاز کارخانه‌های قند کشور در این منطقه تولید می‌شود. با توجه به رقابت این گیاه با گیاهان زراعی دیگر همچون گندم و سیب‌زمینی در تخصیص منابع محدود آب، احتمال وقوع تنش خشکی در مراحل مختلف رشد بوته‌های بذری چغندر قند وجود دارد. از سوی دیگر، آبیاری به‌موقع و به‌مقدار لازم از عوامل مؤثر در افزایش کمی و کیفی بذر چغندر قند محسوب می‌شود. بر همین مبنای این تحقیق با هدف بررسی نحوه تأثیر تخلیه رطوبت خاک در مراحل مختلف رشد چغندر بذری روی روند رشد دانه و صفات کمی و کیفی بذر چغندر قند اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این طرح در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اردبیل در آلاروق در ۴۸ درجه و ۱۸ دقیقه طول شرقی و ۳۸ درجه و ۵۴ دقیقه عرض شمالی در ۱۰ کیلومتر جاده اردبیل - خلخال طی دو سال زراعی (۸۲-۱۳۸۱) اجرا شد. جدول ۱، خلاصه اطلاعات هواشناسی سال‌های اجرای طرح را نشان می‌دهد. آزمایش در قطعه‌زمینی که در سال قبل آیش بود، پیاده شد. به‌منظور آماده‌سازی بستر کاشت، زمین مورد آزمایش در پائیز ۱۳۸۰ شخم عمیق شده و معادل ۲۵۰ کیلوگرم کود فسفات آمونیوم در هکتار، به‌صورت دستی کودپاشی و با

آبیاری، میزان جوانه‌زنی بذر چغندر قند را از ۶۰-۴۰ درصد به ۷۰-۶۷ درصد و وزن هزار دانه را از ۱۷/۲-۱۲/۰ به ۲۲/۹-۲۴/۸ گرم افزایش داد (ساپودی ۱۹۸۰). گیزبولین (Gizbulin 1984) گزارش داد در مناطقی که دوره رشد رویشی بوته‌های بذری چغندر قند با تنش خشکی روبرو می‌شود، این دوره کوتاه می‌شود و بنابراین برگها خصوصیات خشکی پسندی به‌خود می‌گیرند. در چنین مناطقی از کیفیت دانه‌های گرده کاسته شد و جنین‌زایی با اختلال مواجه شد، اما میزان جوانه‌زنی بذور حاصل تفاوتی با بذور تولید شده در شرایط بدون تنش نداشت. در این مطالعه، وقوع تنش خشکی تأثیر معنی‌داری روی عملکرد بذر چغندر قند باقی نگذاشت. انجام آبیاری، ظرفیت جوانه‌زنی بذور چغندر قند را در شرایط آزمایشگاه و مزرعه به‌ترتیب ۱۸ و ۱۲ درصد افزایش داد (Slavov 1984). اسرولر (Sroller 1984) نیز مشاهده کرد که میزان جوانه‌زنی بذور چغندر قند طی دوره رسیدن بذر، با توجه به شرایط محیطی ابتدا افزایش و سپس به‌واسطه رشد بیشتر پوسته‌بذر، کاهش می‌یابد.

وزن دانه یکی از اساسی‌ترین مؤلفه‌های عملکرد به‌شمار می‌رود. این متغیر در مراحل اولیه رشد به میزان مواد ساخته شده فتوسنتزی موجود و از سوی دیگر، ظرفیت دانه‌ها جهت ذخیره‌سازی چنین موادی بستگی دارد. رشد دانه را می‌توان به دو مؤلفه سرعت رشد (میلی‌گرم در روز) و طول دوره مؤثر پرشدن دانه (روز) تجزیه کرد که در آن دوره مؤثر پرشدن دانه به تعداد روزهایی اطلاق می‌شود که دانه به وزن خشک

واریانس و افزایش میزان دقت، در مرحله ساقه‌روی، ۳۰ درصد از بوته‌هایی که زودتر و دیرتر از دیگر بوته‌ها، به ساقه رفته بودند، از ارتفاع ۱۰ سانتی‌متری ساقه قطع و ۷۰ درصد بوته‌ها (۳۴ بوته در هر کرت) که تقریباً به‌طور همزمان شروع به ساقه‌روی کرده بودند، نگهداری شدند. ایزولاسیون رطوبتی بین کرت‌ها (با ایجاد فاصله یک و نیم متری) و پوشش پلاستیکی سطح نهرهای آب انجام گرفت. با توجه به منحنی رطوبتی خاک محل اجرای آزمایش، ظرفیت‌زراعی و پژمردگی به ترتیب معادل ۳۲/۴ و ۱۶/۴ درصد وزنی بود. لذا با کاهش رطوبت محتوی خاک به ۲۴/۴، ۲۱/۲ و ۱۸/۰ درصد، میزان تخلیه رطوبت خاک به ترتیب معادل ۵۰، ۷۰ و ۹۰ درصد رطوبت قابل دسترس خاک در نظر گرفته شد (صادق‌زاده حمایتی ۱۳۸۰).

پس از فرارسیدن موعد آبیاری در هر یک از تیمارهای مورد آزمایش، نمونه‌برداری از عمق خاک و تعیین مقدار رطوبت وزنی موجود در خاک، مقدار آب مورد نیاز بر اساس رابطه ۱ برآورد شد و سپس با استفاده از یک دستگاه تانکر مجهز به کنتور دو اینچ، مقدار آب محاسبه شده به‌طور یکنواخت وارد کرت آزمایشی شد.

$$I_s = \frac{(FC-AW).B_d.D}{100} \quad (1)$$

که در آن، I_s ، مقدار آب مورد نیاز (سانتی‌متر) برای حصول ظرفیت زراعی؛ FC ، ظرفیت زراعی خاک

خاک مخلوط شد و سپس، خطوط کاشت با فاصله ۶۵ سانتی‌متر ایجاد شد. نتایج تجزیه برخی صفات فیزیکی شیمیایی خاک مزرعه در جدول ۲ ارائه شده است. کاشت در نیمه فروردین به صورت دستی و اولین آبیاری (خاک‌آب) در اواخر فروردین صورت گرفت.

آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با نه تیمار و سه تکرار اجرا شد. هر کرت شامل پنج خط ده‌متری بود که بوته‌ها با فاصله ۵۰ سانتی‌متر در روی هر ردیف کشت شدند. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از: T_1 ، شاهد (آبیاری پس از ۵۰ درصد تخلیه رطوبت خاک)؛ T_2 ، T_3 ، T_4 و T_5 آبیاری پس از ۷۰ درصد تخلیه رطوبت در عمق توسعه ریشه به ترتیب در مراحل ساقه‌روی، اوایل گلدهی، اوج گلدهی و رشد دانه و T_6 ، T_7 ، T_8 و T_9 آبیاری پس از ۹۰ درصد تخلیه رطوبت عمق توسعه ریشه به ترتیب در مراحل ساقه‌روی، اوایل گلدهی، اوج گلدهی و رشد دانه. در هر یک از تیمارهای T_2 تا T_9 آبیاری قبل و پس از فرارسیدن مراحل فنولوژیکی مورد نظر، بر اساس تخلیه ۵۰ درصد رطوبت قابل دسترس خاک در عمق توسعه ریشه انجام گرفت. برنامه زمانی و میزان آب آبیاری در طول دوره رشد بوته‌های بذری چغندر قند در جدول ۳ نشان داده شده است.

