

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده کشاورزی
پایان نامه کارشناسی ارشد
گروه زراعت

عنوان پایان نامه

شبیه سازی تأثیر دما و طول روز بر فنولوژی و انتقال مجدد ماده خشک به

دانه در لوبیا چشم بلبلی

معصومه کریمی

استاد راهنما

دکتر منوچهر قلی پور

اساتید مشاور

دکتر احمد غلامی

دکتر حمید عباس دخت

پایان نامه ارشد جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

تیر 1388



شماره: ۱۲۶۰
تاریخ: ۱۳۸۸ / ۲ / ۲۲
ویرایش:

صفحات تکمیلی
طوره (۶)

بسمه تعالی

فرم صورتجلسه دفاع پایان نامه تحصیلی دوره کارشناسی ارشد

بسمت خداوند متعال و با استعانت از حضرت ولی عصر (عج) جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد
موسسه کریمی دانشجوی رشته زراعت تحت عنوان

سازی تأثیر دما و طول روز بر فنولوژی و انتقال مجدد ماده خشک به دانه در لوبیا چشم بلبلی "

تاریخ: ۸۸/۴/۸ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار گردید به شرح زیر است:

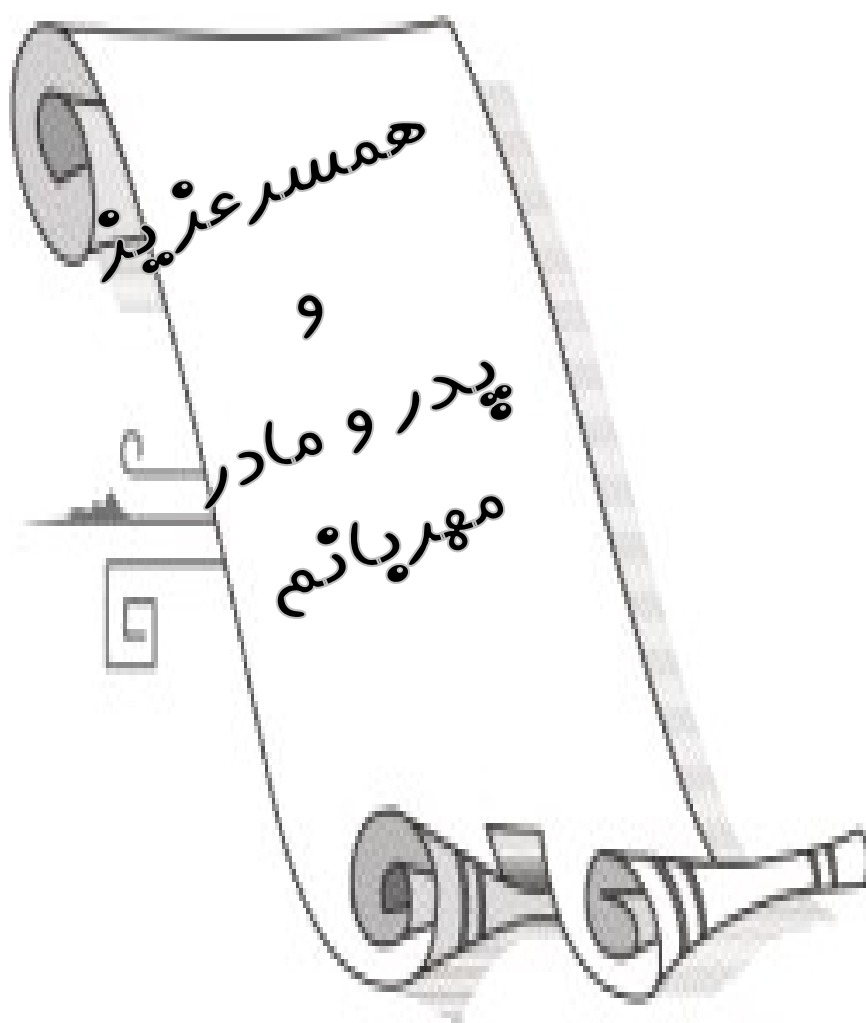
رتبه: عالی امتیاز: (۱۶۱۲۵) ☒ دفاع مجدد ☐ مردود ☐

۱- عالی (۲۰-۱۸) ۲- بسیار خوب (۱۷/۹۹-۱۶)

۳- خوب (۱۵/۹۹-۱۴) ۴- قابل قبول (۱۳/۹۹-۱۲)

عضو هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	امضاء
رئیس انجمن اول:	منوچهر قلی پور	دانشیار	
رئیس انجمن دوم:			
دبیر مشاور:	حمید عباس دخت	استادیار	
	احمد غلامی	استادیار	
رئیس شورای تحصیلات تکمیلی:	هادی قربانی	استادیار	
رکن معین:	دکتر خلیل ازدری	استادیار	
رکن معین:	دکتر حسن مکاریان	استادیار	

تقدیم بہ:



سپاسگزاری

سپاس و ستایش خداوندی را سزااست که همه چیز از اوست. خداوندی را که در لحظه لحظه زندگی هیچگاه تنهایم نگذاشته و اینک با فراهم نمودن فرصت مصاحبت با استادان فرهیخته و اندیشمند، سراسر وجودم را متنعم این فرصت طلایی ساخته است.

سپاس بیکران از استاد راهنمای دلسوز و بزرگوarm، آقای دکتر منوچهر قلی پور و اساتید مشاور گرانقدر آقایان دکتر احمد غلامی و دکتر حمید عباس دخت و داوران ارجمند آقایان دکتر اژدری و دکتر مکاریان جهت راهنمایی‌های ارزنده‌شان و همچنین نماینده محترم تحصیلات تکمیلی جناب آقای دکتر قربانی که موجبات بهبود پایان نامه را فراهم نمودند.

از رئیس محترم جهاد کشاورزی منطقه بیارجمند آقای مهندس ابراهیم باقری به خاطر کمک های صمیمانه و بی دریغشان و همچنین دوستان بسیار عزیزم خانم ها مهندس فرشته دامغانی، مهرناز عبداللهیان، راحله عرب‌عامری، محبوبه بصیری، زهرا هراتی و نجیبه کریمی کمال تشکر و قدردانی را می‌نمایم.

در پایان از کلیه اعضای خانواده‌ام خصوصاً همسر عزیز و پدر و مادر مهربانم و خواهر دلسوزم مهندس منصوره کریمی و برادرانم مهندس علیرضا، مهدی، جواد و جعفر که در طول این مدت صبورانه یاریم نمودند تشکر و قدردانی می‌نمایم.

معصومه کریمی

تیر 1388

تعهد نامه

موضوع: دانشجوی دوره کارشناسی ارشد / دکتری رشته مهندسی سازه
دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه / رساله پایان نامه
تألیف: پایان نامه تحت راهنمایی استاد متعهد می شوم.

تحقیقات در این پایان نامه / رساله توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.

در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.

مطالب مندرج در پایان نامه / رساله تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.

کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « Shahrood University of Technology » به چاپ خواهد رسید.

حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه / رساله تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه / رساله رعایت می گردد.

در کلیه مراحل انجام این پایان نامه / رساله ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.

در کلیه مراحل انجام این پایان نامه / رساله ، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است.

تاریخ: ۸۸/۴/۲۰
امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج ، کتاب ، برنامه های رایانه ای ، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه / رساله بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

دان شجو تائید می نماید که مطالب مندرج در این پایان نامه (رساله) نتیجه تحقیقات خودش می باشد و در صورت استفاده از نتایج دیگران مرجع آن را ذکر نموده است.

کلیه حقوق مادی مترتب از نتایج مطالعات، آزمایشات و نوآوری ناشی از تحقیق موضوع ای پایان نامه متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد.

اسفند ۱۳۸۷

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی ویژگی‌های نموی گیاه لوبیا چشم بلبلی در ۶ تاریخ کاشت (۲۰ اردیبهشت، ۴ خرداد، ۱۸ خرداد، ۴ تیر، ۲۰ تیر و ۵ مرداد) طی سال زراعی ۸۷-۸۸ در مزرعه شرکت تعاونی تولید شهر بیارجمند اجرا شد. آزمایش در قالب بلوک‌های کامل تصادفی و به صورت کرت‌های خرد شده در ۳ تکرار به اجرا درآمد. در این طرح اثر دو عامل مورد بررسی قرار گرفت. عامل اصلی، تاریخ کاشت (به عنوان مکان‌های مختلف با دما و طول روز متفاوت) در ۶ سطح، عامل فرعی، واریته، در ۲ سطح (واریته محلی بیارجمند و مشهد) بود. این آزمایش به منظور بررسی عکس‌العمل نمو فنولوژیکی و انتقال مجدد ماده خشک به دانه نسبت به دما و فتوپریود در تاریخ-های مذکور کشت گردید. برای کمی کردن واکنش سرعت سبز شدن به دما و سرعت گلدهی به دما و طول روز از توابع متعددی استفاده شد که در بین آن‌ها مدل بتا برای پیش‌بینی زمان سبز شدن هر دو واریته و تابع بتا-نمایی منفی به عنوان تابع برتر برای پیش‌بینی زمان گلدهی هر دو واریته انتخاب شدند. ضمناً برای کمی کردن درصد انتقال مجدد به دانه نیز از مدل ساده خطی استفاده شد. با استفاده از توابع برتر، دمای پایه و مطلوب برای مرحله سبز شدن و دماهای پایه و مطلوب و طول روز بحرانی و ضریب حساسیت به طول روز برای مرحله گلدهی تعیین شدند.

دمای پایه و مطلوب برآورد شده توسط مدل بتا برای مرحله سبز شدن در واریته بیارجمند به ترتیب، ۸/۳۲ و ۲۴/۴۸ درجه سانتی‌گراد و در واریته مشهد، ۷/۰۹ و ۲۴/۶۵ درجه سانتی‌گراد بود. دمای پایه و مطلوب برای مرحله گلدهی در واریته بیارجمند ۱۱/۳۹ و ۲۲/۴۴ و در واریته مشهد ۹/۳۷ و ۲۱/۸۴ درجه سانتی‌گراد محاسبه شد. مقدار دمای سقف در این مطالعه به طور ثابت ۴۵ درجه سانتی‌گراد فرض شد. طول روز بحرانی و ضریب حساسیت به طول روز برآورد شده در گیاه لوبیا چشم بلبلی واریته بیارجمند به ترتیب ۱۴/۴۴ و ۰/۹۴- و در واریته مشهد ۱۴/۶۱ و ۰/۵ ساعت بود. حداقل تعداد روز از کاشت تا سبز شدن توسط مدل بتا در واریته بیارجمند ۷/۲۱ روز و در واریته مشهد ۶/۷۵ روز تخمین زده شد.

در رقم بیارجمند، به ازای یک ساعت افزایش در طول روز، حدود ۸/۸ درصد کاهش انتقال مجدد ماده خشک از ساقه بدست آمد. این در حالی است که در رقم مشهد، درصد انتقال مجدد از ساقه به دانه واکنشی به تغییر طول روز نشان نداد. این عدم واکنش، برای دما نیز صادق بود. با افزایش دما به مقدار یک درجه سانتیگراد، درصد انتقال مجدد از ساقه در رقم بیارجمند به میزان ۲/۵۷ درصد رو به کاهش نهاد.

کلمات کلیدی: لوبیا چشم بلبلی، فنولوژی، دما، طول روز، انتقال مجدد.

فهرست مطالب

عنوان فصل اول : مقدمه و کلیات صفحه

- ۱-۱- کلیاتی در مورد لوبیا چشم بلبلی ----- ۱
- ۱-۲- خصوصیات مورفولوژیکی و اکولوژیکی لوبیا چشم بلبلی ----- ۳
- ۱-۳- ضرورت مدل سازی و استفاده از مدل ----- ۵

فصل دوم: بررسی منابع

- ۱-۲- تأثیر عوامل محیطی بر نمو ----- ۸
- ۲-۲- واکنش گیاهان به دما ----- ۹
- ۲-۳- واکنش گیاهان به طول روز ----- ۱۰
- ۲-۴- جوانه زنی و سبز شدن ----- ۱۱
- ۲-۵- کمی سازی واکنش جوانه زنی به دما ----- ۱۴
- ۲-۶- کمی سازی واکنش به پتانسیل آب ----- ۱۸
- ۲-۷- کمی سازی واکنش به دما و پتانسیل آب (مدل های هیدروترمال تایم) ----- ۲۱
- ۲-۸- انتقال مجدد ماده خشک ----- ۲۳
- ۲-۹- اهداف تحقیق ----- ۲۵

فصل سوم: مواد و روش ها

- ۳-۱- مشخصات محل اجرای آزمایش ----- ۲۷
- ۳-۲- ویژگی های آب و هوایی ----- ۲۷
- ۳-۳- خصوصیات خاک مزرعه مورد آزمایش ----- ۲۹

- ۳-۴- طرح آزمایش و عملیات زراعی-----۳۰
- ۳-۴-۱- نقشه کشت -----۳۰
- ۳-۴-۲- آماده سازی زمین و کوددهی-----۳۱
- ۳-۴-۳- کاشت بذر لوبیا چشم بلبلی -----۳۲
- ۳-۵- عملیات داشت-----۳۲
- ۳-۵-۱- مبارزه با علفهای هرز و دفع آفات-----۳۲
- ۳-۵-۲- آبیاری-----۳۲
- ۳-۶- نمونه برداری-----۳۳
- ۳-۷- برآورد شاخص سطح برگ و ضریب تخصیص-----۳۳
- ۳-۸- محاسبه درجه روز رشد (GDD) -----۳۴
- ۳-۹- ثبت مشاهدات -----۳۵
- ۳-۹-۱- سبز شدن-----۳۵
- ۳-۹-۲- روز تا گلدهی و محاسبه طول روز-----۳۵
- ۳-۱۰- انتقال مجدد ماده خشک-----۳۵
- ۳-۱۱- توابع، پارامترها و انتخاب مدل برتر -----۳۶
- ۳-۱۲- محاسبه Tb و To با استفاده از مدل لجستیک -----۴۲
- ۳-۱۳- تجزیه و تحلیل اطلاعات -----۴۳

فصل چهارم: نتایج و بحث

- ۴-۱- شرایط آب و هوایی -----۴۵
- ۴-۲- تجزیه و تحلیل رشد -----۴۷
- ۴-۲-۱- شاخص سطح برگ (LAI) -----۴۷

- ۴-۲-۲- تغییرات ماده خشک (TDW) ----- ۵۵
- ۴-۳- عملکرد دانه ----- ۶۳
- ۴-۴- تخصیص ماده خشک به اندام‌های مختلف ----- ۶۷
- ۴-۴-۱- ضرایب توزیع ماده خشک ----- ۶۹
- ۴-۵- فنولوژی ----- ۷۶
- ۴-۵-۱- سبز شدن ----- ۷۶
- ۴-۵-۱-۱- انتخاب مدل مناسب برای کمی کردن واکنش سرعت سبز شدن به دما ----- ۸۰
- ۴-۵-۱-۲- پارامترهای برآورد شده مدل برای مرحله سبز شدن ----- ۸۷
- ۴-۵-۱-۳- انتخاب مدل مناسب برای کمی کردن واکنش سرعت سبز شدن به دما ----- ۸۰
- ۴-۵-۲- گلدهی ----- ۸۹
- ۴-۵-۲-۱- پارامترهای برآورد شده مدل برای مرحله گلدهی ----- ۱۱۳
- ۴-۶- انتقال مجدد ماده خشک ----- ۱۱۹
- ۴-۷- نتیجه گیری ----- ۱۲۶
- ۴-۸- پیشنهادات ----- ۱۲۸
- ۴-۹- منابع مورد استفاده ----- ۱۲۹

فهرست مطالب

جدول ۱-۳- متوسط درجه حرارت در ماه‌های سال ۸۸-۱۳۸۷ بر حسب درجه سانتی‌گراد	۲۷-----
جدول ۲-۳- نتایج تجزیه فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه	۲۹-----
جدول ۳-۳- توابع دمایی مورد استفاده در مدل‌سازی سبز شدن گیاهچه	۳۸-----
جدول ۴-۳- توابع دمایی مورد استفاده در مدل‌سازی نمو فنولوژیکی	۴۱-----
جدول ۵-۳- توابع فتوپریودی مورد استفاده در مدل‌سازی نمو فنولوژیکی	۴۲-----
جدول ۱-۴- حداقل و حداکثر دمای ماهانه، مجموع بارندگی ماهانه و میانگین ساعات آفتابی در سال	
آزمایش در مقایسه با آمار بلند مدت در شرایط آب و هوایی بیارجمند.	۴۶-----
جدول ۲-۴- ماکزیمم شاخص سطح برگ در تاریخ کاشت‌ها و ارقام مورد بررسی	۵۳-----
جدول ۳-۴- مجموع مربعات صفات مورد بررسی در تاریخ‌های کاشت مختلف	۵۴-----
جدول ۴-۴- مقایسه میانگین ماکزیمم شاخص سطح برگ در تاریخ‌های کشت مختلف برای گیاه لوبیا	
چشم بلبلی	۵۴-----
جدول ۵-۴- ماکزیمم ماده خشک تجمعی در تاریخ کاشت‌ها و ارقام مورد بررسی	۵۶-----
جدول ۶-۴- مجموع مربعات برخی صفات برای تاریخ‌های کاشت و واریته‌های مورد بررسی	۵۸-----
جدول ۷-۴- مقایسه میانگین برخی از صفات در تاریخ‌های کشت مختلف	۵۸-----
جدول ۸-۴- مجموع مربعات عملکرد دانه برای تاریخ‌های کشت و واریته‌های مورد بررسی	۶۶-----
جدول ۹-۴- مقایسه میانگین عملکرد دانه (گرم بر مترمربع) در تاریخ‌های کشت (آزمون LSD)	
	۶۶-----
جدول ۱۰-۴- ضرایب تخصیص ماده خشک به برگ در واریته بیارجمند در تاریخ‌های کشت مورد	
مطالعه	۷۴-----

جدول ۴-۱۱- ضرایب تخصیص ماده خشک به برگ در واریته مشهد در تاریخ‌های کشت مورد مطالعه

۷۴-----

جدول ۴-۱۲- ضرایب تخصیص ماده خشک به ساقه در واریته بیارجمند در تاریخ‌های کشت مورد

مطالعه ----- ۷۵

جدول ۴-۱۳- ضرایب تخصیص ماده خشک به ساقه در واریته مشهد در تاریخ‌های کشت مورد مطالعه

----- ۷۵

جدول ۴-۱۴- مقادیر متوسط، حداقل و حداکثر روز تا سبز شدن و دمای هوا در دوره کاشت تا سبز

شدن در واریته بیارجمند ----- ۷۷

جدول ۴-۱۵- مقادیر متوسط، حداقل و حداکثر روز تا سبز شدن و دمای هوا در دوره کاشت تا سبز

شدن در واریته مشهد ----- ۷۷

جدول ۴-۱۶- مجموع مربعات برای زمان از کاشت تا سبز شدن (VE)----- ۷۸

جدول ۴-۱۷- مقایسه میانگین روز تا سبز شدن (VE) در تاریخ‌های کشت مورد بررسی در لوبیا چشم

بلبلی ----- ۷۸

جدول ۴-۱۸- جذر میانگین مربع انحرافات (RMSD)، ضریب تبیین (R^2)، ضریب همبستگی (r) و

ضریب تغییرات (CV) برای مدل‌های مختلف توصیف کننده رابطه سرعت سبز شدن مشاهده شده و

واقعی با دما در گیاه لوبیا چشم بلبلی (رقم بیارجمند) ----- ۸۱

جدول ۴-۱۹- جذر میانگین مربع انحرافات (RMSD)، ضریب تبیین (R^2)، ضریب همبستگی (r) و

ضریب تغییرات (CV) برای مدل‌های مختلف توصیف کننده رابطه سرعت سبز شدن مشاهده شده و

واقعی با دما در گیاه لوبیا چشم بلبلی (رقم مشهد) ----- ۸۱

جدول ۴-۲۰- برآورد دمای پایه (Tb)، دمای مطلوب (To)، برای مرحله سبز شدن با مدل‌های دو

تکه‌ای (S)، بتا (B)، منحنی (C)، لجستیک (L) و مسطح (F) در واریته بیارجمند. دمای سقف به طور

ثابت ۴۵ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شد. ----- ۸۸

جدول ۴-۲۱- برآورد دمای پایه (Tb)، دمای مطلوب (To)، برای مرحله سبز شدن با مدل‌های دو تکه‌ای (S)، بتا (B)، منحنی (C)، لجستیک (L) و مسطح (F) در وارسته مشهد. دمای سقف به طور ثابت ۴۵ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شد. ----- ۸۸

جدول ۴-۲۲- مجموع مربعات برای زمان سبز شدن تا گلدهی (FD) در تاریخ‌های کشت و ارقام مورد بررسی ----- ۹۱

جدول ۴-۲۳- مقایسه میانگین روز از سبز شدن تا گلدهی (FD) در تاریخ‌های کشت و ارقام مورد بررسی در شرایط مزرعه ----- ۹۱

جدول ۴-۲۴- جذر میانگین مربع انحرافات ($RMSD$)، ضریب تبیین (R^2) و ضرایب a و b برای مدل‌های مختلف توصیف کننده رابطه سرعت گلدهی مشاهده شده و واقعی با دما و طول روز در گیاه لوبیا چشم بلبلی در وارسته بیارجمند. در کلیه مدل‌های این جدول تابع دما از نوع درجه دوم (Q) است. ----- ۹۵

جدول ۴-۲۵- جذر میانگین مربع انحرافات ($RMSD$)، ضریب تبیین (R^2) و ضرایب a و b برای مدل‌های مختلف توصیف کننده رابطه سرعت گلدهی مشاهده شده و واقعی با دما و طول روز در گیاه لوبیا چشم بلبلی در وارسته مشهد. در کلیه مدل‌های این جدول تابع دما از نوع درجه دوم (Q) است. ----- ۹۵

جدول ۴-۲۶- جذر میانگین مربع انحرافات ($RMSD$)، ضریب تبیین (R^2) و ضرایب a و b برای مدل‌های مختلف توصیف کننده رابطه سرعت گلدهی مشاهده شده و واقعی با دما و طول روز در گیاه لوبیا چشم بلبلی در وارسته بیارجمند. در کلیه مدل‌های این جدول تابع دما از نوع لجستیک (L) است. ----- ۹۶

جدول ۴-۲۷- جذر میانگین مربع انحرافات ($RMSD$)، ضریب تبیین (R^2) و ضرایب a و b برای مدل‌های مختلف توصیف کننده رابطه سرعت گلدهی مشاهده شده و واقعی با دما و طول روز در گیاه

لوبیا چشم بلبلی در واریته مشهد. در کلیه مدل‌های این جدول تابع دما از نوع لجستیک (L) است.-----۹۶

جدول ۴-۲۸- جذر میانگین مربع انحرافات ($RMSD$)، ضریب تبیین (R^2) و ضرایب a و b برای مدل‌های مختلف توصیف کننده رابطه سرعت گلدهی مشاهده شده و واقعی با دما و طول روز در گیاه لوبیا چشم بلبلی در واریته بیارجمند. در کلیه مدل‌های این جدول تابع دما از نوع مسطح (F) است.-----۹۷

جدول ۴-۲۹- جذر میانگین مربع انحرافات ($RMSD$)، ضریب تبیین (R^2) و ضرایب a و b برای مدل‌های مختلف توصیف کننده رابطه سرعت گلدهی مشاهده شده و واقعی با دما و طول روز در گیاه لوبیا چشم بلبلی در واریته مشهد. در کلیه مدل‌های این جدول تابع دما از نوع مسطح (F) است.-----۹۷

جدول ۴-۳۰- جذر میانگین مربع انحرافات ($RMSD$)، ضریب تبیین (R^2) و ضرایب a و b برای مدل‌های مختلف توصیف کننده رابطه سرعت گلدهی مشاهده شده و واقعی با دما و طول روز در گیاه لوبیا چشم بلبلی در واریته بیارجمند. در کلیه مدل‌های این جدول تابع دما از نوع بتا (B) است.---۹۸

جدول ۴-۳۱- جذر میانگین مربع انحرافات ($RMSD$)، ضریب تبیین (R^2) و ضرایب a و b برای مدل‌های مختلف توصیف کننده رابطه سرعت گلدهی مشاهده شده و واقعی با دما و طول روز در گیاه لوبیا چشم بلبلی در واریته مشهد. در کلیه مدل‌های این جدول تابع دما از نوع بتا (B) است.-----۹۸

جدول ۴-۳۲- برآورد دمای پایه (Tb)، دمای مطلوب (To)، طول روز بحرانی (Cpp) و ضریب حساسیت به طول روز ($ppsen$) برای مرحله گلدهی در واریته بیارجمند با مدل‌های درجه دوم- دو تکه‌ای ($Q-S$)، درجه دوم- درجه دوم ($Q-Q$)، درجه دوم-نمایی ($Q-NE$)، درجه دوم- لجستیک ($Q-L$)، لجستیک - دو تکه‌ای ($L-S$)، لجستیک- درجه دوم ($L-Q$)، لجستیک- نمایی ($L-NE$)، لجستیک- لجستیک ($L-L$)، مسطح- دوتکه‌ای ($F-S$)، مسطح- درجه دوم ($F-Q$)، مسطح-نمایی ($F-NE$)، مسطح- لجستیک ($F-L$)، بتا- دوتکه‌ای ($B-S$)، بتا- درجه دوم ($B-Q$).

بتا- نمایی ($B-NE$)، بتا- لجستیک ($B-L$)، دمای سقف به طور ثابت ۴۵ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شد. ----- ۱۱۵

جدول ۳۳-۴- برآورد دمای پایه (Tb)، دمای مطلوب (To)، طول روز بحرانی (Cpp) و ضریب حساسیت به طول روز ($ppsen$) برای مرحله گلدهی در وارسته مشهد. با مدل‌های درجه دوم- دو تکه‌ای ($Q-S$)، درجه دوم- درجه دوم ($Q-Q$)، درجه دوم-نمایی ($Q-NE$)، درجه دوم- لجستیک ($Q-L$)، لجستیک - دو تکه‌ای ($L-S$)، لجستیک- درجه دوم ($L-Q$)، لجستیک- نمایی ($L-NE$)، لجستیک- لجستیک ($L-L$)، مسطح- دوتکه‌ای ($F-S$)، مسطح- درجه دوم ($F-Q$)، مسطح-نمایی ($F-NE$)، مسطح- لجستیک ($F-L$)، بتا- دوتکه‌ای ($B-S$)، بتا- درجه دوم ($B-Q$)، بتا- نمایی ($B-NE$)، بتا- لجستیک ($B-L$)، دمای سقف به طور ثابت ۴۵ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شد. ----- ۱۱۶

جدول ۳۴-۴- برآورد ضریب ثابت a ، (To)، (Po)، (ap)، (fo) و (at) برای مرحله گلدهی در وارسته بیارجمند با مدل‌های درجه دوم- دو تکه‌ای ($Q-S$)، درجه دوم- درجه دوم ($Q-Q$)، درجه دوم-نمایی ($Q-NE$)، درجه دوم- لجستیک ($Q-L$)، لجستیک- دو تکه‌ای ($L-S$)، لجستیک- درجه دوم ($L-Q$)، لجستیک- نمایی ($L-NE$)، لجستیک- لجستیک ($L-L$)، مسطح- دوتکه‌ای ($F-S$)، مسطح- درجه دوم ($F-Q$)، مسطح- نمایی ($F-NE$)، مسطح- لجستیک ($F-L$)، بتا- دوتکه‌ای ($B-S$)، بتا- درجه دوم ($B-Q$)، بتا- نمایی ($B-NE$)، بتا- لجستیک ($B-L$). ----- ۱۱۷

جدول ۳۵-۴- برآورد ضریب ثابت a ، (To)، (Po)، (ap)، (fo) و (at) برای مرحله گلدهی در وارسته مشهد با مدل‌های درجه دوم- دو تکه‌ای ($Q-S$)، درجه دوم- درجه دوم ($Q-Q$)، درجه دوم-نمایی ($Q-NE$)، درجه دوم- لجستیک ($Q-L$)، لجستیک- دو تکه‌ای ($L-S$)، لجستیک- درجه دوم ($L-Q$)، لجستیک- نمایی ($L-NE$)، لجستیک- لجستیک ($L-L$)، مسطح- دوتکه‌ای ($F-S$)، مسطح- درجه دوم ($F-Q$)، مسطح- نمایی ($F-NE$)، مسطح- لجستیک ($F-L$)، بتا- دوتکه‌ای ($B-S$)، بتا- درجه دوم ($B-Q$)، بتا- نمایی ($B-NE$)، بتا- لجستیک ($B-L$). ----- ۱۱۸

فهرست اشکال

- شکل ۳-۱- روند تغییرات طول روز در طی فصل آزمایش ----- ۲۸
- شکل ۳-۲- روند تغییرات دمای حداکثر و حداقل در طی فصل آزمایش ----- ۲۸
- شکل ۴-۱- روند تغییرات شاخص سطح برگ واریته بیارجمند در مقابل تجمع درجه روزهای رشد برای تاریخ‌های کاشت مورد بررسی (۲۰ اردیبهشت (D۱)، ۴ خرداد (D۲)، ۲۰ خرداد (D۳)، ۴ تیر (D۴)، ۲۰ تیر (D۵)، ۵ مرداد (D۶)). ----- ۵۰
- شکل ۴-۲- روند تغییرات شاخص سطح برگ واریته مشهد در مقابل تجمع درجه روزهای رشد برای تاریخ‌های کاشت مورد بررسی (۲۰ اردیبهشت (D۱)، ۴ خرداد (D۲)، ۲۰ خرداد (D۳)، ۴ تیر (D۴)، ۲۰ تیر (D۵)، ۵ مرداد (D۶)). ----- ۵۰
- شکل ۴-۳- تغییرات شاخص سطح برگ نسبت به زمان در واریته بیارجمند برای تاریخ‌های کشت مورد بررسی (۲۰ اردیبهشت (D۱)، ۴ خرداد (D۲)، ۲۰ خرداد (D۳)، ۴ تیر (D۴)، ۲۰ تیر (D۵)، ۵ تیر (D۵)، ۵ مرداد (D۶)). ----- ۵۲
- شکل ۴-۴- تغییرات شاخص سطح برگ نسبت به زمان در واریته مشهد برای تاریخ‌های کشت مورد بررسی (۲۰ اردیبهشت (D۱)، ۴ خرداد (D۲)، ۲۰ خرداد (D۳)، ۴ تیر (D۴)، ۲۰ تیر (D۵)، ۵ تیر (D۵)، ۵ مرداد (D۶)). ----- ۵۲
- شکل ۴-۵- تغییرات ماده خشک واریته بیارجمند در مقابل زمان برای تاریخ‌های کشت مورد بررسی (۲۰ اردیبهشت (D۱)، ۴ خرداد (D۲)، ۲۰ خرداد (D۳)، ۴ تیر (D۴)، ۲۰ تیر (D۵)، ۵ تیر (D۵)، ۵ مرداد (D۶)). ----- ۵۹

شکل ۴-۶ تغییرات ماده خشک وارسته مشهد درمقابل زمان برای تاریخ‌های کشت مورد بررسی (۲۰ اردیبهشت (D۱)، ۴ خرداد (D۲)، ۲۰ خرداد (D۳)، ۴ تیر (D۴)، ۲۰ تیر (D۵)، ۵ تیر (D۵)، ۵ مرداد (D۶)). ----- ۵۹

شکل ۴-۷ روند تغییرات ماده خشک کل در مقابل تجمع درجه روزهای رشد در وارسته بیارجمند برای تاریخ‌های کاشت مورد بررسی (۲۰ اردیبهشت (D۱)، ۴ خرداد (D۲)، ۲۰ خرداد (D۳)، ۴ تیر (D۴)، ۲۰ تیر (D۵)، ۵ مرداد (D۶)). ----- ۶۰

شکل ۴-۸ روند تغییرات ماده خشک کل در مقابل تجمع درجه روزهای رشد در وارسته مشهد برای تاریخ‌های کاشت مورد بررسی (۲۰ اردیبهشت (D۱)، ۴ خرداد (D۲)، ۲۰ خرداد (D۳)، ۴ تیر (D۴)، ۲۰ تیر (D۵)، ۵ مرداد (D۶)). ----- ۶۰

شکل ۴-۹ روند تغییرات ماده خشک برگ در مقابل تجمع درجه روزهای رشد در وارسته بیارجمند برای تاریخ‌های کاشت مورد بررسی (۲۰ اردیبهشت (D۱)، ۴ خرداد (D۲)، ۲۰ خرداد (D۳)، ۴ تیر (D۴)، ۲۰ تیر (D۴)، ۵ مرداد (D۶)). ----- ۶۱

شکل ۴-۱۰ روند تغییرات ماده خشک برگ در مقابل تجمع درجه روزهای رشد در وارسته مشهد برای تاریخ‌های کاشت مورد بررسی (۲۰ اردیبهشت (D۱)، ۴ خرداد (D۲)، ۲۰ خرداد (D۳)، ۴ تیر (D۴)، ۲۰ تیر (D۵)، ۵ مرداد (D۶)). ----- ۶۱

شکل ۴-۱۱ روند تغییرات ماده خشک شاخه فرعی در مقابل تجمع درجه روزهای رشد در وارسته بیارجمند برای تاریخ‌های کاشت مورد بررسی (۲۰ اردیبهشت (D۱)، ۴ خرداد (D۲)، ۲۰ خرداد (D۳)، ۴ تیر (D۴)، ۲۰ تیر (D۴)، ۵ مرداد (D۶)). ----- ۶۲

شکل ۴-۱۲ روند تغییرات ماده خشک شاخه فرعی در مقابل تجمع درجه روزهای رشد در وارسته مشهد برای تاریخ‌های کاشت مورد بررسی (۲۰ اردیبهشت (D۱)، ۴ خرداد (D۲)، ۲۰ خرداد (D۳)، ۴ تیر (D۴)، ۲۰ تیر (D۵)، ۵ مرداد (D۶)). ----- ۶۲

شکل ۴-۱۳ روند تغییرات عملکرد دانه در واریته بیارجمند در تاریخ‌های کاشت مورد بررسی (۲۰ اردیبهشت (D۱)، ۴ خرداد (D۲)، ۲۰ خرداد (D۳)، ۴ تیر (D۴)، ۲۰ تیر (D۵)، ۵ مرداد (D۶)). ---۶۵

شکل ۴-۱۴ روند تغییرات عملکرد دانه در واریته مشهد در تاریخ‌های کاشت مورد بررسی (۲۰ اردیبهشت (D۱)، ۴ خرداد (D۲)، ۲۰ خرداد (D۳)، ۴ تیر (D۴)، ۲۰ تیر (D۵)، ۵ مرداد (D۶)). ---۶۵

