

تأثیر تنش کم آبی بر ویژگی های گیاهی کاسنی (*Cichorium intybus* L.) در تاریخ های کاشت متفاوت

مرضیه فوادالدینی^{۱*}، محمدجواد ثقه الاسلامی^۲ و سیدغلامرضا موسوی^۳

*۱- نویسنده مسئول، دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بیرجند، پست الکترونیک: mrzhfoad@yahoo.com

۲- دانشیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بیرجند

۳- استادیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بیرجند

تاریخ پذیرش: بهمن ۱۳۹۲

تاریخ اصلاح نهایی: دی ۱۳۹۲

تاریخ دریافت: مهر ۱۳۹۲

چکیده

به منظور بررسی اثر تنش کم آبی و تاریخ کاشت بر برخی صفات کاسنی (*Cichorium intybus* L.)، آزمایشی به صورت کرت های خردشده در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۹۱-۹۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند انجام شد. تیمارهای مورد بررسی شامل چهار سطح آبیاری ۱۰۰، ۷۵، ۵۰ و ۲۵ درصد تبخیر و تعرق گیاه مرجع (ET₀) به عنوان کرت اصلی و سه تاریخ کاشت (۹۰/۱۲/۲۶، ۹۱/۱/۱۴ و ۹۱/۲/۷) به عنوان کرت فرعی بودند. نتایج آزمایش نشان داد تنش کم آبی کلیه صفات بجز نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی را تحت تأثیر قرار داد. به طوری که بیشترین ارتفاع بوته، طول، قطر و تعداد انشعابات ریشه، عملکرد خشک اندام هوایی، عملکرد خشک ریشه، ماده خشک کل (زیست توده) و نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی از تیمار آبیاری معادل ET₀ ۱۰۰٪ و بیشترین بازدهی مصرف آب از تیمار آبیاری معادل ET₀ ۲۵٪ بدست آمدند. مقایسه میانگین ها نشان داد که تاریخ کاشت ۲۶ اسفند در کلیه صفات بجز نسبت ریشه به اندام هوایی، بیشترین مقدار را داشت. اثر متقابل عوامل نیز بر تعداد شاخه جانبی، عملکرد خشک ساقه، عملکرد خشک اندام هوایی، عملکرد خشک ریشه و بهره وری آب معنی دار شد. به طور کلی، کاشت کاسنی در اواخر اسفند ماه، به دلیل تعداد چین بیشتر، از عملکرد و بهره وری آب بیشتری برخوردار بود. همچنین تیمار آبیاری معادل ET₀ ۵۰٪ در تاریخ کاشت ۲۶ اسفند به دلیل آن که از نظر ماده خشک کل با تیمار آبیاری معادل ET₀ ۱۰۰٪ در این تاریخ کاشت تفاوت معنی داری نداشت، به ویژه در شرایط کمبود رطوبت، قابل توصیه است.

واژه های کلیدی: عملکرد، بهره وری آب، ریشه، ماده خشک کل.

مقدمه

قهوه ای می باشد. کاسنی مسکن عطش و حرارت درونی است و در ضعف اعصاب، ضعف چشم و فشار خون مفید است. کاسنی در درمان التهابات معده و پاک کردن مجاری ادراری مؤثر است. ریشه کاسنی در باز کردن و روان شدن اخلاط بسیار مؤثر است. مجاری گوارشی را پاک می کند و بهترین

کاسنی (*Cichorium intybus* L.) از خانواده گل مینا (Asteraceae) است. این گیاه دارای ساقه ای است که در حالت وحشی، ارتفاع آن به ۱/۵ متر می رسد، همچنین دارای ریشه ای قوی به قطر ۱/۵ سانتی متر، به طول ۰/۵ تا ۱ متر و به رنگ

یکی دیگر از نیازهای مهم در برنامه‌ریزی‌های زراعی به‌منظور حصول عملکرد بالا و با کیفیت مطلوب، تعیین مناسب‌ترین زمان کاشت محصول است (Ezueh, 1982). تعیین تاریخ کاشت مستلزم آگاهی از خصوصیات فیزیولوژیکی، مورفولوژیکی و همچنین زمان وقوع مراحل مختلف نمو و تأثیر عوامل محیطی بر آنهاست (خواججه‌پور، ۱۳۶۵؛ ناصری، ۱۳۷۰). تاریخ کاشت فاکتور مهمی است که بر طول دوران رشد رویشی و زایشی و توازن میان آنها و سایر عوامل تولید، کیفیت برداشت و در نهایت عملکرد و کیفیت محصول اثر می‌گذارد (Ezueh, 1982). کاشت در بهترین زمان ممکن در کنترل خسارتهای ناشی از سرماهای دیررس بهاره و زودرس پاییزه، آفات و امراض و علف‌های هرز و استفاده از عوامل اقلیمی مؤثر در تولید، نظیر تطابق زمان گلدهی با درجه حرارت مناسب از اهمیت خاصی برخوردار است (Klyuka & Tsurkani, 1975). تاریخ کاشت مناسب و رابطه آن با حداکثر عملکرد مسئله‌ای است که برای هر گیاه در هر منطقه باید تعیین شود. به علت عوامل بسیار مؤثری که با تغییر تاریخ کاشت روی گیاهان اثر می‌گذارد مانند بارندگی‌ها، تغییرات درجه حرارت، رطوبت و خشکی هوا توجه به تعیین دقیق تاریخ کاشت در هر منطقه الزامیست.

Damato (۲۰۰۰) در طی آزمایشی دو ساله بر روی کاسنی متوجه شد که کاشت کاسنی در دو تاریخ کاشت متفاوت بر ارتفاع گیاه تأثیرگذار است، به‌طوری که تأخیر در کاشت در هر دو سال، کاهش ارتفاع را در پی داشت. همچنین بررسی‌ها بر روی گیاه بادرشی (*Dracocephalum moldavica* L.) نشان داد که تأخیر در کاشت باعث کاهش ارتفاع و تعداد برگ می‌گردد (Davazdahemami *et al.*, 2008). در تحقیقی سه ساله بر روی کاسنی اثر تاریخ کاشت (۱۰، ۲۰ و ۳۰ ژوئن و ۱۰ جولای) بر وزن تر برگ معنی دار شد. بیشترین وزن برگ روزت در اولین و سومین تاریخ کاشت بدست آمد (Rekowska & Jurga-szlemo, 2011). تعدادی از محققان گزارش کردند که تأخیر در کاشت باعث کاهش عملکرد ریشه در چغندر قند می‌گردد (Refay, 2010; Yonts *et al.*, 1999).

