Archive of SID

دوماهنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران
شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ijmapr.2018.120542.2250
جلد ۳۴، شماره ۵، صفحه ۷۸۰- ۷۶۶ (۱۳۹۷)

اثر تراکم و دمای هوا در زمان کاشت بر عملکرد و برخی صفات مورفوفیزیولوژیک گیاه دارویی سیر (*Allium sativum* L.)

مجید رستمی[۱*] و هدا محمدی[۲]

۱*- نویسنده مسئول، استادیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران، پست الکترونیک: m.rostami@malayeru.ac.ir
۲- استادیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران

تاریخ دریافت: بهمن ۱۳۹۶ تاریخ اصلاح نهایی: تیر ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: مرداد ۱۳۹۷

چکیده

به‌منظور بررسی اثر دمای کاشت و همچنین تراکم بوته بر عملکرد و ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک گیاه سیر (*Allium sativum* L.) آزمایشی به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل سه دمای کاشت بهاره (۷/۴ درجه سانتی‌گراد، ۹ درجه سانتی‌گراد و ۱۱ درجه سانتی‌گراد) و چهار تراکم کاشت (۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ بوته در مترمربع) بودند. برهم‌کنش تیمارها بر عملکرد سیر، وزن برگ، ارتفاع گیاه، کلروفیل کل و کاروتنوئیدها در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. در صورتی‌که شاخص برداشت، تعداد سیرچه، میزان کلروفیل a و محتوای نسبی آب فقط تحت تأثیر دمای کاشت و تراکم قرار گرفتند. بیشترین عملکرد سیر (۹۲۱ گرم در مترمربع) در تیمار کاشت در دمای ۷ درجه سانتی‌گراد و با تراکم ۸۰ بوته بدست آمد، در حالی‌که کمترین عملکرد (۳۱۷ گرم در مترمربع) در شرایط کاشت در دمای ۱۱ درجه سانتی‌گراد و تراکم ۲۰ بوته مشاهده شد. روند تغییرات وزن برگ در تیمارهای مختلف تقریباً مشابه با روند تغییرات عملکرد بود. بیشترین مقدار کلروفیل کل (۲/۵۲ میلی‌گرم بر گرم) هنگام کاشت در دمای ۹ درجه سانتی‌گراد و تراکم ۲۰ بوته اندازه‌گیری شد، در حالی‌که کمترین مقدار کلروفیل کل (۲/۰۷ میلی‌گرم بر گرم) در تیمار کاشت در دمای ۱۱ درجه سانتی‌گراد و تراکم ۸۰ بوته مشاهده شد. بیشترین میزان شاخص برداشت (۶۴/۶٪) در شرایط کاشت در دمای ۷ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد و با تأخیر در تاریخ کاشت و افزایش دما شاخص برداشت به‌صورت معنی‌داری کاهش یافت. به‌طوری که در شرایط کاشت در دمای ۱۱ درجه سانتی‌گراد شاخص برداشت در مقایسه با تیمار کاشت در دمای ۷/۴ درجه سانتی‌گراد حدود ۷٪ کاهش یافت. کمترین تعداد سیرچه در بوته (۳/۶۴) در شرایط کاشت در دمای ۱۱ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد که باعث شد تعداد سیرچه در مقایسه با تیمار کاشت در دمای ۷/۴ درجه سانتی‌گراد حدود ۲۵٪ کاهش یابد. اثر تراکم نیز بر تعداد سیرچه در بوته معنی‌دار بود و در تراکم کاشت ۸۰ بوته سیرچه‌های تولیدشده در بوته بیش از ۱۴٪ کاهش یافت. از بین دماهای کاشت مورد مطالعه در منطقه بهترین دمای کاشت ۷/۴ درجه سانتی‌گراد بود، زیرا در این شرایط گیاه دوره رشد طولانی‌تر و فرصت بیشتری برای استفاده از منابع داشت. در هر سه دمای کاشت افزایش تراکم منجر به افزایش عملکرد شد ولی افزایش تراکم در دمای کاشت ۷/۴ درجه سانتی‌گراد تأثیر بیشتری در افزایش عملکرد داشت.

واژه‌های کلیدی: شاخص برداشت، کلروفیل، گیاهان دارویی، محتوای نسبی آب.

مقدمه

سیر زراعی (*Allium sativum* L.) یکی از مهمترین گیاهان دارویی خانواده Alliaceae است که به‌دلیل خواص دارویی زیادی که دارد در کشورهای متعدد دنیا مورد کشت و کار قرار می‌گیرد. براساس آخرین آمار ارائه شده توسط سازمان خواروبار و کشاورزی (فائو) میزان تولید این محصول در دنیا

www.SID.ir

Archive of SID

بیش از ۲۶/۵ میلیون تن و در ایران بیش از ۵۴ هزار تن است. متوسط عملکرد سیر در ایران حدود ۱۲ تن در هکتار است که با میانگین عملکرد آسیا (۱۹/۵ تن در هکتار) و میانگین عملکرد جهانی (۱۸ تن در هکتار) اختلاف قابل توجهی دارد (FAO, 2017). بخش مهمی از اثرهای سودمند گیاه سیر در پیشگیری و درمان انواع بیماری‌ها ازجمله سرطان و بیماری‌های قلبی به خواص پاداکسیدانی و همچنین فعالیت ضد میکروبی (به‌ویژه قارچ‌کشی و باکتری‌کشی) آن مرتبط است (Petropoulos *et al*., 2017).

