اثر دما و طول روز بر مراحل نمو ارقام آفتاب‌گردان در شرایط مزرعه

محمدرضا خواجه‌پور و فرامرز سیدی[۱]

چکیده

برای ارزیابی تأثیرپذیری طول مراحل مختلف نمو سه رقم آفتاب‌گردان از تغییرات طول روز و دما در شرایط مزرعه‌ای، و مدل‌سازی سرعت نمو آنها در دوره‌های مختلف نمو، آزمایشی با بهره‌گیری از طرح کرت‌های یک‌بار خرد شده، در چارچوب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، در مزرعه پژوهش کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، در سال ۱۳۷۵ انجام شد. تیمار اصلی شامل پنج تاریخ کاشت (۷ و ۲۲ اردیبهشت، ۶ و ۲۲ خرداد و ۸ تیر) و تیمار فرعی شامل سه رقم آزاد گرده‌افشان آفتاب‌گردان به نام‌های رکورد، ونیمیک ۸۹۳۱ و آرماویرس بود.

شمار روز از کاشت تا رؤیت طبق، و کاشت تا آغاز گرده‌افشانی، به گونهٔ معنی‌داری با تأخیر در کاشت و در نتیجه افزایش دما در دوره‌های یاد شده کاهش یافت. شمار روز از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک نیز با تأخیر در کاشت به گونهٔ معنی‌داری کم شد. ولی تفسیر نتایج با بهره‌گیری از روند تغییرات دما و طول روز در این دوره امکان‌پذیر نگردید. شمار روز از رؤیت طبق تا آغاز گرده‌افشانی، در هماهنگی با ثبات نسبی دماهای حداکثر و میانگین شبانه‌روزی در دوره یاد شده، از تاریخ کاشت تأثیر نپذیرفت. شمار روز از آغاز گرده‌افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیک، تنها در تاریخ کاشت آخر با دیگر تاریخ‌های کاشت تفاوت معنی‌دار داشت. این تفاوت به دوام اثر دماهای حداکثر بسیار زیاد و پایدار در دوران رؤیت طبق، تا آغاز گرده‌افشانی در تاریخ کاشت آخر ارتباط داده شد. رقم آرماویرس به گونهٔ معنی‌داری از لحاظ شمار روز از کاشت تا رؤیت طبق و کاشت تا آغاز گرده‌افشانی، زودرس‌تر از ارقام رکورد و ونیمیک ۸۹۳۱ بود. در دوره‌های آغاز گرده‌افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیک و کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک، تفاوت‌های میان هر سه رقم آشکارا نمایان گردید. آرماویرس زودرس‌ترین، و رکورد دیررس‌ترین رقم بود. بر پایهٔ نتایج آزمایش، ارقام مورد بررسی از لحاظ واکنش به طول روز بی‌تفاوت می‌باشند. سرعت نمو رقم آرماویرس به گونهٔ خطی، و ارقام رکورد و ونیمیک ۸۹۳۱ به گونهٔ غیرخطی، به افزایش متغیرهای دمایی در دوره‌های کاشت تا رؤیت طبق و کاشت تا آغاز گرده‌افشانی واکنش نشان داد. شتاب نمو ونیمیک ۸۹۳۱ در اثر دماهای بسیار زیاد بیش از رکورد بود. سرعت نمو ارقام مورد آزمایش در دوران کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک، به گونهٔ معنی‌دار و خطی با افزایش طول روز کاهش یافت. پیوستگی میان سرعت نمو و طول روز را می‌توان به عنوان یک مدل کاربردی برای برآورد طول دوران کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک این سه رقم آفتاب‌گردان به کار برد.

واژه‌های کلیدی: *آفتاب‌گردان، تاریخ کاشت، مراحل نمو، مدل‌سازی، سرعت نمو، دما، طول روز*

---

۱. به ترتیب دانشیار و دانشجوی سابق کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1380.5.2.8.5]

مقدمه

ارقام گوناگون آفتاب‌گردان از نظر طول دوره نمو با یکدیگر متفاوت می‌باشند (۱۷ و ۱۹). ولی طول کل دوره نمو و نیز طول هر یک از مراحل مختلف نمو ارقام، از عوامل محیطی، به ویژه طول روز و دما، تأثیر متفاوتی می‌پذیرند (۶، ۸، ۹، ۱۱ و ۱۹). تفاوت در طول مراحل نمو ارقام و گوناگونی تأثیرپذیری طول مراحل نمو آنها از شرایط محیطی سبب ناهمگونی در انطباق مراحل حساس رشد ارقام با شرایط جوی پدید آمده در تاریخ‌های کاشت مختلف گردیده و انتخاب تاریخ کاشت مناسب و پیش‌بینی زمان وقوع مراحل نمو را برای انجام کارهای کشاورزی دشوار می‌سازد.

نتایج بررسی‌های گوناگون در زمینهٔ نحوهٔ واکنش آفتاب‌گردان به طول روز هماهنگ نیست. گوین و همکاران (۱۴) در شرایط مزرعه‌ای که طول روز از ۱۴/۵ تا ۱۶/۲ ساعت نوسان داشت، هیچ گونه واکنش فتوپریودی در ارقام مورد بررسی ندیدند. نتایج مشابهی در پژوهش رابینسون و همکاران (۲۰) در محدوده عرض جغرافیایی ۳۰ تا ۴۰ درجه شمالی در امریکا به دست آمد. گوین و همکاران (۱۵) رقم آزاد گرده افشان سان‌فولا ۳۸-۲[1] را در گروه روزکوتاه، و هیبرید سان ۳۰[2] را در گروه روزبلند قرار دادند. گوین و هامر (۹) گزارش نمودند که در دماهای کم رقم سان فولا ۳۸-۲ به طول روز واکنش نشان نداده، ولی سان ۳۰ روزبلند بوده است. در دماهای زیاد، هر دو ژنوتیپ روزکوتاه بوده‌اند. در بررسی‌های گلخانه‌ای گوین و اشنایتر (۱۱)، برخی ارقام روزکوتاه، برخی روزبلند و پاره‌ای آمبی‌فتوپریودیک[3] شناخته شدند. ویلالوبوس و همکاران (۲۳) در مدلی که برای برآورد نمو، رشد و عملکرد آفتاب‌گردان ارائه نمودند، آفتاب‌گردان راگیاهی روزبلند دانستند. کانور و هال (۴) با بررسی گزارش‌های گوناگون دریافتند که آفتاب‌گردان بایستی گیاهی روزبلند باشد. این گمان نیز می‌رود که آفتاب‌گردان ماهیتاً گیاهی روزکوتاه باشد، زیرا به بهاره‌سازی واکنشی نشان نمی‌دهد (۴) و ارقامی از آن واکنشی از گونهٔ روز کوتاه داشته‌اند (۹، ۱۱ و ۱۵). پژوهشگران دیگری (۶، ۱۹ و ۲۴) نیز آفتاب‌گردان راگیاهی روزکوتاه دانسته‌اند. شناخت شیوهٔ واکنش آفتاب‌گردان به طول روز در شرایط مزرعه‌ای بسیار دشوار است. زیرا بین تغییرات طول روز و روند تغییرات دما هم‌بستگی تنگاتنگی دیده می‌شود (۱ و ۹). از سوی دیگر، آثار متقابل طول روز با دما، و با دیگر عوامل محیطی، واکنش گیاه را به طول روز پیچیده می‌سازند (۶، ۸، ۹، ۱۱ و ۱۲).

دما نقش بزرگی در طول دوره نمو گیاهانی مانند آفتاب‌گردان دارد. افزایش دمای ناشی از تأخیر در کاشت بهاره آفتاب‌گردان، سبب کاهش شمار روز از سبزشدن تا رؤیت طبق (۵، ۹، ۱۲، ۱۴، ۱۹، ۲۰ و ۲۲)، کاشت تا آغاز گرده‌افشانی (۵، ۱۳، ۱۷ و ۱۹) و کاشت تا رسیدگی (۵، ۱۷ و ۱۹) می‌گردد. مراحل نمو و نیز عملکردهای دانه و روغن ارقام زودرس آسیب کمتری از تغییرات محیطی ناشی از تأخیر در کاشت می‌بینند (۵).

پژوهش‌های بسیار نشان داده است که بیشترین اثر دما و طول روز بر زمان گل‌دهی، از سبزشدن تا رؤیت طبق روی می‌دهد (۸، ۱۰، ۱۵، ۱۹ و ۲۳). هم‌بستگی زیاد بین طول دوره رسیدگی ارقام (۱۹) و کاشت تا آغاز گرده‌افشانی (۱۰)، با طول دوره از کاشت تا رؤیت طبق، و بزرگ‌تر بودن تفاوت‌های میان ارقام در دماهای کم، سبب شده است که طول مراحل نخستین نمو گیاه در تاریخ‌های کاشت زود هنگام را به عنوان معیاری مناسب برای برآورد کل طول دوره رشد ارقام آفتاب‌گردان پیشنهاد نمایند (۱۰ و ۱۹). با این حال، طول مراحل گوناگون نمو ارقام از شرایط محیطی آن دوره تأثیر می‌پذیرد. در بررسی‌های فیتوترونی گوین و همکاران (۱۳)، شمار روز از رؤیت طبق تا آغاز گرده‌افشانی، با افزایش دما از ۵ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد کاهش یافت. در حالی که در آزمایش های مزرعه‌ای رابینسون (۱۹) تفاوت میان ارقام زودرس و دیررس در دامنه گسترده‌ای از تاریخ‌های کاشت برای طول دوران رؤیت طبق تا آغاز گرده‌افشانی ناچیز، و برای آغاز گرده‌افشانی تا رسیدگی، ثابت و حدود ۳۷ روز بود. در همین بررسی، شمار روز از آغاز

1. Sunfola 38-2 2. Sun 30 3. Ambiphotoperiodic

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1380.5.2.8.5]

گرده‌افشانی تا رسیدگی از تاریخ کاشت نخست به سوم کاهش یافت، و سپس در تاریخ‌های کاشت بعدی ثابت باقی ماند. افزون بر این، احتمال می‌رود که طول یک مرحله از نمو از تجربیات محیطی مراحل نمو قبلی تأثیر پذیرد. این فرایند در آفتاب‌گردان (۹)، لوبیای زراعی و سویا (۱) نشان داده شده است.

