DOI: http://dx.doi.org/10.22092/ijmapr.2016.106826

دوماهنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران
جلد ۳۲، شماره ۳، صفحه ۴۴۹- ۴۳۶ (۱۳۹۵)

تأثیر سطوح آبیاری و نیتروژن بر صفات مورفولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد چای ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.) در سراوان

عاصم سپهرم[۱] و سید غلامرضا موسوی[۲*]

۱- فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند، ایران

۲*- نویسنده مسئول، دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بیرجند، ایران

پست الکترونیک: s_reza1350@yahoo.com

تاریخ دریافت: دی ۱۳۹۳ تاریخ اصلاح نهایی: شهریور ۱۳۹۴ تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۹۴

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر کم‌آبیاری و کود نیتروژن بر صفات مورفولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد کاسبرگ چای ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.) در سال زراعی ۱۳۸۹ آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در شهرستان سراوان اجرا گردید. در این تحقیق آبیاری به‌عنوان فاکتور اصلی در سه سطح شامل آبیاری پس از ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر کلاس A و مقدار نیتروژن به‌عنوان فاکتور فرعی در چهار سطح شامل کاربرد ۰، ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در نظر گرفته شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سطوح آبیاری و نیتروژن بر ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد میوه در مترمربع، عملکرد تر و خشک کاسبرگ و عملکرد بیولوژیک معنی‌دار بود، اما وزن خشک کاسبرگ در تک میوه و شاخص برداشت کاسبرگ در میوه تنها تحت تأثیر آبیاری و شاخص برداشت کاسبرگ در بوته تنها تحت تأثیر نیتروژن قرار گرفت. اثر متقابل آبیاری و نیتروژن نیز بر صفات عملکرد تر و خشک کاسبرگ و بازدهی مصرف آب برای تولید کاسبرگ معنی‌دار بود. براساس مقایسه میانگین‌ها افزایش دور آبیاری از ۶۰ به ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی، ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد میوه در مترمربع، عملکرد تر و خشک کاسبرگ، عملکرد بیولوژیک و وزن خشک کاسبرگ در تک میوه را به‌ترتیب ۴۸/۱، ۳۱/۸، ۴۱/۳، ۵۸، ۵۴/۹، ۶۷ و ۲۲/۷ درصد کاهش داد و افزایش کاربرد نیتروژن از صفر به ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار صفات مذکور را به‌ترتیب ۱۳/۷، ۸/۶، ۳۷/۱، ۴۳/۳، ۴۴/۱، ۲۵/۵ و ۵/۷ درصد افزایش داد. به‌طور کلی براساس نتایج این تحقیق با توجه به اهمیت کمبود آب، تیمار آبیاری پس از ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی و کاربرد ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار برای زراعت چای ترش در شرایط مشابه پیشنهاد می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: چای ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.)، کم‌آبیاری، نیتروژن، عملکرد کاسبرگ، شاخص برداشت.

مقدمه

آب و نیتروژن به‌دلیل اهمیت و تعدد وظایفی که در فرایندهای حیاتی گیاه بر عهده دارند، ازجمله مهمترین عوامل محیطی مؤثر در زراعت گیاهان و تولید محسوب می‌شوند. از مهمترین مشکلات مناطق خشک و نیمه‌خشک، کمبود آب می‌باشد که بر رشد و نمو گیاهان اثر می‌گذارد.

یکی دیگر از عوامل مهم مؤثر بر رشد گیاه، عناصر غذایی موجود در خاک به‌ویژه نیتروژن است که جذب آن توسط گیاه مستلزم حضور آب کافی در خاک است. همه تنش‌ها به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم بر توانایی فتوسنتزی برگها تأثیر می‌گذارند (Lichtenthaler & Babani, 2000).

چای ترش با نام علمی *Hibiscus sabdariffa* گیاهی از خانواده Malvaceae است و در ایران به دلیل محصول کاسبرگ آن به نام‌های چای ترش، چای قرمز و چای مکه یا مکی شناخته می‌شود (Torabi, 2004). در بسیاری از کشورها، از کاسبرگ این گیاه به‌عنوان دارو و همچنین در صنایع غذایی استفاده می‌شود و الیاف و چوب آن نیز در تولید خمیر کاغذ مورد استفاده قرار می‌گیرد (Duke, 1979).

Rahbarian و همکاران (۲۰۱۱) در بررسی تأثیر تنش خشکی و تراکم بوته بر عملکرد چای ترش در منطقه جیرفت نشان دادند که اثر تنش کم‌آبی بر ارتفاع گیاه، وزن خشک کاسبرگ و کل گیاه از لحاظ آماری در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. براساس نتایج این تحقیق بیشترین و کمترین تعداد میوه در بوته با میانگین‌های ۸۹/۷۵ و ۷۷/۷۵ عدد به‌ترتیب از تیمارهای آبیاری در وضعیت ۵۰٪ و ۲۵٪ ظرفیت زراعی بدست آمد. این محققان اعلام کردند که بیشترین عملکرد خشک کاسبرگ با میانگین ۶۶۰/۸ کیلوگرم در هکتار در تیمار آبیاری پس از رسیدن به ۷۵٪ ظرفیت زراعی بدست آمد که از برتری معنی‌دار ۷، ۲۵/۸ و ۵۳/۴ درصدی به‌ترتیب نسبت به تیمارهای عدم تنش کم‌آبی و آبیاری پس از رسیدن به ۵۰٪ و ۲۵٪ ظرفیت زراعی برخوردار بود. در بررسی تأثیر ۵ دور آبیاری شامل ۳، ۵، ۷، ۹ و ۱۱ روز در چای ترش، بیشترین عملکرد کاسبرگ خشک با میانگین ۶۸۲ کیلوگرم در هکتار، از آبیاری هر ۷ روز یک‌بار بدست آمد (Babatunde & Mofoke, 2006).

Akbarinia و همکاران (۲۰۰۵) در بررسی اثر دورهای آبیاری ۷، ۱۴ و ۲۱ روز در سیاه‌دانه مشاهده کردند که با طولانی شدن دور آبیاری ارتفاع بوته کاهش یافت. Jouyban (۲۰۱۰) نشان داد که افزایش دور آبیاری صفات ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد کپسول در مترمربع و عملکرد دانه و بیولوژیک کنجد را به‌طور معنی‌دار کاهش داد. همچنین گزارش شده که خشکی متوسط و شدید باعث کاهش ارتفاع بوته زیره سیاه می‌گردد (Laribi *et al.*, 2009). Al-Omran و همکاران (۲۰۰۵) در مطالعه روی *Cucurbita pepo* به این نتیجه دست یافتند که کاهش آب در دسترس، موجب کاهش تعداد میوه در بوته و عملکرد میوه می‌گردد. Mirshekari و همکاران (۲۰۰۷) در طی آزمایشی به‌منظور دستیابی به بهترین دور آبیاری در بابونه گزارش کردند که بیشترین عملکرد گل خشک به تیمار آبیاری ۶ روز یک‌بار تعلق داشت. Aghaei و Ehsanzadeh (۲۰۱۱) نیز در بررسی تأثیر رژیم‌های آبیاری بر عملکرد کدو تخم کاغذی نشان دادند که تأثیر رژیم آبیاری بر تعداد میوه در بوته و عملکرد میوه معنی‌دار بود.

