دوماهنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران
جلد ۳۰، شماره ۴، صفحه ۶۳۳-۶۲۱ (۱۳۹۳)

تأثیر تراکم بوته بر صفات مرفولوژیک و زراعی ژنوتیپ‌های بزرک دارویی (*Linum usitatissimum* L.)

علی تدین[1*]، شهرام ترابیان[2] و محمود رضا تدین[3]

۱*- نویسنده مسئول، دانشیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، پست الکترونیک: Tadayyon.sku@gmail.com

۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

۳- دانشیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

تاریخ دریافت: فروردین ۱۳۹۱ تاریخ اصلاح نهایی: آذر ۱۳۹۱ تاریخ پذیرش: آذر ۱۳۹۱

چکیده

به‌منظور بررسی ویژگی‌های مرفولوژیک و زراعی ژنوتیپ‌های مختلف بزرک دارویی (*Linum usitatissimum* L.) در تراکم‌های مختلف بوته، یک آزمایش مزرعه‌ای به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه اجرا گردید. تراکم‌های مختلف ۳۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ بوته در مترمربع به‌عنوان فاکتور اول و چهار ژنوتیپ بزرک ایرانی، استرالیایی، کانادایی و فرانسوی به‌عنوان فاکتور دوم منظور گردید. نمونه‌برداری در سه مرحله رشد رویشی، ۵۰٪ گل‌دهی و رسیدگی فیزیولوژیک انجام شد. نتایج نشان داد که تراکم بوته اثر معنی‌داری بر میانگین صفات ارتفاع، وزن ماده خشک هوایی گیاه در مرحله رشد رویشی، ارتفاع، قطر ساقه، وزن خشک در مرحله ۵۰٪ گل‌دهی، ارتفاع، قطر ساقه، تعداد شاخه فرعی و وزن خشک در مرحله رسیدگی داشت. درضمن صفات تعداد کپسول در بوته، وزن هزاردانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت نیز تحت تأثیر تراکم بوته قرار گرفت. ژنوتیپ‌های مختلف بزرک اثر معنی‌داری روی صفات ارتفاع، قطر ساقه و تعداد شاخه فرعی در هر سه برداشت داشت. صفات تعداد کپسول در بوته، تعداد بذر در کپسول، وزن هزاردانه، عملکرد دانه، شاخص برداشت و تعداد روز تا ۵۰٪ گل‌دهی و رسیدگی فیزیولوژیک نیز تحت تأثیر معنی‌دار ژنوتیپ‌های بزرک قرار گرفت. حداکثر عملکرد دانه با میانگین ۸۹۹ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار ۱۰۰۰ بوته در مترمربع بود. ژنوتیپ ایرانی بزرک، با تولید میانگین ۶/۴۰ بذر در کپسول، تولید میانگین ۱۳۷۵ کیلوگرم بذر در هکتار، میانگین شاخص برداشت ۲۱/۲۳، بیشترین و با میانگین ۶۵ روز تا ۵۰٪ گل‌دهی و ۱۲۳ روز تا رسیدگی فیزیولوژیک دیررس‌ترین ژنوتیپ بود.

واژه‌های کلیدی: ژنوتیپ‌های بزرک، تراکم، رسیدگی فیزیولوژیک، عملکرد دانه، مرحله ۵۰٪ گل‌دهی.

مقدمه

کتان با نام علمی *Linum usitatissimum* و نام انگلیسی flax (کتان لیفی) و یا linseed (کتان روغنی)، گیاهی یکساله از خانواده کتان (Linaceae) می‌باشد (Tadesse *et al.*, 2009). طول دوره رشد گیاه کتان در مناطق مناسب در کشت بهاره ۹۰ تا ۱۵۰ روز و در کشت پاییزه تا ۲۵۰ روز می‌رسد. به‌طور کلی کتان گیاهی روز بلند است و هر گاه طول روز ۱۴ تا ۱۸ ساعت باشد گل‌دهی گیاه در مدت ۱۰ تا ۱۵ روز انجام و به اتمام خواهد رسید (امیدبیگی، ۱۳۷۹؛ خواجه‌پور، ۱۳۸۳؛ Omidbaigi *et al.*, 2001؛ Bernath, 1993).

در سال‌های اخیر اثرات مفید روغن بزرک بر سلامتی انسان مورد بررسی قرار گرفته است (Green, 2000). امروزه توجه زیادی به مصرف روغن امگا ۳ در دنیا شده‌است. این ماده علاوه بر آبزیان در برخی از گونه‌های گیاهی مانند بزرک نیز یافت می‌شود. امگا ۳ اثرات مضر چربی‌های حیوانی را ندارد (Thompson *et al.*, 1996) و باعث کاهش کلسترول بد (LDL) و تری‌گلیسرید خون می‌شود (Paschos *et al.*, 2007). از دیگر اثرات مفید آن،

Archive of SID

www.SID.ir

کاهش تشکیل کلون‌های سرطانی (Silva, 2005؛ Chen *et al*., 2006؛ Denis *et al*., 1999) و جلوگیری از سرطان سینه می‌باشد. در کل کاربرد روغن بزرک حاصل از دانه به‌عنوان یک داروی ارزشمند و مصرف بذر آن در تغذیه انسان مورد بررسی قرار گرفته است (Wang *et al*., 2007).

باوجوداین، در بسیاری از مناطق ایران هنوز گیاه بزرک برای کشاورزان ناشناخته است و کشت آن چندان معمول نیست (خواجه‌پور، ۱۳۸۳). در سال‌های اخیر مطالعاتی اگرونومیکی محدودی بر روی گیاه بزرک در کشور آغاز شده است (خواجه‌پور، ۱۳۸۳).

رشد و نمو گیاهان به‌طور مستقیم تحت تأثیر تراکم بوته یا فضای قابل دسترسی برای گیاهان قرار می‌گیرد و واکنش گیاهان به تراکم‌های کاشت متفاوت بستگی به گونه گیاهی دارد (Leitch & Sahi, 1999). گیاه بزرک قادر است از طریق تولید شاخه فرعی و کپسول بیشتر به تغییر تراکم واکنش نشان داده و باوجود این توانایی در تراکم‌های کاشت بسیار پایین و غلبه علف هرز عملکرد دانه را کاهش دهد (Leitch & Sahi, 1999). تراکم بوته مناسب در هر منطقه می‌تواند تحت تأثیر فاکتورهای محیطی مؤثر بر استقرار گیاه قرار گیرد. همچنین ژنوتیپ‌های بزرک از لحاظ اندازه بذر، تعداد شاخه فرعی و مقاومت به ورس با یکدیگر متفاوت و در نتیجه میزان بذر مطلوب برای کشت ممکن است متفاوت باشد (Gubbles & Kenaschuk, 1989). در برخی منابع تراکم مناسب برای کتان روغنی ۸۰۰ بوته در مترمربع گزارش شده‌است (خواجه‌پور، ۱۳۸۳)، اگرچه در استرالیا تراکم‌های ۴۹۸، ۸۰۷، ۱۰۶۱، ۱۳۴۴ و ۱۹۳۲ بوته در مترمربع مورد بررسی قرار گرفت و تفاوت معنی‌داری در عملکرد کتان نشان نداده‌است (Lisson & Mendham, 2000)، اما عملکرد دانه با افزایش تراکم کاشت از ۵۰۰ به ۷۰۰ بذر در مترمربع از ۱۱۳۵ به ۱۲۷۹ کیلوگرم در هکتار افزایش معنی‌داری را نشان داد، به‌طوری که با افزایش تراکم به ۹۰۰ بذر در مترمربع اثر معنی‌داری بر افزایش عملکرد دانه نداشت (Mohammadi Mirik *et al*., 2009). البته بین ژنوتیپ‌های مورد مقایسه شده نیز در صفات زراعی اندازه‌گیری شده تفاوت معنی‌داری وجود داشت.

اثر تراکم بوته بر عملکرد و اجزاء عملکرد و دیگر صفات زراعی بزرک در منطقه شهرکرد مطالعه‌ای انجام نشده است. بنابراین نظر به اهمیت تولید و استفاده از روغن‌های خوراکی با کیفیت بالا از گیاه بزرک و مصرف دانه آن در تغذیه انسان و با توجه به سازگاری این گیاه در شرایط اقلیم معتدل و خنک و فراهم بودن شرایط مناسب اقلیمی استان چهارمحال و بختیاری، بررسی ویژگی‌های زراعی و مورفولوژیک ژنوتیپ ایرانی و مقایسه آن با ژنوتیپ‌های خارجی بزرک در تراکم‌های مختلف کشت آن می‌تواند گام مؤثری را در معرفی، عادت به مصرف دانه در تغذیه و خودکفایی این محصول را در این استان فراهم آورد.

