Archive of SID

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۵، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۶، ص. ۴۶۲-۴۵۱

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 15, No. 2, Summer. 2017, p. 451-462

تأثیر منابع تغذیه‌ای و سطوح آب آبیاری بر عملکرد، اجزای عملکرد، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و میزان آنتوسیانین کاسبرگ گیاه دارویی چای ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.) در جیرفت

بهاره پارسامطلق[۱]- پرویز رضوانی مقدم[۲*]- رضا قربانی[۲]- ذبیح اله اعظمی ساردویی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۳/۰۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۵/۱۸

چکیده

این تحقیق با هدف مطالعه تأثیر منابع تغذیه‌ای و سطوح آب آبیاری بر عملکرد، اجزای عملکرد، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و میزان آنتوسیانین کاسبرگ گیاه دارویی چای ترش در دو سال زراعی۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه جیرفت، به‌صورت کرت‌های خرد شده نواری در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. سطوح آب آبیاری در سه سطح ۶۰ ، ۸۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه به‌عنوان عامل کرت‌های افقی و منبع تغذیه‌ای گیاه در چهار سطح (کود زیستی مایکوریزا، ورمی‌کمپوست، کود گاوی، کود شیمیایی (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) و تیمار شاهد به‌عنوان عامل کرت‌های عمودی در نظر گرفته شدند. نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر منابع تغذیه‌ای و سطوح آب آبیاری بر ارتفاع بوته، طول سرشاخه گلدار، تعداد غوزه در بوته، وزن کاسبرگ خشک در بوته، عملکرد کاسبرگ، عملکرد زیست‌توده، فعالیت آنتی‌آکسیدانی و میزان آنتوسیانین کاسبرگ معنی‌دار بود. همچنین اثر متقابل منابع تغذیه‌ای و سطوح آب آبیاری بر عملکرد کاسبرگ و فعالیت آنتی‌اکسیدانی کاسبرگ معنی‌دار بود. بیشترین وزن کاسبرگ خشک در سطح ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه و منبع تغذیه‌ای کود گاوی و کمترین عملکرد وزن کاسبرگ در تیمار شاهد در سطح ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه به‌دست آمد. با توجه به اینکه سطوح ۱۰۰ و ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه در اکثر ویژگی‌های مورد بررسی تفاوت معنی‌داری وجود نداشتند، به‌نظر می‌رسد که سطح ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه به‌ترتیب توأم با مصرف کودهای دامی، ورمی‌کمپوست و شیمیایی در زراعت چای ترش مناسب می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: زیست‌توده، کود گاوی، مایکوریزا، ورمی‌کمپوست

مقدمه

چای ترش به‌عنوان یک گیاه جدید مطرح می‌باشد (Abi-Askari *et al*., 1995). این گیاه با نام علمی *Hibiscus sabdariffa* از خانواده ختمی[۴] بومی قاره آفریقا بوده به‌طوریکه در تمام مناطق استوایی و گرم کشت می‌شود (Torabi, 2004). چای ترش گیاهی است یکساله، روزکوتاه، خودگشن و از نظر شرایط آب و هوایی به سرما و یخبندان حساس است (Duke, 2006). مهم‌ترین بخش گیاه چای ترش، کاسبرگ‌های آن است که به منظور تهیه‌ی نوشیدنی‌های گیاهی، مربا و ژله استفاده می‌شوند (Rao, 1996; Tsai *et al*., 2002) از جنبه‌ی کاربردهای غیرغذایی، گل و میوه گوشتی گیاه چای ترش در صنعت داروسازی برای تسکین علائم برونشیت استفاده می‌شود. علاوه بر این، از کاسبرگ‌ها برای درمان فشارخون بالا، اسهال، آبسه دهان و بسیاری از بیماری‌های دیگر استفاده می‌شود (Chewonarin *et al*., 1999). آنتوسیانین چای ترش، گروهی از رنگدانه‌های طبیعی فنلی در گلبرگ‌های خشک هستند که خاصیت آنتی‌اکسیدانی (Amin and Hamza, 2005) و محافظت از قلب (Olaleye, 2007) را در حیوانات نشان داده‌اند. کاسبرگ‌های چای ترش به‌خاطر مقادیر بالای آنتوسیانین موجود در آن‌ها، رنگ خوب و همچنین یک منبع بالقوه خوب از ترکیبات آنتی‌اکسیدان هستند (Morton, 1987). مطالعات انجام شده روی گیاهان دارویی در اکوسیستم‌های طبیعی و دارویی گویای آن است که استفاده از نظام کشاورزی پایدار بهترین شرایط را برای تولید این گیاهان فراهم می‌آورد و حداکثر عملکرد کمی و کیفی در چنین شرایطی حاصل می‌گردد (Akbarinia, 2003). بنابراین رویکرد

۱- دانش‌آموخته دکتری اگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد و استادیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت
۲- استاد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۳- استادیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت
(*- نویسنده مسئول: Email: rezvani@ferdowsi.um.ac.ir)
DOI: 10.22067/gsc.v15i2.56296
4- Malvaceae

www.SID.ir

Archive of SID

جهانی در تولید گیاهان دارویی به سمت استقرار این سیستم کشت و به‌کارگیری روش‌های مدیریتی آن‌ها می‌باشد و یکی از این روش‌ها استفاده از کودهای آلی و زیستی است. قارچ‌های میکوریزی موجب افزایش توانایی گیاه میزبان در جذب فسفر و عناصر معدنی از خاک و به‌خصوص از منابع غیر قابل دسترس آن‌ها می‌شوند، لذا به این میکروارگانیسم‌های مفید لفظ کودهای زیستی (کودهای بیولوژیک) اطلاق شده و محققان عقیده دارند که قارچ‌های میکوریزی می‌توانند جایگزین خوبی برای بخشی از کودهای شیمیایی مصرف شده به‌خصوص کودهای فسفره در نظام‌های مختلف باشند (Mukerji and Chamola, 2003). ورمی‌کمپوست کود آلی زیستی (بیو ارگانیک)[1] شامل مخلوط بیولوژیکی بسیار فعال حاوی باکتری‌ها، آنزیم‌ها، بقایای گیاهی، کود حیوانی و کپسول‌های کرم خاکی می‌باشد که موجب عمل تجزیه مواد آلی خاک و پیشرفت فعالیت‌های میکروبی در محیط کشت گیاه می‌گردد (Hidalgo *et al*., 2002). در سال‌های اخیر استفاده از ورمی‌کمپوست به‌عنوان جایگزین بوم سازگار کودهای شیمیایی در محصولات زراعی و گیاهان دارویی گزارش شده است (Raja sekar and Karmegam, 2010).

