Archive of SID

Journal of Agroecology
Vol. 10, No. 1, Spring 2018, p. 107-119

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۰، شماره ۱، بهار ۱۳۹۷، ص. ۱۱۹-۱۰۷

اثر کم آبیاری و تراکم بر رشد و عملکرد دانه و برخی صفات مورفولوژیک در گلرنگ پاییزه (*Carthamus tinctorius* L.)

بی بی الهه موسوی‌فر[۱] و محمد علی بهدانی[۲*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۱/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۷/۲۴

موسوی فر، ب.ا.، و بهدانی، م.ع. ۱۳۹۷. اثر کم آبیاری و تراکم بر رشد و عملکرد دانه و برخی صفات مورفولوژیک در گلرنگ پاییزه (*Carthamus tinctorius* L.). بوم‌شناسی کشاورزی، ۱۰(۱): ۱۱۹-۱۰۷.

چکیده

به‌منظور بررسی اثر کم آبیاری و تراکم بوته بر رشد و عملکرد دانه و برخی خصوصیات مورفولوژیکی گلرنگ پاییزه (*Carthamus tinctorius* L.) (رقم محلی اصفهان)، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و در چهار تکرار در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند در سال ۹۳- ۱۳۹۲ اجرا شد. تیمارها شامل سه سطح آبیاری (آبیاری کامل، آبیاری تا گلدهی، آبیاری تا تکمه‌دهی) در کرت‌های اصلی و چهار سطح تراکم بوته (۲۰، ۳۰ ، ۴۰ و ۵۰ بوته در مترمربع) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. نتایج نشان داد، تنها در تیمار آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی کاهش ارتفاع بوته، فاصله اولین انشعاب از سطح خاک و تعداد شاخه‌های اولیه و ثانویه مشاهده شد. با افزایش تراکم، ارتفاع بوته و فاصله محل اولین انشعاب شاخه‌ها از سطح خاک افزایش یافت، اما از تعداد روز تا رسیدگی و تعداد شاخه اولیه و ثانویه کاسته شد. به‌علاوه بیشترین عملکرد دانه (۳۶۰۷ کیلوگرم در هکتار) در تیمار آبیاری کامل با تراکم ۴۰ بوته در مترمربع به‌دست آمد و در تمامی تراکم‌ها، بیشترین کاهش در عملکرد دانه در تیمار آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی مشاهده شد. به نظر می‌رسد این مرحله رشدی حساس‌ترین مرحله به کمبود آب باشد و تحت این شرایط، با انجام آبیاری در این مرحله می‌توان عمکرد دانه را به طور قابل توجهی افزایش داد. به‌علاوه با توجه به نتایج این آزمایش، به منظور دستیابی به حداکثر عملکرد گلرنگ در منطقه بیرجند آبیاری کامل و تراکم ۴۰ بوته در مترمربع پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، دانه روغنی، فاصله روی ردیف، مرحله نموی

مقدمه

روغن‌ها و چربی‌ها از مواد عمده و اساسی در تغذیه انسان و تأمین سوخت و ساز بدن به شمار می‌روند. منابع اصلی تأمین روغن و چربی مورد نیاز انسان، حیوانات و گیاهان بوده و در این میان روغن‌های گیاهی (سویا (*Glycine max* L.)، آفتابگران (*Helianthus annuus* L.)، کنجد (*Sesamum indicum* L.) و گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.)) به دلیل دارا بودن مقادیر زیادی از اسیدهای چرب غیراشباع نقش مهمی در تعادل چربی‌ها در جیره غذایی انسان و کاهش مقدار کلسترول خون دارند. در حال حاضر تولید روغن استحصالی از گلرنگ به‌دلیل دارا بودن اسید چرب غیراشباع لینولئیک به مقدار زیاد، از کیفیت بالایی برخوردار بوده و این اسید چرب برای انسان بسیار ضروری می‌باشد که بدن انسان قادر به تولید آن نمی‌باشد (Alyari et al., 2000).

خشکی یکی از مهم‌ترین فاکتورهای محدودکننده تولید محصول در بسیاری از مناطق دنیا است (Khoshnam et al., 2012) و گلرنگ اگرچه گیاهی مقاوم به خشکی است، ولی تنش خشکی بر مراحل فنولوژیکی آن تأثیر می‌گذارد و زودرسی و کاهش در صفات

۱ و ۲- به‌ترتیب دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد و استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند
(*- نویسنده مسئول: Email: mabehdani@birjand.ac.ir)
DOI:10.22067/jag.v10i1.53497

www.SID.ir

Archive of SID

مورفولوژی و عملکرد را موجب می‌شود (Sirus Mehr et al., 2008; Mousavifar, 2010). در مطالعه جباری ارنج و عبادی (Jabbari Orange & Ebadi, 2012) اعمال تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار ارتفاع بوته، گلدهی زودتر، رسیدگی سریع‌تر و کاهش عملکرد گردید. علاوه بر آن، در پژوهش قمرنیا و سپهری (Ghamarnia & Sepehri, 2010) نیز کمبود آب رشد این گیاه را تحت تأثیر قرار داد به‌طوری که با افزایش شدت تنش خشکی کاهش در اکثر صفات مورفولوژیکی از قبیل ارتفاع، فاصله محل اولین انشعاب شاخه‌ها تا سطح خاک، تعداد شاخه فرعی و میزان عملکرد دانه مشاهده شده است.

