

اثر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد و محتوی آلیسین دو اکوتیپ گیاه دارویی سیر (*Allium sativum* L.)

عبدالرضا صداقتی^۱، محمد کافی^۲، شهرام رضوان بیدختی^۳ و شیوا اکبری^{۴*}

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دامغان، ایران

۲- استاد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران

۳- استادیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دامغان، ایران

۴- نویسنده مسئول، دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دامغان، ایران

پست الکترونیک: shivaa.akbari@yahoo.com

تاریخ پذیرش: دی ۱۳۹۳

تاریخ اصلاح نهایی: دی ۱۳۹۳

تاریخ دریافت: تیر ۱۳۹۳

چکیده

به منظور بررسی اثر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر عملکرد، اجزای عملکرد و میزان آلیسین دو اکوتیپ سیر (*Allium sativum* L.)، آزمایشی به صورت کرت‌های دو بار خرد شده در قالب بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه‌ای واقع در شهرستان دامغان در سال زراعی ۱۳۹۱-۱۳۹۰ انجام شد. در این آزمایش سه تاریخ کاشت (۲۵ مهر، ۲۰ آبان و ۱۵ اسفند)، به عنوان عامل اصلی، دو اکوتیپ (کوبیر دامغان و سفید همدان) به عنوان عامل فرعی و سه تراکم کشت (۳۵، ۴۵ و ۵۵ بوته در مترمربع) به عنوان عامل فرعی فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد با تأخیر در کاشت، صفات ارتفاع، وزن تر و خشک سوخ، عملکرد سیر، قطر و وزن خشک سیرچه کاهش یافتند. وزن تر و خشک سوخ، عملکرد سیر، افزایش تراکم، باعث کاهش وزن تر و خشک سوخ، قطر و وزن خشک سیرچه و افزایش ارتفاع و عملکرد سیر و تعداد سیرچه در سوخ گردید. بهترین تاریخ کاشت با توجه به حصول بیشترین عملکرد تر (۱/۷ کیلوگرم در مترمربع) و خشک (۰/۲۷ کیلوگرم در مترمربع)، تاریخ ۲۵ مهرماه بود. اکوتیپ سفید همدان نیز به دلیل دارا بودن بالاترین وزن تر و خشک سوخ، قطر، وزن خشک سیرچه، میزان آلیسین و عملکرد بیشتر، مناسبتر شناخته شد و تراکم کاشت مطلوب نیز با توجه به حصول مقادیر بیشتر ارتفاع بوته، تعداد سیرچه در سوخ و عملکرد بالاتر، تراکم کشت ۵۵ بوته در مترمربع بوده است.

واژه‌های کلیدی: آلیسین، اکوتیپ، تاریخ کشت، تراکم، سیر (*Allium sativum* L.).

مقدمه

گیاهان دارویی یکی از منابع بسیار ارزشمند در گستره وسیع منابع طبیعی ایران هستند که در صورت شناخت علمی، کشت، توسعه و بهره‌برداری صحیح می‌توانند نقش مهمی در سلامت جامعه، اشتغال‌زایی و صادرات غیرنفتی داشته باشند (Omidbeigi, 1995). سیر یکی از مهمترین گیاهان دارویی و خوراکی جنس *Allium* می‌باشد که از اهمیت ویژه‌ای در صنایع غذایی و دارویی برخوردار است و براساس خصوصیات و ویژگی‌های متنوع آن، به‌عنوان یک ماده غذایی بازدارنده از بیماری‌ها در نظر گرفته می‌شود. از جمله اثرات درمانی آن می‌توان به خصوصیات ضد انعقاد خون، ضد فشار خون، ضد میکروبی و پایین‌آورنده قند خون اشاره کرد (Bozin et al., 2008). بیشترین خواص دارویی سیر مربوط به یک ترکیب سولفوروی با عنوان آلیسین است (Baghalian et al., 2006). یکی از مهمترین عوامل مدیریت زراعی مؤثر بر عملکرد و دیگر خصوصیات زراعی، تاریخ کاشت می‌باشد و کاشت به‌هنگام، موجب افزایش ماده خشک می‌شود، زیرا تکمیل پوشش گیاهی و جذب نور بیشتر و روند تجمع مواد فتوسنتزی تسریع می‌گردد و گیاه بهتر می‌تواند از منابع محیطی موجود بهره‌برد (Sarmadnia & Kouchaki, 1993). آزمایش‌های انجام شده در خصوص زمان کاشت حکایت از آن دارد که در تاریخ‌های مناسب کاشت، حداکثر عملکرد بدست می‌آید، زیرا با توجه به رطوبت مناسب خاک و درجه حرارت مطلوب، گیاه از رشد بهتری برخوردار می‌گردد (Khajehpour, 2009). تاریخ کاشت مطلوب بستگی به رقم، منطقه، تراکم و شرایط محیطی دارد. کاشت سیر در اواخر زمستان (فوریه یا مارس) می‌تواند تحت شرایط ویژه‌ای در مناطق سردسیر انجام شود. در این نوع کشت رشد و تحریک سرمای باید به اندازه کافی باشد، در غیر این صورت، این کاشت دیر هنگام سبب تولید سیر به نحو مناسب نمی‌شود، زیرا ممکن است بوته‌ها سرمای مورد نیاز زمستانه برای سیربندی را دریافت نکنند

(Rabinowithch, 1999). سیر گیاهیست که مقاومت زیادی به سرما داشته و می‌تواند دوره‌های طولانی سرمای زیر صفر را تحمل کند، به همین دلیل در مناطق معتدله کشت پاییزه این محصول متداول بوده و حتی گزارش‌هایی مبنی بر بیشتر بودن عملکرد کشت پاییزه سیر نسبت به کشت بهاره در این مناطق ارائه شده است (Orlowski et al., 1994). کاشت با تراکم مطلوب و زمان مناسب یکی دیگر از روشهای زراعی افزایش عملکرد محصول در واحد سطح است (Sarmadnia & Kouchaki, 1993). گزارش شده است که یکی از عوامل مؤثر در عمق ریشه‌زایی و حجم ریشه نیز تراکم بوته است، البته تعداد برگ و ارتفاع گیاه نیز همبستگی مثبتی با هم دارند (Etoh & Simon, 2002). برخی از محققان معتقدند، با افزایش تراکم بوته کارایی مصرف آب بالا می‌رود و با توجه به اثر کارایی مصرف آب در افزایش محصول برای دستیابی به یک عملکرد بالا، تراکم‌های بالا در حد مطلوب مورد نیاز است (Katahira & Motomura, 1999).

با توجه به اینکه در رابطه با تاریخ کاشت و تراکم مطلوب اکوتیپ‌های محلی گیاه سیر در منطقه دامغان اطلاعات چندانی وجود ندارد، از این رو انجام تحقیقات در این زمینه می‌تواند سبب افزایش کمی و کیفی محصول سیر در منطقه گردد. هدف از این مطالعه بررسی اثرات تاریخ کاشت و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد و میزان آلیسین دو اکوتیپ گیاه سیر در منطقه دامغان می‌باشد.

مواد و روشها

این تحقیق در سال زراعی ۱۳۹۱-۱۳۹۰ در مزرعه‌ای واقع در شهرستان دامغان اجرا شد. این آزمایش به صورت کرت‌های دو بار خرد شده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار انجام گردید. کرت‌های اصلی دربرگیرنده سه تاریخ کاشت (۲۵ مهر، ۲۰ آبان و ۱۵ اسفند ماه)، کرت‌های فرعی شامل دو اکوتیپ (کوپر

$$\text{معادله ۱:} \quad \text{درصد آلیسین} = \frac{s1m2 \times 22.75}{s2m1}$$

m1 = مقدار ماده مورد آزمایش بر حسب گرم

s1 = سطح زیر منحنی آلیسین

m2 = مقدار BPB بر حسب گرم

s2 = سطح زیر منحنی BPB

داده‌های بدست آمده توسط نرم‌افزار آماری SAS و MSTAT-C مورد تجزیه قرار گرفتند و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱٪ انجام شد.

نتایج

تاریخ کاشت بر ارتفاع گیاه، وزن تر و خشک سوخ، عملکرد سیر، قطر سیرچه و وزن خشک سیرچه به‌طور معنی‌داری اثرگذار بود (جدول ۱). ارتفاع گیاه در تاریخ کاشت ۱۵ اسفند (۲۷ سانتی‌متر)، به‌طور معنی‌داری نسبت به دو تاریخ کاشت ۲۵ مهر (۵۷ سانتی‌متر) و ۲۰ آبان (۴۹ سانتی‌متر) کاهش یافت (جدول ۲). وزن تر و خشک سوخ نیز با تأخیر در کاشت، کاهش معنی‌داری نشان داد، بدین صورت که وزن تر و خشک سوخ در تاریخ کاشت ۲۰ آبان، به‌صورت معنی‌داری از مقادیر این صفات در تاریخ کاشت ۲۵ مهر کمتر بود و همچنین این مقادیر در تاریخ کاشت ۱۵ اسفند نیز نسبت به تاریخ کاشت ۲۰ آبان به‌طور معنی‌داری کاهش یافتند (جدول ۲). عملکرد سیر نیز با تأخیر در کاشت، به‌طور معنی‌داری دچار کاهش شد و بیشترین مقدار عملکرد تر و خشک در تاریخ کاشت ۲۵ مهر و کمترین این مقادیر در تاریخ کاشت ۱۵ اسفند بدست آمد (جدول ۲). بیشترین و کمترین مقدار قطر سیرچه و وزن خشک سیرچه نیز به ترتیب مربوط به تاریخ کاشت ۲۵ مهر و ۱۵ اسفند بود (جدول ۲). اثر اکوتیپ نیز بر وزن تر و خشک سوخ،

دامغان و سفید همدان) و کرت‌های فرعی فرعی دربرگیرنده سه تراکم کاشت (۳۵، ۴۵ و ۵۵ بوته در مترمربع) بودند. برای آماده‌سازی زمین ابتدا زمین را شخم زده و قبل از کشت یک تن کود دامی با خاک مخلوط گردید و برای خرد کردن کلوخ‌ها و تسطیح از دیسک استفاده شد. کاشت به روش دستی و به‌صورت ردیفی در کرت‌ها انجام شد. در طول فصل رشد مبارزه با علف‌های هرز به‌صورت وجین دستی و کاملاً یکنواخت برای تمامی تیمارها انجام گردید. در انتهای فصل رشد همزمان با مشاهده علائم رسیدگی سیر (تغییر رنگ خارجی‌ترین برگ‌های سیر به قهوه‌ای) برداشت غده در تمامی تیمارهای آزمایش انجام شد. به‌منظور بررسی عملکرد از هر کرت سوخ‌های موجود در یک مترمربع از آن کرت برداشت گردید. همچنین نمونه‌برداری لازم برای اندازه‌گیری اجزای عملکرد نیز در این زمان انجام شد و برای بررسی اجزای عملکرد شامل تعداد سیرچه در سوخ، وزن خشک سیرچه، طول سیرچه، قطر سیرچه، وزن تر سوخ، وزن خشک سوخ، از هر کرت، پس از حذف اثر حاشیه‌ای، ۱۰ بوته به‌طور تصادفی انتخاب و برداشت شدند. برای اندازه‌گیری وزن خشک نمونه‌ها نیز، آنها را پس قرار دادن در آون به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد وزن کردیم. مقدار کمی آلیسین موجود در عصاره سیر به‌وسیله کروماتوگرافی با کارایی بالا (HPLC) با روش کار ذکر شده در فارماکوپه انگلستان انجام شد (Block et al., 1992). این روش شامل خرد و انکوبه کردن ۱۲ ساعت سیر در ۵۵ درجه سانتی‌گراد، آسیاب و حل کردن آن در آب مقطر بود که ۱۰ میلی‌لیتر از محلول رویی را با ۲۵ میلی‌لیتر از اسید فرمیک و متانول مخلوط و از مایع رویی برای انجام HPLC استفاده کردیم. استاندارد داخلی ۲۰ میلی‌گرم بوتیل پاراهیدروکسی بنزوات (BPB) در یک لیتر از حجم مساوی آب و متانول بود. با استفاده از معادله ۱ مقدار کمی آلیسین محاسبه گردید:

و تاریخ کاشت، به ترتیب مربوط به اکوتیپ سیر سفید همدان در تاریخ کشت مهرماه و اکوتیپ سیر کویر دامغان در تاریخ کشت ۱۵ اسفند بود (جدول ۵). اثر متقابل تاریخ کاشت و تراکم بوته بر ارتفاع گیاه، وزن تر و خشک سوخ، عملکرد سیر، قطر سیرچه و وزن خشک سیرچه معنی دار بود (جدول ۱). تحت اثر متقابل تاریخ کاشت و تراکم بوته، در هر تاریخ کاشت، با افزایش تراکم بوته، مقادیر وزن تر و خشک سوخ و قطر و وزن خشک سیرچه کاهش یافت و در هر تراکم بوته، با تأخیر در کاشت، مقادیر این صفات دچار کاهش شد (جدول ۶). بیشترین و کمترین عملکرد تر و خشک سیر نیز تحت اثر متقابل تاریخ کاشت و تراکم بوته، به ترتیب مربوط به تاریخ کاشت ۲۵ مهرماه با تراکم ۵۵ بوته در مترمربع و تاریخ کاشت ۱۵ اسفند با تراکم ۳۵ بوته در مترمربع بود (جدول ۶). البته اثر متقابل اکوتیپ و تراکم بوته بر وزن تر و خشک سوخ، عملکرد سیر، قطر و وزن خشک سیرچه اثر معنی داری داشت (جدول ۱) و مقایسات میانگین این صفات تحت اثر متقابل اکوتیپ و تراکم کاشت در (جدول ۷) نشان داده شده است. به طوری که ارتفاع، وزن تر و خشک سوخ، قطر و طول و وزن خشک سیرچه با عملکرد تر و خشک سیر همبستگی مثبت داشتند (جدول ۸).

عملکرد سیر، قطر سیرچه، وزن خشک سیرچه و میزان آلیسین معنی دار بود (جدول ۱) و مقادیر این صفات در اکوتیپ سیر سفید همدان به طور معنی داری بیشتر از اکوتیپ سیر کویر دامغان بود (جدول ۳). البته تراکم کاشت بر ارتفاع گیاه، وزن تر و خشک سوخ، عملکرد سیر، قطر سیرچه، تعداد سیرچه در سوخ و وزن خشک سیرچه به طور معنی داری اثرگذار بود (جدول ۱). به طوری که ارتفاع گیاه با افزایش تراکم بوته، به طور معنی داری افزایش یافت (جدول ۴). وزن تر و خشک سوخ با افزایش تراکم کاهش معنی داری یافت (جدول ۴). اما عملکرد تر و خشک سیر با افزایش تراکم کاشت، به طور معنی داری افزایش یافت (جدول ۴). بیشترین و کمترین مقدار قطر سیرچه و وزن خشک سیرچه به ترتیب مربوط به تراکم بوته ۳۵ و ۵۵ بوته در مترمربع بود (جدول ۴). تعداد سیرچه در سوخ با افزایش تراکم بوته، به طور معنی داری افزایش یافت (جدول ۴). اثر متقابل تاریخ کاشت و اکوتیپ بر وزن تر و خشک سوخ، عملکرد تر سیر، قطر و وزن خشک سیرچه اثر معنی داری داشت (جدول ۱). اثر متقابل تاریخ کاشت و اکوتیپ بر وزن تر و خشک سوخ و عملکرد تر سیر، قطر و وزن خشک سیرچه اثر معنی داری داشت (جدول ۱). اثر متقابل تاریخ کاشت و اکوتیپ بر وزن تر و خشک سوخ و عملکرد تر سیر و قطر سیرچه، بدین صورت بود که در هر اکوتیپ با تأخیر در کاشت، مقادیر این صفات کاهش یافت (جدول ۵). بیشترین و کمترین مقدار وزن خشک سیرچه تحت اثر متقابل اکوتیپ

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه دو اکوتیپ سیر در سه تاریخ کاشت و سه تراکم بوته متفاوت

میانگین مربعات											
منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع گیاه	وزن تر سوخ	وزن خشک سوخ	عملکرد (وزن تر)	عملکرد (وزن خشک)	قطر سیرچه	طول سیرچه	تعداد سیرچه در سوخ	وزن خشک سیرچه	میزان آلیسین
بلوک	۲	۰/۰۱ ns	۱۵۱/۱ ns	۴۰/۰ ns	۰/۷۹ ns	۰/۰۰۲ ns	۰/۰۰۳ ns	۰/۰۲۴ ns	۰/۰۳ ns	۰/۵ ns	۰/۰۳ ns
تاریخ کاشت	۲	۰/۴۳ *	۱۲۱۷۶/۴ **	۸۶۷/۷ **	۵/۰۴ *	۰/۱۳۸ **	۰/۲۶۹ **	۰/۰۴ ns	۰/۰۲ ns	۴/۱ *	۰/۰۲ ns
خطای a	۴	۰/۰۳	۱۵۲/۱	۲۲/۵	۰/۴۳	۰/۰۰۷	۰/۰۰۱	۰/۰۲۱	۰/۰۱	۰/۵	۰/۰۱
اکوتیپ	۱	۰/۰۳ ns	۱۴۲/۵ *	۳۴/۷ *	۰/۲۶ **	۰/۰۹ **	۰/۱۷ *	۰/۰۰۰۷ ns	۰/۱۲ ns	۱/۰۲۳ **	۰/۱ *
تاریخ کاشت × اکوتیپ	۲	۰/۰۰۵ ns	۱۲۸/۸ *	۳۴/۸ *	۰/۰۹۲ *	۰/۰۰۱ ns	۰/۰۹ *	۰/۰۵ ns	۰/۲۱ ns	۱/۲۲ **	۰/۰۱ ns
خطای b	۶	۰/۰۱	۱۸/۱	۶/۰۷	۰/۰۱۳	۰/۰۰۳	۰/۰۱۴	۰/۰۴۷	۰/۱	۰/۰۶	۰/۰۰۸
تراکم کاشت	۲	۰/۰۹ *	۹۲/۹ **	۱۳/۱ **	۰/۳۹۸ **	۰/۰۱۷ **	۰/۰۲۷ **	۰/۰۹۱ ns	۰/۰۳ **	۳/۰۵ **	۰/۰۱ ns
تاریخ کاشت × تراکم کاشت	۴	۰/۱۳ **	۸۹/۷ **	۹/۸۲ **	۰/۱۲۲ **	۰/۰۰۷ **	۰/۰۲۲ **	۰/۰۷۵ ns	۰/۰۰۴ ns	۲/۱ **	۰/۰۲ ns
اکوتیپ × تراکم کاشت	۲	۰/۰۰۶ ns	۶۹/۶ *	۸/۴ *	۰/۰۴ **	۰/۰۰۸ **	۰/۰۲ **	۰/۰۸ ns	۰/۰۰۳ ns	۰/۲۵ **	۰/۰۳ ns
تاریخ کاشت × تراکم کاشت × اکوتیپ	۴	۰/۰۰۰۴ ns	۳۸/۳ ns	۰/۴ ns	۰/۰۰۸ ns	۰/۰۰۰۵ ns	۰/۰۰۲ ns	۰/۰۰۷ ns	۰/۰۰۲ ns	۰/۰۰۴ ns	۰/۰۵ ns
خطای c	۲۴	۰/۰۲	۱۵/۶	۲/۱۹	۰/۰۰۶	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۸۵	۰/۰۰۳	۰/۰۴	۰/۰۶
ضریب تغییرات		۱۲/۴۸	۱۴/۹۷	۱۷/۲۲	۱۰/۴۵	۱۷/۲۸	۸/۹۹	۵/۵	۱۰/۱	۱۲/۶	۷/۵

** معنی دار در سطح احتمال ۱٪ (p < ۰/۰۱)، * معنی دار در سطح احتمال ۵٪ (p < ۰/۰۵)، ns: معنی دار نبودن در سطح احتمال ۵٪ (p > ۰/۰۵)

جدول ۲- اثر تاریخ کاشت بر میانگین صفات مورد بررسی در گیاه سیر

تاریخ کاشت	ارتفاع گیاه (سانتی متر)	وزن تر (گرم)	وزن خشک (گرم)	عملکرد تر (کیلوگرم در مترمربع)	عملکرد خشک (کیلوگرم در مترمربع)	قطر سیرچه (سانتی متر)	وزن خشک سیرچه (گرم)
۲۵ مهر	۵۷ a	۸۳/۹ a	۲۱/۴ a	۱/۷ a	۰/۲۷ a	۱/۲۷ a	۳/۵۸ a
۲۰ آبان	۴۹ a	۶۳/۵ b	۱۴/۲ b	۱/۳ b	۰/۲۱ b	۱/۲۵ a	۳/۴ a
۱۵ اسفند	۲۷ b	۳۲/۳ c	۷/۶ c	۰/۶۶ c	۰/۱۰ c	۱/۰۵ b	۲/۲ b

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون، مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ می‌باشند.

جدول ۳- اثر اکوتیپ بر میانگین صفات مورد بررسی در گیاه سیر

اکوتیپ	وزن تر (گرم)	وزن خشک (گرم)	عملکرد تر (کیلوگرم در مترمربع)	عملکرد خشک (کیلوگرم در مترمربع)	قطر سیرچه (سانتی متر)	وزن خشک سیرچه (گرم)	میزان آلپسین (%)
کویردامغان	۵۴/۰۷ b	۱۲/۶ b	۱/۳۱ b	۰/۱۷ b	۱/۱۷ b	۲/۱ b	۳/۲ b
سفیدهمدان	۶۲/۸ a	۱۵/۲ a	۱/۷۱ a	۰/۲۲ a	۱/۲ a	۳/۶ a	۵/۱ a

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون، مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ می‌باشند.

جدول ۴- اثر تراکم بر میانگین صفات مورد بررسی در گیاه سیر

تراکم کاشت (بوته در مترمربع)	ارتفاع گیاه (سانتی متر)	وزن تر سیر (گرم)	وزن خشک سیر (گرم)	عملکرد تر (کیلوگرم در مترمربع)	عملکرد خشک (کیلوگرم در مترمربع)	قطر سیرچه (سانتی متر)	تعداد سیرچه در سوخ (گرم)	وزن خشک سیرچه (گرم)
۲۵	۳۴ c	۷۵/۹ a	۱۸/۲ a	۱/۰۹ c	۰/۱۷ c	۱/۲۲ a	۱۱/۲ c	۳/۴ a
۴۵	۴۹ b	۶۲/۵ b	۱۵/۳ b	۱/۲۵ b	۰/۱۹ b	۱/۱۹ a	۱۳/۳ b	۳/۲ a
۵۵	۶۱ a	۵۵/۳ c	۱۳/۸ c	۱/۳۸ a	۰/۲۳ a	۱/۱۱ b	۱۵/۸ a	۲/۷ b

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون، مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ می‌باشند.