با توجه به اثرات مفید کاربرد کودهای آلی و زیستی در اکوسیستم‌های زراعی، افزایش رشد رویشی، اجزای عملکرد و عملکرد کاسبرگ در گیاهان بامیه (*Abelmoschus esculentus* L.) (Tiamiyu *et al.*, 2012)، کنف (*Hibiscus cannabinus* L.) (Basri *et al.*, 2013) (Hidalgo *et al*., 2002)، چای ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.) (Dahmardeh, 2012; Gendy *et al*., 2012) گزارش شده است. 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 (Akbarinia, 2003). در تحقیقی روی پنبه مشاهده گردید که با کاهش ۲۵ درصدی مقدارآب مصرفی عملکرد محصول کاهش نیافته، همچنین با کاهش ۵۰ درصد آب مصرفی، تنها ۱۵درصد کاهش عملکرد مشاهده شد (Akbari Nodehi, 2011).

در حال حاضر بیشترین سطح زیر کشت چای ترش مربوط به استان سیستان و بلوچستان، با سطح زیر کشت ۳۰۰ هکتار و تولید سالانه ۲۹۰ تن می‌باشد (Agriculture Organization of Sistan and Baluchestan Province of Iran, 2014). چای ترش یکی از گیاهان کم نیاز به آب و مقاوم به خشکی بوده، در مناطق جنوبی ایران که با کمبود آب آبیاری مواجه هستند می‌تواند به‌عنوان گیاهی مناسب در الگوی کشت مورد استفاده قرار گیرد. این پژوهش با هدف مطالعه تأثیر منابع تغذیه‌ای و سطوح آب آبیاری بر عملکرد، اجزای عملکرد، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و میزان آنتوسیانین کاسبرگ، گیاه دارویی چای ترش در جیرفت انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در دو سال زراعی۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه جیرفت واقع در عرض جغرافیایی ۲۸ درجه و ۴۰ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ۴۴ دقیقه شرقی و ارتفاع ۶۵۰ متری از سطح دریا اجرا گردید. بر اساس نتایج آزمون خاک، بافت خاک شنی-لومی بود. خصوصیات شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۱ و اطلاعات هواشناسی در دو سال مورد تحقیق در جدول ۲ ارائه شده است (Research Station Agricultural Meteorology. 2014. Miandeh, Jiroft).

آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده نواری در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. مقادیر آب آبیاری در سه سطح: ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی کامل گیاه به‌عنوان عامل افقی و منبع تغذیه گیاه شامل ۴ سطح: کود زیستی مایکوریزا، ورمی‌کمپوست، کود گاوی و کود شیمیایی (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) و تیمار شاهد به‌عنوان عامل عمودی مورد بررسی قرار گرفتند. هر کرت فرعی شامل ۴ خط کاشت به‌طول ۴ متر، فاصله بین خطوط کاشت ۷۵ سانتی‌متر و روی ردیف ۲۵ سانتی‌متر بود. عملیات شخم و آماده سازی زمین در پاییز سال ۱۳۹۱ انجام گرفت. کشت در تاریخ ۱۵ اردیبهشت سال ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳، به‌صورت کپه‌ای انجام شد. طی فصل رشد به دفعات لازم وجین دستی انجام شد.

بر اساس آزمون خاک، کودهای سوپر فسفات تریپل (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار)، سولفات پتاسیم (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) قبل از کاشت و کود اوره (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) به‌صورت سرک در سه نوبت به‌ترتیب ۱/۳ همزمان با کاشت، ۱/۳ در مرحله رویشی و ۱/۳ در مرحله گل‌دهی مورد استفاده قرار گرفتند. عنصر نیتروژن به‌عنوان معیار تعیین مقدار کود گاوی و ورمی‌کمپوست مورد نیاز جهت تأمین نیاز غذایی گیاه، انتخاب شد. میزان برخی عناصر غذایی کود گاوی پوسیده شده و کود ورمی‌کمپوست در جدول۳ نشان داده شده است

قارچ مایکوریزا (اسپور مخلوط با خاک) به میزان ۵۰ گرم همزمان با کاشت زیر بستر بذر قرار داده شد. گونه‌ی قارچ میکوریز مورد استفاده در این آزمایش قارچ *Glomus mosseae* (تعداد ۱۲۰ اسپور در هر گرم خاک) بود که از کلینیک گیاهپزشکی ارگانیک واقع در اسدآباد همدان تهیه گردید.

نیاز آبی گیاه توسط نرم‌افزار AGWAT محاسبه، سپس تیمارهای ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه تعیین و آب آبیاری در هر دور آبیاری توسط کنتور ثبت شد (Alizadeh and Kamali, 2008). سیستم آبیاری به‌صورت قطره‌ای با کنتور حجمی با دقت ۰/۰۰۱ مترمکعب و مستقل برای هر کدام از تیمارها استفاده شد. برداشت

1- Bio Organic

www.SID.ir

Archive of SID

گیاهان در هر دو سال در تاریخ ۱۰ آذر انجام شد. پس از پایان دوره رشد گیاهان، به‌منظور اندازه‌گیری عملکرد کاسبرگ، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت، از سطحی معادل ۴ متر مربع گیاهان از وسط هرکرت با حذف اثر حاشیه برداشت شدند و بعد از خشک کردن در مجاورت هوای آزاد و زیر سایه، توزین شدند.

جدول ۱- خصوصیات شیمیایی خاک مورد آزمایش سال ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳

Table 1- Chemical characteristics of studied experimental soil site in 2013-2014

سال Year	پتاسیم قابل‌دسترس (ppm) Available Potassium (ppm)	فسفر قابل‌دسترس Available phosphorus (ppm)	ماده‌آلی matter Organic (%)	نیتروژن Total nitrogen (%)	هدایت الکتریکی EC(dS m^{-1})	اسیدیته pH
سال‌اول (۱۳۹۲) 2013	141	23.3	0.40	0.046	1.8	8.7
سال‌دوم (۱۳۹۳) 2014	210	25.2	0.5	0.07	2.1	7.4

جدول ۲- متوسط حداقل دما، حداکثر دما و میزان بارندگی مکان مورد آزمایش طی سال‌های ۱۳۹۰ - ۱۳۹۱- ۱۳۹۲ -۱۳۹۳

Table 2- The annual minimum, maximum average and average precipitation in 2011-2012-2013-2014

سال Year	متوسط حداقل دما Average minimum temperatures (^{0}C)	متوسط حداکثر دما Average maximum temperature (^{0}C)	متوسط بارندگی Average precipitation (mm)
2011	16.56	33.62	59.9
2012	17.55	33.49	107.80
2013	16.77	32.48	231.00
2014	15.50	36.20	151.10

جدول ۳- خصوصیات شیمیایی کود گاوی و ورمی‌کمپوست مورد استفاده در آزمایش

Table 3- Chemical characteristics of Cow manure and Vermicompost used in experiment

