اثر دور آبیاری و نسبت‌های مختلف کود شیمیایی و دامی بر عملکرد و اجزای عملکرد چای ترش در شرایط اقلیمی ایرانشهر

فصلنامه بوم‌شناسی گیاهان زراعی
جلد ۱۳، شماره ۴، صفحات ۸۶-۷۱
(زمستان ۱۳۹۶)

سید مهدی جوادزاده
گروه کشاورزی، واحد ایرانشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، ایرانشهر، ایران
✉ s.m.javadzadeh@gmail.com

چکیده به منظور مطالعه اثر سطوح آبیاری و کود بر عملکرد چای ترش، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در منطقه ایرانشهر اجرا شد. تیمارها شامل فواصل آبیاری ۷، ۱۴ و ۲۱ روزه و نسبت‌های ۱۰۰:۰، ۷۵:۲۵، ۵۰:۵۰، ۲۵:۷۵ و ۰:۱۰۰ کود شیمیایی و آلی بود. سطوح مختلف آبیاری و نسبت‌های کودی بر اغلب صفات مورد مطالعه چای ترش تأثیر معنی‌داری داشتند. عملکرد کاسبرگ در دور آبیاری ۱۴ روز، ۸/۱ گرم بر مترمربع بود که نسبت به دور آبیاری ۷ روزه ۱۰/۶٪ افزایش داشت. اثربخشی تلفیق کود شیمیایی با کود دامی بر اجزای عملکرد چای ترش در مقایسه با مصرف جداگانه هر کدام از آن‌ها بیشتر بود. بیشترین عملکرد کاسبرگ در نسبت مساوی از کود دامی و شیمیایی به دست آمد که نسبت به کاربرد تک تک آن‌ها به ترتیب ۲۳/۷ و ۳۲/۲٪ بیشتر بود. کاربرد تلفیقی کود دامی و شیمیایی، زیست توده کل بیشتری ایجاد نمود. در نهایت، استفاده از نسبت مساوی کود دامی و شیمیایی با دور آبیاری ۱۴ روزه در کشت و کار چای ترش در شرایط آبی و اقلیمی ایرانشهر توصیه می‌شود.

شناسه مقاله
نوع مقاله: پژوهشی
تاریخ پژوهش: ۱۳۹۵
تاریخ دریافت: ۹۶/۰۹/۰۵
تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۲/۲۰

واژه‌های کلیدی
- **تغذیه گیاهی**
- **تلفیق کود**
- **چای مکی**
- **راندمان مصرف آب**
- **کود حیوانی**

این مقاله با دسترسی آزاد تحت شرایط و قوانین The Creative Commons of BY - NC - ND انتشار یافته است.

DOI: 10.22034/AEJ.2018.539479

مقدمه چای ترش[1] از مهم‌ترین و قدیمی‌ترین گیاهان دارویی ایران از تیره پنیرکیان می‌باشد که در سطح وسیعی از استان سیستان و بلوچستان کشت می‌شود.[۱۸،۱۹] و در مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران در شرایط کمبود آب و با حاصلخیزی کم خاک، اهمیت فراوانی دارد.[۷۰] چای ترش بومی ایران نیست و کشت این گیاه در ایران در سیستان و بلوچستان، کرمان (جیرفت) و هرمزگان (میناب) گزارش شده است.[۱۵] این گیاه بومی قاره آفریقا بوده و در سراسر هند، آفریقا، بخشی از آسیا، آمریکا، استرالیا[۱۱] و در کشورهای گرمسیری مانند عربستان سعودی، مالزی، تایلند، فیلیپین، ویتنام، سودان، مصر، مالی و مکزیک کشت می‌گردد[۵۷] و در صنایع مختلف دارویی، غذایی، آرایشی و بهداشتی در طب سنتی مورد استفاده است.

چای ترش دارای سه مرحله رشد رویشی، زایشی و بلوغ می‌باشد[۲۰،۲۲] که در حدود ۱۸۳ روز طول می‌کشد.[۱۶،۲۳] از جنس هیبیسکوس تعداد ۳۰۰ گونه از این گیاه در سراسر جهان در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری یافت می‌شود[۱۶] که ۱۵ ژنوتیپ از مناطق جغرافیای مختلف ایرانشهر جمع آوری شدند.[۶۳]

چای ترش در طب سنتی و مدرن برای درمان بیماری‌های مختلف استفاده می‌شود.[۱۵] در طب سنتی دارای اثراتی از جمله کاهنده فشارخون، خنک‌کننده بدن، رقیق و تصفیه‌کننده خون، رفع کننده عوارض بیماری‌های قلبی، محافظ مسمومیت کبدی و صفرایی، ضد باکتری و قارچ، درمان‌کننده سرفه، آبسه، ضعف و ناتوانی، سوء هاضمه، تب‌بر، نرم‌کننده، تنظیم کلسترول خون، آرام بخش، درمان سرطان، ضد گرفتگی عضله، تحریک حرکت دودی روده، درمان سنگ کلیه و مثانه مصرف می‌باشد. از جمله مهم‌ترین اثرات درمانی این گیاه می‌توان به اثرات آنتی‌اکسیدانی، ضدالتهابی و ضد سرطانی آن اشاره نمود.[۱۴،۱۵]

اهلی‌سازی گیاهان دارویی وحشی به منظور رفع نیازهای فزاینده به داروهای گیاهی، یک ضرورت به شمار می‌رود که باعث تولید مواد خام دارویی با کیفیت یکنواخت و خصوصیات شناخته شده می‌گردد و اقتصادی‌ترین روش دستیابی به محصول بیشتر در واحد سطح می‌باشد.[۳۶،۶۰]

تنش آبی مهم‌ترین عامل مؤثر بر عملکرد گیاهان زراعی به ویژه در زراعت‌های آبی واقع در مناطق خشک و نیمه‌خشک است. بهینه‌سازی مدیریت آبیاری به خاطر کمبود آب همراه با انتخاب گیاهان زراعی مناسب برای کشت از اهمیت خاصی برخوردار است.[۲۷] واکنش گیاه نسبت به تنش کم آبی و ارزیابی اثر خالص تنش خشکی و خسارات ناشی از آن پیچیده می‌باشد. تنش خشکی، رشد ساقه و ریشه را تحت تأثیر قرار داده و ممکن است باعث کاهش رشد مورفولوژیکی گیاهان شود.[۴۵] با احتساب این موضوع گیاهان در اثر خشکی، علاوه بر واکنش‌های فیزیولوژیک، تغییرات ظاهری نیز از خود نشان می‌دهند.[۷۲] تنش خشکی به دلیل کاهش میزان انتقال سیتوکینین از ریشه به بخش‌های هوایی و یا افزایش اسید آبسزیک در برگ، از قابلیت انعطاف پذیری دیواره سلول کاسته و در نتیجه رشد گیاه کاهش می‌یابد.[۵،۴۱]

برخلاف گیاهان زراعی، پژوهش‌های محدودی در زمینه رژیم‌های آبیاری و تلفیق کودهای دامی و شیمیایی بر خواص کمی و کیفی گیاهان دارویی انجام شده و اطلاعات در این مورد بسیار اندک است.[۱۷] کیفیت و کمیت ماده مؤثره گیاهان دارویی تحت تأثیر مدیریت زراعی قرار می‌گیرد.[۵۶] کشت یک گیاه دارویی از نظر اقتصادی وقتی مقرون به صرفه است که تولید متابولیت‌های ثانویه آن به حد مطلوب رسیده باشد. با شناخت عوامل محیطی مؤثر در تولید و انتخاب ارقام

[1] *Hibiscus sabdariffa* L.

گیاهی مناسب می‌توان به حداکثر مقدار محصول دست‌یافت.[۴۹]

نجفی (۲۰۰۱) در بررسی اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر خصوصیات کیفی بذر اسفرزه[1] طی دو سال زراعی، رژیم‌های آبیاری ۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روزه را مورد مطالعه قرار داده و نتیجه گرفت که رژیم‌های مختلف آبیاری هیچ تأثیری بر میزان موسیلاژ بذر نداشته اما بیشترین مقدار تورم بذر در هر دو سال آزمایش مربوط به دور آبیاری ۱۴ روز بود. بیشترین وزن هزار دانه مربوط به دور آبیاری هفت روز بود.[۴۶] *کوچکی و همکاران (۲۰۰۶)* نشان دادند که با افزایش فواصل آبیاری ۱۰، ۲۰ و ۳۰ روز عملکرد و اجزای عملکرد و صفات رشدی رازیانه روند کاهشی داشت.[۳۷] *دیلیپ و همکاران (۱۹۹۱)* گزارش کردند که در کنجد افزایش دفعات آبیاری به طور معنی‌داری تعداد شاخه‌های فرعی در گیاه، دانه در کپسول و کل ماده خشک گیاهی در متر مربع را افزایش داد.[۱۲] آبیاری در ابتدای رویش گیاه، مرحله تشکیل ساقه و همچنین مرحله نمو گل‌ها بر کیفیت و کمیت مواد مؤثره رازیانه داشت.[۵۰] نتایج پژوهش *گانپات و همکاران (۱۹۹۲)* روی واکنش اسفرزه به آب نشان داد که وزن خشک با افزایش تعداد دفعات آبیاری تا پنج به شدت افزایش پیدا کرد که این مسأله به دلیل افزایش تعداد بوته‌ها و رشد بهتر آن‌ها بوده است، عملکرد دانه نیز به‌طور معنی‌داری با افزایش تعداد دفعات آبیاری تا چهار نوبت افزایش یافت، ولی تفاوت معنی‌داری بین چهار و پنج نوبت آبیاری از این لحاظ وجود نداشت.[۲۵]

