



دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال دهم، شماره سی و چهارم، ۱۳۹۷

بررسی روند تغییرات تجمع ماده خشک در اندام‌های مختلف چهار رقم گلرنگ

بنیامین ترابی^۱، حسن سعادتخواه^۲، ولی اله دادرسی^۳، نسترن صلحی اسکویی^۴

تاریخ دریافت: ۹۵/۴/۱۳ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۲/۲۱

چکیده

هدف از این مطالعه کمی کردن روند تغییرات ماده خشک در اندام‌های مختلف گیاه گلرنگ بود. بدین منظور یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۴ تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان در سال ۱۳۹۱ انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل تاریخ کاشت (۱۶ فروردین، ۶ و ۲۷ اردیبهشت) و ارقام (ژنوتیپ ۴۱۱، سینا، محلی اصفهان و صفه) بودند. نتایج نشان داد مدل نمایی خطی بریده بهترین توصیف را از روند تغییرات تجمع ماده خشک در برابر روز پس از کاشت نشان داد. بیشترین تجمع ماده خشک در تاریخ کاشت اول به دست آمد. بهترین توصیف روند تغییرات تجمع ماده خشک برگ و ساقه توسط مدل بتا به دست آمدند. با تاخیر در کاشت حداکثر تجمع وزن خشک برگ و ساقه و نیز زمان رسیدن به حداکثر سرعت رشد هر یک از آن‌ها کاهش یافت. در تاریخ کاشت اول و دوم رقم محلی اصفهان از لحاظ وزن خشک برگ و ساقه نسبت به سایر ارقام برتری نسبی داشتند. در حالی که در تاریخ کاشت سوم اختلاف معنی‌داری بین ارقام از این لحاظ وجود نداشت. روند تغییرات تجمع ماده خشک دانه با مدل لجستیک به خوبی توصیف گردید. تجمع ماده خشک دانه در تاریخ کاشت اول و دوم بیشتر و سپس در تاریخ کاشت سوم به شدت کاهش یافت. در تاریخ کاشت اول و سوم حداکثر تجمع ماده خشک دانه در بین ارقام مختلف اختلاف معنی‌داری نداشت. در تاریخ کاشت دوم کمترین تجمع ماده خشک در دانه مربوط به رقم ۴۱۱ بود.

واژه‌های کلیدی: تاریخ کاشت، تجمع ماده خشک برگ، ساقه، دانه.

ترابی، ب. ح. سعادتخواه، و. دادرسی و ن. صلحی اسکویی. ۱۳۹۷. بررسی روند تغییرات تجمع ماده خشک در اندام‌های مختلف چهار رقم گلرنگ. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۳۴: ۱۶۹-۱۵۷.

۱- استادیار گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان، رفسنجان، ایران

۳- دانشجوی دکتری گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان، رفسنجان، ایران- مسئول مکاتبات. پست الکترونیک:

v.dadrasi@gmail.com

۴- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه زراعت، واحد قوالمشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائمشهر، ایران

مقدمه

مدل‌سازی تعیین روابط بین فرآیندهای منطقی و مرتبط با هم و ارائه یک سیستم پویا است که با کمک آن می‌توان تغییرات سیستم را پیش‌گویی نمود و زمینه لازم را برای تخمین رشد و تولید محصول در سطح یک منطقه فراهم کرد. با کمک مدل و شبیه‌سازی می‌توان از تکرار آزمایشات و افزایش هزینه‌ها جلوگیری نمود بدون این که به نتایج حاصله خدشه وارد گردد. همچنین از مدل‌ها می‌توان در بهبود مدیریت تولید گیاهان زراعی برای پیش‌بینی تاریخ‌های احتمالی برداشت یا پیش‌بینی عملکرد نهایی استفاده نمود (سلطانی، ۱۳۷۸، کوچکی و بنیان، ۱۳۷۵). تعیین پارامترهای مهم موثر در تولید، از اهداف مورد اقبال محققان اکولوژی تولید در دهه‌های اخیر بوده است. تعیین این پارامترها از این جهت دارای اهمیت است که کمی‌سازی تولید با هدف جهت‌دار کردن مدیریت‌ها و مطالعه اثر عامل محدود کننده و کاهنده عملکرد و بهینه‌سازی سامانه‌های کشاورزی از ضروریات و اصول بنیادین رهیافت‌های سیستمی است. مدل‌سازی رشد و نمو گیاهان زراعی به‌عنوان یکی از این رهیافت‌ها ابزاری مفید در تحقیقات علمی و مدیریت زراعی به‌شمار می‌رود (اینبان بامبر و همکاران، ۲۰۰۲) و امکان پیش‌بینی سیستم‌های گیاهی و افزایش فهم درباره چگونگی عملکرد آن‌ها را فراهم می‌آورد (وان اترسون و دوناتلی، ۲۰۰۳). یکی از عوامل مهم در این مدل‌ها که به‌عنوان شاخص در تمام گیاهان به‌کار می‌رود، وزن خشک بوته می‌باشد (گوتیرزکولومر، ۲۰۰۶). تولید وزن خشک کل بوته به طول دوره لازم برای رسیدن به حداکثر سطح برگ در گیاه بستگی دارد (حسن و همکاران، ۱۹۹۹). تولید ماده خشک انعکاسی از فتوسنتز خالص گیاه است؛ بنابراین افزایش وزن در اثر تولیدات فتوسنتزی، ماده خشک نامیده می‌شود (کشیری و همکاران، ۲۰۰۳). تعیین روند تخصیص مواد بین برگ، ساقه و اندام زایشی امری کلیدی جهت کمی کردن تجمع بیوماس می‌باشد. به‌طور کلی، در گیاهان رشد محدود کسر اختصاص مواد پرورده به برگ‌ها در مراحل اولیه فصل رشد بالاست و در ادامه و با شروع ساقه رفتن و طویل شدن ساقه کاهش می‌یابد و در انتهای مرحله رشد برگ به صفر می‌رسد. (روبرتسون و همکاران، ۲۰۰۱). در آزمایش طهماسبی زاده و همکاران (۱۳۸۷) گیاه گلرنگ پس از دریافت حدود ۷۵۰ درجه روز رشد، رشد سریع گیاه شروع شده و تا کسب حدود ۱۴۵۰ درجه روز رشد با سرعت ثابت افزایش وزن خشک ادامه پیدا می‌کند و به مرحله حداکثر وزن

خشک می‌رسد و بعد از آن کاهش می‌یابد ولی به هر حال به صفر نمی‌رسد. بعد از این سرعت تجمع وزن خشک منفی شده و با گذشت زمان از مقدار ماده خشک کم می‌شود. همچنین بیان نمودند که افزایش ماده خشک در گیاهان کشت شده در تاریخ کاشت اول (۲۰ اردیبهشت) بیشتر از تاریخ کاشت دوم (۲۰ خرداد) می‌باشد. میرزاخانی (۱۳۸۰) اعلام کرد افزایش ماده خشک در گیاهان کشت شده در تاریخ کاشت اول (۵ اردیبهشت) بیشتر از تاریخ‌های کاشت دوم (۲۰ اردیبهشت) و سوم (۴ خرداد) می‌باشد به طوری که حداکثر تجمع وزن خشک در تاریخ کاشت اول حدود ۲/۴ کیلوگرم در متر مربع می‌باشد در حالی که حداکثر تجمع وزن خشک در تاریخ‌های کاشت دوم و سوم به ترتیب حدود ۱/۹ و ۱/۴ کیلوگرم در متر مربع می‌باشد. در واقع گیاهانی که دیرتر از موقع کشت شوند به دلیل بالا بودن درجه حرارت خیلی سریع، GDD لازم برای مرحله روزت را کسب نموده و بدون اینکه پشته مناسبی از رشد داشته باشند وارد مرحله رشد خطی می‌شوند که در نهایت منجر به کاهش وزن خشک کل گیاه خواهد شد. آنالیز رشد روش با ارزشی در بررسی کمی رشد و نمو و تولید گیاهان زراعی به شمار می‌رود. این روش بر مبنای اندازه‌گیری متوالی وزن خشک و سطح برگ گیاه منفرد و یا پوشش‌های گیاهی استوار است (کوچکی و سرمندیا، ۱۳۷۹). بنابراین با توجه به اهمیت روند تولید ماده خشک در اندام‌های مختلف و در نهایت تاثیر بر عملکرد گیاه، تحقیق حاضر جهت بررسی روند تغییرات ماده خشک کل و اندام‌های مختلف (برگ، ساقه و دانه) گیاه گلرنگ تحت تأثیر رقم و تاریخ کاشت‌های مختلف انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در فاصله زمانی اسفند ماه ۱۳۹۰ تا مرداد ماه ۱۳۹۱ به منظور کمی کردن روند تغییرات تجمع ماده خشک کل، ماده خشک برگ، ساقه و دانه در ارقام مختلف گلرنگ تحت تاریخ‌های کاشت متفاوت در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان با عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۲۳ دقیقه و طول جغرافیایی ۵۶ درجه و با ارتفاع ۱۴۶۹ متر از سطح دریا اجرا گردید. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار انجام شد. آزمایش با دو عامل شامل تاریخ کاشت با سه سطح (۱۶ فروردین، ۶ اردیبهشت و ۲۷ اردیبهشت) و ارقام در چهار سطح (رقم محلی اصفهان، سینا، ۴۱۱ و صفه) در نظر

