



نیمین علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران

مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی
جلد سوم، شماره دوم، تابستان ۸۹
۱۵-۳۲

ejcp.gau@gmail.com



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گیلان

بررسی عملکرد و شاخص‌های رشد گلرنگ در کشت دوم در منطقه یاسوج

مصطفی علی‌نقی‌زاده^۱، *محسن موحدی‌دهنوی^۲، هوشنگ فرجی^۳ و محمدعظیمی‌گندمانی^۴

^۱دانشجوی سابق کارشناسی ارشد دانشگاه یاسوج و عضو هیات علمی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه پیام نور واحد حاجی‌آباد، هرمزگان، ^۲استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه یاسوج، ^۳استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه یاسوج، ^۴دانشجوی سابق کارشناسی ارشد دانشگاه یاسوج و عضو هیات علمی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه پیام نور واحد گندمان، شهرکرد

چکیده

به‌منظور بررسی عملکرد و شاخص‌های رشد ارقام گلرنگ به‌عنوان کشت دوم، آزمایشی در سال ۱۳۸۶ در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج اجرا شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. عامل اول شامل تاریخ کاشت در چهار سطح (۲۶ اردیبهشت، ۱۱ خرداد، ۲۶ خرداد و ۱۱ تیر) و عامل دوم شامل چهار رقم گلرنگ (اراک ۲۸۱۱، اصفهان ۱۴، IL111 و PI) بودند. نتایج نشان داد که رقم اصفهان ۱۴ به‌دلیل برتری در شاخص سطح برگ (LAI)، سرعت رشد محصول (CGR)، ماده خشک کل (TDM) و سرعت جذب خالص (NAR)، از بالاترین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک نسبت به سایر ارقام برخوردار بود و از این جهت می‌تواند رقم مناسبی جهت کشت دوم محصول در سال در یاسوج باشد. بین تاریخ‌های مختلف کاشت نیز، تاریخ کاشت سوم بالاترین عملکرد اقتصادی و بیولوژیکی را تولید کرد. ارقام کشت شده در تاریخ کاشت سوم، به‌دلیل شاخص سطح برگ بیشتر، نور بیشتری دریافت کردند و در نتیجه به‌علت فتوسنتز بیشتر، سرعت رشد محصول و تجمع ماده خشک نیز در آنها افزایش یافت؛ در نهایت این افزایش در شاخص‌های فوق‌منجر به افزایش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک در تاریخ کاشت سوم گردید. حداکثر NAR نیز مربوط به تاریخ کاشت سوم و معادل ۱۰/۱ گرم بر متر مربع برگ بر روز بود. همچنین تاریخ کاشت سوم با حداکثر شاخص سطح برگ ۲/۸۵ بیشترین LAI را نسبت به تاریخ‌های مختلف کاشت تولید کرد. در نهایت می‌توان شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول و ماده خشک کل را به‌عنوان شاخص‌های موثر بر عملکرد دانه ارقام گلرنگ معرفی نمود.

واژه‌های کلیدی: شاخص‌های رشد، عملکرد، کشت دوم، گلرنگ.

* - مسئول مکاتبه: Movahhedi1354@mail.yu.ac.ir

مقدمه

با توجه به روند رو به افزایش مصرف روغن‌های نباتی و هزینه زیاد تامین روغن مورد نیاز کشور از طریق واردات، توسعه کشت گیاهان دانه روغنی سازگار به شرایط اقلیمی کشور و همچنین گسترش برنامه‌های تحقیقاتی در این زمینه حائز اهمیت است. گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) یکی از قدیمی‌ترین گیاهان زراعی می‌باشد و به‌عنوان یک دانه روغنی بومی ایران می‌تواند در توسعه کشت دانه‌های روغنی از آینده نوید بخشی برخوردار باشد (مک فرسون و همکاران، ۲۰۰۴).

شاخص‌های رشد گیاهان زراعی تحت تاثیر عوامل محیطی، به‌ویژه تاریخ کاشت قرار می‌گیرند. تغییر در زمان کاشت موجب تفاوت در شرایط کاشت گلرنگ و در نتیجه اختلاف در روند رشد آن می‌گردد. تاریخ کاشت می‌تواند از طریق تغییر در شرایط محیطی از جمله دما، طول روز، رطوبت قابل دسترس در خاک، بر شدت نور و نفوذ آن در جامعه گیاهی و در نهایت بر شاخص‌های رشد موثر واقع شود. غالباً محققان نیازمندند که بیشتر از نتیجه نهایی، یعنی عملکرد نهایی، درباره ماده خشک اطلاع پیدا کنند.

نتایج تحقیقات در گیاهان زراعی نشان می‌دهد که با افزایش سن گیاه در مرحله رویشی وزن خشک اندام‌های گیاهی و شاخص سطح برگ افزایش می‌یابد؛ اما پس از ورود به مرحله زایشی به علت مسن شدن و ریزش برگ‌ها هر دو شاخص کاهش می‌یابد (کولر و همکاران، ۱۹۸۱؛ باتری، ۱۹۶۹). در مطالعات مختلف نشان داده شده است که با افزایش سن گیاه و افزایش تراکم گیاهی (به‌علت سایه‌اندازی برگ‌ها) سرعت فتوسنتزی خالص کاهش می‌یابد (کولر و همکاران، ۱۹۸۱؛ باتری، ۱۹۶۹؛ سرمدنی و کوچکی، ۱۹۸۹). کولر و همکاران (۱۹۸۱) نشان دادند که در مرحله‌ی پر شدن دانه، به‌علت تخلیه‌ی برگ‌ها، NAR^1 (سرعت جذب خالص) افزایش یافت و در نتیجه سرعت رشد محصول (CGR^2) نیز افزایش یافت. در محصولات زراعی، CGR بستگی بالایی به NAR و LAI^3 (شاخص سطح برگ) دارد (رادرفورد، ۱۹۶۷؛ سرمدنی و کوچکی، ۱۹۸۹).

نتایج پژوهش گاردنر و همکاران (۱۹۹۰) نشان داد که معمولاً شاخص سطح برگ ۳ تا ۵ برای تولید حداکثر ماده خشک در بیشتر محصولات زراعی مناسب است. سطح برگ از طریق تاثیر در

1- Net Assimilation Rate

2- Crop Growth Rate

3- Leaf Area Index

جذب تابش خورشیدی، در مقدار ماده خشک گیاهی اثر تعیین کننده ای دارد؛ به طوری که در بسیاری از گیاهان با به حداکثر رسیدن سطح برگ در کانوپی، جذب تابش و به دنبال آن ماده خشک به حداکثر خواهد رسید (تتیوکاقو و گاردنر، ۱۹۸۸؛ سرمدنیا و کوچکی، ۱۹۸۹). با این حال، افزایش بیش از حد در سطح برگ در کانوپی، از طریق تشدید سایه اندازی سبب کاهش عملکرد دانه در گیاهان می گردد. بنابراین باید توجه داشت که مدیریت زراعی، به ویژه زمان کاشت محصول، در جهتی باشد که ضمن افزایش جذب نور به وسیله برگ ها، عملکرد اقتصادی گیاه نیز افزایش یابد.