امید بیگی (۲۰۰۵) گزارش کرد بابونه قادر به تحمل خشکی است ولی در مرحله رویش بذر و همچنین در مرحله تشکیل ساقه به مقادیر مناسب آب نیاز دارد.[۵۰] کاربرد صحیح عناصر و مواد غذایی در طول مراحل کاشت و داشت گیاهان دارویی، نقش اساسی در افزایش عملکرد و کیفیت مواد مؤثره آنها دارد.[۷] در گزارش‌های مختلف بیان شده که کودهای شیمیایی عملکرد بالایی نسبت به کودهای دامی دارند.[۴۹،۵۹]

بررسی‌ها نشان می‌دهد مصرف کودهای آلی به واسطه فراهمی فسفر و بیشتر عناصر کم مصرف، سبب افزایش رشد و عملکرد گیاهان شده و رفع کمبود عناصر غذایی کم مصرف به‌وسیله مواد آلی، به علت قدرت کمپلکس‌کنندگی این مواد عنوان شده است.[۷] *کاپور و همکاران (۲۰۰۴)* گزارش کردند که کودهای آلی سبب افزایش عملکرد اسانس رازیانه می‌شود.[۳۴] نتایج پژوهش *شالان (۲۰۰۵)*[۶۵] روی گل‌گاوزبان، *محفوظ و شرف الدین (۲۰۰۷)*[۴۲] و *ازاز و همکاران (۲۰۰۹)*[۸] روی رازیانه و *کومار و همکاران (۲۰۰۹)*[۳۹] روی یک گونه دارویی درمنه[2] نیز نشان داد، کاربرد تلفیقی منابع کودی مختلف شامل کودهای بیولوژیک، شیمیایی و آلی اثرات مثبتی بر افزایش ارتفاع بوته و تعداد شاخه گیاهان مذکور داشت.

اکبری‌نیا و همکاران (۲۰۰۲) نیز نشان داد که کاربرد تلفیقی کود دامی و شیمیایی در مقایسه با کاربرد جداگانه آن‌ها عملکرد اسانس بیشتری در گیاه دارویی زنیان تولید کرد.[۲] علیرغم کشت و کار سنتی چای ترش در ایران، اطلاعاتی اندکی در خصوص دور آبیاری مناسب و نیاز کودی در این گیاه گزارش شده است.[۱۷]

در این پژوهش با توجه به شرایط آب و هوایی ایرانشهر، سعی شد که سیستم‌های مختلف کودی در جهت تولید بهینه چای ترش در دوره‌های مختلف آبیاری، مورد بررسی قرار گیرد. با توجه به این موضوع، هدف از این پژوهش، دستیابی به روش مدیریت صحیح آبیاری گیاه چای ترش و تلفیق کودهای دامی و شیمیایی بر خصوصیات زراعی و عملکرد کمی چای ترش در منطقه ایرانشهر بود.

[1] *Plantago ovata* Forsk.

[2] *Artemisia pallens*

مواد و روش‌ها این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی و آموزشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ایرانشهر در اراضی شهدراز اجرا گردید. این منطقه دارای تابستانی گرم و خشک و سوزان می‌باشد که حداکثر درجه حرارت در تابستان ۴۸ و در زمستان به ۲ درجه سلسیوس می‌رسد.[۲۱]

نمونه‌برداری از خاک مزرعه از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متر انجام و تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی روی آن انجام گرفت. کلاس بافت خاک مزرعه مورد آزمایش لومی بود (جدول ۱). زمین آزمایش در بهار شخم نسبتاً عمیق خورده و به‌منظور خرد کردن کلوخه‌ها دیسک زده شد. پس از دیسک زدن، جوی و پشته‌ها به کمک دستگاه شیار ساز با فاصله بین ردیف ۷۵ سانتی‌متر و روی ردیف‌های ۵۰ سانتی‌متری ایجاد شدند؛ و کرت‌های فرعی با ابعاد ۴ × ۳ متر، تعیین گردید ابعاد هر بلوک ۶ × ۵۳ متر (مساحت ۳۲۸ متر مربع) می‌باشد؛ که هر کرت فرعی شامل چهار ردیف کاشت فاصله بین بلوک‌های آزمایش ۱ متر و بین کرت‌های فرعی از یکدیگر ۰/۵ متر به‌منظور جلوگیری از تداخل تیمار آبیاری، در نظر گرفته شد. چون گیاه چای ترش به شرایط غرقابی حساس است، بنابراین کاشت روی پشته‌ها و به‌صورت هیرم کاری انجام شد. در هر فاصله دو تا سه بذر در عمق کاشت ۵-۳ سانتیمتر قرار داده شد. بلافاصله پس از کشت نسبت به آبیاری مزرعه اقدام شد. بذر مصرفی از رقم سابداریفا به میزان ۳ کیلوگرم در هکتار و با تراکم حدود ۲/۶ بوته چای ترش در مترمربع کشت شد.

آزمایش به‌صورت طرح کرت‌های خردشده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مساحت ۸۵۰ مترمربع انجام شد. فواصل آبیاری به عنوان فاکتور اصلی در سه سطح ۷، ۱۴ و ۲۱ روز قرار گرفتند. فاکتور فرعی نسبت‌های مختلف کود دامی پوسیده و شیمیایی رایج در پنج نسبت ۱۰۰:۰، ۷۵:۲۵، ۵۰:۵۰، ۲۵:۷۵ و ۰:۱۰۰ کود شیمیایی و آلی بود که به‌طور تصادفی در داخل کرت‌ها توزیع شدند. کود دامی قبل از کاشت و آماده‌سازی زمین در مزرعه پخش و با خاک مزرعه مخلوط شد. در تیمار کود شیمیایی، کودهای فسفر، پتاسیم و نیمی از کود نیتروژن قبل از کشت به‌صورت ردیفی در زیرخط کاشت قرار گرفتند و مابقی کود نیتروژن به‌صورت سرک در زمان قبل از گلدهی اعمال گردید.

کلیه عملیات کاشت، داشت و برداشت در زمان مناسب و مطابق معمول منطقه انجام می‌شود. مبارزه با علف‌های هرز به‌صورت دستی با استفاده از فوکا وجین در سه مرحله صورت گرفت. صفات مورد بررسی شامل عملکرد کاسبرگ‌ها، ارتفاع بوته، ارتفاع شاخه فرعی، قطر ساقه، تعداد غوزه در بوته، تعداد شاخه فرعی در بوته، تعداد دانه در غوزه، وزن هزار دانه بودند. ارزیابی‌ها روی ۱۰ بوته که به طور تصادفی در هر واحد آزمایشی انتخاب شده بودند، پس از حذف اثرات حاشیه انجام شد. برای تعیین عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت با حذف ۰/۵ متر از اول و آخر هر ردیف کاشت، دو ردیف وسط هر کرت (سطحی معادل ۸ مترمربع) برداشت شد. از معادله (۱) شاخص برداشت محاسبه گردید:

معادله (۱) $HI= (Y_E/Y_B)* 100$

Y_B: عملکرد بیولوژیکی

Y_E: عملکرد اقتصادی

جدول ۱) برخی مشخصات فیزیکی شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Table 1) Some of the soil physical and chemical properties at the experimental site

sand (%)	silt (%)	clay (%)	soil texture	EC (ds/m)	total nitrogen (%)	organic carbon (%)	pH	P (ppm)	K (ppm)
24	48	28	Silt loam	2.12	0.01	0.16	8.1	3	70

همچنین، راندمان مصرف آب بر اساس معادله (۲) محاسبه شد.