عملکرد و کیفیت گیاه سیر به عوامل متعددی همانند موقعیت جغرافیایی، اقلیم منطقه، اسیدیته خاک، روش کاشت و رقم بستگی دارد و تنوع زیادی را نشان می‌دهد (Mirzaei *et al*., 2007؛ Moravčević *et al*., 2011؛ Zare Abyaneh *et al*., 2011). انتخاب تاریخ مناسب کاشت و تراکم مطلوب باعث می شود از زمان و مکان به بهترین نحو استفاده شود و کارایی استفاده از منابع افزایش یابد. با انتخاب تاریخ کاشت مطلوب می توان مراحل فنولوژی گیاه را با شرایط محیطی مناسب هر منطقه تطابق داد و از کاهش عملکرد جلوگیری کرد (Pazireh *et al*., 2017). در بسیاری از گیاهان انتخاب تاریخ کاشت زودتر باعث افزایش عملکرد می شود، زیرا تأخیر در کاشت موجب کاهش تولید ماده خشک، شاخص سطح برگ، دوام سطح برگ، میزان رشد محصول و میزان فتوسنتز خالص می‌شود (Jamroz *et al*., 2002). براساس نتایج مطالعات انجام‌شده، تاریخ مناسب برای کاشت پاییزه در نقاط سردسیر ایران مهرماه است، به‌صورتی‌که در همدان تاریخ کاشت ۳۰ مهر و تراکم کاشت ۷۴۰ هزار بوته در هکتار، بیشترین عملکرد را به‌همراه داشت (Khodadadi & Nosrati, 2011). گزارش شده‌است که عملکرد سیر تا حد زیادی وابسته به تاریخ کاشت است؛ بدین صورت که رشد رویشی به سرما و روزهای کوتاه و رشد و نمو مطلوب پیازها به روزهای بلند و دمای بالا نیاز دارد (Subrata *et al*., 2010). با این حال در برخی موارد کشاورزان بنا به دلایل متفاوت همانند عدم آماده‌سازی زمین قبل از شروع بارندگی‌های پاییزه مجبور به انتخاب تاریخ کاشت متفاوت می‌شوند. اثرهای تغییر تاریخ کاشت بر رشد و نمو و صفات فیزیولوژیک مختلف یکسان نیست و ممکن است برخی از صفات به میزان بیشتری تحت تأثیر قرار گیرند (Rostami & Mohammadi, 2013). از آنجا که عملکرد در واحد سطح در مقایسه با عملکرد تک بوته اهمیت بیشتری دارد به نظر می‌رسد که می توان از طریق افزایش تراکم اثرهای منفی ناشی از تأخیر در کاشت را تا حدودی جبران کرد. تراکم بوته یکی از عواملی است که می‌تواند تأثیر قابل‌توجهی بر رشد و نمو گیاه داشته باشد، زیرا کاشت با تراکم بهینه باعث می‌شود که گیاه به بهترین صورت از نهاده‌های طبیعی همانند تشعشع خورشید، آب و عناصر غذایی موجود در خاک استفاده کند. البته هرچه تراکم کاشت کمتر باشد، رقابت برای فضای رشد کمتر شده و دسترسی گیاهان به نور و مواد غذایی افزایش می‌یابد (Naruka & Dhaka, 2001). مشخص شده است که با افزایش تراکم گیاهی، عملکرد سیر نیز افزایش می‌یابد، اما اندازه پیاز که تأثیر قابل توجهی بر کیفیت و بازارپسندی محصول این گیاه دارد، کاهش پیدا می‌کند (Castellanos *et al*., 2004؛ Olfati *et al*., 2016). نتایج آزمایشی که در شرایط اقلیمی دامغان بر روی دو رقم سیر انجام شد نشان داد که در شرایط کاشت پاییزه تراکم ۵۵ بوته در مترمربع بیشترین عملکرد سیر را به‌همراه داشت (Sedaghati *et al*., 2016). افزایش تراکم کاشت گیاه موسیر تا ۲۰ بوته در مترمربع باعث افزایش عملکرد شد، ولی در تراکم‌های بالاتر عملکرد پیاز موسیر به‌شدت کاهش یافت. با این حال تعداد پیاز تولید شده در واحد سطح با ازدیاد تراکم، افزایش یافت (Sabzevari *et al*., 2015). با توجه به اینکه بیشتر تحقیقات انجام شده در زمینه اثر تاریخ کاشت و تراکم کاشت در دوره‌های زمانی رایج برای کاشت پاییزه انجام شده‌است، این پژوهش با هدف بررسی اثرهای تراکم کاشت بر عملکرد و ویژگی های مورفوفیزیولوژیک گیاه دارویی سیر در سه دمای کاشت مختلف انجام شد.

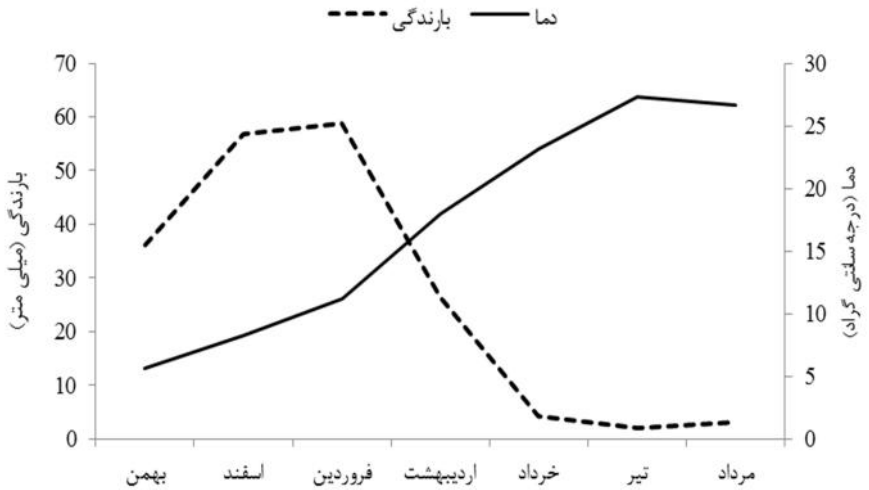
مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر دمای کاشت و همچنین تراکم بوته بر عملکرد و صفات مورفوفیزیولوژیک گیاه سیر در شرایط کشت بهاره، این آزمایش در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در محل مزرعه

www.SID.ir

Archive of SID

تحقیقاتی دانشگاه ملایر (عرض جغرافیایی ’۳۰ °۳۴ شمالی، طول جغرافیایی ’۸۱ °۸۴ شرقی، ارتفاع از سطح دریا ۱۷۵۲ متر و متوسط بارندگی سالیانه ۳۰۲ میلی‌متر) انجام شد. آزمایش به‌صورت کرت های خردشده و در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل سه دمای کاشت (۷/۴ درجه سانتی‌گراد، ۹ درجه سانتی‌گراد و ۱۱ درجه سانتی گراد) به عنوان کرت اصلی و چهار تراکم کاشت (۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ بوته در مترمربع) به عنوان کرت فرعی بودند. زمان وقوع سه دمای هوا به‌ترتیب ۱۵ اسفند، ۵ فروردین و ۲۵ فروردین بود. روند تغییرات دما و بارندگی در دوره انجام آزمایش در شکل ۱ نمایش داده شده‌است.



شکل ۱- تغییرات میانگین دما و بارندگی در فاصله زمانی کاشت تا برداشت گیاه سیر

هر کرت فرعی شامل ۶ ردیف کاشت با فاصله ۲۵ سانتی‌متر و طول ۳ متر بود و با توجه به تراکم مورد نیاز فاصله بوته‌ها روی ردیف به‌ترتیب ۲۰، ۱۰، ۶/۷ و ۵ سانتی‌متر تنظیم شد. عملیات شخم و آماده‌سازی زمین با توجه به عرف منطقه و در پاییز انجام شد. بین کرت‌های مختلف یک ردیف نکاشت و بین بلوک های کاشت دو متر فاصله در نظر گرفته شد. کاشت به صورت دستی بود و بلافاصله پس از کاشت اولین آبیاری انجام گردید. عملیات وجین در طول دوره رشد به صورت دستی انجام شد و با توجه به عدم وجود آفات و بیماری‌های خاص از سموم شیمیایی نیز استفاده نشد. خلاصه مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه محل اجرای آزمایش در جدول ۱ ارائه شده‌است.

جدول ۱- برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه

بافت خاک	EC	pH	OC	N	P	K	Mn	Zn	Fe
	دسی‌زیمنس بر متر		درصد		میلی‌گرم بر کیلوگرم				
لومی سیلتی	۱/۴۳	۷/۸	۰/۵۹	۰/۱۸	۶/۳۸	۲۱۶	۷/۹	۰/۷۳	۳/۴

www.SID.ir

Archive of SID

در هفته آخر خردادماه و در زمان شادابی برگ‌ها سنجش میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی در جوان‌ترین برگ کاملاً توسعه یافته با استفاده از روش اسپکتروفوتومتری انجام شد (Lichtenthaler, 1987). برای این منظور ۰/۲ گرم بافت تر برگ در هاون چینی حاوی ۱۰ میلی‌لیتر استون سایپده و بر روی کاغذ واتمن صاف گردید. شدت جذب نوری عصاره در طول موج‌های ۶۴۶/۸، ۶۶۳/۲ و ۴۷۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر JENUS UV-1200 اندازه‌گیری شد. غلظت این رنگیزه‌ها با استفاده از رابطه‌های زیر محاسبه و برحسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر گزارش گردید.

$$\text{Chlorophyll a} = 12.25\ (A663.2) - (2.79\ A646.8)$$

$$\text{Chlorophyll b} = 21.21\ (A646.8) - (5.1\ A663.2)$$

$$\text{Carotenoids} = (1000A470 - 1.8Chla - 85.02Chlb)/198$$

محتوای نسبی آب برگ (RWC: Relative Water Content) نیز با استفاده از بافت برگ‌های توسعه یافته تعیین شد. به این منظور، یک هفته پس از انجام آخرین آبیاری، از هر کرت تعدادی برگ سالم انتخاب و قطع گردید و داخل پلاستیک در فلاکس یخ تا زمان رسیدن به آزمایشگاه قرار داده شد. در آزمایشگاه ابتدا وزن تر قطعه‌های برگ تعیین شده و بعد برگ‌ها به مدت ۸ ساعت در مکان تاریکی داخل آب مقطر قرار گرفتند و پس از این مدت برگ‌ها ابتدا با دستمال کاغذی خشک و بعد وزن آماس آنها تعیین گردید. در مرحله سوم، برگ ها به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در آون قرارگرفته و خشک شدند. مقدار نسبی آب برگ‌ها از فرمول زیر بدست آمد (Qasim *et al*., 2003).