تصفیه‌کننده خون است (زرگری، ۱۳۶۷). در محیط‌های طبیعی عوامل زنده (حشرات، باکتری‌ها، قارچ‌ها و ویروس‌ها) و غیرزنده (نور، درجه حرارت، فراهمی آب، مواد غذایی و ساختمان خاک) رشد گیاهان عالی را تحت تأثیر خود قرار می‌دهند. از میان این عوامل، تنش خشکی و کم‌آبی مهمترین عامل غیرزنده است که محدودکننده رشد و تولید گیاهان در جهان به‌شمار می‌رود (Flexas *et al.*, 2004; Reddy *et al.*, 2004). اثرات کمبود رطوبت در عملکرد و تغییرات مواد مؤثره گیاهان دارویی دارای ویژگی‌های خاصی است که باید به‌طور کامل مورد ارزیابی قرار گیرد. آب اغلب رشد و نمو را کنترل می‌کند. واکنش گیاه در برابر تنش آب با فعالیت متابولیکی، مورفولوژیکی، مرحله رشد و عملکرد بالقوه گیاه در ارتباط می‌باشد. کمبود رطوبت گیاه را وادار به واکنش‌های مختلف مورفولوژیکی مانند کاهش سطح برگ، خاری شدن، خزان زودرس، کاهش اندام هوایی، افزایش رشد ریشه، بسته شدن روزنه‌ها، کاهش در سرعت رشد، تجمع آنتی‌اکسیدانت و مواد محلول و فعالیت ژن‌های خاص و غیره می‌کند. در نتایج آزمایش‌های Arshi و همکاران (۲۰۰۵) در کاسنی و Aliabadi Farahani و همکاران (۲۰۰۸) در گشنیز نشان داده شد که تنش موجب کاهش قطر ریشه نسبت به شرایط بدون تنش می‌شود. Saki Nejad (۲۰۱۱) نیز گزارش کرد که تنش متوسط می‌تواند باعث افزایش طول ریشه ذرت شود.

همچنین نتایج تحقیق طاهری اصغری (۱۳۸۹) در بررسی اثر تنش خشکی بر کاسنی نشان داد که وقتی گیاه با تنش شدید مواجه می‌شود، از شاخ و برگ خود می‌کاهد. با توجه به این که میزان آب آبیاری مورد نیاز در هر مزرعه به کارایی آبیاری مربوط می‌شود، بنابراین اندازه‌گیری و یا پیش‌بینی صحیح این پارامتر حائز اهمیت است (Garside *et al.*, 1992). کارایی مصرف آب همچنین یکی از خصوصیات مهم فیزیولوژیک است که نشان‌دهنده توانایی گیاه در مقابله با تنش آب می‌باشد (Frank *et al.*, 1987; Daniel & Scott, 1991). جلیبی و همکاران (۱۳۸۷) نیز در آزمایشی بر روی چغندر قند مشاهده کردند که با اعمال تنش آبی مقدار کارایی مصرف آب افزایش یافت.

این مطالعه به منظور بررسی اثر میزان آبیاری و تاریخ کاشت بر شاخص بهره‌وری آب آبیاری و برخی از ویژگی‌های گیاه دارویی کاسنی انجام شد.

مواد و روشها

این تحقیق در سال ۱۳۹۱-۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند با اقلیم گرم و خشک واقع در عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۵۰ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۱۸ دقیقه شرقی با ارتفاع ۱۴۸۰ متر از

سطح دریا اجرا شد. مشخصات آب و هوایی منطقه نیز در جدول ۱ مشخص شده است.

آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا گردید. تیمارهای مورد بررسی شامل آبیاری معادل ۱۰۰، ۷۵، ۵۰ و ۲۵ درصد تبخیر و تعرق گیاه مرجع (ET_0) در کرت‌های اصلی و سطوح تاریخ‌های کاشت ۹۰/۱۲/۲۶، ۹۱/۱/۱۴ و ۹۱/۲/۷ در کرت‌های فرعی بودند. دمای هوا و خاک در تاریخ‌های کاشت، در جدول ۲ آمده است.

جدول ۱- میانگین شاخص‌های آب و هوایی از فروردین تا شهریور ۱۳۹۱

ماه	درجه حرارت حداقل	درجه حرارت حداکثر	جمع بارندگی (میلی‌متر)	جمع تبخیر (میلی‌متر)
فروردین	۷/۵	۲۶	۱/۲	۱۹۴/۵
اردیبهشت	۸/۶	۳۲	۳/۴	۲۵۳/۷
خرداد	۱۱/۷	۳۵	۰/۷	۴۳۴/۷
تیر	۱۴/۸	۴۰/۸	-	۴۷۴/۲
مرداد	۱۲	۳۶/۳	-	۴۲۹/۹
شهریور	۷	۳۵/۲	-	۳۴۸/۴

جدول ۲- دمای هوا و خاک در تاریخ‌های کاشت

تاریخ کاشت	۲۶ اسفند	۱۴ فروردین	۷ اردیبهشت
حداقل دما	۳/۵	۷	۵/۷
حداکثر دما	۲۱/۳	۲۳	۲۰/۸
حداقل دمای خاک	۰/۳	۲/۴	۳/۴

پس از عملیات شخم و تسطیح، کود اوره به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و فسفات آمونیوم به میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار به خاک افزوده شد. سپس با استفاده از فارور، جوی و پشته‌هایی با فاصله ۵۰ سانتی متر ایجاد گردید. بذرها با کمی شن و کود دامی الک شده مخلوط شد و در تاریخ‌های کاشت مورد نظر در داخل شیارها به عمق یک سانتی متر قرار داده شدند. برای محاسبه میزان آب برای هر کرت طبق تیمارهای انتخاب

شده، ابتدا میزان تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A در انتهای هر هفته از ایستگاه هواشناسی شهرستان تهیه و با ضرب آن در عدد ۰/۷ (ضریب تشتک) میزان تبخیر و تعرق گیاه مرجع محاسبه گردید. میزان آب مورد نیاز با توجه به مساحت کرت محاسبه شد و بعد به وسیله کنتور اندازه‌گیری شد. جدول ۳، حجم آب مصرف شده (مترمکعب در هکتار) در کل دوره رشد را در تیمارهای مختلف آبیاری نشان می‌دهد.

$$\text{تبخیر و تعرق گیاه مرجع } (ET_0) = 0.7 \times \text{میزان تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A}$$

جدول ۳- حجم آب مصرف شده در کل دوره رشد در تیمارهای آبیاری

تاریخ‌های کاشت	تیمار آبیاری (درصد تبخیر و تعرق گیاه مرجع)	حجم آب مصرفی (مترمکعب در هکتار)
۹۰/۱۲/۲۶	۱۰۰	۱۲۷۰۰
	۷۵	۹۵۲۵
	۵۰	۶۳۵۰
	۲۵	۳۱۷۵
۹۱/۱/۱۴	۱۰۰	۱۲۰۸۴
	۷۵	۹۰۶۳
	۵۰	۶۰۴۲
	۲۵	۳۰۲۱
۹۱/۲/۷	۱۰۰	۱۰۵۶۶
	۷۵	۷۹۲۵
	۵۰	۵۲۸۳
	۲۵	۲۶۴۲

SPSS و MSTAT-C استفاده گردید. مقایسه میانگین صفات در تیمارهای آزمایشی با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵٪ انجام شد.

نتایج

ویژگی‌های مورفولوژیکی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سطوح مختلف آبیاری بر کلیه صفات اندازه‌گیری شده معنی‌دار بود (جدول ۴). مقایسه میانگین‌های ارتفاع بوته در سطوح مختلف آبیاری نشان داد که تیمار ET_0 ۱۰۰٪ با ۶۲/۵۲ سانتی‌متر، بیشترین ارتفاع بوته را به خود اختصاص داده است که نسبت به ۳ سطح دیگر آبیاری به ترتیب از برتری ۲/۲۵، ۱۵/۳۲ و ۳۵/۵۳ درصدی برخوردار بود (جدول ۵). مقایسه میانگین‌های ارتفاع بوته در سه تاریخ کاشت نشان داد که تأخیر در کاشت، کاهش ارتفاع بوته را به دنبال داشت (جدول ۵). همچنین اثر متقابل آبیاری و تاریخ کشت بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۴).

پس از سبز شدن و استقرار، بوته‌ها با فاصله ۲۰ سانتی‌متر روی ردیف تنک شدند. در طی دوره رشد اقدامات لازم برای مبارزه علف‌های هرز انجام شد. با شروع اولین علائم گلدهی در کاسنی، برای تعیین عملکرد دو خط از طرفین و نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت به عنوان اثر حاشیه در نظر گرفته شد و نمونه‌برداری از ۱۰ بوته به صورت تصادفی انجام گردید. صفات مورفولوژیکی شامل ارتفاع بوته، تعداد برگ، تعداد شاخه جانبی و طول، قطر و تعداد انشعابات اصلی ریشه اندازه‌گیری شدند. برگ‌ها، ساقه‌ها و ریشه‌ها به طور مجزا، جدا شده و وزن تر آنها ثبت شد. سپس هر یک از نمونه‌ها تا رسیدن به وزن ثابت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد در آون خشک شدند. بعد از خشک شدن، نمونه‌ها به دقت توزین و وزن خشک ساقه و برگ و ریشه محاسبه شد. برای محاسبه بهره‌وری آب آبیاری، نسبت عملکرد ماده خشک کل به لیتر آب مصرفی محاسبه گردید.

به منظور تجزیه واریانس، مقایسه میانگین‌ها و تعیین ضرایب همبستگی ساده صفات مورد بررسی از نرم‌افزار

این کاهش در تیمارهای ET_0 ۷۵٪، ET_0 ۵۰٪ و ET_0 ۲۵٪ به ترتیب ۴۴/۰۵، ۴۴/۵۹ و ۵۴/۶۲ درصد بود (جدول ۸).

مقایسه میانگین های اثر آبیاری نشان داد که بیشترین طول و قطر ریشه به ترتیب با میانگین ۱۸/۱۴ سانتی متر و ۱۳/۲۴ میلی متر از تیمار حجم آبیاری ۱۰۰٪ تبخیر و تعرق گیاه مرجع بدست آمدند (جدول ۵). همچنین بیشترین و کمترین تعداد انشعابات ریشه نیز به ترتیب از تیمار آبیاری ۱۰۰٪ و ۲۵٪ تبخیر و تعرق گیاه مرجع بدست آمد (جدول ۵).

مقایسه میانگین های اثر تاریخ های کاشت متفاوت نیز نشان داد که تاریخ کاشت اول و دوم از نظر طول و قطر ریشه تفاوت معنی داری نداشته و در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۵). همچنین تاریخ کاشت اول با میانگین ۵/۵۰ بیشترین تعداد انشعابات ریشه را داشت که نسبت به تاریخ کاشت دوم و سوم به ترتیب از برتری ۳/۷۷ و ۳۹/۹۴ درصدی برخوردار بود (جدول ۵).

مقایسه میانگین های اثر سطوح آبیاری بر تعداد برگ در بوته بیانگر آن است که تیمار ET_0 ۱۰۰٪ با میانگین تولید ۱۰۵/۱، بیشترین تعداد برگ در بوته را داشت (جدول ۵). مقایسه میانگین تعداد برگ در تاریخ های کاشت متفاوت نشان داد که با تأخیر در کاشت این صفت کاهش قابل توجه و معنی داری داشت (جدول ۵).

مقایسه میانگین های اثر سطح آبیاری بر تعداد شاخه جانبی نشان داد که تیمار ET_0 ۱۰۰٪ با میانگین ۶/۹، بیشترین تعداد شاخه جانبی را داشت که نسبت به تیمار دوم، سوم و چهارم به ترتیب از برتری ۲۳/۷۸، ۴۵/۵۷ و ۱۰۰ درصدی برخوردار بود (جدول ۵). مقایسه میانگین های تعداد شاخه جانبی در سه تاریخ کاشت نشان داد که تأخیر در کاشت باعث کاهش شدید تعداد شاخه جانبی شد (جدول ۵). مقایسه میانگین های اثر متقابل آبیاری و تاریخ کاشت بر این صفت نشان داد که در تیمار ET_0 ۱۰۰٪، با تغییر تاریخ کاشت از ۲۶ اسفند به ۱۴ فروردین، تعداد شاخه جانبی در بوته ۵۶٪ کاهش یافت.

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس صفات مرفولوژیکی کاسنی تحت تأثیر تنش کم آبی و تاریخ کاشت

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				ارتفاع گیاه	تعداد برگ در بوته	تعداد شاخه جانبی در بوته	طول ریشه	قطر ریشه	تعداد انشعابات ریشه
		تعداد شاخه جانبی در بوته	تعداد برگ در بوته	تعداد شاخه جانبی در بوته	طول ریشه						
بلوک	۲	۸۹/۶۲ ns	۲۶۱/۲۹ ns	۳/۴۸ ns	۸/۸۷ *	۱۸/۱۹ ns	۱/۸۴ ns				
آبیاری	۳	۵۰۸/۶۶ *	۵۵۶۸/۹۳ **	۱۸/۸۴ **	۲۶/۸۹ **	۵۳/۵۱ *	۱۴/۵۹ **				
خطای اول	۶	۶۴/۴۴	۵۱۵/۶۷	۱/۴۶	۱/۳۶	۶/۷۵	۰/۶۱				
تاریخ کاشت	۲	۲۹۰۶۵/۹۷ **	۱۶۱۲۹/۶۷ **	۳۵۵/۵۲ **	۳۲/۰۱ **	۱۷/۲۲ **	۸/۷۶ **				
آبیاری × تاریخ کاشت	۶	۱۵۱/۷۲ ns	۳۸۹/۷۳ ns	۸/۳۷ **	۳/۲۵ ns	۱/۲۹ ns	۰/۵۳ ns				
خطای دوم	۱۶	۷۹/۹۵	۲۷۱/۳۶	۱/۴۹	۲/۵۵	۲/۱۶	۰/۹۹				

ns، * و **، به ترتیب عدم معنی داری، معنی داری در سطح ۱٪ و ۵٪ را نشان می دهد.

