فصلنامهٔ علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران
جلد ۲۹، شمارهٔ ۱، صفحهٔ ۱۵۶-۱٤٤ (۱۳۹۲)

تأثیر سطوح آبیاری و تاریخ کاشت بر عملکرد و بازدهی مصرف آب چای ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.)

محمدجواد ثقه‌الاسلامی[1*]، سید غلامرضا موسوی[2] و طاهره برزگران[3]

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

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۸۹ تاریخ اصلاح نهایی: مهر ۱۳۹۰ تاریخ پذیرش: مهر ۱۳۹۰

چکیده

امروزه تغییر الگوی کاشت به سمت گیاهان مقاوم به کم‌آبی به‌عنوان راهکاری برای مقابله با خشکی مطرح شده‌است. به‌منظور مطالعه‌ی اثر سطوح آبیاری و تاریخ کاشت بر عملکرد و بازدهی مصرف آب چای ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.)، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۸۹-۱۳۸۸ در مزرعه‌ی تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند انجام شد. مقادیر آبیاری در سه سطح (۱۰۰، ٦۰ و ۲۰ درصد تبخیر و تعرق گیاه مرجع) به‌عنوان کرت‌های اصلی و تاریخ‌های مختلف کاشت در سه سطح (۲۰ اردیبهشت، ۱۰ خرداد و ۳۰ خرداد) به‌عنوان کرت‌های فرعی در نظر گرفته شدند. آزمایش در قالب طرح کرت‌های خرد شده به‌صورت بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. نتایج آزمایش نشان داد که سطوح مختلف آبیاری و تاریخ کاشت اثر معنی‌داری بر تعداد گل در مترمربع، وزن تر و خشک گل، عملکرد زیست‌توده کل و بازدهی مصرف آب (گل و زیست‌توده) داشت. بیشترین تعداد گل در مترمربع (٦۲/٤۲)، وزن تر گل (٦۲/۵۰ گرم در مترمربع)، وزن خشک گل (۱۰/۳۰ گرم در مترمربع)، عملکرد زیست‌توده کل (۱۵۰/۳ گرم در مترمربع)، بازدهی مصرف آب گل (۰/۰۲٤ گرم بر لیتر آب مصرفی) و بازدهی مصرف آب زیست‌توده (۰/۵۳۲گرم بر لیتر آب مصرفی) مربوط به تاریخ کاشت اول (۲۰ اردیبهشت) بود. همچنین بیشترین تعداد گل در مترمربع (۵۵/۸۸)، وزن تر گل (۷۲/٤۰ گرم در مترمربع)، وزن خشک گل (۱۱/٤٦ گرم در مترمربع)، عملکرد زیست‌توده کل (۱٤۲/۵ گرم در مترمربع)، بازدهی مصرف آب گل (۰/۰٤۲ گرم بر لیتر آب مصرفی) و بازدهی مصرف آب زیست‌توده (۰/۸۹۷ گرم بر لیتر آب مصرفی) مربوط به سطح آبیاری ۲۰٪ تبخیر و تعرق گیاه مرجع بود. سطوح آبیاری و تاریخ کاشت اثر معنی‌داری بر شاخص برداشت گل در بوته نداشت. اثر متقابل آبیاری و تاریخ کاشت بر وزن تر و خشک گل، عملکرد زیست‌توده کل و بازدهی مصرف آب (گل و بیوماس) معنی‌دار شد. بیشترین مقادیر این صفات مربوط به تیمار تاریخ کاشت ۲۰ اردیبهشت و سطح آبیاری ۲۰٪ تبخیر و تجمع گیاه مرجع بود. به‌طور کلی با توجه به بروز سرمای زودرس پاییزه و طولانی بودن دوره‌ی رشد چای ترش، کشت این گیاه در اقلیم بیرجند توصیه نمی‌شود. در عین حال نتایج این آزمایش نشان داد که نیاز آبی این گیاه کم است.

واژه‌های کلیدی: عملکرد گل، شاخص برداشت، زیست‌توده.

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

خشکی یکی از مهمترین مشکلات تولید گیاهان زراعی در جهان به‌ویژه مناطق خشک و نیمه‌خشک نظیر ایران می‌باشد (Yang *et al*., 2006).

محدودیت شدید آب و هزینه بالای تأمین و انتقال آب سبب می‌شود که در برخی مواقع یا مناطق از دیدگاه اقتصادی سطح بهینه آبیاری کمتر از اندازه مورد نیاز برای تولید حداکثر عملکرد باشد. اعمال مدیریت صحیح آبیاری (Ston & Nofziger, 1993) و کاشت گیاهان مقاوم به خشکی، به‌منظور حفظ ذخیره رطوبتی خاک و افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک ازجمله اقدامات مؤثر برای افزایش بازدهی مصرف آبیاری و در نتیجه بهبود بهره‌برداری از منابع محدود آب کشور می‌باشد. امروزه کشت گیاهان مقاوم به خشکی به‌عنوان راهکاری برای مقابله با خشکی مطرح شده‌است. چای ترش یکی از گیاهان کم نیاز و مقاوم به خشکی است (اکبری‌نیا و همکاران، ۱۳۸۲). این گیاه در مناطق جنوبی ایران در استان سیستان و بلوچستان، شهرستان‌های ایرانشهر و چابهار کشت می‌شود.

چای ترش با نام علمی *Hibiscus sabdariffa* از خانواده ختمی (Malvaceae) می‌باشد و بومی آفریقا بوده و در تمام مناطق استوایی و گرم کشت می‌شود. گزارش شده‌است که این گیاه در بسیاری از نواحی هند و چین غربی و آمریکای مرکزی اهلی شده‌است (Howard & Howard, 1911). از سطح زیر کشت این گیاه در جهان آمار دقیقی ارائه نشده، ولی سطح زیر کشت آن در سال ۱۳۸۵ طبق آمارنامه کشاورزی (اداره کل آمار و اطلاعات)، در ایران ۸٤ هکتار گزارش شده‌است. این گیاه بومی ایران نیست. در ایران به نام‌های چای مکی یا چای قرمز و چای ترش شناخته شده‌است (ترابی، ۱۳۸۳). بیش از ۳۰۰ گونه از این گیاه در سراسر جهان در مناطق گرمسیر و نیمه‌گرمسیر یافت می‌شود. چای ترش گیاهی یکساله، روزکوتاه و خودگشن است. این گیاه که به سرما و یخبندان خیلی حساس است، گیاهی دو منظوره بوده و اجزای مختلف آن مورد استفاده قرار می‌گیرد. به‌طور کلی در بسیاری از کشورها، کاسبرگ این گیاه به دلیل خواص دارویی و همچنین در صنایع غذایی استفاده می‌شود و الیاف و چوب آن در تولید خمیر کاغذ مورد استفاده قرار می‌گیرد (Duke, 2006).