محتوای نسبی آب برگ= (وزن تر – وزن خشک / وزن آماس) ×۱۰۰

در پایان فصل رشد و با شروع زردی برگ ها در بوته ها، با حذف دو ردیف حاشیه و یک متر از ابتدا و انتهای هر کرت مساحتی برابر یک مترمربع به‌صورت همزمان در هفته آخر تیرماه برداشت شد و پس از سایه خشک شدن بوته‌ها و کاهش رطوبت اولیه، بوته ها به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد قرار گرفتند و وزن خشک نهایی کل بوته به عنوان عملکرد زیستی گیاه گزارش شد. سپس جداسازی پیاز و برگ گیاه سیر انجام شد و با تقسیم عملکرد سیر بر عملکرد زیستی شاخص برداشت عملکرد اقتصادی محاسبه شد. از هر کرت نیز پنج بوته برای تعیین ارتفاع و تعداد سیرچه در بوته انتخاب شد.

بعد از انجام آزمایش، داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Minitab 16 مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفتند و نمودارهای مربوطه با استفاده از نرم‌افزار Excel رسم شدند. مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال ۵٪ انجام شد.

نتایج

براساس نتایج تجزیه واریانس اثر متقابل تیمارها بر کلروفیل کل، کاروتنوئیدها، ارتفاع گیاه، وزن برگ و عملکرد سیر در سطح ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۲). در صورتی‌که برای سایر صفات (کلروفیل a، محتوای نسبی آب، تعداد سیرچه و شاخص برداشت) فقط اثرهای ساده مربوط به دمای کاشت و تراکم کاشت معنی دار شد و برهم‌کنش تیمارها برای این صفات معنی‌دار نشد (جدول ۲).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی گیاه سیر تحت تأثیر دمای کاشت و تراکم بوته

منابع تغییر	درجه آزادی	کلروفیل a	کلروفیل کل	کاروتنوئید	محتوای نسبی آب برگ	ارتفاع بوته	تعداد سیرچه در بوته	شاخص برداشت	وزن برگ	عملکرد
بلوک	۲	۰/۰۰۱۳	۰/۰۰۴۴	۰/۰۰۰۱	۳/۵۲	۲/۰۲	۰/۲۵	۰/۲۶۱	۲۵	۸۷
دمای کاشت	۲	۰/۰۶۹**	۰/۱۸**	۰/۰۰۳**	۸۷/۴**	۳۱۱/۸**	۴/۸۱**	۵۳/۲**	۳۷۲۵**	۷۶۹۳۷۷**
خطای اصلی	۴	۰/۰۰۱۵	۰/۰۰۲۳	۰/۰۰۰۳	۰/۴۴۴	۱/۷۷۸	۰/۳۲۵	۰/۰۳۵	۲۰	۸۳
تراکم	۳	۰/۰۲۴**	۰/۰۷۳**	۰/۰۸۵**	۶۵/۳**	۴۴**	۱/۰۲**	۶۴/۳**	۲۳۰۷۰۹**	۳۷۲۸۷۴**
دمای کاشت × تراکم	۶	۰/۰۰۲ ^{ns}	۰/۰۰۵**	۰/۰۰۱**	۲/۸۸^{ns}	۸/۱۹**	۰/۰۳۶^{ns}	۰/۴۵۵^{ns}	۴۲۲**	۲۵۳۰**
خطای فرعی	۱۸	۰/۰۰۱۵	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۱۸	۲/۴۷۲	۲/۳۸	۰/۱۶۶	۰/۳۰۳	۹۴	۱۴۹

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

www.SID.ir

Archive of SID

بیشترین مقدار کلروفیل کل (۲/۵۲ میلی‌گرم بر گرم) در دمای کاشت ۹ درجه سانتی‌گراد و تراکم ۲۰ بوته اندازه‌گیری شد، در حالی که کمترین مقدار کلروفیل کل (۲/۰۷ میلی‌گرم بر گرم) در دمای کاشت ۱۱ درجه سانتی گراد و تراکم ۸۰ بوته مشاهده شد (جدول ۳). در هر سه دمای کاشت با افزایش تراکم بوته از میزان کلروفیل کل کاسته شد. در حالی که در همین شرایط میزان کاروتنوئیدها افزایش یافت و بیشترین میزان کاروتنوئیدها (۰/۶۱ میلی‌گرم بر گرم) در دمای کاشت ۱۱ درجه سانتی‌گراد و تراکم ۸۰ بوته مشاهده شد (جدول ۳).

جدول ۳- مقایسه میانگین برهم‌کنش دمای کاشت و تراکم بوته برای برخی از صفات مورد بررسی در گیاه سیر

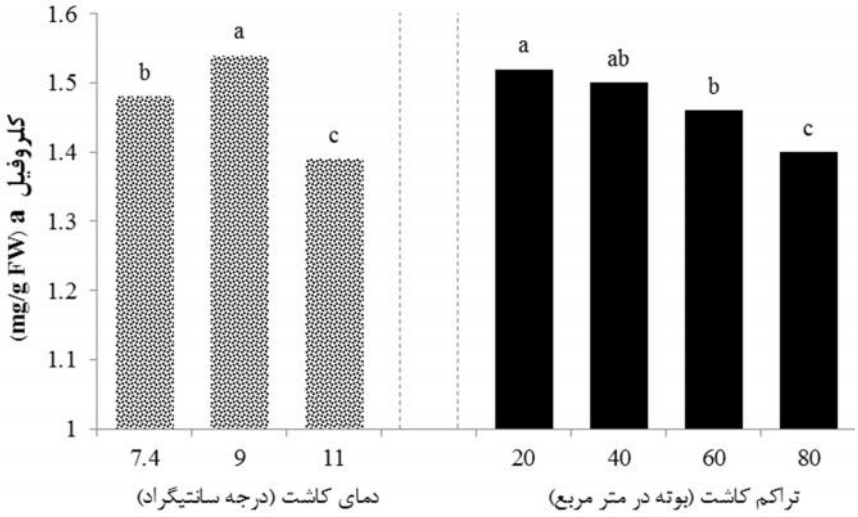
دمای کاشت	تراکم بوته در مترمربع	کلروفیل کل (میلی‌گرم بر گرم)	کاروتنوئیدها (میلی‌گرم بر گرم)	ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)	وزن برگ (گرم در مترمربع)	عملکرد (گرم در مترمربع)
۷/۴ درجه سانتی‌گراد	۲۰	۲/۳۸ abc	۰/۳۵ e	۵۳ ab	۲۰۶ f	۴۰۲ i
	۴۰	۲/۳۷ bc	۰/۳۸ de	۵۳ ab	۳۱۰ e	۶۰۸ f
	۶۰	۲/۲۸ cd	۰/۴۸ bc	۵۷ a	۴۴۲ c	۸۳۸ b
	۸۰	۲/۱۹ de	۰/۵۷ a	۵۰ bcd	۵۹۶ a	۹۲۱ a
۹ درجه سانتی‌گراد	۲۰	۲/۵۲ a	۰/۳۹ de	۴۹ bcd	۲۰۴ f	۳۷۸ i
	۴۰	۲/۴۶ ab	۰/۳۶ de	۴۸ cde	۳۰۳ e	۵۵۴ g
	۶۰	۲/۳۵ bc	۰/۴۴ c	۵۲ bc	۴۶۲ cd	۷۵۰ c
	۸۰	۲/۲۱ d	۰/۵۷ a	۴۶ def	۵۸۳ a	۸۱۹ b
۱۱ درجه سانتی‌گراد	۲۰	۲/۱۸ de	۰/۳۹ de	۴۴ efg	۱۹۳ f	۳۱۷ j
	۴۰	۲/۱۷ de	۰/۴ d	۴۵ d-g	۲۹۰ e	۴۶۴ h
	۶۰	۲/۱۵ de	۰/۵ b	۴۳ fg	۴۱۲ d	۶۴۵ e
	۸۰	۲/۰۷ e	۰/۶۱ a	۴۱ g	۵۳۳ b	۷۰۵ d