مواد و روشها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد در سال ۱۳۸۹ اجرا گردید. براساس طبقه‌بندی کوپن، شهرکرد دارای اقلیم معتدل و سرد با تابستان‌های گرم و خشک می‌باشد. خاک مزرعه دارای بافت لومی رسی، جرم مخصوص ظاهری ۱/۴ گرم بر سانتی‌مترمکعب، pH = ۸ و EC = ۱/۱۰۴ دسی زیمنس بر متر می‌باشد. میانگین بارندگی و دمای سالیانه به‌ترتیب ۱۴۰ میلی‌متر و ۱۴/۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. این پژوهش به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. چهار ژنوتیپ بذر بزرک خوراکی (استرالیا، کانادا، فرانسه و ایران) به‌عنوان فاکتور اول و سه تراکم بوته (۳۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ بوته در مترمربع) به‌عنوان فاکتور دوم لحاظ گردید. بذر ژنوتیپ‌های خارجی به‌طور مستقیم از کشورهای مربوطه و ژنوتیپ ایرانی از شرکت پاکان بذر اصفهان خریداری شد. البته مشخصات ژنوتیپی ژنوتیپ‌های استفاده شده در اختیار نمی‌باشد. آزمایش در کرت‌های آزمایش به طول ۱/۵ و عرض ۲ متر کشت شد. هر کرت شامل ۱۰ ردیف کاشت به طول ۲ متر و فاصله ردیف‌های کاشت ۱۰ سانتی‌متر بود. برای ایجاد تراکم‌های مورد نظر ابتدا کشت در تمامی کرت‌ها با تراکم کافی به‌طور یکسان انجام گردید و بعد در مرحله استقرار گیاهک‌ها و رفع عوامل نامساعد با عمل تنک دستی، فاصله بوته‌ها روی ردیف تنظیم شد. فواصل کشت روی ردیف برای تراکم‌های ۳۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ به‌ترتیب ۳، ۲ و ۱ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. فاصله بین ردیف‌ها ۱۰ سانتی‌متر لحاظ گردید. به‌منظور تهیه بستر کشت، ابتدا در زمین مورد کشت که در سال قبل در تناوب آیش بود شخم متوسط زده شد و عناصر مورد نیاز براساس آنالیز

Archive of SID

www.SID.ir

خاک و توصیه کودی در محل کشت، ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع اوره، ۶۰ کیلوگرم فسفر (P_2O_5) فسفر در هکتار از مبع سوپرفسفات تریپل و ۷۰ کیلوگرم پتاس (K_2O) از منبع سولفات‌پتاسیم در هکتار براساس مساحت مورد کشت به خاک اضافه شد و توسط دیسک زیر خاک گردید. ۵۰٪ نیتروژن مورد نیاز قبل از کاشت و ۵۰٪ بقیه به‌صورت سرک قبل از گل‌دهی به‌خاک اضافه و کرت‌بندی زمین پس از کوددهی انجام گردید. عملیات داشت شامل آبیاری با فاصله ۷ تا ۱۰روز طی مراحل رشد گیاه و مبارزه با علف‌های هرز بعد از آبیاری به‌صورت دستی انجام شد. به‌منظور برداشت با قهوه‌ای شدن نیمی از کپسول‌ها آبیاری قطع گردید.

نمونه‌برداری در ۳ مرحله رشد رویشی، ۵۰٪ گلدهی و رسیدگی فیزیولوژیک (رسیدگی کامل) در مساحت کوادرات ۲۵ × ۲۵ سانتی‌متر در هر کرت آزمایشی برای هر ژنوتیپ به‌صورت مجزا انجام شد. زمان رسیدگی کامل برای هر ژنوتیپ هنگامی که حدود ۷۰٪ کپسول‌ها در هر کرت آزمایشی قهوه‌ای شدند و در این مرحله با تکان دادن بوته‌ها، صدای حرکت دانه‌ها در کپسول شنیده می‌شد، تعیین گردید. صفات مورد مطالعه در دو مرحله رشد رویشی و ۵۰٪ گل‌دهی، ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی در بوته، قطر ساقه در پایین‌ترین قسمت ساقه نزدیک زمین (با استفاده از کولیس) و وزن خشک اندام هوایی و در مرحله رسیدگی کامل تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، تعداد دانه در بوته، میزان عملکرد در هکتار، وزن هزاردانه، تعداد روز تا ۵۰٪ گل‌دهی، تعداد روز تا رسیدگی و شاخص برداشت بودند. اندازه‌گیری صفات براساس میانگین ۱۰ بوته به‌صورت تصادفی در هر کوادرات انتخاب شد. برای محاسبه وزن ماده خشک بوته‌ها، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد خشکانده شده و بعد توزین گردیدند. در این آزمایش با توجه به مقدار کل ماده خشک تولیدی و عملکرد کتان در کوادرات شاخص برداشت محاسبه گردید. شاخص برداشت نیز از طریق فرمول ۱۰۰ × (عملکرد بیولوژیک/ عملکرد اقتصادی) محاسبه شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS آنالیز شد. میانگین‌های معنی‌دار شده با آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ مورد مقایسه آماری قرار گرفت.

نتایج

در این آزمایش تغییرات ارتفاع، قطر ساقه، تعداد شاخه فرعی در بوته و میزان ماده خشک قسمت هوایی گیاه در سه مرحله رشد رویشی، ۵۰٪ گل‌دهی و مرحله رسیدگی مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. سایر پارامترها شامل: تعداد کپسول در گیاه، تعداد دانه در کپسول، عملکرد دانه در هکتار، وزن هزاردانه، روز تا ۵۰٪ گل‌دهی، روز تا رسیدگی و شاخص برداشت فقط در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی انجام گردید.

ارتفاع بوته

ارتفاع گیاه به‌طور معنی‌داری ($p \geq 0.01$) تحت تأثیر تراکم بوته در هر سه مرحله رشد رویشی، ۵۰٪ گل‌دهی و رسیدگی فیزیولوژیکی قرار گرفت. میانگین ارتفاع گیاه در تراکم ۱۰۰۰ بوته در مترمربع در مرحله اول برداشت با میانگین ارتفاع ۳۰/۰۸ سانتی‌متر، در مرحله دوم برداشت با میانگین ارتفاع ۳۹/۹۹ سانتی‌متر و در مرحله سوم برداشت با میانگین ارتفاع ۴۶/۳۳ سانتی‌متر به‌طور معنی‌داری بلندتر از تراکم ۳۰۰ بوته در مترمربع بود (جدول ۱). به‌علاوه اینکه مطابق نتایج موجود در جدول ۱، در مرحله رشد رویشی و ۵۰٪ گل‌دهی اختلاف معنی‌داری بین تراکم ۵۰۰ و ۱۰۰۰ بوته در مترمربع مشاهده نگردید، در صورتی‌که در مرحله رسیدگی تفاوت معنی‌داری بین تراکم‌های ۵۰۰ و ۱۰۰۰ بوته در هکتار ملاحظه گردید.

ارتفاع گیاه در ژنوتیپ‌های مختلف بزرک نیز تفاوت بسیار معنی‌داری را در هر سه مرحله رشد نشان داد. ژنوتیپ کانادا در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها دارای بلندترین و ژنوتیپ استرالیا کوتاه‌ترین ارتفاع را در تمام مراحل داشتند (جدول ۲). در مرحله رشد رویشی، میانگین ارتفاع در ژنوتیپ‌های فرانسه و استرالیا اختلاف معنی‌داری نداشته‌اند ولی با ژنوتیپ ایرانی اختلاف معنی‌داری را نشان دادند (جدول ۲). بلندترین ارتفاع در مرحله ۵۰٪ گل‌دهی نیز به ترتیب در ژنوتیپ‌های کانادا، فرانسه، استرالیا و ایران بود و بین ژنوتیپ استرالیا و ایران اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک طویل‌ترین میانگین ارتفاع بعد از ژنوتیپ کانادا به‌ترتیب ژنوتیپ‌های ایران، فرانسه و استرالیا را به خود اختصاص دادند و بین ژنوتیپ‌ها کانادا و ایران اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین بین ژنوتیپ ایران

Archive of SID

www.SID.ir

و فرانسه اختلاف معنی‌دار نبود ولی بین ژنوتیپ‌های کانادا و فرانسه اختلاف معنی‌دار بود (جدول ۲). اثر متقابل تراکم و ژنوتیپ بر ارتفاع گیاه در مرحله رشد رویشی و مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی تفاوت معنی‌داری ($p \geq 0.05$) را نشان داد. در مرحله رشد رویشی، ژنوتیپ کانادا در تراکم ۵۰۰ مترمربع با ارتفاع حدود دو برابر ژنوتیپ ایران در تراکم ۳۰۰ بوته در مترمربع را تولید کرد (شکل ۱). در این مرحله بقیه ژنوتیپ‌ها در تراکم‌های مختلف در بین این دو دامنه قرار داشتند. در صورتی‌که در مرحله رسیدگی، بلندترین ارتفاع متعلق به ژنوتیپ‌ها کانادا و ایران در تراکم ۱۰۰۰ بوته در مترمربع و کوتاه‌ترین آن در ژنوتیپ استرالیا در هر سه تراکم ۳۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ بوته در مترمربع ملاحظه گردید (جدول ۳).