یکی از روشهای بهبود بازدهی مصرف آب، افزایش کارایی تعرق می‌باشد. تغییر در تاریخ کاشت می‌تواند فرصت‌هایی برای رشد در زمان کمبود فشار بخار آب فراهم کند. گلدهی زودتر به نحوی که تشکیل بذر و میوه پیش از آغاز خشکی و دمای بالا انجام گیرد اثرهای مفیدی در افزایش کارایی تعرق دارد. تاریخ کاشت مناسب زمانی است که گیاه به خوبی استقرار یافته، به‌طوری که با عوامل نامساعد محیطی دوران‌های حساس رشد همزمان نگردد. در نتیجه چنین انطباقی است که عملکرد مناسب حاصل می‌گردد (خواجه‌پور، ۱۳۷٦). نتایج پژوهش‌های Bremner و Radely (۱۹٦٦) روی گیاه کنجد نشان داد که میان وزن خشک گیاه و تاریخ کاشت رابطه‌ی معنی‌داری وجود دارد و با تأخیر در زمان کاشت، وزن خشک گیاه کاهش می‌یابد. قربانی و همکاران (۱۳۸۸) در مطالعه و بررسی اثر تاریخ کاشت بر عملکرد زیره سبز نشان دادند که بیشترین و کمترین عملکرد به‌ترتیب در تاریخ‌های کاشت ۲۰ آذر و ۱۰ اسفند بدست آمد. تاریخ‌های کاشت زودتر از ۲۰ آذرماه در میزان عملکرد دانه تأثیر مثبتی داشت و با به تأخیر انداختن تاریخ کاشت، عملکرد دانه کاهش یافت. نتایج تجزیه واریانس حاصل از

Archive of SID

www.SID.ir

تأثیر زمان کاشت بر گیاه بادرشبی (*Dracocephalum moldavica* L.) نشان داد که عملکرد تر و خشک پیکر رویشی در هکتار میان تیمارها اختلاف معنی‌داری نداشت (Borna *et al.*, 2007). Luebs و همکاران (۲۰۰۲) نشان دادند که تأخیر در کاشت آفتابگردان باعث کاهش عملکرد می‌شود. تأخیر در کاشت می‌تواند باعث برخورد مراحل رشد زایشی گیاه با شرایط هوای گرم اوایل تابستان و تنش شدید رطوبت و در نتیجه کاهش چشمگیر عملکرد شود.

افزایش بازدهی مصرف آب از طریق کاهش تبخیر آب خاک، منجر به افزایش عملکرد دانه در نواحی خشک و نیمه‌خشک خواهد شد (Yang *et al.*, 2002؛ Kang *et al.*, 2006). Wang و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند که کاهش دفعات آبیاری به میزان قابل‌توجهی می‌تواند منجر به افزایش بازدهی آبیاری گردد. Farre و Faci (۲۰۰٦) بیان کردند که بازدهی مصرف آب در ذرت، در شرایط آبیاری مطلوب نسبت به تیمار تنش کاهش یافت. تنش خشکی به‌طور مستقیم می‌تواند بر فرایندهای بیوشیمیایی مربوط به فتوسنتز اثر گذاشته و به‌طور غیرمستقیم ورود دی‌اکسید کربن به درون روزنه‌ها را که به علت شرایط کم آبی بسته‌اند، کاهش دهد. انتقال مواد فتوسنتزی نیز تحت تأثیر کم‌آبی قرار گرفته و موجب اشباع شدن برگ‌ها از این مواد می‌گردد که ممکن است فتوسنتز را محدود نماید. بدیهی است که با محدود شدن فرآورده‌های فتوسنتزی در شرایط کمبود آب، رشد گیاه و درنهایت عملکرد آن کاهش می‌یابد (حیدری شریف‌آباد، ۱۳۷۹؛ هاشمی دزفولی و همکاران، ۱۳۷٤). صادق‌زاده اهری و همکاران (۱۳۸۹) با مطالعه اثر تنش خشکی بر شنبلیله نشان دادند که با افزایش شدت تنش خشکی، عملکرد به شدت تحت تأثیر قرار گرفت. نتایج پژوهش‌های آشیری و همکاران (۱۳۸۹) نشان دادند که افزایش دور آبیاری و تنش خشکی در آویشن باغی موجب کاهش وزن تر و خشک میوه می‌شود. میرفتاح و همکاران (۱۳۸۸) بیان داشتند که با افزایش سطح تنش خشکی در گیاه جعفری، میزان عملکرد کاهش یافت. این آزمایش به‌منظور بررسی امکان کاشت چای ترش در بیرجند و تأثیر سطوح آبیاری و تاریخ کاشت بر عملکرد و بازدهی مصرف آب انجام شد.

مواد و روشها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند واقع در کیلومتر ۵ جاده بیرجند- زاهدان (عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۵۳ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۱۳ درجه شرقی و ارتفاع ۱٤۹۱ متری از سطح دریا) اجرا گردید. میانگین سی‌ساله حداقل و حداکثر دمای بیرجند به‌ترتیب ۸/٤ و ۲٤/۵ درجه سانتی‌گراد و حداقل و حداکثر مطلق دمای آن به‌ترتیب ۲۱/۵- و ٤۲/٦ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. آزمایش در قالب طرح کرت‌های خرد شده به‌صورت بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. مقادیر آبیاری در سه سطح (۲۰، ٦۰ و ۱۰۰ درصد تبخیر و تعرق گیاه مرجع) به‌عنوان کرت‌های اصلی و تاریخ‌های مختلف کاشت در سه سطح (۲۰ اردیبهشت، ۱۰ خرداد و ۳۰ خرداد) به‌عنوان کرت‌های فرعی گزینش شدند. عملیات آماده‌سازی زمین (شخم، دیسک، لولر) در فروردین‌ماه انجام شد و بعد با استفاده از تراکتور زمین به‌صورت جوی و پشته به عرض ٦۰ سانتی‌متر آماده و نقشه طرح پیاده گردید. کودهای سوپر فسفات‌تریپل (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) و سولفات‌پتاسیم (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) به‌صورت پیش از کاشت و کود اوره (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) در ۲ نوبت

Archive of SID

www.SID.ir

هفته اول مردادماه و هفته اول مهرماه به‌صورت سرک همزمان با آبیاری به مزرعه افزوده شدند. عمق کاشت بذر ۲ سانتی‌متر و فاصله بذرها روی ردیف ۵ سانتی‌متر و فاصله میان ردیف‌ها ۶۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. فاصله میان کرت‌های فرعی، اصلی و بلوک‌ها به‌ترتیب ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ سانتی‌متر گزینش شد. هر کرت فرعی شامل ۵ خط کشت ۳ متری بود.

