

تأثیر سطوح مختلف آب آبیاری، تاریخ کاشت و مدیریت کودی بر عملکرد و اجزای عملکرد چای ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.) در میناب

محمد رضا یزدان پناه^۱ - پرویز رضوانی مقدم^{۲*} - قربانعلی اسدی^۳ - علی شهریاری^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۵/۰۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۱/۰۴

چکیده

به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف آب آبیاری، تاریخ کاشت و مدیریت کودی بر عملکرد و اجزای عملکرد چای ترش آزمایشی در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی شهرستان میناب در ۱۰۵ کیلومتری شرق بندرعباس اجرا شد. آزمایش به صورت کرت‌های دو بار خرد شده (split-split-plot) و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. تیمارها شامل مقادیر آبیاری در ۳ سطح (۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد تبخیر و تعرق گیاه مرجع) به‌عنوان کرت‌های اصلی، تاریخ کاشت در سه سطح (۵ تیر، ۲۰ شهریور و ۱۰ مهر) به‌عنوان کرت‌های فرعی و همچنین سه سطح کودی (کود گاوی، کود شیمیایی و ۵۰٪ کود گاوی و ۵۰٪ کود شیمیایی) به‌عنوان کرت‌های فرعی بودند. نتایج نشان دادند که بیش‌ترین ارتفاع بوته (۱۲۷/۷ سانتی‌متر) و قطر ساقه (۱/۹۷ سانتی‌متر) با آبیاری در سطح ۶۰ درصد تبخیر و تعرق از گیاه مرجع به‌دست آمد. کم‌ترین تعداد ساقه رویا (۳/۲۰) ساقه در هر بوته) و وزن خشک کاسبرگ (۱۸/۴۸ گرم در هر بوته) با ۱۰۰ درصد تبخیر و تعرق از گیاه مرجع حاصل آمد. تعداد کل ساقه، تعداد ساقه زایا، وزن خشک گل و وزن خشک کل گیاه با افزایش درصد تبخیر و تعرق از گیاه مرجع روندی کاهشی را نشان دادند به‌طوری‌که کم‌ترین آن‌ها (به‌ترتیب با ۷/۷۰ ساقه، ۴/۵۲ ساقه، ۴/۲۸ گرم و ۳۷۷/۱ گرم در هر بوته) در ۱۰۰ درصد تبخیر و تعرق از گیاه مرجع به‌دست آمدند. با تأخیر در کاشت روندی کاهشی در برخی از صفات مشاهده شد به‌طوری‌که کم‌ترین ارتفاع بوته (۱۰۸/۲ سانتی‌متر)، قطر ساقه (۱/۳۲ سانتی‌متر)، تعداد کل ساقه (۷/۳۰) ساقه در هر بوته)، تعداد ساقه زایا (۳/۹۴) ساقه در هر بوته)، وزن خشک کاسبرگ (۱۶/۱۵ گرم در هر بوته)، وزن خشک گل (۳/۶۵) گرم در هر بوته) و وزن خشک کل گیاه (۲۱۲/۰ گرم در هر بوته) در تاریخ کشت ۱۰ مهر ماه به‌دست آمد. همچنین با کاربرد ۱۰۰ درصد کود دامی بیش‌ترین قطر ساقه (۱/۸۵ سانتی‌متر)، تعداد کل ساقه (۱۰/۷۸) ساقه در هر بوته)، تعداد ساقه زایا (۷/۲۲) ساقه در هر بوته)، وزن خشک کاسبرگ (۲۱/۰۲) گرم در هر بوته)، وزن خشک گل (۶/۵۹) گرم در هر بوته) و وزن خشک کل گیاه (۴۲۰/۰) گرم در هر بوته) حاصل شد در حالی‌که بیش‌ترین ارتفاع بوته (۱۲۵/۱ سانتی‌متر) و تعداد ساقه رویا (۳/۶۱) ساقه در هر بوته) با کاربرد ۱۰۰ درصد کود شیمیایی حاصل شد. با آبیاری در سطح ۱۰۰ درصد تبخیر و تعرق در تاریخ کاشت ۱۰ مهرماه کم‌ترین قطر ساقه، تعداد ساقه زایا، تعداد ساقه رویا، وزن خشک کاسبرگ و وزن خشک گل در هر بوته حاصل شد. بالاترین قطر ساقه، تعداد ساقه زایا و وزن خشک کاسبرگ در هر بوته در تیمار ۱۰۰ درصد کود گاوی و با آبیاری در سطح ۶۰ درصد تبخیر و تعرق به‌دست آمد در حالی‌که با اعمال همین تیمار کودی (۱۰۰ درصد کود گاوی) و با آبیاری در سطح ۸۰ درصد تبخیر و تعرق بالاترین تعداد ساقه رویا در هر بوته حاصل شد. در تیمار ۱۰۰ درصد کود گاوی تاریخ کاشت ۵ تیرماه بیش‌ترین تعداد کل ساقه، تعداد ساقه زایا، وزن خشک کاسبرگ و وزن خشک گل در هر بوته بالاترین مقدار را داشتند در صورتی‌که در همین تاریخ کاشت (۵ تیرماه) تیمار کودی ۱۰۰ درصد کود شیمیایی، بیش‌ترین ارتفاع بوته، قطر ساقه و تعداد ساقه رویا در هر بوته به‌دست آمد.

واژه‌های کلیدی: کود شیمیایی، کود گاوی، عملکرد کاسبرگ، عملکرد گل

۱- دانشجوی دوره دکتری زراعت گرایش اکولوژی گیاهان زراعی، پردیس بین‌الملل، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- استاد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۳- دانشیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۴- استادیار، مرکز تحقیقات کشاورزی بندرعباس

*- نویسنده مسئول: (Email: rezvani@um.ac.ir)

مقدمه

چای ترش با نام علمی *Hibiscus sabdariffa* L. از خانواده ختمی (Malvaceae) است و بومی آفریقا بوده و در تمام مناطق استوایی و گرم کشت می‌شود. گزارش شده است که این گیاه در بسیاری از نواحی هند و چین غربی و آمریکای مرکزی اهلی شده است (Howard and Howard, 2011). از سطح زیر کشت این گیاه در جهان آمار دقیقی در دست نیست، ولی سطح زیر کشت آن در سال ۱۳۸۵ طبق آمارنامه کشاورزی (اداره کل آمار و اطلاعات)، در ایران ۸۴ هکتار گزارش شده است. بر اساس آمارنامه کشاورزی در سال ۱۳۹۳ بیشترین سطح زیر کشت چای ترش مربوط به استان سیستان و بلوچستان، با سطح زیر کشت ۳۰۰ هکتار و تولید سالانه ۲۹۰ تن بوده است. این گیاه بومی ایران نیست. اما در مناطق جنوبی ایران در استان سیستان و بلوچستان، شهرستان‌های ایرانشهر و چابهار کشت می‌شود. در ایران به نام‌های چای مکی یا چای قرمز و چای ترش شناخته شده است. 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). خشکی یکی از مهمترین مشکلات تولید گیاهان زراعی در جهان به ویژه مناطق خشک و نیمه خشک 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 and Nofziger, 1993) و کاشت گیاهان مقاوم به خشکی، به منظور حفظ ذخیره رطوبتی خاک و افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک از جمله اقدامات مؤثر برای افزایش بازدهی مصرف آبیاری و در نتیجه بهبود بهره برداری از منابع محدود آب کشور می‌باشد. امروزه کشت گیاهان مقاوم به خشکی به‌عنوان راهکاری برای مقابله با خشکی مطرح شده است. چای ترش یکی از گیاهان کم نیاز و مقاوم به خشکی است (Akbari nia et al., 2004). 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، به طوری که با عوامل نامساعد محیطی دوران‌های حساس رشد همزمان نگردد. در نتیجه چنین انطباقی است که عملکرد مناسب حاصل می‌گردد. نتایج پژوهش‌های رادیلی و بریمنر (Radely and Bremner, 1996) 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 (Ghorbani et al., 2009) 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 به‌دست 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. در مطالعه‌ی تاریخ‌های کاشت گیاه بادرشبی (*Dracocephalum moldavica* L.) پیکر رویشی گیاه نداشت (Borna et al., 2007). لوبسو و همکاران (Luebs et al., 2002) 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 نیمه خشک خواهد شد (Yang et al., 2002; Kang et al., 2002). وانگ و همکاران (Wang et al., 2001) گزارش کردند که کاهش دفعات آبیاری به میزان قابل توجهی می‌تواند منجر به افزایش بازدهی آبیاری گردد.