به کارگیری شمار روز یا طول دوره میان دو مرحله نموی، برای سنجش زودرسی، سبب بروز اشکالاتی در مقایسهٔ ارقام و مدل سازی نمو گیاهان شده است. از این رو، هامر و همکاران (۱۶) از سرعت نمو[1] یا معکوس طول مدت میان دو مرحله نموی برای بیان زودرسی و مدل سازی نمو ارقام آفتاب‌گردان بهره جستند. بر این پایه، ارقامی با دوره طولانی میان دو مرحله نموی دارای سرعت نمو کوچکی می‌باشند. آنان از حاصل ضرب دو تابع مستقل دما و طول روز، برای بیان سرعت نمو ارقام آفتاب‌گردان (معادله ۱) بهره بردند. در این معادله D شمار روز و P و T به ترتیب میانگین طول روز به ساعت و میانگین دما در دوره نموی مورد نظر می‌باشند. در معادله ۱، سرعت نمو تابع خطی از دما [f(T)] و تابع نمایی از طول روز [f(P)] است.

$$\frac{1}{D} = f(T).f(P) \qquad [1]$$

ارتباط سرعت نمو با دما و طول روز به صورت مدل فتوترمال افزایشی (معادله ۲) در آفتاب‌گردان (۱۵)، سویا (۲۱) و ذرت (۷) نیز به کار گرفته شده است. در معادله ۲، تعاریف D، P و T مانند معادله ۱ می‌باشد و a، b و c ضرایب رگرسیون هستند. در شرایطی که طول روز تأثیری ندارد، می‌توان مدل نمو را تنها بر پایهٔ دما گسترش داد (۱۴). از آن جایی که روند واکنش ارقام به طول روز و دما یکسان نیست، برای هر رقم به معادله جداگانه‌ای نیاز می‌باشد (۶، ۷، ۱۳، ۱۴، ۱۶ و ۲۱).

$$\frac{1}{D} = a + bT + cP \qquad [2]$$

هدف از این پژوهش ارزیابی تأثیرپذیری طول مراحل گوناگون نمو سه رقم آفتاب‌گردان از تغییرات طول روز و دما در شرایط مزرعه‌ای و مدل سازی سرعت نمو آنها در دوره‌های گوناگون نمو بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال ۱۳۷۵ در مزرعه پژوهش کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، واقع در ۴۰ کیلومتری جنوب غربی اصفهان (عرض جغرافیایی ′۳۲°۳۲ شمالی و طول جغرافیایی ′۵۱°۲۳ شرقی) انجام گردید. ارتفاع مزرعه از سطح دریا ۱۶۳۰ متر، و بر پایهٔ گروه‌بندی کوپن دارای اقلیم نیمه خشک و گرم، با تابستان‌های گرم و خشک می‌باشد. میانگین بارندگی و دمای سالیانه به ترتیب ۱۴۰ میلی‌متر و ۱۴/۵ درجهٔ سانتی‌گراد است (۳). بافت خاک مزرعه لوم‌رسی با جرم مخصوص ظاهری ۱/۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب، و میانگین pH آن ۷/۵ می‌باشد.

آزمایش با آرایش کرت‌های یک بار خرد شده در چارچوب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار پیاده شد. تیمار اصلی فراگیرندهٔ پنج تاریخ کاشت (۷ و ۲۲ اردیبهشت، ۶ و ۲۲ خرداد و ۸ تیر) و تیمار فرعی فراگیرندهٔ سه رقم آزاد گرده‌افشان آفتاب‌گردان به نام‌های رکورد[2]، ونیمیک ۸۹۳۱[3] و آرماویرس[4] بود.

روش کاشت به شیوهٔ جوی و پشته‌ای، و هر کرت فرعی در برگیرندهٔ هفت ردیف کاشت به فواصل ۶۰ سانتی‌متر و طول هشت متر بود. فاصله بوته‌ها روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر انتخاب گردید. زمین محل آزمایش در سال پیش زیر کشت گندم، و در پاییز ۱۳۷۴ شخم زده شده بود. در فروردین ۱۳۷۵ برابر ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره (۴۶٪ نیتروژن) روی زمین پخش و به کمک دیسک با خاک آمیخته گردید. اندازهٔ فسفر خاک تا ژرفای ۳۰ سانتی‌متری بیش از ۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک بود. از این رو کود فسفر به کار نرفت. برای جلوگیری از رویش گیاهان هرز، علف‌کش تریفلورالین[5] به میزان ۹۶۰ گرم ماده مؤثر در هکتار و به شیوهٔ پیش کاشتی پاشیده شد. در فصل رشد نیز، به هنگام

1. Development rate (DR) 2. Record 3. Vnimik 8931 4. Armavirec
5. Trifluralin (α,α,α-trifluoro-2,6-dinitro-*N,N*-dipropyl-*p*-toluidine)

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1380.5.2.8.5]

نیاز، چندین بار وجین دستی انجام گردید. بذرها با قارچ‌کش بنومیل[1] به نسبت دو در هزار ضد عفونی گردیدند و به روش هیرم‌کاری و با دست کاشته شدند. در هر جای کاشت دو بذر کاشته شد و سپس در مرحلهٔ دو تا سه برگی به یک بوته تنک گردید. آبیاری‌های نخستین تا جای‌گیرشدن بوته‌ها هر چهار تا شش روز یک بار، و پس از آن و تا پایان فصل رشد بر پایهٔ ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A (واقع در کنار مزرعه آزمایشی) انجام گرفت. یک ماه و نیم پس از سبزشدن، به اندازهٔ ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره (۴۶٪ نیتروژن) در کنار پشته‌ها پاشیده شد و آبیاری گردید. چون بیماری دیده نشد، هیچ گونه سم‌پاشی برای بیماری‌ها انجام نگرفت.

با به کار بردن دماسنج حداقل و حداکثر جیوه‌ای، که در پناهگاه چوبی در بلندی ۱/۵ متری از زمین و در کنار مزرعه نصب شده بود، دماهای حداقل و حداکثر روزانه یادداشت‌برداری شد. طول روز با استفاده از عرض جغرافیایی ایستگاه پژوهشی توسط روش پیشنهادی کیسلینگ (۱۸)، با فرض کمترین شدت نور مؤثر برگل‌دهی، برابر ۰/۰۰۱ کالری بر سانتی‌متر مربع در دقیقه (۸)، برآورد گردید. مراحل نموی گیاه، شامل رؤیت طبق، آغاز گرده‌افشانی و رسیدگی فیزیولوژیک، بر پایهٔ دسته‌بندی رابینسون (۱۹) و بر پایهٔ وقوع مراحل نموی بالا در ۵۰ درصد بوته‌های هر کرت آزمایشی (۱۳) تعیین شد.

تأثیر تاریخ کاشت و رقم بر طول مراحل کاشت تا رؤیت طبق، رؤیت طبق تا آغاز گرده‌افشانی، کاشت تا آغاز گرده‌افشانی، آغاز گرده‌افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیک و کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک تجزیه آماری گردید، و اگر اثر تیمارهای آزمایشی معنی‌دار بود، با آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال پنج درصد میانگین‌ها مقایسه شدند. میانگین طول روز به ساعت (P)، و میانگین دماهای حداقل (Tmin)، حداکثر (Tmax) و شبانه‌روزی (Tmean) به درجه سانتی‌گراد، مربع این متغیرها (به ترتیب P^2 ، $Tmin^2$ ، $Tmax^2$ و $Tmean^2$) و حاصل‌ضرب طول روز در میانگین دمای شبانه‌روزی (PTmean) در دوره‌های نموی مورد نظر برآورد گردید. اثر متغیرهای طول روز و دمای محاسبه شده بر سرعت نمو (معکوس طول دوره نمو، DR) هر رقم در دوره‌های گوناگون نموی (۱۶) با روش‌های رگرسیون خطی، درجه ۲ و مرحله‌ای پیش رونده با استفاده از نرم‌افزار آماری اس. آ. اس[2] بررسی شد. برای رسم نمودارها نیز از نرم‌افزار کواتروپرو[3] استفاده گردید.