معادله (۲) $WUE= Y / W$

Y: عملکرد کاسبرگ‌ها برحسب کیلوگرم در هکتار

W: میزان آب مصرفی برحسب مترمکعب در هکتار

مقایسه میانگین با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ با نرم‌افزار SAS ver. 9 انجام شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

تأثیر دور آبیاری بر ارتفاع بوته در سطح ۵٪ معنی‌داری بود. با کاهش فواصل آبیاری ارتفاع بوته افزایش یافت (جدول ۲). اگرچه ارتفاع بوته یک صفت ژنتیکی می‌باشد ولی تحت تأثیر مدیریت زراعی قرار می‌گیرد. افزایش دور آبیاری باعث کاهش ارتفاع بوته می‌گردد. افزایش فواصل آبیاری و تنش ناشی از آن موجب کاهش پتانسیل آب بافت‌های مریستمی در طول روز شده که موجب نقصان پتانسیل فشاری به حدی کمتر از میزان لازم برای بزرگ شدن سلول‌ها می‌گردد و سبب کاهش ارتفاع بوته خواهد شد.[۳۱] *اکبری نیا و همکاران (۲۰۰۵)* نیز بالاترین ارتفاع بوته سیاه‌دانه را تحت تأثیر دور آبیاری شش روز گزارش کرده‌اند.[۳] افزایش ارتفاع بوته در تیمار شاهد ۷ روز دور آبیاری به رشد نامحدودی گیاه چای ترش مربوط می‌شود چراکه فراهمی رطوبت و درجه حرارت مطلوب، موجب تداوم رشد رویشی و در نتیجه افزایش ارتفاع گیاه می‌شود. افزایش درجه حرارت همراه با تنش خشکی عامل مؤثر بر تسریع فنولوژی و کاهش دوره‌ی رشد گیاه به نظر می‌رسد. تنش خشکی از طریق افزایش سرعت نمو و کاهش دوره‌ی رشد رویشی، کاهش ارتفاع بوته را القاء می‌نماید. *رزمجو و همکاران (۲۰۰۸)* بیان کردند که افزایش دور آبیاری از ۲ روز به ۱۰ روز باعث کاهش ارتفاع گیاه بابونه از ۴۳ به ۳۲ سانتی‌متر گردید. کاهش ارتفاع گیاه در اثر تنش خشکی یکی از بارزترین علایم است، مشخص‌شد که تنش خشکی از طریق کاهش سرعت رشد گیاه باعث کاهش ارتفاع می‌شود و هرچه زمان اعمال تنش به مراحل انتهایی فصل رشد نزدیک‌تر باشد تأثیر کمتری بر ارتفاع گیاه دارد.[۵۸] ارتفاع بوته به‌طور قابل‌توجهی تحت شرایط تنش آبی با دور آبیاری ۲۱ روز کاهش یافت. این نتایج با مطالعات *آنوپاما و همکاران (۲۰۰۵)* در گل داودی، *نیکول و همکاران (۲۰۰۶)*[۶] در سرخارگل، *گابالا و همکاران (۲۰۰۷)*[۲۴] در آفتابگردان، *یوسف و همکاران (۲۰۰۸)*[۷۴] در مرزه، *حجتی و همکاران (۲۰۱۱)*[۳۲] در گلرنگ، *خلیل و همکاران (۲۰۱۲)*[۳۵] در فلفل و *باهراینجاد و همکاران (۲۰۱۳)*[۱۰] در آویشن هماهنگی دارد. کاهش ارتفاع بوته تحت تنش آب شاید به کاهش به دلیل بزرگ شدن سلول و در نتیجه کاهش بیشتر فشار تورگور می‌باشد.[۶۶]

همچنین ارتفاع بوته تحت تأثیر تیمار کودی قرار گرفت (جدول ۲)، به‌طوری‌که در نسبت ۵۰:۵۰ ارتفاع گیاه افزایش معنی‌داری داشت (جدول ۳). افزایش رشد سلول‌ها تحت تأثیر کود دامی و شیمیایی می‌تواند دلیلی برافزایش ارتفاع گیاه باشد. پژوهشگران گزارش نموده‌اند که کمبود نیتروژن رشد سلول‌ها و میزان تولید پلی ساکاریدها را که از اجزای دیواره سلول‌های گیاهی هستند را کاهش می‌دهد.[۲۹] به‌طورکلی افزایش ارتفاع از نظر رقابت با علف‌های هرز نیز مفید بوده و از نتایج دیگر آن تولید برگ‌های جدید در بالای کانونی است که کارآمدترین برگ‌ها را در بهترین موقعیت ازنظر فتوسنتز قرار می‌دهد. رشد گیاه به مقدار عناصر غذایی و رطوبت موجود در خاک وابسته است و کودهای دامی از طریق

افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت موجود در خاک شرایط مساعدتری را برای رشد گیاه فراهم می‌آورد.[۶۱] به نظر می‌رسد تلفیق کود شیمیایی و کود دامی به علت فراهم کردن عناصر غذایی و رطوبت از رشد بهتری نسبت به سایر تیمارها برخوردار بوده است.

تعداد شاخه‌های فرعی

دور آبیاری بر تعداد شاخه‌های فرعی معنی‌دار بود (جدول ۲). دور آبیاری ۱۴ روز باعث رشد رویشی بهتر، توسعه کانوپی و در نتیجه استفاده بهتر از تشعشع خورشید و فتوسنتز بالاتر می‌شود و در نهایت تعداد شاخه‌های فرعی افزایش می‌یابد. چای ترش گیاهی با رشد نامحدود است بنابراین، افزایش تنش خشکی سبب کاهش سرعت گذر گیاه از مرحله رشد رویشی و رساندن خود به مرحله رشد زایشی می‌شود که این امر کمتر شدن تعداد شاخه فرعی در گیاه را در تنش‌های بالاتر سبب می‌شود.

تعداد شاخه فرعی در سطح احتمال ۵٪ تحت تأثیر سطوح مختلف کودی قرار گرفت. در تیمار کودی ۵۰:۵۰ به دلیل کاربرد ۵۰٪ کود شیمیایی و عرضه سریع‌تر عناصر موردنیاز گیاه توسط این کود در اوایل رشد سبب افزایش رشد ریشه و در نهایت افزایش تعداد ساقه فرعی شد. هم‌چنین از جمله اثرات مستقیم و غیرمستقیم کودهای آلی می‌توان به افزایش ظرفیت نگه‌داری مواد غذایی و افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک اشاره کرد.[۲۸] که در تیمار ۵۰:۵۰، توانسته چنین شرایطی را فراهم کند و درنهایت به دلیل قرار گرفتن ریشه در شرایط تغذیه‌ای مناسب، سبب افزایش رشد گیاه و در نهایت افزایش تعداد ساقه فرعی در بوته می‌شود (جدول ۳). سعید *نژاد و رضوانی مقدم (۲۰۱۰)* گزارش کردند افزایش میزان عناصر غذایی در دسترس گیاه به‌خصوص نیتروژن و فسفر باعث تحریک رشد گیاه شده و با افزایش رشد، تعداد شاخه فرعی در بوته نیز افزایش پیدا کرده است.[۶۲] در این آزمایش نسبت ۵۰:۵۰ کود دامی و شیمیایی توانسته بستر مناسبی برای رشد ریشه فراهم نمایند. در نتیجه سبب افزایش توسعه رویشی در گیاه شده که نتیجه آن افزایش تعداد ساقه فرعی در گیاه بوده است. هم‌چنین به علت کاهش تعداد ساقه فرعی در تیمار کودی ۱۰۰:۰، به دلیل کندی تجزیه عناصر موجود در کود دامی می‌باشد که نیازهای غذایی گیاه برطرف نشده و نمی‌تواند بستر مناسبی را برای رشد ریشه فراهم نماید در نتیجه تعداد ساقه فرعی کاهش می‌یابد. دلیل بی‌اثر شدن تیمارهای کودی نسبت به هم می‌تواند شرایط نامناسب زمین مزرعه ازلحاظ فقر عناصر غذایی باشد؛ بنابراین نمی‌توان انتظار حداکثر بهره‌برداری از تیمارهای کودی مختلف را از خاک داشت. به‌عبارت‌دیگر همه تیمارهای کودی توانسته‌اند فقط تا حد مشخصی باعث تأمین عناصر غذایی و رشد گیاه و درنتیجه افزایش تعداد ساقه فرعی در بوته شوند. نتایج مطالعه *هارونا و همکاران (۲۰۱۱)* نشان داد که کاربرد ۶۰ کیلوگرم کود نیتروژن به همراه ۱۵ تن کود مرغ در هکتار سبب افزایش تعداد شاخه در بوته در گیاه کنجد به مقدار حدود ۵۰٪ نسبت به شاهد شد.[۳۰] به نظر می‌رسد تلفیق کود دامی و شیمیایی سبب آزادسازی تدریجی عناصر غذایی، همراه با نیاز گیاه در هر مرحله رشدی شده است و در این شرایط راندمان جذب بسیاری از عناصر غذایی و زمان قابل‌دسترس بودن آن‌ها افزایش می‌یابد و شرایط برای رشد و نمو بیشتر گیاه فراهم می‌گردد.[۵۱] همچنین نسبت ۵۰:۵۰ نسبت به سایر نسبت‌های مورد آزمایش سبب افزایش بیشتر خلل و فرج، ظرفیت نگهداری آب، نفوذپذیری بیشتر ریشه شده و به همراه کود شیمیایی منجر به افزایش رشد گیاه گردید که باعث برتری این نوع تیمار شد.