محمدی نیکپور و کوچکی (۱۹۹۹) در بررسی ارقام گلرنگ پاییزه، حداکثر سرعت رشد محصول را در حدفاصل ظهور جوانه های زایشی تا کامل شدن طبق ها گزارش کردند. آنها میانگین سرعت رشد محصول را در آغاز رشد زایشی در حدود ۱۴ گرم بر متر مربع در ۱۰ درجه روز - رشد و در مرحله گلدهی حدود ۸ گرم بر متر مربع در ۱۰ درجه روز - رشد ذکر کردند. نژادشاملو (۱۹۹۶) در بررسی و مقایسه ارقام گلرنگ در اصفهان، میانگین سرعت رشد محصول را در مراحل نمو، شامل ساقه دهی، ظهور جوانه های زایشی، کامل شدن طبق ها و رسیدگی فیزیولوژیک، به ترتیب برابر ۲/۳، ۱۲، ۲۷/۵ و ۲۶/۵ گرم بر متر مربع در ۱۰ درجه روز - رشد گزارش کرد.

درباره تاثیر تاریخ کاشت بر سرعت رشد محصول و شاخص سطح برگ و سایر شاخص های رشد گیاه گلرنگ، علاوه بر تاکید بسیاری از پژوهندگان بر نقش تعیین کننده ویژگی های فیزیولوژیک در بهبود عملکرد گیاهان زراعی، پژوهش جامع و دقیقی انجام نگرفته است. با توجه به موارد ذکر شده، هدف از این پژوهش بررسی تاثیر تاریخ کاشت بر عملکرد و شاخص های رشد ارقام گلرنگ بهاره در منطقه یاسوج می باشد.

مواد و روش ها

این پژوهش در سال ۱۳۸۶ در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج اجرا گردید. آزمایش به صورت فاکتوریل، در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. عامل اول شامل تاریخ کاشت در چهار سطح (۲۶ اردیبهشت، ۱۱ خرداد، ۲۶ خرداد و ۱۱ تیر) و عامل دوم شامل چهار رقم گلرنگ (اراک ۲۸۱۱، اصفهان ۱۴، IL111 و PI) بودند. ارقام اراک ۲۸۱۱ و PI، ارقامی خاردار، نسبتاً دیررس، پر محصول و گلها به رنگ قرمز می باشد؛ رقم اصفهان ۱۴ رقمی بدون خار، دیررس، پر محصول و گلها به رنگ قرمز و همچنین رقم IL111 رقمی کم خار، زودرس، نسبتاً

پر محصول و دارای گلپایی به رنگ قرمز هستند. زمین مورد نظر در سال زراعی ۱۳۸۵ به صورت آیش بود. هر کرت آزمایشی شامل پنج ردیف کاشت به طول ۸ متر به فاصله ردیف ۵۰ سانتی متر به صورت جوی و پشته و فاصله بین بوته‌ها روی ردیف ۴ سانتی متر انتخاب شد. عمق کاشت بذر ۳ تا ۴ سانتی متر بود. زمین مورد نظر در پاییز سال قبل شخم زده شد و اواسط اردیبهشت با اجرای عملیات دیسک آماده برای کاشت گردید. به منظور تامین فسفر و نیتروژن مورد نیاز گیاه، قبل از کاشت معادل ۲۰۰ کیلوگرم فسفات آمونیوم (۴۸ درصد اکسید فسفر و ۱۸ درصد نیتروژن) روی زمین پاشیده شد و به کمک دیسک با خاک مخلوط گردید. همچنین در تمامی تاریخ‌های کاشت، در مرحله شروع ساقه‌دهی معادل ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره به صورت سرک در هر کرت اعمال گردید.

به منظور تعیین عملکرد دانه، در هر کرت از سه ردیف میانی پس از حذف اثرات حاشیه، ۳ متر مربع برداشت شد و عملکرد دانه بر حسب کیلوگرم در هکتار به دست آمد.

جهت تجزیه رشد لازم است در فواصل مشخص وزن خشک گیاه و سطح برگ آن اندازه‌گیری شود. سپس با استفاده از روابط ریاضی شاخص‌های رشد محاسبه گردند. بدین منظور سه ردیف میانی هر کرت و با حذف اثرات حاشیه‌ای (ردیف‌های کاشت اول و پنجم و نیم متر از ابتدا و انتهای هر ردیف) برای این منظور در نظر گرفته شد. نمونه‌برداری اول، یک ماه بعد از کاشت صورت گرفت و نمونه‌برداری‌های بعدی با فواصل هر ۱۰ روز یکبار تا مرحله بلوغ فیزیولوژیک صورت پذیرفت. جهت نمونه‌برداری مقدار یک متر مربع بوته از سه ردیف میانی هر کرت انتخاب، پس از تعیین مساحت سطح برگ به وسیله دستگاه سطح برگ سنج مدل AM 200، نمونه‌ها به تفکیک اجزا در یک آون تهویه‌دار در حرارت ۷۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت صفر درصد به مدت ۴۸ ساعت خشک گردید. در این بررسی از ترازویی با حساسیت ۰/۰۱ گرم برای توزین نمونه‌ها استفاده شد.

برای انجام محاسبات مربوط به تجزیه‌های رشد بر اساس برخی از محققین از قبیل باتری (۱۹۶۹) و موحدی دهنوی (۱۹۹۹) چنین فرض می‌شود که تغییرات وزن خشک گیاه (TDM) و نیز سطح برگ‌ها (شاخص سطح برگ) (LAI) از چند جمله‌ای درجه ۲ پیروی می‌کند. بدین ترتیب و با تبدیل این دو به لگاریتم نپرین (Ln) به منظور کاهش هر چه بیشتر وابستگی واریانس‌ها نسبت به میانگین‌ها، روابط زیر برقرار خواهد بود:

1- Total Dry Matter

$$(۱): \text{LnTDM} = a + bt + ct^2$$

$$(۲): \text{LnLAI} = a' + b't + c't^2$$

بنابراین سرعت رشد نسبی (RGR^1) در هر زمان با گرفتن مشتق از معادله یک بدست می‌آید.

$$RGR = d(\text{LnTDM})/dt = b + 2ct$$

همچنین سرعت جذب خالص و سرعت رشد گیاه از طریق معادلات زیر در هر واحد زمانی قابل محاسبه است.

$$NAR = d(\text{TDM}) - d(\text{LnLAI})/dt \cdot d(\text{LAI}) = (b + 2ct)e^{((a-a') + (b-b')t + (c-c')t^2)}$$

$$CGR = d(\text{TDM})/dt = (b + 2ct)e^{(a+bt+ct^2)}$$

a, a', b, b', c, c' ضرایب رگرسیون معادلات و t تعداد روز پس از کاشت می‌باشد.

تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام گرفت و میانگین‌ها با استفاده از آزمون

LSD در سطح ۵ درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

عملکرد دانه: نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم برای صفت عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود؛ به طوری که بیشترین عملکرد دانه مربوط به رقم اصفهان ۱۴ در تاریخ کاشت چهارم و کمترین عملکرد دانه مربوط به رقم IL111 در تاریخ کاشت اول بود (جدول ۲). در تاریخ کاشت اول رقم IL111 کمترین عملکرد دانه را تولید کرد و تفاوت معنی‌داری با ارقام اراک ۲۸۱۱، اصفهان ۱۴ و PI داشت. در این بررسی با تاخیر کاشت، از کاشت اول به سوم عملکرد رقم IL111 افزایش یافت؛ ولی با تاخیر بیشتر، از کاشت سوم به چهارم، عملکرد دانه در این رقم کاهش شدیدی را نشان داد. همچنین تاخیر کاشت موجب افزایش عملکرد دانه در رقم اصفهان ۱۴ شد. به طوری که میانگین عملکرد در تاریخ کاشت اول برای این رقم ۱۱۵۴ کیلوگرم در هکتار و در تاریخ کاشت چهارم ۱۵۳۳ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۲). علت این افزایش را می‌توان به کاهش یافتن دما در مرحله گلدهی و گرده‌افشانی با تاخیر در کاشت و در نتیجه بهتر انجام یافتن عمل گرده‌افشانی در این رقم نسبت داد. بین ارقام مورد بررسی در تاریخ کاشت سوم تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید؛ در صورتی که در تاریخ کاشت چهارم وضعیت به گونه‌ای بود که

1- Relative Growth Rate

رقم اصفهان ۱۴ بیشترین عملکرد دانه را تولید کرد و تفاوت معنی‌داری را با دیگر ارقام نشان داد (جدول ۲).

در بررسی داداشی و خواجه پور (۲۰۰۴) نیز اثر تاریخ کاشت در کشت تابستانه (کشت دوم)، بر عملکرد دانه بدون برداشت گلبرگ معنی‌دار گردید؛ به طوری که تاریخ کاشت چهارم (۱۸ خرداد) بیشترین و تاریخ کاشت سوم (۲۰ اردیبهشت) کمترین عملکرد دانه را داشتند.

تومار (۱۹۹۵) در هندوستان و اهدایی و نورمحمدی (۱۹۸۳) در اهواز کاهش عملکرد دانه در اثر تاخیر در کاشت را در گیاه گلرنگ گزارش کردند. در این بررسی‌ها، دلیل کاهش عملکرد دانه در اثر تاخیر در کاشت افزایش دمای هوا و کوتاه شدن فصل رشد بیان شده است.

به طور کلی بین تاریخ‌های مختلف کاشت از نظر عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۱). مقایسه میانگین تیمارها بیانگر آن بود که تاریخ کاشت سوم با میانگین عملکرد دانه ۱۳۷۲ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد را دارا بود و با سایر تاریخ‌های کاشت اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۳). علت افزایش عملکرد دانه در تاریخ کاشت سوم را می‌توان به بالا بودن شاخص سطح برگ نسبت داد (شکل ۳)؛ با افزایش شاخص سطح برگ، نور بیشتری توسط گیاه دریافت و در نتیجه به علت فتوسنتز بیشتر، سرعت رشد محصول و تجمع ماده خشک نیز افزایش یافت. افزایش شاخص سطح برگ و سرعت رشد محصول منجر به افزایش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک در تاریخ کاشت سوم گردید. شاخص سطح برگ از شاخص‌های تعیین‌کننده رشد می‌باشد و همبستگی قوی بین سطح برگ در مرحله گرده‌افشانی با عملکرد بیولوژیک و دانه، در بسیاری از مطالعات گزارش شده است. همچنین استفاده از عوامل محیطی همچون تشعشع خورشیدی و درجه حرارت مطلوب در زمان گلدهی و پر شدن دانه موجب افزایش راندمان فتوسنتزی و در نتیجه افزایش میزان محصول در این تاریخ کاشت شده است. در بررسی باقری و همکاران (۲۰۰۶) در اصفهان، تاریخ کاشت تابستانه (۳۱ خرداد)، بیشترین عملکرد دانه را تولید کرد. آنها علت افزایش عملکرد در این تاریخ کاشت را به همزمانی پر شدن دانه‌ها با هوای خنک شهریور ماه نسبت دادند؛ که به تولید و انتقال بهتر مواد فتوسنتزی ذخیره‌ای به دانه‌ها و در نهایت افزایش عملکرد دانه منجر شده است.

عملکرد بیولوژیک: اثر متقابل رقم و تاریخ کاشت برای عملکرد بیولوژیک معنی‌دار گردید (جدول ۱)؛ به طوری که رقم اراک ۲۸۱۱ در تاریخ‌های کاشت اول و چهارم به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد

بیولوژیک را در مقایسه با سایر تیمارها به خود اختصاص داد (جدول ۲). ظاهراً این رقم بیشترین حساسیت را نسبت به تغییرات آب و هوایی حادث در تاریخ‌های مختلف کاشت داشته است. در تاریخ کاشت سوم ارقام اراک ۲۸۱۱، اصفهان ۱۴ و IL111 عملکرد بیولوژیک بالایی را تولید کردند و تفاوت معنی‌داری را با رقم PI داشتند. در تاریخ کاشت چهارم رقم اصفهان ۱۴ عملکرد بیولوژیک بالایی را تولید کرد و تفاوت معنی‌داری با دیگر ارقام مورد مطالعه داشت (جدول ۲). داداشی و خواجه پور (۲۰۰۴) نیز در مطالعات خود، اثر متقابل معنی‌داری بین تاریخ کاشت و رقم برای عملکرد بیولوژیک گزارش دادند. به‌طور کلی بین تاریخ‌های مختلف کاشت از نظر عملکرد بیولوژیک در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۱). تاریخ کاشت سوم با میانگین ۳۶۳۶ کیلوگرم در هکتار و تاریخ کاشت چهارم با میانگین ۲۹۱۸ کیلوگرم در هکتار به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). تاریخ کاشت سوم با دارا بودن بیشترین ارتفاع بوته و عملکرد دانه، بیشترین ماده خشک را در مقایسه با سایر تاریخ‌های کاشت داشت. به این ترتیب گیاهانی دارای عملکرد بالایی خواهند بود که با توجه به شرایط رشد خود از عوامل تولید بهترین استفاده را برده و مواد فتوسنتزی بیشتری را در اندام‌های خود تجمع دهند.

جدول ۱- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس برای صفات مورد ارزیابی ارقام گلرنگ در تاریخ‌های مختلف.

تکرار	درجه آزادی	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	حداکثر سرعت رشد محصول (گرم بر متر مربع بر روز)	شاخص سطح برگ	حداکثر ماده خشک (گرم بر مترمربع)	حداکثر سرعت جذب و تحلیل خالص (گرم بر مترمربع برگ بر روز)	حداکثر سرعت رشد نسبی (گرم بر متر مربع)
۲	۱۷۸۰۵/۴ ^{NS}	۸۴۵۵۲/۴ ^{NS}	۲۱۵/۸۶۲ ^{**}	۰/۳۸۶ ^{**}	۲۰۳۹۴/۶۹ ^{**}	۱۲/۶۴ ^{**}	۰/۰۰۶۹ ^{**}	
۳	۱۳۸۹۰/۷/۲ ^{**}	۱۱۱۳۸۰/۰/۴ ^{**}	۱۵۶/۱۲۵ ^{**}	۰/۶۲۸ ^{**}	۳۳۹۵۷/۶۷ ^{**}	۱۰/۶۶ ^{**}	۰/۰۰۱۱ ^{**}	
۳	۷۰۷۶۷/۷ [*]	۲۷۱۹۱۱/۳ ^{NS}	۲۰/۳۱۲ ^{**}	۰/۰۸۴ ^{**}	۳۰۶۱/۶۶ ^{**}	۲/۰۲ ^{**}	۰/۰۰۰۰۸ ^{NS}	
۹	۹۱۶۷۶/۱ ^{**}	۷۹۷۸۱۲/۹ ^{**}	۷۰/۱۴۸ ^{**}	۰/۲۶۹۶ ^{**}	۱۲۹۰۸/۳۶ ^{**}	۳/۴۲۹۱ ^{**}	۰/۰۰۰۰۹ ^{NS}	
۳	۱۸۵۸۶/۴	۲۴۸۳۴۳/۳	۱/۸۷۲۹	۰/۰۳۳۸	۲۵۰/۳۷۹	۰/۱۶۲۸	۰/۰۰۰۰۴۶	

** و * : به ترتیب نشانگر معنی‌دار بودن اثر عامل آزمایشی در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد می‌باشد؛ NS: معنی‌دار نمی‌باشد.