Daneshian و همکاران (۲۰۰۹) در بررسی ژنوتیپ‌های سویا در شرایط آبیاری پس از ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر گزارش کردند که ارتفاع گیاه در دو شرایط به‌ترتیب ۱۳٪ و ۲۲٪ نسبت به آبیاری مطلوب (آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر) کاهش یافت. این محققان اظهار کردند که افزایش تعداد گره‌ها، علت افزایش ارتفاع بوته در شرایط آبیاری مطلوب می‌باشد.

کاهش تعداد میوه در بوته پنبه با افزایش تنش کم‌آبی و نیز کاهش مصرف نیتروژن توسط Fathi و همکاران (۲۰۱۱) گزارش شد. Atta و همکاران (۲۰۱۰) بیان کردند که بیشترین تعداد میوه در بوته چای ترش با کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد. این در حالیست که Oyewole و Mera (۲۰۱۰) در مطالعه دو ساله تأثیر مقادیر صفر، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار بیان کردند که اگرچه افزایش مصرف اوره از صفر به ۷۵ کیلوگرم در هکتار افزایش معنی‌دار تعداد میوه در بوته و عملکرد کاسبرگ را در سال دوم آزمایش به دنبال داشت، اما در سال اول تحقیق بین سطوح کاربرد ۵۰ و ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار اختلاف آماری مشاهده نشد. Rahimi و همکاران (۲۰۰۹) افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته در کتان روغنی را با افزایش مصرف نیتروژن تا ۱۰۰ کیلوگرم در

هکتار گزارش کردند. همچنین Daneshkhah و همکاران (۲۰۰۷) در بررسی اثر سطوح مختلف کود نیتروژنی بر عملکرد گیاه دارویی گل‌محمدی نشان دادند که مصرف مقادیر بالای کود نیتروژنی منجر به کاهش تعداد گل برداشت شده از بوته‌ها می‌گردد. این در حالیست که Gholipoori و همکاران (۲۰۰۷) با مطالعه اثر نیتروژن بر کدوی تخم کاغذی بیان کردند که افزایش میزان کود نیتروژن موجب افزایش تعداد میوه در هر بوته می‌شود.

با توجه به مطالب بالا این پژوهش با هدف بررسی تأثیر سطوح مختلف آبیاری و نیتروژن در زراعت چای ترش در منطقه سراوان انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۹۰-۱۳۸۹ در بخش مرکزی شهرستان سراوان در روستای شمس‌آباد با مختصات ۲۷ درجه و ۲۲ دقیقه طول شرقی و ۶۲ درجه و ۱۹ دقیقه عرض شمالی با ارتفاع ۱۱۸۰ متر از سطح دریا انجام شد. حداکثر و حداقل درجه حرارت در این منطقه به‌ترتیب ۳۹/۲ و ۳/۸ درجه سانتی‌گراد است. تعداد ماه‌های گرم (ماه‌هایی که میانگین دمای روزانه بیش از ۳۰ درجه سانتی‌گراد است) در منطقه به ۷ ماه می‌رسد که از فروردین آغاز و تا مهرماه به طول می‌انجامد.

این آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمار آبیاری در سه سطح شامل آبیاری پس از ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر کلاس A به‌عنوان کرت اصلی و مقدار کود نیتروژن مصرفی در چهار سطح شامل مقادیر ۰، ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع کود اوره به‌عنوان کرت فرعی در نظر گرفته شد. طول هر کرت ۵ متر، تعداد خطوط کاشت ۴ خط و فواصل خطوط ۵۰ سانتی‌متر بود. همچنین بین کرت‌های اصلی، ۲ متر و بین کرت‌های فرعی، ۱ متر فاصله رعایت شد. بذر چای ترش مورد استفاده، توده محلی منطقه دلگان از توابع شهرستان ایرانشهر بود.

پس از نمونه‌برداری از خاک مزرعه، عملیات زراعی طبق عرف منطقه انجام شد و در نیمه اول فروردین‌ماه ۱۳۸۹ پس از دو دیسک عمود بر هم، تسطیح زمین انجام گردید. سپس با استفاده از تراکتور و فاروئر، زمین برای کشت به‌صورت جوی و پشته آماده شد. براساس آزمایش خاک، سولفات پتاسیم به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و کود سوپر فسفات تریپل به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، قبل از عملیات خاک‌ورزی استفاده شد.

بافت خاک مزرعه آزمایشی لومی شنی، pH آن برابر ۷/۷۹، هدایت الکتریکی ۱۲/۴۴ میلی‌موس بر سانتی‌متر، میزان کربن آلی و نیتروژن کل در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر خاک به‌ترتیب ۰/۱۶٪ و ۰/۲٪ و میزان فسفر و پتاسیم خاک به‌ترتیب ۲۱/۴ و ۲۸۰ قسمت در میلیون (ppm) بود. کشت بذرها در تاریخ ۱۵ اردیبهشت‌ماه به‌صورت دستی در عمق ۲ تا ۳ سانتی‌متری در دو طرف پشته‌های عریض انجام شد. لازم به ذکر است که بذرها قبل از کاشت برای پیشگیری از بیماری‌های خاکزی با قارچ‌کش بنومیل به نسبت دو در هزار ضدعفونی شد. سبز شدن کامل مزرعه در ۲۵ اردیبهشت و تنک اولیه بوته‌ها در مرحله دو برگه شدن در ۵ خرداد و تنک نهایی بوته‌ها در مرحله ۴ تا ۵ برگه شدن در تاریخ ۱۵ خرداد با رعایت فاصله ۳۰ سانتی‌متر بین بوته‌ها روی ردیف انجام شد. پس از این مرحله، آبیاری براساس تیمارهای آبیاری انجام شد. سطوح کودی مورد آزمایش نیز در سه نوبت (۱/۴ در مرحله ۵-۴ برگی پس از تنک کردن نهایی بوته‌ها، ۱/۲ در اوایل شهریور قبل از شروع مرحله زایشی و ۱/۴ در مرحله تشکیل کاسبرگ) مصرف شد.

برای اندازه‌گیری صفات مورفولوژیکی شامل ارتفاع بوته و قطر ساقه اصلی، پس از حذف اثر حاشیه‌ای (دو خط کناری و یک متر ابتدا و انتهای دو خط وسط) در هر کرت آزمایشی، تعداد ۱۰ بوته به‌طور تصادفی انتخاب و صفات مذکور در آنها اندازه‌گیری شد.

برای اندازه‌گیری عملکرد و اجزای عملکرد کاسبرگ در ۱۵ آذرماه و زمانی که کاسبرگ‌ها کاملاً از قوزه جدا شد، در هر کرت تعداد ۱۰ بوته (مساحت ۱/۵ مترمربع) از قسمت

میانی دو خط وسط هر کرت آزمایشی با رعایت اثر حاشیه‌ای برداشت گردید. سپس تمام میوه‌های روی ۱۰ بوته مذکور برداشت و شمارش شد. بعد از اینکه تعداد میوه‌ها در واحد سطح مشخص شد، جدا کردن کاسبرگ‌ها از میوه‌ها انجام و برای تعیین عملکرد تر کاسبرگ در واحد سطح توزین آنها با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم انجام شد. سپس کاسبرگ‌های مربوط به هر کرت در پاکت و درون آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک شد و بعد از اطمینان از خشک شدن، وزن خشک کاسبرگ‌ها در واحد سطح نیز با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم مشخص گردید. تمامی قوزه‌ها (میوه بدون کاسبرگ) و شاخ و برگ هر ۱۰ بوته برداشت شده نیز برای مدت ۷۲ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت تا وزن خشک آنها تعیین شود. عملکرد بیولوژیک از حاصل‌جمع وزن‌های خشک شاخ و برگ، قوزه و کاسبرگ بدست آمد. در نهایت وزن خشک کاسبرگ در تک میوه از تقسیم عملکرد خشک کاسبرگ به تعداد میوه در واحد سطح و شاخص‌های برداشت کاسبرگ در بوته و میوه با استفاده از رابطه‌های زیر محاسبه گردید:

شاخص برداشت کاسبرگ در بوته=
۱۰۰ × (عملکرد بیولوژیک/عملکرد خشک کاسبرگ)

شاخص برداشت کاسبرگ در میوه=
۱۰۰ × (عملکرد میوه/عملکرد خشک کاسبرگ)

پس از جمع‌آوری داده‌ها و انجام محاسبات لازم، تجزیه آماری با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C انجام شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ استفاده گردید و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج

صفات مورفولوژیکی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که آبیاری و نیتروژن تأثیر معنی‌داری در سطح ۱٪ بر ارتفاع بوته و قطر ساقه داشته است، اما اثر متقابل آبیاری و نیتروژن بر این صفات معنی‌دار نبود (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش دور آبیاری از ۶۰ به ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی، ارتفاع بوته به‌طور معنی‌دار و به میزان ۴۸/۱٪ کاهش پیدا کرد و قطر ساقه چای ترش نیز در دور آبیاری ۶۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی نسبت به دورهای آبیاری ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از برتری معنی‌دار و به‌ترتیب ۱۳/۸ و ۴۶/۶ درصدی برخوردار بود (جدول ۲). همچنین با افزایش کاربرد کود از صفر به ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، ارتفاع بوته به‌طور معنی‌دار و به میزان ۱۸/۹٪ افزایش یافت و با افزایش کاربرد نیتروژن از صفر به ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار، قطر ساقه به‌ترتیب ۴/۷، ۸/۶ و ۱۰/۴ درصد افزایش پیدا کرد (جدول ۳).

اجزای عملکرد کاسبرگ

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که آبیاری و نیتروژن به‌طور معنی‌دار و در سطح ۱٪ بر تعداد میوه در مترمربع تأثیر داشته است، اما وزن خشک کاسبرگ در تک میوه تنها تحت تأثیر آبیاری (در سطح ۵٪) قرار گرفت و اثر متقابل آبیاری و نیتروژن نیز بر این صفات معنی‌دار نشد (جدول ۱). افزایش تنش کم‌آبی تأثیر منفی بر تعداد میوه در مترمربع داشته است، به‌طوری که بیشترین تعداد میوه در مترمربع با میانگین ۲۶۳/۴۸ عدد میوه در مترمربع از تیمار آبیاری پس از ۶۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر حاصل شد و در شرایط آبیاری پس از ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر مقدار این صفت به‌ترتیب ۲/۶٪ و ۴۱/۳٪ کاهش یافت (جدول ۲). افزایش تنش کم‌آبی کاهش معنی‌دار وزن خشک کاسبرگ در تک میوه را نیز به‌دنبال داشت، به‌طوری که تیمار آبیاری پس از ۶۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر نسبت به تیمارهای آبیاری پس از ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر از برتری معنی‌دار و به‌ترتیب ۸/۵ و ۲۹/۳ درصدی در مورد این صفت برخوردار بود. لازم به ذکر است که تیمارهای آبیاری پس از ۶۰ و ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر در مورد وزن خشک کاسبرگ در تک میوه در یک گروه آماری قرار گرفت (جدول ۲).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس مربوط به اثر سطوح آبیاری و نیتروژن بر صفات مورفولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد کاسبرگ چای ترش

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	قطر ساقه	تعداد میوه در مترمربع	وزن خشک کاسبرگ در تک میوه	عملکرد تر کاسبرگ	عملکرد خشک کاسبرگ
تکرار	۲	۲۸۳/۳۳ ns	۲/۹۳ ns	۳۲۱۳/۹۱ *	۰/۰۰۰۱ ns	۳۱۹۴۹۲/۶۲ ns	۸۲۶۹/۱۸ ns
آبیاری	۲	۹۳۷۴/۴۴ **	۶۳/۵۸ **	۴۴۵۰۲/۲۶ **	۰/۰۰۳ *	۸۲۴۹۹۷۶ **	۱۴۰۴۶۳/۹۷ **
خطای a	۴	۱۳/۴۲	۰/۵۸	۲۰۱۱/۲۹	۰/۰۰۰۱	۱۴۹۷۴۶/۲	۴۳۲۹/۵۹
نیتروژن	۳	۳۵۸/۶۴ **	۲/۵۶ **	۸۷۵۱/۷۱۶ **	۰/۰۰۰۱ ns	۸۶۸۱۸۷/۰۴ **	۱۸۶۷۷/۶۳ **
آبیاری × نیتروژن	۶	۴۲/۷۷ ns	۰/۱ ns	۲۱۲۰/۸۴ ns	۰/۰۰۰۱ ns	۱۳۱۷۱۵/۵۳ *	۴۲۲۹/۰۱ **
خطای b	۱۸	۲۹/۱۴	۰/۴۸	۵۸۵/۷۰	۰/۰۰۰۱	۴۵۸۹۱/۷۰	۱۰۳۹/۸۷
ضریب تغییرات (٪)		۶/۲۳	۵/۶۸	۱۰/۷۶	۵/۳۲	۱۰/۲۸	۱۱/۱۰

ns، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های صفات مورفولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد کاسبرگ چای ترش در سطوح مختلف آبیاری

آبیاری (میلی‌متر تبخیر تجمعی)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	قطر ساقه (میلی‌متر)	تعداد میوه در مترمربع	وزن خشک کاسبرگ در تک میوه (گرم)	عملکرد تر کاسبرگ (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد خشک کاسبرگ (کیلوگرم در هکتار)
۶۰	۱۱۵/۸۳ a	۱۴/۳۵ a	۲۶۳/۴۸ a	۰/۱۴۱ a	۲۷۴۹/۱۹ a	۳۷۱/۲۷ a
۱۲۰	۸۳/۸۹ b	۱۲/۶۱ b	۲۵۶/۶۰ a	۰/۱۳۰ a	۲۳۴۶/۷۶ a	۳۳۲/۹۶ a
۱۸۰	۶۰/۱۳ c	۹/۷۹ c	۱۵۴/۷۳ b	۰/۱۰۹ b	۱۱۵۴/۷۷ b	۱۶۷/۶۸ b

میانگین‌های صفات که در هر ستون دارای حروف مشابه می‌باشند فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ هستند.

با افزایش مصرف کود نیتروژن از صفر به ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، تعداد میوه در مترمربع به‌ترتیب ۹/۱، ۳۷/۱ و ۲۳/۵ درصد به‌طور معنی‌دار افزایش پیدا کرد، اما همه سطوح نیتروژن در مورد عملکرد خشک کاسبرگ در تک میوه در یک گروه آماری قرار گرفت (جدول ۳).

عملکرد کاسبرگ

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که آبیاری و نیتروژن به‌طور معنی‌دار و در سطح ۱٪ بر صفات عملکرد تر و خشک کاسبرگ تأثیر داشته است و اثر متقابل آبیاری و نیتروژن نیز بر این صفات معنی‌دار شد (جدول ۱).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد تر و خشک کاسبرگ با میانگین‌های به‌ترتیب ۲۷۴۹/۱۹ و ۳۷۱/۲۷ کیلوگرم در هکتار از تیمار آبیاری پس از ۶۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر حاصل شد که نسبت به تیمار آبیاری پس از ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر از برتری معنی‌دار به‌ترتیب ۲/۳۸ و ۲/۲۲ برابری برخوردار بود. با وجود این سطوح آبیاری پس از ۶۰ و ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر از لحاظ

قابلیت تولید کاسبرگ در واحد سطح در یک گروه آماری قرار گرفتند و با تأخیر در آبیاری از ۶۰ به ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر، عملکرد تر و خشک کاسبرگ به‌ترتیب ۱۷/۲٪ و ۱۱/۶٪ کاهش یافت (جدول ۲).