شکل ۴-۱۵ روند تغییرات ماده خشک برگ نسبت به زمان در واریته بیارجمند برای تاریخ‌های کاشت مورد بررسی (۲۰ اردیبهشت (D۱)، ۴ خرداد (D۲)، ۲۰ خرداد (D۳)، ۴ تیر (D۴)، ۲۰ تیر (D۵)، ۵ مرداد (D۶)). -----۶۸

شکل ۴-۱۶ روند تغییرات ماده خشک برگ نسبت به زمان در واریته مشهد برای تاریخ‌های کاشت مورد بررسی (۲۰ اردیبهشت (D۱)، ۴ خرداد (D۲)، ۲۰ خرداد (D۳)، ۴ تیر (D۴)، ۲۰ تیر (D۵)، ۵ مرداد (D۶)). -----۶۸

شکل ۴-۱۷ روند تغییرات ماده خشک برگ نسبت به ماده خشک کل در واریته بیارجمند برای تاریخ‌های کاشت مورد بررسی (۲۰ اردیبهشت (D۱)، ۴ خرداد (D۲)، ۲۰ خرداد (D۳)، ۴ تیر (D۴)، ۲۰ تیر (D۵)، ۵ مرداد (D۶)). -----۷۱

شکل ۴-۱۸ روند تغییرات ماده خشک برگ نسبت به ماده خشک کل در واریته مشهد برای تاریخ‌های کاشت مورد بررسی (۲۰ اردیبهشت (D۱)، ۴ خرداد (D۲)، ۲۰ خرداد (D۳)، ۴ تیر (D۴)، ۲۰ تیر (D۵)، ۵ مرداد (D۶)). -----۷۱

شکل ۴-۱۹ روند تغییرات ماده خشک ساقه نسبت به ماده خشک کل در واریته بیارجمند برای تاریخ‌های کاشت مورد بررسی (۲۰ اردیبهشت (D۱)، ۴ خرداد (D۲)، ۲۰ خرداد (D۳)، ۴ تیر (D۴)، ۲۰ تیر (D۵)، ۵ مرداد (D۶)). -----۷۲

شکل ۴-۲۰ روند تغییرات ماده خشک ساقه نسبت به ماده خشک کل در واریته مشهد برای تاریخ‌های کاشت مورد بررسی (۲۰ اردیبهشت (D۱)، ۴ خرداد (D۲)، ۲۰ خرداد (D۳)، ۴ تیر (D۴)، ۲۰ تیر (D۵)، ۵ مرداد (D۶)). -----۷۲

شکل ۴-۲۱ روند تغییرات سرعت سبز شدن در مقابل دما در واریته بیارجمند ----- ۷۹

شکل ۴-۲۲ روند تغییرات سرعت سبز شدن در مقابل دما در واریته مشهد ----- ۷۹

شکل ۴-۲۳ سرعت سبز شدن (Day^{-1}) برآورد شده توسط تابع بتا در مقابل سرعت مشاهده شده

برای واریته بیارجمند. خط منقطع، خط ۱:۱ می باشد. خط ضخیم رابطه خطی رگرسیونی بین سرعت

سبز شدن برآورد شده و سرعت سبز شدن مشاهده شده است. ----- ۸۲

شکل ۴-۲۴ سرعت سبز شدن (Day^{-1}) برآورد شده توسط تابع بتا در مقابل سرعت مشاهده شده

برای واریته مشهد. خط منقطع، خط ۱:۱ می باشد. خط ضخیم رابطه خطی رگرسیونی بین سرعت

سبز شدن برآورد شده و سرعت سبز شدن مشاهده شده است. -----

۸۲--

شکل ۴-۲۵ سرعت سبز شدن (Day^{-1}) برآورد شده توسط تابع منحنی در مقابل سرعت مشاهده شده

برای واریته بیارجمند. خط منقطع، خط ۱:۱ می باشد. خط ضخیم رابطه خطی رگرسیونی بین سرعت

سبز شدن برآورد شده و سرعت سبز شدن مشاهده شده است ----- ۸۳

شکل ۴-۲۶ سرعت سبز شدن (Day^{-1}) برآورد شده توسط تابع منحنی در مقابل سرعت مشاهده شده

برای واریته مشهد. خط منقطع، خط ۱:۱ می باشد. خط ضخیم رابطه خطی رگرسیونی بین سرعت

سبز شدن برآورد شده و سرعت سبز شدن مشاهده شده است ----- ۸۳

شکل ۴-۲۷ سرعت سبز شدن (Day^{-1}) برآورد شده توسط تابع مسطح در مقابل سرعت مشاهده

شده برای واریته بیارجمند. خط منقطع، خط ۱:۱ می باشد. خط ضخیم رابطه خطی رگرسیونی بین

سرعت سبز شدن برآورد شده و سرعت سبز شدن مشاهده شده است ----- ۸۴

شکل ۴-۲۸ سرعت سبز شدن (Day^{-1}) برآورد شده توسط تابع مسطح در مقابل سرعت مشاهده

شده برای واریته مشهد. خط منقطع، خط ۱:۱ می باشد. خط ضخیم رابطه خطی رگرسیونی بین

سرعت سبز شدن برآورد شده و سرعت سبز شدن مشاهده شده است ----- ۸۴

شکل ۴-۲۹ سرعت سبز شدن (Day^{-1}) برآورد شده توسط تابع لجستیک در مقابل سرعت مشاهده شده برای وارپته بیارجمند. خط منقطع، خط ۱:۱ می‌باشد. خط ضخیم رابطه خطی رگرسیونی بین سرعت سبز شدن برآورد شده و سرعت سبز شدن مشاهده شده است ----- ۸۵

شکل ۴-۳۰ سرعت سبز شدن (Day^{-1}) برآورد شده توسط تابع لجستیک در مقابل سرعت مشاهده شده برای وارپته مشهد. خط منقطع، خط ۱:۱ می‌باشد. خط ضخیم رابطه خطی رگرسیونی بین سرعت سبز شدن برآورد شده و سرعت سبز شدن مشاهده شده است ----- ۸۵

شکل ۴-۳۱ سرعت سبز شدن (Day^{-1}) برآورد شده توسط تابع دوتکه‌ای در مقابل سرعت مشاهده شده برای وارپته بیارجمند. خط منقطع، خط ۱:۱ می‌باشد. خط ضخیم رابطه خطی رگرسیونی بین سرعت سبز شدن برآورد شده و سرعت سبز شدن مشاهده شده است ----- ۸۶

شکل ۴-۳۲ سرعت سبز شدن (Day^{-1}) برآورد شده توسط تابع دوتکه‌ای در مقابل سرعت مشاهده شده برای وارپته مشهد. خط منقطع، خط ۱:۱ می‌باشد. خط ضخیم رابطه خطی رگرسیونی بین سرعت سبز شدن برآورد شده و سرعت سبز شدن مشاهده شده است ----- ۸۶

شکل ۴-۳۳ تغییرات طول روز در طول فصل آزمایش ----- ۹۰

شکل ۴-۳۴ تغییرات دمای حداقل و حداکثر روزانه در طول فصل آزمایش ----- ۹۰

شکل ۴-۳۵ رابطه سرعت گلدهی با دما در وارپته بیارجمند ----- ۹۲

شکل ۴-۳۶ رابطه سرعت گلدهی با دما در وارپته مشهد ----- ۹۳

شکل ۴-۳۷ رابطه سرعت گلدهی با متوسط طول روز در وارپته بیارجمند ----- ۹۳

شکل ۴-۳۸ رابطه سرعت گلدهی با متوسط طول روز در وارپته مشهد ----- ۹۲

شکل ۴-۳۹ مقادیر سرعت گلدهی مشاهده شده در مقابل مقادیر سرعت گلدهی پیش‌بینی شده با مدل درجه دوم-دو تکه‌ای ($Q-S$) در وارپته بیارجمند. ----- ۹۹

شکل ۴-۴۰ مقادیر سرعت گلدهی مشاهده شده در مقابل مقادیر سرعت گلدهی پیش‌بینی شده با مدل درجه دوم-درجه دوم ($Q-Q$) در وارپته بیارجمند. ----- ۹۹

شکل ۴-۴۱ مقادیر سرعت گلدهی مشاهده شده در مقابل مقادیر سرعت گلدهی پیش‌بینی شده با مدل درجه دوم- لجستیک ($Q-L$) در واریته بیارجمند. ----- ۱۰۰

شکل ۴-۴۲ مقادیر سرعت گلدهی مشاهده شده در مقابل مقادیر سرعت گلدهی پیش‌بینی شده با مدل لجستیک - دوتکه‌ای ($L-S$) در واریته بیارجمند. ----- ۱۰۱

شکل ۴-۴۳ مقادیر سرعت گلدهی مشاهده شده در مقابل مقادیر سرعت گلدهی پیش‌بینی شده با مدل لجستیک- درجه دوم ($L-Q$) در واریته بیارجمند. ----- ۱۰۱

شکل ۴-۴۴ مقادیر سرعت گلدهی مشاهده شده در مقابل مقادیر سرعت گلدهی پیش‌بینی شده با مدل لجستیک- لجستیک ($L-L$) در واریته بیارجمند. ----- ۱۰۲

شکل ۴-۴۵ مقادیر سرعت گلدهی مشاهده شده در مقابل مقادیر سرعت گلدهی پیش‌بینی شده با مدل مسطح- دوتکه‌ای ($F-S$) در واریته بیارجمند. ----- ۱۰۳

شکل ۴-۴۶ مقادیر سرعت گلدهی مشاهده شده در مقابل مقادیر سرعت گلدهی پیش‌بینی شده با مدل مسطح- درجه دوم ($F-Q$) در واریته بیارجمند. ----- ۱۰۳

شکل ۴-۴۷ مقادیر سرعت گلدهی مشاهده شده در مقابل مقادیر سرعت گلدهی پیش‌بینی شده با مدل مسطح- نمایی منفی ($F-NE$) در واریته بیارجمند. ----- ۱۰۴

شکل ۴-۴۸ مقادیر سرعت گلدهی مشاهده شده در مقابل مقادیر سرعت گلدهی پیش‌بینی شده با مدل مسطح- لجستیک ($F-L$) در واریته بیارجمند. ----- ۱۰۴

شکل ۴-۴۹ مقادیر سرعت گلدهی مشاهده شده در مقابل مقادیر سرعت گلدهی پیش‌بینی شده با مدل بتا- دوتکه‌ای ($B-S$) در واریته بیارجمند. ----- ۱۰۵

شکل ۴-۵۰ مقادیر سرعت گلدهی مشاهده شده در مقابل مقادیر سرعت گلدهی پیش‌بینی شده با مدل بتا- درجه دوم ($B-Q$) در واریته بیارجمند. ----- ۱۰۵

شکل ۴-۵۱ مقادیر سرعت گلدهی مشاهده شده در مقابل مقادیر سرعت گلدهی پیش‌بینی شده با مدل بتا- نمایی منفی ($B-NE$) در واریته بیارجمند. ----- ۱۰۶

- شکل ۴-۵۲ مقادیر سرعت گلدهی مشاهده شده در مقابل مقادیر سرعت گلدهی پیش‌بینی شده با مدل بتا- لجستیک ($B-L$) در واریته بیارجمند. ----- ۱۰۶
- شکل ۴-۵۳ مقادیر سرعت گلدهی مشاهده شده در مقابل مقادیر سرعت گلدهی پیش‌بینی شده با مدل درجه دوم-دو تکه‌ای ($Q-S$) در واریته مشهد ----- ۱۰۷
- شکل ۴-۵۴ مقادیر سرعت گلدهی مشاهده شده در مقابل مقادیر سرعت گلدهی پیش‌بینی شده با مدل درجه دوم-درجه دوم ($Q-Q$) در واریته مشهد ----- ۱۰۷
- شکل ۴-۵۵ مقادیر سرعت گلدهی مشاهده شده در مقابل مقادیر سرعت گلدهی پیش‌بینی شده با مدل درجه دوم- لجستیک ($Q-L$) در واریته مشهد ----- ۱۰۸
- شکل ۴-۵۶ مقادیر سرعت گلدهی مشاهده شده در مقابل مقادیر سرعت گلدهی پیش‌بینی شده با مدل لجستیک- لجستیک ($L-L$) در واریته مشهد ----- ۱۰۹
- شکل ۴-۵۷ مقادیر سرعت گلدهی مشاهده شده در مقابل مقادیر سرعت گلدهی پیش‌بینی شده با مدل لجستیک- درجه دوم ($L-Q$) در واریته مشهد ----- ۱۰۹
- شکل ۴-۵۸ مقادیر سرعت گلدهی مشاهده شده در مقابل مقادیر سرعت گلدهی پیش‌بینی شده با مدل مسطح- دوتکه‌ای ($F-S$) در واریته مشهد ----- ۱۱۰
- شکل ۴-۵۹ مقادیر سرعت گلدهی مشاهده شده در مقابل مقادیر سرعت گلدهی پیش‌بینی شده با مدل مسطح- نمایی منفی ($F-NE$) در واریته مشهد ----- ۱۱۰
- شکل ۴-۶۰ مقادیر سرعت گلدهی مشاهده شده در مقابل مقادیر سرعت گلدهی پیش‌بینی شده با مدل مسطح- لجستیک ($F-L$) در واریته مشهد ----- ۱۱۱
- شکل ۴-۶۱ مقادیر سرعت گلدهی مشاهده شده در مقابل مقادیر سرعت گلدهی پیش‌بینی شده با مدل بتا- درجه دوم ($B-Q$) در واریته مشهد ----- ۱۱۲
- شکل ۴-۶۲ مقادیر سرعت گلدهی مشاهده شده در مقابل مقادیر سرعت گلدهی پیش‌بینی شده با مدل بتا- نمایی منفی ($B-NE$) در واریته مشهد ----- ۱۱۲

- شکل ۴-۶۳ مقادیر سرعت گلدهی مشاهده شده در مقابل مقادیر سرعت گلدهی پیش‌بینی شده با مدل بتا- لجستیک ($B-L$) در واریته مشهد----- ۱۱۳
- شکل ۴-۶۴ تغییرات انتقال مجدد ساقه در برابر ماده خشک کل در گرده افشانی در واریته بیارجمند ----- ۱۲۱
- شکل ۴-۶۵ تغییرات انتقال مجدد ساقه در برابر ماده خشک کل در گرده افشانی در واریته مشهد ----- ۱۲۱
- شکل ۴-۶۶ تغییرات انتقال مجدد ساقه در برابر ماده خشک ساقه در گرده افشانی در واریته بیارجمند ----- ۱۲۲
- شکل ۴-۶۷ تغییرات انتقال مجدد ساقه در برابر ماده خشک ساقه در گرده افشانی در واریته مشهد ----- ۱۲۲
- شکل ۴-۶۸ تغییرات انتقال مجدد کل اندام‌ها در برابر ماده خشک کل در گرده افشانی در واریته بیارجمند ----- ۱۲۳
- شکل ۴-۶۹ تغییرات انتقال مجدد کل امدام‌ها در برابر ماده خشک کل در گرده افشانی در واریته مشهد ----- ۱۲۳
- شکل ۴-۷۰ واکنش انتقال مجدد ساقه به دما در گرده افشانی در واریته بیارجمند ----- ۱۲۴
- شکل ۴-۷۱ واکنش انتقال مجدد ساقه به دما در گرده افشانی در واریته مشهد ----- ۱۲۴
- شکل ۴-۷۲ واکنش انتقال مجدد ساقه به فتوپریود در گرده افشانی در واریته بیارجمند ----- ۱۲۵
- شکل ۴-۷۳ واکنش انتقال مجدد ساقه به فتوپریود در گرده افشانی در واریته مشهد ----- ۱۲۵



۱-۱- کلیاتی در مورد لوبیا چشم بلبلی

پس از غلات، دومین منبع مهم غذایی بشر، حبوبات می‌باشد. یکی از مهمترین حبوبات در جهان لوبیا است که از نظر سطح زیر کشت در سطح جهانی مقام اول را داراست. تمامی گونه‌های لوبیا متعلق به دو جنس عمده است، جنس *Phaseolus* که شامل گونه‌های بذر درشت آمریکایی است و جنس *Vigna* که شامل گونه‌های بذر آسیایی است (کوچکی و بنیان اول، ۱۳۷۳).

لوبیا چشم بلبلی (*Vigna sinensis*) در رده بقولات گرمسیری قرار گرفته است. این گیاه در محدوده وسیعی از شرایط آب و هوایی جهان رشد می‌کند و در حقیقت یکی از قدیمی ترین گیاهان مناطق گرمسیر و نیمه گرمسیر آفریقا است. منشأ این گیاه آفریقا بوده و از آنجا به هندوستان، چین و قسمت های مرکزی و شمالی آمریکامنتقل شده است. لوبیا چشم بلبلی گیاهی است علفی و یکساله بارشده کم، بوته ای، و تاحدی رونده. این گیاه دارای یازده جفت کروموزوم ($2n=2x=22$) است. از لوبیا چشم بلبلی به عنوان کود سبز، علوفه، سیلو و گیاه پوششی نیز استفاده می کنند. در کشورهای در حال توسعه مردم اساساً از محصولات پرنشاسته مثل برنج، گندم، ذرت، سورگوم، سیب زمینی و کاساوا تغذیه می کنند. این محصولات از نظر پروتئین غنی نیستند، حال آنکه یکی از مشکلات نابهنجار فعلی میلیونها نفر از مردم خصوصاً آنهایی که در مناطق گرم زندگی می کنند کمبود پروتئین است. حبوبات از نظر پروتئین غنی می باشند و در بسیاری از کشورها مصرف می شوند. کمبود پروتئین یا عدم توازن بین مصرف پروتئین و هیدرات کربن از مشخصات رژیم غذایی انسانها در مناطق گرمسیری است. مطالعات حاکی از آن است که ترکیب مناسبی از پروتئین گیاهی می تواند سوء تغذیه و کمبود پروتئین را مرتفع سازد و قسمتی از کمبود پروتئین را می توان بوسیله مصرف حبوبات جبران نمود. ۲۰-۳۰٪ وزن دانه های حبوبات را پروتئین تشکیل می دهد که این میزان ۲-۳ برابر غلات و ۱۰-۲۰ برابر بیشتر از گیاهان غده ای است.

مهمترین ارقام لوبیا چشم بلبلی مورد کشت در ایران عبارتند از لوبیا چشم بلبلی کامران، لوبیا چشم بلبلی واریته مشهد و لوبیا چشم بلبلی واریته ۲۹۰۰۵. که در بین این واریته‌ها واریته مشهد دارای بذر سفید رنگ و زودپز است. رنگ ناف بذر این واریته سیاه و عملکرد آن در استان‌های گرگان، مرکزی و خراسان حدود ۱/۵ تن در هکتار است. از ارقام خارجی آن می‌توان ارقام دیررس *Yard New era Long* و کالیفرنیا را نام برد (کوچکی و بنایان اول، ۱۳۷۳).

۲-۱- خصوصیات مورفولوژیکی و اکولوژیکی لوبیا چشم بلبلی

لوبیا چشم بلبلی گیاهی است علفی و یکساله با رشد کم، بوته‌ای و تا حدی رونده. دارای یک ریشه-ی اصلی به طول ۶۰ الی ۸۰ سانتی‌متر است. عرض آن از ۰/۵ تا ۱/۵ سانتی‌متر متغیر است. رنگ ساقه آن بسته به نوع واریته متفاوت است. برگ‌های آن دمبرگ بلندی داشته و سه برگچه‌ای است. بر روی هر محور گل‌آذین آن بیشتر از ۱۲ گل وجود دارد. غلاف‌های آن پهن یا استوانه‌ای بوده، نسبتاً بلند (۱۰ تا ۲۰ سانتی‌متر) و به سادگی باز می‌شوند. بر روی هر بوته تقریباً ۵۰ غلاف دیده می‌شود و هر غلاف دارای بیش از ۱۶ بذر است. بذرها بیضوی، گرد یا لوله‌ای شکل هستند. سطح بذر صاف و بندرت چروکیده است (کوچکی و بنایان اول، ۱۳۷۳).

با توجه به اقلیم حاره‌ای بسیار گرم منشا لوبیا چشم بلبلی، این گیاه برای رشد طبیعی خود نیاز به حرارت دارد و این حرارت هرگز نبایستی کمتر از ۱۸ درجه سانتی‌گراد باشد. بیشترین نیاز حرارتی آن در دوره‌ی حداثت گلدهی تا رسیدگی است. در مقایسه با دیگر حبوبات گرمسیری، لوبیا چشم بلبلی مقاومت بیشتری به هوای خشک دارد اما در صورت خشکی خاک محصول آن شدیداً کاهش می‌یابد. در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری خشک، کاشت لوبیا چشم بلبلی فقط در شرایط فاریاب موفقیت‌آمیز است اما قادر به تحمل آب اضافی خصوصاً در طی جوانه‌زنی و رسیدن بذرها نمی‌باشد.

واریته‌های زودرس لوبیا چشم بلبلی ظرف ۶۰ تا ۸۰ روز، انواع متوسط‌رس ۸۰ تا ۱۲۰ روز و انواع دیررس ۱۲۰ الی ۱۵۰ روز در مناطق گرمسیر رشد خود را کامل می‌کنند. در دمای مطلوب، یعنی ۲۵ درجه سانتی‌گراد، حدود ۴ الی ۶ روز بعد از کاشت، ساقه‌ها پدیدار می‌شوند. تمامی واریته‌های لوبیا چشم بلبلی بعد از مدت یک‌ماه شروع به انشعاب می‌کنند.

سرعت رشد زایشی و عملکرد بذر لوبیا چشم بلبلی به تغییرات آب و هوا حساس هستند. دوره‌ی نوری و درجه حرارت مهمترین فاکتورهای تنظیم کننده بوده و ژنوتیپ‌های مختلف از این لحاظ متفاوت می‌باشند.

هر چه طول دوره‌ی زایشی در گیاه طولانی‌تر شود، تعداد میوه بیشتر شده و محصول بیشتری نیز تولید می‌شود. شرایط محیطی که این دوره را کوتاه می‌کنند شامل حرارت بالای روز، اختلاف زیاد حرارت روز و شب و تنش خشکی در طی پر شدن دانه‌ها در غلاف می‌باشند.

اکثر واریته‌های لوبیا چشم بلبلی از نظر گیاه‌شناسی دارای رشد نامحدود هستند و به این ترتیب مقدار رشد رویشی گیاه بر میزان محصول اقتصادی اثر کمتری دارد. زیرا این گیاهان حتی با شروع رشد زایشی، قادر به ادامه رشد رویشی خود می‌باشند.

اختلاف زیادی در عملکرد لوبیا چشم بلبلی به چشم می‌خورد. متوسط عملکرد آن در اراضی غرب آفریقا ۸۸ کیلوگرم در هکتار است. علت این کاهش محصول، کشت درهم آن با غلات بوده بدون آنکه کود مصرف شده باشد و یا آن را از حشرات متعدد محافظت کرده باشند. اما هنگامی که به صورت منفرد کشت شود و مدیریت خوبی اعمال گردد، حدود ۱۰۰۰ تا ۴۰۰۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد خواهد داد.

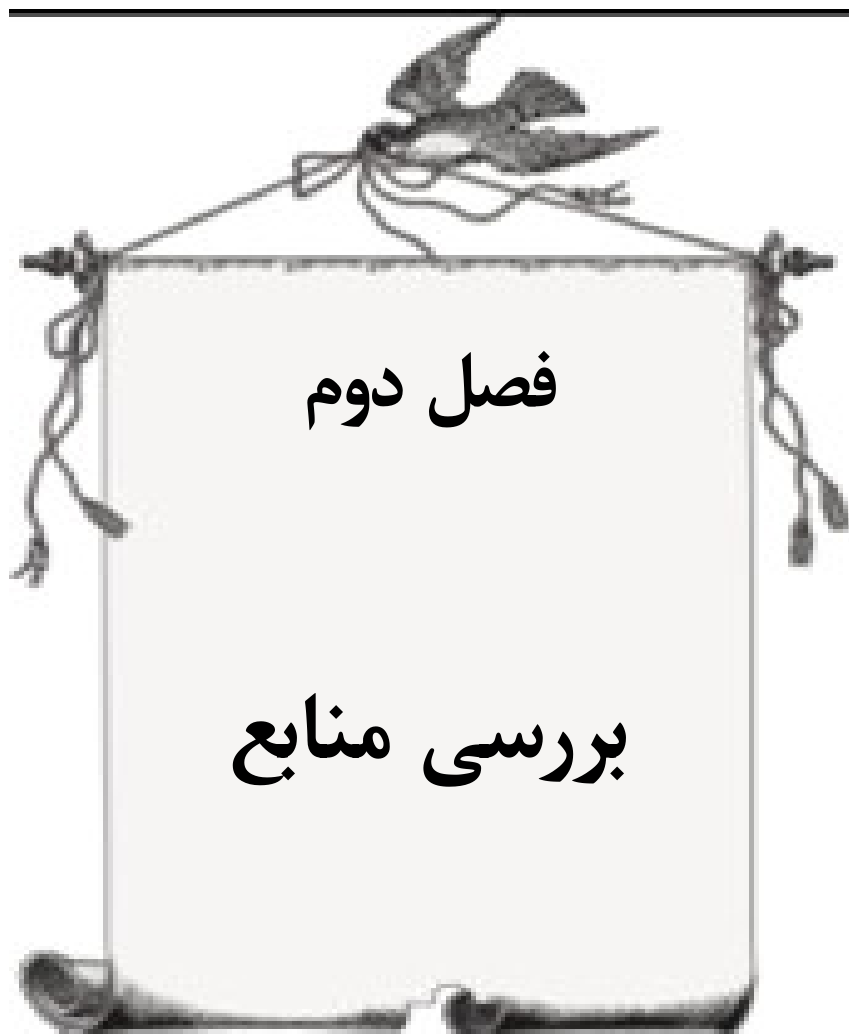
۳-۱- ضرورت مدل سازی و استفاده از مدل

مدل ها قادرند بخوبی نشان دهند که آیا یک مدیریت خاص موجب افزایش عملکرد می شود یا خیر (جی خودریان و اچ. اچ. وان لار، ۱۳۸۱). مدل های گیاهی ابزار مفیدی برای افزایش فهم درباره چگونگی عمل کردن سیستم گیاهی هستند (سینکلر و سیلمن، ۲۰۰۰). هدف اصلی بیشتر مدل های گیاهی پیش بینی عملکرد است اگر چه از آنها برای برآورد فرآیندهای دیگر مانند نمو، رشد و مصرف آب نیز استفاده می شود. بسیاری از مدل های پیش بینی عملکرد دانه، تعداد دانه در واحد سطح، سرعت و طول دوره پر شدن دانه را نیز برآورد می کنند (ریتچی و همکاران، ۱۹۹۸). بعضی دیگر از مدل ها از ضریب تخصیص ماده خشک برای برآورد عملکرد دانه استفاده می کنند (گودریان و وان لار، ۱۹۹۴).

مدل ها محدودیت های جغرافیایی و محیطی را کاهش داده و در مورد گیاهان زراعی برای ارقام مختلف قابل تعمیم می باشند. علاوه بر این، با استفاده از مدل ها می توان در پیشگویی معرفی گیاهان جدید در منطقه اقدام کرد. اجزای عملکرد براساس مشاهدات تجربی در طول دوره رشد بحرانی (محدوده گرده افشانی) به تعداد دانه در گیاه یا در واحد سطح مرتبط است (فیسچر، ۱۹۸۵؛ کنری و همکاران، ۲۰۰۲) با استفاده از این رابطه می توان تعداد دانه را با شبیه سازی فنولوژی و رشد گیاه پیش بینی کرد (ویلالبوس و همکاران، ۱۹۹۶).

گاهی اوقات می توان شبیه سازی را جایگزین آزمایشات مزرعه ای کرد و بدین ترتیب دورنمای نتایج آزمایشی مزرعه ای را وسیع تر و عمیق تر ساخت (کوچکی و بنایان، ۱۳۷۵). از مدل ها می توان در بهبود مدیریت تولید گیاهان زراعی، برای پیش بینی تاریخ های احتمالی برداشت یا پیش بینی عملکرد نهایی، یا به صورت فعال تر، برای پیش بینی مطمئن زمان وقوع حوادث فنولوژیکی استفاده نمود. در نتیجه کود، تنظیم کننده های رشد، نیتروژن، علف کش ها و کنترل بیماری ها در مناسب ترین زمان به کار گرفته می شوند. تعیین پتانسیل عملکرد منطقه ای، کمک به مدیریت آبیاری و ارزیابی اثرات تغییر اقلیم

از کاربردهای دیگر مدل سازی می باشد (پری و همکاران، ۱۹۸۷؛ امام و نیک نژاد، ۱۳۷۳؛ کوچکی و بنایان، ۱۳۷۵). تولید و تخصیص ماده خشک در مدل های شبیه سازی تا حد زیادی به وسیله زمان-بندی مراحل فنولوژیکی تعیین می شود. به طور کلی پیش بینی نمو فنولوژیکی گیاهان، تعیین کننده کاربرد مفید مدل سازی در مطالعه سازگاری گیاهان است.



۲-۱ تأثیر عوامل محیطی بر نمو

مراحل نمو یک گیاه نشان‌دهنده سن فیزیولوژیکی آن بوده که از طریق شکل‌گیری و ظهور اندام‌های مختلف مشخص می‌شوند. تغییرات در تاریخ کاشت یا منطقه می‌تواند به شدت طول مراحل نمو را تغییر دهد. اجزای اصلی محیط که نمو، را تحت تأثیر قرار می‌دهند عبارتند از دما و فتوپریود. عوامل دیگری همچون میزان عناصر غذایی، تراکم، تشعشع و قابلیت دسترسی آب بر رشد و نمو گیاهان اثر می‌گذارند. درجه حرارت‌های بالا و پایین هر دو سبب کاهش سرعت تولید ماده خشک و نیز کاهش پتانسیل عملکرد گیاهان زراعی می‌شوند. به طور کلی، وقوع دماهای نزدیک به دمای بهینه، معادل با سرعت نمو بیشتر است و در نتیجه زمان کوتاه‌تری برای تکمیل یک مرحله نمو خاص لازم می‌شود (کافی و همکاران، ۱۳۸۴). معمولاً خصوصیات ژنتیکی و شرایط محیطی تعیین‌کننده طول دوره قبل از گلدهی به شمار می‌روند.

بسته به خصوصیات ژنتیکی گیاه، مراحل نمو را می‌توان صرفاً به عنوان تابعی از دما و فتوپریود در نظر گرفت (اولیور و آناندل، ۱۹۹۸). کمی کردن اثرات این عوامل بر روی گیاهان، اساس مدل‌های شبیه‌سازی تولید محصولات می‌باشد (آتکینسون و پرتر، ۱۹۹۶؛ استوارت و همکاران، ۱۹۹۸). فرآیند نمو عبارت است از عبور از مراحل فنولوژی مختلف بدون توجه به کم یا زیاد بودن میزان رشد. بنابراین نمو مستلزم انجام تمایز در بافت‌ها می‌باشد. تغییرات متوالی از یک مرحله فنولوژیکی به مرحله بعد، بوسیله پدیده‌هایی نظیر جوانه‌زنی، رشد رویشی، تشکیل جوانه‌ی گل، گلدهی، تشکیل دانه و غیره مشخص می‌گردد (کوچکی و نصیری محلاتی، ۱۳۷۵).

مهمترین عامل محیطی موثر بر نمو گیاهان، دما است. علاوه بر دما، واکنش گیاه به طول روز دو فاکتور محیطی مهم در نمو فنولوژیکی گیاهان محسوب می‌شود (الیس و همکاران، ۱۹۹۰؛ چایوهان و همکاران، ۲۰۰۲).

۲-۲ واکنش گیاهان به دما

در بین عوامل محیطی، دما، تقریباً مهمترین عاملی است که روی رشد، نمو و عملکرد گیاهان تأثیر بسزایی دارد و اثر آن بر رشد و نمو گیاهان به طور گسترده مورد مطالعه قرار گرفته است.

کلیه فعالیت‌های فیزیولوژیکی گیاهان اعم از جوانه‌زنی، گلدهی، رشد، فتوسنتز و تنفس دارای یک آستانه حداکثر و حداقل درجه حرارت می‌باشند که در این محدوده قادر به فعالیت هستند. بنابراین پتانسیل عملکرد هر گیاه در نهایت در ارتباط با رژیم‌های حرارتی است که گیاه در آن زندگی می‌کند. به عنوان مثال ممکن است شرایط درجه حرارت باعث شود یک گیاه استقرار یافته و رشد کند ولی یک تغییر ناگهانی در هوا (مثل سرما) می‌تواند از گلدهی و تولید بذر آن جلوگیری کند (کوچکی و نصیری محلاتی، ۱۳۷۵).

دما مهمترین عامل موثر بر رشد و نمو گیاه بوده و فقط به مقدار جزئی توسط بشر قابل کنترل است. رشد و نمو گیاه زراعی به حدی به دما بستگی دارد، که هر رقم فقط در محدوده‌ی معینی از دما می‌تواند رشد کند. دمای حداقل، مطلوب و حداکثر برای هر فعالیت معروف به دماهای کاردینال هستند. دمای حداقل دمایی است که در پائین‌تر از آن رشد گیاه متوقف می‌شود. این دما را اصطلاحاً، دمای پایه گیاه نیز می‌گویند که برای هر گونه‌ی گیاهی، عدد مشخصی می‌باشد. دمای مطلوب دمایی است که به شرط فراهم بودن سایر عوامل، گیاه حداکثر خود را می‌کند و دمای حداکثر دمایی است که بالاتر از آن رشد گیاه متوقف می‌شود (کوچکی و نصیری محلاتی، ۱۳۷۵).

با افزایش دما بین دمای پایه و دمای مطلوب که تحت عنوان دماهای زیر مطلوب نامیده می‌شوند، گلدهی گیاهان تسریع می‌شود. واکنش به دما در این محدوده‌ی دمایی می‌تواند توسط طول روز تحت تأثیر قرار گیرد (سامرفیلد و همکاران، ۱۹۹۱؛ آتکینسون و پرتز، ۱۹۹۶). دماهای بین دمای مطلوب و دمای سقف (در آن و بالاتر از آن سرعت نمو صفر است) دماهای فوق مطلوب نامیده می‌شوند. با افزایش

دما در این محدوده دمایی، سرعت نمو کاهش می‌یابد. در واقع گیاهان زراعی در محدوده‌ی مشخصی از درجه حرارت می‌توانند رشد و نمو کنند و رشد و نمو آنها تحت دماهای مطلوب به حداکثر می‌رسد. با افزایش دما به سمت دمای سقف سرعت نمو در گیاهان کاهش می‌یابد و ممکن است خسارات غیر قابل برگشتی را در گیاهان سبب شود و یا حتی ممکن است منجر به مرگ گیاه شود (سامرفیلد و همکاران، ۱۹۹۱؛ آتکینسون و پرتر، ۱۹۹۶).

