



## به‌زراعی کشاورزی

دوره ۱۹ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۶

صفحه‌های ۱۱۱۱-۱۰۹۵

# اثر زمان نشاکاری و تراکم بوته بر ماده خشک و فنل کل شاخساره گیاه دارویی سرخارگل [*Echinacea purpurea* (L.) Moench] در ساری

سمانه اسدی‌صنم<sup>۱</sup>، محسن زواره<sup>۲\*</sup>، همت‌اله پیردشتی<sup>۳</sup>، فاطمه سفیدکن<sup>۴</sup>، قربانعلی نعمت‌زاده<sup>۵</sup>

۱. استادیار، بخش تحقیقات گیاهان دارویی، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
۲. دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، ایران
۳. دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، پژوهشکده ژنتیک و زیست‌فناوری کشاورزی طبرستان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران
۴. استاد، بخش تحقیقات گیاهان دارویی، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
۵. استاد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، پژوهشکده ژنتیک و زیست‌فناوری کشاورزی طبرستان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۰۷/۲۴

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۵/۰۲/۱۴

### چکیده

سرخارگل (*Echinacea purpurea*) پر فروش‌ترین گیاه دارویی در اروپا و ایالات‌متحده برای درمان سرماخوردگی استفاده می‌شود. این آزمایش به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه پژوهشی پژوهشکده ژنتیک و زیست‌فناوری طبرستان در سال زراعی ۱۳۹۱-۱۳۹۲، اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل سه زمان نشاکاری (۲۰ فروردین، ۱۹ اردیبهشت و ۱۸ خرداد در بهار ۱۳۹۲) در کرت‌های اصلی و سه تراکم بوته (۷، ۱۰ و ۱۶ بوته در مترمربع) در کرت‌های فرعی بود. نتایج نشان داد که اگرچه تأخیر در کاشت سبب کاهش ماده خشک شاخساره، برگ و ساقه شد، ولی افزایش تراکم تا ۱۰ بوته در مترمربع تا اندازه‌ای اثر نامطلوب تأخیر در کاشت را جبران کرده است که نشان می‌دهد تاریخ کشت زودتر و تراکم ۱۰ بوته در مترمربع برای افزایش کمیت این ویژگی‌ها مناسب‌تر بوده‌اند. نسبت ماده خشک شاخساره/گل > شاخساره/ساقه > شاخساره/برگ بود. بیشترین نسبت ماده خشک شاخساره/ساقه و شاخساره/(برگ+گل) مربوط به تاریخ کشت خرداد و بیشترین نسبت ماده خشک شاخساره/گل مربوط به تاریخ کاشت اردیبهشت ماه بود. بیشترین مقدار فنل کل برگ و ساقه به ترتیب ۵۱/۱ و ۳۵/۹ میلی‌گرم گالیک اسید در گرم ماده خشک بود که در تاریخ کشت ۲۰ فروردین و تراکم ۱۰ بوته در مترمربع به دست آمد. بیشترین محتوای فنلی گل‌ها (۵۶/۵ میلی‌گرم گالیک اسید در گرم ماده خشک) در تاریخ کاشت ۱۹ اردیبهشت و تراکم ۱۰ بوته در مترمربع اندازه‌گیری شد. مقدار فنل کل گل‌ها < برگ‌ها < ساقه‌ها < بود. در کل، می‌توان چنین استنباط کرد که احتمالاً نشاکاری زودهنگام سرخارگل در ۲۰ فروردین ماه و با تراکم ۱۰ بوته در مترمربع برای تولید ماده خشک و فنل کل از برگ‌ها و ساقه‌ها و تأخیر در کاشت تا ۱۹ اردیبهشت و تراکم ۱۰ بوته در مترمربع، برای تولید ماده خشک و فنل کل از گل‌ها، در شرایط این آزمایش مناسب است.

کلیدواژه‌ها: تاریخ کشت، ساقه، گالیک اسید، گلدهی، محتوای فنلی.

## ۱. مقدمه

نسبت آن ها و زمان قرار گرفتن این مراحل در شرایط محیطی متفاوت، بر عملکرد کمی و کیفی گیاهان دارویی اثر می‌گذارد [۱۶]. در تایوان با تأکید بر رشد و زراعت موفقیت‌آمیز سرخارگل، ویژگی‌های ریخت‌شناسی و زراعی سرخارگل تحت تأثیر تاریخ کشت گزارش شد. در این مطالعه، گیاهان رشدیافته در بهار در مقایسه با گیاهان پاییزه، بلندتر بودند و گل و ساقه بیشتر و تعداد برگ کمتر داشتند [۸].

در کنار تاریخ کاشت مناسب، یکی دیگر از ابزارهای مدیریتی کارآمد در تصمیم‌گیری‌های زراعی و افزایش عملکرد گیاهان دارویی، انتخاب تراکم مناسب است که خود متأثر از نوع ژنوتیپ، محیط و برهم‌کنش آن‌ها است [۶]. مطالعات انجام شده در مصر، در بررسی رشد و تولید سرخارگل در پاسخ به تراکم ۳، ۵ و ۱۰ بوته در مترمربع (فاصله بوته‌های روی ردیف ۶۰، ۴۰ و ۲۰ سانتی‌متر) نشان داد که بیشترین ماده خشک اندام‌های گیاهی با تغییر فاصله کاشت از ۲۰ به ۶۰ سانتی‌متر به دست می‌آید [۲۵]. در پژوهشی در فنلاند، تراکم شش تا هفت بوته در مترمربع برای تولید ۴/۵ کیلوگرم در مترمربع زیست توده (شاخساره + ریشه) تر سرخارگل پیشنهاد شده است [۱۰]. در بررسی اثر فاصله ردیف‌های کاشت (۱۵، ۳۰ و ۴۵ سانتی‌متر) بر ویژگی‌های مورفولوژیک و ترکیبات دارویی گیاه سرخارگل در ایران، افزایش عملکرد ماده خشک اندام‌های هوایی و ریشه و بهبود ویژگی‌های مورفولوژیک در تراکم کشت پایین‌تر (فاصله ردیف ۴۵ سانتی‌متر) حاصل شد [۴].

فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌های سرخارگل در پژوهش‌های مختلفی گزارش شده است [۹ و ۱۸]. بیشتر پژوهش‌ها، بر عمل آنتی‌اکسیدانی فنل‌ها متمرکز شده است زیرا فنل‌ها، یکی از بهترین منابع آنتی‌اکسیدانی طبیعی در ترکیبات گیاهی شناخته شده‌اند [۹]. مقدار فنل‌های کل در اندام‌های مختلف سرخارگل متفاوت است و ترتیب

جنس *Echinacea* گیاهی علفی و چندساله از خانواده کاسنی<sup>۱</sup> است که خاستگاه آن شمال آمریکا است و جمعیت‌های وحشی آن از شرق و مرکز ایالات متحده تا جنوب کانادا پراکنده شده است [۸]. سه گونه *E. angustifolia* E. و *E. pallida purpurea* دارویی این جنس شناخته شده‌اند [۱۵] که ناشی از آثار ضدویروسی، ضدباکتریایی و ضدقارچی آن‌ها است و به آن‌ها شهرت جهانی داده است [۱۷]. گونه *E. purpurea* با نام فارسی سرخارگل، با گل‌های مخروطی شکل و به‌رنگ ارغوانی تا صورتی است که به‌طور گسترده در اروپا و شمال آمریکا مطالعه شده و در طراحی باغ‌های چندساله و به‌عنوان گل شاخه بریده نیز، استفاده شده است [۱۷]. با این حال، جمعیت‌های وحشی سرخارگل در زیستگاه‌های طبیعی، در نتیجه برداشت بی‌رویه و تغییرات ناشی از فعالیت‌های انسان به‌طور جدی در برابر تهدید قرار گرفته است. به همین دلیل و برای کاهش فشار بر این جمعیت‌ها، این گونه برای تأمین نیاز گسترده بازار دارو به شکل زراعی و عمدتاً در ایالات متحده، کانادا، روسیه، اروپا و استرالیا کشت می‌شود [۱۲].

