



اثر تاریخ و تراکم کاشت بر برخی صفات زراعی و میزان دی آلیل دی سولفید اکسید گیاه دارویی سیر

*علیرضا ترابی

دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، گروه علوم زراعی و اصلاح نباتات، واحد شهر ری، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۲/۲۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۳/۱۳

چکیده

سابقه و هدف: سیر یکی از محصولات مهم زراعی و صادراتی استان همدان به شمار می آید. سهم این استان از کل تولید سیر کشور حدود ۶۲ درصد است. همچنین در حدود ۲۰۰۰ هکتار از کل سطح زیر کشت این محصول به این منطقه اختصاص دارد. مزیت نسبی و سطح زیر کشت بالای این محصول باعث شده که این گیاه دارویی جایگاه خاصی در کشاورزی این منطقه داشته باشد. از جمله مهمترین عوامل مدیریت زراعی مؤثر بر عملکرد و دیگر خصوصیات زراعی، تاریخ کاشت و تراکم بوته می باشد. با توجه به اهمیت کشت سیر در استان همدان این پژوهش به منظور تعیین مناسبترین تاریخ و تراکم کاشت سیر سفید همدان صورت پذیرفت.

مواد و روش ها: به منظور بررسی تأثیر تاریخ و تراکم کاشت بر برخی صفات زراعی گیاه دارویی سیر و میزان دی آلیل دی سولفید اکسید، آزمایشی در سال زراعی ۹۲-۹۱ در مزرعه ای زراعی واقع در فاصله ده کیلومتری غرب شهر همدان انجام گرفت. در این تحقیق از گیاه دارویی سیر (*Allium sativum l.*) استفاده گردید و تیمارهای مورد بررسی شامل تاریخ و تراکم های مختلف کاشت بودند. آزمایش در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی به صورت کرت های یکبار خرد شده و در چهار تکرار به اجرا در آمد. عامل اصلی زمان کاشت، در سه سطح ۱۵ مهر، ۳۰ مهر و ۱۵ آبان، و عامل فرعی تراکم کاشت نیز در سه سطح ۴۰۰۰۰، ۸۰۰۰۰ و ۱۲۰۰۰۰ بوته در هکتار گزینش شدند. صفات زراعی مورد بررسی شامل: قطر پیاز، وزن سیرچه، طول سیرچه، قطر سیرچه و میزان دی آلیل دی سولفید اکسید (آلیسین) بودند و سیرچه های مورد نظر از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان تهیه شدند. میانگین وزن سیرچه های مورد استفاده در هر واحد آزمایشی با توجه به تراکم در نظر گرفته شده به ترتیب حدوداً ۸۸۰ گرم، ۱/۲ و ۱/۶ کیلوگرم بود و مقدار دی آلیل دی سولفید اکسید (آلیسین) نیز با استفاده از دستگاه کروماتوگراف گازی (GC) اندازه گیری شد.

یافته ها: نتایج این آزمایش نشان داد که تاریخ و تراکم کاشت بر قطر پیاز، وزن، طول و قطر سیرچه و مقدار آلیسین، در سطح یک درصد تأثیر معنی داری داشته و اثرهای متقابل تاریخ و تراکم کاشت، تأثیر معنی داری بر میزان آلیسین نشان داد. با توجه به نتایج، بالاترین مقدار قطر پیاز و طول سیرچه از تیمار تاریخ کاشت ۱۵ مهر و تراکم ۱۲۰۰۰۰ بوته در هکتار حاصل شد و بالاترین مقدار وزن سیرچه و قطر سیرچه از تیمار تاریخ کاشت ۱۵ مهر و تراکم ۴۰۰۰۰

بوته در هکتار به دست آمد. همچنین، نتایج نشان داد که بالاترین درصد دی آلیل دی سولفید اکسید معادل (۱/۴۶ درصد) از تیمار تاریخ کاشت ۱۵ آبان و تراکم ۴۰۰۰۰ بوته در هکتار حاصل شد.

نتیجه‌گیری: با توجه به یافته‌های فوق و با در نظر گرفتن اهمیت تاریخ کاشت و تراکم بوته در زراعت محصول سیر در منطقه سردسیر همدان، و نیز با توجه به اهمیت ترکیبات شیمیایی سیر و به خصوص ماده مؤثره، با تأخیر در کاشت و کاهش تراکم بوته، بیشترین مقدار ماده مؤثره دی آلیل دی سولفید اکسید حاصل شد به نحوی که در این آزمایش، تاریخ کاشت ۱۵ آبان و تراکم ۴۰۰۰۰ بوته در هکتار مناسب‌ترین تیمارها جهت دستیابی به بیشترین مقدار از این ماده مؤثره بودند.

واژه‌های کلیدی: روغن‌های فرار، سیرچه، عملکرد، گیاهان دارویی و میزان آلیسین

مقدمه

متکی بودن اقتصاد ایران به درآمدهای نفتی و تأثیرپذیری این درآمدها از مسائل سیاسی و اقتصادی، موجب آسیب‌پذیری اقتصاد کشور می‌شود. یکی از راه‌های مقابله با این مشکل، توجه به توسعه تولیداتی است که ضمن بهبود وضع اقتصاد داخلی، سبب افزایش صادرات غیر نفتی نیز شود. در این میان گیاهان دارویی علاوه بر نقش ویژه‌ای که در اقتصاد داخلی دارند، می‌توانند تأثیر بسزایی بر درآمد صادرات غیر نفتی نیز داشته باشند (۱۳ و ۱۴).