نتایج و بحث

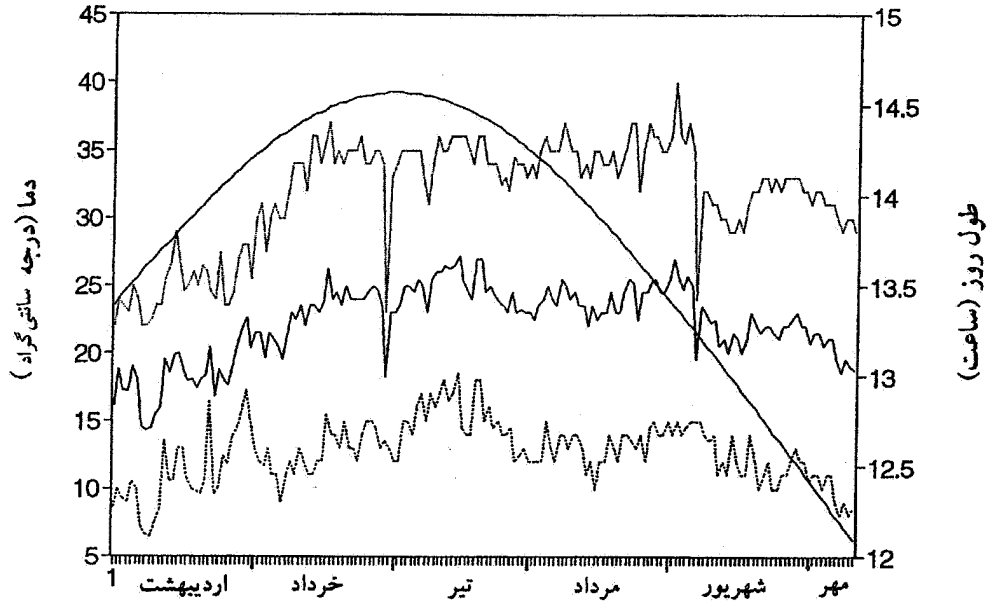
روند تغییرات طول روز و دماهای حداقل، حداکثر و میانگین شبانه‌روزی در فصل رشد در شکل ۱ ارائه گردیده است. در ایستگاه پژوهشی مورد بررسی، میانگین طول روز در دامنهٔ ۱۲/۹۱ ساعت در شهریور تا ۱۴/۴۵ ساعت در ماه‌های خرداد و تیر است. میانگین طول روز در اردیبهشت و خرداد تقریباً مساوی و حدود ۱۳/۸۳ ساعت می‌باشد. در فصل رشد، میانگین دمای شبانه‌روزی هوای ماه‌های اردیبهشت و خرداد با روند نسبتاً یک‌نواختی افزایش یافت، در ماه‌های تیر و مرداد نسبتاً ثابت و زیاد بود و در شهریور ماه کم کم افت پیدا کرد. حداکثر دما از میانهٔ اردیبهشت به تندی افزایش یافت و پس از رسیدن به مقادیر زیاد در خرداد ماه، تا نخستین روزهای شهریورماه تغییرات اندکی داشت، و سپس افت بسیاری کرد. حداقل دما نیز از اردیبهشت تا تیرماه افزایش یافت و سپس افت نمود. هم‌روندی دما با طول روز تا اواخر تیر زیاد بود، اما درجه دمای هوا تا اوایل شهریور و به رغم کاهش طول روز بالا باقی ماند. تغییرات دما نسبت به طول روز در فصل رشد در سال آزمایش، با روند معمول شرایط اقلیمی اصفهان (۱) هماهنگی نسبی نشان می‌دهد.

شمار روز از کاشت تا رؤیت طبق با تأخیر در کاشت به گونهٔ معنی‌داری کاهش یافت. میانگین طول روز از کاشت تا رؤیت طبق از تاریخ کاشت اول تا سوم کمی افزایش، در تاریخ‌های کاشت سوم و چهارم مساوی و در تاریخ کاشت پنجم کمی کاهش یافت (جدول ۱). با این فرض که آفتاب‌گردان ماهیتاً

1. Methyl 1-(butylcarbamoyl)-2-benzimidazole carbamate
2. SAS (Statistical Analysis System)
3. Quatropro V.5

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1380.5.2.8.5]



شکل ۱. روند تغییرات طول روز (ـــ) و حداکثر (....)، حداقل (----) و میانگین شبانه‌روزی (ـــ) دما در فصل رشد

گیاهی روزکوتاه است (۶، ۱۹ و ۲۴) و با در نظر گرفتن این که واکنش به طول روز در آفتاب‌گردان (اگر باشد)، بایستی در مرحله کاشت تا رؤیت طبق نشان داده شود (۸، ۱۵ و ۱۹)، انتظار می‌رود که با تأخیر در کاشت و افزایش طول روز، طول دوره از کاشت تا رؤیت طبق افزایش یابد. روند معکوس دیده شده در این آزمایش بیانگر آن است که نقش افزایش دما در کاهش شمار روز از کاشت تا رؤیت طبق، در ارقام مورد بررسی بیش از طول روز بوده است. این نتیجه‌گیری با روند تغییرات حداکثر دما با تأخیر در کاشت به خوبی هماهنگ است (جدول ۱). گوین و اشنایتر (۱۲) دریافتند که شمار روز از سبز شدن تا رؤیت طبق برای بیشتر ارقام مورد بررسی آنها، با افزایش میانگین دما از ۱۶/۵ به ۲۵ درجه سانتی‌گراد کاهش یافت. یافته‌های پژوهش‌های بسیار (۵، ۹، ۱۹، ۲۰ و ۲۲) گویای این است که با تأخیر در کاشت و به دنبال آن افزایش دما، از شمار روز از کاشت تا رؤیت طبق کاسته می‌شود.

شمار روز از کاشت تا رؤیت طبق به گونهٔ معنی‌داری تحت تأثیر رقم قرار گرفت. رقم آرماویرس به گونهٔ معنی‌داری زودرس‌تر از ارقام رکورد و ونیمیک ۸۹۳۱ بود. این دو رقم طول دوره از کاشت تا رؤیت طبق یکسانی داشتند (جدول ۲). رابینسون (۱۹) میانگین شمار روز از کاشت تا رؤیت طبق را برای رقم آرماویرس، در شرایط مینسوتا، و دامنه تاریخ‌های کاشت گوناگون، حدود ۴۴ روز گزارش نموده است، که با مطالعه حاضر اختلاف زیادی ندارد.

سرعت نمو ارقام مورد بررسی در دوره از کاشت تا رؤیت طبق، از تغییرات طول روز پیروی ننمود (شکل ۲). گوین و همکاران (۱۴) نیز در شرایط مزرعه‌ای که دامنهٔ طول روز آن ۱۴/۵ تا ۱۶/۲ ساعت بود، به هیچ گونه واکنش فتوپریودی در ارقام آفتاب‌گردان مورد آزمایش برنخوردند. چنین دستاوردهایی در پژوهش‌های رابینسون و همکاران (۲۰) نیز دیده شد. رابطه میان سرعت نمو ارقام رکورد و ونیمیک ۸۹۳۱ با طول روز تقریباً مشابه هم بود ولی با رقم آرماویرس تفاوت داشت. در بررسی‌های دویل (۶)، اثر متقابل دما و طول روز باعث واکنش‌های گوناگون ارقام آفتاب‌گردان به طول روز گردید. سرعت نمو رقم آرماویرس همراه با افزایش طول روز از تاریخ

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1380.5.2.8.5]

جدول ۱. میانگین شمار روز، متغیرهای دمایی (درجه سانتی‌گراد) و طول روز (ساعت) در دوره‌های گوناگون نمو ارقام آفتاب‌گردان، در تاریخ‌های کشت گوناگون

تاریخ کاشت	شمار روز[1]	حداقل دما	حداکثر دما	میانگین دما	میانگین طول روز
		کاشت تا رؤیت طبق			
۷ اردیبهشت	۵۳/۳^{a}	۱۱/۹	۲۹/۲	۲۰/۶	۱۴/۲
۲۲ اردیبهشت	۴۸/۸^{b}	۱۳/۲	۳۱/۸	۲۲/۵	۱۴/۴
۶ خرداد	۴۳/۰^{c}	۱۳/۸	۳۴/۱	۲۳/۹	۱۴/۵
۲۲ خرداد	۴۱/۰^{d}	۱۴/۸	۳۴/۲	۲۴/۵	۱۴/۵
۸ تیر	۳۹/۲^{e}	۱۴/۴	۳۴/۵	۲۴/۵	۱۴/۳
		رؤیت طبق تا آغاز گرده‌افشانی			
۷ اردیبهشت	۱۹/۷^{b}	۱۵/۱	۳۴/۶	۲۴/۸	۱۴/۵
۲۲ اردیبهشت	۱۹/۸^{b}	۱۵/۲	۳۴/۴	۲۴/۸	۱۴/۵
۶ خرداد	۲۱/۴^{a}	۱۴/۵	۳۴/۴	۲۴/۴	۱۴/۳
۲۲ خرداد	۲۰/۱^{b}	۱۲/۷	۳۴/۶	۲۳/۷	۱۴/۰
۸ تیر	۲۰/۱^{b}	۱۳/۴	۳۵/۲	۲۴/۳	۱۳/۶
		کاشت تا آغاز گرده‌افشانی			
۷ اردیبهشت	۷۳/۰^{a}	۱۲/۸	۳۰/۷	۲۱/۸	۱۴/۳
۲۲ اردیبهشت	۶۸/۶^{b}	۱۳/۸	۳۲/۵	۲۳/۲	۱۴/۴
۶ خرداد	۶۴/۴^{c}	۱۳/۹	۳۴/۲	۲۴/۱	۱۴/۴
۲۲ خرداد	۶۱/۱^{d}	۱۴/۱	۳۴/۳	۲۴/۲	۱۴/۳
۸ تیر	۵۹/۳^{e}	۱۴/۱	۳۴/۷	۲۴/۴	۱۴/۱
		آغاز گرده‌افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیک			
۷ اردیبهشت	۳۲/۹^{b}	۱۳/۷	۳۴/۵	۲۴/۱	۱۴/۲
۲۲ اردیبهشت	۳۳/۸^{ab}	۱۳/۳	۳۴/۷	۲۴/۰	۱۳/۹
۶ خرداد	۳۴/۳^{a}	۱۳/۲	۳۴/۲	۲۳/۷	۱۳/۶
۲۲ خرداد	۳۴/۱^{ab}	۱۳/۱	۳۳/۳	۲۳/۲	۱۳/۲
۸ تیر	۲۸/۱^{c}	۱۱/۹	۳۱/۷	۲۱/۹	۱۲/۸
		کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک			
۷ اردیبهشت	۱۰۵/۹^{a}	۱۳/۱	۳۱/۹	۲۲/۵	۱۴/۲
۲۲ اردیبهشت	۱۰۲/۳^{b}	۱۳/۶	۳۳/۲	۲۳/۴	۱۴/۲
۶ خرداد	۹۸/۸^{c}	۱۳/۷	۳۴/۲	۲۳/۹	۱۴/۱
۲۲ خرداد	۹۵/۲^{d}	۱۳/۸	۳۴/۰	۲۳/۹	۱۳/۹
۸ تیر	۸۷/۴^{e}	۱۳/۴	۳۳/۷	۲۳/۶	۱۳/۷