زراعت و بررسی امکان کشت گیاهان دارویی در مناطق مختلف، ارائه راهکارهای مناسب به زراعی برای افزایش کمی و کیفی این گیاهان و امکان کنترل بهتر مواد مؤثره آن‌ها، می‌تواند با کاهش فشار بر جمعیت‌های طبیعی، از نابودی یا انقراض آن‌ها جلوگیری کند [۸]. دستیابی به عملکرد بالا در گیاهان دارویی می‌تواند با تغییر عوامل ژنتیکی، محیطی و مدیریتی و برهم‌کنش آن‌ها به دست آید. از میان راهبردهای مدیریتی، تاریخ کاشت عامل مهمی است که از راه تأثیر بر طول دوره رشد رویشی و زایشی و

1. Asteraceae

اثر زمان نشاکاری و تراکم بوته بر ماده خشک و فنل کل شاخساره گیاه دارویی سرخارگل [*Echinaceae purpurea* (L.) Moench]

در ساری

خرد شده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در بهار سال ۱۳۹۲، طراحی و اجرا شد. پیش از آغاز آزمایش، از خاک هر تکرار سه نمونه مجزا برداشته شد و پس از اختلاط، در آزمایشگاه خاک این دانشگاه تجزیه شد که نتایج آن در جدول (۱) آورده شده است. میانگین پارامترهای هواشناسی برای سال اجرای آزمایش (جدول ۲)، از اداره تحقیقات هواشناسی کشاورزی قراخیل - قائم شهر تهیه شد.

تیمارهای آزمایش شامل سه تاریخ کاشت (۲۰ فروردین، ۱۹ اردیبهشت و ۱۸ خرداد ۱۳۹۲) و سه تراکم کاشت (۷، ۱۰ و ۱۶ بوته در مترمربع با فاصله کشت ۱۵، ۲۵ و ۳۵ سانتی متر روی ردیف) بودند. کشت به صورت نشاکاری انجام شد و نشاها از گلخانه پژوهشکده گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی کرج به زمین اصلی منتقل و در فاصله ۱۵، ۲۵ و ۳۵ سانتی متر روی ردیف در کرت هایی با ابعاد ۳×۵ متر نشاکاری شدند. هر کرت شامل شش ردیف کاشت به فاصله ۴۰ سانتی متر بود. فاصله بین کرت های هر تراکم کشت، یک ردیف نکاشت و فاصله بین تاریخ های کشت، دو ردیف نکاشت در نظر گرفته شد.

کاهشی آنها به صورت گل ها < برگ ها < ساقه ها < ریشه ها بوده است [۱۱ و ۱۳].

در ایران، اگر چه در مورد سازگاری و شیوه های به زراعی سرخارگل پژوهش هایی انجام شده است [۱، ۲ و ۳]، ولی گزارش های موجود برای تعیین بهترین تاریخ و تراکم کاشت در مناطق مختلف کشور محدود است. بنابراین، پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر تاریخ کاشت و تراکم بوته در واحد سطح بر ماده خشک و مقدار فنل کل اندام های مختلف گیاه دارویی سرخارگل و ارزیابی امکان جلوگیری از افت عملکرد در کشت های تأخیری از راه افزایش تراکم بوته در شرایط آب و هوایی ساری، طراحی و اجرا شد.

## ۲. مواد و روش ها

با هدف بررسی اثر زمان نشاکاری و تراکم بوته بر ماده خشک و فنل کل اجزای مختلف گیاه دارویی سرخارگل، آزمایشی در مزرعه پژوهشی پژوهشکده ژنتیک و زیست فناوری طبرستان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری (عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۳۹ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۳ درجه و چهار دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۱ متر پایین تر از سطح دریا) به صورت کرت های

جدول ۱. برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

ویژگی های اندازه گیری شده									
عمق	هدایت	واکنش	کر	نیترژن	فسفر	پتاسیم	آهن	منگنز	روی
نمونه برداری	الکتریکی	گل	بن	کل	قابل	قابل	قابل	قابل	قابل
(cm)	(dS/m)	اشباع	آلی	(%)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)
۰-۳۰	۰/۹۲	۷	۲/۶	۰/۲۲	۲۸/۴	۴۵۱	۲۰۶	۹۸	۱۵/۳
سیلنتی									
رسی									

جدول ۲. اطلاعات هواشناسی مربوط به ۷ ماه از فصل رشد سرخارگل در سال ۱۳۹۲

ماه‌های سال	تعداد روز	دما (°C)		رطوبت نسبی (%)		ساعات آفتابی (h)
		کمینه	پیشینه	کمینه	پیشینه	
فروردین	۳۱	۱۰/۲	۱۹/۸	۶۲	۹۴	۱۴۴/۶
اردیبهشت	۳۱	۱۳/۶	۲۴/۷	۵۳	۹۵	۲۴۴/۱
خرداد	۳۱	۱۹/۲	۲۸/۷	۵۵	۹۴	۲۳۹/۱
تیر	۳۱	۲۱/۴	۳۰/۹	۵۲	۹۰	۲۵۶/۸
مرداد	۳۱	۲۱/۷	۲۹/۱	۶۴	۹۶	۱۳۵/۳
شهریور	۳۱	۲۱/۸	۳۰/۱	۶۶	۹۶	۱۵۹/۴
مهر	۳۰	۱۶/۶	۲۶/۱	۶۲	۹۶	۱۶۵/۹
جمع	۲۱۶	۱۲۴/۵	۱۸۹/۴	۴۱۴	۶۶۱	۱۳۴۵/۲
میانگین		۱۷/۸	۲۷/۰۶	۵۹/۱	۹۴/۴	۱۹۲/۲

میان گل‌های موجود تعیین شدند. عملکرد ماده خشک برگ، گل و ساقه سرخارگل با رعایت آثار حاشیه، روی چهار بوته در زمان گل‌دهی کامل اندازه‌گیری شد. اندام‌های برگ، گل و ساقه گیاه پس از جداسازی خشک شدند و سپس وزن آن‌ها با ترازوی دقیق اندازه‌گیری شد. سپس، عملکرد پیکر رویشی (ماده خشک شاخساره) برای تیمارها محاسبه شد.

### ۱.۲. استخراج عصاره فنلی

استخراج عصاره فنلی از نمونه‌های هواخشک برگ، گل و ساقه براساس روش تیجسن و همکاران<sup>۱</sup> [۲۹] با کمی تغییر انجام شد. ابتدا نمونه‌ها با دستگاه قهوه خردکن (مدل E G 90 W-120205) پودر و از الک ۴۰ مش عبور داده شدند. سپس به ۰/۴ گرم از پودر الک شده ۱۰ میلی‌لیتر متانول:آب (۳۰:۷۰) اضافه شد. نمونه‌ها پس از هم زدن کوتاهی به مدت ۲۰ دقیقه در حمام اولتراسونیک<sup>۲</sup> (مدل KMH 1-120 W6501) با بسامد ۴۰ کیلوهرتز نگهداری

همچنین، فاصله بین بلوک‌های آزمایش دو متر بود. عملیات آماده‌سازی بستر شامل شخم پاییزه، تسطیح و دو دیسک عمود برهم پیش از کاشت بود. سپس ردیف‌های کاشت به حالت پشته طراحی شد. از آنجایی که در بستر کاشت نشاها در خزانه، ماسه غالب بود در هنگام انتقال نشاها به زمین اصلی نیز، مقداری ماسه نرم دریا با خاک پشته مخلوط شد. بلافاصله پس از کاشت نشاها و پس از آن، با توجه به شرایط آب و هوایی منطقه، آبیاری به‌صورت قطره‌ای انجام شد. برای جلوگیری از آثار احتمالی علف‌کش‌های شیمیایی بر ترکیبات دارویی گیاه، سه بار و جین دستی علف‌های هرز (در مرحله استقرار بوته‌ها، ابتدای گلدهی و ۵۰ درصد گلدهی) انجام شد. در این آزمایش، به جز کود پایه نیتروژن (۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع اوره) از هیچ گونه کود شیمیایی دیگری در کرت‌ها استفاده نشد.

مراحل ۵۰ درصد گلدهی بر مبنای مشاهده خروج گل‌ها حداقل در ۵۰ درصد میان گل‌های (طبق) موجود و گلدهی کامل براساس خروج گل‌ها در بیش از ۹۰ درصد

1. Thygesen et al.

2. Ultrasonic Cleaner

شده و سپس به مدت دو ساعت شیک شدند. عصاره‌های متانولی به دست آمده در دور ۱۰۰۰۰ rpm به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ (مدل Sigma 3-30K) و فاز رویی آن‌ها جدا شد. کار سانتریفیوژ دو بار انجام شد. نمونه‌های به دست آمده تا زمان تجزیه شیمیایی در دمای ۲۰- درجه سلسیوس نگهداری شدند.