سیر با نام علمی (*Allium sativum L.*) گیاهی از خانواده پیاز (*Alliaceae*) می‌باشد. موطن اصلی سیر، آسیا و در نواحی از ایران، افغانستان و هندوستان گزارش شده است. سیر از لحاظ تولید جهانی در بین سبزی‌های پیازی بعد از پیاز خوراکی قرار دارد و به لحاظ ارزش غذایی و دارویی از اهمیت زیادی برخوردار است (۱۱ و ۱۲). یک سیرچه با وزنی در حدود ۳ تا ۴ گرم به طور متوسط حاوی یک گرم کربوهیدرات، ۰/۲ گرم پروتئین، ۰/۰۵ گرم فیبر، ۰/۰۱ گرم چربی، ویتامین‌های C، B₃، B₂، B₁، A و آب می‌باشد. تمام اثر بخشی یا خاصیت دارویی سیر به ترکیبات متعدد گوگردی در آن بستگی دارد و میزان

این مواد در ارقام و اکوتیپ‌های سیر علاوه بر توان ژنتیکی رقم به شرایط آب و هوایی منطقه مورد کشت نیز وابسته است (۱۱). در منابع مختلف استفاده از این گیاه دارویی برای کاهش کلسترول خون، تنظیم فشار خون، درمان ناراحتی‌های قلبی و عروقی، سرماخوردگی و آنفولانزا توصیه شده و خواص درمانی آن مورد تأکید قرار گرفته است (۱۰، ۱۵ و ۱۹). به‌کارگیری روش‌های مختلف مدیریت زراعی در جهت بهینه‌سازی محیط و ظهور توانمندی‌های بالقوه گیاهان دارویی بسیار مهم می‌باشد. در این خصوص دو عامل تاریخ و تراکم کاشت نقش بسزایی ایفا می‌نمایند، به طوری که با انتخاب مناسب این دو عامل می‌توان کمیت و کیفیت گیاهان دارویی را بهبود بخشید (۱۳ و ۱۴). مهمترین مواد و ترکیب‌های سوخ سیر را ترکیب‌های گوگرددار با وزن مولکولی کم تشکیل داده و مقدار آن‌ها حدود یک تا دو درصد می‌باشد که سبب ایجاد بوی خاص و تند در سیر می‌شود. مهمترین این ترکیب‌ها عبارتند از: دی-سولفید- پروپیل دی سولفید، آلیل- پروپیل دی سولفید و دی-آلیل- دی سولفید- اکسید که به آلیسین معروف است. آلتین اسید آمینه سولفورهای با منشأ غیر پروتئینی است که در سیتوپلاسم سلول و آنزیم آلتیناز در

سایمون (۲۰۰۲) در کشت پاییزه تجمع ماده خشک افزایش می‌یابد و در کشت بهار تجمع ماده خشک کاهش می‌یابد (۴ و ۵). رحیم و حسین (۲۰۱۱) در پژوهشی که بر روی عملکرد کمی و کیفی سیر انجام دادند تراکم صد بوته در متر مربع را پیشنهاد کردند (۱۷). در حالی که فرارسی (۲۰۰۵) گزارش کرد که تراکم کاشت به‌طور معنی‌داری باعث افزایش عملکرد می‌شود و تراکم ۴۰-۳۰ بوته در هر مترمربع را به‌عنوان بهترین تراکم توصیه نمود (۶).

برخی محققین معتقدند سیر در مناطقی که دارای زمستان‌های سرد می‌باشد بهتر است به‌صورت یک محصول پاییزه (مهر- آبان) کشت شود (۲، ۵ و ۱۵). در کشت‌های پاییزه چون گیاه فرصت بیشتری برای رشد و نمو دارد نه تنها عملکرد محصول، بلکه کیفیت و میزان مواد مؤثره آن‌ها نیز به مراتب بیشتر و مناسب‌تر از کشت‌های بهار خواهد بود. تراکم نیز نقش مهمی در افزایش عملکرد محصول سیر دارد. میزان تراکم بستگی به رقم و شرایط اقلیمی محل رویش گیاه دارد. برای کشت در هر هکتار بسته به شرایط، حدوداً ۲۵۰ تا ۴۵۰ کیلوگرم سیرچه مصرف می‌شود (۲، ۵ و ۱۵).

