

عکس العمل گیاه دارویی چای ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.) به تاریخ کاشت و محلول پاشی عناصر ریزمغذی در کشت راهرویی

Response of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) as a medicinal plant to planting date and micronutrient spraying in alley cropping

منصور علیزاده مرادی^۱، محمود رمرودی^{۲*} و محمدرضا اصغری پور^۲

۱. کارشناسی ارشد زراعت، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران
۲. دانشیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران (نگارنده مسئول)

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۸/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۷/۱۱

چکیده

علیزاده مرادی، م.، رمرودی، م.، اصغری پور، م. ر.، عکس العمل گیاه دارویی چای ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.) به تاریخ کاشت و محلول پاشی عناصر ریزمغذی در کشت راهرویی
نشریه پژوهش های کاربردی زراعی دوره ۳۱ - شماره ۲ - پایبند ۱۱۹ تابستان ۹۷: ۱۱۹-۱۳۴

به منظور ارزیابی تأثیر تاریخ کاشت و محلول پاشی عناصر ریزمغذی بر ویژگی های کمی و کیفی چای ترش در کشت راهرویی، آزمایشی به صورت کرت های خرد شده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار در بین درختان خرما شهرستان بهم اجرا شد. تاریخ کاشت شامل: ۲۰ فروردین، ۱۰ و ۳۰ اردیبهشت به عنوان عامل اصلی و محلول پاشی عناصر ریزمغذی شامل: سولفات آهن و سولفات روی به نسبت نیم در هزار، ترکیب آنها و شاهد (محلول پاشی با آب مقطر) به عنوان عامل فرعی بودند. نتایج نشان داد که تاریخ کاشت ۲۰ فروردین و محلول پاشی عنصر روی بیشترین تأثیر معنی دار را بر ارتفاع بوته داشتند. برهم کنش تاریخ کاشت و محلول پاشی عناصر ریزمغذی بر تعداد شاخه جانبی، تعداد غوزه در بوته، وزن غوزه، عملکرد کاسبرگ، درصد پروتئین و محتوای آنتوسیانین کاسبرگ، درصد ماده آلی و خاکستر و پتاسیم دانه معنی دار شد. بیشترین تعداد شاخه جانبی (۱۸/۰۱)، عملکرد کاسبرگ (۱۴۹۸/۲۸ کیلوگرم در هکتار) و درصد پروتئین کاسبرگ (۱۴/۸۰ درصد) از برهمکنش تاریخ کاشت ۲۰ فروردین توأم با محلول پاشی آهن و روی و بیشترین محتوای آنتوسیانین کاسبرگ (۴۲/۰۰ میلی مول بر گرم)، میزان پتاسیم دانه (۳۸/۷۱ میلی گرم بر گرم)، ماده آلی (۹۴/۷۷ درصد) و درصد خاکستر (۶/۶۰ درصد) از برهم کنش تاریخ کاشت ۱۰ اردیبهشت با محلول پاشی توأم آهن و روی به دست آمد. نتایج نشان داد که برای حصول حداکثر تولید گیاه دارویی چای ترش تاریخ کاشت ۲۰ فروردین تا ۱۰ اردیبهشت توأم با محلول پاشی عناصر روی و آهن مناسب باشد.

واژه های کلیدی: پتاسیم، سولفات آهن، درصد پروتئین، درصد ماده آلی، عملکرد کاسبرگ

مقدمه

خانواده Malvaceae است گیاهی یک ساله، شاخه دار، ارتفاعی حدود ۶۹ تا ۴۲۹ سانتی متر، دارای پایه کروموزومی $2n=18$ و به صورت تتراپلوئید می باشد. برگ های گیاه متناوب، رگبرگ ها پنجه ای و برگ ها دارای ۳ تا ۷ لوب و حاشیه برگ ها دندانه ای، بدون کرک، دم برگ بلند یا کوتاه دارند. میوه ها ۵٫۲ سانتی متر طول دارند و بوسیله کاسبرگ هایی عمدتاً به عنوان دارو قابلیت استفاده دارد احاطه شده اند. کاسبرگ ها دارای اسیدهای آلی اگزالیک، مالیک، سیتریکو تارتاریک، پروتئین، مواد معدنی و آنتوسیانین می باشند. کاسبرگ ها کاهنده فشار خون و به دلیل وجود ویتامین C فراوان، دارای خواص آنتی اسکوربیک هستند. جوشانده آن به عنوان یک نوشیدنی برای افرادی که دارای حملات قلبی هستند، استفاده می شود (Ahmad et al., 2011). تاریخ کاشت و تأمین نیازهای غذایی گیاهان از جمله موارد مؤثر بر رشد و تولید گیاهان دارویی است. تاریخ کاشت با تأثیر بر رشد، فعالیت های متابولیکی و عملکرد ماده خشک گیاهان دارویی تأثیر به سزایی بر عملکرد و ترکیبات دارویی گیاه دارد و شناخت مناسب ترین زمان کاشت برای هر منطقه در جهت ارتقاء کمی و کیفی محصول ضروری است (Emongor et al., 2006). با انتخاب تاریخ کاشت مناسب مراحل مختلف نمو گیاه با شرایط مطلوب محیطی منطبق شده که این امر سبب افزایش راندمان فتوسنتز و در نتیجه ذخیره مطلوب مواد فتوسنتزی می گرد (Morris et al., 2000). تأخیر زیاد در کاشت به علت کوتاهی دوره رشد گیاه و احتمال برخورد زمان گلدهی با درجه

از آنجایی که باروری زمین در حال کاهش است، کشاورزان برای حصول محصول بیشتر به سمت تخریب اراضی منابع طبیعی روی می آورند. بنابراین اگر روند کنونی رشد جمعیت ادامه پیدا کند بدون تردید، علاوه بر کاهش جنگل ها توان تولید اراضی کشاورزی نیز بسیار کم خواهد شد. جنگل زراعی، روشی نوین برای استفاده حداکثری و بهینه از زمین می باشد. جنگل زراعی یکی از اشکال نظام های زراعی است که فعالیت های پرورش دام و زراعت را با کاشت گونه های درختی و درختچه ای ترکیب و تلفیق می کند. تعادل زیستی ناشی از پیوند بین این فعالیت های مختلف منافع چندگانه ای را نظیر ایجاد منابع درآمدی متنوع، تولید زیستی کم خطر، بهبود کیفیت آب و بهبود زیستگاه های انسانی و حیات وحش را به دنبال دارد (Matinkhah, 2003).