گیاهان سبز مانند سایر موجودات زنده در دنیای رقابتی زندگی می‌کنند، گیاه بعد از جوانه‌زنی باید برای فضا، نور، آب و مواد غذایی با گیاهان دیگر رقابت کند. بین افراد یک گونه به‌علت هم شکلی در چرخه حیاتی و فرم بیولوژیکی و احتیاجات مشابه زمانی که به تعداد زیاد در یک وسعت ناکافی کاشته شوند تنازع بقا با شدت بیشتری انجام می‌شود (Hornok, 1986). بنابراین تراکم گیاهی یکی از مؤلفه‌های مهم برای تعیین توانایی محصول زراعی در به‌کارگیری منابع می‌باشد و از اصول اولیه زراعت هر محصول مشخص نمودن تراکم مطلوب آن است (Lloveras et al., 2004). تراکم مطلوب گیاهی در مناطق مختلف و با توجه به شرایط اقلیم، نوع خاک، زمان کاشت و ارقام بسیار متغیر است. در نتیجه در تعیین رابطه بین تراکم و عملکرد دانه برای برآورد مقدار کشت بذر در مناطق مختلف حدی وجود دارد. اغلب پژوهش‌ها در خصوص تأثیر تراکم بر عملکرد محصول زراعی نشان می‌دهند که عملکرد تا محدوده تراکم‌های متوسط افزایش و پس از آن ثابت می‌ماند و فقط در تراکم‌های خیلی زیاد مقدار آن کاهش معنی‌داری خواهد یافت (Garcia del Moral et al., 2003). اگر تراکم گیاهی کم باشد استفاده کافی از پتانسیل مزرعه به‌عمل نمی‌آید. اگر تراکم زیاد باشد به‌دلیل رقابت درون گونه‌ای شدید وکاهش میزان مواد فتوسنتزی قابل دسترس، اجزای عملکرد و در نهایت عملکرد کل کاهش می‌یابد. کیفیت نور دریافتی هم تغییر می‌کند به‌طوری که نور قرمز توسط برگ‌های بالایی جذب می‌شود (Aphalo et al., 1999) و نور قرمز دور در پایین سطح سایه‌انداز افزایش می‌یابد. افزایش نسبت نور قرمز دور به قرمز موجب کاهش تنفس گیاهی، اختصاص بیشتر مواد فتوسنتزی به بخش‌های فوقانی سایه‌انداز و ساقه اصلی، افزایش فاصله میان گره‌ها در نتیجه ارتفاع گیاه می‌گردد (Casal et al., 1998). همچنین در تراکم‌های زیاد رقابت برای رطوبت، مواد غذایی و نور افزایش می‌یابد که از جمله نتایج آن، کاهش قطر ساقه، بالا رفتن ارتفاع گیاه و افزایش ارتفاع محل تشکیل انشعاب ساقه از سطح زمین است (Gozubenli et al., 2003). سیروس‌مهر و همکاران (Sirus Mehr et al., 2008) نیز گزارش دادند که با افزایش تراکم بوته و یا کاهش فواصل ردیف کاشت، تخریب نوری اکسین صورت نمی‌گیرد که می‌تواند باعث افزایش طول میانگره‌ها، کاهش قطر ساقه و افزایش ارتفاع بوته گلرنگ گردد. طول مراحل نموی گیاه نیز به تراکم واکنش نشان می‌دهد به طوری که با کاهش تراکم بوته گلرنگ طول دوره رسیدگی طولانی‌تر می‌شود (Oad & Samo, 2002). در مطالعه خوشنام و همکاران (Khoshnam et al., 2012) در گلرنگ رقم اصفهان ۲۸۱۹ با چهار سطح آبیاری (قطع آبیاری تا گلدهی، قطع آبیاری از ابتدای گلدهی تا ۵۰ درصد گلدهی، قطع آبیاری از ۵۰ درصد گلدهی تا ۱۰۰ درصد گلدهی و آبیاری کامل در طول دوره رشد گیاه) و چهار سطح تراکم (۳۰، ۳۵، ۴۰ و ۴۵ بوته در مترمربع)، بیشترین عملکرد دانه در تیمار آبیاری کامل با تراکم ۴۰ بوته در جیرفت کرمان به دست آمد. شهری و همکاران (Shahri et al., 2013) با آزمایشی بر روی گلرنگ رقم گلدشت تحت شرایط آبیاری کامل و تراکم ۴۰ بوته بیشترین عملکرد دانه را در سیستان و بلوچستان مشاهده کردند. در پژوهش‌های مختلف بررسی همزمان تنش خشکی و تراکم گیاهی در گلرنگ کمتر مورد توجه قرار گرفته است. بنابراین با توجه به این‌که کاهش بارندگی در برخی از سال‌ها در اکثر مناطق ایران منجر به بروز تنش خشکی به‌خصوص در مراحل انتهایی رشد اکثر گیاهان می‌شود و در نتیجه کاهش عملکرد نهایی دانه در آن‌ها را در بردارد و از طرفی تغییر ساختار عملکرد تک بوته به کمک تغییر تراکم، یکی از عوامل اصلی در تعیین عملکرد است، این تحقیق به بررسی اثر تراکم و کم آبیاری در دو مرحله رشد زایشی بر مراحل نموی، برخی خصوصیات مورفولوژیکی و عملکرد دانه گلرنگ پاییزه در شرایط آب و هوایی بیرجند پرداخته شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند (عرض جغرافیایی۳۲ درجه و۵۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۱۳ دقیقه شرقی) در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ به

www.SID.ir

Archive of SID

مرحله اجرا در آمد. طبق تقسیم‌بندی کوپن، بیرجند دارای اقلیم نیمه-خشک با میانگین بارندگی ۱۷۶ میلی‌متر و حداکثر درجه حرارت مطلق ۴۰ درجه سانتی‌گراد و حداقل درجه حرارت مطلق ۱۴- درجه سانتی‌گراد است. آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار انجام شد. سه تیمار قطع آبیاری (آبیاری کامل، آبیاری تا تکمه‌دهی و آبیاری تا گلدهی) در کرت‌های اصلی و چهار تیمار تراکم (۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ بوته در مترمربع) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. عملیات تهیه بستر شامل شخم، دیسک، تسطیح و فارو بود. هر کرت آزمایشی نیز شامل شش ردیف کاشت به‌صورت جوی و پشته به طول شش متر و با فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر بود. همچنین در یک بلوک فاصله کرت‌های اصلی ۱/۵ متر و فاصله بین دو بلوک سه متر در نظر گرفته شد. کاشت بذور گلرنگ پاییزه رقم محلی اصفهان در ۱ آبان ماه ۱۳۹۲ با دست در عمق چهار تا پنج سانتی‌متری برروی پشته به‌صورت متراکم انجام شد و بلافاصله آبیاری اعمال گردید و از آن پس آبیاری هر ۱۰ روز انجام شد. در ۱۴ فروردین ماه ۱۳۹۳ در مرحله چهار تا شش برگی تراکم‌های مورد نظر با تنک کردن بوته‌ها حاصل شد. وجین علف‌های هرز همزمان با تنک و بار دیگر نیز در ۱۰ اردیبهشت ماه انجام شد. هر سه تیمار آبیاری در زمان رشد زایشی بسته به مرحله نموی گیاه (آبیاری تا۵۰ درصد تکمه‌دهی، آبیاری تا۵۰ درصد گلدهی و آبیاری کامل) اعمال شدند. مراحل نمو گیاه بر اساس رسیدن ۵۰ درصد بوته‌های هر کرت به هر مرحله نموی (سبز شدن، ساقه‌دهی، تکمه‌دهی، گلدهی و رسیدگی فیزیولوژیک) ثبت شد (Kahjehpoor, 2004; Mousavifar et al., 2010) و در زمان برداشت (برداشت در سه زمان متفاوت بسته به نوع آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی، آبیاری تا گلدهی و آبیاری کامل و تأثیر آن بر رسیدگی محصول به‌ترتیب در ۱، ۱۴ و ۲۸ تیرماه انجام شد.)، از هر کرت آزمایشی به‌طور تصادفی پنج بوته برداشت و خصوصیات مورفولوژیک نظیر ارتفاع بوته، فاصله محل اولین انشعاب شاخه‌ها از سطح خاک، تعداد شاخه‌های اولیه و ثانویه اندازه‌گیری شد. برای محاسبه عملکرد دانه در واحد سطح سه مترمربع از مساحت هر کرت، از ردیف‌های دوم، سوم، چهارم و پنجم با رعایت حاشیه را برداشت کرده و پس از توزین، عملکرد دانه بر اساس رطوبت ۱۴ درصد حاصل شد. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم-افزار SAS 9.6 صورت گرفت و از آزمون FLSD در سطح احتمال پنج درصد برای مقایسه میانگین‌ها استفاده شد.