۱. اعداد هر گروه که دارای حروف مشترک هستند، بر پایهٔ آزمون چند دامنه‌ای دانکن، در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

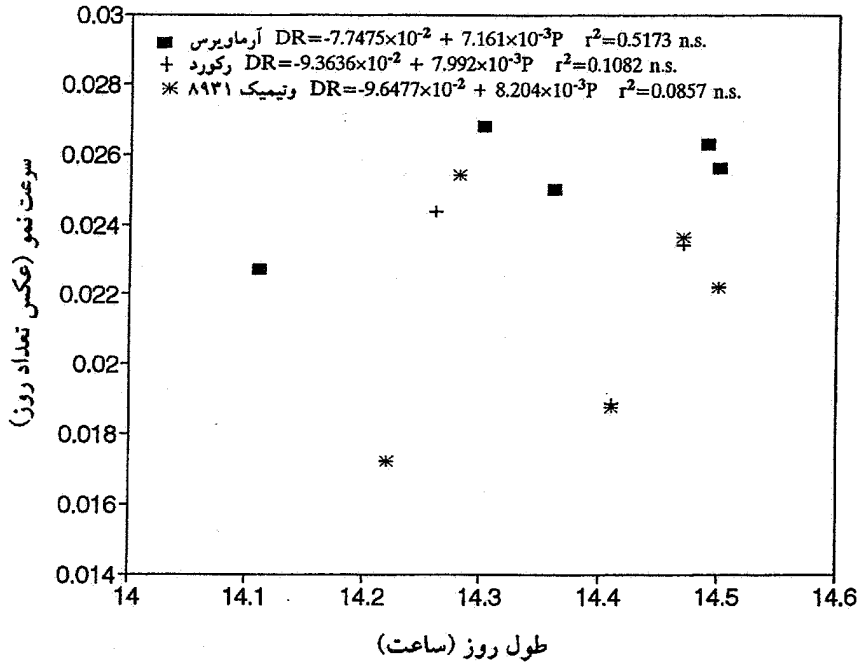
[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1380.5.2.8.5]

جدول ۲. میانگین ارقام برای طول مراحل گوناگون نمو (روز)[۱]

رقم	کاشت تا رؤیت طبق	رؤیت طبق تا آغاز گرده‌افشانی	کاشت تا آغاز گرده‌افشانی	آغاز گرده‌افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیک	کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک
آرماویرس	۳۹/۷^{b}	۱۹/۲^{c}	۵۸/۹^{c}	۲۹/۶^{c}	۸۸/۵^{c}
رکورد	۴۷/۹^{a}	۲۱/۱^{a}	۶۹/۰^{a}	۳۶/۸^{a}	۱۰۵/۸^{a}
ونیمیک ۸۹۳۱	۴۷/۶^{a}	۲۰/۴^{b}	۶۸/۰^{b}	۳۱/۵^{b}	۹۹/۵^{b}

۱. اعداد هر ستون که دارای حروف مشترک هستند، بر پایهٔ آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

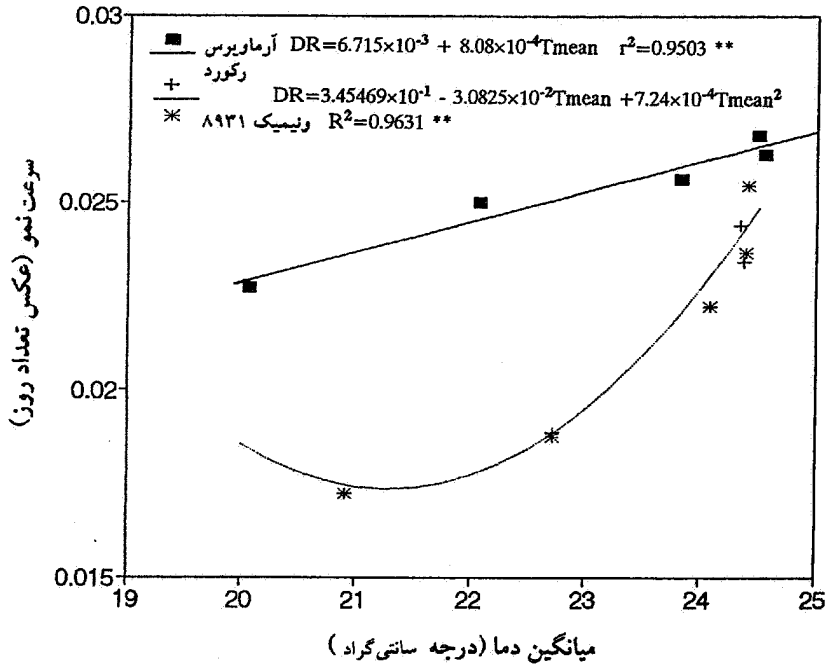


شکل ۲. بستگی سرعت نمو با طول روز در دوره از کاشت تا رؤیت طبق در ارقام آفتاب‌گردان

کاشت اول به دوم زیاد شد، و پس از آن کم و بیش ثابت باقی ماند. چنین واکنشی، احتمالاً نمی‌تواند نمایانگر تأثیر طول روز و واکنش روزبلندی آرماویرس باشد، زیرا در فاصله تاریخ کاشت اول تا دوم که بیشترین واکنش به طول روز دیده می‌شود، طول روز کمتر از ۱۵ دقیقه افزایش یافته است، و انتظار نمی‌رود که در طیف طول روزهای این آزمایش (جدول ۱)، این اندازه افزایش در طول روز بتواند چنین واکنشی ایجاد نماید. افزون بر این، واکنش نشان ندادن آفتاب‌گردان به بهاره‌سازی (۴)، و هم‌خوانی برخی از یافته‌ها (۶، ۱۹ و ۲۴) بیانگر آن است که آفتاب‌گردان ماهیتاً روزکوتاه است. دما و دیگر عوامل محیطی، واکنش گیاه را به طول روز پیچیده می‌سازند (۸، ۹ و ۱۱). افزایش چشم‌گیر دما از تاریخ کاشت اول به دوم و ثبات نسبی دما از تاریخ کاشت دوم تا پنجم در دوره یاد شده (شکل ۱ و جدول ۱)، روند واکنش آرماویرس را به خوبی توجیه می‌نمایند. بنابراین، می‌توان ارقام مورد آزمایش را از دید واکنش به طول روز بی‌تفاوت دانست، و یا سهم متغیرهای دمایی را در اندازهٔ طول دوره از کاشت تا رؤیت طبق در آنها بیش از طول روز به شمار آورد.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1380.5.2.8.5]



شکل ۳. بستگی سرعت نمو با میانگین شبانه روزی دما در دوره از کاشت تا رؤیت طبق در ارقام آفتاب‌گردان

تغییرات سرعت نمو ارقام در دوره از کاشت تا رؤیت طبق، بیش از دیگر متغیرهای جوی، به کمک میانگین شبانه‌روزی دما قابل تفسیر بود (شکل ۳). رقم آرماویرس به گونه‌ای خطی، و ارقام رکورد و ونیمیک ۸۹۳۱ به گونه‌ای غیرخطی بـه افـزایش مـیانگین دمـا واکـنش نشـان دادنـد. در پـژوهش‌های گـوین و همکاران (۱۴)، در شرایط مزرعه‌ای، سرعت نمو ارقام از کاشت تا رؤیت طبق رابطه خـطی بـا دمـا نشـان داد، کـه بـا واکـنش آرماویرس در این پژوهش هماهنگ است. تفاوت میان واکنش ارقام به دما باید به اختلاف ارقام از لحاظ حساسیت به دماهای زیاد و طیف دماهای مزرعه بستگی داشـته بـاشد. نـتایج ایـن پژوهش نشان می‌دهد که دماهای شبانه‌روزی بیش از ۲۴ درجه سانتی‌گراد می‌تواند سرعت نمو ارقام رکورد و ونیمیک ۸۹۳۱ را به صورت نمایی افزایش دهد. در این دماها، افزایش سرعت نمو در رقم ونیمیک ۸۹۳۱ بیش از رقـم رکـورد بـود. بـه کـارگیری رگرسیون مرحله‌ای، مدلی فتوترمال افزایشی (معادله ۳) را برای برآورد سرعت نمو، و در پی آن طول دوره نـمو از کـاشت تـا رؤیت طـبق بـرای رقـم و نـیمیک ۸۹۳۱ بـه دست داد. رابـطه سرعت نمو با دمـا و طـول روز بـه صـورت مـدل فـتوترمال افزایشی در آفتاب‌گردان (۱۶)، سویا (۲۱) و ذرت (۷) نشان داده شده است. به کارگیری مدل فتوترمال افزایشی با بهره‌گیری از روش رگرسیون غیرخطی برای ارقام آرماویرس و رکورد، دقت برآورد سرعت نمو این ارقام را در دوره از کاشت تا رؤیت طبق به گونه‌ای معنی دار افزایش نداد. آشکار است که ورود طول روز در رگرسیون‌های غیرخطی ضرورتاً به مفهوم داشتن واکنش به طول روز در رقم آزمایشی نیست، و می‌تواند تنها برایند بهبود در برازش خط رگرسیون باشد.

$$DR=۱/۳۸۵۵۷\times۱۰^{-۱}+۳\times۱۰^{-۵}\ Tmax^{۲}-$$
$$۱/۰۴۰۵\times۱۰^{-۲}P \quad R^{۲}=۰/۹۷۷^{*} \quad [۳]$$

بر پایهٔ دستاوردهای این پژوهش، طول دوره از کـاشت تـا رؤیت طبق در رقم آرماویرس کمترین، و در رقم ونیمیک ۸۹۳۱ بـیشترین تأثـیرپذیری را از افـزایش دمـا داشت. از ایـن رو، آرماویرس برای کشت‌های دیرهنگام مناسب‌تر از دو رقم دیگر می‌باشد. این یافته با باور همگانی مناسب‌تر بودن ارقام زودرس

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1380.5.2.8.5]

برای کاشت‌های دیرهنگام (مانند ۵) هماهنگ است. هم‌چنین، شاید رقم رکورد سازگاری بهتری با تغییرات دما در مقایسه با رقم ونیمیک ۸۹۳۱ داشته باشد.