برای تعیین اندازه تبخیر و تعرق گیاه مرجع از روش FAO استفاده شد.

=تبخیر و تعرق گیاه مرجع
ضریب تشتک (۰/۷) × میزان تبخیر از تشتک

پس از محاسبه تبخیر و تعرق گیاه مرجع، با در نظر گرفتن بازده ۸۰٪ برای پخش آب در مزرعه، میزان آبیاری در هر تیمار تعیین و آبیاری با کنتور انجام شد. جدول ۱ مقادیر آب مصرف شده در تیمارهای مختلف در طول دوره رشد چای ترش را نشان می‌دهد.

در طول دوره رشد عملیات کنترل علف‌های هرز با دست انجام شد. از آنجایی که دوره رشد بوته‌ها با سرمای زودرس پاییزه برخورد کرد (حداقل دما در تاریخ ۲۶ مهرماه ۱/۴- درجه سانتی‌گراد بود) و رشد کاسبرگ‌ها ناچیز بود، در زمان برداشت کل ساختار زایشی برداشت و تحت عنوان عملکرد گل تعیین شد.

جدول ۱- مقادیر آب مصرف شده (لیتر در مترمربع) در طول دوره رشد چای ترش در تیمارهای مختلف

تاریخ کاشت	دفعات آبیاری	میزان آبیاری (درصد تبخیر و تعرق گیاه مرجع)		
		۱۰۰	۶۰	۲۰
۲۰ اردیبهشت	۱۴	۹۲۱	۵۵۳	۱۸۴
۱۰ خرداد	۱۲	۷۴۲	۴۴۵	۱۴۸
۳۰ خرداد	۱۰	۶۰۲	۳۶۱	۱۲۰

عملیات برداشت پس از حذف ۲ ردیف کناری و نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت به‌عنوان اثر حاشیه‌ای و انتخاب ۱۰ بوته به‌طور تصادفی از هر کرت انجام گردید. سپس تعداد گل در مترمربع، وزن تر و خشک گل و عملکرد زیست‌توده کل تعیین شد. شاخص برداشت به‌صورت نسبت عملکرد گل خشک به عملکرد بیوماس کل تعیین شد. بازدهی مصرف آب گل و زیست‌توده براساس نسبت عملکرد تولید شده به آب مصرف شده در واحد سطح محاسبه گردید. تجزیه آماری با استفاده از نرم‌افزارهای MSTAT-C و SPSS.14 و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شد.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس حکایت از تأثیر معنی‌دار سطوح آبیاری بر تعداد گل در مترمربع داشت (جدول ۲). تیمار

Archive of SID

www.SID.ir

آبیاری براساس ۲۰٪ تبخیر و تعرق گیاه مرجع نسبت به تیمار ۱۰۰٪ تبخیر و تعرق گیاه مرجع تعداد گل در مترمربع را حدود ٤۹٪ افزایش داد و از ۳۷/۰۷ به ۵۵/۸۷ گل در مترمربع رساند (جدول ۳).

تعداد گل در بوته به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار گرفت و با تأخیر در تاریخ کاشت، میزان آن کاهش یافت، به‌طوری که از تاریخ کاشت اول (۲۰ اردیبهشت‌ماه) تا تاریخ کاشت سوم (۳۰ خردادماه)، تعداد گل در مترمربع از ٦۲/٤۲ به ۲٦/۳۹ رسید، یعنی ۵۸٪ کاهش یافت (جدول ۳).

جدول ۲- میانگین مربعات مربوط به اثر سطوح مختلف آبیاری و تاریخ کاشت بر عملکرد و شاخص برداشت چای ترش

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		تعداد گل در مترمربع	وزن تر گل	وزن خشک گل	عملکرد زیست‌توده کل	شاخص برداشت
بلوک	۲	٤۰۸/۱٦٤	۱۱۰/٤۱۱	۳/۵۲۵	۸۵۰/۱۵۸	۰/۵۳۲
آبیاری (A)	۲	۸٤۸/٦۸۱**	۵٦۱٦/۰۸۹**	۱٤۳/٤۳۸**	۱٤٦۵٦/۸٤**	۸/٦۱۹ ns
خطای اول (a)	٤	٤۳/۷۷۹	۷۸/۸۷۹	۱/۹۰۸	٤۵/٦۰۲	۲/۸۸۸
تاریخ کاشت (B)	۲	۲۹۳۳/٦۰۳**	۳۲۱۱/۱۷۱**	۹۲/۸۰۷**	۱۷٤۷۰/٤۳۱**	۰/۱۲٦ ns
A×B	٤	۱۵٦/٤۰۸ ns	۱٤۱۳/٤۳**	۳۵/۹۹٦**	۵۵۷٤/۱۷۸**	۲/٦٦۷ ns
خطای دوم (b)	۱۲	۵٤/۵۹۹	۹۳/۲۳٤	۲/۹٤٤	۱۹٤/۲۱۹	۰/۹۱۳
ضریب تغییرات (cv٪)		۱٦/۳۹	۲۱/٦۳	۲٤/۱٦	٪۱۳/۲٦	٪۱۵/۵۸

* و **، به‌ترتیب معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪ و ns، غیرمعنی‌دار می‌باشد.