با توجه به این‌که تحقیقات به زراعی در مورد گیاهان دارویی به‌ویژه سیر بسیار اندک است و همچنین با توجه به تولید سوخ‌های سیر که از مقادیر فراوان مواد مؤثره برخوردار هستند، نه تنها استخراج و تولید داروهای موردنظر از سوخ و سیرچه‌های این گیاه مقرون به صرفه و اقتصادی است و نیاز داخلی کشور به داروهای گیاهی که از این گیاه تهیه می‌شود را برطرف می‌نماید، بلکه صادرات این‌گونه مواد به کشورهای دیگر نیز می‌تواند منبع درآمد ارزی مهمی برای کشور باشد (۱۴ و ۱۵). این پژوهش با هدف بررسی تأثیر تاریخ و تراکم کاشت بر برخی صفات زراعی و میزان آلیسین در گیاه دارویی سیر در شرایط

واکوئل سلول سیر وجود دارند. با خرد شدن سیر آنزیم آلتیناز آزاد شده و با اثر بر روی آلتین ترکیب گوگردی آلیسین را به‌وجود می‌آورد. آلیسین مانع بیوستنز لیپید و کلسترول خون می‌شود (۱ و ۲). سوخ همچنین حاوی نیاسین، ریوفلاوین، تیامین و سرشار از عناصری مانند پتاسیم، فسفر، کلسیم، منیزیم و آهن می‌باشد (۲).

نتایج پژوهش‌های انجام شده توسط برنات و همکاران (۱۹۹۳ و ۲۰۰۰) نشان داد که مقدار کلی دی-آلیل-دی‌سولفید-اکسیدها ۱/۱ تا ۱/۴ درصد می‌باشد. برنات در مطالعه‌ای، مقدار دی-آلیل-دی‌سولفید-اکسید را در سوخ‌های سیر سفید (*Allium sativum L.*) ۰/۳ تا ۱/۷ درصد، در پیازچه چینی (*Allium tuberosum L.*) ۱/۸ تا ۲/۵ درصد و در موسیر ایرانی (*Allium hirtifolium L.*) ۲ تا ۳/۷ درصد گزارش نمود (۱ و ۲). بنابراین موفقیت کشت سیر در یک منطقه بر اساس عملکرد سیرچه، مقدار اسانس، آلیل-پروپیل-دی‌سولفید و دی-آلیل-دی‌سولفید-اکسید است (۲) و مقدار آلیسین از ۱/۵ تا ۱/۶ درصد تغییر می‌کند (۲ و ۱۵). به هر حال در بین ویژگی‌های زراعی، تعیین تاریخ کاشت به‌منظور حصول استقرار خوب گیاه در مزرعه از اولویت برخوردار است، زیرا تاریخ کاشت به‌طور مؤثری قدرت نمو را تحت تأثیر قرار داده و به ازای تاریخ‌های مختلف کاشت، مراحل فنولوژیکی متفاوت در معرض تغییرات شرایط محیطی قرار می‌گیرند (۸ و ۱۸).

تاریخ کاشت سیر در یک منطقه بایستی طوری تنظیم شود که حداقل شیوع آفات مکنده را در مرحله رشد گیاه که در حال سیربندی است داشته باشیم. بهترین روش مبارزه با آفات سیر اجرای اصول به زراعی مانند کشت به موقع و کاشت ارقام مقاوم و زودرس می‌باشد (۷، ۸ و ۹). به عقیده اتو (۲۰۰۱) و

به صورت سرک پس از عملیات وجین علف‌های هرز در سطح قطعه آزمایشی پخش و با خاک مخلوط شد. در طول مدت اجرای آزمایش کنترل علف‌های هرز به طور مستمر انجام گرفت. در زمان کاشت یک‌بار آبیاری انجام شد و آبیاری‌های بعدی با فاصله ۱۴ روزه متناسب با عرف رایج منطقه و نیاز گیاه انجام گرفت. تاریخ برداشت در ۲۵ تیر برای بررسی ویژگی‌های زراعی انجام گرفت و برداشت از دو خط وسط هر کرت فرعی در مساحت دو مترمربع انجام شد.

علاوه بر عملکرد، قطر پیاز، وزن سیرچه، طول و قطر سیرچه نیز مورد ارزیابی قرار گرفتند و سپس سیرچه‌ها برای عملیات استخراج و اندازه‌گیری میزان آلیسین به آزمایشگاه منتقل شدند.

جهت استخراج اسانس ابتدا ۱۰۰ گرم از سیرچه‌های گیاه که در شرایط مناسب از لحاظ درجه حرارت، رطوبت و نور قرار گرفته بودند، آسیاب شد. برای تهیه محلول استاندارد به منظور استخراج دی‌آلیل‌دی‌سولفیداکسید، از درازه والمان که حاوی ۸۰ درصد آلیسین و ۵ درصد آلیل‌پروپیل‌دی‌سولفید بود، استفاده شد. دو عدد درازه والمان در هاون ساییده شده و ۲۵ میلی‌لیتر دی‌کلرومتان به آن اضافه شد. جهت خارج کردن آب، مقداری سولفات سدیم خشک به این مخلوط اضافه شد و پس از صاف کردن مخلوط، حجم آن با دی‌کلرومتان به ۲۵ میلی‌لیتر رسانده شد. سپس به مدت ۴ ساعت به کمک روش تقطیر با آب و نیز با استفاده از دستگاه کروماتوگراف گازی (GC) مدل Novaspec II، ساخت کشور انگلستان، اسانس‌گیری شده و درصد دی-آلیل-دی‌سولفید-اکسید تعیین گردید.