افزایش مصرف کود نیتروژن تا ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار به‌طور معنی‌داری عملکرد تر و خشک کاسبرگ را افزایش داد، به‌طوری که با مصرف کود از صفر به ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار عملکرد تر کاسبرگ به‌ترتیب ۱۶/۶، ۴۳/۳ و ۲۶/۳ درصد و عملکرد خشک کاسبرگ به‌ترتیب ۱۴/۱، ۴۴/۱ و ۳۰/۱ درصد افزایش پیدا کرد (جدول ۳).

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های صفات مورفولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد کاسبرگ چای ترش در سطوح مختلف نیتروژن

نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	قطر ساقه (میلی‌متر)	تعداد میوه در مترمربع	وزن خشک گاسبرگ در تک میوه (گرم)	عملکرد تر کاسبرگ (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد خشک کاسبرگ (کیلوگرم در هکتار)
صفر	۷۸/۵۰c	۱۱/۵۶b	۱۹۱/۵۳c	۰/۱۲۱a	۱۷۱۴/۳۲c	۲۳۸/۰۵d
۶۰	۸۵/۳۷b	۱۲/۱۱ab	۲۰۹/۰۷c	۰/۱۲۸a	۱۹۹۸/۷۷b	۲۷۱/۷۴c
۱۲۰	۸۹/۲۹ab	۱۲/۵۶a	۲۶۲/۵۳a	۰/۱۲۸a	۲۴۵۶/۸۴a	۳۴۲/۹۴a
۱۸۰	۹۳/۳۲a	۱۲/۷۶a	۲۳۶/۶۱b	۰/۱۲۹a	۲۱۶۴/۳۶b	۳۰۹/۸۱b

میانگین‌های صفات که در هر ستون دارای حروف مشابه می‌باشند فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ هستند.

نتایج این تحقیق نشان داد که بیشترین عملکرد تر و خشک کاسبرگ با میانگین‌های به‌ترتیب ۳۳۶۳/۴۳ و ۴۵۹/۲۸ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار آبیاری پس از ۶۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر و مصرف ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود و کمترین عملکرد تر و خشک کاسبرگ با میانگین‌های به‌ترتیب ۹۲۰/۱۷ و ۱۳۳/۹۰ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار آبیاری پس از ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر و عدم مصرف کود نیتروژن بود (جدول ۴).

همچنین مقایسه میانگین‌های اثر متقابل آبیاری و نیتروژن بیانگر آن است که در تیمار آبیاری پس از ۶۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر، با افزایش مصرف نیتروژن از صفر به ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد تر و خشک کاسبرگ به‌طور معنی‌داری افزایش یافته است، اما مصرف بیشتر این کود (۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) کاهش معنی‌دار این صفات را نسبت به تیمار آبیاری پس از ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر را به دنبال داشته است. این در حالیست که در تیمارهای آبیاری پس از ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر، میانگین‌های صفات مذکور در سطوح ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در یک گروه آماری قرار گرفت (جدول ۴).

عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت کاسبرگ

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که آبیاری به‌طور معنی‌دار و در سطح ۱٪ بر عملکرد بیولوژیک تأثیر داشته است ولی شاخص برداشت کاسبرگ در بوته تحت تأثیر این فاکتور قرار نگرفت. همچنین هر چند تغییر در مقدار نیتروژن مصرفی تفاوت معنی‌دار عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت کاسبرگ در بوته را به دنبال داشت اما اثر متقابل آبیاری و نیتروژن بر این صفات معنی‌دار نبود (جدول ۵). براساس نتایج تجزیه واریانس نشان داده شد که اثر آبیاری بر شاخص برداشت کاسبرگ در میوه در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود، اما این صفت تحت تأثیر نیتروژن و اثر متقابل آبیاری و نیتروژن قرار نگرفت (جدول ۵).

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های عملکرد تر و خشک کاسبرگ چای ترش در سطوح مختلف آبیاری و نیتروژن

آبیاری (تبخیر تجمعی از تشتک)	نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد تر کاسبرگ (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد خشک کاسبرگ (کیلوگرم در هکتار)
۶۰	۰	۲۲۹۱/۲ bc	۳۰۷/۸ cde
	۶۰	۲۷۰۰/۶ b	۳۶۴/۱ bcd
	۱۲۰	۳۳۶۳/۴ a	۴۵۹/۳ a
	۱۸۰	۲۶۴۱/۶ b	۳۵۳/۹ bcde
۱۲۰	۰	۱۹۳۱/۶ c	۲۷۴/۵ ef
	۶۰	۲۱۱۵/۱ c	۲۸۱/۶ de
	۱۲۰	۲۶۵۴/۶ b	۳۷۰/۲ bc
	۱۸۰	۲۶۸۵/۷ b	۴۰۵/۶ ab
۸۱۰	۰	۹۲۰/۲ d	۱۳۱/۹ g
	۶۰	۱۱۸۰/۶ d	۱۶۹/۵ g
	۱۲۰	۱۳۵۲/۵ d	۱۹۹/۴ fg
	۱۸۰	۱۱۶۵/۸ d	۱۷۰ g

میانگین‌های صفات که در هر ستون دارای حروف مشابه می‌باشند فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ هستند.

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس مربوط به اثر سطوح آبیاری و نیتروژن بر عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت کاسبرگ چای ترش

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت کاسبرگ در بوته	شاخص برداشت کاسبرگ در میوه
تکرار	۲	۲۴۰۸۱۶۹/۶۴ ns	۰/۲۸ ns	۲/۵۰ ns
آبیاری	۲	۱۳۸۳۸۵۷۰۷/۴۱ *	۶/۵۶ ns	۲۴/۲۹ *
خطای a	۴	۵۵۹۲۷۵/۳۳	۰/۳۳	۲/۴۹
نیتروژن	۳	۸۴۷۷۹۸۰/۳۱ *	۰/۸۱ **	۰/۴۶ ns
آبیاری × نیتروژن	۶	۷۰۶۵۸۰/۴۸ ns	۰/۲۵ ns	۰/۲۶ ns
خطای b	۱۸	۱۴۱۰۰۱/۸۴	۰/۱۳	۱/۰۷
ضریب تغییرات (٪)		۵/۵۴	۷/۹۸	۱/۶۸

ns، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪

مقایسه میانگین‌های عملکرد بیولوژیک در سطوح مختلف آبیاری نشان داد که کاهش آبیاری به‌طور معنی‌داری باعث اختلال در قابلیت تولید و تجمع ماده خشک در چای ترش شده‌است. براساس نتایج این تحقیق تیمار آبیاری پس از ۶۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر با میانگین ۱۰۱۳۲/۲۹ کیلوگرم در هکتار، حداکثر عملکرد بیولوژیک (بیوماس) را به خود اختصاص داد که از برتری ۴۷/۸ و ۲۰۳/۸ درصدی به‌ترتیب نسبت به تیمارهای آبیاری پس از ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر برخوردار بود. همچنین نتایج نشان داد که سطوح مختلف

آبیاری از نظر شاخص برداشت کاسبرگ در بوته در دو گروه آماری قرار گرفت و با تأخیر دور آبیاری از ۶۰ به ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر این شاخص افزایش یافت. با وجود این تیمارهای آبیاری پس از ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر در یک گروه آماری قرار گرفت (جدول ۶). همچنین بیشترین شاخص برداشت کاسبرگ در میوه با میانگین ۶۳/۲۱٪ مربوط به تیمار آبیاری پس از ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر بود و در شرایط آبیاری پس از ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر مقدار این صفت به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۶).