رقم مورد کاشت، هیبرید منوژرم شیرین بود که با نسبت سه (والد نر عقیم): دو (والد گرده افشان) در هر کرت کشت شد. جهت کاهش

پس از آغاز گلدهی، تعداد ۱۰ بوته از هر کرت به طور تصادفی با اتیکت گذاری مشخص شد و نمونه های بذر در هر بار نمونه برداری از افق های پایین، وسط و بالای این بوته ها انتخاب شد. جهت آنالیز رشد دانه از قسمت های مختلف شاخه گلدهنده تعدادی بذر در حال رشد برداشت و بلافاصله در آزمایشگاه تعداد ۱۵۰ بذر شمارش و وزن تر آن ها مشخص شد. سپس با قرار دادن نمونه ها در آون 5 ± 75 درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت، وزن خشک آنها نیز مشخص شد. نمونه برداری از روند رشد بذر در شش مرحله با فواصل یک هفته از زمان ۵۰ درصد گلدهی انجام گرفت. جهت محاسبه طول دوره مؤثر پرشدن دانه و سرعت پرشدن دانه از رابطه ۲ استفاده شد (هاشمی دزفولی و مرعشی ۱۳۷۴):

$$Y = b.EFP \quad (2)$$

که در آن Y ، وزن دانه (میلی گرم)؛ EFP ، دوره مؤثر پرشدن دانه (روز) و b ، سرعت پرشدن دانه (میلی گرم در روز) است. در رابطه فوق مقدار b از رابطه ۳ محاسبه شد:

$$b = \frac{\sum xy - \frac{(\sum x) \cdot (\sum y)}{n}}{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}} \quad (3)$$

که در آن x ، روزهای نمونه برداری، y ، وزن تک دانه (میلی گرم) و n تعداد نمونه برداری را نشان می دهد.

در پایان دوره رشد، بوته های موجود در هر کرت شمارش و به طریق دستی برداشت و جهت خشک

(۳۲/۴ درصد)؛ B_d ، وزن مخصوص ظاهری خاک (۱/۴۱۶ گرم بر سانتی متر مکعب)؛ AW ؛ درصد رطوبت وزنی خاک قبل از آبیاری و D ، عمق توسعه ریشه بر حسب سانتی متر بود که مقدار آن قبلاً بر اساس منحنی روند تغییرات عمق توسعه ریشه در طول دوره رشد تعیین شده بود (صادق زاده حمایتی ۱۳۸۰).

در تیمار شاهد (T_1) و آبیاری پس از ۷۰ درصد تخلیه رطوبت خاک (T_2 تا T_5) پنج بار و در تیمارهای آبیاری پس از ۹۰ درصد تخلیه رطوبت خاک (T_6 تا T_9) چهار بار آبیاری صورت پذیرفت (جدول ۳). با توجه به بالابودن میزان بارندگی در سال ۱۳۸۲ طی مراحل اولیه رشد (جدول ۱)، مقدار آب مصرف شده در تیمار شاهد در سال ۱۳۸۱ (۳۳۲۴ مترمکعب درهکتار) حدود ۹/۵ درصد بیش از سال ۱۳۸۲ (۲۹۹۸ مترمکعب درهکتار)، در تیمارهای آبیاری پس از ۷۰ درصد تخلیه رطوبت خاک (T_2 تا T_5) در سال ۱۳۸۱ (۳۲۸۵ مترمکعب درهکتار) حدود ۱۰/۷ درصد بیش از سال ۱۳۸۲ (۲۹۳۳ مترمکعب درهکتار) و در تیمارهای آبیاری پس از ۹۰ درصد تخلیه رطوبت خاک (T_6 تا T_9) نیز طی سال ۱۳۸۱ (۲۹۹۸ مترمکعب درهکتار) معادل ۲۷/۳ درصد آب بیشتری در مقایسه با سال ۱۳۸۲ (۲۱۸۰ مترمکعب درهکتار) مصرف شد (جدول ۳). از نقطه نظر میزان آب دریافتی در سطوح مورد مطالعه تخلیه رطوبت خاک، تیمارهای ۷۰ و ۹۰ درصد تخلیه در مقایسه با تیمار شاهد به ترتیب ۱/۸ و ۱۸/۳ درصد آب کمتری دریافت کردند (جدول ۳).

شدن کامل به مدت یک هفته در هوای آزاد قرار گرفت. بذرخاصل، جهت تفکیک اجزای تشکیل دهنده شامل بذریوک، بذر زیرسرنند (با قطر کمتر از ۳/۵ میلی‌متر)، بذر بالای سرنند (با قطر بالای ۴/۵ میلی‌متر)، مواد خارجی و بذر استاندارد (با قطر ۴/۵ - ۳/۵ میلی‌متر) و هم‌چنین قوه‌نامیه به آزمایشگاه انتقال یافت.

نتایج و بحث

الف - عملکرد بذر

نتایج آزمایش نشان داد که اعمال تنش رطوبتی در مراحل مختلف رشد بونه به میزان ۷۰ و ۹۰ درصد تخلیه رطوبت خاک تأثیر معنی‌داری روی عملکرد بذرخام، قابل‌فروش و استاندارد قادر به جوانه‌زنی نداشت (جدول ۴). به عبارت دیگر، جلوگیری از تخلیه رطوبت قابل‌دسترس خاک در عمق توسعه ریشه و آبیاری مزرعه پس از ۵۰ درصد تخلیه، از یک سو افزایش مصرف آب تا ۱۸/۳ درصد شد (جدول ۳) و از سوی دیگر، از نظر صفات مذکور تفاوت معنی‌داری با تخلیه رطوبت خاک تا ۹۰ درصد آب قابل‌دسترس نداشت. پولکراک و همکاران (۱۹۸۷) نیز نشان دادند که تنها بارندگی بلافاصله پس از کاشت، به‌نحو قابل‌توجهی موجب افزایش عملکرد بذر چغندر قند می‌شود و بارندگی‌های بعدی که در طول دوره رشد روی می‌دهد تنها در صورتی روی عملکرد بذر تأثیر می‌گذارند که دمای هوا بالا باشد. البته بنا به تعریف ارائه شده از تنش خشکی (ناخدا ۱۳۷۵) نتایج این آزمایش نشان داد که حتی آبیاری پس از ۹۰ درصد