نتایج و بحث

مراحل نموی: بر اساس مطالعه مراحل فنولوژیک، طولانی‌ترین مرحله رشد گیاه را مرحله رشد رزت تشکیل داد که از زمان سبز شدن گیاه تا ساقه‌دهی در نظر گرفته می‌شود و بین تیمارهای مختلف به-دلیل اجرای تیمارهای کم آبیاری و تراکم در بهار سال بعد تفاوتی وجود نداشت (جدول ۲). نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که بین تیمارهای کم آبیاری و تراکم از کاشت تا وقوع ۵۰ درصد گلدهی و رسیدگی فیزیولوژیک کاهش معنی‌داری وجود داشت (جدول ۱و ۲). آبیاری تا تکمه‌دهی و آبیاری تا گلدهی به‌ترتیب حدود ۲۷ و ۱۱ روز باعث زودرسی و در نتیجه کاهش عملکرد دانه شدند (جدول ۲) که این نشان‌دهنده تکمیل سریع چرخه زندگی گیاه جهت پر کردن دانه‌ها و فرار از خشکی در شرایط نامناسب است. خوشنام و همکاران (Khoshnam et al., 2012) اظهار داشتند که تنش خشکی باعث افزایش سرعت پر شدن دانه شد، اما با تأمین آب کافی طول دوره پر شدن دانه افزایش یافت بنابراین، می‌توان گفت که کوتاه نمودن دوره رشد یکی از راه‌های اجتناب از خشکی توسط گیاهان می‌باشد که با کاهش عملکرد دانه همراه است (Jabbari Orange & Ebadi, 2012; Yordanov et al., 2003). افزایش تراکم نیز باعث افزایش سرعت رشد و نمو شد و بوته‌ها مراحل گلدهی و رسیدگی خود را سریع‌تر طی کردند. تسریع در رسیدن به هر یک از مراحل فوق به دلیل افزایش رقابت میان بوته‌ها برای عوامل محیطی در تراکم‌های بیشتر بود. اد و سامو (Oad & Samo, 2002) گزارش کردند که طول مراحل نموی گلرنگ تحت تأثیر تراکم قرار گرفت و با افزایش تراکم بوته، طول دوره رسیدگی کوتاه‌تر شد.

ارتفاع بوته: بین تیمارهای کم آبیاری، تنها در تیمار آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی، کاهش در ارتفاع بوته مشاهده شد (جدول ۱و ۲) زیرا با آغاز مرحله گلدهی، گیاه به حداکثر ارتفاع خود می‌رسد (Tahmasebpour et al., 2011). چنین به‌نظر می‌رسد که تنش خشکی در زمان ارتفاع‌گیری گیاه سبب شد که رقابت برای جذب آب بین بخش هوایی و زمینی در بوته افزایش یابد و در این رقابت، گیاه سهم بیشتری از مواد فتوسنتزی را به ریشه اختصاص دهد و در نتیجه مواد فتوسنتزی کمتری به بخش هوایی از جمله ساقه برسد که این امر باعث کاهش ارتفاع بوته شد (Noruzi & Kazemaini, 2011).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- آنالیز واریانس (میانگین مربعات) مراحل نموی و برخی خصوصیات مورفولوژیکی و عملکرد دانه تحت تأثیر سطوح کم آبیاری و تراکم در گلرنگ پاییزه

Table 1- Analysis of variance (mean of squares) for development stages and some morphological traits and seed yield under deficit irrigation levels and density in autumn safflower

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	تعداد روز تا سبز شدن Number of days to emergence	تعداد روز تا ساقه‌دهی Number of days to stemming	تعداد روز تا تکمه‌دهی Number of days to heading bud	تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی Number of days to 50% flowering	تعداد روز تا رسیدگی Number of days to physiological maturity	ارتفاع بوته Plant height	فاصله محل اولین انشعاب شاخه‌ها از سطح خاک Distance to the first bifurcation branches from soil surface	تعداد شاخه‌های اولیه در بوته Number of primary branches	تعداد شاخه‌های ثانویه در بوته Number of secondary branches	عملکرد دانه Seed yield
تکرار Replication	3	0.05 ns	1.12 ns	2.93 ns	2.06 ns	4.85 ns	1.36 ns	1.23 ns	0.92 ns	2.50 ns	800.36 ns
کم آبیاری Deficit irrigation	2	1.17 ns	4.37 ns	2.42 ns	44.56**	576.68**	1114.49**	1114.39**	52.04**	293.45**	3331151.16**
خطای اصلی Main error	6	0.74	2.62	2.16	1.77	3.32	0.80	3.21	0.66	1.65	6717.40
تراکم Density	3	0.20ns	4.19 ns	1.65 ns	29.67**	46.54**	166.97**	161.18**	54.45**	150.09**	525224.14**
کم آبیاری× تراکم Deficit irr. ×Density	6	2.25 ns	1.97 ns	5.24 ns	0.91 **	0.67 **	1.11*	1.63*	1.56 **	1.67**	4526.48 **
خطای فرعی Sub error	27	0.57	2.44	2.97	0.99	0.52	0.78	0.65	0.46	0.38	1251.51

ns، * و **: به‌ترتیب نشانگر عدم معنی‌داری و معنی‌داری اثر عامل آزمایشی در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد می‌باشد.

