تأثیر مدیریت آبیاری بر عملکرد کمی و کیفی چغندرقند کشت پاییزه

Effect of irrigation management on quantitative and qualitative parameters of autumn-sown sugar beet

مصطفی حسین‌پور[1*]، سید حمزه حسینیان[2] و ولی اله یوسف آبادی[3]

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۵/۲۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۰/۰۱

م. حسین پور، س.ح. حسینیان و ولی اله یوسف آبادی. ۱۳۹۶. تأثیر مدیریت آبیاری بر عملکرد کمی و کیفی چغندرقند کشت پاییزه. **چغندرقند، (۲): ۲۲۱-۲۳۵**
DOI:10.22092/jsb.2018.115067.1163

چکیده

در اکثر مناطقی که چغندرقند به صورت پاییزه کشت می‌شود، انجام آبیاری برای تولید اقتصادی محصول ضروری می‌باشد. از طرفی در این گونه مناطق بخش عمده‌ای از بارندگی در زمستان و در طول فصل رشد چغندرقند اتفاق افتاده، که به نظر می‌رسد نقش مهمی در تأمین نیاز آبی محصول داشته باشد. از این‌رو به منظور تعیین سهم بارندگی و آبیاری‌های اوایل و اواخرفصل درتشکیل عملکرد چغندرقند، این آزمایش در سال زراعی ۸۵-۱۳۸٤ در مرکز تحقیقات کشاورزی صفی‌آباد دزفول اجرا شد. تیمارها شامل دور آبیاری ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰ و ۳۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر (به ترتیب I1-I5) و نیز بدون انجام آبیاری در بهار(I6)، سبز شدن با بارندگی و انجام آبیاری در بهار با دور ۱۰۰ میلی‌متر (I7)، آبیاری در طول فصل با دور ۱۰۰ میلی‌متر و بدون دریافت بارندگی(I8) و تیمار بدون دریافت بارندگی و آبیاری در بهار (I9) در مجموع نه تیمار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بین تیمارهای آزمایش از نظر کلیه خصوصیات کمی و کیفی در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌دار وجود داشت. بیشترین و کمترین عملکرد ریشه (به ترتیب با ۹۸/۹ و ۵۵/۷ تن در هکتار) و عملکرد شکر (به ترتیب با ۱۲/٤ و ٦/۸ تن در هکتار) به ترتیب مربوط به تیمار آبیاری در طول فصل با دور ۱۰۰ میلی‌متر و بدون دریافت بارندگی(I8) و تیمار سبز شدن با بارندگی و دریافت آبیاری در بهار با دور ۱۰۰ میلی‌متر (I7) بود. بالاترین و کمترین درصد قند مربوط به تیمار دور آبیاری ۲۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر (I4) و دور آبیاری ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر (I1) به ترتیب با ۱٦/۱ و ۱٤/۹ درصد بود. بیشترین و کمترین کارآیی مصرف آب برای تولید عملکرد ریشه و شکر به ترتیب مربوط به تیمار بدون انجام آبیاری در بهار (I6) و تیمار سبز شدن با بارندگی و انجام آبیاری در بهار با دور ۱۰۰ میلی‌متر (I7) بود. بارندگی به طور معنی‌داری باعث افزایش عملکرد ریشه و شکر و بهبود برخی از خصوصیات کیفی از قبیل پتاسیم ریشه، ضریب استحصال و قند ملاس شد. سهم بارندگی، آبیاری‌های اول فصل و اواخر فصل (بهار) در تشکیل عملکرد ریشه به ترتیب ۱۲/۳، ۷٦/۹ و ۲۲ تن در هکتار و سهم آنها در عملکرد شکر به ترتیب ۲/۳۵، ۹/۸٦ و ۲/۵ تن در هکتار بود. بنابراین به نظر می‌رسد که آبیاری‌های اول فصل نقش اساسی در عملکرد چغندرقند دارند و آبیاری‌های بهاره و بارندگی‌ها در رتبه‌های بعد قرار داشته باشند.

واژه‌های کلیدی:آبیاری، بارندگی، چغندرقند پاییزه، عملکرد ریشه، عملکرد شکر

۱- استادیار پژوهشی بخش تحقیقات چغندرقند، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی صفی آباد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، دزفول، ایران. . *- نویسنده مسئول harm558@yahoo.com

۲- دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران.

۳ - استادیار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

مقدمه

اهمیت آب در تولید محصولات کشاورزی از یک طرف و محدودیت منابع از سوی دیگر، مصرف بهینه آن را ضروری می‌سازد. چغندرقند به دامنه وسیعی از شرایط اقلیمی سازگار است و در شرایط تنش ملایم خشکی قادر به تولید عملکرد اقتصادی می‌باشد (Hills *et al.* 1990). مطالعات متعددی که صورت گرفته نشان داده که تنوع ژنتیکی زیادی برای تحمل به خشکی در گیاه چغندرقند وجود دارد که با استفاده از آن می توان به مقدار زیادی در مصرف آب صرفه جویی نمود(Abbasi *et al.* 2014; Vahidi *et al.* 2013; Leufen *et al.* 2013; Hesadi *et al.* 2015).این گیاه با داشتن سیستم ریشه‌ای عمیق، در خاک‌های لومی به کم‌آبیاری (آب به کار رفته کمتر از تبخیر و تعرق گیاه)، واکنش مثبت (Hang and Miller 1986a,b) ودر خاک‌های ماسه‌ای نسبت به مصرف آب بیشتر، واکنش بهتری نشان می‌دهد (Miller and Hang 1980). در ایتالیا تنش خشکی عامل عمده کاهش عملکرد چغندرقند بود و در آزمایشی تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه در مقایسه با عدم انجام آبیاری عملکرد ریشه را ۱۰۰ درصد افزایش داد و خصوصیات کیفی را نیز بهبود بخشید (Tognetti*et al.* 2003).

در اکثرنقاطی که چغندرقند با آبیاری تولید می‌شود، روش آبیاری مورد استفاده روش سطحی است (Haghayeghi *et al.* 2005). در کشت بهاره چغندرقند با کاربرد ۲۱۳۳ و ۴۵۴۶ مترمکعب آب در هکتار به روش سطحی، نسبت به تیمار عدم آبیاری به ترتیب ۲۷ و ۳۸ درصد افزایش عملکرد حاصل شد(Winter 1989). در شرایط کشت پاییزه چغندرقند مشخص شده که عملکرد کاهش نمی‌یابد مگر این که رطوبت خاک به نقطه پژمردگی دائم برسد (Erie and Franch 1968). هم چنین شریفی و همکاران (Sharifi *et al.*2002) در کشت پاییزه چغندرقند در منطقه دزفول بین یک و سه هفته قطع آبیاری قبل از برداشت اختلافی مشاهده نکردند. در مطالعه‌ای دیگر در کشت پاییزه چغندرقند در منطقه دزفول مشخص شد که بین دورهای آبیاری ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر از نظر عملکرد ریشه اختلافی وجود نداشت و از جمله علت‌های آن، تأمین بخشی از آب مورد نیاز گیاه از طریق بارندگی عنوان شد (Reshvanloo 1975). مصرف آب در کشت بهاره چغندرقند در حدود ۱۵۰۰۰– ۱۲۰۰۰ مترمکعب و در کشت پاییزه حدود ۱۰۰۰۰–۷۰۰۰ متر مکعب برآورد شده است (Taleghani*et al.* 2010).

با توجه به اطلاعات فوق توسعه کشت پاییزه چغندرقند در حفظ منابع آب اهمیت زیادی می‌یابد. در شرایط کاشت پاییزه در منطقه خوزستان، چغندرقند به روش سطحی آبیاری شده و راندمان این روش در سطح مزارع زارعین بسیار پایین بوده و در حدود ۵۴ درصد گزارش شده است. به همین دلیل بهبود این روش به منظور جلوگیری از هدر رفت منابع آب بسیار ضروری است. از طرف دیگر به نظر می‌رسد وقوع بارندگی‌های زمستانه بخش مهمی از آب مورد نیاز چغندرقند را در این منطقه تأمین می‌کند. از این رو آزمایش حاضر با هدف تعیین سهم بارندگی، آبیاری‌های اوایل فصل و آبیاری‌های فصل بهار بر عملکرد ریشه و خصوصیات کیفی چغندرقند و حذف آبیاری‌های اول فصل و استفاده از بارندگی برای سبز شدن چغندرقند و انجام آبیاری‌های بهار به تنهایی، در منطقه دزفول اجرا شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ در مرکز تحقیقات کشاورزی صفی آباد دزفول (عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی و ارتفاع از سطح دریا ۸۰ متر) انجام شد. خاک محل آزمایش دارای بافت سیلتی‌لوم و ظرفیت مزرعه حدود ۲۲ درصد وزنی،

نقطه پژمردگی دائم حدود ۱۲ درصد و وزن مخصوص ظاهری ۱/۶۲ گرم بر سانتی‌متر مکعب بود. پس از تهیه زمین، بر اساس نتایج آزمون خاک مقدار ۱۵۰ کیلوگرم K_2O در هکتار از منبع سولفات پتاسیم و ۹۰ کیلوگرم P_2O_5 در هکتار از منبع سوپرفسفات‌تریپل و نیمی از نیتروژن (۹۰ کیلوگرم در هکتار) از منبع اوره توسط دیسک با خاک مخلوط شد. در تاریخ ۱۳۸۴/۷/۲۵ عملیات کاشت با استفاده از رقم اویتا (منوژرم) انجام شد. تیمارهای آزمایش که با استفاده از روش آبیاری سطحی اعمال شدند و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار مورد بررسی قرار گرفتند در جدول ۱ آورده شدند.

