تنش‌های محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses in Crop Sciences
جلد دوازدهم، شماره چهارم، زمستان ۱۳۹۸
۱۲۲۵-۱۲۳۶
http://dx.doi.org/10.22077/escs.2019.1687.1379

مقاله پژوهشی

ارزیابی عملکرد و کارایی مصرف آب گیاه دارویی چای ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.) تحت تأثیر منابع مختلف تغذیه‌ای و رژیم‌های آب آبیاری

بهاره پارسامطلق[1]*، پرویز رضوانی مقدم[2]، رضا قربانی[2]، ذبیح اله اعظمی ساردویی[1]
۱. استادیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت
۲. استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۳/۲۳؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۵/۱۱

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر منابع مختلف تغذیه‌ای و رژیم‌های مختلف آب آبیاری بر عملکرد و کارایی مصرف آب گیاه چای ترش، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خردشده نواری در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در دو سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه جیرفت اجرا شد. سطوح مختلف آب آبیاری در سه سطح ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه به‌عنوان فاکتور کرت‌های افقی و منبع تغذیه‌ی گیاه در ۴ سطح (کود زیستی مایکوریزا، ورمی‌کمپوست، کود گاوی، کود شیمیایی و تیمار شاهد) به‌عنوان فاکتور کرت‌های عمودی موردبررسی قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس مرکب طی دو سال آزمایش نشان داد که اثر منابع مختلف تغذیه‌ای و سطوح مختلف آب آبیاری بر تعداد غوزه در بوته، وزن کاسبرگ در بوته، عملکرد کاسبرگ، عملکرد دانه، عملکرد زیست‌توده و کارایی مصرف آب گیاه معنی‌دار بود. بیشترین وزن کاسبرگ خشک در سطح ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه (۱۲۴۸ کیلوگرم در هکتار) و منبع تغذیه‌ای کود گاوی و کمترین عملکرد وزن کاسبرگ در تیمار شاهد در سطح ۶۰ درصد نیاز آبی (۵۱۰ کیلوگرم در هکتار) گیاه مشاهده شد. همچنین بین سطح ۱۰۰ و ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه در اکثر صفات اندازه‌گیری شده تفاوت معنی‌داری وجود نداشت به نظر می‌رسد که سطح ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه به ترتیب به همراه مصرف کودهای دامی، ورمی‌کمپوست و شیمیایی در زراعت چای ترش مطلوب می‌باشند.

***واژه‌های کلیدی*: عملکرد زیست‌توده، عملکرد کاسبرگ، منابع تغذیه‌ای، نیاز آبی**

مقدمه

چای ترش با نام علمی *Hibiscus sabdariffa* از خانواده ختمی[1]، بومی قاره آفریقا بوده به‌طوری‌که در تمام مناطق استوایی و گرم کشت می‌شود. چای ترش به‌عنوان یک گیاه جدید مطرح است (Abid-Askari et al., 1995). برگ، کاسبرگ و دانه چای ترش در تغذیه انسان و دام مورداستفاده قرار می‌گیرد، همچنین فیبر آن منبع مهمی در صنعت نساجی و کاغذ است (Fagbenro, 2005; Mukhtar, 2007). از طرفی به دلیل داشتن گل‌های زیبا به‌عنوان گیاه زینتی در منازل مسکونی نیز کاشته می‌شود (Silva Junior, 2003). چای ترش گیاهی یک‌ساله، روزکوتاه، خودگشن و ازنظر شرایط آب و هوایی به سرما و یخبندان حساس است (Duke, 2006). خشکی خاک یکی از مهم‌ترین عوامل بازدارنده‌ی تولید گیاهان در بسیاری از مناطق خشک و نیمه خشک جهان به شمار می‌رود (Reddy, 2004). سنجش کارایی مصرف آب[2] روشی برای ارزیابی عملیات مدیریت آب است و مقادیر نسبی آن برای مقایسه کردن محصولات زراعی

[1]. Malvaceae

[2]. Water Use Efficiency

* نگارنده پاسخگو: بهاره پارسامطلق. پست الکترونیک: bparsam@yahoo.com

مختلف مناسب است. کارایی مصرف آب، عبارت از مقدار ماده خشک (محصول اقتصادی یا بیولوژیک) تولیدشده به ازای هر واحد آب مصرف‌شده است و معمولاً برحسب کیلوگرم ماده خشک بر مترمکعب آب بیان می‌شود. 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 موردنیاز برای تولید حداکثر عملکرد باشد. در تحقیقی بر روی گیاه پنبه مشاهده گردید با کاهش ۲۵ درصدی مقدار آب مصرفی عملکرد محصول کاهش نیافته است همچنین با کاهش ۵۰ درصد آب مصرفی، تنها ۱۵ درصد کاهش عملکرد مشاهده شد (Akbari Nodehi, 2011). ثقه‌الاسلامی و همکاران (Seghatoleslami et al., 2012) در بررسی اثر تاریخ کاشت و آبیاری بر گیاه چای ترش در بیرجند گزارش کردند تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد تبخیر و تعرق گیاه مرجع کمترین عملکرد گل و زیست‌توده را به ترتیب نسبت به تیمارهای ۶۰ و ۲۰ درصد تبخیر و تعرق گیاه مرجع داشت. در تحقیق تنظیم برنامه آبیاری به‌منظور حداکثر کارایی مصرف آب در گیاه چای ترش، بیشترین عملکرد کاسبرگ و عملکرد بیولوژیک در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی، بیشترین و کمترین کارایی مصرف آب به ترتیب به تیمار ۶۰ درصد آب موردنیاز و ۱۴۰ درصد آب موردنیاز اختصاص داشت (EL-Boraie et al., 2009). با توجه به اثرات مفید کاربرد کودهای آلی و زیستی در اکوسیستم‌های زراعی، افزایش رشد رویشی، اجزای عملکرد و عملکرد کاسبرگ در گیاهان بامیه (Tiamiyu et al., 2012)، کنف (Basri et al., 2013)، گل‌گاوزبان (Naghdi Badi et al., 2013; Ahmadabadi et al., 2011)، رازیانه (Moradi et al., 2011) و چای ترش (Gendy et al., 2012; Dahmardeh, 2012) گزارش شده است.