ns, * and **: are no-Significant, Significant at the 0.05 and 0.01 level of probability, respectively.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات اصلی کم آبیاری و تراکم بر مراحل نموی و برخی از خصوصیات مورفولوژیکی و عملکرد دانه در گلرنگ پاییزه

Table 2- Compression for the main effects deficit irrigation and density on development stages and some morphological traits and seed yield in autumn safflower

تیمارها Treatments	تعداد روز تا سبز شدن Number of days to emergence	تعداد روز تا ساقه‌دهی Number of days to stemming	تعداد روز تا تکمه‌دهی Number of days to heading bud	تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی Number of days to 50% flowering	تعداد روز تا رسیدگی Number of days to physiological maturity	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	فاصله محل اولین انشعاب شاخه‌ها از سطح خاک (سانتی‌متر) Distance to the first bifurcation branches from soil surface (cm)	تعداد شاخه‌های اولیه در بوته Number of primary branches	تعداد شاخه‌های ثانویه در بوته Number of secondary branches	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield ($kg.ha^{-1}$)
کم آبیاری Deficit irrigation										
آبیاری کامل Full irrigation	9.80 a*	164.98 a	216.41 a	233.67 a	266.71 a	96.13 a	63.06 a	12.54 a	13.56 a	3303.68 a
آبیاری تا مرحله گلدهی Irrigation until flowering stage	10.16 a	163.03 a	216.18 a	233.01 a	255.31 b	95.11 a	62.15 a	11.80 a	12.82 a	3008.59 b
آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی Irrigation until heading-bud stage	10.26 a	163.82 a	215.64 a	230.51 b	239.92 c	81.19 b	48.46 b	9.20 b	5.80 b	2408.28 c
تراکم (بوته در متر مربع) Density ($plants.m^{-2}$)										
20	10.03 a	165.05 a	216.38 a	234.21 a	259.45 a	86.44 d	54.10 d	13.81 a	14.91 a	2643.98 d
30	10.15 a	164.96 a	216.31 a	233.18 a	255.90 b	89.23 c	56.44 c	11.99 b	12.17 b	2828.81 c
40	10 a	164.25 a	216.03 a	231.37 b	252.34 c	92.67 b	59.99 b	10.45 c	8.93 c	3161.60 a
50	10.29 a	163.82 a	215.56 a	230.83 b	248.25 d	94.89 a	62.35 a	8.83 d	6.89 d	2968.10 b

*مقایسه میانگین با استفاده از آزمون FLSD و در سطح احتمال پنج درصد انجام شده است.

*Mean compression has done by FLSD test ($P \leq 0.05$).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر کم آبیاری و تراکم بر برخی خصوصیات مورفولوژیک و عملکرد دانه گلرنگ پاییزه

Table 3- Mean compression of effect of deficit irrigation and density on some morphological characteristics and seed yield of autumn safflower

کم آبیاری Deficit irrigation	تراکم Density	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) plant height (cm)	فاصله محل اولین انشعاب شاخه‌ها از سطح خاک (سانتی‌متر) Distance to the first bifurcation branches from soil surface (cm)	تعداد شاخه‌های اولیه در بوته Number of primary branches	تعداد شاخه‌های ثانویه در بوته Number of secondary branches	عملکرد دانه (کیلوگرم/هکتار) Seed yield (kg.ha^{-1})
آبیاری کامل Full irrigation	20	91.99 ^{e}	58.57 ^{f}	15.55 ^{a}	18.21 ^{a}	3023.97 ^{e}
	30	93.99 ^{d}	60.75 ^{de}	13.32 ^{b}	14.94 ^{b}	3221.73 ^{c}
	40	97.78 ^{c}	65.34 ^{b}	11.60 ^{c}	11.72 ^{c}	3607.05 ^{a}
	50	100.75 ^{a}	67.58 ^{a}	9.71 ^{e}	9.36 ^{e}	3361.96 ^{b}
آبیاری تا گلدهی Irrigation until flowering	20	90.41 ^{f}	59.74 ^{ef}	15.10 ^{a}	17.49 ^{a}	2793.94 ^{g}
	30	93.91 ^{d}	61.72 ^{d}	12.72 ^{b}	14.50 ^{b}	2933.71 ^{f}
	40	96.78 ^{c}	64.11 ^{c}	9.88 ^{d}	9.72 ^{d}	3225.50 ^{c}
	50	99.33 ^{b}	67.04 ^{a}	8.67 ^{f}	6.69 ^{f}	3081.22 ^{d}
آبیاری تا تکمدهی Irrigation until heading -bud	20	76.91 ^{i}	43.99 ^{j}	10.78 ^{cd}	9.03 ^{e}	2189.05 ^{k}
	30	79.79 ^{h}	46.87 ^{i}	9.92 ^{d}	7.07 ^{f}	2331 ^{j}
	40	83.46 ^{g}	50.54 ^{h}	9.02 ^{e}	4.45 ^{g}	2652.25 ^{h}
	50	84.60 ^{g}	52.43 ^{g}	7.10 ^{g}	2.50 ^{h}	2460.83 ^{i}

۱. مقایسه میانگین با استفاده از آزمون FLSD و در سطح احتمال پنج درصد انجام شده است (P≤ ۰/۰۵).

۲. میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار آماری در سطح پنج درصد هستند (P>۰/۰۵).