رویکرد گسترده جهانیان به استفاده از داروهای گیاهی موجب افزایش توجه بیشتر کشورهای جهان به شناسایی و استفاده درمانی از گیاهان دارویی و بازگشت به طبیعت شده است که با توجه به استعداد های بالقوه کشور و داشتن تنوع اقلیمی در این بخش می تواند نقش به سزایی در رشد اقتصادی و کارآفرینی داشته باشد. گیاهان دارویی گیاهانی هستند که برخی از اندام های آن ها حاوی مواد موثر است که به منظور پیشگیری و درمان بیماری و نیز در تأمین بهداشت و سلامتی جوامع از اهمیت خاصی برخوردارند (Fayaz et al., 2011). جای ترش (*Hibiscussabdariffa* L) متعلق به

کمی و کیفی گیاه نیز می‌شوند. محلول‌پاشی، علاوه بر افزایش کیفیت محصول، بهترین راه برای جلوگیری از اتلاف کودها و آلودگی‌های ناشی از مصرف زیاد آنها می‌باشد (Alizadeh, 2007). مقدار عنصر روی قابل جذب در بسیاری از خاک‌های مناطق خشک به دلیل وجود بی‌کربنات فراوان در آب آبیاری و آهکی بودن خاک این منطقه کمتر از حد بحرانی است و یکی از راه‌های تأمین عنصر روی مورد نیاز گیاه، محلول‌پاشی سولفات روی می‌باشد (Malakoti and Lotfolahi, 1999). محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر کلروفیل برگ، عملکرد بیولوژیک، تعداد غوزه و وزن هزار دانه گیاه دارویی چای ترش تأثیر معنی‌داری داشت (Borji Abad, 2014). عناصر غذایی که سبب افزایش کربوهیدرات‌ها می‌گردند باعث توسعه رنگدانه‌های سلولی و سنتز آنتوسیانین می‌شود (Vitrac et al., 2000). در مطالعه‌ای مشخص شد عناصر غذایی تأثیر به‌سزایی بر محتوای آنتوسیانین کاسبرگ چای ترش دارند (MohammadpourVeshvaei et al., 2015). نتایج پژوهشی نشان داد که در حضور آهن و نانو کود آهن تفاوت معنی‌داری در میزان پروتئین‌های برگ مشاهده شد (Peyvandi et al., 2011). همچنین نتایج تحقیق دیگری نشان داد که محلول‌پاشی با دی‌آمونوم فسفات و سولفات روی سبب افزایش بیوسنتز منتول در نعنای فلفلی شد (Ram et al., 2003). با توجه به وسعت اراضی باغ‌کاری در شهرستان بم ضرورت استفاده بهینه از پتانسیل‌های موجود در منطقه، کشت گیاه دارویی چای ترش در بین درختان خرما در قالب کشت راهرویی

حرارت‌های نامناسب، اثرات نامطلوبی بر رشد و نمو گیاهان می‌گذارد (Khajepoor, 2009). محققین با بررسی تأثیر تاریخ کاشت گیاه دارویی چای ترش در کرمان دریافتند که تاریخ کاشت ۱۰ اردیبهشت منجر به تأثیر مثبت بر زمان گلدهی، تعداد شاخه و تعداد غوزه گردید (Behzadi et al., 2013). در بررسی تأثیر تاریخ کاشت گیاه دارویی چای ترش در شهرستان بیرجند نشان داده شد که با توجه به بروز سرمای زودرس پاییزه و طولانی بودن دوره رشد چای ترش، کشت این گیاه در شرایط بیرجند توصیه نمی‌شود، مگر اینکه کاشت آن در تاریخ کاشت‌های زودتر از ۲۰ اردیبهشت صورت گیرد (Seghatoleslami et al., 2013). تاریخ کاشت مناسب سبب افزایش عملکرد کاسبرگ چای ترش می‌گردد (Okosun et al., 2006). در مطالعه‌ای بیشترین آنتوسیانین کاسبرگ چای ترش در شرایط آب و هوایی داراب از تاریخ کاشت اواسط فروردین حاصل شد (Shaker, 2013). تغذیه معدنی گیاهان زراعی و دارویی بسیار ضروری به نظر می‌رسد. در این بین عناصر ریزمغذی جایگاه ویژه‌ای دارند که باید به آنها توجه بیشتری گردد. عناصر ریزمغذی در سطح و میزان کمی مصرف می‌شوند، اما اعمال حیاتی بسیار مهمی مانند فرآیند فتوسنتز و تنفس را در گیاهان کنترل می‌کنند (Hemantaranjan, 1996). گاهی کمبود این عناصر به‌عنوان عامل محدودکننده جذب سایر عناصر غذایی و رشد، عمل می‌کنند و همین امر لزوم توجه بیشتر به کاربرد آنها را مشخص می‌سازد. مصرف برگی عناصر ریزمغذی به دفعات متعدد، ضمن رفع کمبود آنها سبب افزایش عملکرد

انجام شد. بذر مورد استفاده از پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل تهیه گردید. هر واحد آزمایشی دارای ۶ ردیف کاشت به طول ۵ متر با فاصله بین ردیف های کاشت ۶۰ سانتی متر و فاصله بوته روی ردیف ۴۰ سانتی متر بود. کاشت به صورت دستی انجام گرفت. بذرها به صورت کپه ای و در عمق ۵-۳ سانتی متر کشت شدند. دو هفته اول بعد از کاشت هر ۴ روز و پس از آن هر ۷ روز آبیاری انجام شد. تنک کردن در دو مرحله ۶-۳ و ۱۰-۸ برگی انجام شد و در اوایل فصل رشد وجین علف های هرز با دست انجام شد. محلول پاشی عناصر ریزمغذی آهن و روی در ۲ مرحله، ۸-۶ برگی و قبل از گلدهی با استفاده از سم پاشی پستی انجام شد (Peyvandi *et al.*, 2011). تمام پلات ها قبل از کاشت ۱۰۰ کیلوگرم کود سوپر فسفات تریپل و ۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم دریافت کردند. کود نیتروژن به شکل اوره و به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار در دوز مساوی قبل از کاشت و ۴۵ روز پس از کاشت بر روی زمین پاشیده شد. کاسبرگ های رسیده از هفته اول مهرماه تا هفته دوم آذرماه از مساحت تقریباً یک متر مربع داخل هر پلات هر هفته برداشت شدند. عملکرد کاسبرگ با جمع کردن مجموع کاسبرگ های برداشت شده در دوره مذکور محاسبه گردید. زمان برداشت کاسبرگ ها تقریباً با رسیدن دانه همزمان بود. از هر کرت ۵ بوته با رعایت حذف اثرات حاشیه به طور تصادفی برداشت و ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی، تعداد غوزه در بوته، وزن غوزه در بوته، وزن تر اندام هوایی بوته، عملکرد کاسبرگ، محتوای آنتوسیانین و درصد

حائز اهمیت می باشد. با توجه به عدم وجود اطلاعات کافی در خصوص اثرات محلول پاشی عناصر ریزمغذی آهن و روی و تعیین تاریخ کاشت مناسب، این تحقیق برای حصول حداکثر عملکرد گیاه دارویی چای ترش در سیستم کشت راهرویی اعی در شهرستان بم، انجام شد.