	پتاسیم قابل‌دسترس Available Potassium (%)	فسفر قابل‌دسترس Available phosphorus (%)	ماده‌آلی Organic matter (%)	نیتروژن Total nitrogen (%)	هدایت لکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC(dS m^{-1})	اسیدیته pH
کود گاوی Cow manure	0.72	0.2	10.2	1.25	9.6	7.5
ورمی‌کمپوست Vermicompost	1.1	0.8	14.2	0.92	7.3	6.3

به‌منظور اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌آکسیدانی کاسبرگ‌ها از روش ابی و همکاران (Abe *et al.*, 1998) استفاده شد. در ابتدا۱۰۰ میلی‌گرم کاسبرگ را در نیتروژن مایع به‌صورت کامل هموژنایز کرده و عصاره‌گیری با اتانول ۹۶ درصد انجام شد. جهت جداسازی مواد جامد نامحلول به مدت پنج دقیقه با ۳۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ انجام گرفت. مقدار مناسبی از محلول شفاف بالایی را با ۸۰۰ میکرولیتر از محلول نیم میلی‌مولار DPPH (1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) مخلوط نموده و میزان جذب نور پس از آن که نمونه‌ها ۳۰ دقیقه تحت شرایط تاریکی نگهداری شدند، در طول موج ۵۱۷ نانومتر قرائت گردید. ظرفیت تخریب رادیکال‌های آزاد با استفاده از معادله ۱محاسبه گردید.

درصد تخریب رادیکال‌های فعال = a-b/a × 100 (۱)

a وb به‌ترتیب جذب نمونه شاهدو جذب نمونه مورد ارزیابی می‌باشند.

جهت اندازه‌گیری مقدار آنتوسیانین کل از روش وانگر (Wanger, 1975) استفاده شد. بدین منظور ابتدا ۰/۱گرم کاسبرگ توزین گردید و به قطعات کوچک تبدیل و سپس در هاون چینی کاملاً خرد شد. جهت استخراج آنتوسیانین به‌نمونه‌های مربوط به هر تیمار ۱۰

www.SID.ir

Archive of SID

میلی‌لیتر متانول اسیدی (متانول ^{CC}۹۹ + ^{CC}۱ اسید کلریدریک ۱ درصد) اضافه نموده سپس نمونه داخل فالکون ریخته شده و به‌مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۵°C قرار داه شد. سپس به‌مدت۱۰ دقیقه با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شد و در نهایت میزان آنتوسیانین پس از رقیق‌سازی مناسب آن با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۱۲ نانومتر قرائت گردید. در پایان پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها، تجزیه و تحلیل آن‌ها به کمک نرم‌افزار آماری SAS Ver.12.5، مقایسه میانگین‌ها به روش LSD و در سطح معنی‌داری پنج درصد انجام شد. شکل‌ها نیز توسط نرم‌افزار Excel رسم گردید.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته و طول سرشاخه گلدار

تجزیه واریانس مرکب نشان داد ارتفاع بوته و طول سرشاخه گلدار به‌طور معنی‌داری ($p\leq0.01$) تحت تأثیر سطوح آب آبیاری و منابع تغذیه‌ای قرار گرفتند (جدول ۴). بیشترین ارتفاع بوته و طول سرشاخه گلدار در گیاهان با کاربرد کود گاوی و ورمی‌کمپوست و کمترین آن تحت تیمارهای شاهد و مایکوریزا تولید شدند. مقایسه میانگین‌های ارتفاع بوته در سطوح آب آبیاری نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته و طول سرشاخه گلدار در سطح آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه که با سطح ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه تفاوت معنی‌داری نداشتند و کمترین آن در سطح آبیاری ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه مشاهده شد (جدول ۵). سیروس مهر و همکاران (Siroos Mehr *et al*., 2012)، در آزمایشی روی اثر سطوح تنش خشکی و انواع سطوح کود آلی بر عملکرد و برخی صفات مورفولوژیک ریحان (*Ocimum basilicum* L.) بیان داشتندکه بیشترین ارتفاع بوته در شرایط بدون تنش و کاربرد کمپوست به‌دست آمد. در مطالعه‌ای به‌منظور بررسی اثرات کود دامی و کودهای زیستی برعملکرد و شاخص‌های مورفولوژیک گیاه دارویی چای ترش در زابل، مشخص شد که مصرف کودهای آلی و زیستی، ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد میوه در بوته، عملکرد بیولوژیک و عملکرد اقتصادی گیاهان تحت تیمار کودی را نسبت به شاهد افزایش داد (Nemati and Dahmardeh, 2015).

تعداد غوزه در بوته

تجزیه واریانس مرکب نشان داد تعداد غوزه در بوته به‌طور معنی‌داری ($p\leq0.01$) تحت تأثیر سطوح آب آبیاری و منابع تغذیه‌ای قرار گرفت (جدول ۴). بیشترین تعداد غوزه از کاربرد کود گاوی حاصل آمد و پس از آن بیشترین تعداد غوزه در بوته در تیمار ورمی‌کمپوست مشاهده شد. کمترین تعداد غوزه در بوته نیز به تیمارهای شاهد و مایکوریزا به‌ترتیب با مقادیر ۴۱ و ۴۷ غوزه در بوته، تعلق داشت، همچنین بررسی مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین تعداد غوزه در بوته در سطوح آبیاری ۱۰۰ و ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه مشاهده شد و در سطح آبیاری ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه کمترین آن حاصل شد (جدول ۵).

وزن کاسبرگ خشک در بوته

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد وزن کاسبرگ در بوته به‌طور معنی‌داری ($p\leq0.01$) تحت تأثیر سطوح آب آبیاری و منابع تغذیه‌ای قرار گرفت (جدول ۴). وزن کاسبرگ در بوته با کاربرد تیمار کود گاوی و پس از آن در تیمار ورمی‌کمپوست بیشترین مقدار بود. کمترین وزن کاسبرگ در بوته نیز در تیمارهای مایکوریزا و شاهد به‌ترتیب با مقادیر ۱۱/۹ و ۱۱/۲ گرم، مشاهده شد (جدول ۵). بررسی وزن کاسبرگ در بوته در سطوح آب آبیاری نشان داد که بیشترین آن در سطح آبیاری ۱۰۰ درصد و پس از آن در سطح آبیاری ۸۰ و۶۰ درصد نیاز آبی گیاه مشاهده شد (جدول ۵). مرحله زایشی گیاه نسبت به تنش خشکی حساس است، لذا به‌نظر می‌رسد که گیاهان تحت تیمارهای کود گاوی و ورمی‌کمپوست با قابلیت نگهداری آب خاک بیشتر و همچنین سطوح آب آبیاری با حجم بیشتر آب، از وزن کاسبرگ بیشتری برخوردار باشند.