هر کرت آزمایش شامل شش خط کاشت به طول ۱۰ متر بود. پس از کاشت، دو آبیاری به فاصله پنج روز و هر کدام به میزان ۷۰ میلی‌متر به منظور جوانه‌زنی یکنواخت بذور به استثنای تیمار I7، انجام گرفت. در حدود ۲۰ روز پس از کاشت سومین آبیاری براساس میزان رطوبت خاک تا عمق ۳۰ سانتی‌متر به میزان ۳۴ میلی‌متر برای افزایش تأثیر علف‌کش‌ها انجام شد. در ۳۴ روز پس از کاشت عملیات تنک بوته‌ها به فاصله ۲۰ سانتی‌متر برای ایجاد تراکم هشت بوته در متر مربع صورت گرفت و در ۴۴ روز پس از کاشت نیمی دیگر از کود نیتروژن (۹۰ کیلوگرم در هکتار) از منبع اوره مصرف شد. درهمین تاریخ، آبیاری چهارم به میزان ۲۵ میلی‌متر جهت مؤثر واقع شدن کود نیتروژن سرک برای کلیه تیمارها صورت گرفت. بدین ترتیب کلیه تیمارها به غیر از تیمار I7 تا قبل از شروع بارندگی‌ها به یک میزان آب دریافت کردند. انتهای شیارها به منظور افزایش راندمان آبیاری از آبیاری سوم به بعد بسته شد. برای جلوگیری از نرسیدن بارندگی به تیمارهای I8 و I9 در مواقع بارندگی از پوشش پلاستیک (شلتر) استفاده شد. شلتر به صورت یک تونل با ارتفاع دو متر و طول ۱۰ متر که اطراف آن به ارتفاع یک متر جهت گردش هوا باز بوده و مجهز به چرخ جهت جابجایی بوده که فقط در مواقع بارندگی بر روی کرت مربوطه قرار داده می‌شد. پوشش شلتر از جنس پلی‌اتیلن شفاف با خاصیت عبور بیش از ۹۵ درصد نور ورودی بوده است. بین تیمارهای پوشش داده شده و سایر تیمارها پنج متر فاصله وجود داشت. آبیاری تیمار I1 در دور دوم آبیاری‌ها، پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر از آخرین باران مؤثر (بیش از ۱۰ میلی‌متر) (در حدود ۱۴۸ روز پس از کاشت) شروع شد. سایر دورهای آبیاری پس از تبخیر مقادیر در نظر گرفته از تشتک تبخیر با لحاظ بارندگی مؤثر شروع شدند. در تیمار I8 به دلیل عدم دریافت بارندگی، مبنای محاسبه تبخیر آخرین آبیاری انجام شده در پاییز بود. بنابراین شروع اعمال این تیمار در ۱۰۱ روز پس از کاشت بود.لازم بذکر است که در کشت پاییزه چغندرقند در منطقه دزفول، آبیاری‌های چغندرقند در دو دوره انجام می‌شوند. یک دوره از کاشت تا قبل از شروع بارندگی‌ها که بسته به شرایط سال و زمان شروع بارندگی‌ها تعداد آنها متفاوت است. دوره دوم با آغاز رشد مجدد چغندرقند که به طور معمول از اواسط اسفند شروع و تا زمان برداشت ادامه می‌یابد.

جدول ۱ تعریف تیمارهای آزمایش

ردیف	تیمار	اختصار
۱	دور آبیاری ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر	I1
۲	دور آبیاری ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر	I2
۳	دور آبیاری ۲۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر	I3
۴	دور آبیاری ۲۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر	I4
۵	دور آبیاری ۳۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر	I5
۶	بدون آبیاری در بهار	I6
۷	سبز شدن با بارندگی و انجام آبیاری در بهار با دور ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر	I7
۸	آبیاری در طول فصل با دور ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر و بدون دریافت بارندگی	I8
۹	بدون آبیاری در بهار و بدون دریافت بارندگی	I9

آبیاری‌ها به روش شیاری انجام شد و آب مصرفی هر یک از تیمارها با استفاده از کنتور اندازه‌گیری شد. برای محاسبه حجم آب آبیاری، از مقادیر رطوبت خاک در عمق توسعه ریشه استفاده شد (Hunsaker *et al.*1998). عمق توسعه ریشه در آبیاری‌های انجام شده در پاییز و بهار به ترتیب ۳۰ و۶۰

سانتی‌متر در نظر گرفته شد (Rimon *et al.* 1976). رطوبت خاک قبل و بعد از هر بارندگی و قبل از هر آبیاری به روش وزنی تعیین شد. آمار روزانه تبخیر از تشتک کلاس A، بارندگی و دمای حداقل و حداکثر از ایستگاه هواشناسی واقع در ۲۰۰ متری مزرعه آزمایشی دریافت شد.

برای شمارش تعداد برگ در هر کرت و در هر مرحله سه بوته به طور تصادفی انتخاب و تعداد برگ‌های زنده آنها تا جوان‌ترین برگ به طول پنج سانتی‌متر شمارش شد. تعیین تعداد برگ از ۴۳ روز پس از کاشت آغاز و به فاصله دو هفته تا آخر فصل رشد انجام شد. برای اندازه‌گیری دمای برگ در هر کرت یک بوته به طور ثابت در نظر گرفته شد. در هر بار دمای چهار برگ از هر بوته در جهات مختلف بین ساعت ۱۳-۱۲ اندازه گیری شد (Erdem *et al. 2005*). برای اندازه‌گیری دمای برگ از دستگاه دماسنج مادون قرمز مدل K.M.823استفاده شد. اندازه‌گیری‌ها قبل از آغاز اعمال تیمارها در حدود ۱۰۱ روز پس از سبز شدن آغاز و تا اواخر فصل رشد به فاصله ۱۴-۴ روز انجام شد.

در حدود ۲۲۲ روز پس از کاشت، کلیه تیمارها برای برداشت به طور یکنواخت آبیاری شدند و در حدود ۲۲۷ روز پس از کاشت (۱۳۸۵/۳/۱۱) برداشت نهایی صورت گرفت. به این منظور بوته‌های دو خط کاشت به طول پنج متر از هر کرت برداشت شد. اندام هوایی از پایین طوقه (قدیمی‌ترین اثر برگی) قطع و ریشه‌ها توزین شدند، سپس از ریشه‌ها خمیر گرفته شد و برای تعیین عیار قند ناخالص و ناخالصی‌های موجود در خمیر ریشه (سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره) به آزمایشگاه تکنولوژی قند مؤسسه تحقیقات چغندرقند در کرج ارسال شد. برای محاسبه کارایی مصرف آب آبیاری درتولید ریشه و شکر، وزن هر کدام به طور جداگانه بر حجم آب مصرفی تقسیم و بر حسب کیلوگرم (ریشه/شکر) بر مترمکعب آب مصرفی مورد ارزیابی قرار گرفت.

برای تعیین تأثیر تیمارهای آزمایش بر خصوصیات کمی و کیفی، داده‌های به دست آمده مورد تجزیه واریانس ساده طرح بلوک‌های کامل تصادفی با استفاده از نرم‌افزار Mstatc قرار گرفت. هم‌چنین مقایسه میانگین تیمارها برای خصوصیات فوق با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفت. نمودارهای مربوط به مقادیر رطوبت خاک، آب آبیاری و میزان بارندگی با استفاده از نرم افزار Excel رسم گردید.