تخلیه رطوبت قابل‌دسترس خاک در مراحل مختلف رشد بونه‌های بذری چغندر قند نتوانسته است شرایط تنش را برای این گیاه فراهم سازد و باتوجه به طبیعت رشد زایشی نامحدود چغندر قند، پس از آبیاری این امکان برای گیاه وجود داشته است که با تداوم دوره رشد، دوره کم‌آبی را جبران نماید. لانگدن و جانسون (۱۹۷۵) نیز با مقایسه مصرف ۱۵۰۰ مترمکعب آب در هکتار با کاربرد ۱۴۷۰ مترمکعب آب بیشتر طی دو مرحله گلدهی (ژوئیه) و رشد دانه (اوت) در انگلستان، نشان دادند که انجام آبیاری و افزایش مقدار آب مصرف شده تأثیر معنی‌داری روی عملکرد بذر، قوه‌نامیه و درصد بذر منورم چغندر قند نداشت. پودلاسکی (۱۹۹۰) نیز طی سه سال مطالعه نشان داد که عامل اصلی تعیین‌کننده عملکرد بذر چغندر قند، شرایط محیطی (به‌ویژه میزان بارندگی) بلافاصله پس از کاشت است. به‌رحال در مطالعه حاضر، بیشترین عملکرد بذرخام (۱۱۶۶/۶۱ کیلوگرم در هکتار) و قابل‌فروش (۹۱۶/۹۴ کیلوگرم در هکتار) با آبیاری پس از ۹۰ درصد تخلیه رطوبت خاک در مرحله اوج گلدهی بدست آمد که به ترتیب ۲۶/۲ و ۲۰/۵ درصد بیش از تیمار شاهد بود. بیشترین عملکرد بذر استاندارد قادر به جوانه‌زنی (۲۹۲/۴۰ کیلوگرم در هکتار) نیز با آبیاری پس از ۷۰ درصد تخلیه رطوبت خاک در مرحله رشد دانه با ۱۰/۲ درصد عملکرد افزوده در مقایسه با تیمار شاهد بدست آمد (جدول ۵ و شکل الف).

بر اساس نتایج آبیاری پس از ۹۰ درصد تخلیه رطوبت خاک در مرحله اوج گلدهی، یک نوبت آبیاری

درمقایسه با تیمار شاهد (۵۰/۹۲ درصد) و سایر تیمارهای مورد آزمایش داشت (جدول ۵ و شکل ۱ ب). بنابراین، اعمال تنش در طول دوره رشد دانه توانست تا سهم بذور استاندارد را افزایش دهد که این افزایش ناشی از کاهش سهم بذور بالای غربال بود، با وجود این، این افزایش ها معنی دار نبودند (جدول ۴).

چنانکه انتظار می‌رفت، تخلیه ۹۰ درصد رطوبت قابل دسترس خاک در اوایل مرحله گلدهی (T₇) و اوج گلدهی (T₈)، موجب شد تا میزان پوکی بذر افزایش یابد و درمقایسه با شاهد (۷/۵۵ درصد) به ترتیب به ۹/۳۵ و ۹/۳۴ درصد افزوده شود (شکل ۱ ج). در این میان، آبیاری پس از تخلیه ۷۰ درصد رطوبت خاک طی مراحل ساقه روی (T₂) و اوایل (T₃) و اوج گلدهی (T₄)، میزان پوکی بذر را تا ۶/۶۵-۶/۴۸ درصد کاهش داد (جدول ۵ و شکل ۱ ج)؛ با وجود این، اختلافات مذکور معنی دار نبودند. ساپودی (۱۹۸۰) نشان داد که عدم آبیاری بوته‌های بذری چغندر قند، میزان پوکی بذر را تا دو برابر افزایش می‌دهد.

بیشترین میزان جوانه‌زنی در تیمار شاهد (۸۲/۷۳ درصد) و آبیاری پس از تخلیه ۹۰ درصد رطوبت قابل دسترس خاک در اوایل گلدهی (۸۱/۸۸ درصد) بدست آمد (جدول ۵) و اعمال تنش در سایر مراحل رشد بوته‌های بذری چغندر قند با کاهش میزان جوانه‌زنی بذور حاصل همراه شد. بیشترین کاهش نیز با آبیاری پس از تخلیه ۹۰ درصد رطوبت قابل دسترس خاک طی دوره رشد دانه (۶۷/۳۱ درصد) حاصل شد که حدود ۱۵/۴۲ درصد کمتر از تیمار شاهد بود (شکل ۱ ب).

حذف شده و علاوه بر ۱۸/۳ درصد صرفه‌جویی در مصرف آب، کارایی مصرف آب آبیاری را که در تیمار شاهد بر مبنای عملکرد بذرخام، قابل فروش و استاندارد قادر به جوانه‌زنی به ترتیب معادل ۰/۲۹۲، ۰/۳۴۰ و ۰/۰۷۶ بود به ترتیب به ۰/۴۵۰، ۰/۳۵۴ و ۰/۰۹۶ کیلوگرم بذر چغندر قند به ازای هر مترمکعب آب مصرفی افزایش داد (جدول ۶).

ب - اجزای کمی و خصوصیات کیفی بذر

عامل سال روی میزان پوکی بذر در سطح احتمال یک درصد تأثیر معنی‌داری داشت، به نحوی که در سال ۱۳۸۱، مقدار پوکی (۸/۶۵ درصد) بیش از سال ۱۳۸۲ (۶/۷۱ درصد) شد (جدول ۴). میزان جوانه‌زنی در سال ۱۳۸۱ (۷۴/۸۱ درصد) به طور معنی‌دار کمتر از سال ۱۳۸۲ (۸۴/۸۸ درصد) بود (جدول ۵).

تیمارهای آبیاری روی میزان پوکی بذر تأثیر معنی‌داری نداشتند (جدول ۴). سهم بذور استاندارد از مجموع توده بذر تولید شده با آبیاری پس از تخلیه ۹۰ درصد رطوبت قابل دسترس طی دوره رشد دانه از ۳۰/۳۷ درصد در تیمار شاهد به ۳۵/۳۷ درصد افزایش یافت، با وجود این، این افزایش معنی‌دار نبود. در حالی که اعمال تنش در تیمارهای T₇ (۲۳/۲۸ درصد)، T₃ (۲۶/۱۴ درصد)، T₈ (۲۸/۵۳ درصد) و T₆ (۲۸/۶۱ درصد) با کاهش سهم بذور استاندارد همراه شد (جدول ۵ و شکل ۱ ب). بذور بالای غربال نیز با آبیاری پس از ۷۰ درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس خاک در اوایل مرحله گلدهی (۵۵/۹۹ درصد) بالاترین مقدار را

روز) تعلق یابد (جدول ۵ و شکل ۵). بنابراین، اعمال تنش در اوایل مرحله گله‌دهی می‌تواند به افزایش معنی‌دار سرعت پرشدن دانه در چغندر قند منجر شود (سایپودی ۱۹۸۰). برهمن اساس و باتوجه به وجود ارتباط معکوس بین سرعت پرشدن دانه و طول دوره مؤثر پرشدن آن (Cho et al. 1987)، آبیاری پس‌از تخلیه ۷۰ درصد رطوبت خاک در اوایل مرحله گله‌دهی، بیشترین دوره مؤثر پرشدن دانه را به خود اختصاص داد (۳۸/۷۳ روز) که حدود ۳/۶۹ روز بیش از تیمار شاهد بود (جدول ۵ و شکل ۵). سایپودی (۱۹۸۰) نیز نشان داده‌است که آبیاری بوته‌های بذری چغندر قند قبل و در حین گله‌دهی موجب به تأخیر افتادن زمان برداشت تا چهار روز می‌شود.