جدول ۵- اثر متقابل تاریخ کاشت و اکوتیپ بر میانگین صفات مورد بررسی در گیاه سیر

تاریخ کاشت × اکوتیپ	وزن تر (گرم)	وزن خشک (گرم)	عملکرد تر (کیلوگرم در مترمربع)	عملکرد خشک (کیلوگرم در مترمربع)	قطر سیرچه (سانتی متر)	وزن خشک سیرچه (گرم)
۲۵ مهر- کویردامغان	۸۳/۵ a	۲۰/۸ a	۱/۶۴ ab	۰/۶۴ ab	۱/۱۹ a	۲/۹ b
۲۰ آبان- کویردامغان	۶۳/۳ b	۱۳/۲ c	۱/۱۷ c	۰/۱۷ c	۱/۱۱ b	۲/۶ b
۱۵ اسفند- کویردامغان	۲۷/۳ d	۶/۸ e	۰/۵۳ e	۰/۵۳ e	۰/۹ d	۲ d
۲۵ مهر- سفیدهمدان	۸۴/۳ a	۲۲/۱ a	۱/۷۶ a	۰/۷۶ a	۱/۲ a	۳/۵ a
۲۰ آبان- سفیدهمدان	۶۸/۸ b	۱۶/۳ b	۱/۵۴ b	۰/۵۴ b	۱/۱۲ ab	۳/۲ a
۱۵ اسفند- سفیدهمدان	۳۷/۳ c	۹/۳ d	۰/۹ d	۰/۹ d	۱/۰۴ c	۲/۶ c

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون، مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ می‌باشند.

جدول ۶- اثر متقابل تاریخ کاشت و تراکم کاشت بر میانگین صفات مورد بررسی در گیاه سیر

تاریخ کاشت × تراکم کاشت	ارتفاع گیاه میانگین وزن (سانتی متر) تر سیر (گرم)	میانگین وزن خشک سیر (گرم)	عملکرد تر (کیلوگرم در مترمربع)	عملکرد خشک (کیلوگرم در مترمربع)	قطر سیرچه (سانتی متر)	وزن خشک سیرچه (گرم)	میزان آلوسین (%)
۲۵ مهر- ۳۵ بوته در مترمربع	۵۰/۲ c	۸۷/۶۴ a	۲۲/۶۲ a	۱/۴۵ c	۱/۳۸ a	۳/۵۶ a	۳/۹ a
۲۵ مهر- ۴۵ بوته در مترمربع	۵۶/۳ b	۸۳/۳۲ b	۲۱/۸۴ b	۱/۶۵ b	۱/۲۱ b	۳/۲ b	۴ a
۲۵ مهر- ۵۵ بوته در مترمربع	۶۲/۲ a	۸۰/۹۴ b	۱۹/۹۹ c	۱/۸۱ a	۱/۱۲ c	۲/۸ c	۳/۷ a
۲۰ آبان- ۳۵ بوته در مترمربع	۴۴/۴ cd	۷۵/۸۸ c	۱۷/۸۱ d	۱/۲۱ e	۱/۱۹ bc	۳/۴۹ a	۴/۱ a
۲۰ آبان- ۴۵ بوته در مترمربع	۵۰/۵ c	۶۹/۲۶ d	۱۵/۵۲ e	۱/۳۷ d	۱/۱۵ c	۳/۲ b	۳/۵ a
۲۰ آبان- ۵۵ بوته در مترمربع	۵۵/۲ b	۶۲/۶۲ e	۱۴/۴۴ f	۱/۵ c	۱/۱ cd	۲/۶ cd	۴/۳ a
۱۵ اسفند- ۳۵ بوته در مترمربع	۲۷/۴ f	۴۰/۳۱ f	۹/۱۸ g	۰/۶۱ g	۱ d	۲/۹ c	۳/۶ a
۱۵ اسفند- ۴۵ بوته در مترمربع	۳۰/۷ e	۳۵/۱۱ g	۸/۶۱ g	۰/۷۴ f	۰/۸۸ e	۲/۷ cd	۴/۱ a
۱۵ اسفند- ۵۵ بوته در مترمربع	۳۴/۶ cd	۳۳/۵۷ g	۷/۰۱ h	۰/۶۵ g	۰/۶۰ f	۲/۲ e	۴ a

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون، مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ می‌باشند.

جدول ۷- اثر متقابل اکوتیپ و تراکم کاشت بر میانگین صفات مورد بررسی در گیاه سیر با استفاده از آزمون دانکن

اکوتیپ × تراکم کاشت	وزن تر سیر (گرم)	وزن خشک سیر (گرم)	عملکرد تر (کیلوگرم در مترمربع)	عملکرد خشک (کیلوگرم در مترمربع)	قطر سیرچه (سانتی متر)	وزن خشک سیرچه (گرم)
کویر دامغان- ۳۵ بوته در مترمربع	۵۸/۰۴ ab	۱۳/۷۸ ab	۱/۰۳ d	۰/۱۴ c	۱/۲۵ b	۳/۵ ab
کویر دامغان- ۴۵ بوته در مترمربع	۵۵/۴ ab	۱۲/۱۷ ab	۱/۲۱ bc	۰/۱۴ c	۱/۲ d	۳/۲ bc
کویر دامغان- ۵۵ بوته در مترمربع	۴۲/۷ d	۹/۹ d	۱/۳ b	۰/۲۱ b	۱/۱۵ e	۲/۵ e
سفید همدان- ۳۵ بوته در مترمربع	۶۱/۸ a	۱۴/۶ a	۱/۱۵ c	۰/۱۹ b	۱/۳ a	۳/۷ a
سفید همدان- ۴۵ بوته در مترمربع	۵۸/۷ a	۱۳/۴ ab	۱/۲۹ b	۰/۱۹ b	۱/۲۲ c	۳/۳ ab
سفید همدان- ۵۵ بوته در مترمربع	۵۰/۹ c	۱۱/۶ c	۱/۴۷ a	۰/۲۵ a	۱/۱۵ e	۲/۹ d

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون، مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ می‌باشند.

جدول ۸- ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه در گیاه سیر (n=10)

وزن تر سوخ	وزن خشک سوخ	عملکرد تر	عملکرد خشک	ارتفاع گیاه	قطر سیرچه	طول سیرچه	تعداد سیرچه در سوخ	وزن خشک سیرچه	میزان آلئوسین
۱									
۰/۹۸ **	۱								
۰/۷۲ **	۰/۷۱ **	۱							
۰/۷۲ **	۰/۷۰ **	۰/۹۹ **	۱						
۰/۰۷ ns	۰/۰۷ ns	۰/۴۳ *	۰/۴۰ *	۱					
۰/۶۱ **	۰/۵۸ **	۰/۴۸ *	۰/۵۰ *	۰/۲۱ ns	۱				
۰/۳۷ ns	۰/۳۳ ns	۰/۶۵ **	۰/۶۲ **	۰/۱۲ ns	۰/۰۸ ns	۱			
۰/۰۶ ns	۰/۰۷ ns	۰/۰۸ ns	۰/۱۱ ns	۰/۰۵	۰/۵۶ **	۰/۱۰ ns	۱		
۰/۷۳ **	۰/۷۶ **	۰/۶۷ **	۰/۶۰ **	۰/۰۹	۰/۷۹ **	۰/۳۸ ns	۰/۵۱ **	۱	
۰/۳۱ ns	۰/۳۰ ns	۰/۱۵ ns	۰/۱۵ ns	۰/۰۸ ns	۰/۱۳ ns	۰/۱۵ ns	۰/۲۴ ns	۰/۲۲ ns	۱

** معنی دار در سطح احتمال (۰/۰۱) (p)، * معنی دار در سطح احتمال (۰/۰۵) (p)، ns: معنی دار نبودن در سطح احتمال (۰/۰۵) (p)

بحث

در مترمربع (۶۲/۲ سانتی متر) و کمترین ارتفاع در ۱۵ اسفند با تراکم ۳۵ بوته در مترمربع (۲۷/۴ سانتی متر) بدست آمد. بررسی اجزای عملکرد، درک بهتر از تغییر عملکرد و میزان تأثیر پذیری هریک از آنها از عوامل محیطی و زراعی می باشد. اجزای عملکرد تحت تأثیر ژنوتیپ و محیط کشت قرار می گیرند و به عنوان توجیهی برای افزایش یا کاهش عملکرد بکار می روند. در یک گیاه پیازی مانند سیر، که هر سوخ از چند سیرچه تشکیل شده است، ابتدا باید عوامل مؤثر بر عملکرد را شناسایی و بعد نحوه تأثیر هر یک از این عوامل را اندازه گیری کرد (Noorbakhshian et al., 2006). البته تأخیر در کشت سبب کاهش وزن تر و خشک سوخ، عملکرد تر و خشک سیر، قطر و وزن خشک سیرچه گردید. دو دلیل عمده سبب افزایش میانگین وزن سیر در تاریخ کاشت زود هنگام می شود؛ اول اینکه دوره

در تاریخ کاشت اسفند، ارتفاع گیاه به طور معنی داری نسبت به دو تاریخ کشت دیگر کاهش یافت و با افزایش تراکم بوته ارتفاع گیاه به طور معنی داری افزایش نشان داد. افزایش ارتفاع در کشت پاییزه را می توان به استقرار بهتر گیاه در پاییز و افزایش طول دوره رشد گیاه نسبت داد. همچنین در تراکم های بالاتر به علت افزایش رقابت نوری بین بوته ها ارتفاع گیاهان افزایش می یابد (Khajehpour, 2009)؛ که نتایج حاصل از آزمایش ما نیز با این موضوع همسو بوده است. اثر متقابل تاریخ کاشت و تراکم بوته بر ارتفاع گیاه اثر معنی داری داشت و در هر تاریخ کاشت با افزایش تراکم بوته، ارتفاع نیز افزایش یافته است و ارتفاع بوته در هر تراکم کاشت با تأخیر زمان کاشت، دچار کاهش شده است و بیشترین ارتفاع در ۲۵ مهر با تراکم ۵۵ بوته

مطلوب سیر به تراکم کاشت بهینه بستگی دارد و در صورتی که تراکم از حد بهینه بیشتر شود اندازه سیر کوچکتر می شود که از بازاریسندی آن می کاهد (Brewster & Rabinowitch, 1990). وزن تر و خشک سوخ نیز با افزایش تراکم بوته کاهش یافت اما در نهایت عملکرد تر و خشک سیر با افزایش تراکم، افزایش یافت. بنابراین می توان چنین نتیجه گرفت که در تراکم های بیشتر وزن و اندازه تک بوته کاهش نشان می دهد. اما به دلیل بیشتر بودن مقدار کمی سوخ های موجود در واحد سطح در تراکم های بیشتر، این کاهش جبران شده و عملکرد بدست آمده در واحد سطح در نهایت با افزایش تراکم، افزایش یافته است. Kashi و Sabbaghzadeh (۲۰۰۵) نیز گزارش کردند که با افزایش تراکم بوته در هکتار محصول سیر افزایش یافت. همچنین مطالعات محققان دیگر نیز حکایت از آن داشته است که با افزایش تراکم کشت، عملکرد بیشتر و مطلوب تر حاصل شده است (Karaye & Yakubu, 2006). بنابراین باید بدین نکته توجه داشت که بالاتر بودن عملکرد محصول با افزایش تراکم کشت به بیشتر از تراکم بیشینه در این مطالعه نیز می تواند محتمل باشد و یا ممکن است بعکس باشد. البته ممکن است افزایش تراکم بیشتر از مقدار ۵۵ بوته در مترمربع باعث اثر منفی رقابتی بین بوته ها و کاهش عملکرد محصول گردد. همانطور که گزارش شده است، با افزایش تراکم بوته از ۳۰ به ۶۰ بوته در مترمربع، عملکرد سیر افزایش یافته است اما بازاریسندی و سودمندی سوخ با شیب ملایمی کاهش یافت، بدین ترتیب که مناسب ترین تراکم کاشت برای حصول سوخ های مناسب تر تراکم ۳۰ تا ۴۲ بوته در مترمربع گزارش شده است (Castellanos *et al.*, 2004). تاریخ کاشت و تراکم بوته بر میزان آلیسین اثرگذار نبود اما اکوتیپ اثر معنی داری بر میزان آلیسین داشت. بدین صورت که اکوتیپ سیر سفید همدان دارای درصد آلیسین بیشتری نسبت به اکوتیپ سیر کویر دامغان بود. در تحقیقی بر روی میزان آلیسین مناطق مختلف ایران مشخص گردید که شرایط محیطی و اقلیمی، اثر قابل توجهی بر میزان آلیسین ندارد و عوامل ژنتیکی بیش از عوامل محیطی و اقلیمی بر میزان آلیسین مؤثر هستند (Baghalian *et al.*, 2005).