جدول ۶- مقایسه میانگین‌های عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت کاسبرگ چای ترش در سطوح مختلف آبیاری

آبیاری (میلی‌متر تبخیر تجمعی)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت کاسبرگ در بوته (٪)	شاخص برداشت کاسبرگ در میوه (٪)
۶۰	۱۰۱۳۲/۲۹ a	۳/۶۵ b	۶۰/۳۶ b
۱۲۰	۶۸۵۵/۹۳ b	۴/۸۱ a	۶۱/۸۷ b
۱۸۰	۳۳۴۱/۸۷ c	۵/۰۶ a	۶۳/۲۱ a

میانگین‌های صفات که در هر ستون دارای حروف مشابه می‌باشند فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ هستند.

عملکرد بیولوژیک با افزایش مصرف کود از صفر به ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌ترتیب ۹/۸، ۲۵/۵ و ۳۸/۴ درصد افزایش پیدا کرد و همه سطوح نیتروژن از نظر عملکرد بیولوژیک در گروه‌های آماری جداگانه‌ای قرار گرفت (جدول ۷). بیشترین شاخص برداشت کاسبرگ در بوته مربوط به تیمار مصرف ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با ۴/۸۷٪ و کمترین شاخص برداشت کاسبرگ در بوته در تیمار مصرف ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با ۴/۱۶٪ بود (جدول ۷). به عبارتی، مصرف زیاد نیتروژن سبب کاهش شاخص برداشت کاسبرگ شد.

جدول ۷- مقایسه میانگین‌های عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت کاسبرگ چای ترش در سطوح مختلف نیتروژن

نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت کاسبرگ در بوته (٪)	شاخص برداشت کاسبرگ در میوه (٪)
صفر	۵۷۲۱/۶۹ d	۴/۴۰ bc	۶۲ a
۶۰	۶۲۸۳/۷۱ c	۴/۵۷ ab	۶۱/۵۲ a
۱۲۰	۷۱۸۲/۰۴ b	۴/۸۷ a	۶۱/۷۵ a
۱۸۰	۷۹۱۹/۳۴ a	۴/۱۶ c	۶۱/۹۹ a

میانگین‌های صفات که در هر ستون دارای حروف مشابه می‌باشند فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ هستند.

بحث

کاهش ارتفاع نهایی بوته و قطر ساقه به موازات کاهش رطوبت خاک را می‌توان به اختلال در فتوسنتز به‌دلیل تنش کم‌آبی و کاهش تولید مواد فتوسنتزی برای ارائه به بخش‌های در حال رشد گیاه و در نهایت عدم دستیابی گیاه به قابلیت ژنتیکی از نظر ارتفاع و قطر ساقه نسبت داد. در مطالعه Rahbarian و همکاران (۲۰۱۱) در چای ترش نیز بیشترین ارتفاع بوته با میانگین ۱۵۷/۹ سانتی‌متر در تیمار عدم تنش کم‌آبی مشاهده شد و تأخیر آبیاری تا هنگامی که رطوبت خاک به ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد ظرفیت زراعی رسید،

ارتفاع بوته چای ترش را به‌ترتیب ۲۷/۹، ۲۲/۱ و ۱۲/۹ درصد کاهش داد. Ardakani و همکاران (۲۰۰۷) نیز در تحقیق خود در بادرنجبویه ملاحظه کردند که با افزایش دور آبیاری قطر ساقه افزایش می‌یابد. Lebaschi و Sharifi Ashorabadi (۲۰۰۴) نیز ضمن بررسی سطوح مختلف تنش خشکی (۱۰۰، ۷۵، ۵۰ و ۲۵ درصد ظرفیت مزرعه‌ای) بر گیاهان اسفرزه، بومادران، مریم‌گلی، همیشه‌بهار و بابونه اعلام کردند که با تشدید تنش خشکی، وزن اندام‌های هوایی و ارتفاع بوته در تمام گیاهان مورد مطالعه کاهش یافت. Rezapoor (۲۰۱۰) نشان داد که کاهش ارتفاع بوته و اندازه گیاه در جهت کاهش سطح تبخیرکننده گیاه می‌باشد.

گیاه وقتی که در معرض تنش خشکی قرار می‌گیرد، علاوه‌بر کاهش ماده‌سازی و فتوسنتز (به‌علت بسته شدن روزنه‌ها) برای اینکه از اثرهای تنش فرار کند اقدام به کوتاه کردن چرخه زندگی خود می‌کند. بنابراین به‌دلیل کوتاه‌تر شدن طول دوره رشد رویشی و کاهش ارتفاع بوته و شاخه‌زنی، تعداد میوه در بوته و واحد سطح کاهش می‌یابد. از طرفی تأثیر منفی تنش کم‌آبی بر فتوسنتز جاری در نهایت مواد منتقل شده به کاسبرگ را کاهش داده و وزن کاسبرگ در میوه نیز کاهش می‌یابد. به‌عبارتی با کاهش توان فتوسنتز جاری و محدودیت در انتقال کربوهیدراتهای ذخیره‌ای، میوه‌ها و کاسبرگ‌های کوچکتری تولید می‌گردد. از این‌رو کاهش معنی‌دار ۵۴/۸ درصدی در عملکرد خشک کاسبرگ با افزایش دور آبیاری از ۶۰ به ۱۸۰ میلی‌متر در شرایط این تحقیق را می‌توان به کاهش معنی‌دار ۴۱/۳ و ۲۲/۷ درصدی به‌ترتیب تعداد میوه در مترمربع و وزن کاسبرگ در تک میوه مربوط دانست. به‌عبارتی در شرایط کم‌آبی شدید، از یکسو کاهش رشد رویشی باعث کمتر شدن تولید میوه در واحد سطح شده و از طرف دیگر محدودیت منبع باعث کوچک‌تر ماندن میوه و کاهش میانگین عملکرد کاسبرگ در تک میوه شده است و از آنجا که عملکرد کاسبرگ در واحد سطح حاصل‌ضرب این دو جزء می‌باشد، بدیهی است که کاهش قابل توجه عملکرد کاسبرگ، پیامد غیر قابل اجتناب تنش شدید کم‌آبی خواهد بود.

در شرایط تنش کمبود آب کاهش معنی‌دار عملکرد خشک کاسبرگ و تعداد میوه در بوته با افزایش تنش کم‌آبی توسط Rahbarian و همکاران (۲۰۱۱) در چای ترش و کاهش عملکرد خشک توسط Majde Salimi و Mirlatifi (۲۰۰۸) در چای گزارش شده‌است. با وجود این براساس مطالعه Rahbarian و همکاران (۲۰۱۱) در چای ترش آبیاری پس از رسیدن به ۷۵٪ ظرفیت زراعی باعث افزایش معنی‌دار عملکرد کاسبرگ نسبت به تیمار بدون تنش (۱۰۰٪ ظرفیت زراعی) شد. این محققان وقوع تنش غرقابی در شرایط بدون تنش کم‌آبی و افزایش تولید اتیلن در گیاه و در نتیجه ریزش میوه‌ها و کاهش تلقیح را علت این موضوع دانسته‌اند.