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل تاریخ کاشت × رقم، برای صفات مورد مطالعه به روش LSD*.

عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	تیمار	
		رقم	تاریخ کاشت
۴۰۵۶/۱ ^a	۱۲۵۵/۵ ^{b-e}	اراک ۲۸۱۱	۸۶۲/۲۶
۲۹۶۲/۹ ^{cd}	۱۱۵۴/۸ ^{def}	اصفهان ۱۴	
۲۷۹۲/۵ ^{cd}	۸۰۹/۹ ^g	IL111	
۳۵۵۸/۴ ^{abc}	۱۲۹۷/۶ ^{bcd}	PI	
۳۰۹۳/۹ ^{bcd}	۱۰۱۰/۷ ^{fg}	اراک ۲۸۱۱	۸۶۳/۱۱
۳۰۴۸/۷ ^{bcd}	۱۱۶۶/۷ ^{def}	اصفهان ۱۴	
۲۸۶۰/۱ ^{cd}	۱۲۳۰/۲ ^{cde}	IL111	
۳۵۷۹/۳ ^{abc}	۱۲۵۲/۰ ^{b-e}	PI	
۳۸۶۷/۱ ^a	۱۳۲۳/۷ ^{a-d}	اراک ۲۸۱۱	۸۶۳/۲۶
۳۷۸۳/۶ ^{ab}	۱۳۱۰/۶ ^{bcd}	اصفهان ۱۴	
۴۰۱۷/۳ ^a	۱۴۶۴۰/۶ ^{ab}	IL111	
۲۸۷۸/۱ ^{cd}	۱۳۹۲/۶ ^{abc}	PI	
۲۶۸۱ ^d	۱۰۶۹/۸ ^{ef}	اراک ۲۸۱۱	۸۶۴/۱۱
۳۵۸۱/۴ ^{abc}	۱۵۳۳/۹ ^a	اصفهان ۱۴	
۲۷۰۹ ^d	۱۰۶۱/۶ ^{ef}	IL111	
۲۷۰۳ ^d	۱۱۷۱ ^{def}	PI	

*: در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

نتایج این مطالعه با نتایج مطالعه اهدایی و نور محمدی (۱۹۸۳) در گلرنگ و سعیدی (۲۰۰۳) در بذرک نیز همخوانی دارد.

در بررسی باقری (۱۹۹۵) تاخیر در کاشت از ۱۱ فروردین به ۴ اردیبهشت در منطقه اصفهان، باعث کاهش وزن خشک بوته (گرم در متر مربع) در مرحله نموی ۷۵ درصد گل‌دهی شد. وی علت این امر را تسریع نمو گیاه در اثر برخورد با دمای بالا ذکر کرده است. در بررسی داداشی (۲۰۰۱)، تاریخ‌های کاشت دوم (۲۳ فروردین) و سوم (۲۰ اردیبهشت) در مقایسه با تاریخ کاشت اول (۲۱ اسفند) با دماهای بالاتری مواجه شده و تحت تنش‌های حرارتی و رطوبتی قرار گرفتند؛ در نتیجه وقوع چنین شرایطی تجمع ماده خشک در گیاه کاهش یافت. در بررسی داداشی و خواجه پور (۲۰۰۴)، در تاریخ‌های کاشت چهارم (۱۸ خرداد) و پنجم (۲۱ تیر)، گیاه از تنش‌های حرارتی و رطوبتی، مخصوصاً

در دوره گلدهی، رهایی یافته و بدین ترتیب گیاه به دور از تنش‌های محیطی، مواد فتوسنتزی بیشتری تولید کرد و وزن خشک بوته افزایش یافت.

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های اثرات رقم و تاریخ کاشت بر صفات مورد اندازه‌گیری در سطح ۵ درصد به روش LSD*

تاریخ کاشت	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	سرعت رشد محصول (گرم بر متر مربع بر روز)	حداکثر شاخص سطح برگ	حداکثر ماده خشک (گرم بر متر مربع)	حداکثر سرعت جذب و تحلیل خالص (گرم بر مترمربع برگ بر روز)	حداکثر سرعت رشد نسبی (گرم بر گرم بر متر مربع)
۸۶/۲/۲۶	۱۱۲۹/۵ ^b	۳۳۴۲/۵ ^{ab}	۲۳/۴ ^b	۲/۳ ^b	۶۰۰ ^{ab}	۹ ^b	۰/۱۴ ^b
۸۶/۳/۱۱	۱۱۶۴/۹ ^b	۳۱۴۵/۵ ^{bc}	۱۹/۵ ^c	۲/۶ ^{ab}	۵۲۸ ^c	۷/۰ ^c	۰/۱۴۵ ^b
۸۶/۳/۲۶	۱۳۷۲/۹ ^a	۳۶۳۶/۸ ^a	۲۶ ^a	۲/۸۵ ^a	۶۳۰ ^a	۱۰/۱ ^a	۰/۱۶ ^a
۸۶/۴/۱۱	۱۲۰۹/۱ ^b	۲۹۱۸/۶ ^c	۲۳/۲ ^b	۲/۲۹ ^b	۵۷۱ ^b	۹/۲۸ ^b	۰/۱۳۹ ^b
ارقام							
اراک ۲۸۱۱	۱۱۶۵ ^{cb}	۳۴۲۴/۸ ^a	۲۱/۴ ^c	۲/۴۲ ^{bc}	۵۵۷ ^{bc}	۸/۹ ^b	۰/۱۴۸ ^a
اصفهان ۱۴	۱۲۹۱/۵ ^a	۳۳۴۴/۲ ^a	۲۶/۷ ^a	۲/۸ ^a	۶۴۷ ^a	۱۰ ^a	۰/۱۴۸ ^a
IL111	۱۱۴۱/۶ ^c	۳۰۹۴/۸ ^a	۲۰ ^c	۲/۲۲ ^c	۵۳۶ ^c	۷/۴ ^c	۰/۱۴۴ ^a
PI	۱۲۷۸/۳ ^{ab}	۳۱۷۹/۸ ^a	۲۴ ^b	۲/۶ ^{ab}	۵۹۰ ^b	۹/۱ ^b	۰/۱۴۳ ^a

*: در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

بین ارقام مورد مطالعه در رابطه با عملکرد بیولوژیک تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۳). در بررسی حسن زاده و محمودیه (۲۰۰۴) نیز تفاوت بین ارقام از نظر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار نگردید.