فاسی و فاری (Faci and Farre, 2006) بیان کردند که بازدهی مصرف آب در ذرت (*Zea mays* L.)، در شرایط آبیاری مطلوب نسبت به تیمار تنش کاهش یافت. تنش خشکی به‌طور مستقیم می‌تواند بر فرآیندهای بیوشیمیایی مربوط به فتوسنتز اثر گذاشته و به‌طور غیرمستقیم ورود دی اکسید کربن به درون روزنه‌ها را که به علت شرایط کم‌آبی 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 در نهایت عملکرد آن کاهش می‌یابد.

صادق زاده اهری و همکاران (Sadeghzadeh-Ahari et al., 2010) با مطالعه اثر تنش خشکی بر شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.) نشان دادند که با افزایش شدت تنش خشکی، عملکرد به شدت تحت تأثیر قرار گرفت. نتایج پژوهش‌های اشیری و همکاران (Ashiri et al., 2010) نشان دادند که افزایش دور آبیاری و تنش خشکی در آویشن باغی موجب کاهش وزن تر و خشک میوه می‌شود.

مورد نظر در سال قبل از اجرای آزمایش به صورت آیش بود و همچنین با توجه به شرایط آب و هوایی، عملیات آماده سازی شامل شخم برگردان، که ۱۰ روز قبل از کاشت توسط گاوآهن و سپس دیسک و تسطیح کامل با مال انجام شد. آزمایش به صورت کرت های دو بار خرد شده (اسپلیت پلات) و در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارها شامل مقادیر آب آبیاری در سه سطح (۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد تبخیر و تعرق گیاه مرجع) به عنوان کرت های اصلی، تاریخ کاشت در سه سطح (۵ تیر، ۲۰ شهریور و ۱۰ مهر) به عنوان کرت های فرعی و همچنین سه سطح کودی (کود گاوی، کود شیمیایی و ۵۰ درصد کود گاوی و ۵۰ درصد کود شیمیایی) به عنوان کرت های فرعی بودند. ترکیبات کامل کود شیمیایی بر اساس آزمون خاک بود. جهت مبارز با علف های هرز از علف کش تری فلورالین به میزان ۲/۵ لیتر قبل از کاشت استفاده شد. ابعاد هر کرت آزمایش ۳/۵ × ۶ متر که فاصله بین کرت ها ۰/۵ متر و بین تکرارها ۱/۵ متر در نظر گرفته شد. هر کرت شامل ۸ خط کاشت به طول ۳/۵ متر، فاصله بین خطوط کاشت ۷۵ سانتی متر و روی ردیف ۳۰ سانتی متر در نظر گرفته شد. کلیه عملیات کاشت، داشت و برداشت مطابق عرف منطقه انجام گردید. بذرها قبل از کاشت با سم کاربوکسین با نسبت دو در هزار ضد عفونی شد. کاشت به صورت کپه ای و به تعداد چهار عدد بذردر هر کپه انجام گردید. زمانی که گیاه به مرحله چهار برگی رسید، بوته ها به صورت دستی تنک شدند. محاسبه مقدار نیتروژن، فسفر و پتاسیم مورد نیاز گیاه چای ترش بر اساس توصیه کودی آزمایش نمونه خاک بود. ۱۵۰ کیلوگرم کود پتاسیم و ۷۵ کیلوگرم کود فسفر قبل از کاشت زمان دیسک زدن و ۲۰۰ کیلوگرم کود اوره نیز به ترتیب در سه مرحله، ۱/۳ همزمان با کاشت، ۱/۳ بعد از تنک کردن و ۱/۳ قبل از به گل رفتن به صورت سرک مورد استفاده قرار گرفت. کود نیتروژن در همه تاریخ های کشت به ترتیب زمانی که قید شده است یعنی همزمان با کاشت، بعد از تنک کردن و قبل از گلدهی مورد استفاده قرار گرفت. استفاده از کودهای حیوانی جهت بهبود رشد و عملکرد گیاهان به علت افزایش هزینه ها و نیز اثرات خطرناک کودهای شیمیایی از اهمیت خاصی برخوردار است. تیمار ۱۰۰ درصد کود دامی شامل: ۶۰ تن در هکتار (هر کرت تقریباً ۴۵ کیلوگرم)، تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی شامل: ۱۰۷ کیلوگرم نیتروژن، ۴۰ کیلوگرم فسفر و ۷۹ کیلوگرم پتاس در هکتار و تیمار ۵۰ درصد کود شیمیایی + ۵۰ درصد کود دامی شامل: ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، ۴۰ کیلوگرم در هکتار فسفر، ۱۰ کیلوگرم در هکتار پتاس + ۳۰ تن در هکتار کود دامی (در هر کرت ۲۲/۵ کیلوگرم) بودند. صفات مورد بررسی شامل ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد کل ساقه، تعداد ساقه زایا، تعداد ساقه رویا، وزن خشک کاسبرگ، وزن خشک گل و وزن خشک کل گیاه در بوته بودند. برای اندازه گیری ارتفاع بوته و قطر بوته به صورت تصادفی پنج بوته از هر کرت انتخاب

سلامتی گیاه، خاک و جانداران بستگی به چرخش عناصر غذایی در بوم نظام دارد. این چرخه در نتیجه از بین رفتن حاصلخیزی خاک، عدم تعادل مواد غذایی آن و عملیات زراعی نامناسب مختل می شود (Koocheki et al., 2000). در مدیریت پایدار خاک، توجه به حفظ توازن عناصر غذایی و حاصلخیزی آن بسیار با اهمیت بوده و لازم است عناصر غذایی که به وسیله اندام های گیاهی از زمین خارج می شوند، از طریق کودها به زمین بازگردند (Martin et al., 2006). کودهای دامی از سویی قابلیت جذب عناصری مانند روی، مس، آهن، فسفر، پتاسیم و نیتروژن را افزایش می دهند (Rezaenejad and Afyuni, 2001) و با چرخش مواد غذایی در مناطقی با سیستم زراعی فشرده، حاصلخیزی خاک را نیز بهبود می بخشند (Al-Nahid, 1991). از سوی دیگر فعالیت موجودات ذره بینی آن را افزایش داده و به تولید دی اکسید کربن، نیترات آمونیوم و اسیدهای ساده در خاک کمک می کنند (Patel and Patel, 1988) و موجب بالا رفتن شاخص سطح برگ و سرعت تجمع ماده خشک و عملکرد گیاه می شود (Koocheki et al., 2000; Khandan, 2005). این نظریات در پژوهش های دیگر محققان بر روی گیاه همیشه بهار (*Foeniculum vulgare*)، رازیانه (*Calemdula officinalis* L.)، مرزنجوش بستانی (*Origanum majorana*)، گاوزبان اروپایی، (*Borage officinalis* L.)، سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) و ماریتیغال (*Silybum marianum* L.) به اثبات رسیده است (Vieira et al., 1999; Abdou and Mahmoud, 2003; El-Ghawwas et al., 2002; El-Sayed et al., 2002; Helmy and Zarad, 2003; Shaalan, 2005; Bishr et al., 2006). این بررسی با هدف انتخاب بهترین تاریخ کاشت و مناسب ترین سطوح آبیاری و یافتن مناسب ترین سطح کود دامی و شیمیایی برای تولید بیشترین عملکرد گیاه چای ترش اجرا شد.

مواد و روش ها

این آزمایش در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی شهرستان میناب در ۱۰۵ کیلومتری شرق بندرعباس اجرا گردید. این مرکز دارای عرض جغرافیایی ۲۷ درجه و ۵۳ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ۱۳ دقیقه شرقی می باشد. ارتفاع از سطح دریا ۲۹/۶ متر و میانگین سی ساله حداقل و حداکثر دمای شهرستان میناب به ترتیب ۲۰ و ۳۳ درجه سانتی گراد و حداقل و حداکثر مطلق دمای آن به ترتیب ۳/۸ و ۱۶/۵ درجه سانتی گراد می باشد. پس از مشخص نمودن زمین، جهت تعیین خصوصیات فیزیکی-شیمیایی خاک (بافت خاک، عناصر معدنی پر مصرف EC، pH، N.P.K و غیره) از عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری، نمونه هایی تهیه و به آزمایشگاه منتقل گردید. و پس از آن مراحل آماده سازی زمین، کرت بندی انجام شد. زمین

دیجیتال توزین شد و میانگین آن‌ها به‌عنوان وزن خشک برگ در هر بوته ثبت شد. داده‌های به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTAT-C مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند، همچنین مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد و ترسیم شکل‌ها نیز توسط نرم‌افزار Excel انجام گرفت.