جدول ۲) تجزیه واریانس خصوصیات رشدی چای ترش تحت تأثیر دور آبیاری و نوع کود مصرفی

Table 2) Variance analysis of roselle growth characteristics effected by irrigation intervals and fertilizers

		mean of squares												
Source of variation	**df**	**plant height**	**lateral branch no.**	**Stem diameter**	**the first branch height**	**seed no. in boll**	**thousand seed weight**	**boll weight**	**boll no. per plant**	**calyx fresh yield**	**calyx dry yield**	**biological yield**	**harvest index**	**water-use efficiency**
Replication	2	142.3	1.095	7.70	142.33	37.78	0.017 ns	0.325	032	63699.1 ns	5980.9	93883.61	158.59	0.002
Irrigation intervals (I)	2	508.4 *	5.280**	2.918 **	506.64 *	69.88 *	31.41*	0.428 *	0.43 *	3020329.2*	28359.6*	161429.28*	110.11**	0.006*
Error (a)	4	240.6	6.24	1.85	240.65	0.33	0.02	0.002	0.002 ns	217987.2	2046.8	18892.84	2.480	0.0015
Fertilizer (F)	4	1735.5 **	15.33 **	79.15 **	11.35 *	62.65*	37.57 ns	0.510 ns	0.51 ns	10061686**	9973.1**	329279.64*	53.28*	0.019*
I × F	8	5.21 ns	0.13 *	0.72 *	7.57 ns	1.24 ns	0.693 ns	0.375 ns	0.37	301474.0 ns	283.8 ns	4950.07**	11.27 ns	0.0003 ns
Error (b)	24	7.57	0.013	0.124	5.21	1.05	0.002	0.001	0.001	44120.5	414.3	12945.47	4.66	0.0004
CV (%)		2.03	1.59	1.33	5.26	4.81	0.81	0.195	0.19	4.22	4.24	7.46	5.26	1.68

* and ** significant at 5 and 1% probability level, respectively and ns is non- significant.

* و ** به ترتیب، معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪ و **ns** غیر معنی‌دار

جدول ۳) اثر دور آبیاری و نوع کود بر عملکرد و اجزای عملکرد چای ترش

Table 3) The effects of irrigation intervals and fertilizer type on the yield and yield components of roselle

	mean of squares												
Treatment	**plant height (cm)**	**lateral branch no.**	**stem diameter (mm)**	**the first branch height (cm)**	**seed no. in boll**	**thousand seed weight (g)**	**boll weight (g)**	**boll no. per plant**	**calyx fresh yield (kg/ha)**	**calyx dry yield (kg/ha)**	**biological yield (kg/ha)**	**harvest index (%)**	**water-use efficiency (kg/m^3)**
Irrigation intervals (day)													
7	119 a	8 b	25.5 b	50.23 b	21.19 b	30.98 b	9.9 b	58.96 a	6910.2 b	669.5 b	1519.43 b	45.71 a	0.112 a
14	114 b	9 a	26.6 a	45.11 a	23.15 a	30.023	10.2 a	59.96 a	7312.3 a	798.6 a	1331.36 a	53.68 b	0.118 b
21	108 c	7 c	23.2 c	39.18 c	18.84 c	32.87 a	9 c	54.31 b	6415.4 c	621.7 c	1398.30 b	45.06 c	0.103 c
fertilizer manure : chemical fertilizer ratio (%)													
100:0	113 d	8 d	23.3 d	59.26 d	19.26 d	31.22b	10 a	52.16 d	6341.4 d	614.4 d	1398.67 c	44.79 c	0.102 c
75:25	125 b	9 b	26.8 b	71.89 b	22.09 b	30.06 d	10 a	61.12 b	7416.5 b	718.7 b	1364.10 b	53.18 b	0.122 b
50:50	141 a	11 a	29.9 a	86.12 a	25.02 a	28.25 c	10 a	69.23 a	8392.9 a	813.2 a	1445.87 a	57.17 a	0.134 a
25:75	117 c	8 c	24.4 c	61.75 c	20.72 c	31.52 c	9 b	56.55 c	6604.1 c	639.9 c	1402.51 b	45.89 c	0.106 c
0:100	104 e	7 e	21.1 e	50.25 e	18.20 e	33.78 a	9 b	48.88 c	5643.6 e	545.8 e	1391.30 c	39.60 d	0.092 d

Similar letters in each column show non- significant difference according to Duncan test at 5% level

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ با آزمون دانکن می‌باشد.

قطر ساقه

اثر دور آبیاری بر قطر ساقه در سطح ۵٪ معنی‌دار بود. با کاهش دور آبیاری، قطر ساقه، کاهش پیدا کرد. در نتیجه افزایش تنش خشکی، قطر ساقه کاهش معنی‌داری را در سطح ۵٪ نشان می‌دهند (جدول ۲). علت کاهش رشد ساقه در دور آبیاری ۷ روز این‌طور بیان‌شده است که فعالیت آنزیم ایندول استیک اسید اکسیداز[1] در بافت‌های گیاهی که دارای رشد سریعی می‌باشند بسیار کم است (جدول ۳) ولی فعالیت این آنزیم در شرایط تنش خشکی افزایش‌یافته و موجب تجزیه هورمون اکسین در گیاه می‌گردد. [۹]

طول اولین شاخه فرعی از سطح خاک

تشکیل اولین شاخه فرعی از سطح خاک می‌تواند بر چگونگی و کاهش خسارت حاصل از برداشت مؤثر باشد چرا که شاخه‌های فرعی حاوی غوزه می‌باشد. هر چقدر فاصله تشکیل اولین شاخه فرعی یا به عبارت بهتر فاصله تشکیل اولین غوزه‌ها از سطح خاک بیشتر باشد، برداشت راحت‌تر و خسارت کمتری صورت می‌گردد.[۱۸] در ارتباط با فاصله تشکیل اولین شاخه فرعی از سطح خاک بین دور آبیاری و مقادیر مختلف کود اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ وجود داشت (جدول ۲). به‌طورکلی با افزایش دور آبیاری، ارتفاع اولین غوزه از سطح خاک کاهش می‌یابد (جدول۳). علت فاصله بیشتر اولین میوه و یا شاخه میوه دهنده از سطح خاک را می‌توان به افزایش ارتفاع ساقه و دریافت نور مستقیم جهت فعال شدن جوانه‌های زایشی در چای ترش و همچنین افزایش فاصله میانگره‌ها به علت رقابت بوته‌ها برای دریافت نور مربوط دانست. [۱۷]

عملکرد و اجزای عملکرد کاسبرگ

اثر دور آبیاری و نسبت‌های کود و اثرات متقابل آن‌ها بر عملکرد تر و خشک کاسبرگ، در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۲). اجزای عملکرد کاسبرگ در چای ترش شامل تعداد و وزن غوزه و کاسبرگ و تعداد شاخه فرعی می‌باشد.

عملکردتر و خشک کاسبرگ

از نظر عملکرد تر و خشک کاسبرگ تفاوت بین دور آبیاری سطح ۵٪ و کود دامی سطح ۱٪ معنی‌دار بود اما اثر متقابل دور آبیاری و کود دامی صفات مذکور معنی‌دار نشد (جدول ۲). دور آبیاری تأثیر منفی بر عملکرد تر کاسبرگ داشت و در دور آبیاری ۲۱ روز، عملکردتر کاسبرگ را ۱۲/۲۵٪ کاهش داد (جدول ۳).

علت بالا بودن عملکرد تر و خشک کاسبرگ را در دور آبیاری ۱۴ روز می‌توان به بالا بودن شاخص سطح برگ و توان فتوسنتزی گیاه چای ترش نسبت داد که در نتیجه آن رشد رویشی گیاه افزایش یافته و پشتوانه تولید کاسبرگ در مرحله رشد زایشی گردیده است. این در حالی است که با کاهش دور آبیاری، طول دوره رویشی کاهش‌یافته و در زمان حداکثر شاخص سطح برگ، گیاه با کاهش طول روز و تشعشع مواجه می‌گردد و ازآنجایی‌که چای ترش گیاهی روزکوتاه است، قبل از رسیدن به حداکثر پتانسیل رشد رویشی خود به فاز زایشی رفته و در نتیجه تعداد واحدهای زایشی در واحد سطح کاهش‌یافته و عملکرد کاسبرگ کاهش می‌یابد. عملکرد خشک کاسبرگ در دور آبیاری ۱۴ روز برتری ۱۱ درصدی نسبت به دور آبیاری ۷ روز برخوردار بود. عملکرد خشک کاسبرگ‌ها تأثیر سطوح آبیاری و کود قرار گرفت، ولی اثر متقابل آن‌ها روی خشک کاسبرگ‌ها معنی‌دار نبود (جدول ۲ و۳). با افزایش دور آبیاری از ۱۴ به ۲۱ روز، عملکرد خشک کاسبرگ‌ها کاهش یافت. عملکرد حاصل از آبیاری ۱۴

[1] Indole acetic acid oxidase (IAAO)

روزه به دلیل بالاتر بودن شاخص سطح برگ و سرعت رشد محصول در مرحله غوزه‌دهی، بیشتر از عملکرد حاصل از تیمار آبیاری ۷ روز و ۲۱ روز بود. قرار گرفتن بوته‌های چای ترش تحت تنش آب احتمالاً از کاهش بازده فتوسنتز منجر به از دست رفتن عملکرد بالقوه شده است. نتایج مشابه در کلزا *توسط نیلسن (۱۹۹۴)*[۴۸] و *کجلسترون (۱۹۹۳)*[۳۶] و *آل جالود (۱۹۹۶)*[۴] گزارش‌شده است همچنین تولید ماده خشک بیشتر با دوره آبیاری کوتاه‌تر نیز در کلزا توسط *کرومن و هابز (۱۹۷۵)*[۳۸] و *سینک (۱۹۹۱)*[۶۹] گزارش‌شده است.