محاسبات آماری مورد نیاز با استفاده از نرم‌افزارهای آماری SAS نسخه ۹ و MSTAT-C

آب و هوایی همدان به عنوان قطب تولید این محصول ارزشمند دارویی در کشور، اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به منظور بررسی تأثیر تاریخ و تراکم کاشت بر برخی صفات زراعی گیاه دارویی سیر و میزان دی-آلیل-دی‌سولفید-اکسید در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ در مزرعه‌ای زراعی در همدان انجام شد. این منطقه با ارتفاع ۱۷۵۷ متر از سطح دریا در عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۵۳ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۳۳ دقیقه شرقی واقع است. خاک منطقه از نوع سیلتی لومی می‌باشد. بر اساس آمار هواشناسی بلندمدت، درجه حرارت در گرم‌ترین روز سال ۴۰ درجه سانتی‌گراد و در سردترین روز سال ۳۳/۷- درجه سانتی‌گراد می‌باشد. میانگین بارندگی منطقه نیز مطابق با آمار هواشناسی ۳۳۵ میلی‌متر در سال گزارش شده است.

آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی به صورت کرت‌های یکبار خرد شده و در چهار تکرار به اجرا در آمد و با توجه به پیشینه تحقیق و بررسی و مرور منابع علمی، سه تاریخ کاشت (۱۵ و ۳۰ مهر و ۱۵ آبان) به عنوان تیمارهای اصلی در نظر گرفته شده و سه تراکم کاشت ۴۰۰۰، ۸۰۰۰ و ۱۲۰۰۰ هزار بوته در هکتار در تیمارهای فرعی قرار گرفتند. هر کرت آزمایشی شامل ۴ خط ۲ متری به فواصل ۵۰ سانتی‌متر از یکدیگر بوده و سیرچه‌ها به صورت دو ردیفه، کنار پشته‌ها کشت شده و فاصله تکرارها از هم دو متر در نظر گرفته شد.

قبل از کاشت بر اساس فرمول کودی توصیه شده ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره مصرف شد. لازم به ذکر است ۵۰ درصد کود اوره قبل از کاشت و ۵۰ درصد بقیه بعد از کشت در دو مرحله در فصل بهار

انجام شد و مقایسه میانگین تیمارها با آزمون LSD در سطح ۵ درصد صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

همان‌طور که نتایج جدول (۱) نشان می‌دهد، تأثیر هر یک از تیمارهای تاریخ و تراکم کاشت به تنهایی بر صفات قطر پیاز، وزن، طول و قطر سیرچه و مقدار ماده مؤثره دی-آلیل-دی سولفید-اکسید، از لحاظ آماری در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. البته اثر متقابل تیمارها بر مقدار دی-آلیل-دی سولفید-اکسید از

نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری را نشان داد.

با توجه به نتایج جدول مقایسه میانگین (جدول ۲)، مشخص شد که بیشترین مقدار قطر پیاز و وزن سیرچه (به ترتیب ۵۳ میلی‌متر و ۴/۳۲ گرم) و بیشترین مقدار طول و قطر سیرچه (به ترتیب ۳/۷۲ سانتی‌متر و ۲/۴۹ سانتی‌متر) در تاریخ کاشت ۱۵ مهر و کمترین مقدار قطر پیاز و وزن سیرچه (به ترتیب ۳۴/۳۴ میلی‌متر و ۳/۱۴ گرم) و کمترین مقدار طول و قطر سیرچه (به ترتیب ۲/۷۷ سانتی‌متر و ۱/۹۴ سانتی‌متر) در تاریخ کاشت ۱۵ آبان حاصل شد.

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات زراعی و درصد آلیسین گیاه دارویی سیر تحت شرایط مختلف تاریخ و تراکم کاشت.

Table 1. Analysis of variance for agronomic traits and Allicine percent of garlic in different conditions of sowing date and planting density.

منابع تغییرات S.O.V	میانگین مربعات					
	درجه آزادی df	قطر پیاز Bulb diameter	وزن سیرچه Bulb let weight	طول سیرچه Bulb let length	قطر سیرچه Bulb let Diameter	آلیسین Allicine
تکرار Replication	3	7.44 ^{ns}	0.50**	0.23**	0.04 ^{ns}	0.476**
تاریخ کاشت Sowing date	2	261.58**	4.30**	2.76**	0.91**	2.805*
خطای اصلی Main Error	6	3.21	0.01	0.02	0.01	0.074
تراکم بوته Plant Density	2	376.33**	14.48**	14.63**	6.83**	0.0227*
اثرات متقابل تاریخ و تراکم Date × Density	4	1.16	0.01 ^{ns}	0.04 ^{ns}	0.03 ^{ns}	0.017*
خطای آزمایش Sub Error	18	3.15	0.02	0.04	0.02	0.004
ضریب تغییرات (درصد) C.V	-	8.09	4.14	6.10	6.43	8.13

* و ** معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد؛ ns: غیر معنی‌دار.

* and **: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively; ns: Not significant.

به ترتیب ۱۷ و ۲۴ درصد طولانی‌تر بود. ثانیاً همه سبزی‌های پیازی بعد از جوانه زدن دارای یک مرحله رشد کند هستند که پایین بودن دما سبب طولانی‌تر شدن این دوره خواهد شد (۵).