شده و به‌وسیله خط‌کش مندرج اندازه‌گیری شدند و سپس میانگین آن‌ها برای هر کرت ثبت شد. برای محاسبه تعداد شاخه‌های فرعی، پنج بوته از هر کرت به‌طور تصادفی انتخاب و تعداد شاخه‌های فرعی آن‌ها شمارش شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک برگ، از هر کرت ۵ بوته به‌طور تصادفی انتخاب شد و برگ‌های آن‌ها جدا گردید. برگ‌های جدا شده پس از خشک شدن در سایه توسط ترازوی

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه مورد مطالعه

Table 1- Soil chemical and physical characteristics of the study farm

بافت خاک Soil texture	عناصر غذایی Nutrient (mg.kg ⁻¹)							هدایت الکتریکی EC (dS m ⁻¹)	عمق Depth (cm)
	پتاسیم K	فسفر P	مس Cu	منگنز Mn	آهن Fe	روی Zn	کربن آلی OC (%)		
لومی Loamy	139.8	23.51	0.316	1.864	1.208	7.588	0.241	4.06	0-30

مهرماه کم‌ترین تعداد ساقه زایا (۲/۳۳ ساقه در بوته) به‌دست آمد (جدول ۵).

از لحاظ آماری، تعداد ساقه رویا تحت اثرات ساده تاریخ کاشت و کوددهی و تحت اثرات متقابل آبیاری و تاریخ کاشت، آبیاری و کوددهی، تاریخ کاشت و کوددهی و آبیاری، تاریخ کاشت و کوددهی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). میانگین‌های حاصل از اثر سه‌گانه نشان داد که بیش‌ترین ساقه رویا (۵ ساقه در بوته) با انجام آبیاری در سطح ۶۰ درصد تبخیر و تعرق از گیاه مرجع در تاریخ ۵ تیرماه و با کاربرد ۱۰۰ درصد کود گاوی به‌دست آمد و کم‌ترین ساقه رویا تحت تیمارهای ۱۰۰ درصد تبخیر و تعرق از گیاه مرجع در تاریخ کاشت ۲۰ شهریور به همراه ۱۰۰ درصد کود شیمیایی (۲/۳۳ ساقه در بوته) و ۱۰۰ درصد تبخیر و تعرق از گیاه مرجع در تاریخ کاشت ۱۰ مهر به‌همراه نمونه ترکیبی ۵۰ درصد کود گاوی + ۵۰ درصد کود شیمیایی (۲/۱۷ ساقه در بوته) حاصل شد (جدول ۵). محققین دریافتند که با تأخیر در کاشت پنبه، تعداد شاخه رویا کاهش می‌یابد به‌طوری‌که تعداد شاخه رویا در تاریخ کاشت معمول (۲۰ اردیبهشت) نسبت به تاریخ کاشت دیر هنگام (اول تیر) به‌طور معنی‌داری بیشتر بود (Panjehkoob et al., 2007). یافته‌های اکرم قادری (Akramghaderi, 2001) طی تحقیقی که روی سه رقم پنبه در گرگان انجام دادند نیز حاکی از آن است که با تأخیر در کاشت، تعداد شاخه رویا کاهش می‌یابد. حاج علی بابایی و همکاران (Haj Alibabae et al., 1996) گزارش کردند که بین تاریخ کاشت‌های مختلف از نظر تعداد شاخه رویا پنبه اختلاف معنی‌داری وجود دارد. پنجه‌کوب و همکاران (Panjehkoob et al., 2007) نشان دادند که تاریخ کاشت دیر هنگام (اول تیر) نسبت به دو تاریخ کاشت دیگر

نتایج و بحث

تعداد کل ساقه، ساقه زایا، ساقه رویا

تعداد کل ساقه از نظر آماری تحت اثرات ساده آبیاری، تاریخ کاشت، کوددهی و تحت اثر متقابل تاریخ کاشت و کوددهی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین اثرات ساده صفات نشان دادند که بیش‌ترین تعداد کل ساقه با ۶۰ درصد تبخیر و تعرق از گیاه مرجع (۱۱/۲۰ ساقه در بوته) و کاشت در ۵ تیرماه (۱۳/۰۹ ساقه در بوته) و همچنین با مصرف ۱۰۰ درصد کود گاوی (۱۰/۷۸ ساقه در بوته) به‌دست آمد (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیش‌ترین تعداد کل ساقه (۱۴/۴۴ ساقه در بوته) با کاربرد ۱۰۰ درصد کود گاوی در تاریخ ۵ تیرماه حاصل شد. همچنین کاربرد ۱۰۰ درصد کود شیمیایی و کاربرد نمونه ترکیبی ۵۰ درصد کود گاوی + ۵۰ درصد کود شیمیایی در تاریخ ۱۰ مهر به‌ترتیب با ۷ و ۶/۸۹ ساقه در بوته کم‌ترین تعداد را داشتند (جدول ۳ و ۴).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که تعداد ساقه‌های زایا تحت اثرات ساده آبیاری، تاریخ کاشت، کوددهی و تحت اثرات متقابل آبیاری و تاریخ کاشت، آبیاری و کوددهی، تاریخ کاشت و کوددهی، آبیاری و تاریخ کاشت و کوددهی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج حاصل از اثر متقابل آبیاری و تاریخ کاشت و کوددهی نشان داد که بیش‌ترین ساقه زایا (۱۳/۱۷ ساقه در بوته) با سطح آبیاری ۶۰ درصد تبخیر و تعرق از گیاه مرجع همراه با کاربرد ۱۰۰ درصد کود گاوی در تاریخ کاشت ۵ تیرماه حاصل شد در حالی که مصرف ۵۰ درصد کود گاوی + ۵۰ درصد کود شیمیایی همراه با سطح آبیاری ۱۰۰ درصد تبخیر و تعرق از گیاه مرجع در تاریخ کاشت ۱۰

همکاران (Akramghaderi *et al.*, 2002) نشان داد که با تأخیر در کاشت، ارتفاع بوته گیاه پنبه رقم سای اکرا کاهش یافت. پورتر و همکاران (Porter *et al.*, 1996) بیان نمودند که با تأخیر در کاشت، ارتفاع گیاه پنبه افزایش می‌یابد. محققین دریافتند که ارتفاع بوته گیاه چای ترش به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر کودهای دامی و زیستی و بر همکنش آن‌ها قرار گرفت به‌طوری‌که بیش‌ترین ارتفاع بوته (۱۴۴ سانتی‌متر) مربوط به تیمار ۱۰ تن در هکتار کود دامی بود که نسبت به شاهد چهار درصد افزایش داشت (Nemati and Dehmordeh, 2015). یاداو و همکاران (Yadav *et al.*, 2003) نیز افزایش ارتفاع بوته اسفرزه (*Plantago psyllium* L.) را بر اثر مصرف کودهای دامی گزارش کرده‌اند. محققین دریافتند که قطر ساقه به‌طور معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد آماری تحت تأثیر کودهای دامی و زیستی و برهمکنش آن‌ها قرار گرفت به‌طوری‌که بیش‌ترین قطر ساقه گیاه چای ترش از تیمار ۱۰ تن در هکتار کود دامی (۱۱/۶ میلی‌متر) به‌دست آمد که نسبت به شاهد سه درصد افزایش داشت (Nemati and Dehmordeh, 2015).