عملکرد کاسبرگ

تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثرات ساده سطوح آبیاری و منابع تغذیه‌ای بر عملکرد کاسبرگ در واحد سطح معنی‌دار شد ($p\leq$ ۰/۰۱). علاوه بر این اثرات متقابل سال در سطوح آبیاری ($p\leq$ ۰/۰۵) و همچنین منابع تغذیه‌ای در سطوح آب آبیاری ($P\leq$۰/۰۱) اثر معنی‌داری بر عملکرد کاسبرگ داشت (جدول ۴). نتایج نشان داد که عملکرد کاسبرگ در سطوح آب آبیاری، در گیاهان تیمار شده با کود گاوی، ورمی‌کمپوست و شیمیایی نسبت به مایکوریزا و تیمار شاهد افزایش نشان داد (شکل ۱).

با توجه به شرایط اقلیمی و خاکی منطقه مورد مطالعه با اقلیم گرم و خشک و خاک سبک و همچنین نظر به حساسیت مراحل گل‌دهی گیاه نسبت به شرایط تنش خشکی، به‌نظر می‌رسد تیمارهای کود گاوی و ورمی‌کمپوست توانستند علاوه بر افزایش میزان مواد مغذی و همچنین مواد آلی خاک، موجب افزایش محتوای رطوبت خاک، (مهم‌ترین عامل محدودکننده رشد در شرایط مورد آزمایش) شده باشند. از این‌رو، تولید کاسبرگ در نتیجه‌ی کاربرد تیمارهای کود گاوی و ورمی‌کمپوست افزایش یافت.

مقایسه میانگین‌های عملکرد کاسبرگ در دو سال آزمایش بین سطوح آب آبیاری نیز نشان داد که در سال دوم آزمایش عملکرد کاسبرگ در هر سه سطح آبیاری، بیشتر از عملکرد آن در سال اول

www.SID.ir

Archive of SID

آزمایش بود. بیشترین و کمترین عملکرد کاسبرگ به‌ترتیب به سطح آبیاری ۱۰۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی تعلق داشت (شکل ۲).

جدول٤- میانگین مربعات صفات مورد مطالعه گیاه چای ترش تحت تاثیر سطوح آب آبیاری و منابع تغذیه‌ای

Table 4. Means of squares of studied traits of Roselle by fertilizer resources and levels of irrigation

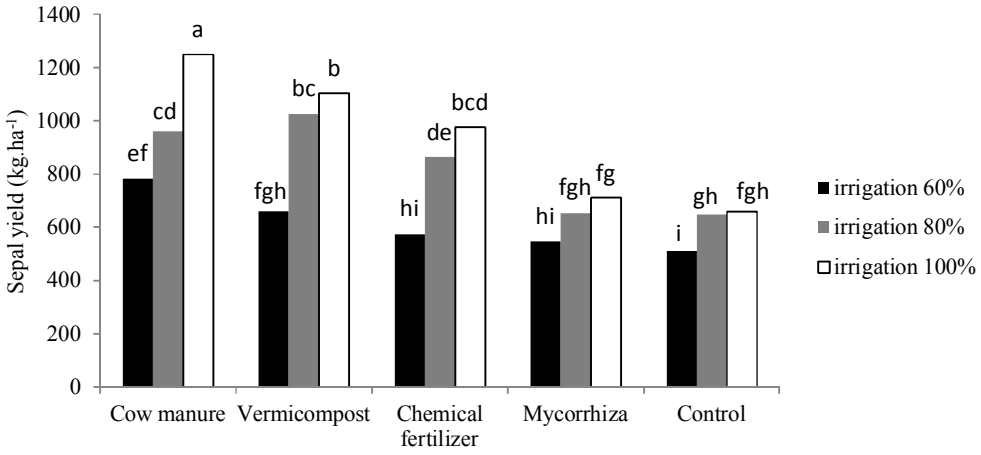
منابع تغییر Source of variance	d.f	ارتفاع Plant height	طول سرشاخه گلدار Inflorescence length	تعداد غوزه در بوته Number of bolls per plant	وزن کاسبرگ خشک در بوته Sepal dry weight per plant	عملکرد کاسبرگ Sepal yield	عملکرد زیست توده Biomass yield	شاخص برداشت کاسبرگ Sepal harvest index	آنتی‌اکسیدان Antioxidant	آنتوسیانین Anthocyanin
سال year	1	1368^{ns}	612.20^{ns}	787.24^{ns}	19.70^{ns}	254605*	43.89*	0.18^{ns}	10.89^{ns}	2.41*
تکرار × سال Replication x Year	2	839.83^{ns}	66.68^{ns}	377.60^{ns}	5.53^{ns}	47023^{ns}	3.62^{ns}	2.94^{ns}	5.69^{ns}	0.29^{ns}
آب Water	2	4981.44**	683.68*	1295**	138.36**	820597**	119.65**	1.74^{ns}	28.77*	5.07**
خطای a Ea	8	586.19	98.13	83.85	1.72	7753	2.16	0.67	8.27	0.33
منابع تغذیه ای Fertilizer resource	4	8349**	5828**	3611**	296.47**	541208**	64.63**	2.45^{ns}	52.84**	3.86**
خطای b Eb	16	567.09	80.76	133.68	4.89	9593	3.09	1.06	3.15	0.18
سال × آب Year x Water	2	339.83^{ns}	7.30^{ns}	3.37^{ns}	0.84^{ns}	37365*	1.34^{ns}	0.82^{ns}	1.43^{ns}	0.01^{ns}
سال × منابع تغذیه ای Year x Fertilizer resource	4	18.75^{ns}	42.32^{ns}	24.94^{ns}	1.36^{ns}	11520^{ns}	2.003^{ns}	0.19^{ns}	4.06^{ns}	0.01^{ns}
منابع تغذیه ای × آب Fertilizer resource ×Water	8	675.77^{ns}	59.05^{ns}	45.07^{ns}	8.42^{ns}	47877**	3.28^{ns}	1.38^{ns}	7.23^{ns}	0.89**
منابع تغذیه ای × آب × سال Fertilizer resource × Water ×Year	8	251.69^{ns}	36.01^{ns}	12.89^{ns}	2.30^{ns}	6810^{ns}	1.44^{ns}	1.13^{ns}	6.32^{ns}	0.01^{ns}
خطا Ec	32	378.71	36.57	98.76	5.57	8501	1.73	1.13	5.82	0.12
ضریب تغییرات Coefficient of Variation (%)		13.43	13.14	16.86	15.08	11.60	10.93	16.18	2.62	13.81

ns, * and ** are no significant and significant at 5 and 1% probability levels, respectively

ns، * و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار درسطح احتمال ۵ و ۱ درصد