نتایج و بحث

جدول ۲ مقایسه سال آزمایش از نظر میزان بارندگی کل، مؤثر و تبخیر را با میانگین ۱۵ ساله منطقه نشان می‌دهد. در سال آزمایش بیشترین میزان بارندگی کل و مؤثر در بهمن اتفاق افتاده در حالی‌که در میانگین ۱۵ ساله بیشترین میزان بارندگی کل و مؤثر مربوط به آذر است. هم‌چنین سال آزمایش، در اسفند که آغاز رشد مجدد چغندرقند محسوب می‌شود، فاقد بارندگی بود. اگر چه میزان بارندگی کل و مؤثر سال آزمایش بیشتر از میانگین ۱۵ ساله بود، اما پراکنش آن نسبت به میانگین ۱۵ ساله از یکنواختی کمتری برخوردار بود و تا قبل از اسفند بخش عمده بارندگی اتفاق افتاد. بنابراین سال آزمایش از نظر بارندگی مؤثر در ماه‌های اسفند و اردیبهشت که در واقع دوره مؤثر رشد ریشه چغندرقند در این منطقه است، کمبود بارندگی داشته است. میزان تبخیر سال آزمایش، طی ماه‌های مهر، آبان و آذر و نیز از اسفند تا خرداد یعنی دوره‌هایی که آبیاری انجام می‌شود بیشتر و در ماه‌های دی و بهمن (به ترتیب ۱۷/۸ و ۲۹/۷ درصد) کمتر از میانگین ۱۵ ساله بود. بنابراین سال آزمایش نسبت به میانگین ۱۵ ساله در فصل رشد چغندرقند تا اندازه‌ای خشک‌تر بوده است.

جدول ۲ مقایسه میزان بارندگی کل و مؤثر و تبخیرماهانه از تشتک تبخیر در طول فصل رشد با میانگین ۱۵ ساله محل آزمایش

ماه	بارندگی کل(میلی‌متر)		بارندگی مؤثر(میلی‌متر)		تبخیر(میلی‌متر)	
	سال آزمایش ۸۵-۸۴	۱۵ ساله	سال آزمایش ۸۵-۸۴	۱۵ ساله	سال آزمایش ۸۵-۸۴	۱۵ سال
مهر	۰	۱/۷	۰	۰	۲۱۵	۲۰۶
آبان	۱۵/۴	۳۵/۶	۱۲/۲	۲۴/۲	۱۱۷	۱۱۴
آذر	۵۰/۵	۷۰/۲	۳۹/۴	۵۵/۱	۷۸	۵۷
دی	۶۸/۹	۴۸/۷	۵۰/۱	۳۶/۴	۳۷	۴۵
بهمن	۱۸۶	۵۱/۶	۱۷۴/۸	۳۴/۳	۴۵	۶۵
اسفند	۰	۲۳/۷	۰	۱۸/۲	۱۰۲	۱۱۰
فروردین	۵۰/۵	۲۹/۵	۲۲/۵	۱۹/۵	۱۵۳	۱۵۵
اردیبهشت	۵/۱	۱۷/۵	۰	۰	۲۵۶	۲۴۸
خرداد	۰	۰/۳	۰	۰	۳۹۶	۳۸۵
مجموع	۳۷۶/۴	۲۷۸/۷	۲۹۹	۱۸۷/۷	۱۳۹۹	۱۳۸۵

تعداد آبیاری و میزان آب مصرف شده برای هر تیمار در دو دورهرشد چغندرقند که در آن آبیاری انجام می‌شود، در جدول ۳ آمده است. سهم آب مصرفی در دوره اول در حدود ۲۹ و در دوره دوم در حدود ۷۱ درصد می‌باشد (Khorramian *et al.* 2005).

در این آزمایش در دوره اول به جز تیماری که سبز شدن آن با بارندگی اتفاق افتاد، همه تیمارها طی چهار بار آبیاری، به یک اندازه آب دریافت کردند (۱۹۸/۷ میلی‌متر). به منظور جوانه‌زنی دو آبیاری اولیه، به فاصله پنج روز از یکدیگر انجام شد و به منظور تأمین آب مورد نیاز گیاه و تأثیر بهتر سموم علف‌کش آبیاری سوم به فاصله ۱۶ روز از آبیاری دوم و آبیاری چهارم به فاصله ۲۴ روز از آبیاری سوم جهت کارایی بهتر کود نیتروژن سرک انجام شد. بدین ترتیب آبیاری‌های دوره اول عمدتاً جهت جوانه‌زنی و انجام عملیات زراعی صورت گرفت. دوره دوم آبیاری‌ها بر مبنای رژیم‌های آبیاری و تبخیر مقادیر در نظر گرفته شده از تشتک تبخیر از آخرین بارندگی مؤثر (۸۴/۱۱/۲۰) شروع گردید. تنها در تیمار I8 به دلیل عدم دریافت بارندگی، مبنای محاسبه تبخیر آخرین آبیاری انجام شده در دوره اول در نظر گرفته شد. در تیمار I1 اولین آبیاری دور دوم در تاریخ ۸۴/۱۲/۲۳ ، I2 در تاریخ ۸۵/۱/۶ ، I3 در تاریخ ۸۵/۱/۲۳، I4 در تاریخ ۸۵/۲/۳، I5 در تاریخ ۸۵/۲/۱۱، I7 در تاریخ ۸۴/۱۲/۲۳ ، I8در تاریخ ۸۴/۱۱/۶ انجام شد. در تیمارهای I6 و I9 آبیاری‌های دوره دوم انجام نشد. تیمار I7، با وقوع تنها ۱۵/۴ میلی‌متر بارندگی در تاریخ ۱۳۸۴/۸/۲۵ سبز شد. بنابراین در دوره اول دراین تیمار آب مصرف نشد. رطوبت خاک قبل و بعد از هر بارندگی و قبل از هر آبیاری تا عمق ۶۰ سانتی‌متری خاک اندازه‌گیری شد.

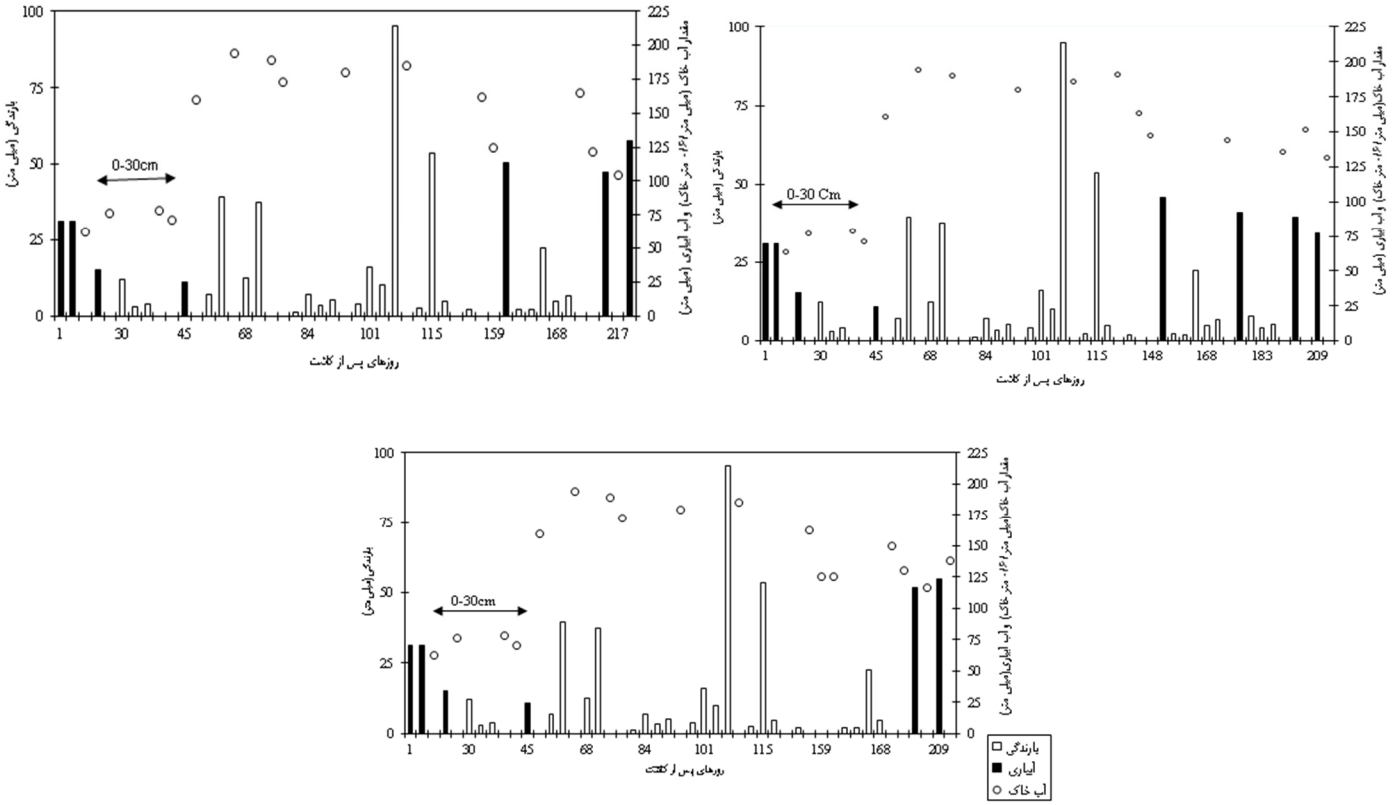
شکل‌های ۱ تا ۵ رطوبت خاک قبل و بعد از هر بارندگی و قبل از هر آبیاری را در طول فصل رشد برای تیمارهای آزمایش نشان می‌دهد. تا ۴۹ روز پس از کاشت به دلیل اینکه توسعه ریشه چغندرقند در محدوده عمق ۳۰ سانتی‌متر می‌باشد، رطوبت خاک تا این عمق و از این زمان تا زمان برداشت نهایی رطوبت خاک تا عمق ۶۰ سانتی‌متری اندازه‌گیری شد. در حالت ظرفیت مزرعه ذخیره رطوبت خاک تا عمق ۶۰ سانتی‌متری در حدود ۲۱۶ میلی‌متر و با در نظر گرفتن ۱۲ درصد به عنوان نقطه پژمردگی