۲-۳ واکنش گیاهان به طول روز

به دلیل وجود فتوپریودیسم در گیاهان زراعی، طول روز عامل محیطی مهمی محسوب می‌شود. بعلاوه طول روز، مدت دریافت نور بوسیله‌ی گیاهان را نیز مشخص می‌سازد. طول روز در واقع زمان بین طلوع تا غروب آفتاب است و برحسب عرض جغرافیایی و فصل سال تغییر می‌یابد (کوچکی و نصیری محلاتی، ۱۳۷۵).

حساسیت به طول روز گیاهان را قادر می‌سازد تا نمو خود را با میانگین اقلیمی الگوهای آب و هوایی انطباق دهند و در نتیجه از نابودی آنها در شرایط آب و هوایی، جلوگیری می‌شود. به همین دلیل، از نظر حساسیت به طول روز، تنوع زیادی بین گونه‌های زراعی و نیز بین ارقام هر گونه وجود دارد.

در واقع نمو گیاهان حساس به فتوپریود، در طول روز بر نمو گیاه موثر بوده و سبب تسریع (گیاهان روز بلند مانند گندم) یا تاخیر آن (گیاهان روز کوتاه مانند سویا) می‌شود (خواجه‌پور، ۱۳۸۶). در پاسخ به طول روز گیاهان به سه گروه اصلی تقسیم می‌شوند: ۱) گیاهان روز کوتاه، ۲) گیاهان روز بلند، ۳) گیاهان بی تفاوت. در دو گروه حساس به طول روز یعنی گیاهان روز کوتاه و روز بلند، گونه‌ها و ژنوتیپ-هایی با واکنش‌های اجباری یا کیفی، و اختیاری یا کمی وجود دارد. در گیاهان روز بلند کیفی با کاهش طول روز از یک مقدار معین (طول روز بحرانی) سرعت گلدهی کاهش می‌یابد. به طوری که با کاهش

بیشتر طول روز به نقطه‌ای می‌رسیم (طول روز سقف) که در آن سرعت گلدهی به صفر می‌رسد. در واکنش از نوع روز بلند کیفی گیاهان در طول روز سقف و یا پائین‌تر از آن هیچ‌گاه به گل نمی‌روند. در گیاهان روز بلند کمی نیز همانند گیاهان روز بلند کیفی با کاهش طول روز از یک مقدار معین (طول روز بحرانی) سرعت گلدهی کاهش می‌یابد ولی در این گیاهان در طول روز سقف و یا پائین‌تر از آن گیاهان با حداقل سرعت به سوی مرحله گلدهی پیش می‌روند و هیچ‌گاه سرعت گلدهی به صفر نمی‌رسد. در این نوع واکنش به طول روز اگر گیاهان در معرض طول روز سقف یا پائین‌تر از آن قرار گیرند طولانی‌ترین زمان ممکن برای رسیدن به مرحله گلدهی را طی می‌کنند.

۲-۴ جوانه زنی و سبز شدن

جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه از مراحل بحرانی و مهم در چرخه زندگی گیاهان است (وینداور و همکاران، ۲۰۰۷). در تولید گیاهان، استقرار مناسب گیاه تعیین کننده تراکم بوته، یکنواختی و اهداف مدیریتی است. همچنین جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه از عوامل تعیین کننده عملکرد و زمان رسیدگی در گیاهان می‌باشند (بریگز و ایتینفیسو، ۱۹۷۹). تاخیر و استقرار نامناسب گیاهچه از مشکلات مدیریتی مهم در نواحی می‌باشد که گیاهان با تنش های خشکی، شوری و دمای پایین مواجه می شوند (لیوینگستون و دی جونگ، ۱۹۹۰). از این رو هر عاملی که از طریق کاهش سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی منجر به استقرار نامناسب و تراکم پایین گیاهچه شود، منجر به کاهش عملکرد می گردد. اثرات شرایط نامطلوب در طول دوره جوانه‌زنی و مراحل اولیه رشد گیاه نسبت به سایر مراحل رشد مهم تر است. بنابراین جوانه‌زنی خوب و مناسب تحت محدوده وسیعی از شرایط محیطی برای استقرار گیاهچه ضروری است (برار و همکاران، ۱۹۹۱؛ جاکوپسن و باج، ۱۹۹۸). جوانه‌زنی با جذب آب توسط بذر شروع می‌شود و با طویل شدن محور جنینی و خروج ریشه‌چه پایان می‌یابد (بیولی، ۱۹۹۷).

جوانه‌زنی یک فرآیند فیزیولوژیکی پیچیده است که تحت تاثیر عوامل ژنتیکی و عوامل محیطی قرار می‌گیرد (فولی و فنی‌مور، ۱۹۹۸؛ میر و پندلتون، ۲۰۰۰). عوامل محیطی تنظیم کننده جوانه‌زنی برای بذرهای بدون کمون شامل دما، آب و اکسیژن می‌شود و برای بذرهای دارای کمون علاوه بر این عوامل، به نور و محیط‌های شیمیایی نیاز می‌باشد (بیولی و بلاک، ۱۹۹۴؛ باسکین و باسکین، ۲۰۰۱) و در بین این عوامل محیطی برای بذرهای بدون کمون، دما و رطوبت زمانی که تهویه مناسب باشد، دارای اهمیت بیشتری هستند (برادفورد، ۱۹۹۰؛ ۲۰۰۲). دما و رطوبت می‌توانند با هم یا به طور جداگانه بر درصد و سرعت جوانه‌زنی اثر گذارند (باسکین و باسکین، ۱۹۹۸).

دما یکی از عواملی است که از طریق تنظیم کمون بر ظرفیت جوانه‌زنی و همچنین بر سرعت جوانه‌زنی تاثیر گذار است (گارسیا-هیدوبرو و همکاران، ۱۹۸۲؛ کبراب و ماردوچ، ۲۰۰۰). حداکثر درصد جوانه‌زنی در گیاهان در دامنه خاصی از دماها رخ می‌دهد و در پایین‌تر و بالاتر از این دامنه دمایی درصد جوانه‌زنی به طور ناگهانی کاهش می‌یابد (کبراب و ماردوچ، ۲۰۰۰). در سال ۱۸۶۰ مشخص شد که گیاهان دارای سه دمای کاردینال شامل دمای پایه یا حداقل، دمای مطلوب و دمای حداکثر یا سقف برای جوانه‌زنی و سبز شدن هستند. دمای پایه و حداکثر دماهایی هستند که به ترتیب در دماهای پایین‌تر و بالاتر از آن دماها، جوانه‌زنی متوقف می‌شود و دمای مطلوب، دمایی است که در آن مراحل جوانه‌زنی در کوتاه‌ترین زمان ممکن است اتفاق بیفتد. به عبارت دیگر، سرعت جوانه‌زنی در حداکثر مقدار خود قرار دارد (آلوارد و برادفورد، ۲۰۰۲). بنابراین، بذرها در یک دامنه دمایی تعریف شده جوانه می‌زنند و سرعت جوانه‌زنی به دما وابسته است. سرعت جوانه‌زنی با افزایش دما تا دمای مطلوب جوانه‌زنی افزایش و بعد از آن کاهش می‌یابد. دلایل مختلفی برای کاهش سرعت جوانه‌زنی در دماهای بالاتر از مطلوب ارایه شده است. برادفورد (۲۰۰۲) پیشنهاد داد که در دماهای بالاتر از مطلوب، تاخوردگی پروتئین‌ها، اختلال در

غشاءها و اثرات متقابل با خشکی وجود دارد. مکانیسم‌های ممکن دیگر در این کاهش به کاهش کارایی متابولیکی در دماهای بالاتر از مطلوب بر می‌گردد (تیگرسون، ۲۰۰۲).

علاوه بر دما، پتانسیل آب خاک نیز یکی از مهمترین عوامل محیطی می‌باشد که بر جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه گیاهان تاثیر می‌گذارد (آندا و همکاران، ۱۹۹۴). توانایی جوانه‌زنی بذرها تحت شرایط رطوبتی، شانس استقرار بیشتر گیاه و تراکم بالاتر را در پی دارد که در نتیجه منجر به افزایش عملکرد می‌شود (بالبافی و همکاران، ۱۹۹۰). به طور معمول سرعت جوانه‌زنی به طور خطی با قابلیت دسترسی به آب افزایش می‌یابد (گومرسون، ۱۹۸۶؛ گریک و همکاران، ۲۰۰۴) و درصد جوانه‌زنی با کاهش پتانسیل آب کاهش نشان می‌دهد (گراندی و همکاران، ۲۰۰۰). در مورد اثرات تنش خشکی بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه و همچنین عملکرد در گیاهان مختلف گزارشاتی وجود دارد (هاکل، ۱۹۹۳؛ البافی و همکاران، ۱۹۹۹؛ روزالاین و همکاران، ۱۹۹۴). به طور کلی مطالعات حاکی از آن است که کاهش پتانسیل آب منجر به کاهش یکنواختی، سرعت جوانه زنی و عملکرد می‌شود. در تحقیقاتی که منگا (۱۹۸۵) انجام داد بیان داشت که با افزایش تنش خشکی درصد جوانه زنی بذور ارزن هندی کاهش یافت. اسوارن و همکاران (۱۹۹۹) و کاران و همکاران (۱۹۸۵) اعلام کردند که با افزایش تنش خشکی در سویا و نخود درصد جوانه‌زنی، رشد گیاهچه و قدرت بذر بطور عموم کاهش می‌یابد. هاکل (۱۹۹۳) گزارش کرد که سرعت و درصد جوانه‌زنی ارقام لوبیا با افزایش تنش خشکی کاهش می‌یابد که درصد کاهش جوانه‌زنی نسبت به درصد جوانه‌زنی بیشتر بود. البافی و همکاران (۱۹۹۹) گزارش کردند که با افزایش تنش خشکی درصد و سرعت جوانه‌زنی ارقام گندم کاهش یافت و حساسیت سرعت جوانه‌زنی به تغییرات تنش خشکی بیشتر از درصد جوانه‌زنی بود.

در مورد اثرات متقابل دما و تنش خشکی بر جوانه‌زنی مطالعاتی در گیاهان مختلف انجام شده است

(لیوینگستون و دی‌جونگ، ۱۹۹۰؛ آندا و پینتر، ۱۹۹۴؛ هاکل، ۱۹۹۳؛ بلوم نتال و همکاران، ۱۹۹۶).

در مطالعاتی که آندا و پبتر (۱۹۹۴) بر روی سورگوم انجام دادند مشخص شد که واکنش درصد سبز شدن این گیاه با افزایش دما در پتانسیل‌های مختلف خشکی متفاوت است. نامبردگان گزارش کردند که در پتانسیل -0.2 - مگاپاسکال ما بین دماها از لحاظ درصد سبز شدن تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. اما در پتانسیل -0.4 - مگاپاسکال با افزایش دما درصد سبز شدن به طور خطی افزایش یافت که به‌ازای هر درجه افزایش دما از ۹ تا ۱۶ درجه سانتی‌گراد، درصد افزایش سبز شدن سورگوم در پتانسیل -0.4 - مگاپاسکال 4.2 درصد و در پتانسیل -0.2 - مگاپاسکال 0.64 درصد بود. همچنین نامبردگان بیان داشتند که بذرها در دمای ۱۶ درجه سانتی‌گراد نسبت به دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد حدود ۸ روز دیرتر سبز شدند. در مطالعه‌ای دیگر بر روی علف بام (*Downy brome*)، ماسی (۱۹۷۶) گزارش کرد که شرایط مطلوب دمایی و رطوبتی برای جوانه‌زنی این گیاه بین ۱۵ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد و -0.3 تا -0.4 - مگاپاسکال می‌باشد. عوامل محیطی اغلب در تنظیم جوانه‌زنی بذرها با یکدیگر اثر متقابل دارند. برای مثال کبراب و ماردوچ (۱۹۹۹) در گل جالیز گزارش کردند که بذرها این گیاه در دمای مطلوب در سطوح پایین‌تری از پتانسیل آب جوانه می‌زنند. همچنین گزارش شده است که پتانسیل آب پایه برای جوانه زنی بذرها گیاهان زراعی با افزایش دما در بالاتر از دمای مطلوب افزایش می‌یابد (آلواردو و برادفورد، ۲۰۰۲؛ روز و فینچ-ساویج، ۲۰۰۳). علاوه بر آن گزارش شده است که روابط بین سرعت جوانه زنی و دما می‌تواند به وسیله قابلیت دسترسی به آب تغییر کند (روز و فینچ-ساویج، ۲۰۰۳).

۲-۵ کمی سازی واکنش جوانه زنی به دما

نوعی از مدل‌های ریاضی برای شرح رابطه بین سرعت جوانه زنی و دما استفاده شده است (شفیعی و پرایس، ۲۰۰۱؛ سلطانی و همکاران، ۲۰۰۶). امتیاز این توابع این است که پارامترهای این مدل‌ها دارای مفهوم بیولوژیکی هستند، مانند دماهای کاردینال و سرعت ذاتی جوانه‌زنی و سبز شدن. بنابراین برخی از

محققین از این مدل‌ها برای به دست آوردن دماهای کاردینال یعنی دمای پایه، دمای مطلوب و دمای سقف استفاده کرده‌اند (جام و کا تفورس، ۲۰۰۴؛ هاردیگری، ۲۰۰۶؛ هاردیگری و ویناسترال، ۲۰۰۶؛ جامی الاحمدی و کافی، ۲۰۰۷).

سلطانی و همکاران (۲۰۰۸) و اکرم قادری و همکاران (۱۳۸۷) از مدل زیر برای کمی سازی واکنش جوانه زنی به دما استفاده کردند:

$$R_{\Delta} = f(T) / R_{max} \quad (1-2)$$

در این رابطه $f(T)$ تابع دما است که از صفر در دمای پایه و سقف تا ۱ در دمای مطلوب تغییر می‌کند، R_{max} حداکثر سرعت ذاتی جوانه‌زنی در دمای مطلوب است. بنابراین $1/R_{max}$ حداقل ساعت تا جوانه‌زنی را در دمای مطلوب نشان می‌دهد. توابع دمایی مختلفی برای واکنش جوانه‌زنی به دما وجود دارند. سه تابع دمایی پرکاربردتر برای بررسی واکنش جوانه‌زنی بذرها به دما آزمون شده است (سلطانی و همکاران، ۲۰۰۶؛ سلطانی و همکاران، ۲۰۰۸؛ اکرم قادری و همکاران، ۲۰۰۸).

تابع دوتکه‌ای:

$$f(T) = \left(\frac{T - T_b}{T_o - T_b} \right) \quad \text{if } T_b < T \leq T_o \quad (2-2)$$

$$f(T) = \left(\frac{T_c - T}{T_c - T_o} \right) \quad \text{if } T_o < T < T_c$$

$$f(T) = 0 \quad \text{if } T \leq T_b \text{ or } T \geq T_c$$

تابع بتا:

$$f(T) = \left\{ \left[\left(\frac{T - T_b}{T_o - T_b} \right) \left(\frac{T_c - T}{T_c - T_o} \right) \right] \right\}^{\frac{(T_c - T_o)}{(T_o - T_b)}} \quad (3-2)$$

تابع دند/ن مانند:

$$f(T) = \left(\frac{T - T_b}{T_{o1} - T_b} \right) \quad \text{if } T_b < T < T_{o1} \quad (4-2)$$

$$f(T) = \left(\frac{T_c - T}{T_c - T_{o2}} \right) \quad \text{if } T_{o2} < T < T_c$$

$$f(T) = 1 \quad \text{if } T_{o1} < T < T_{o2}$$

$$f(T) = 0 \quad \text{if } T \leq T_b \text{ or } T \geq T_c$$

در این روابط T دما، T_b دمای پایه؛ T_o دمای مطلوب؛ T_{o1} دمای مطلوب پایینی (برای تابع دندان مانند)؛ T_{o2} دمای مطلوب بالایی (برای تابع دندان مانند)؛ T_c دمای سقف و α پارامتر شکل برای تابع بتا است که انحنای تابع را تعیین می‌کند. سلطانی و همکاران (۲۰۰۸) به بررسی اثرات زوال بذر بر واکنش جوانه‌زنی به دما در گندم پرداختند. ایشان از معادله (۲-۱) برای توصیف واکنش بذرهای زوال یافته به دما استفاده کردند و همچنین سه تابع دمایی دندان مانند، دوتکه‌ای و بتا (معادلات ۲-۲ تا ۴-۲) را بکار بردند. ایشان در مطالعه خود نشان دادند که بهترین تابع برای توصیف رابطه سرعت جوانه زنی و دما تابع دندان مانند بود. همچنین ایشان گزارش کردند که هیچ یک از دماهای کاردینال تحت تاثیر زوال بذر قرار نمی‌گیرند ولی سرعت ذاتی جوانه‌زنی با زوال بذر کاهش یافت.

اکرم قادری و همکاران (۱۳۸۷) اثر پرایمینگ بر واکنش جوانه زنی به دما در پنبه را مورد مطالعه قرار دادند. آنها نشان دادند که پرایمینگ سبب تغییر شکل منحنی واکنش دما به سرعت جوانه‌زنی بذرهای پنبه گردید. به طوری که واکنش سرعت جوانه‌زنی بذرهای شاهد به دما از تابع دوتکه‌ای (معادله ۲-۲) و واکنش بذرهای پرایمینگ شده از تابع دندان مانند (معادله ۴-۲) پیروی کرد. آنها نشان دادند که پرایمینگ سبب تغییر دماهای کاردینال بذرهای پنبه گردید. به طوری که توانست دمای پایه جوانه زنی را حدود ۱ درجه سانتی گراد کاهش دهد. همچنین محدوده تحمل به دماهای بالا را نیز افزایش داد.

برخی محققین نیز از مدل ترمال تایم برای توصیف واکنش جوانه‌زنی به دما استفاده نموده‌اند (بیرهازن و واگن ورت، ۱۹۷۴؛ لارسن و همکاران، ۲۰۰۴). بر طبق این مدل ترمال تایم برای جوانه‌زنی ($\theta_T(g)$) بر حسب درجه روز) برای یک درصد جوانه‌زنی خاص (g) به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\theta_T(g) = (T - T_b) t_g \quad (5-2)$$

که T دمای واقعی، T_b دمای پایه برای جوانه زنی، t_g زمان برای جوانه‌زنی درصدی خاص از بذرها است. از آنجایی که سرعت جوانه زنی (GR) عکس زمان تا خروج ریشه‌چه درصد خاصی از جمعیت است می‌توان معادله (۵-۲) را به صورت زیر بیان کرد (وانگ، ۲۰۰۵):

$$GR = 1 / t_g = (T - T_b) / \theta_T(g) \quad (6-2)$$

لارسن و همکاران (۲۰۰۴) از تجزیه پروبیت (معادله ۷-۲) با تغییر T_b برای بدست آوردن بهترین برازش استفاده کردند. به این صورت که همه درصد جوانه‌زنی‌های مشاهده شده در مقیاس پروبیت در مقابل لگاریتم ترمال تایم رگرسیون گرفته شدند:

$$Probit(g) = \{ \log [(T - T_b) t_g] - \log (\theta_T(50)) \} / \sigma \theta_T \quad (7-2)$$

که $Probit(g)$ پروبیت تبدیل درصد جوانه‌زنی تجمعی، $\theta_T(50)$ میانگین ترمال تایم برای جوانه‌زنی، و $\sigma \theta_T$ انحراف استاندارد در $\log \theta_T$ هستند. زمانی که T_b تخمین زده شد می‌توان همه ترمال تایم‌های جوانه‌زنی (t_g) را در مقیاس ترمال تایم با ضرب کردن در فاکتور $(T - T_b)$ نرمال کرد (لارسن و همکاران، ۲۰۰۴). کیو و همکاران (۲۰۰۶) از مدلی برای تعیین سبز شدن درصد خاصی از بذرها استفاده کردند که به صورت زیر می‌باشد:

$$emergence(\%) = a(1 - \exp(-by))^c \quad (8-2)$$

در این معادله a حداکثر پارامتر (حداکثر درصد سبز شدن)، b سرعت پارامتر (سرعت سبز شدن)، c شکل پارامتر و y زمان حرارتی برای درصد خاصی از سبز شدن است. کیو و همکاران (۲۰۰۶) از این دو مدل (۲-۲)

۵ و ۸-۲) برای پیش بینی سبز شدن علف باغ تحت رژیم های دمایی متناوب استفاده کردند. ایشان نشان دادند که دمای پایه برای سبز شدن بین $\frac{3}{6}$ تا $\frac{1}{9}$ ، حداکثر درصد سبز شدن بین ۶۷ تا ۹۱ درصد، سرعت سبز شدن بین $0/019$ تا $0/058$ برای دو گونه مورد آزمایش آن ها در سه دمای مختلف قرار داشتند.

۲-۶ کمی سازی واکنش به پتانسیل آب

هیدروتایم مدلی است که الگوی جوانه زنی در واکنش به پتانسیل آب در محیط بذر را شرح می دهد. گومرسون (۱۹۸۶) نشان داد که زمان برای جوانه زنی به بزرگی اختلاف بین پتانسیل آب بذر با محیط آن و آستانه پتانسیل فیزیولوژیکی برای خروج ریشه چه (ψ_b) بستگی دارد. لارسن و همکاران (۲۰۰۴) و برادفورد و استیل (۲۰۰۴) نشان دادند که می توان رابطه جوانه زنی با پتانسیل آب را توسط مدل هیدروتایم (معادله ۲-۹) توصیف کرد:

$$\theta_H = [\psi - \psi_b(g)] t_g \quad (۲-۹)$$

که در این رابطه θ_H ثابت هیدروتایم، ψ پتانسیل واقعی بذر، $\psi_b(g)$ پتانسیل پایه یا آستانه برای جوانه زنی کسر خاصی از بذور (g) و t_g زمان برای خروج ریشه چه کسر خاصی از بذور هستند. اگر θ_H ثابت باشد t_g به طور متناسب با ψ کاهش می یابد و به $\psi_b(g)$ نزدیک می شود. برادفورد و استیل (۲۰۰۴) نشان دادند که می توان معادله (۲-۹) را به شکل معادله (۲-۱۰) ارایه کرد که رابطه بین پتانسیل آب و سرعت جوانه زنی (GRg) را نشان می دهد:

$$GRg = 1/t_g = (\psi - \psi_b(g)) / \theta_H \quad (۲-۱۰)$$

بنابراین قراردادن سرعت جوانه زنی در برابر پتانسیل آب، خطی مستقیم با شیب $1/\theta_H$ می دهد که عرض از مبدا آن روی محور پتانسیل آب مساوی با $\psi_b(g)$ است (برادفورد و استیل، ۲۰۰۴). اگر این رابطه

برای درصد‌های جوانه‌زنی مختلف پلات شود، یک سری خط‌های موازی با شیب یکسان $1/\theta_H$ ولی عرض از مبدا متفاوت $\psi_b(g)$ ایجاد می‌شود. بنابراین، نوسان نسبی یک مقدار معین ψ_b در جمعیت بذری منحنی زنگوله‌ای نرمال است، که می‌تواند با میانگین $\psi_b(50)$ و انحراف معیار $\sigma\psi_b$ تعریف شود (برادفورد، ۱۹۹۷؛ برادفورد و استیل، ۲۰۰۴).

لارسن و همکاران (۲۰۰۴) با فرض این که واریانس پتانسیل پایه در یک توده بذری از توزیع نرمال پیروی می‌کند، روش پروبیت را برای تخمین پارامترها در مدل هیدروتایم به صورت زیر بکار بردند:

$$probit(g) = [\psi - (\theta_H / t_g) - \psi_b(50)] / \sigma\psi_b \quad (11-2)$$

در این روش می‌توان درصد‌های جوانه‌زنی در مقیاس پروبیت را در مقابل $\psi - (\theta_H / t_g)$ رگرسیون نمود و با تغییر θ_H بهترین برازش را بدست آورد. این پژوهشگران، همچنین برای مقایسه دوره‌های زمانی جوانه‌زنی با مقادیر پتانسیل مختلف اقدام به نرمال سازی کردند. این نرمال سازی اجازه ارزیابی مدل برای شرح رفتار جوانه‌زنی را می‌دهد. ایشان در نهایت همه داده‌های نرمال سازی شده در مقیاس نرمال تایم را با استفاده از تخمین دمای پایه در پتانسیل صفر مگاپاسکال نرمال سازی کردند.

وینداوتر و همکاران (۲۰۰۷) از آنالیز هیدروتایم برای بررسی واکنش جوانه‌زنی بذور *Lesquerella*

در واکنش به پرایمینگ استفاده کردند. در مطالعه ایشان آنالیز هیدروتایم نشان داد که در دماهای مختلف بذره‌های پرایمینگ شده در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد بهتر از بذور پرایمینگ شده در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد و شاهد بودند. ایشان نشان دادند که میانگین پتانسیل پایه $\psi_b(50)$ در دماهای مختلف برای بذره‌های شاهد بیشترین و برای بذور پرایمینگ شده در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد کمترین بود. به بیان دیگر پرایمینگ موجب شد که بذرها در پتانسیل پایین‌تری جوانه بزنند. همچنین هیدروتایم (θ_H) مورد نیاز برای جوانه زنی با پرایمینگ کاهش یافت. در مقابل، یکنواختی جوانه‌زنی (که با $\sigma\psi_b$ شرح داده می‌شود) واکنش زیادی به تیمار پرایمینگ نشان نداد. ایشان نتیجه‌گیری کردند که احتمالاً بذره‌های

پرایمینگ شده در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد در مزرعه نیز کارکرد بهتری نسبت به بذرهای پرایمینگ شده در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد و شاهد خواهد داشت. نتایج کشت آنها در جعبه‌های چوبی حاوی خاک با پتانسیل‌های ۵۰ و ۷۵ درصد ظرفیت زراعی نشان داد که، نتایج آنالیز هیدروتایم با کشت آنها مطابقت دارد.

در مطالعه‌ای، برادفورد و استیل (۲۰۰۴) از آنالیز هیدروتایم بر روی بذرهای پلیت شده کاهو در دو تیمار شاهد و پرایمینگ استفاده کردند. آنها مشاهده نمودند که بذرهای پرایمینگ شده در مقایسه با بذرهای شاهد سریع‌تر جوانه زدند که این جوانه زنی سریع‌تر به علت مقدار $\psi_b(50)$ کمتر برای بذرهای پرایمینگ شده است که منجر به جوانه زنی بهتر آنها در پتانسیل‌های پایین‌تر شد (برادفورد و استیل، ۲۰۰۴). در برخی موارد دیگر اثر پرایمینگ بذر در سرعت‌های جوانه‌زنی بیشتر به علت کاهش θ_H و اثر کمتر بر $\psi_b(50)$ بود (داهل و برادفورد، ۱۹۹۰؛ برادفورد و سومساکو، ۱۹۹۴).

آزمایشی با ترکیبات وسیعی از روش‌های پرایمینگ و حبه‌کردن نشان داد که بسته به نوع رقم، توده بذر و تیمارهای خاص بکار رفته، اثر هر سه پارامتر مدل هیدروتایم را می‌توان مشاهده کرد (برادفورد و استیل، ۲۰۰۴). حبه‌کردن این بذرها بدون پرایمینگ موجب تاخیر در جوانه‌زنی به ویژه در پتانسیل‌های پایین‌تر شدند. پرایمینگ بذرها بدون حبه‌کردن بر این تاخیر غلبه کرد. به هر حال ترکیب پرایمینگ و حبه‌کردن بذرها، منجر به جوانه‌زنی خیلی سریع حتی در پایین‌ترین پتانسیل‌ها شد. مقادیر متفاوت پارامترهای هیدروتایم در هر مورد نشان می‌دهد که چگونه این تفاوت می‌تواند انواع مختلفی از کارکرد بذر را در واکنش به تیمارهای مختلف نشان دهد.

۲-۷ کمی سازی واکنش به دما و پتانسیل آب (مدلهای هیدروترمال تایم)

مدل ترمال تایم و هیدروتایم با یکدیگر ترکیب شده‌اند و از مدل هیدروترمال تایم برای توصیف ترکیب اثر دما و رطوبت بر جوانه‌زنی استفاده شده است (گامرسون، ۱۹۸۶؛ برادفورد، ۱۹۹۵؛ آلن و همکاران، ۲۰۰۰). فرض اصلی مدل هیدروترمال تایم این است که دمای پایه برای جوانه‌زنی بذریه‌ای که در کمون نیستند مستقل از پتانسیل آب است، و این که پتانسیل آب پایه برای درصد جوانه‌زنی مستقل از دما است (برادفورد، ۱۹۹۵). این فرض در برخی مطالعات تغییر کرد (گامرسون، ۱۹۸۶؛ چنگ و برادفورد، ۱۹۹۹؛ گرندی و همکاران، ۲۰۰۰). به طوری که در برخی موارد پتانسیل آب پایه با تغییر دما تغییر نشان داد (داهل و برادفورد، ۱۹۹۴؛ آلواردو و برادفورد، ۲۰۰۲) و همچنین دمای پایه می‌تواند با کاهش پتانسیل آب افزایش یابد (فیفیلد و گرگوری، ۱۹۸۹؛ کبراب و ماردوچ، ۱۹۹۹). به هر حال اثر متقابل بین پتانسیل آب و دما معمول نیست. آلن و همکاران (۲۰۰۰) به طور موفقیت آمیزی از مدل هیدروترمال تایم به عنوان ابزاری برای مقایسه واکنش جوانه‌زنی گونه‌های مختلف به رطوبت و دما استفاده کردند. ایشان ذکر کردند که در برخی گونه‌ها برازش مدل مناسب نبود و اگر آنالیز هیدروترمال تایم برای هر دما به طور جداگانه برازش یابد، این برازش می‌تواند بهبود یابد. مطالعات دیگری نیز نشان داده است که پارامترهای هیدروتایم ممکن است با دما تغییر یابند (نی و برادفورد، ۱۹۹۲؛ داهل و برادفورد، ۱۹۹۴؛ آلواردو و برادفورد، ۲۰۰۲). بنابراین، در هنگام استفاده از مدل هیدروترمال تایم در مطالعات جوانه‌زنی مقایسه‌ای باید به امکان اثرات متقابل دما و رطوبت بر جوانه‌زنی توجه شود، و قابلیت کاربرد مدل باید برای هر گونه ارزیابی شود.

وقتی که دما و پتانسیل آب هر دو تغییر کنند، سرعت جوانه‌زنی را می‌توان با ترکیب مقیاس زمانی هیدروترمال بر طبق مدل هیدروترمال تایم شرح داد (گومرسون، ۱۹۸۶؛ برادفورد، ۱۹۹۵). مدل هیدروترمال تایم از ترکیب معادلات ۲-۵ و ۲-۸ به صورت زیر به دست می‌آید:

$$\theta_{TH} = (\psi - \psi_b(g)) (T - T_b) t_g \quad (12-2)$$

که θ_{TH} ثابت هیدروترمال تایم است. یعنی ترکیب ترمال تایم تجمع یافته در دماهای بالاتر از دمای پایه و هیدروتایم تجمع یافته در سطوح پتانسیل بالاتر از پتانسیل پایه. مدل هیدروترمال تایم فرض می‌کند که θ_{TH} و T_b برای همه بذرها در یک توده ثابت هستند. این تابع واکنش جوانه‌زنی در دماهای زیر مطلوب و در پتانسیل‌های مختلف آب را به خوبی توصیف می‌کند. آلوارادو و برادفورد (۲۰۰۲) بیان داشتند که برای دماهای بالاتر از مطلوب، بین دما و پتانسیل آب اثرات متقابل وجود دارد. بنابراین این تابع در دماهای بالاتر از مطلوب برازش مناسبی ندارد. آلوارا و برادفورد (۲۰۰۲) برای رفع این معضل، تابع زیر را ارائه کردند:

$$\theta_{HT} = \{\psi - \psi_b(g) - [kT(T - T_0)]\}(T - T_b) t_g \quad (13-2)$$

که $[kT(T - T_0)]$ تنها زمانی استفاده می‌شود که دما بیشتر از دمای مطلوب ($T > T_0$) باشد و در این دامنه دمایی، مقدار $\psi_b(g)$ برابر با $\psi_b(T_0)$ است و $T - T_b$ معادل $T_0 - T_b$ می‌باشد. البته لازم به ذکر است که این تابع زمانی استفاده می‌شود که نقطه مطلوب یک نقطه باشد و زمانی که دمای مطلوب دارای دامنه باشد این تابع برازش مناسبی ندارد. با استفاده از دمای پایه تخمین زده شده در پتانسیل صفر مگاپاسکال بر طبق معادله (۵-۲) می‌توان پارامترهای θ_{HT} ، $\psi_b(50)$ و σ_{ψ_b} را توسط آنالیز پروبیت تخمین زد:

$$Probit(g) = \{[\psi - \theta_{HT} / (T - T_b) t_g] - \psi_b(50)\} / \sigma_{\psi_b} \quad (14-2)$$

لارسن و همکاران (۲۰۰۴) همه درصدهای جوانه‌زنی در آزمایش خود را در مقابل $\theta_{HT} / (T - T_b) t_g$ با تغییر θ_{HT} تا بهترین برازش، رگرسیون گرفتند. آنها بر اساس روش برادفورد (۱۹۹۵) زمان تا جوانه‌زنی نرمال شده (t_g) را در سطوح مختلف پتانسیل آب و دما به جزء زمان در پتانسیل صفر مگاپاسکال را با ضرب کردن همه مقادیر t_g در فاکتور $\{1 - [\psi - \psi_b(g)]\}(T - T_b)$ بدست آوردند که اجازه ارزیابی برازش مدل را می‌دهد.

میر و همکاران (۲۰۰۰) از مدل هیدرو ترمال تایم برای مطالعه اثرات دما، از بین رفتن کمون و پرایمینگ در *Elymus elymoides* استفاده کردند. به دلیل این که اثر متقابل ترمال تایم و دما معنی‌دار نبود، رابطه بین پتانسیل آب پایه و ترمال تایم در مطالعه آنها بهتر توصیف شد. به طوریکه یک شیب یکسان و یک دمای پایه برای همه دماها و هر توده بذری به دست آمد. این شیب یکسان میزان کاهش در پتانسیل آب پایه را در هر درجه روز نشان می‌دهد. وانگ (۲۰۰۵) در مطالعه خود بر روی دو توده بذر *winterfat* با دو اندازه بذر کوچک و بزرگ از مدل هیدروترمال تایم استفاده کردند. مقدار پتانسیل پایه در دماهای میانی (۱۰ تا ۱۵ درجه سانتی گراد) در کمترین مقدار بود و اختلاف بین پتانسیل‌های پایه بین دماها بیشتر از ۰/۵ مگاپاسکال بود.