قطر ساقه

تراکم بوته اثر معنی‌داری ($p \geq 0.01$) روی قطر ساقه در مراحل ۵۰٪ گل‌دهی و رسیدگی فیزیولوژیک داشت. در هر دو مرحله رشد ۵۰٪ گل‌دهی و رسیدگی، ضخیم‌ترین میانگین قطر ساقه (به‌ترتیب با میانگین ۱/۶۳ و ۲/۰۱ میلی‌متر) در تراکم ۳۰۰ بوته در مترمربع و نازک‌ترین آن (به‌ترتیب با میانگین ۱/۲۴ و ۱/۴۴ میلی‌متر) در تراکم بوته ۱۰۰۰ بوته در مترمربع مشاهده گردید (جدول ۱). تراکم ۱۰۰۰ بوته در مترمربع نیز در هر دو مرحله نمونه‌برداری در مقایسه با تراکم ۳۰۰ بوته در مترمربع تفاوت معنی‌داری را نشان داد (جدول ۱). علاوه بر این، مطابق نتایج موجود در جدول ۱، در مرحله رشد ۵۰٪ گل‌دهی و رسیدگی فیزیولوژیک اختلاف معنی‌داری نیز بین تراکم ۵۰۰ و ۱۰۰۰ بوته در مترمربع مشاهده گردید.

قطر ساقه در ژنوتیپ‌های مختلف نیز تفاوت بسیار معنی‌داری را در هر سه مرحله رشد نشان داد. بیشترین قطر ساقه در دو مرحله ۵۰٪ گلدهی و رسیدگی فیزیولوژیک به‌ترتیب با میانگین ۱/۷۴ و ۲/۰۸ میلی‌متر متعلق به ژنوتیپ ایران بود و کمترین آن به ژنوتیپ کانادا تعلق داشت (جدول ۲). در مرحله رشد رویشی، بیشترین قطر ساقه با میانگین ۱/۱۲ میلی‌متر در ژنوتیپ کانادا بود که با ژنوتیپ ایرانی اختلاف معنی‌داری نشان نداد، در حالی‌که ژنوتیپ استرالیا از نظر آماری کمترین قطر ساقه را در این مرحله به خود اختصاص داد (جدول ۲). افزایش قطر ساقه در تمام ژنوتیپ‌ها با افزایش رشد گیاه بزرک افزایش یافته، به نحوی که قطر ساقه در ژنوتیپ ایران در مرحله رسیدگی تا میزان دو برابر نسبت به مرحله رویشی افزایش یافته‌بود.

اثر متقابل تراکم و ژنوتیپ بر قطر ساقه در مرحله رشد ۵۰٪ درصد گل‌دهی و رسیدگی فیزیولوژیکی تفاوت معنی‌داری ($p \geq 0.05$) را نشان داد. بیشترین قطر ساقه در ژنوتیپ ایران با تراکم ۳۰۰ بوته در مترمربع در هر دو مرحله ۵۰٪ گل‌دهی (شکل ۲) و رسیدگی بدست آمد (جدول ۳). کمترین قطر ساقه در تراکم ۱۰۰۰ بوته در ژنوتیپ کانادا در هر دو مرحله آخر رشد مشاهده گردید. افزایش قطر ساقه در سایر ژنوتیپ‌ها در تراکم‌های مختلف، کمتر از ژنوتیپ ایران و بیشتر از ژنوتیپ کانادا بود.

تعداد شاخه فرعی در بوته

در بین سه مرحله رشد، تعداد شاخه فرعی تولید شده در تراکم‌های مختلف فقط در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی اختلاف بسیار معنی‌داری را نشان داد. بیشترین تعداد شاخه فرعی در این مرحله با میانگین ۳/۳۸ عدد در تراکم بوته ۳۰۰ و کمترین آن با میانگین ۲/۵۳ عدد در تراکم ۱۰۰۰ در مترمربع بدست آمد (جدول ۱). تعداد شاخه فرعی در تراکم ۵۰۰ بوته در مترمربع با میانگین ۲/۸۲ عدد به‌طور معنی‌داری کمتر از تراکم ۳۰۰ بوته در مترمربع و بیشتر از تراکم ۱۰۰۰ بوته در مترمربع بود (جدول ۱).

ژنوتیپ‌های مختلف بزرک در هر سه مرحله رشد رویشی، گل‌دهی و رسیدگی اختلاف بسیار معنی‌داری بر تعداد شاخه فرعی در هر بوته نشان دادند. در هر سه مرحله رشدی، ژنوتیپ‌های بزرک ایرانی و فرانسوی به‌طور معنی‌داری بیشترین شاخه فرعی را تولید کردند (جدول ۲). در میانگین تعداد شاخه فرعی در ژنوتیپ‌های استرالیا و کانادا در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی اختلاف معنی‌داری دیده نشد (جدول ۲).

اثر متقابل ژنوتیپ و تراکم در سطح ۵٪ فقط در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک معنی‌دار شد. در این مرحله از رشد ژنوتیپ بزرک ایرانی در تراکم ۳۰۰ بوته در مترمربع با میانگین ۴/۱ عدد بیشترین تعداد شاخه فرعی و ژنوتیپ کانادایی با میانگین ۲ عدد کمترین تعداد شاخه فرعی در بوته را در تراکم ۱۰۰۰ بوته در مترمربع را به خود اختصاص داد (جدول ۳). در مرحله رسیدگی، بین

Archive of SID

www.SID.ir

ژنوتیپ‌های مختلف ژنوتیپ بزرگ استرالیایی در هیچ‌یک از تراکم‌های ۳۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ بوته در هر مترمربع اختلاف معنی‌داری از نظر تعداد شاخه فرعی مشاهده نشد، در حالی‌که در سایر ژنوتیپ‌ها در تراکم‌های بالاتر شاخه فرعی کمتری تولید گردید (جدول ۳).

ماده خشک هوایی گیاه

نتایج نشان داد که تراکم بوته در مترمربع اثر معنی‌داری ($p \geq 0.01$) روی وزن ماده خشک در دو مرحله رشد رویشی و رسیدگی فیزیولوژیک دارد. روند تغییرات ماده خشک در تراکم‌های مختلف در این دو مرحله یکسان بود، به نحوی که بیشترین میانگین وزن خشک در بوته با میانگین به‌ترتیب ۲۱/۴۲ و ۳۸/۴۳ گرم در بوته مربوط به تراکم ۱۰۰۰ بوته در مترمربع و کمترین آن به‌ترتیب با میانگین ۱۴/۶۳ و ۲۵/۹۲ گرم در بوته در تراکم ۳۰۰ بوته در مترمربع بود (جدول ۱). میزان ماده خشک در مرحله رشد رویشی در تراکم ۵۰۰ مترمربع با میانگین ۱۷/۹۴ گرم در بوته به‌طور معنی‌داری بیشتر از تراکم ۳۰۰ بوته و کمتر از تراکم ۱۰۰۰ بوته در مترمربع بود (جدول ۱).

در این آزمایش، تیمار ژنوتیپ فقط در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی اثر معنی‌داری ($p \geq 0.01$) روی وزن ماده خشک تولیدی داشت. براساس نتایج موجود در جدول ۲، ژنوتیپ بزرگ ایرانی با میانگین ۳۹/۵۵ گرم ماده خشک در بوته بیشترین و ژنوتیپ استرالیایی با ۲۶/۸۲ گرم کمترین ماده خشک در بوته را تولید کرده‌است. میزان ماده خشک تولید شده در این مرحله در ژنوتیپ‌های کانادا و فرانسه به‌طور معنی‌داری کمتر از ژنوتیپ بزرگ ایرانی بود (جدول ۲). ضمناً در هیچ یک از مراحل نمونه‌برداری، اثر متقابل بین تراکم و ژنوتیپ معنی‌دار نشد.

تعداد کپسول در بوته

تراکم بوته اثر معنی‌داری ($p \geq 0.01$) روی تعداد کپسول تولیدی در بوته در برداشت نهایی نشان داد. میانگین تعداد کپسول در بوته به‌ترتیب با میانگین ۱۱/۲۱ و ۱۱/۲۴ عدد در تراکم‌های ۵۰۰ و ۱۰۰۰ بوته در مترمربع به‌طور معنی‌داری با میانگین ۸/۷۴ عدد بیشتر از تراکم ۳۰۰ بوته در مترمربع بود (جدول ۴). البته بین تراکم ۵۰۰ و ۱۰۰۰ بوته در مترمربع از نظر تعداد کپسول تولیدی در بوته تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۴).

