تأثیر تخلیهٔ رطوبت‌خاک در مراحل مختلف رشد بوته‌های بذری چغندرقند 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[*1]، محمدعلی چگینی[2] و محمدرضا اوراضی‌زاده[1]

تاریخ دریافت: ۸۴/۶/۱۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۴/۷/۳

س. صادق‌زاده‌حمایتی، م. ع. چگینی و م. ر. اوراضی‌زاده. ۱۳۸٦. تأثیر تخلیهٔ رطوبت‌خاک در مراحل مختلف رشد بوته‌های بذری چغندرقند روی روند رشد دانه، عملکرد و کیفیت بذر. **چغندرقند ۲۳(۱): ۲۷-۱۳**

چکیده

به‌منظور تعیین اثر تخلیهٔ رطوبت‌خاک در مراحل مختلف رشد بوته‌های بذری چغندرقند روی نحوهٔرشد بذر منوژرم آزمایشی با نه تیمار و سه‌تکرار، شامل شاهد(آبیاری پس‌از ۵۰درصد تخلیهٔ رطوبت‌خاک)، آبیاری پس‌از ۷۰ و ۹۰درصد تخلیهٔ رطوبت‌خاک در مراحل ساقه‌روی، اوایل گلدهی، اوج گلدهی و رشدبذر، در قالب طرح بلوک‌های‌کامل تصادفی طی سال‌های ۸۲-۱۳۸۱ در ایستگاه تحقیقات‌کشاورزی اردبیل در آلاروق به‌مورد اجرا گذاشته شد. در مجموع، اعمال تیمارهای آبیاری پس‌از ۷۰ و ۹۰درصد تخلیه رطوبت خاک درمقایسه با تیمار شاهد (مصرف ۳۱٦۷ مترمکعب آب درهکتار) به‌ترتیب موجب ۱/۸ و ۱۸/۳درصد صرفه‌جویی در مصرف آب شد. نتایج آزمایش نشان‌داد که تخلیهٔرطوبت در مراحل مختلف رشد درمقایسه با تیمار شاهد تأثیر معنی‌داری روی عملکرد بذر خام، بذر قابل‌فروش و استاندارد قادربه جوانه‌زنی نداشت. با وجود این، بیشترین کارآیی مصرف آب با حذف یک نوبت آبیاری (در سطوح تخلیه ۹۰درصد رطوبت) به‌ویژه در مرحلهٔ اوج گلدهی به‌دست آمد که برمبنای عملکرد بذر خام(۱۱٦٦ کیلوگرم درهکتار)، قابل‌فروش (۹۱۷ کیلوگرم درهکتار) و استاندارد قادربه جوانه‌زنی (۲۵۰ کیلوگرم درهکتار) به‌ترتیب معادل ۰/٤۵۰، ۰/۳۵٤ و ۰/۰۹٦ کیلوگرم بذر چغندرقند به‌ازای هر مترمکعب آب مصرفی شد. تخلیهٔ ۹۰درصد رطوبت قابل‌دسترس خاک در اوایل مرحلهٔ گلدهی و اوج گلدهی موجب شد تا میزان‌پوکی بذر از ۷/۵۵درصد به‌ترتیب به ۹/۳۵ و ۹/۳٤درصد افزایش یابد. بیشترین میزان جوانه‌زنی نیز در تیمار شاهد (۸۲/۷۳درصد) و آبیاری پس‌از تخلیه ۹۰درصد رطوبت قابل‌دسترس خاک در اوایل‌گلدهی (۸۱/۸۸درصد) به‌دست آمد و اعمال تنش در سایر مراحل رشد با کاهش آن همراه‌شد. ازسوی دیگر، اعمال تنش در مرحلهٔ اوج گلدهی موجب افزایش سرعت رشددانه تا ۰/۰۵۳٤ میلی‌گرم در روز و آبیاری پس‌از تخلیهٔ ۷۰درصد رطوبت خاک در اوایل مرحلهٔ گلدهی، بیشترین دورهٔ مؤثر پرشدن دانه (۳۸/۷۳ روز) را به‌خود اختصاص داد. بیشترین وزن دانه حدود ۳۵روز پس از ۵۰درصد گلدهی (۱/۹۷۱ میلی‌گرم) به تیمار آبیاری پس‌از ۷۰درصد تخلیهٔ 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، چغندرقند، روند رشد دانه، گلدهی، مراحل‌رشد

۱- مربی پژوهش مؤسسه تحقیقات چغندرقند

۲- استادیار مؤسسه تحقیقات چغندرقند

*- نویسنده مسئول

s_s_hemayati@yahoo.com

مقدمه

در کشاورزی مدرن امروزی شناخت عوامل مؤثر بر رشد و عملکرد گیاهان‌زراعی، 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 دورهٔرشد گیاهان، ازجمله مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار محسوب می‌شود که تولید محصولات کشاورزی را به انحای‌مختلف با مشکل مواجه می‌سازد. ازسوی دیگر، با توجه به این که ایران در ناحیهٔ خشک و نیمه‌خشک جهان واقع شده است، محدودیت منابع‌آبی کشور ازجمله عمده‌ترین عوامل محدودکنندهٔ توسعه کشاورزی در آینده می‌باشد؛ که با افزایش تقاضای آب برای بخش‌های شهری و صنعتی، بخش کشاورزی بیش‌از پیش در مضیقه و تنگنا قرار خواهدگرفت (جعفری و سلطانی ۱۳۷۸). به‌طور کلی "خشکی" عبارت است از عدم بارندگی طی یک دورهٔ معین، به‌نحوی که این دوره به‌اندازه‌ای طولانی باشد که موجب تخلیهٔ رطوبت خاک شده و به گیاه خسارت وارد سازد. درصورتی که کمبود باران باعث تنش کمبود آب شود واژه تنش خشکی بکار برده می‌شود (ناخدا ۱۳۷۵). میزان خسارت تنش‌خشکی تحت‌تأثیر مدت و شدت تنش، شرایط‌محیطی و میزان حساسیت ژنوتیپ قرار دارد (حکمت‌شعار ۱۳۷۲؛ Ekanayake et al. 1990؛ Soltani et al. 2001).