سرعت رشد محصول (CGR): در اکثر تیمارها حداکثر سرعت رشد محصول کمی قبل از شروع گلدهی (۵۷ روز پس از کاشت) حاصل گردید. پس از اتمام گلدهی، روند تغییرات CGR معکوس شد و سرعت کاهش CGR بسیار شدید گردید. در آغاز با گذشت زمان و تکمیل تاج پوشش و افزایش CGR، LAI، CGR زیاد شد. اما CGR پس از رسیدن به حداکثر مقدار، به دلیل ایجاد رقابت،

سایه‌اندازی بوته‌ها روی یکدیگر، توقف رشد رویشی و اتلاف و پیر شدن برگ‌ها (زند، ۱۹۹۵؛ بالوک و همکاران، ۱۹۸۸)، قبل از رسیدگی فیزیولوژیک منفی شد (شکل‌های ۱ و ۲). بین تاریخ‌های مختلف کاشت از نظر حداکثر سرعت رشد محصول در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۱)؛ به طوری که مقایسه میانگین تیمارها نشان داد (جدول ۳)، تاریخ‌های کاشت سوم و دوم به ترتیب با میانگین‌های ۲۶ و ۱۹/۵ گرم بر متر مربع بر روز، حداکثر و حداقل سرعت رشد محصول را تولید کردند. همچنین در این بررسی، بین تاریخ‌های کاشت اول و چهارم تفاوت معنی‌داری از نظر حداکثر سرعت رشد محصول مشاهده نشد. در بین سایر تاریخ‌های کاشت، سرعت کاهش CGR در تاریخ کاشت چهارم دیرتر از سایر تاریخ‌های کاشت بود (شکل ۱). در این تاریخ کاشت به دلیل برخورد دوران گلدهی و پیر شدن دانه با هوای نسبتاً خنک اوایل پاییز، سرعت رشد محصول دیرتر کاهش یافت. همچنین به نظر می‌رسد با افزایش شاخص سطح برگ در شرایط آب و هوایی مطلوب، نور بیشتری توسط گیاه دریافت می‌شود و به علت فتوسنتز بیشتر، سرعت رشد محصول نیز افزایش می‌یابد. در شرایط تنش گرمایی به علت کاهش سطح برگ، کاهش فتوسنتز و پیری زودرس، سرعت رشد محصول کاهش می‌یابد.

بین ارقام گلرنگ از نظر حداکثر سرعت رشد محصول در سطح احتمال یک درصد، اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۱)؛ به طوری که رقم اصفهان ۱۴ با میانگین سرعت رشد محصول ۲۶/۷ گرم بر متر مربع بر روز، بیشترین و رقم IL111 با میانگین ۲۰ گرم بر متر مربع بر روز، کمترین سرعت رشد محصول را در این مرحله به خود اختصاص دادند (جدول ۳)؛ همچنین بین ارقام IL111 و اراک ۲۸۱۱ تفاوت معنی‌داری از نظر حداکثر سرعت رشد محصول مشاهده نشد (جدول ۳). سرعت رشد محصول در رقم اصفهان ۱۴ در کل دوره رشد، بیشتر از سایر ارقام بود (شکل ۲)؛ که می‌تواند بیانگر برتری فتوسنتزی و ذخیره‌سازی بیشتر مواد در این رقم باشد. پس این دلیل به خوبی عملکرد اقتصادی بالای این رقم را توجیه می‌کند. حداکثر سرعت رشد محصول در ارقام اصفهان ۱۴، PI، اراک ۲۸۱۱ و IL111 به ترتیب ۲۶/۷، ۲۴، ۲۱/۴ و ۲۰ گرم بر متر مربع بر روز بود که در ۵۷ روز پس از کاشت (نزدیک به اوایل گلدهی) حاصل شد (جدول ۳).

شاخص سطح برگ (LAI): برگ‌ها اندام اصلی دریافت‌کننده نور و مهمترین محل انجام فتوسنتز در گیاهان زراعی هستند. با افزایش سطح برگ میزان دریافت تشعشع هم افزایش می‌یابد (سرمدنیا و

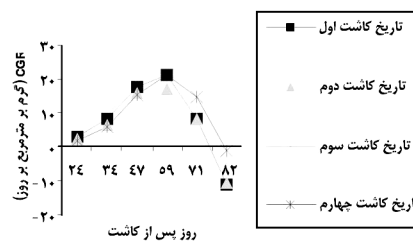
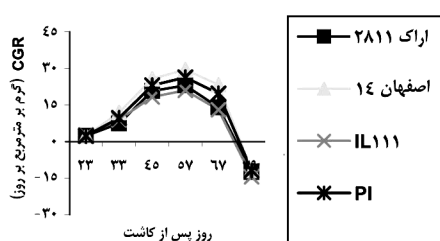
کوچکی، ۱۹۸۹). نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد (جدول ۱) که بین تاریخ‌های مختلف کاشت و ارقام تفاوت معنی‌داری از نظر حداکثر شاخص سطح برگ وجود دارد. مقایسه میانگین تیمارها با آزمون دانکن (جدول ۳) نشان داد، تاریخ کاشت سوم بالاترین میزان LAI را در مقایسه با سایر تاریخ‌های کاشت دارد؛ که این امر منجر به افزایش دریافت تشعشع، افزایش توان فتوسنتزی و در نتیجه افزایش عملکرد اقتصادی و بیولوژیکی در این تاریخ کاشت گردید (جدول ۳). روند عمومی تغییرات LAI در همه ارقام مشابه بود. رقم اصفهان ۱۴ بالاترین و رقم IL111 پایین‌ترین شاخص سطح برگ را تولید کردند (جدول ۳). معمولاً قسمت اعظم رشد گونه‌های پربازده در ابتدای فصل رویش در جهت توسعه سطح برگ‌ها صورت می‌گیرد. در نتیجه آن تشعشع خورشیدی نیز با کارایی بیشتری مورد استفاده قرار می‌گیرد (سرمدنیا و کوچکی، ۱۹۸۹). معمولاً این ویژگی باعث افزایش توان فتوسنتزی گیاه، و در نتیجه باعث افزایش عملکرد اقتصادی و بیولوژیکی می‌گردد. در کلیه ارقام مورد بررسی، روند کاهش شاخص سطح برگ از حدود ۷۰ روز پس از کاشت (اواسط دوره گلدهی) مشاهده گردید (شکل ۴). در مطالعه محمدی نیک‌پور و کوچکی (۱۹۹۹) روی اثر تاریخ کاشت بر گلرنگ نیز LAI در حد فاصل غنچه‌دهی تا گرده‌افشانی به حداکثر رسید و سپس شروع به کاهش نمود.