جدول ۵- اثرات ساده و آبیاری تاریخ کاشت بر ویژگی‌های مورفولوژیکی کاسنی

تیمار	ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)	تعداد برگ در بوته	تعداد شاخه جانبی در بوته	طول ریشه (سانتی‌متر)	قطر ریشه (میلی‌متر)	تعداد انشعابات ریشه
آبیاری (درصد تبخیر و تعرق گیاه مرجع)						
۱۰۰	۶۲/۵۲ a	۱۰۵/۱ a	۶/۹ a	۱۸/۱۴ a	۱۳/۲۳ a	۵/۹۷ a
۷۵	۶۱/۱۴ a	۷۱/۰۹ b	۵/۵۷ ab	۱۷/۵۱ a	۱۱/۹۳ a	۵/۴۵ a
۵۰	۵۴/۲۱ ab	۷۳/۴۹ b	۴/۷۴ bc	۱۵/۶۳ b	۱۱/۷۹ a	۵/۱۴ a
۲۵	۴۶/۱۳ b	۴۴/۳۰ c	۳/۴۵ c	۱۴/۳۷ b	۷/۶۲ b	۳/۰۷ b
تاریخ کاشت						
۹۰/۱۲/۲۶	۹۲/۳۶۷ a	۱۱۰/۱ a	۱۰/۸۵ a	۱۷/۰۵۴ a	۱۱/۸۲۹ a	۵/۵۰۰ a
۹۱/۱/۱۴	۷۵/۶۴۲ b	۷۳/۵۲ b	۴/۴۶ b	۱۷/۶۳۷ a	۱۱/۸۴۷ a	۵/۳۰۸ a
۹۱/۲/۷	۰ c	۳۶/۸۲ c	۰ c	۱۴/۵۶۳ b	۹/۷۶۳ b	۳/۹۳۳ b

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک براساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

ویژگی‌های عملکردی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات ساده آبیاری و تاریخ کاشت بر کلیه صفات عملکردی مورد بررسی بجز نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی معنی‌دار شد (جدول ۶). مقایسه میانگین‌های اثر سطوح آبیاری بر عملکرد خشک ساقه بیانگر آن است که تیمار ET_0 ۱۰۰٪، بیشترین عملکرد خشک ساقه با میانگین تولید $374/9$ گرم در مترمربع را داشت (جدول ۷). مقایسه میانگین‌های اثر تاریخ‌های کاشت نیز نشان داد که سطوح آبیاری مختلف از نظر آماری در یک گروه آماری متفاوت قرار گرفتند (جدول ۷). مقایسه میانگین‌های اثر متقابل آبیاری و تاریخ کاشت بر این صفت نشان داد که بیشترین عملکرد خشک ساقه از تاریخ کاشت اول در تیمارهای ET_0 ۱۰۰٪ و ET_0 ۷۵٪ بدست آمد (جدول ۸).

همچنین مقایسه میانگین‌های عملکرد خشک برگ نشان داد که هر کدام از سطوح آبیاری از نظر آماری در گروه‌های جداگانه قرار گرفتند (جدول ۷). مقایسه میانگین‌های عملکرد خشک برگ در تاریخ‌های کاشت متفاوت نیز نشان داد که تاریخ کاشت اول با میانگین $157/7$ گرم در مترمربع بیشترین عملکرد خشک برگ را

به خود اختصاص داد و تاریخ کاشت دوم و سوم در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۷).

مقایسه میانگین‌های اثر سطوح آبیاری بر صفت عملکرد خشک اندام هوایی بیانگر آن است که تیمار ET_0 ۱۰۰٪ با میانگین تولید $546/8$ گرم در مترمربع بیشترین عملکرد خشک اندام هوایی را به خود اختصاص داده است (جدول ۷). مقایسه میانگین‌های اثر تاریخ‌های کاشت متفاوت بر عملکرد خشک اندام هوایی نشان داد که تاریخ‌های مختلف کاشت از نظر این صفات در سه گروه آماری متفاوت قرار گرفتند (جدول ۷). همچنین مقایسه میانگین‌های اثر متقابل آبیاری و تاریخ کاشت بر این صفات نشان داد که تاریخ کاشت اول با آبیاری معادل ET_0 ۱۰۰٪ با میانگین $793/80$ گرم در مترمربع بیشترین عملکرد خشک اندام هوایی و تاریخ کاشت سوم با آبیاری ET_0 ۲۵٪ با میانگین $22/60$ گرم در مترمربع کمترین عملکرد خشک اندام هوایی را به خود اختصاص دادند (جدول ۸). عملکرد خشک اندام هوایی در اولین تاریخ کاشت با افزایش تنش خشکی، کاهش ۶۹ درصدی داشت و با تأخیر در کاشت کاهش عملکرد به ۸۵٪ رسید (جدول ۸). همان‌طور که در جدول ۷ مشاهده می‌شود

اندام هوایی را داشت (جدول ۷). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل آبیاری و تاریخ کاشت بر نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی معنی دار نشد (جدول ۶).

بهره‌وری آب آبیاری

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات ساده آبیاری و تاریخ کاشت و اثر متقابل آنها در سطح ۱٪ بهره‌وری آب آبیاری را تحت تأثیر قرار دادند (جدول ۶). مقایسه میانگین‌های اثر سطوح آبیاری بر بهره‌وری آب آبیاری نشان داد که تیمار $ET_0/25$ ٪ با $0/75$ گرم بیوماس خشک بر لیتر آب مصرفی بیشترین میزان بهره‌وری آب آبیاری را به خود اختصاص داد و نسبت به تیمارهای آبیاری ۱۰۰٪، ۷۵٪ و ۵۰٪ تبخیر و تعرق گیاه مرجع به ترتیب از برتری ۲۵/۵۶، ۵۰/۴۱ و ۹۴/۱۱ درصدی برخوردار بود (جدول ۷). مقایسه میانگین‌های اثر تاریخ کاشت بر این صفت نشان داد که از نظر آماری تاریخ‌های کاشت در سه گروه متفاوت قرار گرفتند (جدول ۷). تیمار آبیاری معادل $ET_0/25$ ٪ در تاریخ کاشت اول با $1/18$ گرم ماده خشک بر لیتر آب مصرفی، بیشترین میزان بهره‌وری آب آبیاری را داشت که البته با تیمار $ET_0/50$ ٪ در تاریخ کاشت اول تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۸).

بحث

نتایج حکایت از آن دارد که کم آبیاری بشدت باعث کاهش ارتفاع، تعداد برگ و تعداد شاخه جانبی گردید. دلیل کاهش ارتفاع بوته در تیمار تنش، کاهش فشار تورژسانس سلول‌های در حال رشد و اثر بر طول سلول‌هاست. کاهش تعداد برگ تحت شرایط تنش نیز، احتمالاً یکی از مکانیزم‌های مقاومت به تنش یا حفظ آب می‌باشد. همچنین وقتی گیاه با خشکی مواجه شود از شاخ و برگ خود که منابع اصلی تبخیر و تعرق در گیاه هستند، می‌کاهد. نتایج این تحقیق با نتایج Riaz و همکاران (۲۰۱۳) مطابقت داشت.