دائم، مقدار آب قابل استفاده در این عمق حدود ۹۸/۴ میلی‌متر بود. اگرچه در بهار فاصله آبیاری براساس میزان تبخیر از تشتک تبخیر در نظر گرفته شد، اما میزان آب آبیاری بر اساس تخلیه رطوبتی خاک تا عمق ۶۰ سانتی‌متر قبل از هر آبیاری و رساندن آن به ظرفیت مزرعه محاسبه شده است. بعد از آبیاری چهارم و قبل از شروع بارندگی‌ها (۴۹ روز پس از کاشت) مقدار آب خاک تا عمق ۶۰ سانتی‌متری در کلیه تیمارها (به جز I7) در حدود ۱۵۹/۹ میلی‌متر بود و در طول فصل رشد در تیمارهای بدون شلتر(Shelter) مقدار آب خاک تا عمق ۶۰ سانتی‌متری به ظرفیت مزرعه نرسید. وجود شلتر در تیمار I8 و I6 سبب شد که مقدار آب خاک از ۱۵۹/۹ میلی‌متر در ۴۹ روز پس از کاشت به ۹۶/۴ میلی‌متر در ۸۲ روز پس از کاشت(قبل از اولین آبیاری در دور دوم) برسد. در حالی‌که مقدار آب خاک در سایر تیمارها در همین زمان ۱۷۲/۸ میلی‌متر بود. بنابراین در فاصله ۳۳ روز ۷۶/۳ میلی‌متر از مقدار آب خاک تا عمق ۶۰ سانتی‌متری در تیمارهای حفاظت شده از بارندگی، به صورت تبخیر و تعرق از خاک خارج شده است. وجود شلتر و عدم آبیاری در بهار در تیمار I9 سبب شد که مقدار آب خاک در ۲۷۷ روز پس از کاشت به ۶۳/۳ میلی‌متر برسد که در حدود ۵۴/۳ میلی‌متر کمتر از مقدار آب خاک در شرایط پژمردگی دائم (۱۱۷/۶ میلی‌متر) می‌باشد. این میزان آب خاک در همین زمان در تیمار I6 که بارندگی دریافت کرده اما آبیاری‌های بهار را دریافت نکرده بود، ۱۰۰/۴ میلی‌متر بود که اختلاف مقدار آب خاک بین تیمار I6 و I9 ناشی از تأثیر بارندگی بوده که در حدود ۳۷ میلی‌متر است. با این وجود میزان آب خاک در تیمار I6 کمتر از میزان آب در نقطه پژمردگی دائم بود. در تیمار I7 که تنها با وقوع ۱۵/۴ میلی‌متر در تاریخ ۸۵/۸/۲۵، سطح سبزی در حدود ۷۰ درصد ایجاد کرده بود، این میزان بارندگی رطوبت خاک را تنها تا عمق پنج سانتی‌متری خیس و آن را به ۱۶/۷ درصد (۱۳/۵ میلی‌متر) رسانده بود. نکته مهم تر این که سطح سبز این تیمار (I7) تا زمان وقوع اولین بارندگی مؤثر (۳۹/۴ میلی‌متر در تاریخ ۲۷ آذر) توانسته است به مدت ۲۵ روز با همان میزان رطوبت اولیه خود را حفظ نماید. به استثنای تیمار I5 (آبیاری پس از ۳۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر) در سایر تیمارها قبل از اولین آبیاری در بهار، مقدار آب خاک به کمتر از نقطه پژمردگی دائم نرسید.

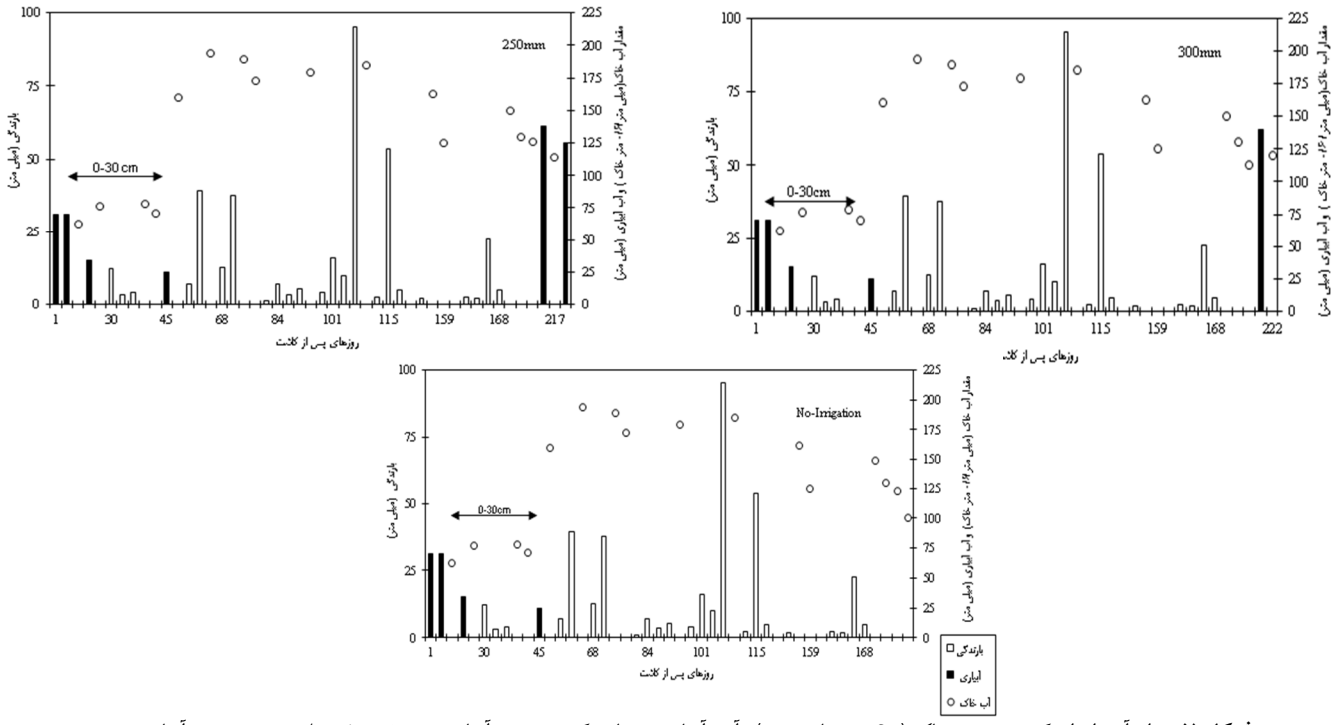
جدول ۴ مقدار آب خاک در عمق ۹۰-۶۰ سانتی‌متری برای تیمارهای مختلف قبل از شروع بارندگی‌ها در پاییز، قبل از اولین آبیاری در بهار و هنگام برداشت چغندرقند را نشان می‌دهد. در کلیه تیمارها مقدار آب خاک قبل از شروع بارندگی‌ها در این عمق ۹۰/۵ میلی‌متر بود، در حالی‌که قبل از اولین آبیاری کلیه تیمارها این مقدار کاهش یافته است. مقدار آب خاک در تیمار I6 و I9 قابل توجه است. تیمارهایی که هیچ‌کدام آبیاری‌های بهار را دریافت نکرده با این تفاوت که تیمار I9 در مقابل بارندگی محافظت شده است. مقدار رطوبت خاک در این تیمار به ۳۴/۸ میلی‌متر یعنی به کمتر از مقدار آب خاک در نقطه پژمردگی دائم رسیده است. اختلاف تیمار I6 و I9 در حدود ۲۴/۷ میلی‌متر بوده که مربوط به اثر بارندگی می‌باشد. از طرفی کم شدن قابل توجه مقدار آب خاک در این عمق در تیمار I9 و I6 نشان‌دهنده استفاده بیشتر چغندرقند از رطوبت اعماق بیشتر در شرایط تنش خشکی است.