مواد و روش ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۴ در زیر درختان خرما شهرستان بم در قالب کشت راهرویی انجام شد. شهرستان بم با عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۸ درجه و ۲۱ دقیقه شرقی با ارتفاع ۱۰۶۷ متر از سطح دریا قرار دارد. از نظر آب و هوا، این شهرستان دارای زمستان های سرد و خشک و تابستان های گرم و خشک می باشد. متوسط بارندگی سالانه ۶۸/۵ میلی متر و متوسط دمای سالانه آن ۲۵ درجه سانتی گراد می باشد، تبخیر سالانه ۳۰۰۳ میلی متر است.

این آزمایش به صورت کرت های خرد شده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. تاریخ کاشت شامل: ۲۰ فروردین، ۱۰ و ۳۰ اردیبهشت به عنوان عامل اصلی و محلول پاشی عناصر ریزمغذی شامل: سولفات آهن به نسبت نیم درهزار، سولفات روی به نسبت نیم درهزار، ترکیب آنها و محلول پاشی با آب مقطر (شاهد) به عنوان عامل فرعی بودند. تاریخ های کاشت بر اساس میانگین دما در تاریخ های مذکور و دمای لازم جهت تامین نیاز حرارتی گیاه برای جوانه زنی بود. زمین مورد نظر در بهار ۱۳۹۴ در ابتدا شخم عمیق زده شد و سپس کلوخه ها توسط دیسک خرد و کرت بندی

۳). این نتایج با نتایج سایر محققین در چای ترش مطابقت دارد (Mir et al., 2011). برهمکنش تاریخ کاشت و محلول پاشی عناصر ریزمغذی بر ارتفاع بوته معنی دار نشد.

تعداد شاخه جانبی: تعداد شاخه جانبی تحت تأثیر تاریخ کاشت و محلول پاشی عناصر ریزمغذی و برهمکنش آنها در سطح یک درصد معنی دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های برهمکنش تاریخ کاشت و محلول پاشی عناصر ریزمغذی گویای این است که بیشترین تعداد شاخه جانبی از تاریخ کاشت ۲۰ فروردین با محلول پاشی توام عناصر ریزمغذی آهن و روی و کمترین آن از تاریخ کاشت ۳۰ اردیبهشت با محلول پاشی با آب مقطر (شاهد) حاصل شد (جدول ۴). نتایج حاصل با نتایج تحقیقی روی گلرنگ همخوانی دارد (Kamaraki and Galavi, 2012). از مهم‌ترین عوامل افزایش تعداد شاخه در بوته در تاریخ‌های کاشت اول می‌توان به استقرار بهتر گیاهچه و طولانی بودن دوره رشد رویشی نسبت داد. در مطالعه گزارش شد تأخیر در کاشت از طریق کاهش دوره رشد رویشی سبب کاهش معنی دار تعداد شاخه می‌شود (Faraji et al., 2006).

تعداد غوزه در بوته: اثر تاریخ کاشت، محلول پاشی عناصر ریزمغذی و برهمکنش آنها در سطح یک درصد بر تعداد غوزه در بوته معنی دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های برهمکنش نشان داد که بالاترین تعداد غوزه (۴۷/۰۷ عدد) از تاریخ کاشت ۲۰ فروردین توام با محلول پاشی عنصر روی و کمترین آن (۱۵/۶۰ عدد) از تاریخ کاشت ۳۰ اردیبهشت

پروتئین کاسبرگ، درصد ماده آلی و خاکستر و میزان عناصر پتاسیم و فسفر دانه مورد بررسی قرار گرفتند. برای تعیین غلظت فسفر و پتاسیم از روش خاکستری خشک استفاده شد. مقدار عنصر پتاسیم با دستگاه فلیم فتومتر و میزان فسفر با دستگاه اسپکتروفتومتر (Hassanzadeh et al., 2006) و میزان نیتروژن با استفاده از روش کجلدال بر حسب درصد اندازه گیری شد. درصد پروتئین با ضرب درصد نیتروژن در عدد ۶/۲۵ محاسبه شد. برای سنجش آنتوسیانین از روش واگنر (Wagner, 1979) استفاده شد. داده‌های حاصل با استفاده از نرم افزار SAS 9.2 تجزیه و با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه میانگین‌ها انجام گرفت.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته: نتایج نشان داد که تأثیر تاریخ کاشت بر ارتفاع بوته معنی دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد با تأخیر در تاریخ کاشت از ۲۰ فروردین تا ۳۰ اردیبهشت ارتفاع بوته به‌طور معنی داری کاهش یافت که احتمالاً کاهش زمان رویشی از کاشت تا برداشت سبب شده که در تاریخ کاشت‌های دوم و سوم ارتفاع بوته کاهش یابد. نتایج حاصل نشان داد که هرچه کشت زودتر انجام شود گیاه فرصت رشد رویشی بیشتری داشته و در نتیجه ارتفاع بوته بیشتر خواهد شد که با نتایج سایر محققین مبنی بر کاهش ارتفاع بوته با تأخیر تاریخ، مطابقت دارد (Khatib et al., 2015).

محلول پاشی عناصر ریزمغذی تأثیر معنی داری بر ارتفاع بوته نداشت، اما تأثیر محلول پاشی روی بر ارتفاع بوته از سایر تیمارها بیشتر بود (جدول

معنی دار عملکرد خشک کاسبرگ در هکتار در سطح یک درصد تحت تاثیر تاریخ کاشت، محلول پاشی عناصر ریزمغذی و برهمکنش آنها می باشد (جدول ۱). مقایسه میانگین های اثرات برهمکنش تاریخ کاشت و تیمارهای کودی گویای این است که بیشترین عملکرد خشک کاسبرگ در هکتار از تاریخ کاشت ۲۰ فروردین توام با محلول پاشی آهن و روی و کمترین آن از تاریخ کاشت ۳۰ اردیبهشت با تیمار شاهد محلول پاشی به دست آمد. تاخیر در کاشت از طریق کاهش طول دوره رشد در گیاهان سبب کاهش عملکرد کاسبرگ می گردد. نتایج این تحقیق با نتایج تحقیقات دیگر مبنی بر بیشترین عملکرد کاسبرگ از تاریخ کاشت زودهنگام به دلیل شرایط محیطی بهتر و افزایش طول دوره رشد و در نتیجه فتوسنتز بهتر، مطابقت دارد (Okosun *et al.*, 2006; Shaker, 2013). نتایج تحقیقات متعدد حاکی از افزایش عملکرد کاسبرگ چای ترش تحت تاثیر تامین عناصر غذایی می باشد (Abbas and Ali, 2011; MohammadpourVeshvaei *et al.*, 2015).