ماده خشک کل (TDM): تولید ماده خشک، انعکاسی از فتوسنتز خالص گیاه است. ماده خشک تولیدی یا به مصرف رشد گیاه رسیده و یا در اندام‌های ذخیره‌ای تجمع می‌یابد؛ که می‌تواند تعیین‌کننده عملکرد گیاهان زراعی باشد. بنابراین افزایش وزن در اثر تولیدات فتوسنتزی، ماده خشک نامیده می‌شود (کشیری و همکاران، ۲۰۰۳). نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که بین تاریخ‌های مختلف کاشت تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد از نظر حداکثر تجمع ماده خشک وجود دارد (جدول ۱). تاریخ کاشت سوم بالاترین و تاریخ کاشت دوم پایین‌ترین تجمع ماده خشک را در این مرحله از رشد (۶۵ روز پس از کاشت)، تولید کردند (جدول ۳). همچنین در این مرحله بین تاریخ‌های کاشت اول و سوم تفاوت معنی‌داری از نظر تجمع ماده خشک مشاهده نگردید (جدول ۳). همانطور که قبلاً بیان گردید تاریخ کاشت سوم بالاترین شاخص سطح برگ را نیز نسبت به سایر تاریخ‌های کاشت تولید کرد (جدول ۳)؛ این برتری سبب افزایش سطح فتوسنتز کننده، افزایش فتوسنتز خالص و در نتیجه افزایش ماده خشک تجمع یافته در این تاریخ کاشت گردید. در تاریخ‌های کاشت اول و دوم حداکثر مقدار ماده خشک، همزمان با اوایل گلدهی بود؛ پس از آن به علت افزایش ریزش

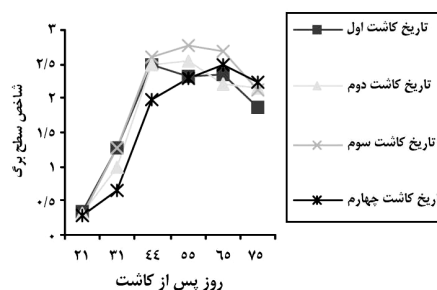
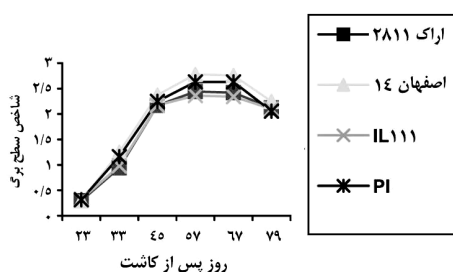
برگها و افزایش درجه حرارت، مقدار ماده خشک در گیاه کاهش یافت. ولی در تاریخهای کاشت سوم و چهارم، به دلیل برخورد دوران گلدهی و رسیدگی دانه با هوای نسبتاً خنک اوایل پاییز، مقدار ماده خشک در گیاه، دیرتر کاهش یافت (شکل ۵). در کلیه ارقام مورد آزمایش، روند تغییرات ماده خشک، از یک الگو تبعیت کرد. در همه ارقام، تقریباً ۲۵ روز پس از کاشت، روند تغییرات ماده خشک حالت افزایش نمایی داشت که دلیل آن شروع مرحله طویل شدن ساقه در ارقام مورد آزمایش بود (شکل ۶). افزایش دما در این زمان باعث خروج گیاهان از حالت روزت و شروع مرحله طویل شدن ساقه گردید. شایان ذکر است که در اکثر دوره‌ی رشد، مقدار وزن خشک در رقم اصفهان ۱۴ بیشتر از سایر ارقام بود (شکل ۶)؛ که بیانگر برتری فتوسنتزی و ذخیره‌سازی بیشتر مواد در این رقم می‌باشد. نتایج نشان داد که رقم اصفهان ۱۴ با میانگین ۶۴۷ گرم بر متر مربع، بیشترین و رقم IL111 با میانگین ۵۳۶ گرم بر متر مربع، کمترین تجمع ماده خشک را در این مرحله از رشد، تولید کردند (جدول ۳).

میزان جذب خالص (NAR): در کلیه تیمارها، روند تغییرات سرعت جذب خالص مشابه است؛ به طوری که روند تغییرات سرعت جذب خالص در کلیه تاریخهای کاشت، تا ۴۴ روز پس از کاشت (دوران تشکیل طبق)، افزایشی بود (شکل ۷) و پس از آن این روند صعودی، کندتر شد. سرعت جذب خالص با زمان، ثابت نیست و با افزایش سن گیاه روند نزولی در آن مشاهده می‌شود. بین تاریخهای مختلف کاشت از نظر حداکثر میزان جذب خالص در سطح احتمال یک درصد، اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۱). به طوری که مقایسه میانگین تیمارها نشان داد (جدول ۳)، تاریخهای کاشت سوم و دوم به ترتیب، با میانگین‌های ۱۰/۱ و ۷/۰۱ گرم بر متر مربع برگ بر روز، بالاترین و پایین‌ترین میزان جذب خالص را در این مرحله از رشد (۴۴ روز پس از کاشت)، تولید کردند (جدول ۳). در تاریخ کاشت چهارم به دلیل کاهش دما در اواخر فصل رشد، کاهش NAR، با سرعت کمتری اتفاق افتاد در صورتی که در تاریخهای کاشت اول و دوم، این کاهش، با سرعت بیشتری، به دلیل افزایش دما، افزایش ریزش برگ و در نتیجه کاهش فتوسنتز کل اتفاق افتاد (شکل ۷). روند تغییرات سرعت جذب خالص در کلیه ارقام مورد بررسی مشابه بود؛ به طوری که از ابتدای فصل رشد (مرحله رشد سریع ساقه و برگ‌ها) تا ۴۴ روز پس از کاشت (دوران تشکیل طبق و شاخه‌دهی)، روند به صورت افزایشی، و پس از آن روند، کاهش بود (شکل ۸). کشیری و همکاران (۲۰۰۳) در مطالعه خود روی ارقام گلرنگ گزارش دادند که روند سرعت جذب خالص در ابتدای فصل رشد (مرحله رشد سریع ساقه)،

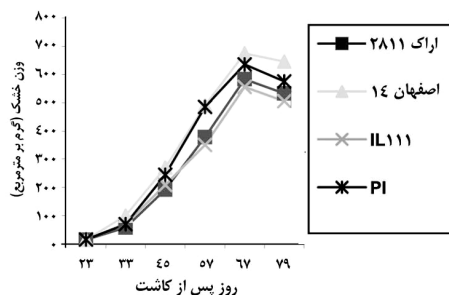
به صورت افزایشی و پس از آن، یعنی در مرحله انتهای گلدهی (درجه روزهای رشد ۳۰۰) به صورت کاهشی است. در بین ارقام، رقم اصفهان ۱۴ با میانگین ۱۰ گرم بر متر مربع برگ بر روز، بالاترین میزان جذب خالص را در این مرحله از رشد (۴۴ روز پس از کاشت)، به خود اختصاص داد و تفاوت معنی داری را با سایر ارقام به وجود آورد (جدول ۳). پس از آن، رقم PI با میانگین ۹/۱ گرم بر متر مربع برگ بر روز، میزان جذب خالص بالایی تولید کرد (جدول ۳).



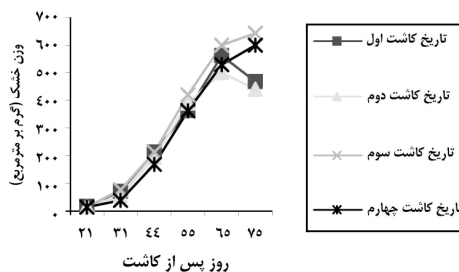
شکل ۱- روند تغییرات سرعت رشد محصول در تاریخ‌های مختلف کاشت. شکل ۲- روند تغییرات سرعت رشد محصول در ارقام مختلف گلرنگ.