بیشترین وزن دانه (۱۹/۷۱ میلی‌گرم) به تیمار آبیاری پس‌از ۷۰ درصد تخلیه رطوبت خاک در اوایل گله‌دهی تعلق داشت که حدود ۱/۹۵ میلی‌گرم به‌طور معنی‌داری سنگین‌تر از تیمار شاهد بود (جدول ۵ و شکل ۵). در آزمایش سایپودی (۱۹۸۰)، انجام آبیاری موجب افزایش وزن هزاردانه بذور چغندر قند از ۱۷/۲-۱۲/۰ به ۲۲/۹-۲۴/۸ گرم شد. کمترین وزن دانه (۱۷/۲۱ میلی‌گرم) نیز به تیمار آبیاری پس‌از تخلیه ۷۰ درصد رطوبت قابل‌دسترس خاک در مرحله ساقه‌روی تعلق داشت که این کاهش وزن دانه عمدتاً ناشی از پایین بودن سرعت رشد دانه (۰/۴۶۶ میلی‌گرم در روز) در این تیمار بود (جدول ۵ و شکل ۵). نی و همکاران (Ney et al. 1994) نیز گزارش دادند که

پژوهشگران دیگر نیز عمدتاً روی افزایش میزان جوانه‌زنی بذور چغندر قند همراه با افزایش آب‌مصرفی تأکید دارند (سایپودی ۱۹۸۰ اسلاوو ۱۹۸۴). البته، گیزبولین (۱۹۸۴) گزارش داده‌است که وقوع تنش خشکی طی دوره رشد رویشی بوته‌های بذری چغندر قند گرچه به‌واسطه کاهش کیفیت دانه‌های گرده منجر به اختلال در جنین‌زایی می‌شود، اما این موضوع میزان جوانه‌زنی بذور حاصل را متأثر نمی‌سازد.

ج - متغیرهای رشد دانه

با وجود آنکه در سال ۱۳۸۱ سرعت رشد دانه (۰/۵۱۲ میلی‌گرم در روز) بیش از سال ۱۳۸۲ (۰/۴۹۱ میلی‌گرم در روز) و برعکس مدت مؤثر پرشدن دانه در سال ۱۳۸۱ (۳۴/۹۷ روز) کمتر از سال ۱۳۸۲ (۳۷/۹۵ روز) بود، اما تأثیر عامل سال روی مؤلفه‌های رشد دانه معنی‌دار نبود (جدول‌های ۴ و ۵). وجود رابطه منفی بین سرعت و دوره مؤثر پرشدن دانه در مطالعه روی گیاهان دیگر به‌اثبات رسیده است (Cho et al. 1987).

تیمارهای مورد مطالعه تخلیه رطوبت خاک در بین مؤلفه‌های رشد دانه در سطح احتمال یک درصد روی وزن تک‌دانه تأثیر معنی‌داری گذاشتند (جدول ۴). اعمال تنش در مرحله اوج گله‌دهی موجب شد تا سرعت رشد دانه با ۵/۳ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد به ۰/۵۳۴ میلی‌گرم در روز افزایش یافته و کمترین سرعت رشد دانه به آبیاری پس‌از ۷۰ و ۹۰ درصد تخلیه رطوبت خاک به‌ترتیب در مراحل ساقه‌روی (۰/۴۶۶ میلی‌گرم در روز) و اوایل گله‌دهی (۰/۴۶۴ میلی‌گرم در

وزن دانه تابعی از سرعت و دوره مؤثر پرشدن دانه است.

اثر متقابل سال × تیمار روی سرعت پرشدن دانه و دوره مؤثر پرشدن دانه به ترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد معنی دار شد (جدول ۴). به عبارت دیگر، اثر سطوح مختلف تخلیه رطوبت خاک روی متغیرهای رشد دانه در سال‌های مورد آزمایش از روند یکسانی برخوردار نشد. این موضوع نشان می‌دهد، علاوه بر شرایط رطوبتی خاک سایر عوامل اقلیمی نیز نحوه رشد بذر چغندر قند را تحت کنترل دارند (Podlaski 1990). هم‌چنان که در شکل ۲ نیز دیده می‌شود در تیمار شاهد، بیشترین وزن دانه حدود ۳۵ روز پس از ۵۰ درصد گلدهی به دست آمده است. در مطالعه اشنايدر (Snyder 1971) فاصله اولین گلدهی تا رسیدن فیزیولوژیک و تجارتي به ترتیب معادل ۷۰-۳۵ و ۶۷-۴۹ روز بود. اعمال تنش در مراحل

رشدزایشی (گلدهی و رشد بذر) موجب ارتقای روند رشد دانه شد (شکل‌های ۲ب، ۲ج و ۲د). بیشترین تداوم افزایش وزن خشک دانه نیز با آبیاری پس از تخلیه ۷۰ درصد رطوبت خاک در اوایل گلدهی (شکل ۲ب) و طی دوره تشکیل بذر (شکل ۲د) مشاهده شد. از دیگر نتایج این مطالعه می‌توان به تأثیر قطعی تر اعمال تنش رطوبتی در مراحل ساقه‌روی و اوایل گلدهی در مقایسه با مراحل پیشرفته رشدزایشی در کاهش وزن خشک دانه اشاره کرد (شکل ۲).

به‌طور کلی، با توجه به عدم تأثیر معنی‌دار سطوح مورد مطالعه تخلیه رطوبت خاک روی عملکرد بذر چغندر قند و تأثیر مثبت حذف یک مرحله آبیاری در افزایش کارایی مصرف آب آبیاری، به نظر می‌رسد در منطقه اردبیل آبیاری مزارع چغندر بذری پس از تخلیه ۹۰ درصد رطوبت قابل دسترس در منطقه ریشه قابل توصیه باشد.

