

اثر آرایش کاشت بر خصوصیات فنولوژیک و شاخص‌های رشد گلنگ در شرایط دیم Effect of planting pattern on phonological characteristics and growth indices of safflower (*Carthamus tinctorius L.*) in rainfed conditions

عباس سلیمانی فرد^۱، سید سعید پورداد^۲، رحیم ناصری^۳ و امیر میرزایی^۴

چکیده

سلیمانی فرد، ع. س. پورداد، ر. ناصری و ا. میرزایی. ۱۳۹۰. اثر آرایش کاشت بر خصوصیات فنولوژیک و شاخص‌های رشد گلنگ (*Carthamus tinctorius L.*) در شرایط دیم. مجله علوم زراعی ایران. ۱۳(۲): ۲۸۲-۲۹۸.

به منظور بررسی اثر آرایش کاشت بر صفات فنولوژیک و فیزیولوژیک گلنگ در شرایط دیم، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۸۷-۸۸ در ایستگاه تحقیقاتی شیروان چرداول استان ایلام به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام گرفت. فاکتورهای آزمایش شامل سه فاصله ردیف ۳۰، ۴۰ و ۵۰ سانتی‌متر و سه فاصله بوته روی ردیف ۱۰، ۱۵ و ۲۰ سانتی‌متر بودند. در این پژوهش تمام صفات فنولوژیک بجز تعداد روز تا سبز شدن تحت تاثیر فواصل ردیف و فواصل بوته روی ردیف قرار گرفتند. نتایج نشان داد که فواصل ردیف و فواصل بوته روی ردیف‌های کمتر دارای تعداد روز تا طبق دهی، گلدهی و رسیدگی کمتری بودند. نتایج آزمایش نشان داد که در فواصل ردیف و فواصل بوته روی ردیف کمتر، به دلیل توزیع یکنواخت بوته‌ها، پوشش گیاهی سریع تر کامل شده و حداکثر استفاده از عوامل محیطی و تابش خورشید به عمل آمد. بیشترین شاخص سطح برگ (۲/۱ و ۲/۱)، سرعت رشد گیاه (۲/۱ و ۲/۳ گرم بر متر مربع در روز)، تجمع ماده خشک (۴۳۷/۴ و ۴۲۱/۱ گرم در متر مربع) و سرعت جذب خالص (۰/۲۰۹ و ۰/۲۱۶ گرم بر گرم بر روز) در فاصله ردیف ۳۰ سانتی‌متر و فاصله بوته روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر در اوایل و اواسط دوره رشد حاصل گردید. در اواخر فصل رشد، شاخص‌های سرعت رشد گیاه و سرعت جذب خالص به دلیل سایه اندازی بوته‌ها و ریزش برگ‌ها منفی شدند. در نتیجه فاصله ردیف ۳۰ سانتی‌متر و فاصله بوته روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر به دلیل دارا بودن شاخص سطح برگ، سرعت رشد گیاه و تجمع ماده خشک بالاتر، از عملکرد دانه بیشتری برخوردار بودند (به ترتیب ۱۹۷۱ و ۱۷۳۰ کیلوگرم در هکتار). به نظر می‌رسد که با مرکز کردن اهداف اصلاحی بر روی مقدار ماده خشک و بهبود دو شاخص سرعت رشد گیاه و شاخص سطح برگ می‌توان عملکرد دانه در گلنگ را بهبود بخشد.

واژه‌های کلیدی: تراکم بوته، شاخص‌های رشد، عملکرد دانه و گلنگ.

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۲/۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۸/۱۲

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول و عضو باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی واحد ایلام (مکاتبه کننده) (پست الکترونیک: soleymani877@yahoo.com)

۲- دانشیار موسسه تحقیقات کشاورزی دیم

۳- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه ایلام

۴- دانشجوی دکتری اکولوژی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

Pourhadian and Khajehpour, 2008; Ozoni Davaji

et al., 2008; Lebaschi et al., 2009) با افزایش وزن خشک بوته و شاخص سطح برگ سایر شاخص‌های رشد مانند CGR، RGR و NAR نیز در گیاه کلزا افزایش یافت (Morrison et al., 1990). افزایش CGR و NAR در اثر کاهش فاصله ردیف کاشت گزارش شده است (Bullock et al., 1988; Morrison et al., 1990) با توجه به این که شناخت دقیقی درباره نقش و اهمیت شاخص‌های رشد در تعیین عملکرد دانه گلنگ در شرایط کشت دیم پاییزه در ایلام در دسترس نیست، بنابراین آزمایش حاضر به منظور تعیین اثر فاصله ردیف و فاصله بوته روی ردیف بر شاخص‌های رشد گلنگ اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در ایستگاه تحقیقاتی شیروان چرداول استان ایلام انجام گرفت. محل اجرای آزمایش دارای طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۲۸ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۳۷ دقیقه و ارتفاع ۱۱۷۶ متر از سطح دریا است. خاک مزرعه در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر دارای بافت لومی با هدایت الکتریکی ۰/۶۲ میلی‌موس بر سانتی‌متر و واکنش اسیدی ۷/۳۲ بود (جدول ۱). برای انجام آزمایش از طرح آماری فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار استفاده شد. رقم گلنگ مورد استفاده، رقم جدید سینا بود. سه فاصله ردیف ۳۰، ۴۰ و ۵۰ سانتی‌متر و سه فاصله بوته روی ردیف ۱۵، ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متر به عنوان تیمارهای آزمایشی انتخاب شدند. برای آرایش کاشت 10×30 (۳۳۰ هزار بوته در هکتار)، 15×30 (۲۰ هزار بوته در هکتار)، 10×40 (۲۵۰ هزار بوته در هکتار) و 15×40 (۱۲۵ هزار بوته در هکتار)، 10×50 (۲۰۰ هزار بوته در هکتار)، 15×50 (۱۳۳ هزار بوته در هکتار) و 20×50

مقدمه

گلنگ (*Carthamus tinctorius* L.) گیاهی با ریشه اصلی عمیق و اکثراً دارای برگ‌های خاردار است که این دو ویژگی باعث توانایی تحمل خشکی و گرما در این گیاه می‌شوند (Pourdad, 2006; Pourdad et al., 2008) دارا بودن ۲۵ تا ۴۰ درصد روغن که بیش از ۹۰ درصد آن از نوع اسیدهای چرب غیر اشباع به خصوص اسید لینولئیک است و حدود ۱۲ تا ۲۲ درصد پروتئین، همواره به عنوان یک دانه روغنی با ارزش مورد توجه بوده است (Jamshi-Moghadam and Pourdad, 2006) عملکرد ماده خشک نتیجه کارآیی جامعه گیاهی از نظر استفاده از تابش خورشید در طول فصل رویشی است، در این ارتباط جامعه گیاهی نیاز به سطح برگ کافی دارد که به طور یکنواخت توزیع شده و سطح زمین را کاملاً پوشاند. این هدف با تغییر تراکم بوته‌ها و توزیع مناسب آن‌ها روی سطح زمین میسر است، بنابراین یکی از مهم‌ترین وظایف مدیریت مزرعه انتخاب تراکم و آرایش مناسب کاشت برای جذب حداکثر تابش خورشیدی است (Ganjali et al., 2000). نحوه توزیع و تراکم بوته‌ها در مزرعه بر جذب و بهره وری گیاه از عوامل محیطی تاثیر گذاشته و از طریق تغییر در شاخص‌های رشد، بر عملکرد دانه در واحد سطح تأثیر می‌گذارد. شناخت و بررسی شاخص‌های رشد در تجزیه و تحلیل عوامل موثر در عملکرد دانه از اهمیت زیادی برخوردار بوده و به کمک آن‌ها می‌توان مراحل رشد گیاه را تعیین و با توصیف کمی رشد و نمو، تولید محصول را ارزیابی کرد (Latifi and Navab Pour, 2000). تجمع ماده خشک (TDM)، شاخص سطح برگ (LAI)، سرعت رشد گیاه (CGR)، سرعت رشد نسبی (RGR) و میزان جذب خالص (NAR) شاخص‌هایی هستند که معمولاً برای ارزیابی توان گیاه بهره وری از عوامل محیطی مورد استفاده قرار می‌گیرند (Kashiri et al., 2004).