وزن خشک کاسبرگ، گل و کل گیاه

وزن خشک کاسبرگ از نظر آماری تحت اثرات ساده آبیاری، تاریخ کاشت و کوددهی و تحت اثرات متقابل آبیاری و تاریخ کاشت، آبیاری و کوددهی، تاریخ کاشت و کوددهی و آبیاری، تاریخ کاشت و کوددهی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج حاصل از اثرات سه‌گانه نیز نشان داد که بیش‌ترین وزن خشک کاسبرگ (۲۹ گرم در بوته) تحت تیمار ترکیبی آبیاری با ۶۰ درصد تبخیر و تعرق از گیاه مرجع همراه با کاربرد ۱۰۰ درصد کود گاوی در تاریخ کاشت ۵ تیرماه حاصل شد این در حالی است که کم‌ترین وزن خشک کاسبرگ مربوط به تیمار ترکیبی آبیاری با سطح ۱۰۰ درصد تبخیر و تعرق از گیاه مرجع همراه با کاربرد ۱۰۰ درصد کود شیمیایی در تاریخ‌های کاشت ۲۰ شهریور و ۱۰ مهرماه (به‌ترتیب ۱۴/۵۰ و ۱۴/۵۰ گرم در بوته) بود (جدول ۶).

براساس نتایج تجزیه واریانس وزن خشک گل گیاه، از نظر آماری تحت اثرات ساده آبیاری، تاریخ کاشت و کوددهی و تحت اثرات متقابل آبیاری و تاریخ کاشت، تاریخ کاشت و کوددهی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. همچنین اثر متقابل سه‌گانه نیز در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های اثرات سه‌گانه نیز نشان داد که بیش‌ترین وزن خشک گل گیاه (۱۲/۶۷ گرم در بوته) به تیمار آبیاری با سطح ۶۰ درصد تبخیر و تعرق از گیاه مرجع به همراه با کاربرد ۱۰۰ درصد کود گاوی در تاریخ کاشت ۵ تیرماه تعلق داشت و کم‌ترین وزن خشک گل گیاه تحت تیمار آبیاری با سطح ۱۰۰ درصد تبخیر و تعرق از گیاه مرجع در تاریخ

به‌طور معنی‌داری تعداد شاخه‌زایی بیشتری داشت. در دو ماه اول پس از سبز شدن در تاریخ کاشت دیر هنگام، دمای متوسط روزانه بیشتر از تاریخ کاشت‌های معمول و متوسط است و به نظر می‌رسد که این افزایش دما، باعث افزایش تعداد شاخه‌زایا شده باشد. در همین راستا ردی و همکاران (Reddy *et al.*, 1992) گزارش کردند که با افزایش دما تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد، تعداد شاخه‌زایا به سرعت افزایش یافته و سپس در دو درجه حرارت ۳۵ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد در حدود ۱۲ عدد در گیاه پنبه باقی مانده است. نتایج تحقیق اکرم قادری (Akramghaderi, 2001) نیز نشان می‌دهد که با تأخیر در کاشت تعداد شاخه‌زایی پنبه افزایش یافت.

ارتفاع بوته و قطر ساقه

براساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) ارتفاع بوته از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد تحت اثر ساده آبیاری و در سطح احتمال یک درصد تحت اثرات ساده تاریخ کاشت و کوددهی و تحت اثر متقابل تاریخ کاشت و کوددهی قرار گرفت. مقایسه میانگین اثرات ساده صفات نشان دادند که بیش‌ترین ارتفاع بوته با آبیاری در سطح ۶۰ درصد تبخیر و تعرق از گیاه مرجع (۱۲۷/۷ سانتی‌متر) و با کاشت در تاریخ ۵ تیرماه (۱۴۳/۳ سانتی‌متر) به‌دست آمد. همچنین تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی (۱۲۵/۱ سانتی‌متر) بیش‌ترین مقدار ارتفاع بوته را نشان داد (جدول ۳). نتایج حاصل از اثر متقابل تاریخ کاشت و کوددهی بر ارتفاع گیاه نشان داد که با کاربرد ۱۰۰ درصد کود شیمیایی در تاریخ ۵ تیرماه بیش‌ترین ارتفاع (۱۴۸/۸ سانتی‌متر) و با کاربرد ۱۰۰ درصد کود گاوی در تاریخ ۱۰ مهرماه کم‌ترین ارتفاع (۱۰۶/۶ سانتی‌متر) حاصل آمد (جدول ۴).

قطر ساقه بوته تحت تأثیر تاریخ کاشت، آبیاری و تاریخ کاشت، کوددهی، آبیاری و کوددهی، تاریخ کاشت و کوددهی و آبیاری، تاریخ کاشت و کوددهی قرار گرفت و در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد در حالی که تنها در سطح احتمال ۵ درصد تحت اثر ساده آبیاری قرار گرفت (جدول ۲). اثر متقابل آبیاری، تاریخ کاشت و کوددهی بر قطر ساقه چای ترش نیز نشان داد که تیمار آبیاری در سطح ۶۰ درصد تبخیر و تعرق از گیاه مرجع همراه با ۱۰۰ درصد کود گاوی در تاریخ ۵ تیرماه، بیش‌ترین قطر ساقه (۳/۲۰ سانتی‌متر) را نشان داد، در حالی که کم‌ترین قطر ساقه (۱/۱۳ سانتی‌متر) با کاربرد تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی همراه با آبیاری در سطح ۸۰ درصد تبخیر و تعرق از گیاه مرجع در تاریخ ۲۰ شهریور به‌دست آمد (جدول ۵).

محققین دریافتند که با تأخیر در کاشت ارتفاع بوته پنبه به‌طور معنی‌داری از ۱۵۴ سانتی‌متر به ۱۴۶ سانتی‌متر کاهش یافت به‌طوری‌که تاریخ کاشت دیر هنگام در حدود ۸ سانتی‌متر کاهش ارتفاع داشت (Panjehkoob *et al.*, 2007). نتایج تحقیقات اکرم قادری و

مقایسه میانگین اثرات ساده صفات نشان دادند که بیش‌ترین وزن خشک گیاه با آبیاری در سطح ۶۰ درصد تبخیر و تعرق از گیاه مرجع (۴۳۴/۲ گرم در بوته)، کاشت در تاریخ ۵ تیرماه (۷۱۶/۲ گرم در بوته) و با کاربرد ۱۰۰ درصد کود گاوی (۴۲۰ گرم در بوته) حاصل شد (جدول ۳).

کاشت ۱۰ مهرماه همراه با کاربرد تیمارهای کودی ۱۰۰ درصد کود شیمیایی (۳ گرم در بوته) و کاربرد نمونه ترکیبی ۵۰ درصد کود گاوی + ۵۰ درصد کود شیمیایی (۳/۱۷ گرم در بوته) به‌دست آمد (جدول ۶). از نظر آماری وزن خشک گیاه تحت اثرات ساده آبیاری، تاریخ کاشت و کوددهی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس برای صفات چای ترش

Table 2- Analysis of variance for traits of *Hibiscus sabdariffa*

منابع تغییرات Sources of variants	درجه آزادی Degrees of freedom	تعداد ساقه رویا Number of growing stems	ارتفاع بوته Plant height	تعداد کل ساقه The total number of stems	تعداد ساقه زایا The number of generate stem	قطر ساقه Stem diameter	وزن خشک کاسبرگ Sepals dry weight	وزن خشک گل Flower dry weight	وزن خشک کل گیاه Total dry weight
تکرار Replication	2	0.06 ^{ns}	137.37 ^{ns}	4.37 ^{ns}	0.50 ^{ns}	0.53 [*]	0.76 ^{ns}	1.002 ^{ns}	197.68 ^{ns}
آبیاری Irrigation	2	1.12 ^{ns}	942.26 [*]	88.00 ^{**}	48.63 ^{**}	0.75 [*]	33.26 ^{**}	39.35 ^{**}	22024.68 ^{**}
خطا Error for main plots	4	0.19	91.96	1.09	0.41	0.05	0.24	0.20	101.79
تاریخ کاشت Planting date	2	5.21 ^{**}	9599.15 ^{**}	245.80 ^{**}	199.16 ^{**}	15.04 ^{**}	684.32 ^{**}	141.27 ^{**}	381989261 ^{**}
آبیاری × تاریخ کاشت Irrigation × Planting date	4	2.46 ^{**}	126.46 ^{ns}	0.74 ^{ns}	8.63 ^{**}	0.27 ^{**}	6.28 ^{**}	23.65 ^{**}	2096.88 ^{ns}
خطا Error for sub plots	12	0.40	54.91	0.36	0.65	0.01	0.18	0.51	749.57
کود دهی Fertilization	2	0.64 ^{**}	238.37 ^{**}	23.93 ^{**}	33.49 ^{**}	0.08 ^{**}	36.83 ^{**}	19.41 ^{**}	4903.16 ^{**}
آبیاری × کوددهی Irrigation × fertilization	4	0.44 ^{**}	2.96 ^{ns}	0.59 ^{ns}	2.58 ^{**}	0.06 ^{**}	1.94 ^{**}	0.37 ^{ns}	84.61 ^{ns}
تاریخ کاشت × کود دهی Planting date × fertilization	4	1.04 ^{**}	30.52 ^{**}	1.19 ^{**}	3.76 ^{**}	0.05 ^{**}	1.40 ^{**}	2.32 ^{**}	205.48 ^{ns}
آبیاری × تاریخ کاشت × کوددهی Irrigation × Planting date × fertilization	8	0.68 ^{**}	1.86 ^{ns}	0.05 ^{ns}	0.96 ^{**}	0.03 ^{**}	0.84 ^{**}	0.50 [*]	122.59 ^{ns}
خطا Error for sub-sub plots	36	0.07	1.35	0.28	0.17	0.01	0.19	0.21	74.57
ضریب تغییرات (%) Coefficient of variation (%)	-	7.92	0.95	5.46	6.90	4.52	0.22	8.06	2.18