شمار روز از رؤیت طبق تا آغاز گرده‌افشانی، با این که از لحاظ آماری از تاریخ کاشت تأثیر پذیرفت، ولی تنها در تاریخ کاشت ششم خرداد به اندازهٔ کمتر از یک روز بیشتر از سایر تاریخ‌های کاشت بود (جدول ۱). این واکنش ناچیز را نمی‌توان تفسیر نمود، و می‌شود آن را نادیده گرفت. حداقل دما و طول روز در این دوره، با تأخیر در کاشت روند کاهشی نشان دادند، ولی بر طول این دوره بی‌تأثیر بودند. در بررسی فیتوترونی گوین و همکاران (۱۳)، شمار روز از رؤیت طبق تا آغاز گرده‌افشانی، با افزایش دما از ۵ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد کاهش یافت. در بررسی حاضر، ثبات نسبی طول دوران رؤیت طبق تا آغاز گرده‌افشانی، با ثبات نسبی دماهای حداکثر و میانگین شبانه‌روزی دما (جدول ۱) هماهنگ و قابل تفسیر است.

شمار روز از رؤیت طبق تا آغاز گرده‌افشانی به گونهٔ معنی‌داری تحت تأثیر رقم قرار گرفت. آرماویرس کوتاه‌ترین و رکورد بیشترین طول دوره را داشت، ولی تفاوت میان آنها کمتر از دو روز بود (جدول ۲). دوران رؤیت طبق تا آغاز گرده‌افشانی در همهٔ ارقام و در همهٔ تاریخ‌های کاشت با دماهای زیاد نیمه‌های خرداد تا نیمه‌های شهریور (شکل ۱) منطبق بود. تفاوت کوچک میان ارقام در این دوران، در مقایسه با تفاوت بزرگ (حدود هشت روز) بین کاشت تا رؤیت طبق در ارقام، بیانگر پیروی دوران رؤیت طبق تا آغاز گرده‌افشانی ارقام از دمای محیط و استقلال نسبی آن از ژنوتیپ، در دماهای زیاد می‌باشد. در بررسی‌های مزرعه‌ای رابینسون (۱۹) نیز تفاوت میان ارقام زودرس و دیررس برای طول دوران رؤیت طبق تا آغاز گرده‌افشانی ناچیز بود.

وجود تفاوت‌های کوچک میان تاریخ‌های کاشت و میان ارقام برای طول دوران رؤیت طبق تا آغاز گرده‌افشانی (جداول ۱ و ۲)، همراه با ثبات نسبی دماهای حداکثر و میانگین شبانه‌روزی در این دوره، و پیروی نکردن طول دوران رؤیت طبق تا آغاز گرده‌افشانی از دمای حداقل و طول روز، سبب گردید که هیچ یک از متغیرهای محیطی نتوانند به گونه معنی‌داری تغییرات سرعت نمو ارقام را در این دوره تفسیر نمایند. از این رو، ارائه یک مدل برای برآورد طول این دوره میسر نگردید.

شمار روز از کاشت تا آغاز گرده‌افشانی با تأخیر در کاشت کاهش معنی‌داری یافت. طول روز در این دوره کم و بیش ثابت بود، ولی متغیرهای دمایی افزایش یافتند (جدول ۱). یافته‌های بررسی‌های دیگران (۵، ۱۳، ۱۷ و ۱۹) نیز نشان‌دهندهٔ کاهش شمار روز از کاشت تا آغاز گرده‌افشانی ناشی از افزایش دما در اثر تأخیر در کاشت است.

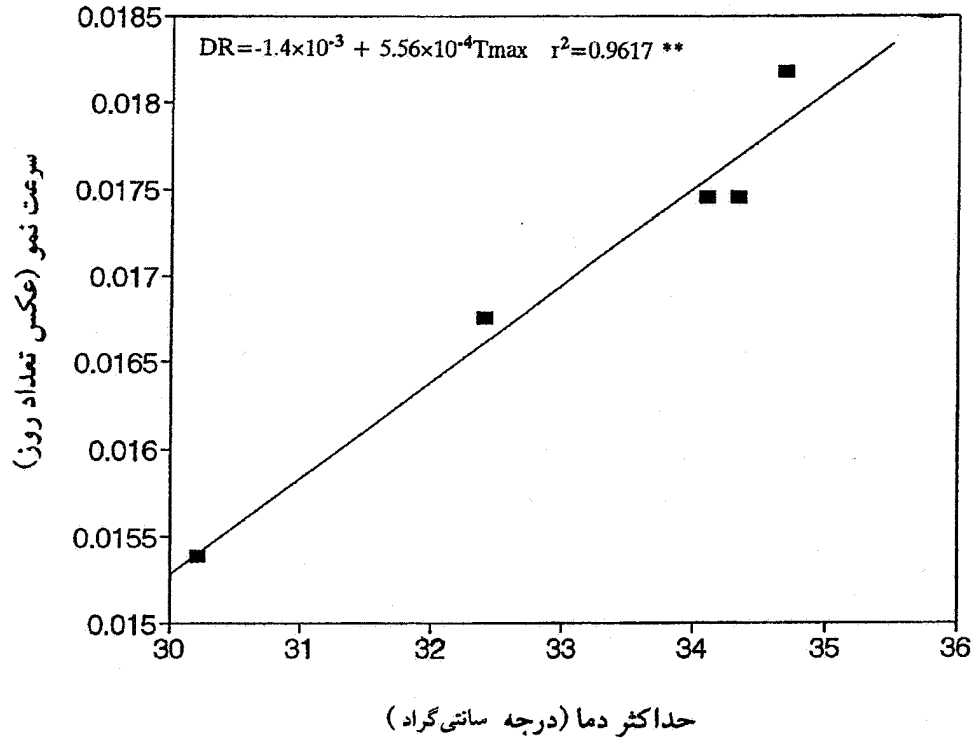
طول دوره از کاشت تا آغاز گرده‌افشانی مجموعه‌ای از طول دوره از کاشت تا رؤیت طبق و از رؤیت طبق تا آغاز گرده‌افشانی می‌باشد. طول دوره از رؤیت طبق تا آغاز گرده‌افشانی کم و بیش ثابت بود (جدول ۱). بنابراین، تغییرات طول دوره از کاشت تا آغاز گرده‌افشانی را می‌توان تابعی از شرایط جوی در دوران کاشت تا رؤیت طبق دانست. در پژوهش گوین و همکاران (۱۰)، تغییرات مرحله کاشت تا آغاز گرده‌افشانی روندی مانند تغییرات کاشت تا رؤیت طبق داشت.

شمار روز از کاشت تا آغاز گرده‌افشانی به گونهٔ معنی‌داری از رقم تأثیر پذیرفت. آرماویرس زودرس‌ترین و رکورد دیررس‌ترین رقم بود (جدول ۲). تفاوت میان ارقام برای این دوره، به دلیل تجمع تفاوت‌های میان ارقام در دوره‌های پیشین، کمی افزایش یافت. با این حال، طول دوران کاشت تا رؤیت طبق بیشترین نقش را در تعیین شمار روز از کاشت تا آغاز گرده‌افشانی داشت. این یافته با یافته‌های گوین و همکاران (۱۰) هم‌خوانی دارد. در بررسی‌های رابینسون (۱۹) نیز بیشترین تفاوت‌ها در طول دوره رسیدگی ارقام به تفاوت در دوران سبزشدن تا رؤیت طبق تعلق داشت. پژوهشگران یاد شده (۱۰ و ۱۹) این دوره کوتاه رشدی اخیر را ابزار سنجش بهتری از طول دیگر دوره‌های نمو برای مقایسه دیررسی نسبی ارقام دانسته‌اند.