وانگ (۲۰۰۵) نشان داد که با افزایش پتانسیل آب، دمای پایه برای جوانه‌زنی توده‌های مورد بررسی ایشان به صورت خطی کاهش یا فت. این نشان می‌دهد که دمای پایه در این گیاه به پتانسیل آب وابسته است و قابلیت دسترسی آب بیشتر موجب کاهش دمای پایه می‌شود.

۲-۸ انتقال مجدد^۱ ماده خشک

فتوسنتز اولین منبع هیدرات کربن برای نگهداری و رشد است. توزیع مجدد یا انتقال داخلی دومین منبع بشمار می‌رود. در واقع گلوکز تشکیل شده قبل از گلدھی که به صورت پلی ساکاریدهایی چون نشاسته ذخیره شده، در مرحله تشکیل دانه که فتوسنتز قادر به تامین احتیاجات مقصد های گیاه نیست، این ترکیبات ذخیره ای می‌تواند دوباره منتقل شوند و به مراکز فعال، مانند دانه ها حرکت نمایند. در عموم مدل های شبیه سازی گندم انتقال مجدد به طور ساده به صورت درصدی از ماده خشک کل (یا اندام ها جداگانه) در گرده افشانی که قابل انتقال مجدد می باشد، لحاظ شده است. همچنین این امر به

^۱ - Remobilization

صورت بخشی از ماده خشک گرد آمده در طی یک دوره ویژه قبل از گرده افشانی تا شروع پرشدن دانه (مثلا ظهور برگ پرچم تا شروع پر شدن دانه) مدل سازی شده است. در نخود، سلطانی و همکاران (۱۳۸۴) مقدار ماده خشک قابل انتقال مجدد را به کل ماده خشک گرد آمده در شروع پر شدن دانه ارتباط دادند زیرا نتایج نشان داده بود که در شرایط مناسب برای رشد رویشی زیاد، وابستگی عملکرد به انتقال مجدد کاهش می یابد.

در غلات، انتقال مجدد بین ۳ تا ۶۴ درصد از وزن خشک نهایی دانه را شامل می شود (راوسون و ایوارد، ۱۹۷۱؛ پالتا و همکاران، ۱۹۹۴). معمولاً، آسیمیلاتهای ذخیره شده قبل از گرده افشانی در ساقه و برگ گندم ۲۵ تا ۳۰٪ از وزن نهایی دانه را شامل می شود (راوین و ایواردس، ۱۹۷۱؛ هانس، ۱۹۹۳؛ گیبینگ و اسپنیدر، ۱۹۹۹؛ یانگ و همکاران، ۲۰۰۰). همچنین، وان هروارد و همکاران (۱۹۹۸) گزارش کردند که انتقال مجدد بیوماس قبل از گرده افشانی به سمت دانه برای گندم بهاره در حدود ۲۵٪ است. راماسامی و همکاران (۱۹۹۷) نیز در مورد گیاه برنج گزارش کردند که دامنه کارایی انتقال مجدد ماده خشک بین ۱۷ تا ۵۵٪ می باشد. آستین و همکاران (۱۹۸۰) برای گیاه جو گزارش کردند که توزیع اندوخته های فتوسنتز قبل از گرده افشانی به سمت دانه در شرایط مرطوب ۱۱٪ و در شرایط خنک ۴۴٪ می باشد.

بازدهی انتقال ذخیره ساقه یا درصد ذخیره ساقه در تشکیل وزن کل دانه، توسط مخزن دانه، شرایط محیطی و رقم گندم تعیین می شود هر چه تعداد دانه بیشتر و اندازه دانه بزرگتر باشد مخزن دانه قوی تر بوده و از این رو مخزن دانه به عنوان یک عامل مهم بازدهی انتقال محسوب خواهد شد (پالتا و همکاران، ۱۹۹۴؛ شکبیا و همکاران، ۱۹۹۶؛ ریگان، ۱۹۹۳).

نتابوس و کوتروباس (۲۰۰۲) در مورد برنج بیان داشتند که توزیع آسیمیلات های ذخیره ای به سمت دانه تحت تاثیر خصوصیات آگرونومی ارقام قرار می گیرد و انتقال مجدد در ارقام پا کوتاه (۳۶٪) بیشتر از

ارقام پابلند (۱۷٪) است. ارقام دیررس نسبت به ارقام زودرس درصد بیشتری از مواد ذخیره ای به سمت دانه می‌فرستند. بعضی ارقام تعداد پنجه بیشتری تولید می‌کنند. این افزایش در تعداد پنجه سبب افزایش شاخص سطح برگ شده و در نتیجه آن بیوماس و پتانسیل تأمین دانه از طریق کربوهیدرات‌های ذخیره‌ای افزایش می‌یابد (فاگیرا و همکاران، ۱۹۹۷).

۲-۹ اهداف تحقیق

اهداف تحقیق در این مطالعه عبارتند از:

- ۱- بررسی اثرات دما و طول روزهای مختلف بر واکنش‌های فنولوژیک گیاه لوبیا چشم بلبلی به عنوان یک گیاه حساس به طول روز.
- ۲- کمی سازی واکنش سرعت سبز شدن به دما در شرایط مزرعه و انتخاب بهترین مدل توصیف کننده پاسخ سبز شدن به دما در واریته‌های مشهد و بیارجمند لوبیا چشم بلبلی.
- ۳- تعیین دماهای کاردینال برای مرحله سبز شدن در هر دو واریته مشهد و بیارجمند.
- ۴- مقایسه مدل‌های مختلف در کمی سازی واکنش سرعت گلدهی به دما و طول روز در شرایط مزرعه و انتخاب بهترین مدل توصیف کننده پاسخ سرعت گلدهی به دما و طول روز.
- ۵- تعیین دماهای کاردینال برای مرحله گلدهی برای هر دو واریته برحسب دمای هوا.
- ۶- کمی سازی مقدار و درصد انتقال مجدد و بررسی ارتباط آن با ماده خشک و سایر متغیرهای بالقوه در این ارقام.

برای تحقق این اهداف از دامنه گسترده ای از تاریخ کاشت ها استفاده شد تا شرایط محیطی و رشدی مختلف ایجاد شود.



۳-۱ مشخصات محل اجرای آزمایش

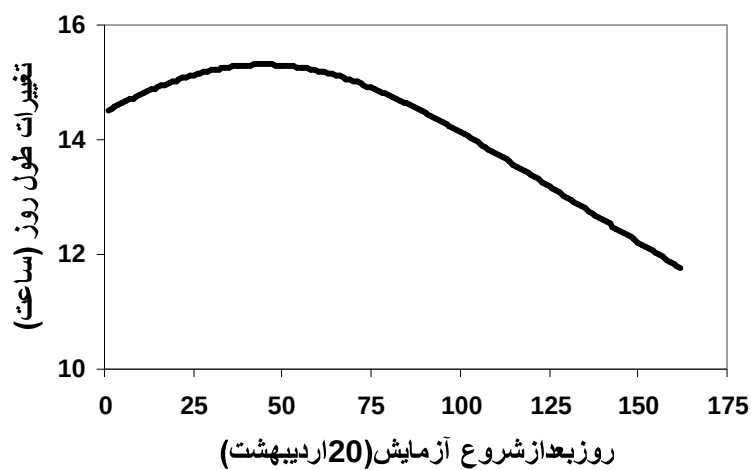
این آزمایش در سال زراعی ۸۸ - ۱۳۸۷ در مزرعه شرکت تعاونی تولید بیارجمند اجرا گردید. شهر بیارجمند از توابع شهرستان شاهرود با عرض جغرافیایی ۵۵ درجه و ۴۸ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵ دقیقه جنوبی، در ارتفاع ۱۰۹۹/۳ متر از سطح دریا قرار دارد.

۳-۲ ویژگی‌های آب و هوایی

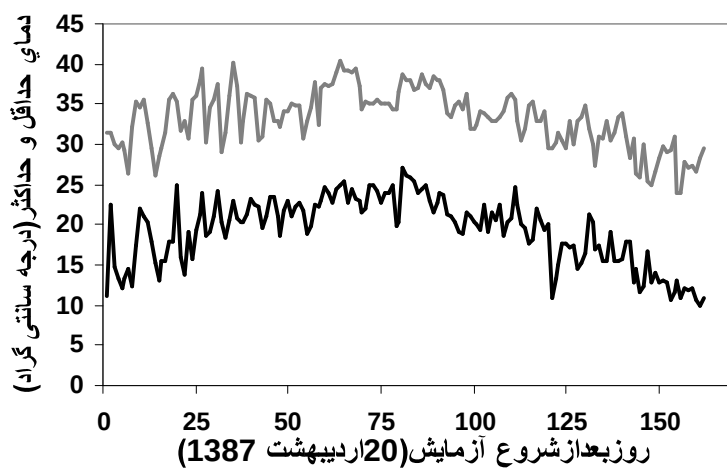
بر اساس تقسیم‌بندی های اقلیمی منطقه بیارجمند دارای اقلیم گرم و خشک است. متوسط بارندگی سالیانه ۱۱۷/۷ میلی‌متر و دامنه نوسان دمای سالیانه ۱۳/۳ درجه سانتی‌گراد بوده و بارندگی‌ها عمدتاً در فصل بهار و پائیز رخ می‌دهد. بر اساس اطلاعات ثبت شده در ایستگاه هواشناسی بیارجمند متوسط سالیانه دما در این منطقه ۱۷ درجه سانتی‌گراد گزارش شده است. میانگین درجه‌حرارت در فصل زراعی مورد آزمایش ۲۲/۶ درجه‌سانتی‌گراد گزارش شد. همچنین متوسط ماهانه درجه‌حرارت در سال اجرای طرح به قرار زیر است:

جدول ۳-۱. متوسط درجه‌حرارت در ماه‌های سال ۸۸-۱۳۸۷ بر حسب درجه‌سانتی‌گراد

اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر
۲۲/۵	۲۶/۵	۲۹/۲۵	۲۹	۲۵/۳۵	۲۰/۵	۹/۹	۵/۳۵



شکل ۳-۱. روند تغییرات طول روز در طی فصل آزمایش



شکل ۳-۲. روند تغییرات دمای حداکثر و حداقل در طی فصل آزمایش

۳-۳ خصوصیات خاک مزرعه مورد آزمایش

قبل از انجام عملیات آماده‌سازی و اجرای نقشه آزمایش، به منظور تعیین بافت خاک و وضعیت عناصر غذایی از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری خاک مزرعه نمونه مرکب تهیه و سپس نمونه خاک موردنظر به آزمایشگاه منتقل شد. نتایج تجزیه فیزیکوشیمیایی خاک در جدول (۲-۳) نشان داده شده است. بر اساس نتایج حاصله، بافت خاک از نوع لومی تعیین گردید.

جدول ۲-۳. نتایج تجزیه فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه

عوامل مورد تجزیه	نتیجه آزمون
پتاسیم قابل جذب (ppm)	۲/۴
فسفر قابل جذب (ppm)	۱۳
نیترژن قابل جذب (درصد)	۰/۰۴
منیزیم قابل جذب (me/۱)	۲۲
کلسیم قابل جذب (me/۱)	۳۳
درصد مواد آلی	۰/۳۳
درصد کربن آلی	۰/۱۹
اسیدیته خاک (pH)	۷/۹۹
قابلیت هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	۰/۶۹

۳-۴ طرح آزمایش و عملیات زراعی

آزمایش در قالب بلوکهای کامل تصادفی و به صورت کرت های خرد شده در ۳ تکرار اجرا شد. در این طرح، اثر دو عامل مورد بررسی قرار گرفت. عامل اصلی، تاریخ کاشت (به عنوان مکان های مختلف با دما و طول روز متفاوت) در ۶ سطح، عامل فرعی، واریته، در ۲ سطح (واریته بیارجمند و مشهد) بود که تاثیر آنها بر صفات فنولوژیکی لوبیا چشم بلبلی مورد بررسی قرار گرفت.

۳-۴-۱ نقشه کشت

سطوح عامل اصلی عبارت بودند از:

۱- ۲۰ اردیبهشت (D۱)	۲- ۵ خرداد (D۲)	۳- ۱۸ خرداد (D۳)
۴- ۴ تیر (D۴)	۵- ۱۸ تیر (D۵)	۶- ۴ مرداد (D۶)

سطوح عامل فرعی شامل موارد زیر بود:

۱- واریته محلی بیارجمند (V۱)	۲- واریته مشهد (V۲)
------------------------------	---------------------

نقشه کشت به صورت زیر بود:

I	D۴		D۶		D۱		D۳		D۲		D۵	
	V۱	V۲	V۱	V۲	V۲	V۱	V۲	V۱	V۱	V۲	V۱	V۲

II	D۶		D۳		D۴		D۵		D۱		D۲	
	V۲	V۱	V۱	V۲	V۲	V۱	V۱	V۲	V۱	V۲	V۱	V۲

III	D۱		D۳		D۵		D۶		D۲		D۴	
	V۲	V۱	V۲	V۱	V۱	V۲	V۱	V۲	V۲	V۱	V۲	V۱

هر واحد آزمایشی (کرت فرعی) شامل ۵ ردیف به فاصله ۵۵ سانتی متر بود. مساحت هر واحد آزمایشی ۱۹/۲۵ مترمربع در نظر گرفته شد. مرز بین کرت ها با یک پشته کشت نشده مشخص شد.

۳-۴-۲ آماده سازی زمین و کوددهی

زمین آزمایش در سال قبل (۸۷ - ۸۶) به صورت آیش بود. عملیات آماده سازی زمین در اوایل اردیبهشت ماه ۱۳۸۷ صورت گرفت. در ابتدا زمین مورد نظر توسط گاواهن برگرداندار شخم زده شد و پس از نمونه برداری از خاک به مقدار مورد نیاز کودهای مربوط به عناصر پرمصرف و کم مصرف به زمین اضافه شد. سپس اقدام به عمل تسطیح زمین گردید. در پایان به وسیله ردیف کش هایی به فاصله ۵۵ سانتی متر در جهت شرقی - غربی ایجاد گردید. ابتدا ابعاد کرت های اصلی و سپس در داخل کرت اصلی، کرت های فرعی در زمین مورد آزمایش مشخص شد و پس از تعیین کرت ها، جوی های آبیاری تعبیه گردید.

۳-۴-۳ کاشت بذور لوبیا چشم بلبلی

قبل از شروع کاشت، آزمایش جوانه زنی بذور لوبیا چشم بلبلی در آزمایشگاه انجام شد. سپس اولین کاشت در تاریخ ۱۳۸۷/۲/۲۰ با دست صورت گرفت. کاشت بذور در عمق ۵-۱۰ سانتی متری و با فاصله روی ردیف ۱۲ سانتی متر و بین ردیف ۵۵ سانتی متر انجام گرفت. در تاریخ‌های دیگر کاشت نیز به همین صورت عمل شد.

۳-۵-۵ عملیات داشت

۳-۵-۱ مبارزه با علف‌های هرز و دفع آفات

وجین علف‌های هرز در طول فصل رشد به صورت دستی انجام گرفت و از آنجایی که کل سطح مزرعه به دلیل وجود تیمار تاریخ کاشت به طور همزمان تحت کشت قرار نگرفت، وجین علف‌های هرز در طول فصل زراعی در کرت‌های خالی و کشت نشده برای جلوگیری از گسترش علف‌های هرز و نیز آفات و بیماری‌های احتمالی به طور مستمر و به شکل دستی انجام گرفت.

مهمترین گونه‌های علف‌های هرز به ترتیب فراوانی آنها در سطح مزرعه شامل، پیچک صحرایی، خرفه و خارستر بودند. در طول فصل رشد خوشبختانه بیماری و آفت خاصی مشاهده نشد.

۳-۵-۲ آبیاری

بلافاصله بعد از کاشت لوبیا در هر تاریخ کاشت آبیاری سنگینی به صورت نشتی انجام شد تا ردیف ها کاملاً نم کشیده و تیره شدند. آبیاری های بعدی در طول فصل رشد هر ۱۰ روز یکبار انجام گرفت.

۳-۶ نمونه برداری

با توجه به تیمار تاریخ کاشت زمان هر نمونه برداری از وقتی که بوته ها به مرحله ۲ برگی رسیدند آغاز شد و سپس هر ۱۰ روز یکبار تا پایان فصل رشد نسبت به نمونه برداری از هر تاریخ کاشت اقدام گردید. نحوه نمونه برداری بدین صورت بود که از هر ۵ ردیف کاشت در هر کرت، دو ردیف کناری و ۵/۰ متر ابتدا و انتهای هر کرت به عنوان حاشیه حذف شدند. سپس ۳ بوته به نحوی انتخاب شدند که بتوانند تا حد زیادی خصوصیات کرت مربوطه را نشان دهند. در هر نمونه برداری قطع بوته ها از سطح خاک و از ناحیه طوقه انجام گرفت.

۳-۷ برآورد شاخص سطح برگ و ضریب تخصیص

پس از انجام نمونه برداری بوته ها در پاکت های شماره گذاری شده قرار گرفته و به آزمایشگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه قسمت های مختلف گیاه شامل برگ، ساقه، شاخه فرعی، غلاف ودانه جدا گشته و پس از اندازه گیری سطح برگ و نیز وزن خشک ساقه، برگ، شاخه فرعی، غلاف ودانه به طور جداگانه اقدام به بررسی شاخص سطح برگ در این گیاه گردید. شایان ذکر است که اندازه گیری سطح برگ با توجه به ارتباط سطح و وزن برگ در هر نمونه برداری محاسبه گردید.

برای محاسبه وزن خشک اندام ها، نمونه ها در داخل پاکت شماره دار گذاشته شدند، سپس به آون با دمای ۷۵ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت منتقل شدند. پس از اعمال زمان لازم، پاکت ها به مدت

۲۰ تا ۲۵ دقیقه در هوای آزمایشگاه نگهداری شدند تا بامحیط به تبادل دمایی برسند و در نهایت با ترازوی حساس به دقت ۰/۰۱+ وزن شدند.

واتسون در سال ۱۹۷۴ واژه شاخص سطح برگ را این طور تعریف نموده است: نسبت سطح برگ محصول به سطح زمینی که محصول روی آن سایه می اندازد. از آنجا که تشعشع خورشیدی به طور یکنواختی روی سطح زمین پخش می شود لذا، LAI یک معیار تقریبی از مساحت برگ ها در واحد سطح است که تشعشع خورشید برای آنها قابل دسترس می باشد.

از مجموع وزن خشک اندامها برای محاسبه روند تغییرات وزن خشک کل (TDW) استفاده گردید. به طور معمول، برای محاسبه عملکرد دانه، دانه حاصله را در هوای آزاد خشک می کنند و سپس اقدام به توزین می نمایند. در این بررسی، علاوه بر این امر، وزن خشک دانه در مساحت یک متر مربع نیز محاسبه گردید. شایان ذکر است که تنها نتایج وزن خشک دانه در قسمت نتایج و بحث ارائه شده است.

با ترسیم نمودار وزن خشک برگ و ساقه در مقابل وزن خشک کل، معادله مربوطه محاسبه گردید و از آن برای محاسبه ضریب تخصیص وزن خشک به برگ و ساقه استفاده شد.

۳-۸ محاسبه درجه روز رشد (GDD)

درجه روز رشد برای فاصله سبز شدن تا برداشت در این تحقیق به صورت زیر محاسبه گردید:

$$GDD = \sum_{i=1}^n \left(\left(\frac{T_{\max} + T_{\min}}{2} \right) - T_b \right) \quad (۱-۳)$$

که در آن $T_{\max}$ و $T_{\min}$ به ترتیب دمای حداکثر و حداقل روزانه، T_b دمای پایه و n تعداد روز از سبز شدن تا مرحله رسیدگی برداشت برای هر رقم در نظر گرفته شد. دمای پایه برای لوبیا چشم بلبلی ۱۱ درجه سانتی گراد در نظر گرفته شد.

در این بررسی دمای حداکثر و دمای حداقل روزانه، ساعات آفتابی و میزان بارندگی از مقادیر اندازه گیری شده آنها توسط ایستگاه هواشناسی بیارجمند در نزدیکی مزرعه تحقیقاتی بدست آمد. تشعشع خورشیدی براساس ساعات آفتابی روزانه و تشعشع رسیده بیرون از جو محاسبه شد (دورنباس و پروئیت، ۱۹۹۷).

۳-۹ ثبت مشاهدات

۳-۹-۱ سبز شدن

در هر تاریخ کاشت از هر پلات دو خط کاشت به طول ۵۰ سانتی متر انتخاب شده و تعداد بذور سبز شده در هر روز به صورت تجمعی شمارش و ثبت گردید. بذوری به عنوان بذور سبز شده در نظر گرفته شد که قسمتی از گیاهچه آنها در سطح خاک قابل مشاهده باشد (فهر و کاوینس، ۱۹۸۰). زمان تا سبز شدن ۵۰ درصد از کل بذور به عنوان زمان سبز شدن در نظر گرفته شد. سپس سرعت سبز شدن با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید.

$$(۳-۲) \quad \text{تعداد روز از کاشت تا سبز شدن} / ۱ = \text{سرعت نمو}$$

۳-۹-۲ روز تا گلدهی و محاسبه طول روز

در این مطالعه به منظور ثبت مرحله گلدهی در هر تاریخ کاشت در هر پلات ۱۰ بوته به طور تصادفی انتخاب شده و علامت دار شدند سپس زمان لازم برای رسیدن به مرحله شروع گلدهی (زمانی که در آن ۵۰ درصد بوته ها حداقل یک گل در هر جای بوته داشته باشند) ثبت شد (فهر و کاوینس، ۱۹۸۰). برای محاسبه طول روز از روش گوادریان و وان لار (۱۹۹۴) استفاده شد.

۳-۱۰ انتقال مجدد ماده خشک

درصد انتقال مجدد ماده خشک از مرحله گرده افشانی تا رسیدگی برداشت به دانه با استفاده از معادله زیر محاسبه گردید:

$$\%RE = \left[\frac{(TDM_{ant} - TDM_{mat})}{TDM_{ant}} \right] \times 100 \quad (3-3)$$

$\%RE$ درصد انتقال مجدد، TDM_{ant} ماده خشک اندام‌های رویشی در مرحله گرده افشانی، TDM_{mat} کل ماده خشک اندام‌های رویشی در مرحله رسیدگی برداشت می باشد.

از آنجایی که برگها ریزش دارند و ممکن است میزان خطا را در اندازه گیری افزایش می دهد از ماده خشک تجمعی ساقه نیز برای توصیف تغییرات انتقال مجدد استفاده شد.

$$\%RE_S = \left[\frac{(SDM_{ant} - SDM_{mat})}{SDM_{ant}} \right] \times 100 \quad (4-3)$$

$\%RE_S$ درصد انتقال مجدد از ساقه به سمت دانه، SDM_{ant} وزن خشک ساقه در مرحله گرده افشانی، SDM_{mat} وزن خشک ساقه در مرحله رسیدگی برداشت می باشد. در این مبحث ارتباط انتقال مجدد ماده خشک با دما و طول روز نیز بررسی شد.

۳-۱۱ توابع پارامترها و انتخاب مدل برتر

برای تعیین دمای پایه و نیز تعداد روز بیولوژیک مورد نیاز برای سبز شدن از مدل زیر استفاده شد:

$$1/e = f(T)/e_0$$

در این معادله $1/e$ سرعت سبز شدن، $f(T)$ تابع دما و e_0 تعداد روز بیولوژیک مورد نیاز برای سبز شدن می‌باشد. تعداد روز بیولوژیک مورد نیاز برای سبز شدن عبارت است از تعداد روز مورد نیاز برای سبز شدن تحت شرایط دمایی مطلوب یا به عبارت دیگر حداقل تعداد روز از کاشت تا سبز شدن. توابع دمایی یا $f(T)$ مورد آزمون در این بررسی در جدول (۳-۳) آمده است. در این توابع T ، T_0 و T_c به ترتیب متوسط دمای هوا، دمای پایه، دمای مطلوب و دمای سقف می‌باشند. در تابع لجستیک a و t_0 ضریب ثابت می‌باشند. a نشان‌دهنده تندی شیب افزایش سرعت سبز شدن در مقابل دما است و t_0 عبارت از دمایی است که در آن سرعت سبز شدن به نصف حداکثر خود می‌رسد.

جدول ۳-۳. توابع دمایی مورد استفاده در مدل سازی سبز شدن گیاهچه.

تابع دما	علامت اختصاری	معادله
لجستیک	L	$f(T) = [1/(1 - \exp(-a \times (T - t_0)))]$
درجه دوم	Q	$f(T) = \left[(T - T_b) \times (T_c - T) \times \left(\frac{T_c - T_b}{2} \right)^{-2} \right]$
مسطح	F	$f(T) = \frac{(T - T_b)}{(T_o - T_b)} \quad \text{اگر } T_b \leq T \leq T_o$
بتا	β	$f(T) = \left[\left(\frac{T - T_b}{T_o - T_b} \times \frac{T_c - T}{T_c - T_b} \right)^{\left(\frac{T_c - T_o}{T_o - T_b} \right)} \right]^a$
منحنی	C	$f(T) = \left[\frac{1}{\left(\frac{T_c - T_o}{T_o - T_b} \right)} \right] \times \left[(T - T_b) \times (T_c - T) \left(\frac{T_c - T}{T_o - T_b} \right) \right]$
دندان مانند	DL	$f(T) = \left(\frac{T - T_b}{T_{o1} - T_b} \right) \quad \text{if } T_b < T < T_o$ $f(T) = \left(\frac{T_c - T}{T_c - T_{o2}} \right) \quad \text{if } T_{o2} < T < T_c$ $f(T) = 1 \quad \text{if } T_{o1} < T < T_{o2}$

$f(T) = \cdot$	if $T \leq T_b$ or $T \geq T_c$		
$f(T) = \left(\frac{T - T_b}{T_o - T_b}\right)$	if $T_b < T \leq T_o$	S	دوتکه‌ای
$f(T) = \left(\frac{T_c - T}{T_c - T_o}\right)$	if $T_o < T < T_c$		
$f(T) = \cdot$	if $T \leq T_b$ or $T \geq T_c$		

برای تعیین دماهای کاردینال و پارامترهای مربوط به طول روز و تعداد روز بیولوژیک مورد نیاز برای مرحله گلدهی از مدل زیر استفاده شد.

$$1/f = f(T).f(pp)/f_o$$

در این معادله $1/f$ سرعت گلدهی، $f(T)$ تابع دما، $f(pp)$ تابع طول روز و f_o تعداد روز بیولوژیک مورد نیاز برای گلدهی است. تعداد روز بیولوژیک مورد نیاز برای گلدهی عبارت است از تعداد روز مورد نیاز برای گلدهی تحت شرایط عدم محدودیت دما و طول روز یا به عبارت دیگر حداقل تعداد روز از سبز شدن تا گلدهی. برای $f(T)$ و $f(pp)$ توابع مختلفی در نظر گرفته شد که در جدول ۳-۴ و ۳-۵ ارایه شده است. در این توابع T ، T_o و T_c به ترتیب متوسط دمای هوا، دمای پایه، دمای مطلوب و دمای سقف می‌باشند. به طوری که قبلاً نیز ذکر گردید، در تابع لجستیک a و to ضریب ثابت می‌باشند. a نشان‌دهنده تندی شیب افزایش سرعت سبز شدن در مقابل دما است و to عبارت از دمایی است که در آن سرعت سبز شدن به نصف حداکثر خود می‌رسد. pp ، Cpp و $PPsen$ به ترتیب طول روز، طول روز بحرانی و ضریب حساسیت به طول روز می‌باشند. در این مطالعه از چهار تابع دمایی در ترکیب با ۴ تابع طول روز (۱۶ مدل) برای توصیف سرعت گلدهی در مقابل دما و طول روز استفاده شد. تخمین پارامترهای هر مدل با روش مطلوب‌سازی تکراری با کمک رویه *PROC NLIN* نرم‌افزار *SAS* صورت گرفت (سلطانی، ۱۳۸۶). در روش مطلوب‌سازی تکراری^۱ با هر بار وارد کردن مقادیر اولیه پارامترها، مقادیر نهایی

^۱ - Iterative Optimization

آنها با روش کمترین توان‌های دوم تخمین زده می‌شود. تغییر مقادیر اولیه تا زمانی انجام گرفت که بهترین برآورد از پارامترها به دست آمد. این امر مستلزم دفعات بسیار زیاد برازش هر مدل بر داده‌ها بود. بهترین برآورد پارامترهای مدل بر اساس SE (خطای معیار) کمتر پارامترها تجزیه رگرسیون مشخص شد. علاوه بر آن از معیارهای زیر نیز استفاده گردید:

۱- $RMSD$ (جذر میانگین مربعات خطا): که به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$RMSD = \sqrt{\frac{\sum (P - O)^2}{n - 1}} \quad (5-3)$$

که در آن P و O به ترتیب تعداد روز پیش‌بینی شده و مشاهده شده تا مرحله نمودی معین و n تعداد مشاهدات می‌باشد. هرچه مقدار $RMSD$ محاسبه شده برای مراحل سبز شدن و گلدهی کمتر باشد، نشان دهنده آن است که دقت مدل در پیش‌بینی این مراحل بیشتر است.

۲- R^2 (ضریب تبیین): با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$R^2 = 1 - \frac{SSE}{SSG} \quad (6-3)$$

که در آن SSE و SSG به ترتیب مجموع مربعات خطا و مجموع مربعات کل می‌باشد که مقادیر آنها در تجزیه رگرسیون مربوط به ارتباط سرعت سبز شدن با دما و سرعت گلدهی با دما و طول روز می‌باشد. R^2 برای محاسبه سبز شدن نشان می‌دهد که چند درصد از تغییرات سرعت سبز شدن به وسیله دما توجیه می‌شود و برای مرحله گلدهی نیز درصد تغییرات سرعت گلدهی توجیه شده که توسط دما و طول روز، را نشان می‌دهد. بالا بودن R^2 یک مدل نسبت به سایر مدل‌ها برای مراحل سبز شدن و گلدهی نشان دهنده این است که آن مدل درصد بیشتری از تغییرات سرعت سبز شدن را توسط دما و سرعت گلدهی را به وسیله دما و طول روز توجیه می‌کند.

۳- ضرایب a و b

ضرایب a و b، ضرایب رگرسیون ساده خطی ($y=a+bx$) بین تعداد روز از کاشت تا سبز شدن و تعداد روز از سبز شدن تا گلدهی مشاهده شده (به عنوان x) در برابر تعداد روز از کاشت تا سبز شدن و تعداد روز از سبز شدن تا گلدهی پیش‌بینی شده (به عنوان y) می‌باشند. ضرایب a و b به ترتیب نشان دهنده مقدار انحراف خط رگرسیون از مبدا مختصات و مقدار اریب خط رگرسیون از خط ۱:۱ (خط با زاویه ۴۵ درجه) می‌باشند. قرار گرفتن نقاط پیش‌بینی شده روی خط ۱:۱ نشان دهنده ایده‌آل بودن مدل است. خط ۱:۱ دارای عرض از مبدا صفر ($a=0$) و شیب یک ($b=1$) است.

جدول ۳-۴. توابع دما‌ی‌ی مورد استفاده در مدل‌سازی نمو فنولوژیکی

تابع دما	علامت اختصاری	معادله
لجستیک	L	$f(T) = [1/(1 - \exp(-a \times (T - t_0)))]$
درجه دوم	Q	$f(T) = \left[(T - T_b) \times (T_c - T) \times \left(\frac{T_c - T_b}{2} \right)^{-2} \right]$
مسطح	F	اگر $T_b \leq T \leq T_0$ $f(T) = \frac{(T - T_b)}{(T_0 - T_b)}$

$f(T) = \left[\left(\frac{T - Tb}{To - Tb} \times \frac{Tc - T}{Tc - Tb} \right)^{\left(\frac{Tc - To}{To - Tb} \right)} \right]^a$	β	بتا

جدول ۳-۵. توابع فتوپریودی مورد استفاده در مدل سازی نمو فنولوژیکی

معادله	علامت اختصاری	تابع دما
$(f(P)) = [1 - (PP - Cpp) \times ppSen]$	S	دو تکه‌ای
$(f(P)) = [1 - ppsen \times (Cpp - pp)^2]$	Q	درجه دوم
$(f(P)) = [\exp(- ppsen \times (Cpp - pp))]$	NE	نمایی منفی
$(f(P)) = (1 / (1 + \exp(- ap \times (pp - p0))))$	L	لجستیک

۳-۱۲ محاسبه To و Tb با استفاده از مدل لجستیک

برای محاسبه Tb (دمای پایه) و To (دمای مطلوب) در مدل لجستیک، ابتدا مقادیر a و To پیش‌بینی شده توسط مدل را در معادله گذاشته و سپس آن را برابر $0/05$ و $0/95$ قرار می‌دهیم. پس از ساده کردن، معادلات زیر به دست آمد. علت استفاده از مقدار $0/05$ و $0/95$ آن است که با توجه به شکل مدل لجستیک، سرعت نمو در این تابع هرگز به صفر و یک نمی‌رسد.

$$Tb = \frac{(a \times T0) - 2.94}{a} \quad To = \frac{(a \times T0) + 2.94}{a} \quad (7-3)$$

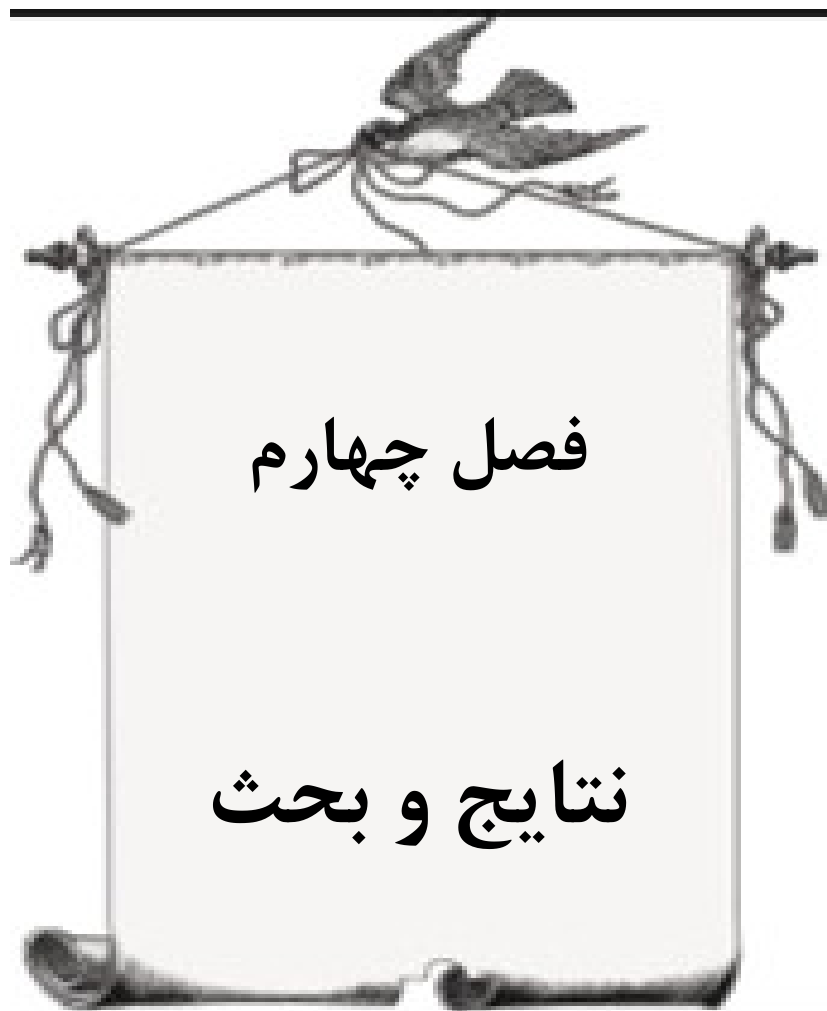
که در این معادلات a و To ضریب ثابت در تابع لجستیک می‌باشند. a نشان‌دهنده تندی شیب افزایش سرعت سبز شدن در مقابل دما است و To عبارت از دمایی است که در آن سرعت سبز شدن به نصف حداکثر خود می‌رسد.