جدول ۳- اثرهای ساده سطوح مختلف آبیاری و تاریخ کاشت بر عملکرد و شاخص برداشت چای ترش

تیمارها		تعداد گل در مترمربع	وزن تر گل ($g.m^2$)	وزن خشک گل ($g.m^2$)	عملکرد بیوماس کل ($g.m^2$)	شاخص برداشت
سطوح آبیاری (تبخیر و تعرق گیاه مرجع)	٪۱۰۰	۳۷/۰۷ b	۲۳/۹۵ b	۳/٦۱۱ b	٦۲/۳٦ c	۵/٤۹۸ a
	٪٦۰	٤۲/۲۹ ab	۳۷/٦۰ b	٦/۲٤٤ b	۱۱۰/٤ b	۵/٦٤۰ a
	٪۲۰	۵۵/۸۸ a	۷۲/٤۰ a	۱۱/٤٦ a	۱٤۲/۵ a	۷/۲٦۰ a
تاریخ کاشت	۸۸/۲/۲۰	٦۲/٤۲ a	٦۲/۵۰ a	۱۰/۳۰ a	۱۵۰/۳ a	٦/۱۳۸ a
	۸۸/۳/۱۰	٤٦/٤۲ b	٤٦/۵۸ a	۷/۱۳۳ b	۱۰۲/۸ b	٦/۲٤۸ a
	۸۸/۳/۳۰	۲۹/۳۹ c	۲٤/۸۷ b	۳/۸۷۸ c	٦۲/۲٤ c	٦/۰۱۲ a

میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر ستون و برای هر کدام ار اثرهای ساده براساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ دارای تفاوت آماری معنی‌دار نمی‌باشند.

Archive of SID

www.SID.ir

اثر متقابل تاریخ کاشت و آبیاری بر تعداد گل در مترمربع معنی‌دار نبود (جدول ۲).

وزن تر و خشک گل به‌طور بسیار معنی‌داری تحت تأثیر سطوح آبیاری قرار گرفت (جدول ۲). حداکثر وزن تر و خشک گل در تیمار آبیاری معادل ۲۰٪ تبخیر و تعرق گیاه مرجع به‌ترتیب ۷۲/۳۹ و ۱۱/۴۵ گرم در مترمربع و حداقل آن در تیمار آبیاری معادل ۱۰۰٪ تبخیر و تعرق گیاه مرجع به‌ترتیب ۲۳/۹۵ و ۳/۶۱ گرم در مترمربع بدست آمد (جدول ۳).

تاریخ کاشت اثر معنی‌داری بر وزن تر و خشک گل داشت و با تأخیر در کاشت، وزن تر و خشک گل نیز کاهش یافت. در مقایسه تاریخ کاشت اول (۲۰ اردیبهشت‌ماه) با تاریخ کاشت سوم (۳۰ خردادماه) وزن تر گل از ۶۲/۵ به ۲۴/۸۷ گرم در مترمربع و وزن خشک گل از ۱۰/۳ به ۳/۸۷ گرم در مترمربع رسید (جدول ۳).

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان می‌دهد که اثر متقابل آبیاری و تاریخ کاشت بر وزن تر و خشک گل معنی‌دار بود. در تیمار آبیاری ۱۰۰٪ تبخیر و تعرق گیاه مرجع وزن تر و خشک گل بین تاریخ‌های مختلف کاشت تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۶). این در حالیست که در تیمار آبیاری ۲۰٪ تبخیر و تعرق گیاه مرجع تاریخ کاشت اول (۲۰ اردیبهشت‌ماه) بیشترین وزن تر و خشک گل را داشت.

اثرهای ساده و متقابل آبیاری و تاریخ کاشت بر عملکرد زیست‌توده کل معنی‌دار بود (جدول ۲).

تیمار آبیاری ۲۰٪ تبخیر و تعرق گیاه مرجع بیشترین عملکرد زیست‌توده کل (۱۴۲/۵۵ گرم در مترمربع) را داشت (جدول ۳). همچنین با تأخیر در کاشت از (۲۰ اردیبهشت‌ماه تا ۳۰ خردادماه) عملکرد زیست‌توده کل کاسته شد (جدول ۳). اثرهای ساده و متقابل آبیاری و تاریخ کاشت بر شاخص برداشت گل معنی‌دار نبود (جدول ۲).

سطوح آبیاری اثر معنی‌داری بر بازدهی مصرف آب گل و زیست‌توده داشت (جدول ٤). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که مصرف آب زیاد (تیمار آبیاری ۱۰۰٪ تبخیر و تعرق گیاه مرجع) به‌طور معنی‌داری بازدهی مصرف آب برای گل و زیست‌توده را کاهش داد (جدول ۵).

اثر تاریخ کاشت بر بازدهی مصرف آب گل و زیست‌توده معنی‌دار بود (جدول ٤). به‌طوری که بیشترین بازدهی مصرف آب گل و زیست‌توده (۰/۰۲٤ و ۰/۵۳۲ گرم بر لیتر آب مصرفی) مربوط به تاریخ کاشت ۲۰ اردیبهشت‌ماه بود (جدول ۵). بازدهی مصرف آب گل و زیست‌توده در تاریخ کاشت ۱۰ خردادماه به‌ترتیب ۱٤٪ و ۲٦٪ نسبت به تاریخ کاشت ۲۰ اردیبهشت‌ماه کاهش یافت. البته بیشترین بازدهی مصرف آب گل و زیست‌توده در تیمار تاریخ کاشت ۲۰ اردیبهشت‌ماه و آبیاری ۲۰٪ تبخیر و تعرق گیاه مرجع بدست آمد. همچنین اثر متقابل آبیاری و تاریخ کاشت بر بازدهی مصرف آب گل و زیست‌توده معنی‌دار بود (جدول ٦).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٤- میانگین مربعات مربوط به اثر سطوح مختلف آبیاری و تاریخ کاشت بر بازدهی مصرف آب گل و زیست‌توده چای ترش

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		بازدهی مصرف آب گل	بازدهی مصرف آب زیست‌توده
بلوک	۲	۰/۰۰۰۱	۰/۰۱
آبیاری (A)	۲	۰/۰۰٤**	۱/٦۷۷**
خطای اول (a)	٤	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۳
تاریخ کاشت (B)	۲	۰/۰۰۱**	۰/۱٦**
A×B	٤	۰/۰۰۱**	۰/۱۱٥**
خطای دوم (b)	۱۲	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۹
ضریب تغییرات (cv٪)		۲٤/٤۲	۲۳/۳۰

**: معنی‌دار در سطح ۱٪ براساس آزمون دانکن

جدول ٥- اثرهای ساده سطوح مختلف آبیاری و تاریخ کاشت بر بازدهی مصرف آب گل زیست‌توده چای ترش

تیمارها		بازدهی مصرف آب گل (g/l)	بازدهی مصرف آب زیست‌توده (g/l)
سطوح آبیاری (تبخیر و تعرق گیاه مرجع)	٪۱۰۰	۰/۰۰۳ b	۰/۰۸٦ c
	٪٦۰	۰/۰۰۸ b	۰/۲۳٤ b
	٪۲۰	۰/۰٤۲ a	۰/۸۹۷ a
تاریخ کاشت	۸۸/۲/۲۰	۰/۰۲٤ a	۰/٥۳۲ a
	۸۸/۳/۱۰	۰/۰۲۱ a	۰/٤۱۹ ab
	۸۸/۳/۳۰	۰/۰۰۸ b	۰/۲٦٦ b

میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر ستون و برای هر کدام از اثرهای ساده براساس آزمون دانکن در سطح ٥٪ دارای تفاوت آماری معنی‌دار نمی‌باشند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٦- اثر متقابل سطوح مختلف آبیاری و تاریخ کاشت بر عملکرد و بازدهی مصرف آب چای ترش

تیمار	وزن تر گل ($g.m^2$)	وزن خشک گل ($g.m^2$)	عملکرد زیست‌توده کل ($g.m^2$)	بازدهی مصرف آب گل (g/l)	بازدهی مصرف آب زیست‌توده (g/l)
I1D1	۲٤/٤۲ c	۳/۸۳۳ c	٦۳/۲٥ d	۰/۰۰۲ b	۰/۰٦۹ c
I1D2	۲۸/٦۱ c	۳/٥٦۷ c	٥٦/۰۱ d	۰/۰۰۳ b	۰/۰۷٥ c
I1D3	۱۸/۸٤ c	۳/٤۳۳ c	٦۷/۸۱ d	۰/۰۰۳ b	۰/۱۱۳ c
I2D1	٤۷/۳۲ bc	۸/۸۰ bc	۱٦۰/۰ b	۰/۰۱ b	۰/۲۸۹ bc
I2D2	۳۸/٦۹ c	٦/۰۳۳ c	۱۱٦/۲ c	۰/۰۰۸ b	۰/۲٦۱ bc
I2D3	۳٦/۷۸ c	۳/۹۰ c	٥٤/۹۱ d	۰/۰۰٦ b	۰/۱٥۲ c
I3D1	۱۱٥/۸ a	۱۸/۲۷ a	۲۲۷/٥ a	۰/۰٦۰ a	۰/۲۳٦ a
I3D2	۷۲/٤۳ b	۱۱/۸۰ b	۱۳٦/۱ bc	۰/۰٥۲ a	۰/۹۲۰ a
I3D3	۲۹/۰ c	٤/۳۰ c	٦۳/۹۸ d	۰/۰۱٦ b	۰/٥۳۳ b

- میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ٥٪ دارای تفاوت آماری معنی‌دار نمی‌باشند.

- I1، I2 و I3 به‌ترتیب آبیاری معادل ۱۰۰، ٦۰ و ۲۰ درصد تبخیر و تعرق گیاه مرجع و D1، D2 و D3 به‌ترتیب تاریخ‌های کاشت ۲۰ اردیبهشت‌ماه و ۱۰ و ۳۰ خردادماه می‌باشند.

بحث

محدود شدن تبادل هوای خاک بر اثر آبیاری سنگین، با کُند شدن جذب آب و مواد غذایی، تنفس ریشه را آسیب‌پذیر کرده و رشد ریشه را محدود و باعث تحریک مواد سمّی و تخریب متابولیسم هورمون شده و کاهش رشد گیاه و درنهایت کاهش میزان گلدهی در بوته را به همراه دارد. همچنین در این شرایط برگ‌ها و گل‌ها ریزش می‌کنند (حسن‌زاده قورت‌تپه و قیاسی، ۱۳۸۷). کاخکی و کافی (۱۳۸۲) نشان دادند که تأخیر در اولین آبیاری باعث افزایش تعداد قوزه پنبه گردید، اما وزن قوزه‌ها به‌طور قابل‌توجهی تحت تأثیر قرار نگرفت.

در تاریخ کاشت اول، طولانی شدن دوره رشد رویشی منجر به اختصاص مواد فتوسنتزی بیشتری به گل و ماندگاری بیشتر آن شده‌است. در تاریخ‌های کاشت دیرتر، استفاده از عوامل محیطی توسط گیاه کمتر شده و منجر به کاهش تعداد گل می‌شود. گنجعلی و فنایی (۱۳۸۸) در آزمایش تأثیر تاریخ کاشت بر روی سیاه‌دانه نشان دادند که تعداد کپسول در بوته در تاریخ کاشت (۱۵ اسفندماه و ۲۹ اسفندماه) بیشتر از تاریخ کاشت (۱۵ فروردین‌ماه) بود. توحیدی‌نژاد و همکاران (۱۳۸۷) گزارش کردند که تاریخ کاشت به‌طور معنی‌داری تعداد گل بابونه و عملکرد گیاه را تحت تأثیر قرار داد. تاریخ کاشت اول (۱ بهمن‌ماه) باعث افزایش تعداد و عملکرد گل بابونه در مقایسه با ۱۵ بهمن و اول اسفندماه گردید.

در تیمار آبیاری ۱۰۰٪ تبخیر و تعرق گیاه مرجع می‌توان گفت که احتمالاً اکسیژن کم و دی‌اکسیدکربن زیاد باعث کاهش تبادل گازی بین ریشه و اتمسفر شده و بر اثر کاهش تراوایی سلول‌های ریشه جذب مواد غذایی و آب متوقف می‌شود. از طرفی تجمع دی‌اکسیدکربن، اتیلن و آمونیوم باعث مسمومیت سلولی در گیاه می‌شود. اتیلن

Archive of SID

www.SID.ir

به‌عنوان بازدارنده رشد، باعث پیچیده‌تر شدن اثر کمبود اکسیژن بر روی رشد و نمو گیاه می‌شود (حسن‌زاده قورت‌تپه و قیاسی، ۱۳۸۷). این امر کاهش وزن تر و خشک گل را به دنبال دارد. Osborne و همکاران (۲۰۰۲) بیان داشتند که تولید ماده خشک در شرایط آبیاری مطلوب بیشتر است و علت آن گسترش بیشتر و تداوم سطح برگ بود. در تحقیق دیگری، Munne-Bosch و Alegre (۱۹۹۹) کاهش عملکرد دو گیاه رزماری و بادرنجبویه را در شرایط تنش نسبت به تیمار بدون تنش گزارش کردند.