اثر نسبت‌های کودی بر عملکرد کاسبرگ‌ها در سطح ۵٪ معنی‌دار بود (جدول ۳). مصرف کودهای دامی و شیمیایی، نسبت به مصرف جداگانه هر یک از کودهای دامی و شیمیایی برتری داشت. بالاتر بودن عملکرد خشک کاسبرگ‌ها در نسبت ۵۰:۵۰ کود دامی و شیمیایی به خاطر بیشتر بودن وزن غوزه آن‌ها بود زیرا سایر اجزای عملکرد از تیمار کودی تأثیر معنی‌داری نپذیرفتند. احتمالاً نسبت ۵۰:۵۰ کود دامی و شیمیایی به دلیل تأمین بعضی عناصر غذایی گیاه، بهبود خاصیت فیزیکی و شیمیایی خاک به ویژه افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک و کاهش اسیدیته خاک و به دنبال آن کمک به جذب عناصر کم مصرف، نقش مهمی در افزایش عملکرد کاسبرگ‌های چای ترش ایفا می‌کند. بنابراین به نظر می‌رسد اثر تیمارکود شیمیایی بر عملکرد می‌تواند به این علت باشد که نیتروژن موجود در آن بیشتر در معرض تصعید و آبشویی قرار دارد. نیتروژن موجود در کودهای شیمیایی به صورت معدنی است و تحت شرایط مناسب خاک در معرض فرآیند نیترات‌سازی قرار می‌گیرد و به اعماق پایین‌تر خاک انتقال می‌یابد، در حالی که این واکنش در تیمارهای کود دامی آهسته‌تر صورت می‌گیرد.[۱۸]

تأثیر مقادیر مختلف کود دامی، کودهای شیمیایی و مصرف توأم آن‌ها در گیاه رازیانه بررسی شده است. مصرف کود دامی و شیمیایی به ترتیب موجب افزایش ۷۸ درصدی و ۶۹ درصدی محصول رازیانه شد. مصرف توأم این کودها تولید را ۱۲۲٪ افزایش داد.[۴۳] عملکرد دانه گشنیز در تیمار تلفیقی کودهای شیمیایی به همراه کود دامی بیشتر از مصرف جداگانه هر یک از آن‌ها بود.[۶۷]

تعداد غوزه در بوته

بین دور آبیاری از نظر تعداد غوزه در هر بوته، تفاوت آماری معنی‌دار وجود داشت (جدول ۳). تعداد غوزه در بوته با افزایش فواصل آبیاری کاهش‌یافته است. تعداد غوزه در هر گیاه با افزایش دور آبیاری کاهش یافت. در دوره آبیاری ۷ و ۱۴ روز تعداد قابل‌توجهی بالاتر از غوزه در هر یک از تیمارها تولید شد. این نتایج با گزارش‌های *آل- جالود و همکاران (۱۹۹۶)*[۴]، *نیلسن (۱۹۹۷)*[۴۸] و *لی اهلا و همکاران، (۲۰۰۲)*[۴۰] در گیاه کلزا مطابقت دارد. بررسی‌ها نشان داد که حساس‌ترین مراحل رشد چای ترش از نظر تنش آبی مراحل گلدهی و اوج گلدهی می‌باشند و پس از گذر از مرحله اوج گلدهی و رسیدن به مرحله غوزه‌دهی و حساسیت کمتر به آب، کم آبیاری باعث کاهش عملکرد نمی‌گردد. نسبت‌های مختلف کود بر تعداد غوزه در هر بوته تأثیر داشت. آبیاری بیش از حد چای ترش نه تنها باعث افزایش محصول آن نشده است بلکه کاهش محصول را نیز به همراه داشته است. تنش شدید آب در چای ترش باعث کاهش تعداد غوزه تولیدی، کاهش وزن غوزه‌ها و در نهایت باعث کاهش عملکرد چای ترش در سطح می‌شود. این صفت در سطح احتمال ۵٪ تحت تأثیر سطوح مختلف کودی قرار گرفت. در تیمار کودی ۵۰٪ کود دامی و ۵۰٪ کود شیمیایی افزایش میزان عناصر غذایی موجود در کود شیمیایی که در دسترس گیاه قرار گرفته به‌خصوص نیتروژن و فسفر باعث تحریک رشد گیاه، افزایش

رشد سبزینگی و درنهایت افزایش تعداد غوزه در هر بوته شده است. هم‌چنین کود دامی این تیمار سبب بهبود خصوصیات خاک ازجمله بهبود ساختمان خاک از طریق افزایش درصد خلل و فرج، اسفنجی شدن خاک و کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک شده که این عوامل باعث گسترش بیشتر ریشه گیاه در خاک گردیده و درنهایت باعث افزایش جذب عناصر غذایی از خاک را به دنبال داشته و سبب برطرف شدن نیاز غذایی گیاه می‌شود.[۵۴] تیمار کودی که حاوی ۱۰۰٪ کود دامی بوده، به دلیل کندی تجزیه آن، سبب کاهش رشد گیاه و درنتیجه کاهش تعداد غوزه در بوته شده است. در تیمار کودی ۷۵٪ کود دامی و ۲۵٪ کود شیمیایی به دلیل مقدار کمتر کود شیمیایی، نسبت به تیمار کودی ۲۵٪ کود دامی و ۷۵٪ کود شیمیایی عناصر موجود در آن‌ها احتمالاً توانستند فقط تا مرحله‌ای از رشد گیاه احتیاجات غذایی آن را تأمین کنند. در تیمار کودی ۱۰۰ کود شیمیایی نیز که حاوی بالاترین مقدار کود شیمیایی نسبت به دیگر تیمارهای کودی بود انتظار می‌رفت بیشترین تعداد غوزه در بوته را داشته باشد ولی احتمالاً به دلیل آبشویی در اثر آبیاری مزرعه یا جذب سطحی عناصر موجود در آن، تعداد غوزه در بوته آن کاهش یافت. در نهایت از آنجا که نیتروژن، فسفر و پتاسیم از عناصر ضروری و پرمصرف برای گیاه هستند و با توجه به این‌که هرکدام از این تیمارهای کودی حاوی ماده غذایی ازجمله نیتروژن، فسفر و پتاسیم می‌باشند، بنابراین می‌توان گفت که نیاز گیاه به عناصر لازم برای رشد از طریق این منابع کودی تا حدودی برطرف شده است. نتایج فوق با نتایج *احمدیان و همکاران (۲۰۰۸)* هم‌راستا می‌باشد.[۱] استفاده از کود دامی و شیمیایی باعث افزایش تعداد غوزه در بوته گردید چرا که جذب بیشتر نیتروژن توسط گیاه، رشد رویشی آن را بهبود می‌بخشد و ازآنجاکه چای ترش گیاهی رشد نامحدود است، لازمه و زمینه گلدهی آن، رشد رویشی و افزایش تعداد غوزه است.[۱۷]

وزن هر غوزه

تأثیر دور آبیاری بر متوسط وزن غوزه در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. وزن غوزه در دور آبیاری ۱۴، بیش‌تر از دور آبیاری ۷ و ۲۱ روز برای هر غوزه بود، بنابراین به نظر می‌رسد آبیاری به دلیل فراهم نمودن فرصت کافی برای تکامل کاسبرگ، به افزایش وزن غوزه کمک می‌نماید (جدول ۲) همچنین برای سرعت بخشیدن به رشد، غنچه‌دهی و باردهی خوب و همچنین برای تشکیل غوزه‌های سالم مناسب می‌باشد. همچنین تفاوت معنی‌داری از جهت سطوح مختلف کود بر صفت وزن غوزه وجود نداشت.