محسوب می شود و به وجود آمدن چنین وضعیتی در منطقه کم سابقه بوده است، به همین دلیل آبیاری تکمیلی انجام شد (جدول ۲).
هر کرت شامل شش خط به طول چهار متر در نظر

(۱۰۰ هزار بوته در هکتار) در نظر گرفته شدند. کاشت بذر در تاریخ ۱۵ آبان ماه ۱۳۸۷ به صورت دستی انجام شد. با توجه به میزان و پراکنش نامناسب بارندگی در سال اجرای آزمایش، این سال یکی از سال‌های خشک

جدول ۱- مشخصات خاک محل اجرای آزمایش

Table 1. Soil properties of the experiment site

عمق خاک Soil depth (cm)	pH	اسیدیت هدایت الکتریکی EC dS.m ⁻¹	هدايت کربن آلی OC (%)	درصد کربن آلی N (%)	نیتروژن P (mg.kg ⁻¹)	فسفر K (mg.kg ⁻¹)	پتاسیم بافت خاک Soil texture
0-30	7.32	0.62	1.36	0.12	6.85	220	Loam

جدول ۲- مقادیر متوسط ماهانه دما، بارش و رطوبت در ایستگاه تحقیقات کشاورزی شیروان چرداول، ایلام در سال زراعی ۱۳۸۷-۸۸

Table 2. Monthly mean value of precipitation and relative humidity in Shirvan Chardavol, Ilam station

(2008-2009)

ماه Month	ماه Mean temp (°C)	میانگین دمای ماهانه Miran Barash	میزان بارش Precipitation (mm)	حداقل رطوبت نسبی Min. RH (%)	حداکثر رطوبت نسبی Max. RH (%)
Oct.	مهر	22.9	0.0	19	52
Nov.	آبان	14.0	57.0	48	82
Dec.	آذر	8.0	62.3	50	87
Jan.	دی	5.0	25.8	51	83
Feb.	بهمن	7.7	50.4	50	85
Mar.	اسفند	10.0	6.3	38	80
Apr.	فوردوز	12.6	68.0	40	82
May	اردیبهشت	20.0	4.6	28	67
Jun.	خرداد	27.0	0.0	16	43
Jul.	تیر	30.4	0.0	13	41

به دلیل طولانی بودن مرحله روزت، مراحل شروع ساقه‌دهی، طبق‌دهی، گلدهی، رسیدگی وزنی و رسیدگی فیزیولوژیک برای نمونه‌گیری انتخاب شدند (جمعاً ۵ مرحله نمونه‌گیری شد). سطح برگ نمونه‌ها با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ (AM100, Halffman Germany) تعیین گردید. پس از خشکاندن نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دستگاه آون درجه سانتی گراد، وزن خشک آن‌ها با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰.۰۰۱ اندازه‌گیری شد.

$$LAI = a + bt + ct^2 \quad (1)$$

$$DM = a + bt + ct^2 \quad (2)$$

گرفته شد. کود مورد نیاز بر اساس آزمون خاک N50 و P30 (نیتروژن از منبع اوره و فسفر از منبع سوپر فسفات) همزمان با کاشت به زمین داده شد. پس از این که بوته‌ها چهار برگی شدند، اقدام به تنک گردید. آفت مگس گلنگ با استفاده از سم دیازینون دو در هزار کنترول شد. برای تعیین شاخص‌های رشد پس از حذف دو خط کناری و حذف نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت (از شش ردیف، دو ردیف وسطی جهت عملکرد و اجزای عملکرد دانه در نظر گرفته شد) ۱۰ بوته انتخاب و به آزمایشگاه منتقل شدند. برای تعیین شاخص‌های رشد در طول فصل رشد و

و نمو و تشکیل زودتر طبق‌ها می‌گردد. بین فواصل مختلف بوته نیز اختلاف معنی‌داری وجود داشت. در این آزمایش فاصله بوته ۲۰ و ۱۰ سانتی‌متر به ترتیب دارای بیشترین تعداد روز تا طبق‌دهی بودند. به نظر می‌رسد که گرمای هوا و تمایل گیاه به اتمام سریع‌تر چرخه زندگی، دلیل اصلی کاهش طول دوره تعداد روز تا طبق‌دهی می‌باشد. بنابراین فاصله ردیف و بوته زیاد باعث افزایش تعداد روز تا تشکیل طبق می‌شود. این موضوع با اظهارات نظر علی‌زاده (Nazeralizadeh, 2010) که بیان داشت در فاصله ردیف و فاصله بوته روی ردیف باریک گیاه گلدنگ زودتر وارد مرحله طبق‌دهی می‌شود، مطابقت دارد. وی دلیل این موضوع را تکمیل چرخه گیاه در فواصل ردیف باریک نسبت فواصل ردیف‌های عریض در شرایط دیم عنوان کرد.

تعداد روز تا گلدهی

با توجه به جدول تجزیه واریانس ملاحظه شد که اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی از نظر تاریخ گلدهی وجود داشت (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نیز نشان داد که فاصله‌های ردیف ۳۰ سانتی‌متر از نظر صفت گلدهی نسبت به فواصل ردیف ۴۰ و ۵۰ سانتی‌متر تفاوتی معنی‌داری داشت. با کاهش فاصله ردیف، طول این دوره کاهش یافت. وجود گرمای و تنفس خشکی و تمایل گیاه به اتمام چرخه زندگی خود و مواجه شدن آن با عوامل نامساعد محیطی، دلیل اصلی این موضوع محسوب می‌شود. در واقع یک ساز و کار فیزیولوژیکی سبب می‌شود که گیاه حفظ بقا و ادامه نسل خود را بر ادامه رشد و تولید بیشتر ترجیح دهد (Faraji, 2003).

تعداد روز تا گلدهی در فواصل ۴۰ و ۵۰ سانتی‌متر اختلاف معنی‌داری نداشتند و در یک گروه قرار گرفتند. بیشترین تعداد روز تا گلدهی با ۲۱۳/۶ روز به فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر تعلق داشت. فواصل بوته روی ردیف نیز از لحاظ تعداد روز تا گلدهی

$$CGR = \frac{W_2 - W_1}{t_2 - t_1} \quad (3)$$

$$NAR = \frac{CGR}{LAI} \quad (4)$$

در رابطه‌های فوق LAI: شاخص سطح برگ، DM: وزن خشک گیاه، CGR: سرعت رشد گیاه، NAR: سرعت جذب خالص، a و b: ضرایب عددی، t: زمان، W₁: وزن خشک گیاه در نمونه گیری اول (روز) و W₂: وزن خشک گیاه در نمونه گیری دوم (روز)، t₁: زمان نمونه گیری اول (روز)، t₂: زمان نمونه گیری دوم (روز) می‌باشند. پس از پیدا کردن نقاط با استفاده از معادلات درجه ۲ نقاط برآش داده و منحنی‌های رشد مشخص شدند. برای تجزیه آماری از نرم افزار Mstat-c و برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گرفت.

نتایج و بحث

تعداد روز تا سبز شدن

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر فاصله ردیف و اثر فاصله بوته روی ردیف و همچنین اثر متقابل این دو تیمار اثر معنی‌داری بر تاریخ سبز شدن نداشت (جدول ۳). بین فاصله بوته ۱۰، ۱۵ و ۲۰ سانتی‌متر هیچ تفاوتی از نظر تاریخ سبز شدن وجود نداشت.

تعداد روز تا طبق‌دهی

تجزیه واریانس نشان داد که بین تیمارها از نظر تعداد روز تا طبق‌دهی اختلاف معنی‌داری وجود داشت. مقایسه میانگین فاصله ردیف‌ها نشان داد که بیشترین تعداد روز تا طبق‌دهی مربوط به فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متری (۱۹۵/۳ روز) بود و کمترین تعداد روز تا طبق‌دهی (۱۹۲ روز) مربوط به فاصله ردیف ۳۰ سانتی‌متر بود. به نظر می‌رسد که با افزایش فاصله ردیف، تعداد روز تا طبق‌دهی افزایش می‌یابد که دلیل این موضوع را می‌توان افزایش اندک رقابت میان بوته‌ها در فاصله ردیف کمتر برای عوامل محیطی از جمله نور دانست که این موضوع باعث تسریع در رشد

" اثر آرایش کاشت بر صفات....."