(جدول ۳)، برهم‌کنش تاریخ و تراکم کاشت تأثیر معناداری بر ماده خشک برگ بوته‌های سرخارگل داشت. برش دهی این برهم‌کنش با استفاده از تراکم کاشت نشان داد که ماده خشک برگ در همه تاریخ‌های کاشت در سطح احتمال یک درصد معنادار شد (جدول ۴). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین ماده خشک برگ، ۶۲۳۰ کیلوگرم در هکتار مربوط به سرخارگل‌هایی بود که در تاریخ کاشت ۲۰ فروردین و با تراکم ۱۰ بوته در مترمربع کشت شدند (شکل ۱). همچنین تأخیر در کشت تا ۱۸ خرداد در هر سه تراکم سبب کاهش ماده خشک برگ‌ها شد. در همه تاریخ‌های کاشت، تراکم ۱۰ بوته در مترمربع تا اندازه‌ای اثر نامناسب تأخیر در کشت بر ماده خشک برگ‌ها را جبران کرد. کمترین ماده خشک برگ (۱۶۳۱ کیلوگرم در هکتار) در تراکم ۷ بوته در مترمربع در گیاهانی به دست آمد که در ۱۸ خرداد کاشته شده بودند (شکل ۱).

### ۲.۳. ماده خشک گل

بر اساس یافته‌های این آزمایش، ماده خشک گل سرخارگل تحت تأثیر معنادار برهم‌کنش تراکم و تاریخ کاشت قرار گرفت (جدول ۳). نتایج برش دهی به وسیله تراکم بوته برای این اثر بیانگر این است که ماده خشک گل در تراکم ۱۶ بوته در مترمربع در تاریخ کاشت‌های مختلف یکسان بوده است (جدول ۴). در این آزمایش، با افزایش تعداد بوته در واحد سطح در ردیف‌های کاشت ۲۵×۴۰ سانتی متر و با کشت سرخارگل‌ها در ۱۹ اردیبهشت ماه، ماده خشک گل در بوته به ۲۷۱۳/۳ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت، ولی کشت پس از آن تاریخ، باعث کاهش تولید ماده خشک شد. کشت در ۱۸ خرداد و در فاصله کشت ۳۵ سانتی متر روی ردیف (تراکم ۷ بوته در مترمربع)، منجر به تولید کمترین مقدار ماده خشک گل‌ها شد (شکل ۲).

۲.۲. ارزیابی فنل کل

ارزیابی فنل کل با روش فولین سیوکالتیو<sup>۱</sup> انجام شد [۲۶]. به علت بالا بودن غلظت ترکیبات فنلی، نخست نمونه‌ها ۱۰ بار رقیق شدند. ۱۲۵ میکرولیتر از عصاره متانولی استخراج شده با ۳۷۵ میکرولیتر آب و ۲/۵ میلی لیتر معرف فولین ۱۰ درصد مخلوط شدند. به مخلوط حاصل پس از ۶ دقیقه، ۲ میلی لیتر کربنات سدیم ۷/۵ درصد اضافه شد. میزان جذب مخلوط واکنش، پس از ۹۰ دقیقه نگهداری در شرایط بدون نور در طول موج ۷۶۵ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل Unico, USA) اندازه‌گیری شد. در نهایت، مقدار فنل کل از روی منحنی استاندارد برحسب میلی گرم اکی والان اسید گالیک در یک گرم ماده خشک بیان شد. درصد رقیق کردن نیز، در محاسبات منظور شد.

برای تجزیه آماری داده‌ها، از نرم‌افزار SAS نسخه ۹ [۲۲] استفاده شد. مقایسه میانگین تیمارها، با آزمون حداقل اختلاف معنادار<sup>۲</sup> (LSD) انجام و  $p < 0.05$  به عنوان سطح معنادار بودن اختلاف‌ها در نظر گرفته شد. نمودارها، با نرم‌افزار Sigmaplot نسخه ۱۲ رسم شدند.

### ۳. نتایج و بحث

#### ۳.۱. ماده خشک برگ

با توجه به نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها

1. Folin-Ciocalteu
2. Least significant difference

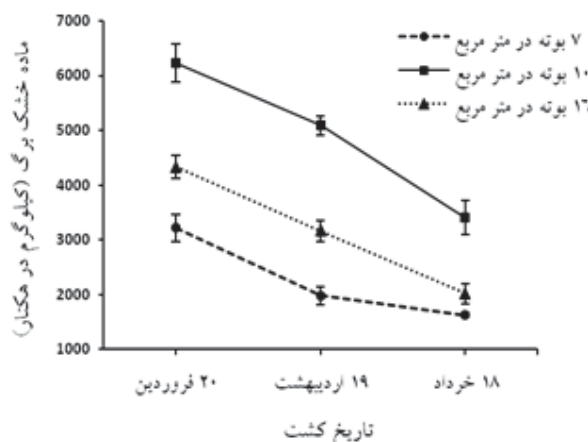
جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای آزمایشی بر ماده خشک و فنل کل سرخارگل

میانگین مربعات							درجه آزادی	منابع تغییر
فنل کل ساقه	فنل کل گل	فنل کل برگ	ماده خشک شاخساره	ماده خشک ساقه	ماده خشک گل	ماده خشک برگ		
۱/۱۲*	۱/۵۳*	۰/۰۲۵ <sup>ns</sup>	۴/۴۰ <sup>ns</sup>	۱/۹۸ <sup>ns</sup>	۰/۰۱۸ <sup>ns</sup>	۶/۱۷**	۲	بلوک
۹۵/۸**	۳۳۵/۱**	۱۴/۲**	۲۹۵۸/۶**	۲۳۸/۴**	۲۴۳/۴**	۱۰۷۱/۴**	۲	تاریخ کاشت
۰/۲۴۴	۱/۳۴	۰/۰۵۸	۱۹/۷	۱/۳۱	۱/۲۵	۱۳/۶	۴	خطای a
۱۳۶/۲**	۱۵۱/۲**	۱۵/۲**	۶۲۶۸/۷**	۷۰۰/۱**	۳۳۲/۶**	۱۹۳۵/۱**	۲	تراکم بوته
۱۷/۳**	۳۳/۹**	۱۰۶/۷**	۱۶۴/۱**	۵/۳۳ <sup>ns</sup>	۳۸/۲**	۵۷/۱*	۴	تاریخ کاشت × تراکم
۰/۵۹۶	۰/۳۸۹	۰/۶۹۳	۲۴/۴	۱/۸۵	۲/۳۷	۱۸/۶	۱۲	خطای b
۲/۵	۱/۲	۱/۹	۷/۷	۶/۱	۱۳/۸	۱۲/۷	-	ضریب تغییرات (درصد)

†ns = عدم تفاوت معنادار، \* و \*\* = به ترتیب معنادار در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۴. برش دهی برهم کنش تیمارهای تاریخ کاشت × تراکم بوته با استفاده از تراکم بوته برای ماده خشک و فنل کل سرخارگل

تراکم کاشت (بوته در متر مربع)	درجه آزادی	ماده خشک برگ	ماده خشک گل	ماده خشک شاخساره	فنل کل برگ	فنل کل گل	فنل کل ساقه
۷	۲	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱
۱۰	۲	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱
۱۶	۲	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	۰/۰۷۹	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱

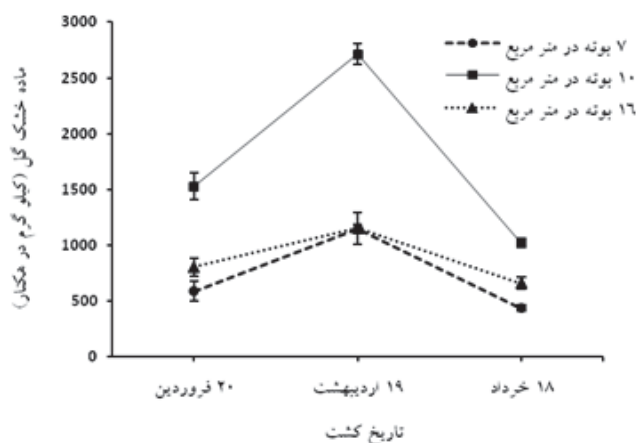


شکل ۱. اثر برهم کنش تاریخ کاشت و تراکم بوته بر ماده خشک برگ در پایان گل دهی سرخارگل

مقادیر، میانگین سه تکرار  $\pm$  SE (خطای استاندارد) است. مقدار LSD ( $p < 0.05$ ) برای برهم کنش تاریخ کاشت × تراکم بوته: ۷۰۸/۹