ns, **, * : به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد
ns, *, ** non-statistically significant and significant at 1% and 5%, respectively

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های اثرات آبیاری، تاریخ کاشت و کوددهی بر روی خصوصیات مورفولوژیکی چای ترش

Table 3- Mean comparison for the effects of irrigation, planting date and fertilizer treatments on Roselle morphological criteria

عوامل آزمایشی Experimental factors	ارتفاع گیاه Plant height (cm)	قطر ساقه Stem diameter (cm)	تعداد کل ساقه The total number of stems	تعداد ساقه زایا The number of generate stem	تعداد ساقه رویا Number of growing stems	وزن خشک کاسبرگ	وزن خشک گل در بوته	وزن خشک کل گیاه	
						در بوته Sepals dry weight per plant (g)	Flower dry weight per plant (g)	Plant total dry weight (g)	
آبیاری (درصد تبخیر و تعرق از گیاه مرجع)	Irrigation (Percent of the reference crop evapotranspiration)								
۶۰	60	127.7a	1.97a	11.20a	7.17a	3.54a	20.56a	6.61a	434.2a
۸۰	80	121.9ab	1.74b	10.22b	6.22b	3.57a	20.20a	5.98b	404.6b
۱۰۰	100	115.9b	1.65b	7.70c	4.52c	3.20b	18.48b	4.28c	377.1c
تاریخ کاشت	Planting date								
۵ تیرماه	June 25	143.3a	2.65a	13.09a	9.06a	3.91a	25.50a	8.13a	716.2a
۲۰ شهریورماه	September 10	113.9b	1.40b	8.74b	4.91b	3.37b	17.59b	5.09b	289.7b
۱۰ مهرماه	October 1	108.2c	1.32c	7.30c	3.94c	3.04b	16.15c	3.65c	212.0c
کوددهی	Fertilization								
۱۰۰ درصد کود گاوی	Cow manure 100%	119.4c	1.85a	10.78a	7.22a	3.39b	21.02a	6.59a	420.0a
۱۰۰ درصد کود شیمیایی	Chemical fertilizer 100%	125.1a	1.76b	9.00c	5.09c	3.61a	18.72c	5.02b	393.1c
۵۰ درصد کود گاوی + ۵۰ درصد کود شیمیایی	Cow manure 50% + Chemical fertilizer 100%	120.9b	1.75b	9.35b	5.59b	3.32b	19.50b	5.26b	404.9b

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد نمی‌باشند.

Means followed by the same letter are not significantly different at the 0.05 level, using Duncan's test.

خشک گل از ۱۰/۳ به ۳/۸۷ گرم در مترمربع رسید. همچنین مشخص شد که اثر متقابل آبیاری و تاریخ کاشت بر وزن تر و خشک گل معنی‌دار بود. در تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد تبخیر و تعرق گیاه مرجع، وزن تر و خشک گل بین تاریخ‌های مختلف کاشت تفاوت معنی‌داری نداشت. این در حالی است که در تیمار آبیاری ۲۰ درصد تبخیر و تعرق گیاه مرجع، تاریخ کاشت اول (۲۰ اردیبهشت ماه) بیش‌ترین وزن تر و خشک گل را داشت. محققین دریافتند که بیش‌ترین مقدار عملکرد اقتصادی گیاه چای ترش (۷۳۰ کیلوگرم در هکتار) از کاربرد ۱۰ تن در هکتار کود دامی به دست آمد که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت، در حالی که کمترین مقدار عملکرد اقتصادی (۶۵۰ کیلوگرم در هکتار) مربوط به شاهد بود. مصرف ۱۰ تن

ثقه‌الاسلامی و همکاران (Seghatoleslami *et al.*, 2013) در تحقیقی تأثیر سطوح آبیاری و تاریخ کشت بر عملکرد و بازدهی مصرف آب چای ترش مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که حداکثر وزن تر و خشک گل چای ترش در تیمار آبیاری معادل ۲۰ درصد تبخیر و تعرق گیاه مرجع به ترتیب ۷۲/۳۹ و ۱۱/۴۵ گرم در مترمربع و حداقل آن در تیمار آبیاری معادل ۱۰۰ درصد تبخیر و تعرق گیاه مرجع به ترتیب ۲۳/۹۵ و ۳/۶۱ گرم در مترمربع به دست آمد و همچنین آن‌ها نشان دادند که 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 اردیبهشت ماه) با تاریخ کاشت سوم (۳۰ خردادماه) وزن تر گل از ۶۲/۵ به ۲۴/۸۷ گرم در مترمربع و وزن

گیاه مرجع بیش‌ترین عملکرد زیست‌توده کل (۱۴۲/۵۵) گرم در مترمربع) را داشت. همچنین با تأخیر در کاشت از (۲۰ اردیبهشت ماه تا ۳۰ خردادماه) عملکرد زیست‌توده کل کاسته شد. تحت اثر متقابل آبیاری و تاریخ کاشت بیش‌ترین عملکرد زیست‌توده کل به تیمار ۲۰ درصد تبخیر و تعرق از گیاه مرجع در تاریخ کاشت ۲۰ اردیبهشت حاصل آمد. محققین دریافتند که بیش‌ترین مقدار عملکرد بیولوژیک گیاه چای ترش (۱۲۸۰۰ کیلوگرم در هکتار) از کاربرد ۱۰ تن در هکتار کود دامی به‌دست آمد که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت، در این رابطه می‌توان گفت، احتمالاً افزودن کود دامی به خاک با بهبود شرایط فیزیکی و فرآیندهای حیاتی آن، ضمن ایجاد بستری مناسب برای رشد ریشه و فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، امکان افزایش رشد و در پی آن تولید ماده خشک را فراهم کرده است (Nemati and Dehmordeh, 2015). این نتیجه با یافته‌های بیاسی و همکاران (Biasi et al., 2009) روی ریحان (*Ocimum basilicum* L.)، کاپلان و همکاران (Kaplan et al., 2009) روی مریم‌گلی (*Salvia fruticosa* Mill) و شفر و همکاران (Scheffer et al., 1993) بر روی بومادران (*Achillea millefolium* L.) مطابقت دارد.