در هر ستون حروف مشابه بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و به‌روش دانکن است.

بیشترین میزان رنگیزه کلروفیل a (۱/۵۴ میلی گرم بر گرم) در دمای کاشت ۹ درجه سانتی گراد مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با دو دمای کاشت دیگر داشت. روند تغییرات میزان کلروفیل a در تراکم‌های مختلف کاشت به صورت خطی بود و با افزایش تراکم کاشت میزان این رنگیزه کاهش یافت و از ۱/۵۲ میلی گرم بر گرم در تراکم ۲۰ بوته به ۱/۴۰ میلی‌گرم بر گرم در تراکم ۸۰ بوته رسید (شکل ۲).

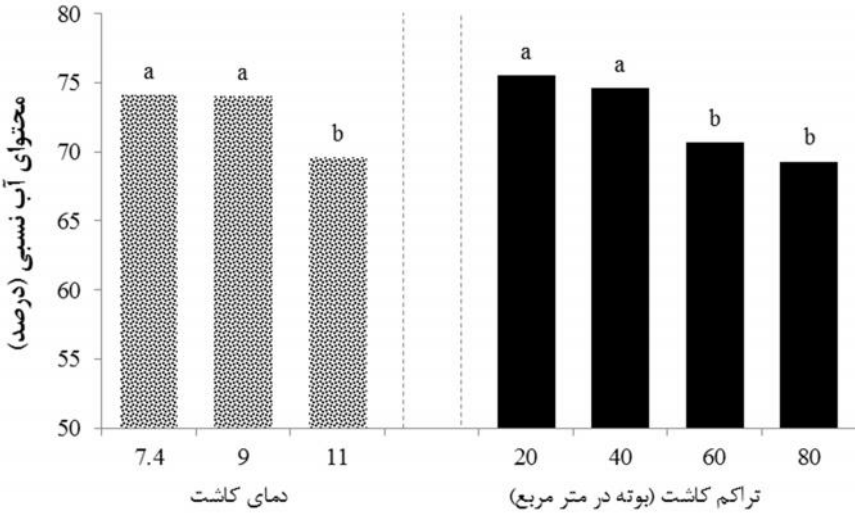
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- اثر دمای کاشت و تراکم بوته بر میزان کلروفیل a در برگ سیر

محتوای نسبی آب برگ نیز به صورت معنی‌داری تحت تأثیر دمای کاشت و تراکم قرار گرفت (جدول ۲). به طوری که کمترین میزان محتوای نسبی آب برگ (۶۹/۶٪) در دمای کاشت ۱۱ درجه سانتی گراد مشاهده شد که اختلاف معنی داری با دو دمای کاشت دیگر داشت. افزایش تراکم کاشت باعث شد محتوای نسبی آب کاهش یابد. بیشترین میزان محتوای نسبی آب (۷۵/۵٪) در تراکم کاشت ۲۰ بوته مشاهده شد و افزایش تراکم کاشت تا حد ۸۰ بوته در مترمربع باعث شد که محتوای نسبی آب برگ بیش از ۸٪ کاهش یابد. باوجوداین بین تراکم کاشت ۶۰ و ۸۰ بوته از نظر محتوای نسبی آب تفاوت معنی داری مشاهده نشد. علاوه‌براین تیمارهای تراکم کاشت ۲۰ و ۴۰ بوته در مترمربع از نظر محتوای نسبی آب با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند (شکل ۳).

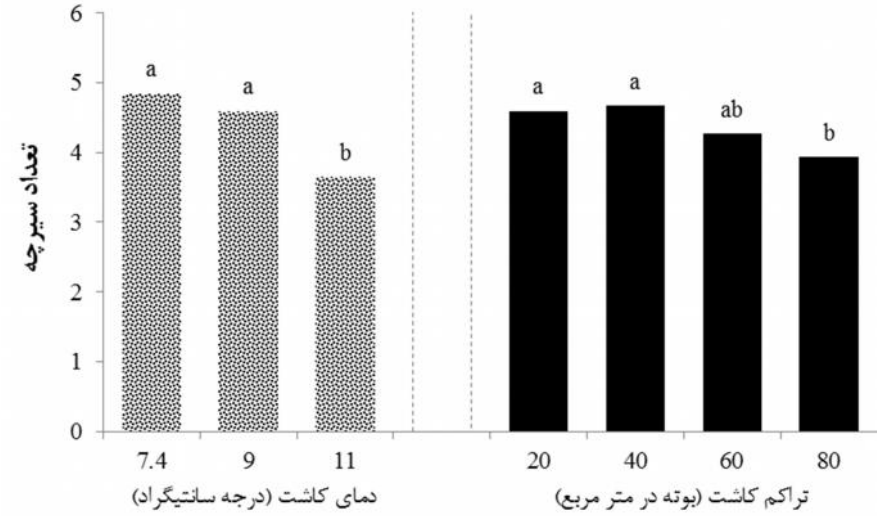


شکل ۳- اثر دمای کاشت و تراکم بوته بر محتوای نسبی آب برگ

www.SID.ir

Archive of SID

بیشترین ارتفاع بوته (۵۷ سانتی‌متر) در دمای کاشت ۷/۴ درجه سانتی‌گراد و تراکم ۶۰ بوته مشاهده شد و کمترین ارتفاع بوته (۴۱ سانتی‌متر) در دمای کاشت ۱۱ درجه سانتی‌گراد و تراکم ۸۰ بوته مشاهده شد. تیمار تراکم ۸۰ بوته در مترمربع در هر سه دمای کاشت باعث شد که ارتفاع بوته کاهش یابد (جدول ۳). هرچند با تأخیر در کاشت و افزایش دمای کاشت از تعداد سیرچه در بوته کاسته شد، ولی باوجوداین بین دمای کاشت ۷/۴ درجه سانتی‌گراد و ۹ درجه سانتی‌گراد از لحاظ تعداد سیرچه در بوته اختلاف معنی داری مشاهده نشد. کمترین تعداد سیرچه در بوته (۳/۶۴) در دمای کاشت ۱۱ درجه سانتی گراد مشاهده شد که باعث شد تعداد سیرچه در مقایسه با دمای کاشت ۷/۴ درجه سانتی گراد حدود ۲۵٪ کاهش یابد (شکل ۴). اثر تراکم بر تعداد سیرچه در بوته معنی دار بود (جدول ۲). به نحوی که بیشترین تعداد سیرچه در بوته (۴/۶۶) در تراکم کاشت ۴۰ بوته مشاهده شد. باوجوداین بین این تیمار و تیمارهای ۲۰ و ۶۰ بوته تفاوت معنی داری از نظر تعداد سیرچه در بوته مشاهده نشد. در تراکم کاشت ۸۰ بوته سیرچه‌های تولید شده در بوته بیش از ۱۴٪ کاهش یافت و به کمترین تعداد (۳/۹۳) رسید (شکل ۴).