برای افزایش میانگین وزن سیر و سیرچه در تاریخ کاشت ۱۵ مهر سه دلیل عمده می‌توان ذکر کرد: اول این‌که دوره رشد و نمو گیاه در تاریخ کاشت ۱۵ مهر در مقایسه با تاریخ کاشت‌های ۳۰ مهر و ۱۵ آبان ماه

سطح برگ در هنگام تشکیل سیرچه‌ها همان‌گونه که توسط اسمیت و واترر (۲۰۰۴) نیز گزارش گردیده است، سبب کاهش عملکرد این دو تاریخ کاشت شد (۲۰).

در تاریخ کاشت‌های ۳۰ مهر و به‌خصوص ۱۵ آبان به‌علت مواجه شدن گیاهچه‌ها با دمای پایین، این دوره نسبت به دو تاریخ کاشت دیگر طولانی شد و به همین دلیل در هنگام تشکیل سیرچه، سطح برگ بوته‌ها در این دو تاریخ کاشت پایین بود و پایین بودن

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرهای اصلی صفات زراعی و درصد آلیسین گیاه دارویی سیر در تاریخ‌های مختلف کاشت.

Table 2. Means comparison for simple effects of agronomic traits and Allicine percent of garlic in different of sowing dates.

تیمارها Treatments	صفات Traits				
	قطر پیاز (میلی‌متر) Bulb diameter	وزن سیرچه (گرم) Bulb let weight	طول سیرچه (سانتی‌متر) Bulb let length	قطر سیرچه (سانتی‌متر) Bulb let Diameter	آلیسین (درصد) Allicine
تاریخ کاشت Sowing date	(mm)	(gr)	(cm)	(cm)	(%)
۱۵ مهر 7 October	53 ^a	4.32 ^a	3.72 ^a	2.49 ^a	0.29 ^a
۳۰ مهر 22 October	44.16 ^b	3.57 ^b	3.36 ^b	2.18 ^b	0.87 ^b
۱۵ آبان 6 November	34.34 ^c	3.14 ^c	2.77 ^c	1.94 ^c	1.25 ^c

میانگین‌های با حروف مشابه براساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with different letters are significantly different based on LSD multiple range test ($\alpha=0.05$).

عملکرد مواجه شدند (۱۶). رحیم و حسین (۲۰۱۱) در بررسی‌های خود مشاهده نمودند که با افزایش تراکم از ۱۰۰۰۰۰ تا ۴۰۰۰۰۰ بوته در هکتار محصول سیر افزایش یافت (۱۷). نتایج این تحقیق با گزارش واترر (۲۰۰۱) که یکی از دلایل پایین بودن عملکرد سیر، پایین بودن تراکم کاشت این محصول می‌باشد و همچنین اظهارات بروستر و رابینوویچ که با بیشتر شدن تراکم بوته از ۱۷۰۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰۰ بوته عملکرد سیر بیشتر می‌شود موافقت ندارد (۲۳).

حداکثر و حداقل درصد ماده مؤثره دی-آلیل-دی سولفید-اکسید، به‌ترتیب در تیمار تاریخ کاشت ۱۵ آبان (۱/۲۵ درصد) و تاریخ کاشت ۱۵ مهر (۰/۲۹ درصد) حاصل شد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها در

همچنین نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد که به موازات افزایش تراکم کاشت از ۴۰ هزار تا ۱۲۰ هزار بوته در هکتار، مقدار قطر پیاز از ۳۳/۱۶ میلی‌متر تا ۵۵/۵۰ میلی‌متر و مقدار طول سیرچه از ۲/۱۸ سانتی‌متر تا ۴/۴۰ سانتی‌متر افزایش یافت، اما مقدار وزن سیرچه از ۴/۷۳ تا ۲/۵۰ گرم و مقدار قطر سیرچه از مقدار ۳/۰۰ تا ۱/۵۰ سانتی‌متر کاهش یافته است.

دلیل کاهش عملکرد با افزایش تراکم را می‌توان به حجم کم بوته، پایین بودن سطح برگ و در نتیجه پایین بودن کارایی جذب نور توسط گیاه نسبت داد. اورلوفسکی و همکاران (۲۰۰۵) نیز با بیشتر شدن تراکم ۳۰۰۰۰۰ تا ۶۰۰۰۰۰ بوته در هکتار با کاهش

جدول ۳ نشان می‌دهند که بیشترین و کمترین درصد دی-آلیل-دی سولفید-اکسید به ترتیب در تراکم ۴۰۰۰۰ بوته (۰/۹۵ درصد) و تراکم ۱۲۰۰۰۰ (۰/۶۷ درصد) بوته در هکتار به دست آمد.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرهای اصلی صفات زراعی و درصد آلیسین گیاه دارویی سیر در تراکم‌های مختلف کاشت.

Table 3. Means comparison of main effects of agronomic traits and Allicine percent of garlic in different of planting density.