۳-۱۳ تجزیه و تحلیل اطلاعات

داده‌های حاصل از آزمایش شامل ثبت مراحل فنولوژیکی گیاه و نمونه‌برداری‌های مختلف، با استفاده از نرم‌افزار SAS^۱ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مقایسات میانگین صفات مورد بررسی بوسیله آزمون LSD^۲ انجام شد و رابطه رگرسیونی بین صفات مربوطه توسط رویه *prog reg* و *prog nlin* محاسبه گردید (سلطانی، ۱۳۸۶). همچنین برای رسم نمودارها، گراف‌ها و شکل‌های مربوطه از نرم‌افزار کامپیوتری Excel استفاده گردید.

^۱ Statistical Analysis system

^۲ Least Significant difference.



۱-۴ شرایط آب و هوایی

مقایسه شرایط آب و هوایی سال انجام آزمایش با آمار بلند مدت بیارجمند (جدول ۴-۱) نشان داد که میانگین دمای حداقل در ۸ ماه مندرج در جدول (به جز آبان ماه) افزایش یافت. البته در مرداد ماه تفاوت قابل ملاحظه‌ای نداشت. مقایسه دمای حداکثر دوره آزمایش با آمار بلند مدت مشخص نمود که در ماه‌های شهریور و آبان ماه دما کاهش داشته است. بیشترین اختلاف بین سال آزمایش با دوره بلند مدت برای حداقل و حداکثر دما به ترتیب، مربوط به ماه‌های مرداد (۲/۹۸) درجه سانتیگراد بیشتر از دمای آمار بلند مدت) و آبان ماه (۳/۴۸) درجه سانتیگراد از آمار بلند مدت کمتر) بود. در کل پایین‌ترین حداقل و حداکثر دمای این شهرستان در سال زراعی ۱۳۸۷ مربوط به آذر ماه به ترتیب با ۰/۹- و ۱۱/۶ درجه سانتیگراد بود. قبل از این ماه حداقل و حداکثر دما نسبت به آمار بلند مدت افزایش داشت و در تیر ماه به ترتیب با ۲۲/۷ و ۳۵/۸ درجه سانتیگراد به حداکثر خود رسید.

با بررسی میانگین ساعات آفتابی ماهانه در مقایسه با آمار بلند مدت، مشخص گردید که در ماه‌های اردیبهشت، مرداد و آذر ماه ساعات آفتابی در سال آزمایش بیشتر از میانگین آمار بلند مدت بود. حداکثر تفاوت ساعات آفتابی بین دو دوره مربوط به مرداد ماه بود. به طوری که ساعات آفتابی، به میزان ۶۶/۳۴ ساعت در ماه بیشتر از آمار بلند مدت گردید. در طول فصل زراعی، حداقل و حداکثر ساعات آفتابی در ماه‌های اردیبهشت و مرداد با ۱۸۱/۸ و ۳۷۸/۷ ساعت در ماه بود.

جدول ۴-۱- حداقل و حداکثر دما ماهانه، مجموع بارندگی ماهانه و میانگین ساعات آفتابی در سال آزمایش در مقایسه با آمار بلند مدت در شرایط آب و هوایی بیارجمند .

ماه	حداقل دما (°C)		حداکثر دما (°C)		مجموع بارندگی (mm)		مجموع ساعات آفتابی	
	سال آزمایش	بلند مدت	سال آزمایش	بلند مدت	سال آزمایش	بلند مدت	سال آزمایش	بلند مدت
اردیبهشت	۱۴/۶	۱۴/۱۲	۳۰/۴	۲۷/۶۴	۱۱/۵	۱۳/۹۲	۳۰۴/۵	۲۹۹/۴۴
خرداد	۱۹/۴	۱۸/۶	۳۳/۶	۳۲/۳۶	۹/۶	۲/۹۶	۳۴۸/۳	۳۶۹/۴۸
تیر	۲۲/۷	۲۲/۴۸	۳۵/۸	۳۴/۹۸	۰	۱/۱۴	۳۲۷/۷	۳۶۵/۲۲
مرداد	۲۲/۴	۲۲/۴۲	۳۵/۶	۳۲/۶۲	۰	۲/۰۲	۳۷۸/۷	۳۱۲/۳۶
شهریور	۱۸/۴	۱۸/۴۸	۳۲/۳	۳۲/۵۲	۰	۱/۳۸	۳۱۱/۳	۳۴۴/۲
مهر	۱۳/۲	۱۲/۴۶	۲۷/۸	۲۷/۵۸	۰/۵	۳/۴۴	۲۸۵/۷	۲۹۲/۴۴
آبان	۳/۶	۵/۸۸	۱۶/۲	۱۹/۶۸	۱۳/۶	۴/۹۶	۲۲۵/۴	۲۴۳/۵
آذر	-۰/۹	-۰/۹۸	۱۱/۶	۱۰/۳۶	۱۸/۱	۱۵/۷۸	۱۸۱/۸	۱۷۸/۵

۴-۲ تجزیه و تحلیل رشد

تجزیه و تحلیل رشد، روشی است برای توصیف و تفسیر عکس‌العمل‌های گیاه نسبت به شرایط محیطی مختلف که گیاه در طول دوره حیات خود با آنها مواجه می‌گردد. به کمک این روش شناخت بهتری از چگونگی انتقال و انباشت مواد ساخته شده فتوسنتزی در اندام‌های مختلف از طریق اندازه‌گیری ماده خشک تولید شده در طول فصل رشد گیاه بدست می‌آید (ایوانس، ۱۹۷۲؛ تزر، ۱۹۸۴). آنالیزهای رشد که توسط بلک من (۱۹۱۹) پیشنهاد گردیدند، وسیله ارزشمندی در تجزیه و تحلیل کمی گیاه محسوب می‌شوند. بلک من (۱۹۱۹) سرعت رشد مطلق (CGR)، سرعت رشد نسبی (RGR)، نسبت سطح برگ (LAR)، میزان جذب خالص (NAR) و سایر شاخص‌های مشابه که در تجزیه و تحلیل کمی رشد گیاه موثر هستند را برای تجزیه رشد گیاه، مورد استفاده قرار داد.

اندازه‌گیری سه پارامتر سطح برگ، وزن خشک کل گیاه و وزن خشک برگ در دوره رشد گیاه با فواصل زمانی (معمولاً یک تا دو هفته‌ای) لازمه تجزیه و تحلیل رشد است (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۶۸؛ سیواکمار و شاو، ۱۹۷۸؛ وترن ویلسون، ۱۹۸۹).

۴-۲-۱ شاخص سطح برگ (LAI)

برگ‌ها اندام‌های اصلی دریافت تشعشع و فتوسنتز در گیاهان زراعی هستند. نمو سطح برگ در گیاهان رشد محدود، همزمان با ورود گیاه به فاز زایشی متوقف می‌شود، ولی در گیاهان رشد نامحدود بعد از فاز زایشی نیز ادامه می‌یابد. با افزایش سطح برگ میزان دریافت تشعشع هم بیشتر می‌شود.

شاخص سطح برگ بیان‌کننده نسبت سطح برگ به سطح زمین اشغال شده توسط گیاه است و بر حسب مترمربع (سطح برگ) در مترمربع (سطح زمین) بیان می‌شود (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۶۸). از آنجا که افزایش وزن خشک محصول، بستگی زیادی به توسعه سطح برگ آن دارد، لذا سطح برگ یکی از

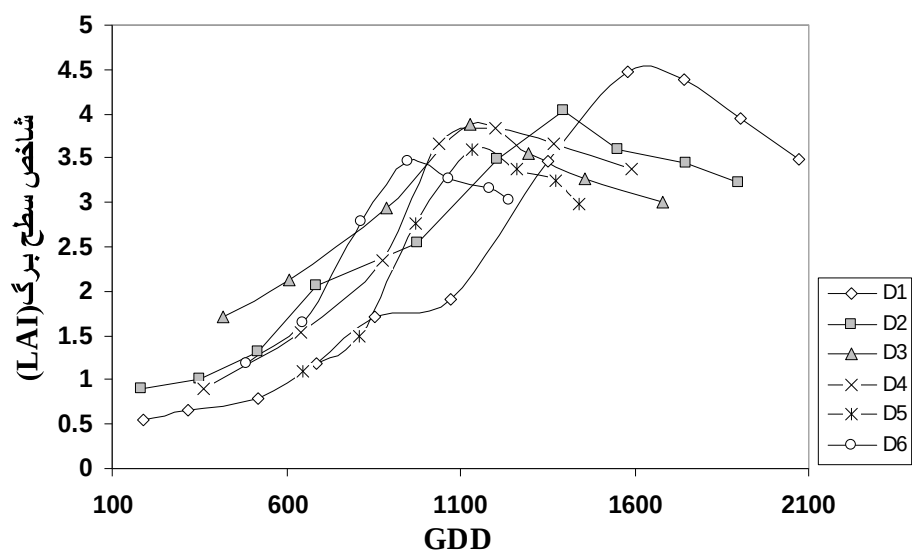
پارامترهای اصلی در اندازه‌گیری رشد گیاه است که در اواسط فصل رشد به حداکثر رسیده (جدول ۴-۲) و سپس با مرگ برگ‌های پیرتر کاهش می‌یابد.

مقدار سطح برگ به طور جداگانه به تعداد برگ، طول مرحله نمو و نیز سرعت نمو در برگ‌ها بستگی دارد. همچنین سرعت نمو ممکن است به شرایط محیطی در طول مراحل اولیه نمو بستگی داشته باشد. از آنجایی که اولین اندام گیرنده تشعشع خورشید، برگ‌ها می‌باشند، برای حداکثر سرعت رشد محصول بایستی به میزان کافی برگ در جامعه گیاهی وجود داشته باشد و در نتیجه بیشترین مقدار نور خورشید را که در جامعه گیاهی می‌تابد جذب کند. وقتی این حالت رخ می‌دهد، میزان کارایی فتوسنتزی محصول (CGR) توسط بازده فتوسنتزی برگ‌ها (NAR) تعیین می‌گردد (کوچکی، ۱۳۷۷).

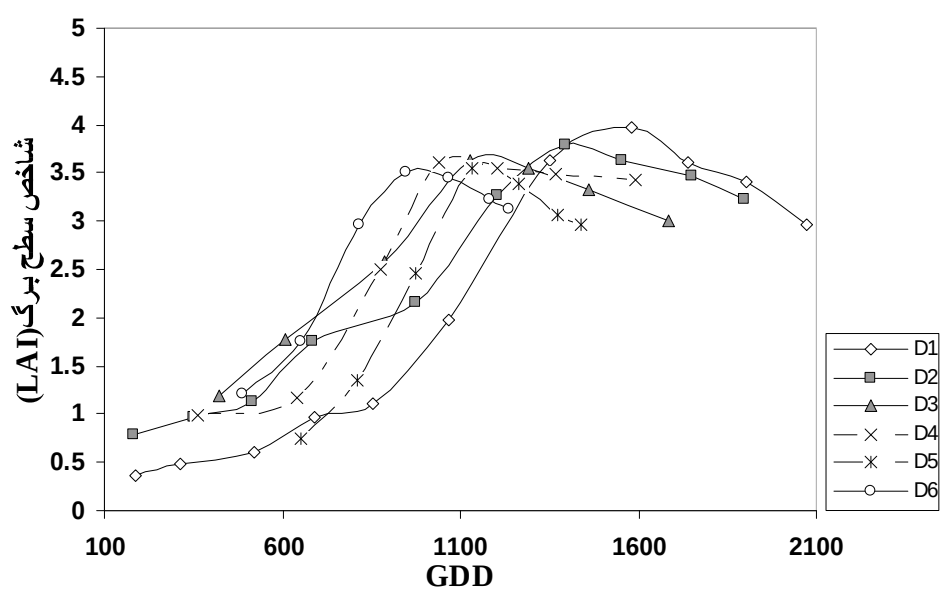
برگ‌ها رابط بین گیاهان زراعی و اتمسفر می‌باشند. شاخص سطح برگ در رقابت گیاه با علف هرز، کارایی مصرف آب در گیاه و فرسایش خاک نقش مهمی ایفا می‌کند. همچنین از این شاخص برای برآورد سرعت جذب خالص مواد و مقدار تعرق در مطالعات فیزیولوژیکی استفاده می‌شود (اکرم‌قادری و همکاران، ۱۳۸۲).

روند تغییرات شاخص سطح برگ در شکل ۴-۱ و ۴-۲ برای ارقام و تاریخ کاشت‌های مختلف نشان داده شده است که از رابطه سیگموئیدی تبعیت می‌کند. تامسون و سدیک (۱۹۹۷) بیان داشتند که در گیاهان شاخص سطح برگ واکنش سیگموئیدی در مقابل زمان از خود نشان می‌دهند. در این بررسی روند تغییرات شاخص سطح برگ هر یک از تیمارهای مورد بررسی برای درجه روزهای رشد ۱۹۷ تا ۲۴۵۰ اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که، تغییرات شاخص سطح برگ در تمام تاریخ‌های کاشت و هر یک از واریته‌ها از روند تقریباً مشابهی برخوردار بود (شکل ۴-۱ و ۴-۲). بطوری‌که با رشد گیاه افزایش یافته و پس از رسیدن به حداکثر مقدار خود، با از بین رفتن برگ‌های پیرتر کاهش یافته است. بنابراین می‌توان گفت که LAI در تمام تاریخ‌های کشت در ابتدا به صورت نمایی افزایش یافته به نحوی که تغییرات شاخص سطح برگ نسبت

به درجه‌های رشد از یک معادله درجه دوم تبعیت می‌کند. محققان زیادی رابطه‌نمایی بین شاخص سطح برگ و زمان یا درجه روزهای رشد را در گیاهان مختلف گزارش نموده‌اند (مک کلوم، ۱۹۷۸؛ هربرت و لیچتیلد، ۱۹۸۴).



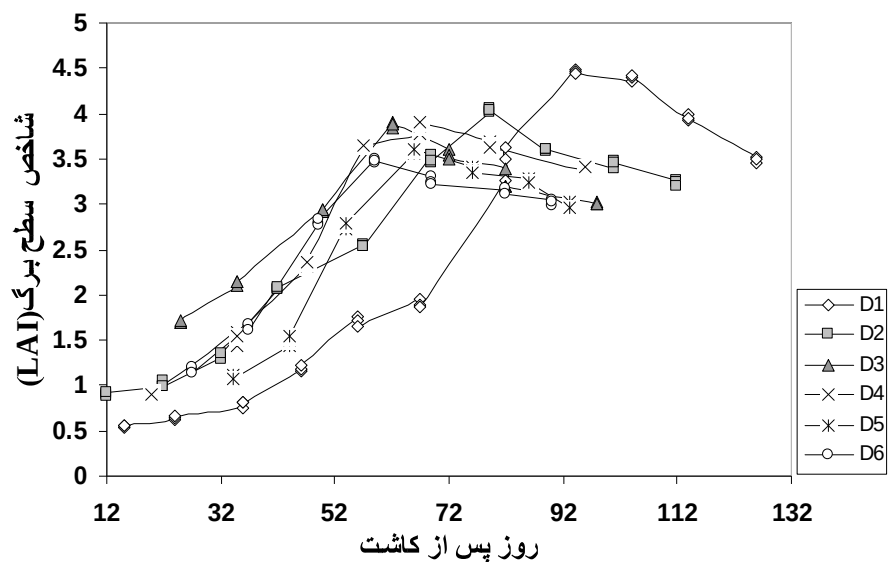
شکل ۴-۱. روند تغییرات شاخص سطح برگ وارسته بیارجمند در مقابل تجمع درجه روزهای رشد برای تاریخ‌های کاشت مورد بررسی (۲۰ اردیبهشت (D۱)، ۴ خرداد (D۲)، ۲۰ خرداد (D۳)، ۴ تیر (D۴)، ۲۰ تیر (D۵)، ۵ مرداد (D۶)).



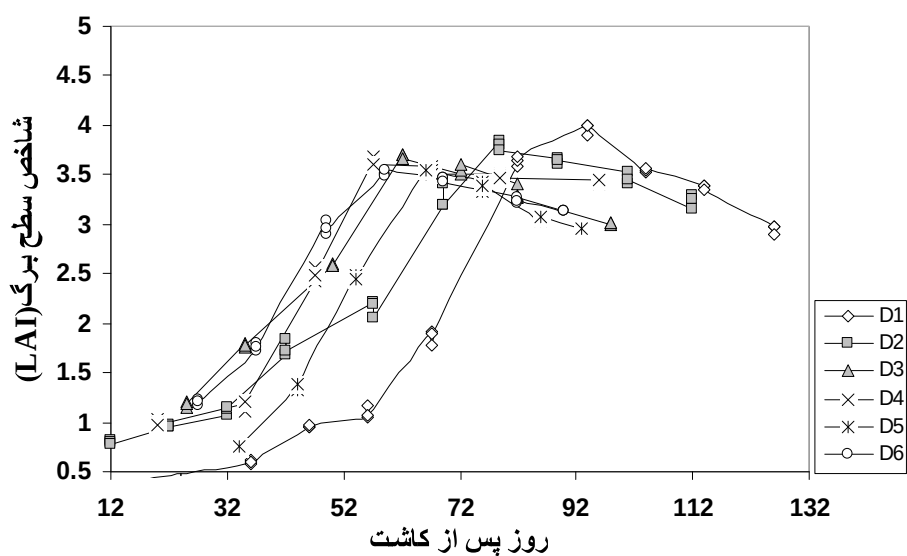
شکل ۴-۲. روند تغییرات شاخص سطح برگ وارسته مشهد در مقابل تجمع درجه روزهای رشد برای تاریخ‌های کاشت مورد بررسی (۲۰ اردیبهشت (D۱)، ۴ خرداد (D۲)، ۲۰ خرداد (D۳)، ۴ تیر (D۴)، ۲۰ تیر (D۵)، ۵ مرداد (D۶)).

نتایج نشان داد که در تاریخ‌های کشت مورد بررسی، شاخص سطح برگ محاسبه شده برای دو نمونه- برداری آخر تقریباً روند نزولی داشته است.

با مقایسه شکل‌های ۱-۴ و ۲-۴ با شکل‌های ۳-۴ و ۴-۴ مشخص می‌شود که در شرایط استفاده از GDD تغییرات شاخص سطح برگ اندکی متفاوت از شرایط استفاده از روز پس از کاشت می‌باشد.



شکل ۳-۴. تغییرات شاخص سطح برگ نسبت به زمان در واریته بیارجمند برای تاریخ‌های کشت مورد بررسی (۲۰ اردیبهشت (D۱)، ۴ خرداد (D۲)، ۲۰ خرداد (D۳)، ۴ تیر (D۴)، ۲۰ تیر (D۵)، ۵ مرداد (D۶)).



شکل ۴-۴. تغییرات شاخص سطح برگ نسبت به زمان در واریته مشهد برای تاریخ‌های کشت مورد بررسی (۲۰ اردیبهشت (D۱)، ۴ خرداد (D۲)، ۲۰ خرداد (D۳)، ۴ تیر (D۴)، ۲۰ تیر (D۵)، ۵ مرداد (D۶)).

جدول ۴-۲ ماکزیمم شاخص سطح برگ در تاریخ کاشت‌ها و ارقام مورد بررسی.

تاریخ کاشت	رقم	n	LAI _{max}
۱۳۸۷/۲/۲۰	بیارجمند	۱۱	۴/۴۸
	مشهد	۱۱	۳/۸۵
۱۳۸۷/۳/۴	بیارجمند	۱۰	۴/۰۳
	مشهد	۱۰	۳/۷۹
۱۳۸۷/۳/۱۸	بیارجمند	۷	۳/۸۸
	مشهد	۷	۳/۶۹
۱۳۸۷/۴/۴	بیارجمند	۷	۳/۸۴
	مشهد	۷	۳/۶۴
۱۳۸۷/۴/۲۰	بیارجمند	۷	۳/۵۹
	مشهد	۷	۳/۵۵
۱۳۸۷/۵/۵	بیارجمند	۷	۳/۴۷
	مشهد	۷	۳/۴۹

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که از نظر ماکزیمم شاخص سطح برگ بین تاریخ‌های کشت و ارقام اختلاف معنی داری وجود دارد (جدول ۴-۳) و این بدان معنی است که با تأخیر در کشت ماکزیمم شاخص سطح برگ نیز بدلیل کوتاهتر شده طول دوره‌ی رشد کاهش می‌یابد، به طوری که این مقدار در تاریخ کشت ۲۰ اردیبهشت در واریته بیارجمند ۴/۴۸ (مترمربع سطح برگ در مترمربع سطح زمین) و در واریته مشهد ۳/۸۵ می‌باشد که با تأخیر در کاشت این مقدار در ۵ مرداد به ۳/۴۷ در واریته بیارجمند و ۳/۴۹ در واریته مشهد رسیده است.

جدول ۴-۳. مجموع مربعات صفات مورد بررسی در تاریخ‌های کاشت مختلف

منابع	درجه	ماکزیمم شاخص
تغییرات	آزادی	سطح برگ
تکرار	۲	۰/۰۱ ^{ns}
تاریخ کاشت	۵	۱/۷۹ ^{**}
خطا	۱۰	۰/۰۳
رقم	۱	۰/۳۹ ^{**}
رقم × تاریخ کاشت	۵	۰/۳۸ ^{**}
خطا	۱۲	۰/۰۳

جدول ۴-۴. مقایسه میانگین ماکزیمم شاخص سطح برگ در تاریخ‌های کشت مختلف برای گیاه لوبیا چشم بلبلی.

تاریخ کاشت	ماکزیمم شاخص سطح برگ
۲۰ اردیبهشت	۴/۱۶ a
۴ خرداد	۳/۹۱ b
۱۸ خرداد	۳/۷۸ c
۴ تیر	۳/۷۴ c
۲۰ تیر	۳/۵۷ d
۵ مرداد	۳/۴۸ e

۴-۲-۲ تغییرات ماده خشک (TDW)

وزن خشک کل در طول فصل رشد بصورت تجمعی افزایش می‌یابد و یکی از فاکتورهای مهمی است که در محاسبه مربوط به شاخص‌های رشد گیاه مورد استفاده قرار می‌گیرد. عملکرد کل ماده خشک نتیجه کارایی یک جامعه گیاهی زراعی از نظر استفاده از تشعشع خورشید در طول فصل رویشی است (کوچکی، ۱۳۷۷). تجمع ماده خشک در مراحل اولیه رشد گیاه به دلیل کم بودن سطوح برگ‌ی بعنوان سطوح دریافت‌کننده تشعشع خورشیدی آهسته‌تر است. ولی با گسترش سطح برگ، سرعت تجمع ماده خشک نیز افزایش می‌یابد و به حداکثر مقدار خود می‌رسد. در اواخر فصل رشد به دلیل پیری و ریزش برگ‌ها، سرعت تجمع ماده خشک کاهش یافته و یا به یک حد ثابت می‌رسد. روند تغییرات ماده خشک تجمعی در اشکال ۴-۵ و ۴-۶ برای ارقام و تاریخ کاشت‌های مختلف نشان داده شده است. با تاخیر در کاشت مدت زمان رسیدن به حداکثر ماده خشک، کاهش یافت به نحوی که در تاریخ کاشت ۲۰ اردیبهشت برای ارقام بیارجمند و مشهد به ترتیب نسبت به تاریخ کاشت ۵ مرداد به میزان ۸۱ و ۷۷ گرم در متر مربع کاهش یافت (جدول ۴-۵). شایان ذکر است که به لحاظ معنی‌دار شدن اثر متقابل، مقایسات میانگین برای ترکیبات تیماری وارسته و تاریخ کشت نیز انجام شده است که نتایج ارائه نشده است. در مورد صفات دیگر نیز به همین صورت عمل شد. اشکال (۴-۷ و ۴-۸) روند تغییرات فصلی وزن خشک کل را در تاریخ کاشت‌های مختلف بر حسب درجه روزهای رشد نشان می‌دهد. چنانکه مشاهده می‌شود تغییرات وزن خشک کل گیاه روندی افزایشی داشته ولی در انتهای فصل رشد برای برخی از تاریخ‌های کاشت تقریباً به یک حد ثابت رسیده است. تقلیل ماده خشک در اواخر فصل می‌تواند بیشتر مربوط به کاهش وزن خشک برگ و ساقه و شاخه‌های فرعی (اشکال ۴-۹، ۴-۱۰، ۴-۱۱ و ۴-۱۲) باشد. چنین کاهشی در روند تجمع ماده خشک برگ به علت در سایه قرار گرفتن و نیز افزایش سن برگ‌های پائین‌تر و

در نتیجه ریزش برگ‌های پیرتر (کوچکی و همکاران، ۱۳۶۷) و همچنین انتقال مجدد کربوهیدرات‌های موجود در ساقه و شاخه‌های فرعی می‌باشد.

جدول ۴-۵ ماکزیمم ماده خشک تجمعی در تاریخ کاشت‌ها و ارقام مورد بررسی.

تاریخ کاشت	رقم	n	TDW _{max}
۱۳۸۷/۲/۲۰	بیارجمند	۱۱	۳۵۴/۸
	مشهد	۱۱	۳۵۰/۳
۱۳۸۷/۳/۴	بیارجمند	۱۰	۳۲۹/۹۷
	مشهد	۱۰	۳۳۱/۶
۱۳۸۷/۳/۱۸	بیارجمند	۷	۳۱۶/۲
	مشهد	۷	۳۰۰/۷۲
۱۳۸۷/۴/۴	بیارجمند	۷	۲۹۹/۶
	مشهد	۷	۲۹۸/۸
۱۳۸۷/۴/۲۰	بیارجمند	۷	۲۷۳/۶
	مشهد	۷	۲۷۷/۳
۱۳۸۷/۵/۵	بیارجمند	۷	۲۵۳/۵
	مشهد	۷	۲۶۱/۳

نتایج حاصله از تجزیه واریانس ماکزیمم ماده خشک تجمعی، نشان داد که اثر تاریخ کاشت و رقم و همچنین اثر متقابل بین تاریخ کاشت و رقم بر ماکزیمم تولید ماده خشک کل، ماده خشک برگ، ماده خشک ساقه و ماده خشک شاخه فرعی، در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۴-۶). تاریخ کاشت ۲۰ اردیبهشت، با میانگین حداکثر ماده خشک کل ۳۵۱/۸۵ گرم در مترمربع بیشترین و تاریخ کاشت ۵ مرداد، با حداکثر میانگین ۲۵۶/۷ گرم در مترمربع، کمترین میزان وزن خشک کل را در واحد سطح دارا بودند (جدول ۴-۷). همین طور بالاترین ماده خشک برگ و ساقه به تاریخ کاشت زودتر (۲۰ اردیبهشت) اختصاص داشت (به ترتیب ۱۱۰/۵۹ و ۴۷/۷۵ گرم در متر مربع). در تاریخ کشت ۵ مرداد، این مقادیر به ۷۸/۳ و ۳۹/۵۸ گرم در متر مربع تنزل یافت.

اسچوارد و همکاران (۲۰۰۵) در مورد تریپیکاله عنوان داشتند که با تاخیر در کاشت، ماده خشک تولید شده کاهش می یابد، به طوریکه با هر ۱۰ روز تاخیر در کاشت بعد از زمان مطلوب کاشت منطقه، ماده خشک کاهش پیدا کرد علت این کاهش، به کاهش سطح برگ (واتسون، ۱۹۵۸؛ تیل و همکاران، ۱۹۷۸) و جذب تشعشع خورشیدی (پاکرید و دونالد، ۱۹۶۷) نسبت داده می شود. می توان بیان نمود با تاخیر در کاشت، به علت مواجه شدن مراحل زایشی با دمای محدود کننده اواخر فصل رشد، تجمع ماده خشک کاهش می یابد. کن و همکاران (۱۹۹۷) نیز به تجمع کمتر ماده خشک در سویا با تاخیر در کاشت دست یافتند.

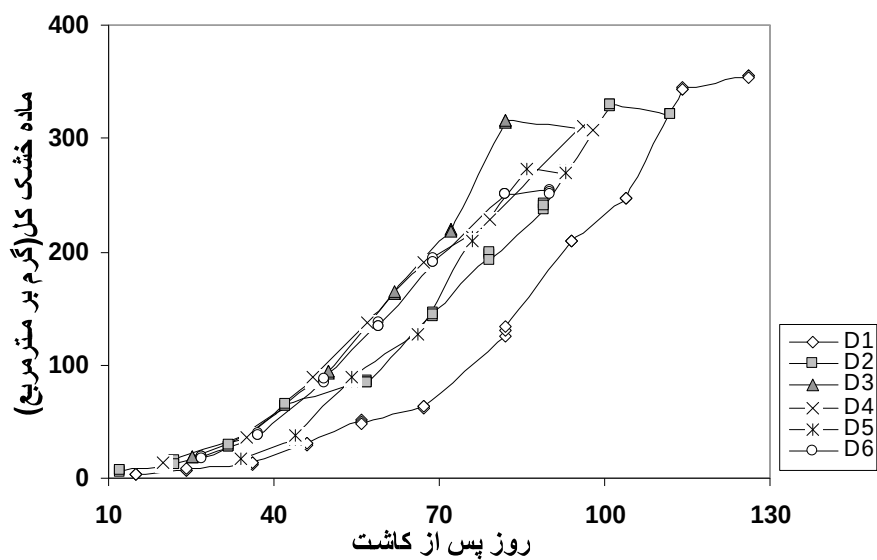
جدول ۴-۶. مجموع مربعات برخی از صفات برای تاریخ‌های کاشت و واریته‌های مورد بررسی.

منابع تغییرات	درجه آزادی	ماکزیمم ماده خشک برگ	ماکزیمم ماده خشک ساقه	ماکزیمم ماده خشک شاخه فرعی	ماکزیمم ماده خشک کل
تکرار	۲	^{ns} ۵/۵۵	^{ns} ۰/۰۰۶	^{ns} ۰/۰۹۴	۶/۴۵**
تاریخ کاشت	۵	۵۱۲۴/۴۷**	۲۴۲/۰۰۵**	۳۵۵/۵۹**	۳۶۴۸۴/۵۸**
خطا	۱۰	۱۵/۰۹	۰/۸۰۴	۰/۷۸۲	۱۳/۴۷
رقم	۱	۳۰/۵۶**	۰/۸۱۳**	۱/۸۲۲**	۱۷/۵۶**
رقم × تاریخ کاشت	۵	۲۷۰/۰۷**	۱۵/۹۲**	۲۱/۴۷۲**	۴۸۴/۵۳**
خطا	۱۲	۴۰/۶۶	۰/۴۹	۰/۷۳	۵/۲۲

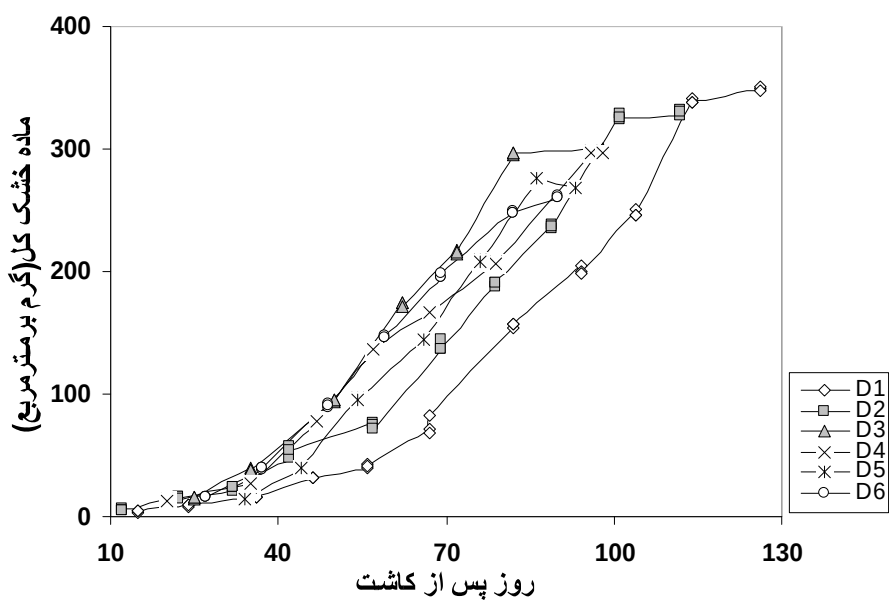
** تاثیر معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱ و ns غیر معنی‌دار از نظر آماری

جدول ۴-۷. مقایسه میانگین برخی از صفات در تاریخ‌های کشت مختلف.