ساپودی(Csapody 1980) نشان‌داد که در مناطقی با بارندگی ناکافی، آبیاری بوته‌های بذری چغندرقند، قبل و در حین گلدهی، موجب طولانی شدن دورهٔرشد و به‌تأخیر افتادن تاریخ برداشت تا چهار روز می‌شود. پولکرابک و همکاران .Pulkrabek et al) (1987 نیز نشان‌دادند که وقوع بارندگی بلافاصله پس ازکاشت، به‌نحو قابل‌توجهی موجب افزایش عملکرد بذر چغندرقند می‌شود، امّا بارندگی‌های بعدی به‌استثنای مواردی که میانگین دمای هوا بالا بود، تأثیر چندانی روی عملکرد بذر چغندرقند به‌همراه نداشت. لانگدن و جانسون (Longden and Johnson 1975) با بررسی تأثیر کاربرد آب به‌میزان ۲۹۷۰ مترمکعب درهکتار طی مرحلهٔ گلدهی (ژوئیه) و رشد دانه (اوت) در انگلستان، نشان دادند که انجام آبیاری و افزایش مقدار آب مصرف‌شده به بیش از ۱۵۰۰ مترمکعب درهکتار تأثیر معنی‌داری روی عملکردبذر، قوهٔنامیه و درصد بذر منوژرم چغندرقند نداشت. پودلاسکی (Podlaski 1990) نیز طی سه سال مطالعه نشان‌داد که عامل اصلی تعیین‌کنندهٔ عملکرد بذر چغندرقند، شرایط محیطی (به‌ویژه میزان بارندگی) بلافاصله پس‌از کاشت است، به‌نحوی که عملکرد بذر در سال مرطوب ۱/۸۸ تن درهکتار بوده که در سال‌هایی با میزان بارش کمتر به ۱/۱۵–۱/۰۵ تن درهکتار کاهش یافت.

در رابطه با تأثیر تنش‌خشکی روی خصوصیات‌کیفی بذر چغندرقند نیز نشان داده شده‌است که سهم بذور پوک، در تیمارهای بدون آبیاری حدود دو برابر کرت‌های آبیاری‌شده است. از سوی‌دیگر، انجام

آبیاری، میزان جوانه‌زنی بذر چغندرقند را از ۶۰-۴۰درصد به ۷۰-۶۷درصد و وزن هزاردانه را از ۱۷/۲-۱۲/۰ به ۲۴/۸-۲۲/۹گرم افزایش‌داد(ساپودی ۱۹۸۰). گیزبولین(Gizbulin 1984) گزارش داد در مناطقی که دورهٔ رشدرویشی بوته‌های بذری چغندرقند با تنش‌خشکی روبرو می‌شود، این دوره کوتاه می‌شود و بنابراین برگها خصوصیات خشکی‌پسندی به‌خود می‌گیرند. در چنین مناطقی از کیفیت دانه‌های گرده کاسته شد و جنین‌زایی با اختلال مواجه شد، امّا میزان جوانه‌زنی بذور حاصل تفاوتی با بذور تولیدشده در شرایط بدون تنش نداشت. در این مطالعه، وقوع تنش خشکی تأثیر معنی‌داری روی عملکرد بذر چغندرقند باقی نگذاشت. انجام آبیاری، ظرفیت جوانه‌زنی بذور چغندرقند را در شرایط آزمایشگاه و مزرعه به‌ترتیب ۱۸ و ۱۲درصد افزایش داد (Slavov 1984). اسرولر(Sroller 1984) نیز مشاهده کرد که میزان جوانه‌زنی بذور چغندرقند طی دورهٔ رسیدن بذر، باتوجه به شرایط‌محیطی ابتدا افزایش و سپس به‌واسطهٔ رشد بیشتر پوستهٔ‌بذر، کاهش می‌یابد.

وزن دانه یکی از اساسی‌ترین مؤلفه‌های عملکرد به‌شمار می‌رود. این متغیر در مراحل اولیهٔ‌رشد به میزان مواد ساخته‌شده فتوسنتزی موجود و ازسوی دیگر، ظرفیت دانه‌ها جهت ذخیره‌سازی چنین موادی بستگی دارد. رشد دانه را می‌توان به دو مؤلفهٔ سرعت رشد (میلی‌گرم در روز) و طول دورهٔ مؤثر پرشدن دانه (روز) تجزیه کرد که در آن دورهٔ مؤثر پرشدن دانه به تعداد روزهایی اطلاق می‌شود که دانه به وزن‌خشک نهایی خود رسیده‌باشد (هاشمی‌دزفولی و مرعشی ۱۳۷۴).

منطقهٔ اردبیل محل تولید بذر چغندرقند در ایران است و بخش عمده‌ای از بذر تجارتی موردنیاز کارخانه‌های قند کشور در این منطقه تولید می‌شود. با توجه به رقابت این گیاه با گیاهان‌زراعی دیگر همچون گندم و سیب‌زمینی در تخصیص منابع محدود آب، احتمال وقوع تنش‌خشکی در مراحل مختلف رشد بوته‌های بذری چغندرقند وجود دارد. ازسوی دیگر، آبیاری به‌موقع و به‌مقدار لازم از عوامل مؤثر در افزایش کمی و کیفی بذر چغندرقند محسوب می‌شود. بر همین مبنا، این تحقیق با هدف بررسی نحوهٔ تأثیر تخلیه رطوبت خاک در مراحل مختلف رشد چغندربذری روی روندرشد دانه و صفات کمی و کیفی بذر چغندرقند اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این طرح در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اردبیل در آلاروق در ۴۸درجه و ۱۸دقیقهٔ طول‌شرقی و ۳۸درجه و ۵۴دقیقهٔ عرض شمالی در کیلومتر ۱۰ جاده اردبیل ـ 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 موردآزمایش در پائیز ۱۳۸۰ شخم عمیق شده و معادل ۲۵۰کیلوگرم کود فسفات آمونیوم درهکتار، به‌صورت دستی کودپاشی و با