رشد و نمو گیاه در تاریخ کاشت زودتر، در مقایسه با تاریخ های دیر هنگام طولانی تر می باشد. درثانی همه سبزی های پیازی بعد از جوانه زدن دارای یک مرحله رشد کند هستند که پایین بودن دما سبب طولانی شدن این دوره خواهد شد، ناگفته نماند که طولانی تر شدن دوره رشد نیز منجر به تولید و ذخیره بیشتر مواد فتوسنتزی در سیر می شود (Brewster, 1994). همچنین نشان داده شده که عملکرد سیر تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار می گیرد، به طوری که در کشت های زود هنگام عملکرد سیر به طور معنی داری افزایش می یابد. بالا بودن وزن سیر احتمالاً به دلیل دریافت هوای خنک و خشک می باشد که باعث افزایش رشد رویشی و افزایش عملکرد سیر می شود. البته یک دوره رویشی خنک طولانی تر برای نمو سیرهای بزرگ تر ضروریست (Barche *et al.*, 2013). سیر گیاهیست که مقاومت زیادی به سرما داشته و می تواند دوره های طولانی سرمای زیر صفر را تحمل کند، به همین دلیل در مناطق معتدله کشت پاییزه این محصول متداول بوده و حتی گزارش هایی مبنی بر بیشتر بودن عملکرد کشت پاییزه سیر نسبت به کشت بهاره در این مناطق ارائه شده است (Schmitz & Olrowski *et al.*, 1994). Waterer, 1994). اثر متقابل تاریخ کاشت و اکوتیپ بر وزن تر و خشک سوخ، عملکرد تر سیر و قطر سیرچه، بدین صورت بود که در هر اکوتیپ با تأخیر در کاشت، مقادیر این صفات کاهش یافت. در رابطه با هر دو اکوتیپ، بیشترین مقدار عملکرد تر سیر، در تاریخ کشت ۲۵ مهرماه حاصل شد و می توان چنین گفت که تاریخ کاشت ۲۵ مهرماه برای هر دو اکوتیپ مورد مطالعه تاریخ کاشت مناسب تری می باشد. با افزایش تراکم به ۵۵ بوته در مترمربع، کاهش معنی داری در قطر و وزن خشک سیرچه نسبت به دو تاریخ کشت دیگر مشاهده شد. البته با افزایش تراکم کاشت، تعداد سیرچه در سوخ افزایش یافته است و این امر تا حدود زیادی کاهش قطر هر سیرچه را جبران کرده و باعث حصول سوخ در اندازه متعارفی گردیده است. مطابق با گزارش های برخی از محققان، افزایش تراکم کشت و یا اندازه بزرگتر حبه ها، ممکن است باعث حصول عملکرد بیشتری گردد، اما سبب افت بازاریسندی و سودمندی سوخ می شود (Castellanos *et al.*, 2004). همچنین گزارش شده است؛ اندازه

- Rabinowitch, H.D., (Eds.). Onions and Allid Crops: Biochemistry, Food Science and Minor Crops (Vol3). CRC Press, Boca Raton, Florida, USA, 288p.
- Castellanos, J.Z., Vargas-Tapia, P., Ojodeagua, J.L., Hoyos, G., Alcantar-Gonzalez, G., Mendez, F.S., Alvarez-Sanchez, E. and Gardea, A.A., 2004. Garlic productivity and profitability as affected by seed clove size. Planting density and planting method. Hortscience, 39(6): 1272-1277.
 - Etoh, T. and Simon, P.W., 2002. Diversity, fertility and seed production of garlic: 101-117. In: Rabinowitch, H.D. and Currah, L., (Eds.). Allium Crop Science: Recent Advances. CABI, Wallingford, UK, 528p.
 - Karaye, A.K. and Yakubu, A.I., 2006. Influence of intra-row spacing and mulching on weed growth and bulb yield of garlic (*Allium sativum* L.) in Sokoto, Nigeria. African Journal of Biotechnology, 5(3): 260-264.
 - Katahira, M. and Motomura, Y., 1999. Effects of temperatures on browning and phenolic substances in preparatory drying of raw garlic bulb. Journal of Japanese Society of Food Science and Technology, 45(1): 10-15.
 - Khajehpour, M.R., 2009. Principles and Foundational for Agronomy. Isfahan University of Technology Press, 631p, (In Persian).
 - Noorbakhshian, S.J., Mousavi, S.A. and Bagheri, H.R., 2006. Evaluation of agronomic traits and path coefficient analysis of yield for garlic cultivars. Pajouhesh and Sazandegi, 77: 10-18.
 - Omidbeigi, R., 1995. Approaches in Production and Processing of Medicinal Plants (Vol. 1). Publishing Fekre Rooz, 283p.
 - Orłowski, M., Rekwaska, E. and Dobrmilska, R., 1994. The effect on the yield of garlic of autumn and spring planting using different method of seed stalk trimming. Folia Horticulture, 6: 79-89.
 - Rabinowitch, H.D., 1999. Types of garlic, planting, fertilizers, weeds, diseases for production. Plant Cell Report, 18: 11-19.
 - Sabbaghzadeh, F. and Kashi, A.K., 2005. Comparison of two garlic ecotypes in different planting densities. 4th Iranian Horticultural Science Congress. Mashhad, Iran, 23-27 October, 317-318.
 - Sarmadnia, G.h. and Kouchaki, A., 1993. Crops Physiology. Mashhad Jihad Daneshgahi Publication, 458p.
 - Schmitz, D. and Waterer, D., 1994. Influence of variety and cultural practices on garlic yield in Sakatchewan. Canadian Journal of Plant Science, 74(3): 611-614.
- در یک نتیجه‌گیری کلی، با توجه به تاریخ‌های کشت مورد مطالعه در این تحقیق، کشت پاییزه، خصوصاً تاریخ کاشت ۲۵ مهرماه، در رابطه با حصول عملکرد مطلوب‌تر و صفات بهتر، مناسب‌تر می‌باشد. اکوتیپ سیر سفید همدان، در رابطه با بیشتر صفات مورد مطالعه نسبت به اکوتیپ سیر کویر دامغان مطلوب‌تر بود و می‌توان چنین احتمال داد که سیر محلی همدان در شرایط اقلیمی دامغان رشد مطلوب‌تری نسبت به اکوتیپ کویر دامغان که بومی منطقه دامغان می‌باشد، دارد و با شناخت و مطالعه اکوتیپ‌های بومی مناطق مختلف و کشت آنها در مناطق دیگر، شاید بتوان نتایج بهتری نسبت به محصولی که به صورت بومی در آن منطقه کشت می‌شود، دریافت کرد. افزایش تراکم باعث حصول ارتفاع و عملکرد بالاتر محصول سیر در واحد سطح گردید، اما خصوصیات تک بوته مانند وزن تر و خشک سوخ و قطر و وزن خشک سیرچه را کاهش داد.
- منابع مورد استفاده**
- Baghalian, K., Ziai, S.A., Naghavi, M.R. and Naghdi Badi, H., 2005. Pre-planting evaluation of allucin content and botanical traits in Iranian garlic (*Allium sativum* L.) ecotypes. Journal of Medicinal Plants, 4(13): 19-25.
 - Baghalian, K., Naghavi, M.R., Ziai, S.A. and Naghdi Badi, H., 2006. Post-planting evaluation of morphological characters and allucin content in Iranian garlic (*Allium sativum* L.) ecotypes. Scientia Horticulturae, 107(4): 405-410.
 - Barche, S., Kirad, K.S. and Shrivastav, A.K., 2013. Effect of planting dates on growth and yield on garlic (*Allium sativum* L.). International Journal of Horticulture, 3(4): 16-18.
 - Block, E., Naganthan, S., Putman, D. and Zhao, S.H., 1992. Allium chemistry: HPLC analysis of thiosulfinates from onion, garlic, wild garlic (ramsoms), leek, scallion, shallot, elephant (great-headed) garlic, chive and Chinese chive. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 40(24): 18-30.
 - Bozin, B., Mimica-Dukic, N., Samojlik, I., Goran, A. and Igetic, R., 2008. Phenolics as antioxidants in garlic (*Allium sativum* L., Alliaceae). Food Chemistry, 111(4): 925-929.
 - Brewster, J.L., 1994. Onions and Other Vegetable Alliums. CAB International, Wellington UK, 454p.
 - Brewster, J.L. and Rabinowitch, H.D., 1990. Garlic agronomy: 147-157. In: Brewster, J.L. and

Effects of planting date and density on yield and yield components and allicin content of two garlic (*Allium sativum* L.) ecotypes

A.R.Sedaghati¹, M. Kafi², Sh. Rezvan Bidokhti³ and Sh. Akbari^{4*}

1- Msc. student, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Damghan Branch, Damghan, Iran

2- Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

3- Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Damghan Branch, Damghan, Iran

4*- Corresponding author, Msc. Student, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Damghan Branch, Damghan, Iran
E-mail: shivaa.akbari@yahoo.com

Received: June 2014

Revised: January 2015

Accepted: January 2015

Abstract

To study the effect of planting date and density on the yield, yield components and allicin content of two garlic ecotypes (*Allium sativum* L.), an experiment was conducted in a farmland in Damghan, Iran during the 2011-2012 growing season. The experiment was arranged as a split-split-plot in a randomized complete block design with three replications. Three planting dates (17-Oct, 11-Nov, 6-Mar) were main plots. Two ecotypes (*Kavire Damghan* and *Hamedan*) were subplots, and three planting densities (35, 45 and 55 plants per m²) were sub-sub-plots. The effect of planting date on plant height, fresh and dry weight of bulbs, yield, diameter and dry weight of cloves was significant, and delay in planting date decreased these traits. The values of dry and fresh weight of bulbs, plant yield, dry weight and diameter of cloves and allicin content were significantly higher in *Hamedan* ecotype in comparison with *Kavire Damghan* ecotype. The planting density had significant effect on fresh and dry weight of bulb and dry weight and diameter of cloves, as these traits were reduced by increasing the density. Furthermore, the effect of planting density on height and yield of plant and number of cloves in bulb was significant. To achieve the highest fresh yield (1.7kg.m⁻²) and dry yield (0.27 kg.m⁻²), 17-Oct was identified as the best planting date. *Hamedan* ecotype was more favorable as it had higher bulb fresh and dry weight, diameter and dry weight of cloves, allicin contents and yield. The most desirable planting density was 55 plants per m² due to having higher values of plant height, number of cloves in bulb and yield.

Keywords: allicin, ecotype, planting date, planting density, garlic (*Allium sativum* L.).