در تاریخ کاشت اول، با توجه به مساعد بودن شرایط محیطی به‌ویژه نور و درجه حرارت و بیشتر بودن طول دوره رشد، گیاه از این شرایط بهتر استفاده نموده و تولید مواد فتوسنتزی را افزایش داده و درنهایت عملکرد گل افزایش یافت. Davazdahemami و همکاران (۲۰۰۸) در بررسی اثر دو تاریخ کاشت (کشت بهاره و کشت تابستانه) بر بادرشبو، افزایش وزن تر و خشک گیاه را در کشت بهاره گزارش کردند. کوتاهتر شدن دوره رشد گیاهان سبب کاهش عملکرد بیولوژیکی و اقتصادی آنها می‌شود و این موضوع را خواجه‌پور (۱۳۸۳) در گلرنگ و اکبری‌نیا و همکاران (۱۳۸٤) در رازیانه و سیاه‌دانه گزارش کردند.

در مورد اثر متقابل تاریخ کاشت و آبیاری بر عملکرد گل شاید یکی از دلایل عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین عملکرد گل در تیمار آبیاری ۱۰۰٪ در تاریخ‌های مختلف کاشت، کم بودن عملکرد در این تیمار آبیاری باشد.

عملکرد زیست‌توده کل در آبیاری ۱۰۰٪ تبخیر و تعرق گیاه مرجع به کمترین میزان رسید که ناشی از عدم وجود اکسیژن برای تنفس ریشه می‌باشد. اکسیژن به‌عنوان پذیرنده الکترون در واکنش فسفریلاسیون عمل می‌کند که ATP برای متابولیسم سلولی را تولید می‌کند. غلظت زیاد دی‌اکسیدکربن باعث تجمع مقادیر سمّی استالدئید و جلوگیری از فعالیت کاتالاز، گلیکولات اکسیداز و نیترات‌ردوکتاز می‌شود و میزان رشد گیاه را تحت تأثیر قرار داده و عملکرد را کم می‌کند (حسن‌زاده قورت‌تپه و قیاسی، ۱۳۸۷). نتایج آزمایش‌های کاخکی و کافی (۱۳۸۲) نشان‌دهنده افزایش عملکرد در تیمارهای با آبیاری تأخیری در پنبه است. افزایش عملکرد در تیمارهای آبیاری تأخیری به‌دلیل اثر مثبت تنش خفیف رطوبتی در اوایل فصل بر اجزاء عملکرد و همچنین اثرپذیری سایر اندام‌های گیاهی مرتبط با اجزای عملکرد بوده‌است.

برخورد مراحل حساس نموی با سرمای آخر فصل ناشی از تأخیر در کاشت چای ترش، منجر به برتری تاریخ کاشت اول در عملکرد زیست‌توده نسبت به دو تاریخ کاشت دیگر گردید. تاریخ کاشت اول سبب طولانی‌تر شدن مرحله رشد رویشی گیاه شده که منجر به بهبود جذب تشعشع و درنهایت افزایش زیست‌توده گردید. تاریخ کاشت آخر به‌دلیل کوتاه بودن دوره رویش، پایین‌ترین عملکرد را به خود اختصاص داد. خیاط و همکاران (۱۳۸۸) نشان داد که تاریخ کاشت اول کلزا (۱۵ آبان‌ماه) نسبت به سایر تاریخ‌های کاشت عملکرد بیشتری داشت.

عدم وجود اثر آبیاری و تاریخ کاشت بر شاخص برداشت گل نشان می‌دهد که عملکرد گل و بیوماس به‌طور یکسانی تحت تأثیر تیمارهای آبیاری و تاریخ کاشت قرار گرفته‌است. در بررسی باقری (۱۳۷٤) شاخص برداشت گلرنگ تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار نگرفت و وی بیان کرد که تأخیر در کاشت موجب کاهش اجزای

Archive of SID

www.SID.ir

رویشی و زایشی به یک میزان شده‌است. مجیدیان و همکاران (۱۳۸۷) نشان دادند که مقدار آب آبیاری تأثیر معنی‌داری بر شاخص برداشت ذرت داشت و بالاترین شاخص برداشت در تیمار آبیاری ۱۰۰٪ نیاز آبی بود. خزاعی و همکاران (۱۳۸٤) بیان کردند که اثر رژیم آبیاری بر شاخص برداشت ارزن معنی‌دار نیست، با وجود این گزارشهای متعددی در مورد اثر تنش رطوبتی در مراحل مختلف گیاه بر کاهش شاخص برداشت وجود دارد (زارع فیض‌آبادی و قدسی، ۱۳۸۱؛ Bruck *et al.*, 2000).

تیمار آبیاری زیاد که کمترین بازدهی مصرف آب را داشت کمترین عملکرد گل و زیست‌توده را نیز داشت. جدول ۷، همبستگی مثبت عملکرد گل و زیست‌توده را با بازدهی مصرف آب برای تولید آنها نشان می‌دهد. کاهش بازدهی مصرف آب بر اثر آبیاری زیاد، هم به دلیل مصرف آب زیاد و هم به‌دلیل کاهش عملکرد در این تیمار می‌باشد. Al-Kaisi و Yin (۲۰۰۳) گزارش کردند که کارایی مصرف آب در ذرت با اعمال تنش خشکی به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. نتایج باروت‌زاده و همکاران (۱۳۸۸) در ذرت نشان داد که قطع آبیاری در مرحله ظهور گل نر ذرت از طریق اختلال در گرده‌افشانی و تشدید پدیده عقیمی و افزایش درصد سقط جنین، باعث کاهش عملکرد دانه و به دنبال آن کاهش کارایی مصرف آب شده‌است. کاهش بازدهی مصرف آب بر اثر تأخیر در کاشت در آفتابگردان نیز گزارش شده‌است (Alessi *et al.*, 1981).

جدول ۷- ضرایب همبستگی مربوط به برخی صفات بررسی شده در آزمایش بررسی تأثیر سطوح مختلف تنش آبی و تاریخ کاشت در چای ترش

صفات	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷
۱- تعداد گل	۱						
۲- وزن تر گل	۰/۸٦**	۱					
۳- وزن خشک گل	۰/۸۸**	۰/۹۸**	۱				
٤- وزن زیست‌توده کل	۰/۸٦**	۰/۹**	۰/۹۳**	۱			
٥- شاخص برداشت گل	-۰/۱۷ ns	-۰/۰۱۳ ns	-۰/۳۱ ns	-۰/۰۳ ns	۱		
٦- بازدهی مصرف آب گل	۰/۷۳**	۰/۹٤**	۰/۹۲**	۰/۷۹**	۰/۰۸ ns	۱	
۷- بازدهی مصرف آب زیست‌توده	۰/٦۲**	۰/۸۳**	۰/۸۱**	۰/۷۳**	۰/۱۳ ns	۰/۸٥**	۱