اعمال مدیریت صحیح آبیاری و کاشت گیاهان مقاوم به خشکی (Ston and Nofziger, 1993)، به‌منظور حفظ ذخیره رطوبتی خاک و افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک ازجمله اقدامات مؤثر برای افزایش بازدهی مصرف آبیاری و درنتیجه بهبود بهره‌برداری از منابع محدود آب است. امروزه کشت گیاهان مقاوم به خشکی به‌عنوان راهکاری برای مقابله با خشکی مطرح شده است. چای ترش گیاهی با نیاز آبی پایین و مقاوم به خشکی بوده (Akbari Nodehi, 2011)، در مناطق جنوبی ایران که با کمبود آب آبیاری مواجه هستند می‌تواند به‌عنوان گیاهی مناسب در الگوی کشت مورداستفاده قرار گیرد. این تحقیق با هدف مطالعه تأثیر منابع مختلف تغذیه‌ای و سطوح مختلف آب آبیاری بر عملکرد و کارایی مصرف آب گیاه دارویی چای ترش در منطقه جیرفت انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در دو سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ 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. مکان منطقه موردمطالعه واقع در جنوب استان کرمان که بر اساس روش یونسکو (UNESCO, 1979) بر پایه‌ی رژیم رطوبتی، رژیم دمایی تابستانه و رژیم دمایی زمستانه، دارای اقلیم خشک با زمستان ملایم و تابستان بسیار گرم است (Ghaffari, 2008). میزان متوسط بارندگی، حداقل و حداکثر دما به‌صورت ماهانه و نتایج آزمون خاک در دو سال موردتحقیق به ترتیب در جدول ۱ و ۲ نشان داده 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 ۵ سطح: کود زیستی مایکوریزا، ورمی‌کمپوست، کود گاوی و کود شیمیایی (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) و شاهد (عدم کاربرد کود) به‌عنوان عامل عمودی موردبررسی قرار گرفتند. هر کرت فرعی شامل ۴ خط کاشت به طول ۴ متر، فاصله بین خطوط کاشت ۷۵ سانتی‌متر و روی ردیف ۲۵ سانتی‌متر بود. عملیات شخم و آماده‌سازی زمین در پاییز سال ۱۳۹۱ انجام گرفت. کشت در تاریخ ۱۵ اردیبهشت سال ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳، انجام و طی فصل رشد به‌دفعات لازم وجین دستی صورت گرفت. 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 به ترتیب هم‌زمان با کاشت، یک‌سوم در مرحله رویشی و یک‌سوم در مرحله گل‌دهی مورداستفاده قرار گرفتند. میزان برخی عناصر غذایی کود گاوی پوسیده‌شده و کود ورمی‌کمپوست در جدول ۳ نشان داده شده است. گونه‌ی قارچ میکوریزا مورداستفاده در این آزمایش قارچ *Glomus*

mosseae (تعداد ۱۲۰ اسپور در هر گرم خاک) بود که به میزان ۵۰ گرم هم‌زمان با کاشت زیر بستر بذر قرار داده شد.

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). بر این اساس میزان ۹۱۰۰ m^3/ha برای ۱۰۰ نیاز آبی کامل گیاه تعیین و سپس تیمارهای ۶۰ و ۸۰ درصد نیـاز آبی گیـاه محاسبه شد. سیستم آبیـاری به‌صورت

جدول ۱. متوسط حداقل دما، حداکثر دما و میزان بارندگی مکان مورد آزمایش طی سال‌های ۱۳۹۰ - ۱۳۹۱- ۱۳۹۲ -۱۳۹۳

Table 1. Annual rainfall and the averages of maximum and minimum temperatures in Jiroft 2011-2014

	2013			2014		
Months	دمای حداقل **T_{min}** (ºC)	دمای حداکثر **T_{max}** (ºC)	بارندگی **Rainfall** (mm)	دمای حداقل **T_{min}** (ºC)	دمای حداکثر **T_{max}** (ºC)	بارندگی **Rainfall** (mm)
March	15.7	30.6	71.2	14.6	29.6	29
April	19.7	36.3	0.9	19.3	36.4	13.6
May	24.0	42.8	0	24.4	43.6	0
June	27.0	44.7	0	26.3	44.7	0
July	27.4	41.8	1.4	27.2	44.6	0
August	24.3	41.3	0	23.0	41.6	0
September	19.9	38.2	0	20.8	36.6	0
October	14.0	29.2	0.1	12.0	28.7	0
November	9.2	23.7	31.7	7.4	24.7	0.2
December	2.5	16.2	35.7	6.5	22.4	23.4
January	5.5	18.5	27.5	9.1	24.8	8.2
February	10.4	25.1	62.8	9.1	23.0	78.7

جدول ۲. خصوصیات شیمیایی خاک مورد آزمایش سال ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳

Table 2. Chemical characteristics of the experimental soil site in 2013-2014

	پتاسیم قابل‌دسترس (ppm) **Available Potassium** (ppm)	فسفر قابل‌دسترس (ppm) **Available phosphorus** (ppm)	ماده آلی (درصد) **Organic matter** (%)	**نیتروژن** (درصد) **Total nitrogen** (%)	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) **EC**(dS/m^{-1})	**اسیدیته pH**
سال اول (۱۳۹۲) 2013	141	23.3	0.40	0.046	1.8	8.7
سال دوم (۱۳۹۳) 2014	210	25.2	0.5	0.07	2.1	7.4

جدول ۳. خصوصیات شیمیایی کود گاوی و ورمی‌کمپوست مورداستفاده در آزمایش

Table 3. Chemical characteristics of cow manure and vermicompost used in experiment

	پتاسیم قابل‌دسترس (ppm) **Available Potassium** (ppm)	فسفر قابل‌دسترس (ppm) **Available phosphorus** (ppm)	ماده آلی (درصد) **Organic matter** (%)	**نیتروژن** (درصد) **Total nitrogen** (%)	هدایت الکتریکی (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

قطره‌ای با کنتور حجمی با دقت ۰/۰۰۱ مترمکعب به‌صورت هفته‌ای یک‌بار و مستقل برای هرکدام از تیمارها استفاده شد. اعمال تیمار آبیاری در زمان استقرار کامل گیاهچه‌ها و در مرحله شش برگی صورت گرفت و تا مرحله رسیدگی فیزیولوژیک گیاه ادامه یافت. برداشت گیاهان در هر دو سال در تاریخ ۱۰ آذر انجام شد. پس از پایان دوره رشد گیاهان، به‌منظور اندازه‌گیری عملکرد کاسبرگ، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک، از سطحی معادل ۴ مترمربع گیاهان از وسط هر کرت با حذف اثر حاشیه برداشت شدند و بعد از خشک‌کردن در مجاورت هوای آزاد و زیر سایه، توزین شدند. میزان کارایی مصرف آب بر اساس عملکرد اقتصادی (کاسبرگ و دانه) چای ترش برحسب گرم بر مترمکعب آب مصرفی طبق معادله ۱ محاسبه گردید (Farreand Faci, 2006):

$$WUE=D / W_p + W_i \quad [1]$$

که در آن D، W_p و W_i به ترتیب عملکرد اقتصادی، آب بارندگی و آب آبیاری می‌باشند.

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها به کمک نرم‌افزار آماری SAS، Ver.9.2 و مقایسه میانگین‌ها به روش LSD و در سطح معنی‌دار بودن ۵ درصد انجام شد. شکل‌ها نیز توسط نرم‌افزار Excel رسم گردید.