۱- مدل نمایی خطی بریده^۱ (گوادرین و مونتیت، ۱۹۹۰ ین و همکاران، ۲۰۰۳):

$$W = \begin{cases} \frac{c_m}{r_m} \log \left[1 + e^{r_m(t-t_m)} \right] & \text{if } t < t_m + W_{max} / c_m \\ W_{max} & \text{if } t > t_m + W_{max} / c_m \end{cases}$$

که در آن W_{max} حداکثر مقدار تجمع ماده خشک، c_m حداکثر سرعت رشد محصول در فاز خطی رشد، r_m حداکثر سرعت رشد نسبی در فاز نمایی رشد و t_m زمان تا شروع فاز خطی رشد می‌باشد. بر اساس این مدل در زمان $t_m + W_{max}/c_m$ رشد گیاه به پایان می‌رسد (طول دوره رشد) و پس از آن رشد به‌طور ناگهانی وارد دوره عدم رشد (فاز پیری) می‌شود.

۲- مدل بتا^۲:

$$W = W_{max} \left(\left(\frac{t-t_b}{t_m-t_b} \right) \left(\frac{t_c-t}{t_c-t_m} \right) \left(\frac{t_c-t_m}{t_m-t_b} \right) \right)^a$$

که در این مدل W_{max} حداکثر مقدار تجمع ماده خشک، t_b زمان شروع رشد، t_m زمانی که سرعت رشد محصول به حداکثر مقدار خود می‌رسد و t_c زمان پایان دوره رشد است.

۳- مدل لجستیک^۳ (ین و همکاران، ۲۰۰۳):

$$W = \frac{W_{max}}{1 + e^{-k(t-t_m)}}$$

که در آن W_{max} حداکثر مقدار تجمع ماده خشک، k ضریب نشان دهنده تندی افزایش ماده خشک و t_m زمانی است که سرعت رشد محصول به حداکثر مقدار خود می‌رسد (در این زمان مقدار ماده خشک به نصف مقدار حداکثر خود رسیده است). در زمان t_m RGR برابر با $k/2$ است. معادله لجستیک در زمان t_m به‌صورت متقارن می‌باشد.

برآزش مدل‌ها بر داده‌های تجمع ماده خشک و تخمین پارامترهای مدل با روش مطلوب‌سازی تکراری با کمک رویه

گرفته شد. هر کرت آزمایشی دارای ابعاد ۲×۲/۵ مترمربع و حاوی پنج ردیف کاشت بود. زمین آزمایش در پاییز سال قبل شخم عمیق خورده و در بهار به‌منظور خرد کردن کلوخه‌ها دیسک زده شد. پس از دیسک زدن، جوی و پشته‌ها به‌وسیله دست با فاصله بین ردیف ۴۰ سانتی‌متر ایجاد شدند. خاک مزرعه مورد نظر دارای بافت لومی بود و با توجه به نتایج تجزیه خاک محل آزمایش، کودهای فسفاته و پتاسه از هر کدام ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار قبل از کاشت و مقدار ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره بعد از کاشت در دو نوبت شروع ساقه‌دهی و آغاز طبق‌دهی به صورت سرک استفاده شد. عمق کاشت در حدود چهار سانتی‌متر در نظر گرفته شد و آبیاری اول بلافاصله پس از کاشت و آبیاری دوم به فاصله یک هفته بعد صورت پذیرفت و مراحل بعدی آبیاری در طول فصل رشد به گونه‌ای صورت پذیرفت که هیچ‌گونه علائم تنش خشکی در گیاهان مشاهده نگردید. در مرحله چهار تا شش برگی برای رسیدن به تراکم مطلوب (۴۰ بوته در متر مربع) عمل تنک کردن بوته‌ها انجام و مبارزه با علف‌های هرز به صورت دستی انجام شد. اندازه‌گیری‌ها و یادداشت برداری‌هایی که در طول فصل رشد گیاه گلرنگ جهت کمی‌سازی تولید ماده خشک انجام شد شامل اندازه‌گیری وزن خشک اندام هوایی به تفکیک هر اندام (برگ، ساقه و دانه) می‌باشد. بدین منظور، نمونه برداری‌های تخریبی (۵ تا ۱۰ بوته از هر کرت) از دو هفته پس از کاشت آغاز و تا انتهای فصل رشد انجام شد. نمونه‌های انتخاب شده کف‌بر گردیده و به‌منظور اندازه‌گیری سطح برگ و وزن خشک اندام هوایی به تفکیک هر اندام، به آزمایشگاه منتقل شدند. جهت اندازه‌گیری وزن خشک، برگ‌ها و ساقه‌ها را داخل پاکت قرار داده و سپس درون آون با دمای ۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۷۲ ساعت قرار داده شدند و بعد از خشک شدن، به وسیله ترازوی با دقت ۰/۰۰۱ گرم، وزن خشک آن‌ها تعیین گردید و نهایتاً به مقدار ماده خشک در متر مربع تبدیل شدند.

به‌منظور توصیف روند تغییرات ماده خشک کل (W)، ماده خشک برگ، ساقه و دانه در برابر زمان پس از کاشت (t) مدل‌های رگرسیون غیرخطی مختلفی از جمله (مدل نمایی خطی بریده، مدل نمایی خطی متقارن، مدل لجستیک، مدل گمپرتز، مدل بتا و مدل ریچاردز) مورد بررسی قرار گرفتند

1- Truncated Exponential
2- Beta
3- Logistic

سوم از لحاظ سرعت رشد گیاه در فاز خطی در بین بعضی از ارقام اختلاف معنی داری مشاهده شد. در این تاریخ کاشت ژنوتیپ ۴۱۱ با ۹/۶ گرم در متر مربع در روز کمترین سرعت رشد در فاز خطی را داشت که از این نظر با ارقام دیگر اختلاف معنی داری نشان داد (جدول ۲). سرعت رشد در فاز خطی برای رقم صغه نیز برابر با ۲۵/۸ گرم در متر مربع در روز بود که با سینا با سرعت رشد ۳۲ گرم در متر مربع در روز اختلاف معنی داری نشان داد (جدول ۲). بین رقم محلی اصفهان و سینا از این لحاظ تفاوت معنی داری وجود نداشت. با توجه به پارامترهای این مدل، در تاریخ کاشت اول از لحاظ حداکثر تجمع ماده خشک (W_{max}) بین بعضی از ارقام اختلاف معنی داری وجود داشت. رقم محلی اصفهان با ۱۱۷۹/۱ گرم در متر مربع دارای بیشترین تجمع ماده خشک بود که اختلاف معنی داری با رقم سینا با حداکثر تجمع ماده خشک ۱۱۶۱/۸ گرم در متر مربع نشان نداد (جدول ۲). به نظر می رسد تولید ماده خشک بیشتر در ارقام به شاخص سطح برگ و طول دوره رشد رویشی بیشتر مربوط می شود. باکر و همکاران (۱۹۷۵) جهت بررسی تغییرات وزن خشک در مقابل زمان پس از کاشت از معادله لجستیک استفاده کردند. در تحقیق دیگری مدل بتا را با ۶ معادله دیگر (لجستیک، ریچاردز، گمپرتز، ویبول و دو معادله نمایی خطی بریده و متقارن) مقایسه کردند و هر کدام از مدل ها را به داده های تجمع وزن خشک دانه (در شش ژنوتیپ گندم)، تجمع وزن خشک تک بوته (ذرت) و همچنین تجمع وزن خشک کل در واحد سطح (نخودفرنگی و گندم) برازش دادند و بیان کردند که تمام معادلات به درستی تغییرات سیگموییدی پر شدن دانه، رشد گیاه و تولید ماده خشک گیاه را توصیف کردند (ین و همکاران، ۲۰۰۳). در مطالعه ین و همکاران (۲۰۰۳) مدل نمایی خطی بریده و مدل بتا نسبت به سایر مدل ها برازش مناسب تری داشتند. غدیریان و همکاران (۲۰۱۱) از بین تمام مدل های رگرسیون غیر خطی مورد استفاده برای مطالعه آنالیز رشد گندم به لحاظ آماری مدل نمایی خطی بریده را مناسب تر از دیگر مدل ها گزارش کردند.