* و **، به‌ترتیب معنی‌دار در سطح ٥٪ و ۱٪ و ns، غیرمعنی‌دار می‌باشد.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که نیاز آبی چای ترش کم بوده و این گیاه مقادیر آبیاری ۲۰٪ تبخیر و تعرق گیاه مرجع را به خوبی تحمل می‌کند. همچنین نظر به این‌که حتی اولین تاریخ کاشت نیز دچار سرمازدگی شد، می‌توان گفت که کاشت چای ترش در بیرجند با خطر سرمازدگی همراه است، مگر آنکه کاشت آن در تاریخ کاشت‌های زودتر از ۲۰ اردیبهشت‌ماه موفقیت‌آمیز باشد. البته احتمال بروز سرمای دیررس بهاره در تاریخ کاشت‌های زودتر از ۲۰ اردیبهشت‌ماه نیز دور از انتظار نیست.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع مورد استفاده

-آشیری، ف.، خوشخوی، م.، سحرخیز، م.، فیروزی، ا. و جاویدنیا، ک.، ۱۳۸۹. تأثیر تنش کمبود آب بر ویژگیهای مورفولوژیک و میزان کلروفیل و پرولین آویشن باغی. علوم و فنون باغبانی ایران، ۱۱(۲): ۱۷۵-۱۶۳.

- اکبری‌نیا، ا.، قلاوند، ا.، سفیدکن، ف.، رضایی، م.ب. و شریفی عاشورآبادی، ا.، ۱۳۸۲. بررسی تأثیر کودهای شیمیایی، دامی و تلفیقی بر عملکرد و میزان ترکیبات اسانس دانه گیاه دارویی زنیان. پژوهش و سازندگی (ویژه زراعت و باغبانی)، ۱٦(٤): ٤۱-۳۲.

- اکبری‌نیا، ا.، خسروی‌فرد، م.، رضایی، م.ب. و شریفی عاشورآبادی، ا.، ۱۳۸٤. مقایسه کشت پاییزه و بهاره رازیانه، زنیان، انیسون، سیاه‌دانه در شرایط فاریاب و دیم. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۱(۳): ۳۳٤-۳۱۹.

- باروت‌زاده، م.، آینه‌بند، ا. و علوی‌فاضل، م.، ۱۳۸۸. بررسی اثر تنش کمبود آب و تراکم بوته بر عملکرد اجزاء عملکرد و کارایی مصرف آب ذرت دانه‌ای هیبرید سینگل کراس ۷۰٤ در شرایط آب و هوایی اهواز. فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، ۱(۱): ۸۵-۷۸.

- باقری، م.، ۱۳۷٤. اثرات تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزاء عملکرد ارقام گلرنگ. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان.

- ترابی، ع.، ۱۳۸۳. بررسی اثر تاریخ کاشت و فاصله ردیف بر عملکرد چای مکی. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد جیرفت.

- توحیدی‌نژاد، ع.، کورکی، م.، محمدی‌نژاد، ق.، مجیدی، م.م. و احمدی افرادی، م.، ۱۳۸۷. اثر تاریخ کاشت و کود نیتروژن بر عملکرد و اسانس گیاه دارویی بابونه. مجله الکترونیک کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گلستان، ۱(۱): ۲٤-۱۵.

- حیدری شریف‌آباد، ح.، ۱۳۷۹. گیاه، خشکی و خشکسالی. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ۲۰۰ صفحه.

- حسن‌زاده قورت تپه، ع. و قیاسی، م.، ۱۳۸۷. تنش غرقابی و آثار آن بر اکوفیزیولوژی گیاهان. جهاد دانشگاهی واحد آذربایجان‌غربی، ۱٤۹ صفحه.

- خزاعی، ح.ر.، محمدآبادی، ع.ا. و برزوئی، ا.، ۱۳۸٤. بررسی صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک انواع ارزن در رژیم‌های مختلف آبیاری. پژوهشهای زراعی ایران، ۳(۱): ٤٤-۳۵.

- خواجه‌پور، م.ر.، ۱۳۷٦. اصول و مبانی زراعت. انتشارات جهاد دانشگاهی صنعتی اصفهان، اصفهان، ۳۸٦ صفحه.

- خواجه‌پور، م.ر.، ۱۳۸۳. گیاهان صنعتی. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ٥٤٦ صفحه.

- خیاط، م.، لک، ش.،گوهری، م. و مطیعی، م.م.، ۱۳۸۸. اثر تاریخ کاشت بر منحنی رشد و عملکرد ژنوتیپ‌های کلزا. فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، ۱(۱): ۱٦-٦.

- زارع فیض‌آبادی، ا. و قدسی، م.، ۱۳۸۱. بررسی میزان تحمل به خشکی لاینها و ارقام گندم مناطق سرد کشور. علوم و صنایع کشاورزی، ۱٦(۲): ۱۸۹-۱۸۱.

- صادق‌زاده اهری، د.، حسندخت، م.، کاشی، ع.، امری، ا. و علیزاده، خ.، ۱۳۸۹. گزینش برای تحمل در برابر خشکی در برخی از توده‌های بومی شنبلیله ایران. علوم و فنون باغبانی، ۱۱(۲): ۱۳۲-۱۱۱.

- قربانی، ر.، کوچکی، ع.ر.، جهانی، م.، حسینی، آ.، محمدآبادی، ع.ا. و ثابت تیموری، م.، ۱۳۸۸. بررسی اثر تاریخ کاشت،زمان و روشهای مختلف مدیریت علف‌های هرز در مراحل مختلف رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد زیره سبز. پژوهشهای زراعی ایران، ۷(۱): ۱۵۰-۱٤۳.

- کاخکی، ع. و کافی، م.، ۱۳۸۲. اثر رژیم رطوبتی در اوایل فصل بر عملکرد کمّی و کیفی پنبه رقم ورامین (*Gossypium hirsutum* L.). پژوهشهای زراعی ایران، ۱(۱): ۳۰-۲۳.

- گنجعلی، ح. و فنایی، ح.، ۱۳۸۸. بررسی اثرات تراکم و تاریخهای کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی سیاه‌دانه. گزارش طرح پژوهشی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد زاهدان.

- مجیدیان، م.، قلاوند، ا.، کامگار حقیقی، ع.ا. و کریمیان، ن.ع.، ۱۳۸۷. اثر تنش خشکی، کود شیمیایی نیتروژن و کود آلی بر قرائت کلروفیل متر، عملکرد دانه و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای سینگل کراس ۷۰٤. علوم زراعی ایران، ۱۰(۳): ۳۳۰-۳۰۳.