اثر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد و محتوی آلیسین دو اکوتیپ گیاه دارویی سیر (*Allium sativum* L.)

عبدالرضا صداقتی^۱، محمد کافی^۲، شهرام رضوان بیدختی^۳ و شیوا اکبری^{۴*}

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دامغان، ایران

۲- استاد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران

۳- استادیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دامغان، ایران

۴- نویسنده مسئول، دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دامغان، ایران

پست الکترونیک: shivaa.akbari@yahoo.com

تاریخ پذیرش: دی ۱۳۹۳

تاریخ اصلاح نهایی: دی ۱۳۹۳

تاریخ دریافت: تیر ۱۳۹۳

چکیده

به منظور بررسی اثر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر عملکرد، اجزای عملکرد و میزان آلیسین دو اکوتیپ سیر (*Allium sativum* L.)، آزمایشی به صورت کرت‌های دو بار خرد شده در قالب بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه‌ای واقع در شهرستان دامغان در سال زراعی ۱۳۹۱-۱۳۹۰ انجام شد. در این آزمایش سه تاریخ کاشت (۲۵ مهر، ۲۰ آبان و ۱۵ اسفند)، به عنوان عامل اصلی، دو اکوتیپ (کوبیر دامغان و سفید همدان) به عنوان عامل فرعی و سه تراکم کشت (۳۵، ۴۵ و ۵۵ بوته در مترمربع) به عنوان عامل فرعی فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد با تأخیر در کاشت، صفات ارتفاع، وزن تر و خشک سوخ، عملکرد سیر، قطر و وزن خشک سیرچه کاهش یافتند. وزن تر و خشک سوخ، عملکرد سیر، قطر و وزن خشک سیرچه و مقدار آلیسین اکوتیپ سیر سفید همدان، به طور معنی‌داری بیشتر از اکوتیپ سیر کوبیر دامغان بود. افزایش تراکم، باعث کاهش وزن تر و خشک سوخ، قطر و وزن خشک سیرچه و افزایش ارتفاع و عملکرد سیر و تعداد سیرچه در سوخ گردید. بهترین تاریخ کاشت با توجه به حصول بیشترین عملکرد تر (۱/۷ کیلوگرم در مترمربع) و خشک (۰/۲۷ کیلوگرم در مترمربع)، تاریخ ۲۵ مهرماه بود. اکوتیپ سفید همدان نیز به دلیل دارا بودن بالاترین وزن تر و خشک سوخ، قطر، وزن خشک سیرچه، میزان آلیسین و عملکرد بیشتر، مناسبتر شناخته شد و تراکم کاشت مطلوب نیز با توجه به حصول مقادیر بیشتر ارتفاع بوته، تعداد سیرچه در سوخ و عملکرد بالاتر، تراکم کشت ۵۵ بوته در مترمربع بوده است.

واژه‌های کلیدی: آلیسین، اکوتیپ، تاریخ کشت، تراکم، سیر (*Allium sativum* L.).

مقدمه

گیاهان دارویی یکی از منابع بسیار ارزشمند در گستره وسیع منابع طبیعی ایران هستند که در صورت شناخت علمی، کشت، توسعه و بهره‌برداری صحیح می‌توانند نقش مهمی در سلامت جامعه، اشتغال‌زایی و صادرات غیرنفتی داشته باشند (Omidbeigi, 1995). سیر یکی از مهمترین گیاهان دارویی و خوراکی جنس *Allium* می‌باشد که از اهمیت ویژه‌ای در صنایع غذایی و دارویی برخوردار است و براساس خصوصیات و ویژگی‌های متنوع آن، به‌عنوان یک ماده غذایی بازدارنده از بیماری‌ها در نظر گرفته می‌شود. از جمله اثرات درمانی آن می‌توان به خصوصیات ضد انعقاد خون، ضد فشار خون، ضد میکروبی و پایین‌آورنده قند خون اشاره کرد (Bozin et al., 2008). بیشترین خواص دارویی سیر مربوط به یک ترکیب سولفوروی با عنوان آلیسین است (Baghalian et al., 2006). یکی از مهمترین عوامل مدیریت زراعی مؤثر بر عملکرد و دیگر خصوصیات زراعی، تاریخ کاشت می‌باشد و کاشت به‌هنگام، موجب افزایش ماده خشک می‌شود، زیرا تکمیل پوشش گیاهی و جذب نور بیشتر و روند تجمع مواد فتوسنتزی تسریع می‌گردد و گیاه بهتر می‌تواند از منابع محیطی موجود بهره‌برد (Sarmadnia & Kouchaki, 1993). آزمایش‌های انجام شده در خصوص زمان کاشت حکایت از آن دارد که در تاریخ‌های مناسب کاشت، حداکثر عملکرد بدست می‌آید، زیرا با توجه به رطوبت مناسب خاک و درجه حرارت مطلوب، گیاه از رشد بهتری برخوردار می‌گردد (Khajehpour, 2009). تاریخ کاشت مطلوب بستگی به رقم، منطقه، تراکم و شرایط محیطی دارد. کاشت سیر در اواخر زمستان (فوریه یا مارس) می‌تواند تحت شرایط ویژه‌ای در مناطق سردسیر انجام شود. در این نوع کشت رشد و تحریک سرمای باید به اندازه کافی باشد، در غیر این صورت، این کاشت دیر هنگام سبب تولید سیر به نحو مناسب نمی‌شود، زیرا ممکن است بوته‌ها سرمای مورد نیاز زمستانه برای سیربندی را دریافت نکنند

(Rabinowithch, 1999). سیر گیاهیست که مقاومت زیادی به سرما داشته و می‌تواند دوره‌های طولانی سرمای زیر صفر را تحمل کند، به همین دلیل در مناطق معتدله کشت پاییزه این محصول متداول بوده و حتی گزارش‌هایی مبنی بر بیشتر بودن عملکرد کشت پاییزه سیر نسبت به کشت بهاره در این مناطق ارائه شده است (Orlowski et al., 1994). کاشت با تراکم مطلوب و زمان مناسب یکی دیگر از روشهای زراعی افزایش عملکرد محصول در واحد سطح است (Sarmadnia & Kouchaki, 1993). گزارش شده است که یکی از عوامل مؤثر در عمق ریشه‌زایی و حجم ریشه نیز تراکم بوته است، البته تعداد برگ و ارتفاع گیاه نیز همبستگی مثبتی با هم دارند (Etoh & Simon, 2002). برخی از محققان معتقدند، با افزایش تراکم بوته کارایی مصرف آب بالا می‌رود و با توجه به اثر کارایی مصرف آب در افزایش محصول برای دستیابی به یک عملکرد بالا، تراکم‌های بالا در حد مطلوب مورد نیاز است (Katahira & Motomura, 1999).

با توجه به اینکه در رابطه با تاریخ کاشت و تراکم مطلوب اکوتیپ‌های محلی گیاه سیر در منطقه دامغان اطلاعات چندانی وجود ندارد، از این رو انجام تحقیقات در این زمینه می‌تواند سبب افزایش کمی و کیفی محصول سیر در منطقه گردد. هدف از این مطالعه بررسی اثرات تاریخ کاشت و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد و میزان آلیسین دو اکوتیپ گیاه سیر در منطقه دامغان می‌باشد.

مواد و روشها

این تحقیق در سال زراعی ۱۳۹۱-۱۳۹۰ در مزرعه‌ای واقع در شهرستان دامغان اجرا شد. این آزمایش به صورت کرت‌های دو بار خرد شده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار انجام گردید. کرت‌های اصلی دربرگیرنده سه تاریخ کاشت (۲۵ مهر، ۲۰ آبان و ۱۵ اسفند ماه)، کرت‌های فرعی شامل دو اکوتیپ (کوپر

$$\text{معادله ۱:} \quad \text{درصد آلیسین} = \frac{s1m2 \times 22.75}{s2m1}$$

m1 = مقدار ماده مورد آزمایش بر حسب گرم

s1 = سطح زیر منحنی آلیسین

m2 = مقدار BPB بر حسب گرم

s2 = سطح زیر منحنی BPB

داده‌های بدست آمده توسط نرم‌افزار آماری SAS و MSTAT-C مورد تجزیه قرار گرفتند و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱٪ انجام شد.

نتایج

تاریخ کاشت بر ارتفاع گیاه، وزن تر و خشک سوخ، عملکرد سیر، قطر سیرچه و وزن خشک سیرچه به‌طور معنی‌داری اثرگذار بود (جدول ۱). ارتفاع گیاه در تاریخ کاشت ۱۵ اسفند (۲۷ سانتی‌متر)، به‌طور معنی‌داری نسبت به دو تاریخ کاشت ۲۵ مهر (۵۷ سانتی‌متر) و ۲۰ آبان (۴۹ سانتی‌متر) کاهش یافت (جدول ۲). وزن تر و خشک سوخ نیز با تأخیر در کاشت، کاهش معنی‌داری نشان داد، بدین صورت که وزن تر و خشک سوخ در تاریخ کاشت ۲۰ آبان، به‌صورت معنی‌داری از مقادیر این صفات در تاریخ کاشت ۲۵ مهر کمتر بود و همچنین این مقادیر در تاریخ کاشت ۱۵ اسفند نیز نسبت به تاریخ کاشت ۲۰ آبان به‌طور معنی‌داری کاهش یافتند (جدول ۲). عملکرد سیر نیز با تأخیر در کاشت، به‌طور معنی‌داری دچار کاهش شد و بیشترین مقدار عملکرد تر و خشک در تاریخ کاشت ۲۵ مهر و کمترین این مقادیر در تاریخ کاشت ۱۵ اسفند بدست آمد (جدول ۲). بیشترین و کمترین مقدار قطر سیرچه و وزن خشک سیرچه نیز به ترتیب مربوط به تاریخ کاشت ۲۵ مهر و ۱۵ اسفند بود (جدول ۲). اثر اکوتیپ نیز بر وزن تر و خشک سوخ،

دامغان و سفید همدان) و کرت‌های فرعی فرعی دربرگیرنده سه تراکم کاشت (۳۵، ۴۵ و ۵۵ بوته در مترمربع) بودند. برای آماده‌سازی زمین ابتدا زمین را شخم زده و قبل از کشت یک تن کود دامی با خاک مخلوط گردید و برای خرد کردن کلوخ‌ها و تسطیح از دیسک استفاده شد. کاشت به روش دستی و به‌صورت ردیفی در کرت‌ها انجام شد. در طول فصل رشد مبارزه با علف‌های هرز به‌صورت وجین دستی و کاملاً یکنواخت برای تمامی تیمارها انجام گردید. در انتهای فصل رشد همزمان با مشاهده علائم رسیدگی سیر (تغییر رنگ خارجی‌ترین برگ‌های سیر به قهوه‌ای) برداشت غده در تمامی تیمارهای آزمایش انجام شد. به‌منظور بررسی عملکرد از هر کرت سوخ‌های موجود در یک مترمربع از آن کرت برداشت گردید. همچنین نمونه‌برداری لازم برای اندازه‌گیری اجزای عملکرد نیز در این زمان انجام شد و برای بررسی اجزای عملکرد شامل تعداد سیرچه در سوخ، وزن خشک سیرچه، طول سیرچه، قطر سیرچه، وزن تر سوخ، وزن خشک سوخ، از هر کرت، پس از حذف اثر حاشیه‌ای، ۱۰ بوته به‌طور تصادفی انتخاب و برداشت شدند. برای اندازه‌گیری وزن خشک نمونه‌ها نیز، آنها را پس قرار دادن در آون به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد وزن کردیم. مقدار کمی آلیسین موجود در عصاره سیر به‌وسیله کروماتوگرافی با کارایی بالا (HPLC) با روش کار ذکر شده در فارماکوپه انگلستان انجام شد (Block et al., 1992). این روش شامل خرد و انکوبه کردن ۱۲ ساعت سیر در ۵۵ درجه سانتی‌گراد، آسیاب و حل کردن آن در آب مقطر بود که ۱۰ میلی‌لیتر از محلول رویی را با ۲۵ میلی‌لیتر از اسید فرمیک و متانول مخلوط و از مایع رویی برای انجام HPLC استفاده کردیم. استاندارد داخلی ۲۰ میلی‌گرم بوتیل پاراهیدروکسی بنزوات (BPB) در یک لیتر از حجم مساوی آب و متانول بود. با استفاده از معادله ۱ مقدار کمی آلیسین محاسبه گردید:

و تاریخ کاشت، به ترتیب مربوط به اکوتیپ سیر سفید همدان در تاریخ کشت مهرماه و اکوتیپ سیر کویر دامغان در تاریخ کشت ۱۵ اسفند بود (جدول ۵). اثر متقابل تاریخ کاشت و تراکم بوته بر ارتفاع گیاه، وزن تر و خشک سوخ، عملکرد سیر، قطر سیرچه و وزن خشک سیرچه معنی دار بود (جدول ۱). تحت اثر متقابل تاریخ کاشت و تراکم بوته، در هر تاریخ کاشت، با افزایش تراکم بوته، مقادیر وزن تر و خشک سوخ و قطر و وزن خشک سیرچه کاهش یافت و در هر تراکم بوته، با تأخیر در کاشت، مقادیر این صفات دچار کاهش شد (جدول ۶). بیشترین و کمترین عملکرد تر و خشک سیر نیز تحت اثر متقابل تاریخ کاشت و تراکم بوته، به ترتیب مربوط به تاریخ کاشت ۲۵ مهرماه با تراکم ۵۵ بوته در مترمربع و تاریخ کاشت ۱۵ اسفند با تراکم ۳۵ بوته در مترمربع بود (جدول ۶). البته اثر متقابل اکوتیپ و تراکم بوته بر وزن تر و خشک سوخ، عملکرد سیر، قطر و وزن خشک سیرچه اثر معنی داری داشت (جدول ۱) و مقایسات میانگین این صفات تحت اثر متقابل اکوتیپ و تراکم کاشت در (جدول ۷) نشان داده شده است. به طوری که ارتفاع، وزن تر و خشک سوخ، قطر و طول و وزن خشک سیرچه با عملکرد تر و خشک سیر همبستگی مثبت داشتند (جدول ۸).

عملکرد سیر، قطر سیرچه، وزن خشک سیرچه و میزان آلیسین معنی دار بود (جدول ۱) و مقادیر این صفات در اکوتیپ سیر سفید همدان به طور معنی داری بیشتر از اکوتیپ سیر کویر دامغان بود (جدول ۳). البته تراکم کاشت بر ارتفاع گیاه، وزن تر و خشک سوخ، عملکرد سیر، قطر سیرچه، تعداد سیرچه در سوخ و وزن خشک سیرچه به طور معنی داری اثرگذار بود (جدول ۱). به طوری که ارتفاع گیاه با افزایش تراکم بوته، به طور معنی داری افزایش یافت (جدول ۴). وزن تر و خشک سوخ با افزایش تراکم کاهش معنی داری یافت (جدول ۴). اما عملکرد تر و خشک سیر با افزایش تراکم کاشت، به طور معنی داری افزایش یافت (جدول ۴). بیشترین و کمترین مقدار قطر سیرچه و وزن خشک سیرچه به ترتیب مربوط به تراکم بوته ۳۵ و ۵۵ بوته در مترمربع بود (جدول ۴). تعداد سیرچه در سوخ با افزایش تراکم بوته، به طور معنی داری افزایش یافت (جدول ۴). اثر متقابل تاریخ کاشت و اکوتیپ بر وزن تر و خشک سوخ، عملکرد تر سیر، قطر و وزن خشک سیرچه اثر معنی داری داشت (جدول ۱). اثر متقابل تاریخ کاشت و اکوتیپ بر وزن تر و خشک سوخ و عملکرد تر سیر، قطر و وزن خشک سیرچه اثر معنی داری داشت (جدول ۱). اثر متقابل تاریخ کاشت و اکوتیپ بر وزن تر و خشک سوخ و عملکرد تر سیر و قطر سیرچه، بدین صورت بود که در هر اکوتیپ با تأخیر در کاشت، مقادیر این صفات کاهش یافت (جدول ۵). بیشترین و کمترین مقدار وزن خشک سیرچه تحت اثر متقابل اکوتیپ

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه دو اکوتیپ سیر در سه تاریخ کاشت و سه تراکم بوته متفاوت

میانگین مربعات											
منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع گیاه	وزن تر سوخ	وزن خشک سوخ	عملکرد (وزن تر)	عملکرد (وزن خشک)	قطر سیرچه	طول سیرچه	تعداد سیرچه در سوخ	وزن خشک سیرچه	میزان آلیسین
بلوک	۲	۰/۰۱ ns	۱۵۱/۱ ns	۴۰/۰ ns	۰/۷۹ ns	۰/۰۰۲ ns	۰/۰۰۳ ns	۰/۰۲۴ ns	۰/۰۳ ns	۰/۵ ns	۰/۰۳ ns
تاریخ کاشت	۲	۰/۴۳ *	۱۲۱۷۶/۴ **	۸۶۷/۷ **	۵/۰۴ *	۰/۱۳۸ **	۰/۲۶۹ **	۰/۰۴ ns	۰/۰۲ ns	۴/۱ *	۰/۰۲ ns
خطای a	۴	۰/۰۳	۱۵۲/۱	۲۲/۵	۰/۴۳	۰/۰۰۷	۰/۰۰۱	۰/۰۲۱	۰/۰۱	۰/۵	۰/۰۱
اکوتیپ	۱	۰/۰۳ ns	۱۴۲/۵ *	۳۴/۷ *	۰/۲۶ **	۰/۰۹ **	۰/۱۷ *	۰/۰۰۰۷ ns	۰/۱۲ ns	۱/۰۲۳ **	۰/۱ *
تاریخ کاشت × اکوتیپ	۲	۰/۰۰۵ ns	۱۲۸/۸ *	۳۴/۸ *	۰/۰۹۲ *	۰/۰۰۱ ns	۰/۰۹ *	۰/۰۵ ns	۰/۲۱ ns	۱/۲۲ **	۰/۰۱ ns
خطای b	۶	۰/۰۱	۱۸/۱	۶/۰۷	۰/۰۱۳	۰/۰۰۳	۰/۰۱۴	۰/۰۴۷	۰/۱	۰/۰۶	۰/۰۰۸
تراکم کاشت	۲	۰/۰۹ *	۹۲/۹ **	۱۳/۱ **	۰/۳۹۸ **	۰/۰۱۷ **	۰/۰۲۷ **	۰/۰۹۱ ns	۰/۰۳ **	۳/۰۵ **	۰/۰۱ ns
تاریخ کاشت × تراکم کاشت	۴	۰/۱۳ **	۸۹/۷ **	۹/۸۲ **	۰/۱۲۲ **	۰/۰۰۷ **	۰/۰۲۲ **	۰/۰۷۵ ns	۰/۰۰۴ ns	۲/۱ **	۰/۰۲ ns
اکوتیپ × تراکم کاشت	۲	۰/۰۰۶ ns	۶۹/۶ *	۸/۴ *	۰/۰۴ **	۰/۰۰۸ **	۰/۰۲ **	۰/۰۸ ns	۰/۰۰۳ ns	۰/۲۵ **	۰/۰۳ ns
تاریخ کاشت × تراکم کاشت × اکوتیپ	۴	۰/۰۰۰۴ ns	۳۸/۳ ns	۰/۴ ns	۰/۰۰۸ ns	۰/۰۰۰۵ ns	۰/۰۰۲ ns	۰/۰۰۷ ns	۰/۰۰۲ ns	۰/۰۰۴ ns	۰/۰۵ ns
خطای c	۲۴	۰/۰۲	۱۵/۶	۲/۱۹	۰/۰۰۶	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۸۵	۰/۰۰۳	۰/۰۴	۰/۰۶
ضریب تغییرات		۱۲/۴۸	۱۴/۹۷	۱۷/۲۲	۱۰/۴۵	۱۷/۲۸	۸/۹۹	۵/۵	۱۰/۱	۱۲/۶	۷/۵

** معنی دار در سطح احتمال ۱٪ (p < ۰/۰۱)، * معنی دار در سطح احتمال ۵٪ (p < ۰/۰۵)، ns: معنی دار نبودن در سطح احتمال ۵٪ (p > ۰/۰۵)

جدول ۲- اثر تاریخ کاشت بر میانگین صفات مورد بررسی در گیاه سیر

تاریخ کاشت	ارتفاع گیاه (سانتی متر)	وزن تر (گرم)	وزن خشک (گرم)	عملکرد تر (کیلوگرم در مترمربع)	عملکرد خشک (کیلوگرم در مترمربع)	قطر سیرچه (سانتی متر)	وزن خشک سیرچه (گرم)
۲۵ مهر	۵۷ a	۸۳/۹ a	۲۱/۴ a	۱/۷ a	۰/۲۷ a	۱/۲۷ a	۳/۵۸ a
۲۰ آبان	۴۹ a	۶۳/۵ b	۱۴/۲ b	۱/۳ b	۰/۲۱ b	۱/۲۵ a	۳/۴ a
۱۵ اسفند	۲۷ b	۳۲/۳ c	۷/۶ c	۰/۶۶ c	۰/۱۰ c	۱/۰۵ b	۲/۲ b

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون، مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ می‌باشند.

جدول ۳- اثر اکوتیپ بر میانگین صفات مورد بررسی در گیاه سیر

اکوتیپ	وزن تر (گرم)	وزن خشک (گرم)	عملکرد تر (کیلوگرم در مترمربع)	عملکرد خشک (کیلوگرم در مترمربع)	قطر سیرچه (سانتی متر)	وزن خشک سیرچه (گرم)	میزان آلپسین (%)
کویردامغان	۵۴/۰۷ b	۱۲/۶ b	۱/۳۱ b	۰/۱۷ b	۱/۱۷ b	۲/۱ b	۳/۲ b
سفیدهمدان	۶۲/۸ a	۱۵/۲ a	۱/۷۱ a	۰/۲۲ a	۱/۲ a	۳/۶ a	۵/۱ a

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون، مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ می‌باشند.

جدول ۴- اثر تراکم بر میانگین صفات مورد بررسی در گیاه سیر

تراکم کاشت (بوته در مترمربع)	ارتفاع گیاه (سانتی متر)	وزن تر سیر (گرم)	وزن خشک سیر (گرم)	عملکرد تر (کیلوگرم در مترمربع)	عملکرد خشک (کیلوگرم در مترمربع)	قطر سیرچه (سانتی متر)	تعداد سیرچه در سوخ (گرم)	وزن خشک سیرچه (گرم)
۳۵	۳۴ c	۷۵/۹ a	۱۸/۲ a	۱/۰۹ c	۰/۱۷ c	۱/۲۲ a	۱۱/۲ c	۳/۴ a
۴۵	۴۹ b	۶۲/۵ b	۱۵/۳ b	۱/۲۵ b	۰/۱۹ b	۱/۱۹ a	۱۳/۳ b	۳/۲ a
۵۵	۶۱ a	۵۵/۳ c	۱۳/۸ c	۱/۳۸ a	۰/۲۳ a	۱/۱۱ b	۱۵/۸ a	۲/۷ b

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون، مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ می‌باشند.