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات فنولوژیک گیاه گلرنگ در تیمارهای فواصل ردیف و بوته روی ردیف

Table 3. Analysis of variance for phonological traits in safflower in different row spacing and plant spacing treatments

S.O.V	منابع تغیر	درجه آزادی d.f	کاشت تا سبز شدن Planting to emergence	کاشت تا طبق دهی Planting to heading	کاشت تا گل دهی Planting to flowering	کاشت تا رسیدگی Planting to maturity	میانگین مربعات (MS)
Replication	تکرار	2	2.81	4.1	4.03	6.48	
Row spacing	فاصله ردیف	2	13.8 ^{ns}	31 [*]	28.2 ^{**}	38.9 ^{**}	
Plant spacing	فاصله بوته	2	9.5 ^{ns}	34.7 ^{**}	31.1 ^{**}	58.8 ^{**}	
Interaction	اثر متقابل	4	0.59 ^{ns}	88.7 ^{ns}	2.03 ^{ns}	12.4 ^{ns}	
Error	خطا	26	0.73	3.3	0.137	6.06	
C.V(%)	ضریب تغییرات		6.8	10.6	11.2	10.8	

ns: Non – significant

* and **: significant at 5% and 1% levels, respectively

ns: غیر معنی دار

* و **: به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات فنولوژیک گلرنگ در تیمارهای فواصل ردیف و بوته روی ردیف

Table 4. Mean comparison of phonological traits of safflower in row spacing and plant spacing treatments

Row spacing (cm)	فاصله ردیف	کاشت تا سبز شدن Planting to emergence	کاشت تا طبق دهی Planting to heading	کاشت تا گل دهی Planting to flowering	کاشت تا رسیدگی Planting to maturity	
30	۲۰	11a	192.0b	208.9b	235.0b	
40	۴۰	12.8a	193.7ab	211.7a	240.7ab	
50	۵۰	13.3a	195.3a	213.6a	243.8a	
Plant spacing (cm)	فاصله بوته روی ردیف					
10	۱۰	11a	191.0b	206.2b	233.0b	
15	۱۵	12a	194.5ab	212.4a	239.7ab	
20	۲۰	13a	196.3a	214.6a	242.8a	

در هر ستون میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی دارند

Means in each column fallowed by similar letter(s) are not significant different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test

فاصله بوته ۲۰ سانتی متر با ۲۴۲/۸ روز بیشترین تعداد روز تا رسیدگی را داشت و در تیمار فاصله بوته ۱۵ سانتی متر طول این دوره ۲۳۹/۷ روز بود، اما فاصله بوته ۱۰ سانتی متری کمترین تعداد روز تا رسیدگی ۲۳۳ روز) را داشت. کاهش فاصله بوته روی ردیف شرایطی را شبیه به افزایش تراکم بوته در واحد سطح ایجاد می کند. این موضوع می تواند باعث افزایش رقابت درون و برون بوتهای برای عوامل محیطی شود و تعداد روز تا رسیدگی را تسریع نماید. مزیت دیگر کاهش فاصله بوته ردیف را می توان جلوگیری از تشکیل طبقه های دیررس که موجب یکنواخت در رسیدگی می گردد، دانست. در گزارشات سایر محققان نیز عنوان شده است که افزایش تراکم بوته باعث تسریع نمو در گلنگ می شود، به طوری که رسیدگی فیزیولوژیک در تراکم ۵۰ بوته در متر مربع نسبت به تراکم ۳۰ بوته در متر مربع، ۵ روز زودتر اتفاق افتاد (Azari and Khajehpour, 2003).

با توجه به اینکه در آزمایش حاضر کشت در شرایط دیم بوده و در اواخر رسیدگی با تنش های خشکی و گرمای منطقه مواجه بوده است، بنابراین تیمار فواصل ردیف ۳۰ سانتی متری و فاصله بین بوته ۱۰ سانتی متر بدلیل داشتن تعداد روزهای رسیدگی کمتر، دارای اهمیت بیشتری است. تیمار فاصله ردیف ۵۰ سانتی متر و فاصله بین بوتهای ۲۰ سانتی متری بدلیل تعداد روز تا رسیدگی بیشتر و مواجه شدن آن با تنش خشکی و گرما مطلوب نیست. نتیجه این آزمایش با نتایج آزمایش ناصری و همکاران (Naseri et al., 2010) که اظهار داشتند، افزایش فاصله ردیف و فاصله بوته روی ردیف، طول دوره رسیدگی در گیاه گلنگ را در شرایط دیم افزایش می دهد، مطابقت دارد.

شاخص سطح برگ (LAI)

اثر فاصله ردیف کاشت روی شاخص سطح برگ در مرحله گلدهی در سطح احتمال پنج درصد معنی دار بود (جدول ۵). با افزایش فاصله ردیف

تفاوت معنی داری نداشتند. در بین فواصل بوته، فاصله بوته ۱۰ سانتی متر دارای کمترین تعداد روز تا گلدهی بود. آنچه مشخص است، کاهش فاصله بوته روی ردیف افزایش سرعت رشد و نمو شده و با کاهش فاصله بوته، گیاه زودتر به گلدهی رفته و مراحل نمو خود را سریع تر طی می کند. با این حال بین فواصل بوته ۱۵ و ۲۰ سانتی متر تفاوت معنی داری مشاهده نشد (جدول ۲). محمودی (Mahmoudi, 2007) گزارش نمود که افزایش تراکم بوته باعث تسریع در تاریخ گلدهی و تاریخ رسیدگی می شود. با توجه به اینکه در شرایط دیم زودرسی مورد توجه است، پایین بودن عملکرد ناشی از ناکافی بودن تراکم بوته در واحد سطح از نظر دیررسی می تواند موجب خسارات ناشی از تنش های گرما و خشکی آخر فصل گردد.

تعداد روز تا رسیدگی

اثر فاصله ردیف و فاصله بین بوتهای اثر معنی داری بر صفت تاریخ رسیدگی داشت. فاصله ردیف ۵۰ سانتی متر با ۲۴۳/۸ روز، بیشترین تعداد روز تا رسیدگی را داشت و تیمار فاصله ردیف ۴۰ سانتی متر با ۲۴۰/۷ روز در گروه بعدی قرار گرفت، اما فاصله ردیف ۳۰ سانتی متر کمترین تعداد روز تا رسیدگی را به خود اختصاص داد (۲۳۵ روز). بنابراین با افزایش فاصله ردیفها طول دوره رسیدگی افزایش یافت. ناصری و همکاران (Naseri et al., 2010) با اجرای آزمایشی در شرایط دیم در گیاه گلنگ نشان دادند که افزایش فاصله ردیف باعث تأخیر در رسیدگی می گردد. این موضوع با نتایج آزمایش حاضر مطابقت دارد.

در سایر گزارش ها نیز عنوان شده است که در تراکم پایین بوتهای، حداکثر ماده خشک و سطح برگ در کلزا دیرتر حاصل می شود که این موضوع منجر به تأخیر در رسیدگی گیاه به مدت ۱۶ روز شد (Ozoni Davaji et al., 2008). مقایسه میانگین ها نشان داد که تعداد روز تا رسیدگی در تیمارهای مختلف فاصله بوته، در گروه های آماری متفاوتی قرار گرفتند.