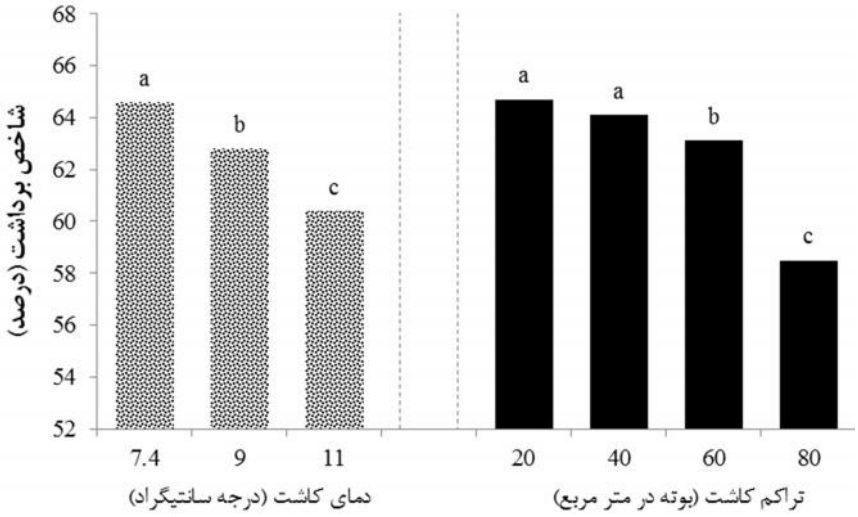


شکل ۴- اثر دمای کاشت و تراکم بوته بر تعداد سیرچه در بوته

شاخص برداشت عملکرد اقتصادی تحت تأثیر اثر ساده مربوط به دمای کاشت قرار گرفت (جدول ۲). بیشترین میزان شاخص برداشت (۶۴/۶٪) در دمای کاشت ۷/۴ درجه سانتی گراد مشاهده شد و با تأخیر در کاشت و افزایش دمای کاشت شاخص برداشت به صورت معنی داری کاهش یافت. به‌طوری که در دمای کاشت ۱۱ درجه سانتی گراد شاخص برداشت در مقایسه با دمای کاشت ۷/۴ درجه سانتی گراد، حدود ۷٪ کاهش یافت. اثر تراکم کاشت بر شاخص برداشت معنی دار بود و با افزایش تراکم کاشت شاخص برداشت کاهش یافت، با این حال تراکم کاشت ۲۰ بوته و ۴۰ بوته از لحاظ شاخص برداشت تفاوت معنی داری با هم نداشتند. کمترین میزان شاخص برداشت (۵۸/۵٪) در تراکم ۸۰ بوته مشاهده شد که در مقایسه با تراکم ۲۰ بوته ۹/۵٪ کاهش نشان داد (شکل ۵).

www.SID.ir

Archive of SID



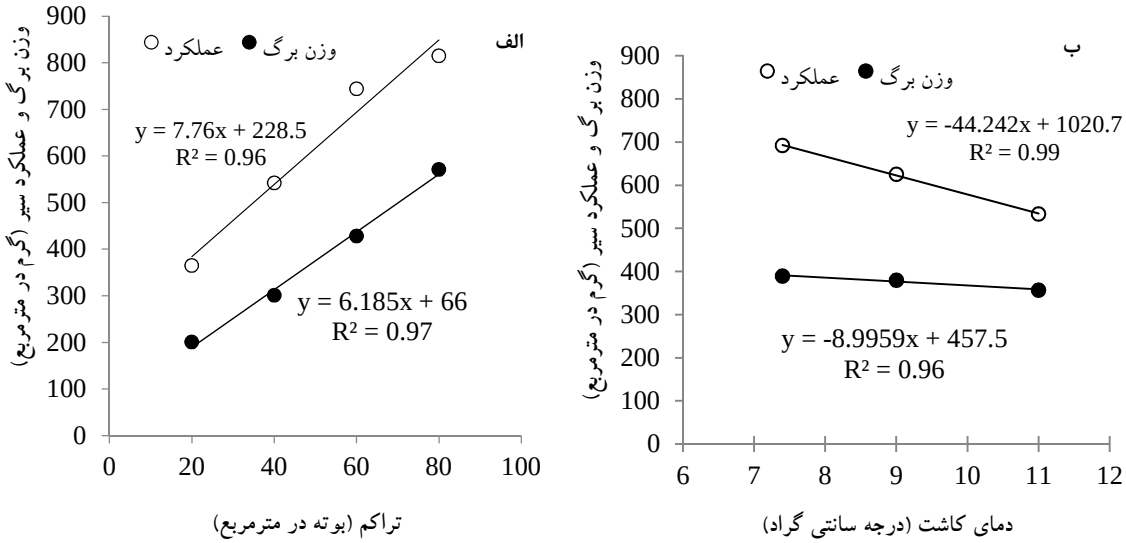
شکل ۵- اثر دمای کاشت و تراکم بوته بر شاخص برداشت عملکرد اقتصادی

بیشترین میزان عملکرد سیر (۹۲۱ گرم در مترمربع) در دمای کاشت ۷/۴ درجه سانتی گراد و با تراکم ۸۰ بوته در مترمربع بدست آمد، در حالی که کمترین عملکرد (۳۱۷ گرم در مترمربع) در دمای کاشت ۱۱ درجه سانتی گراد و تراکم ۲۰ بوته در مترمربع مشاهده شد. روند تغییرات وزن برگ در تیمارهای مختلف تقریباً مشابه با روند تغییرات عملکرد بود. بیشترین میزان وزن برگ (۵۹۶ گرم در مترمربع) در دمای کاشت ۷/۴ درجه سانتی گراد و تراکم ۸۰ بوته مشاهده شد، در حالی‌که کمترین میزان وزن برگ (۱۹۳ گرم در مترمربع) در دمای کاشت ۱۱ درجه سانتی گراد و تراکم ۲۰ بوته مشاهده شد (جدول ۳).

مقایسه اثرهای ساده مربوط به تیمارها نشان داد که با افزایش تراکم کاشت عملکرد سیر و وزن برگ به‌صورت خطی افزایش یافت (شکل ۶- الف). از سوی دیگر با تأخیر در تاریخ کاشت و افزایش دمای کاشت عملکرد سیر و وزن برگ نیز به‌صورت خطی کاهش یافت (شکل ۶- ب). شیب بیشتر خط (مربوط به رابطه دمای کاشت و عملکرد) بیانگر این است که اثر دمای کاشت بر عملکرد سیر بیشتر از تأثیر آن بر رشد برگ بوده است، به‌طوری که در دوره مورد مطالعه به‌طور میانگین به‌ازای هر یک درجه سانتی‌گراد افزایش در دمای کاشت عملکرد سیر بیش از ۴۳۰ کیلوگرم در هکتار کاهش یافت. در صورتی که به‌ازای هر یک درجه سانتی گراد افزایش دمای کاشت وزن برگ برابر ۸۶ کیلوگرم در هکتار کاهش یافت.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۶- اثر دمای کاشت و تراکم بوته بر وزن برگ و عملکرد گیاه سیر

بحث

با تأخیر در تاریخ کاشت و افزایش دمای کاشت بیشتر صفات مورد مطالعه ازجمله ارتفاع گیاه، شاخص برداشت، وزن برگ و عملکرد کاهش یافتند، به طوری که کمترین میزان صفات مورد اشاره در دمای کاشت ۱۱ درجه سانتی گراد مشاهده شد. به عقیده پژوهشگران در بین تیمارهای زراعی تاریخ کاشت بیشترین تأثیر را بر ویژگی‌های فنولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاهان زراعی دارد و با انتخاب تاریخ کاشت بهینه می توان میزان تطابق مراحل رشد گیاه را با شرایط اقلیمی افزایش داد (Saberi & Arazmjoo, 2015).