خاک مخلوط شد و سپس، خطوط‌کاشت با فاصلهٔ ۶۵سانتی‌متر ایجاد شد. نتایج تجزیهٔ برخی صفات فیزیکی‌شیمیایی خاک مزرعه در جدول ۲ ارائه شده است. کاشت در نیمه فروردین به‌صورت 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 فاصلهٔ ۵۰سانتی‌متر در روی هر ردیف کشت شدند. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از: T_1، شاهد(آبیاری پس از ۵۰درصد تخلیهٔ رطوبت‌خاک)؛ T_2، T_3، T_4 و T_5 آبیاری پس از ۷۰درصد تخلیهٔ رطوبت در عمق توسعهٔ‌ریشه به‌ترتیب در مراحل ساقه‌روی، اوایل گلدهی، اوج گلدهی و رشد دانه و T_6، T_7، T_8 و T_9 آبیاری پس از ۹۰درصد تخلیهٔ رطوبت عمق توسعهٔ‌ریشه به‌ترتیب در مراحل ساقه‌روی، اوایل گلدهی، اوج گلدهی و رشد دانه. در هریک از تیمارهای T_2 تا T_9، آبیاری قبل و پس از فرارسیدن مراحل فنولوژیکی موردنظر، براساس تخلیهٔ ۵۰درصد رطوبت قابل دسترس خاک در عمق توسعهٔ‌ریشه انجام گرفت. برنامه زمانی و میزان آب آبیاری در طول دورهٔ‌رشد بوته‌های بذری چغندرقند در جدول ۳ نشان داده شده است.

رقم موردکاشت، هیبرید منوژرم شیرین بود که با نسبت سه(والد نرعقیم): دو(والد گرده‌افشان) در هر کرت کشت‌شد. جهت کاهش واریانس و افزایش میزان‌دقت، در مرحلهٔ ساقه‌روی، ۳۰ درصد از بوته‌هایی که زودتر و دیرتر از دیگر بوته‌ها، به ساقه رفته بودند، از ارتفاع ۱۰سانتی‌متری ساقه قطع و ۷۰درصد بوته‌ها(۳۴ بوته در هرکرت) 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 به‌ترتیب معادل ۳۲/۴ و ۱۶/۴درصد وزنی بود. لذا با کاهش رطوبت محتوی‌خاک به ۲۴/۴، ۲۱/۲ و ۱۸/۰ درصد، میزان تخلیه رطوبت خاک به‌ترتیب معادل ۵۰، ۷۰ و ۹۰ درصد رطوبت قابل دسترس خاک درنظر گرفته شد (صادق‌زاده حمایتی ۱۳۸۰).

پس از فرارسیدن موعد آبیاری در هریک از تیمارهای موردآزمایش، نمونه‌برداری از عمق‌خاک و تعیین مقدار رطوبت وزنی موجود درخاک، مقدار آب موردنیاز بر اساس رابطهٔ ۱ برآورد شد و سپس با استفاده از یک‌دستگاه تانکر مجهز به کنتور دو اینچ، مقدار آب محاسبه شده به‌طور یکنواخت وارد کرت آزمایشی شد.

$$I_s = \frac{(FC - AW).B_d.D}{100} \qquad (۱)$$

که درآن، I_s، مقدار آب موردنیاز (سانتی‌متر) برای حصول ظرفیت زراعی؛ FC، ظرفیت زراعی خاک

(۳۲/۴درصد) ؛ B_d، وزن مخصوص ظاهری خاک (۱/۴۱۶ گرم بر سانتی‌متر مکعب)؛ AW؛درصد رطوبت وزنی خاک قبل از آبیاری و D، عمق توسعۀریشه برحسب سانتی‌متر بود که مقدار آن قبلاً بر اساس منحنی روند تغییرات عمق توسعه ریشه در طول دورۀرشد تعیین شده بود (صادق‌زاده حمایتی ۱۳۸۰).

در تیمار شاهد (T_1) و آبیاری پس از ۷۰درصد تخلیۀ رطوبت خاک (T_2 تا T_5) پنج بار و در تیمارهای آبیاری پس از ۹۰درصد 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 اولیۀ رشد (جدول ۱)، مقدار آب مصرف‌شده در تیمار شاهد در سال ۱۳۸۱ (۳۳۲۴ مترمکعب درهکتار) حدود ۹/۵درصد بیش از سال ۱۳۸۲ (۲۹۹۸ مترمکعب درهکتار)، در تیمارهای آبیاری پس از ۷۰درصد تخلیۀ رطوبت خاک (T_2 تا T_5) در سال ۱۳۸۱ (۳۲۸۵ مترمکعب درهکتار) حدود ۱۰/۷درصد بیش از سال ۱۳۸۲ (۲۹۳۳ مترمکعب درهکتار) و در تیمارهای آبیاری پس از ۹۰درصد تخلیۀ رطوبت خاک (T_6 تا T_9) نیز طی سال ۱۳۸۱ (۲۹۹۸ مترمکعب درهکتار) معادل ۲۷/۳درصد آب بیشتری درمقایسه با سال ۱۳۸۲ (۲۱۸۰ مترمکعب درهکتار) مصرف شد (جدول ۳). از نقطه‌نظر میزان آب دریافتی در سطوح موردمطالعۀ تخلیۀ رطوبت خاک، تیمارهای ۷۰ و ۹۰درصد تخلیه درمقایسه با تیمار شاهد به‌ترتیب ۱/۸ و ۱۸/۳درصد آب کمتری دریافت کردند (جدول ۳).