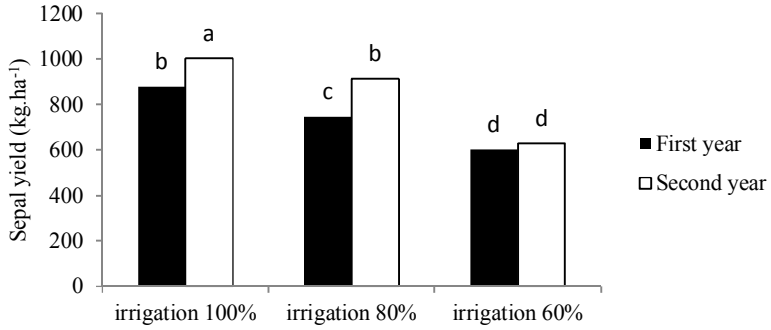
www.SID.ir

Archive of SID



شکل۱- اثر متقابل منابع تغذیه‌ای و آب آبیاری بر عملکرد کاسبرگ چای ترش در دو سال آزمایش

Figure 1- Interaction effect of fertilizer resource and irrigation level on Roslle calyx yield in two years of experiment



شکل ۲- اثر متقابل سال در سطوح آب آبیاری روی عملکرد کاسبرگ گیاه چای ترش در دو سال آزمایش

Figure 2- Interaction effect of year and irrigation level on Roslle calyx yield in two years of experiment

این امر نشان می‌دهد که کاهش میزان آبیاری اثرات منفی را در مرحله زایشی گیاه و در نتیجه تولید کاسبرگ به همراه داشت که مؤید اهمیت محتوای رطوبت خاک در شرایط آزمایش می‌باشد. در واقع برای تولید در مرحله زایشی،گیاه نیاز به رشد رویشی مناسب و زمینه‌سازی تولید اندام مختلف زایشی از جمله میوه، گل و دانه دارد. تأثیر خشکی بر هر یک از اجزای عملکرد می‌تواند در نهایت منجر به تغییر در عملکرد دانه تولیدی در گیاهان شود (Sreevalli *et al*., 2001).

در بررسی کاربرد کودهای دامی، کودمرغی، کود شترمرغ، کود شیمیایی و تلفیق آن‌ها با یکدیگر بر گیاه چای ترش گزارش شده است، بیشترین عملکرد کاسبرگ به‌ترتیب از کاربرد کود مرغی در تلفیق با کود شتر مرغ و کود دامی به‌همراه کود مرغی و کمترین آن از کاربرد کود شیمیایی و کود دامی به تنهایی حاصل شد (Dahmardeh, 2012).

عملکرد زیست توده

سطوح آب آبیاری و منابع تغذیه‌ای به‌طورمعنی‌داری بر عملکرد زیست توده تأثیر داشتند (جدول ۴). بیشترین عملکرد زیست توده با کاربرد کود گاوی و ورمی‌کمپوست و کمترین تولید زیست توده چای ترش نیز با کاربرد تیمارهای شاهد و مایکوریزا مشاهده شد. علاوه بر این، در بین سطوح آب آبیاری نیز بیشترین عملکرد زیست توده در سطح آبیاری ۱۰۰ درصد و کمترین آن نیز در سطح آبیاری ۶۰ درصد نیاز آبی حاصل شد (جدول ۵). استفاده از کودهای دامی در مقایسه با تیمار شاهد زیست توده گیاه چای ترش (Gendy *et al*., 2012)، ریحان (Daneshian *et al*., 2011)، گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) (Darzi, 2012) و همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.) (Khorramdel *et al*., 2013) را افزایش داد.

www.SID.ir

Archive of SID

شاخص برداشت کاسبرگ

تأثیر تیمارهای مورد بررسی بر صفت شاخص برداشت کاسبرگ معنی‌دار نبود (جدول ۴). در گیاه همیشه بهار شاخص برداشت گل در تیمارهای کود آلی (کمپوست، ورمی‌کمپوست و کود آلی گرانوله) با سطح شاهد تفاوت معنی‌داری داشت، ولی شاخص برداشت دانه تحت تأثیر قرار نگرفت (Rezae and Baradaran, 2013). در این مطالعه اگرچه شاخص برداشت منابع تغذیه‌ای (کود گاوی، ورمی‌کمپوست و شیمیایی) نسبت به تیمارهای شاهد و مایکوریزا اندکی افزایش نشان داد ولی این افزایش معنی‌دار نبود (جدول ۵).

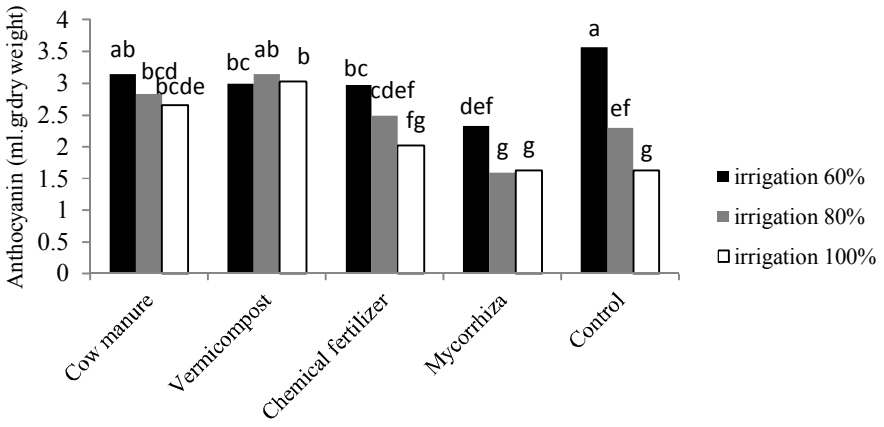
فعالیت آنتی‌اکسیدانی کاسبرگ

نتایج تجزیه مرکب نشان داد که منابع تغذیه‌ای ($p\leq$ ۰/۰۱) و سطوح آب آبیاری ($p\leq$ ۰/۰۵) اثر معنی‌داری بر محتوای آنتی‌اکسیدان گیاه داشتند (جدول ۴). مقایسه میانگین‌های میزان آنتی‌اکسیدان در بین تیماری‌های کودی نشان داد که بیشترین میزان آنتی‌اکسیدان به‌ترتیب با کاربرد کود گاوی، ورمی‌کمپوست و پس از آن در تیمارهای کود شیمیایی و مایکوریزا مشاهده شد. کمترین میزان آنتی‌اکسیدان نیز در تیمار شاهد حاصل شد. در بین سطوح آب آبیاری، نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین میزان آنتی‌اکسیدان در سطح آبیاری ۶۰ و ۸۰ درصد و پس آن در سطح آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه تولید شد (جدول ۵). به‌طور کلی در شرایط کمبود آب، مقدار بیشتری آنتی‌اکسیدان در گیاه تولید می‌شود. گونه‌های گیاهی و به‌خصوص گونه مقاوم به خشکی در مواجهه با شرایط تنش خشکی، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی خود مانند پراکسیداز، سوپراکسید دیسموتاز و کاتالاز را در جهت خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد تولیدشده، افزایش می‌دهند (Abrishamchi *et al*., 2012) پیداوس و حیدری (Pidavos and Heidari, 2013) گزارش کردند میزان ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و محتوای فنولی کل در تیمارهای تحت تنش نسبت به شاهد به‌صورت معنی‌دار در گیاه دارویی گاوزبان ایرانی (*Echium amoneom* L.) افزایش پیدا کرد.