PROC NLIN نرم افزار SAS صورت گرفت (سلطانی، ۱۳۸۶). در روش مطلوب سازی تکراری با هر بار وارد کردن مقادیر اولیه پارامترها، مقادیر نهایی آن با روش کمترین توان های دوم تخمین زده می شود. تغییر مقادیر اولیه تا زمانی انجام گرفت که بهترین برآورد از پارامتر به دست آید.

نتایج و بحث

از بین مدل های مورد بررسی، مدل نمایی خطی بریده برای روند تغییرات ماده خشک کل، مدل بتا برای روند تغییرات ماده خشک برگ و ساقه و مدل لجستیک برای روند تغییرات ماده خشک دانه به عنوان بهترین مدل شناخته شدند.

روند تغییرات ماده خشک کل

نتایج مقایسه بین تاریخ کاشت ها نشان داد که از لحاظ زمان تا شروع فاز خطی رشد (tm) بین تاریخ کاشت ها اختلاف معنی داری وجود نداشت (جدول ۱). نتایج این مدل نشان می دهد که بین تاریخ کاشت های مختلف از لحاظ حداکثر سرعت رشد نسبی در فاز نمایی رشد (rm) اختلاف معنی داری مشاهده نشد در صورتی که این مقدار بین ۰/۱۵ تا ۰/۳ گرم بر گرم در روز متغیر بود (جدول ۲). نتایج نشان داد که از لحاظ سرعت رشد محصول در فاز خطی (cm) اختلاف معنی داری بین تاریخ کاشت اول و دوم با تاریخ کاشت سوم وجود دارد (جدول ۱). علت کاهش سرعت رشد محصول در فاز خطی رشد با تاخیر در کاشت، افزایش درجه حرارت و در نتیجه کاهش طول دوره رشد می باشد که باعث می شود شاخص سطح برگ کم و جذب نور کاهش یابد در نتیجه سرعت تولید ماده خشک نیز کاهش یافت. نتایج این مدل نشان داد که از لحاظ حداکثر تجمع ماده خشک (W_{max}) اختلاف معنی داری در بین هر سه تاریخ کاشت وجود دارد. شکل ۱ روند تغییرات تجمع ماده خشک کل را برای مدل نمایی خطی بریده در ارقام و تاریخ کاشت های مختلف نشان می دهد. در تاریخ کاشت

جدول ۱- تخمین ضرایب مدل نمایی خطی بریده که در آن t_m زمان از دست رفته تا شروع فاز خطی، r_m حداکثر سرعت رشد نسبی در فاز نمایی رشد، c_m حداکثر سرعت رشد محصول در فاز خطی رشد و W_{max} حداکثر مقدار تجمع ماده خشک می‌باشد. اعداد داخل پرانتز ثابت در نظر گرفته شدند

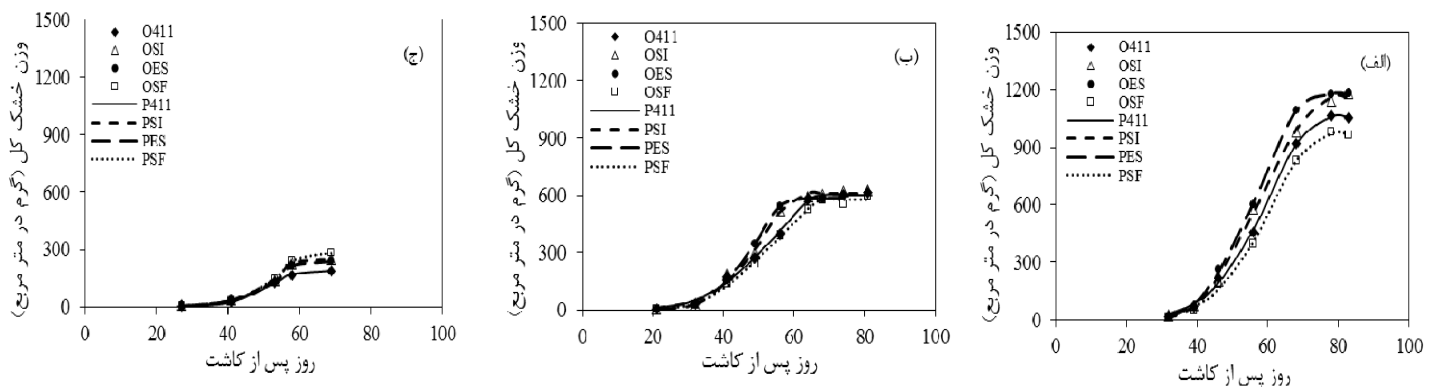
تاریخ کاشت	t_m (CL*)	r_m (CL)	c_m (CL)	W_{max} (CL)
اول	۴۲/۵ (۳۵/۷:۴۹/۲)	۰/۲۸ (۰/۱۲:۰/۴۴)	۳۳/۵ (۲۲/۲:۴۴/۳)	۱۰۹۲/۸ (۱۰۳۹/۷:۱۱۴۵/۹)
دوم	۳۰/۶ (۲۵/۲:۳۵/۹)	۰/۱۵ (-۸/۲۵:۰/۵)	۲۷/۹ (۲۴/۷:۳۱/۲)	۶۵۸/۸ (۶۱۲/۳:۷۰۳/۷)
سوم	(۵۰)	۰/۳۰ (۰/۲۶:۰/۳۴)	۱۱/۳ (۷/۵:۱۵/۱)	۲۳۸/۳ (۲۱۶/۵:۲۶۰/۱)

*, CL: فاصله اطمینان ۹۵٪

جدول ۲- تخمین ضرایب مدل نمایی خطی بریده که در آن t_m زمان از دست رفته تا شروع فاز خطی، r_m حداکثر سرعت رشد نسبی در فاز نمایی رشد،

تاریخ کاشت	رقم	t_m (CL*)	r_m (CL)	c_m (CL)	W_{max} (CL)
اول	۴۱۱	۴۵/۲ (۳۶/۵:۵۴/۱)	۰/۱۵ (۰/۰۵:۰/۲۵)	۳۹/۹ (۲۴/۶:۵۵/۲)	۱۰۵۸/۶ (۱۰۱۲/۲:۱۱۰۵)
سینا	۴۰/۵ (۳۵/۱:۴۶/۰)	۰/۲۶ (-۰/۵۰:۰/۶۰)	۳۶ (۲۷/۱:۴۵/۰)	۱۱۶۱/۸ (۱۱۰۱/۹:۱۲۲۱/۷)	
محلی اصفهان	۴۰/۹ (۳۸/۳:۴۳/۵)	۰/۲۴ (۰/۱۲:۰/۳۵)	۴۰/۳ (۳۵/۶:۴۴/۹)	۱۱۷۹/۱ (۱۱۵۰/۸:۱۲۰۷/۵)	
صفه	۴۷ (۳۷/۰:۵۷/۰)	۰/۱۴ (۰/۰۵:۰/۲۴)	۳۸/۹ (۲۱/۳:۵۶/۵)	۹۷۱/۷ (۹۲۷/۷:۱۰۱۵/۸)	
دوم	۴۱۱	۳۶/۴ (۲۷/۱:۴۵/۱)	۰/۱۶ (۰/۰۰:۰/۳۲)	۲۰/۶ (۱۳/۱:۲۸/۱)	۶۰۲/۱ (۵۷۱/۲:۶۳۳/۱)
سینا	۴۰/۷ (۲۱/۶:۵۹/۹)	۰/۱۵ (-۰/۰۱:۰/۳۱)	۳۲/۲ (-۰/۹:۶۵/۴)	۶۱۱/۱ (۵۷۹/۷:۶۴۲/۵)	
محلی اصفهان	۳۶/۶ (۳۲/۸:۴۰/۴)	۰/۲۵ (۰/۰۷:۰/۴۴)	۲۷/۹ (۲۱/۷:۳۴/۱)	۵۸۳/۲ (۵۶۶/۰:۶۰۰/۴)	
صفه	۳۵/۲ (۲۸/۹:۴۱/۵)	۰/۲۲ (-۰/۰۵:۰/۵۰)	۱۸/۲ (۱۳/۲:۲۳/۲)	۵۷۶/۱ (۵۴۸/۰:۶۰۴/۱)	
سوم	۴۱۱	(۴۰)	۰/۳۱ (-۰/۱۲:۰/۷۴)	۹/۵ (۸/۳:۱۰/۸)	۱۹۱/۲ (۱۶۳/۰:۲۱۹/۴)
سینا	(۵۵)	(۵۵)	۰/۱۳ (۰/۱۱:۰/۱۵)	۳۳/۰ (۲۸/۵:۳۷/۵)	۲۴۷/۵ (۲۳۴/۸:۲۶۰/۱)
محلی اصفهان	(۶۰)	(۶۰)	۰/۱۱ (۰/۰۷:۰/۱۶)	۴۴/۳ (۲۱/۴:۶۷/۲)	۲۳۷/۲ (۲۰۳/۶:۲۷۰/۸)
صفه	(۵۰)	(۵۰)	۰/۱۷ (۰/۱۴:۰/۲۰)	۲۵/۷ (۲۳/۳:۲۸/۲)	۲۷۷/۳ (۲۶۳/۳:۲۹۱/۴)