1. Mean compression has done by FLSD test (P≤0.05).

2. Means in the same column by the same letter do not differ significantly according to the FLSD test (P> 0.05).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤- ضرایب همبستگی بین برخی خصوصیات مورفولوژیک و عملکرد دانه گلرنگ پاییزه تحت تأثیر کم آبیاری و تراکم

Table 4- Correlation between some morphological characteristics and seed yield in autumn safflower under deficit irrigation and density

متغیر Treatments	تعداد روز تا سبز شدن Number of days to emergence	تعداد روز تا مرحله ساقه‌دهی Number of days to stemming stage	تعداد روز تا مرحله تکمه‌دهی Number of days to heading bud stage	تعداد روز تا مرحله ۵۰ درصد گلدهی Number of days to 50% flowering stage	تعداد روز تا مرحله رسیدگی فیزیولوژیک Number of days to physiological maturity stage	ارتفاع بوته Plant height	فاصله محل اولین انشعاب شاخه‌ها از سطح خاک Distance to the first bifurcation branches from soil surface	تعداد شاخه‌های اولیه Number of primary branches	تعداد شاخه‌های ثانویه Number of secondary branches	عملکرد دانه Seed yield
تعداد روز تا سبز شدن Number of days to emergence	1									
تعداد روز تا مرحله ساقه‌دهی Number of days to stemming stage	0.46**	1								
تعداد روز تا مرحله تکمه‌دهی Number of days to heading bud stage	0.40**	0.80**	1							
تعداد روز تا مرحله ۵۰ درصد گلدهی Number of days to 50% flowering stage	0.45**	0.82**	0.96**	1						
تعداد روز تا مرحله رسیدگی فیزیولوژیک Number of days to physiological maturity stage	0.44**	0.90**	0.96**	0.98**	1					
ارتفاع بوته Plant height	0.26 ns	0.82**	0.46*	0.54**	0.64**	1				
فاصله محل اولین انشعاب شاخه‌ها از سطح خاک Distance to the first bifurcation branches from soil surface	0.25 ns	0.82**	0.45**	0.53**	0.64**	0.99**	1			
تعداد شاخه‌های اولیه Number of primary branches	0.37**	0.56**	0.89**	0.84**	0.80**	0.14 ns	0.13 ns	1		
تعداد شاخه‌های ثانویه Number of secondary branches	0.40**	0.71**	0.96**	0.96**	0.92**	0.34 *	0.33*	0.91**	1	
عملکرد دانه Seed yield	0.42**	0.81**	0.47**	0.56**	0.66**	0.98**	0.98**	0.94**	0.46**	1

ns ، * و **: به‌ترتیب نشانگر عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد می‌باشد.

ns, * and **: are no-Significant, significant at the 0.05 and 0.01 level of probability, respectively.

www.SID.ir

Archive of SID

فاصله محل اولین انشعاب شاخه‌ها از سطح خاک: بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس، کم آبیاری بر فاصله محل اولین انشعاب شاخه‌ها از سطح خاک در سطح احتمال یک درصد اثر معنی-داری داشت (جدول ۱) و تنها در تیمار آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی این صفت کاهش یافت (جدول ۲)، زیرا در این تیمار از ارتفاع بوته کاسته شد که به‌تبع آن فاصله محل اولین انشعاب شاخه‌ها تا سطح خاک نیز کاهش یافت (جدول‌های ۱ و ۲). بین ارتفاع بوته با این صفت، همبستگی مثبت و معنی‌دار ($r=۰/۹۹^{**}$) مشاهده شد (جدول ۴). موسوی‌فر(Mousavifar, 2010) و نوروزی و کاظمیانی (Noruzi & Kazemaini, 2011) همبستگی مثبت و معنی‌داری بین محل تشکیل اولین انشعاب از سطح خاک و ارتفاع بوته مشاهده کردند. اثر تراکم بر این صفت نیز معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین تراکم گیاهی حاکی از آن است که با افزایش میزان تراکم گیاه از ۲۰ به ۵۰ بوته در مترمربع فاصله اولین انشعاب شاخه‌ها از سطح خاک روند صعودی داشته و افزایش می‌یابد (جدول ۲). در تراکم بیشتر به علت کاهش نفوذ نور به داخل سایه‌انداز گیاهی، میانگره‌های پایین بوته رشد بیشتری کرده و در نتیجه باعث افزایش فاصله اولین انشعاب شاخه‌ها از سطح خاک می‌شود که راندمان برداشت مکانیزه با کمباین را نیز افزایش می‌دهد و تعداد طبق‌هایی که زیر چرخ فلک کمباین برداشت نشده می‌مانند را کاهش می‌دهد. از طرفی به عنوان مخزن موقت ذخیره مواد کربوهیدراتی غیرساختاری، امکان انتقال مجدد مقدار بیشتری از کربوهیدرات‌ها به دانه در طول پرشدن دانه به‌ویژه در زمان پر شدن دانه را فراهم می‌کند (Koutroubas et al., 2004). اثر متقابل کم آبیاری و تراکم نیز در این صفت در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین میزان این صفت تحت شرایط آبیاری کامل و آبیاری تا مرحله گلدهی در تراکم ۵۰ بوته در مترمربع و کمترین نیز با ۳۵ درصد کاهش نسبت به شاهد در تیمار آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی با تراکم ۲۰ بوته مشاهده شد (جدول ۳). بنابراین قطع آبیاری دیر هنگام و افزایش تراکم در گلرنگ منجر به افزایش ارتفاع و فاصله اولین انشعاب شاخه از سطح خاک می‌شود. با توجه به این‌که در تراکم‌های زیاد رقابت برای رطوبت، مواد غذایی و نور افزایش می‌یابد در نتیجه اگر این افزایش تراکم با تأمین آب کافی نیز همراه باشد، منجر به بالا رفتن ارتفاع گیاه و افزایش ارتفاع محل تشکیل انشعاب ساقه از سطح زمین می‌گردد (Gozubenli et al., 2003).

شاخه‌های اولیه و ثانویه: بین تیمارهای قطع آبیاری از نظر تعداد شاخه‌های اولیه و ثانویه در بوته، تنها تیمار آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی از نظر این دو صفت به‌طور معنی‌داری کاهش نشان داد (جدول ۱ و ۲)، زیرا در مرحله شاخه‌دهی تکمیلی (مرحله پس از تکمه‌دهی)، تنها گیاهان این تیمار با کمبود آب مواجه شدند. در مطالعه سیروس‌مهر و همکاران (Sirus Mehr et al., 2008) و موسوی‌فر (Mousavifar, 2010) نیز تیمار آبیاری تا مرحله تکمه-دهی، موجب کاهش تعداد شاخه اولیه و ثانویه در گلرنگ شد. تعداد شاخه‌های اولیه و ثانویه در تراکم‌های بیشتر به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۱ و ۲). به‌نظر می‌رسد که با افزایش تراکم بوته، رقابت بین بوته‌ای زودتر اتفاق می‌افتد که این موضوع سبب کاهش شرایط مطلوب محیطی از جمله رطوبت، مواد غذایی و نور شده و لذا باعث می‌شود که تولید شاخه‌های اولیه و ثانویه محدودتر شود. به‌علاوه همبستگی مثبت و معنی‌داری ($r=۰/۸۶^{**}$) بین تعداد شاخه‌های اولیه و ثانویه نیز مشاهده شد (جدول ۴). این همبستگی نشان می‌دهد که با افزایش تعداد شاخه‌های اولیه، تعداد شاخه‌های ثانویه نیز افزایش می‌یابد. با توجه به این که در گلرنگ در انتهای هر شاخه طبق تشکیل می‌شود پس هر چه تعداد شاخه‌ها بیشتر باشد تعداد طبق‌های تولیدی بیشتر خواهد بود که در نهایت باعث افزایش عملکرد دانه در بوته خواهد شد(Sirus Mehr et al., 2008).