- میرفتاح، م. ربیعی، و. دشتی، ف. مصدقی، م. و دارابی، م.، ۱۳۸۸. اثر تنش خشکی روی عملکرد و برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی در دو توده گیاه جعفری (*Petrosolinum crispum* Mill.). علوم و فنون باغبانی، ۱۰: ۳۳۷-۳۲۷.

Archive of SID

www.SID.ir

– هاشمی دزفولی، ا.، کوچکی، ع. و بنایان اول، م.، ۱۳۷٤. افزایش عملکرد گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، مشهد، ۲۸۷ صفحه.

- Al-Kaisi, M.M. and Yin, X., 2003. Effect of nitrogen rate, irrigation rate and plant population on corn yield and water use efficiency. Agronomy Journal, 95(6): 1475-1482.
- Alessi, J., Power, J.F. and Zimmerman, D.C., 1981. Effects of seeding date and population on water use efficiency and safflower yield. Agronomy Journal, 73(5): 783-787.
- Borna, F., Omidbaigi, R. and Sefidkon, F., 2007. The effect of sowing dates on growth, yield and essential oil content of *Dracocephalum moldavica* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 23(3): 307-314.
- Bremner, P.M. and Radely, R.W., 1966. Studies in sesame agronomy. 2: The effect of variety and time of planting on growth, development and yield. Journal of Agricultural Science, 66: 253-261.
- Bruck, H., Payne, W.A. and Sattelmacher, B., 2000. Effects of phosphorus and water supply on yield, transpiration, water use efficiency and carbon isotope discrimination of pearl millet. Crop Science, 40: 120-125.
- 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.
- Duke, J.A., 2006. Ecosystematic data on economic plants. Journal of Crude Research, 17(3):91-110.
- Farre, I. and Faci, J.M., 2006. Comparative response of maize (*Zea mays* L.) and sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) to deficit irrigation in a Mediterranean environment. Agricultural Water Management, 83: 135-143.
- Howard, A. and Howard, G.L.C., 1911. Studies in Indian fibre plants. No. 2. On some new varieties of *Hibiscus cannabinus* L. and *Hibiscus sabdariffa* L. Genetics and Molecular Biology, 4: 9-36.
- Kang, S.Z., Zhang, L., Liang, Y.L., Hu, X.T., Cai, H.J. and Gu, B.J., 2002. Effects of limited irrigation on yield and water use efficiency of winter wheat in the Loess Plateau of China. Agricultural Water Management, 55(3): 203-216.
- Luebs, R.R.E., Yermanos, D.M., Laag, A.E. and Burge, W.D., 2002. Effect of planting date on seed yield, oil content, and water requirement of safflower. Agronomy Journal, 57(2): 162-164.
- Munne-Bosch, S. and Alegre, L., 1999. Role of dew on the recovery of water stressed *Melissa officinalis* L. Journal of Plant Physiology, 154(5-6): 759-766.
- Osborne, S.L., Scheppers, J.S., Francis, D.D. and Schlemmer, M.R., 2002. Use of spectral radiance to estimate in-season biomass and grain yield in nitrogen and water-stressed corn. Crop Science, 42:165-171.
- Ston, J.F. and Nofziger, D.L., 1993. Water use and yield of cotton grown under wide-spaced furrow irrigation. Agricultural Water Management, 24: 27-38.
- Yang, Y., Watanabe, M., Zhang, X., Zhang, J., Wang, Q. and Hayashi, S., 2006. Optimizing irrigation management for wheat to reduce groundwater depletion in the piedmont region of the Taihang mountains in the North China Plain. Agricultural Water Management, 82: 25-44.
- Wang, H.X., Zhang, L., Dawes, W.R. and Liu, C.M., 2001. Improving water use efficiency of irrigated crops in the North China Plain-measurements and modeling. Agricultural Water Management, 48(2): 151-167.

Archive of SID

www.SID.ir

Effect of irrigation levels and planting date on yield and water use efficiency of *Hibiscus sabdariffa* L.

M.J. Seghatoleslami[1*], S.G. Mosavi[2] and T. Barzegaran[3]

1*- Corresponding author, Islamic Azad University, Birjand Unit, Birjand, Iran, E-mail: mjseghat@yahoo.com
2- Islamic Azad University, Birjand Unit, Birjand, Iran
3- MSc. Student, Islamic Azad University, Birjand Unit, Birjand, Iran

Received: March 2011 Revised: October 2011 Accepted: October 2011

Abstract

Nowadays, changes in cultivation pattern towards drought resistant species are proposed as a solution to tackle drought. To study the effect of irrigation levels and planting date on yield and water use efficiency of *Hibiscus sabdariffa* L., an experiment was conducted in the research field of agriculture college of Islamic Azad University of Birjand during 2010-2011. Three levels of irrigation (20, 60 and 100 percent evapotranspiration of source plant) as main plots and different planting dates (May 10th, June 1th and June 20th) as sub plots were studied in a split plot experiment with three replications in a randomized complete blocks design. The results indicated that different irrigation levels and planting dates had significant effects on number of flowers per square meter, dry and fresh weight of flowers, total biomass yield and water use efficiency (flower and biomass). The highest number of flowers per square meter (62.42), flower fresh weight (62.50 grams per square meter), flower dry weight (10.30 grams per square meter), total biomass yield (150.3 grams per square meter), water use efficiency of flowers (0.024 gram per) and water use efficiency of biomass (0.532 gram per liter) were obtained from the first planting date i.e. May 10th. Also, the highest number of flowers per square meter (55.88), flower fresh weight (72.40 grams per square meter), flower dry weight (11.46 grams per square meter), biomass yield (142.5 grams per square meter), water use efficiency of flower (0.042 gram per liter) and water use efficiency of biomass (0.897 gram per liter) were recorded for the irrigation level of 20 percent evapotranspiration of the source plant. Irrigation levels and planting dates had no significant effect on flower harvest index. The interaction effect of irrigation levels and planting dates was significant on flower dry and fresh weight, total biomass yield and water use efficiency (flower and biomass). The highest values of these traits were obtained at planting date of 10 May and irrigation level of 20 percent evapotranspiration of source plant. Generally, with regard to the early cold fall and long growth period of *Hibiscus sabdariffa*, its plantation is not recommended in Birjand climate. According to the results of this experiment, water requirement of this plant was low.

Key words: Flower yield, harvest index, biomass.

Archive of SID

www.SID.ir