تیمار $ET_0/100$ ٪ با تولید میانگین $46/13$ گرم در مترمربع بیشترین عملکرد خشک ریشه را به خود اختصاص داد و هر کدام از سطوح آبیاری در یک گروه آماری جداگانه قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌های اثر تاریخ کاشت نیز نشان داد که بیشترین عملکرد خشک ریشه با تولید $36/33$ گرم در مترمربع از تیمار $ET_0/100$ ٪ حاصل شد ولی تفاوت چندانی بین تاریخ کاشت دوم و سوم وجود نداشت (جدول ۷). با توجه به نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس، اثر متقابل عوامل به‌طور معنی‌داری عملکرد خشک ریشه را تحت تأثیر قرار دادند (جدول ۶). مقایسه میانگین‌های اثر متقابل آبیاری و تاریخ کاشت نشان داد که در تیمار $ET_0/100$ ٪، با تأخیر در کاشت کاهش عملکرد خشک ریشه به ۲۰٪ ولی در تیمار $ET_0/25$ ٪، به ۶۰٪ رسید (جدول ۸). مقایسه میانگین‌ها نیز نشان داد که تیمار $ET_0/100$ ٪ با میانگین 593 گرم در مترمربع بیشترین ماده خشک کل و تیمار $ET_0/25$ ٪ با میانگین $233/4$ گرم در مترمربع کمترین ماده خشک کل را به خود اختصاص دادند (جدول ۷). مقایسه میانگین‌های اثر تاریخ کاشت بر ماده خشک کل نیز نشان داد که هر سه تاریخ کاشت در گروه‌های آماری جداگانه‌ای قرار گرفتند (جدول ۷). همچنین مقایسه میانگین‌های اثر متقابل آبیاری و تاریخ کاشت نشان داد که بیشترین ماده خشک کل با میانگین $842/2$ گرم در مترمربع از تاریخ کاشت اول و آبیاری معادل $ET_0/100$ ٪ بدست آمد (جدول ۸).

مقایسه میانگین‌های اثر سطوح آبیاری بر نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی نشان داد، اگرچه تیمار آبیاری $ET_0/100$ ٪ با $0/25$ بیشترین نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی را به خود اختصاص داد و نسبت به سطوح آبیاری دوم، سوم و چهارم به‌ترتیب از برتری $47/05$ ، $31/57$ و $38/88$ درصدی برخوردار بوده‌است، اما این تفاوت معنی‌دار نبود (جدول ۷). مقایسه میانگین‌های اثر تاریخ‌های کاشت نیز نشان داد که تاریخ کاشت سوم با $0/27$ ، بیشترین نسبت وزن خشک ریشه به

جدول ۶- نتایج تجزیه واریانس ویژگیهای عملکردی کاسنی تحت تأثیر تنش کم آبی و تاریخ کاشت

میانگین مربعات							درجه آزادی	منابع تغییرات
بهره‌وری آب آبیاری	R/S (در چین سوم)	ماده خشک کل	عملکرد خشک ریشه	عملکرد خشک اندام هوایی	عملکرد خشک برگ	عملکرد خشک ساقه		
۰/۰۱ ns	۰/۰۱۰ ns	۱۲۸۲۶/۶۸ ns	۲۲۸/۵۰ ns	۱۰۹۹۸/۸۳ ns	۳۴۴۷/۵۲ *	۶۰۹۱/۳۱ ns	۲	بلوک
۰/۱۴ *	۰/۰۱۱ ns	۲۰۷۱۰۴/۵۲ **	۱۶۱۶/۸۹ **	۱۷۲۶۷۶/۵۶ **	۲۸۶۹۱/۵۴ **	۶۳۵۳۰/۵۱ **	۳	آبیاری
۰/۰۱۱	۰/۰۰۹	۶۱۵۳/۶۲	۴۵/۶۹	۶۳۸۴/۸۸	۴۹۴/۹۸	۴۰۲۴/۸۱۷	۶	خطای اول
۱/۸۴ **	۰/۰۴۳ **	۹۲۰۶۹۰/۰۱ **	۲۰۹/۴۸ *	۸۹۵۳۶۳/۶۷ **	۱۰۲۵۱/۳۸ **	۷۵۷۶۴۵/۰۰۱ **	۲	تاریخ کاشت
۰/۰۸ **	۰/۰۰۳ ns	۱۷۰۸۹/۷۸ *	۱۲۴/۳۵ *	۱۶۳۴۴/۰۱ *	۲۰۹۷/۲۴ ns	۲۰۷۱۸/۷۸ **	۶	آبیاری × تاریخ کاشت
۰/۰۰۹	۰/۰۰۶	۵۹۴۲/۹۶۰	۳۵/۵۶	۵۹۰۹/۴۷	۱۰۳۹/۳۶۱	۴۱۲۹/۱۶	۱۶	خطای دوم

ns، * و **، به ترتیب عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح ۵٪ و ۱٪ را نشان می‌دهد.

جدول ۷- اثرات ساده آبیاری و تاریخ کاشت بر ویژگی‌های عملکردی و بازدهی مصرف آب کاسنی

بهره‌وری آب آبیاری (گرم بر لیتر)	R/S (در چین سوم)	ماده خشک کل (گرم در مترمربع)	عملکرد خشک ریشه (گرم در مترمربع)	عملکرد خشک اندام هوایی (گرم در مترمربع)	عملکرد خشک برگ (گرم در مترمربع)	عملکرد خشک ساقه (گرم در مترمربع)	تیمار
آبیاری (درصد تبخیر و تعرق گیاه مرجع)							
۰/۴۸ b	۰/۲۵ a	۵۹۳ a	۴۶/۱۳ a	۵۴۶/۸ a	۱۹۴/۲ a	۳۵۲/۷ a	۱۰۰
۰/۵۳ b	۰/۱۷ a	۴۹۰/۳ b	۳۳/۹ b	۴۵۶/۴ a	۱۳۲/۱ b	۳۲۴/۳۲ ab	۷۵
۰/۶۷ a	۰/۱۹ a	۴۱۵/۲ b	۳۲/۸۹ b	۳۸۲/۳ a	۱۱۲/۲ b	۲۷۰/۱ b	۵۰
۰/۷۵ a	۰/۱۸ a	۲۳۳/۴ c	۱۳/۶۹ c	۲۱۹/۷ b	۵۷/۴۳ c	۱۶۲/۳ c	۲۵
تاریخ کاشت							
۰/۹۵ a	۰/۱۷ b	۶۸۳/۹ a	۳۶/۳۳ a	۶۴۷/۵۰ a	۱۵۷/۷ a	۴۸۹/۸ a	۹۰/۱۲/۲۶
۰/۷۰ b	۰/۱۶ b	۴۷۹/۳ b	۳۰/۳۶ b	۴۴۹ b	۱۰۶/۸ b	۳۴۲/۲ b	۹۱/۱/۱۴
۰/۱۸ c	۰/۲۷ a	۱۳۵/۷ c	۲۸/۲۷ b	۱۰۷/۵ c	۱۰۷/۵ b	۰ c	۹۱/۲/۷