نتایج و بحث

تعداد غوزه و وزن کاسبرگ خشک در بوته

تجزیه واریانس مرکب داده‌های مربوط به دو سال آزمایش نشان داد که اثرات ساده منابع مختلف تغذیه‌ای و سطوح مختلف آبیاری بر تعداد غوزه و وزن کاسبرگ خشک در بوته‌های چای ترش معنی‌دار بودند (۰/۰۱ ≥p (جدول ۴). بررسی میانگین تعداد غوزه نشان داد که بیشترین تعداد غوزه و وزن کاسبرگ خشک در سطوح آبیاری ۱۰۰ و ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه و در شرایط استفاده از کود گاوی و ورمی‌کمپوست و کمترین آن‌ها در سطح آبیاری ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه به ترتیب به تیمارهای شاهد و مایکوریزا تعلق داشت (جدول ۵). با توجه به بافت شنی و درصد کم مواد آلی خاک منطقه موردمطالعه (جدول ۲)، هر عاملی که باعث افزایش نگهداری آب در خاک شود در این شرایط می‌تواند دارای اثرات مثبت روی گیاه باشد. مواد آلی قادرند آب را چندین برابر ذرات معدنی خاک در خود نگهداری کنند (Roustaie et al., 2012). مرحله زایشی گیاه نسبت به تنش خشکی حساس است لذا به نظر 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. در تحقیقی بر روی گیاه ختمی (*Altheae officinalis* L.) بیان شد کاربرد کود آلی ورمی‌کمپوست باعث افزایش معنی‌داری وزن گل گیاه نسبت به شاهد شده است (Sadeghi et al., 2014).

وزن صد دانه

تجزیه واریانس مرکب داده‌های مربوط به دو سال آزمایش نشان داد اثر متقابل منابع مختلف تغذیه‌ای در سطوح مختلف آب آبیاری بر وزن صد دانه معنی‌دار بود (۰/۰۱ ≥p) (جدول ۴). تغییرات این صفت تحت تأثیر استفاده از منابع مختلف تغذیه‌ای در سطوح مختلف آبیاری متفاوت بود، بیشترین مقدار وزن صد دانه در تیمارهای کود گاوی (۷۵/۶ گرم)، ورمی‌کمپوست (۶۸/۶ گرم) و کود شیمیایی (۶۱/۰ گرم) و کمترین مقدار آن نیز در تیمارهای مایکوریزا (۴۷/۲ گرم) و شاهد (۴۱/۹ گرم) مشاهده شد (جدول ۵ و شکل ۱). وزن دانه یکی از مهم‌ترین اجزای عملکرد دانه محسوب شده و بالا بودن وزن صد دانه نشانه درشتی وزن دانه است که باعث افزایش عملکرد می‌گردد (Ghaffaripor, 2004). گزارش شده است افزایش شدت تنش کمبود آب باعث کاهش معنی‌دار عملکرد دانه و کاسبرگ گیاه چای ترش شد (Fallahi et al., 2017; Sanjarimijani et al., 2017).

عملکرد کاسبرگ

تجزیه واریانس مرکب داده‌های مربوط به دو سال آزمایش نشان داد اثرات متقابل سال در سطوح آبیاری (۰/۰۵ ≥p) و منابع مختلف تغذیه‌ای در سطوح مختلف آبیاری (۰/۰۱ ≥p) بر عملکرد کاسبرگ معنی‌دار بود (جدول ۴). بیشترین و کمترین عملکرد کاسبرگ به ترتیب در سطح آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه و تیمار کود گاوی با ۱۲۴۸/۵ کیلوگرم در هکتار و سطح ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه و تیمار شاهد با ۵۱۰/۱ کیلوگرم در هکتار حاصل شد و عملکرد کاسبرگ در سال دوم آزمایش نسبت به سال اول بیشتر بود به‌طوری‌که این افزایش معنی‌دار نبود (شکل ۲ و ۳).

جدول ۴. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) مرکب اجزای عملکرد، عملکرد و کارایی مصرف آب گیاه چای ترش تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری و منابع مختلف تغذیه‌ای

Table 4. Analysis of variance (means of squares) of studied traits of Roselle by different fertilizer resource and levels of irrigation

Source of variance	منابع تغییر	درجه آزادی Df	تعداد غوزه در بوته Number of bolls per plant	وزن کاسبرگ در خشک بوته Sepal dry weight per plant	وزن صد دانه 100 seed weight	عملکرد کاسبرگ Sepal yield
Year	سال	1	787.24^{ns}	19.70^{ns}	0.226^{ns}	254605*
Replication × Year	تکرار × سال	2	377.60^{ns}	5.53^{ns}	0.040^{ns}	47023^{ns}
Irrigation	آبیاری	2	1295**	138.36**	0.007^{ns}	820597**
Error	خطا	8	83.85	1.72	0.032	7753
Fertilizer resource	منابع تغذیه‌ای	4	3611**	296.47**	0.798**	541208**
Error	خطا	16	133.68	4.89	0.029	9593
Year × Irrigation	سال × آبیاری	2	3.37^{ns}	0.84^{ns}	0.0021 ^{ns}	37365*
Year × Fertilizer resource	سال × منابع تغذیه‌ای	4	24.94^{ns}	1.36^{ns}	0.002^{ns}	11520^{ns}
Fertilizer resource ×Water	منابع تغذیه‌ای × آبیاری	8	45.07^{ns}	8.42^{ns}	0.233**	47877**
Fertilizer resource × Irrigation × Year	منابع تغذیه‌ای × آبیاری × سال	8	12.89^{ns}	2.30^{ns}	0.002^{ns}	6810^{ns}
Erorr	خطا	32	98.76	5.57	0.070	8501
Coefficient of Variation (%)	ضریب تغییرات		*16.86*	*12.73*	*8.16*	*11.60*