جدول ۵- اثر متقابل تاریخ کاشت و اکوتیپ بر میانگین صفات مورد بررسی در گیاه سیر

تاریخ کاشت × اکوتیپ	وزن تر (گرم)	وزن خشک (گرم)	عملکرد تر (کیلوگرم در مترمربع)	عملکرد خشک (کیلوگرم در مترمربع)	قطر سیرچه (سانتی متر)	وزن خشک سیرچه (گرم)
۲۵ مهر- کویردامغان	۸۳/۵ a	۲۰/۸ a	۱/۶۴ ab	۰/۶۴ ab	۱/۱۹ a	۲/۹ b
۲۰ آبان- کویردامغان	۶۳/۳ b	۱۳/۲ c	۱/۱۷ c	۰/۱۷ c	۱/۱۱ b	۲/۶ b
۱۵ اسفند- کویردامغان	۲۷/۳ d	۶/۸ e	۰/۵۳ e	۰/۵۳ e	۰/۹ d	۲ d
۲۵ مهر- سفیدهمدان	۸۴/۳ a	۲۲/۱ a	۱/۷۶ a	۰/۷۶ a	۱/۲ a	۳/۵ a
۲۰ آبان- سفیدهمدان	۶۸/۸ b	۱۶/۳ b	۱/۵۴ b	۰/۵۴ b	۱/۱۲ ab	۳/۲ a
۱۵ اسفند- سفیدهمدان	۳۷/۳ c	۹/۳ d	۰/۹ d	۰/۹ d	۱/۰۴ c	۲/۶ c

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون، مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ می‌باشند.

جدول ۶- اثر متقابل تاریخ کاشت و تراکم کاشت بر میانگین صفات مورد بررسی در گیاه سیر

تاریخ کاشت × تراکم کاشت	ارتفاع گیاه میانگین وزن (سانتی متر) تر سیر (گرم)	میانگین وزن خشک سیر (گرم)	عملکرد تر (کیلوگرم در مترمربع)	عملکرد خشک (کیلوگرم در مترمربع)	قطر سیرچه (سانتی متر)	وزن خشک سیرچه (گرم)	میزان آلوسین (%)
۲۵ مهر- ۳۵ بوته در مترمربع	۵۰/۲ c	۲۲/۶۲ a	۱/۴۵ c	۰/۲۴ c	۱/۳۸ a	۳/۵۶ a	۳/۹ a
۲۵ مهر- ۴۵ بوته در مترمربع	۵۶/۳ b	۲۱/۸۴ b	۱/۶۵ b	۰/۲۵ b	۱/۲۱ b	۳/۲ b	۴ a
۲۵ مهر- ۵۵ بوته در مترمربع	۶۲/۲ a	۱۹/۹۹ c	۱/۸۱ a	۰/۳۳ a	۱/۱۲ c	۲/۸ c	۳/۷ a
۲۰ آبان- ۳۵ بوته در مترمربع	۴۴/۴ cd	۱۷/۸۱ d	۱/۲۱ e	۰/۱۷ e	۱/۱۹ bc	۳/۴۹ a	۴/۱ a
۲۰ آبان- ۴۵ بوته در مترمربع	۵۰/۵ c	۶۹/۲۶ d	۱/۳۷ d	۰/۲۰ d	۱/۱۵ c	۳/۲ b	۳/۵ a
۲۰ آبان- ۵۵ بوته در مترمربع	۵۵/۲ b	۶۲/۶۲ e	۱/۵ c	۰/۲۵ b	۱/۱ cd	۲/۶ cd	۴/۳ a
۱۵ اسفند- ۳۵ بوته در مترمربع	۲۷/۴ f	۹/۱۸ g	۰/۶۱ g	۰/۰۹ g	۱ d	۲/۹ c	۳/۶ a
۱۵ اسفند- ۴۵ بوته در مترمربع	۳۰/۷ e	۸/۶۱ g	۰/۷۴ f	۰/۱۱ f	۰/۸۸ e	۲/۷ cd	۴/۱ a
۱۵ اسفند- ۵۵ بوته در مترمربع	۳۴/۶ cd	۷/۰۱ h	۰/۶۵ g	۰/۰۹ g	۰/۶۰ f	۲/۲ e	۴ a

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون، مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ می‌باشند.

جدول ۷- اثر متقابل اکوتیپ و تراکم کاشت بر میانگین صفات مورد بررسی در گیاه سیر با استفاده از آزمون دانکن

اکوتیپ × تراکم کاشت	وزن تر سیر (گرم)	وزن خشک سیر (گرم)	عملکرد تر (کیلوگرم در مترمربع)	عملکرد خشک (کیلوگرم در مترمربع)	قطر سیرچه (سانتی متر)	وزن خشک سیرچه (گرم)
کویر دامغان- ۳۵ بوته در مترمربع	۵۸/۰۴ ab	۱۳/۷۸ ab	۱/۰۳ d	۰/۱۴ c	۱/۲۵ b	۳/۵ ab
کویر دامغان- ۴۵ بوته در مترمربع	۵۵/۴ ab	۱۲/۱۷ ab	۱/۲۱ bc	۰/۱۴ c	۱/۲ d	۳/۲ bc
کویر دامغان- ۵۵ بوته در مترمربع	۴۲/۷ d	۹/۹ d	۱/۳ b	۰/۲۱ b	۱/۱۵ e	۲/۵ e
سفید همدان- ۳۵ بوته در مترمربع	۶۱/۸ a	۱۴/۶ a	۱/۱۵ c	۰/۱۹ b	۱/۳ a	۳/۷ a
سفید همدان- ۴۵ بوته در مترمربع	۵۸/۷ a	۱۳/۴ ab	۱/۲۹ b	۰/۱۹ b	۱/۲۲ c	۳/۳ ab
سفید همدان- ۵۵ بوته در مترمربع	۵۰/۹ c	۱۱/۶ c	۱/۴۷ a	۰/۲۵ a	۱/۱۵ e	۲/۹ d

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون، مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ می‌باشند.

جدول ۸- ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه در گیاه سیر (n=10)

وزن تر سوخ	وزن خشک سوخ	عملکرد تر	عملکرد خشک	ارتفاع گیاه	قطر سیرچه	طول سیرچه	تعداد سیرچه در سوخ	وزن خشک	میزان آلئوسین
۱									
۰/۹۸ **	۱								
۰/۷۲ **	۰/۷۱ **	۱							
۰/۷۲ **	۰/۷۰ **	۰/۹۹ **	۱						
۰/۰۷ ns	۰/۰۷ ns	۰/۴۳ *	۰/۴۰ *	۱					
۰/۶۱ **	۰/۵۸ **	۰/۴۸ *	۰/۵۰ *	۰/۲۱ ns	۱				
۰/۳۷ ns	۰/۳۳ ns	۰/۶۵ **	۰/۶۲ **	۰/۱۲ ns	۰/۰۸ ns	۱			
۰/۰۶ ns	۰/۰۷ ns	۰/۰۸ ns	۰/۱۱ ns	۰/۰۵	۰/۵۶ **	۰/۱۰ ns	۱		
۰/۷۳ **	۰/۷۶ **	۰/۶۷ **	۰/۶۰ **	۰/۰۹	۰/۷۹ **	۰/۳۸ ns	۰/۵۱ **	۱	
۰/۳۱ ns	۰/۳۰ ns	۰/۱۵ ns	۰/۱۵ ns	۰/۰۸ ns	۰/۱۳ ns	۰/۱۵ ns	۰/۲۴ ns	۰/۲۲ ns	۱

** معنی دار در سطح احتمال (۰/۰۱) (p)، * معنی دار در سطح احتمال (۰/۰۵) (p)، ns: معنی دار نبودن در سطح احتمال (۰/۰۵) (p)

بحث

در مترمربع (۶۲/۲ سانتی متر) و کمترین ارتفاع در ۱۵ اسفند با تراکم ۳۵ بوته در مترمربع (۲۷/۴ سانتی متر) بدست آمد. بررسی اجزای عملکرد، درک بهتر از تغییر عملکرد و میزان تأثیر پذیری هریک از آنها از عوامل محیطی و زراعی می باشد. اجزای عملکرد تحت تأثیر ژنوتیپ و محیط کشت قرار می گیرند و به عنوان توجیهی برای افزایش یا کاهش عملکرد بکار می روند. در یک گیاه پیازی مانند سیر، که هر سوخ از چند سیرچه تشکیل شده است، ابتدا باید عوامل مؤثر بر عملکرد را شناسایی و بعد نحوه تأثیر هر یک از این عوامل را اندازه گیری کرد (Noorbakhshian et al., 2006). البته تأخیر در کشت سبب کاهش وزن تر و خشک سوخ، عملکرد تر و خشک سیر، قطر و وزن خشک سیرچه گردید. دو دلیل عمده سبب افزایش میانگین وزن سیر در تاریخ کاشت زود هنگام می شود؛ اول اینکه دوره

در تاریخ کاشت اسفند، ارتفاع گیاه به طور معنی داری نسبت به دو تاریخ کشت دیگر کاهش یافت و با افزایش تراکم بوته ارتفاع گیاه به طور معنی داری افزایش نشان داد. افزایش ارتفاع در کشت پاییزه را می توان به استقرار بهتر گیاه در پاییز و افزایش طول دوره رشد گیاه نسبت داد. همچنین در تراکم های بالاتر به علت افزایش رقابت نوری بین بوته ها ارتفاع گیاهان افزایش می یابد (Khajehpour, 2009)؛ که نتایج حاصل از آزمایش ما نیز با این موضوع همسو بوده است. اثر متقابل تاریخ کاشت و تراکم بوته بر ارتفاع گیاه اثر معنی داری داشت و در هر تاریخ کاشت با افزایش تراکم بوته، ارتفاع نیز افزایش یافته است و ارتفاع بوته در هر تراکم کاشت با تأخیر زمان کاشت، دچار کاهش شده است و بیشترین ارتفاع در ۲۵ مهر با تراکم ۵۵ بوته

مطلوب سیر به تراکم کاشت بهینه بستگی دارد و در صورتی که تراکم از حد بهینه بیشتر شود اندازه سیر کوچکتر می شود که از بازارپسندی آن می کاهد (Brewster & Rabinowitch, 1990). وزن تر و خشک سوخ نیز با افزایش تراکم بوته کاهش یافت اما در نهایت عملکرد تر و خشک سیر با افزایش تراکم، افزایش یافت. بنابراین می توان چنین نتیجه گرفت که در تراکم های بیشتر وزن و اندازه تک بوته کاهش نشان می دهد. اما به دلیل بیشتر بودن مقدار کمی سوخ های موجود در واحد سطح در تراکم های بیشتر، این کاهش جبران شده و عملکرد بدست آمده در واحد سطح در نهایت با افزایش تراکم، افزایش یافته است. Kashi و Sabbaghzadeh (۲۰۰۵) نیز گزارش کردند که با افزایش تراکم بوته در هکتار محصول سیر افزایش یافت. همچنین مطالعات محققان دیگر نیز حکایت از آن داشته است که با افزایش تراکم کشت، عملکرد بیشتر و مطلوب تر حاصل شده است (Karaye & Yakubu, 2006). بنابراین باید بدین نکته توجه داشت که بالاتر بودن عملکرد محصول با افزایش تراکم کشت به بیشتر از تراکم بیشینه در این مطالعه نیز می تواند محتمل باشد و یا ممکن است بعکس باشد. البته ممکن است افزایش تراکم بیشتر از مقدار ۵۵ بوته در مترمربع باعث اثر منفی رقابتی بین بوته ها و کاهش عملکرد محصول گردد. همانطور که گزارش شده است، با افزایش تراکم بوته از ۳۰ به ۶۰ بوته در مترمربع، عملکرد سیر افزایش یافته است اما بازارپسندی و سودمندی سوخ با شیب ملایمی کاهش یافت، بدین ترتیب که مناسب ترین تراکم کاشت برای حصول سوخ های مناسب تر تراکم ۳۰ تا ۴۲ بوته در مترمربع گزارش شده است (Castellanos *et al.*, 2004). تاریخ کاشت و تراکم بوته بر میزان آلیسین اثرگذار نبود اما اکوتیپ اثر معنی داری بر میزان آلیسین داشت. بدین صورت که اکوتیپ سیر سفید همدان دارای درصد آلیسین بیشتری نسبت به اکوتیپ سیر کویر دامغان بود. در تحقیقی بر روی میزان آلیسین مناطق مختلف ایران مشخص گردید که شرایط محیطی و اقلیمی، اثر قابل توجهی بر میزان آلیسین ندارد و عوامل ژنتیکی بیش از عوامل محیطی و اقلیمی بر میزان آلیسین مؤثر هستند (Baghalian *et al.*, 2005).