تأخیر در کاشت بهاره و افزایش دمای محیط در زمان کاشت گیاهان باعث می‌شود که به‌دلیل مواجهه گیاه با دماهای بالا سرعت رشد گیاه افزایش و طول مراحل مختلف فنولوژیکی کاهش یابد. کاهش طول دوره رشد در واقع به مفهوم کاهش جذب تشعشع طی فصل رشد گیاه بوده که این امر به نوبه خود باعث کاهش میزان تولید مواد فتوسنتزی و محدودیت رشد بخش‌های مختلف گیاه می‌شود (Ahmadi *et al.*, 2010). سطح برگ کمتر موجب کاهش دریافت نور خورشید و اُفت بیشتر فتوسنتز می شود و از سوی دیگر محدودیت رشد ریشه باعث می‌شود که میزان دسترسی گیاه به آب و مواد معدنی کاهش یابد و مجموع عوامل یادشده باعث کاهش عملکرد خواهد شد. علاوه‌براین گزارش شده است که تشکیل و نمو پیازهای گیاه سیر تحت تأثیر حرارت و طول روز کنترل می شود و تأخیر کاشت حتی در حد چند هفته نیز می‌تواند منجر به کاهش شدید عملکرد این گیاه شود (Shahidur & Aminul, 2004).

براساس نتایج این آزمایش کاشت در دمای کمتر موجب افزایش ارتفاع بوته و وزن برگ شد. پژوهشگران دیگر نیز گزارش کردند که قرار گرفتن سیر در درجه حرارت پایین باعث افزایش ارتفاع بوته و تحریک رشد رویشی می‌شود و هرچه طول دوره دریافت سرما بیشتر باشد ارتفاع بوته به میزان بیشتری افزایش پیدا خواهد کرد (Wu *et al.*, 2015). اثر مثبت دوره سرما فقط محدود به مراحل ابتدایی رشد نیست، حتی ممکن است با نگهداری سیرچه‌های بذری در انبار سرد نیز شاهد افزایش رشد برگ و ارتفاع در گیاه سیر باشیم (Kamenetsky, 2007). گزارش شده است که قرار گرفتن پیازهای لاله در دمای پایین باعث افزایش تولید

www.SID.ir

Archive of SID

هورمون های اکسین و جیبرلین و به‌دنبال آن افـزایش طـول ساقه و ارتفـاع گیـاه مـی‌شـود (Kurtar & Ayan, 2005). گزارش شده‌است که کاربرد هورمون اکسین باعث بهبود رشد ریشه و بخش هوایی گیاه سیر و در نتیجه افـزایش عملکـرد این گیاه شد (Bidmeshki *et al*., 2012). گیاه سـیر اساسـاً دارای ریشه‌های سطحی و کم‌عمقی است (Stall, 2010) کـه برای استقرار مناسب در زمین نیاز به زمان کافی دارد. تأخیر در کاشت و افزایش دمای محیط باعث می شود گیاه فرصـت کمتری برای رشد و گسترش ریشه در خـاک داشـته باشـد؛ بنابراین جذب آب و عناصر غذایی به شدت تحت تأثیر قرار خواهد گرفت. همان گونه که نتایج ایـن آزمـایش نشـان داد کمترین میزان کلروفیـل و همچنـین محتـوای نسـبی آب در دمای کاشت ۱۱ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد.

در این آزمایش با تـأخیر در تـاریخ کاشـت و افـزایش دمای کاشت شاخص برداشت کاهش یافت که این نتیجـه بـا نتایج برخی پژوهش‌های دیگر مطابقت ندارد. مهمترین دلیل برای این تفاوت آن است که مبنای سنجش شاخص برداشت اقتصادی با توجه به نوع گیاه و هدف تولید متفـاوت اسـت، در حالی‌که در گیاه سیر شاخص برداشت بـر اسـاس نسـبت وزنی پیازهای تولیدشـده بـه عملکـرد بیولوژیـک سـنجیده می شود. در بسیاری از گیاهان این شاخص با تقسیم عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک محاسبه می شود. بـر ایـن اسـاس Sepehri و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند کـه تـأخیر در تاریخ کاشت گیاه همیشه بهار باعث افزایش شاخص برداشت دانه در گیاه همیشه‌بهـار شـد. بـه عقیـده ایـن پژوهشـگران مهمترین دلیـل افـزایش شـاخص برداشـت در کشـت‌هـای دیرهنگام آن است که در ایـن شـرایط رشـد رویشـی گیـاه محدود شده، درنتیجه عملکرد بیولوژیـک (مخـرج کسـر در فرمول محاسبه شاخص برداشت) کاهش می‌یابد.

تعیین تاریخ کاشت مطلـوب هـر گیـاه نقـش مهمـی در دستیابی به بیشترین میـزان عملکـرد دارد. تـأخیر در زمـان کاشت به‌دلیل کاهش طول دوره رشد گیاه و همچنین احتمال برخورد مراحل پایانی رشـد بـا درجـه حـرارت‌هـای بـالا می‌تواند بر رشد و نمو گیاه تأثیر منفی داشته باشد (Javadi *et al*., 2015). ازآنجا که مطالعات قبلی برای تعیین بهتـرین تاریخ کاشت سیر عمدتاً در شرایط کشت پاییزه انجام‌شـده و دامنه زمانی مورد مطالعه آنها از شهریور تا اسفند بوده اسـت (Pazireh *et al*., 2107؛ Sedaghati *et al*., 2016؛ Khodadadi & Nosrati, 2011)؛ بنابراین نتایج آنها بـرای مقایسه و تقویت نتایج ایـن آزمـایش قابـل اسـتناد نیسـت. بدیهی است که تاریخ کاشت مناسب هر گیـاه بـا توجـه بـه دامنه زمانی مورد مطالعه و شـرایط اقلیمـی منطقـه متفـاوت خواهد بود.

با افزایش تراکم تا حد ۶۰ بوته در مترمربع ارتفـاع بوتـه افزایش و در تراکم بـالاتر ارتفـاع بوتـه کـاهش یافـت. در شرایطی که سایر عوامل مؤثر در رشد گیاهـان محدودکننـده نباشند، معمولاً با افزایش تراکم و سایه‌اندازی رقابت گیاهان برای جذب نور بیشتر شده و این امر موجب افزایش ارتفـاع خواهد شد؛ ولی در تراکم های خیلی زیاد بـه‌دلیـل افـزایش رقابت برای جذب آب و عناصر غذایی رشد و ارتفـاع گیـاه کاهش می‌یابد (Kuai *et al*., 2016). به عقیده Koocheki و همکاران (۲۰۱۶) افزایش تراکم موجب افزایش رقابت بـین گیاهان و افزایش ارتفاع آنها برای جذب نـور مـی شـود، در این شرایط بخش بیشتری از مواد فتوسنتزی به برگ و ساقه اختصاص می‌یابـد و همـین امـر موجـب کـاهش شـاخص برداشت می شود. نتایج آزمایشی که در شرایط اقلیمی تبریـز انجام شد نیز نشان داد که با افزایش تراکم کاشت گیـاه پیـاز (*Allium cepa* L.) ارتفاع بوته به‌صورت معنـی‌دار افـزایش یافت (Mirshekari & Mobasher, 2006).