تیمار ژنوتیپ نیز اثر معنی‌داری ($p \geq 0.01$) را روی تعداد کپسول در بوته در مرحله برداشت نشان داد. میانگین تعداد کپسول در بوته در ژنوتیپ‌های فرانسوی و ایرانی بزرگ به‌طور معنی‌داری به‌ترتیب با میانگین ۱۱/۸۱ و ۱۱/۳۳ عدد بالاترین و ژنوتیپ کانادایی با میانگین ۸/۵۵ عدد کمترین بود (جدول ۵). اثر متقابل بین تراکم و ژنوتیپ در مرحله رسیدگی از نظر میانگین تعداد کپسول تولیدی در بوته در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌دار بود. بالاترین میانگین تعداد کپسول در بوته را ژنوتیپ ایرانی در تراکم ۵۰۰ و ۱۰۰۰ بوته در مترمربع به‌ترتیب با میانگین ۱۲/۷ و ۱۲/۹ بذر در بوته تولید کرد و کمترین آن با میانگین ۶/۴ عدد در ژنوتیپ کانادا در تراکم ۳۰۰ بوته در مترمربع بود (جدول ۳). سایر ژنوتیپ‌ها در تراکم‌های مختلف در محدوده بین دو ژنوتیپ بزرگ ایرانی و کانادایی قرار داشتند (جدول ۳).

تعداد بذر در کپسول

اگرچه از نظر آماری تعداد بذر در کپسول در هر بوته در تراکم‌های مختلف اثر معنی‌داری را نشان نداد، ولی میانگین تعداد بذر در کپسول از نظر عددی با میانگین ۵/۲۴ بذر در هر کپسول در تراکم ۵۰۰ بوته در مترمربع حداکثر بود (جدول ۴). در این آزمایش میانگین تعداد بذر در کپسول تحت تأثیر تراکم قرار نگرفت. البته تیمار ژنوتیپ بر تعداد بذر در کپسول اختلاف معنی‌داری را نشان داد، به نحوی که ژنوتیپ ایرانی بزرگ با میانگین ۶/۴۰ بذر در کپسول از نظر آماری حداکثر میانگین بذر در کپسول و ژنوتیپ استرالیایی با میانگین ۳/۶۶ بذر حداقل بذر در کپسول را تولید کردند (جدول ۵). ژنوتیپ‌های کانادایی و فرانسوی از نظر تعداد بذر در کپسول با هم تفاوت معنی‌داری نداشته و در مرتبه بعد از ژنوتیپ ایرانی قرار گرفتند (جدول ۵). به‌طوری که اثر متقابل ژنوتیپ و تراکم در تعداد بذر تولیدی در کپسول معنی‌دار نشد.

وزن هزاردانه

تراکم بوته بر وزن هزاردانه بذر تأثیر معنی‌داری را نداشت، در صورتی‌که تیمار ژنوتیپ در این صفت اثر معنی‌داری را نشان داد. بیشترین میانگین وزن هزاردانه با ۵/۳۷ گرم در ژنوتیپ استرالیا و کمترین آن با ۴/۱۳ گرم در ژنوتیپ کانادا مشاهده گردید (جدول ۵). از نظر آماری ژنوتیپ ایرانی و فرانسوی بزرگ به‌ترتیب با میانگین ۴/۷۲

Archive of SID

www.SID.ir

و ۴/۶۷ گرم دارای وزن هزاردانه یکسانی بودند و از نظر مقدار در مرتبه بعد از ژنوتیپ استرالیایی قرار داشتند (جدول ۵). صفت وزن هزاردانه در تیمار اثر متقابل بین تراکم و ژنوتیپ معنی‌دار نگردید. البته وزن هزاردانه بزرک در این آزمایش واکنش معنی‌داری نسبت به تراکم بوته در مترمربع نشان نداد.

عملکرد دانه

میزان عملکرد دانه در تراکم‌های مختلف کاشت ۳۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ بوته در مترمربع با هم اختلاف معنی‌داری ($p \geq 0.01$) را نشان دادند، به نحوی که میانگین عملکرد بدست آمده در تراکم ۵۰۰ بوته نزدیک به دو برابر نسبت به تراکم ۳۰۰ بوته در مترمربع افزایش نشان داده‌است (جدول ۴). همچنین عملکرد دانه در تراکم ۱۰۰۰ مترمربع بیش از دو برابر نسبت به تراکم ۳۰۰ بوته در مترمربع افزایش داشته‌است (جدول ۵). ژنوتیپ‌های مختلف بزرک نیز اثر بسیار معنی‌داری روی عملکرد دانه در هکتار نشان دادند. تمامی ژنوتیپ‌های بزرک از نظر عملکرد دانه تفاوت معنی‌داری را باهم نشان دادند، به نحوی که میانگین عملکرد دانه به‌ترتیب با ۱/۴ تن، ۵۰۰، ۴۶۷ و ۴۰۱ کیلوگرم در هکتار در ژنوتیپ‌های ایرانی، فرانسوی، استرالیایی و کانادایی بود (جدول ۵). البته بالاترین میزان تولید دانه در هکتار در ژنوتیپ ایرانی نزدیک به سه برابر بیشتر از ژنوتیپ کانادایی بود.

اثر متقابل ژنوتیپ و تراکم برای صفت عملکرد دانه در مرحله رسیدگی در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. بالاترین عملکرد دانه متعلق به ژنوتیپ بزرک ایرانی در تراکم ۱۰۰۰ بوته در مترمربع و کمترین آن در ژنوتیپ استرالیا در تراکم ۳۰۰ بوته در مترمربع بود (جدول ۳). عملکرد دانه برای ژنوتیپ ایرانی در تراکم ۵۰۰ مترمربع نیز به‌طور معنی‌داری با سایر تراکم‌ها متفاوت بود (جدول ۳). براساس نتایج، ژنوتیپ کتان ایرانی در هر سه تراکم بوته نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها عملکرد بالاتری را نشان داد، که نشان‌دهنده سازگاری بهتر این ژنوتیپ در اقلیم شهرکرد نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها می‌باشد.

شاخص برداشت

تراکم اثر بسیار معنی‌داری روی شاخص برداشت نشان داد. بیشترین شاخص برداشت با میانگین ۱۴/۲۸ متعلق به تراکم ۱۰۰۰ بوته در مترمربع و کمترین آن با میانگین ۹/۲۶ متعلق به تراکم ۳۰۰ بوته در مترمربع بود (جدول ۴). شاخص برداشت در تراکم ۵۰۰ بوته در مترمربع در مقایسه با تراکم ۱۰۰۰ بوته در مترمربع تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۴). ژنوتیپ‌ها نیز اثر بسیار معنی‌داری روی شاخص برداشت داشتند. بیشترین شاخص برداشت با میانگین ۲۱/۲۳ متعلق به ژنوتیپ ایرانی بود که به‌طور معنی‌داری با سایر ژنوتیپ‌های بزرک تفاوت داشت. کمترین میزان شاخص برداشت در ژنوتیپ کانادا به میزان حدود سه برابر کمتر از ژنونیپ ایرانی بود (جدول۵). مطابق همین جدول، ژنوتیپ‌های استرالیایی و فرانسوی اختلاف معنی‌داری را از نظر شاخص برداشت نشان ندادند.

اثر متقابل تراکم و ژنوتیپ روی شاخص برداشت در مرحله رسیدگی در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. مطابق جدول ۳، ژنوتیپ ایرانی بزرک در تراکم ۱۰۰۰ بوته در مترمربع با میانگین ۱۸۳۴ حداکثر شاخص برداشت و کمترین آن با میانگین ۶/۴ در ژنوتیپ کانادایی در تراکم ۳۰۰ بوته در مترمربع بود. مطابق این جدول شاخص برداشت در ژنوتیپ ایران در تراکم ۱۰۰۰بوته در مترمربع بیش از ۶ برابر ژنوتیپ حداقل (کانادا) در تراکم ۳۰۰ بوته در مترمربع بود. صفت شاخص برداشت در ژنوتیپ ایرانی در تراکم ۳۰۰ و ۵۰۰ مترمربع اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند (جدول ۳).