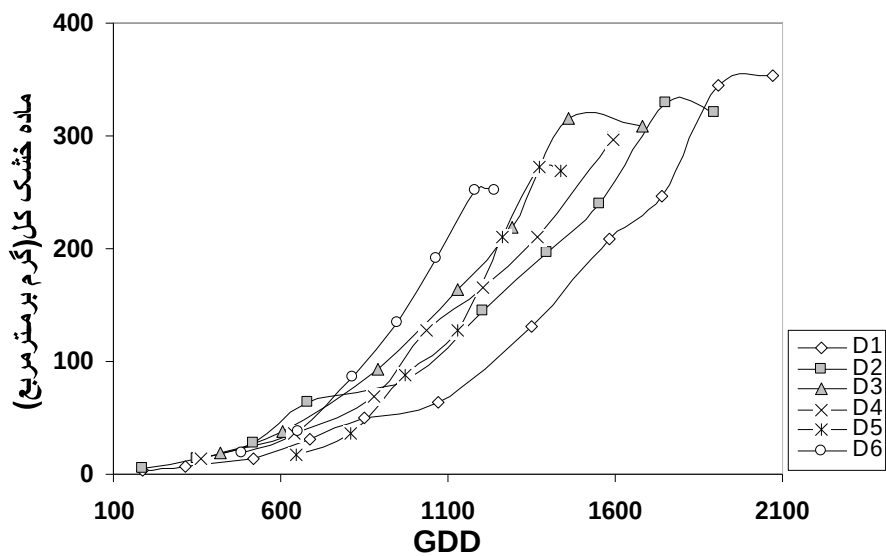
تاریخ کاشت	ماکزیمم ماده خشک برگ	ماکزیمم ماده خشک ساقه	ماکزیمم ماده خشک شاخه فرعی	ماکزیمم ماده خشک کل
۲۰ اردیبهشت	۱۱۰/۵۹a	۴۷/۷۵a	۴۷/۰۵a	۳۵۱/۸۵a
۴ خرداد	۱۰۲/۴۴b	۴۶/۳b	۴۴/۲۷b	۳۲۹/۴۴b
۱۸ خرداد	۸۸/۶۳c	۴۴/۷۹c	۴۰/۸۷c	۳۰۸/۰۲c
۴ تیر	۸۲/۵۵d	۴۳/۶۷d	۳۹/۸۷d	۲۹۸/۲۷d
۲۰ تیر	۸۰/۹e	۴۳/۰۲e	۳۹/۳۷e	۱۷۴/۶۵e
۵ مرداد	۷۸/۳f	۳۹/۵۸f	۳۷/۸۷f	۲۵۶/۷f



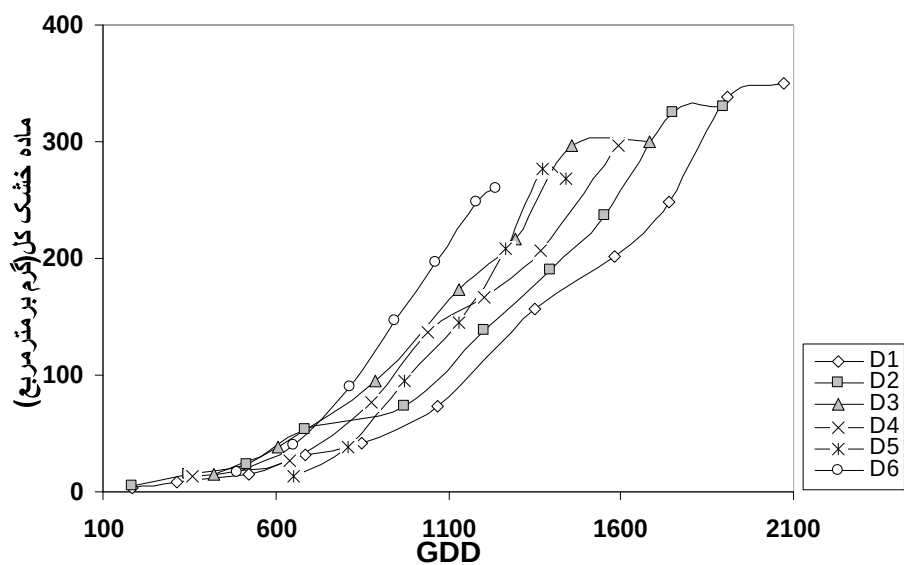
شکل ۴-۵- تغییرات ماده خشک واریته بیارجمند در مقابل زمان در تاریخ کاشت‌های مختلف (۲۰ اردیبهشت (D۱)، ۴ خرداد (D۲)، ۲۰ خرداد (D۳)، ۴ تیر (D۴)، ۲۰ تیر (D۵)، ۵ مرداد (D۶)).



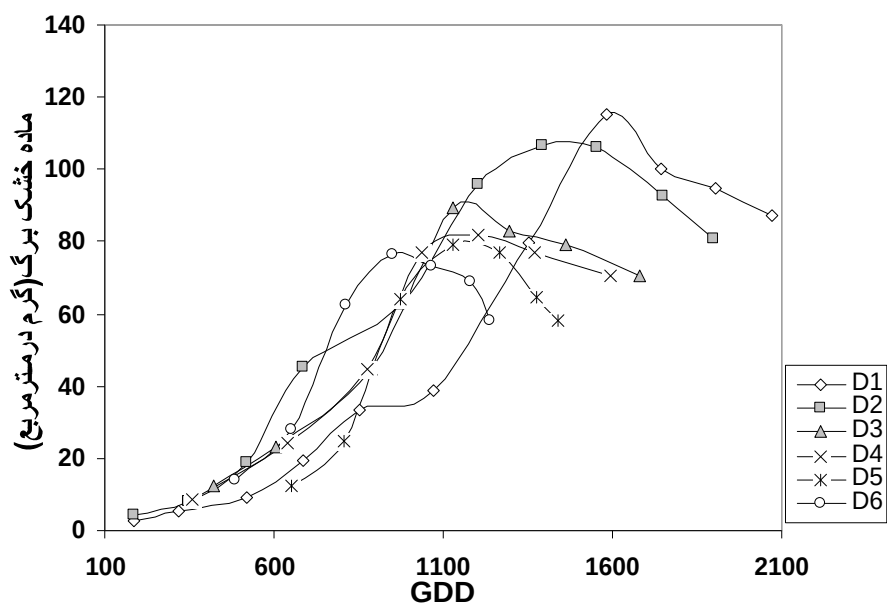
شکل ۴-۶- تغییرات ماده خشک واریته مشهد در مقابل زمان در تاریخ کاشت‌های مختلف (۲۰ اردیبهشت (D۱)، ۴ خرداد (D۲)، ۲۰ خرداد (D۳)، ۴ تیر (D۴)، ۲۰ تیر (D۵)، ۵ مرداد (D۶)).



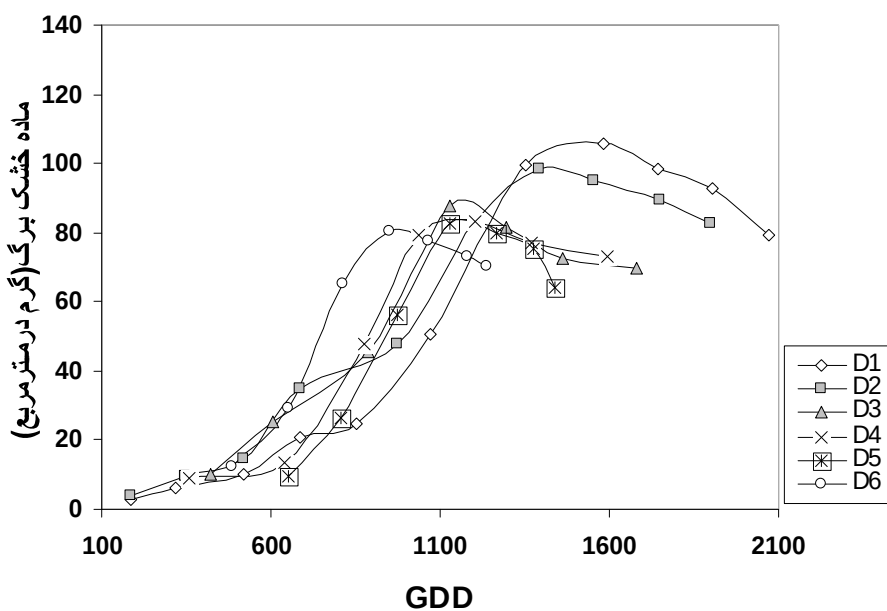
شکل ۴-۷. روند تغییرات ماده خشک کل در مقابل درجه روزهای رشد در واریته بیارجمند برای تاریخ کاشت‌های مورد بررسی (۲۰ اردیبهشت (D۱)، ۴ خرداد (D۲)، ۲۰ خرداد (D۳)، ۴ تیر (D۴)، ۲۰ تیر (D۵)، ۵ مرداد (D۶)).



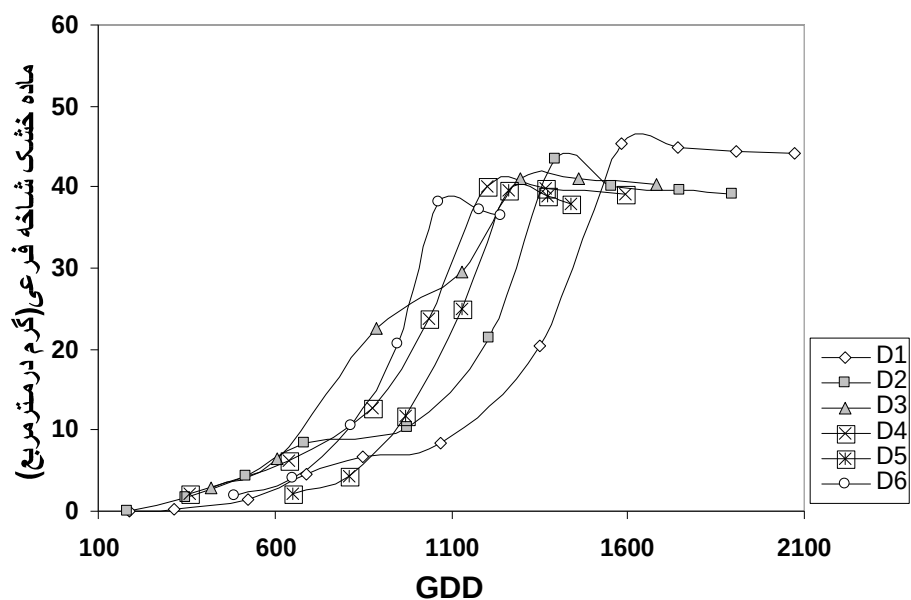
شکل ۴-۸. روند تغییرات ماده خشک کل در مقابل درجه روزهای رشد در واریته مشهد برای تاریخ کاشت‌های مورد بررسی (۲۰ اردیبهشت (D۱)، ۴ خرداد (D۲)، ۲۰ خرداد (D۳)، ۴ تیر (D۴)، ۲۰ تیر (D۵)، ۵ مرداد (D۶)).



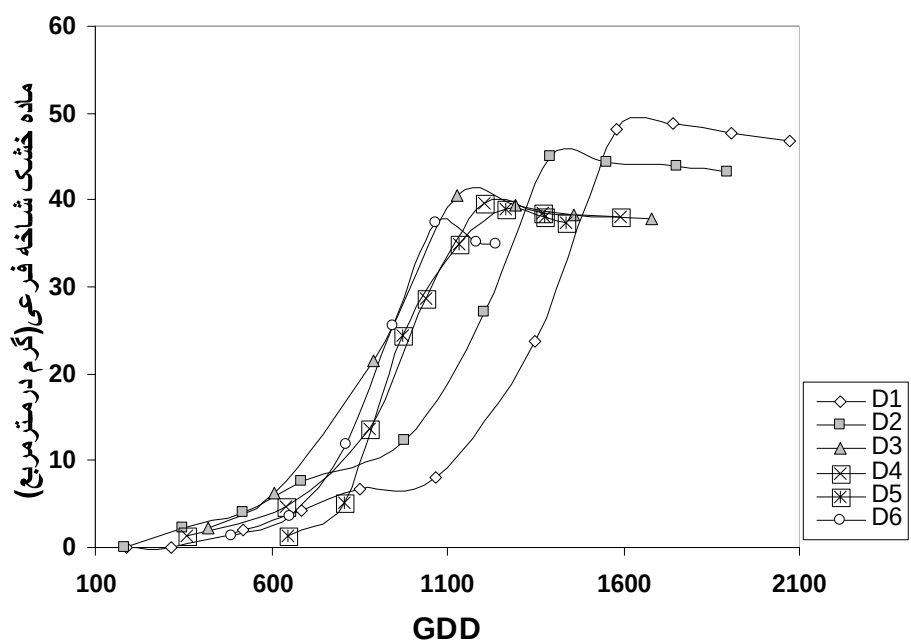
شکل ۴-۹. روند تغییرات ماده خشک برگ در مقابل درجه روزهای رشد در واریته بیارجمند برای تاریخ‌های کاشت مورد بررسی (۲۰ اردیبهشت (D۱)، ۴ خرداد (D۲)، ۲۰ خرداد (D۳)، ۴ تیر (D۴)، ۲۰ تیر (D۵)، ۵ مرداد (D۶)).



شکل ۴-۱۰. روند تغییرات ماده خشک برگ در مقابل درجه روزهای رشد در واریته مشهد برای تاریخ‌های کاشت مورد بررسی (۲۰ اردیبهشت (D۱)، ۴ خرداد (D۲)، ۲۰ خرداد (D۳)، ۴ تیر (D۴)، ۲۰ تیر (D۵)، ۵ مرداد (D۶)).



شکل ۱۱-۴ روند تغییرات ماده خشک شاخه فرعی در مقابل درجه روزهای رشد در واریته بیارجمند برای تاریخ‌های کاشت مورد بررسی (۲۰ اردیبهشت (D۱)، ۴ خرداد (D۲)، ۲۰ خرداد (D۳)، ۴ تیر (D۴)، ۲۰ تیر (D۵)، ۵ مرداد (D۶)).



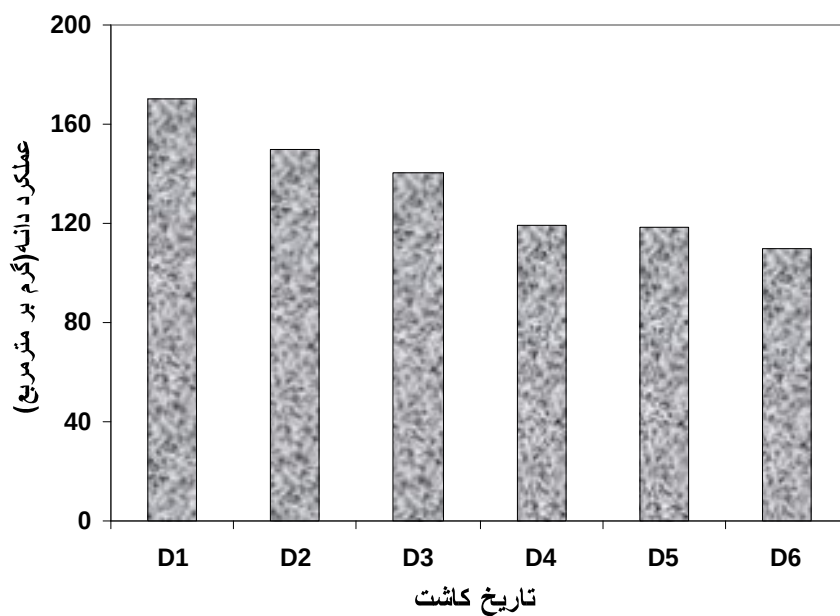
شکل ۱۲-۴ روند تغییرات ماده خشک شاخه فرعی در مقابل درجه روزهای رشد در واریته مشهد برای تاریخ‌های کاشت مورد بررسی (۲۰ اردیبهشت (D۱)، ۴ خرداد (D۲)، ۲۰ خرداد (D۳)، ۴ تیر (D۴)، ۲۰ تیر (D۵)، ۵ مرداد (D۶)).

۴-۴ عملکرد دانه

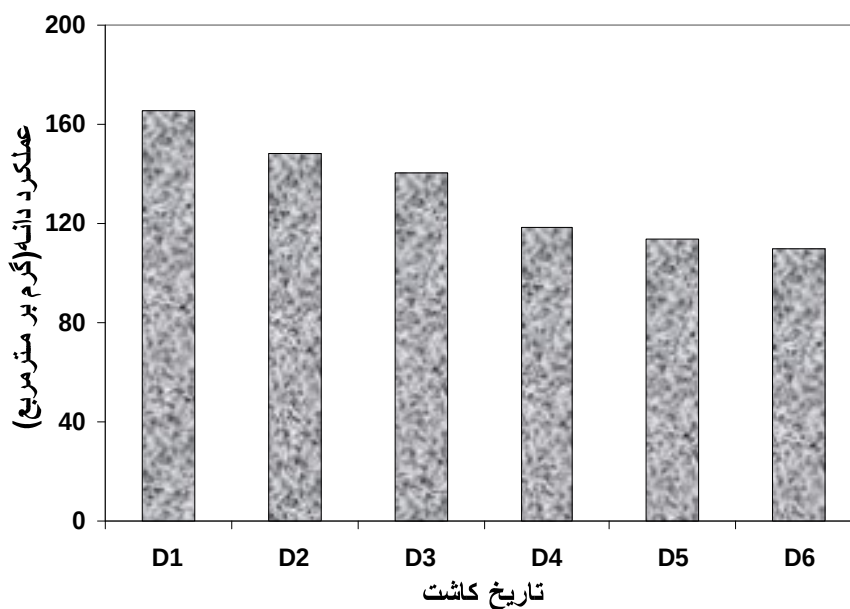
تاریخ کاشت عامل تعیین کننده و مهم در عملکرد گیاهان به حساب می آید. برای نواحی مختلف تاریخ کاشت مناسب جهت حصول بالاترین عملکرد ماده خشک و کیفیت، متفاوت است (هیترو و همکاران، ۲۰۰۲). روش های صحیح مدیریت زراعی برای استفاده حداکثر از ظرفیت محیط برای تولید گیاهان امری بسیار مهم بوده و تعیین مناسب ترین شرایط رشد می تواند در راستای افزایش عملکرد و به حداکثر رسانیدن بهره وری از محیط مدنظر باشد. یکی از عوامل مهم در تصمیم گیری های زراعی به منظور دستیابی به عملکردهای بالا همراه با کیفیت مناسب، تعیین مناسب ترین زمان کاشت و تراکم بوته است (خادم حمزه و کریمی، ۱۳۷۳). هانت در سال (۱۹۷۸) نشان داد که به ازای هر هفته تاخیر در تاریخ کاشت، عملکرد کانولا به میزان ۵ درصد کاهش یافت. تاخیر در تاریخ کاشت، دوره زمانی بین کاشت تا گلدهی را کاهش می دهد که نتیجه این امر کاهش در پتانسیل عملکرد می باشد.

نتایج تجزیه واریانس تیمارهای مورد بررسی در خصوص عملکرد دانه نشان داد که بین تاریخ کاشت ها و ارقام مورد مطالعه و همچنین اثر متقابل بین تاریخ کاشت و رقم از نظر عملکرد در هکتار در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی دار وجود دارد (جدول ۴-۸). دامنه تغییرات عملکرد نهایی دانه از ۱۶۷/۶۸ تا ۱۰۹/۸۷ گرم بر متر مربع بود که به ترتیب به زودترین و دیرترین تاریخ کشت مورد بررسی تعلق داشت (جدول ۴-۹). این امر نشان دهنده اهمیت انتخاب تاریخ کاشت مناسب جهت حصول عملکرد مطلوب و قابل قبول می باشد. نتایج این تحقیق نشان داد که میزان کاهش عملکرد رقم بیارجمند در، تاریخ کاشت ۴ خرداد نسبت به تاریخ کاشت ۲۰ اردیبهشت، ۱۳/۴۲ درصد، تاریخ کاشت ۱۸ خرداد نسبت به تاریخ کاشت ۴ خرداد، ۷/۱۶ درصد، تاریخ کاشت ۴ تیر نسبت به تاریخ کاشت ۱۸ خرداد، ۱۷/۴۸، تاریخ کاشت ۲۰ تیر نسبت به تاریخ کاشت ۴ تیر، ۰/۹۳ درصد و بالاخره تاریخ کشت ۵ مرداد نسبت به تاریخ کاشت ۲۰ تیر، ۷/۲ درصد و میزان کاهش عملکرد رقم مشهد در، تاریخ کاشت ۴ خرداد نسبت به تاریخ

کاشت ۲۰ اردیبهشت، ۱۱/۶ درصد، تاریخ کاشت ۱۸ خرداد نسبت به تاریخ کاشت ۴ خرداد، ۵/۶۹ درصد، تاریخ کاشت ۴ تیر نسبت به تاریخ کاشت ۱۸ خرداد، ۱۸/۳۸، تاریخ کاشت ۲۰ تیر نسبت به تاریخ کاشت ۴ تیر، ۴/۳۵ درصد و بالاخره تاریخ کشت ۵ مرداد نسبت به تاریخ کاشت ۲۰ تیر، ۳/۴۷ درصد می باشد (شکل ۴-۱۳ و ۴-۱۴).



شکل ۴-۱۳. روند تغییرات عملکرد دانه در واریته بیارجمند در تاریخ‌های کاشت مورد بررسی (۲۰ اردیبهشت (D۱)، ۴ خرداد (D۲)، ۲۰ خرداد (D۳)، ۴ تیر (D۴)، ۲۰ تیر (D۵)، ۵ مرداد (D۶)).



شکل ۴-۱۴. روند تغییرات عملکرد دانه در واریته مشهد در تاریخ‌های کاشت مورد بررسی (۲۰ اردیبهشت (D۱)، ۴ خرداد (D۲)، ۲۰ خرداد (D۳)، ۴ تیر (D۴)، ۲۰ تیر (D۵)، ۵ مرداد (D۶)).

جدول ۴-۸. مجموع مربعات عملکرد دانه برای تاریخ‌های کشت و واریته‌های مورد بررسی.

منابع	درجه	عملکرد نهایی
تغییرات	آزادی	دانه
تکرار	۲	۰/۲۱ **
تاریخ کاشت	۵	۱۵۲۶۵/۵۷**
خطا	۱۰	۰/۲۰
رقم	۱	۴۴/۴ **
رقم × تاریخ کاشت	۵	۳۵/۳۷**
خطا	۱۲	۰/۲۱

جدول ۴-۹. مقایسه میانگین عملکرد دانه (گرم بر مترمربع) در تاریخ‌های مختلف کشت (آزمون LSD)

عملکرد نهایی	تاریخ کاشت
دانه	
۱۶۷/۶۸ a	۲۰ اردیبهشت
۱۴۹/۰۳ b	۴ خرداد
۱۴۰/۰۴ c	۱۸ خرداد
۱۱۸/۷۵ d	۴ تیر
۱۱۵/۷۳ e	۲۰ تیر
۱۰۹/۸۷ f	۵ مرداد

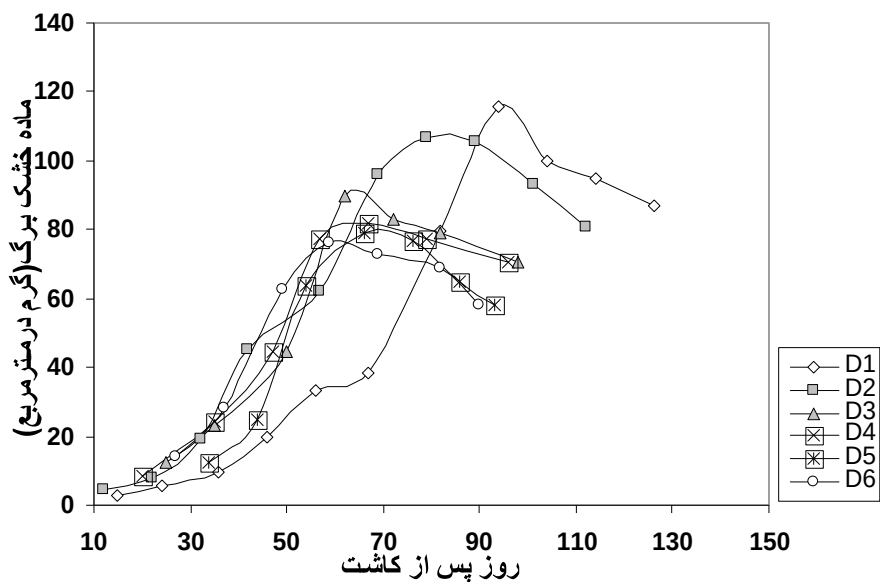
میانگین‌های مربوط به هر صفت که حداقل در یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد می‌باشند.

۴-۵ تخصیص ماده خشک به اندام‌های مختلف

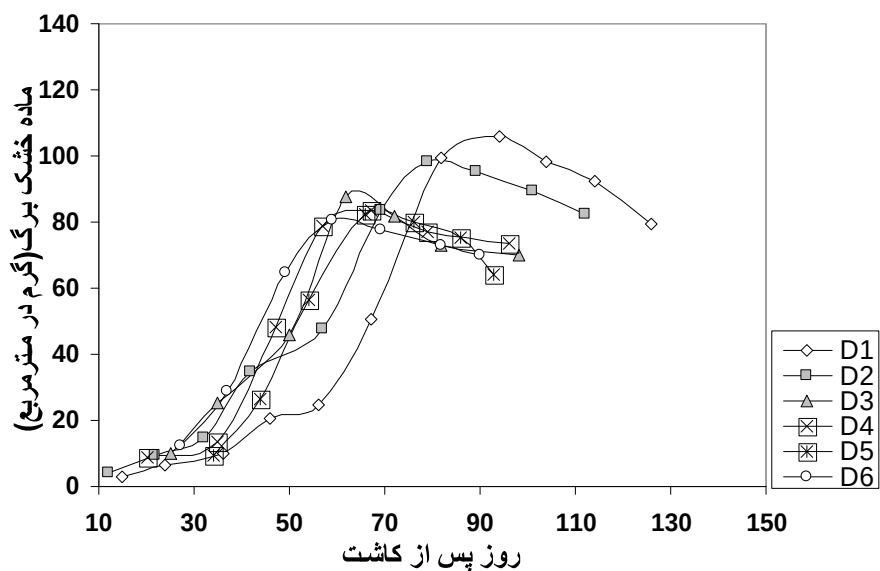
توزیع ماده خشک به معنی تخصیص اسیمیلات‌های حاصل از فرایند فتوسنتز به اندام‌های مختلف گیاه می‌باشد. این اسیمیلات‌ها در واقع به اندام‌های رویشی روی زمین و زیرزمین و اندام‌های ذخیره‌ای اختصاص می‌یابند. پارامتر کلیدی در کمیت تجمع بیوماس قبل از گلدهی در لوبیا چشم بلبلی، الگوی اختصاص ماده خشک بین برگ‌ها و ساقه‌ها است.

جونز و کنیری (۱۹۸۶)، الگوی توزیع ماده خشک به برگ‌ها و ساقه‌ها قبل از گلدهی در ارزن مرواریدی را تعریف نمودند. آنها دریافتند که بر اساس دامنه‌ای از فتوپریود و تراکم، مقدار بیوماس اختصاص یافته به پهنک دو برابر مقدار اختصاص یافته به بخش ساقه قبل از شروع رشد ساقه بود. ترین و همکاران (۲۰۰۲) اقدام به محاسبه معادله رگرسیونی برگ سبز و ساقه در مقابل کل بیوماس باقلا (*Vicia faba*) نمودند. آنها از شیب معادله مذکور به عنوان ضریب توزیع استفاده کردند.

در شکل‌های ۴-۱۵ و ۴-۱۶ روند تجمع ماده خشک برگ بر اساس روزهای پس از کاشت برای گیاه لوبیا چشم بلبلی در وارسته‌های بیارجمند و مشهد ارائه شده است (شایان ذکر است که روند تغییرات وزن خشک برگ برای GDDهای مختلف در شکل‌های ۴-۹ و ۴-۱۰ آورده شده است). تا سه نمونه‌برداری آخر وزن خشک برگ رو به افزایش می‌باشد. در انتهای فصل رشد به علت پیری برگ‌ها و همچنین زرد شدن و ریزش و همچنین به علت عوامل دیگر روند نزولی دارد.



شکل ۴-۱۵. روند تغییرات ماده خشک برگ نسبت به زمان در واریته بیارجمند در تاریخ‌های کاشت مورد بررسی (۲۰ اردیبهشت (D۱)، ۴ خرداد (D۲)، ۲۰ خرداد (D۳)، ۴ تیر (D۴)، ۲۰ تیر (D۵)، ۵ مرداد (D۶)).



شکل ۴-۱۶. روند تغییرات ماده خشک برگ نسبت به زمان در واریته مشهد در تاریخ‌های کاشت مورد بررسی (۲۰ اردیبهشت (D۱)، ۴ خرداد (D۲)، ۲۰ خرداد (D۳)، ۴ تیر (D۴)، ۲۰ تیر (D۵)، ۵ مرداد (D۶)).

قبل از ساقه رفتن ارزن مرواریدی میزان ماده خشک اختصاص داده شده به برگ‌ها به رقم، تراکم و طول روز وابسته نیست. همچنین در این زمان مقدار ماده خشکی که به غلاف برگ‌ها اختصاص می‌یابد، نیمی از مقدار اختصاص یافته به پهنک برگ‌هاست. اختصاص ماده خشک به برگ‌ها در لوبیا چشم بلبلی حتی تا زمان تشکیل دانه نیز ادامه دارد، ولی با این وجود در این گیاه ریزش برگ بسیار زیاد است به طوری که سرعت ریزش برگ بسیار بیشتر از تولید آن است. در گندم حدود ۸۰ درصد از ماده خشک به پهنک برگ‌ها اختصاص می‌یابد.

۴-۵-۱ ضرایب توزیع ماده خشک

متوسط ضرایب توزیع برای مراحل مختلف فنولوژی با استفاده از برازش رگرسیون خطی و غیر خطی داده‌های ماده خشک تجمعی هر اندام در مقابل ماده خشک کل تجمعی اندام‌های هوایی بدست آمد. در ارزن، دوره تولید برگ موثر در ساقه اصلی همزمان با کامل شدن برگ پرچم خاتمه می‌یابد و در کل گیاه نیز معمولاً دوره موثر رشد برگ در پنجه‌ها تا زمان خوشه‌دهی ادامه می‌یابد (گاردنر و همکاران، ۱۹۸۵). با توجه به رشد محدود در برخی از ارقام لوبیا، دوره تولید برگ موثر در ساقه اصلی تا زمان گلدهی ادامه می‌یابد.

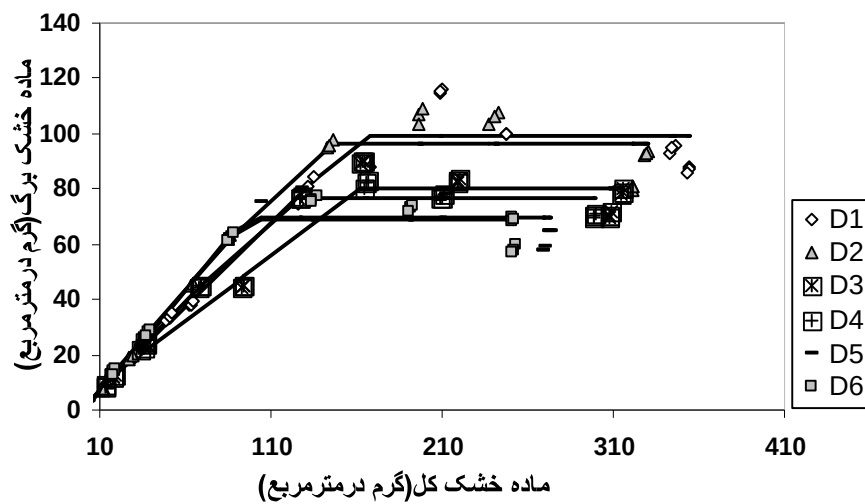
قبل از این مرحله (گلدهی) ماده خشک فقط بین برگ‌ها، ساقه و شاخه فرعی توزیع می‌شود و بعد از این مرحله معمولاً ماده خشک بین ساقه‌ها، شاخه فرعی، غلاف‌ها و به مقدار کمتری به برگ‌ها اختصاص می‌یابد. بررسی و برازش داده‌های ماده خشک برگ‌ها و ساقه‌ها در گیاه لوبیا چشم بلبلی در مقابل ماده خشک کل نشان‌دهنده وجود یک الگوی دو قسمتی توزیع ماده خشک بین آنها می‌باشد (اشکال ۴-۱۷، ۴-۱۸، ۴-۱۹ و ۴-۲۰). در سطوح پایین‌تر مقدار ماده خشک کل، سهم بیشتری از ماده خشک به برگ‌ها اختصاص می‌یابد. این الگوی توزیع ماده خشک توسط مدل زیر بیان می‌شود.

$$Y = a + b * x \quad \text{اگر } X < t_0 \quad (۱-۴)$$

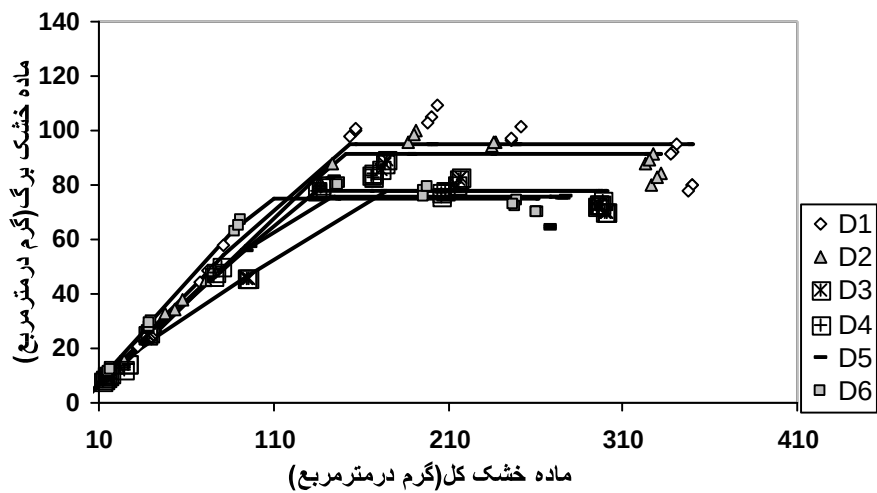
$$Y = a + b * t_0 \quad \text{اگر } X \geq t_0 \quad (۲-۴)$$

که در آن، Y ماده خشک برگ؛ X ، ماده خشک کل؛ t_0 ، نقطه چرخش بین دو بخش نمودار توزیع ماده خشک؛ b ، ضریب توزیع ماده خشک برگ و a عرض از مبدا می‌باشد. شرایط نسبتاً مشابهی در مورد ماده خشک ساقه در گیاه اتفاق می‌افتد.