به‌طور کلی می‌توان گفت تنش خشکی از طریق کاهش طول دوره رشد و در نتیجه کاهش میزان فتوسنتز، کاهش طول دوره اسیمیلاسیون و انتقال شیره پرورده در چای ترش به‌طور معنی‌داری باعث کاهش عملکرد اقتصادی و بیولوژیک این گیاه دارویی شده است. Safikhani و همکاران (۲۰۰۷) بیان کردند که بیشترین عملکرد بیولوژیک بادرشبو در تیمار بدون تنش کم‌آبی حاصل شد. همچنین Ehyaei و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعه دو دور آبیاری ۱۰ و ۲۰ روز در نخود و Mousavi و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی سطوح آبیاری پس از ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک در همیشه‌بهار، بیان کردند که با افزایش دور آبیاری، عملکرد بیولوژیک در این گیاهان به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد.

همچنین می‌توان گفت که در شرایط کمبود آب هرچند عملکرد کاسبرگ و عملکرد بیولوژیک کاهش می‌یابد، اما مقدار کاهش در عملکرد کاسبرگ به‌مراتب کمتر از عملکرد بیولوژیک بوده و همین امر باعث افزایش معنی‌دار شاخص برداشت کاسبرگ در بوته در تیمارهای آبیاری پس از ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک نسبت به تیمار آبیاری پس از ۶۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک شده است. به‌طور کلی با توجه به برتری معنی‌دار شاخص برداشت کاسبرگ در بوته و در میوه در شرایط آبیاری پس

از ۱۸۰ نسبت به ۶۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک، می‌توان نتیجه گرفت که در شرایط کمبود آب در چای ترش سهم بیشتری از مواد فتوسنتزی تولید شده در بوته به کاسبرگ‌های گیاه منتقل می‌گردد.

علاوه‌بر رطوبت قابل دسترس، میزان نیتروژن موجود در گیاه نیز تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر آهنگ رشد در همه گیاهان دارد، زیرا وظیفه اصلی نیتروژن تکثیر سلولی، افزایش طول سلول و میانگره‌ها است. به عبارتی با تأمین نیتروژن کافی، گیاه بلندتر شده و برگهایی با کلروفیل بیشتر تولید کرده و سطح فتوسنتزکننده گیاه افزایش می‌یابد که نتیجه این امر تولید بیشتر ماده خشک در گیاه و افزایش ارتفاع بوته و قطر ساقه می‌باشد (Emam & Niknejad, 1995). Shubhra و همکاران (۲۰۰۴) در بررسی تأثیر مقادیر مختلف کود نیتروژن در عروسک پشت پرده ملاحظه کردند که با افزایش مقدار کود نیتروژن، ارتفاع بوته افزایش می‌یابد.

رویدادهای متعدد فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی موجب گلدهی و تولید میوه می‌گردد و در این رابطه حاصلخیزی خاک تأثیر بسزایی دارد. نیتروژن با تأمین پروتئین مورد نیاز دانه گرده برای حرکت در طول خامه و رسیدن به تخمک، افزایش طول عمر تخمک و افزایش زمان گرده‌افشانی مؤثر، درصد تشکیل گل و میوه را افزایش داده (Rahemi, 2004) و از این‌رو با افزایش مصرف نیتروژن، افزایش تعداد میوه در مترمربع قابل توجیه می‌باشد. از طرفی مصرف بیشتر کود نیتروژن باعث تحریک رشد رویشی، افزایش شاخص سطح برگ و دوام آن شده و با افزایش فتوسنتز و فراهمی مواد پرورده برای میوه، رقابت میوه‌ها و کاسبرگ‌ها برای مواد فتوسنتزی را کاهش داده و در نهایت تأثیر مثبتی را بر وزن خشک کاسبرگ در واحد سطح داشته است. با وجود این به نظر می‌رسد با کاربرد ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به علت افزایش زیاد رشد رویشی و تشدید سایه‌اندازی روی شاخه‌های پایین چای ترش، تعداد میوه در بوته و مترمربع و در نهایت عملکرد تر و خشک کاسبرگ در واحد سطح نسبت به تیمار کاربرد ۱۲۰ کاهش معنی‌داری را نشان داد (جدول ۳). Zeinali و همکاران (۲۰۱۴) نیز گزارش کردند هرچند با افزایش کاربرد نیتروژن از صفر به ۵۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد گل در بابونه افزایش معنی‌داری داشت، اما کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار کاهش معنی‌دار این صفت را به دنبال داشت. با وجود این Timothy و Futuless (۲۰۱۴) در مطالعه کاربرد مقادیر ۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به این نتیجه رسیدند که با افزایش کاربرد نیتروژن علاوه بر ارتفاع بوته، عملکرد کاسبرگ چای ترش نیز به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد.

لازم به ذکر است از آنجا که تغییر در مقدار نیتروژن مصرفی تأثیر معنی‌داری در بزرگ شدن میوه‌ها و وزن کاسبرگ‌ها در تک میوه نداشته است، بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری کرد که افزایش مصرف نیتروژن تا ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار تنها از طریق افزایش تعداد میوه در مترمربع باعث افزایش عملکرد تر و خشک کاسبرگ در واحد سطح شده‌است.

Letchamo (۱۹۹۳) معتقد است که افزایش مقدار مصرف کود نیتروژن منجر به افزایش رشد اندام‌های هوایی و تعداد گل و میوه در بوته می‌شود و در نهایت موجب افزایش تعداد میوه در واحد سطح، عملکرد اقتصادی و تجمع ماده خشک می‌گردد. همچنین در مطالعه تأثیر سطوح نیتروژن در همیشه‌بهار گزارش شد که افزایش مقدار نیتروژن مصرفی تا ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش معنی‌دار تعداد گل و عملکرد خشک گل در واحد سطح گردید (Mousavi *et al.*, 2012).

هرچند در شرایط این آزمایش به دلایل ذکر شده افزایش کاربرد نیتروژن تنها تا ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار افزایش معنی‌دار عملکرد اقتصادی (کاسبرگ) را به دنبال داشت، اما در مورد عملکرد بیولوژیک، بیشترین مقدار نیتروژن مصرفی (۱۸۰ کیلوگرم در هکتار) احتمالاً به علت افزایش رشد رویشی و افزایش سطح و دوام برگ و در نتیجه قدرت ماده‌سازی بیشتر گیاه توانسته است به‌طور معنی‌داری باعث افزایش تجمع ماده خشک در واحد سطح نسبت به سایر سطوح مصرف نیتروژن شد (جدول ۳). Sajedi و Ardakani (۲۰۰۸) در آزمایش خود به این نتیجه

رسیدند که دلیل اصلی افزایش عملکرد با افزایش مقادیر مختلف نیتروژن، افزایش سطح برگ گیاه و میزان جذب نور توسط برگها و تبدیل آنها به مواد فتوسنتزی است. به این ترتیب افزایش میزان برگ در مزرعه سبب افزایش میزان جذب نور، فتوسنتز بیشتر و تولید عملکرد بیولوژیکی بالاتر خواهد شد. Moradi و همکاران (۲۰۱۰) در مشاهدات خود در گیاه دارویی اسفرزه نشان دادند که در کلیه فواصل آبیاری با افزایش میزان نیتروژن عملکرد بیولوژیکی نیز افزایش می‌یابد. در تحقیق دیگری توسط Rassam و همکاران (۲۰۰۶) در گیاه دارویی شوید مشخص شد که با افزایش مصرف نیتروژن بر عملکرد بیولوژیک نیز افزوده شد، به‌طوری که حداکثر عملکرد بیولوژیک با مصرف ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و کمترین عملکرد در تیمار عدم مصرف کود نیتروژن بدست آمد.