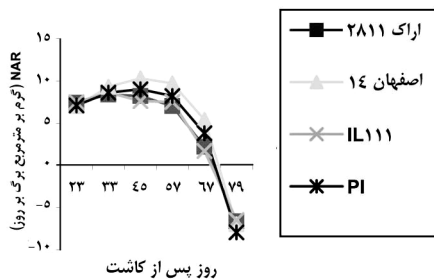
شکل ۳- روند تغییرات شاخص سطح برگ در تاریخ‌های مختلف کاشت. شکل ۴- روند تغییرات شاخص سطح برگ در ارقام مختلف گلرنگ.



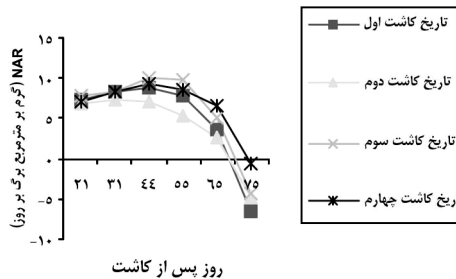
شکل ۶- روند تغییرات ماده خشک کل در ارقام مختلف گلرنگ.



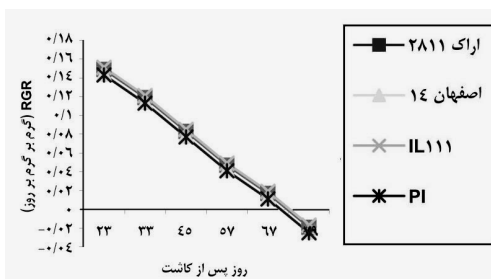
شکل ۵- روند تغییرات ماده خشک کل در تاریخ‌های مختلف کاشت.



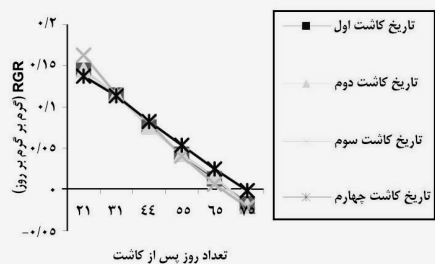
شکل ۸- روند تغییرات سرعت جذب خالص در ارقام مختلف گلرنگ.



شکل ۷- روند تغییرات سرعت جذب خالص در تاریخ‌های مختلف کاشت.



شکل ۱۰- روند تغییرات سرعت رشد نسبی در ارقام مختلف گلرنگ.



شکل ۹- روند تغییرات سرعت رشد نسبی در تاریخ‌های مختلف کاشت.

سرعت رشد نسبی (RGR): روند تغییرات سرعت رشد نسبی در همه تیمارها تقریباً مشابه بود. حداکثر سرعت رشد نسبی در ابتدای فصل رشد حاصل شد و پس از آن، روند، کاهش یافت. در بین کلیه تاریخ‌های کاشت، تاریخ کاشت سوم در ابتدای فصل رشد بالاترین مقدار RGR را به خود اختصاص داد و تفاوت معنی‌داری را با سایر تاریخ‌های کاشت به وجود آورد (جدول ۳)؛ ولی با گذشت زمان (۳۱ روز پس از کاشت) و در مرحله رویت طبق، سرعت رشد نسبی در این تاریخ کاشت با سرعت بیشتری کاهش یافت؛ در صورتی که از این مرحله به بعد (رویت طبق)، سرعت رشد نسبی در تاریخ کاشت چهارم، به دلیل کاهش نسبی دما، با سرعت کمتری نسبت به سایر تاریخ‌های کاشت کاهش یافت (شکل ۹). علت کاهش سرعت رشد نسبی با افزایش سن گیاه به این دلیل است که قسمت‌های افزوده شده به گیاه، بافت‌های ساختمانی است و بافت‌های فعال متابولیکی نیستند و چنین بافت‌هایی سهمی در رشد ندارند (کیتینگ و همکاران، ۲۰۰۰)؛ همچنین ظاهراً با گذشت زمان، به دلیل ایجاد رقابت بین گیاهان برای کسب آب و مواد غذایی و دریافت نور و همچنین در سایه قرار گرفتن برگ‌های پایینی بوته و کاهش توانایی فتوسنتزی آنها، سرعت تجمع ماده خشک اولیه کاهش یافت و این امر سبب کاهش سرعت رشد نسبی گردید و مدتی پس از اتمام گلدهی، به دلیل تشدید ریزش برگ‌ها منفی شد. نتایج مشابهی در سایر بررسی‌ها به دست آمده است (بارد و هارویل، ۱۹۹۶؛ بالوک و همکاران، ۱۹۸۸).

روند تغییرات سرعت رشد نسبی در همه ارقام مشابه بود و اختلاف معنی‌داری بین آنها مشاهده نشد (جدول ۳). حداکثر سرعت رشد نسبی در ابتدای فصل رشد حاصل شد و پس از آن، روند کاهش یافت. کشری و همکاران (۲۰۰۳) نیز در مطالعه خود روی ارقام گلرنگ در منطقه گرگان، اختلاف چندانی بین ارقام گلرنگ از نظر RGR مشاهده نکردند؛ به‌طور کلی RGR در ابتدای فصل رشد به علت نفوذ نور به داخل پوشش گیاهی و سایه‌اندازی کمتر برگ‌ها بر روی یکدیگر و در نتیجه تنفس کمتر، بالاتر می‌باشد؛ ولی با گذشت زمان، افزایش اندام‌های رویشی، گسترش بوته و سایه‌اندازی برگ‌ها بر روی یکدیگر، از مقدار آن کاسته می‌شود. کاهش میزان RGR با افزایش سن گیاه توسط سایر محققین نیز مورد تاکید قرار گرفته است (طالعی و همکاران، ۲۰۰۰؛ سیواکومار و شاو، ۱۹۷۸).

به‌طور خلاصه از نتایج این مطالعه چنین استنباط می‌شود که رقم اصفهان ۱۴ نسبت به سایر ارقام ارجحیت دارد؛ این رقم به دلیل سازگاری بالا با شرایط آب و هوایی منطقه، از نظر کلیه شاخص‌های رشد،

وضعیت مناسبی داشت و توانست عملکرد اقتصادی و بیولوژیکی بالایی را به خود اختصاص دهد و می‌تواند رقم مناسبی جهت کاشت دو محصول در سال در منطقه یاسوج باشد. بین تاریخ‌های مختلف کاشت نیز، تاریخ کاشت سوم بالاترین عملکرد اقتصادی و بیولوژیکی را تولید کرد؛ در تاریخ کاشت سوم، به دلیل افزایش شاخص سطح برگ، نور بیشتری توسط گیاه دریافت و در نتیجه به علت فتوستیز بیشتر، سرعت رشد محصول و تجمع ماده خشک نیز در این تاریخ کاشت افزایش یافت؛ در نهایت این افزایش در شاخص‌های فوق منجر به افزایش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک در ارقام کشت شده در این تاریخ کاشت گردید. در نهایت در این بررسی می‌توان شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول و ماده خشک کل را به عنوان شاخص‌های موثر بر عملکرد دانه ارقام گلرنگ معرفی نمود.