عوامل باعث تغییر LAI در اثر تغییر تعداد برگ‌ها گردید. این تغییرات تا مرحله طبقدهی معادل ۱۹۰ روز رشد خطی بود و در حدود ۱۰ روز بعد از گلدهی (حدود ۲۲۰ روز بعد از کاشت) شروع به کاهش نمود. اثر فاصله بوته روی حداکثر LAI در مرحله گلدهی، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۵). همانطور که در جدول مقایسه میانگین‌ها دیده می‌شود فاصله بوته ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متر به ترتیب دارای بیشترین و کمترین LAI بودند (جدول ۶). در گزارشات گنجعلی و همکاران (Ganjali *et al.*, 2000) نشان داده شد که مهم‌ترین عامل موثر در عملکرد دانه است و اگر گیاه در زمان کمتری به سطح برگ مطلوب برسد، حداکثر عملکرد دانه حاصل می‌گردد. آن‌ها بیشترین LAI را در تراکم بالا بدست آوردن و نشان دادند که توسعه آرام سطح برگ در تراکم‌های پایین، موجب توسعه ضعیف پوشش گیاهی و جذب کمتر تابش می‌گردد. با افزایش فاصله بوته روی ردیف، LAI کاهش یافت، با افزایش فاصله بوته به علت کاهش فضای تحت اشغال برای بوته از تعداد برگ‌ها کاسته شد، ولی در فاصله بوته ۱۰ سانتی‌متر به علت رقابتی که بوجود آمد، تعداد برگ در واحد سطح افزایش یافت و این موضوع منجر به افزایش LAI در اوایل و اواسط دوره رشد گردید، اما پیر شدن گیاه و ریزش برگ‌ها موجب کاهش LAI گردید. همانطور که در شکل‌های ۲ و ۳ دیده می‌شود، با وجود بالا بودن شاخص سطح برگ در فواصل ردیف و فواصل بوته روی ردیف ۳۰ و ۱۰ سانتی‌متر، به دلیل وجود رقابت بوجود آمده و در سایه قرار گرفتن برگ‌های پایینی، روند افت در اواخر فصل رشد بیشتر بوده است.

وزن خشک بوته (TDM)

اثر فاصله ردیف کاشت روی وزن تک بوته در مرحله گلدهی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۵). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در فاصله ردیف ۳۰ سانتی‌متر، حداکثر TDM حاصل شد

کاشت، حداکثر LAI به طور چشمگیری کاهش یافت. فواصل ردیف ۳۰ و ۵۰ سانتی‌متر در تمام فصل رشد به ترتیب دارای بیشترین و کمترین مقدار LAI بودند (شکل ۱). پور هادیان و خواجه پور (Pourhadian and Khajehpour, 2008) نیز نتایج مشابهی مبنی بر افزایش LAI در فاصله ردیف کمتر در گلنگ گزارش کردند. موریسون و همکاران (Morrison *et al.*, 1990) در همین مورد اظهار داشتند که بوته‌های کلزا که در فاصله ردیف ۱۵ سانتی‌متر کاشته شده بودند، در مقایسه با فاصله ردیف ۳۰ سانتی‌متر، مقدار ماده خشک در واحد سطح و طول دوره رویش بیشتری داشته و در نتیجه شاخص سطح برگ بیشتری داشتند. LAI نشان دهنده ظرفیت فتوستزی گیاه بوده و به تعداد و اندازه برگ‌ها در هر مرحله از رشد بستگی دارد. میزان LAI در مراحل ابتدای رشد گیاه به دلیل کم و کوچک بودن برگ‌ها و کامل نبودن پوشش گیاهی پایین است، ولی به تدریج با رشد برگ‌های گیاه، LAI افزایش یافته تا در مرحله گلدهی به حداکثر خود می‌رسد. در فاصله ردیف ۳۰ سانتی‌متر توزیع یکنواخت بوته در ابتدای فصل رشد باعث توسعه پوشش گیاهی شده و این توزیع یکنواخت باعث افزایش توان فتوستزی گیاه و افزایش عملکرد گردد (جدول ۶). در گزارشات آذری و خواجه پور (Azari and Khajehpour, 2005) نیز نشان داده شد که با کاهش فاصله ردیف کاشت، پوشش گیاهی زودتر بسته شده و مزرعه زودتر به حداکثر شاخص سطح برگ برای جذب کامل تابش خورشیدی می‌رسد، اما به تدریج و با ادامه رشد بعد از مرحله گلدهی، اختلاف بین فاصله‌های ۳۰ و ۵۰ سانتی‌متر کم شد، تا آنجایی که بعد از اتمام گلدهی دیگر اختلاف زیادی بین تیمارها وجود نداشت (شکل ۱). با افزایش فاصله ردیف کاشت، فضای قابل دسترس گیاه کاهش یافت و رقابت بین بوته‌ای تشدید گردید. همچنین از تعداد شاخه‌های جانبی در فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر کاسته شد. این

جدول ۵- تجزیه واریانس اثر آرایش کاشت بر صفات فیزیولوژیک گلرنگ در مرحله گلدهی

Table 5. Analysis of variance for planting pattern on physiological traits in safflower at flowering stage

S.O.V	متغیر	درجه آزادی d.f	میانگین مربوطات (MS)					عملکرد دانه Grain yield
			LAI	TDM	وزن خشک بوته	سرعت رشد گیاه CGR	سرعت جذب خالص NAR	
Replication	نکار	2	0.039	2.24	0.039	0.002	155762.9	
Row spacing	فاصله ردیف	2	0.11*	435.2**	0.89**	0.003*	1989360.2**	
Plant spacing	فاصله بوته	2	0.28**	497.6**	1.28**	0.005**	483976.2**	
Interaction	اثر متقابل	4	0.035 ^{ns}	37.8 ^{ns}	0.050 ^{ns}	0.004 ^{ns}	44982.1 ^{ns}	
Error	خطا	26	0.029	2.59	0.037	0.0004	28187.5	
C.V (%)	ضریب تغییرات		8.8	6.2	10.04	10.5	11.3	

ns: Non- significant

* and **: significant at 5% and 1% levels, respectively

:ns غیر معنی دار

* و **: به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۶- مقایسه میانگین صفات فیزیولوژیک گلرنگ در تیمار آرایش کاشت در مرحله گلدهی

Table 6. Mean comparison of physiological traits of safflower in planting pattern treatment at flowering stage

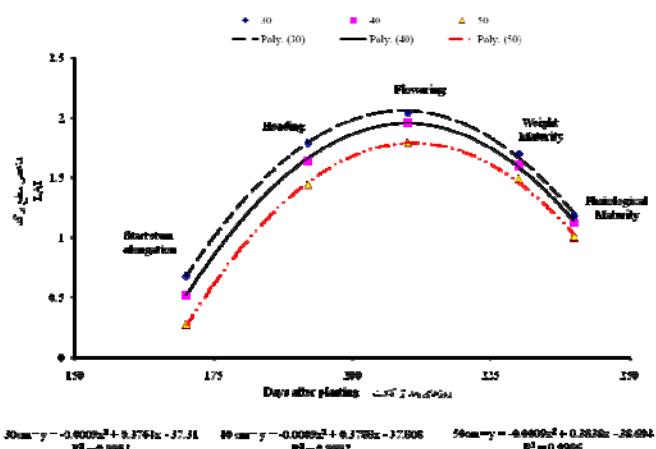
Row spacing(cm)	فاصله ردیف (سانتیمتر)	عملکرد دانه Grain yield (kg.ha ⁻¹)				
		شاخص سطح برگ LAI	وزن خشک بوته TDM (g.m ⁻²)	سرعت رشد محصول CGR (g.m ⁻² .day ⁻¹)	سرعت جذب خالص NAR (g.m ⁻² .day ⁻¹)	عملکرد دانه Grain yield (kg.ha ⁻¹)
30	۳۰	2.1a	437.4a	2.1a	0.209a	1971a
40	۴۰	1.9ab	414.1b	1.9ab	0.189ab	1422a
50	۵۰	1.8b	393.3c	1.6b	0.178b	1035c
Plant spacing(cm)	فاصله بوته روی ردیف (سانتیمتر)					
10	۱۰	2.1a	421.1a	2.3a	0.216a	1730a
15	۱۵	1.9ab	416.1b	1.8b	0.192b	1422b
20	۲۰	1.7b	406.9c	1.4c	0.168c	1275b

در هر ستون میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی داری ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test