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک براساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول ۸- اثرات متقابل آبیاری و تاریخ کاشت بر ویژگی‌های عملکردی و بازدهی مصرف آب کاسنی

تیمار	تعداد شاخه جانبی در بوته	عملکرد خشک ساقه (گرم در مترمربع)	عملکرد خشک برگ (گرم در مترمربع)	عملکرد خشک اندام هوایی (گرم در متر مربع)	عملکرد خشک ریشه (گرم در مترمربع)	ماده خشک کل (گرم در مترمربع)	بهره‌وری آب آبیاری (گرم بر لیتر)
آبیاری × تاریخ کاشت							
۱۰۰	۱۴/۳۷ a	۵۷۷/۴۰ ab	۲۱۶/۵۰ a	۷۹۳/۸۰ a	۴۸/۴۰ ab	۸۴۲/۲ a	۰/۶۶ cd
	۶/۳۳ b	۴۸۰/۶۳ abcd	۱۴۹/۱۰ abc	۶۲۹/۸۰ abc	۵۱/۰۳ a	۶۸۰/۸۰ ab	۰/۵۶ d
	۰ c	۰ f	۲۱۷ a	۲۱۷ efg	۳۸/۹۷ abcd	۲۵۶ defg	۰/۲۴ e
۷۵	۱۱/۵۷ a	۵۹۹ a	۱۶۱/۶۰ abc	۷۶۰/۶۰ a	۳۸/۷۳ abcd	۷۹۹/۳۰ a	۰/۸۴ bcd
	۵/۱۶ b	۳۷۳/۹۷ bcde	۱۲۳/۲۰ abcd	۴۹۷/۲۰ bcd	۲۹/۱۷ bcde	۵۲۶/۴ bc	۰/۵۸ d
	۰ c	۰ f	۱۱۱/۵۰ bcd	۱۱۱/۵۰ fg	۳۳/۸۰ abcde	۱۴۵/۲ efg	۰/۱۸ e
۵۰	۱۰/۷۷ a	۵۰۸/۴۰ abcd	۱۶۶/۷۰ ab	۶۷۵/۱۰ abc	۴۱/۹۷ abc	۷۱۷/۱۰ ab	۱/۱۳ ab
	۳/۴۶ bc	cde۳۰۱/۹۰	۹۱/۱۷ bcd	۳۹۳ cde	۲۲/۹۰ cdef	۴۱۵/۹۰ cd	۰/۶۹ cd
	۰ c	۰ f	۷۸/۷۷ bcd	۷۸/۸۳ g	۳۳/۸۰ abcde	۱۱۲/۶۰ fg	۰/۲۱ e
۲۵	۶/۷ b	۲۷۴/۵۰ de	۸۶/۱۷ bcd	۳۶۰/۷۰ def	۱۶/۲۰ ef	۳۷۶/۹۰ cde	۱/۱۸ ab
	۳/۶۶ bc	۲۱۲/۳۰ e	۶۳/۵۳ cd	۲۷۵/۹۰ defg	۱۸/۳۳ def	۲۹۴/۲۰ cdef	۰/۹۷ abc
	۰ c	۰ f	۲۲/۶۰ d	۲۲/۶۰ g	۶/۵۳ f	۲۹/۱۳ g	۰/۱۱ e

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک براساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

کاشت باعث کاهش طول و قطر ریشه می‌گردد. Alam و همکاران (۲۰۱۰) نیز این مطلب را بیان کردند که علت آن را می‌توان به کوتاه بودن دوره رشد نسبت داد.

اعمال تنش کم آبیاری از طریق محدودیت جریان CO₂ داخل برگ و همچنین کاهش سطح فتوسنتزی باعث کاهش تولید بیوماس می‌گردد. همچنین در شرایط تنش گیاه بخش زیادی از انرژی خود را صرف جذب آب می‌کند (طاهری اصغری، ۱۳۸۹).

دلیل کاهش عملکرد خشک ساقه با تغییر تاریخ کاشت از ۲۶ اسفند به ۱۴ فروردین کوتاه بودن طول دوره رشد و اختصاص مواد فتوسنتزی کمتر به گیاه می‌باشد. لازم به یادآوری است که در تاریخ کاشت سوم گیاه به ساقه نرفت که مسلماً در میزان عملکرد تأثیر بسزایی دارد. همچنین افزایش تعداد شاخه جانبی در تاریخ کاشت اول را می‌توان دلیل افزایش عملکرد آن دانست. به‌طور کلی در تاریخ کاشت زود هنگام از نظر عملکرد نتایج بهتری حاصل شد.

علت بالا بودن عملکرد افزایش طول دوره رویش و استفاده بیشتر گیاه از منابع غذایی است که با به تأخیر افتادن زمان کاشت، طول دوره رویش کاهش یافته و این کاهش دوره رویش روی میزان عملکرد نیز تأثیر گذاشته و آن را کاهش داده است. در آزمایشی که مقدسی و موقر (۱۳۸۷) بر روی اثرات تاریخ کاشت بر عملکرد آفتابگردان انجام دادند، نتیجه گرفتند که تاریخ کاشت زود هنگام عملکرد بیشتری نسبت به تاریخ کاشت دیر هنگام دارد. همچنین محمدیان و اصغری زکریا (۱۳۹۰) در گیاه همیشه‌بهار نیز به نتایج مشابهی رسیدند.

از طرفی تنش خشکی باعث کاهش نسبت ریشه به اندام هوایی می‌گردد که در تحقیقات Vandoorne و همکاران (۲۰۱۲) نیز بدست آمد. در این آزمایش بیشترین نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی از تیمار حجم آبیاری کامل بدست آمد. نتایج تحقیقات Riaz و همکاران (۲۰۱۳) بر روی گیاه همیشه‌بهار نیز نشان داد که تنش خشکی بر نسبت ریشه به ساقه تأثیرگذار است و در تنش شدید این نسبت کاهش می‌یابد.