پس از آغازگلدهی، تعداد ۱۰بوته از هر کرت به‌طور تصادفی با اتیکت‌گذاری مشخص شد و نمونه‌های بذر در هربار نمونه‌برداری از افق‌های پایین، وسط و بالای این بوته‌ها انتخاب شد. جهت آنالیز رشد دانه از قسمت‌های مختلف شاخۀ گلدهنده تعدادی بذر درحال رشد برداشت و بلافاصله در آزمایشگاه تعداد ۱۵۰بذر شمارش و وزن تر آن‌ها مشخص شد. سپس با قرار دادن نمونه‌ها در آون ۵ ± ۷۵درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۴ساعت، وزن خشک آنها نیز مشخص شد. نمونه‌برداری از روند رشدبذر در شش مرحله با فواصل یک‌هفته از زمان ۵۰درصد گلدهی انجام گرفت. جهت محاسبۀ طول دورۀ مؤثر پرشدن دانه و سرعت پرشدن دانه از رابطۀ ۲ استفاده شد(هاشمی‌دزفولی و مرعشی ۱۳۷۴):

$$Y = b.EFP \qquad (۲)$$

که در آن Y، وزن‌دانه(میلی‌گرم)؛ EFP، دورۀ مؤثر پرشدن دانه(روز) و b، سرعت پرشدن دانه (میلی‌گرم در روز) است. در رابطۀ فوق مقدار b از رابطۀ ۳ محاسبه‌شد:

$$b = \frac{\sum xy - \frac{(\sum x).(\sum y)}{n}}{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}} \qquad (۳)$$

که در آن x، روزهای نمونه‌برداری، y، وزن تک‌دانه (میلی‌گرم) و n تعداد نمونه‌برداری را نشان می‌دهد.

در پایان دورۀرشد، بوته‌های موجود در هر کرت شمارش و به‌طریق دستی برداشت و جهت خشک

شدن کامل به‌مدت یک هفته در هوای آزاد قرارگرفت. بذرحاصل، جهت تفکیک اجزای تشکیل‌دهنده شامل بذرپوک، بذر زیرسرند(با قطر کمتر از ۳/۵میلی‌متر)، بذر بالای سرند(با قطر بالای ۴/۵میلی‌متر)، موادخارجی و بذر استاندارد(با قطر ۴/۵– ۳/۵میلی‌متر) و هم‌چنین قوه‌نامیه به آزمایشگاه انتقال یافت.

نتایج و بحث

الف ـ عملکرد بذر

نتایج آزمایش نشان داد که اعمال تنش رطوبتی در مراحل مختلف رشدبوته به‌میزان ۷۰ و ۹۰درصد تخلیهٔ رطوبت خاک تأثیر معنی‌داری روی عملکرد بذرخام، قابل‌فروش و استاندارد قادر به جوانه‌زنی نداشت (جدول ۴). به‌عبارت دیگر، جلوگیری از تخلیهٔ رطوبت قابل‌دسترس خاک در عمق توسعهٔ ریشه و آبیاری مزرعه پس از ۵۰درصد تخلیه، از یک‌سو افزایش مصرف آب تا ۱۸/۳درصد شد (جدول ۳) و ازسوی دیگر، از نظر صفات مذکور تفاوت معنی‌داری با تخلیهٔ رطوبت‌خاک تا ۹۰درصد آب قابل‌دسترس نداشت. پولکرابک و همکاران (۱۹۸۷) نیز نشان دادند که تنها بارندگی بلافاصله پس‌از کاشت، به‌نحو قابل‌توجهی موجب افزایش عملکرد بذر چغندرقند می‌شود و بارندگی‌های بعدی که در طول دورهٔرشد روی می‌دهد تنها درصورتی روی عملکرد بذر تأثیر می‌گذارند که دمای‌هوا بالا باشد. البته بنا به تعریف ارائه‌شده از تنش خشکی (ناخدا ۱۳۷۵) نتایج این آزمایش نشان‌داد که حتی آبیاری پس از ۹۰درصد تخلیهٔ رطوبت قابل‌دسترس خاک در مراحل مختلف رشد بوته‌های بذری چغندرقند نتوانسته است شرایط تنش را برای این گیاه فراهم سازد و باتوجه به طبیعت رشد زایشی نامحدود چغندرقند، پس از آبیاری این امکان برای گیاه وجود داشته است که با تداوم دورهٔرشد، دورهٔ کم‌آبی را جبران نماید. لانگدن و جانسون (۱۹۷۵) نیز با مقایسه مصرف ۱۵۰۰ مترمکعب آب درهکتار با کاربرد ۱۴۷۰مترمکعب آب بیشتر طی دو مرحلهٔ گلدهی (ژوئیه) و رشد دانه (اوت) در انگلستان، نشان دادند که انجام آبیاری و افزایش مقدار آب مصرف‌شده تأثیر معنی‌داری روی عملکردبذر، قوهٔنامیه و درصد بذر منوژرم چغندرقند نداشت. پودلاسکی (۱۹۹۰) نیز طی سه سال مطالعه نشان‌داد که عامل اصلی تعیین‌کنندهٔ عملکرد بذر چغندرقند، شرایط محیطی (به‌ویژه میزان بارندگی) بلافاصله پس‌از کاشت است. به‌هرحال در مطالعهٔ حاضر، بیشترین عملکرد بذرخام (۱۱۶۶/۶۱ کیلوگرم درهکتار) و قابل‌فروش (۹۱۶/۹۴ کیلوگرم درهکتار) با آبیاری پس‌از ۹۰درصد تخلیهٔ رطوبت خاک در مرحلهٔ اوج‌گلدهی بدست آمد که به‌ترتیب ۲۶/۲ و ۲۰/۵درصد بیش از تیمار شاهد بود. بیشترین عملکرد بذر استاندارد قادربه جوانه‌زنی (۲۹۲/۴۰ کیلوگرم درهکتار) نیز با آبیاری پس از ۷۰درصد تخلیه رطوبت خاک در مرحلهٔ رشد دانه با ۱۰/۲درصد عملکرد افزوده درمقایسه با تیمار شاهد بدست آمد (جدول ۵ و شکل ۱الف).