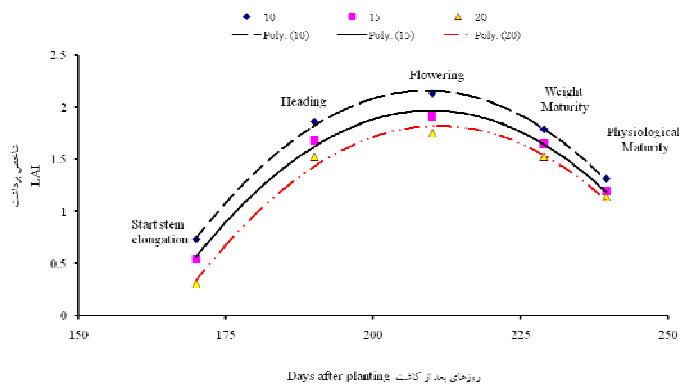
سایه‌انداز و افزایش میزان جذب نور، سرعت رشد گیاه و تولید ماده خشک در واحد سطح می‌شود. رشد خطی گیاهان در هر سه فاصله ردیف کاشت از ساقه‌دهی، شروع شد و این روند تا طبقدهی ادامه داشت و بعد از آن کند شد و در مرحله رسیدگی بیشترین TDM بدست آمد. بعد از رسیدگی به دلیل ریزش برگ‌ها از وزن خشک بوته در تمام تیمارها کاسته شد. اثر فاصله بوته روی ردیف در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۵). در فواصل بوته ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متر به ترتیب بیشترین و کمترین TDM بدست آمد (شکل ۴). در فاصله ۱۰ سانتی‌متر که حداقل بوته در واحد سطح وجود داشت گیاه حداقل استفاده را از عوامل محیطی داشته، ولی در فاصله بوته ۲۰ سانتی‌متر، بوته‌ها نتوانستند از تابش خورشیدی در اوایل فصل رشد حداقل استفاده را بکنند که همین موضوع در باقیمانده دوره رشد باعث کاهش TDM شد. لباسچی و همکاران (Lebaschi *et al.*, 2009) نیز زودتر به گل رفتن و به حداقل رسیدن TDM در تراکم بالا گلنگ را به تعداد گیاه بیشتر در واحد سطح نسبت دادند که این موضوع باعث افزایش رقابت بین گیاهان برای دریافت آب و مواد غذایی و تسريع در رشد و نمو می‌شود.

(جدول ۶). فواصل ردیف کاشت ۳۰ و ۵۰ سانتی‌متر در تمام فصل رشد به ترتیب بیشترین و کمترین TDM را داشتند (شکل ۳). به دلیل این که در فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر بوته‌ها از هم فاصله داشتند. به نظر می‌رسد که در اوایل فصل رشد گیاهان به طور کامل از تابش خورشید استفاده نکردند که این موضوع باعث توسعه ضعیف پوشش گیاهی و جذب کمتر تابش و کم شدن ماده خشک گردید. با توجه به این که قسمت اعظم رشد گیاه در ابتدای فصل رشد در جهت توسعه سطح برگ‌ها بوده و در نتیجه آن تابش خورشیدی با کارایی بیشتری مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد، بنابراین در فاصله ردیف ۳۰ سانتی‌متر به دلیل این که بوته‌ها تقریباً به هم نزدیک‌تر بودند و با استفاده از پوشش مناسب گیاهی، ساختار سطح برگ کافی برای دریافت نور داشته و در نتیجه کارایی مصرف تابش خورشیدی در واحد سطح در آنها بیشتر بوده، حداقل استفاده را از عوامل محیطی کرده و بیشترین TDM را تولید کردند. کاهش TDM در اثر افزایش فاصله ردیف در گلنگ (Pourhadian and Khajehpour, 2008) نیز گزارش شده است. روسالیند و همکاران (Rosalind *et al.*, 2000) بیان داشتند که افزایش تراکم گیاهی باعث پیش‌شدن

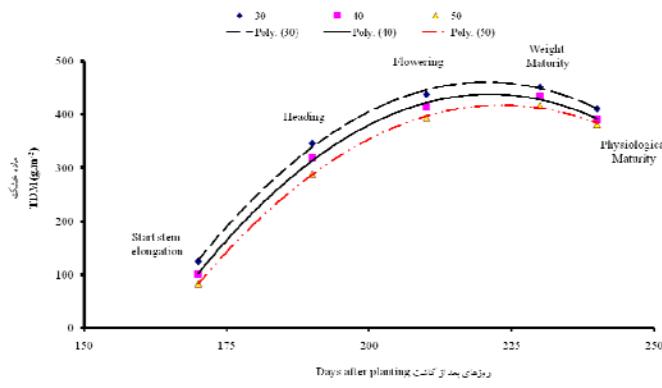


شکل ۱- تغییرات شاخص سطح برگ در تیمارهای فواصل ردیف کاشت در گلنگ

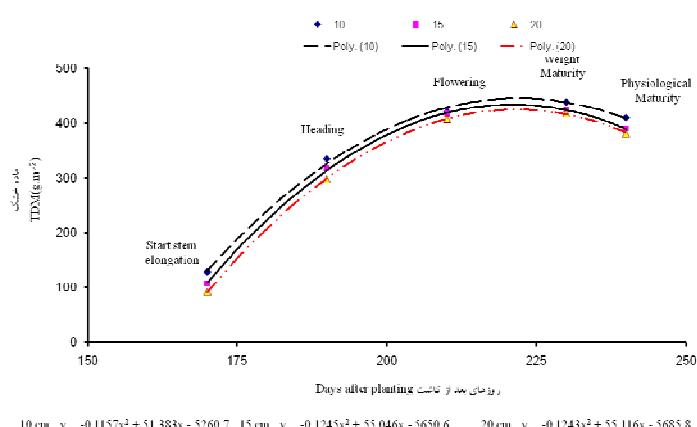
Fig. 1. Variation of LAI in row spacing treatments in safflower



شکل ۲- تغییرات شاخص سطح برگ در تیمارهای فواصل مختلف بوته در گلنگ
Fig. 2. Variation of LAI in plant spacing treatments in safflower



شکل ۳- تغییرات وزن خشک در تیمارهای فواصل ردیف کاشت در گلنگ
Fig. 3. Variation of TDM in plant spacing treatments in safflower



شکل ۴- تغییرات وزن خشک در تیمارهای فواصل ردیف بوته در گلنگ
Fig. 4. Variation of TDM in row spacing treatments in safflower

در تراکم مطلوب توزیع یکنواخت بوته‌ها و سطح برگ در واحد سطح یکنواخت‌تر بوده و بوته‌ها موقعیت مناسب‌تری برای جذب تابش و فتوستتر پیدا می‌کنند و در نتیجه مقدار CGR افزایش می‌یابد (Ozoni Davaji *et al.*, 2008) در مرحله گلدهی در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۵). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که فاصله بوته ۱۰ سانتی‌متر دارای حداکثر CGR نسبت به سایر فواصل بوته بود. فاصله بوته ۱۰ سانتی‌متر همواره CGR بیشتری نسبت به سایر فواصل بوته داشت (جدول ۶). در گزارشات دیگر نیز دلیل کاهش CGR در تراکم پایین، پایین بودن LAI و به دنبال آن درصد پایین جذب تابش توسط پوشش گیاهی عنوان شد (Ganjali *et al.*, 2000). با گذشت زمان و بسته شدن پوشش گیاهی و افزایش LAI، CGR افزایش یافت، اما CGR پس از رسیدن به حداکثر مقدار، به دلیل ایجاد رقابت و سایه‌اندازی بوته‌ها روی یکدیگر شروع به کاهش کرده و قبل از رسیدن به مرحله رسیدگی فیزیولوژیک منفی می‌شود (شکل ۶). در اوایل فصل رشد به دلیل کافی نبودن پوشش گیاهی، پایین بودن جذب تابش و پایین بودن دمای هوای گیاه سرعت رشد کمتری داشت. با آغاز مرحله ساقه‌دهی و افزایش دما و افزایش سطح برگ و بهره‌گیری بهتر از نور خورشید، میزان تجمع ماده خشک در واحد سطح افزایش می‌یابد، ولی در مراحل بعدی بر اثر سایه اندازی اندام‌های فوقانی بر روی برگ‌ها، کم شدن سرعت فتوستتر، توقف رشد رویشی، پیری و ریزش برگ‌ها، سرعت رشد گیاه کاهش و در آخر مراحل رشد منفی می‌گردد. منفی شدن CGR در انتهای فصل رشد توسط سایر محققان نیز گزارش شده است (Pourhadian 2004. ; Pourhadian, 2008; Lebaschi *et al.*, 2009) (Mahlooji and Afifi, 2009).