کود دامی مقدار عملکرد اقتصادی را حدود ۱۲ درصد نسبت به شاهد افزایش داد (Nemati and Dehmordeh, 2015). به نظر می‌رسد که کود دامی نقش مثبتی در افزایش عملکرد اقتصادی دارد. کود دامی از مهم‌ترین منابع انرژی و مواد غذایی اکوسیستم خاک به‌شمار می‌رود و از طریق بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک باعث افزایش عملکرد محصول می‌شود (Fallahi et al., 2009). نتایج تحقیق احمدیان و همکاران (Ahmadian et al., 2004) روی بررسی اثر مصرف کود دامی بر کمیت و کیفیت عملکرد زیره سبز نیز نشان داد که تعداد چتر در بوته، تعداد بذر در گیاه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد اقتصادی به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمار کود دامی افزایش می‌یابند. اکبری نیا و همکاران (Akbarinia et al., 2004) نیز در پژوهش خود روی مورد زنیان (*Carum copticum* L. C.B Clarke) ملاحظه کردند که با افزایش مقدار کود دامی، عملکرد دانه افزایش می‌یابد و بیش‌ترین عملکرد دانه با کاربرد ۳۰ تن در هکتار به‌دست می‌آید. ثقه‌الاسلامی و همکاران (Seghatoleslami et al., 2013) نشان دادند که اثرهای ساده و متقابل آبیاری و تاریخ کاشت بر عملکرد زیست‌توده کل گیاه چای ترش معنی‌دار بود؛ به‌طوری‌که تیمار آبیاری ۲۰ درصد تبخیر و تعرق

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های برهمکنش تاریخ کاشت و کوددهی بر تعداد کل ساقه و ارتفاع ساقه چای ترش

Table 4- Mean comparison for the interaction effect of planting date and fertilizer on Roselle plant height and total number of stems

تیمار کودی Fertilizer	تاریخ کاشت Planting date		
	۵ تیر June 25	۲۰ شهریور September 10	۱۰ مهر October 1
تعداد کل ساقه Total number of stems			
۱۰۰٪ کود گاوی Cow manure 100%	14.44a	9.89 bc	8e
۱۰۰٪ کود شیمیایی Chemical fertilizer 100%	12.22a	7.78e	7f
۵۰٪ کود گاوی + ۵۰٪ کود شیمیایی Cow manure 50% + Chemical fertilizer 100%	12.61a	8.56d	6.89f
ارتفاع ساقه Plant height (cm)			
۱۰۰٪ کود گاوی Cow manure 100%	139c	112.8e	106.6h
۱۰۰٪ کود شیمیایی Chemical fertilizer 100%	148.8a	116.6d	110.1f
۵۰٪ کود گاوی + ۵۰٪ کود شیمیایی Cow manure 50% + Chemical fertilizer 100%	142.2a	112.4e	107.9g

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد نمی‌باشند.

Means followed by the same letter are not significantly different at the 0.05 level, using Duncan's test.

جدول ۵- مقایسه میانگین‌های برهمکنش آبیاری، تاریخ کاشت و کوددهی بر تعداد ساقه زایا و رویا چای ترش
Table 5- Mean comparison for the interaction effect of the irrigation, planting date and fertilizer on Roselle number of generate and growing stems

تاریخ کاشت Planting date	کوددهی Fertilizer	آبیاری (درصد تبخیر و تعرق از گیاه مرجع) (Irrigation) Percent of the reference crop evapotranspiration		
		60	80	100
تعداد ساقه زایا Number of generate stems				
۵ تیرماه 25 June	۱۰۰٪ کود گاوی Cow manure 100%	13.67a	10.50b	8.67d
	۱۰۰٪ کود شیمیایی Chemical fertilizer 100%	9.67c	7.17ef	5.33i
	۵۰٪ کود گاوی + ۵۰٪ کود شیمیایی Cow manure 50% + Chemical fertilizer 100%	10.67b	9.17cd	6.67fg
	۱۰۰٪ کود گاوی Cow manure 100%	7.50e	6.33gh	4.00klm
۲۰ شهریور ماه September 10	۱۰۰٪ کود شیمیایی Chemical fertilizer 100%	4.17kl	5.67hi	3.67klm
	۵۰٪ کود گاوی + ۵۰٪ کود شیمیایی Cow manure 50% + Chemical fertilizer 100%	3.50lm	5.67hi	3.67klm
	۱۰۰٪ کود گاوی Cow manure 100%	6.33gh	4.33jk	3.67klm
	۱۰۰٪ کود شیمیایی Chemical fertilizer 100%	4.00klm	3.83klm	2.33o
۱۰ مهرماه October 1	۵۰٪ کود گاوی + ۵۰٪ کود شیمیایی Cow manure 50% + Chemical fertilizer 100%	5.00ij	3.33mn	2.67no
	۱۰۰٪ کود گاوی Cow manure 100%			
	۱۰۰٪ کود گاوی Cow manure 100%	3.00g	3.67d	4.00cd
	۱۰۰٪ کود شیمیایی Chemical fertilizer 100%	4.00cd	4.50b	5.00a
۵ تیرماه June 25	۵۰٪ کود گاوی + ۵۰٪ کود شیمیایی Cow manure 50% + Chemical fertilizer 100%	3.33efg	3.67de	4.00cd
	۱۰۰٪ کود گاوی Cow manure 100%	3.33efg	4.00cd	3.17fg
	۱۰۰٪ کود شیمیایی Chemical fertilizer 100%	4.33bc	3.00g	2.33h
	۵۰٪ کود گاوی + ۵۰٪ کود شیمیایی Cow manure 50% + Chemical fertilizer 100%	3.33efg	3.67de	3.17fg
۲۰ شهریور ماه September 10	۱۰۰٪ کود گاوی Cow manure 100%	3.67de	3.67de	2.00h
	۱۰۰٪ کود شیمیایی Chemical fertilizer 100%	3.33efg	3.00g	3.00g
	۵۰٪ کود گاوی + ۵۰٪ کود شیمیایی Cow manure 50% + Chemical fertilizer 100%	3.50ef	3.00g	2.17f
	۱۰۰٪ کود گاوی Cow manure 100%			

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد نمی‌باشند.
 Means followed by the same letter are not significantly different at the 0.05 level, using Duncan's test.

ادامه جدول ۵- مقایسه میانگین‌های برهمکنش آبیاری، تاریخ کاشت و کوددهی بر قطر ساقه جای ترش

Table 5 (Cont.)- Mean comparison for the interaction effect of irrigation, planting date and fertilizer on Roselle stem diameter

تاریخ کاشت Planting date	کوددهی Fertilizer	آبیاری (درصد تبخیر و تعرق از گیاه مرجع) (Irrigation) Percent of the reference crop evapotranspiration		
		60	80	100
قطر ساقه (سانتی‌متر) Stem diameter (cm)				
۵ تیرماه June 25	۱۰۰٪ کود گاوی Cow manure 100%	3.20a	2.57d	2.23g
	۱۰۰٪ کود شیمیایی Chemical fertilizer 100%	2.90b	2.73c	2.40ef
	۵۰٪ کود گاوی + ۵۰٪ کود شیمیایی Cow manure 50% + Chemical fertilizer 100%	2.97b	2.50de	2.33fg
۲۰ شهریور ماه September 10	۱۰۰٪ کود گاوی Cow manure 100%	1.67h	1.50i	1.40ijk
	۱۰۰٪ کود شیمیایی Chemical fertilizer 100%	1.23lmn	1.13n	1.47ij
	۵۰٪ کود گاوی + ۵۰٪ کود شیمیایی Cow manure 50% + Chemical fertilizer 100%	1.47ij	1.33jkl	1.40ilk
۱۰ مهرماه October 1	۱۰۰٪ کود گاوی Cow manure 100%	1.50i	1.33jkl	1.23lmn
	۱۰۰٪ کود شیمیایی Chemical fertilizer 100%	1.47ij	1.30klm	1.23lmn
	۵۰٪ کود گاوی + ۵۰٪ کود شیمیایی Cow manure 50% + Chemical fertilizer 100%	1.37ijkl	1.23lmn	1.23lmn

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد نمی‌باشند.

Means followed by the same letter are not significantly different at the 0.05 level, using Duncan's test.

نتیجه‌گیری

بر این اساس مدیریت کودی خاک با کودهای دامی امری مهم و در کشاورزی اکولوژیک محسوب می‌شود. با این حال با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق و تأثیر کودهای دامی و شیمیایی و تاریخ کاشت بر صفات کمی و کیفی گیاه دارویی جای ترش، می‌توان اثرات نامطلوب تنش خشکی را با یک برنامه کودی و زمان‌بندی مناسب کاشت جبران نمود.

سپاسگزاری

انجام این تحقیق زیر نظر معاونت محترم پژوهشی و فناوری دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده کشاورزی و در قالب طرح تحقیقاتی مصوب با کد ۳۱۵۷۶ مورخ ۹۳/۰۴/۲۹ انجام شده است که بدین وسیله از حمایت‌های دانشگاه سپاسگزاری می‌گردد. همچنین از مدیرکل و تمامی همکاران محترم مرکز تحقیقات کشاورزی میناب که با نهایت همکاری و صداقت در اجرای این طرح یاری نموده‌اند کمال قدردانی و سپاس را داشته و برای تک‌تک اساتید و دوستان آرزوی موفقیت و سلامت در تمامی مراحل زندگی را دارم.