جدول ۳تعداد دفعات آبیاری و آب مصرف شده برای هر تیمار در طول فصل رشد چغندرقند

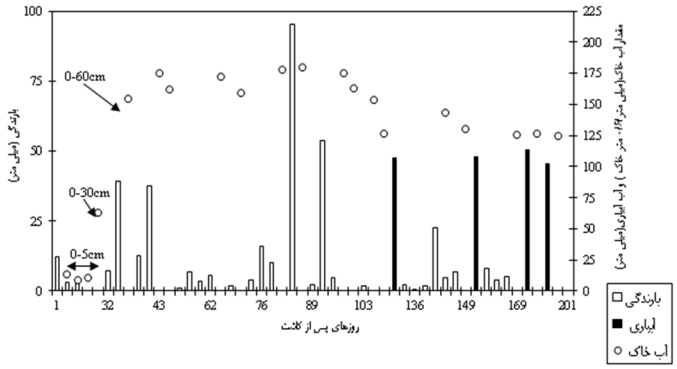
تیمار	از کاشت تا ۱۲ برگ			از رشد مجدد تا برداشت			کل آب مصرفی (میلی‌متر)	کل آب مصرفی باضافه بارندگی مؤثر (میلی‌متر)
	فاصله آبیاری (روز)	تعداد آبیاری	آب مصرفی (میلی‌متر)	فاصله آبیاری (روز)	تعداد آبیاری	آب مصرفی (میلی‌متر)		
I1	۵-۱۶-۲۵	۴	۱۹۸/۷	۱۳-۱۹-۳۰	۴	۳۶۰.۳	۵۵۹	۹۰۱
I2	۵-۱۶-۲۵	۴	۱۹۸/۷	۳۶-۲۲	۳	۳۴۹.۲	۵۴۷/۹	۸۹۰
I3	۵-۱۶-۲۵	۴	۱۹۸/۷	۳۲	۲	۲۳۹.۵	۴۳۸/۲	۷۸۰
I4	۵-۱۶-۲۵	۴	۱۹۸/۷	۳۰	۲	۲۶۲.۷	۴۶۱/۴	۸۰۳
I5	۵-۱۶-۲۵	۴	۱۹۸/۷	–	۱	۱۳۹.۴	۳۳۸/۱	۶۸۰
I6	۵-۱۶-۲۵	۴	۱۹۸/۷	–	–	–	۱۹۸/۷	۵۴۱
I7	–	–	–	۱۳-۱۹-۳۰	۴	۴۳۱	۴۳۱	۷۷۳
I8	۵-۱۶-۲۵	۴	۱۹۸/۷	۱۳-۱۹-۳۰-۴۷	۵	۴۹۹	۶۹۷/۷	۶۹۷/۷
I9	۵-۱۶-۲۵	۴	۱۹۸/۷	–	–	–	۱۹۸/۷	۱۹۸/۷



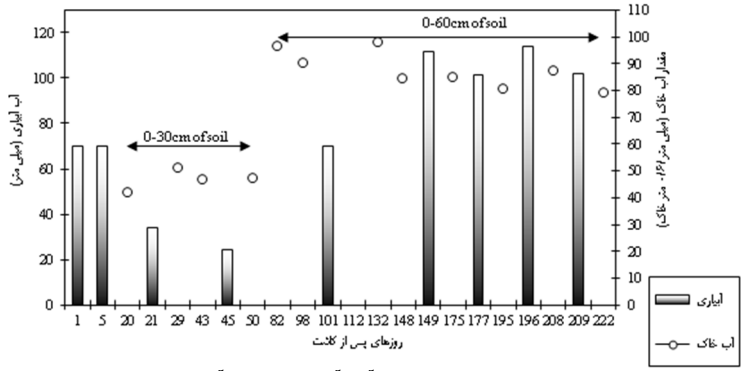
شکل ۱مقدار آب خاک (۶۰-۰ سانتی‌متر)، آب آبیاری و بارندگی در دور آبیاری ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌متر



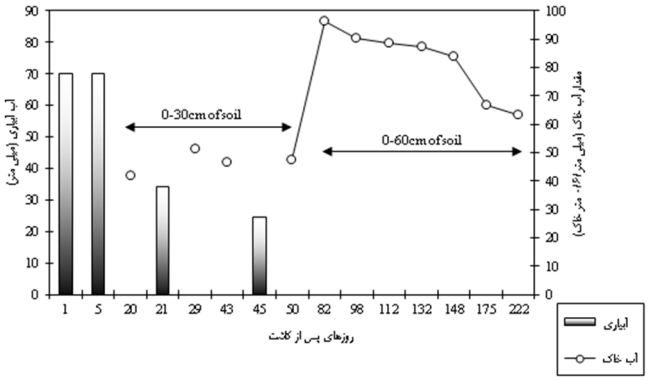
شکل ۲مقدار آب اندازه‌گیری شده خاک(۶۰-۰ سانتی‌متر)، آب آبیاری و بارندگی در دور آبیاری ۲۵۰، ۳۰۰ میلی‌متر و بدون آبیاری



شکل ۳ مقدار آب اندازه‌گیری شده خاک(۶۰-۰ سانتی‌متر)، بارندگی وآب آبیاری به کار رفته در بهار با دور آبیاری ۱۰۰ میلی‌متر



شکل ٤مقدار آب اندازه‌گیری شده خاک(۶۰-۰ سانتی‌متر) وآب آبیاری دردور آبیاری ۱۰۰میلی‌متر و بدون دریافت بارندگی



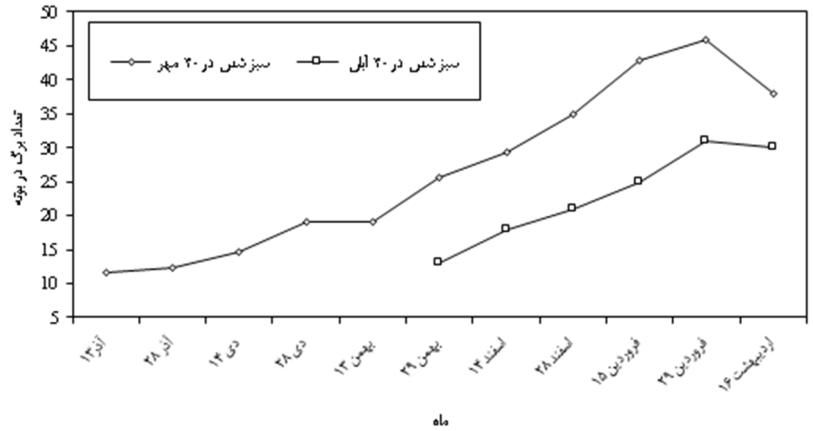
شکل ۵ مقدار آب اندازه‌گیری شده خاک(۶۰-۰ سانتی‌متر) وآب آبیاری درتیمار بدون دریافت بارندگی و آب آبیاری در بهار

جدول ٤ مقدار آب خاک در عمق ۹۰-۶۰ سانتی‌متری قبل از شروع بارندگی‌ها در پاییز و قبل از اولین آبیاری در بهار در تیمارهای مختلف