تیمارها Treatments	صفات Traits				
Density (<i>Plants/ha</i>)	Bulb diameter (mm)	Bulb let weight (gr)	Bulb let length (cm)	Bulb let Diameter (cm)	Allicine (%)
تراکم (بوته در هکتار)	قطر پیاز (میلی‌متر)	وزن سیرچه (گرم)	طول سیرچه (سانتی‌متر)	قطر سیرچه (سانتی‌متر)	آلیسین (درصد)
40000	33.16 ^c	4.73 ^a	2.18 ^c	3.00 ^a	0.95 ^a
80000	42.82 ^b	3.76 ^b	3.27 ^b	2.11 ^b	0.80 ^b
120000	55.50 ^a	2.54 ^c	4.40 ^a	1.50 ^c	0.67 ^c

میانگین‌های با حروف مشابه بر اساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with different letters are significantly different based on LSD multiple range test ($\alpha=0.05$).

احتمالاً به این دلیل است که گیاهی که دیر هنگام کشت می‌شود برای این‌که مرحله زایشی آن با مشکل مواجه نشود هرچه زودتر مرحله رویشی خود را سپری کرده است و جهت حفظ بقا، سریع‌تر به مرحله زایشی می‌رود. این امر باعث شده که مدت زمان کافی جهت رشد پیاز و سیرچه وجود نداشته باشد. بنابراین، این دلیل موجب می‌شود که قطر پیاز، وزن، طول و قطر سیرچه در گیاهان دیر کشت شده، کاهش یابد. البته طولانی بودن دوره فتوسنتز و دوره رویش بلند سیر در تاریخ کاشت ۱۵ مهر می‌تواند دلیلی بر این امر باشد.

بر اساس نتایج جدول مقایسه میانگین اثرهای متقابل (جدول ۴)، تیمار تاریخ کاشت ۱۵ آبان و تراکم ۴۰۰۰۰ بوته در هکتار با مقدار ۱/۴۶ درصد و تیمار تاریخ کاشت ۱۵ مهر و تراکم ۱۲۰۰۰۰ بوته در هکتار با مقدار ۰/۲۱ درصد به ترتیب بیشترین و کمترین درصد آلیسین را به خود اختصاص دادند. همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد، تاریخ کاشت و تراکم بوته بر همه صفات اندازه‌گیری شده تأثیر معنی‌داری داشت. به طوری که در این آزمایش، قطر پیاز، وزن، طول و قطر سیرچه گیاهانی که در تاریخ کشت‌های دیرتر کاشته شده بودند، کاهش یافت و

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرهای متقابل تاریخ و تراکم‌های متفاوت کاشت برصفت درصد آلیسین گیاه سیر.

Table 4. Means comparison of interaction effects of different of sowing date and planting density on Allicine percent of garlic.

تاریخ کاشت Sowing date	تراکم بوته در هکتار Density (<i>Plant/ha</i>)	درصد آلیسین Allicine percent
۱۵ مهر 7 October	40000	0.38 _f
۱۵ مهر 7 October	80000	0.30 _g
۱۵ مهر 7 October	120000	0.21 _h
۳۰ مهر 22 October	40000	1.01 _c
۳۰ مهر 22 October	80000	0.85 _d
۳۰ مهر 22 October	120000	0.77 _e
۱۵ آبان 6 November	40000	1.46 _a
۱۵ آبان 6 November	80000	1.27 _b
۱۵ آبان 6 November	120000	1.05 _c

میانگین‌های با حروف مشابه براساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with different letters are significantly different based on LSD multiple range test ($\alpha=0.05$).

در واحد سطح)، آب، فضا و مواد غذایی قابل دسترس بوته‌ها کاهش یافته است.

بنابراین برای این‌که بوته‌ها بتوانند رشد بهتری داشته باشند، قطر پیاز و طول سیرچه خود را برای جذب آب و عناصر غذایی از اعماق خاک به کمک ریشه، افزایش می‌دهند به طوری که با افزایش قطر پیاز و طول سیرچه، مقدار قطر سیرچه آن کاهش می‌یابد. در تأیید این بررسی، خدادادی و نصرتی (۲۰۱۱) و دارابی و دهقانی (۲۰۱۰) در پژوهش‌های خود بیشترین قطر پیاز را در بالاترین تراکم مورد آزمایش گزارش دادند (۳ و ۹).

با توجه به نتایج، تاریخ کاشت ۱۵ آبان به دلیل مطلوب بودن کیفیت و شرایط آب و هوایی برای افزایش بیوسنتز ماده مؤثره دی-آلیل-دی سولفید-

در تأیید این نتیجه، نتایج تحقیقات خدادادی و نصرتی (۲۰۱۱) به‌منظور بررسی تأثیر تاریخ کاشت (۱۵، ۳۰ مهر و ۱۵، ۳۰ آبان) بر عملکرد و اجزای عملکرد سیر سفید همدان، نشان داد که بیشترین میزان عملکرد و قطر پیاز سیر در تاریخ کاشت ۳۰ مهر و کمترین مقدار آن در ۳۰ آبان ماه حاصل شد (۹). البته نوربخشیان، موسوی و باقری (۲۰۰۷) در گزارشی بیشترین قطر پیاز و وزن تک سیرچه سیر را به‌ترتیب ۵۲/۸۰ میلی‌متر و ۶/۹۷ گرم اعلام نمودند (۱۱). همچنین بررسی تأثیر تراکم بر صفات قطر پیاز، وزن، طول و قطر سیرچه نشان داد که با افزایش تراکم بوته، قطر پیاز و طول سیرچه کاهش یافت، اما وزن و قطر سیرچه روند افزایشی داشت. در توجیه این امر می‌توان چنین گفت که با افزایش تراکم (تعداد بوته