جدول ۱ خلاصه آمار هواشناسی در سال‌های ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲ و میانگین بلندمدت^۱ ایستگاه هواشناسی، اردبیل

سال	ماه	دما (سانتی‌گراد)						تعداد روزهای یخبندان	میزان بارش (میلی‌متر)
		میانگین			مطلق				
		حداکثر	حداقل	روزانه	حداکثر	حداقل	روزانه		
۱۳۸۱	فروردین	۱۴/۲	۳/۶	۸/۹	۲۱/۶	-۳/۴	۶	۳۳/۶	۹/۵
	اردیبهشت	۱۳/۲	۳/۷	۸/۵	۲۰/۴	-۰/۶	۳	۷۲/۸	۱۲/۷
	خرداد	۲۷/۳	۱۱/۹	۱۹/۶	۳۴/۲	۷/۸	۰	۲۰/۲	۱۵/۵
	تیر	۲۵/۲	۱۰/۲	۱۷/۹	۳۲/۰	۳/۶	۰	۱۰/۹	۶/۹
	مرداد	۲۷/۳	۱۱/۸	۱۹/۶	۳۷/۴	۶/۹	۰	۲۰/۲	۱۲/۸
	شهریور	۲۴/۴	۱۰/۲	۱۷/۳	۳۱/۶	۵/۸	۰	۲/۸	۲/۰
۱۳۸۲	فروردین	۱۱/۳	-۰/۸	۶/۱	۲۶/۰	-۹/۶	۲۰	۴۸/۱	۱۸/۷
	اردیبهشت	۱۷/۶	۳/۰	۱۰/۴	۲۴/۸	-۵/۰	۸	۵۸/۸	۱۷/۰
	خرداد	۲۱/۰	۸/۵	۱۴/۸	۲۹/۸	۱/۸	۰	۲۶/۸	۸/۹
	تیر	۲۳/۳	۱۱/۹	۱۷/۶	۲۹/۲	۶/۸	۰	۰/۳	-۰/۲
	مرداد	۲۵/۵	۱۱/۴	۱۸/۵	۳۹/۸	۶/۰	۰	۸/۲	۷/۴
	شهریور	۲۳/۳	۱۰/۶	۱۷/۰	۳۳/۵	۶/۴	۰	۱۰/۶	۶/۴
میانگین	فروردین	۱۵/۸	۲/۷	۹/۰	۲۹/۰	-۱۳/۰	۲۰	۴۷/۸	۳۸/۷
	اردیبهشت	۲۰/۰	۶/۵	۱۳/۲	۳۳/۰	-۸/۵	۶	۵۲/۴	۴۸/۰
	خرداد	۲۳/۵	۹/۵	۱۶/۵	۳۷/۵	-۰/۲	۱	۲۵/۷	۴۶/۵
	تیر	۲۵/۳	۱۱/۷	۱۸/۶	۳۹/۰	۳/۰	۰	۵/۲	۲۵/۰
	مرداد	۲۴/۸	۱۱/۵	۱۸/۰	۳۷/۵	۲/۲	۰	۸/۲	۲۶/۵
	شهریور	۲۲/۷	۸/۶	۱۵/۵	۳۶/۰	-۴/۴	۴	۱۲/۲	۴۱/۵

۱- میانگین سی‌ساله (۱۳۷۴-۱۳۴۵) اطلاعات هواشناسی منطقه اردبیل

جدول ۲ نتایج تجزیه فیزیکی شیمیایی خاک، ایستگاه تحقیقات کشاورزی اردبیل

عمق خاک (سانتی‌متر)	بافت خاک	واکنش خاک	هدایت الکتریکی (ds/m)	کربن آلی (درصد)	فسفر قابل دسترس (ppm)	پتاسیم قابل دسترس (ppm)	مجموع نیتروژن (درصد)
صفر تا ۳۰	لوم رسی	۷/۸	۱/۰	۰/۹۰	۱۴	۴۵۰	۰/۰۸

جدول ۳ تعداد آبیاری، مقدار آب آبیاری، بارندگی و مجموع آب دریافتی تیمارهای مورد آزمایش در سال ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲

تیمار	تعداد آبیاری		مقدار آب مصرفی (میلی‌متر درهکتار)		میزان بارندگی (میلی‌متر)		مجموع آب دریافتی (میلی‌متر درهکتار)		میانگین (میلی‌متر درهکتار)
	۱۳۸۲	۱۳۸۱	۱۳۸۲	۱۳۸۱	۱۳۸۲	۱۳۸۱	۱۳۸۲	۱۳۸۱	
آبیاری پس از ۵۰ درصد تخلیه رطوبت خاک (شاهد)	۵	۵	۱۷۶/۹	۱۴۶/۲	۱۵۵/۵	۱۵۴/۸	۳۳۲/۴	۳۰۰/۰	۳۱۶/۷
آبیاری پس از ۷۰ درصد تخلیه رطوبت خاک در مرحله ساقه‌روی	۵	۵	۱۷۳/۰	۱۳۸/۵	۱۵۵/۵	۱۵۴/۸	۳۲۸/۵	۲۹۳/۳	۳۱۰/۹
آبیاری پس از ۷۰ درصد تخلیه رطوبت خاک در اوایل گلدهی	۵	۵	۱۷۳/۰	۱۳۸/۵	۱۵۵/۵	۱۵۴/۸	۳۲۸/۵	۲۹۳/۳	
آبیاری پس از ۷۰ درصد تخلیه رطوبت خاک در اوج گلدهی	۵	۵	۱۷۳/۰	۱۳۸/۵	۱۵۵/۵	۱۵۴/۸	۳۲۸/۵	۲۹۳/۳	
آبیاری پس از ۷۰ درصد تخلیه رطوبت خاک در مرحله تشکیل بذر	۵	۵	۱۷۳/۰	۱۳۸/۵	۱۵۵/۵	۱۵۴/۸	۳۲۸/۵	۲۹۳/۳	
آبیاری پس از ۹۰ درصد تخلیه رطوبت خاک در مرحله ساقه‌روی	۴	۵	۱۴۴/۳	۶۳/۲	۱۵۵/۵	۱۵۴/۸	۲۹۹/۸	۲۱۸/۰	۲۵۷/۹
آبیاری پس از ۹۰ درصد تخلیه رطوبت خاک در اوایل گلدهی	۴	۴	۱۴۴/۳	۶۳/۲	۱۵۵/۵	۱۵۴/۸	۲۹۹/۸	۲۱۸/۰	
آبیاری پس از ۹۰ درصد تخلیه رطوبت خاک در اوج گلدهی	۴	۴	۱۴۴/۳	۶۳/۲	۱۵۵/۵	۱۵۴/۸	۲۹۹/۸	۲۱۸/۰	
آبیاری پس از ۹۰ درصد تخلیه رطوبت خاک در مرحله تشکیل بذر	۴	۴	۱۴۴/۳	۶۳/۲	۱۵۵/۵	۱۵۴/۸	۲۹۹/۸	۲۱۸/۰	
میانگین	-	-	۱۶۰/۷	۱۰۵/۹	۱۵۵/۵	۱۴۸/۸	۳۱۶/۲	۲۶۰/۷	۲۸۸/۴