Table 4. Continued **جدول ۴. ادامه**

Source of variance	منابع تغییر	درجه آزادی Df	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد زیست‌توده Biomass yield	کارایی مصرف آب کاسبرگ Sepal water use effeicency	کارایی مصرف آب دانه Seed water use effeicency	کارایی مصرف آب زیست‌توده Biomass water use effeicency
Year	سال	1	66694^{ns}	43.89*	4351*	1438**	875270**
Replication × Year	تکرار × سال	2	299910^{ns}	3.62^{ns}	780.29	5680	90009
Irrigation	آبیاری	2	341884**	119.65**	1021.92**	19121**	668384**
Error	خطا	8	8135	2.16	76.44	71.63	54858
Fertilizer resource	منابع تغذیه‌ای	4	708497**	64.63**	9567**	13276**	1212086**
Error	خطا	16	18919	3.09	201.52	428.62	56771
Year × Irrigation	سال × آبیاری	2	421.11^{ns}	1.34^{ns}	581.12^{ns}	75.37^{ns}	28758^{ns}
Year × Fertilizer resource	سال × منابع تغذیه‌ای	4	10093^{ns}	2.003^{ns}	211.27^{ns}	228.49^{ns}	38218^{ns}
Fertilizer resource ×Water	منابع تغذیه‌ای × آبیاری	8	33129^{ns}	3.28^{ns}	437.43*	380.41^{ns}	30343^{ns}
Fertilizer resource × Irrigation × Year	منابع تغذیه‌ای × آبیاری × سال	8	1069^{ns}	1.44^{ns}	121.91^{ns}	39.869^{ns}	27480^{ns}
Erorr	خطا	32	36791	1.73	185.77	911.87	31203
Coefficient of Variation (%)	ضریب تغییرات		*17.13*	*10.93*	*12.39*	*19.11*	*10.52*

^{ns}، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

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

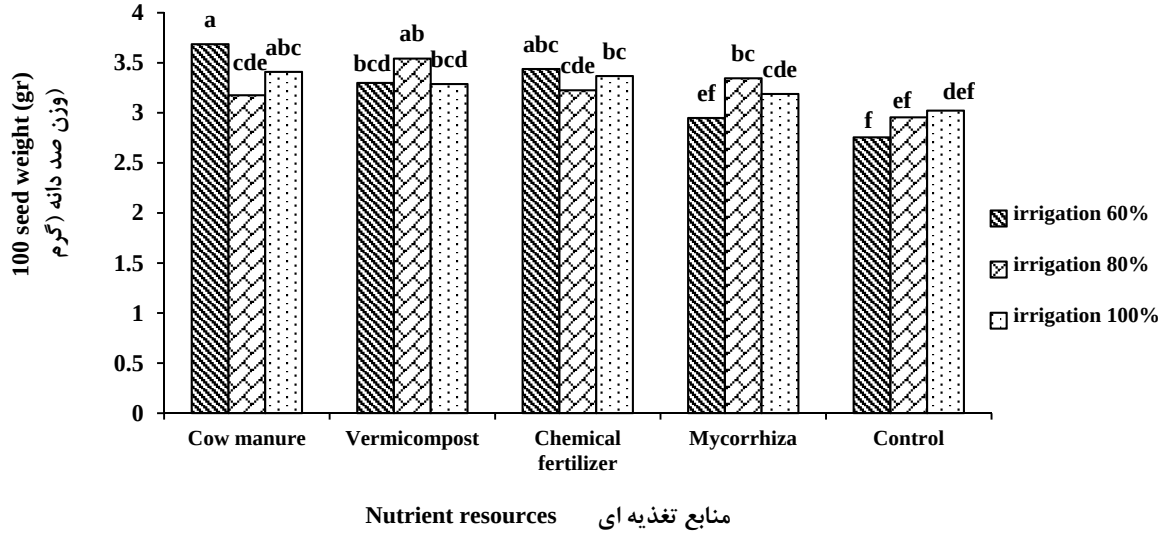
جدول ۵. مقایسه میانگین صفات موردمطالعه گیاه چای ترش تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری و منابع مختلف تغذیه‌ای

Table 5. Means comparison of studied traits of Roselle bydifferent fertilizer resource and levels of irrigation

Treatment		Number of bolls/plant تعداد غوزه در بوته (غوزه/بوته)	Dry weight sepal (g/plant) وزن کاسبرگ خشک (گرم/بوته)	100 seed weight (g) وزن صد دانه (گرم)	Sepal yield (kg/ha^{-1}) عملکرد کاسبرگ (کیلوگرم/هکتار)	Seed yield (kg/ha^{-1}) عملکرد دانه (کیلوگرم/هکتار)	Biomass weight (ton/ha^{-1}) عملکرد زیست‌توده (تن/هکتار)
Year سال	Frist اول	55.9^{a}	15.0^{a}	55.9^{a}	741^{a}	1029^{a}	11.3^{a}
	Second دوم	61.8^{a}	16.3^{a}	61.8^{a}	847^{a}	1146^{a}	12.7^{a}
Fertilizer resource منابع کودی	Control شاهد	41.9^{c}	11.2^{d}	41.9^{c}	604^{c}	895.5^{b}	9.7^{c}
	Mycorrhiza میکوریز	47.2^{c}	11.9^{d}	47.2^{c}	637^{c}	909.6^{b}	10.4^{c}
	Chemical شیمیایی	61.0^{b}	16.0^{c}	61.0^{b}	704^{b}	1226^{a}	12.3^{b}
	Vermicompost ورمی‌کمپوست	68.6^{ab}	18.3^{b}	68.6^{ab}	930^{a}	1261^{a}	13.5^{ab}
	Cow manure کود گاوی	75.6^{a}	20.6^{a}	75.6^{a}	996^{a}	1301^{a}	14.1^{a}
Irrigation level (%) سطوح آبیاری	100	64.9^{a}	17.4^{a}	64.9^{a}	939^{a}	1215^{a}	13.7^{a}
	80	60.0^{a}	16.2^{b}	60.0^{a}	830^{b}	1137^{b}	12.4^{b}
	60	51.8^{b}	13.2^{c}	51.8^{b}	614^{c}	1004^{c}	9.8^{c}

برای هر اثر، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند.

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



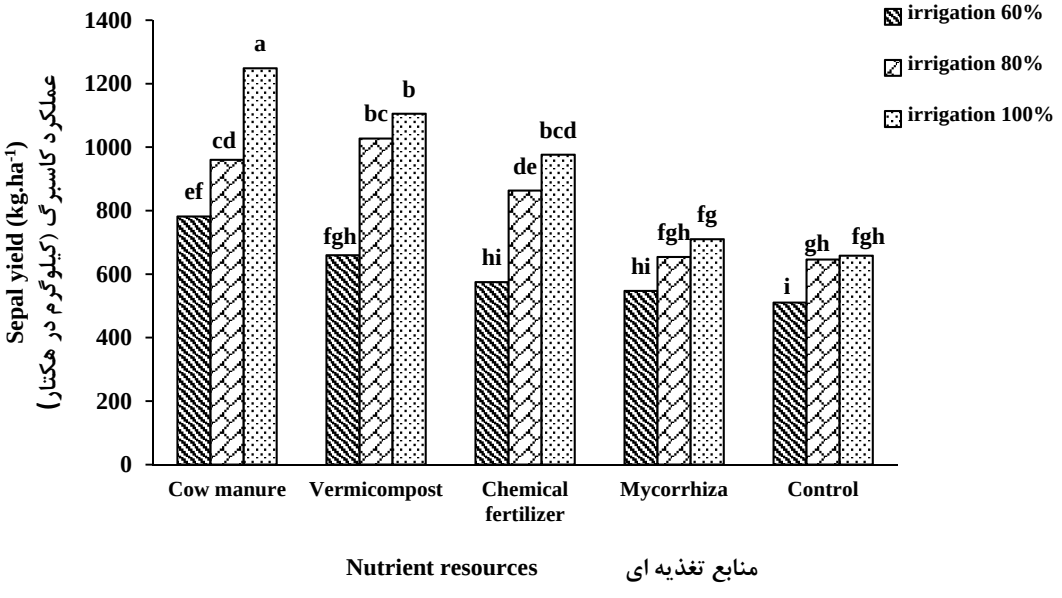
شکل ۱. اثر متقابل منابع مختلف تغذیه‌ای در سطوح مختلف آبیاری روی وزن صد دانه گیاه چای ترش