آنتوسیانین کاسبرگ

تجزیه واریانس مرکب نشان داد اثر متقابل منابع تغذیه‌ای و سطوح آب آبیاری بر میزان آنتوسیانین کاسبرگ معنی‌دار ($p\leq$ ۰/۰۱) بود (جدول ۴). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که مقدار آنتوسیانین بین منابع تغذیه‌ای بسته به نوع سطح آبیاری متفاوت بود (شکل ۳).

ارزیابی مقدار آنتوسیانین در سطوح آب آبیاری نشان داد که به‌جز در زمان استفاده از ورمی‌کمپوست، در ترکیب با سایر منابع تغذیه‌ای، مقدار آنتوسیانین در سطح آبیاری ۶۰ درصد بیشتر از سطوح آبیاری ۱۰۰ و ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه بود (شکل ۳). بیشترین مقدار آنتوسیانین در تیمار شاهد زمانی که تحت سطح رطوبتی ۶۰ درصد (حالتی که بیشترین تنش خشکی در نتیجه رطوبت کم و همچنین نبود عوامل نگهدارنده رطوبت خاک مانند مواد آلی، به گیاه تحمیل می‌شود) قرار داشت، به‌دست آمد. عنوان شده است که در شرایط کمبود رطوبت و تنش خشکی مسیر اصلی تولید فلاونوئید افزایش یافته که این امر منجر به تولید رنگیزه آنتوسیانین می‌شود (Watkinson *et al*., 2006; Pidavos and Heidari. 2013). افزایش کمیت و کیفت کاسبرگ چای ترش در استفاده از کود مرغی و حیوانی پیش از این نیز توسط محققان دیگر گزارش شده بود (Locke *et al*., 2000; Ahmed *et al*., 1998). در تحقیقی روی چای ترش، کاربرد کودهای زیستی به تنهایی و یا در ترکیب با کودهای شیمیایی محتوای آنتوسیانین، کربوهیدرات، کلروفیل گیاه را افزایش داد (Hassan, 2009).



شکل ۳- اثر متقابل منابع تغذیه‌ای و سطوح آب آبیاری بر مقدار آنتوسیانین کاسبرگ در گیاه چای ترش

Figure 3- Interaction effect of fertilizer resource and irrigation level on Roslle calyx anthocyanin in two years of experiment

www.SID.ir

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرهای اصلی تاثیر منابع تغذیه‌ای و سطوح آب آبیاری بر صفات مورد مطالعه گیاه چای ترش

Table 5- Means comparison of studied traits of Roselle by different fertilizer resource and levels of irrigation

تیمارها Treatments		ارتفاع بوته Plant height(cm)	طول سرشاخه گلدار Inflorescence length	تعداد غوزه در بوته Number of bolls/plant	وزن کاسبرگ خشک Dry weight sepal (g per plant	عملکرد کاسبرگ Sepal yield (kg ha^{-1})	عملکرد زیست توده Seed weight (ton ha^{-1})	تاخص برداشت کاسبرگ Sepal harvest(%) index	آنتی اکسیدان Antioxidant (%)	آنتوسیانین Anthocyanin (mg .g^{-1} DW)
سال	اول	140.9	43.4	55.9	15.0	741a	11.3	6.54	91.48	2.71
	دوم	148.7	48.6	61.8	16.3	847	12.7	6.63	92.18	2.39
	LSD (5%)	16.96	4.77	11.37	2.59	126.93	1113.81	1.00	1.39	0.31
منابع تغذیه ای Fertilizer resource	شاهد Control	119.7	25.2	41.9	11.2	604	9.7	6.26	89.51	2.50
	میکوریزا Mycorrhiza	125.6	28.4	47.2	11.9	637	10.4	6.25	90.98	1.84
	کود شیمیایی Chemical	149.1	54.1	61.0	16.0	704	12.3	6.48	91.66	2.49
	ورمی‌کمپوست Vermicompost	161.4	56.9	68.6	18.3	930	13.5	6.85	93.40	3.05
	کود گاوی Cow manure	168.5	65.3	75.6	20.6	996	14.1	7.25	93.60	2.87
	LSD (5%)	16.82	6.35	8.17	1.56	69.21	1243	0.72	1.25	0.30
سطوح آبیاری (درصد) Irrigation (%) level	100	155.2	51.1	64.9	17.4	939a	13.7a	6.77	90.89	2.19
	80	148.9	45.3	60.0	16.2	830b	12.4b	6.66	91.75	2.47
	60	130.4	41.6	51.8	13.2	614c	9.8c	6.31	92.85	3.00
	LSD (5%)	14.41	5.89	5.45	0.78	52.42	876.41	0.48	1.71	0.34

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون LSD (P≤ ۰/۰۵) اختلاف معنی‌داری ندارند

Means followed by similar letters in each column are not significantly according to LSD test (P≤ 0.05)

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

قربانلی و همکاران (Ghorbanli *et al*., 2011)، در بررسی اثرتنش خشکی بر ترکیب‌های آنتی‌اکسیدان گیاه دارویی کتان (*Linum usitatissimum* L.) گزارش کردند که میزان آنتوسیانین، ترکیب‌های فنلی وپرولین با افزایش تنش خشکی افزایش معنی‌داری داشت.

نتیجه‌گیری

با توجه به بافت سبک و میزان کم ماده آلی خاک محل آزمایش، به‌نظر می‌رسد خاک مزرعه مورد آزمایش از توانایی نگهداری رطوبت بالایی برخوردار نبود. بنابراین، هر عاملی که باعث افزایش نگهداری آب در خاک شود در این شرایط می‌تواند دارای اثرات مثبت روی گیاه باشد. کودهای دامی نه تنها به علت نیازهای تغذیه‌ای گیاه مورد استفاده قرار می‌گیرند، بلکه به‌منظور بهبود ساختمان فیزیکی خاک از نظر حفظ رطوبت در هنگام خشکسالی و کمبود بارندگی استفاده می‌شوند. موادآلی قادرند آب را چندین برابر ذرات معدنی خاک در خود نگهداری کنند (Roustaie *et al*., 2012). به‌نظر می‌رسد در بین منابع مختلف تغذیه‌ای، کود گاوی و ورمی‌کمپوست در مقایسه با سایر منابع کودی (کود شیمیایی و مایکوریزا)، با افزایش مواد آلی خاک، می‌توانند تأثیر بیشتری در نگهداری آب خاک داشته باشند. با وجود اینکه مایکوریزا می‌تواند اثرات مثبتی را در رشد گیاهان به همراه داشته باشد. اما در شرایط این آزمایش به‌نظر می‌رسد، دمای هوا، قدرت نگهداری رطوبت پایین و مواد آلی اندک خاک منجر به کاهش اثرات مثبت این ریز موجودات زنده خاک شد.