میزان جذب خالص (NAR)

اثر فاصله ردیف کاشت روی میزان جذب خالص

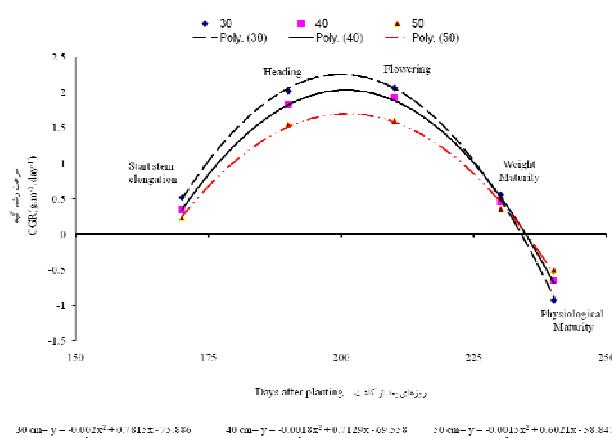
سرعت رشد گیاه (CGR)

اثر فاصله ردیف کاشت روی سرعت رشد گیاه در مرحله گلدهی در سطح احتمال پنج درصد معنی دار بود (جدول ۵). با افزایش فاصله ردیف از ۳۰ سانتی‌متر به ۴۰ و ۵۰ سانتی‌متر CGR کاهش یافت (جدول ۶). فاصله ردیف ۳۰ و ۵۰ سانتی‌متر به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار CGR را داشتند (شکل ۵). در گزارش‌های سایر محققان دیگران نیز نشان داده شد که با افزایش فاصله ردیف کاشت، CGR کاهش می‌یابد (Latifi and Navab Pour, 2000). Hosseinzadeh *et al.*, 2008 نشان دادند که در فاصله ۲۰ سانتی‌متر در مقایسه با سایر فواصل ردیف ۲۵ و ۳۰ سانتی‌متر) به دلیل توزیع یکنواخت تر اندام‌های هوایی، بالاترین درصد جذب تابش و حداکثر CGR در کلزا حاصل شد، مزیت دیگر فاصله ردیف نزدیک‌تر، امکان دریافت حداکثر تابش و کاهش رقابت بین بوته‌های روی ردیف گزارش شد. بین CGR و مقدار تابش جذب شده توسط برگ‌های یک گیاه رابطه مستقیم وجود دارد، به طوری که در ابتدا و انتهای فصل رشد به دلیل کامل نبودن پوشش گیاهی و کم بودن سطح دریافت کننده تابش توسط برگ‌ها و در نتیجه درصد پایین جذب تابش، ماده خشک کمتری تولید شده و مقدار CGR در فاصله ردیف کاشت بیشتر، کاهش می‌یابد (Hosseinzadeh *et al.*, 2008). در آزمایش حاضر پایین بودن CGR پس از گلدهی (۲۱۰ روز) مشاهده شد. بعد از اتمام گلدهی در فاصله ردیف کاشت ۳۰ سانتی‌متر به دلیل در سایه قرار گرفتن برگ‌ها، سریع تر شدن ریزش آن‌ها و در نهایت کاهش کارایی فتوستتری، کاهش CGR شدیدتر شد (شکل ۵). این نتایج با یافته‌های سایر محققان در ذرت (Bullock *et al.*, 1988) که نشان دادند افزایش تراکم و فاصله بوته موجب افزایش سرعت رشد گیاه می‌گردد، مطابقت دارد. برخی محققان معتقدند که CGR رابطه مستقیمی با سطح فتوستتر کننده گیاه دارد، به طوری که

گیاهان و نفوذ مناسب‌تر تابش به داخل پوشش گیاهی و افزایش جذب آن نسبت دادند. حاتمی و لطیفی (Hatami and Latifi, 2004) نیز در گزارش خود اظهار داشتند که توزیع یکنواخت بوته‌ها در ردیف‌های نزدیک‌تر کاشت باعث انتشار بهتر نور به داخل پوشش گیاهی شده و جذب خالص نور را افزایش داد.

اثر فاصله بوته روی ردیف روی NAR در مرحله گلدهی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار (جدول ۵) و در فاصله بوته ۱۰ سانتی‌متر حداکثر بود (جدول ۶). در این آزمایش مشاهده شد که در مدت کوتاهی پس از گلدهی، NAR کاهش یافت و سپس در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک منفی گردید (شکل ۸). به نظر می‌رسد که در ابتدای رشد، به دلیل کمی تعداد برگ‌ها و پایین‌بودن رقابت و سایه اندازی برگ‌ها بر روی یکدیگر، NAR دارای حداکثر مقدار بوده و در ادامه رشد با توسعه برگ‌های گیاه و ایجاد سایه اندازی NAR و همچنین کاهش کارایی فتوستنتزی برگ‌ها، روند نزولی پیدا می‌کند. با آغاز ریزش برگ‌ها کاهش NAR شدت زیادی می‌باید. این نتایج با یافته‌های موریسون و همکاران (Morrison *et al.*, 1990) در کلزا مطابقت دارد.

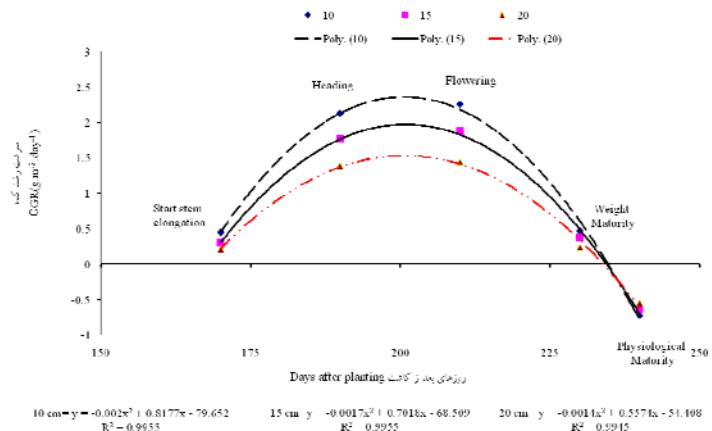
در گلدهی در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۵). با افزایش فاصله ردیف NAR کاهش یافت (جدول ۶). فاصله ردیف کاشت ۳۰ سانتی‌متر تا مرحله رسیدگی وزنی (معادل ۲۳۰ روز) NAR بیشتری داشت، اما بعد از این مرحله و با تغییر شدید شیب، رابطه معکوس شد و فاصله ردیف کاشت ۳۰ سانتی‌متر با سرعت بیشتری نسبت به سایر فواصل ردیف کاهش دچار کاهش NAR گردید (شکل ۷). ظاهراً در فاصله ردیف کاشت کمتر به دلیل نزدیک شدن بوته‌ها به یکدیگر، رقابت زودتر اتفاق می‌افتد و گیاهان روی هم سایه‌اندازی می‌کنند. در آغاز NAR در فاصله ردیف کمتر، حداکثر است ولی در اواخر فصل رشد، کاهش آن شدیدتر می‌شود. این نتیجه‌گیری با نتایج پورهادیان و خواجه پور (Pourhadian and Khajehpour, 2008) در گلرنگ و موریسون و همکاران (Morrison *et al.*, 1990) در کلزا که نشان داند در فاصله ردیف کمتر در اواخر فصل رشد NAR افت بیشتری می‌کند، مطابقت دارد. در گزارشات حسین زاده و همکاران (Hosseinzadeh *et al.*, 2008) در کلزا نیز در بین فواصل ۲۰، ۲۵ و ۳۰ سانتی‌متر، بیشترین NAR در فاصله ردیف ۲۰ سانتی‌متر حاصل گردید. آنها دلیل افزایش NAR در این فاصله ردیف را رقابت کمتر بین