*, CL: فاصله اطمینان ۹۵٪



شکل ۱- روند تغییرات تجمع ماده خشک در ارقام مختلف در تاریخ کاشت‌های اول (الف)، دوم (ب) و سوم (ج) توسط مدل نمایی خطی بریده. علائم

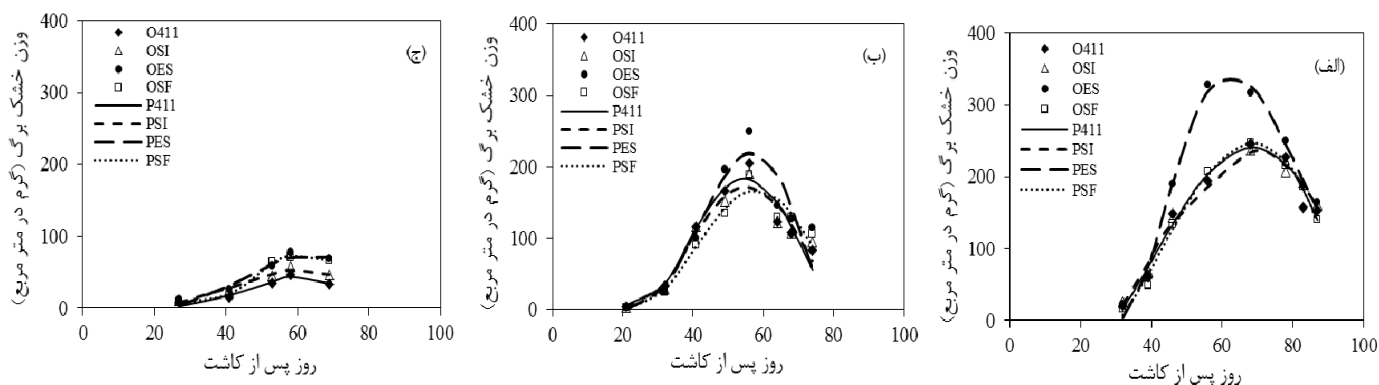
اختصاری ۴۱۱، ۴۱۱، ۴۱۱، ۴۱۱، ۴۱۱، ۴۱۱، ۴۱۱، ۴۱۱ به ترتیب نشان دهنده ارقام ۴۱۱، سینا، محلی اصفهان و صفه هستند. همچنین علامت O نشان دهنده داده‌های مشاهده شده و

P نشان دهنده خط برازش یافته بین این داده‌ها توسط مدل می‌باشد

روند تغییرات ماده خشک برگ

شکل ۲ روند تغییرات تجمع ماده خشک برگ را برای مدل بتا در ارقام و تاریخ کاشت‌های مختلف نشان می‌دهد. روند تغییرات وزن خشک برگ همچون روند تجمع ماده خشک کل از یک منحنی سیگموئیدی پیروی می‌کند. بدین ترتیب که در ابتدای رشد به دلیل بسته نشدن کانوپی کل نور رسیده جذب نمی‌شود و در نتیجه سرعت تجمع ماده خشک در برگ کم بوده و همزمان با افزایش شاخص سطح برگ و جذب نور بیشتر تجمع ماده خشک برگ افزایش می‌یابد و در اواسط مرحله گلدهی به حداکثر مقدار خود می‌رسد. پس از آن به علت افزایش سن برگ‌ها و ریزش آن‌ها تجمع ماده خشک کاهش یافته و نهایتاً در مرحله رسیدگی محصول به حداقل مقدار خود می‌رسد. مقایسه حداکثر تجمع ماده خشک برگ در تاریخ کاشت‌های مختلف بیانگر تفاوت چشمگیر بین تاریخ کاشت‌های اول و دوم با تاریخ کاشت سوم بود. در تاریخ کاشت اول به دلیل پایین بودن درجه حرارت، تجمع ماده خشک برگ نسبت به تاریخ کاشت دوم و سوم دیرتر شروع شد. یکی از دلایل کمتر بودن تجمع ماده خشک برگ در تاریخ کاشت سوم، کشت دیرهنگام و تقارن شرایط نامساعد محیطی با رشد رویشی این ارقام بود (شکل ۲). در تاریخ کاشت اول نسبت به تاریخ کاشت دوم و سوم و در تاریخ کاشت دوم نسبت به تاریخ کاشت

سوم به دلیل طولانی بودن دوره رشد باعث استفاده مطلوب گیاه از تابش، دما و دیگر عوامل محیطی مناسب شد که ماده خشک بیشتری در اندام برگ تجمع یافته که به‌عنوان یک منبع بسیار قوی در پر کردن دانه نقش خواهد داشت. روند کاهشی که در همه ارقام پس از رسیدن به حداکثر رشد برگ در تمامی تاریخ کاشت‌ها مشاهده شده است می‌تواند به دلیل کاهش سطح فتوسنتز کننده به علت افزایش سن برگ‌ها، ریزش آن‌ها و همچنین انتقال بخشی از آسمیلات‌ها به طبق‌ها و دانه‌ها باشد (جدول ۳). مقایسه بین تاریخ کاشت‌ها نشان داد که حداکثر تجمع ماده خشک برگ (LW_{max}) در تاریخ کاشت اول ۲۶۱ گرم در متر مربع بود که با تاخیر در کاشت این مقدار به ۱۹۴/۵ گرم در متر مربع در تاریخ کاشت دوم رسید. تاخیر بیشتر در کاشت این مقدار را به شدت کاهش و به ۶۸/۲ گرم در متر مربع در تاریخ کاشت سوم رسید (جدول ۳). کاهش حداکثر تجمع ماده خشک برگ با تاخیر در کاشت را می‌توان به افزایش دما و طول روز نسبت داد که باعث کاهش طول دوره رشد، ارتفاع گیاه، تعداد برگ، شاخص سطح برگ و در نتیجه باعث کاهش تولید ماده خشک کل می‌شود (احمدامینی و همکاران، ۱۳۹۰). با توجه به ضرایب مدل بتا حداکثر تجمع ماده خشک برگ (LW_{max}) در تاریخ کاشت اول با ۳۴۲/۲ گرم در متر مربع مربوط به رقم محلی اصفهان بود که با ارقام دیگر اختلاف معنی‌داری نشان داد (جدول ۴).



شکل ۲- روند تغییرات تجمع ماده خشک برگ در ارقام مختلف در تاریخ کاشت‌های اول (الف)، دوم (ب) و سوم (ج) توسط مدل بتا. علائم اختصاری ۴۱۱، ES، SI و SF به ترتیب نشان دهنده ارقام ۴۱۱، سینا، محلی اصفهان و صُفه هستند. همچنین علامت O نشان دهنده داده‌های مشاهده شده و P نشان دهنده خط برازش یافته بین این داده‌ها توسط مدل می‌باشد

بیانگر این است که در این تاریخ کاشت شرایط محیطی اعم از طول روز و درجه حرارت مناسب‌تر بوده و گیاه توانسته است بیشترین شاخص سطح برگ را تولید کند. کمتر بودن شاخص سطح برگ در تاریخ کاشت دوم (۲۰ اردیبهشت) و سوم (۴ خرداد) و همچنین کم بودن شیب منحنی شاخص سطح برگ حاکی از آن است که فشار ناشی از عوامل محیطی خصوصاً درجه حرارت گیاه را وادار نموده است که مراحل رشدی خود را سریع پشت سر گذاشته و وارد فاز زایشی گردد به طوری که از مجموع طول دوره رشد و نمو گیاه کاسته شده و در تاریخ کاشت دوم و سوم نسبت به تاریخ کاشت اول زود رس‌تر خواهد شد (میرزاخانی، ۱۳۸۰).