آنتوسیانین کاسبرگ: نتایج حاکی از آن است که تاثیر تاریخ کاشت محلول پاشی عناصر ریزمغذی در سطح یک درصد و برهمکنش آنها در سطح پنج درصد بر محتوای آنتوسیانین کاسبرگ معنی دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین های برهمکنش (جدول ۴) نشان دهنده بیشترین تاثیر تاریخ کاشت ۱۰ اردیبهشت و محلول پاشی توأم آهن و روی بر میزان آنتوسیانین کاسبرگ است و کمترین آن از تاریخ کاشت ۳۰ اردیبهشت و تیمار شاهد به دست آمد. این نتایج ممکن است به علت تاثیر عنصر روی بر مشتقات

با شاهد (محلول پاشی با آب مقطر) به دست آمد (جدول ۴). تسریع در کاشت گیاه دارویی چای ترش موجب افزایش تعداد غوزه گردید که با نتایج مطالعه ای روی چای ترش در تاریخ کاشت زود همخوانی دارد (Behzadi *et al.*, 2013). تامین مقدار کافی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه به ویژه عناصر ریزمغذی یکی از جنبه های بسیار مهم در مدیریت زراعی است و می تواند نقش مهمی در افزایش تولید و عملکرد بالا ایفا کند. نتایج پژوهشی نشان داد که مصرف تغذیه برگی عنصر روی موجب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد گیاه کنگد می شود (Thiruppathi *et al.*, 2001).

وزن غوزه در بوته: وزن غوزه در بوته به طور معنی داری تحت تاثیر تاریخ کاشت، محلول پاشی عناصر ریزمغذی و برهمکنش آنها در سطح یک درصد قرار گرفت (جدول ۱). اثر برهمکنش تاریخ کاشت و محلول پاشی عناصر ریزمغذی نشان داد که بیشترین وزن غوزه در بوته مربوط به تاریخ کاشت ۲۰ فروردین با محلول پاشی عنصر روی که نسبت به شاهد محلول پاشی در همان تاریخ کاشت افزایش ۲۴ درصدی داشت و کمترین وزن غوزه از تاریخ کاشت ۳۰ اردیبهشت و محلول پاشی با آب مقطر به دست آمد (جدول ۴). در تاریخ کاشت اول، با توجه به مساعد بودن شرایط محیطی به ویژه 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 در نهایت عملکرد میوه افزایش یافت.

عملکرد کاسبرگ: نتایج حاکی از اختلاف

و برهمکنش تاریخ کاشت و محلولپاشی عناصر ریزمغذی معنی دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های برهمکنش محلولپاشی عناصر ریزمغذی و تاریخ کاشت نشان داد که بیشترین درصد ماده آلی بذر، از محلولپاشی ریزمغذی آهن و تاریخ کاشت ۳۰ فروردین ماه و کمترین آن از تاریخ کاشت ۱۰ اردیبهشت و تیمار شاهد (محلولپاشی با آب مقطر) به دست آمد. همچنین بیشترین درصد خاکستر بذر، از برهمکنش محلولپاشی عناصر روی در تاریخ کاشت ترکیب محلولپاشی ریزمغذی‌های آهن و روی و تاریخ کاشت ۳۰ فروردین ماه و کمترین آن از تاریخ کاشت ۳۰ اردیبهشت و تیمار شاهد (محلولپاشی با آب مقطر) حاصل شد (جدول ۴). هر چه میزان خاکستر تولیدی کمتر باشد، نشان دهنده کیفیت برتر گیاه است، بنابراین میزان خاکستر گیاه به عنوان معیاری جهت ارزیابی کیفی گیاه به شمار می‌رود. در بعضی از گیاهان دارویی اختلافات نسبتاً زیادی در میزان خاکستر آنها وجود دارد و میزان آن برای ارزیابی گیاه دارای ارزش است (Omidbagi, 2007).

میزان پتاسیم دانه: نتایج حاکی از آن است که تأثیر تاریخ کاشت و محلولپاشی عناصر ریزمغذی و برهمکنش آنها در سطح یک درصد بر محتوای پتاسیم دانه معنی دار می‌باشد (جدول ۲). برهمکنش تاریخ کاشت و محلولپاشی عناصر ریزمغذی نشان دهنده بیشترین تأثیر تاریخ کاشت ۱۰ اردیبهشت با محلولپاشی عناصر آهن و روی بر میزان پتاسیم دانه است (جدول ۴). افزایش پتاسیم تحت تأثیر تاریخ کاشت و محلولپاشی عناصر ریزمغذی گویای

ترکیب فنلی به عنوان پیش ماده سنتز آنتوسیانین ساختار فلاونوئید بوده باشد. افزایش آنتوسیانین تحت تأثیر محلولپاشی عناصر ریزمغذی گویای تأثیر مثبت آنها برای ویژگی می‌باشد (Sanjari *et al.*, 2017). تامین عناصر غذایی از طریق مصرف کودهای شیمیایی و زیستی سبب افزایش آنتوسیانین کاسبرگ چای ترش می‌شود (Abbas and Ali, 2011; Khalil and Yousef, 2014). تاریخ کاشت می‌تواند بر محتوای آنتوسیانین کاسبرگ چای ترش تأثیرگذار باشد (Shaker, 2013).

درصد پروتئین کاسبرگ: نتایج نشان داد که درصد پروتئین کاسبرگ تحت تأثیر تاریخ کاشت، محلولپاشی عناصر ریزمغذی و برهمکنش آنها در سطح یک درصد معنی دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های برهمکنش آنها نشان داد که بیشترین درصد پروتئین کاسبرگ از تاریخ کاشت ۱۰ اردیبهشت با محلولپاشی توام عناصر روی و آهن و کمترین آن از تاریخ کاشت ۱۰ اردیبهشت با تیمار شاهد محلولپاشی به دست آمد (جدول ۴). عنصر روی برای تولید پروتئین در گیاهان لازم است، مقدار سنتز پروتئین در گیاهان دارای کمبود عنصر روی با توجه به تجمع اسیدهای آمینه به‌طور موثری کاهش می‌یابد (Morshdi, 2010). عناصر کم مصرف باعث افزایش فعالیت برخی از آنزیم‌ها و در نتیجه فتوسنتز می‌گردند که آن نیز باعث افزایش سنتز و ذخیره مواد معدنی و آلیدانه و همچنین افزایش درصد پروتئین دانه می‌گردد (Rion and Alloway, 2004).