شکل ۵ - تغییرات سرعت رشد گیاه در تیمارهای فواصل ردیف کاشت در گلرنگ

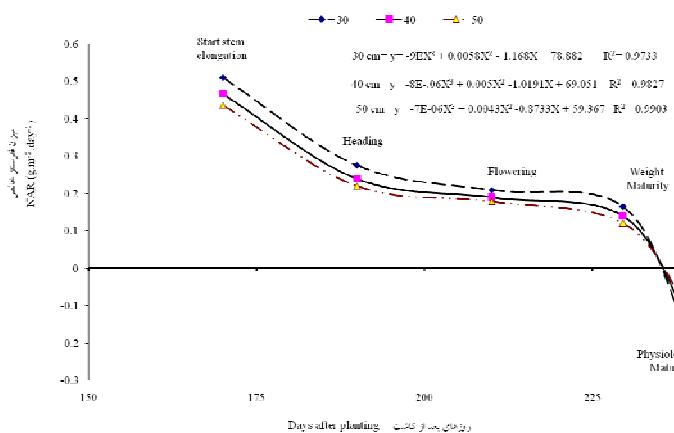
Fig. 5. Variation of CGR in row spacing treatments in safflower

"اثر آرایش کاشت بر صفات....."



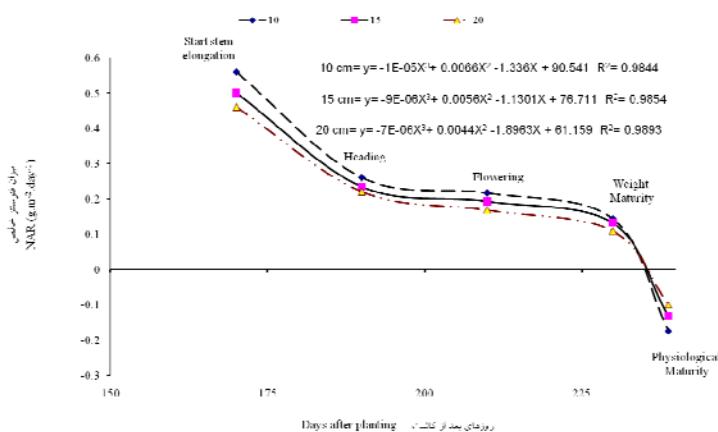
شکل ۶- تغییرات سرعت رشد گیاه در تیمارهای فواصل بوته در گلنگ

Fig. 6. Variation of CGR in plant spacing treatments in safflower



شکل ۷- تغییرات میزان جذب خالص در تیمارهای فواصل ردیف کاشت در گلنگ

Fig. 7. Variation of NAR in row spacing treatments in safflower



شکل ۸- تغییرات میزان جذب خالص در تیمارهای فواصل بوته در گلنگ

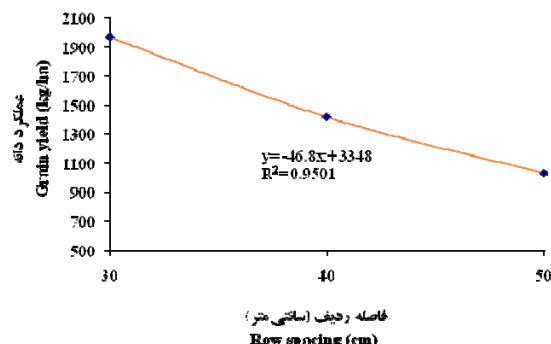
Fig. 8. Variation of NAR in plant spacing treatments in safflower

دانه متعلق به فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر بود. ظاهراً کاهش تعداد طبق در بوته و وزن هزار دانه باعث کاهش عملکرد دانه در این فاصله ردیف گردید. نتایج به دست آمده با نتایج آذری و خواجه پور (Azari and Khajehpour, 2003) که نشان دادند فاصله ردیف ۳۰ سانتی‌متر در گلرنگ دارای بیشترین عملکرد دانه بود، مطابقت دارد.

اثر فاصله بوته روی ردیف بر عملکرد نیز معنی‌دار بود (جدول ۵). فاصله بوته روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر دارای بیشترین عملکرد دانه بود (شکل ۱۰ و جدول ۶). به نظر می‌رسد که فاصله بوته روی ردیف کاشت از طریق تاثیر بر تعداد بوته در واحد سطح بر عملکرد دانه اثر می‌گذارد. بدین ترتیب که با کاهش فاصله بوته روی ردیف کاشت، عملکرد دانه تک بوته در اثر رقابت برای عوامل محیطی کاهش می‌یابد، اما وجود

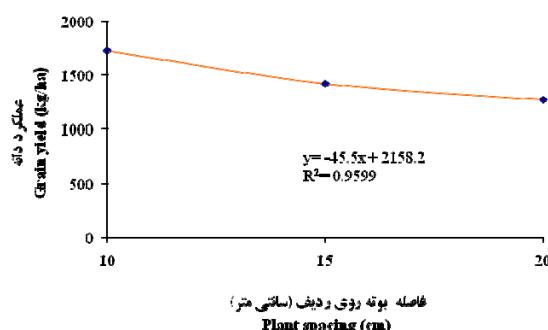
عملکرد ۱۰-ه

اثر فاصله ردیف بر عملکرد دانه معنی‌دار (جدول ۵) و فاصله ردیف ۳۰ سانتی‌متر بیشترین عملکرد دانه را داشت (شکل ۹ و جدول ۶). در این فاصله ردیف (۳۰ سانتی‌متر) به توجه به تعداد طبق در بوته بیشتر، به نظر می‌رسد که گیاه با ایجاد پوشش سبز بیشتر به طور کارآمدتری از تابش خورشیدی در جهت افزایش عملکرد دانه بهره بهرداری کند. همچنین به دلیل توزیع یکنواخت بوته‌ها در ردیف باریک‌تر کاشت، انتشار و جذب نور در داخل پوشش گیاهی بهتر صورت گرفته و تبخیر و تعرق کاهش یافته و با افزایش فتوسنتز، عملکرد بالاتری حاصل گردید. روزنتاب و همکاران (Rosenthal *et al.*, 1993) اعلام داشتند که با افزایش تراکم بوته در سورگوم، بر مقدار تابش جذب شده در واحد سطح افزوده می‌شود. کمترین عملکرد



شکل ۹- واکنش عملکرد دانه به فواصل مختلف ردیف کاشت در گلرنگ

Fig. 9. Response of grain yield to different row spacing in safflower



شکل ۱۰- واکنش عملکرد دانه به فواصل مختلف بوته در گلرنگ

Fig. 10. Response of grain yield to different plant spacing in safflower

باریک‌تر توانسته با توزیع یکنواخت بوته در سطح زمین حداقل استفاده از تابش خورشیدی را به خصوص در اوایل و اوسط رشد برای گیاه گلنگ نمایند و بالاترین شاخص رشد و عملکرد دانه بیشتری را به خود اختصاص دهند. با توجه به نتایج بدست آمده فاصله ردیف ۳۰ سانتی‌متر و فاصله بوته روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر به دلیل بالاتر بودن شاخص سطح برگ، سرعت رشد گیاه و تجمع ماده خشک، توانسته با توزیع یکنواخت بوته ها و جذب تابش خورشیدی بیشتر عملکرد دانه بیشتری را تولید کنند.