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

حذف شده و علاوه‌بر ۱۸/۳درصد صرفه‌جویی در مصرف آب، کارآیی مصرف آب آبیاری را که در تیمار شاهد برمبنای عملکرد بذرخام، قابل‌فروش و استاندارد قادربه جوانه‌زنی به‌ترتیب معادل ۰/۲۹۲، ۰/۲۴۰ و ۰/۰۷۶ بود به‌ترتیب به ۰/۴۵۰، ۰/۳۵۴ و ۰/۰۹۶ کیلوگرم بذر چغندرقند به‌ازای هر مترمکعب آب مصرفی افزایش داد (جدول ۶).

ب ـ اجزای‌کمی و خصوصیات کیفی بذر

عامل سال روی میزان‌پوکی بذر در سطح‌احتمال یک درصد تأثیر معنی‌داری داشت، به‌نحوی 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) به‌طور معنی‌دار کمتر از سال ۱۳۸۲ (۸۴/۸۸ درصد) بود (جدول ۵).

تیمارهای آبیاری روی میزان‌پوکی بذر تأثیر معنی‌داری نداشتند (جدول ۴). سهم بذور استاندارد از مجموع تودهٔ‌بذر تولیدشده با آبیاری پس‌از تخلیهٔ ۹۰درصد رطوبت قابل‌دسترس طی دورهٔ رشد دانه از ۳۰/۳۷درصد در تیمار شاهد به ۳۵/۳۷درصد افزایش یافت، با وجود این، این افزایش معنی‌دار نبود. درحالی که اعمال تنش در تیمارهای T_7 (۲۳/۲۸درصد)، T_3 (۲۶/۱۴درصد)، T_8 (۲۸/۵۳درصد) و T_6 (۲۸/۶۱درصد) با کاهش سهم بذور استاندارد همراه‌شد (جدول ۵ و شکل ۱ب). بذور بالای غربال نیز با آبیاری پس از ۷۰درصد تخلیه رطوبت قابل‌دسترس خاک در اوایل مرحلهٔ‌گلدهی (۵۵/۹۹درصد) بالاترین مقدار را درمقایسه با تیمار شاهد (۵۰/۹۲درصد) و سایر تیمارهای موردآزمایش داشت (جدول ۵ و شکل ۱ب). بنابراین، اعمال تنش در طول دورهٔ رشددانه 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 نبودتد (جدول ۴).

چنانکه انتظار می‌رفت، تخلیهٔ ۹۰درصد رطوبت قابل‌دسترس خاک در اوایل مرحلهٔ گلدهی (T_7) و اوج گلدهی (T_8)، موجب شد تا میزان‌پوکی بذر افزایش یابد و درمقایسه با شاهد (۷/۵۵درصد) به‌ترتیب به ۹/۳۵ و ۹/۳۴درصد افزوده شود (شکل ۱ج). در این‌میان، آبیاری پس‌از تخلیهٔ ۷۰درصد رطوبت خاک طی مراحل ساقه‌روی(T_2) و اوایل (T_3) و اوج گلدهی (T_4)، میزان‌پوکی بذر را تا ۶/۶۵–۶/۴۸درصد کاهش داد (جدول ۵ و شکل ۱ج)؛ با وجود این، اختلافات مذکور معنی‌دار نبودند. ساپودی (۱۹۸۰) نشان داد که عدم آبیاری بوته‌های بذری چغندرقند، میزان پوکی بذر را تا دوبرابر افزایش می‌دهد.

بیشترین میزان جوانه‌زنی در تیمار شاهد (۸۲/۷۳درصد) و آبیاری پس‌از تخلیه ۹۰درصد رطوبت قابل‌دسترس خاک در اوایل‌گلدهی (۸۱/۸۸درصد) بدست آمد (جدول ۵) و اعمال تنش در سایر مراحل رشد بوته‌های بذری چغندرقند با کاهش میزان جوانه‌زنی بذور حاصل همراه‌شد. بیشترین کاهش نیز با آبیاری پس‌از تخلیهٔ ۹۰درصد رطوبت قابل‌دسترس خاک طی دورهٔ رشددانه (۶۷/۳۱درصد) حاصل شد که حدود ۱۵/۴۲درصد کمتر از تیمار شاهد بود (شکل 1c).

پژوهشگران دیگر نیز عمدتاً روی افزایش میزان جوانه‌زنی بذر چغندرقند همراه‌با افزایش آب‌مصرفی تأکید دارند (ساپودی ۱۹۸۰ اسلاوو ۱۹۸۴). البته، گیزبولین (۱۹۸۴) گزارش داده‌است که وقوع تنش‌خشکی طی دورهٔ رشدرویشی بوته‌های بذری چغندرقند گرچه به‌واسطهٔ کاهش کیفیت دانه‌های گرده منجربه اختلال در جنین‌زایی می‌شود، اما این موضوع میزان جوانه‌زنی بذور حاصل را متأثر نمی‌سازد.

ج ـ 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 رابطهٔ منفی بین سرعت و دورهٔ مؤثر پرشدن دانه در مطالعه روی گیاهان دیگر به‌اثبات رسیده است (Cho et al. 1987).

تیمارهای موردمطالعه تخلیهٔ رطوبت‌خاک در بین مؤلفه‌های رشد دانه در سطح‌احتمال یک‌درصد روی وزن تک‌دانه تأثیر معنی‌داری گذاشتند (جدول ۴). اعمال تنش در مرحلهٔ اوج گلدهی موجب شد تا سرعت رشددانه با ۵/۳درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد به ۰/۵۳۴ میلی‌گرم در روز افزایش یافته و کمترین سرعت رشددانه به آبیاری پس‌از ۷۰ و ۹۰درصد تخلیهٔ رطوبت‌خاک به‌ترتیب در مراحل ساقه‌روی (۰/۴۶۶ میلی‌گرم در روز) و اوایل گلدهی (۰/۴۶۴ میلی‌گرم در روز) تعلق یابد (جدول ۵ و شکل ۱د). بنابراین، اعمال تنش در اوایل مرحلهٔ گلدهی می‌تواند به افزایش معنی‌دار سرعت پرشدن دانه در چغندرقند منجر شود (ساپودی ۱۹۸۰). برهمین اساس و باتوجه به وجود ارتباط معکوس بین سرعت پرشدن دانه و طول دورهٔ مؤثر پرشدن آن(Cho et al. 1987)، آبیاری پس‌از تخلیهٔ ۷۰درصد رطوبت خاک در اوایل مرحلهٔ گلدهی، بیشترین دورهٔ مؤثر پرشدن دانه را به‌خود اختصاص داد (۳۸/۷۳ روز) که حدود ۳/۶۹ روز بیش از تیمار شاهد بود (جدول ۵ و شکل ۱د). ساپودی (۱۹۸۰) نیز نشان داده‌است که آبیاری بوته‌های بذری چغندرقند قبل و درحین گلدهی موجب به‌تأخیر افتادن زمان‌برداشت تا چهار روز می‌شود.