Fig. 1. Interaction effect of nutrient resources and irrigation level on seed weight of roselle in two years of experiment

به نظر می‌رسد که افزایش میزان تولید کاسبرگ در گیاه با استفاده از منابع مختلف تغذیه‌ای و بخصوص تیمارهای کود گاوی و ورمی‌کمپوست، به دلیل افزایش مواد غذایی در خاک نبوده باشد، چراکه در این صورت، افزایش تولید کاسبرگ در تیمار کود شیمیایی نیز قابل‌انتظار بود؛ بنابراین، احتمالاً عاملی دیگر به‌جز مواد غذایی در ایجاد این پاسخ مثبت نقش داشته است. با توجه به شرایط اقلیمی و خاکی منطقه موردمطالعه (اقلیم گرم و خشک و خاک سبک) و همچنین با توجه به حساسیت مراحل گل‌دهی گیاه نسبت به شرایط تنش خشکی، به نظر می‌رسد تیمارهای کود گاوی و ورمی‌کمپوست توانستند علاوه برافزایش میزان مواد مغذی و همچنین مواد آلی خاک، موجب افزایش محتوای رطوبت خاک شده باشند. درواقع برای تولید در مرحله زایشی، گیاه نیاز به رشد رویشی مناسب و زمینه‌سازی تولید اندام مختلف زایشی ازجمله میوه، گل و دانه دارد. تأثیر خشکی بر هر یک از اجزای عملکرد می‌تواند درنهایت منجر به تغییر در عملکرد دانه تولیدی در گیاهان شود (Sreevalli et al, 2001). اکبریان و همکاران (Akbarinia et al., 2008) در بررسی دور آبیاری بر عملکرد گیاه گاوزبان ایرانی (Echium amoenum May and Fisch) گزارش کردند که بیشترین عملکرد گل در دور آبیاری ۷ روز نسبت به فواصل آبیاری ۱۴ و ۲۱ روز حاصل شد. دهمرده (Dahmareh, 2012) در بررسی کاربرد کودهای دامی، کود مرغی، کود شترمرغ، کود شیمیایی و تلفیق آن‌ها با یکدیگر گزارش کرد، بیشترین عملکرد کاسبرگ از کاربرد کود مرغی در تلفیق با کود شترمرغ و کود دامی به همراه کود مرغی و کمترین میزان آن از کاربرد کود شیمیایی و کود دامی به‌تنهایی حاصل شد. در مطالعه‌ی دیگری مبنی بر تأثیر کودهای زیستی در تلفیق مقادیر مختلف کودهای شیمیایی بر عملکرد کاسبرگ چای ترش، محققان جهت حصول عملکرد مطلوب، کودهای زیستی تثبیت‌کننده نیتروژن و فسفر به همراه ۵۰ درصد کود شیمیایی NPK را توصیه نمودند (Mohammadpour et al., 2017).

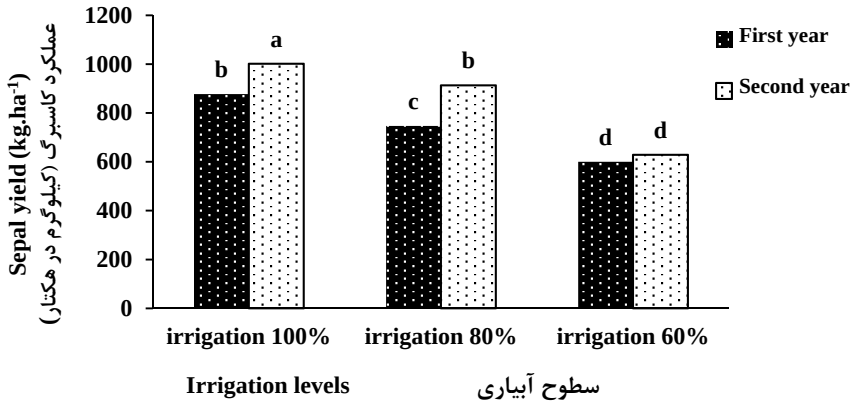
عملکرد دانه و عملکرد زیست‌توده

سطوح مختلف آب آبیاری ($p \leq ۰/۰۱$) و منابع مختلف تغذیه‌ای ($p \leq ۰/۰۱$) اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه و عملکرد زیست‌توده گیاه داشتند (جدول ۴). بیشترین عملکرد دانه و عملکرد زیست‌توده مربوط به تیمارهای کود گاوی، ورمی‌کمپوست و کود شیمیایی بود که در سطح آبیاری ۱۰۰ درصد و پس‌ازآن ۸۰ درصد نیاز آبی مشاهده شد و کمترین آن به تیمارهای شاهد و مایکوریزا و سطح آبیاری ۶۰ درصد تعلق داشت (جدول ۵).



شکل ۲. اثر متقابل منابع مختلف تغذیه‌ای و آب آبیاری بر عملکرد کاسبرگ چای ترش

Fig. 2. Interaction effect of nutrient resources and irrigation level on sepal yield of roselle in two years of experiment



شکل ۳. اثر متقابل سال در سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد کاسبرگ گیاه چای ترش

Fig. 3. Interaction effect of year and irrigation level on sepal yield of roselle in two years of experiment

محققان با بررسی اثر تنش خشکی و مقادیر مختلف کود گوگرد روی گیاه دارویی سیاه‌دانه (*Nigella sativa* L.) بیان داشتند که تنش خشکی به‌طور معنی‌داری باعث کاهش عملکرد سیاه‌دانه شد (Rezapour et al., 2011). در مطالعه ارزیابی مقادیر مختلف آبیاری (سطح آبیاری ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۳۰۰۰ مترمکعب آب در هکتار) بر عملکرد دانه و اسانس گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill)، بیشترین عملکرد بیولوژیکی و دانه در سطح ۳۰۰۰ مترمکعب و کمترین آن‌ها در سطح ۱۰۰۰ مترمکعب آب آبیاری حاصل شد (Koocheki et al, 2013). کمیت صفات مربوط به مرحله زایشی (وزن کاسبرگ، وزن دانه و همچنین عملکرد کاسبرگ و عملکرد دانه) گیاه چای ترش درنتیجه‌ی کاربرد تیمارهای کود گاوی و ورمی‌کمپوست در بیشترین مقدار خود بودند. استفاده از کودهای دامی در مقایسه با تیمار شاهد زیست‌توده گیاه چای ترش (Gendy et al., 2012; Dahmardeh, 2012; Mohammadpour et al., 2017) و بامیه (*Abelmoschus esculentus* L.) (Tiamiyu et al., 2012) را افزایش داد.