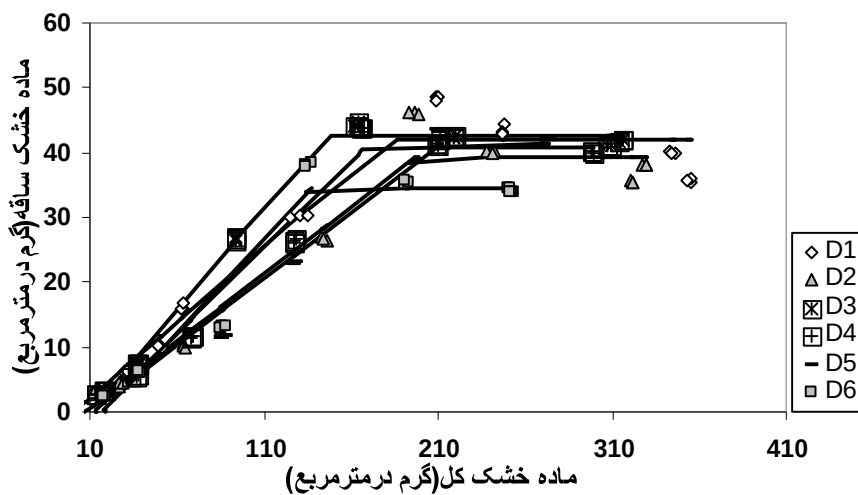
زمانی که شرایط برای رشد رویشی گیاه فراهم باشد و مقدار ماده خشک رویشی (برگ و ساقه) بیشتری تولید شود، برای نگهداری ساختار گیاه، ماده خشک بیشتری نیز به ساقه اختصاص می‌یابد. همچنین ممکن است به دلیل این که گسترش سطح برگ کافی نبوده و نتواند به عنوان یک مخزن ذخیره‌ای مناسب عمل کند، بنابراین مقدار ماده خشک اختصاص یافته به ساقه بیشتر شود.



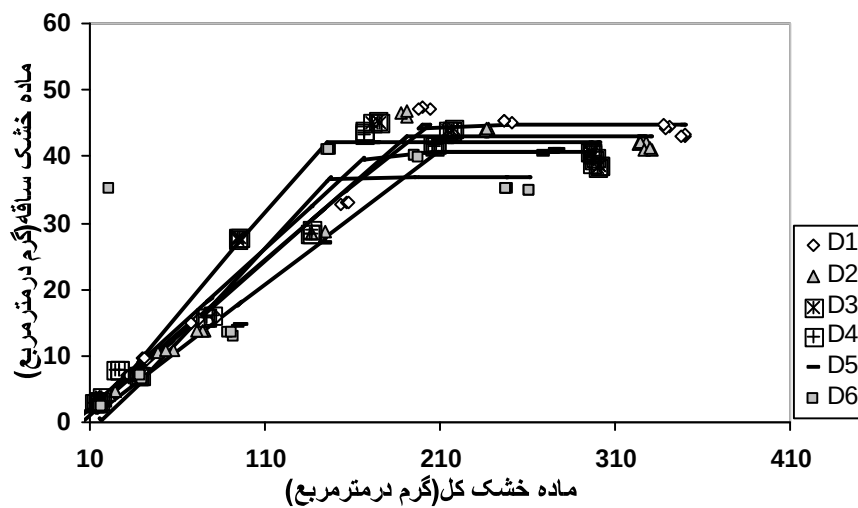
شکل ۴-۱۷. روند تغییرات ماده خشک برگ نسبت به تغییرات ماده خشک کل در واریته بیارجمند در تاریخ‌های کاشت مورد بررسی (۲۰ اردیبهشت (D۱)، ۴ خرداد (D۲)، ۲۰ خرداد (D۳)، ۴ تیر (D۴)، ۲۰ تیر (D۵)، ۵ مرداد (D۶)).



شکل ۴-۱۸. روند تغییرات ماده خشک برگ نسبت به تغییرات ماده خشک کل در واریته مشهد در تاریخ‌های کاشت مورد بررسی (۲۰ اردیبهشت (D۱)، ۴ خرداد (D۲)، ۲۰ خرداد (D۳)، ۴ تیر (D۴)، ۲۰ تیر (D۵)، ۵ مرداد (D۶)).



شکل ۴-۱۹. روند تغییرات ماده خشک ساقه نسبت به تغییرات ماده خشک کل در واریته بیارجمند در تاریخ‌های کاشت مورد بررسی (۲۰ اردیبهشت (D۱)، ۴ خرداد (D۲)، ۲۰ خرداد (D۳)، ۴ تیر (D۴)، ۲۰ تیر (D۵)، ۵ مرداد (D۶)).



شکل ۴-۲۰. روند تغییرات ماده خشک ساقه نسبت به تغییرات ماده خشک کل در واریته مشهد در تاریخ‌های کاشت مورد بررسی (۲۰ اردیبهشت (D۱)، ۴ خرداد (D۲)، ۲۰ خرداد (D۳)، ۴ تیر (D۴)، ۲۰ تیر (D۵)، ۵ مرداد (D۶)).

جدول ۴-۱۰ و ۴-۱۱ و ۴-۱۲ و ۴-۱۳ ضرایب توزیع ماده خشک را به ترتیب برای ساقه و برگ در گیاه لوبیا چشم بلبلی در دو وارسته بیارجمند و مشهد نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که تاریخ‌های کاشت مختلف اثر قابل توجهی روی متوسط ضرایب توزیع در برگ و ساقه داشته‌اند. بیشترین مقدار توزیع ماده خشک به ساقه، در دو رقم بیارجمند و مشهد مربوط به تاریخ کاشت ۱۸ خرداد با ضریب توزیع ۳۱٪ در رقم بیارجمند و ۳۲٪ در رقم مشهد و کمترین آن در تاریخ کاشت ۲۰ تیر با ضریب توزیع ۲۰٪ در هر دو رقم بوده است. نسبت ۵۰:۵۰ توزیع ماده خشک بین برگ و ساقه در طی رشد رویشی برای نخود (سینگ، ۱۹۹۱) و باقلا (ترپنی و همکاران، ۲۰۰۲)، لوبیا چشم بلبلی (رابرتسون و همکاران، ۲۰۰۰) گزارش شده است.

جدول ۴-۱۰. ضرایب تخصیص ماده خشک به برگ در واریته بیارجمند در تاریخ‌های کاشت مورد مطالعه

تاریخ کاشت	ضریب تخصیص به برگ
۲۰ اردیبهشت	$0.3 \pm 0.60\%$
۴ خرداد	$0.6 \pm 0.73\%$
۱۸ خرداد	$0.4 \pm 0.46\%$
۴ تیر	$0.4 \pm 0.65\%$
۲۰ تیر	$0.7 \pm 0.75\%$
۵ مرداد	$0.5 \pm 0.71\%$

جدول ۴-۱۱. ضرایب تخصیص ماده خشک به برگ در واریته مشهد در تاریخ‌های کاشت مورد مطالعه

تاریخ کاشت	ضریب تخصیص به برگ
۲۰ اردیبهشت	$0.5 \pm 0.67\%$
۴ خرداد	$0.2 \pm 0.60\%$
۱۸ خرداد	$0.5 \pm 0.43\%$
۴ تیر	$0.3 \pm 0.62\%$
۲۰ تیر	$0.56 \pm 0.57\%$
۵ مرداد	$0.3 \pm 0.71\%$

جدول ۴-۱۲. ضرایب تخصیص ماده خشک به ساقه در واریته بیارجمند در تاریخ‌های کاشت مورد مطالعه

تاریخ کاشت	ضریب تخصیص به ساقه
۲۰ اردیبهشت	0.23 ± 0.001
۴ خرداد	0.20 ± 0.001
۱۸ خرداد	0.31 ± 0.001
۴ تیر	0.26 ± 0.001
۲۰ تیر	0.20 ± 0.0005
۵ مرداد	0.29 ± 0.002

جدول ۴-۱۳. ضرایب تخصیص ماده خشک به ساقه در واریته مشهد در تاریخ‌های کاشت مورد مطالعه

تاریخ کاشت	ضریب تخصیص به ساقه
۲۰ اردیبهشت	0.22 ± 0.002
۴ خرداد	0.23 ± 0.006
۱۸ خرداد	0.32 ± 0.002
۴ تیر	0.24 ± 0.009
۲۰ تیر	0.20 ± 0.006
۵ مرداد	0.28 ± 0.002

۴-۴ فنولوژی

۴-۴-۱ سبز شدن

جدول ۴-۴ و ۴-۱۵ میانگین روز تا سبز شدن و متوسط دمای هوا در طول دوره سبز شدن را برای ارقام لوبیا چشم بلبلی نشان می‌دهد. حداقل روز تا سبز شدن برای این گیاه در رقم بیارجمند حدود ۴ روز و مربوط به تاریخ کاشت ۲۰ تیر بود. در این تاریخ کاشت به علت بالا بودن میانگین دما طی دوره کاشت تا سبز شدن، بذور طی ۴ روز پس از کاشت سبز شدند. حداکثر تعداد روز از کاشت تا سبز شدن بذور، برابر با ۸ روز و متعلق به تاریخ کاشت ۲۰ اردیبهشت بود. متوسط دمای هوای تجربه شده طی دوره آزمایش در این رقم و تاریخ‌های کاشت مختلف ۲۷/۴ درجه سانتی‌گراد بود. بیشترین میانگین دمای تجربه شده در طی آزمایش مربوط به تاریخ کاشت ۲۰ تیر و حداقل آن مربوط به تاریخ کاشت ۲۰ اردیبهشت بود. اما حداقل روز تا سبز شدن برای این گیاه در رقم مشهد حدود ۴ روز و مربوط به تاریخ کاشت ۲۰ تیر بود. حداکثر تعداد روز از کاشت تا سبز شدن بذور، برابر با ۷ روز و متعلق به تاریخ کاشت ۲۰ اردیبهشت بود. متوسط دمای هوای تجربه شده طی دوره آزمایش در این رقم و تاریخ‌های کاشت مختلف ۲۷/۴۵ درجه سانتی‌گراد بود. در این رقم نیز همانند رقم بیارجمند بیشترین میانگین دمای تجربه شده در طی آزمایش مربوط به تاریخ کاشت ۵ مرداد و حداقل آن مربوط به تاریخ کاشت ۲۰ اردیبهشت بود.

جدول ۴-۱۴. مقادیر متوسط، حداقل و حداکثر روز تا سبز شدن و دمای هوا در دوره کاشت تا سبز شدن در واریته بیارجمند.

متغیر	حداقل	حداکثر	میانگین
روز از کاشت تا سبز شدن	۴	۸	۵/۹۵
متوسط دمای هوا (°C)	۳۱/۲۷	۲۲/۱۷	۲۷/۴

جدول ۴-۱۵. مقادیر متوسط، حداقل و حداکثر روز تا سبز شدن و دمای هوا در دوره کاشت تا سبز شدن در واریته مشهد.

متغیر	حداقل	حداکثر	میانگین
روز از کاشت تا سبز شدن	۴	۷	۵/۶۷
متوسط دمای هوا (°C)	۳۱/۲۷	۲۲/۱۵	۲۷/۴۵

نتایج تجزیه واریانس مربوط به روز تا سبز شدن در جدول ۴-۱۶ نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که بین تاریخ‌های کاشت از نظر این متغیر در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تفاوت بین تاریخ کشت ۱۸ خرداد و ۴ تیر و همچنین ۲۰ تیر و ۵ مرداد از نظر آماری قابل اغماض می‌باشد (جدول ۴-۱۷). به طوری که در اشکال ۴-۲۱ و ۴-۲۲ دیده می‌شود، واکنش سرعت سبز شدن به دما در واریته‌های مورد بررسی یکسان نیست.

آنکس و همکاران (۱۹۸۱) بیان کردند که طول دوره سبز شدن به شدت تابعی از دما است و در اغلب گیاهان زراعی سرعت سبز شدن تحت تاثیر طول روز و بهاره‌سازی قرار نمی‌گیرد.

جدول ۴-۱۶. مجموع مربعات برای زمان از کاشت تا سبز شدن (VE).

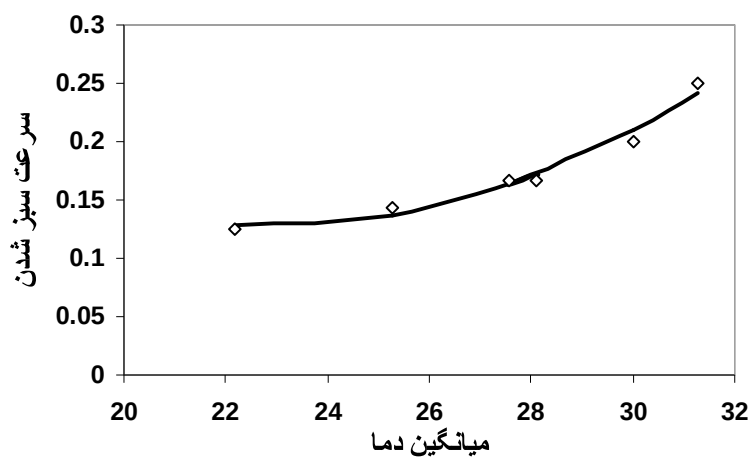
منابع تغییرات	df	VE
تکرار	۲	۰/۲۷ ^{ns}
تاریخ کاشت	۵	۴۰/۲۱ ^{**}
خطا	۱۰	۲/۹۸
رقم	۱	۰/۱۳ ^{ns}
رقم × تاریخ کاشت	۵	۰/۸۵ [*]
خطا	۱۲	۰/۶۳

^{**}تاثیر معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۱، ^{*}تاثیر معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ns غیر معنی دار از نظر آماری.

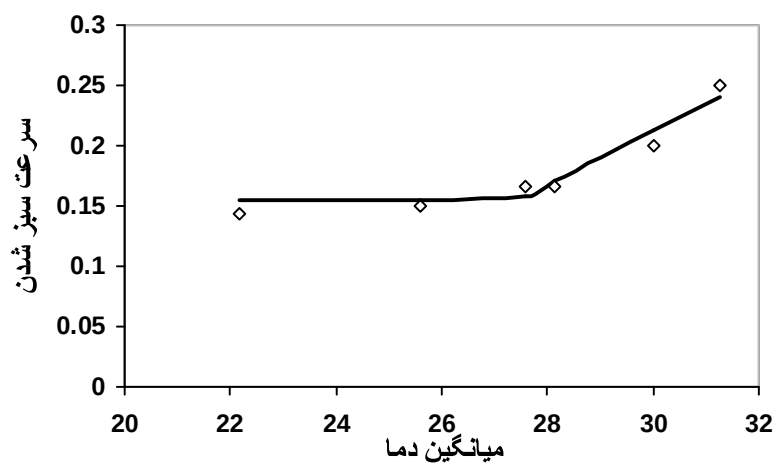
جدول ۴-۱۷. مقایسه میانگین روز تا سبز شدن (VE) در تاریخ‌های کشت مورد بررسی لوبیا چشم بلبلی.

تاریخ کاشت	VE
۲۰ اردیبهشت	۷/۵۷ a
۴ خرداد	۶/۷ b
۱۸ خرداد	۵/۹۱ c
۴ تیر	۵/۷۵ c
۲۰ تیر	۴/۳ d
۵ مرداد	۵ d

میانگین‌هایی که دارای حروف یکسان هستند، در سطح ۰/۰۱ اختلاف معنی دار ندارند (آزمون LSD).



شکل ۴-۲۱ روند تغییرات سرعت سبز شدن (Day^{-1}) در مقابل دما در واریته بیارجمند.



شکل ۴-۲۲ روند تغییرات سرعت سبز شدن (Day^{-1}) در مقابل دما در واریته مشهد.

۴-۴-۱ انتخاب مدل مناسب برای کمی کردن واکنش سرعت سبز شدن به دما

برای کمی کردن واکنش سرعت سبز شدن در مقابل دما از توابع بتا، منحنی، مسطح، لجستیک و دو-تکه‌ای استفاده شد. جداول ۴-۱۸ و ۴-۱۹ معیارهای ارزیابی مدل‌های مختلف را نشان دهند. مدلی که جذر میانگین مربع انحرافات (*RMSD*) کمتر، R^2 بالاتر و a متمایل‌تر به صفر و b متمایل‌تر به ۱ داشت به عنوان مدل برتر انتخاب شد. بررسی این معیارها نشان داد که در گیاه لوبیا چشم بلبلی بهترین مدل پیش‌بینی سرعت سبز شدن در مقابل دما بتا بود. میزان انطباق خط رگرسیون (مقادیر پیش‌بینی شده در مقابل مقادیر مشاهده شده) با خط ۱:۱ در شکل‌های ۴-۲۳ تا ۴-۳۲ آورده شده است. به طوریکه به وضوح قابل رویت می‌باشد، میزان انطباق در مدل بتا نیز در حد بالاتری قرار دارد.

یوسفی‌داز (۱۳۸۳) اثر عمق کشت (۳، ۶، ۹ و ۱۲ سانتی‌متر) و دما (۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد) را بر جوانه‌زنی و سبز شدن گیاه نخود مورد بررسی قرار داد. وی برای کمی کردن واکنش سبز شدن و جوانه‌زنی به دما از توابع متعددی (شامل دندان مانند، دوتکه‌ای، بتا، منحنی، درجه دوم و درجه سوم) استفاده نمود. کامکار (۱۳۸۴) از مدل دوتکه‌ای برای کمی کردن واکنش سرعت جوانه‌زنی به دما در ارقام مختلف گیاه ارزن استفاده نمود. ترابی (۱۳۸۲) مدل دندان مانند را به عنوان مدل برتر برای کمی کردن واکنش سرعت سبز شدن در مقابل دما انتخاب کرد. عجم‌نوروزی (۱۳۸۶) گزارش کرد که مدل برتر برای توصیف رابطه سرعت سبز شدن گیاه باقلا در مقابل دما، مدل دوتکه‌ای است. یوسفی‌داز (۱۳۸۳) تابع دندان مانند را به عنوان بهترین تابع برای کمی کردن واکنش کمی کردن واکنش سرعت جوانه‌زنی و سبز شدن به دما در گیاه نخود گزارش نمود. این مسئله حاکی از این است که نوع پاسخ سبز شدن گیاهان مختلف به دما متفاوت است.

جدول ۴-۱۸. جذر میانگین مربع انحرافات ($RMSD$)، ضریب تبیین (R^2)، ضریب همبستگی (r) و ضریب تغییرات (CV) برای مدل‌های مختلف توصیف کننده رابطه سرعت سبز شدن مشاهده شده و واقعی با دما در گیاه لوبیا چشم بلبلی (رقم بیارجمند).

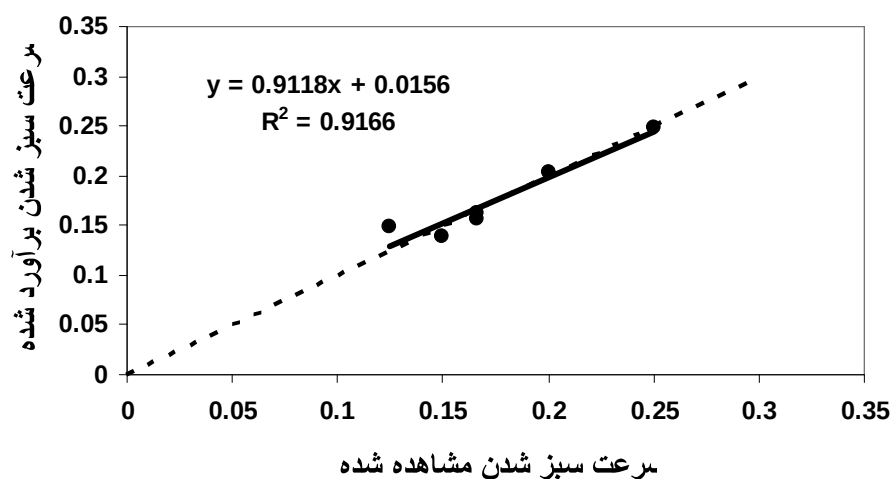
تابع دما	$RMSD$	R^2	r	CV
دو تکه‌ای (S)	۰/۰۱۶۷۴	۰/۸۵	۰/۹۲	۹/۷
بتا (B)	۰/۰۱۲۵	۰/۹۱	۰/۹۶	۷/۵
منحنی (C)	۰/۰۳۱۸	۰/۷۸	۰/۸۸	۵/۷
لجستیک (L)	۰/۰۱۶۷۵	۰/۸۵	۰/۹۲	۹/۸
مسطح (F)	۰/۰۱۶۷۰	۰/۸۵	۰/۹۲	۹/۸

* برای r و R^2 ، اعداد گرد شده ارائه شده است. در نتیجه ممکن است r ، عیناً برابر با R^2 نباشد.

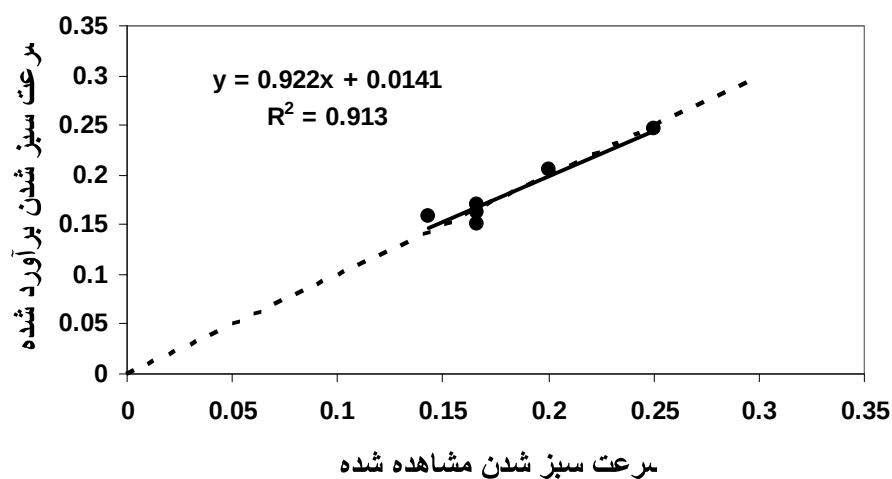
جدول ۴-۱۹. جذر میانگین مربع انحرافات ($RMSD$)، ضریب تبیین (R^2)، ضریب همبستگی (r) و ضریب تغییرات (CV) برای مدل‌های مختلف توصیف کننده رابطه سرعت سبز شدن مشاهده شده و واقعی با دما در گیاه لوبیا چشم بلبلی (رقم مشهد).

تابع دما	$RMSD$	R^2	r	CV
دو تکه‌ای (S)	۰/۰۱۹۴۹	۰/۷۳	۰/۸۶	۱۰/۲۶
بتا (B)	۰/۰۱۱۱	۰/۹۱	۰/۹۵	۶/۶۲
منحنی (C)	۰/۰۲۲۵	۰/۶۴	۰/۸۰	۱۱/۰۲
لجستیک (L)	۰/۰۱۹۶	۰/۷۳	۰/۸۵	۱۰/۳۲
مسطح (F)	۰/۰۲۵۰	۰/۷۳	۰/۸۶	۱۳/۱۶

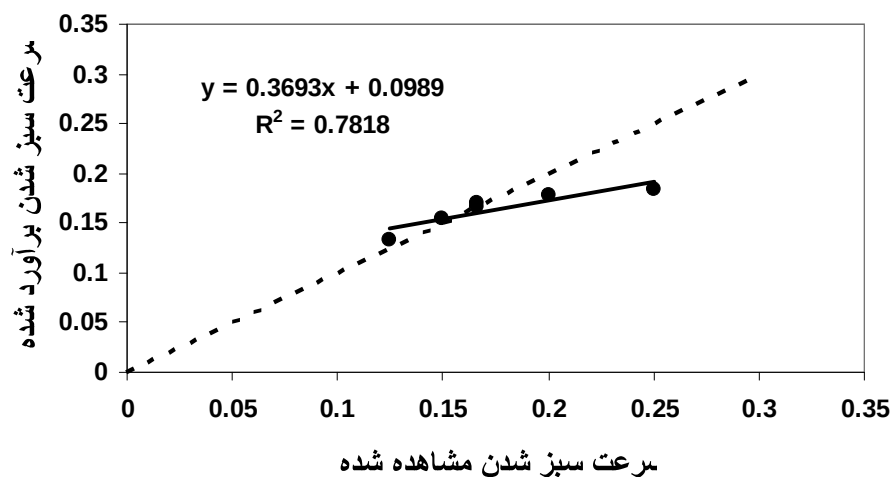
* برای r و R^2 ، اعداد گرد شده ارائه شده است. در نتیجه ممکن است r ، عیناً برابر با R^2 نباشد.



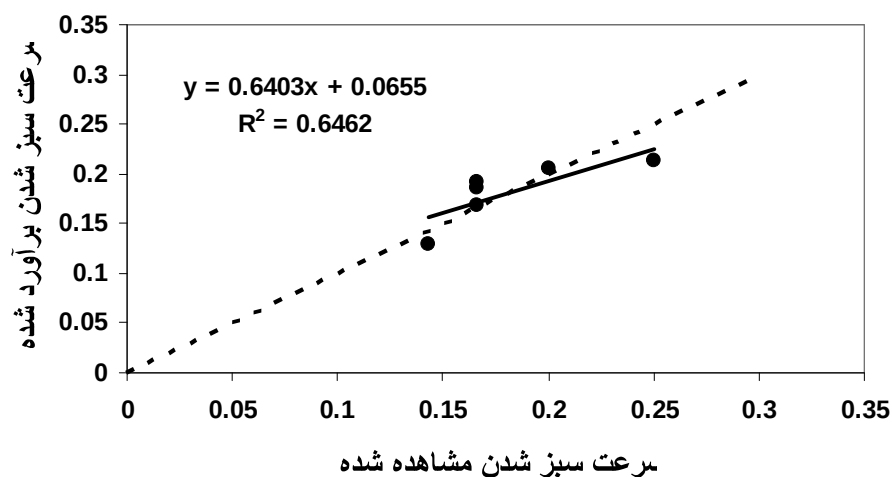
شکل ۴-۲۳ سرعت سبز شدن (Day^{-1}) برآورد شده توسط تابع بتا در مقابل سرعت مشاهده شده برای واریته بیارجمند. خط منقطع، خط ۱:۱ می‌باشد. خط ضخیم رابطه خطی رگرسیونی بین سرعت سبز شدن برآورد شده و سرعت سبز شدن مشاهده شده است.



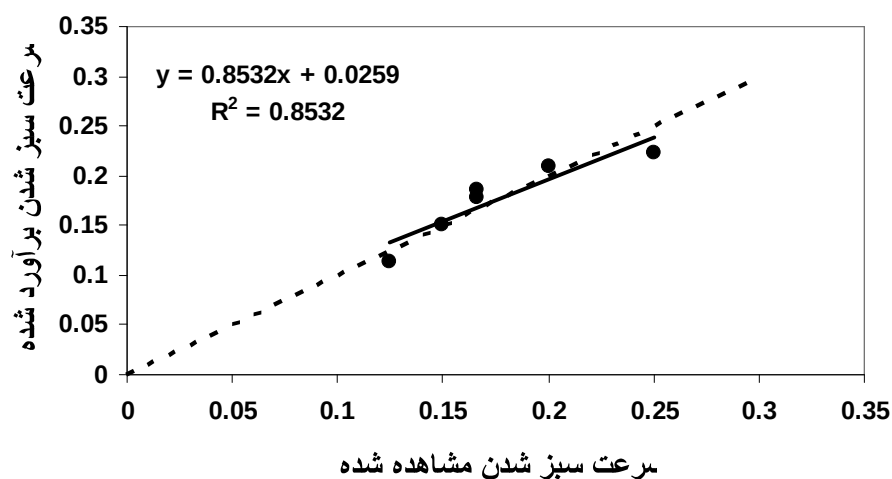
شکل ۴-۲۴ سرعت سبز شدن (Day^{-1}) برآورد شده توسط تابع بتا در مقابل سرعت مشاهده شده برای واریته مشهد. خط منقطع، خط ۱:۱ می‌باشد. خط ضخیم رابطه خطی رگرسیونی بین سرعت سبز شدن برآورد شده و سرعت سبز شدن مشاهده شده است.



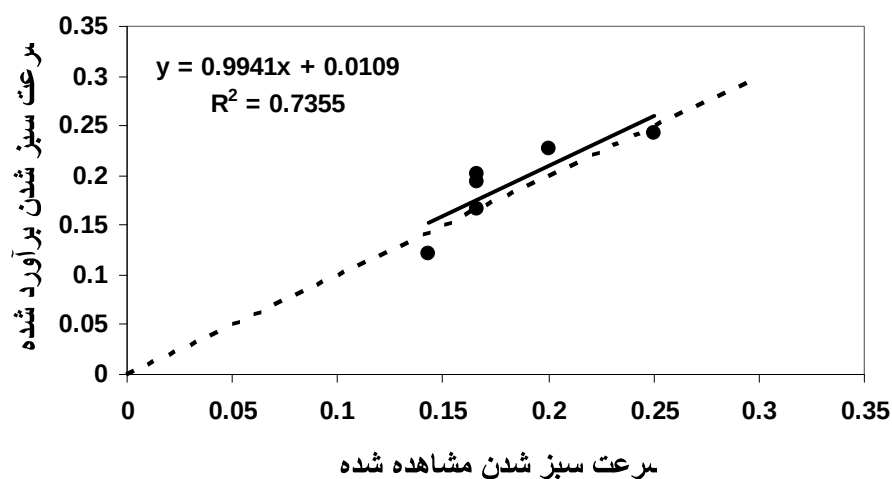
شکل ۴-۲۵ سرعت سبز شدن (Day^{-1}) برآورد شده توسط تابع منحنی در مقابل سرعت مشاهده شده برای واریته بیارجمند. خط منقطع، خط ۱:۱ می‌باشد. خط ضخیم رابطه خطی رگرسیونی بین سرعت سبز شدن برآورد شده و سرعت سبز شدن مشاهده شده است.



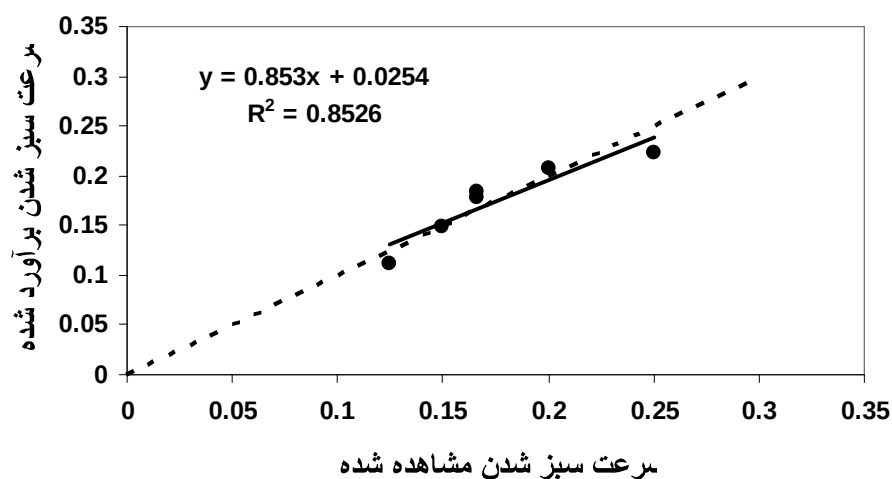
شکل ۴-۲۶ سرعت سبز شدن (Day^{-1}) برآورد شده توسط تابع منحنی در مقابل سرعت مشاهده شده برای واریته مشهد. خط منقطع، خط ۱:۱ می‌باشد. خط ضخیم رابطه خطی رگرسیونی بین سرعت سبز شدن برآورد شده و سرعت سبز شدن مشاهده شده است.



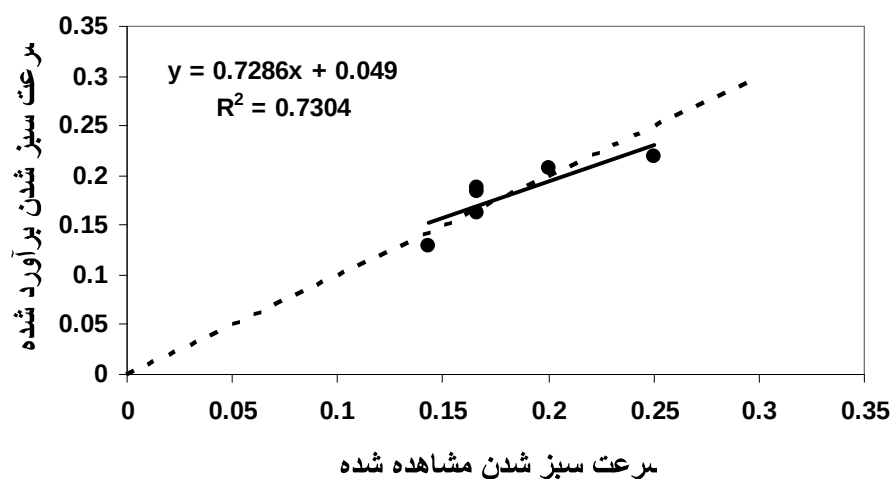
شکل ۴-۲۷ سرعت سبز شدن (Day^{-1}) برآورد شده توسط تابع مسطح در مقابل سرعت مشاهده شده برای واریته بیارجمند. خط منقطع، خط ۱:۱ می‌باشد. خط ضخیم رابطه خطی رگرسیونی بین سرعت سبز شدن برآورد شده و سرعت سبز شدن مشاهده شده است.



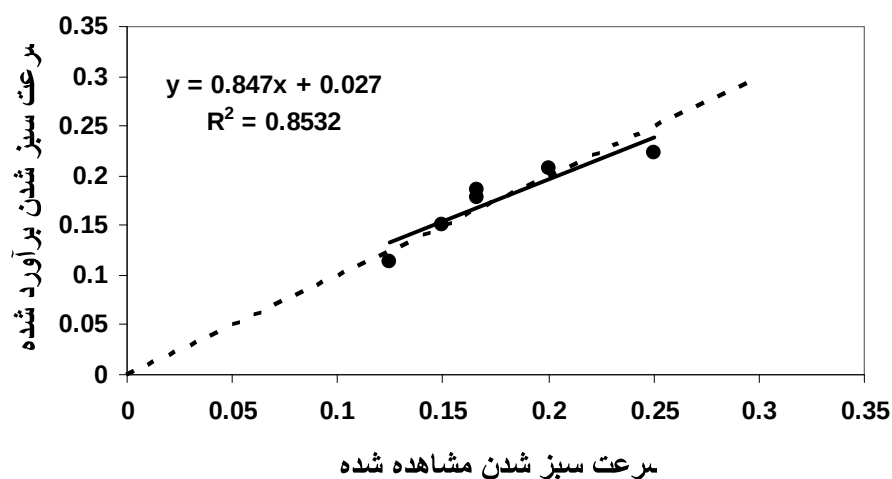
شکل ۴-۲۸ سرعت سبز شدن (Day^{-1}) برآورد شده توسط تابع مسطح در مقابل سرعت مشاهده شده برای واریته مشهد. خط منقطع، خط ۱:۱ می‌باشد. خط ضخیم رابطه خطی رگرسیونی بین سرعت سبز شدن برآورد شده و سرعت سبز شدن مشاهده شده است.