منابع

- Bagheri, H., Saeedi, G., and Ehsanzade, P. 2006. Evaluation of agronomic traits of selected genotypes from native accessions of safflower in spring and summer sowing dates. *J. Sci. Technol. Agric. Nat Res.* 10: 375-390.
- Bagheri, M. 1995. Effects of sowing day on yield and yield components of safflower varieties. MSc. Thesis of Agron, Facul. Agric, Esfahan Univ. Technol, 78 p.
- Battery, B.R. 1969. Analysis of the growth of soybeans as affected by planting population and fertilizer. *Can J. Plant Sci.* 49: 675- 689.
- Board, J.E., and Harville, B.G. 1996. Growth dynamics during the vegetative period affects yield of narrow-row soybean. *Agron J.* 88: 567-572.
- Bullock, D. G., Nielsen, R.L., and Nyquist, W.E. 1988. A growth analysis comparison of corn grown in conventional and equidistant plant spacing. *Crop Sci.* 28: 254-258.
- Dadashi, N. 2001. Effects of sowing date on yield and yield components of safflower. MSc. Thesis of Agron, Facul. Agric, Esfahan Univ. Technol. 126 p.
- Dadashi, N., and Khajepour, M.R. 2004. Effects of sowing date on yield and yield components of safflower in Esfahan. *J. Sci. Technol. Agric. Natural Res.* 8: 95-111.
- Ehdai, B., and Noormohammadi, G. 1983. Effect of sowing date on grain yield and other agronomic traits of two safflower varieties. *Agric Sci J.* 9:28-42.
- Hasanzadeh, P., and Mahmoudieh, R. 2004. Photosynthetic contribution of the inflorescence and adjacent green tissue to grain yield of safflower under field conditions. 13th International Cong. Photosynthesis, Abstract Book, pp 248. August 2004, Montreal, Canada.
- Gardner, F., Valle, O.R. and Mccloud, D.E. 1990. Yield characteristics of ancient races of maize compared to a modern hybrid. *Agron J.* 82: 864-868.

- Keating, J.D.H., Summerfield- Kusmenoglu, I.E., and Hall, M.H. 2000. Autumn sowing of lentil in the Mediterranean highlands: lesson for chickpea. P. 279-288. In R. Knight (eds.) Linking Research and Marketing Opportunities for Pulses in the 21 Century. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.
- Keshiri, M., Latifi, N., and Ghasemi, M. 2003. Growth analysis of safflower varieties with different cropping pattern in rainfed condition. *Agric. Nat Res.* 10: 85-94.
- Koller, H.R., Nyquist, W.E., and Chorush, I.S. 1981. Growth analysis of soybean community. *Crop Sci.* 10: 407-412.
- Mc Pherson, M.A., Good, A.G., Topinka, A.K.C., and Hall, L.M. 2004. Theoretical hybridization potential of transgenic safflower (*Carthamus tinctorius* L.) with weedy relatives in the new world. *Can J. Plant Sci.* 48: 923- 934.
- Mohammadi-Nikpour, A.R., and Koucheki, A. 1999. Study the effects of sowing date on growth indices, yield and yield components of safflower. *J. Agric Sci. Ind.* 1: 7-15.
- Movahhedi-Dehnavi, M. 1999. Maize bean intercropping effect on weed control. MSc. Thesis, Tehran Univ.
- Nejad-Shamloo, A.R. 1996. Study of the morphologic and physiologic characteristics and yield of spring safflower varieties in Esfahan. MSc. Thesis. Agron, Facul. Agric, Azad Univ, Khorasgan, 85 p.
- Raderford, P.J. 1967. Growth analysis of formula, their use and base. *Crop Sci.* 7: 171-175.
- Saeidi, G. 2003. Effect of early spring and summer sowing dates on agronomic traits of linseed genotypes with quality of eatable oil. *J. Sci. Technol. Agric. Nat Res.* 3: 129-144.
- Sarmadnia, G.H., and Koucheki, A. 1989. Crop physiology. Mashhad Jihad-e-Daneshgahi Press. 400 p.
- Sivakumar, M.V.K., and Shaw, R.H. 1978. Methods of growth analysis in field grown soybean (*Glycine max* L.). *Ann. Bot.* 42: 213-222.
- Taleblian-Mashhadi, M. 1993. Effect of row and plant spacing on yield and yield components of corn hybrids. MSc.Thesis. Agron, Facul. Agric, Esfahan Univ. Technol. 120 p.
- Talei, A.R., Poostini, K., and Davazdah-Emami, S. 2000. Effects of cropping pattern on physiological characteristics of some bean varieties. *Iran. J. Agric Sci.* 31: 477-487.
- Tetio-kagho, F., and Gardner, F.P. 1988. Responses of maize to plant population density. 1. Canopy development, light relations, and vegetative growth. *Agron J.* 80: 930-935.
- Tomar, S.S. 1995. Effect of soil hydrothermal regimes on the performance of safflower planted on different dates. *J. Agron. Crop Sci.* 175: 141-152.
- Zand, E. 1995. Morphologic and physiologic basis of yield deviation in safflower. MSc. Thesis, Mashhad Univ. Ferdowsi, 123 p.



Study of the yield and growth indices of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) as double cropping in Yasouj region

**M. Alinaghizadeh¹, *M. Movahhedi Dehnavi², H. Faraji³
and M. Azimi Gandomani⁴**

¹Graduated M.Sc. Student, University of Yasouj, and scientific staff of Dept. of Agricultural Science, Payamenoor University, Hajiabad branch, Hormozgan,
²Assistant Prof., Faculty of Agriculture, University of Yasouj, ³Assistant Prof., Faculty of Agriculture, University of Yasouj, ⁴Graduated M.Sc. Student, University of Yasouj and scientific staff of Dept. of Agricultural Science, Payamenoor University, Gandoman branch, shahrekord

Abstract

In order to study the yield and growth indices of spring safflower as double cropping, an experiment was carried out in 2007 at the research farm of faculty of agriculture, Yasouj University, Iran. The experiment was a factorial based on randomized complete block design with three replications. Factors included of combination of four sowing dates (May 16, June 1, June 16 and July 2) and four cultivars (Arak 2811, Esfahan 14, IL111 and PI). Results showed that Esfahan 14, compared to other cultivars, had the highest grain and biological yields due to higher Leaf Area Index (LAI), Crop Growth Rate (CGR), Dry Matter (DM) and Net Assimilation Rate (NAR). Thus it might be suggested as appropriate cultivar for double cropping in Yasouj. Third sowing date produced the highest grain and biological yields relative to others. It appears that cultivars in third sowing date, due to greater LAI, probably had more radiation intercept and photosynthesis, so that had the greater CGR and DM and greater seed and biological yield. Finally, increasing of above mentioned indices resulted in greater seed and biological yield at third sowing date. Maximum NAR ($10.1 \text{ gr m}^{-2}_{\text{leaf}} \text{ day}^{-1}$) and LAI (2.76) were seen at third sowing date. Finally, with respect to the results, LAI, CGR and DM were the effective indices on seed yield of safflower cultivars.

Keywords: Double Cropping; Growth Indices; Safflower; yield.

*- Corresponding Author; Email: Movahhedi1354@mail.yu.ac.ir