در بررسی اثرات دفعات آبیاری و کود دامی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه زیره سبز (*Matricaria chamomilla* L.) در زابل، نتایج نشان داد که صفات تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در گیاه، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، کاه و دانه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای آبیاری واقع شدند و عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه با استفاده از کود دامی افزایش معنی‌داری داشت (Ahmadian et al., 2006). نتایج این آزمایش مؤید کاهش میزان تولید زیست‌توده گیاه در شرایط تنش رطوبتی (سطح آبیاری ۶۰ و ۸۰ درصد نیاز آبی) بود. به نظر می‌رسد که رشد رویشی نامناسب در کاهش عملکرد اندام‌های مربوط به رشد زایشی مانند غوزه و کاسبرگ، نقش داشته و نتایج فوق را رقم زده باشد. مایکوریزا می‌تواند اثرات مثبتی را در رشد گیاهان به همراه داشته باشد؛ اما در شرایط این آزمایش به نظر می‌رسد، دمای هوا، قدرت نگهداری رطوبت پایین و مواد آلی اندک خاک منجر به کاهش اثرات مثبت این ریز موجودات زنده خاک شد.

کارایی مصرف آب کاسبرگ

اثر متقابل تیمارهای تغذیه و سطوح مختلف آب آبیاری اثر معنی‌داری بر کارایی مصرف آب کاسبرگ داشت ($p \leq ۰/۰۵$) (جدول ۴). در بین دو سال آزمایش، کارایی مصرف آب کاسبرگ در سال دوم با مقدار ۱۱۶/۹۰ گرم در مترمکعب آب نسبت به سال اول با مقدار ۱۰۲/۹۹ گرم در مترمکعب آب به‌طور معنی‌داری بیشتر بود (جدول ۶). در هر سه سطح آبیاری، بیشترین مقدار کارایی مصرف آب کاسبرگ به تیمارهای کود گاوی، ورمی‌کمپوست و کود شیمیایی تعلق داشت. کمترین مقدار این صفت نیز در تیمارهای مایکوریزا و شاهد مشاهده شد (شکل ۴).

در مطالعه‌ای کارایی مصرف آب به ازای افزایش میزان آب آبیاری در گیاه گل‌گاوزبان از تیمار بدون آبیاری تا ۳۰۰۰ مترمکعب روند صعودی و در مقادیر آبیاری ۶۰۰۰ و ۲۱۰۰ مترمکعب کاهش یافت، هرچند اختلاف معنی‌داری بین ۳۰۰۰ و ۶۰۰۰ مترمکعب وجود نداشت و عملکرد گل‌گاوزبان ایرانی در نتیجه‌ی مصرف ۶۰۰۰ مترمکعب آب آبیاری بیشترین مقدار بود (Akbarinia et al., 2008). در مطالعه

حاضر کارایی مصرف آب کاسبرگ در سطوح ۶۰ و ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه به ترتیب با ۵۴۶۰ و ۷۲۸۰ مترمکعب بر هکتار به‌طور میانگین ۸/۸۴ درصد بیشتر از سطح ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه بود.

کارایی مصرف آب دانه

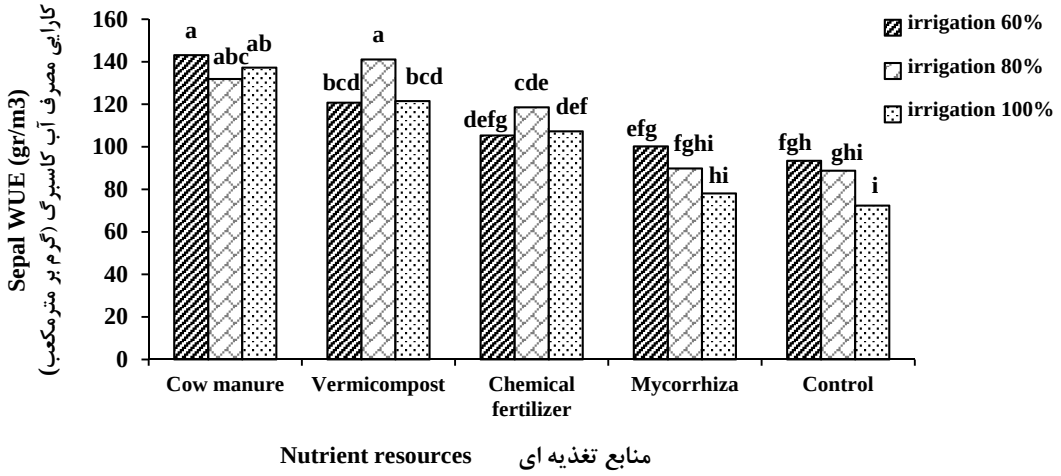
کارایی مصرف آب دانه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر منابع مختلف تغذیه‌ای و سطوح مختلف آب آبیاری قرار گرفت ($p \leq ۰/۰۱$) (جدول ۴). ارزیابی میانگین کارایی مصرف آب دانه بین تیمارهای مختلف کودی نشان داد که بیشترین مقدار در تیمار کود گاوی، ورمی‌کمپوست و کود شیمیایی مشاهده شد که با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند و کمترین مقدار این صفت در تیمارهای شاهد و مایکوریزا مشاهده شد که در یک گروه آماری قرار گرفتند همچنین مقایسه میانگین در نتیجه‌ی اعمال سطوح مختلف آبیاری نشان داد که بیشترین و کمترین کارایی مصرف آب دانه به ترتیب به تیمار آبیاری ۶۰ درصد و سطح آبیاری ۱۰۰ درصد مشاهده شد (جدول ۶).

کارایی مصرف آب زیست‌توده

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌های مربوط به دو سال آزمایش نشان داد که اثرات ساده سال، منابع مختلف تغذیه‌ای و سطوح مختلف آبیاری اثر معنی‌داری بر کارایی مصرف آب زیست‌توده داشتند ($p \leq ۰/۰۱$) (جدول ۴).