نتایج این تحقیق نشان داد که جای ترش مانند بیشتر گیاهان واکنش‌های فیزیولوژیک و مورفولوژیک نسبت به تنش کم‌آبیاری نشان می‌دهد. تعداد کل ساقه، تعداد ساقه زایا، وزن خشک گل و وزن خشک کل گیاه با افزایش درصد تبخیر و تعرق از گیاه مرجع روندی کاهشی را نشان دادند به طوری که کم‌ترین آن‌ها در ۱۰۰ درصد تبخیر و تعرق از گیاه مرجع به دست آمدند. تأخیر در کاشت سبب کاهش ارتفاع گیاه، قطر ساقه، تعداد کل ساقه، تعداد ساقه زایا، وزن خشک کاسبرگ، وزن خشک گل و وزن خشک کل گیاه در تاریخ ۱۰ مهر ماه شد. با کاربرد ۱۰۰ درصد کود دامی بیش‌ترین قطر ساقه، تعداد کل ساقه، تعداد ساقه زایا، وزن خشک کاسبرگ، وزن خشک گل و وزن خشک کل گیاه حاصل آمد در حالی که بیش‌ترین ارتفاع گیاه و تعداد ساقه رویا با کاربرد ۱۰۰ درصد کود شیمیایی حاصل شد. با توجه به نقش مهم کودهای آلی در خصوص بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و حاصلخیزی زمین‌های زراعی، تأمین سطوح مناسب این مواد در خاک جهت دستیابی به حداکثر عملکرد لازم به نظر می‌رسد.

جدول ۶- مقایسه میانگین‌های برهمکنش آبیاری، تاریخ کاشت و کوددهی بر وزن خشک کاسبرگ و گل چای ترش

Table 6- Mean comparison for the interaction effect of irrigation, planting date and fertilizer on Roselle sepals and flower dry weight

تاریخ کاشت Planting date	کوددهی Fertilizer	آبیاری (درصد تبخیر و تعرق از گیاه مرجع) (Irrigation) Percent of the reference crop evapotranspiration			
		60	80	100	
وزن خشک کاسبرگ در بوته Sepal dry weight per plant (g)					
۵ تیرماه June 25	۱۰۰٪ کود گاوی Cow manure 100%	29.00a	27.00b	25.00d	
	۱۰۰٪ کود شیمیایی Chemical fertilizer 100%	26.67bc	24.17e	22.33f	
	۵۰٪ کود گاوی + ۵۰٪ کود شیمیایی Cow manure 50% + Chemical fertilizer 100%	26.17c	25.33d	23.83e	
	۱۰۰٪ کود گاوی Cow manure 100%	20.00g	19.00h	18.17ij	
۲۰ شهریور ماه September 11	۱۰۰٪ کود شیمیایی Chemical fertilizer 100%	17.17kl	17.50jk	14.00o	
	۵۰٪ کود گاوی + ۵۰٪ کود شیمیایی Cow manure 50% + Chemical fertilizer 100%	18.00ij	17.50jk	17.00kl	
	۱۰۰٪ کود گاوی Cow manure 100%	16.67lm	18.33hi	16.00mn	
	۱۰۰٪ کود شیمیایی Chemical fertilizer 100%	15.67n	16.50lm	14.50o	
۱۰ مهرماه October 1	۵۰٪ کود گاوی + ۵۰٪ کود شیمیایی Cow manure 50% + Chemical fertilizer 100%	15.67n	16.50lm	15.50h	
	وزن خشک گل در بوته Flower dry weight per plant (g)				
	۵ تیرماه June 25	۱۰۰٪ کود گاوی Cow manure 100%	12.67a	9.00cd	6.33fg
		۱۰۰٪ کود شیمیایی Chemical fertilizer 100%	9.67c	7.00ef	4.33ijk
۵۰٪ کود گاوی + ۵۰٪ کود شیمیایی Cow manure 50% + Chemical fertilizer 100%		11.00b	8.33d	4.83hi	
۱۰۰٪ کود گاوی Cow manure 100%		6.33fg	7.17e	5.33h	
۲۰ شهریور ماه September 10	۱۰۰٪ کود شیمیایی Chemical fertilizer 100%	4.33ijk	6.17g	3.67klmn	
	۵۰٪ کود گاوی + ۵۰٪ کود شیمیایی Cow manure 50% + Chemical fertilizer 100%	4.67hig	4.50ij	3.67klmn	
	۱۰۰٪ کود گاوی Cow manure 100%	4.00jklm	4.33ijk	4.17ijkl	
	۱۰۰٪ کود شیمیایی Chemical fertilizer 100%	3.33mn	3.67klmn	3.00n	
۱۰ مهرماه October 1	۵۰٪ کود گاوی + ۵۰٪ کود شیمیایی Cow manure 50% + Chemical fertilizer 100%	3.50lmn	3.67klmn	3.17n	

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد نمی‌باشند.

Means followed by the same letter are not significantly different at the 0.05 level, using Duncan's test.

References

1. AkramGhaderi, F. 2001. Effects of planting date on phenology and morphology, yield and yield components of three cotton cultivars in Gorgan. M.Sc. thesis Faculty of Agriculture Gorgan University of Agricultural Sciences Gorgan Iran 150p. (in Persian with English abstract).
2. Al-Nahid, T. S. 1991. Effect of frequency of irrigation on sewage sludge amended soil and corn nutrition. *Arid Soil Research Rehabilitation* 5: 137-146.
3. Ashiri, F., Khoskhoi, M., SaharKhiz, M., Firouzi, O., and Javidnia, K. 2010. Effects of water deficit stress on morphological characteristics, chlorophyll and peroline contents and antioxidant activity of garden thyme (*Thymus vulgaris* L.). *Iranian Journal of Horticultural Science and Technology* 11 (2): 163-174 (in Persian).
4. Bdou, M. A., and Mahmoud, A. H. 2003. Growth and oil production of *Foeniculum vulgare* Mill. 2. The effect of number of irrigation and organic fertilizers. *Mansoura University Journal of Agricultural Sciences* 28 (5): 3868-3888.
5. Biasi, L. A., Machado, E. M., Kowalski, A. P., Signor, D., Alves, M. A., Lima, F. I., Deschamps, C., Cocco, L. C., and Scheer, A. P. 2009. Organic fertilization in the production, yield and chemical composition of basil chemotype eugenol. *Horticultura Brasileira* 27 (1): 35-39.
6. Bishr, G. A., Meawad, A. A., Gewaifel, S. G., and Mohamed, M. S. 2006. Effect of chicken manure and dry yeast on the growth, seed yield and active ingredients of *Silybum marianum* plant. *Zagazig Journal of Agricultural Research* 33 (4): 665-683.
7. 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 (in Persian with English abstract).
8. 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.
9. Duke, J. A. 2006. Ecosystematic data on economic plants. *Journal of Crude Research* 17 (3): 91-110.
10. El-Ghawwas, E. O., Eid, M. A., and Mahmoud, S. M. 2002. Effect of different levels of organic manures and plant spacing on different (*Foeniculum vulgare* Mill.) Plants. *Egyptian Journal of Applied Sciences* 17 (5): 198-219.
11. El-Sayed, A. A., Mansour, W. A., El-Maadawy, E., Mahassen Sidky, M., and El Ghaban, M. A. 2002. Effect of organic and inorganic fertilization on herb and oil productivity of spearmint and marjoram. *Zagazig Journal of Agricultural Research* 29 (6): 1859-1888.
12. Fallahi, J., Koocheki, A. R., and Rezvani Moghaddam, P. 2009. Effects of biofertilizers on quantitative and qualitative yield of chamomile (*Matricaria recutita*) as a medicinal plant. *Iranian Journal of Field Crops Research* 7 (1): 127- 135. (in Persian with English abstract).
13. Ghorbani, R., Koocheki, A. R., Jahani, M., Hosseini, A., Mohammadabadi A. A. 2009. Effect of planting date, weed control time and method on yield and yield components of cumin. *Iranian Journal of Field Crops Research* 7 (1): 145-153.
14. Haj Alibabaie, M., Hashemi Dezfuli, A., and Neamati, N. 1996. Evaluate of the Effects of different planting dates on yield and growth procedure on Varamin cotton cultivar. Article abstracts of quintuplicate congress Agronomy and Plant breeding of Iran. 439 p.
15. Helmy, A., and Zarad, D. 2003. Effect of different rates of some organic manures on the productivity of Borage (*Borago officinalis* L.) plant in sandy soil. *Mansoura University Journal of Agricultural Sciences* 28 (5): 3911-3926.
16. Howard, A., and Howard, G. L. C. 2011. 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.
17. 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.
18. Kaplan, M., Kocabas, I., Sonmez, I., and Kalkan, H. 2009. The effects of different organic manure applications on the dry weight and the essential oil quantity of sage (*Salvia fruticosa* Mill.). *Acta Horticulturae* 826: 147-152.
19. Khandan, A., Astaraei, A., Nassiiri mahalati, M., and Fotovvat, A. 2005. Effects of organic and inorganic fertilizers on yield and yield components of *Plantago ovata* Forsk. *Iranian Journal of Field Crop Research* 3 (2): 245-253. (in Persian).
20. Koocheki A., Hosseini, M., and Dezfouli Hashemi, A. 2000. Sustainable Agriculture (Translated). Jihad Daneshgahi Mashhad Press Mashhad Iran 164 pp. (in Persian).
21. 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.
22. Martin, E. C., Slack, D. C., Tannksley, K. A., and Basso, B. 2006. Fresh and composted dairy manure applications on alfalfa yield and the environment in Arizona. *Agronomy Journal* 98: 80-84.
23. Nemati, M., and Dehmordeh, M. 2015. Effect of manure and biological Application on yield and morphological parameters of (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Journal of Agroecology* 7 (1): 62-73. (in Persian).