افزایش تراکم باعث شد که شاخص برداشت کاهش یابد. مهمترین دلیل برای کاهش شاخص برداشت این است که بـا افزایش تراکم، رقابت برای جذب منابع بـین بوتـه‌هـا باعـث می‌شود که سیرچه‌های کمتر و سبک‌تری تولید شوند که ایـن امر در نهایت منجر به کاهش شاخص برداشت خواهـد شـد. به‌عبارت دیگر اثرهای منفی افزایش تراکم بـر رشـد بخـش زیرزمینی گیاه سیر بیشتر از اثرهای منفـی بـر انـدام هـوایی بوده است. پژوهشگران دیگر نیز با مطالعـه اثـر تـراکم‌هـای مختلف کاشت گیاه موسیر مشاهده کردند که افـزایش تـراکم

www.SID.ir

Archive of SID

باعث شد عملکرد موسیر به صورت معنی داری کاهش یابد، در حالی‌که میزان رشد اندام هوایی گیاه در همین شرایط تحت تأثیر افزایش تراکم قرار نگرفت و به‌بیان ساده افزایش تراکم کاشت موجب کاهش شاخص برداشت شد (Kheirkhah *et al*., 2016).

با افزایش تراکم، عملکرد سیر در واحد سطح و همچنین وزن برگ در واحد سطح به صورت خطی افزایش یافت، در صورتی که عملکرد تک بوته و وزن برگ تک بوته کاهش یافت. هرچند رابطه خطی بین تراکم و عملکرد در واحد سطح در محصولات مختلف گزارش شده، اما در تراکم های بیشتر از حد مطلوب این رابطه از حالت خطی خارج شده است (Darabi, 2015). اگر افزایش تراکم باعث سایه‌اندازی گیاهان روی یکدیگر و محدودیت آب و عناصر غذایی نشود، موجب افزایش عملکرد در واحد سطح خواهد شد. با این حال این امر لزوماً به مفهوم افزایش عملکرد در تک بوته نیست، زیرا با افزایش تعداد بوته در واحد سطح، مساحت برگ‌های هر گیاه به‌دلیل رقابت و دریافت سهم کمتری از منابع کاهش می‌یابد که همین امر موجب جذب کمتر نور خورشید (در بوته) و به‌دنبال آن کاهش سرعت رشد تک بوته می‌شود (Moradhajati & Shokuhfar, 2016). گزارش شده‌است که افزایش تراکم کاشت گیاه سیر موجب کاهش سطح برگ تک بوته (LA) شده، در صورتی که در همین شرایط شاخص سطح برگ گیاه (LAI) افزایش یافت (Moravčević *et al*., 2011). پژوهشگران دیگر نیز با مطالعه اثر تراکم های مختلف کاشت بر گیاه موسیر گزارش کردند که افزایش تراکم تا حد ۲۰ بوته در مترمربع تأثیری بر وزن پیاز در بوته نداشت؛ در حالی‌که در تراکم ۳۰ بوته در مترمربع وزن پیاز در بوته بیش از ۴۰٪ کاهش یافت (Sabzevari *et al*., 2015). Rostami و Mohammadi (۲۰۱۳) گزارش کردند که با افزایش تراکم کاشت وزن بنه‌های دختری زعفران به‌صورت معنی‌داری کاهش یافت. به عقیده این پژوهشگران تراکم بیشتر باعث می‌شود رطوبت موجود در خاک زودتر تخلیه شود و از این طریق رشد گیاه محدود می‌شود.

به‌عنوان نتیجه‌گیری کلی باید گفت که هر چند عملکرد سیر در کشت بهاره به مقدار قابل توجهی در مقایسه با کشت‌های پاییزه کاهش می‌یابد، ولی از بین دماهای کاشت مورد مطالعه در منطقه بهترین دمای کاشت ۷/۴ درجه سانتی‌گراد بود، زیرا در این شرایط گیاه دوره رشد طولانی‌تر و فرصت بیشتری برای استقرار و استفاده از منابع دارد. با زیاد شدن تراکم کاشت به‌دلیل ایجاد رقابت درون گونه‌ای و کمبود آب و منابع موجود برای بوته‌ها صفات فیزیولوژیک مختلف همانند میزان کلروفیل کل، کلروفیل a و محتوای نسبی آب کاهش یافتند و اثرهای منفی ناشی از این تغییرات در گیاه مشاهده شد. اگرچه افزایش تراکم باعث کاهش عملکرد زیستی تک بوته شد، ولی درنهایت به دلیل تعداد بوته بیشتر در واحد سطح عملکرد سیر افزایش یافت. باوجود اینکه در شرایط تأخیر در کاشت سیر بهترین گزینه برای جبران کاهش عملکرد افزایش تراکم است، ولی از آنجا که افزایش تراکم موجب کاهش تعداد و وزن سیرچه‌ها می شود لازم است در تعیین تراکم مطلوب صفات مؤثر در بازارپسندی این محصول نیز مورد توجه قرار گیرد.

منابع مورد استفاده

- Ahmadi, M., Kamkar, B., Soltani, A., Zeinali, A. and Arabameri, R., 2010. The effect of planting date on duration of phonological phases in wheat cultivars and it's relation with grain yield. Journal of Plant Production (Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources), 7(2): 109-122.
- Bidmeshki, A., Arvin, M.J. and Maghsoudi, K., 2012. Effect of indole-3 butyric acid (IBA) foliar application on growth, bulb yield and allicin of garlic (*Allium sativum* L.) under water deficit stress in field. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 28(3): 567-577.
- 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. Horticultural Science, 39(6): 1272-1277.
- Darabi, A., 2015. Evaluation of the effect of transplant and set methods on bulbing date and growth indices of onion genotypes. Iranian Journal of Horticultural