حداکثر تجمع ماده خشک برگ در ارقام سینا، ۴۱۱ و صفا به ترتیب برابر ۲۳۳/۹، ۲۴۱/۹ و ۲۴۷/۱ گرم در متر مربع بود که بین این ارقام اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۴). حداکثر تجمع ماده خشک برگ در تاریخ کاشت دوم بین ۱۶۷ تا ۲۱۹/۹ گرم در متر مربع بود که بین ارقام مختلف اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. حداکثر تجمع ماده خشک برگ در تاریخ کاشت سوم بین ۴۷/۱ تا ۷۵/۴ گرم در متر مربع متغیر بود که فقط بین رقم صفا با ۴۱۱ اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۴). طهماسبی زاده و همکاران (۱۳۸۷) نشان دادند که بیشترین مقدار شاخص سطح برگ گیاه گلرنگ مربوط به تاریخ کاشت اول (۲۰ اردیبهشت) می‌باشد و

جدول ۳- تخمین ضرایب مدل بتا که در آن t_b زمان شروع رشد برگ، t_m زمان لازم تا رسیدن به حداکثر رشد برگ، LW_{max} حداکثر وزن خشک برگ، a

ضریب چرخش منحنی و t_c پایان رشد می‌باشد. اعداد داخل پرانتز ثابت در نظر گرفته شدند

تاریخ کاشت	t_b (CL*)	t_m (CL)	LW_{max} (CL)	a (CL)	t_c
اول	۲۹ (۲۶/۷:۳۱/۳)	۶۷/۲ (۶۴/۲:۷۰/۲)	۲۶۱ (۲۳۷/۵:۲۸۴/۵)	۱/۵ (۱/۲:۱/۸)	(۱۰۰)
دوم	۲۱/۲ (۱۶/۱:۲۶/۸)	۵۷/۶ (۵۶/۲:۵۸/۹)	۱۹۴/۵ (۱۷۷/۹:۲۱۱/۱)	(۲)	(۹۰)
سوم	۱۸/۳ (۵/۹:۳۰/۷)	۶۴/۳ (۶۲/۳:۶۶/۴)	۶۸/۲ (۵۷/۹:۵۷/۸)	(۲)	(۸۰)

* CL: فاصله اطمینان ۹۵٪

جدول ۴- تخمین ضرایب مدل بتا که در آن t_b زمان شروع رشد برگ، t_m زمان لازم تا رسیدن به حداکثر رشد برگ، LW_{max} حداکثر وزن خشک برگ، a

ضریب چرخش منحنی و t_c پایان رشد می‌باشد. اعداد داخل پرانتز ثابت در نظر گرفته شدند

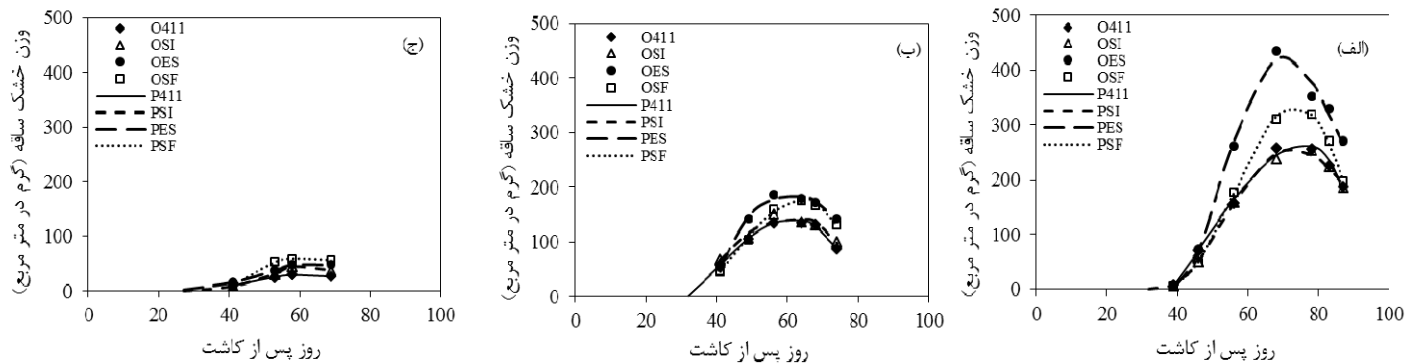
تاریخ کاشت	رقم	t_b (CL*)	t_m (CL)	LW_{max} (CL)	a (CL)	t_c
اول	۴۱۱	۲۸/۹ (۸/۴:۴۷/۳)	۶۸/۷ (۶۴/۰:۷۲/۸)	۲۴۱/۹ (۲۰۴/۳:۲۷۹/۵)	۱/۳ (-۰/۲:۳/۰)	(۱۰۰)
	سینا	۲۸/۲ (۱۴/۸:۴۱/۶)	۶۹/۰ (۵۹/۲:۷۸/۸)	۲۳۳/۹ (۲۰۲/۷:۲۶۵/۱)	۱/۳ (-۰/۴:۳/۰)	(۱۰۰)
	محلی اصفهان	۲۹/۹ (۲۴/۷:۳۵/۱)	۶۲/۴ (۵۹/۰:۶۵/۸)	۳۴۲/۲ (۳۰۱/۵:۳۸۲/۹)	۲/۴ (۱/۷:۳/۱)	(۱۰۰)
	صفا	۳۰/۱ (۲۴/۹:۳۵/۳)	۶۸/۹ (۶۳/۷:۷۴/۱)	۲۴۷/۱ (۲۳۲/۵:۲۶۱/۷)	۱/۴ (۰/۸:۲/۰)	(۱۰۰)
دوم	۴۱۱	۲۳/۸ (۱۵/۰:۳۲/۶)	۵۴/۸ (۵۰/۲:۵۹/۴)	۱۸۳/۰ (۱۴۱/۷:۲۲۴/۳)	(۲)	(۹۰)
	سینا	۲۳/۳ (۱۲/۱:۳۴/۵)	۵۵/۳ (۴۹/۸:۶۰/۸)	۱۷۱/۷ (۱۳۱/۱:۲۱۲/۳)	(۲)	(۹۰)
	محلی اصفهان	۱۸/۸ (۱۳/۰:۲۴/۶)	۵۶/۹ (۵۳/۵:۶۰/۳)	۲۱۹/۹ (۱۷۸/۵:۲۶۱/۳)	(۲)	(۹۰)
	صفا	۱۹/۸ (۱۰/۴:۲۹/۲)	۵۸/۰ (۵۴/۴:۶۱/۶)	۱۶۷/۰ (۱۳۵/۷:۱۹۸/۳)	(۲)	(۹۰)
سوم	۴۱۱	۱۹/۱ (-۱۰/۰:۴۸/۲)	۶۳/۴ (۵۸/۳:۶۸/۶)	۴۷/۱ (۲۹/۱:۶۵/۱)	(۲)	(۷۵)
	سینا	۱۹/۵ (۲/۵:۳۶/۵)	۶۳/۸ (۵۸/۳:۶۹/۳)	۵۶/۸ (۴۱/۹:۷۰/۸)	(۲)	(۷۵)
	محلی اصفهان	۲۰/۹ (-۱۱/۶:۵۳/۴)	۶۴/۱ (۴۴/۱:۸۴/۵)	۷۵/۴ (۴۶/۳:۱۰۴/۵)	(۲)	(۹۰)
	صفا	۳۱/۷ (۲۸/۸:۳۴/۵)	۶۱/۹ (۵۸/۲:۶۵/۷)	۷۴/۴ (۶۵/۳:۸۳/۶)	(۲)	(۹۰)

* CL: فاصله اطمینان ۹۵٪

ساقه

شکل ۳ روند تغییرات تجمع ماده خشک ساقه را برای مدل بتا در ارقام و تاریخ کاشت‌های مختلف نشان می‌دهد. بررسی روند تغییرات وزن خشک ساقه نشان می‌دهد که در اوایل دوره رشد چون گیاه در مرحله روزت به سر می‌برد سرعت تجمع ماده خشک در ساقه کند می‌باشد، و با شروع مرحله ساقه‌دهی در گیاه و افزایش فاصله میانگره‌ها میزان ماده خشک افزایش می‌یابد و این روند صعودی تا پس از مرحله گلدهی ادامه دارد. بعد از آن به دلیل پایان یافتن رشد رویشی سرعت تجمع ماده خشک کند و حتی روبه کاهش می‌گذارد که دلیل این امر کاهش سطح فتوسنتز کننده به علت افزایش سن برگ‌ها و ریزش آن‌ها و همچنین انتقال بخشی از آسیمیلات‌ها به طبق‌ها و دانه‌ها می‌باشد (شکل ۳). نتایج نشان می‌دهد که در بین هر سه تاریخ کاشت از لحاظ حداکثر تجمع ماده خشک ساقه اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۵). کاهش تجمع ماده خشک ساقه با تاخیر در کاشت را می‌توان به افزایش دما و طول روز نسبت داد که باعث کاهش طول دوره رشد و کاهش ارتفاع گیاه می‌شود. نتایج نشان داد که حداکثر تجمع ماده خشک ساقه (SWmax) در تاریخ کاشت اول با ۴۲۱/۹ گرم در متر مربع مربوط به رقم محلی اصفهان بود که با ارقام دیگر اختلاف معنی‌داری نشان داد (جدول ۶). حداکثر تجمع ماده خشک ساقه در ارقام ۴۱۱ و سینا به ترتیب برابر با ۲۶۴ و ۲۵۶/۴ گرم در متر مربع بود که در بین این دو رقم ختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۶). از این لحاظ در بین ارقام ۴۱۱ و سینا با صغه نیز اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۶). در تاریخ کاشت دوم حداکثر تجمع ماده خشک ساقه در رقم محلی اصفهان و صغه به ترتیب برابر با ۱۸۵/۷ و ۱۷۷