تعداد روز تا ۵۰٪ گل‌دهی و رسیدگی فیزیولوژیکی

صفت تعداد روز تا ۵۰٪ گل‌دهی تا رسیدگی کامل (رسیدگی فیزیولوژیک) تحت تأثیر تراکم قرار نگرفتند، در صورتی که این پارامترها به‌طور بسیار معنی‌داری تحت تأثیر ژنوتیپ‌ها قرار گرفتند. ژنوتیپ‌های ایرانی با میانگین ۶۵/۲۲ روز، استرالیایی با ۶۱/۷۷ روز، کانادایی با ۶۰/۱۱ روز و فرانسوی با ۵۷/۲۲ روز با اختلاف معنی‌داری از هم، به‌ترتیب دارای بالاترین تعداد روز تا ۵۰٪ گل‌دهی بودند (جدول ۵). در اقلیم شهرکرد، از نظر صفت تعداد روز تا رسیدگی، ژنوتیپ بزرک ایرانی به‌عنوان دیررس‌ترین و ژنوتیپ بزرک کانادایی و فرانسوی به‌عنوان زودرس‌ترین ژنوتیپ‌ها شناخته شدند (جدول ۵). ژنوتیپ استرالیا نیز با میانگین ۱۰۲/۷۷ روز تا رسیدگی کامل به‌عنوان یک ژنوتیپ متوسطرس در این پژوهش معرفی شد. در ضمن، اثر متقابل بین تراکم و ژنوتیپ برای هر دو صفت تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی و رسیدگی فیزیولوژیک معنی‌دار نشد (جدول ۵).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- مقایسه میانگین صفات ارتفاع، قطر ساقه، تعداد شاخه فرعی در بوته و وزن خشک در تراکم‌های مختلف کاشت بزرک

تراکم (تعداد بوته در مترمربع)	مرحله رشد رویشی				مرحله ۵۰٪ گلدهی				مرحله رسیدگی فیزیولوژیک (رسیدگی کامل)			
	ارتفاع (سانتی‌متر)	قطر ساقه (میلی‌متر)	تعداد شاخه فرعی	وزن خشک (گرم در بوته)	ارتفاع (سانتی‌متر)	قطر ساقه (میلی‌متر)	تعداد شاخه فرعی	وزن خشک (گرم در بوته)	ارتفاع (سانتی‌متر)	قطر ساقه (میلی‌متر)	تعداد شاخه فرعی	وزن خشک (گرم در بوته)
۳۰۰	۲۳/۹۹ b	۱/۰۶ a	۴/۰۵ a	۱۴/۶۳ c	۳۶/۹۶ b	۱/۶۳ a	۳/۰۸ a	۳۳/۲۴ a	۴۰/۳۳ c	۲/۰۱ a	۳/۳۸ a	۲۵/۹۲ c
۵۰۰	۲۹/۱۹ a	۱/۰۱ a	۳/۷۱ a	۱۷/۹۴ b	۳۸/۴۹ ab	۱/۴۱ b	۳/۱۳ a	۳۴/۴۷ a	۴۳/۲۱ b	۱/۶۵ b	۲/۸۲ b	۳۳/۵۱ b
۱۰۰۰	۳۰/۰۸ a	۱/۰۲ a	۳/۸۸ a	۲۱/۴۲ a	۳۹/۹۹ a	۱/۲۴ c	۲/۹۴ a	۳۲/۹۰ a	۴۶/۳۳ a	۱/۴۴ c	۲/۵۲ c	۳۸/۴۳ a
LSD	۱/۸۶	۰/۰۶	۰/۴۶	۳/۰۱	۱/۶۱	۰/۱	۰/۴۴	۶/۹۲	۱/۷۸	۰/۰۹	۰/۲۹	۳/۲۳

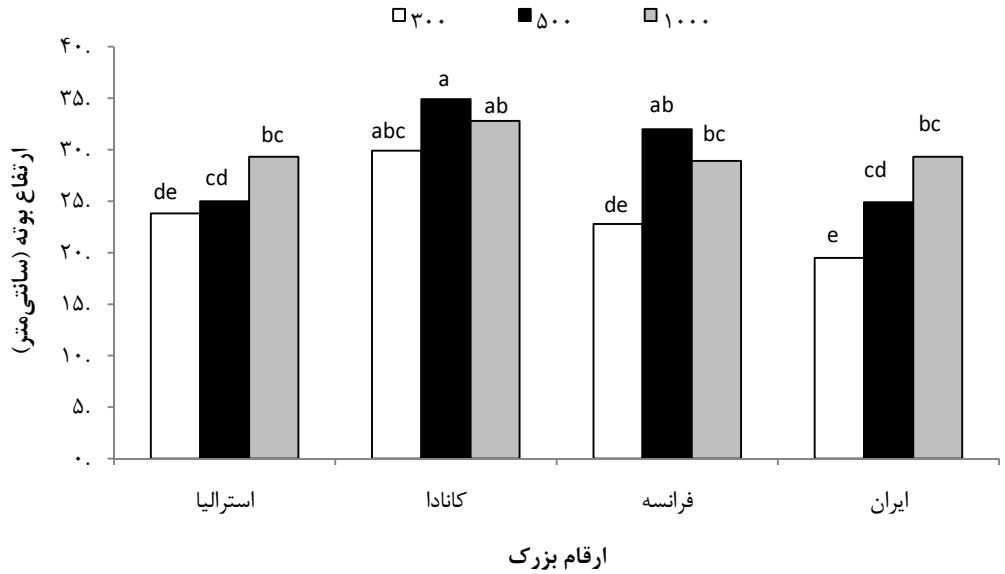
میانگین‌های دارای حرف مشابه در هر ستون در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند (LSD).

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات ارتفاع، قطر ساقه، تعداد شاخه فرعی در بوته و وزن خشک ژنوتیپ‌های مختلف بزرک

ژنوتیپ	مرحله رشد رویشی				مرحله ۵۰٪ گلدهی				مرحله رسیدگی فیزیولوژیک (رسیدگی کامل)			
	ارتفاع (سانتی‌متر)	قطر ساقه (میلی‌متر)	تعداد شاخه فرعی	وزن خشک (گرم در بوته)	ارتفاع (سانتی‌متر)	قطر ساقه (میلی‌متر)	تعداد شاخه فرعی	وزن خشک (گرم در بوته)	ارتفاع (سانتی‌متر)	قطر ساقه (میلی‌متر)	تعداد شاخه فرعی	وزن خشک (گرم در بوته)
استرالیا	۲۶/۰۳ bc	۰/۹۰ c	۳/۶۶ b	۱۶ a	۳۵/۶۲ c	۱/۳۹ b	۲/۷۳ b	۳۳/۱۵ a	۳۸/۰۳ c	۱/۷۷ b	۲/۴۷ b	۲۶/۸۲ c
کانادا	۳۲/۵۱ a	۱/۱۲ a	۳/۱۰ c	۱۸/۰۲ a	۴۳/۴۳ a	۱/۲۴ c	۲/۱۴ c	۳۰/۳۱ a	۴۶/۷۰ a	۱/۴۵ c	۲/۵۱ b	۳۲/۹۲ b
فرانسه	۲۷/۸۸ b	۱/۰۳ b	۴/۴۰ a	۱۸/۸۸ a	۳۹/۹۲ b	۱/۳۴c b	۳/۵۱ a	۳۲/۲۶ a	۴۳/۳۶ b	۱/۴۹ c	۳/۳۳ a	۳۱/۲۰ b
ایران	۲۴/۵۸ c	۱/۰۶ ab	۴/۳۶ a	۱۹/۰۸ a	۳۴/۹۵ c	۱/۷۴ a	۳/۸۱ a	۳۸/۴۲ a	۴۵/۰۷ ab	۲/۰۸ a	۳/۳۳ a	۳۹/۵۵ a
LSD	**۲/۱۵**	**۰/۰۷**	**۰/۵۴**	**۳/۴۸**	**۱/۸۶**	**۰/۱۱**	**۰/۵۱**	**۷/۹۹**	**۲/۰۶**	**۰/۱**	**۰/۳۳**	**۳/۷۳**

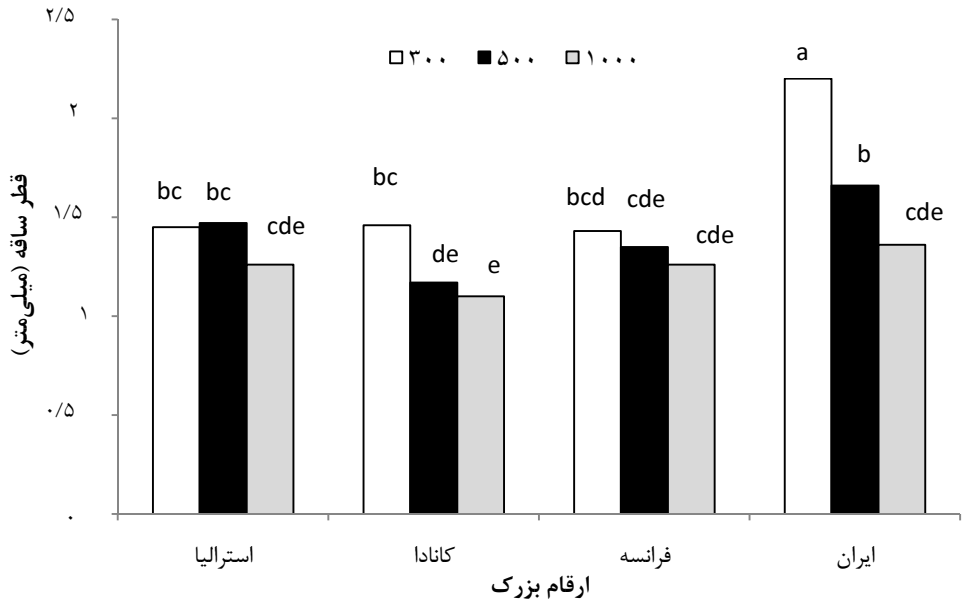
میانگین‌های دارای حرف مشابه در هر ستون در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند (LSD).