جدول ۴ تجزیه واریانس مرکب برخی صفات کمی و کیفی بذر و پارامترهای رشد دانه در سطوح مختلف تخلیه رطوبت خاک طی مراحل مختلف رشد بوته‌های بذری چغندر قند در سال‌های ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد بذر			میزان پوکی			نحوه توزیع اندازه بذر			میزان جوانه‌زنی		پارامترهای رشد دانه	
		خام	قابل فروش	استاندارد	زیرسرد	بذر استاندارد	بذر بالای غربال	سرعت رشد دانه	وزن دانه	سرعت رشد دانه	دوره مؤثر پرشدن دانه	وزن دانه		
سال	۱	۴۴/۵۶۵ ^{ns}	۵۱/۲۰۲ ^{ns}	۹۷/۸۲۹*	۰/۰۲۸ ^{ns}	۱۴۸/۸۲۲*	۳۸/۳۹۹ ^{ns}	۱۳۶۸/۹۶۷**	۶۳۵۹/۱۸۵ ^{ns}	۵۰/۰۲۰ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}			
سال / بلوک	۴	۱۴/۵۶۱ ^{ns}	۱۰/۹۴۵ ^{ns}	۵/۴۰۸ ^{ns}	۳۲/۴۴۲**	۲۷/۷۴۹ ^{ns}	۹۶/۸۳۹*	۵۷/۵۲۸ ^{ns}	۲۱۴۲/۹۰۷*	۸/۱۲۸**	۰/۰۰۸ ^{ns}			
تیماز	۸	۸/۷۸۵ ^{ns}	۶/۳۶۲ ^{ns}	۳/۶۵۱ ^{ns}	۸/۶۴۳ ^{ns}	۸۵/۸۲۲ ^{ns}	۱۱۷/۰۴۰ ^{ns}	۱۶۴/۴۷۳ ^{ns}	۳۴۸۲/۶۰۲ ^{ns}	۷/۳۱۹ ^{ns}	۰/۰۴۹**			
سال × تیمار	۸	۲۵/۹۲۹ ^{ns}	۳۳/۰۲۰ ^{ns}	۶/۹۶۵ ^{ns}	۴۳/۲۴۲**	۴۰/۹۵۳*	۱۲۱/۱۹۹**	۱۵۱/۷۳۷**	۱۳۶۳/۵۱۹*	۷/۲۳۰**	۰/۰۱۳ ^{ns}			
آشپناه	۳۲	۵۸/۰۰۲	۴۷/۴۴۷	۱۷/۵۷۱	۶/۷۶۹	۱۶/۲۴۶	۲۴/۴۵۰	۴۱/۵۶۱	۵۸۱/۱۱۶	۱/۹۳۲	۰/۰۰۸			
ضریب تغییرات(درصد)		۰/۷۵	۰/۸۴	۱/۷۱	۲۱/۴۱	۱۳/۴۵	۱۱/۶۵	۸/۰۷	۴/۸۱	۳/۷۶	۴/۸۷			

ns, * و ** به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

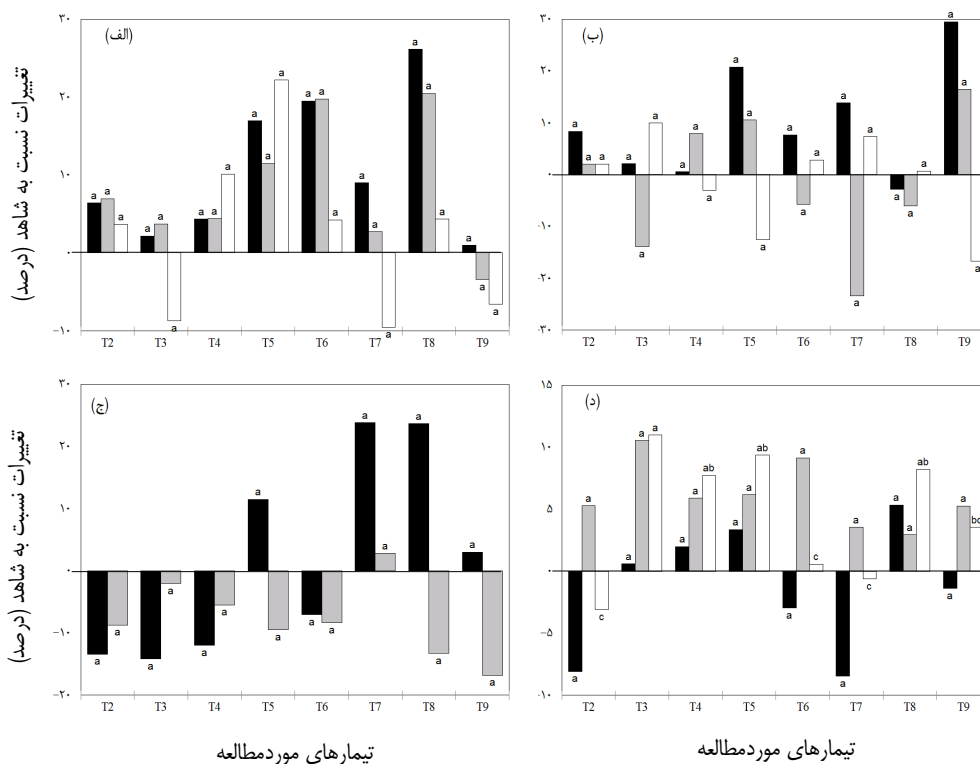
جدول ۵ مقایسه میانگین برخی صفات کمی و کیفی بذر و پارامترهای رشد دانه در سطوح مورد آزمایش سال و تخلیه رطوبت خاک