در مورد تأثیر تاریخ کاشت بر ارتفاع، به‌طور کلی کشت زود هنگام باعث افزایش طول دوره رشد شده، در نتیجه گیاه فرصت کافی برای رشد رویشی و افزایش ارتفاع را بدست می‌آورد که این کار منجر به افزایش عملکرد می‌شود. لازم به ذکر است که بوته‌ها در تاریخ کاشت سوم به ساقه نرفتند که می‌توان دلیل آن را طول دوره رشد کوتاه و مواجه شدن با شرایط نامناسب محیطی دانست. در آزمایشی بر روی کاسنی، اثر ۵ تاریخ کاشت از هفته دوم خرداد تا هفته اول مرداد مورد بررسی قرار گرفت و گیاهانی که در سه تاریخ اول کشت شده بودند به ساقه رفته و بقیه در حالت روزت باقی ماندند. در تحقیق مذکور بیشترین ارتفاع از تاریخ کاشت سوم بدست آمد (Roodkiewicz, 2000). محمدیان و اصغری زکریا (۱۳۹۰) در آفتابگردان و Davazdahemami و همکاران (۲۰۰۸) در گیاه دارویی بادربسی نیز به نتایج مشابهی دست یافتند. در نتایج تحقیق مقدسی و موقر (۱۳۸۷) در آفتابگردان، بیشترین ارتفاع مربوط به تاریخ کشت ۱۵ خرداد و کمترین آن مربوط به تاریخ‌های کشت دیر هنگام بود. از سوی دیگر تأخیر در کاشت با کاهش طول دوره رشد و همچنین تغییر شرایط محیطی مانند درجه حرارت موجب کاهش تعداد برگ در گیاه می‌شود. این نکته حائز اهمیت است که کاهش ارتفاع ساقه و تعداد شاخه جانبی در تاریخ کاشت دوم را می‌توان دلیل کاهش عملکرد آن دانست. در مورد تأثیر آبیاری بر ریشه باید گفت که در شرایط تنش شدید به دلیل محدودیت تولید مواد فتوسنتزی، رشد ریشه نیز مانند کل گیاه تحت تأثیر قرار گرفته و ریشه‌ها کوچکتر و نازکتر می‌شوند. در شرایط بدون تنش ریشه‌ها توپر و قطورتر هستند، در صورتی که در شرایط تنش با اینکه ریشه دارای طول نسبتاً مناسبی می‌باشد اما به دلیل اینکه نازک هستند، دارای وزن کمی نیز می‌باشند که موجب کاهش قطر ریشه نسبت به شرایط بدون تنش می‌شود. این نتایج با نتایج آزمایش‌های Aliabadi Farahani و همکاران (۲۰۰۸) نیز مطابقت داشت. به دلیل اهمیت ریشه کاسنی در مصرف دارویی آن توجه به این نکته بسیار اهمیت دارد که تأخیر در

می‌کند از عملکرد بیشتری برخوردار است. همچنین این تاریخ کاشت از میزان بهره‌وری آب آبیاری بیشتری نیز برخوردار است. از سوی دیگر اگرچه تیمار حجم آبیاری معادل $ET_0 \times 25\%$ از بهره‌وری آب بالاتری برخوردار بود ولی به دلیل عملکرد کم قابل توصیه نمی‌باشد. در این میان تیمار آبیاری معادل $ET_0 \times 50\%$ در تاریخ کاشت اول (۲۶ اسفند) به دلیل آن که از نظر ماده خشک کل با تیمار $ET_0 \times 100\%$ در این تاریخ کاشت تفاوت معنی‌داری ندارد به ویژه در شرایط اقلیمی بیرجند که با کمبود رطوبت روبرو می‌باشد، قابل توصیه است.

منابع مورد استفاده

- جلیلی، م.، قائمی، ع. و ذره‌پرور، ه.، ۱۳۸۷. بررسی اثرات تنش آبی و مقادیر مختلف کود نیتروژن بر عملکرد و کارایی مصرف آب در چغندر قند. پژوهش در علوم کشاورزی، ۲۴(۲): ۱۶۴-۱۷۲.
- خواجه‌پور، م.ر.، ۱۳۶۵. اصول و مبانی زراعت. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان، ۳۹۸ صفحه.
- زرگری، ع.، ۱۳۶۷. گیاهان دارویی (جلد سوم). انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ۲۱۲ صفحه.
- طاهری اصغری، م.، ۱۳۸۹. تأثیر تنش کم آبی بر تعدادی از صفات در گیاه دارویی کاسنی تحت تراکم‌های مختلف گیاهی. اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، ۲(۳): ۱۵۵-۱۴۷.
- محمدیان، ر. و اصغری زکریا، ر.، ۱۳۹۰. تأثیر تراکم و تاریخ کاشت‌های مختلف بر روی گیاهان دارویی همیشه‌بهار و نعنای فلفلی. اولین همایش تخصصی توسعه کشاورزی استانهای شمال غرب کشور، دانشگاه پیام نور اردبیل، مشکین شهر، ۱۹-۱۸ آبان: ۸-۱.
- مقدسی، م.ش. و موقر، آ.، ۱۳۸۷. بررسی اثرات تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم آفتابگردان روغنی (رکورد و آذرگل). زراعت و اصلاح نباتات ایران، ۴(۲): ۱۰۵-۹۳.
- ناصری، ف.، ۱۳۷۰. دانه‌های روغنی (ترجمه). معاونت فرهنگی استان قدس رضوی، ۸۲۳ صفحه.
- Alam, M.K., Farooque, A.M., Nuruzzaman, M.A. and Uddin, A.J., 2010. Effect of sowing time on growth and yield of three Radish (*Raphanus sativus* L.)

در برخی موارد گزارش شده است که کمبود ملایم آب باعث توسعه ریشه به بخش‌های عمیق‌تر و مرطوب‌تر خاک می‌شود و فرایند توسعه برگ را بشدت تحت تأثیر قرار می‌دهد. جلوگیری از توسعه برگ میزان مصرف کربن را در اندام هوایی کاهش می‌دهد و سهم بیشتری از مواد را به ریشه منتقل می‌کند. در نتیجه افزایش نسبت ریشه به اندام هوایی حاصل می‌شود. در مورد تأثیر تاریخ کاشت، با توجه به این که در تاریخ کاشت سوم، مراحل رشد گیاه با روزهای خنک و کوتاه پاییز برخورد نمود، این کار باعث شد گیاه ذخایر بیشتری را به ریشه اختصاص دهد (کاسنی گیاهی چند ساله بوده و برای استقرار مجدد در بهار، اقدام به ذخیره مواد بیشتری در فصل پاییز می‌نماید). معنی‌دار نشدن اثر متقابل آبیاری و تاریخ کاشت بر این صفت به این مفهوم است که واکنشی که گیاه کاسنی از نظر نسبت ریشه به اندام هوایی در تاریخ کاشت اول به سطوح آبیاری نشان داد با واکنش گیاه در دو تاریخ کاشت دیگر مشابه است.