درصد ماده آلی و خاکستر دانه: نتایج نشان داد که درصد ماده آلی و خاکستر تحت تأثیر تاریخ کاشت، محلولپاشی عناصر ریزمغذی

معنی داری نداشت.

نتیجه گیری:

نتایج حاکی از آن است که تاریخ کاشت ۲۰ فروردین احتمالاً به دلیل طولانی تر بودن فصل رشد، بالاترین ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی، عملکرد کاسبرگ و تعداد غوزه در بوته را تولید نمود بدین ترتیب از شرایط محیطی جهت تولید بالا استفاده بهینه نموده است. در برهمکنش تاریخ کاشت و محلول پاشی عناصر ریزمغذی، بیشترین میزان پتاسیم دانه، درصد خاکستر و ماده آلی از تاریخ کاشت ۱۰ اردیبهشت با محلول پاشی ترکیب عناصر آهن و روی، بیشترین عملکرد کاسبرگ و درصد پروتئین کاسبرگ در تاریخ کاشت ۲۰ فروردین و محلول پاشی توأم آهن و روی به دست آمد. در بین محلول پاشی عناصر ریزمغذی، عنصر روی با افزایش مقدار تنظیم کننده های رشد، کمک به متابولیسم مواد و مشارکت در تقسیم سلولی بافت های مرستمی، شرکت در تولید مواد هیدروکربن دار و پروتئین و انتقال آنها و همچنین با تأثیر بر فرایندهای زایشی، باعث افزایش تعداد غوزه و عملکرد کاسبرگ شد. نتایج نشان داد که برای حصول حداکثر تولید گیاه دارویی چای ترش تاریخ کاشت ۲۰ فروردین تا ۱۰ اردیبهشت توأم با محلول پاشی ترکیب عناصر روی و آهن مناسب باشد.

References

- Abbas, M. K., and Ali, A. S. 2011. Effect of foliar application of NPK on some growth characters of two cultivars of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). *American Journal of Plant Physiology* 6(4): 222-227.
- Abo-Baker, A. A., and Mostafa, G. G. 2011.

تأثیر مثبت آنها بر این ویژگی می باشد. حالت آنتاگونیستیم وجود بین آهن و پتاسیم و رقابت بین این دو یون در محل های جذب، موجب کاهش جذب پتاسیم در غلظت های بالای آهن می گردد (Shomali, 2008). نتایج تحقیقی نشان داد که مصرف کودهای شیمیایی و زیستی سبب افزایش میزان پتاسیم کاسبرگ چای ترش می گردد (MohammadpourVeshvaei et al., 2015).

میزان فسفر دانه: میزان فسفر دانه تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار گرفت نتایج مقایسه میانگین ها گویای این است که تاریخ کاشت ۱۰ اردیبهشت بیشترین میزان فسفر را دارا بود (جدول ۲). بیشترین بودن میزان فسفر دانه در این تاریخ به وزن کمتر گیاهان در این تاریخ کاشت و رقیق نشدن تراکم فسفر در این تیمار نسبت داده شد. محلول پاشی عناصر ریزمغذی تأثیر بسیار معنی داری بر میزان فسفر دانه داشت. مقایسه میانگین های نشان داد که بیشترین فسفر دانه از محلول پاشی توأم با آهن و روی و کمترین آن از تیمار شاهد حاصل شد (جدول ۳). افزایش فسفر دانه گویای تأثیر مثبت محلول پاشی ریزمغذی برای ویژگی می باشد. فسفر نیز بعد از نیتروژن مهم ترین عنصر مورد نیاز برای تولید محصول است. فسفر در کلیه فرایندهای بیوشیمیایی، واکنش های انتقال انرژی، فتوسنتز و انتقال خصوصیات ژنتیکی نقش دارد (Hassan-zadeh et al., 2006). نتایج برخی تحقیقات حاکی از تأثیر گذاری مصرف کودهای شیمیایی و زیستی بر فسفر کاسبرگ چای ترش می باشد (Abo-Baker and Mostafa, 2011; MohammadpourVeshvaei et al., 2015). برهمکنش تاریخ کاشت و محلول پاشی عناصر ریزمغذی بر میزان فسفر دانه تأثیر

جدول ۱- میانگین مربعات ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی و غوزه در بوته، وزن غوزه و وزن تر بوته تحت تأثیر تاریخ کاشت و محلول پاشی عناصر ریز مغذی چای ترش در کشت راهروی

Table 1. Mean squares of variance for plant height, number of lateral branch and boll per plant, boll weight, plant fresh weight of roselle in alley cropping as affected by planting date and micronutrient spraying

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	تاریخ کاشت Plant height	تعداد شاخه‌های جانبی No. of lateral branch	تعداد غوزه در گیاه No. of boll per plant	وزن غوزه Boll weight	وزن تازه گیاه Plant fresh weight
تکرار Rep	2	3918.9	12.12	12.128	498.7	2434
تاریخ کاشت planting date (P)	2	56855.3**	1228.26**	1228.96**	34927.6**	731523**
خطای اول Error a	4	11917.5	8.02	8.02	5892.9	8725
محلول پاشی عناصر ریز مغذی Micronutrient spraying (M)	3	881.0 ^{ns}	135.04**	135.04**	6772.4**	30639**
اثر متقابل تیمارها P × M	6	8096.9 ^{ns}	7.05**	70.05**	8125.9**	22842**
خطای دوم Error b	18	2678.8	4.36	4.36	824.1	2442
ضریب تغییرات CV (%)	-	14.62	10.17	10.17	11.59	11.07

*, ** و ^{ns} به ترتیب معنی‌داری در سطح ۵ و ۱ درصد و عدم معنی‌داری

*, ** and ^{ns} are significant at 5 and 1% probability levels and not significant, respectively

جدول ۲- میانگین مربعات ویژگی های کمی و کیفی جای ترش تحت تأثیر تاریخ کاشت و محلول پاشی عناصر ریزمغذی جای ترش در کشت راهروی

Table 2. Mean squares of variance for quantitative and qualitative traits of roselle in alley cropping as affected by planting date and micronutrient spraying