اگرچه در تراکم زیاد، عملکرد دانه در بوته کاهش می‌یابد، ولی امتیاز مهم آن افزایش عملکرد در واحد سطح و جلوگیری از تشکیل شاخه‌های ثانویه و ثالثیه و در نتیجه ممانعت از تشکیل طبق‌های دیررس می‌باشد. این واکنش می‌تواند سبب یکنواختی رسیدگی گلرنگ گردد که برداشت مکانیزه آن را تسهیل می‌کند. دیگر محققین نیز اثر همبستگی مثبتی بین تراکم و تعداد شاخه در گیاه را مشاهده کردند (Ehsanzade, 2003; Shams et al., 2007). اثر متقابل تراکم و قطع آبیاری بر تعداد شاخه‌های اولیه و ثانوبه معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین این صفات در تیمارهای آبیاری کامل و آبیاری تا مرحله گلدهی در تراکم ۲۰ بوته مشاهده شد (جدول ۳)، زیرا در صورتی که آب کافی برای گیاهان در مرحله شاخه‌دهی فراهم باشد آن‌ها در شرایط تراکم کمتر با افزایش تعداد شاخه فرعی اقدام به جبران کاهش تراکم می‌نمایند. از طرفی کمترین تعداد شاخه‌های اولیه و

www.SID.ir

Archive of SID

ثانوبه در شرایط آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی و در تراکم ۵۰ بوته مشاهده شد (جدول ۳). کمبود آب و نیز کاهش نفوذ نور به بخش‌های پایین سایه‌انداز گیاهی در اثر تراکم بالا موجب انتقال اکسین از مریستم انتهایی به محل تشکیل جوانه‌های جانبی شاخه می‌گردد. در اغلب گیاهان عالی، جوانه‌های انتهایی به درجات مختلفی روی رشد جوانه‌های جانبی تأثیر می‌گذارند و این پدیده غالبیت انتهایی نامیده می‌شود. مقادیر زیاد اکسین در نواحی انتهایی ساقه ممکن است مواد غذایی و هورمون‌های گیاهی مثل سیتوکینین را که در تنظیم تقسیم سلولی دخالت دارند به سمت خود جذب کند. طبق نظریه فقر مواد غذایی، رأس ساقه به عنوان یک مخزن قوی مواد غذایی، این مواد را از جوانه‌های جانبی به سمت خود منحرف می‌کند. چرا که احتمالا منافذ آوندی در جوانه‌های جانبی کامل نیستند (Sirus Mehr et al., 2008).

عملکرد دانه: اثر کم آبیاری بر روی عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین و کمترین عملکرد دانه به‌ترتیب در آبیاری کامل و آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی مشاهده شد (جدول ۲). تیمار آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی نسبت به تیمار آبیاری کامل ۲۷/۱۰ درصد کاهش عملکرد نشان داد (جدول ۲).

کمبود آب و بروز تنش خشکی در محیط رشد گلرنگ باعث کاهش اندازه گیاه، تغییر رنگ برگ‌ها و کم شدن دوام سطح برگ‌ها و کاهش عملکرد می‌شود. بنابراین افزایش آبیاری باعث افزایش عملکرد می‌شود که این موضوع به دلیل کاهش رقابت بین گیاهان برای آب و افزایش تعداد شاخه‌های فرعی و در نتیجه تعداد طبق برای گیاهان می‌باشد (Kafi & Rostami, 2008). به‌علاوه بین تمامی صفات اندازه‌گیری شده با عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد مشاهده شد (جدول ۴). اثر تراکم بر روی عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین و کمترین عملکرد دانه به‌ترتیب در تراکم ۴۰ و ۲۰ بوته در مترمربع حاصل شد (جدول ۲). با افزایش تراکم از ۲۰ بوته در مترمربع به تراکم‌های بالاتر مشاهده شد که افزایش تعداد بوته در مترمربع تا حد معینی می‌تواند سبب افزایش عملکرد دانه گردد و فراتر از آن باعث کاهش این صفت می‌شود به طوری که این روند افزایش تا ۴۰ بوته در مترمربع ادامه داشت، اما در تراکم ۵۰ بوته در مترمربع افت در آن مشاهده شد (جدول ۲). که با یافته‌های دیگر محققین که تراکم ۴۰ بوته در مترمربع را تراکم مطلوب برای گلرنگ معرفی کردند مطابقت دارد (Khoshnam et al., 2010; Omidi & Sharifmogadas, 2012; Shahri et al., 2013). هر چند با افزایش تراکم، عملکرد تک بوته به‌واسطه افزایش رقابت بین گیاهان کاهش می‌یابد، اما در مجموع، بر میزان جذب تشعشع توسط جامعه گیاهی افزوده می‌شود و عملکرد نهایی بالا می‌رود (Edwards et al., 2005; Lee et al., 2007; Amanullah & Khalil, 2009). اثر متقابل تراکم و قطع آبیاری بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین عملکرد دانه در تیمار آبیاری کامل با تراکم ۴۰ بوته در مترمربع به‌دست آمد که با یافته خوشنام و همکاران (Khoshnam et al., 2012) و شهری و همکاران (Shahri et al., 2013) مطابقت دارد. در کلیه تراکم‌ها، بیشترین کاهش در عملکرد دانه در تیمار آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی مشاهده شد. به‌نظر می‌رسد این مرحله رشدی حساس‌ترین مرحله به کمبود آب باشد و تحت این شرایط، با انجام آبیاری در این مرحله می‌توان عمکرد دانه را به‌طور قابل توجهی افزایش داد. از طرفی دستیابی به تراکم کاشت بهینه برای بیشینه کردن سهم تعرق از تبخیر و تعرق آب خاک، باعث بهبود فتوسنتز و عملکرد دانه می‌شود و در این تحقیق تراکم ۴۰ بوته در متر مربع بهترین تراکم کاشت در بین سطوح تیماری معرفی می‌شود. در مجموع می‌توان نتیجه گرفت که هر چه آب در دسترس در طول دوره رشد گیاه و تراکم تا سطح ۴۰ بوته در مترمربع افزایش یابد دستیابی به بیشترین عملکرد زودتر حاصل می‌شود، زیرا تحت این شرایط طول دوره رشد گیاه به‌ویژه مرحله پر شدن دانه افزایش یافته و نزدیک شدن به تراکم مطلوب نیز به دسترسی به شرایط محیطی بهینه جهت افزایش عملکرد کمک می‌کند.