گرم در متر مربع بود که فقط با ژنوتیپ ۴۱۱ با ۱۴۰/۷ گرم در متر مربع اختلاف معنی‌داری داشت، در بین ارقام سینا و ۴۱۱ اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۶). در تاریخ کاشت سوم حداقل تجمع ماده خشک ساقه با ۳۱/۴ گرم در متر مربع مربوط به ژنوتیپ ۴۱۱ بود که اختلاف معنی‌داری با ارقام محلی اصفهان و صغه داشت. این مقدار در ارقام صغه، محلی اصفهان و سینا به ترتیب برابر بودند با ۶۱/۸، ۵۷/۸ و ۵۵/۵ گرم در متر مربع که از این لحاظ در بین این ارقام اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۶). در آزمایشی که رحمانی و همکاران (۱۳۹۱) بر روی گیاه لوبیا قرمز در تاریخ کاشت‌های مختلف (سه تاریخ کاشت ۱۵ و ۳۰ اردیبهشت و ۱۴ خرداد ماه) انجام دادند. در گزارش یافته‌های خود بیان نمودند که بر اساس نتایج تجزیه واریانس وزخ خشک ساقه لوبیا تحت تاثیر اثر تاریخ کاشت قرار گرفت و وزن خشک ساقه در تاریخ کاشت ۳۰ اردیبهشت در بالاترین گروه آماری قرار گرفت و همچنین تاریخ کاشت سوم کمترین وزن خشک ساقه را دارا بود. نخستین بررسی در انتخاب تاریخ کاشت اثر آن بر محصول اقتصادی است. در یک اقلیم معتدل، انتخاب تاریخ کاشت به علت ضرورت حداکثر استفاده از منابع در یک فصل رشد کوتاه اهمیت دارد و در بهار فرصت کوتاهی وجود دارد که برای به حداکثر رسیدن محصول، گیاهان زراعی باید در این فرصت کاشته شوند. زود کاشتن بذر در بستر سرد می‌تواند موجب استقرار ضعیف گیاهان و احتمال خطر صدمه سرما شود. تأخیر در کاشت نیز سبب کوتاهی فصل رشد شده و احتمال خطر خشک شدن بستر بذر را بیشتر می‌کند بنابراین انتخاب بهترین تاریخ کاشت بر اساس این دو فاکتور تعیین می‌گردد (خواجه پور، ۱۳۷۰).



شکل ۳- روند تجمع ماده خشک ساقه در طول فصل رشد برای ارقام مختلف در تاریخ کاشت‌های اول (الف)، دوم (ب) و سوم (ج) توسط مدل بتا. علائم اختصاری ۴۱۱، *ES*، *SI* و *SF* به ترتیب نشان دهنده ارقام ۴۱۱، سینا، محلی اصفهان و صفه هستند. همچنین علامت *O* نشان دهنده داده‌های مشاهده شده و

P نشان دهنده خط برازش یافته بین این داده‌ها توسط مدل می‌باشد

جدول ۵- تخمین ضرایب مدل بتا که در آن SW_{max} حداکثر وزن خشک ساقه، t_b زمان شروع رشد ساقه، t_m زمان لازم تا رسیدن به حداکثر رشد ساقه، t_c

پایان دوره رشد و a ضریب مدل برای چرخش منحنی. اعداد داخل پرانتز ثابت در نظر گرفته شدند

t_c	a (CL)	SW_{max} (CL)	t_m (CL)	t_b (CL*)	تاریخ کاشت
(۱۰۰)	۱/۸ (۰/۰۶:۳/۷)	۳۱۷/۷ (۲۸۰/۷:۳۵۴/۷)	۷۲/۸ (۷۰/۲:۷۵/۵)	۳۷/۱ (۲۳/۲:۵۰/۹)	اول
(۸۰)	(۱/۵)	۱۷۱/۳ (۱۵۸/۳:۱۸۴/۳)	۶۳/۱ (۶۱/۲:۶۵/۰)	۳۵/۳ (۳۰/۴:۴۰/۲)	دوم
(۸۰)	(۱/۵)	۵۴/۳ (۴۶/۰:۶۲/۶)	۶۴/۷ (۵۹/۳:۷۰/۱)	۲۷/۲ (۱۹/۱:۳۵/۳)	سوم

*, CL: فاصله اطمینان ۹۵٪

جدول ۶- تخمین ضرایب مدل بتا که در آن SW_{max} حداکثر وزن خشک ساقه، t_b زمان شروع رشد ساقه، t_m زمان لازم تا رسیدن به حداکثر رشد ساقه، t_c

پایان دوره رشد و a ضریب مدل برای چرخش منحنی. اعداد داخل پرانتز ثابت در نظر گرفته شدند

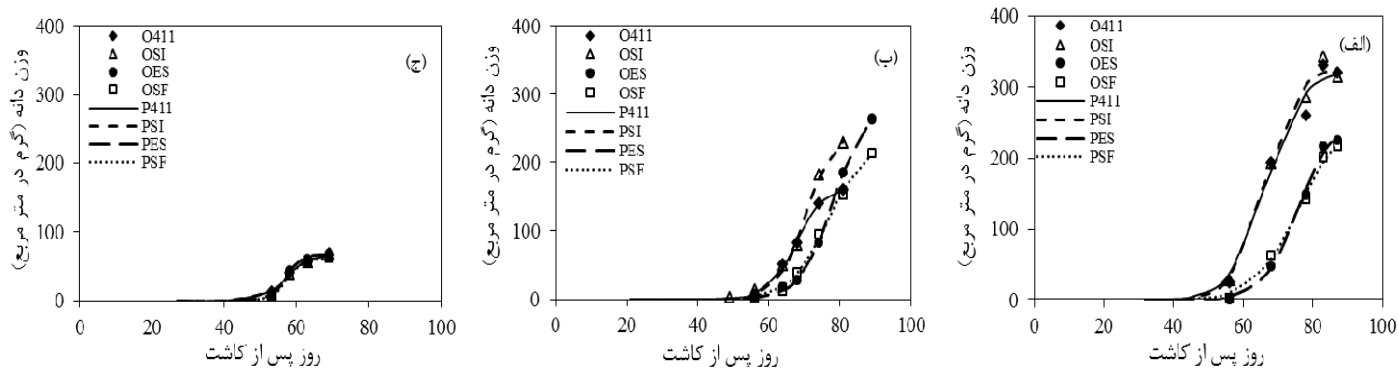
t_c	a (CL)	SW_{max} (CL)	t_m (CL)	t_b (CL*)	رقم	تاریخ کاشت
(۹۰)	۱/۱ (۰/۵:۱/۸)	۲۶۴/۰ (۲۳۶/۲:۲۹۱/۹)	۷۵/۷ (۷۳/۰:۷۸/۲)	۳۸ (۳۱/۹:۴۴/۲)	۴۱۱	اول
(۹۰)	۳/۳ (-۰/۶:۷/۱)	۲۵۶/۴ (۲۳۴/۳:۲۷۸/۴)	۷۲/۷ (۷۰/۴:۷۴/۹)	۳۱/۴ (۱۱/۴:۵۱/۴)	سینا	
(۱۰۰)	۳/۰ (-۱/۲:۷/۲)	۴۲۱/۹ (۳۷۰/۳:۴۷۳/۵)	۷۰/۰ (۶۷/۱:۷۲/۹)	۳۵/۹ (۱۵/۹:۵۵/۹)	محلی اصفهان	
(۱۰۰)	۲/۷ (۱/۷:۳/۷)	۳۳۴/۲ (۳۲۲/۴:۳۴۵/۹)	۷۳/۴ (۷۲/۶:۷۴/۱)	۳۳/۴ (۲۶/۲:۴۰/۵)	صفه	
(۸۰)	۱/۳ (-۰/۳:۲/۸)	۱۴۰/۷ (۱۲۹/۸:۱۵۱/۵)	۶۱/۲ (۵۸/۸:۶۳/۷)	۳۱/۶ (۱۴/۵:۴۸/۸)	۴۱۱	دوم
(۷۵)	۰/۴ (-۰/۹:۱/۷)	۱۴۰/۸ (۱۰۱/۶:۱۷۹/۹)	۶۲/۶ (۵۰/۴:۷۴/۸)	۳۸/۸ (۲۰/۱:۵۷/۴)	سینا	
(۸۰)	۰/۵۷ (-۰/۱:۱/۳)	۱۸۵/۷ (۱۶۱/۴:۲۱۰/۱)	۶۱/۴ (۵۷/۲:۶۵/۶)	۳۹/۶ (۳۵/۰:۴۴/۳)	محلی اصفهان	
(۸۰)	۱/۴ (-۰/۵:۳/۴)	۱۷۷/۰ (۱۵۷/۳:۱۹۶/۷)	۶۴/۲ (۶۱/۵:۶۶/۹)	۳۳/۵ (۱۵/۳:۵۱/۷)	صفه	
(۷۰)	(۰/۷۵)	۳۱/۴ (۱۸/۷:۴۴/۱)	۶۴/۰ (۵۴/۹:۷۳/۰)	۳۶/۸ (۲۳/۲:۵۰/۵)	۴۱۱	سوم
(۷۰)	(۴/۳)	۵۵/۵ (۱۰/۹:۱۰۰/۲)	۶۴/۶ (۶۰/۱:۶۹/۱)	۱۲/۴ (-۶۱/۰:۸۵/۷)	سینا	
(۷۰)	(۲/۵)	۵۷/۸ (۵۲/۱:۶۳/۵)	۶۵/۳ (۶۴/۳:۶۶/۴)	۱۶/۶ (۶/۳:۲۶/۸)	محلی اصفهان	
(۸۰)	(۰/۷)	۶۱/۸ (۴۸/۱:۷۵/۵)	۶۲/۵ (۵۲/۱:۷۲/۸)	۴۰/۱ (۳۷/۰:۴۳/۱)	صفه	