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	عملکرد کاسبرگ Sepal yield	آنتوسیانین Anthocyanin	درصد پروتئین Protein percentage	درصد ماده آلی Organic matter percentage	درصد خاکستر Ash percentage	پتاسیم Potassium	فسفر Phosphorous
تکرار Rep	2	6650.5	10.13	0.32	0.03	0.03	10.53	0.085
تاریخ کاشت planting date (P)	2	1325406**	145.62**	34.47**	1.94 ^{ns}	0.86**	280.18**	1.816**
خطای اول Error a	4	15887.6	20.60	0.56	1.29	0.17	3.22	0.311
محلول پاشی عناصر ریز مغذی Micronutrient spraying (M)	3	168736.2*	158.39**	2.88**	4.96**	1.11**	53.28**	1.166**
اثر متقابل تیمارها P × M	6	91287.3**	9.88*	5.39**	1.41**	0.26*	38.17**	0.179 ^{ns}
خطای دوم Error b	18	4740.5	3.13	0.27	1.16	0.08	1.89	0.079
ضریب تغییرات CV (%)	-	9.25	4.95	6.33	0.29	5.04	4.70	11.25

*, ** و ^{ns} به ترتیب معنی داری در سطح ۵ و ۱ درصد و عدم معنی داری

*, ** and ^{ns} are significant at 5 and 1% probability levels and not significant, respectively

جدول ۳: مقایسه میانگین‌های ارتفاع بوته و درصد فسفر دانه تحت تأثیر تاریخ کاشت و محلول پاشی عناصر ریزمغذی چای ترش در کشت راهرویی

Table 3. Means comparison for plant height and phosphorus percentage of roselle in alley cropping as affected by planting date and micronutrient spraying

تیمارها Treatments	ارتفاع گیاه (سانتی‌متر) Plant height (cm)	فسفر (درصد) Phosphorous (percentage)
تاریخ کاشت Planting date		
۲۰ فروردین April 9	226.92 ^a	2.21 ^b
۱۰ اردیبهشت April 29	171.02 ^b	2.93 ^a
۳۰ اردیبهشت May 20	129.95 ^c	2.32 ^a
محلول پاشی عناصر Micronutrient spraying		
آهن Fe	172.21 ^a	2.77 ^a
روی Zn	183.93 ^a	2.68 ^a
آهن × روی Fe × Zn	172.23 ^a	2.53 ^a
شاهد Control	171.47 ^a	1.97 ^b

حروف مشترک در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد.

Means in each column having at least one common letter are not significantly different by the Duncan test at 5 % probability level.

جدول ۴- مقایسه میانگین های برهمکنش تاریخ کاشت و محلول پاشی عناصر ریزمغذی و ویژگی های کمی و کیفی جای ترش در کشت راهرویی

Table 4. Means comparison for interaction effects of planting date and micronutrient spraying on quantitative and qualitative traits of roselle in alley cropping

Planting date	Micronutrient spraying	No. of lateral branch	No. of boll per plant	Boll weight (gr)	Plant fresh weight (gr)	Sepal yield (kg/ha)	Anthocyanin (mmol.gr ⁻¹)	Protein percentage	Organic matter percentage	Ash percentage	Potassium (mg.kg ⁻¹)	
۲۰ فروردین April 9	آهن	12.81 ^{bc}	36.25 ^c	152.4 ^b	389.2 ^b	992.96 ^b	31.40 ^c	9.20 ^c	94.47 ^b	5.53 ^{bc}	25.70 ^d	
	Fe	18.01 ^a	44.20 ^b	147.3 ^b	469.1 ^a	1141.77 ^b	36.50 ^b	12.70 ^{ab}	94.40 ^{de}	6.60 ^a	23.26 ^c	
	روی											
	Zn	16.52 ^b	47.07 ^a	199.2 ^a	474.3 ^a	1498.28 ^a	35.50 ^b	9.40 ^c	94.60 ^{cd}	5.40 ^c	32.01 ^c	
	آهن×روی											
	Fe×Zn	11.04 ^c	27.26 ^d	118.4 ^c	327.1 ^c	724.31 ^{cd}	26.70 ^d	9.30 ^c	94.33 ^c	5.30 ^c	20.81 ^f	
	شاهد											
	Control	8.53 ^{cd}	28.07 ^d	88.2 ^d	149.2 ^{de}	813.40 ^c	38.00 ^b	13.33 ^a	94.07 ^{ef}	5.93 ^b	37.57 ^a	
	۱۰ اردیبهشت April 29	Fe	7.08 ^d	26.30 ^d	109.4 ^{cd}	172.4 ^d	714.47 ^{cd}	42.00 ^a	14.80 ^a	93.80 ^a	6.20 ^a	38.71 ^a
	روی											
	Zn	7.86 ^{cd}	26.77 ^d	97.8 ^{de}	146.8 ^{de}	732.08 ^{cd}	36.03 ^b	9.67 ^{bc}	93.68 ^b	6.33 ^a	32.54 ^b	
	آهن×روی											
Fe×Zn	6.81 ^{de}	23.50 ^{de}	84.6 ^{ef}	132.7 ^{ef}	601.44 ^{de}	29.80 ^c	9.03 ^c	93.00 ^{cd}	5.63 ^{bc}	30.15 ^c		
شاهد												
Control	4.07 ^e	22.80 ^{de}	104.8 ^{cd}	92.6 ^{fg}	531.36 ^{ef}	31.23 ^c	13.37 ^a	94.77 ^{cd}	5.23 ^d	29.38 ^c		
۳۰ اردیبهشت May 20	Fe	5.91 ^{de}	18.07 ^{ef}	75.7 ^f	106.2 ^{fg}	394.39 ^{fg}	31.90 ^c	14.27 ^a	94.17 ^{cd}	5.84 ^{bc}	29.48 ^c	
روی												
Zn	3.86 ^c	18.20 ^{ef}	80.1 ^f	78.9 ^{fg}	434.51 ^{fg}	29.93 ^c	13.67 ^a	94.03 ^{de}	5.63 ^c	26.22 ^d		
آهن×روی												
Fe×Zn	3.41 ^f	15.60 ^f	74.9 ^f	68.1 ^g	348.88 ^g	25.10 ^d	12.83 ^{ab}	94.73 ^f	5.27 ^d	26.15 ^d		
شاهد												
Control												

میانگین های که در هر ستون که در یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵ درصد می باشند.

Means in each column having at least one common letter are not significantly different by the Duncan test at 5 % probability level.