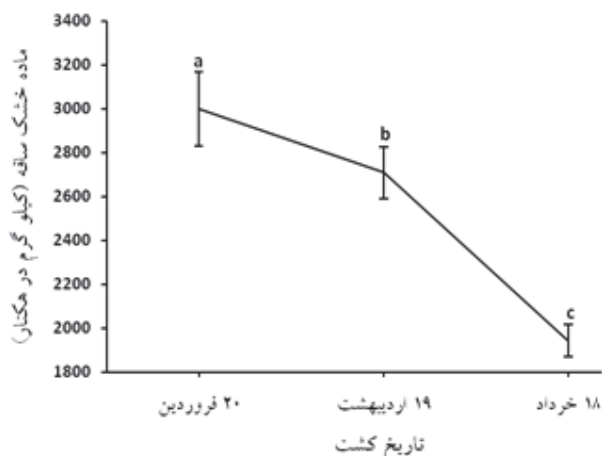
اثر زمان نشاکاری و تراکم بوته بر ماده خشک و فنل کل شاخساره گیاه دارویی سرخارگل [*Echinaceae purpurea* (L.) Moench]

در ساری



شکل ۲. اثر برهم کنش تاریخ کاشت و تراکم بوته بر ماده خشک گل در پایان گل دهی سرخارگل

مقادیر، میانگین سه تکرار  $\pm$  SE (خطای استاندارد) است. مقدار LSD ( $p < 0.05$ ) برای برهم کنش تاریخ کاشت  $\times$  تراکم بوته: ۲۶۸/۹



شکل ۳. اثر تاریخ کاشت بر ماده خشک ساقه در پایان گلدهی سرخارگل

مقادیر، میانگین سه تکرار  $\pm$  SE (خطای استاندارد) است. مقدار LSD ( $p < 0.05$ ) برای برهم کنش تاریخ کاشت  $\times$  تراکم بوته: ۱/۳۱

کیلوگرم در هکتار) مربوط به تاریخ کاشت ۲۰ فروردین و کمترین آن مربوط به تاریخ کاشت ۱۸ خرداد بود (شکل ۳). ماده خشک ساقه در اثر تراکم‌های مختلف نیز، در گروه‌های مختلف آماری قرار گرفت و بیشترین ماده خشک ساقه (۳۶۶۴/۱ کیلوگرم در هکتار) در تراکم ۱۰ بوته در مترمربع به دست آمد (شکل ۴).

### ۳.۳. ماده خشک ساقه

بر پایه نتایج به دست آمده از جدول تجزیه واریانس، ماده خشک ساقه تحت تأثیر تاریخ کاشت و تراکم بوته قرار گرفت ولی برهم کنش آن‌ها معنادار نبود (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تأخیر در کاشت باعث کاهش ماده خشک ساقه شده است؛ بیشترین ماده خشک (۲۹۹۷/۸

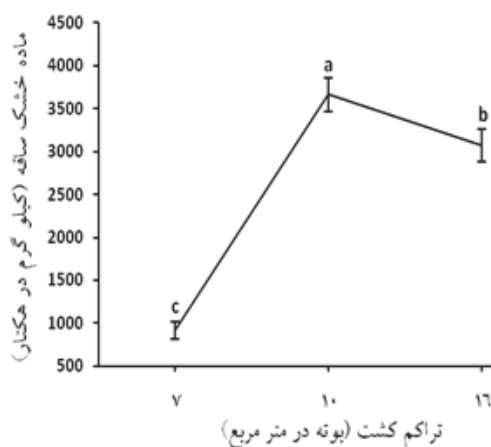
بهرزای کشاورزی

دوره ۱۹ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۶

### ۳.۴. ماده خشک شاخساره

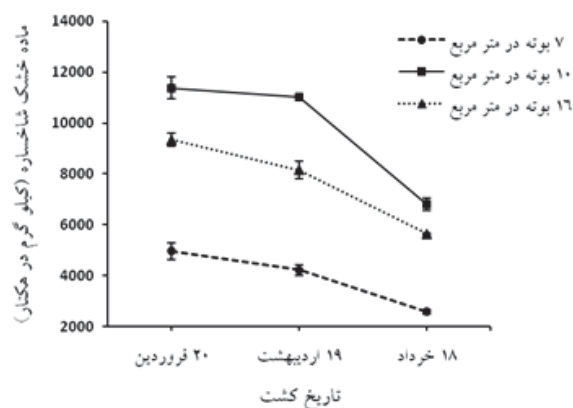
تأخیر در کاشت تا ۱۸ خرداد و در همه تراکم ها، ماده خشک شاخساره کاهش یافت. در همه تاریخ های کشت، تراکم میانه (۱۰ بوته در مترمربع) بیشترین ماده خشک شاخساره را داشت؛ بدین ترتیب، بیشترین ماده خشک شاخساره (۱۱۳۸۳/۳ کیلوگرم در هکتار) در کرت هایی به دست آمد که سرخارگل ها در آن کرت ها در ۲۰ فروردین و با تراکم ۱۰ بوته در مترمربع کشت شدند (شکل ۵).

نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد که برهم کنش تاریخ کاشت و تراکم بوته بر ماده خشک شاخساره سرخارگل تأثیر معنادار ( $p < 0/01$ ) داشته است (جدول ۳). برش دهی این برهم کنش به وسیله تراکم بوته روشن کرد که این برهم کنش در همه تاریخ کشت ها بسیار معنادار بوده است (جدول ۴). مقایسه میانگین های این ویژگی نشان داد که با



شکل ۴. اثر تراکم بوته بر ماده خشک ساقه در پایان گل دهی سرخارگل

مقادیر، میانگین سه تکرار  $\pm$  SE (خطای استاندارد) است. مقدار LSD ( $p < 0/05$ ) برای برهم کنش تاریخ کاشت  $\times$  تراکم بوته: ۱/۳۱



شکل ۵. اثر برهم کنش تاریخ کاشت و تراکم بوته بر ماده خشک شاخساره در پایان گل دهی سرخارگل

مقادیر، میانگین سه تکرار  $\pm$  SE (خطای استاندارد) است. مقدار LSD ( $p < 0/05$ ) برای برهم کنش تاریخ کاشت  $\times$  تراکم بوته: ۸۰۵/۹



اثر زمان نشاکاری و تراکم بوته بر ماده خشک و فنل کل شاخساره گیاه دارویی سرخارگل [*Echinaceae purpurea* (L.) Moench] در ساری

پنج درصد معنا دار بود (جدول ۶). ۶۴/۶ درصد و ۲۷/۳ درصد به ترتیب بیشترین مقدار L/Shoot (شکل ۶ a) و F/Shoot (شکل ۶ b) مربوط به گیاهانی بود که در تاریخ های زود هنگام بهار با تراکم ۷ بوته در مترمربع کشت شدند. بیشترین مقدار S/Shoot (۵۲/۴ درصد)، در سرخارگل هایی به دست آمد که با تأخیر در کاشت تا ۱۸ خرداد و با تراکم ۱۶ بوته در مترمربع کشت شدند (شکل ۶ c). بیشترین نسبت مجموع ماده خشک برگ و گل به ماده خشک ساقه (L + F)/S ۴/۱۵ بود که در کرت هایی به دست آمد که سرخارگل ها با تأخیر در ۱۸ خرداد و با تراکم ۷ بوته در مترمربع کشت شدند (شکل ۶ d).