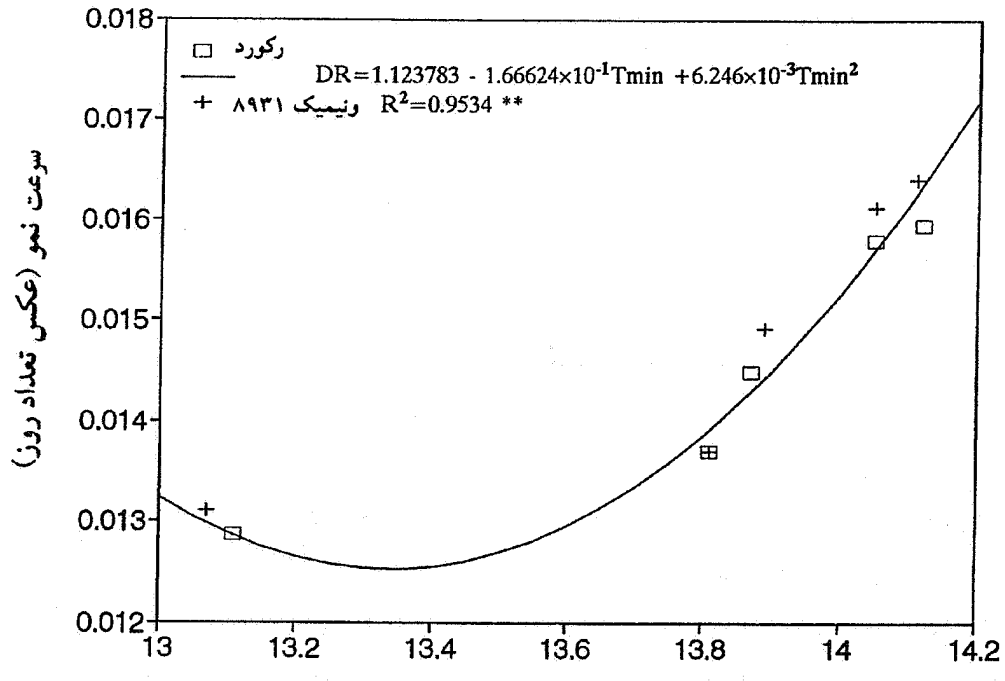
سرعت نمو رقم آرماویرس در دوره از کاشت تا آغاز

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1380.5.2.8.5]



شکل ۴. ارتباط سرعت نمو با حداکثر دما در دوره از کاشت تا آغاز گرده افشانی در رقم آرماویرس



شکل ۵. ارتباط سرعت نمو با حداقل دما در دوره از کاشت تا آغاز گرده‌افشانی در ارقام رکورد و ونیمیک ۸۹۳۱

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1380.5.2.8.5]

گرده‌افشانی به گونهٔ بسیار معنی‌داری از حداکثر دما تأثیر پذیرفت (شکل ۴). رابطه خطی به دست آمده نشان‌دهندهٔ حساسیت مختصر طول دوران رشد رویشی این رقم به افزایش دما می‌باشد. سرعت نمو ارقام رکورد و ونیمیک ۸۹۳۱ در دوره از کاشت تا آغاز گرده‌افشانی به گونهٔ بسیار معنی‌داری از حداقل دما تأثیر پذیرفت (شکل ۵). هر دو رقم به افزایش دمای حداقل واکنش غیرخطی نشان دادند. افزایش دمای حداقل به سطح بیش از ۱۳/۸ درجه سانتی‌گراد موجب تسریع نمو ارقام رکورد و ونیمیک ۸۹۳۱ به گونهٔ خطی گردید، ولی شیب این واکنش برای رقم ونیمیک ۸۹۳۱ کمی بیشتر بود. بر پایهٔ نتایج این آزمایش می‌توان گفت که رقم آرماویرس برای کاشت‌های دیرهنگام، و نیز مناطق بسیار گرم مناسب‌تر از دو رقم دیگر است. کاهش کمتر در عملکرد دانه رقم آرماویرس دراثر تأخیر در کاشت، در مقایسه با رکورد و ونیمیک ۸۹۳۱ در این آزمایش (۲)، تأییدی بر این گفته می‌باشد. هم‌چنین، طول دوره از کاشت تا آغاز گرده‌افشانی در رقم ونیمیک ۸۹۳۱ بیش از رکورد، از تأخیر در کاشت و برخورد با دماهای زیاد آسیب می‌بیند. از این رو، شاید ونیمیک ۸۹۳۱ توان سازگاری دمایی کمتر، و آسیب‌پذیری عملکرد بیشتری از دماهای بسیار زیاد در مقایسه با رکورد داشته باشد. هم‌بستگی بسیار معنی‌دار ($r=۰/۸۶^{**}$) میان عملکرد دانه و شمار روز از کاشت تا آغاز گرده‌افشانی در این بررسی (۲)، نشان‌دهندهٔ سهم و اهمیت طول این دوره در عملکرد دانه است.

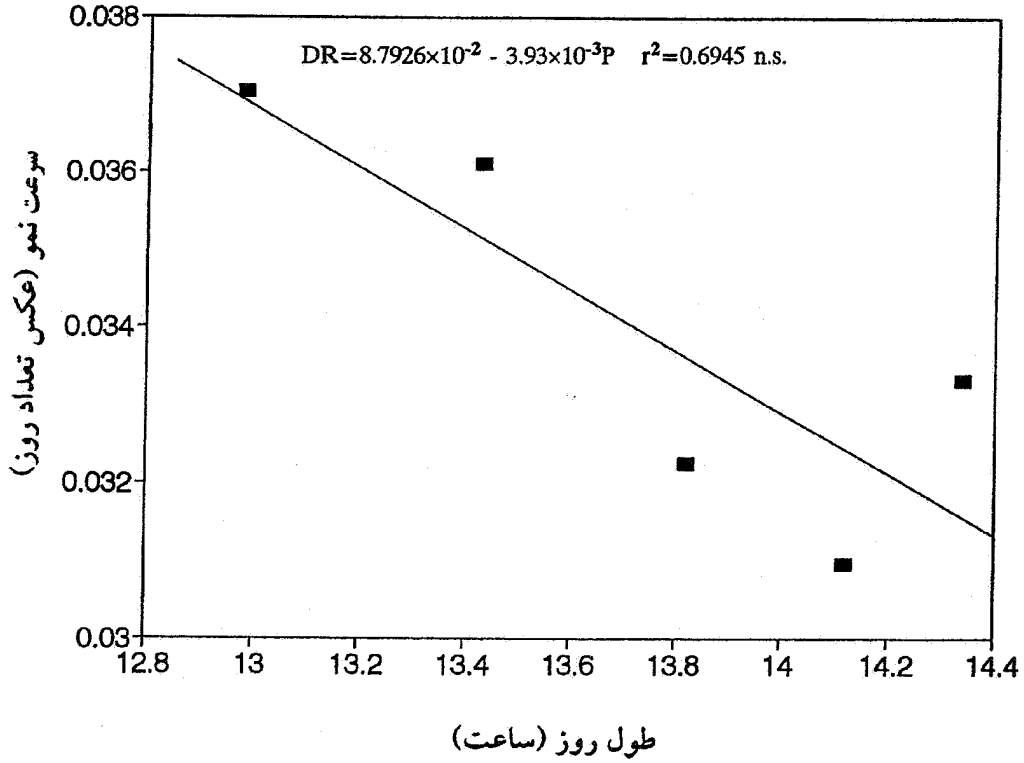
شمار روز از آغاز گرده‌افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیک به گونهٔ بسیار معنی‌داری تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار گرفت. چهار تاریخ کاشت نخست تفاوت چشم‌گیری با یکدیگر نداشتند و حداکثر تفاوت‌های میان آنها حدود ۱/۴ روز بود. تاریخ کاشت آخر (۸ تیر) تفاوت چشم‌گیر و معنی‌داری با دیگر تاریخ‌های کاشت نشان داد، و کمترین طول دوره را داشت. این واکنش با پایینی کلیه متغیرهای دمایی در دوره از آغاز گرده‌افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیک در این تاریخ کاشت (جدول ۱) و انتظار دیگران (۵، ۹، ۱۲، ۲۰ و ۲۲) همسان نمی‌باشد. ولی با پژوهش رابینسون (۱۹)، که در آن شمار روز از آغاز گرده‌افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیک از تاریخ کاشت اول به سوم کاهش یافت، و سپس در تاریخ‌های کاشت بعدی ثابت باقی ماند، هماهنگ است. گمان می‌رود دماهای حداکثر بسیار زیاد و پایدار در نیمه دوم مرداد و هم‌زمان با دوران رؤیت طبق تا آغاز گرده‌افشانی ارقام در تاریخ کاشت ۸ تیر سبب تغییرات هورمونی در گیاهان گردیده، و این اثر در دوران رسیدگی ارقام، و به رغم دماهای کم، دوام آورده است. این نوع واکنش در بررسی گوین و هامر (۹) روی آفتاب‌گردان، و نیز در لوبیا و سویا (۱) دیده شده است.

اثر رقم بر طول دوره از آغاز گرده‌افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیک معنی‌دار بود. آرماویرس زودرس‌ترین و رکورد دیررس‌ترین رقم بودند. تفاوت‌های میان ارقام برای طول دوره از آغاز گرده‌افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیک از تفاوت‌های میان ارقام برای طول دیگر دوره‌ها بیشتر بود (جدول ۲). از آن جایی که این دوران در بیشتر تاریخ‌های کاشت با دماهای زیاد برخورد داشت (جدول ۱)، گمان می‌رود که پدیدار شدن این صفت در ارقام مورد آزمایش کمتر از وضعیت جوی تأثیر پذیرفته و بیشتر ژنتیکی باشد. از آن جایی که تفاوت میان ارقام ونیمیک ۸۹۳۱ و رکورد در این دوره به خوبی آشکار گردید، شاید برخلاف نظر گوین و همکاران (۱۰) و رابینسون (۱۹)، طول دوران آغاز گرده‌افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیک معیار بهتری از طول دوران کاشت تا رؤیت طبق، برای تعیین میزان زودرسی ارقام باشد. در پژوهش رابینسون (۱۹) که در شرایط اقلیمی مینسوتا انجام شد، طول دوره آغاز گرده‌افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیک در دامنه گسترده‌ای از تاریخ‌های کاشت برای همهٔ ارقام مورد بررسی، از زودرس‌ها و دیررس‌ها، کم و بیش ثابت و حدود ۳۷ روز بود. تفاوت یافته‌های رابینسون با بررسی حاضر، می‌تواند به تفاوت در ارقام و یا شرایط جوی در دوران آغاز گرده‌افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیک مربوط باشد.