- Effect of bio-and chemical fertilizers on growth, sepals yield and chemical composition of *Hibiscus sabdariffa* at new reclaimed soil of south valley area. *Asian Journal of Crop Science* 3: 16-25.
- Ahmad, Y. M., Shahlaby, E. A., and Shnan, N. T. 2011. The use of organic and inorganic cultures in improving vegetative growth, yield characters and antioxidant activity of Roselle plants (*Hibiscus sabdariffa*). *African Journal of Biotechnology* 10: 1988-1996.
- Alizadeh Sahzabi, A., SharifiAshorabadi, E., Shiranirad, M., and Abaszadeh, B. 2007. The effects of different methods and levels of using nitrogen on some quality and quantity characteristics of *Satureja hortensis* L. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plant* 23: 416-431 (In Persian with English Summary).
- Behzadi, M., Vakili, M., and Kdvri, M. R. 2013. Investigate the best planting date of hibiscus *Hibiscus sabdariffa* herb garden for use in Kerman. The 1st Notional Conference on Stable Agriculture and Natural Resource 22: 34-42 (In Persian with English Summary).
- Borji Abad, A. 2014. Effects of density and application of iron and zinc on yield quantity and quality of roselle (*Hibiscus sabdariffa*). MSc Thesis. Faculty of Agriculture, University of Zabol (In Persian with English Summary).
- Emongor, V. E., Chweya, J. A. and Munavu, R. M. 2006. Effect of nitrogen and phosphorus on the essential oilyield and quality of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) flowers. *Crop Sciences* 12(1):12-19.
- Faraji, A., Latifi, M., Aghajani, A., and Rahnama, K. 2006. Effects of some agronomy factors on phonology stage, vegetative characters and incidence of *Sclerotinia stem* rot in two genotypes of canola in Gonbad area. *Journal of Agriculture and Natural Resources* 13: 56-68 (In Persian with English Summary).
- Fayaz, M., Zareh, S., and Ashouri, P. 2011. Identification and distribution of plants and industrial Chaharmahal and Bakhtiari Province. Publishing Research Institute of Forests and Rangelands (In Persian with English Summary).
- Ghaderi, N., Vezvaei, A., Talaei, A., and Babalar, M. 2003. Effect of boron and zinc foliar spraying as well as concentrations of these elements on some leaf and fruit characteristics of Almond. *Iranian Journal of Agricultural Science* 34(1): 127-135 (In Persian with English Summary).
- Hassanzadeh, E., Mazaheri, D., Chaichi, M. R., and Khavazi, K. 2006. Efficiency of phosphorus solubilizing bacteria and phosphorus chemical fertilizer on yield and yield components of barley cultivar. *Journal of Pajouhesh and Sazandegi* 77: 111-118 (In Persian with English Summary).
- Hemantaranjan, A. 1996. *Physiology and Biochemical Significance of Zinc in Plants*. Advancement in Micronutrient Research, pp:151- 178.
- Kamaraki, H., and Galavi, M. 2012. Evaluation of Fe, B and Zn spraying on safflower quantitative and qualitative traits. *Journal of Agroecology* 4(3): 201-206 (In Persian with English Summary).
- Khajepoor, M. R. 2009. *Principled and bases of Agriculture* (third edition). Publication by University Jahad Isfahan. P654 (In Persian with English Summary).

- Khalil, S. E., and Yousef, R. M. M. 2014. Study the effect of irrigation water regime and fertilizers on growth, yield and some fruit quality of *Hibiscussabdariffa* L. *International Journal of Advanced Research* 2(5): 738-750.
- Khatib, F., Torabi, B., and Rahimi A. 2015. Assessing the effect of planting date on safflower cultivars growth and seed yield in Rafsanjan condition. *Iranian Journal of Field Crops Research* 13(2):316-317 (In Persian with English Summary).
- Mahadevan, N., and Shivali, K. P. 2009. *Hibiscus sabdariffa* Linn: An overview. *NaturalProductRadiance* 8: 77-83.
- Malakoti, M. J., and LotfolahiM. A. 1999. Increase the quantity and quality of Agricultural products and improve the health of the community (the forgotten element). Agricultural education press (In Persian with English Summary).
- Matinkhah, S. H., Shamekhi, T., Khajedin, G., Jafari, M., and Jalalian, A. 2003. Developing a method for diagnosis and characterization of traditional Agroforestry systems in Iran. (Case Study: Kohkiloieh and Boyerahmad Province). *Iranian Journal of Natural Resource* 3(2): 213-225 (In Persian with English Summary).
- Mir, B., Ravan, S., and Asgharipour, M. R. 2011. Effects of plant density and sowing date on yield and yield components *Hibiscus sabdariffa* L. in Zabol region. *Advances in Environmental Biology* 5(6): 1156-1161.
- MohammadpourVeshvaei, R., Ghanbari, A., and Fakhri, B. A.2015. Effect of combined feeding system on N, P and K concentration, biochemical characteristics and calyxes yield of rosselle (*Hibiscussabdariffa* L.). *Iranian Journal of Field Sciences* 46(3): 477-518 (In Persian with English Summary).
- Morris, T., Hamilton, G., and Harney, S. 2000. Optimum plant population for fresh market sweet corn in the Northeastern United States. *Horttechnology* 10: 331-335.
- Morshdi, A. 2010. Effect of iron and zinc spraying on yield, quality properties and enrichment of canola seeds. Msc Thesis. Faculty of Agriculture, Tarbiat Modarres University, Tehran (In Persian with English Summary).
- Okosun, L. A., Magaji, M. D., and Yakubu, A. I. 2006. Effect of sowing date and planting distance on growth and yield of two cultivars of roselle (*Hibiscussabdariffa* var. *sabdariffa*). *Journal of Plant Sciences* 1: 297-305.
- Omidbagi, R. 2007. *Approaches for Production and Processing of Medicinal Plants*. AstanghodsRazavi Press, Mashhad. 356 pp (In Persian with English Summary).
- Peyvandi, M., Parande, H., and Mirza, M. 2011. Comparison of nano Fe chelate with Fe chelate effect on growth parameters and antioxidant enzymes activity of *Ocimumbasilicum*. *New Cellular and Molecular Biotechnology Journal* 1(4):89-98 (In Persian with English Summary).
- Rabeie, M. 2011. Determination of the best sowing date, amount of seed and planting space of faba bean Barkat variety as second cultivation in Guilan. Rice Research Institute Publications. 33p.
- Ram, M., Singh, R., and Sangwan, R. S. 2003. Foliar applications of phosphate increase the yield of essential oil in