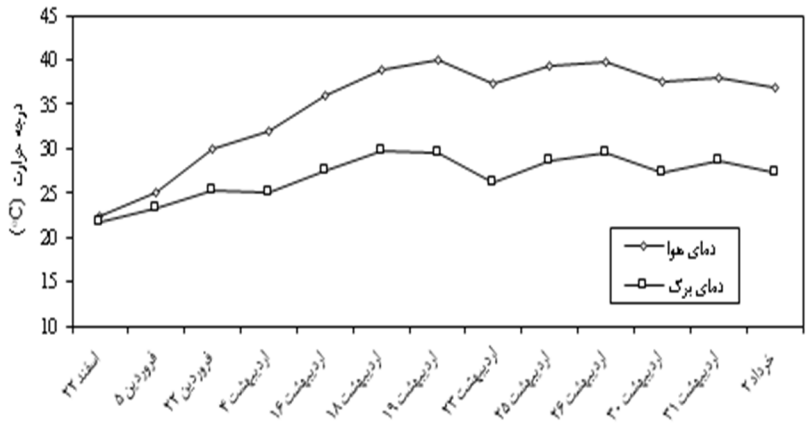
تیمار	مقدار آب خاک (میلی‌متر/ ۶۰-۳۰ سانتی‌متر)		
	قبل از شروع بارندگی‌ها ۸۴/۹/۱۴	قبل از اولین آبیاری در بهار	هنگام برداشت ۸۴/۳/۶
I1	۹۰/۵	۸۲/۶ (۸۴/۱۲/۲۳)	-
I2	۹۰/۵	۸۱/۷ (۸۵/۱/۵)	-
I3	۹۰/۵	۷۰/۸ (۸۵/۱/۲۱)	-
I4	۹۰/۵	۶۷/۴ (۸۵/۲/۲)	-
I5	۹۰/۵	۶۶/۴ (۸۵/۲/۱۰)	-
I6	۹۰/۵	-	۵۹/۵ (۸۵/۳/۶)
I8	۹۰/۵	۵۸/۴ (۸۴/۱۲/۲۳)	-
I9	۹۰/۵	-	۳۴/۸ (۸۵/۳/۶)

بین تیمارهای آبیاری به استثنای تیمار I7، از نظر تعداد برگ اختلاف معنی‌داری در طول فصل رشد وجود نداشت(داده‌ها نشان داده نشده‌اند) که با نتایج به دست آمده توسط حسین پور و همکاران (Hosseinpour *et al.*2007) مطابقت دارد. بنابراین در دامنه وسیعی از کاربرد آب، تعداد برگ تحت تاثیر قرار نمی‌گیرد(شکل ۷). اگرچه بین تیمار I7 و سایر تیمارها اختلاف زیادی از نظر تعداد برگ وجود دارد که در نتیجه تأخیر در سبز شدن (حدود یک ماه) نسبت به سایر تیمارها می‌باشد، اما کلیه تیمارها در ۲۹ فروردین به حداکثر تعداد برگ رسیده و میانگین تعداد برگ در این تاریخ برای هشت تیمار، ۴۶ و برای تیمار I7، ۳۱ برگ بود.

بین کلیه تیمارهای مورد آزمایش از نظر دمای برگ اختلاف معنی‌داری در اواخر فصل وجود نداشت (داده‌ها نشان داده نشده‌اند)، از این‌رو میانگین هشت تیمار در نظر گرفته شد. این نتیجه با گزارش محمدیان و همکاران (Mohammadian *et al.* 2004) همخوانی نشان نمی‌دهد. این تفاوت احتمالاً به دلیل این که گزارش محققین فوق در مورد کشت بهاره چغندرقند و زمان اعمال تنش در اوایل فصل رشد بوده است. شکل ۷ دمای هوا و برگ را در اواخر فصل نشان می‌دهد. الگوی دمای برگ مشابه دمای هوا و دمای برگ همواره کمتر از دمای هوا بود که نشان‌دهنده عدم وجود تنش در گیاهان است. از اواخر اسفند تا اواخر فروردین تفاوت دمای برگ و هوا حداقل بوده و از ۰/۶ درجه در ۲۲ اسفند به ۱۱/۳ در ۲۳ اردیبهشت افزایش یافته است. میانگین تفاوت دمای برگ و هوا در مدت اندازه‌گیری در حدود هشت درجه سانتی گراد بود.



شکل ٦تعداد برگ چغندرقند در طول فصل رشد



شکل ۷ دمای برگ چغندرقند و دمای هوا در اواخر فصل رشد

بین تیمارهای آزمایش از نظر خصوصیات کمی و کیفی در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌دار وجود داشت (جدول ۵). بالاترین عملکرد ریشه مربوط به تیمارهای آبیاری در طول فصل با دور ۱۰۰ میلی‌متر و بدون دریافت بارندگی (I8) (۹۸/۹ تن در هکتار)، بدون آبیاری در بهار (I6) (۸۹/۵ تن در هکتار) و دور آبیاری ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر (I2) (۸۸/۳ تن در هکتار) و کمترین عملکرد ریشه به تیمار سبز شدن با بارندگی و انجام آبیاری در بهار با دور۱۰۰میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر (I7) (۵۵/۷ تن در هکتار) اختصاص داشت. تیمار I9 با دریافت تنها ۱۹۸/۷ میلی‌متر و عدم دریافت بارندگی در حدود ۷۶/۹ تن و تیمار I6 با دریافت همین میزان آب و دریافت بارندگی ۸۹/۵ تن در هکتار ریشه تولید کردند (جدول ۶). اختلاف بین این دو تیمار که ۱۲/۳ تن در هکتار است، ناشی از تأثیر بارندگی بر عملکرد ریشه می‌باشد. به عبارت دیگر در شرایط این آزمایش بارندگی در حدود ۱۲/۳ تن در هکتار عملکرد ریشه را افزایش داده است. از طرفی عملکرد تیمار I9 نشان‌دهنده اثر خالص آبیاری‌های دور اول در تشکیل عملکرد ریشه می‌باشد. اختلاف عملکرد ریشه تیمار I8 و I9 که در حدود ۲۲ تن در هکتار است، بیانگر اثر خالص آبیاری‌های دور دوم در تشکیل عملکرد ریشه چغندرقند می‌باشد. بنابراین تأثیر آبیاری‌های دور اول بر عملکرد ریشه چغندرقند در حدود ۳/۵ برابر تأثیر آبیاری‌های دور دوم است. از آنجایی که میانگین‌های تیمار I6 و I8 از یک طرف و میانگین

تیمارهای I8 و I9در گروه‌های جداگانه قرار گرفته‌اند، از اینرو بارندگی و آبیاری‌های دور دوم تأثیر معنی‌داری بر افزایش عملکرد ریشه داشته‌اند.

اگرچه طول دوره رشد تیمار I7 نسبت به سایر تیمارها در حدود یک ماه کوتاه‌تر بود، اما قادر به تولید عملکرد اقتصادی بود. چنانچه برداشت این تیمار نسبت به سایر تیمارها با تأخیر انجام می‌شد، این احتمال وجود داشت که این کاهش عملکرد نسبت به سایر تیمارها را نیزجبران نماید. عملکرد تیمار I1 (۷۷/۵ تن در هکتار) با وجود دریافت آب بیشتر در بهار کمتر از تیمارهای I2 و I3 (به ترتیب ۸۸/۳ و ۸۲/۲ تن در هکتار) بود، که احتمالاً نشان می‌دهد که انجام اولین آبیاری در اوایل دوره رشد مجدد (اواسط اسفند)، موجب تحریک رشد اندام هوایی و کاهش نسبت ریشه به وزن کل می‌شود (Cohen 1976)، در حالی‌که انجام اولین آبیاری در فروردین(تیمارهای I2 و I3) به دلیل حداکثر بودن رشد ریشه در این ماه، تأثیر بیشتری بر عملکرد ریشه بر جای می‌گذارد. از طرفی انجام اولین آبیاری در اردیبهشت‌ماه اثر کمتری نسبت به اولین آبیاری در اسفند و فروردین دارد. بنابراین زمان اولین آبیاری با توجه به نتایج این آزمایش می‌تواند تأثیر قابل توجهی بر عملکرد ریشه داشته باشد.

بررسی‌های انجام شده در این منطقه نشان می‌دهد که تا اواسط دی‌ماه نسبت به برداشت نهایی تنها سه درصد عملکرد ریشه شکل می‌گیرد و در فاصله اواسط دی تا بهمن، اواسط بهمن تا اسفند، اواسط اسفند تا اواسط فروردین، اواسط فروردین تا اواسط اردیبهشت و اواسط اردیبهشت تا ۱۰ خرداد به ترتیب ۱۰، ۱۹، ۳۵، ۲۲ و ۱۱ درصد عملکرد ریشه تشکیل می‌شود (حسین‌پور و همکاران، ۲۰۰۷). با توجه به این نتایج از آنجایی که تا ۲۳ اسفند یعنی زمان اولین آبیاری در تیمار I1 پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر تنها ۳۱ درصد عملکرد ریشه تشکیل می‌شود، و با توجه به پراکنش بارندگی در سال آزمایش که بخش عمده آن تا قبل از ۲۳ اسفند حادث شده است، علت کم بودن تأثیر بارندگی در تشکیل عملکرد ریشه قابل توجیه است. به عبارت دیگر بیشترین میزان بارندگی در دوره‌ای اتفاق افتاده که رشد چغندرقند به دلیل پایین بودن دما، کند بوده؛ از طرفی میزان تبخیر نیز در حداقل خود می‌باشد.