رشد و نمو گیاه در تاریخ کاشت زودتر، در مقایسه با تاریخ های دیر هنگام طولانی تر می باشد. درثانی همه سبزی های پیازی بعد از جوانه زدن دارای یک مرحله رشد کند هستند که پایین بودن دما سبب طولانی شدن این دوره خواهد شد، ناگفته نماند که طولانی تر شدن دوره رشد نیز منجر به تولید و ذخیره بیشتر مواد فتوسنتزی در سیر می شود (Brewster, 1994). همچنین نشان داده شده که عملکرد سیر تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار می گیرد، به طوری که در کشت های زود هنگام عملکرد سیر به طور معنی داری افزایش می یابد. بالا بودن وزن سیر احتمالاً به دلیل دریافت هوای خنک و خشک می باشد که باعث افزایش رشد رویشی و افزایش عملکرد سیر می شود. البته یک دوره رویشی خنک طولانی تر برای نمو سیرهای بزرگ تر ضروریست (Barche *et al.*, 2013). سیر گیاهیست که مقاومت زیادی به سرما داشته و می تواند دوره های طولانی سرمای زیر صفر را تحمل کند، به همین دلیل در مناطق معتدله کشت پاییزه این محصول متداول بوده و حتی گزارش هایی مبنی بر بیشتر بودن عملکرد کشت پاییزه سیر نسبت به کشت بهاره در این مناطق ارائه شده است (Schmitz & Olrowski *et al.*, 1994). اثر متقابل تاریخ کاشت و اکوتیپ بر وزن تر و خشک سوخ، عملکرد تر سیر و قطر سیرچه، بدین صورت بود که در هر اکوتیپ با تأخیر در کاشت، مقادیر این صفات کاهش یافت. در رابطه با هر دو اکوتیپ، بیشترین مقدار عملکرد تر سیر، در تاریخ کشت ۲۵ مهرماه حاصل شد و می توان چنین گفت که تاریخ کاشت ۲۵ مهرماه برای هر دو اکوتیپ مورد مطالعه تاریخ کاشت مناسب تری می باشد. با افزایش تراکم به ۵۵ بوته در مترمربع، کاهش معنی داری در قطر و وزن خشک سیرچه نسبت به دو تاریخ کشت دیگر مشاهده شد. البته با افزایش تراکم کاشت، تعداد سیرچه در سوخ افزایش یافته است و این امر تا حدود زیادی کاهش قطر هر سیرچه را جبران کرده و باعث حصول سوخ در اندازه متعارفی گردیده است. مطابق با گزارش های برخی از محققان، افزایش تراکم کشت و یا اندازه بزرگتر حبه ها، ممکن است باعث حصول عملکرد بیشتری گردد، اما سبب افت بازارپسندی و سودمندی سوخ می شود (Castellanos *et al.*, 2004). همچنین گزارش شده است؛ اندازه

- Rabinowitch, H.D., (Eds.). Onions and Allid Crops: Biochemistry, Food Science and Minor Crops (Vol3). CRC Press, Boca Raton, Florida, USA, 288p.
- Castellanos, J.Z., Vargas-Tapia, P., Ojodeagua, J.L., Hoyos, G., Alcantar-Gonzalez, G., Mendez, F.S., Alvarez-Sanchez, E. and Gardea, A.A., 2004. Garlic productivity and profitability as affected by seed clove size. Planting density and planting method. Hortscience, 39(6): 1272-1277.
 - Etoh, T. and Simon, P.W., 2002. Diversity, fertility and seed production of garlic: 101-117. In: Rabinowitch, H.D. and Currah, L., (Eds.). Allium Crop Science: Recent Advances. CABI, Wallingford, UK, 528p.
 - Karaye, A.K. and Yakubu, A.I., 2006. Influence of intra-row spacing and mulching on weed growth and bulb yield of garlic (*Allium sativum* L.) in Sokoto, Nigeria. African Journal of Biotechnology, 5(3): 260-264.
 - Katahira, M. and Motomura, Y., 1999. Effects of temperatures on browning and phenolic substances in preparatory drying of raw garlic bulb. Journal of Japanese Society of Food Science and Technology, 45(1): 10-15.
 - Khajehpour, M.R., 2009. Principles and Foundational for Agronomy. Isfahan University of Technology Press, 631p, (In Persian).
 - Noorbakhshian, S.J., Mousavi, S.A. and Bagheri, H.R., 2006. Evaluation of agronomic traits and path coefficient analysis of yield for garlic cultivars. Pajouhesh and Sazandegi, 77: 10-18.
 - Omidbeigi, R., 1995. Approaches in Production and Processing of Medicinal Plants (Vol. 1). Publishing Fekre Rooz, 283p.
 - Orłowski, M., Rekwaska, E. and Dobrmilska, R., 1994. The effect on the yield of garlic of autumn and spring planting using different method of seed stalk trimming. Folia Horticulture, 6: 79-89.
 - Rabinowitch, H.D., 1999. Types of garlic, planting, fertilizers, weeds, diseases for production. Plant Cell Report, 18: 11-19.
 - Sabbaghzadeh, F. and Kashi, A.K., 2005. Comparison of two garlic ecotypes in different planting densities. 4th Iranian Horticultural Science Congress. Mashhad, Iran, 23-27 October, 317-318.
 - Sarmadnia, G.h. and Kouchaki, A., 1993. Crops Physiology. Mashhad Jihad Daneshgahi Publication, 458p.
 - Schmitz, D. and Waterer, D., 1994. Influence of variety and cultural practices on garlic yield in Sakatchewan. Canadian Journal of Plant Science, 74(3): 611-614.
- در یک نتیجه‌گیری کلی، با توجه به تاریخ‌های کشت مورد مطالعه در این تحقیق، کشت پاییزه، خصوصاً تاریخ کاشت ۲۵ مهرماه، در رابطه با حصول عملکرد مطلوب‌تر و صفات بهتر، مناسب‌تر می‌باشد. اکوتیپ سیر سفید همدان، در رابطه با بیشتر صفات مورد مطالعه نسبت به اکوتیپ سیر کویر دامغان مطلوب‌تر بود و می‌توان چنین احتمال داد که سیر محلی همدان در شرایط اقلیمی دامغان رشد مطلوب‌تری نسبت به اکوتیپ کویر دامغان که بومی منطقه دامغان می‌باشد، دارد و با شناخت و مطالعه اکوتیپ‌های بومی مناطق مختلف و کشت آنها در مناطق دیگر، شاید بتوان نتایج بهتری نسبت به محصولی که به صورت بومی در آن منطقه کشت می‌شود، دریافت کرد. افزایش تراکم باعث حصول ارتفاع و عملکرد بالاتر محصول سیر در واحد سطح گردید، اما خصوصیات تک بوته مانند وزن تر و خشک سوخ و قطر و وزن خشک سیرچه را کاهش داد.
- منابع مورد استفاده**
- Baghalian, K., Ziai, S.A., Naghavi, M.R. and Naghdi Badi, H., 2005. Pre-planting evaluation of allucin content and botanical traits in Iranian garlic (*Allium sativum* L.) ecotypes. Journal of Medicinal Plants, 4(13): 19-25.
 - Baghalian, K., Naghavi, M.R., Ziai, S.A. and Naghdi Badi, H., 2006. Post-planting evaluation of morphological characters and allucin content in Iranian garlic (*Allium sativum* L.) ecotypes. Scientia Horticulturae, 107(4): 405-410.
 - Barche, S., Kirad, K.S. and Shrivastav, A.K., 2013. Effect of planting dates on growth and yield on garlic (*Allium sativum* L.). International Journal of Horticulture, 3(4): 16-18.
 - Block, E., Naganthan, S., Putman, D. and Zhao, S.H., 1992. Allium chemistry: HPLC analysis of thiosulfonates from onion, garlic, wild garlic (ramsoms), leek, scallion, shallot, elephant (great-headed) garlic, chive and Chinese chive. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 40(24): 18-30.
 - Bozin, B., Mimica-Dukic, N., Samojlik, I., Goran, A. and Igetic, R., 2008. Phenolics as antioxidants in garlic (*Allium sativum* L., Alliaceae). Food Chemistry, 111(4): 925-929.
 - Brewster, J.L., 1994. Onions and Other Vegetable Alliums. CAB International, Wellington UK, 454p.
 - Brewster, J.L. and Rabinowitch, H.D., 1990. Garlic agronomy: 147-157. In: Brewster, J.L. and

Effects of planting date and density on yield and yield components and allicin content of two garlic (*Allium sativum* L.) ecotypes

A.R.Sedaghati¹, M. Kafi², Sh. Rezvan Bidokhti³ and Sh. Akbari^{4*}

1- Msc. student, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Damghan Branch, Damghan, Iran

2- Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

3- Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Damghan Branch, Damghan, Iran

4*- Corresponding author, Msc. Student, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Damghan Branch, Damghan, Iran
E-mail: shivaa.akbari@yahoo.com

Received: June 2014

Revised: January 2015

Accepted: January 2015

Abstract

To study the effect of planting date and density on the yield, yield components and allicin content of two garlic ecotypes (*Allium sativum* L.), an experiment was conducted in a farmland in Damghan, Iran during the 2011-2012 growing season. The experiment was arranged as a split-split-plot in a randomized complete block design with three replications. Three planting dates (17-Oct, 11-Nov, 6-Mar) were main plots. Two ecotypes (*Kavire Damghan* and *Hamedan*) were subplots, and three planting densities (35, 45 and 55 plants per m²) were sub-sub-plots. The effect of planting date on plant height, fresh and dry weight of bulbs, yield, diameter and dry weight of cloves was significant, and delay in planting date decreased these traits. The values of dry and fresh weight of bulbs, plant yield, dry weight and diameter of cloves and allicin content were significantly higher in *Hamedan* ecotype in comparison with *Kavire Damghan* ecotype. The planting density had significant effect on fresh and dry weight of bulb and dry weight and diameter of cloves, as these traits were reduced by increasing the density. Furthermore, the effect of planting density on height and yield of plant and number of cloves in bulb was significant. To achieve the highest fresh yield (1.7kg.m⁻²) and dry yield (0.27 kg.m⁻²), 17-Oct was identified as the best planting date. *Hamedan* ecotype was more favorable as it had higher bulb fresh and dry weight, diameter and dry weight of cloves, allicin contents and yield. The most desirable planting density was 55 plants per m² due to having higher values of plant height, number of cloves in bulb and yield.

Keywords: allicin, ecotype, planting date, planting density, garlic (*Allium sativum* L.).