نتیجه‌گیری

در مجموع، در تمامی تراکم‌ها افت شدید عملکرد دانه در شرایط آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی مشاهده شد، که به‌نظر می‌رسد این مرحله رشدی گیاه یکی از حساس‌ترین مراحل رشد گلرنگ به تنش خشکی باشد، زیرا تنش در این مرحله نموی از طریق کاهش معنی‌دار در طول دوره رشد گیاه، ارتفاع بوته، فاصله اولین انشعاب شاخه‌ها از سطح خاک، تعداد شاخه تولیدی که همبستگی مثبت با عملکرد دانه دارند، به کاهش عملکرد نهایی منجر می‌شود. بنابراین، استفاده از آبیاری تکمیلی در مرحله تکمه‌دهی جهت ممانعت از افت شدید عملکرد دانه ضروری به‌نظر می‌رسد. به‌علاوه در بین تراکم‌های مطالعه شده، تراکم

www.SID.ir

Archive of SID

۴۰ بوته در مترمربع به عنوان تراکم مطلوب گلرنگ معرفی می‌شود، زیرا در ابتدای فصل رشد با پوشش سریع‌تر سطح خاک و کاهش نفوذ نور خورشید بر آن تبخیر از سطح خاک را کاهش می‌دهد و کاهش تبخیر از سطح خاک می‌تواند تنش خشکی را در گیاه به تأخیر بی‌اندازد و با پیشروی فصل رشد نیز از طریق افزایش ارتفاع بوته و کاهش تعداد شاخه‌های کم بارور و دیررس سبب رشد بهتر بوته‌ها شده و در نتیجه به تولید بیشتر دانه کمک می‌کند.

منابع

Alyari, H., Shekari, F., and Shekari F. 2000. Oil seeds. Agronomy and physiology. Publication of Amidi 182 pp. (In Persian)

Amanullah, R.A., and Khalil, S.K. 2009. Effects of plant density and N on phenology and yield of maize. Journal of Plant Nutrition 32: 246-246.

Aphalo, P.J., Ballare, C.L., and Scopel, A.L. 1999. Plant-plant signalling, the shade avoidance response and competition. Journal of Experimental Botany 50: 1629-1634.

Casal, J.J., Sánchez, R.A., and Botto, J.F. 1998. Modes of action of phytochromes. Journal of Experimental Botany 49: 127-138.

Edwards, J.T., Purcell, L.C., and Vories, E.D. 2005. Light interception and yield of short-season maize (*Zea mays* L.) hybrids in the Midsouth. Agronomy Journal 97: 225-234.

Ehsanzade, P. 2003. Effect of density plant on yield and components yield and some growth traits of two safflower cultivar under Isfahan conditions. Sciences and Technology of Agronomy and Natural Resources 7(1): 129-140. (In Persian with English Summary)

Garcia del Moral, L.F., Rharrabti, Y., Villegas, D., and Royo, C. 2003. Evaluation of grain yield and its components in durum wheat under Mediterranean conditions: An antigenic approach. Agronomy Journal 95: 266-274.

Ghamarnia, H., and Sepehri, S. 2010. Different irrigation regimes affect water use, yield and other yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) crop in a semi-arid region of Iran. Journal of Food, Agriculture and Environment 8(2): 590-593.

Gozubenli, H., Sener, O., Konuskan, O., and Kilinc, M. 2003. Effect of hybrid and plant density on grain yield and yield components of maize (*Zea mays* L.). Indian Journal of Agronomy 48: 203-205.

Hornok, L. 1986. Effect of environmental factors on growth, yield and on active principles of some spice plants. Acta Horticulture 168: 169-176.

Jabbari Orange, M., and Ebadi, A. 2012. Responses of phenological and physiological stages of spring safflower to complementary irrigation. African Journal of Biotechnology 11(10): 2465-2471.

Kafi, M., Kamkar, B., and Mahdavi damghani, A.M. 2003. Reactions of Agronomic Crops to Growth Environment. Publication of Ferdowsi University, Mashhad, Iran 297 pp. (In Persian)

Kafi, M., and Rostami, M. 2008. Effect of drought stress in reproductive growth stage on yield and components yield and oil content three safflower cultivars in irrigation with salty water conditions. Iranian Agronomy Research 5(1): 121-131. (In Persian with English Summary)

Kahjehpoor, M.R. 2004. Industrial Plants. Jahadeh Daneshgahi Publisher, Isfahan Industrial University, Isfahan, Iran 564 pp. (In Persian)

Khoshnam, A., Haydari Sharifabad, H., and Afsharmanesh, G.R. 2012. Effects of terminal water deficit stress and plant density on yield, yield components and some morphological traits of safflower in Jiroft Region, Iran. Plant Ecophysiology 4: 111-117.

Koutroubas, S.D., Papakosta, D.K., and Doitsinis, A. 2004. Cultivar and seasonal effects on the contribution of pre-anthesis assimilates to safflower yield. Field Crops Research 90: 263-274.

Lee, S.H., Tewari, R.K., Hahn, E., and Paek, K.Y. 2007. Photon flux density and light quality induce changes in growth, stomatal development, photosynthesis and transpiration of *Withania somnifera* (L.) Dunal. plantlets. Plant Cell, Tissue and Organ Culture 90: 141-151.

Lloveras, J., Manent, J., Viudas, J., Lopez, A., and Santiveri, P. 2004. Seeding rate influence on yield and yield components of irrigated winter wheat in a Mediterranean climate. Agronomy Journal 96: 1258-1265.

www.SID.ir

Archive of SID

Mousavifar, B.E., Behdani, M.A., Jami Alahmadi, M., and Hosaini Bojd, M.S. 2010. Effect of deficit irrigation on growth and yield of spring safflowers (*Carthamus tinctorius* L.) genotypes under Birjand conditions. Journal of Agroecology 2(4): 627-639. (In Persian with English Summary)

Mousavifar, B.E. 2010. Response of spring safflower genotypes to irrigation disruption in reproductive growth different stages. MSc thesis in Agronomy, College of Agriculture, Birjand University, Birjand, Iran. (In Persian with English Summary)

Noruzi, M., and Kazemaini, S.A. 2011. Effect of deficit irrigation and plant density on growth and seed yield of safflower. Iranian Agronomy Research. 10(4): 781-788. (In Persian with English Summary)

Oad, M.A., and Samo, S.M. 2002. Inter and intra row spacing effect on the growth seed yield and oil content of safflower, Asian Journal of Plant Sciences 1: 18-19.