مقایسه میانگین کارایی مصرف آب زیست‌توده طی دو سال آزمایش نشان داد که در سال دوم کارایی مصرف آب بیشتر از سال اول بود. بررسی درجه حرارت و بارندگی طی سال اول و دوم آزمایش نشان می‌دهد که در سال دوم آزمایش علاوه بر این‌که درجه حرارت بالاتر بود، بارندگی کمتر از سال اول بود (جدول ۱) و بنابراین محدودیت رطوبتی در سال دوم نسبت به سال اول آزمایش بیشتر بود و همین امر باعث افزایش کارایی مصرف آن در سال دوم نسبت به سال اول شد.

مقایسه کارایی مصرف آب زیست‌توده در بین منابع مختلف تغذیه‌ای نشان داد که بیشترین مقدار در تیمارهای کود گاوی و ورمی‌کمپوست و پس‌ازآن در تیمار کود شیمیایی به‌دست آمد. کمترین میزان نیز در تیمارهای شاهد و مایکوریزا مشاهده شد (جدول ۶). به نظر می‌رسد که استفاده از کود (کود گاوی، ورمی‌کمپوست و کود شیمیایی) به‌طور نسبی توانست تولید ماده خشک به ازای مصرف آب را در گیاه افزایش دهد. این در حالی است که در تیمار مایکوریزا به دلیل بافت سبک و ماده آلی اندک خاک و همچنین رطوبت پایین خاک، تأثیرات چشمگیری مشاهده نشد. در بین سطوح مختلف آبیاری نیز میانگین کارایی مصرف آب در تیمار ۶۰ و ۸۰ درصد نیاز آبی به ترتیب با مقادیر ۱۸۰۵ و ۱۷۱۵ گرم ماده خشک در مترمکعب آب، مقدار بیشتری را نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی با مقدار ۱۵۱۳ گرم ماده خشک در مترمکعب آب، به همراه داشتند (جدول ۶).



شکل ۴. اثر متقابل منابع مختلف تغذیه‌ای و آب آبیاری بر کارایی مصرف آب کاسبرگ گیاه چای ترش

Fig. 4. Interaction effect of nutrient resources and irrigation level on sepal use efficiency of roselle

در مطالعه‌ای بیشترین کارایی مصرف آب دانه در تیمار آبیاری معادل نیاز رطوبتی گیاه ذرت به‌دست آمد و با افزایش تنش خشکی به‌طور معنی‌داری از میزان کارایی مصرف آب دانه کاسته شد (Majidian et al., 2009). در بررسی تأثیر مقادیر مختلف آب بر عملکرد، کارایی مصرف آب و تعیین تابع تولید پنبه (*Gossypium hirsutum* L.) مشاهده شد که با کاهش ۲۰ درصد مقدار آب مصرفی عملاً کاهش عملکرد محصول مشاهده نگردید. همچنین با کاهش ۵۰ درصد آب مصرفی تنها ۱۵ درصد کاهش عملکرد مشاهده شد. محققان بر اساس نتایج این آزمایش، توصیه می‌کنند نیازی به آبیاری کامل محصول پنبه در این منطقه نیست و می‌توان با کم‌آبیاری تا میزان ۵۰ درصد عملکرد مناسب به‌دست آورد (Akbari Nodehi, 2011).

نتیجه‌گیری

نتایج این آزمایش نشان داد که در بین گیاهان تحت تیمارهای آزمایشی، بیشترین صفات مورفولوژیکی و زراعی در نتیجه‌ی کاربرد تیمارهای کود گاوی و ورمی‌کمپوست و در سطح آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه حاصل شد. کودهای دامی و ورمی‌کمپوست با افزایش مواد آلی خاک سبب بهبود ساختمان فیزیکی و همچنین حفظ رطوبت خاک می‌شوند. بیشترین کارایی مصرف آب در سطح آبیاری ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه و پس‌ازآن در سطوح آبیاری ۸۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه مشاهده شد. این امر نشان می‌دهد که گیاه در مواجهه با تنش خشکی به میزان کارآمدتری از آب استفاده کرد. در اکثر صفات موردبررسی، تیمار ۱۰۰ با تیمار ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه تفاوت معنی‌داری نداشت. بر این اساس و با توجه به شرایط خاکی و اقلیمی محل موردمطالعه، استفاده از تیمارهای کود گاوی یا ورمی‌کمپوست در کنار میزان آبیاری ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه، جهت صرفه‌جویی در مصرف آب آبیاری که در مناطق خشک و نیمه‌خشک حائز اهمیت است، به‌منظور تولید عملکرد گیاه چای ترش توصیه می‌شود.

جدول ۶. مقایسه میانگین کارایی مصرف آب دانه، کارایی مصرف آب کاسبرگ و کارایی مصرف آب زیست‌توده گیاه چای ترش تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری و منابع مختلف تغذیه‌ای

Table 6. Comparison of water use effeicency of Roselle bydifferent fertilizer resource and levels of irrigation

Treatment تیمار		Sepal water use effeicency کارایی مصرف آب کاسبرگ	Seed water use effeicency کارایی مصرف آب دانه	Biomass water use effeicency کارایی مصرف آب زیست‌توده
Year سال	Frist اول	102.99[a]	153.98[a]	1579[b]
	Second دوم	116.90[a]	161.97[a]	1776[a]
Fertilizer resource منابع کودی	Control شاهد	84.8[c]	127.4[b]	1366[c]
	Mycorrhiza میکوریز	89.3[c]	129.3[b]	1452[c]
	Chemical شیمیایی	110.3[b]	174.6[a]	1733[b]
	Vermicompost ورمی‌کمپوست	127.7[a]	176.2[a]	1885[ab]
	Cow manure کود گاوی	137.4[a]	182.1[a]	1952[a]
Irrigation level (%) سطوح آبیاری	100	103.26[b]	133.61[c]	1513[b]
	80	114.02[a]	156.28[b]	1715[a]
	60	112.56[a]	184.02[a]	1805[a]

برای هر اثر، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند.

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

منابع

Abbasi Seyahjani, E., Khomari, S., Sadeghi, A., 2010. Comparison of performance potential of sunflower cultivars for seed and oil yield in water deficit stress conditions. Journal of Plant Breeding and Crop Science. 1(2), 1-11.

Abid-Askari, M. Solangi, S., 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.

Ahmadabadi, Z., Ghajar Sepanlou, M., 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 Crop Improvement. 13(2), 1-12. [In Persian with English Summary].

Ahmadian, A., Ghanbari, A., Galavi, M., 2006. Effect of animal manure on quantitative and qualitative yield and chemical indices of essential oil of cumin (*Matricaria chamomilla* L.). Iranian Journal of Field Crops Research. 4(2), 207-216. [In Persian with English Summary].

Akbarinia, A., Karamaty Toroghi, M., Hadi Tavatori., M.H., 2008. Effect of irrigation intervals on flower yield of *Echium amoenum* Mey & Fisch. J. Pajouhesh & Sazandegi. 76, 122-128. [In Persian with English Summary].