زیست توده چای ترش

تیمار آبیاری باعث تغییر معنی‌دار وزن ماده خشک اندام هوایی گیاه در سطح ۵٪ گردید و مقدار عملکرد بیولوژیکی در دور آبیاری ۷ روز حداکثر بود ولی بین و دور آبیاری ۱۴ و ۲۱ روز تفاوت معنی‌دار نبود . در دور آبیاری ۷ روز، توسعه سطح برگ و تولید شاخه‌های فرعی بیشتر، افزایش تجمع ماده خشک و عملکرد بیولوژیک را سبب شده است. ازآنجایی‌که در طول دوره رویش در گیاه در شرایط حرارتی و رطوبتی مناسب وجود داشته، افزایش عملکرد کاسبرگ و عملکرد بیولوژیک قابل توجیه است. دلیل افزایش عملکرد بیولوژیک در دور آبیاری ۷ روز می‌تواند این مطلب باشد که بوته‌ها در این دور آبیاری توانسته‌اند به‌طور مناسب‌تری سطح مزرعه را پوشش داده و از عوامل محیطی به نحو مطلوب‌تری استفاده و در نتیجه میزان عملکرد بیولوژیک بیشتری نیز تولید شده است.

تأثیر کاربرد نوع کود مصرفی در افزایش وزن ماده خشک اندام هوائی نیز در سطح ۵٪ معنی‌دار بود به‌نحوی‌که کاربرد کود به‌صورت ۵۰٪ شیمیایی و ۵۰٪ دامی این شاخص را به میزان ۱۰/۴٪ نسبت به تیمار

۱۰۰٪ کود دامی و ۳/۷۵٪ نسبت به تیمار ۱۰۰٪ کود شیمیایی افزایش داد (جدول ۲). *منتلر و همکاران (۱۹۹۷)* نیز تأثیر مثبت و معنی‌دار کود دامی در مقدار عملکرد بیولوژیکی را تأیید کرده‌اند.[۴۴] بالا بودن میزان زیست توده در تیمار ۵۰٪ شیمیایی و ۵۰٪ دامی به دلیل افزایش رشد رویشی بیشتر گیاه و ایجاد سطح سبز بیشتر و زیست توده بیشتر می‌باشد (جدول ۳).

شاخص برداشت کاسبرگ

با افزایش دور آبیاری از ۷ به ۱۴ روز شاخص برداشت کاسبرگ ۱۵٪ افزایش و از ۱۴ به ۲۱ روز ۱۴٪ کاهش یافت (جدول ۳). علت کاهش معنی‌دار شاخص برداشت کاسبرگ با افزایش دور آبیاری را می‌توان کاهش تعداد و اندازه میوه دانست. که دلیل این امر را می‌توان چنین بیان نمود که با کاهش میزان آب در دسترس گیاه در خاک، گیاه فاز زایشی خود را زودتر شروع نموده کمتر مواد غذایی را صرف تولید ساقه و برگ می‌کند. گزارش *رضوانی‌مقدم و همکاران (۲۰۰۵)* در کنجد نیز حاکی از برتری شاخص برداشت در تراکم‌های حداقل دارد که نتایج این تحقیق را تأیید می‌کند.[۵۹] یزدی (۲۰۰۴) گزارش کرد شاخص برداشت پنبه به‌طور میانگین ۵۶٪ می‌باشد.[۷۳] همچنین اثر نسبت‌های کودی بر شاخص برداشت معنی‌دار بوده است. به نظر می‌رسد نقش تیمار کودی ۵۰٪ شیمیایی و ۵۰٪ دامی در افزایش تولید کربوهیدرات و انتقال آن به اندام‌های مختلف سبب می‌شود که گیاه از ارتفاع و تعداد شاخه در بوته بیشتری برخوردار باشد که این امر سبب افزایش عملکرد بیولوژیکی شده است (جدول ۳). *رحیمیان و بنایان (۱۹۹۸)* اظهار داشتند که شاخص برداشت متأثر از عوامل مختلفی از قبیل رقم، مقدار آب، کود نیتروژن، تراکم و تاریخ کاشت می‌باشد. عوامل فوق می‌توانند باعث تغییر یا نوسان در مقدار هر جز تشکیل‌دهنده شاخص برداشت یعنی عملکرد دانه و کل ماده خشک شود. شاخص برداشت در محدوده‌ی مشخصی قابل‌افزایش است.[۵۵]

اثر متقابل دور آبیاری و کود بر شاخص برداشت کاسبرگ در بوته تأثیر معنی-داری نداشت. به نظر می‌رسد افزایش هم زمان وزن خشک اندام هوایی و عملکرد کاسبرگ‌ها در اثر افزایش دور آبیاری موجب گردیده است تا شاخص برداشت تغییرات چندانی نداشته باشد. *سیدیک و وان (۱۹۹۴)* اثر تیمار آبیاری بر شاخص برداشت را آزمایش کردند و به این نتیجه دست یافتند که با اعمال تیمار تنش شدید خشکی شاخص برداشت کاهش معنی‌داری یافت. آن‌ها دلیل کاهش شاخص برداشت در اثر تنش خشکی را به افت عملکرد دانه نسبت دادند و دلیل کاهش عملکرد دانه را کاهش سطح برگ، طول و وزن بلال و تعداد بلال نسبت دادند.[۶۸] کاهش شاخص برداشت در شرایط تنش شدید خشکی در گیاهان دارویی خار مریم، همیشه‌بهار و سیاه‌دانه توسط *احیایی و همکاران (۲۰۰۹)* گزارش‌شده است، که علت آن می‌تواند حساسیت بیشتر رشد زایشی به شرایط نامطلوب در مقایسه با رشد رویشی و کاهش تخصیص مواد پرورده به دانه بوده باشد.[۱۳،۵۳] *سایر (۱۹۹۴)* در آزمایشی دریافت که تنش خشکی بر شاخص برداشت و سرعت رشد گیاه اثر داشته، به‌طوری‌که باعث کاهش ۲۵٪ شاخص برداشت در گندم و ۲۰٪ در سورگوم شد.[۶۴]

کارایی مصرف آب

اثر تیمارهای آبیاری و کود در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. ولی اثر متقابل آبیاری و نوع کود مصرفی معنی‌دار نبود. کارایی مصرف آب به‌عنوان شاخصی از عکس‌العمل گیاه به آب یعنی نسبت عملکرد اقتصادی کاسبرگ چای ترش به حجم آب مصرفی در سطح ۵٪ به طرز معنی‌داری تحت تأثیر تیمار آبیاری قرار گرفت (جدول ۳).

به‌این‌ترتیب که مقدار این شاخص با اعمال دور آبیاری ۷ روز نسبت به دور ۱۴ و ۲۱ روز مقدار بیشتری را نشان داد. همچنین کاربرد تلفیقی کود دامی و شیمیایی باعث افزایش آن شده بود، منتهی تفاوت میانگین‌ها از نظر آماری معنی‌دار نبود. *قائمی (۱۹۹۹)* کارایی مصرف آب پنبه را ۱/۶۳ گرم الیاف به ازای هر مترمکعب آب مصرفی گزارش کرد.[۲۶] *ایزدی (۲۰۰۱)* در آزمایشی روی تأثیر کسرهای رطوبتی بر عملکرد و اجزا عملکرد پنبه در دست معرفی را ۰/۵ گرم بر کیلوگرم به ازای ۵۵۰۰ مترمکعب آب مصرفی گزارش کرد.[۳۳]

نتیجه‌گیری کلی با توجه به کمبود آب در منطقه باید به دور آبیاری دست پیدا شود که در این دور با حداقل آبیاری عملکرد معقولی به دست آید. به نظر می‌رسد با دور آبیاری ۱۴ روزه و نسبت ۵۰:۵۰ کود دامی و شیمیایی، هم بتوان در مصرف آب صرفه‌جویی کرد و هم این که ازلحاظ اقتصادی عملکرد معقولی را به دست آورد، بنابراین با توجه به شرایط آب و هوایی منطقه ایرانشهر که تحت تأثیر تنش‌های محیطی به ویژه خشکی می‌باشد مصرف کودهای دامی به همراه کودهای شیمیایی در تعدیل خسارت ناشی از تنش خشکی بسیار مؤثر می‌باشند.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از معاونت پژوهش و فن‌آوری دانشگاه آزاد اسلامی واحد ایرانشهر که اعتبار مالی این پژوهش را فراهم نموده‌اند، تشکر و قدردانی می‌شود.