*, CL: فاصله اطمینان ۹۵٪

دانه

شکل ۴ روند تغییرات تجمع ماده خشک دانه را برای مدل لجستیک در ارقام و تاریخ کاشت‌های مختلف نشان می‌دهد که در تاریخ کاشت اول و دوم دوره پر شدن دانه در ارقام ۴۱۱ و سینا زودتر از ارقام محلی اصفهان و صفه شروع شد ولی می‌توان گفت که در تاریخ کاشت سوم این مرحله تقریباً یکسان بود. در هر سه تاریخ کاشت روند تجمع ماده خشک در دانه ابتدا کند و سپس به صورت خطی افزایش یافت و در نهایت همزمان با رسیدگی ثابت ماند (شکل ۴). به نظر می‌رسد همزمان با شکل‌گیری دانه‌ها به عنوان یک مقصد جدید ماده خشک در ساقه و برگ‌ها کاهش و تجمع ماده خشک در دانه‌ها به صورت خطی افزایش می‌یابد که این می‌تواند نشانگر انتقال مجدد ماده خشک از برگ‌ها و ساقه به سمت دانه باشد. با توجه به ضرایب مدل لجستیک سرعت افزایش ماده خشک دانه (k) بین ۰/۱۶ تا ۰/۲۱ برای تاریخ کاشت اول، ۰/۱۸ تا ۰/۲۵ برای تاریخ کاشت دوم و ۰/۲۹ تا ۰/۴۸ برای تاریخ کاشت سوم بود که در بین ارقام مختلف تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۸). نتایج نشان داد که در تاریخ کاشت اول زمان لازم تا رسیدن به حداکثر سرعت تجمع ماده خشک دانه بین ۶۶/۶ تا ۷۵/۸ روز پس از کاشت متغیر بود که در بین ارقام مختلف اختلاف

معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۸). در تاریخ کاشت دوم نیز ارقام محلی اصفهان و صفه به ترتیب ۷۸/۵ و ۷۶/۹ روز پس از کاشت بیشترین زمان را برای رسیدن به حداکثر سرعت تجمع ماده خشک دانه نیاز داشتند که با ژنوتیپ ۴۱۱ با ۶۷/۶ روز پس از کاشت تفاوت معنی‌داری نشان دادند (جدول ۸). در بین رقم سینا و صفه اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. در تاریخ کاشت سوم زمان لازم تا رسیدن به حداکثر سرعت تجمع ماده خشک دانه بین ۵۶/۸ تا ۵۷/۵ روز پس از کاشت بود که بین ارقام مختلف اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۸). نتایج مدل لجستیک نشان داد که در تاریخ کاشت اول حداکثر تجمع ماده خشک دانه (GWmax) بین ۲۲۵/۵ تا ۳۳۰/۸ گرم در متر مربع متغیر بود که در بین ارقام مختلف اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۸). در تاریخ کاشت دوم کمترین تجمع ماده خشک در دانه با ۱۶۶/۲ گرم در متر مربع مربوط به ژنوتیپ ۴۱۱ بود که فقط با رقم محلی اصفهان اختلاف معنی‌داری نشان داد (جدول ۸). در بین سایر ارقام اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۸). نتایج نشان داد حداکثر تجمع ماده خشک دانه در تاریخ کاشت سوم بین ۶۱/۷ تا ۶۹/۸ گرم در متر مربع بود که بین ارقام مختلف اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۸).



شکل ۴- روند تجمع ماده خشک در دانه در طول فصل رشد برای ارقام مختلف در تاریخ کاشت‌های اول (الف)، دوم (ب) و سوم (ج) توسط مدل لجستیک. علائم اختصاری ۴۱۱، ES، SI و SF به ترتیب نشان دهنده ارقام ۴۱۱، سینا، محلی اصفهان و صفه هستند. همچنین علامت O نشان دهنده داده‌ای مشاهده شده و P نشان دهنده خط برازش یافته بین این داده‌ها توسط مدل می‌باشد

جدول ۷- تخمین ضرایب مدل لجستیک که در آن GW_{max} حداکثر وزن خشک دانه، k ضریب تندی افزایش ماده خشک، t_m زمانی که در آن سرعت

تجمع ماده خشک دانه در حداکثر می‌باشد

GW_{max} (CL)	t_m (CL)	k (CL*)	تاریخ کاشت
۲۹۳/۲ (۱۷۴/۰:۴۱۲/۴)	۷۰/۶ (۶۲/۲:۷۹/۰)	۰/۱۶ (۰/۰۱:۰/۳۳)	اول
۲۵۴/۳ (۱۸۳/۱:۳۲۵/۵)	۷۴/۹ (۷۰/۲:۷۹/۵)	۰/۱۷ (۰/۰۹:۰/۲۵)	دوم
۶۵/۹ (۶۲/۲:۶۹/۵)	۵۷/۱ (۵۶/۴:۵۷/۷)	۰/۳۸ (۰/۳۰:۰/۴۷)	سوم

CL، *، فاصله اطمینان ۹۵٪

نتیجه گیری

کرد. در تاریخ کاشت اول به دلیل پایین بودن درجه حرارت، تجمع ماده خشک برگ نسبت به تاریخ کاشت دوم و سوم دیرتر شروع شد... کاهش تجمع ماده خشک ساقه با تاخیر در کاشت را می‌توان به افزایش دما و طول روز نسبت داد که باعث کاهش طول دوره رشد و کاهش ارتفاع گیاه می‌شود. روند تغییرات تجمع ماده خشک دانه با مدل لجستیک در ارقام و تاریخ کاشت‌های مختلف به خوبی توصیف گردید.