Omidi, A.H., and Sharifmogadas, M.R. 2010. Evaluation of Iranian safflower cultivars reaction to different sowing dates and plant densities. World Applied Sciences Journal 8(8): 953-958.

Pirzad, A. 2007. Effects of irrigation and plant density on some of physiological traits and active ingredients of german chamomile. PhD thesis, College of Agriculture, Tabriz University, Tabriz, Iran. (In Persian with English Summary)

Shahri, A., Ganjali, H.R., and Fanayi, H.R. 2013. Effect of drought stress on quantitative and qualitative yield of safflower (Goldasht cultivar) in different planting densities. International Journal Agriculture Crop Sciences 6(19): 1342-1346.

Shams, K., Pazaki, A.R., and Kobraei, S. 2007. Assessment of effect of planting date and density on yield and components yield of autumn safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under Kermanshah condition. Iranian Journal of agronomy and Plant Breeding 4(2): 23-35. (In Persian with English Summary)

Sirus Mehr, A.R., Shakiba, M.R., Alyari, H., Tourchi, M., and Dabagh Mohammadi Nasab, A. 2008. Effect of drought stress and density on yield and some morphological characteristics of autumn safflower cultivars. Research in Agronomy and Horticulture 78: 80-87. (In Persian with English Summary)

Tahmasebpour, B., Aharizad, S., Shakiba, M., and Babazade Bedostani, A. 2011. Safflower genotypes' responses to water deficit. International Journal of Agriculture Science 1(2): 579-601.

Yordanov, I., Velikova, V., and Tsonev, T. 2003. Plant response to drought and stress tolerance. Bulgarian Journal of Plant Physiology, Special Issue p. 187-206.

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Agroecology
Vol. 10, No. 1, Spring 2018, p. 107-119

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۰، شماره ۱، بهار ۱۳۹۷، ص. ۱۱۹-۱۰۷

Effect of Deficit Irrigation and Plant Density on Growth and Seed Yield and Some Morphological Traits of Autumn Safflower (*Carthamus tinctorius* L.)

B.E. Mousavifar[1] and M.A. Behdani[2*]

Submitted: 09-02-2016
Accepted: 15-10-2016

Mousavifar, B.E., and Behdani, M.A. 2018. Effect of deficit irrigation and plant density on growth and seed yield and some morphological traits of autumn safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Journal of Agroecology 10(1): 107-119.

Introduction

Vegetable oils such as safflower oil, due to high amounts of unsaturated fatty acids, play an important role in the fat balance of human diet and can reduce blood cholesterol level. Drought as the most important factor controlling the performance of the products, on a variety of factors that affect plant growth and yield (Ghamarnia and Sepehri, 2010). Although safflower is a drought resistant plant, but drought has significant effects on its duration of phenological stages, thus cause a significant reduction in yield, yield components, growth and some morphological traits such as plant height and distance to the first bifurcation branches from soil surface (Khoshnam *et al.* 2012). When the distance between plants in the row is low, vacancies are not green. Low density, especially in row plant spacing is not desirable. This experiment aims at identifying the critical stages of water and specifies the appropriate number of plants in conditions of stress and lack of tension in the area as well.

Material and Methods

In order to evaluate the effect of deficit irrigation and density on growth, seed yield and some morphological traits of a local variety of autumn safflower, an experiment was conducted with a spilt plot arrangement based on randomized complete block design with four replications at Research farm of Faculty of Agriculture, Birjand University in 2013-2014. Irrigation levels (complete irrigation, irrigation until flowering and irrigation until heading-bud stage) and plant density (20, 30, 40 and 50 plant per m^2) allocated randomly in main plots and subplots, respectively. Phonological aspects (number of days to emergence, stemming, heading bud, 50% flowering and physiological maturity) were recorded. The terms consisted of plant height, distance to the first bifurcation branches from soil surface and number of primary and secondary branches and seed yield. SAS ver. 9.1 statistical software was performed to measure the results of the analysis of variance (ANOVA) and means were compared with LSD test in 5% probability level.

Results and Discussion

Results showed a significant reduction in plant growth period, plant height, distance to the first bifurcation branches from soil surface and number of primary and secondary branches in the irrigation until heading-bud treatment. The yield loss in this treatment was caused by early flowering and decrease in flowering period, seed filling period, maturity stage and yield components. It seems that the heading-bud stage is the most critical stage of the crop growing under water deficit conditions. Since all of the measured parameters had a positive correlation with seed yield, so a reduction of seed yield under the "irrigation until heading-bud treatment" is obvious. By increasing the plant density, plant height and distance to the first bifurcation branches from soil surface was increased but number of days until maturity and number of primary and secondary branches was reduced. In addition, the highest seed yield was obtained from full irrigation treatment with density of 40 plants per m^2. In all plant densities, lowest seed yield was observed in the "irrigation until heading-bud" treatment. As it seems that this growth stage is the most susceptible stage of the crop to limited water, optimum irrigation in this stage may case a significant increase in seed yield.

1 and 2- PhD student in Crop Physiology, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University, Mashhad and Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Birjand University, Birjand, Iran, respectively.
(*- Corresponding author Email: mabehdani@birjand.ac.ir)
DOI:10.22067/jag.v10i1.53497

www.SID.ir

Archive of SID

Conclusion

According to the results of this experiment in order to achieve the maximum yield of safflower in Birjand region, full irrigation and density of 40 plants.m^{-2} is suggested. Supplementary irrigation during heading-bud stage is necessary to prevent a sharp drop in seed yield. The density of 40 plants.m^{-2} of safflower can cover the canopy faster and due to a reduction in soil evaporation, it can postpone the drought stress to the end of the growing season. This density, also with increasing the growing season, increasing the plant height and decreasing the number of low or non-fertile branches, results in better plant growth and thus helps to produce more seeds.

Keywords: Drought stress, Growth development stage, Intra space, Oil seed, Seed yield

www.SID.ir