همچنین از آنجایی که افزایش مصرف نیتروژن تنها تا ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش معنی‌دار عملکرد خشک کاسبرگ شده و از طرفی با افزایش کاربرد نیتروژن تا ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد بیولوژیک به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، اما عملکرد خشک کاسبرگ کاهش یافته است. البته وجود بیشترین شاخص برداشت کاسبرگ در بوته در تیمار کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار قابل توجیه می‌باشد.

معنی‌دار نبودن اثر نیتروژن بر شاخص برداشت کاسبرگ در میوه بدان معناست که افزایش کاربرد نیتروژن نقش مثبتی را در افزایش سهم دریافتی کاسبرگ از مواد فتوسنتزی منتقل شده به میوه (از بخش رویشی گیاه) ایفاء نکرده‌است. به عبارتی، می‌توان نتیجه گرفت که تغییر مقدار مصرف کود نیتروژن به یک نسبت بر عملکرد کاسبرگ و عملکرد بیولوژیک میوه در چای ترش تأثیر داشته است.

عدم وجود تفاوت آماری عملکرد تر و خشک کاسبرگ بین سطوح کاربرد نیتروژن در شرایط تنش شدید کم‌آبی (آبیاری پس از ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر) را که در جدول ۴ نشان داده شده‌است می‌توان به این علت دانست که کمبود آب به‌عنوان عامل محدودکننده برای جذب و اثرگذاری نیتروژن عمل کرده است (قانون حداقل لیبیک). از طرفی با افزایش مصرف نیتروژن از ۱۲۰ به ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار در شرایط آبیاری پس از ۶۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر، عملکرد تر و خشک کاسبرگ به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. علت این امر را با توجه به نامحدود بودن رشد چای ترش و نیاز به نور برای تشکیل گل و میوه در لایه‌های مختلف سایه‌انداز، می‌توان از یک‌سو به تحریک رشد رویشی با افزایش کاربرد نیتروژن به ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار و رقابت بین بخش رویشی و زایشی و از سوی دیگر به سایه‌اندازی برگ‌های بالا بر بخش پایین بوته و عدم نورگیری مناسب گیاه که منجر به عدم تلقیح و ریزش گلها می‌گردد، مربوط دانست. بنابراین براساس جدول ۴ می‌توان گفت که در شرایط وجود آب کافی و آبیاری پس از ۶۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر، کاربرد تنها ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار برای داشتن بیشترین عملکرد خشک کاسبرگ کافی است، اما در شرایط کمبود آب و اعمال تیمار آبیاری پس از ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر، می‌توان با افزایش کاربرد نیتروژن به ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار به لحاظ آماری به عملکردی مشابه با تیمار آبیاری پس از ۶۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر و کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار دست یافت. به عبارتی با مصرف بیشتر نیتروژن دور آبیاری را افزایش داد. با وجود این باید توجه داشت که هر چند در این تحقیق کاربرد ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در شرایط کم‌آبی می‌تواند کاهش تعداد دفعات آبیاری را به دنبال داشته باشد، اما نباید آلودگی نیتراتی خاک و تجمع نیترات در کاسبرگ را از نظر دور داشت. به همین دلیل لازم است تا در تحقیقات آینده این موضوع مورد توجه قرار گیرد.

به‌عنوان نتیجه‌گیری کلی می‌توان گفت که با توجه به مقایسه میانگین‌های اثر متقابل آبیاری و نیتروژن بر عملکرد خشک کاسبرگ می‌توان نتیجه گرفت که در شرایط کمبود آب و تأخیر دور آبیاری از ۶۰ به ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر، افزایش کاربرد نیتروژن از ۱۲۰ به

۱۸۰ کیلوگرم در هکتار می‌تواند از کاهش معنی‌دار عملکرد اقتصادی چای ترش جلوگیری کند. از این‌رو در شرایط این تحقیق و با توجه به مشکل کم‌آبی در منطقه تیمار آبیاری پس از ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر و کاربرد ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار برای زراعت این گیاه دارویی پیشنهاد می‌شود.

منابع مورد استفاده

- Aghaei, A.H. and Ehsanzadeh, P., 2011. Effect of water deficit stress and nitrogen on yield and some physiological parameters of oilseed pumpkin (*Cucurbita pepo* L.). Iranian Journal of Horticultural Sciences, 42(3): 291-299.
- Akbarinia, A., Khosravifard, M., Sharifi Ashorabadi, A. and Babakhanlo, P., 2005. Effect irrigation interval on yield and agronomic traits of *Nigella sativa*. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 21(1): 65-73.
- Al-Omran, A.M., Sheta, A.S., Falatah, A.M. and Al-Harbi, A.R., 2005. Effect of drip irrigation on squash (*Cucurbita pepo*) yield and water-use efficiency in sandy calcareous soils amended with clay deposits. Agricultural Water Management, 73: 43-55.
- Ardakani, M.R., Abbaszadeh, B., Sharifi Ashourabadi, E., Lebaschi, M.H. and Packnejad, F., 2007. The effect of water deficit on quantitative and qualitative characters of balm (*Melissa officinalis* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 23(2): 251-261.
- Atta, S., Sarr, B., Bakasso, Y., Diallo, A.B., Lona, I., Saadou, M. and Glew, R.H., 2010. Roselle (*Hibiscus Sabdariffa* L.) yield and yield components in response to nitrogen fertilization in Niger. Indian Journal of Agricultural Research, 4(2): 96-103.
- Babatunde, F.E. and Mofoke, A.L.E., 2006. Performance of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) as influenced by irrigation schedules. Pakistan Journal of Nutrition, 5(4): 363-367.
- Daneshian, J., Hadi, H. and Jonoubi, P., 2009. Study of quantity and quality characteristics of soybean genotypes in deficit irrigation condition. Iranian Journal of Crop Science, 11(4): 393-409.
- Daneshkhah, M., Kafi, M., Nikbakht, A. and Mirjalili, M.H., 2007. Effects of different levels of nitrogen and potassium fertilizers on flower yield and essential oil content of *Rosa damascena* Mill. from Barzok of Kashan. Iranian Journal of Horticultural Science and Technology, 8(2): 83-90.
- Duke, J.A., 1979. Ecosystematic data on economic plants. Journal of Crude Drug Research, 17(3-4): 91-109.
- Ehyaee, H., Parsa, M., Kafi, M. and Nasiri Mahallati, M., 2011. Effect of foliar application of methanol and irrigation regimes on yield and yield components of chickpea cultivars. Iranian Journal of Pulses Research, 1(2): 37-48.
- Emam, Y. and Niknejad, M., 1995. An introdution to crop yiled physiology. Shiraz University Press, 576p.
- Fathi, D., Sohrabi, B. and Kochakzadeh, M., 2011. Investigation of the effects of different irrigation water and nitrogen regimes on cotton yield and yield component under furrow and sprinkler irrigation methods. Electronic Journal of Crop Production, 4(1): 61-74.
- Gholipoori, A., Javanshir, A., Rahimzadeh Khoie, F., Mohammdi, A. and Bayat, H., 2007. The effect of different nitrogen levels and pruning of head on yield and yield components of medicinal pumpkin (*Cucurbita pepo* L.). Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 13: 32-41.
- Jouyban, Z., 2010. Effect of Irrigation Interval, Nitrogen Fertilizer and Superabsorbent on Yield and Agronomic Traits of Sesame. M.Sc. Thesis, Department of Agriculture, Birjand branch, Islamic Azad University, Birjand, Iran. 121p.
- Laribi, B., Bettaieb, I., Kouki, K., Sahli, A., Mougou, A. and Marzouk, B., 2009. Water deficit effects on caraway growth, essential oil and fatty acid composition. Industrial Crops and Products, 30(3): 372-379.
- Lebaschi, M.H. and Sharifi Ashoorabadi, E., 2004. Growth indices of some medicinal plants under different water stresses. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 20(3): 249-261.
- Letchamo, W., 1993. Nitrogen application affects on yield and content of active substances in chamomile genotypes: 636-639. In: Janick, J. and Simon, J.E., (Eds.). New Crops. Willey, New York, 710p.
- Lichtenthaler, K.L. and Babani, F., 2000. Detection of photosynthetic activity and water stress by imaging the red chlorophyll fluorescence. Plant Physiology and Biochemistry, 38(11): 889-895.
- Majd Salimi, K. and Mirlatifi, S.M., 2008. Tea (*Camellia sinensis* L.) yield response to irrigation and nitrogen fertilizer applications. Journal of Science and Technology Agriculture and Natrual Resources, 12(44): 39-51.
- Mirshekari, B., Darbandi, S. and Ejlali, L., 2007. Effect of irrigation intervals, nitrogen rate and splitting on essence of German chamomile