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

وزن دانه تابعی از سرعت و دورهٔ 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 معنی‌دار شد (جدول ۴). به‌عبارت دیگر، اثر سطوح مختلف تخلیه رطوبت خاک روی متغیرهای رشد دانه در سال‌های مورد آزمایش از روند یکسانی برخوردار نشد. این موضوع نشان می‌دهد، علاوه‌بر شرایط رطوبتی خاک سایر عوامل اقلیمی نیز نحوه رشد بذر چغندرقند را تحت کنترل دارند (Podlaski 1990). هم‌چنان که در شکل ۲ نیز دیده می‌شود در تیمار شاهد، بیشترین وزن‌دانه حدود ۳۵روز پس‌از ۵۰درصد گلدهی به دست آمده است. در مطالعهٔ اشنایدر (Snyder 1971) فاصلهٔ اولین گلدهی تا رسیدن فیزیولوژیک و تجارتی به‌ترتیب 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 وزن‌خشک دانه نیز با آبیاری پس‌از تخلیهٔ ۷۰درصد رطوبت خاک در اوایل گلدهی (شکل ۲ب) و طی دورهٔ تشکیل بذر (شکل ۲د) مشاهده شد. از دیگر نتایج این مطالعه می‌توان به تأثیر قطعی‌تر اعمال تنش‌رطوبتی در مراحل ساقه‌روی و اوایل گلدهی درمقایسه با مراحل پیشرفته رشدزایشی در کاهش وزن‌خشک دانه اشاره کرد (شکل ۲).

به‌طور کلی، با توجه به عدم تأثیر معنی‌دار سطوح موردمطالعه تخلیه رطوبت خاک روی عملکرد بذر چغندرقند و تأثیر مثبت حذف یک مرحله آبیاری در افزایش کارآیی مصرف آب آبیاری، به‌نظر می‌رسد در منطقه اردبیل آبیاری مزارع چغندربذری پس از تخلیه ۹۰درصد رطوبت قابل‌دسترس در منطقه ریشه قابل‌توصیه باشد.

جدول ۱ خلاصه آمار هواشناسی در سال‌های ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲ و میانگین بلندمدت[1] ایستگاه هواشناسی، اردبیل

سال	ماه	دما (سانتی‌گراد)					تعداد روزهای یخبندان	میزان بارش (میلی‌متر)	
		میانگین			مطلق				
		حداکثر	حداقل	روزانه	حداکثر	حداقل		مجموع	حداکثر 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	۸/۷	۲۶/۵
	شهریور	۲۲/۷	۸/۶	۱۵/۵	۳۶/۰	-۴/۴	۴	۱۲/۲	۴۱/۵

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

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

عمق‌خاک (سانتی‌متر)	بافت‌خاک	واکنش خاک	هدایت‌الکتریکی (ds/m)	کربن آلی (درصد)	فسفر قابل‌دسترس (ppm)	پتاسیم قابل‌دسترس (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 موردآزمایش در سال ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲

تیمار	تعداد آبیاری		مقدار آب‌مصرفی (میلی‌متر درهکتار)		میزان بارندگی (میلی‌متر)		مجموع آب دریافتی (میلی‌متر درهکتار)		میانگین (میلی‌متر درهکتار)
	۱۳۸۱	۱۳۸۲	۱۳۸۱	۱۳۸۲	۱۳۸۱	۱۳۸۲	۱۳۸۱	۱۳۸۲	
آبیاری پس از ۵۰درصد تخلیه رطوبت خاک (شاهد)	۵	۵	۱۷۶/۹	۱۴۶/۲	۱۵۵/۵	۱۵۴/۸	۳۳۲/۴	۳۰۱/۰	۳۱۶/۷
آبیاری پس از ۷۰درصد 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 ۷۰درصد تخلیه رطوبت خاک در اوایل گلدهی	۵	۵	۱۷۳/۰	۱۳۸/۵	۱۵۵/۵	۱۵۴/۸	۳۲۸/۵	۲۹۳/۳	
آبیاری پس از ۷۰درصد تخلیه رطوبت خاک در اوج گلدهی	۵	۵	۱۷۳/۰	۱۳۸/۵	۱۵۵/۵	۱۵۴/۸	۳۲۸/۵	۲۹۳/۳	
آبیاری پس از ۷۰درصد تخلیه رطوبت خاک در مرحله تشکیل بذر	۵	۵	۱۷۳/۰	۱۳۸/۵	۱۵۵/۵	۱۵۴/۸	۳۲۸/۵	۲۹۳/۳	
آبیاری پس از ۹۰درصد تخلیه رطوبت خاک در مرحله ساقه‌روی	۴	۵	۱۴۴/۳	۶۳/۲	۱۵۵/۵	۱۵۴/۸	۲۹۹/۸	۲۱۸/۰	۲۵۸/۹
آبیاری پس از ۹۰درصد تخلیه رطوبت خاک در اوایل گلدهی	۴	۴	۱۴۴/۳	۶۳/۲	۱۵۵/۵	۱۵۴/۸	۲۹۹/۸	۲۱۸/۰	
آبیاری پس از ۹۰درصد تخلیه رطوبت خاک در اوج گلدهی	۴	۴	۱۴۴/۳	۶۳/۲	۱۵۵/۵	۱۵۴/۸	۲۹۹/۸	۲۱۸/۰	
آبیاری پس از ۹۰درصد 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 ٤ 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 چغندرقند در سال‌های ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد بذر			میزان پوکی	نحوه توزیع اندازه بذر			میزان جوانه‌زنی	پارامترهای رشد دانه		
		خام	قابل‌فروش	استاندارد		زیرسرند	بذر استاندارد	بذر بالای غربال		سرعت رشد دانه	دوره مؤثر پرشدن دانه	وزن دانه
سال	۱	۴۴/۵۶۵ ns	۵۱/۲۰۲ ns	۹۷/۸۲۹ *	۵۰/۶۶۷ **	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	۵/۷۷۲ ns	۳۲/۴۴۲ **	۲۷/۷۴۹ ns	۹۶/۸۳۹ *	۵۷/۵۲۸ ns	۲۱۴۲/۹۰۷ *	۸/۱۲۸ **	۰/۰۰۸ ns
تیمار	۸	۸/۷۸۵ ns	۶/۳۶۲ ns	۳/۶۵۱ ns	۷/۷۷۵ ns	۸/۶۴۳ ns	۸۵/۸۲۲ ns	۱۱۷/۰۴۰ ns	۱۶۴/۴۷۲ ns	۳۴۸۲/۶۰۲ ns	۷/۳۱۹ ns	۰/۰۴۹ **
سال × تیمار	۸	۲۵/۹۲۹ ns	۳۳/۰۲۰ ns	۶/۹۶۵ ns	۶/۲۳۰ ns	۴۳/۲۴۲ **	۴۰/۹۵۳ *	۱۲۱/۱۹۹ **	۱۵۱/۷۳۷ **	۱۳۶۳/۵۱۹ *	۷/۲۳۰ **	۰/۰۱۳ ns
اشتباه	۳۲	۵۸/۰۰۲	۴۷/۴۴۷	۱۷/۵۷۱	۳/۵۹۸	۶/۷۶۹	۱۶/۲۴۶	۳۴/۴۵۰	۴۱/۵۶۱	۵۸۱/۱۱۶	۱/۹۳۲	۰/۰۰۸
ضریب تغییرات(درصد)		۰/۷۵	۰/۸۴	۱/۷۱	۲۴/۷۰	۲۱/۴۱	۱۳/۴۵	۱۱/۶۵	۸/۰۷	۴/۸۱	۳/۷۶	۴/۸۷

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

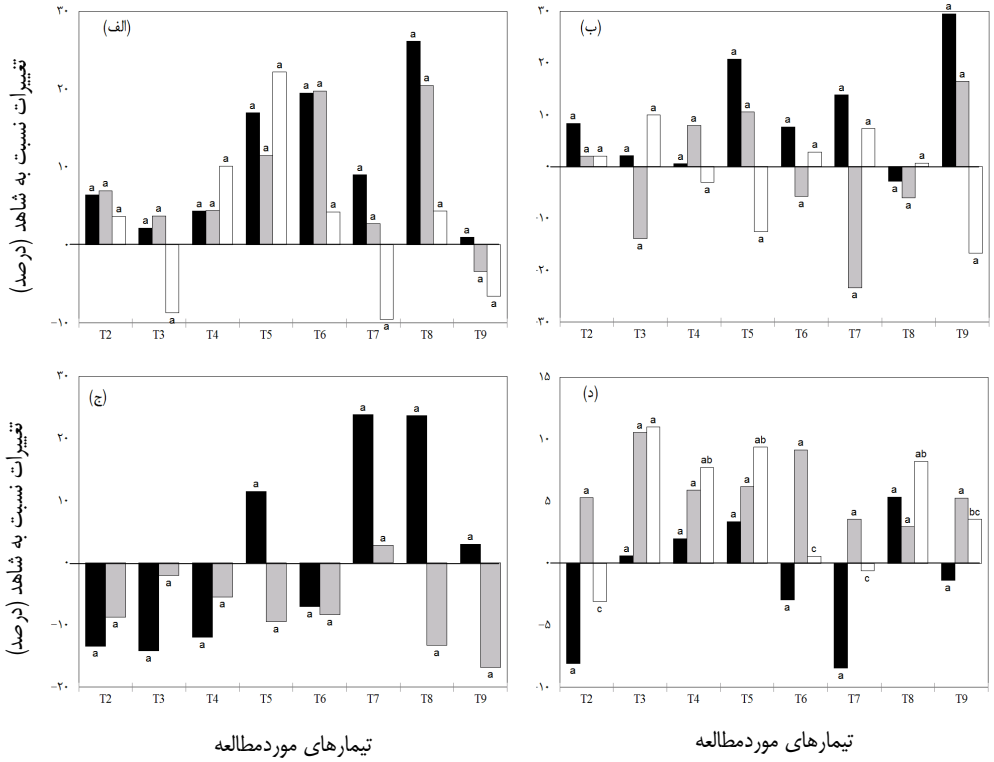
جدول ۵ مقایسه میانگین برخی صفات کمی و کیفی بذر و پارامترهای رشد دانه در سطوح موردآزمایش سال و تخلیه رطوبت خاک