References

1. Abe, N., Murata, T., and Hirota, A. 1998. Novel 1,1-diphenyl-2-picryhy- drazyl- radical scavengers, bisorbicillin and demethyltrichodimerol, from a fungus. Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry 62: 661-662.
2. Abid-Askari, M. Solangi, S., and Ahmed, S. I. 1995. Autecological studies of exotic plant (*Hibiscus sabdariffa* L.) (Roselle), a multipurpose plant, for is introduction and culture. Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research 38 (1): 17-21.
3. Abrishamchi, P., Ganjeali, A., and Sakeni, H. 2012. Evaluation of morphological traits, proline content and antioxidant enzymes activity in chickpea genotypes (*Cicer arietinum* L.) under drought stress. Iranian Journal of Pulses Research 3(2): 17-30. (in Persian with English abstract).
4. Agriculture Organization of Sistan and Baluchestan Province of Iran. 2014. *Sb-agrijahad.ir*
5. Ahmad Abadi, Z., Ghajar Sepanlou, M., and Bahmanya, M. A. R. 2011. Effect of vermicompost application on amount of micro elements in soil and the content in the medicinal plant of Borage *(Borago officinalis*). Journal of Crops Improvement 13(2): 1-12. (in Persian with English abstract).
6. Ahmed, S. K., El-Ghawas, E. O., and Aly, A. F. 1998. Effect of dry yeast and organic manure on Roselle plant. Egypt Journal of Agricultur and Reclamation 76(3):1115-11142.
7. Akbari Nodehi, D. 2011. The effect of different water Quantities on Yield, Water Use efficiency and Cotton Yield Function in Mazandaran Province, Iran. Journal of Sustainable Agriculture and Production Science 21(1): 103-111. (in Persian).
8. Akbarinia, A. 2003. Study yield and effective substance Ammi (*Trachyspermum ammi* L.) in conventional farming systems, organic and compilation. Ph.D. Agronomy Dissertation, Faculty of Agriculture. Tarbiat Moddares University. (in Persian).
9. Alizadeh, A., and Kamali, Gh. 2008.Crop Water Requirement in Iran. Astan Quds Razavi. Second edition.
10. Amin, A., and Hamza, A. A. 2005. Hepatoprotective effect of Hibiscus, Rosmarinus and Salvia on azathioprine-induced toxicity in rats. Life Science 77(3): 266-278.
11. Basri, M. H. A., Abdu, A., Jusop, Sh., Ahmed, O. H., Abdul-Hamid, H., Kusno, M. A., Zainal, B., Senin, A. L., and Junejo, N. 2013. Effects of mixed organic and inorganic fertilizers application on soil properties and the growth of Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) cultivated on bris soils. American Journal of Applied Sciences 10(12): 1586-1597.
12. Chewonarin, T., Kinouchi, T., Kataoka, K., Arimachi, H., Kuwahara, T., Initke Kumnuen, U., and Ohnishi, F. 1999. Effect of roselle a Thai medicinal plant, on the matagenicity of various known mutagens in Salmonella typhimurium and on formation of Aberrant Crypt Foci induced by the colon carcinogens azoxymethane and 2-amino-methyl-6-phenylimidazo (4,5-b) pyridine in F344 rats. Food and Chemical Toxicology 37: 591-601.
13. Dahmardeh, M. 2012. Effect of mineral and organic fertilizers on the growth and calyx yield of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). African Journal of Biotechnology 11(48): 10899-10902.
14. Daneshian, J., Yousefi, M., Zandi, P., Jonoubi, P., and Khatibani, L. B. 2011. Effect of planting density and cattle manure on some qualitative and quantitative traits in two basil varieties under Guilan condition, Iran. American - Eurasian Journal of Agriculture & Environmental Sciences 11(1): 95-103.

www.SID.ir

Archive of SID

15. Darzi, M. T. 2012. Effects of organic manure and biofertilizer application on flowering and some yield traits of coriander (*Coriandrum sativum* L.). International Journal of Agriculture and Crop Sciences 4(3): 103-107.
16. Duke, J. A. 2006. Ecosystematic data on economic plants. Journal of Crude Research 17(3): 91-110.
17. Gendy, A. S. H., Said-Al Ahl, H. A. H., and Abeer Mahmoud, A. 2012. Growth, productivity and chemical constituents of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) plants as influenced by cattle manure and biofertilizers treatments. Australian Journal of Basic and Applied Sciences 6(5): 1-12.
18. Ghorbanli, M., Bakhshi Khaniki, Gh., and Zakeri, A. 2011. Investigation on the effects of water stress on antioxidant compounds of *Linum usitatissimum* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 27(4): 647-658. (In Persian with English abstract).
19. Hassan, F. A. S. 2009. Response of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) plant to some biofertilization treatments. Annals of Agriculture Sciences 54: 437-446.
20. Hidalgo, P., Sindoni, M., Matta, F., and Nagel, D. H. 2002. Earthworm castings increase germination rate and seedling development of cucumber. http://msucares.com/pubs/research reports rr22-6.htm.
21. Khorramdel, S., Mokamel, M., and Siah Margooei, A. 2013. Evaluation Flower and seed yield Marigold (*Calendula officinalis* L.) under different levels of plant density on weather conditions Shirvan.1st Regional Congress on Medical Plants of North. (in Persian).
22. Locke, J. M., Bryce, J. H., and Morris, P. C. 2000. Contrasting effects of ethylene perception and biolsynthesis inhibitors on germination and seedlings growth of barley (*Hordeum vulgare* L.). Journal of Experimental Botany 51: 1843-1849.
23. Morton, J.1987.Roselle. In: fruits of warm climates. Julia, F. Morton, Miami, FL P, 281-286.
24. Mukerji, K. G., and Chamola, B. P. 2003. Compendium of Mycorrhizal Research. A. P. H. Publisher. New Delhi. P. 310.
25. Nemati, M., and Dahmardeh, M. 2015. The effect of cow manure and biologic on yield and Morphological parameters Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). Journal of Agroecology 7(1): 62-73. (in Persian with English abstract).
26. Olaleye, M. T. 2007. Cytotoxicity and antibacterial activity of methanolic extract of *Hibiscus sabdariffa.* Journal of Medicinal Plants Research 1(1): 9-13.
27. Pidavos, Z., and Heidari, R. 2013. The effect of drought stress on activity antioxidant and total phenol on Echium amoenum Mey & Fisch, Second National Conference on climate change and its impact on agriculture and the environment, Urmia, West Azerbaijan Province Research Center for Agriculture and Natural Resources. (in Persian).
28. Raja Sekar, K., and Karmegam, N. 2010. Earthworm castsas an alternate carrier material for biofertilizers: Assessment of endurance and viability of Azotobacter chroococum, Bacillus megaterium and Rhizobium leguminosarum. Scientia Horticulturae 124: 286-289.
29. Rao, P. U. 1996. Nutrient composition and biological evaluation of mesta (*Hibiscus sabdariffa* L.) seeds. Plant food- for Human Nutrition 49 (1): 27- 34.
30. Research Station Agricultural Meteorology. 2014. Miandeh, Jiroft city.
31. Rezae, M., and Baradaran, R. 2013. Effects of bio fertilizers on the yield and yield components of pot marigold (*Calendula officinalis* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 29(3): 635-650. (in Persian with English abstract).
32. Siroos Mehr, A., Arbabi, J., and Asghari Poor, M. R. 1391. The effect of drought stress and organic fertilizer levels on yield and some of morphological traits basil (*Ocimum basilicum* L.) National Conference of Natural Products and Medicinal Plants, October 3. (in Persian).
33. Roustaie, Kh., Movahhedi Dehnavi, M., Khadem, S. A., and Owliaie, H. R. 2012. Effect of different super absorbent polymer and animal manure ratios on the quantitative and qualitative characteristics of soybean under drought stress. Journal of Crops Improvement 14(1): 33-42. (in Persian with English abstract).
34. Sreevalli, Y., Baskaran, K., Chandrashekara, R., Kuikkarni, R., Sushil Hasan, A., Samresh, D., Kukre, J., Ashok, A., Sharma Singh, K., Srikant, S., and Rakesh, T. 2001. Preliminary observations on the effect of irrigation frequency and genotypes on yield and alkaloid concentration in Petriwinkle. Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences 22: 356-358.
35. Tiamiyu, R. A., Ahmed H. G., and Muhammad, A. S. 2012. Effect of sources of organic manure on growth and yields of Okra (*Abelmoschus esculentus* L.) in Sokoto, Nigeria. Nigerian Journal of Basic and Applied Science 20(3): 213-216.
36. Torabi A. 2004. Effect of planting date and row spacing on the yield of Sour tea. MSC thesis. Azad University of Jiroft. 125p. (in Persian with English abstract).
37. Tsai, P. J., Mcinton, J., Pearce, P., Camden, B., and Jordan, B. R. 2002. Anthocyanin and antioxidant capacity in roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) extract. Food Research International 35: 351-356.