Agricultural Sciences and Natural Resources, 13(3): 1-9.
- Rezapoor, S., 2010. Effect of drought stress and sulfur fertilizer on quality and quantitative yield of *Nigella sativa* in Qauen region. M.Sc. Thesis, Department of Agriculture, Zabol University, Iran.
- Safikhani, F., Heydarye Sharifabadi, H., Syadat, A., Sharifi ashorabadi, A., Syednedjad, M. and Abbaszadeh, B., 2007. The effect of drought on yield and morphologic characteristics of *Deracocephalum moldavica* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 23(2): 183-194.
- Sajedi, N. and Ardakani, M.R., 2008. Effect of different levels of nitrogen, iron and zinc on physiological indices and forage yield of maize (*Zea mays* L.) in Markazi province. Iranian Journal of Field Crops Research, 6: 99-110.
- Shubhra, K., Dayal, J., Goswami, C.L. and Mujal, R., 2004. Influence of phosphorus application on water relations, biochemical parameters and gum content in cluster bean under water deficit. Biologia Plantarum, 48(3): 445-448.
- Timothy, E.L. and Futuless, K.N., 2014. Influence of sowing date and different levels of nitrogen fertilizer on the performance of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) in Nigeria. Research and Reviews: Journal of Agriculture and Allied Sciences, 3(1): 5-8.
- Torabi, A., 2004. Study of planting date and row spacing on yile of *Hibiscus sabdariffa*. M.Sc. Thesis, Department of Agriculture, Jiroft branch, Islamic Azad University, Jiroft, Iran, 150p.
- Zeinali, H., Moslehi Yazddel, A., Safaei, L., Jaberalansar, Z., Akhondi, A. and Skander, Z., 2014. Effects of different N.P.K fertilizer levels on quantitative and qualitative traits of *Matricaria chamomilla* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 30(4): 511-518.

(*Matricaria chamomilla* L.). Iranian Journal of Crop Science, 9(2): 142-156.
- Moradi, K., Hamdi Shangari, A., Shahrajabian, M.H., Gharineh, M.H. and Madandost, M., 2010. Isabgol (*Plantago ovata* Forsk.) response to irrigation intervals and different nitrogen levels. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 26(2): 196-204.
- Mousavi, S.G.R., Seghatoleslami, M.J., Ansarinia, E. and Javadi, H., 2012. The effect of water deficit stress and nitrogen fertilizer on yield and water use effeciency of *Calendula officinalis* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 28(3): 493-508.
- Oyewole, C.I. and Mera, M., 2010. Response of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) to rates of inorganic and farmyard fertilizers in the Sudan savanna ecological zone of Nigeria. African Journal of Agricultural Research, 5(17): 2305-2309.
- Rahbarian, P., Afsharmanesh, G. and Behzadi, N., 2011. Effect of drought stress as water deficit and plant density on yield roselle (*Hibiscus sabdariffa*) in Jiroft region. New Finding in Agriculture, 5(3): 249-257.
- Rahemi, M., 2004. Polination and Fruit Formation. Shiraz University Press, 120p.
- Rahimi, M.M., Nourmohamhdi, G., Ayeneband, A., Afshar, A. and Moaf Poorian, G.R., 2009. Effect of sowing time and different nitrogen levels on quantitative and qualitative charecteristics of oil flax (*Linum usitatissimum* L.). Journal of Seed and Plant Production, 25(1): 79-91.
- Rassam, Gh., Ghorbanzadeh, M. and Dadkhah, A., 2006. Effect of planting date and nitrogen on yield and seed yield components of Dill (*Anethum graveolens* L.) in Shirvan region. Journal of

The effect of irrigation and nitrogen levels on morphological traits, yield and yield components of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.)

A. Sepahrom[1] and S.Gh. Moosavi[2*]

1- M.Sc., Departement of Agronomy and Crop Breeding, Faculty of Agriculture, Birjand Branch, Islamic Azad University, Birjand, Iran

2*- Corresponding author, Departement of Agronomy and Crop Breeding, Faculty of Agriculture, Birjand Branch, Islamic Azad University, Birjand, Iran, E-mail: s_reza1350@yahoo.com

Received: January 2015 Revised: August 2015 Accepted: August 2015

Abstract

In order to study the effect of low irrigation and nitrogen fertilization on morphological traits, sepal yield, and yield components of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.), an experiment was conducted as split plot design based on randomized complete blocks with three replications, at Saravan, Iran in 2010. In this research, irrigation was considered as main factor with three levels (irrigation after 60, 120 and 180 mm evaporation from pan class A) and nitrogen rate was considered as sub factor with four levels (0, 60, 120 and 180 kg $N.ha^{-1}$). The results showed that irrigation and nitrogen levels had significant effect on plant height, stem diameter, fruit number per m^2, sepal fresh and dry yield, and biological yield. However, sepal dry weight per single fruit and sepal harvest index per fruit were only affected by irrigation, and sepal harvest index per plant was only affected by nitrogen. The interaction effect between irrigation and nitrogen significantly affect the sepal fresh and dry yield. According to the means comparison, increasing of irrigation intervals from 60 to 180 mm evaporation reduced the plant height, stem diameter, fruit number per m^2, sepal fresh and dry yield, biological yield, and sepal dry weight per single fruit to 48.1%, 31.8%, 41.3%, 58%, 54.9%, 67% and 22.7%, respectively. In addition, the increased use of nitrogen from 0 to 120 $kg.ha^{-1}$ could increase the mentioned traits to 13.7%, 8.6%, 37.1%, 43.3%, 44.1%, 25.5%, and 5.7%, respectively. Overall, according to the results of current study, irrigation after 120 mm evaporation with 180 kg N. ha^{-1} treatment could be suggested for roselle cultivation in Saravan, Iran.

Keywords: Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.), low irrigation, nitrogen, sepal yield, harvest index.