www.SID.ir

Archive of SID

garlic clones. Pakistan Journal of Biological Sciences, 10(13): 2219-2224.
- Moradhajati, P. and Shokuhfar, A., 2016. Growth analysis, yield and yield components of three barley cultivars (*Hordeum vulgare* L.) under different seeding rates. Journal of Crop Ecophysiology, 10: 461-476.
- Moravčević, D., Bjelić, V., Savić, D., Varga, J.G., Beatović, D., Jelačić, S. and Zarić, V., 2011. Effect of plant density on the characteristics of photosynthetic apparatus of garlic (*Allium sativum* var. *vulgare* L.). African Journal of Biotechnology, 10(71): 15861-15868.
- Naruka, I.S. and Dhaka, R.S., 2001. Effect of row spacing and nitrogen fertilization on growth, yield and composition of bulb in garlic (*Allium sativum* L.) cultivars. Journal of spices and Aromatic crops, 10(2): 111-117.
- Olfati, J.A., Mahdieh-Najafabadi, M.B. and Rabiee, M., 2016. Between-row spacing and local accession on the yield and quality of garlic. Comunicata Scientiae, 7(1): 112-121.
- Pazireh, S., Nezami, A., Kafi, M. and Goldani, M., 2017. The effect of ecotype and planting date on freezing tolerance in garlic medicinal plant (*Allium sativum* L.) under controlled conditions. Environmental Stresses in Crop Sciences, 10(1): 151-162.
- Petropoulos, S., Fernandes, A., Barros, L., Ciric, A., Sokovic, M. and Ferreira, I.C.F., 2017. Antimicrobial and antioxidant properties of various Greek garlic genotypes. Food Chemistry, 245: 7-12.
- Qasim, M., Ashraf, M.M., Jamil, A.M., Rehman, Y.S.U. and Rha, E.S., 2003. Water relations and gas exchange properties in some elite canola (*Brassica napus* L.) lines under salt stress. Annals of Applied Biology, 142(3): 307-316.
- Rostami, M. and Mohammadi, H., 2013. Effects of planting date and corm density on growth and yield of saffron (*Crocus sativus* L.) under Malayer climatic conditions. Agroecology, 5(1): 27-38.
- Saberi, M.H. and Arazmjoo, E., 2015. Effect of sowing date on yield and some of agronomic traits of rapeseed (*Brassica napus*) in Birjand. Journal of Crop Production Research, 7: 1-9.
- Sabzevari, S., Kafi, M., Bannayan, M. and Khazaie, H., 2015. Investigation of thermal requirement, growth and yield characteristics of two species of Persian shallot (*Allium altissimum* and *A. hertifulium*) in different density, bulb weight and flowering stem removing. Agroecology, 6(4): 836-847.
- Sedaghati, A., Kafi, M., Rezvan Bidokhti, S. and Akbari, S., 2016. Effects of planting date and density on yield and yield components and allicin content of two garlic (*Allium sativum* L.) ecotypes. Sciences (Iranian Journal of Agricultural Sciences), 46: 157-168.
- FAO (Food and Agriculture Organization), 2017. FAOSTAT Database. Available at Web site http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC (Accessed: 05 December 2017).
- 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 Journal of Biological Science, 1(4): 206-208.
- Javadi, H., Rezvani Moghaddam, P., Seghatoleslami, M. and Mosavi, G., 2015. Effect of sowing date and plant density on yield and yield components of common purslane (*Protulaca Oleracea* L.). Iranian Journal of Field Crops Research, 15(1): 113-123.
- Kamenetsky, R., 2007. Garlic: botany and horticulture. Horticultural Reviews, 33: 123-172.
- Kheirkhah, M., Mohammadkhani, F., Dadkhah, A. and Ghorbanzadeh Neghab, M., 2016. Above ground growing trends of Persian shallot (*Allium altissimum* Regel.) as affected by different levels of phosphorus application and planting densities. Journal of Crop Ecophysiology, 10(2): 297-310.
- Khodadadi, M. and Nosrati, A.E., 2011. Effect of sowing date and planting density on yield and yield components of white garlic of Hamadan. Seed and Plant Production Journal, 27: 491-500.
- Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., Nourbakhsh, F. and Nehbandani, A., 2016. the effect of planting pattern and density on yield and yield components of sesame (*Sesamum indicum* L.). Iranian Journal of Field Crops Research, 15(1): 31-45.
- Kuai, J., Sun, Y., Zhou, M., Zhang, P., Zuo, Q., Wu, J. and Zhou, G., 2016. The effect of nitrogen application and planting density on the radiation use efficiency and the stem lignin metabolism in rapeseed (*Brassica napus* L.). Field Crops Research, 199: 89-98.
- Kurtar, E.S. and Ayan, A.K., 2005. Effects of gibberellic acid (GA3) and indole acetic acid (IAA) on flowering, stalk elongation and bulb characteristics of tulip (*Tulipa gesneriana* var. *cassini*). Pakistan Journal of Bioogical Sciences, 8: 273-277.
- Lichtenthaler, H.K., 1987. Chlorophyll and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. Methods in Enzymology, 148: 350-382.
- Mirshekari, B. and Mobasher, M., 2006. Effect of sowing date, plant density and onion size on seed yield of Azarshahr Red onion variety in Tabriz. Journal of Agricultural Sciences, 12(2): 397-405.
- Mirzaei, R., Liaghati, H. and Mahdavi Damghani, A.M., 2007. Evaluating yield quality and quantity of garlic as affected by different farming systems and

www.SID.ir

Archive of SID

Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 31(6): 1024-1034.
- Sepehri, A., Mehranrad, T. and Karami, A., 2015. Effect of planting date and plant density on yield, harvest index and calendic acid content of two varieties of marigold (*Calendula officinalis* L.) in Arak. Journal of Agricultur Science and sustainable production, 25(1): 1-12.
- Shahidur, M. and Aminul, M., 2004. Effect of planting date and gibberllic acid on the growth and yield of garlic (*Allium sativum* L.). Asian Journal of Plant Science, 3(3): 344-352.
- Stall, W.M., 2010. Weed control in bulb crops (onion, leek, garlic and shallot). Horticultural Sciences, 193: 1-3.
- Subrata, C., Chattopadhyay, P.K. and Hassan, M.A., 2010. Dynamics of growth and yield of garlic in variable planting time and applied nutrient. Indian Journal of Horticulture, 67(3): 348-352.
- Wu, C., Wang, M., Dong, Y., Cheng, Z. and Meng, H., 2015. Growth, bolting and yield of garlic (*Allium sativum* L.) in response to clove chilling treatment. Scientia Horticulturae, 194: 43-52.
- Zare Abyaneh, H., Bayat Varkeshi, M., Ghasemi, A., Marofi, S. and Amiri Chayjan, R., 2011. Determination of water requirement, single and dual crop coefficient of garlic (*Allium sativum*) in the cold semi-arid climate. Australian Journal of Crop Science, 5(8): 1050-1054.

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of plant density and temperature on yield and morpho-physiological traits of garlic (*Allium sativum* L.)

M. Rostami[1*] and H. Mohammadi[2]

1*- Corresponding author, Department of Agronomy, Malayer University, Malayer, Iran, E-mail: m.rostami@malayeru.ac.ir
2- Department of Agronomy, Malayer University, Malayer, Iran

Received: January 2018 Revised: July 2018 Accepted: July 2018

Abstract

In order to investigate the effects of different temperatures and also plant density on yield and some of morpho-physiological traits of garlic (*Allium sativum* L.), a split plot experiment was conducted based on randomized complete blocks design with three replications. Experimental treatments were three spring planting temperatures (7.4, 9 and 11°C) and four planting densities (20, 40, 60 and 80 plant m^{-2}). Based on results, the interaction effect of experimental treatments on garlic yield, leaf weight, plant height, total chlorophyll and carotenoids was significant whereas for harvest index, number of produced cloves in plant, chlorophyll a and relative water content only the effects of temperature and plant density were significant. The highest garlic yield (921 $g.m^{-2}$) was observed in planting temperature of 7.4°C with a density of 80 plants m^{-2}, but the lowest yield (317 $g.m^{-2}$) was obtained in the planting temperature of 11°C with the lowest plant density. The same results were also observed for leaf weight. The highest amount of chlorophyll (2.52 mg.g FW^{-1}) was observed in the planting temperature of 9°C with the density of 20 plants m^{-2}but the planting density of 80 plants m^{-2} in the planting temperature of 11°C resulted in the lowest amount of total chlorophyll (2.07 mg.g FW^{-1}). The highest harvest index was related to the planting temperature of 7.4°C, and with delay in planting date, this index was reduced significantly. The lowest number of cloves per plant (3.64) was related to the planting temperature of 11°C. Increasing plant density also decreased the number of produced cloves by 14 percent. The best planting temperature for the highest garlic yield was 7.4°C. Although in all of the planting temperature treatments, increasing the plant density resulted in higher garlic yield, the positive effects of higher densities were mainly observed in the planting temperature of 7.4°C.

Keywords: Harvest index, Chlorophyll, medicinal plants, relative water content.

www.SID.ir