**۵.۳. نسبت ماده خشک برگ (L)، گل (F) و ساقه (S) به ماده خشک شاخساره (Shoot)**  
در این آزمایش، نسبت های L/Shoot، F/Shoot، S/Shoot و نسبت مجموع ماده خشک برگ و گل به ماده خشک ساقه ((L+F)/S) هم، تحت تأثیر معنادار برهم کنش تاریخ کاشت و تراکم بوته ها قرار گرفتند (جدول ۵). نتایج برش دهی L/Shoot و F/Shoot با تراکم بوته گویای این است که تراکم در همه تاریخ های کشت تأثیر معناداری بر این دو ویژگی داشته است. ولی، نتایج برش دهی با استفاده از تراکم بوته برای S/Shoot نشان داد که سطوح تراکم بوته در بین تاریخ های کاشت تأثیر معناداری بر این اثر نداشته است؛ به جز تراکم ۱۶ بوته در مترمربع که در سطح

جدول ۵. نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای آزمایشی بر نسبت ماده خشک برگ، گل و ساقه به ماده خشک شاخساره

میانگین مربعات				درجه آزادی	منابع تغییر
(L+F)/S	S/Shoot	F/Shoot	L/Shoot		
۰/۲۵۵ <sup>ns</sup>	۱۰/۳ <sup>ns</sup>	۰/۶۳۳ <sup>ns</sup>	۱۱/۳ <sup>ns</sup>	۲	تکرار
۰/۰۶۳ <sup>ns</sup>	۱۱/۷ <sup>ns</sup>	۲۷۱/۹ <sup>**</sup>	۲۸۲/۵ <sup>**</sup>	۲	تاریخ کاشت
۰/۰۵۴	۴/۹	۱/۳	۴/۵	۴	خطای a
۱۲/۶ <sup>**</sup>	۱۴۶۷/۶ <sup>**</sup>	۱۳۷/۲ <sup>**</sup>	۷۳۱/۵ <sup>**</sup>	۲	تراکم بوته
۰/۷۰۹ <sup>*</sup>	۴۲/۱ <sup>*</sup>	۲۴/۵ <sup>*</sup>	۷۴/۲ <sup>**</sup>	۴	تاریخ کاشت × تراکم بوته
۰/۱۴۵	۱۲/۱	۲/۵۶	۱۲/۲	۱۲	خطای b
۱۵/۱	۱۰/۱	۱۰/۱	۷/۱	-	ضریب تغییرات (درصد)

†Ns = عدم تفاوت معنادار، \* و \*\* = به ترتیب معنادار در سطح احتمال پنج و یک درصد

نسبت ماده خشک برگ به شاخساره (L/Shoot)، نسبت ماده خشک گل به شاخساره (F/Shoot)، نسبت ماده خشک ساقه به شاخساره (S/Shoot)، نسبت ماده خشک (برگ + گل) به ماده خشک ساقه ((L+F)/S)

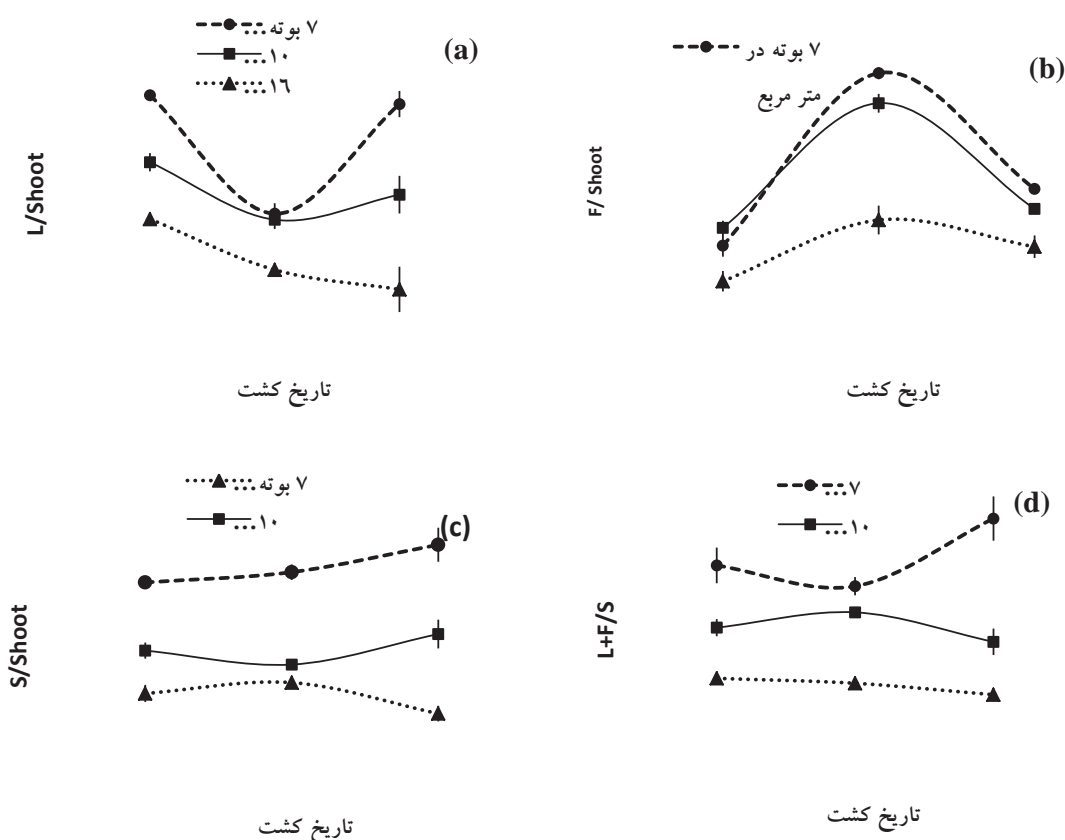
جدول ۶. برش دهی برهم کنش تیمارهای تاریخ کاشت × تراکم بوته با استفاده از تراکم بوته

تراکم کاشت (بوته در متر مربع)				درجه آزادی	تراکم کاشت (بوته در متر مربع)
(L+F)/S	S/Shoot	F/Shoot	L/Shoot		
Pr>F					
<۰/۰۰۰۱	۰/۱۴۱	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	۲	۷
۰/۲۶۷	۰/۱۶۳	<۰/۰۰۰۱	۰/۰۳۵	۲	۱۰
۰/۶۳۲	۰/۰۴۱	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	۲	۱۶

نسبت ماده خشک برگ به شاخساره (L/Shoot)، نسبت ماده خشک گل به شاخساره (F/Shoot)، نسبت ماده خشک ساقه به شاخساره (S/Shoot)، نسبت ماده خشک (برگ + گل) به ماده خشک ساقه ((L+F)/S).

بزرگای کشاورزی

دوره ۱۹ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۶



شکل ۶. اثر برهم کنش تاریخ کاشت و تراکم بوته بر نسبت ماده خشک برگ به شاخساره (L/Shoot، شکل a)، نسبت ماده خشک گل به شاخساره (F/Shoot، شکل b)، نسبت ماده خشک ساقه به شاخساره (S/Shoot، شکل c)، نسبت ماده خشک (برگ + گل) به ماده خشک ساقه (L+F)/S، شکل d) در پایان گل دهی سرخارگل

مقادیر، میانگین سه تکرار  $\pm$  SE (خطای استاندارد) است. مقدار LSD ( $p < 0.05$ ) برای برهم کنش تاریخ کاشت  $\times$  تراکم بوته برای (L/Shoot، شکل a): ۵/۵۴، (F/Shoot، شکل b): ۲/۵۹، (S/Shoot، شکل c): ۵/۵۴، (L+F)/S، شکل d): ۰/۶۰۶

احتمالاً به علت افزایش طول دوره رشد رویشی گیاه و ایجاد فرصت بیشتر برای استفاده از منابع رشد می تواند باشد. تاریخ کشت های تأخیری، طول دوره رشد به ویژه فاز رویشی تا فاز غنچه دهی را کاهش می دهند. در این آزمایش، ماده خشک برگ، گل و ساقه و در مجموع شاخساره گیاه با تأخیر در کاشت سرخارگل ها تا ۱۸ خرداد، کاهش یافت. این کاهش احتمالاً به علت برخورد

متغیرهای آب و هوایی مانند تابش، دما و ساعت آفتابی و نیز مدیریت های زراعی از جمله تاریخ کاشت در مراحل مختلف رشد، نقش تعیین کننده و کارآمدی بر تولید ماده خشک گیاه دارند [۱۹]. در این آزمایش، بیشترین ماده خشک برگ و ساقه در فروردین ماه و بیشترین ماده خشک گل در اردیبهشت ماه به دست آمد (شکل های ۱ تا ۴). این افزایش ماده خشک در تاریخ کشت های زود هنگام در بهار،

گسترده‌ای بر طول دوره رشد و تسهیم زیست‌توده اندام‌های هوایی است [۱۹].