www.SID.ir

Archive of SID

38. Wanger, G. J. 1979. Content and vacuole/ extra vacuole distribution of neutral sugars, free amino acids, and anthocyanin's in protoplast. Plant Physiology 64: 88-93.
39. Watkinson, J. I., Hendricks, L., Sioson, A. A., Vasquez- Robinet, C., Verlyn, S., Heath, L.S., Schuler, M., Bohnert, H. J., Bonierbale, M., and Grene, R. 2006. Accessions of *Solanum toberosum* spp. Andigena show differences in photosynthetic recovery after drought stress as reflected in gene expression profiles. Plant Science 1-14.

www.SID.ir

Archive of SID

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 15, No. 2, Summer. 2017, p. 451-462

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۵، شماره ۲ ، تابستان ۱۳۹۶، ص. ۴۶۲-۴۵۱

Effect of Fertilizer Resources and Different Irrigation Regimes on Yield, Yield Component, Antioxidant Activity and Calyx Anthocyanin Contents of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) in Jiroft Area

B. Parsa Motlagh[1]- P. Rezvani Moghaddam[2*]- R. Ghorbani[2]- Z. Azami Sardooei[3]

Received: 09-05-2015
Accepted: 08-08-2016

Introduction: Roselle (*Hibiscus sabdarjffa* L.*)* is an annual or biennial plant cultivated for its stem, fiber, edible calyces, leaves and seeds and belongs to the *malvaceae* family. Sepals of Roselle have good color and are potential source of antioxidant compounds, Studies conducted on medicinal plants in natural ecosystems suggest that using sustainable agricultural system provides the best conditions for the production of these plants, leading to maximum qualitative and quantitative yield in such conditions. Roselle is one of the plants that needs less water and is resistant to drought. It can be used as a suitable plant for cultivation in southern areas of Iran that face water scarcity.

Materials and Methods: In order to evaluate the effects of fertilizer resources and different irrigation regimes on yield, yield components, antioxidant activity and calyx anthocyanin content of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.), an experiment was conducted at Agricultural Research Farm of Jiroft University in 2013 and 2014 growing seasons. An experiment was conducted as strip plot based on a randomized complete blocks design with three replications. Three irrigation regimes (100, 80 and 60% of *crop water requirement) were assigned as* horizontal factor and four fertilizer resources (mycorrhiza, vermicompost, cow manure and chemical fertilizer (NPK)) were allocated as vertical factor. Plant water requirement was calculated by AGWAT software. Then, treatments of 80 and 60 percentage of water requirement was determined and irrigation water was recorded in each irrigation period using water meter. The antioxidant activity and anthocyanin content of Roselle calyx were determined using the method described by Abe *et al*., (1998) and Wanger (1976), respectively. Finally, data analysis was done using SAS 12.5 and means were compared by LSD's multiple range test at 5% level of probability.

Results and Discussion: Based on two years data combined analysis, the results indicated that fertilizer resources and irrigation levels had significant effect on plant height, Inflorescence length, number of bolls, boll dry weight, calyx yield, biomass yield, anioxidant activity and anthocyanin content. Calyx harvest index was not affected by fertilizer resources and irrigation levels. The interaction effect of fertilizer resources and irrigation regimes had a significant effect on calyx yield. The evaluation of anthocyanin value at different levels of irrigation showed that, except for in time of using vermicompost, anthocyanin value at the irrigation level of 60% was higher than irrigation levels of 100 and 80% of plant water requirement in combination with other different nutrition sources. The highest anthocyanin value was found in the control treatment when it was under moisture level of 60 percent. It has been stated that flavonoid increased under the water shortage and drought, leading to production of anthocyanin pigment. In a study conducted on Roselle, it was found that applying bio-fertilizers alone or in combination with chemical fertilizers increased carbohydrates and anthocyanin content. The highest calyx yield (1248 kg ha^{-1}) was obtained at 100% crop water requirement +cow manure treatment and the lowest calyx yield (510 kg ha^{-1}) was obtained at 60% crop water requirement+ control treatments.

Conclusions: It seems that cow manure and vermicompost can have a positive impact on soil water holding capacity compared to other sources of fertilizers (mycorrhiza and chemical fertilizer) by increasing soil organic matter. Although mycorrhiza can have positive effects on plants growth, it seems that under this experiment, air temperature and low moisture holding capacity and organic matters of soil lead to a reduction in the positive effects of these soil organisms.

Keywords: Biomass, Cow manure, Mycorrhiza, Vermicompost

1- Ph.D Graduate of Agroecology, Ferdowsi University of Mashhad and Assistant Prof., College of Agriculture, University of Jiroft
2- Professor, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
3- Assistant Prof., College of Agriculture, University of Jiroft
(*- Corresponding Author Email: rezvani@ferdowsi.um.ac.ir)

www.SID.ir