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 Production Science. 21(1), 103-111. [In Persian with English Summary].

Alizadeh, A., Kamali, Gh., 2008. Crop Water Requirement in Iran. Astan Quds Razavi. Second edition. [In Persian].

Basri, M.H. A., Abdu, A., Jusop, Sh., Ahmed, O.H., Abdul-Hamid, H., Kusno, M.A., Zainal, B., Senin, A.L., 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. Am. Journal of Applied Sciences. 10(12), 1586-1597.

Dahmardeh, M., 2012. Effect of mineral and organic fertilizers on the growth and sepal yield of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). African Journal Biotechnology. 11(48), 10899-10902.

Duke, J.A., 2006. Ecosystematic data on economic plants. Journal of Crude Research. 17(3), 91-110.

EL-Boraie, F.O.M., Gaber, A.M., Abdel-Rahman, G., 2009. Optimizing irrigation schedule to maximize water use efficincy of Hibiscus sabdariffa under shalation condition, Word. Journal of Agriculture Science. (4), 505-514.

Fagbenro, O.A., 2005. Soybean meal substitution with roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) seed meal in dry practical diets for fingerlings of the African catfish, Clarias gariepinus. Journal of Animal and Veterinary Advances. (4), 473-477.

Fallahi, H.R., Ghorbani, M., Aghhavani Shajari, M., Samadzadeh, A., khayyat, M., Maraki, Z., Asadian, A.H., 2017. Effects of irrigation management, mycorrhizal inoculation and humic acid application on color characteristics of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) dried sepals. Enviromental Stresses in Crop Sciences. 10(4), 571-582. [In Persian with English Summary].

Farre, I., Faci, J.M., 2006. Comparative response of maize (*Zea mays* L.) and sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) to deficit irrigation in a Mediterranean environment. Agricultural Water Management. 83(1), 135- 143.

Gendy, A.S.H., Said-Al Ahl, H.A.H., 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 Basic & Applied Sciences. 6(5), 1-12.

Ghaffaripor, A., 2004. Drought effect on yield and quantitative and qualititativ attributes in new sunflower hybrids. M.Sc. AIU. Karaj Branch. 126p. [In Persian].

Ghaffari A., 2008. Agroclimatic zoning of Iran. Rain fed crop production areas with particular emphasis to agroecological characterization. (Annual Report) Agricultural Extension. Education and Research Organization (AEERO). Dry land Agricultural Research Institute (DARI). ICARDA Technical Report. 214.

Koocheki, A., R. Shabahang, J. Khorramdel, S., Najafi, F., Bakhshaei, S., 2013. Effects of irrigation on grain yield and essential oil of fennel. The 1st Regional Congress on Medical

Plants of North of Iran. Goegan, 8 May 2013. [In Persian].

Majidian, M., Ghalavand, A., Kamgar Haghighi, A., Karimian, N. 2009. Effect of drought stress, nitrogen fertilizer and manure on chlorophyll meter reading, grain yield and yield components in grain maize cv. SC 704. Iranian Journal of Crop Sciences. 10(3), 303-330. [In Persian with English Summary].

Mohammadpour Vashvaei, R., Ghanbari, A., Fakheri, B.A., 2017. Effect of bio-fertilizers in combination with different rates of chemical fertilizers on the growth characters and sepals yield of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). Journal of Agroecology. 9(2), 276-295. [In Persian with English Summary].

Moradi, R., Nassiri Mahhalati, M., Rezvani Moghaddam, P., Lakzian, A., Nejadali, A.A., 2011. The effects of biological and organic fertilizers on quality and quantity of essential oil of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Journal of Horticultural Science. 25(1), 25-33. [In Persian with English Summary].

Mukhtar, M.A., 2007. The effect of feeding roselle (*Hibiscus sabdariffa*) seed on broiler chick`s performance. Journal of Animal and Veterinary Advances. 2(13), 21-23.

Naghdi Badi, H.A., Zeinali Mobarake, Z., Omidi, H., Rezazadeh, SH. A., 2013. Changes in agronomic and phytochemical Borage (*Borago officinalis* L.) is influenced by biological and chemical fertilizers. Journal of Medicinal Plants. 2(9): 145-156. [In Persian with English Summary].

Reddy, A.R., Chaitanya, K.V., Vivekanandan, M., 2004. Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. Journal of Plant Physiology. 161(11), 1189-1202.

Research Station Agricultural Meteorology. 2014. Miandeh, Jiroft city.

Rezapour, A.R., Heidari M. Galavi M., Ramrodi, M., 2011. Effect of water stress and different amounts of sulfur fertilizer on grian yield, grain yield components and osmotic adjustment in *Nigella sativa* L. Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic. 27(3), 384-396.

Roustaie, Kh., Movahhedi Dehnavi, M., Khadem, S.A., 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 Crop Improvement. 14(1), 33-42. [In Persian with English Summary].

Sadeghi, A.A., akhsh Kelarestaghi, K., Hajmohammadnia Ghalibaf, K., 2014. The effects of vermicompost and chemical fertilizers on yield and yield components of marshmallow (*Altheae officinalis* L.). Journal of Agroecology. 6, 42-50. [In Persian with English Summary].

Sanjarimijani, M., Sirousmehr, A.R., Fakheri, B., 2016. The effect of drought stress humin acid on morphological traits, yield and anthocyanin of roselle (*Hibiscus Sabdariifa* L.). Journal of Agroecology. 8(3), 346-358. [In Persian with English Summary].

Seghatoleslami, M.J. Mosavi, S.G., Barzegaran, T., 2013. Effect of irrigation levels and planting date on yield and water use efficiency of *Hibiscus sabdariffaL*. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants. 29(1), 144-156.

Silva Junior, A.A. 2003. Essentia herba. Plantas: bioativas. Florianópolis: Epagri, v. 1.

Sreevalli, Y., Baskaran, K., Chandrashekara, R., kuikkarni, R., Sushil Hasan, A., Samresh, D., Kukre, J., Ashok, A., Sharma Singh, K., Srikant, S., Rakesh, T., 2001. Preliminary observations on the effect of irrigation frequency and genotypes on yield and alkaloid concentration in Petriwinkle. Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Science. 22, 356-358.

Ston, J.F., Nofziger, D.L. 1993. Water use and yield of cotton grown under wide-spaced furrow irrigation. Agricultural Water Management. 24, 27-38.

Tiamiyu, R.A., Ahmed, H.G., Muhammad, A.S. 2012. Effect of Sources of Organic Manure on Growth and Yields of Okra (*Abelmoschus esculentus* L.) in Sokoto. Nigerian Journal of Basic and Applied Sciences. 20(3), 213-216.

UNESCO, 1979. Map of the world distribution of arid regions, Map at Scale 1:25,000,000 with Explanatory Note. UNESCO, Paris.