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۱- مقایسه میانگین ارتفاع بوته در تیمار اثر مقابل تراکم و ژنوتیپ‌ها در مرحله رشد رویشی بزرک

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه در هر ستون در سطح احتمال ۱٪ تفاوت معنی‌داری ندارند (LSD).



شکل ۲- مقایسه میانگین قطر ساقه در تیمار اثر مقابل تراکم و ژنوتیپ بزرک در مرحله ۵۰٪ گل‌دهی

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه در هر ستون در سطح احتمال ۱٪ تفاوت معنی‌داری ندارند (LSD).

www.SID.ir

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در تیمارهای اثر متقابل تراکم و ژنوتیپ بزرک در مرحله رسیدگی

تراکم (بوته در مترمربع)	ژنوتیپ	ارتفاع (سانتی‌متر)	قطر ساقه (میلی‌متر)	تعداد شاخه فرعی	تعداد کپسول در گیاه	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت
۳۰۰		۳۷/۳ d	۲/۰۱ b	۴/۲ de	۸/۷ cde	۲۶۵/۵ j	۷/۴ e
۵۰۰	استرالیا	۳۸/۴ d	۱/۷۹ bc	۲/۵ cde	۹/۰ bcde	۴۳۶/۱ h	۱۱/۰ cd
۱۰۰۰		۳۸/۳ d	۱/۵۱ de	۲/۴ de	۱۲/۱ abc	۷۰۰/۵ d	۱۳/۶ c
۳۰۰		۴۲/۲ bc	۱/۶۹ cd	۳/۱ bcd	۶/۴ e	۱۲۲/۳ k	۳/۹ f
۵۰۰	کانادا	۴۵/۸ ab	۱/۳۵ e	۲/۴ de	۱۰/۷ abcd	۵۹۶/۰ f	۹/۹ de
۱۰۰۰		۵۰/۱ a	۱/۳۴ e	۲/۰ e	۸/۵ cde	۴۸۷/۶ g	۷/۹ e
۳۰۰		۳۹/۳ d	۱/۶۴ cd	۳/۹ ab	۱۱/۴ abcd	۳۰۰/۴ i	۷/۹ e
۵۰۰	فرانسه	۴۴/۲ bc	۱/۵۴ de	۳/۰ cd	۱۲/۵ ab	۶۲۳/۵ e	۱۲/۹ c
۱۰۰۰		۴۶/۵ ab	۱/۳۰ e	۳/۱ cd	۱۱/۴ abcd	۵۷۷/۱ f	۹/۲ de
۳۰۰		۴۰/۴ cd	۲/۷۱ a	۴/۱ a	۸/۴ de	۹۷۹/۸ c	۱۷/۷ b
۵۰۰	ایران	۴۴/۴ bc	۱/۹۴ b	۳/۳ abc	۱۲/۷ a	۱۲۵۹/۰ b	۱۹/۴۵ b
۱۰۰۰		۵۰/۳ a	۱/۶۱ cd	۲/۵ cde	۱۲/۹ a	۱۸۳۴/۱ a	۲۶/۴ a
LSD		۴/۸۶۰	۰/۲۴۴۷	۰/۷۹۷۳	۳/۶۰۲	۲۳/۱۸	۲/۸۱۹

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه در هر ستون در سطح احتمال ۱٪ تفاوت معنی‌داری ندارند (LSD).

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در تراکم‌های مختلف کاشت بزرک

تراکم (تعداد بوته در هکتار)	تعداد کپسول در بوته	تعداد بذر در کپسول	وزن هزاردانه (گرم)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت	روز تا ۵۰٪ گلدهی	روز تا رسیدگی
۳۰۰	۸/۷۴ b	۴/۷۴ a	۴/۶۵ a	۴۱۷ c	۹/۲۶ b	۶۱/۱۶ a	۱۰۵/۱۶ a
۵۰۰	۱۱/۲۱ a	۵/۲۴ a	۴/۷۷ a	۷۲۸/۶۴ b	۱۳/۳۴ a	۶۱ a	۱۰۵/۰۸ a
۱۰۰۰	۱۱/۲۴ a	۴/۹۶ a	۴/۷۳ a	۸۹۹/۸۱ a	۱۴/۲۸ a	۶۱/۰۸ a	۱۰۵/۰۸ a
LSD	۱/۳۲	۰/۵۳	۰/۲۸	۸/۵۲	۱/۰۳	۰/۳۸	۰/۳۷

میانگین‌های دارای حرف مشابه در هر ستون در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند (LSD).

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی ژنوتیپ‌های مختلف کاشت کتان

ژنوتیپ	تعداد کپسول در بوته	تعداد بذر در کپسول	وزن هزاردانه (گرم)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت	روز تا ۵۰٪ گلدهی	روز تا رسیدگی کامل
استرالیا	۹/۹۲ bc	۳/۶۶ c	۵/۳۷ a	۴۶۷/۳۶ c	۱۰/۶۷ b	۶۱/۷۷ b	۱۰۲/۷۷ b
کانادا	۸/۵۵ c	۵/۱۴ b	۴/۱۳ c	۴۰۱/۹۵ d	۷/۲۶ c	۶۰/۱۱ c	۹۷/۲۲ c
فرانسه	۱۱/۸۱ a	۴/۷۳ b	۴/۶۷ b	۵۰۰/۳۰ b	۱۰/۰۲ b	۵۷/۲۲ d	۹۷/۲۲ c
ایران	۱۱/۳۳ ab	۶/۴۰ a	۴/۷۲ b	۱۳۵۷/۶۵ a	۲۱/۲۳ a	۶۵/۲۲ a	۱۲۳/۲۲ a
LSD	۱/۵۳	۰/۶۱	۰/۳۲	۹/۸۴	۱/۱۹	۰/۴۴	۰/۴۳

میانگین‌های دارای حرف مشابه در هر ستون در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند (LSD).

Archive of SID

www.SID.ir

بحث

با افزایش تراکم بوته، افزایش ارتفاع در بوته‌های بزرک مشاهده شد که این روند توجیه‌پذیر است. زیرا معمولاً گیاه با افزایش تراکم، و ایجاد رقابت درون گونه‌ای، برای بدست آوردن نور و مواد غذایی باهم رقابت می‌کنند. رقابت برای کسب نور در نهایت به افزایش ارتفاع می‌انجامد. در آزمایش Lisson و Mendham (۲۰۰۰) بین تیمارهای تراکم در بزرک برای صفت ارتفاع اختلاف معنی‌داری مشاهده شد و با افزایش تراکم ارتفاع بوته افزایش یافت. Khalili Moheleh و همکاران (۲۰۰۷) نیز در آزمایش خود مشاهده کردند که با افزایش تراکم بوته سورگوم علوفه‌ای، ارتفاع بوته افزایش می‌یابد. محمودی و همکاران (۱۳۸۴) نیز به نتایج مشابهی در مورد گیاه لوبیا دست یافتند. افزایش ارتفاع در ژنوتیپ بزرک ایرانی به‌نظر می‌رسد به‌دلیل دیررس بودن این ژنوتیپ و فرصت بیشتر گیاه برای رشد و نمو بوده‌است. ژنوتیپ استرالیا را می‌توان به‌عنوان ژنوتیپی پاکوتاه و ژنوتیپ کانادا را به‌عنوان ژنوتیپی پابلند معرفی کرد. کشت ژنوتیپ‌های پاکوتاه بزرک به‌دلیل پاکوتاهی به‌نظر می‌رسد مناسب برداشت مکانیزه نباشد (سعیدی و خدام‌باشی، ۱۳۸۵). اختلاف ارتفاع بوته در ژنوتیپ‌های مختلف علاوه بر طول دوره رشد، می‌تواند مربوط به خصوصیات ژنتیکی گیاه نیز باشد. از نظر فیزیولوژیکی ژنوتیپ‌های پابلند مشروط به تولید تعداد ساقه فرعی بیشتر، برگ بیشتر و نهایتاً گل و بذر بیشتر مناسب‌تر به‌نظر می‌رسند.

قطر ساقه نیز یکی از فاکتورهای وابسته به تراکم است. به‌طوری که هر چه تراکم افزایش یابد، قطر ساقه و تعداد برگ نیز کاهش می‌یابد. یافته‌های بدست آمده در این خصوص با پژوهش Lisson و Mendham (۲۰۰۰) در مورد گیاه بزرک تطابق دارد. محمودی و همکاران (۱۳۸۴) نیز مشاهده کردند که بیشترین مقدار قطر ساقه اصلی در گیاه لوبیا در کمترین تراکم بوته بدست آمد. در تراکم بالای بوته در هکتار، معمولاً گیاه طویل‌تر می‌شود و افزایش طول ساقه منجر به ضخامت کمتر ساقه گیاه می‌گردد. از نظر فیزیولوژیکی ژنوتیپ‌های با قطر ضخیم‌تر قابلیت عملکرد بیشتری را می‌توانند داشته باشند.