همچنین در آزمایش حاضر، با افزایش ماده خشک شاخساره سرخارگل‌ها در فاصله کشت ۲۵ سانتی‌متر (تراکم ۱۰ بوته در مترمربع)، می‌توان این تراکم را تراکمی مناسب برای رشد و تولید بهینه سرخارگل با کمترین رقابت در سایه‌انداز و احتمالاً کنترل مناسب علف‌های هرز در شرایط این آزمایش معرفی کرد. این نتیجه موافق با گزارشی از مصر است که در آن بیشترین تولید ماده خشک سرخارگل، در فاصله کشت ۲۰×۵۰ سانتی‌متر (تراکم ۱۰ بوته در مترمربع) و بیشترین رشد تک بوته در فاصله کشت ۵۰×۶۰ سانتی‌متر (تراکم ۳/۳ بوته در مترمربع) ثبت شد [۲۵]. افزایش عملکرد ماده خشک گیاهان در فاصله کشت‌های بیشتر در برخی گیاهان دارویی از جمله چای ترش<sup>۴</sup> [۲۳] و بادرنجبویه<sup>۵</sup> [۲۴] نیز گزارش شده است.

### ۳.۶. فنل کل برگ

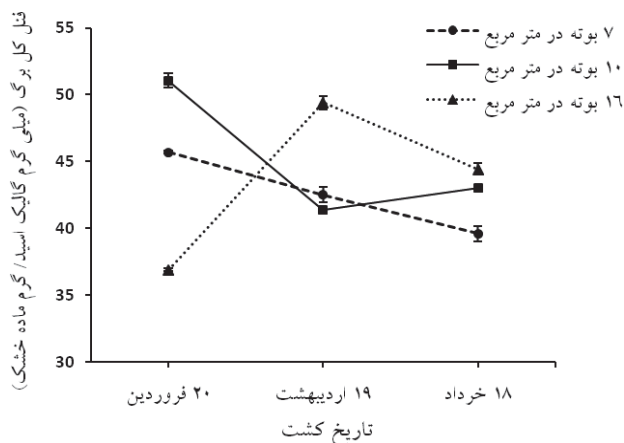
تأثیر برهم‌کنش تاریخ و تراکم کاشت بر محتوای فنل کل برگ سرخارگل بسیار معنادار بود (جدول ۳). برش‌دهی این برهم‌کنش‌ها به وسیله تراکم بوته نشان داد که در همه تاریخ‌های کاشت، سطوح تراکم بوته منجر به ایجاد اختلاف معنادار در مقدار فنل کل برگ شده است (جدول ۴). اگرچه تأخیر در کاشت در همه تراکم‌ها منجر به کاهش تجمع محتوای فنلی در برگ سرخارگل شد، ولی افزایش تراکم اثر معکوس داشت. به بیان دیگر، بیشترین مقدار فنل کل برگ (۵۱/۱ میلی‌گرم گالیک اسید در گرم ماده خشک) در کرت‌هایی ثبت شد که زودتر ولی با فاصله کشت کمتر (تراکم بیشتر؛ ۱۰ بوته در مترمربع) کشت شدند (شکل ۷).

مراحل رشد گیاه با دمای بالا (جدول ۲) و نبود فرصت لازم برای رشد و تولید زیست‌توده باشد که سبب می‌شود گیاه با رشد رویشی کمتری وارد مرحله زایشی شده و ماده خشک کمتری تولید کند. با این وجود، به نظر می‌رسد که با کاهش تولید ماده خشک در این تاریخ کاشت، سهم برگ و گل از عملکرد زیستی کمتر شده و شاخص برداشت ساقه افزایش یابد. در این آزمایش، افزایش سهم L/Shoot و F/Shoot در تاریخ کاشت‌های زود هنگام و سهم S/Shoot در خرداد ماه (شکل ۶، a، b و c)، می‌تواند مؤید این مطلب باشد.

برداشت گل در مرحله گل‌دهی سرخارگل‌ها باید پس از گسترش میان‌گل ولی پیش از پیری گلبرگ‌ها انجام شود [۷]. در تابان، سرخارگل‌های رشد یافته در بهار گل‌های بیشتری نسبت به گیاهان رشد یافته در تابستان و پاییز تولید کردند [۸]. تولید گل بیشتر در بهار می‌تواند به افزایش طول روز به ۱۳ ساعت در بهار و کاهش آن به ۱۱ ساعت در پاییز نسبت داده شود [۸]. تولید گل‌های بیشتر در زراعت بهار عجیب نیست چون سرخارگل گیاهی روز بینابین<sup>۱</sup> است و گل‌دهی آن بیشتر تحت تأثیر طول روزهای ۱۳ تا ۱۵ ساعت است [۲۱]. در بررسی اثر تاریخ کاشت بر رشد و عملکرد گیاه دارویی درمنه<sup>۲</sup> در هند، بیشترین عملکرد ماده خشک برگ در فروردین (۲/۹۲ تن در هکتار) و کمترین مقدار آن در اواخر آذر به دست آمد که علت آن، کاهش دما در پاییز گزارش شد [۳۰]. در مطالعه‌ای دیگر روی گل جعفری وحشی<sup>۳</sup> در منطقه هیمالای هند، به افزایش ماده خشک برگ و شاخساره در تاریخ کشت‌های زود هنگام تأکید شد [۱۹]. در این مطالعه آمده است که تاریخ‌های کشت، تأثیر بسیار محسوسی بر رشد و نمو گیاه دارند که بازتاب تغییرات معنا دار و

1. Intermediate day
2. Artemisia annua L.
3. Tagetes minuta L.

4. Hibiscus sabdariffa L.  
5. Melissa officinalis L.



شکل ۷. برهم کنش تاریخ کاشت و تراکم بوته بر فنل کل برگ در پایان

### ۳.۷. فنل کل گل

در این آزمایش، محتوای فنل کل گل هم، تحت تأثیر معنادار برهم کنش تاریخ و تراکم بوته ها قرار گرفت (جدول ۳). برش دهی برهم کنش ها به وسیله نشان داد که در بین تاریخ های کاشت، تراکم بوته منجر به ایجاد اختلاف بسیار معنادار بر این اثر شده است (جدول ۴). مقایسه میانگین های فنل گل ها نشان داد که کشت تأخیری در همه تراکم ها سبب کاهش محتوای فنل گل ها می شود (شکل ۸). با این حال، بیشترین مقدار فنل گل ها (۵۶/۵ میلی گرم گالیک اسید در گرم ماده خشک) در سرخارگل های کشت شده در اردیبهشت ماه با تراکم ۱۰ بوته در متر مربع به دست آمد که نشان می دهد احتمالاً این تراکم از لحاظ تجمع محتوای فنلی، تراکمی مناسب است. کشت دیر گیاهان تا ۱۸ خرداد با تراکم کم ۷ بوته در مترمربع نیز موجب کاهش محتوای فنل کل گل ها به ۳۷/۲ میلی گرم گالیک اسید در گرم ماده خشک شد (شکل ۸).

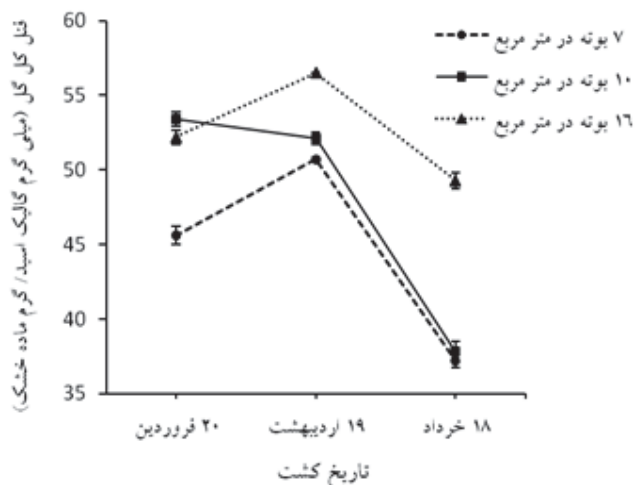
### ۳.۸. فنل کل ساقه

بر اساس نتایج پژوهش حاضر، مقدار فنل کل ساقه ها نیز

تحت تأثیر برهم کنش معنادار تاریخ کشت و تراکم بوته قرار گرفت (جدول ۳). برش دهی برهم کنش ها به وسیله تراکم بوته نشان داد که در بین تاریخ های کاشت، تراکم بوته منجر به ایجاد اختلاف بسیار معنادار بر این اثر شده است (جدول ۴). مقایسه میانگین ها نشان داد که همانند محتوای فنل برگ و گل سرخارگل، مقدار فنل ساقه هم، در کشت تأخیری کاهش داشته است (شکل ۹). در بررسی برهم کنش ها مشاهده شد که با افزایش تراکم کاشت به ۱۰ و ۱۶ بوته در مترمربع، محتوای فنل ساقه در همه تاریخ کاشت ها افزایش داشت. بیشترین مقدار فنل کل ساقه، معادل ۳۵/۹ میلی گرم گالیک اسید در گرم ماده خشک بود که در گیاهانی اندازه گیری شد که در ۲۰ فروردین ماه و با تراکم زیاد کشت شدند. کمترین محتوای فنل کل ساقه (۲۴/۸ میلی گرم گالیک اسید در گرم ماده خشک) مربوط به کشت دیر سرخارگل ها در ۱۸ خرداد و تراکم ۷ بوته در مترمربع بود (شکل ۹). همچنین، در مقایسه مقدار تجمع فنل در بین اجزای مختلف گیاه، بیشترین مقدار فنل کل در گل ها و پس از آن در برگ و ساقه با مقادیر کمتر به دست آمد (شکل های ۷ تا ۹).