سطوح موردآزمایش	عملکرد بذر(کیلوگرم درهکتار)			میزان پوکی (درصد)	نحوه توزیع اندازه بذر(درصد)			میزان جوانه‌زنی (درصد)	متغیرهای رشد دانه		
	خام	قابل‌فروش	استاندارد		زیرسرند	بذر استاندارد	بذر بالای غربال		سرعت رشد دانه (میلی‌گرم در روز)	دوره مؤثر پرشدن دانه (روز)	وزن دانه (میلی‌گرم)
سال											
۱۳۸۱	۹۲۳/۶۶ a	۷۳۵/۴۴ a	۱۹۴/۷۸ b	۸/۶۵ a	۱۲/۱۷ a	۲۸/۳۰ 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
تیمار											
آبیاری پس از ۵۰درصد تخلیه رطوبت خاک (شاهد)	۹۲۴/۷۴ a	۷۶۱/۰۵ a	۲۳۹/۲۸ a	۷/۵۵ a	۱۱/۱۶ a	۳۰/۳۷ a	۵۰/۹۲ a	۸۲/۷۳ a	۰/۵۰۷ a	۳۵/۰۴ a	۱۷/۷۶ c
آبیاری پس از ۷۰درصد 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 ۷۰درصد 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 ۷۰درصد 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 ۷۰درصد 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 ۹۰درصد 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 ۹۰درصد تخلیه رطوبت خاک در اوایل گلدهی	۱۰۰۸/۰۹ a	۷۸۱/۸۰ a	۲۱۶/۴۶ a	۹/۳۵ a	۱۲/۷۰ a	۲۳/۲۸ a	۵۴/۶۷ a	۸۱/۸۸ a	۰/۴۶۴ a	۳۶/۲۸ a	۱۷/۶۵ c
آبیاری پس از ۹۰درصد 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	۰/۵۳۴ a	۳۶/۰۷ a	۱۹/۲۲ ab
آبیاری پس از ۹۰درصد 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

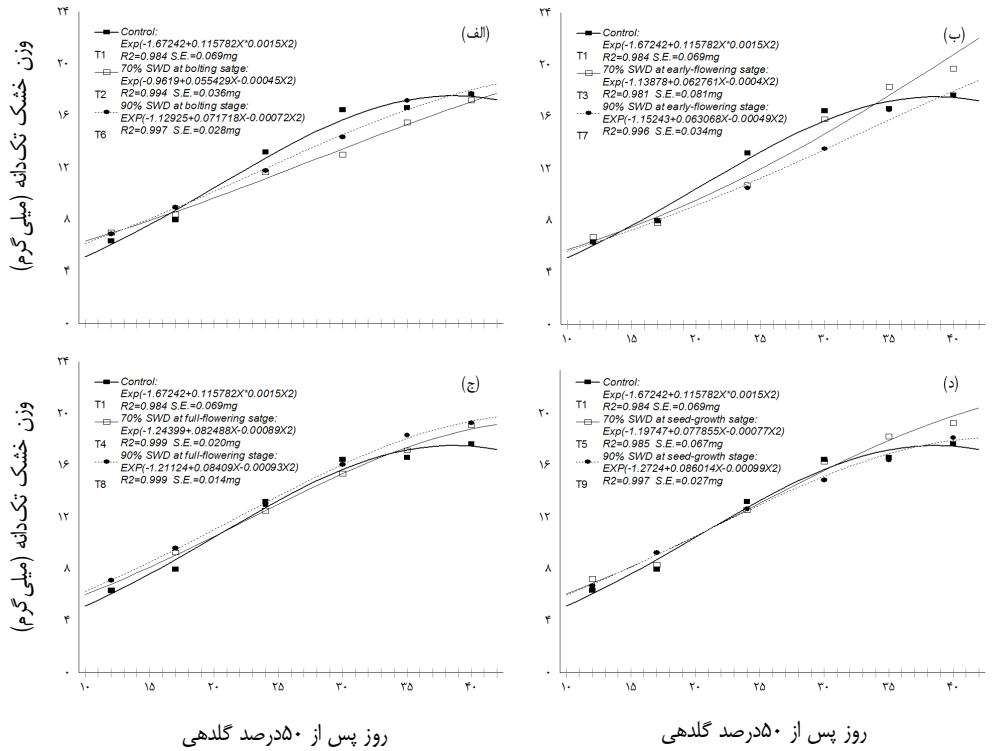
در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشابه در مورد سال‌ها و نیز متغیرها از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌داری نیستند.

جدول ٦ کارآیی مصرف آب آبیاری براساس عملکرد بذرخام، قابل‌فروش و استاندارد قادربه جوانه‌زنی چغندرقند در سطوح مختلف تخلیه رطوبت خاک

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



شکل ۱ درصد تغییرات (الف) عملکرد بذرخام(■)، بذر قابل‌فروش(■) و بذر استاندارد قادر به جوانه‌زنی(□)، (ب) سهم بذور زیرسرند با قطر کمتر از ۳/۵میلیمتر(■)، استاندارد با قطر بین ۴/۵-۳/۵میلیمتر(■) و بالای غربال با قطر بیش از ۴/۵میلیمتر(□)، (ج)درصد بذورپوک(■) و میزان جوانه‌زنی(■) و (د) پارامترهای رشددانه شامل سرعت■ رشددانه(■)، طول دورهٔ مؤثر پرشدن دانه(■) و حداکثر وزن‌دانه(□) در مقایسه با تیمار شاهد.



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

منابع مورداستفاده References:

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. مؤسسهٔ پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصادکشاورزی.

صادق‌زاده‌حمایتی، س. ۱۳۸۰. گزارش‌پژوهشی "کالیبراسیون نرم‌افزار CROPWATجهت تعیین نیازآبی چغندرقند در ایران". ایستگاه تحقیقات‌کشاورزی اردبیل.

ناخدا، ب. ۱۳۷۵. بررسی اثرات تنش کم‌آبی و برش بر شاخص‌های رشد و عملکرد کمی و کیفی ارزن علوفه‌ای نوتریفید. پایان‌نامهٔ کارشناسی‌ارشد زراعت. دانشگاه تربیت‌مدرس.

هاشمی‌دزفولی، س.ا. و ح. مرعشی. ۱۳۷۴. تغییر میزان مواد فتوسنتزی در زمان‌گلدهی و تـأثیر آن بـر روی رشـد دانـه، عملکرد و اجزاء عملکرد دانهٔ 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 dyring 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. Roczinki 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, Khooie FR, Ghassemi-golezani K and Moghaddam M (2001) A simulation study of chickpea crop response to limited irrigation in a semiarid enviroment. 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. Altisima doll. var Sacharifera). Rostlinna Vyroba, 30(2): 1225-1230.