در تراکم کمتر بوته به‌دلیل وجود فضای رشدی بیشتر، نسبت به تراکم‌های زیادتر، بوته‌ها تعداد شاخه فرعی زیادتری ایجاد کردند. نتایج مشابهی نیز در مطالعه Danesh-Shahraki و همکاران (۲۰۰۸) روی گیاه گلزا بدست آمد و با افزایش تراکم بوته، تعداد شاخه فرعی کلزا به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. طبق نتایج محمودی و همکاران (۱۳۸۴) بیشترین تعداد شاخه فرعی در کمترین تراکم بوته لوبیا تولید شد.

از دیگر صفات مورد بررسی میانگین ماده خشک در بوته بود. نتایج نشان داد با افزایش تراکم بوته، ماده خشک تولیدی روند افزایشی را نشان داد. Khalili Moheleh و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که در بالاترین تراکم، بیشترین وزن خشک علوفه در گیاه سورگوم علوفه‌ای تولید شده‌است. مقایسه نسبی میانگین ماده خشک تولید شده قسمت هوایی گیاه نشان می‌دهد که در مرحله رسیدگی این میزان به‌طور محسوسی کمتر از مرحله گل‌دهی است. دلیل این امر آن است که در اواخر مرحله رشد و رسیدگی گیاه و مواجه شدن گیاه با شرایط گرم و خشکی هوا، تعدادی از برگ‌های مسن ریزش نموده، بنابراین در مرحله رسیدگی کل ماده خشک تولیدی کمتر از مرحله ۵۰٪ گل‌دهی شده‌است.

به‌دلیل تعداد فاکتورهای اندازه‌گیری شده صفت تعداد گل در بوته لحاظ نشد. مشاهده عینی نشان داد، در تراکم پایین ۳۰۰ (بوته در مترمربع) تعداد بیشتری گل تولید گردید. این تعداد گل باید در نهایت به تعداد کپسول بیشتری تبدیل شود ولی در عمل چنین نشد. علت شاید به‌دلیل رقابت بین ساقه‌های فرعی تولیدی باشد که در این صورت به‌دلیل رقابت برای مواد پرورده تعداد کمی از گل‌ها موفق به تولید کپسول شده‌اند. در تراکم ۱۰۰۰ بوته در مترمربع تعداد کمی گل تولید کرد ولی همه گل‌های آن به کپسول تبدیل گردید. Lisson و Mendham (۲۰۰۰) در آزمایش خود برای صفت تعداد کپسول در بوته بزرک بین تیمارهای مختلف تراکم اختلاف آماری مشاهده کردند. Angadi و همکاران (۲۰۰۳) در گیاه کلزا، Munir و McNeilly (۱۹۸۷) و McGregor (۱۹۸۷) در گیاه منداب نیز گزارش کردند که تعداد کپسول می‌تواند به شدت تحت تأثیر تراکم قرار گیرد و با افزایش تراکم، تعداد کپسول افزایش یافته که دلیل این امر افزایش تعداد بوته در مترمربع بوده‌است.

معنی‌دار نبودن تراکم بر تعداد بذر در کپسول بزرک نیز توسط Lisson و Mendham (۲۰۰۰) گزارش گردید. Angadi و همکاران (۲۰۰۳)،Munir و McNeilly (۱۹۸۷) و رهمنا (۱۳۸۰) نیز گزارش کردند که تراکم بوته تأثیری بر

Archive of SID

www.SID.ir

تعداد بذر در کپسول‌های به‌ترتیب گیاهان روغنی کانولا، منداب و کلزا ندارد.

پایدارترین اجزاء عملکرد در گیاهان زراعی، عملکرد دانه آن است و معمولاً بندرت تحت تأثیر نوسانهای تراکم بوته قرار می‌گیرد. آزمایش Lisson و Mendham (۲۰۰۰) نیز نشان داد که تراکم اثری معنی‌داری بر وزن هزاردانه بزرک ندارد. شیرانی‌راد (۱۳۷۳) نیز گزارش کرد که تراکم کاشت بر وزن هزاردانه کلزا بی‌تأثیر است. در حالی که وزن هزاردانه تحت تأثیر ژنوتیپ‌های مختلف بزرک قرار گرفت. بالاترین وزن هزاردانه بزرک مشاهده شده در ژنوتیپ استرالیا در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌های مقایسه شده را می‌توان به‌دلیل متفاوت بودن قابلیت ژنتیکی آن دانست.

عملکرد دانه در این آزمایش تحت تأثیر تراکم بوته و ژنوتیپ قرار گرفت. ازآن‌جا که عملکرد دانه تابعی از فاکتور تعداد بوته و در نهایت تعداد کپسول در واحد سطح می‌باشد، بنابراین در تراکم‌های بالاتر به‌دلیل تعداد بوته بیشتر و اجزاء عملکرد بالاتر، عملکرد دانه بیشتری تولید کرده‌است. این نتیجه با آزمایش‌های انجام شده روی سایر گیاهان روغنی مانند کانولا (Angadi *et al.*, 2003) و کلزا (رهنما، ۱۳۸۰؛ شیرانی‌راد، ۱۳۷۳؛ Danesh-Shahraki *et al.*, 2008) نیز مطابقت دارد. محمودی و همکاران (۱۳۸۴) نیز نشان دادند با افزایش تراکم بوته در واحد سطح در لوبیا، عملکرد دانه نیز افزایش می‌یابد.

Patil و همکاران (۱۹۸۶) و Leitch و Sahi (۱۹۹۹) نتیجه گرفتند که تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول و وزن هزاردانه نقش مثبت و مستقیمی بر عملکرد دانه در گیاه بزرک داشتند. در بین این فاکتورها، تعداد کپسول در بوته مهمترین جزء تعیین‌کننده عملکرد دانه در بوته بود. هوای معتدل و خنک همراه با رطوبت کافی در مراحل گل‌دهی و رسیدگی دانه موجب افزایش عملکرد دانه، اندازه دانه و درصد روغن دانه می‌گردد (Sosulski & Gore, 1964). ژنوتیپ بزرک ایرانی در هر سه تراکم بوته نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها عملکرد بالاتری نشان داد که این امر می‌تواند نشان‌دهنده سازگاری بهتر این ژنوتیپ در اقلیم شهرکرد نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها باشد. این نتایج با آزمایش Danesh-Shahraki و همکاران (۲۰۰۸) مطابقت دارد. نتایج آنها حکایت از آن داشت که در حداکثر تراکم بوته، بیشترین شاخص برداشت را گیاه کلزا دارد.

اطلاعات مربوط به تعداد روز تا ۵۰٪ گل‌دهی به‌ویژه تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک از مهمترین صفاتی است که در برنامه‌ریزی تعیین زمان مناسب تاریخ تأثیرگذار است. در این پژوهش تعداد روز تا گل‌دهی و تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک فقط تحت تأثیر ژنوتیپ قرار گرفت. بالاترین تعداد روز تا ۵۰٪ گل‌دهی و رسیدگی فیزیولوژیک در ژنوتیپ ایرانی ملاحظه شد که نشان‌دهنده طول دوره رشد بیشتر و دیررس بودن این ژنوتیپ در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌های بزرک است.

از لحاظ تئوری تراکم گیاه معمولاً بر زمان‌بندی مراحل مختلف رشد و نمو گیاه بی‌تأثیر است. Law-Ogbomo و Egharevba (۲۰۰۹) نشان دادند که تراکم کاشت تأثیری بر روز تا ۵۰٪ گل‌دهی گوجه ندارد. سعیدی و خدام‌باشی (۱۳۸۵) نشان دادند که تاریخ کاشت و ژنوتیپ بزرک از عوامل مؤثر بر تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی و تعداد روز تا رسیدگی بزرک می‌باشد.

به‌طور کلی می‌توان نتیجه‌گیری کرد که تراکم مناسب برای کشت بزرک ۱۰۰۰ بوته در مترمربع معرفی می‌شود. با توجه به این که آب و هوای معتدل و خنک همراه با رطوبت کافی در طی مراحل زایشی و نمو دانه موجب افزایش عملکرد بزرک می‌شود، می‌توان در اقلیم شهرکرد انتظار عملکرد مناسبی از بزرک را داشت. ژنوتیپ سازگار با محیط در این آزمایش ژنوتیپ ایرانی بود که به خوبی در محیط رشد و نمو کرد و در نهایت عملکرد قابل قبولی را ایجاد کرد. در بین فاکتورهای اندازه‌گیری شده بزرک‌های کوتاه به‌دلیل مقاوم‌تر بودن به ورس و پرشاخه بودن آنها به دلیل تولید گل بیشتر و کپسول بیشتر، پتانسیل تولید دانه و روغن بیشتری را خواهند داشت. ژنوتیپ‌هایی که از نظر رسیدگی دیررس هستند مشروط به مواجه شدن با دوره رشد طولانی‌تر توانایی تولید عملکرد بیشتری را دارند.