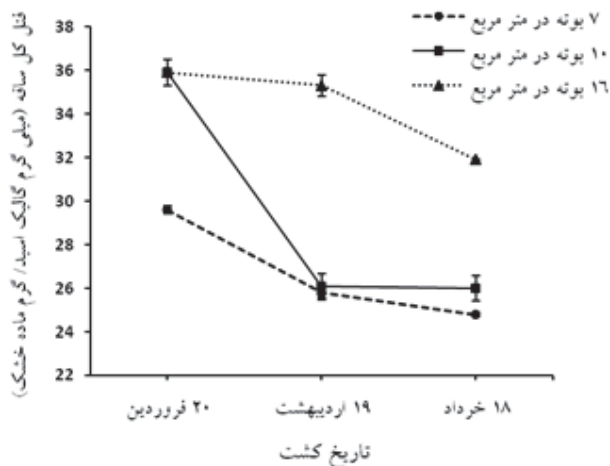
اثر زمان نشاکاری و تراکم بوته بر ماده خشک و فنل کل شاخساره گیاه دارویی سرخارگل [*Echinaceae purpurea* (L.) Moench]

در ساری



شکل ۸. برهم کنش تاریخ کاشت و تراکم بوته بر فنل کل گل در پایان گل دهی سرخارگل

مقادیر، میانگین سه تکرار  $\pm$  SE (خطای استاندارد) است. مقدار LSD ( $p < 0.05$ ) برای برهم کنش تاریخ کاشت  $\times$  تراکم بوته: ۱/۳۱



شکل ۹. برهم کنش تاریخ کاشت و تراکم بوته بر فنل کل ساقه در پایان گل دهی سرخارگل

مقادیر، میانگین سه تکرار  $\pm$  SE (خطای استاندارد) است. مقدار LSD ( $p < 0.05$ ) برای برهم کنش تاریخ کاشت  $\times$  تراکم بوته: ۱/۲۳

به عنوان عوامل احیاکننده، دهنده های هیدروژن، خاموش کننده های اکسیژن منفرد و کلات کننده های فلزات به کار روند [۲۰]. ارتباط مستقیم بین محتوای فنل کل

عمل آنتی اکسیدانی فنل ها عمدتاً به علت ویژگی های اکسیداسیون و احیا<sup>۱</sup> است که به آن ها اجازه می دهد تا

<sup>۱</sup>.Redox

[۵]، شرایط خشک شدن و ذخیره گیاهان [۱۳] از دلایل تفاوت در غلظت ترکیبات فنلی سرخارگل معرفی شدند [۲۸]. با این وجود، پارامترهای محیطی تأثیرگذار بر تجمع فنل‌ها در سرخارگل هنوز ناشناخته است [۸]. از طرفی در پژوهش‌های مختلف، محتوای فنلی در گل‌های سرخارگل بیشتر از برگ و ساقه گزارش شد که نتیجه این آزمایش موافق با نتایج این پژوهش‌ها بود [۱۳، ۲۷ و ۲۹].

#### ۴. نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج این آزمایش، می‌توان چنین استنباط کرد که احتمالاً کاشت زود هنگام سرخارگل‌ها در ۲۰ فروردین با تراکم ۱۰ بوته در مترمربع برای تولید ماده خشک و فنل کل برگ و ساقه و تأخیر در کاشت سرخارگل‌ها تا ۱۹ اردیبهشت و تراکم ۱۰ بوته در مترمربع، برای تولید ماده خشک و محتوای فنلی گل‌ها در شرایط این آزمایش، مناسب‌تر است. در کل، به نظر می‌رسد که در شرایط ساری، تراکم ۱۰ بوته در مترمربع می‌تواند از لحاظ تولید و انباشت محتوای فنلی سرخارگل، تراکمی بهینه در نظر گرفته شود.

#### تشکر و قدردانی

بدین وسیله از حمایت و مساعدت مالی دانشگاه گیلان و پژوهشکده ژنتیک و زیست‌فناوری کشاورزی طبرستان- دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، برای اجرای این پژوهش سپاسگزاری می‌شود.

#### منابع

۱. آقا علیخانی م، ایرانپور آ. و نقدی بادی ح.ع. (۱۳۹۲) تغییرات عملکرد زراعی و فیتوشیمیایی گیاه دارویی سرخارگل (*Echinacea purpurea* (L.) Moench) تحت تأثیر اوره و کود زیستی. گیاهان دارویی. ۴۶(۲):

۱۲۱-۱۳۶.

عصاره سرخارگل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی رادیکال‌های آزاد (حذف رادیکال‌های آزاد ۲ و ۱-دی فنیل-۱-پیکریل هیدرازیل<sup>۱</sup> (DPPH)) نشان داد که همه گونه‌های مورد مطالعه جنس *Echinacea*، فعالیت پاکسازی رادیکال آزاد را ندارند و *E. purpurea* دارای بیشترین تأثیر و کارایی است [۱۸].

در آزمایش حاضر، افزایش محتوای فنلی شاخساره سرخارگل در تاریخ‌های کاشت زود هنگام در بهار احتمالاً به دلیل خنک‌تر بودن دوره رشد گیاه و افزایش طول دوره رشد رویشی و ایجاد فرصت بیشتر برای تولید این ترکیبات است. گزارش شده است که سرخارگل بومی مناطق معتدل هست، لذا رشد و نمو آن در شرایط نسبتاً خنک محیطی با رطوبت پایین ممکن است برای گسترش ترکیبات فنلی متفاوت به ویژه در گل و برگ سودمند باشد [۲۹]. در تایوان، تأثیر فصل رشد بر مقدار فنل‌های کل برگ و گل سرخارگل بررسی شد. محتوای فنل برگ و گل سرخارگل‌های رشد یافته در پاییز، بیشتر از گیاهان رشد یافته در بهار بود. گیاهان رشد یافته در بهار، ماده خشک کل بیشتری به علت عملکرد گل و ساقه بیشتر نشان دادند [۸]. از طرفی، افزایش محتوای فنلی شاخساره سرخارگل در تراکم ۱۶ بوته در مترمربع در شرایط این آزمایش می‌تواند به علت رقابت بیشتر گیاهان برای دسترسی به منابع رشد و محدودیت منابع در تراکم زیاد باشد. تغییرات در ویژگی‌های فیتوشیمیایی گیاهان دارویی وابسته به مکان‌های رشد، شرایط اقلیمی، عملیات زراعی، مراحل رویشی و تغییرات ژنتیکی است [۱۴]. در مطالعه‌ای، تفاوت در شیوه‌های استخراج [۲۷]، عملیات زراعی از جمله زمان برداشت، سن گیاه و چگونگی زراعت آن‌ها [۲۷]، مکان رشد گیاه [۲۷]، تراکم کاشت

1. 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl

اثر زمان نشاکاری و تراکم بوته بر ماده خشک و فنل کل شاخساره گیاه دارویی سرخارگل [*Echinaceae purpurea* (L.) Moench] در ساری