بیشترین و کمترین میزان عملکرد شکر مربوط به تیمار I8 و I7 به ترتیب با ۱۲/۴و ۶/۸ تن در هکتار بود. عملکرد شکر تیمار I9که نشان‌دهنده اثر آبیاری‌های دور اول می‌باشد و تیمار I6 به ترتیب ۹/۹ و ۱۲/۲ تن در هکتار بود و بخشی از اختلاف این دو که در حدود ۲/۳ تن در هکتار می‌باشد مربوط به اثر بارندگی در تشکیل عملکرد شکر است. اثر دور دوم آبیاری‌ها بر عملکرد شکر (اختلاف بین تیمارهای8Iو I9) در حدود ۲/۵ تن در هکتار بود (جدول ۵).

عیار قند در تیمارهایی که آب کمتری دریافت کرده‌اند افزایش نشان می‌دهد (جدول ۶) که نتایج بدست آمده توسط حسین پور و همکاران(2007) و خرمیان و همکارن(2005) را تأیید می‌کند. کمترین و بیشترین درصد قند به ترتیب مربوط به تیمار I1 (۱۴/۹ درصد) و تیمار I4 (۱۶/۱درصد) بود.

تیمارهای I7، I8 و I9 دارای بالاترین میزان پتاسیم ریشه (در گروه اول) بودند و سایر تیمارها در گروه دوم قرار گرفتند (جدول ۶). بین میزان آب مصرف شده و میزان پتاسیم ریشه رابطه مشخصی یافت نشد. میزان مصرف آب تا اندازه‌ای میزان سدیم ریشه را تحت تأثیر قرار داد، به طوریکه کاهش مصرف آب، سدیم ریشه را کاهش داد (جدول ۶). کمترین میزان سدیم ریشه مربوط به تیمار I4، که این تیمار بالاترین درصد قند را نیز دارا بود

و بالاترین مقدار سدیم ریشه مربوط به تیمار I7 بود. بین میزان نیتروژن مضره ریشه و میزان آب مصرفی رابطه‌ای مشاهده نشد (جدول۵). بیشترین و کمترین مقدار نیتروژن مضره به ترتیب مربوط به تیمار I7 (۳/۵ میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم ریشه) و I3 و I4 (با ۱/۸ میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم ریشه) بود.

تیمار I4 که دارای بیشترین عیار قند بود، دارای بالاترین عیار قند خالص (۱۴/۲درصد) و ضریب استحصال شکر (۸۸ درصد) و کمترین میزان قند ملاس (۱/۳ درصد) نیز بود (جدول ۶). در حالی که کمترین خلوص و بالاترین درصد قند ملاس مربوط به تیمار I7 بود. پایین بودن شاخص‌های کیفی در تیمار I7 احتمالاً ناشی از تأخیر در تاریخ کاشت (یک ماه تأخیر) نسبت به سایر تیمارها است.

در بین خصوصیات کیفی بارندگی؛ پتاسیم ریشه، عیار قند خالص، درجه خلوص و قند ملاس را به طور معنی‌داری بهبود بخشید. میزان پتاسیم ریشه از ۳/۶ در تیمار I9 به ۳/۱ میلی‌اکی‌والان در تیمار I6 و میزان قند ملاس به ترتیب فوق از ۱/۹ به ۱/۶ درصد کاهش یافت. درصد قند سفید و درصد خلوص به ترتیب از ۱۲/۸ و ۸۳/۵ درصد در تیمار I9 به ۱۳/۷ و ۸۶/۳ درصد در تیمار I6 افزایش یافت. بنابراین تأثیر بارندگی بر عوامل کیفی ریشه چغندرقند مثبت می‌باشد.

بین تیمارهای آزمایش از نظر کارایی مصرف آب آبیاری برای تولید ریشه و شکر اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول ۵). دورهای آبیاری ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰، ۳۰۰ میلی‌متر و تیمار I8 از نظر کارایی مصرف آب آبیاری برای تولید ریشه در یک گروه قرار گرفتند. بالاترین و کمترین کارایی مصرف آب برای تولید ریشه به ترتیب مربوط به تیمار I6 (۴۴/۹ $kg.m^{-3}$) و تیمار I7 (۱۲/۹$kg.m^{-3}$) بود (جدول ۶). این کارایی در تیمار I9 که بیانگر تأثیر آبیاری‌های اوایل فصل می‌باشد در حدود ۳۸/۷ کیلوگرم بر مترمکعب بود که با تیمار I6 در یک گروه قرار گرفتند. بنابراین در شرایط این آزمایش بارندگی تأثیر معنی‌داری بر کارایی مصرف آب برای تولید ریشه نداشته است. تیمار I6 و تیمار I7 بیشترین و کمترین کارایی مصرف آب آبیاری برای تولید شکر به ترتیب ۶/۱ و ۱/۶ کیلوگرم بر مترمکعب را داشتند. تیمار I6 نسبت به تیمار I9 در حدود ۱/۱ کیلوگرم بر مترمکعب از نظر کارایی مصرف آب آبیاری برای تولید شکر برتری نشان داد و از آنجایی‌که میانگین‌های آنها در دو گروه جداگانه قرار گرفتند، بارندگی تأثیر معنی‌داری بر افزایش کارآیی مصرف آب برای تولید شکرداشته است.

جدول ۵میانگین مربعات صفات کمی و کیفی چغندرقند در تیمارهای مختلف آبیاری

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد ریشه	عملکرد شکر	کارایی مصرف آب آبیاری		عیار قند ناخالص	ناخالصی‌های ریشه			عیار قند خالص	ضریب استحصال قند	قند ملاس
				ریشه	شکر		پتاسیم	سدیم	ازت مضره			
تکرار	۲	۵۰/۸^{ns}	۰/۹۶۸^{ns}	۶/۱۹^{ns}	۰/۱۳۶^{ns}	۰/۴۱^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۰/۰۳^{ns}	۰/۱۷^{ns}	۰/۷*	۴/۲^{ns}	۰/۰۴^{ns}
آبیاری	۸	۴۳۸/۱**	۸/۶۲**	۴۱۱/۷**	۷/۶۹**	۰/۶۴*	۰/۲*	۱/۴**	۱/۱**	۰/۱۸^{ns}	۲۰/۵**	۰/۳۶**
خطا	۱۶	۴۰/۳۵	۰/۸۵۴	۵/۳۹	۰/۱۱۳	۰/۱۳	۰/۰۳	۰/۰۹	۰/۱	۰/۱۸۷	۱/۱۹۲	۰/۰۱۶
ضریب تغییرات		۷/۹۳	۸/۷۵	۱۰/۵۲	۱۱/۴۸	۲/۳۵	۵	۱۶/۱	۱۲/۳	۳/۲۸	۱/۲۹	۳/۲

ns، * و** به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح یک و پنج درصد

جدول ٦مقایسه میانگین صفات کمی و کیفی چغندرقند در رژیم‌های مختلف آبیاری به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن

تیمار	عملکرد ریشه (تن در هکتار)	عملکرد شکر (تن در هکتار)	کارایی مصرف آب آبیاری (کیلوگرم در مترمکعب)		عیار قند ناخالص (درصد)	ناخالصی‌های ریشه (meq/100g root)			عیار قند خالص (درصد)	ضریب استحصال قند (درصد)	قند ملاس (درصد)
			ریشه	شکر		پتاسیم	سدیم	نیتروژن مضره			
I1	۷۷/۵^{bcd}	۹/۶^{c}	۱۳/۹^{bc}	۱/۷^{de}	۱۴/۹^{d}	۳/۳^{b}	۲/۴^{ab}	۲/۶^{cd}	۱۲/۴^{b}	۸۳/۲^{cd}	۱/۹^{bc}
I2	۸۸/۳^{abc}	۱۱/۳^{abc}	۱۶/۱^{bc}	۲/۱^{de}	۱۵/۱^{d}	۳^{b}	۲/۱^{bc}	۲/۵^{cd}	۱۲/۸^{b}	۸۴/۹^{bc}	۱/۷^{de}
I3	۸۲/۲^{bcd}	۱۱/۵^{ab}	۱۸/۸^{bc}	۲/۶^{cd}	۱۵/۹^{abc}	۳/۲^{b}	۱/۲^{d}	۱/۸^{e}	۱۴^{a}	۸۷/۷^{a}	۱/۴$^{f g}$
I4	۷۳/۳^{d}	۱۰/۴^{bc}	۱۵/۹^{bc}	۲/۲^{de}	۱۶/۱^{a}	۳/۲^{b}	۱^{d}	۱/۸^{e}	۱۴/۲^{a}	۸۸^{a}	۱/۳^{g}
I5	۷۸/۶^{bcd}	۱۱/۰^{abc}	۲۳/۳^{abc}	۳/۲^{c}	۱۶^{ab}	۳/۲^{b}	۱/۲^{d}	۲/۱^{de}	۱۴^{a}	۸۷/۵^{a}	۱/۴$^{f g}$
I6	۸۹/۵^{ab}	۱۲/۲^{a}	۴۴/۹^{a}	۶/۱^{a}	۱۵/۹^{abc}	۳/۱^{b}	۱/۶^{cd}	۲/۸^{bc}	۱۳/۷^{a}	۸۶/۳^{ab}	۱/۶^{ef}
I7	۵۵/۷^{e}	۶/۸^{d}	۱۲/۹^{c}	۱/۶^{e}	۱۵/۱^{d}	۳/۷^{a}	۲/۸^{a}	۳/۵^{a}	۱۲/۳^{b}	۸۱/۱^{e}	۲/۳^{a}
I8	۹۸//۹^{a}	۱۲/۴^{a}	۱۴/۲^{bc}	۱/۸^{de}	۱۵/۳^{cd}	۳/۷^{a}	۲/۷^{a}	۲/۹^{bc}	۱۲/۵^{b}	۸۲^{de}	۲/۱^{ab}
I9	۷۶/۹^{cd}	۹/۹^{bc}	۳۸/۷^{ab}	۵/۰^{b}	۱۵/۳^{cd}	۳/۶^{a}	۲/۱b^{c}	۳/۲^{ab}	۱۲/۸^{b}	۸۳/۵^{cd}	۱/۹^{bc}
میانگین کل	۸۰/۱	۱۰/۵	۲۲/۱	۲/۸	۱۵/۵	۳/۳	۱/۹	۲/۶	۱۳/۲	۸۵/۳	۱/۸

I1 تا I5 به ترتیب آبیاری پس از ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰ و ۳۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر در بهار، I6 بدون انجام آبیاری در بهار، I7 بدون آبیاری در پاییز و آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌مترتبخیر از تشتک تبخیر در بهار، I8 آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیراز تشتک تبخیر در زمستان و بهار و بدون دریافت بارندگی و I9 عدم دریافت بارندگی و بدون آبیاری در بهار

نتیجه‌گیری

این آزمایش نشان داد که آبیاری‌هـای اوایـل فصـل بیشترین تأثیر را در تولید ریشه و شکر چغندرقند (بـه ترتیـب ۷۶/۹ و ۹/۹ تن در هکتار) دارند و بعد از آن آبیاری‌های اواخر فصل به ترتیب با ۲۲ و ۲/۵ تن و بارندگی‌ها بـا ۱۲/۶ و ۲/۳ تن در هکتار قرار دارند. تأثیر بارنـدگی بـر افـزایش عملکـرد ریشه و شکر و بهبود برخی پارامترهای کیفی از قبیل پتاسیم ریشه، درصد قند سفید، درصد خلـوص شـربت و درصـد قنـد ملاس معنی‌دار بود.

منابع مورد استفاده:

References:

Cohen A. Sugar beet irrigation. 39th Winter Congress of International Institute for Sugar Beet; 1976,Bruxeles February; P.329-338.

Erdem Y, Erdem T, Halim O, Okursoy H. Irrigation scheduling for watermelon with crop water stress index (CWSI). J. Cent. Eur. Agric. 2005;6(4): 449-460.

Erie LJ, Franch DF. Water management of fall planted sugar beet in Salt River Valley of Arizona. Transc.ASAE.1968; 11:792-795.

HaghayeghiMoghadam SA, TohidlooGh, SH. Water use efficiency and yield of sugar beet under sprinkler and furrow irrigation. Journal of Agriculture Engineering Research. 2005; 6(22):1-14. (in Persian, abstract in English content).

Hang AN, Miller DE. Response of sugar beet to deficit, high-frequency sprinkler irrigation. I. Sucrose accumulation, and top and root dry matter production. Agron. J. 1986a; 78:10-14.

Hang AN, Miller DE. Response of sugar beet to deficit, high-frequency sprinkler irrigation. II. Sugar beet development and partitioning to root growth. Agron. J. 1986b; 78:15-18.

Hesadi P, Fathollah Taleghani D, Shiranirad A, Daneshian J, Jaliliyan A. Selection for Drought Tolerance in Sugar Beet Genotypes (Beta vulgaris L.).Biological Forum – An International Journal. 2015 7(1): 1189-1204

Hills FJ, Winter SR, Henderson DW. Sugar beets.Agron.Monogr.1990; 30:795-810.

Hosseinpour M, Sorooshzadeh A, Agha Alikhani M, FatollahTaleghani D, Khorramian M. The Effect of irrigation in spring on water use efficiency and yield of autumn sown sugar beet. Journal of Sugar Beet. 2007; 22(2):35-52. (in Persian, abstract in Englishcontent).

Hunsaker, DJ, Clemmens AJ, Fangmeier DD. Cotton response to high frequency surface irrigation. Agricultural Water Management.1998; 37:55-74.

Khorramian M, Hosseinpour M, Orazizadeh MR. Quality and quantity of the sugar beet crop in the furrow and drip irrigation methods in the north of Khuzestan. The final report of the research project.Safi-Abad Agricultural Research Center of Dezful.2005

Leufen G, Noga G, Hunsche M. () Physiological response of sugar beet (Beta vulgaris) genotypesto a temporary water deficit, as evaluated with a multiparameterfluorescence sensor.Acta Physiol Plant. 2013 35:1763–1774

Miller DE, Hang AN. Deficit, high frequency irrigation of sugar beet with the line source technique. Soil Sci. Soc. Am. J. 1980; 44:1295-1298.

Mohammadian R, Moghaddam M, Rahimian H, Sadeghian SY.Effect of early season drought stress on growth characteristics of sugar beet genotypes. Turk J. Agric. For. 2004; 29: 357-368.

Reshvanloo AA. Irrigation Research and interaction of water and fertilizer on cotton, sugar beet, wheat, safflower and cowpea.The final report of the research project.1975.

Rimon D, Helena F, Cohen A. Effect of spring irrigation on autumn sown sugar beet.39th winter congress of international institute for sugar beet; 1976, Bruxeles February; P.387-396.

Sharifi H, HosseinPour M, Rahnama A. Effect of irrigation termination before harvest and late nitrogen application on sugar beet, yield and quality and root rot in Dezful. Journal of Sugar Beet. 2002; 17(2):86-98. (In Persian, abstract in English content).

Taleghani D, Sharifi H, Mesbah M, SadeghianMotaher SY, SadeghzadehHemayati S. Autumn development of cultivation of sugar beet, a solution for optimum use of water sources. Proceeding of Water, Agriculture and Future Challenges; 2004 Fed 18-19; Safi-Abad Agricultural Research Center.

Taleghani D, Sharifi H, Ahmadi M, Ashraf Mansouri GH, Moharamzadeh M, Javaheri MJ, Basati J, Ebrahimian H, SadegzadehHemayati S, Aghaeezadeh M, AbdollahianNoghabi M, Orazizadeh MR, Norinia A, HoSseanpoUr M,

Sadeghian SY, Mohamadian R, Mahmodi SB, YosefAbadi V. Development of tropical sugar beet in Iran. 24-26 July 2010; 88-102. Environmental Sciences Research Institute, ShahidBeheshti University, Tehran.(in Persian, abstract in Englishcontent).

Tognetti R, Palladino M, minnocci A, Delfine S, Alvino A. The response of sugar beet to drip and low-pressure sprinkler irrigation in southern Italy.Agricultural water management.2003; 60:135-155.

Vahidi H, Rajabi A, Haj SeyedHadi MR, Fathollah Taleghani D. () Screening of sugar beet (*Betavulgaris* L.) genotypes for drought tolerance. International Journal of Agriculture and Crop Sciences. 2013 6(16):1104-1113

Winter SR. Sugar beet yield and quality response to irrigation, row width and stand density. Journal of sugar beet research. 1989; 26(1):26-33.