منابع مورد استفاده

- امیدبیگی، ر.، ۱۳۷۹. تولید و فرآوری گیاهان دارویی (جلد سوم). انتشارات آستان قدس رضوی، صفحه ۳۷۹.
- خواجه‌پور، م.ر.، ۱۳۸۳. گیاهان صنعتی. جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان، ۵۶۴ صفحه.
- رهنما، ع.ا.، ۱۳۸۰. بررسی و تعیین مناسب‌ترین شیوه و تراکم کشت کلزا در شمال خوزستان. گزارشات نهایی طرح‌های به‌زراعی کلزا در سال زراعی ۸۰-۷۹، ۸۰ صفحه.

Archive of SID
www.SID.ir

- سعیدی، ق. و خدام‌باشی، م.، ۱۳۸۵. ارزیابی صفات زراعی برخی ژنوتیپ‌های بزرک با کیفیت روغن خوراکی در دو تاریخ کاشت در شهرکرد. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۰(۴): ۳۲۱-۳۰۹.
- شیرانی‌راد، ا.ح.، ۱۳۷۳. بررسی اثر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر روند رشد و صفات زراعی دو ژنوتیپ کلزا. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته زراعت، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۶۱ صفحه.
- محمودی، م. عزیزی، خ.، قلاوند، ا.، قنبری، ع.ا.، دری، ح.ر.، محمودی. ع.، سلطانی، ا. و تشکری. م.، ۱۳۸۴. تأثیر تراکم گیاهی و آرایش کاشت بر عملکرد دانه و اجزای آن، عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت در لوبیا قرمز ژنوتیپ اختر. مقالات اولین همایش ملی حبوبات، دانشگاه فردوسی مشهد، ۳۰-۲۹ آبان: ۳۳۳-۳۲۹.
-Angadi, S.V., Cutforth, H.W., McConkey, B.G. and Gan, Y., 2003. Yield adjustment by canola grown at different plant population under semiarid conditions. Crop Science, 43(4): 1358-1366.
- Bernath, J., 1993. Wild Growing and Cultivated Medicinal Plants. Mezo. Publication, Budapest, 566p.
- Chen, J., Wang, L. and Thompson, L.U., 2006. Flaxseed and its components reduce metastasis after surgical excision of solid human breast tumor in nude mice. Cancer Letters, 234(2): 168-175.
- Danesh-Shahraki, A., Kashani, A., Mesgarbashi, M., Nabipour, M. and Koohi-Dehkordi, M., 2008. The effect of plant densities and time of nitrogen application on some agronomic characteristic of rape seed. Pajouhesh and Sazandegi (In Agronomy and Horticulture), 79: 10-17.
- Denis, L., Morton, M.S. and Griffiths, K., 1999. Diet and its preventive role in prostatic disease. European Urology, 35(6): 377-387.
- Green, A., 2000. Variation for oil quantity and quality in linseed (*Linum usitatissimum*). Australian Journal of Agricultural Research, 32(4): 599-607.
- Gubbles, G.H. and Kenaschuk, E., 1989. Effect of seeding rate of plant and seed characteristics of new flax cultivars. Canadian Journal of Plant Science, 69(3): 701-795.
- Khalili Moheleh, J., Tajbakhsh, M., Faiaz Moghdam, A. and Siadat, A. 2007. Effects of plant density on quantitative and qualitative characteristics of forage sorghum in second cropping. Pajouhesh and Sazandegi (In Agronomy and Horticulture), 75: 59-67.
- Law-Ogbomo, K.E. and Egharevba, R.K.A., 2009. Effects of planting density and NPK fertilizer application on yield and yield components of tomato (*Lycospersicon esculentum* Mill.) in forest Location. World Journal of Agricultural Sciences, 5(2): 152-158.
- Leitch, M.H. and Sahi, F., 1999. The effect of plant spacing on growth and development in linseed. Annals of Applied Biology, 135(2): 529-534.
- Lisson, S.N. and Mendham, N.J., 2000. Agronomic studies of flax (*Linum usitatissimum* L.) in south-eastern Australia. Australian Journal of Experimental Agriculture, 40: 1101-1112.
- McGregor, D.I., 1987. Effects of plant density on development and yield of rape seed and its significance to recovery from hail injury. Canadian Journal of Plant Science, 67: 43-51.
- Mohammadi Mirik, A.A., Saeidi, G. and Rezai, A., 2009. Interaction effects of planting date with seeding rate on agronomic traits of different genotypes of flax. Iranian Journal of Field Crops Research, 7(1): 219-228.
- Munir, M. and McNeilly, T., 1987. Dry matter accumulation, height and seed yield in spring oilseed rape as affected by fertilizer and spacing. Pakistan Journal of Agricultural Research, 8(2): 143-149.
- Omidbaigi, R., Tabatabaie, S.M.F. and Akbari, T., 2001. Effects of N-fertilizers and irrigation on the productivity (growth, seed yield, and active substances) of linseed. Iranain Journal of Agricultural Science, 32(1): 53-64.
- Paschos, G.K., Magkos, F., Panagiotakos, D.B., Volteas, V. and Zampelas, A., 2007. Dietary supplementation with flaxseed oil lowers blood pressure in dyslipidaemic patients. European Journal of Clinical Nutrition, 61(10): 1201-1206.
- Patil, V.D., Chopde, P.R. and Makne, V.G., 1986. Studies on interrelationships between yield and yield components in intervarietal crosses of linseed (*Linum usitatissimum* L.). Acta Agronomica Hungarica, 35: 129-132.
- Silva, R., 2005. Effect of planting date and planting distance on growth of flaxseed. Agronomy Journal, 136: 113-118.
- Sosulski, F.W. and Gore, R. F., 1964. The effect of photoperiod and temperature on the characteristics of flaxseed oil. Canadian Journal of Plant Science, 44(4): 381-382.
- Tadesse, T., Singh, H. and Weyessa, B., 2009. Correlation and path coefficient analysis among seed yield traits and oil content in Ethiopian linseed germplasm. International Journal of Sustainable Crop Production, 4(4): 8-16.
- Thompson, L.U., Rickard, S.E., Orcheson, L.J. and Seidl, M.M., 1996. Flaxseed and its lignin and components mammary tumor growth at a late stage of carcinogenesis. Carcinogenesis, 17(6): 1373-1376.
- Wang, B., Li, D., Wang, L.J., Huang, Z.G., Zhang, L., Chen, X.D. and Mao, Z.H., 2007. Effect of moisture content on the physical properties of fibered flaxseed. International Journal of Food Engineering, 3(5): 1-11.

Archive of SID

www.SID.ir

Effect of plant density on morphological and agronomical traits of four varieties of linseed (*Linum usitatissimum* L.)

A. Tadayyon[1*], S. Torabian[2] and M.R. Tadayon[3]

1*- Corresponding author, Faculty of agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran
E-mail: Tadayyon.sku@gmail.com
2- MSc. Student, Faculty of Agronomy, Shahrekord University, Shahrekord, Iran
3- Faculty of agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran

Received: April 2012 Revised: December 2012 Accepted: December 2012

Abstract

In order to evaluate the morphological and agronomical traits of linseed (*Linum usitatissimum* L.) genotypes in different plant densities, a field experiment was conducted as a factorial experiment in RCBD design with three replications in the field. Plant densities of 300, 500, and 1000 plant/m^2 as first factor and four linseed genotypes (Iran, Australia, Canada, and France) as second factor were used. Plants were harvested at three stages of vegetative growth, 50% flowering, and maturity stage. Results showed that plant densities had significant effect on plant height and above-ground dry weight in vegetative stage; plant height, stem diameter and dry weight in 50% flowering; and plant height, stem diameter, stem branch number, and dry weight in maturity stage. In addition, the number of capsules per plant, 1000 seeds weight, grain yield and harvest index were significantly affected by plant densities. Different linseeds genotypes showed significant effect on the characteristics of plant height, stem diameter, and stem branch number, in all three harvest stages. Traits as number of capsules per plant, number of seeds per capsule, 1000 seeds weight, grain yield, harvest index, and 50% of flowering and maturity also were affected significantly by linseeds genotypes. The maximum grain yield was obtained in the density of 1000 plants/m^2. Maximum values were recorded for Iranian linseed genotype with an average production of 6.40 seeds per capsule, an average production of 1375 kg of seeds per hectare, and a mean harvest index of 21.23. It was also identified as the latest genotype for both days to 50% flowering (65 days) and days to maturity (123 days).

Key words: Linseed genotypes, density, maturity, grain yield, 50% of flowering stage.

Archive of SID

www.SID.ir