اورلوفسکی و همکاران (۲۰۰۵)، واتر و اسمیت (۲۰۰۴)، واتر (۲۰۰۱) و سینگ و فوگات (۲۰۰۹)، ماده مؤثره دی-آلیل-دی سولفید-اکسید، را از ترکیب‌های مهم گروه آلکالوئیدها معرفی کردند و مقدار آن را بیش از ۱ درصد گزارش نکردند (۱۶)، ۲۰، ۲۱، ۲۲ و ۲۳)، اما امید بیگی (۲۰۱۰) مقدار آن را ۱/۵ تا ۱/۶ درصد در اکثر مناطق کشت در ایران گزارش نمود (۱۵).

نتایج تحقیقات برنات (۲۰۰۰) نیز مؤید این نتایج است. وی در تحقیقاتی مشابه گزارش داد که ترکیب‌های اسانس گیاه دارویی سیر تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار گرفت و درصد ترکیب‌های دی-سولفید-پروپیل-دی-سولفید و آلیل-پروپیل-دی-سولفید در تراکم ۳۵×۲۰ سانتی‌متر بیشتر از تراکم ۳۵×۱۰ سانتی‌متر بود (۲).

البته در مطالعاتی مشابه، نتایج مشاهدات برنات (۱۹۹۳) در بررسی اثر تراکم (فاصله کشت ۱۵، ۳۰ و ۴۰ سانتی‌متر) بر مقدار ماده مؤثره دی-سولفید-پروپیل دی سولفید گیاه دارویی پیازچه‌چینی نشان داد که مقدار این ماده در فاصله کشت ۳۰ سانتی‌متر بیشتر از فواصل دیگر بوده است (۱).

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به دستاوردهای این تحقیق به عنوان یک نتیجه‌گیری می‌توان پیشنهاد نمود که یکی از راه کارهای مناسب جهت استفاده بهینه از عوامل محیطی، نهاده‌ها، افزایش عملکرد و بهبود کیفیت، توجه به تراکم بوته و تعیین تاریخ کاشت مناسب در زاعت محصول سیر است. در این آزمایش با تأخیر در کاشت، ویژگی‌های قطر پیاز، وزن، طول و قطر سیرچه در گیاه سیر کاهش یافت به طوری که کمترین مقادیر این صفات به تاریخ کاشت‌های دیرتر تعلق داشت. همچنین عکس‌العمل تغییرات قطر پیاز، وزن،

اکسید، مناسب‌ترین تاریخ کاشت شناخته شد، به طوری که شرایط دمایی (خنک‌تر بودن هوا) روزهای اواسط پاییز (۱۵ آبان) نسبت به روزهای گرم تر اوایل پاییز (۱۵ و ۳۰ مهر)، می‌تواند دلیلی بر افزایش دی-آلیل-دی سولفید-اکسید باشد. تحقیقات نشان می‌دهد که هوای خنک نقش عمده‌ای در کیفیت مواد مؤثره (متابولیت‌های ثانویه) گیاهان دارویی دارد (۱۳ و ۱۴)، و به علت افزایش تنفس جامعه گیاهی در تراکم‌های بالاتر (۸۰۰۰۰ و ۱۲۰۰۰۰ بوته در هکتار)، ذخیره‌سازی مواد فتوسنتزی کاهش یافته و در مقابل، در تراکم ۴۰۰۰۰ بوته در هکتار، فضا، آب و عناصر غذایی بیشتری در اختیار هر بوته قرار گرفته است و به علت کاهش تراکم و افزایش فاصله بین بوته‌ها، رقابت، کاهش و راندمان مصرف نور خورشید افزایش یافته و گیاه امکان رشد بیشتری را پیدا خواهد کرد. محتوای متابولیت‌های ثانویه گیاهان دارویی معمولاً نسبت به عواملی همچون تراکم واکنش معنی‌داری نشان نمی‌دهد. از این رو دلیل تفاوت با نتایج این مطالعه را می‌توان به تفاوت در شرایط انجام آزمایش و عوامل مختلفی نظیر شرایط اقلیمی و آب و هوایی منطقه، نوع گیاه و رقم مورد استفاده، روش کاشت، عمق کاشت و همچنین روش برداشت نسبت داد.

بر طبق بررسی‌های برنات (۱۹۹۳ و ۲۰۰۰) و امید بیگی (۲۰۱۰)، بیوسنتز متابولیت‌های ثانویه گیاهان دارویی به تنفس کمتر گیاه بستگی دارد (۱، ۲ و ۱۵). به همین علت در این آزمایش تراکم ۴۰۰۰۰ بوته در هکتار به دلیل سایه‌اندازی کمتر و دریافت بیشتر نور توسط قسمت‌های زیرین کانوپی و افزایش مقدار متابولیت‌های ثانویه از جمله ماده مؤثره دی-آلیل-دی سولفید-اکسید، به عنوان بهترین تراکم جهت کشت سیر شناسایی شد.