References

1. Ahmadian A, Ganbari O, Golouy M (2008) Effect of manure on quantitative and qualitative yield and chemical indices of cumin essential oil (*Cuminum cyminum*). Iranian Agricultural Researches 4 (2): 316-207.
2. Akbarinia A, Ghalavand A, Tahmasebi Z, Sefidkon F, Sharifi Ashoorabadi A, Rezaei MB (2002) Effect of different feeding systems on yield and essential oil content of seeds Ajowan. Medicinal and Aromatic Plants Research 18: 89-109. [in Persian with English Abstract]
3. Akbarinia A, khosravifard M, sharifi ashourabadi E, babakhanlou P (2005) Effect of irrigation interval on yield and crop characteristics of *Nigella sativa*. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 21 (1): 65-73. [in Persian with English Abstract]
4. Al Jaloud A, Hussian G, Shaik Karimulla, Al-Hamidi A (1996) Effect of irrigation and nitrogen on yield and yield components of two rapeseed caltivars. Agricultural Water Management 30(1): 57-68.
5. Amiard V, Bertrand AM, Billard JP, Huault C, Keller F, Prudhomme MP (2003) Fructans, but not the sucrosylgalactosides, raffinose and loliose, are affected by drought stress in perennial ryegrass. Plant Physiology 132:2218-2229.
6. Anupama S, Singh MC, Kumar R, Parmar BS, Kumar A (2005) Performance of a new super absorbent polymer on seedling and post planting, growth and water use pattern of chrysanthemum grown under controlled environment. Acta Horticulturae 742: 43-49.
7. Araus LA, Slafer GA, Reynolds MP, Royo C (2002) Plant breeding and drought in C_3 cereals: what should we breed for? Annals of Botany 89: 925-940.
8. Azzaz NA, Hassan E, Hamed EH (2009) The chemical constituent and vegetative and yielding characteristics of fennel plants treated with organic and bio-fertilizer instead of mineral fertilizer. Australian Journal of Basic and Applied Sciences 3(2): 579-587.
9. Bahmani AI (2001) Evaluation of drought resistance of different wheat cultivars in Darab weather conditions. Master Thesis, Islamic Azad University - Arsanjan Branch, Faculty of Agriculture: Arsanjan, Iran. [in Persian with English abstract]
10. Bahreininejad B, Razmjoo J, Mirza M (2013) Influence of water stress on morpho-physiological flowering and some yield traits of coriander and phytochemical traits in *Thymus daenensis*. International Journal of Plant Production 7 (1): 151-165.
11. Cobley LS (1968) An introduction to botany of tropical crops. Longman, London 95-98.
12. Dilip K, Ajumdar M, Roy S (1991) Response of summer sesame (*Sesamum indicum*) to irrigation, row spacing and plant population. Indian Journal of Agronomy 37: 758-762.

13. Ehyaei HR, Rezvani Moghadam P, Amiri MB (2009) Effect of drought stress on some morphological indices of sweet basil and fenugreek in greenhouse conditions. Proceedings of the first National Conference on Stresses in Agricultural Science. Birjand, Iran. [in Persian with English abstract]
14. Javadzadeh SM, Rezvani Moghaddam P, Banayan-Aval M, Asili J (2013) Evaluation of pharmacological effects of medicinal herbs of *Hibiscus sabdariffa* L. from the viewpoint of traditional medicine. Proceedings of the First National Conference on the Use of Medicinal Herbs in the Lifestyle and Traditional Medicine. Torbat-e Heydarieh, Iran. [in Persian with English abstract]
15. Javadzadeh SM, Rezvani Moghaddam P, Banayan-Aval M, Asili J (2014) Use of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) in traditional medicine and new research findings. Proceedings of the Fourth National Conference on Al-Reza Medicine. Mashhad, Iran. [in Persian with English abstract]
16. Javadzadeh SM, Rezvani Moghaddam P (2014) Cardinal temperature for seed germination of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). Proceedings of the Third National Conference on Medicinal Plants. Mashhad, Iran. [in Persian with English abstract]
17. Javadzadeh SM (2015) The effects of irrigation intervals on yield, yield components and water use efficiency of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). Direct Research Journal of Agricultural and Food Science 3(5): 98-105.
18. Javadzadeh SM, Rezvani Moghaddam P, Banayan-Aval M, Asili J (2016) Ecophysiological studies of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) under ecological and conventional cropping systems. Master Thesis, Ferdowsi University of Mashhad, Faculty of Agriculture: Mashhad, Iran. [in Persian with English abstract]
19. Javadzadeh SM, Rezvani Moghaddam P, Banayan-Aval M, Asili J (2017) Cardinal temperatures for germination of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). Iranian Journal of Seed Research 3(2): 139-141.[In Persian with English abstract]
20. Javadzadeh SM (2018) Morpho-agronomic characteristics of two Roselle varieties (*Hibiscus sabdariffa* L.) in tropical Iranshahr. International Journal of Advanced Research in Biological Sciences 4(6): 99-104.
21. Javadzadeh SM, Saljooghianpour M (2015) The effect of different levels of irrigation and fertilizers, and organic in different growth stages on yield and yield components *Hibiscus sabdariffa* in climatic conditions Iranshahr. Final project report, Islamic Azad University - Iranshahr branch: Iranshahr, Iran. [In Persian with English abstract]
22. Javadzadeh, SM (2018) Study of phenology process of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) in South-east Iran. International Journal of Advanced Research in Biological Sciences 5(3): 99-104.
23. Javadzadeh SM, Rezvani Moghaddam P, Banayan-Aval M, Asili J (2018) Assessment of required growing degree days for phenological stages of Roselle (*Hibiscus sabdariffa*. L) based on BBCH-scale in different cropping systems. Journal of Agroecology 10(2): 372-389.[in Persian with English abstract]
24. Gaballah MS, Ouda SA, Mandour MS, Rady MM (2007) Predicting the role of antioxidants and irrigation on sunflower yield grown under saline conditions. International Journal of Natural and Engineering Sciences 1(1): 5-10.
25. Ganpat S, Jshwar S, Bahti DS (1992) Response of blond psyllium (*Plantago ovata*) to irrigation and split application of nitrogen. Indian Journal Agronomy 37: 880-881.
26. Ghaemi M, Siyadat H (1999) The study on the effect of various moisture regime applicable to cotton fibers. Final project report, Soil and Water Research Institute: Karaj, Iran. [in Persian]
27. Ghanbari F, Nadjafi S, Shabahang S, Ghanbari A (2007) Effects of irrigation regimes and row arrangement on yield, yield components and seed quality of pumpkin (*Cucurbita pepo* L.). Asian Journal of Plant Science 6:1072-1079.
28. Ghosh PK, Ramesh P, Bandyopadhay KK, Tripathi AK, Hati KM, Misra AK (2004) Comparative effectiveness of cattle manure, poultry manure, phosphocompost and fertilizer-NPK on three cropping systems in vertisoils of semi-arid tropics. I. Crop yields and systems in performance. Bioresource Technology 95: 77-83.
29. Günter EA, Ovodov YS (2005) Effect of calcium, phosphate and nitrogen on cell growth and biosynthesis of cell wall polysaccharides by *Silene vulgaris* cell culture. Journal of Biotechnology 117: 385-393.
30. Haruna IM, Aliyu LO, Olufajo O, Odion EC (2011) Growth of sesame (*Sesamum indicum* L.) as influenced by poultry manure, nitrogen and phosphorus in Samaru. Nigeria. American-Eurasian Journal Agriculture and Environment Science 10(4): 561-568.