افزایش بهره‌وری آب آبیاری در تیمار کم آبیاری نشان‌دهنده این است که میزان کاهش عملکرد بر اثر کم آبیاری به اندازه میزان کاهش مصرف آب نبوده است. با تأخیر در کاشت و با افزایش درجه حرارت هوا در مراحل اولیه رشد گیاه میزان مصرف آب افزایش چشمگیری پیدا می‌کند که باعث کاهش بهره‌وری آب آبیاری خواهد شد. در این آزمایش با توجه به این که تاریخ کاشت اول عملکرد بیشتری داشت، بنابراین با وجود طولانی‌تر بودن دوره رشد و مصرف آب بیشتر، گیاه از آب با کارایی بیشتری استفاده کرده است. میزان بهره‌وری آب آبیاری در تاریخ کاشت اول با افزایش تنش خشکی، افزایش چشمگیری داشت ولی در تاریخ کاشت سوم با افزایش تنش، تغییر قابل ملاحظه‌ای رخ نداد. همچنین با تأخیر در کاشت در تیمار آبیاری $ET_0 \times 100\%$ ، میزان بازدهی مصرف آب $64/63\%$ کاهش یافت و در تیمار آبیاری چهارم، $68/90\%$ کاهش مشاهده شد (جدول ۷). به‌طور کلی نتایج نشان داد که کاشت کاسنی در بیرجند در اواخر اسفند ماه، به دلیل این که فرصت را برای تعداد چین بیشتری فراهم

- and crop water use. *Australian Journal of Agricultural Research*, 43(5): 1019-1032.
- Klyuka, V.L. and Tsurkani, S.N., 1975. Effects of temperature on growth and productivity of sunflower in controlled environment. *Fiziologiya Biokhimiya Kul'Turnykh Rastenii*, 7: 493-496.
 - Reddy, A.R., Chaitanya, K.V. and Vivekanandan, M., 2004. Drought induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. *Journal of Plant Physiology*, 161(11): 1189-1202.
 - Refay, Y.A., 2010. Root yield and quality traits of three sugar beet (*Beta vulgaris* L.) varieties in relation to sowing date and stand densities. *World Journal of Agricultural Sciences*, 6(5): 589-594.
 - Rekowski, E. and Jurga-szlemo, B., 2011. Influence of growing date and plant density on the yield of endive (*Cichorium endivia* L.) *Acta Scientiarum Polonorum: Hortorum Cultus*, 10(1): 13-21.
 - Riaz, A., Younts, A., Taj, A.R., Karim, A., Tariq, U., Munir, S. and Riaz, S., 2013. Effect of drought stress on growth and flowering of marigold (*Tagetes erecta* L.). *Pakistan Journal of Botany*, 45(S1): 123-131.
 - Roodkiewicz, R., 2000. Effect of cultivation time on the yield of broad leaved endive (*Cichorium endive* L. var. *latifolium* Lam). *Annales Universitatis Mariae Curie Skłodowska Sectio EEE, Horticultura*, 8(suppl): 205-210.
 - Saki Nejad, T., 2011. Effect of drought stress on shoot/root ratio. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 57:598-600.
 - Vandoorne, B., Mathieu, A.S., Van den Ende, W., Vergauwen, R., Pe' rilleux, C., Javaux, M. and Lutts, S., 2012. Water stress drastically reduces root growth and inulin yield in *Cichorium intybus* (var. *sativum*) independently of photosynthesis. *Journal of Experimental Botany*, 63(12): 4359-4373.
 - Yonts, C.D., Wilson, R.G. and Smith, J.A., 1999. Influence of planting date on stand, yield and quality of sugarbeet. *Journal of Sugar Beet Research*, 36(3): 1-14.
 - varieties. *Bangladesh Research Publications Journal*, 3: 998-1006.
 - Aliabadi Farahani, H., Arbab, A. and Abbaszadeh, B., 2008. The effects of super phosphate triple, water deficit stress and Glomus hoi biological fertilizer on some quantity and quality characteristics of *Coriandrum sativum* L. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 24(1): 18-30.
 - Arshi, A., Zainul Abidin, M. and Iqbal, M., 2005. Effect of CaCl₂ on growth performance, photosynthetic efficiency and nitrogen assimilation of *Cichorium intybus* L. grown under NaCl stress. *Acta Physiologiae Plantarum*, 28(2): 137-147.
 - Damato, G., 2000. Cultural practices yield and quality of seed in two cultivares of chichory (*Cichorium intybus* L.). *Acta Horticulturae*, 533: 67-74.
 - Daniels, M.B. and Scott, H.D., 1991. Water use efficiency of double cropped wheat and soybean. *Agronomy Journal*, 83(3): 564-570.
 - Davazdahemami, S., Sefidkon, F., Jahansooz, M.R. and Mazaheri, D., 2008. Comparison of biological yield, essential oil content and composition and phenological stages of moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.) in three planting dates. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 24(3): 263-270.
 - Ezueh, M.I., 1982. Effects of planting dates on pest infestation, yield and harvest quality of cowpea. *Experimental Agriculture*, 18(3): 311-318.
 - Flexas, J., Bota, J., Loreto, F., Cornic, G. and Sharkey, T.D., 2004. Diffusive and metabolic limitations to photosynthesis under drought and salinity in C (3) plants. *Plant Biology*, 6(3): 269-279.
 - Frank, A.B., Barker, R.E. and Berdahl, J.D., 1987. Water use efficiency of grasses grown under controlled and field conditions. *Agronomy Journal*, 79(3): 541-544.
 - Garside, A.L., Lawn, R.J., Muchow, R.C. and Byth, D.E., 1992. Irrigation management of soybean in a semi-arid tropical environment. II. Effect of irrigation frequency on soil and plant water status

Effect of water deficit stress on traits of chichory (*Cichorium intybus* L.) in different planting dates

M. Foaaedini^{1*}, M.J. Seghatoleslami² and S.G.R. Moosavi²

1*- Corresponding author, M.Sc. Student, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Birjand Unit, Iran
E-mail: mrzhfoad@yahoo.com

2- Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Birjand Unit, Iran

Received: October 2013

Revised: December 2013

Accepted: January 2014

Abstract

In order to study the effect of drought stress and planting date on some traits of chichory (*Cichorium intybus* L.), an experiment was conducted in a split plot design using randomized complete blocks design with three replications at the Agricultural Research Center of Islamic Azad University, Birjand Branch in 2011-2012. The factors included were irrigations levels (%100, %75, %50 and %25 ET₀) and planting date (16 March, 2 April and 26 April). Results showed that all traits were significantly affected by drought stress, except R/S. The highest plant height, root length, width and branches number, shoot dry yield, root dry yield, total dry biomass, R/S were achieved under %100 ET₀ and the highest water productivity was achieved under %25 ET₀. According to mean comparisons, the highest values for all traits, except R/S, were recorded for the planting date of 16 March. The interaction effects of factors were also significant for branches number, stem dry yield, shoot dry yield, root dry yield and water productivity. Totally, the highest yield and water productivity were obtained for the planting date of 6 March. In addition, no significant difference was recorded between the treatments of %50 ET₀ and %100 ET₀ in 16 March in terms of total dry biomass. Therefore, %50 ET₀ could be recommended especially in water deficit condition.

Keywords: Yield, water productivity, root, total biomass.