بر اساس پژوهش‌های صورت پذیرفته توسط سایر محققین از جمله سوود و همکاران (۲۰۰۰)،

تأخیر در کاشت و کاهش تراکم بوته، بیشترین مقدار بود و در این آزمایش، تاریخ کاشت ۱۵ آبان و تراکم بوته ۴۰۰۰۰ بوته در هکتار بهترین تیمارها برای کسب این ماده مؤثره بودند.

طول و قطر سیرچه سیر نسبت به افزایش تراکم کاشت، متفاوت و عکس یکدیگر بود و با افزایش تراکم کاشت، قطر پیاز و طول سیرچه افزایش و در مقابل قطر سیرچه کاهش یافت. بنابراین با توجه به اهمیت مواد مؤثره سیر، درصد ماده مؤثره آلیسین، با

منابع

1. Ber nath, J. 1993. Wild and cultivated medicinal plants. Mezo. Publ. Budapest. 566p.
2. Ber nath, J. 2000. Medicinal and aromatic plants. Mezo. Publ. Budapest. 667p.
3. Daaraabi, A.S., and Dehghaani, A. 2010. Effect of planting date and planting density on yield and Rust disease severity in Ramhormoz selected Garlic in Behbahan region. Seed plant J. 26-2 (1) Pp: 43-55. (In Persian)
4. Etoh, T., and Simon, P.W. 2002. Diversity, Fertility and Seed Production of Garlic Science Recent Advances: CAB International. New York. Pp: 101-117.
5. Etoh, T. 2001. True seed garlic. Acta Hort. 12(6): 433-437.
6. Ferrararsi, A. 2005. Studies on sowing density in garlic in Emilia-Romagan. Rivista Difrutti Colture Ediorto- Floricultura. 47: 67-71.
7. Jamroz, M., Lahiag, M., Naeem, N., and Mohammad, N. 2002. Effect of different planting dates and spacing on growth and yield of garlic cv. Bianco Online Bio Sci. J. 1(4): 206-208.
8. Khajehpour, M.R. 1993. Principal of Agronomy. Isfahan University of Technology Publication. 412p. (In Persian)
9. Khodadadi, M., and Nosrati, A.E. 2011. Effect of sowing date and planting density on yield and yield components of white Garlic of Hamedan, Seed plant J. 27-2 (4): 491-500. (In Persian)
10. Mirzaei, R., Liaghati, H., and Mahdavi Damghani, A. 2007. Evaluating yield quality and quantity of garlic as affected by different farming systems and garlic clones. Pakistan Bio. Sci. J. 10(13): 2219-2224.
11. Noorbakhshian, J., Musav, A., and Baagheri, H. 2007. Evaluation of agronomic traits and path coefficient analysis of yield for garlic cultivars. Pajouhesh and Sazandegi Agr. Hort. J. 77: 10-18. (In Persian)
12. Nosrati, A.E. 2004. Effect of planting method, plant density and seed cloves size on yield. Seed Plant J. 20(3): 401-404. (In Persian)
13. Omid Beygi, R. 1995. Approaches for Production and Processing of Medicinal Plants. Vol. 1. Tarrahan Nashr Publication, Iran. 424p. (In Persian)
14. Omid Beygi, R. 1997. Approaches for Production and Processing of Medicinal Plants. Vol. 3. Fekrooz Publication, Iran. 283p. (In Persian)
15. Omid Beygi, R. 2010. Approaches for Production and Processing of Medicinal Plants. Vol. 4. Behh nashar Publication, Iran. 171-172. (In Persian)
16. Orłowski, M., Rekwaska, E., and Dobrmilska, R. 2005. The effect on the yield of garlic of autumn and spring planting using different method of seed stalk trimming. Folia Hort. 6: 79-89.
17. Rahim, M.A., and Hussain, M.A. 2011. Effect of time of planting, mother bulb size and plant density on the yield of garlic. Bangladesh Agri. J. 9: 112-118.
18. Sarmadnia, G., and Koochehi, A. 2001. Crop Physiology. Jihad-e-Daneshgahi of Mashhad. Mashhad, Iran. 458p. (In Persian)
19. Shaidul Haque, M.D., Sattar, A., and Pramanik, M.H.R. 2002. Dry matter accumulation and partitioning and growth of garlic as influenced by land configuration and cultivars. Pakistan Bio. Sci. J. 5(10): 1028-1031.

20. Schmitz, D., and Waterer, D. 2004. Influence of variety and cultural practices on garlic yields in Saskatchewan. *Canad. Plant Sci. J.* 74(3): 611-614.
21. Singh, R.V., and Phogat, K.P.S. 2009. Effect of different sowing times on the growth and blub yield of garlic. *Progress. Hort. J.* 21: 145-147.
22. Sood, D.R., Chokar, V., and Singh, J. 2000. Studies on growth, pungency and flavour characteristics of varieties of garlic (*Allium sativum* L.) bulbs during development. *Vegetable Sci. J.* 27(2): 180-184.
23. Waterer, D.D.R. 2001. Garlic production on prairies. University of Saskatchewan. *Hort. Sci. J.* 32: 1102-1104.