سطوح مورد آزمایش	عملکرد بذر (کیلوگرم در هکتار)			میزان پوکی			نحوه توزیع اندازه بذر (درصد)			میزان جوانه‌زنی		متغیرهای رشد دانه	
	خام	قابل فروش	استاندارد	زیرسرد	بذر استاندارد	بذر بالای غربال	سرعت رشد دانه (درصد)	وزن دانه (میلی گرم)	سرعت رشد دانه (میلی گرم در روز)	دوره مؤثر پرشدن دانه (روز)	وزن دانه (میلی گرم)		
سال													
۱۳۸۱	۹۲۳/۶۶ a	۷۳۵/۴۴ a	۱۹۴/۷۸ b	۸/۶۵ a	۱۲/۱۷ a	۲۸/۲۰ b	۵۱/۲۳ a	۷۴/۸۱ b	۰/۵۱۲ a	۳۴/۹۷ a	۱۸/۴۲ a		
۱۳۸۲	۱۱۰۱/۶۳ a	۸۹۸/۶۱ a	۲۹۴/۳۰ a	۶/۷۱ b	۱۲/۱۳ a	۳۱/۶۲ a	۴۹/۵۵ a	۸۴/۸۸ a	۰/۴۹۱ a	۳۷/۹۰ a	۱۸/۵۳ a		
تیماز													
آبیاری پس از ۵۰ درصد تخلیه رطوبت خاک (شاهد)	۹۲۴/۷۴ a	۷۶۱/۰۵ a	۲۳۹/۲۸ a	۷/۵۵ a	۱۱/۱۶ a	۳۰/۲۷ a	۵۰/۹۲ a	۸۲/۷۳ a	۰/۵۰۷ a	۳۵/۰۴ a	۱۷/۷۶ c		
آبیاری پس از ۷۰ درصد تخلیه رطوبت خاک در مرحله ساقه‌روی	۹۸۴/۰۵ a	۸۱۴/۰۷ a	۲۴۸/۰۷ a	۶/۵۴ a	۱۲/۰۹ a	۳۰/۹۸ a	۵۱/۹۶ a	۷۳/۲۱ a	۰/۴۶۶ a	۳۶/۸۹ a	۱۷/۲۱ c		
آبیاری پس از ۷۰ درصد تخلیه رطوبت خاک در اوایل گلدهی	۹۴۴/۸۳ a	۷۸۹/۵۷ a	۲۱۸/۴۲ a	۶/۴۸ a	۱۱/۳۹ a	۲۶/۱۴ a	۵۵/۹۹ a	۷۸/۷۶ a	۰/۵۱۰ a	۳۸/۷۳ a	۱۹/۷۱ a		
آبیاری پس از ۷۰ درصد تخلیه رطوبت خاک در اوج گلدهی	۹۶۴/۸۳ a	۷۹۴/۷۰ a	۲۶۳/۵۷ a	۶/۶۵ a	۱۱/۲۲ a	۳۲/۷۷ a	۴۹/۳۷ a	۷۶/۶۷ a	۰/۵۱۷ a	۳۷/۱۰ a	۱۹/۱۳ ab		
آبیاری پس از ۷۰ درصد تخلیه رطوبت خاک در مرحله تشکیل بذر	۱۰۸۱/۵۸ a	۸۴۸/۴۴ a	۲۹۲/۴۰ a	۸/۴۲ a	۱۳/۴۸ a	۳۳/۵۷ a	۴۴/۵۴ a	۷۶/۵۸ a	۰/۵۲۴ a	۳۷/۲۰ a	۱۹/۴۲ ab		
آبیاری پس از ۹۰ درصد تخلیه رطوبت خاک در مرحله ساقه‌روی	۱۱۰۵/۲۲ a	۹۱۱/۵۸ a	۲۴۹/۴۹ a	۷/۰۲ a	۱۲/۰۲ a	۲۸/۶۱ a	۵۲/۳۶ a	۷۶/۹۳ a	۰/۴۹۲ a	۳۸/۲۴ a	۱۷/۸۶ c		
آبیاری پس از ۹۰ درصد تخلیه رطوبت خاک در اوایل گلدهی	۱۰۰۸/۰۹ a	۷۸۱/۸۰ a	۲۱۶/۴۶ a	۹/۳۵ a	۱۲/۷۰ a	۲۲/۲۸ a	۵۴/۶۷ a	۸۱/۸۸ a	۰/۴۶۴ a	۳۶/۲۸ a	۱۷/۶۵ c		
آبیاری پس از ۹۰ درصد تخلیه رطوبت خاک در اوج گلدهی	۱۱۶۶/۶۱ a	۹۱۶/۹۴ a	۲۴۹/۶۶ a	۹/۳۴ a	۱۰/۸۴ a	۲۸/۵۳ a	۵۱/۲۹ a	۷۱/۴۷ a	۰/۵۲۴ a	۳۶/۰۷ a	۱۹/۲۲ ab		
آبیاری پس از ۹۰ درصد تخلیه رطوبت خاک در مرحله تشکیل بذر	۹۳۳/۸۶ a	۷۳۵/۰۶ a	۲۲۳/۵۴ a	۷/۷۸ a	۱۴/۴۵ a	۳۵/۳۷ a	۴۲/۴۱ a	۶۷/۳۱ a	۰/۵۰۰ a	۳۶/۸۸ a	۱۸/۳۹ bc		

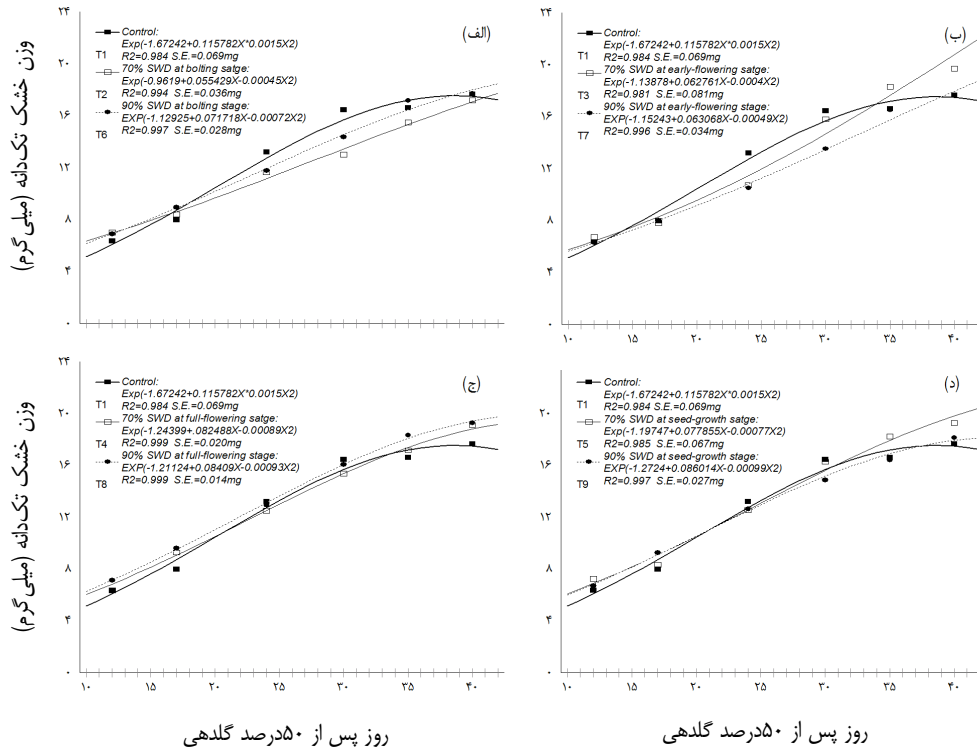
در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشابه در مورد سال‌ها و نیز متغیرها از نظر آماری دارای اختلاف معنی داری نیستند.