31. Hasani AS (2006) Effect of water stress on growth, yield and essential oil content of *Dracocephalum moldavica* L. Scientific Research of Iranian Medicinal and Aromatic Plants 3(22):256-262.[in Persian with English abstract]
32. Hojati M, Modarres-Sanavy SAM, Karimi M, Ghanati F (2011). Responses of growth and antioxidant systems in *Carthamus tinctorius* L. under water deficit stress. Acta Physiologiae Plantarum 33(1): 105-112.
33. Izadi AS (2001) Effect of moisture fraction on yield and yield components of two cotton cultivars. Master Thesis, Ferdowsi University of Mashhad, Faculty of Agriculture: Mashhad, Iran. [in Persian with English abstract]
34. Kapoor R, Giri B, Mukerji KG (2004) Improved growth and essential oil yield and quality in *Foeniculum vulgare* Mill on mycorrhizal inoculation supplemented with P-fertilizer. Bioresource Technology 93: 307–311.
35. Khalil AM, Khalil SE, Ali TB (2012) Effect of water stress, antioxidants and humic acid on *Capsicum annuum*, L. growth, yield and active ingredient under sandy soil conditions. Egyptian journal of applied science 27 (1):35-56.
36. Kjellstrom C (1993) Comparative growth analysis of *Brassica napus* and *Brassica juncea* under Swedish Conditions. Journal Plant Science 73:795- 801.
37. Koocheki A, Nassiri Mahallati M, Azizi G (2006) The effect of different irrigation intervals and plant densities on yield and yield components of two fennel (*Foenicolum vulgare* L.) landraces. Iranian Journal of Field Crops Research 4:131-140. [in Persian with English abstract]
38. Krogman KK, Hobbs EH (1975) Yield and morphological response of rape (*Brassica campestris* I. cv. Span) to irrigation and fertilizer treatments. Canadian Journal of Plant Science 55(4):903-909.
39. Kumar TS, Swaminathan V, Kumar S (2009) Influence of nitrogen, phosphorus and biofertilizer on growth, yield and essential oil constituents in Raton crop of davana (*Artemisia pallens*). Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry 8(2): 86-95.
40. Leilah AA, Al-Khateeb SA, Al-Thabet S, Al-Barrak K (2002) Influence of sowing dates and nitrogen fertilizer on growth and yield of canola. Zagazig Journal of Agricultural Research 30 (3): 591 –605.
41. Lotfi A, Vahabi Sedehi AA, Ghanbari A, Heydari M (2010) The effect of deficit irrigation and manure on quantity and quality traits of *plantago ovata* Forssk. in Sistan region. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 24(4): 518 – 508. [in Persian with English abstract]
42. Mahfouz SA, Sharaf-Eldin MA (2007) Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). International Agrophysics 21: 361-366.
43. Mallanagouda B (1995) Effects of NPK and FYM on growth parameters of onion, garlic and coriander. Journal of medicinal and Aromatic Plant Science 4: 916-918.
44. Mentler A, Partaj T, Strauss P, Soumah H, Blum WE (2002) Effect of locally available organic manure on maize yield in Guinea, West Africa. Proceedings of the 17th World Congress of Soil Science. Bangkok, Thailand.
45. Motaghi M, Najafian G, Bihamta MR (2008) Effect of terminal drought stress on grain yield and baking quality of hexaploid wheat genotypes. Iranian Journal of Crop Sciences 11 (3): 306-290. [in Persian with English abstract]
46. Nadjafi F (2001). The effect of different irrigation regimes and plant density on quantity and quality of *Plantago* ovate. Master Thesis, Ferdowsi University of Mashhad, Faculty of Agriculture: Mashhad, Iran. [in Persian with English abstract]
47. Nickolee Z, Kjelgren R, Cerny-Koenig R, Kopp K, Koenig R (2006) Drought responses of six ornamental herbaceous perennials. Scientia Horticulturae 109 (3): 267-274.
48. Nielson DC (1997) Water use and yield of canola under dry land conditions in the central Great Plains. Journal of Production Agriculture 10: 307-313.
49. Omer SA (1997) The role of rock-phosphate-solubilizing fungi and vesicular–arbusular-mycorrhiza (VAM) in growth of wheat plants fertilized with rock phosphate. World Journal of Microbial Biotechnology 14: 211-218.
50. Omidbeygi R (2005) Production and Processing of Medicinal Plants. Beh Nashr Press: Iran. [in Persian]
51. Osman Yagoub S, Wigdan Mohamed A A, Mariod AA (2012) Effect of urea, NPK and compost on growth and yield of soybean (*Glycine max* L.), in semi-arid region of Sudan. International Scholarly Research Network. International Scholarly Research Notices Agronomy 1: 1-6.
52. Oweis T, Hachum A (2004) Water harvesting and supplemental irrigation for improved water productivity for dry farming systems in West Asia and North Africa. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas near Aleppo in Syria. The 4th International Conference Crop Science in Syria.

53. Pandey RK, Marienville JW, Adum A (2000) Deficit irrigation and nitrogen effect on maize in an aphelia environment. I. Grain yield components. Agronomy Water Manage 46: 1-13.
54. Puryousef M, Chaiichi MR, Mazaheri D, Fakhretabatabaii M, Ashraf Jafari A (2007) Effect of different soil fertilizing systems on seed and mucilage yield and seed P content of isabgol (*Plantago ovata* Forsk). Asian Journal of Plant Sciences 6 (7):1088-1092.
55. Rahimian H, Banayan-Aval M (1998) Genetic improvement of field crops. Jahad Daneshgahi Press: Iran. [in Persian]
56. Raisi Sarbijan AR, Broomand N, Zaherara T (2016) The effect of nitrogen and zinc foliar application on quantitative traits of tea rosslle (*Hibiscus sabdariffa*) in Jiroft zone. Journal of Horticultural Science 30(1): 93-101. [in Persian with English abstract]
57. Rao PU (1996) Nutrient composition and biological evaluation of mesta (*Hibiscus Sabdariffa* L.) seeds. Plant Foods for Human Nutrition 49: 27-34.
58. Razmjoo J, Bahreininejad B, Mirza M (2013). Influence of water stress on morpho-physiological flowering and some yield traits of coriander and phytochemical traits in *Thymus daenensis*. International Journal of Plant Production 7 (1): 151-165.
59. Rezvani-Moghadam p, Nowruz Pour Ah, Vegetables C, Mohammad Abadi U (2005) Investigation of morphological characteristics, grain yield and sesame oil (*Sesamum indicum*) in different plant densities and irrigation intervals. Iranian Journal of Agricultural Research 3(1):57-68.
60. Rizzalli RH, Villalobos FJ, Orgaz F (2002) Radiation interception, radiation-use efficiency and dry matter partitioning in garlic (*Allium sativum* L.). European Journal of Agronomy 18: 33-43.
61. Ross SM (1994) Sources and Forms of Potentially Toxic Metals in Soil Plant System. In Toxic Metals in Soil Plant Systems. Ross SM (Ed). Wiley: New York.
62. Saidinezhad OH, Rezvani Moghadam P (2010) Evaluation of the effect of consumption of compost, vermicompost and livestock fertilizers on yield, yield components and essential oil content of cumin (*Cuminum cyminum*). Horticulture 24 (2): 148-142.
63. Saljooghianpour M, Javadzadeh SM (2017) Application of morphological and phytochemical markers for polymorphism studies in some *Hibiscus sabdariffa* L. accessions .Journal of Advances in Biology and Biotechnology 13(3): 1-9.
64. Sayer W (1994) Tillage effect on dryland wheat and sorghum production in the southern Great Plains. Agronomy Journal 86:310-17.
65. Shaalan MN (2005) Effect of compost and different sources of biofertilizers, on borage plants (*Borago officinalis*). Egypt Journal of Agriculture Research 83(1): 271.
66. Shao HB, Chu LY, Jaleel CA, Zhao CX (2008) Water-deficit stress-induced anatomical changes in higher plants. Competes Rendus Biologies 331: 215-225.
67. Sharif Ashor Abadi A (1998) Effect of different soil fertilizers and agronomical system on growth, biochemical contents and essential oil of Fennel (*Foeniculum vulgare*). Master Thesis, Islamic Azad University - Science and Research Branch, Faculty of Agriculture: Tehran, Iran. [in Persian with English abstract]
68. Siddique KHM, Whan BR (1994) Ear stem ratio in breeding population of corn: significance for yield improvement. Biomedical and Life Sciences 73: 241- 254.
69. Singh PK, Mishra AK, Imtiyaz M (1991) Moisture stress and the water use efficiency of mustard. Agriculture Water Management 20: 245–253.
70. Tindal HD (1986) Vegetables in the Tropics: Macmillan Education Ltd. Hound mills, Hampshire.
71. Viets FG (1965) The plant's need for and use of nitrogen. In: Bartholomew, WV, Clerk FE (Eds). Soil Nitrogen. Madison: USA. 503-549.
72. Wenlong L, Zizhen L, Weid L (2004) Irrigation and fertilizer effects on water use and yield of spring wheat in semi-arid regions. Agricultural Water Management 67(1): 35-46
73. Yazdi M (2004) Effect of salinity levels on growth and yield of safflower seeds. Master Thesis, Ferdowsi University of Mashhad, Faculty of Agriculture: Mashhad, Iran. [in Persian with English abstract]
74. Yousef R, Hamouda AMA, Ghaly NG (2008) Effect of irrigation and organic fertilization on growth and productivity of *Majorana hortensis* in sandy soils. Journal of Agricultural Science Mansoura University 33 (11): 8039-8056.

The effect of irrigation intervals and different ratios of manure and chemical fertilizer on yield and yield components of roselle in Iranshahr climate conditions

Agroecology Journal
Vol. 13, No. 4 (71-86)
(winter 2018)

Seyyed Mahdi Javadzadeh
Department of Agriculture, Iranshahr Branch, Islamic Azad University, Iranshahr, Iran
✉ s.m.javadzadeh@gmail.com **(corresponding author)**

Received: 26 November 2017 **Accepted:** 11 March 2018

Abstract To study the effect of irrigation and fertilizer levels on yield of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.), an experiment was conducted as split plot based on randomized complete block design with three replications in Iranshahr, Iran in 2016. Treatments were included irrigation intervals of 7, 14 and 21 days and fertilizer ratios were included 0:100, 75:25, 50:50, 25:75 and 100:0 manure and chemical fertilizers. Irrigation and fertilizer levels had a significant effect on most of roselle characteristics. Calyx yield with irrigation interval of 14 days, it was about 8.1 g/m^2, which was increased to 10.6 g/m^2 compared to 7 days irrigation interval. Integrated application of chemical fertilizer with manure was more incresing on roselle yield components than their separate application. The highest calyx yield was obtained in equal ratio of manure and chemical fertilizer, which was 23.7 and 32.2% higher than their individual application of manure and chemical fertilizer, respectively. Integrated application of manure and chemical produced more biomass. Therefore, application of equal ratio of manure and chemical fertilizer with irrigation intervals of 14 days in Iranshahr aquatic and climatic conditions is recommended for roselle cultivation.

Keywords
- animal manure
- *Hibiscus sabdariffa*
- irrigation regimes
- plant nutrition
- water use efficiency

This open-access article is distributed under the terms of the Creative Commons-BY-NC-ND which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

DOI: 10.22034/AEJ.2018.539479