24. Panjehkoob, A, Galeshi, S., Zeinali, E., and Ghajari, A. 2007. Effect of planting date and Plant density on morphological characteristics of cotton (*Gossypium hirsutum* cv. Siokra, Journal of Agricultural Science and Natural Resources Iran 14 (5): 25-38. (in Persian with English abstract).
25. Patel, P. C., and Patel, J. R. 1988. Effect of Zinc nutrition of different genotypes of sorghum. Journal of the Indian Society of Soil Science 36: 820-832.
26. Porter, P. M., Sullivan, M. J., and Harvey, L. H. 1996. Cotton cultivar response to planting date on the southeastern coastal plain. Journal of Production Agriculture 9: 223-227.
27. Reddy, K. R., Hodges, H. F., and Reddy, V. R. 1992. Temperature effects on cotton fruit retention. Agronomy Journal 84: 26-30.
28. Rezaenejad, Y., and Afyuni, M. 2001. Effect of organic matter on soil chemical properties, and corn yield and elemental uptake. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Water and Soil Science 4 (4): 19-29. (in Persian with English abstract).
29. Sadeghzadeh-Ahari, D., Hassandokht, M. R., Kashi, A. K., Amri, A., and Alizadeh, K. H. 2010. Genetic variability of some agronomic traits in the Iranian fenugreek landraces under drought stress and non-stress conditions. African Journal of Plant Science 4: 12-20.
30. Scheffer, M. C., Ronzelli Junior, P., and Koehler, H. S. 1993. Influence of organic fertilization on the biomass, yield and composition of the essential oil of *Achillea millefolium* L. Acta Horticulturae 33: 109-114.
31. Seghatoleslami, M. J., Mosavi, S. G., and Barzegaran, T. 2013. Effect of irrigation levels and planting date on yield and water use efficiency of *Hibiscus sabdariffa* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 29 (1): 144-156. (in Persian with English abstract).
32. 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.
33. Yadav, R. L., Keshwa, G. L., and Yadav, S. S. 2003. Effect of integrated use of FYM and sculpture on growth and yield of isabgol. Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology 25: 668-671.
34. 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 Taichung mountains in the North China Plain. Agricultural Water Management 82: 25-44.



The Impact of Different Levels of Irrigation, Planting Date and Fertilizer Management on Yield and Yield Components of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) in Minab

M. R. Yazdanpanah¹ - P. Rezvani Moghaddam^{2*} - Gh. A. Asadi³ - A. Shahriari⁴

Received: 27-07-2017

Accepted: 23-01-2017

Introduction

Roselle (*Hibiscus sabdariffa*) is considered as a member of Malvaceae family which is cultivated across all tropical and warm areas. More than 300 species of Hibiscus are found in tropical and subtropical regions across the world. Roselle is annual and self-pollinated plant. This plant is very sensitive to cold and glacial, it is multipurpose plant and its various components are used. Severe water restrictions and the high water costs cause in some areas, the optimal level of water to become lower than the required level for maximum production. Nowadays, appropriate irrigation management and the cultivation of drought-resistant plants are regarded as strategies to deal with drought stress. Roselle is one of the few drought resistant plants. To study the effect of different levels of irrigation, planting date and fertilizer management on yield and yield components of Roselle, an experiment was conducted in Agricultural Research Station, 105 kilometers East of Bandar Abbas, Minab city, Iran.

Materials and Methods

An experiment was conducted as split-split-plot based on a randomized complete blocks design with three replications. Treatments included irrigation levels in three levels (100, 80 and 60 percent evapotranspiration from reference crop) as main plots, planting date in three levels (June 15, September 10 and October 1st) as subplots and three levels of fertilizer (Cow manure, chemical fertilizer 50% and 50% cow manure and chemical fertilizers) are allocated as sub-sub plots.

Results and Discussion

The results showed that the highest plant height (127.7 cm) and stem diameter (1.97 cm) were obtained in irrigation after 60 percent evapotranspiration from reference crop. The highest number of growing stems (3.20 stems) and sepal dry weight (18.48 g) were shown in 100 percent evapotranspiration from reference crop. The total number of stems, the number of generate stems, flower dry weight and plant dry weight were decreased by increasing the percent evapotranspiration from reference crop. Thus, the lowest total number of stems (7.70), the number of generate stems (4.52), flower dry weight (4.28 g. per plant) and plant dry weight (377.1 g. per plant) were shown in 100% evapotranspiration of the reference treatment. Most of the studied criteria were decreased by delaying sowing date. The lowest stem height (108.2 cm), stem diameter (1.32 cm), total number of stems per plant (7.3), the number of generate stems per plant (3.94), sepals dry weight per plant (16.15 g), flower dry weight per plant (3.65 g), total dry weight per plant (212 g), were obtained on 1st October sowing date. The highest stem diameter (1.85 cm), total number of stems per plant (10.78), the number of growing stems per plant (7.22), sepals dry weight per plant (21.02 g), flower dry weight per plant (6.59 g), total dry weight per plant (420.02 g), were obtained under 100% chemical fertilizer treatment. The highest plant height (125.1 cm) and the number of growing stems per plant (3.61) were obtained under 100% chemical fertilizer treatment+100 percent evapotranspiration from reference crop under 1st of October treatment. The lowest stem diameter, the number of generate stems, the number of growing stems, sepals dry weight and total dry weight in each plant were obtained under 100% chemical fertilizer treatment+100 percent evapotranspiration from reference crop under 1st of October treatment. The highest stem diameter, the number of generate stems per plant and flower dry weight per plant were observed under 100% cow manure+60 percent evapotranspiration from reference crop.

1- Ph.D. Student of Ferdowsi University of Mashhad, International Campus

2- Professor of Ferdowsi University of Mashhad, Iran

3- Associate Professor of Ferdowsi University of Mashhad, Iran

4- Assistant Professor of Agricultural Research Center, Bandar Abbas

(*- Corresponding Author Email: rezvani@um.ac.ir)

The highest number of stems per plant, the number of generate stems per plant, sepals dry weight per plant and dry weight of flower per plant were obtained under 100% cow manure on 15 July sowing date treatment.

Conclusions

The results showed that most of the studied criteria were decreased by delaying sowing date from June to October. The highest dry weight of flower per plant and sepals yield were obtained under 100% animal manure+ June 15 sowing date treatment. The lowest dry weight of sepals per plant was shown under 100% of evapotranspiration irrigation of the reference crop.

Keywords: Chemical fertilizer, Cow manure, Flower yield, Sepals yield