جدول ۶ کارایی مصرف آب آبیاری براساس عملکرد بذرخام، قابل فروش و استاندارد قادر به جوانه زنی چغندرقد در سطوح مختلف تخلیه رطوبت خاک

تیمار	مجموع آب دریافتی			کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب)
	عملکرد بذرخام	عملکرد بنر	عملکرد بنر استاندارد	
آبیاری پس از ۵۰ درصد تخلیه رطوبت خاک (شاهد) (T1)	۳۱۶۷	۰/۲۹۲	۰/۲۴۰	۰/۰۷۶
آبیاری پس از ۷۰ درصد تخلیه رطوبت خاک در مرحله ساقه روی (T2)	۳۱۰۹	۰/۳۱۷	۰/۲۶۲	۰/۰۸۰
آبیاری پس از ۷۰ درصد تخلیه رطوبت خاک در اوایل گلدهی (T3)	۳۱۰۹	۰/۳۰۴	۰/۲۵۴	۰/۰۷۰
آبیاری پس از ۷۰ درصد تخلیه رطوبت خاک در اوج گلدهی (T4)	۳۱۰۹	۰/۳۱۰	۰/۲۵۶	۰/۰۸۵
آبیاری پس از ۷۰ درصد تخلیه رطوبت خاک در مرحله تشکیل بذر (T5)	۳۱۰۹	۰/۳۴۸	۰/۲۷۳	۰/۰۹۴
آبیاری پس از ۹۰ درصد تخلیه رطوبت خاک در مرحله ساقه روی (T6)	۲۵۸۹	۰/۴۲۷	۰/۳۵۲	۰/۰۹۶
آبیاری پس از ۹۰ درصد تخلیه رطوبت خاک در اوایل گلدهی (T7)	۲۵۸۹	۰/۳۸۹	۰/۳۰۱	۰/۰۸۴
آبیاری پس از ۹۰ درصد تخلیه رطوبت خاک در اوج گلدهی (T8)	۲۵۸۹	۰/۴۵۰	۰/۳۵۴	۰/۰۹۶
آبیاری پس از ۹۰ درصد تخلیه رطوبت خاک در مرحله تشکیل بذر (T9)	۲۵۸۹	۰/۳۶۰	۰/۲۸۴	۰/۰۸۶



شکل ۱ درصد تغییرات (الف) عملکرد بذرخام (■)، بنر قابل فروش (■) و بنر استاندارد قادر به جوانه زنی (□)، (ب) سه‌م بذور زیرسردند با قطر کمتر از ۳/۵ میلی‌متر (■)، استاندارد با قطر بین ۴/۵-۳/۵ میلی‌متر (■) و بالای غربال با قطر بیش از ۴/۵ میلی‌متر (□)، (ج) درصد بذور پوک (■) و میزان جوانه زنی (■) و (د) پارامترهای رشد دانه شامل سرعت رشد دانه (■)، طول دوره مؤثر پرشدن دانه (■) و حداکثر وزن دانه (□) در مقایسه با تیمار شاهد.



شکل ۲ روند رشد دانه در سطوح مختلف تخلیه رطوبت خاک در مراحل (الف) ساقه‌روی، (ب) اوایل گلدهی، (ج) اوج گلدهی و (د) تشکیل دانه درمقایسه با تیمار شاهد

References:

منابع مورد استفاه

- حکمت‌شعار، ح. ۱۳۷۲. فیزیولوژی گیاهان در شرایط دشوار (ترجمه). تبریز.
- جعفری، ع. م. و غ. م. سلطانی. ۱۳۷۸. افزایش بهره‌وری آب در کشاورزی. مقالات منتخب بهره‌وری کشاورزی. مؤسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی.
- صادق‌زاده‌حمایتی، س. ۱۳۸۰. گزارش پژوهشی "کالیبراسیون نرم‌افزار CROPWAT جهت تعیین نیاز آبی چغندر قند در ایران". ایستگاه تحقیقات کشاورزی اردبیل.
- ناخدا، ب. ۱۳۷۵. بررسی اثرات تنش کم‌آبی و برش بر شاخص‌های رشد و عملکرد کمی و کیفی ارزن علوفه‌ای نوتریفید. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد زراعت. دانشگاه تربیت مدرس.

هاشمی دزفولی، س.ا. و ح. مرعشی. ۱۳۷۴. تغییر میزان مواد فتوسنتزی در زمان گلدهی و تأثیر آن بر روی رشد دانه، عملکرد و اجزاء عملکرد دانه گندم. مجله فنون و صنایع کشاورزی. جلد ۹. شماره ۲.

Cho DS, Jong SK, Park YK and SY Son (1987) Studies on the duration and rate of grain filling in rice (*Oryza sativa* L.).I. Varietal differences and effects of nitrogen. Korean Journal of Crop Science, 32: 103-111.

Csapody G (1980) Influence of irrigation on sugar beet quality. Wissenschaftliche Beitrage Martin Luther Universitate Halle Wittenberg, 2: 552-555.

Ekanayake IJ, Steponkus PL and Dedatta SK (1990) Sensivity of pollination to water deficits at anthesis in uplands rice. Crop Science, 30: 310-315.

Gizbulin NG (1984) Effect of ecological conditions of seed production on yield and quality of monogerm sugar beet seeds. Wissenschaftliche Beitrage Martin Luther Universitat Halle Wittenberg, 55: 528-536.

Longden PC and Johnson MG (1975) Irrigation of the sugar beet seed crop in England. Experimental Husbandry, 29: 97-101.

Ney B, Duthion C and Turc O (1994) Phenological response of pea to water stress during reproductive development. Crop Science, 34: 141-146.

Podlaski J (1990) Effect of agrotechnical factors on quantitative and qualitative trials of seedling and on yield of seed-bearing sugar beet plants.IV. Residual effect on seed yield and quality. Roczniki Nauk Rolniczych Seria A Produkcja Raslinna.

Pulkrabek J, Kralova L and Kral J (1987) Effect of weather on the output and quality of sugar beet seed. Rostlinna Vyroba, 33(2): 185-194.

Slavov K (1984) Effect of fertilizer application to sugar beet grown for seed production on seed quality. Pochvoznanie Agrokhi, 9(1): 45-53.

- Soltani A, Khoie FR, Ghassemi-golezani K and Moghaddam M (2001) A simulation study of chickpea crop response to limited irrigation in a semiarid environment. *Agricultural Water Management*, 49: 225-237.
- Snyder FW (1971) Relation of sugar beet germination to maturity and fruit moisture at harvest. *Journal of American Society of Sugar Beet Technologists*. 16: 7, 540-551.
- Sroller J (1984) Study on the ripening of seed crops of sugar beet (*Beta vulgaris* subsp. *Altissima* var. *Sacharifera*). *Rostlinna Vyroba*, 30(2): 1225-1230.