نتایج این آزمایش نشان داد که از مقایسه بین مدل‌ها بر داده‌های تجمع ماده خشک مدل نمایی خطی بریده بهترین توصیف را از روند تغییرات تجمع ماده خشک در برابر روز پس از کاشت نشان داد. نتایج نشان داد بیشترین تجمع ماده خشک در تاریخ کاشت اول به دست آمد و با تاخیر در کاشت این مقدار کاهش یافت. با توجه به پارامترهای این مدل، در تاریخ کاشت اول رقم محلی اصفهان بیشترین تجمع ماده خشک را داشت. مدل بتا روند تغییرات تجمع ماده خشک برگ را در ارقام و تاریخ کاشت‌های مختلف توصیف

جدول ۸- تخمین ضرایب مدل لجستیک که در آن k ضریب تندی افزایش ماده خشک، t_m زمانی که در آن سرعت تجمع ماده خشک دانه در حداکثر

می‌باشد و GW_{max} حداکثر وزن خشک دانه می‌باشد

GW_{max} (CL)	t_m (CL)	k (CL*)	رقم	تاریخ کاشت
۳۲۵/۱ (۱۹۸/۱:۴۵۲/۱)	۶۶/۸ (۵۷/۴:۷۶/۰)	۰/۱۹ (-۰/۱۲:۰/۵۰)	۴۱۱	اول
۳۳۰/۸ (۲۴۶/۱:۴۱۵/۶)	۶۶/۶ (۶۰/۶:۷۲/۷)	۰/۲۱ (-۰/۰۵:۰/۴۶)	سینا	
۲۲۵/۵ (۱۵۹/۶:۳۵۱/۵)	۷۵/۷ (۶۹/۹:۸۱/۵)	۰/۲۰ (۰/۰۴:۰/۳۵)	محلی اصفهان	
۲۵۶/۶ (۱۱۷/۹:۳۹۵/۴)	۷۵/۸ (۶۶/۴:۸۵/۱)	۰/۱۶ (۰/۰۲:۰/۳۰)	صفه	
۱۶۶/۲ (۱۳۱/۵:۲۰۱/۰)	۶۷/۶ (۶۴/۸:۷۰/۵)	۰/۲۵ (۰/۰۹:۰/۴۱)	۴۱۱	دوم
۲۴۹/۱ (۱۹۶/۴:۳۰۱/۷)	۷۰/۴ (۶۷/۶:۷۳/۲)	۰/۲۴ (۰/۱۲:۰/۳۵)	سینا	
۲۹۳/۹ (۲۶۵/۱:۳۲۲/۷)	۷۸/۵ (۷۷/۰:۷۹/۹)	۰/۲۱ (۰/۱۷:۰/۲۴)	محلی اصفهان	
۲۳۵/۵ (۱۷۸/۹:۲۹۲/۱)	۷۶/۹ (۷۲/۹:۸۰/۹)	۰/۱۸ (۰/۰۱:۰/۲۶)	صفه	
۶۶/۹ (۱۰/۶:۱۲۳/۴)	۵۷/۰ (۴۷/۱:۶۶/۹)	۰/۳۲ (-۰/۶۲:۱/۲۷)	۴۱۱	سوم
۶۹/۸ (۵/۳:۱۳۴/۳)	۵۷/۵ (۴۶/۶:۶۸/۵)	۰/۲۹ (-۰/۵۶:۱/۱۶)	سینا	
۶۶/۹ (۳۱/۸:۱۰۲/۰)	۵۶/۸ (۵۱/۴:۶۲/۵)	۰/۴۸ (-۰/۶۷:۱/۶۵)	محلی اصفهان	
۶۱/۷ (۲۸/۳:۹۵/۱)	۵۷/۲ (۵۱/۵:۶۲/۸)	۰/۴۸ (-۰/۷۴:۱/۶۷)	صفه	

CL، *، فاصله اطمینان ۹۵٪

منابع

احمدامینی، ط، ب. کامکار و ا. سلطانی. ۱۳۹۰. اثر تاریخ کاشت بر ضرایب تخصیص ماده خشک در ارقام مختلف گندم. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، جلد ۴، شماره ۱: ۱۵۰-۱۳۱.

- خواججه‌پور، م. ر. ۱۳۷۰. اصول و مبانی زراعت. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه اصفهان. ۵۶۸ صفحه.
- رحمانی، ط. ح. حیدری شریف‌آباد، و ح. مدنی. ۱۳۹۱. مطالعه اثر تاریخ کاشت بر عملکرد ارقام لوبیا قرمز در منطقه الیگودرز. مجله یافته های نوین در کشاورزی. جلد ۶، شماره ۴: ۳۳۵-۳۲۱.
- سلطانی، ا. ۱۳۷۸. شبیه‌سازی رشد و عملکرد در گیاه نخود. پایان‌نامه دکتری، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز. ۱۶۹ صفحه.
- سلطانی، ا. ۱۳۸۶. کاربرد SAS در آنالیزهای آماری. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۱۸۲ صفحه.
- طهماسبی‌زاده، ح. ن. خدابنده، ح. مدنی و ا. فراهانی. ۱۳۸۷. بررسی آنالیز رشد گلرنگ بهاره و تأثیر آن بر عملکرد در شرایط آب و هوایی اراک. مجله یافته‌های نوین کشاورزی. جلد ۳، شماره ۲: ۱۵۴-۱۳۶.
- غدیریان، ر. ا. سلطانی، ا. زینلی، م. کلاته عربی. و ا. بخشنده. ۱۳۹۰. ارزیابی مدل‌های رگرسیونی غیر خطی برای استفاده در آنالیز رشد گندم. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، جلد ۴، شماره ۳: ۷۷-۵۵.
- کوچکی، ع. و م. بنایان. ۱۳۷۵. مدل‌سازی در گیاهان زراعی (فرآیندهای اکوفیزیولوژیکی رشد و نمو). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۲۲۸ صفحه.
- کوچکی، ع. و غ. ح. سرمدنیا. ۱۳۷۹. فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۶۷ صفحه.
- میرزاخانی، م. ۱۳۸۰. بررسی اثرات تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گلرنگ بهاره در استان مرکزی. مجله زراعت و اصلاح نباتات ایران. جلد ۵، شماره ۱: ۵۷-۴۹.
- Baker, C. H., R. D. Horrocks and C. E. Goering. 1975. Use of the Gompertz function for predicting corn leaf area. Trans ASAE. 18: 323-326.
- Gutierrez Colomer, R. P., M. M. Gonzalez-Real and A. Baille. 2006. Dry matter production in rose (*Rosa hybrida*) flower shoots. Scientia Horticulturae. 107: 284-291.
- Hassan, F. U., M. H. Leitch and S. Ahmad. 1999. Dry Matter Partitioning in linseed (*Linum usitatissimum* L.). J. Agric. & Crop Sci. 183: 213-216.
- Inman-Bamber, N. G., R. C. Muchow and M. J. Robertson. 2002. Dry matter partitioning of sugarcane in Australia and South Africa. Field Crops Res. 76: 71-84.
- Keshiri, M., N. Latifi. and M. Ghasemi. 2003. Growth analysis of safflower varieties with different cropping pattern in rain fed condition. J. Agri. Sci. Nat. Res. 10: 85-94.
- Robertson, M. J., S. Silim., Y. S. Chauhan. and R. Ranganathan. 2001. Predicting growth and development of pigeonpea: biomass accumulation and partitioning. Field Crops Res. 70: 89-100.
- Russellie, M. P., W. W. Wihelm., R. A. Olson. and J. F. power. 1984. Growth analysis based on degree days. Crop Sci. 24: 28-32.
- Van Ittersum, M. K. and M. Donatelli. 2003. Modeling cropping systems highlights of the symposium and preface to the special issues. Eur. J. Agron. 18: 187-197.
- Yin, X., J. Gouadrian., E. A. Latinga., J. Vos and J. H. Spiertz. 2003. A flexible sigmoid growth function of determinate growth. Ann. Bot. 91: 361-371.

Investigation of dry matter changes in different organs of four safflower cultivars

B. Torabi¹, H. Saadatkah², V. Dadrasi³, N. Solhi-Oskoui⁴

Received: 2016-7-3 Accepted: 2017-3-11

Abstract

The aim of this study was to quantify the dry matter production in different organs in safflower. For this purpose, a factorial experiment was conducted based on completely randomized block design with four replicates in Research Farm of Vali-e-Asr University in 2012. Factors were included sowing dates (4 April, 25 April and 16 May) and cultivars (411, Sina, Local Isfahan and Sofeh). Results showed that linear exponential model best described the trend of dry matter production versus days after planting. Maximum dry matter accumulation was obtained in the first planting date and decreased with a delay in planting. With delay in planting, maximum stem dry mater accumulation and time to maximum stem growth rate were decreased. In the first and second planting dates, stem dry matter was high for local Isfahan cultivar. While there was no a significant difference among cultivars in the third planting date. The trend of grain dry mater accumulation was described the best with logistical models. Grain dry matter accumulation had high in the first and second planting date and then strongly reduced in the third planting date. In the first and second planting dates, maximum grain dry matter had not significantly different among different cultivars. In the second planting date minimum grain dry mater accumulation was obtained from 411 cultivars.

Key world: Planting date, change dry mater accumulation, stem, leaf

1 - Assistant Professor, Department of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

2 - M.Sc. Graduate, Department of Agronomy, Agriculture College, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran

3 - Ph.D. Student, Department of Agronomy, Agriculture College, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran

4 - M.Sc. Graduate, Department of Agronomy, Qaemshahr Branch, Islamic Azad University, Qaemshahr, Iran