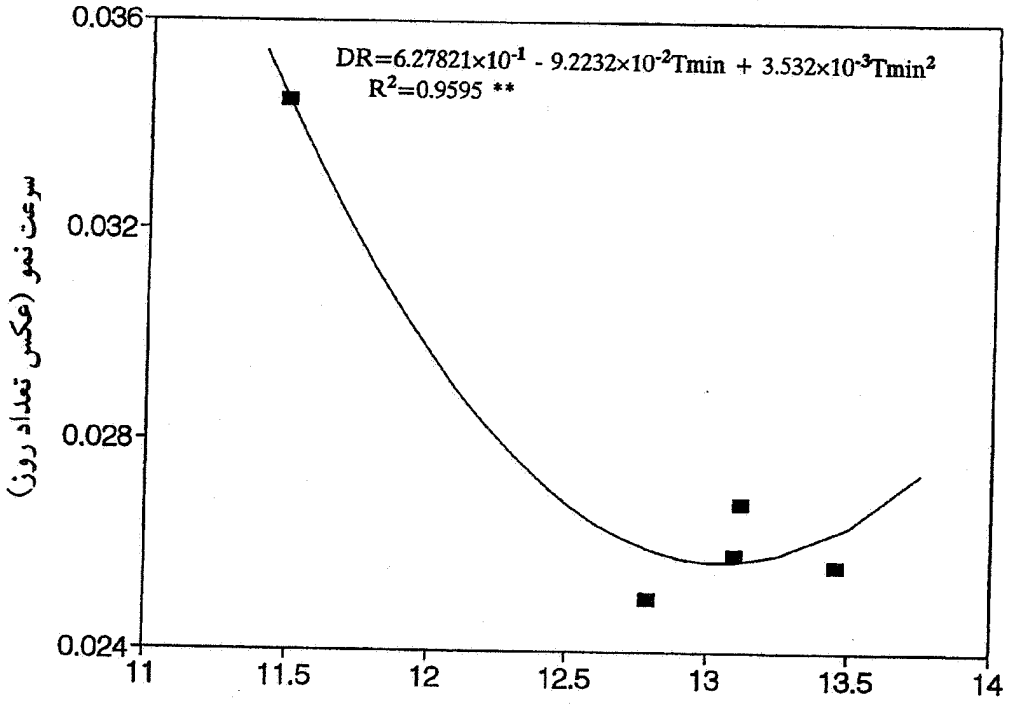
طول روز به گونهٔ غیر معنی‌داری ($r^2=۰/۶۹^{ns}$) در یک مدل خطی بخش زیادی از تغییرات سرعت نمو رقم آرماویرس را در دوران آغاز گرده‌افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیک توجیه نمود

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1380.5.2.8.5]



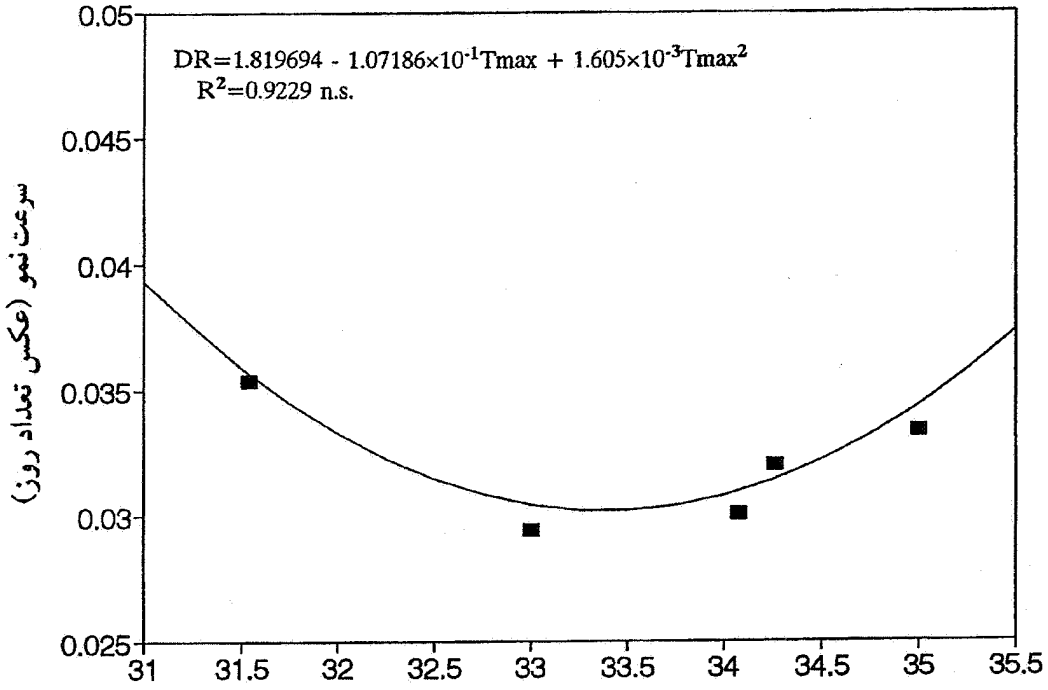
شکل ۶. ارتباط سرعت نمو با طول روز در دوره از آغاز گرده افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیک در رقم آرماویرس



شکل ۷. ارتباط سرعت نمو با حداقل دما در دوره از آغاز گرده‌افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیک در رقم رکورد

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1380.5.2.8.5]



شکل ۸. ارتباط سرعت نمو با حداکثر دما در دوره از آغاز گرده افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیک در رقم ونیمیک ۸۹۳۱

(شکل ۶). حداقل دما در یک رگرسیون درجه ۲ به گونهٔ معنی‌داری (r^2=۰/۹۶*) تغییرات سرعت نمو رقم رکورد را برای دوران آغاز گرده‌افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیک توجیه کرد (شکل ۷). حداکثر دما در یک رگرسیون درجه ۲ بخش بسیار بزرگ ولی غیرمعنی‌داری (r^2=۰/۹۲^{ns}) از تنوعات سرعت نمو رقم ونیمیک ۸۹۳۱ را در دوران آغاز گرده‌افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیک توجیه نمود (شکل ۸). هیچ یک از این واکنش‌ها بر پایهٔ فیزیولوژی گیاه و متغیرهای اندازه‌گیری شده در این بررسی قابل توجیه نیستند. یافته‌های بسیاری از پژوهش‌ها (۶، ۸، ۹ و ۱۱) نشان داده است که آثار متقابل میان عوامل محیطی می‌توانند واکنش گیاهان را به طول روز و متغیرهای دمایی پیچیده سازند.

رگرسیون مرحله‌ای مدل‌های دیگری را برای برآورد سرعت نمو ارقام آرماویرس (مدل ۴) و ونیمیک ۸۹۳۱ (مدل ۵) در دوره از آغاز گرده‌افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیک نمایاند. آشکار است که ضرایب رگرسیون در معادلات چند متغیره فاقد مفاهیم بیولوژیک هستند و می‌توانند تنها به برازش خط رگرسیون مرتبط باشند. از سوی دیگر، وجود چند متغیر در یک مدل ممکن است نشان‌دهندهٔ پیچیدگی شیوهٔ واکنش گیاهان به عوامل جوی باشد (۶، ۸، ۹ و ۱۱).

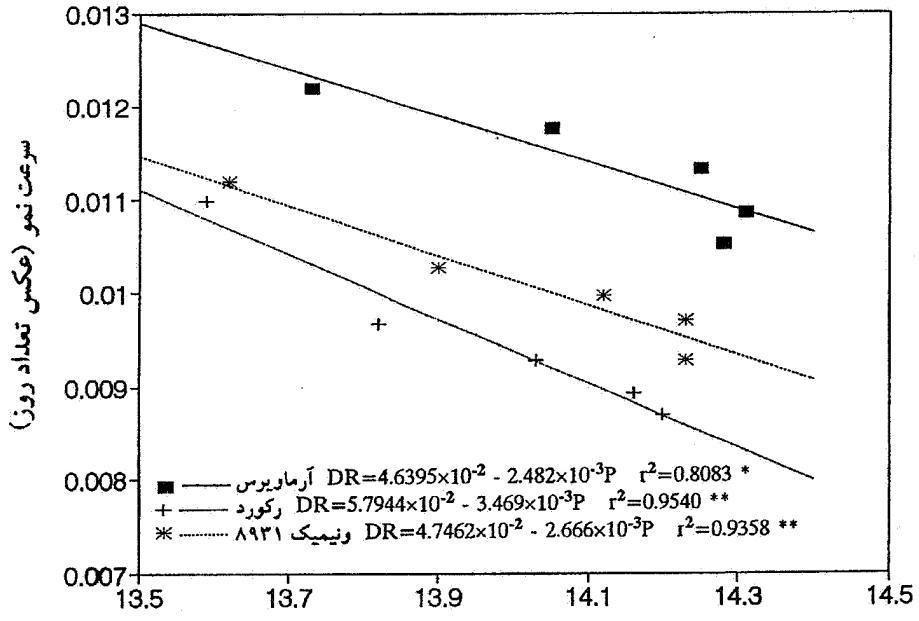
$$DR=۴/۲۵۵۰۶\times۱۰^{-۱}-۵/۳۲۸۴\times۱۰^{-۲}P+۱/۷۱۲\times۱۰^{-۳}P^{۲}$$
$$+۹/۳\times۱۰^{-۵}Tmin^{۲} \quad R^{۲}=۰/۹۹۹^{**} \quad [۴]$$

$$DR=۴/۰۵۷۸۸\times۱۰^{-۱}-۵/۸۳۶۵\times۱۰^{-۲}Tmin+۲/۰۳۶$$
$$\times۱۰^{-۳}Tmin^{-۲}+۳/۵\times۱۰^{-۵}Tmax^{۲} \; R^{۲}=۱/۰۰۰^{**} [۵]$$