- menthol mint (*Mentha arvensis*). *Australian Journal of Experimental Agriculture* 43(10): 1263-1268.
- Rion, B., and Alloway, J. 2004. Fundamental aspects of zinc in soils and plants. *International Zinc Association* 23: 1-128.
- Seghatoleslami, M. J., Mosavi, S. G., and Barzgaran, 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 Plant* 29(1): 144-156 (In Persian with English Summary).
- Shaker, Z. 2013. Effect of sowing date and row spacing on growth, yield and some quality properties of medicinal plant roselle (*Hibiscus sabdariffa*) under Darab weather conditions. MSc Thesis. Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad (In Persian with English Summary).
- Shomali, R., Abdolzadeh, A., Haddadchi, G. R., and Sedeghipour, H. R. 2008. Effect of different potassium and iron concentration on growth, iron content and some biochemical parameters in rice (var. tarem). *Jouranl of Agricultural Science and Natural Resource* 14: 64-77 (In Persian with English Summary).
- Tadayyon, A., and Raiesi, F. 2008. The response of various ecotypes of common sainfoin (*Onobrychis viciifolia* L.) to the foliar application of nitrogen, iron and zinc in a cold climate of Charamahaland Bakhtyari Province. *Iranian Journal of Felid Crops Research* 6(1): 41-48 (In Persian with English Summary).
- Thiruppathi, M. K., Thanunathan, K., Prakash, M., and Imayavaramban, V. 2001. Use of biofertilizer, phytohormone and zinc as a cost effective agrotechnique for increasing sesame productivity. *Sesame and Safflower News* 16: 46-50.
- Vitrac, X., Larronde, F., Krisa, S., Decendit, A., Deffieux, G., and Merillon, J. M. 2000. Sugar sensing and Ca²⁺-calmodulin requirement in *Vitis vinifera* cells producing anthocyanin's. *Phytochemistry* 53: 659-665.
- Wagner, G.J. 1979. Content and vacuole/extra vacuole distribution of neutral sugars, free amino acids and anthocyanin in protoplasts. *Plant Physiology* 64: 88-93.

Response of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) as a medicinal plant to planting date and micronutrient spraying in alley cropping

M. Alizade Moradi¹, M. Ramroudi² and M.R. Asgharipour²

1. Master of science graduated, Department of Agronomy, College of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran . (Corresponding author)
2. Associate Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran

Received: November 2017 Accepted: October 2018

Extended Abstract

Alizade Moradi, M., Ramroudi, M., Asgharipour, M.R., Response of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) as a medicinal plant to planting date and micronutrient spraying in alley cropping
Applied Research in Field Crops Vol 31, No. 2, 2018 16-8: 119-134(in Persian)

Introduction: Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) is an annual or biennial medicinal plant belonging to the Malvaceae family, which is cultivated for its stem, fiber, edible calyces, leaves and seeds. Sepals of Roselle have medicinal properties and culinary uses (Mohammadpour Veshvaei *et al.*, 2015). Cultivation of medicinal plants using sustainable agricultural system provides the best conditions for the production of these plants, leading to maximum qualitative and quantitative yields (Matinkhah *et al.*, 2003). The purpose of determination of optimum sowing date is to find a suitable window time for plant growth so that different developmental stages of plant coincide with optimal environmental conditions, resulting in enhanced photosynthetic efficiency and consequently leading to storage of adequate amounts of photosynthetic materials. Long delay in sowing date shortens plant growth period and increases the likelihood that anthesis will occur under adverse temperature conditions, which will be detrimental to plant growth and development. For proper plant growth and production, micronutrients are needed in small quantities, however, their deficiencies cause a great disturbance in the physiological and metabolic processes in plants. Micronutrients, especially Fe and Zn, act either as metal components of various enzymes or as functional, structural, or regulatory cofactors (Hemantaranjan, 1996). The objectives of this research were to determine the effects of sowing date and zinc and iron spraying on growth

parameters and yield of roselle in Bam under alley cropping.

Materials and Methods: This experiment was conducted in 2015 in Bam under alley cropping system. The experimental layout was split plot in a randomized complete block design with three replications. The main-treatment consisted of different sowing dates including April 9 and 30 and May 20 and the sub-treatment comprised micronutrient foliar spraying including placebo (spraying with distilled water), iron sulfate and zinc sulfate at 0.5 percentage and their combination. Micronutrient spraying was carried out at two stages (i.e. two-leaf stage and 6 to 8-leaf stage). Sepals were harvested at the end of growing season. Five plants were randomly sampled from each plot and plant height, number of lateral branches, number of bolls per plant, boll weights, fresh weight of shoot, sepal yield, content of anthocyanin and protein in sepals, content organic matter, ash, potassium and phosphorus in seed were measured. Data were analyzed using SAS 9.2 statistical package. The Duncan multiple range test (DMRT) at 5% level was used to compare the means of treatments.

Results and Discussion: The results indicated that the planting date of April 9 and zinc spraying had the greatest significant impact on plant height. Interaction of planting date and zinc and iron micronutrient spraying was significant on number of lateral branch and boll per plant, boll weight, protein percentage and anthocyanin content in sepal, sepal yield, content of organic matter and ash and concentration of potassium in seed. The greatest number of lateral branch (18.01), sepal yield (1498.28 kg.ha⁻¹) and protein percentage (14.8 %) were observed in plants sown on April 9 and sprayed with iron plus zinc. The greatest sepal anthocyanin content (42.0 mmol.gr⁻¹), potassium content (38.71 mg.kg⁻¹), organic matter (94.77%) and ash content (6.2%) were obtained with plants sown on April 30 and sprayed with iron plus zinc. The highest seed phosphorus content was found with the planting date of April 29 where the plant had lower weight with no dilution in its phosphorus concentration. Simultaneous spraying of iron and zinc contributed the greatest amount of phosphorus in the seed.

Conclusion: Sowing date of April 9 due to providing a longer growing season resulted in the production of larger plants. Amongst micronutrient treatments, zinc spraying increased boll number and sepal yield by increasing the amount of growth regulators, aiding metabolism of nutrients, and contributing to cell division in the meristematic tissues. The results suggested that April 9 till 30 planting date together with iron plus zinc foliar spraying were the best treatments to achieve maximum yield in the medicinal plant roselle.

Keywords: Potassium, Iron and zinc sulfate, Protein percentage, Organic matter percentage, Sepal yield

References

- Hemantaranjan, A. 1996. *Physiology and Biochemical Significance of Zinc in Plants*. Advancement in Micronutrient Research, pp:151- 178.
- Matinkhah, S. H., Shamekhi, T., Khajedin, G., Jafari, M., and Jalalian, A. 2003. Developing a method for diagnosis and characterization of traditional Agroforestry systems in Iran. (Case Study: Kohkiloieh and Boyerahmad Province). *Iranian Journal of Natural Resource* 3(2): 213-225 (In Persian with English Summary).
- Mohammadpour Veshvaei, R., Ghanbari, A., and Fakheri, B. A. 2015. Effect of combined feeding system on N, P and K concentration, biochemical characteristics and calyxes yield of rosselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Iranian Journal of Filed Sciences* 46(3): 477-518 (In Persian with English Summary).