تعداد زیادتر بوته در فواصل نزدیک‌تر، کمبود عملکرد دانه تک بوته را جبران می‌کند و عملکرد دانه در واحد سطح افزایش می‌یابد. به نظر می‌رسد که با کم شدن فواصل بین و روی ردیف و در نتیجه افزایش تراکم کاشت، شاخص سطح برگ کافی برای دریافت نور در طی مرحله پر شدن دانه فراهم شده و در نتیجه کارایی مصرف تابش خورشیدی افزایش می‌یابد و این موضوع باعث افزایش عملکرد دانه در واحد سطح در فواصل کمتر بین و روی ردیف گردید (Torabi-Jefroodi *et al.*, 2005). به طور کلی به نظر می‌رسد که فاصله ردیف و فاصله بوته روی ردیف های

References

منابع مورد استفاده

- Azari, A. and M. R. Khajehpour. 2003.** Effect of planting pattern on development, growth, yield components and grain yield of spring safflower (vc. Koseh Isfahan). *J. Sci. Tech. Agric. Nature. Resour.* 7(1): 155-166. (In Persian with English abstract).
- Azari, A. and M. R. Khajehpour. 2005.** Effect of planting pattern on development, growth, yield components and seed local cv. Koseh Isfahan, in summer safflower. *J. Sci. Tech. Agric. Nature. Resour.* 9(3): 131-141. (In Persian with English abstract).
- Bullock, D. G., R. L. Nielsen and W. E. Nyquist. 1988.** A growth analysis comparison of corn grown in conventional and equidistant plant spacing. *Crop Sci.* 28: 254-258.
- Faraji, A. 2003.** Effect of sowing date and plant density on rapeseed varieties. *Iran. J. Crop Sci.* 5(1): 64-73. (In Persian with English abstract).
- Ganjali, A., S. Malekzadeh and A. Bagheri. 2000.** Effect of plant population density and planting pattern on trend of growth indices of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in Neishabour region. *J. Agric. Sci. Tech.* 14(2): 33-41. (In Persian with English abstract).
- Hatami, H. and N. Latifi. 2004.** The effects of planting pattern on quantitative and qualitative properties if cotton under intercropping with berseem clover. *J. Agric. Sci. Nature. Resour.* 11(2): 95-106. (In Persian with English abstract).
- Hosseinzadeh, M. H., M. Esfahani, M. Rabiei and B. Rabiei. 2008.** Effect of row spacing on light interception, grain yield and growth indices of rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars as second crop after rice. *Iran. J. Crop Sci.* 10(3): 281-302. (In Persian with English abstract).
- Jamshi-Moghadam, M. and S. S. Pourdad. 2006.** Determination of safflower genotypes under moisture stress in controlled conditions and field. *J. Agric. Natur. Res.* 10(2): 155-167. (In Persian with English abstract).
- Kashiri, M., N. Latifi and M. Ghasemi. 2004.** Growth analysis of four safflower cultivars at different plant

- arrangement in dryland condition. *J. Agric. Sci. Natur. Resour.* 10(4): 85-95. (In Persian with English abstract).
- Latifi, N. and S. Navab Pour. 2000.** The response of growth indices and seed yield of two pinto bean to row spacing and plant population. *Iran. J. Agric. Sci.* 31(2): 353-362. (In Persian with English abstract).
- Lebaschi, M. H., M. Bakhtiari Ramezani and E. Sharifi Ashoorabadi. 2009.** The effects of plant densities on growth indices of *Carthamus tinctorius* L. under Damavand dryland condition. *Iran. J. Medic. Arom. Plant.* 24(4): 444-454. (In Persian with English abstract).
- Mahlooji, M. and D. Afiuni. 2004.** Study of growth analysis yield in barley (*Hordeum vulgar* L.) genotypes. *Pajoush & Sazandegi.* 63: 37-42. (In Persian with English abstract).
- Mahmoudi, A. A. 2007.** Effect of sowing season and seeding density on seed yield in Lentil (Local var Robat). *Iran. J. Crop Sci.* 8(3): 232-240. (In Persian with English abstract).
- Morrison, M. J., P. B. E. Mcvetty and R. Scarth. 1990.** Effect of altering plant density on growth characteristics of summer rape in southern Manitoba .*Can. J. Plant Sci.* 70: 127-137.
- Naseri, R., Kh. Fasihi, A. Hatami and M.M.Poursiahbidi. 2010.** Effects of planting pattern on yield, yield components, oil and protein content in autumn Safflower in dryland condition. *Iran. J. Crop Sci.* 12 (3): 227-238. (In Persian with English abstract).
- Nazaralizadeh, K. 2010.** Effect of planting pattern on quantitative and qualitative characteristic of safflower under dryland conditions. M.Sc. Thesis, Islamic Azad University Dezfoul. 74pp. (In Persian).
- Ozoni Davaji, A., M. Esfahani, H. Sami Zadeh and M. Rabiei. 2008.** Effect of planting pattern and plant density on growth indices and radiation use efficiency of apetalous flowers and petalled flowers rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars. *Iran. J. Crop Sci.* 9(4): 382-400. (In Persian with English abstract).
- Pourdad, S. S. 2006.** Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Sepehr Publication. (In Persian).
- Pourdad, S. S., K. Alizadeh, R. Aziznejad, A. Sharuati, M. Eskandari, M. Khariri and E. Nabatee. 2008.** Study on drought resistance in spring safflower (*Carthamus tinctorius* L.) in different location. *J. Agric. Natur. Resour.* 11(42): 403-415. (In Persian with English abstract).
- Pourhadian, H. and M. R. Khajehpour. 2008.** Effects of row spacing and planting density on growth indices and yield of safflower, local variety of Isfahan"Koseh" in summer planting. *J. Sci. Tech. Agric. Natur. Resour.* 11(42): 17-32. (In Persian with English abstract).
- Rosalind, A. B., L. C. Purcell, and E. D. Vories. 2000.** Short season soybean yield compensation in response to population and water regime. *Crop Sci.* 40: 1070-1078.
- Rosenthal, T., J. Gerik and L. J. Wade. 1993.** Radiation use efficiency among grain sorghum cultivars and plant densities. *Agron. J.* 85: 703-705.
- Torabi-Jefroodi, A., A. Fayaz Moghaddam and A. Hasanzadeh Ghoort Tapeh. 2005.** An investigation of the effect of plant population density on yield ant its components in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Iran. J. Agric. Sci.* 36(3): 639-646. (In Persian with English abstract).

Effect of planting pattern on phonological characteristics and growth indices of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) in rainfed conditions

Soleymanifard, A.¹, S. S. Pourdad², R. Naseri³ and A. Mirzaei⁴

ABSTRACT

Soleymanifard, A., S. S. Pourdad, R. Naseri and A. Mirzaei. 2011. Effect of planting pattern on phonological characteristics and growth indices of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) in rainfed conditions. **Iranian Journal of Crop Sciences.** 13(2): 282-298. (In Persian).

To study the effect of planting pattern on phonological and physiological characteristics of safflower in rainfed conditions a field experiment was conducted in Shirvan-Chardvol in Ilam in 2008-2009 cropping seasons. The experiment was performed using factorial arrangement in randomized complete block design with three replications. Treatments included of three row spacing (30, 40 and 50 cm) and three plant spacing (10, 15 and 20 cm). Results showed that differences between treatments were significant for all phonological characteristics except days to emergence. The lower row spacing and plant spacing had shorter days to heading, flowering and maturity as compared to higher row and plant spacing. Results also showed that in the lower row and plant spacing, plant canopy closed quickly. The highest LAI (2.1 and 2.1), CGR (2.1 and 2.3 g.m⁻².day⁻¹), TDM (437.4 and 421.1 g.m⁻²) and NAR (0.209 and 0.216 g.g⁻¹.day⁻¹) were obtained in 30 cm row spacing and 10 cm plant spacing in the early and mid growth stages, however, CGR and NAR indices were negative, because of plant shading and loss of older leaves. The 30 cm row spacing and 10 cm plant spacing had maximum LAI, CGR and TDM, hence, grain yield (1971 and 1730 kg.ha⁻¹, respectively). It is concluded that increasing grain yield in safflower in rainfed conditions can be obtained through increasing total dry matter and improving physiological indices.

Key words: Grain yield, Growth indices, Plant density and Safflower.

Received: April, 2010 Accepted: November, 2010

1- Former M.Sc. Student, Dezful Branch, Islamic Azad University, Dezful, Iran (Corresponding author)
(Email: soleymani877@yahoo.com)

2- Associated Prof., Dryland Agricultural Research Institute (Sararood) Kermanshah, Iran

3-Former M.Sc. Student, The University of Ilam, Ilam, Iran

4- Ph.D. Student, Islamic Azad University, Karaj, Iran