شمار روز از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک ارقام به گونهٔ بسیار معنی‌داری با تأخیر در کاشت کاهش یافت (جدول ۱). پژوهش‌های زیادی کاهش دوره رشد آفتاب‌گردان را در اثر تأخیر در کاشت نشان داده و آن را با افزایش دما نسبت داده‌اند (۵، ۱۷ و ۱۹). در این پژوهش، همروندی کاملی میان متغیرهای اندازه‌گیری شده و تغییرات طول دوره رشد گیاه (جدول ۱) دیده

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1380.5.2.8.5]



شکل ۹. ارتباط سرعت نمو با طول روز در دوره از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک در ارقام آفتاب‌گردان

نشد. بخشی از شتاب نمو گیاه در اثر تأخیر در کاشت، به مرحله کاشت تا رؤیت طبق اختصاص دارد، که هم‌روندی آن با حداکثر دما پیش‌تر نشان داده شد. اما بستگی نداشتن طول دوره از رؤیت طبق تا آغاز گرده‌افشانی به متغیرهای محیطی و نمود ویژه تاریخ کاشت هشتم تیر، در شمار روز از آغاز گرده‌افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیک، می‌تواند عامل برهم‌زنی رابطه میان طول دوره رشد گیاه با متغیرهای محیطی به شمار رود.

ارقام در شمار روز از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک تفاوت بسیار معنی‌داری با یکدیگر داشتند. آرماویرس زودرس‌ترین و رکورد دیررس‌ترین رقم بودند (جدول ۲). وجود تفاوت میان طول دوره رشد ارقام در پژوهش‌های دیگر (۱۷ و ۱۹) نیز نشان داده شده است. طول دوره از کاشت تا رؤیت طبق و از کاشت تا گرده‌افشانی، در تاریخ کاشت اول (به ترتیب شکل‌های ۳ و ۵) هم نتوانستند تفاوت موجود میان طول دوره رشد ارقام رکورد و ونیمیک ۸۹۳۱ را نشان دهند. بنابراین، برخلاف گفتهٔ برخی از پژوهشگران (۱۰ و ۱۹)، طول مراحل نخستین نمو گیاه در تاریخ‌های کاشت زودهنگام نمی‌تواند معیار خوبی برای برآورد کل طول دوره رشد ارقام آفتاب‌گردان باشد. در این بررسی، تفاوت‌های میان ارقام در طول کل دوره رشد گیاه با تفاوت‌های ارقام برای طول دوران آغاز گرده‌افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیک هماهنگ بود. نسبت شمار روز از آغاز گرده‌افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیک به شمار روز از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک ارقام با تاریخ‌های کاشت گوناگون ۰/۳۱-۰/۳۶ بود. بررسی رابینسون (۱۹)، این نسبت را از ۰/۳۳ تا ۰/۳۶ نشان داد. بنابراین، می‌توان در آزمایش‌های ژنتیکی و فیزیولوژیک آفتاب‌گردان، طول دوران پرشدن دانه را به عنوان معیاری از زودرسی ارقام به کار گرفت.

طول روز تغییرات سرعت نمو ارقام مورد بررسی در دوره از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک را به گونهٔ معنی‌داری توجیه نمود (شکل ۹). بر پایهٔ این روابط، طول دوران رشد هر سه رقم با افزایش طول روز زیاد شد. این روند واکنش، مانند حساسیت گیاهان روزکوتاه به طول روز است. ولی با روند واکنش

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1380.5.2.8.5]

آرماویرس به طول روز در دوران کاشت تا رؤیت طبق (شکل ۲)، که مانند یک گیاه روزبلند می‌باشد، یکسان نیست. در ارتباط با سرعت نمو ارقام مورد آزمایش در دوران کاشت تا رؤیت طبق با طول روز، به عنوان مهم‌ترین معیار حساسیت به طول روز (۸، ۱۰، ۱۹ و ۲۳) بحث گردید، که احتمالاً این ارقام به طول روز حساس نیستند. بنابراین، می‌توان نتیجه‌گیری نمود که طول روز به عنوان نمودی از متغیرهای دمایی وارد مدل شده و تغییرات میزان نمو ارقام را توجیه نموده است. پژوهش‌های خواجه‌پور (۱) و گوین و هامر (۹) نشان داده است که میان طول روز و میانگین دراز مدت دما ارتباط تنگاتنگی دیده می‌شود.

بر پایهٔ نتایج این پژوهش، می‌توان رابطه میان سرعت نمو و طول روز را به عنوان یک مدل کاربردی (نه ضرورتاً فیزیولوژیک)، برای برآورد طول دوره کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک این ارقام آفتاب‌گردان به کار برد. از آن جایی که یک مدل عمومی بر پایهٔ جمع واکنش هر سه رقم به طول روز معنی‌دار نبود، بایسته است برای هر رقم رابطه جداگانه‌ای به کار گرفته شود (۶، ۷، ۱۳، ۱۴، ۱۶ و ۲۱).

منابع مورد استفاده

۱. خواجه‌پور، م. ر. ۱۳۷۷. نقش طول روز و دما در انتخاب تاریخ کاشت محصولات زراعی. مجموعه مقالات کلیدی پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. ص ۳۵-۵۵، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج، ۹-۱۳ شهریور ۱۳۷۷.

۲. سیدی، ف. ۱۳۷۶. عکس‌العمل ارقام آفتاب‌گردان به طول روز و حرارت. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۳. کریمی، م. ۱۳۶۶. *آب و هوای منطقه مرکزی ایران*. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان.

4. Connor, D. J. and A. J. Hall. 1997. Sunflower physiology. PP. 113-182, *In*: A. A. Schneiter (Ed.), Sunflower Technology and Production. Agron. Monogr. 35. ASA, CSSA and SSSA, Madison, WI.

5. Dedio, W. 1985. Effects of seeding and harvesting dates on yield and oil quality of sunflower cultivars. Can. J. Plant Sci. 65: 299-305.

6. Doyle, A. D. 1975. Influence of temperature and day length on phenology of sunflowers in the field. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb. 15: 88-92.

7. Ellis, R. H., R. J. Summerfield, G. D. Edmeades and E. H. Roberts. 1992. Photoperiod, temperature, and the interval from sowing to tassel initiation in diverse cultivars of maize. Crop Sci. 32: 1225-1232.

8. Francis, C. A. 1970. Effective day lengths for the study of photoperiod sensitive reactions in plants. Agron. J. 62: 790-792.

9. Goyne, P. J. and G. L. Hammer. 1982. Phenology of sunflower cultivars. II. Controlled environment studies of temperature and photoperiod effects. Aust. J. Agric. Res. 33: 251-261.

10. Goyne, P. J., G. L. Hammer and D. R. Woodruff. 1982. Phenology of sunflower cultivars. I. Classification of response. Aust. J. Agric. Res. 33: 243-250.

11. Goyne, P. J. and A. A. Schneiter. 1987. Photoperiod influence on development in sunflower genotypes. Agron. J. 79: 704-709.

12. Goyne, P. J. and A. A. Schneiter. 1988. Temperature and photoperiod interactions with the phenological development of sunflower. Agron. J. 80: 777-784.

13. Goyne, P. J., A. A. Schneiter and K. C. Cleary. 1990. Prediction of time to anthesis of a selection of sunflower genotypes. Agron. J. 82: 501-505.

14. Goyne, P. J., A. A. Schneiter, K. C. Cleary, R. Creelsman, W. Sarymeier and F. Wooding. 1989. Sunflower

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1380.5.2.8.5]

genotypes response to photoperiod and temperature in field environments. Agron. J. 81: 826-831.

15. Goyne, P. J., D. R. Woodruff and J. D. Churchett. 1977. Prediction of flowering in sunflowers. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb. 17: 475-481.
16. Hammer, G. L., P. J. Goyne and D. R. Woodruff. 1982. Phenology of sunflower cultivars. III. Models for prediction in field environments. Aust. J. Agric. Res. 33: 263-274.
17. Johnson, B. J. and M. D. Jellum. 1972. Effect of planting date on sunflower yield, oil, and plant characteristics. Agron. J. 64: 747-748.
18. Keisling, T. C. 1982. Calculation of the length of day. Agron. J. 74: 758-759.
19. Robinson, R. G. 1971. Sunflower phenology-year, variety, and date of planting effects on day and growing degree-day summation. Crop Sci. 11: 635-638.
20. Robinson, R. G., L. A. Bernat, H. A. Geise, F. K. Johnson, M. L. Kinman, E. L. Mader, R. M. Oswalt, E. D. Putt, C. M. Swallers and J. H. Williams. 1967. Sunflower development at lattitudes ranging from 31 to 49 degrees. Crop Sci. 7: 134-136.
21. Sinclair, T. R., S. Kitani, K. Hinson, J. Bruniard and T. Horie. 1991. Soybean flowering date: Linear and logistic models based on temperature and photoperiod. Crop Sci. 31: 786-790.
22. Unger, P. W. 1980. Planting date effects on growth, yield, and oil of irrigated sunflower. Agron. J. 72: 914-916.
23. Villalobos, F. J., A. J. Hall, J. T. Ritchie and F. Orgaz. 1996 . OILCROP-SUN: A development, growth, and yield model of the sunflower crop. Agron. J. 88: 403-415.
24. Vince-Prue, D. 1975. Photoperiodism in Plants. McGraw-Hill, New York.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1380.5.2.8.5]