9. Duff Sloley B., Urichuk L.J., Tywin C., Coutts R.T.P., Pang K.T. and Shan J.J. (2001) Comparison of chemical components and antioxidant capacity of different Echinacea species. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*. 53: 849-857.
10. Galambosi B. (1992) Introduction of Echinacea purpurea and Leuzea carthamoides into cultivation in Finland. *Acta Horticulture*. 208: 69-72.
11. Kocevar Glavac N., Joze Kosir I., Rode J. and Kreft S. (2012) Optimization and use of a spectrophotometric method for determining polysaccharides in Echinacea purpurea. *Central European Journal of Biology*. 7(1): 126-131.
12. Kreft S. (2005) Cichoric acid content and biomass production of Echinacea purpurea. Plants cultivated in Slovenia. *Pharmaceutical Biology*. 43: 662-665.
13. Lin S.D., Sung J.M. and Chen C.L. (2011) Effect of drying and storage conditions on caffeic acid derivatives and total phenolics of Echinacea Purpurea grown in Taiwan. *Food Chemistry*. 125: 226-231.
14. Millauskas G., Venskutonis P.R. and Van Beek T.A. (2004) Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts. *Food Chemistry*. 85: 231-237.
15. Mistrikova I. and Vaverkova S. (2007) Morphology and anatomy of Echinacea purpurea, E. angustifolia, E. pallida and Parthenium integrifolium. *Biological Bratislava*. 62: 2-5.
16. Mozumber S.N., Moniruzzaman M., Islam M.R. and Alam S.N. (2003) Effect of planting time and spacing on the yield performance of bush bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in the eastern hilly area of Bangladesh. *Legume Research*. 26(4): 242-247.
۲. امیدبیدیگی ر. (۱۳۸۱) بررسی کشت و سازگاری سرخارگل (*Echinacea purpurea*) در شمال تهران. *علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی*. ۶(۲): ۲۳۱-۲۴۰.
۳. رضوی نیا س.م.، آقاعلیخانی م. و نقدی بادی ح.ع. (۱۳۹۴) تأثیر کود ورمی کمپوست و کود شیمیایی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه سرخارگل (*Echinacea purpurea* (L.) Moench). *تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران*. ۳۱(۲): ۳۵۷-۳۷۳.
۴. منافی پ.، زینلی ح.، صادقی شعاع م. و نصری ر. (۱۳۹۲) بررسی اثر مقادیر مصرف نیتروژن و فاصله ردیف‌های کاشت بر خصوصیات مورفولوژیک و ترکیبات دارویی گیاه سرخارگل (*Echinacea purpurea*). *پژوهش‌های به‌زراعی*. ۵(۲): ۲۹۹-۳۱۰.
5. Binns S.E., Livesey J.F., Arnason J.T. and Baum B.R. (2002) Phytochemical variation in Echinacea from roots and flowerheads of wild and cultivated populations. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 50: 3673-3687.
6. Bruns H.A. and Abbas H.K. (2005) Ultra-High plant populations and nitrogen fertility effects on corn in the Mississippi Valley. *Agronomy Journal*. 97(4): 1136-1140.
7. Callan N.W., Yokelson T., Wall-MacLane S., Westcott M.P., Miller J.B. and Ponder G. (2005) Seasonal trends and plant density effects on cichoric acid in Echinacea purpurea (L.) Moench. *Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants*. 11(3): 35-46.
8. Chen C.L., Zhang S.C. and Sung J.M. (2008) Biomass and caffeol phenols production of Echinacea purpurea grown in Taiwan. *Journal of Experimental Agriculture*. 44: 497-507.

17. Murch S.J., Peiris S.E. and Shi W.L. (2006) Genetic diversity in seed populations of *Echinacea purpurea* controls the capacity for regeneration, route of morphogenesis and phytochemical composition. *Plant Cell Reports*. 25: 522–532.
18. Pellati F., Benvenuti S., Magro L., Melegari M. and Soragni F. (2004) Analysis of phenolic compounds and radical scavenging activity of *Echinacea* spp. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. 35: 289-301.
19. Ramesh K. and Singh V. (2008) Effect of planting date on growth, development, aerial biomass partitioning and essential oil productivity of wild marigold (*Tagetes minuta*) in mid hills of Indian western Himalaya. *Industrial Crops and Products*. 27: 380-384.
20. Rice-Evans C.A., Miller N.J. and Paganga G. (1997) Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends in Plant Science*. 4: 304–309.
21. Runhle E.S., Heins R.D., Cameron A.C. and Carlson W.H. (2001) Photocontrol of flowering and stem extension of the intermediate-day plant *Echinacea purpurea*. *Physiologia Plantarum*. 112: 433–441.
22. SAS Institute (2002) SAS/STAT user's Guide, Release G. 12. SAS Institute Cary. North Carolina. USA.
23. Shalaby A.S. and Razin M.A. (1999) Effect of plant spacing on the productivity of Roselle (*Hibiscus sabdariffa*) grown in newly reclaimed land. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 162: 256-260.
24. Shalaby A.S., El-Gamassy A., Khattab M. and El-Gamassy K. (1992) Cultivation of *Melissa officinalis* in Egypt. Effect of fertilization, spacing, and planting season. *Acta Horticulture*. 331: 115-120.
25. Shalaby A.S., El-Gengaihi S.E., Agina E.A., El-khayat A.S. and Hendawy S.F. (1997) Growth and yield of *Echinacea purpurea* L. as influenced by planting density and fertilization. *Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants*. 5(1): 69-76.
26. Singleton V.L., Orthofer R. and Lamuela-Raventós R.S. (1999) Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*. 299: 152-178.
27. Stuart D.L. and Wills R.B.H. (2000) Alkylamide and cichoric acid levels in *Echinacea purpurea* tissues during plant growth. *Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants*. 7: 91–102.
28. Thomsen M.O., Frette X.C., Christensen K.B., Christensen L.P. and Grevsen K. (2012) Seasonal variations in the concentrations of lipophilic compounds and phenolic acids in the roots of *Echinacea purpurea* and *Echinacea pallid*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 60: 12131-12141.
29. Thygesen L., Thulinn J., Mortensen A., Skibsted L.H. and Molgaard P. (2007) Antioxidant activity of cichoric acid and alkamides from *Echinacea purpurea*, alone and in combination. *Food Chemistry*. 101: 74-81.
30. Verma R.K., Chauhan A., Verma R.S. and Gupta A.K. (2011) Influence of planting date on growth, artemisinin yield, seed and oil yield of *Artemisia annua* L. under temperate climatic conditions. *Industrial Crops and Products*. 34: 860-864.





## Crops Improvement

(Journal of Agricultural Crops Production)

Vol. 19 ■ No. 4 ■ Winter 2017

### Effect of transplanting date and plant density on dry matter and total phenol in shoot of purple coneflower (*Echinacea purpurea* (L.) Moench) in Sari

Samaneh Asadi-Sanam<sup>1</sup>, Mohsen Zavareh<sup>2\*</sup>, Hemmatollah Pirdasht<sup>3</sup>, Fatemeh Sefidkon<sup>4</sup>, Ghorban-Ali Nematzadeh<sup>5</sup>

1. Assistant Professor, Medicinal Plants and By-Products Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran
2. Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
3. Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Genetics and Agricultural Biotechnology Institute of Tabarestan, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
4. Professor, Medicinal Plants and By-Products Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran
5. Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Genetics and Agricultural Biotechnology Institute of Tabarestan, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

Received: May 3, 2016

Accepted: October 15, 2016

#### Abstract

Purple coneflower as top-selling medicinal plant is widely used in Europe and North America for the treatment of common cold. This experiment was conducted as a randomized complete block design in split plot arrangement with three replications in Research Farm of Genetics and Agricultural Biotechnology Institute of Tabarestan in 2012-13. Experimental treatments included three transplanting dates (April 9, May 9 and June 8, 2013), and three plant population densities (7, 10 and 16 plant/m<sup>2</sup>) which considered as main and subplots, respectively. Results showed a relative compensatory effect of higher population density until 10 plants/m<sup>2</sup>, however, delayed planting resulted to decrease in total shoot, leaf (L) and stem (S) dry weights. It represents that the highest flower (F) dry weight (27.1 g/plant) was related to planting on May 9 with 10 plant/m<sup>2</sup> density. Ratio of L/shoot was greater than S/Shoot than F/shoot dry weight. The highest (L+F)/Shoot ratio was related to the April and May planting dates while the highest S/Shoot ratio was related June's planting date. Maximum total phenol content of leaves (51.1 mg of GAE/ g dry matter) and stems (35.9 mg of GAE/ g dry matter) were measured in plants cultivated on April 9 with a density of 10 plant/m<sup>2</sup>. The highest total phenolic content of flowers (56.5 mg of GAE/ g dry matter) was determined in plants cultivated on May 9 with a density of 10 plant/m<sup>2</sup>. Total phenol of flowers was greater in leaves than stems. Overall, it could be concluded that early planting of purple coneflower on April 9 with 10 plant/m<sup>2</sup> density was suitable for leaf and stem dry weight and total phenol production, while the delayed planting until May 9 with a population density of 10 plant/m<sup>2</sup> was favorite for flower as production of dry weight and total phenol, according to the experiment conditions.

**Keywords:** flowering, gallic acid, phenol content, planting date, stem.