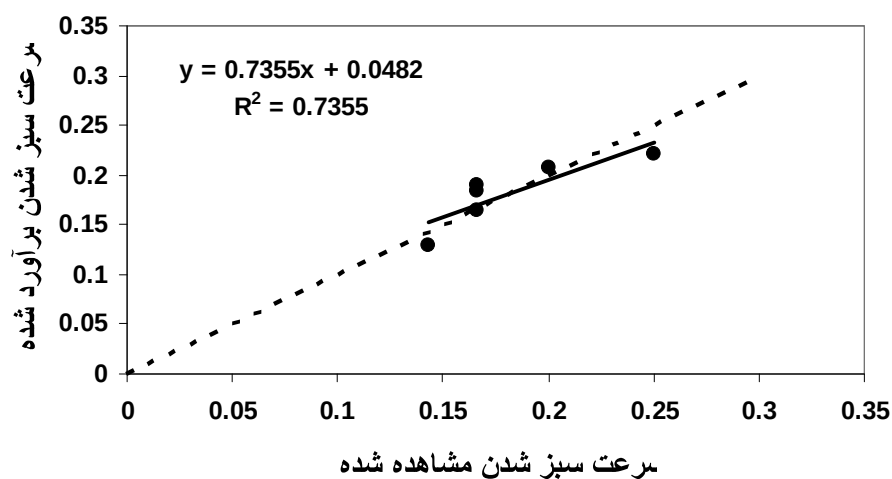
شکل ۴-۲۹ سرعت سبز شدن (Day^{-1}) برآورد شده توسط تابع لجستیک در مقابل سرعت مشاهده شده برای واریته بیارجمند. خط منقطع، خط ۱:۱ می‌باشد. خط ضخیم رابطه خطی رگرسیونی بین سرعت سبز شدن برآورد شده و سرعت سبز شدن مشاهده شده است.



شکل ۴-۳۰ سرعت سبز شدن (Day^{-1}) برآورد شده توسط تابع لجستیک در مقابل سرعت مشاهده شده برای واریته مشهد. خط منقطع، خط ۱:۱ می‌باشد. خط ضخیم رابطه خطی رگرسیونی بین سرعت سبز شدن برآورد شده و سرعت سبز شدن مشاهده شده است.



شکل ۴-۳۱ سرعت سبز شدن (Day^{-1}) برآورد شده توسط تابع دو تکه‌ای در مقابل سرعت مشاهده شده برای واریته بیارجمند. خط منقطع، خط ۱:۱ می‌باشد. خط ضخیم رابطه خطی رگرسیونی بین سرعت سبز شدن برآورد شده و سرعت سبز شدن مشاهده شده است.



شکل ۴-۳۲ سرعت سبز شدن (Day^{-1}) برآورد شده توسط تابع دو تکه‌ای در مقابل سرعت مشاهده شده برای واریته مشهد. خط منقطع، خط ۱:۱ می‌باشد. خط ضخیم رابطه خطی رگرسیونی بین سرعت سبز شدن برآورد شده و سرعت سبز شدن مشاهده شده است.

۴-۵-۱ پارامترهای برآورد شده مدل برای مرحله سبز شدن

پارامترهای برآورد شده توسط مدل‌های مختلف در جدول‌های ۴-۲۰ و ۴-۲۱ برای دو واریته بیارجمند و مشهد نشان داده شده است. مقدار دمای پایه سبز شدن توسط مدل بتا، یعنی مدل برتر هر دو واریته، برای توصیف رابطه سبز شدن در مقابل دما برای واریته بیارجمند، $8/32$ درجه سانتی‌گراد و برای واریته مشهد $7/09$ درجه سانتی‌گراد برآورد شد. کامکار (۱۳۸۴)، با استفاده از مدل خط‌های شکسته در سه جنس زیره مقدار دمای پایه برای این گیاه را $3/5$ درجه سانتی‌گراد برآورد کرد. ترابی (۱۳۸۲)، دمای پایه برای گلدهی ارقام نخود را با استفاده از مدل دندان‌مانند-درجه دوم $3/3$ درجه سانتی‌گراد برآورد نمود.

در این بررسی، دمای مطلوب برآورد شده برای واریته بیارجمند توسط مدل بتا، $24/48$ درجه سانتی‌گراد و برای واریته مشهد $24/65$ درجه سانتی‌گراد بدست آمد. کامکار (۱۳۸۴)، دمای مطلوب برای گیاه زیره را 15 درجه سانتی‌گراد برآورد کردند. ریچی و آلاگارسامی (۱۹۸۹) دمای مطلوب برای سورگوم را 34 درجه سانتی‌گراد برآورد نمود. در این بررسی، حداقل تعداد روز از کاشت تا سبز شدن (FO) برای واریته بیارجمند در شرایط مطلوب دما، توسط مدل بتا، $7/21$ روز و در واریته مشهد $6/75$ روز برآورد گردید.

جدول ۴-۲۰. برآورد دمای پایه (Tb)، دمای مطلوب (To)، برای مرحله سبز شدن با مدل‌های دو تکه‌ای (S)، بتا (B)، منحنی (C)، لجستیک (L) و مسطح (F) در واریته بیارجمند. دمای سقف به طور ثابت ۴۵ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شد.

مدل	Tb	To	FO
S	۱۲/۸۶	۳۵	۳/۷۲
B	۸/۳۲	۲۴/۴۸	۷/۲۱
C	۷/۲۹	۳۶	۵/۲۱
L	---	۲۷/۱۴	۲/۹
F	۱۲/۹۷	۳۷/۷۵	۳/۳

جدول ۴-۲۱. برآورد دمای پایه (Tb)، دمای مطلوب (To)، برای مرحله سبز شدن با مدل‌های دو تکه‌ای (S)، بتا (B)، منحنی (C)، لجستیک (L) و مسطح (F) در واریته مشهد. دمای سقف به طور ثابت ۴۵ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شد.

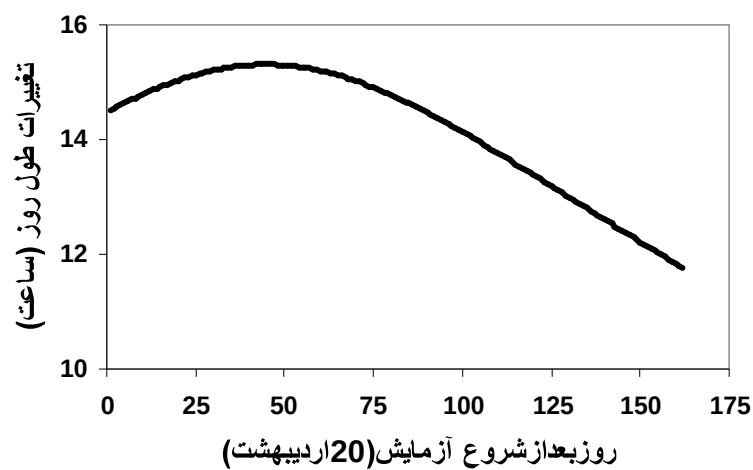
مدل	Tb	To	FO
S	۹/۱۹	۳۱/۷۶	۴/۴۴
B	۷/۰۹۸	۲۴/۶۵	۶/۷۵
C	۱۳/۱۲	۳۶	۴/۳۹
L	---	۲۶/۵۲	۲/۹
F	۱۳/۲۱	۳۶/۷۹	۳/۱۵

۴-۵ گله‌دهی

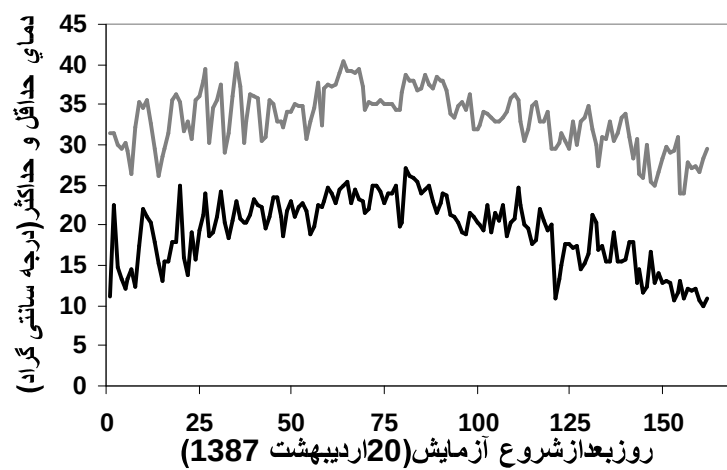
تغییرات دما و طول روز در طول دوره آزمایش به ترتیب در شکل ۴-۳۳ و ۴-۳۴ نشان داده شده است. دمای حداکثر از ۲۴ تا ۴۰/۴ و دمای حداقل از ۹/۸ تا ۲۷ درجه سانتی‌گراد متغیر بود. طول روز نیز در طی دوره آزمایش از ۱۱/۷۶ تا ۱۵/۳۱ ساعت در روز متغیر بود.

از نظر آماری تعداد روز از سبز شدن تا گله‌دهی گیاه لوبیا چشم بلبلی در تاریخ‌های مختلف کشت متفاوت بود (جدول ۴-۲۱). حداکثر تعداد روز از سبز شدن تا گله‌دهی در تاریخ کاشت ۲۰ اردیبهشت اتفاق افتاد و حداقل تعداد روز از سبز شدن تا گله‌دهی در تاریخ کاشت ۵ مرداد بدست آمد (جدول ۴-۲۲).

در محدوده دمایی این آزمایش، با افزایش دما، در دماهای پایین‌تر، تغییری در سرعت گله‌دهی رخ نداد و از یک حدی به بعد، شروع به کاهش نمود (اشکال ۴-۳۵ و ۴-۳۶) این حد دمایی برای واریته بیارجمند و مشهد ۲۸/۴۶ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. این در حالی است که با بیشتر شدن طول روز، روند تقریباً مشابهی رخ می‌دهد با افزایش طول روز، در طول روزهای کوتاه‌تر، تغییری در سرعت گله‌دهی رخ نداد و از یک حدی به بعد، شروع به کاهش نمود (اشکال ۴-۳۷ و ۴-۳۸). این حد برای واریته بیارجمند و مشهد به ترتیب ۱۴/۷۴ و ۱۴/۴۷ ساعت می‌باشد



شکل ۳۳-۴ تغییرات طول روز در طول فصل آزمایش.



شکل ۳۴-۴ تغییرات دمای حداکثر و حداقل روزانه در طول فصل آزمایش.

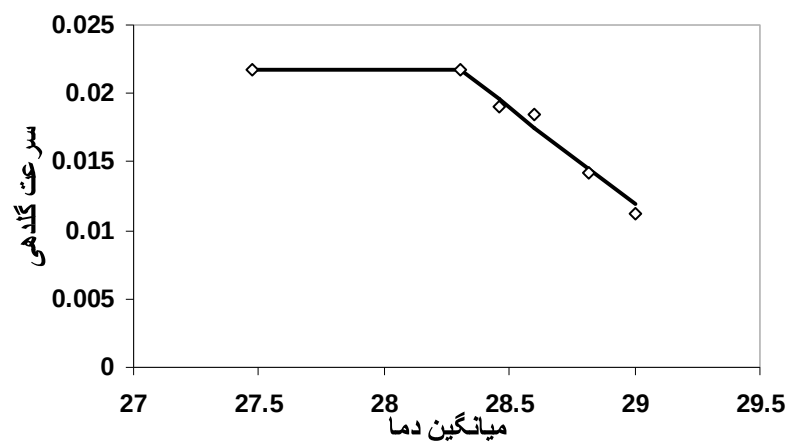
جدول ۴- ۲۱ مجموع مربعات برای زمان از سبز شدن تا گلدهی (*FD*) در تاریخ‌های کشت و ارقام مورد بررسی.

منابع تغییرات	<i>df</i>	<i>FD</i>
تکرار	۲	۰/۱۳ ^{ns}
تاریخ کاشت	۵	۹۹۸۱/۳۹**
خطا	۱۰	۱۷۸/۰۵
رقم	۱	۵/۲۶ ^{ns}
رقم × تاریخ کاشت	۵	۱۷۱/۳۵ ^{ns}
خطا	۱۲	۱۴۱/۶

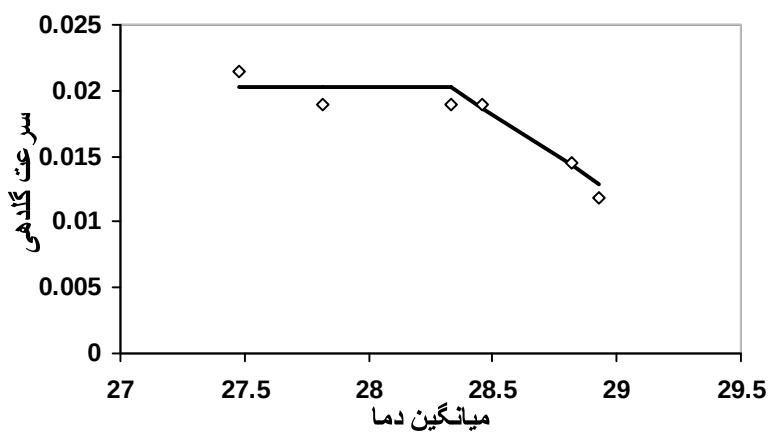
جدول ۴- ۲۲. مقایسه میانگین روز از سبز شدن تا گلدهی (*FD*) در تاریخ‌های کشت و ارقام مورد بررسی در شرایط مزرعه.

تاریخ کاشت	<i>FD</i>
۲۰ اردیبهشت	۹۰/۰۲ a
۴ خرداد	۸۴/۲ b
۱۸ خرداد	۷۱/۹۹ c
۴ تیر	۵۳/۵ d
۲۰ تیر	۵۲/۶۱ d
۵ مرداد	۴۶/۳۸ e

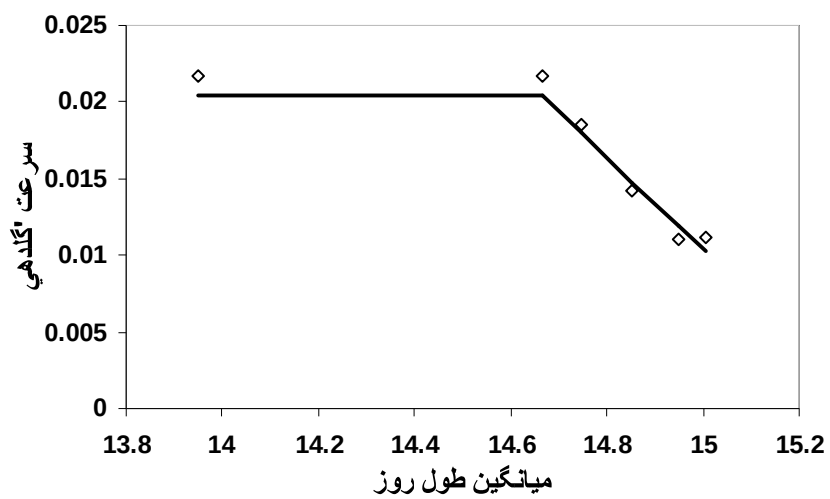
میانگین‌هایی که دارای حروف یکسان هستند، در سطح ۰/۰۱ اختلاف معنی‌دار ندارند (آزمون *LSD*).



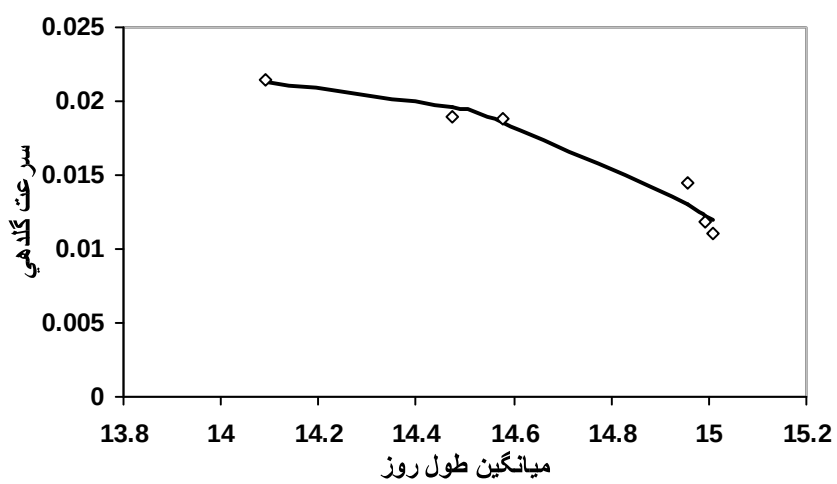
شکل ۴-۳۵. رابطه سرعت گلدهی (Day^{-1}) با دما در وارسته بیارجمند.



شکل ۴-۳۶. رابطه سرعت گلدهی (Day^{-1}) با دما در وارسته مشهد.



شکل ۳۷-۴. رابطه سرعت گلدهی (Day^{-1}) با متوسط طول روز در واریته بیارجمند.



شکل ۳۸-۴. رابطه سرعت گلدهی (Day^{-1}) با متوسط طول روز در واریته مشهد.

برای کمی کردن واکنش سرعت گلدهی در مقابل دما و طول روز از ۱۶ تابع ترکیبی در هر واریته استفاده شد. در این توابع شامل، توابع درجه دوم، لجستیک، مسطح و بتا و برای دما و توابع دو تکه‌ای، درجه دوم، نمایی منفی، لجستیک برای طول روز بودند. جداول ۴-۲۳ تا ۴-۳۰ معیارهای ارزیابی مدل‌های مختلف را نشان می‌دهد. همانند مدل‌های مورد استفاده برای سبز شدن، مدلی که جذر میانگین مربع انحرافات ($RMSD$) کمتر و R^2 بالاتر، a متمایل‌تر به صفر و b متمایل‌تر به ۱ داشت به عنوان مدل برتر انتخاب شد. بررسی این معیارها نشان داد که در گیاه لوبیا چشم بلبلی بهترین مدل پیش‌بینی سرعت گلدهی در مقابل دما و طول روز در هر واریته، مدل بتا-نمایی منفی بود. میزان انطباق خط رگرسیون (مقادیر پیش‌بینی شده در مقابل مقادیر مشاهده شده) با خط ۱:۱ در شکل‌های ۴-۳۹ تا ۴-۶۳ آورده شده است. به طوریکه به وضوح قابل رویت می‌باشد، میزان انطباق در مدل بتا-نمایی منفی در حد بالاتری قرار دارد.

احمدی (۱۳۸۶) سبز شدن و ساقه رفتن ۷ رقم گندم (آریا، اترک، کوه‌دشت، شیروودی، تجن، تارو و زاگرس) را در ۸ تاریخ کاشت مورد بررسی قرار داد. وی برای کمی کردن واکنش سرعت ساقه رفتن در مقابل دما و طول روز از ۲۱ تابع ترکیبی استفاده نمود. در این توابع ترکیبی جهت کمی کردن واکنش سرعت ساقه رفتن در مقابل دما از توابع مسطح، لجستیک، دو تکه‌ای، دندان مانند، بتا، درجه دوم و منفی و برای کمی کردن واکنش سرعت ساقه رفتن در مقابل طول روز از توابع نمایی منفی، دو تکه‌ای و درجه دوم استفاده نمود.

جدول ۴-۲۳. جذر میانگین مربع انحرافات ($RMSD$)، ضریب تبیین (R^2) و ضرایب a و b برای مدل‌های مختلف توصیف کننده رابطه سرعت گلدهی مشاهده شده و واقعی با دما و طول روز در گیاه لوبیا چشم بلبلی در واریته بیارجمند. در کلیه مدل‌های این جدول تابع دما از نوع درجه دوم (Q) است.

تابع طول روز	$RMSD$	R^2	a	b
دو تکه‌ای (S)	۰/۰۴۹	۰/۸۷	۰/۰۶	۰/۰۹۹
درجه دوم (Q)	۰/۰۴۸	۰/۸۴	۰/۰۵۷	۰/۱۵
نمایی منفی (NE)	---	---	---	---
لجستیک (L)	۰/۰۰۲۳	۰/۷۹	۰/۰۰۷	۰/۵۳

جدول ۴-۲۴. جذر میانگین مربع انحرافات ($RMSD$)، ضریب تبیین (R^2) و ضرایب a و b برای مدل‌های مختلف توصیف کننده رابطه سرعت گلدهی مشاهده شده و واقعی با دما و طول روز در گیاه لوبیا چشم بلبلی در واریته مشهد. در کلیه مدل‌های این جدول تابع دما از نوع درجه دوم (Q) است.

تابع طول روز	$RMSD$	R^2	a	b
دو تکه‌ای (S)	۰/۰۴۹	۰/۹۰	۰/۰۶	۰/۱۲
درجه دوم (Q)	۰/۰۰۷	۰/۸۷	۰/۰۲	۰/۰۶
نمایی منفی (NE)	---	---	---	---
لجستیک (L)	۰/۰۰۲۲	۰/۸۸	۰/۰۰۸	۰/۵۱

جدول ۴-۲۵. جذر میانگین مربع انحرافات ($RMSD$)، ضریب تبیین (R^2) و ضرایب a و b برای مدل‌های مختلف توصیف کننده رابطه سرعت گلدهی مشاهده شده و واقعی با دما و طول روز در گیاه لوبیا چشم بلبلی در واریته بیارجمند. در کلیه مدل‌های این جدول تابع دما از نوع لجستیک (L) است.

تابع طول روز	$RMSD$	R^2	a	b
دو تکه‌ای (S)	۰/۰۰۲۲	۰/۷۵	۰/۰۰۴	۰/۷۱
درجه دوم (Q)	۰/۰۰۲۹	۰/۷۷	۰/۰۱	۰/۳۷
نمایی منفی (NE)	---	---	---	---
لجستیک (L)	۰/۰۰۲۵	۰/۷۷	-۰/۰۰۰۸	۱/۰۱۸

جدول ۴-۲۶. جذر میانگین مربع انحرافات ($RMSD$)، ضریب تبیین (R^2) و ضرایب a و b برای مدل‌های مختلف توصیف کننده رابطه سرعت گلدهی مشاهده شده و واقعی با دما و طول روز در گیاه لوبیا چشم بلبلی در واریته مشهد. در کلیه مدل‌های این جدول تابع دما از نوع لجستیک (L) است.

تابع طول روز	$RMSD$	R^2	a	b
دو تکه‌ای (S)	---	---	---	---
درجه دوم (Q)	۰/۰۰۶	۰/۸۶	۰/۰۱۴	۰/۴۵
نمایی منفی (NE)	---	---	---	---
لجستیک (L)	۰/۰۰۵	۰/۸۰	-۰/۰۱۶	۱/۸۸

جدول ۴-۲۷. جذر میانگین مربع انحرافات ($RMSD$)، ضریب تبیین (R^2) و ضرایب a و b برای مدل‌های مختلف توصیف کننده رابطه سرعت گلدهی مشاهده شده و واقعی با دما و طول روز در گیاه لوبیا چشم بلبلی در واریته بیارجمند. در کلیه مدل‌های این جدول تابع دما از نوع مسطح (F) است.

تابع طول روز	$RMSD$	R^2	a	b
دو تکه‌ای (S)	۰/۰۴۵	---	۰/۰۵۶	-۱/۵۴
درجه دوم (Q)	۰/۰۰۴۴	---	۰/۰۱۶	-۵/۰۴۷
نمایی منفی (NE)	۰/۰۷۵	۰/۷۹	۰/۰۹۰	-۰/۴۴
لجستیک (L)	۰/۰۰۴۳	۰/۷۵	۰/۰۱۵	-۰/۰۰۰۰۴

جدول ۴-۲۸. جذر میانگین مربع انحرافات ($RMSD$)، ضریب تبیین (R^2) و ضرایب a و b برای مدل‌های مختلف توصیف کننده رابطه سرعت گلدهی مشاهده شده و واقعی با دما و طول روز در گیاه لوبیا چشم بلبلی در واریته مشهد. در کلیه مدل‌های این جدول تابع دما از نوع مسطح (F) است.

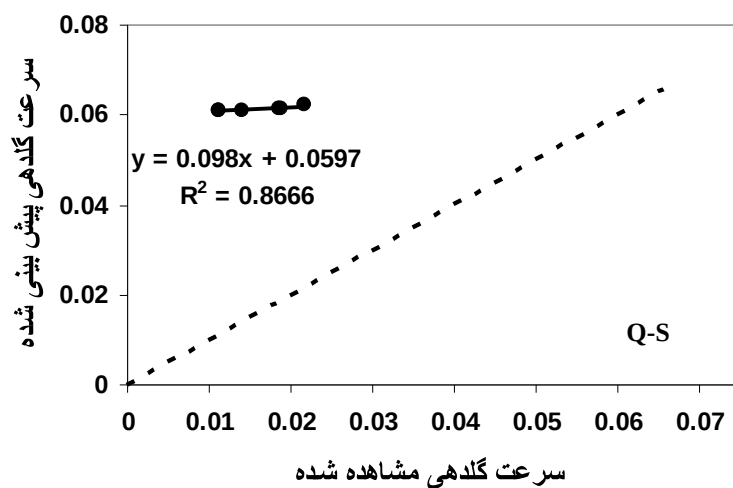
تابع طول روز	$RMSD$	R^2	a	b
دو تکه‌ای (S)	۰/۰۴۵	---	۰/۰۵۷	-۱/۶۰
درجه دوم (Q)	---	---	---	---
نمایی منفی (NE)	۰/۱۲	---	۰/۱۲۵	---
لجستیک (L)	۰/۰۰۴	۰/۸۵	۰/۰۱۶	-۰/۰۰۰۰۳

جدول ۴-۲۹. جذر میانگین مربع انحرافات ($RMSD$)، ضریب تبیین (R^2) و ضرایب a و b برای مدل‌های مختلف توصیف کننده رابطه سرعت گلدهی مشاهده شده و واقعی با دما و طول روز در گیاه لوبیا چشم بلبلی در واریته بیارجمند. در کلیه مدل‌های این جدول تابع دما از نوع بتا (β) است.

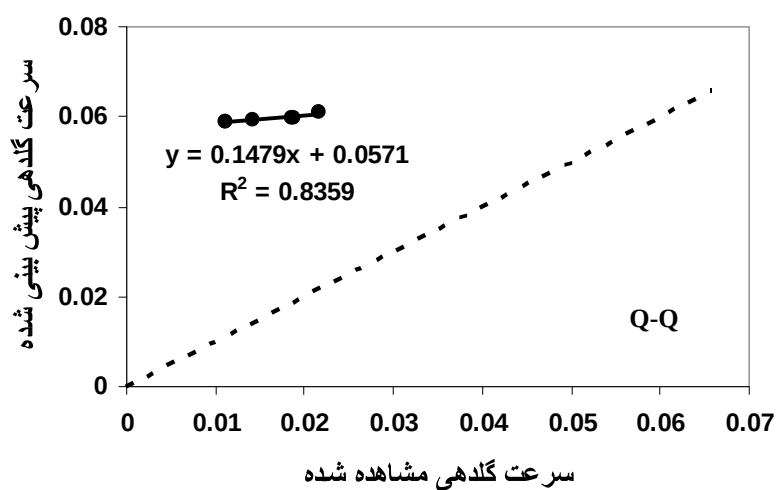
تابع طول روز	$RMSD$	R^2	a	b
دو تکه‌ای (S)	۰/۰۰۳۹	۰/۷۹	۰/۰۱۴	۰/۱۲
درجه دوم (Q)	۰/۰۰۲۱	۰/۷۶	۰/۰۰۴	۰/۷۱
نمایی منفی (NE)	۰/۰۰۱۶	۰/۸۶	۰/۰۰۰۹	۰/۹۱
لجستیک (L)	۰/۰۰۲۲	۰/۷۶	۰/۰۰۵	۰/۷۰

جدول ۴-۳۰. جذر میانگین مربع انحرافات ($RMSD$)، ضریب تبیین (R^2) و ضرایب a و b برای مدل‌های مختلف توصیف کننده رابطه سرعت گلدهی مشاهده شده و واقعی با دما و طول روز در گیاه لوبیا چشم بلبلی در واریته مشهد. در کلیه مدل‌های این جدول تابع دما از نوع بتا (β) است.

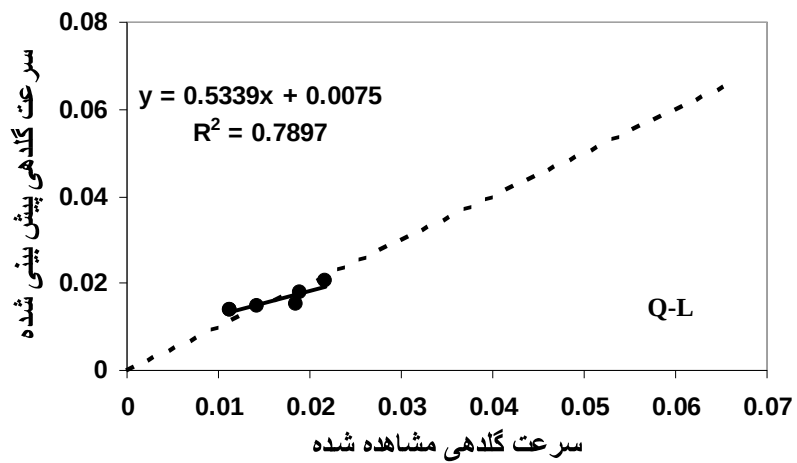
تابع طول روز	$RMSD$	R^2	a	b
دو تکه‌ای (S)	۰/۰۱۸	۰/۸۷	-۰/۰۰۰۰۰۰۲	-۰/۰۰۰۰۰۰۲
درجه دوم (Q)	۰/۰۰۲	۰/۸۳	-۰/۰۰۳	۱/۱۹
نمایی منفی (NE)	۰/۰۰۱۶	۰/۸۴	۰/۰۰۲	۰/۸۵
لجستیک (L)	۰/۰۰۱۷	۰/۸۳	۰/۰۰۳	۰/۸۲



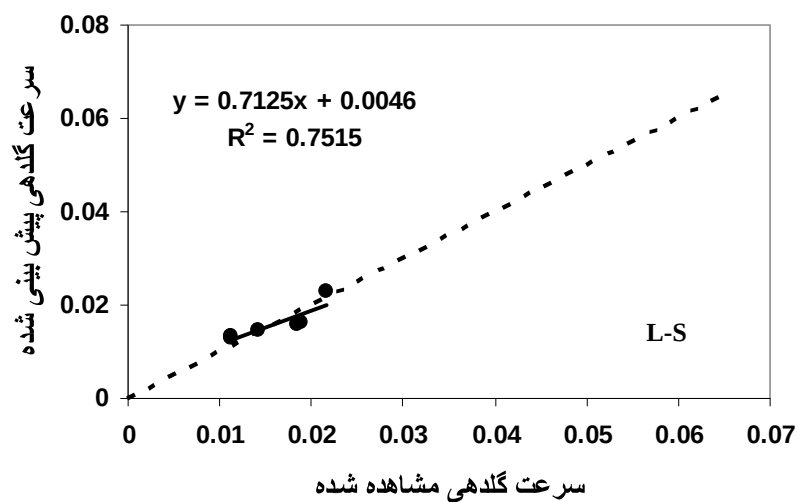
شکل ۴-۳۹. مقادیر سرعت گلدھی مشاهده شده در مقابل مقادیر سرعت گلدھی پیش‌بینی شده با مدل درجه دوم-دو تکه‌ای (Q-S) در وارپته بیارجمند.



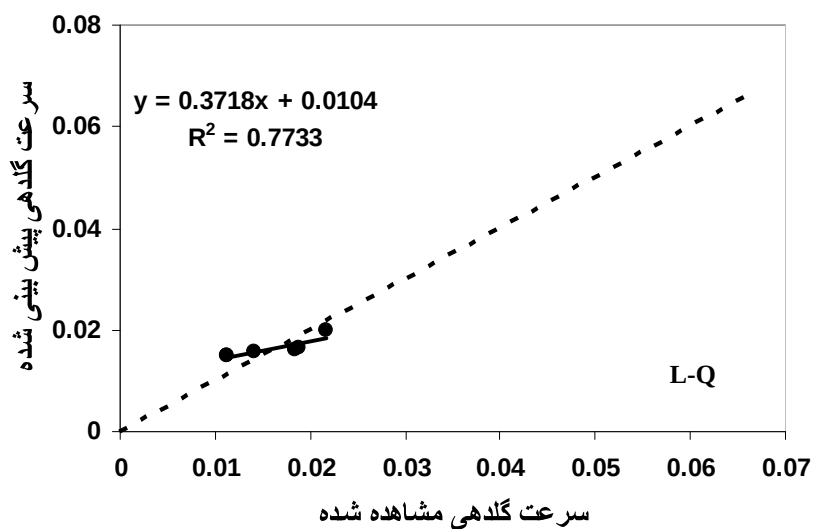
شکل ۴-۴۰. مقادیر سرعت گلدھی مشاهده شده در مقابل مقادیر سرعت گلدھی پیش‌بینی شده با مدل درجه دوم-درجه دوم (Q-Q) در وارپته بیارجمند.



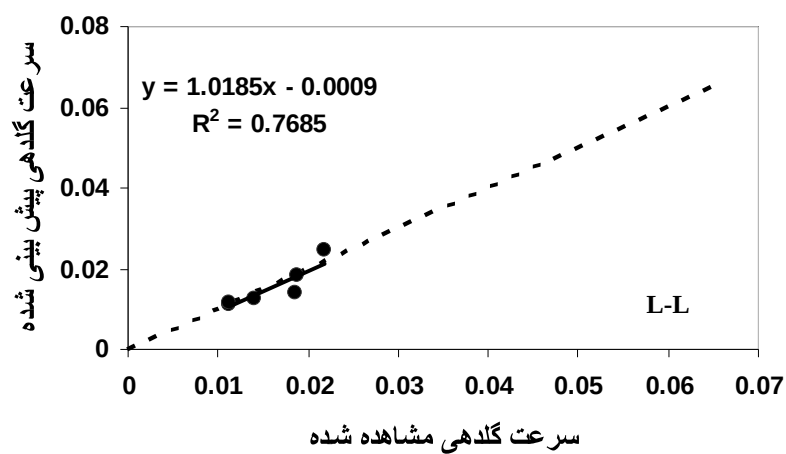
شکل ۴-۱۱. مقادیر سرعت گلدهی مشاهده شده در مقابل مقادیر سرعت گلدهی پیش بینی شده با مدل درجه دوم-لجستیک ($Q-L$)، در وارپته بیارجمند.



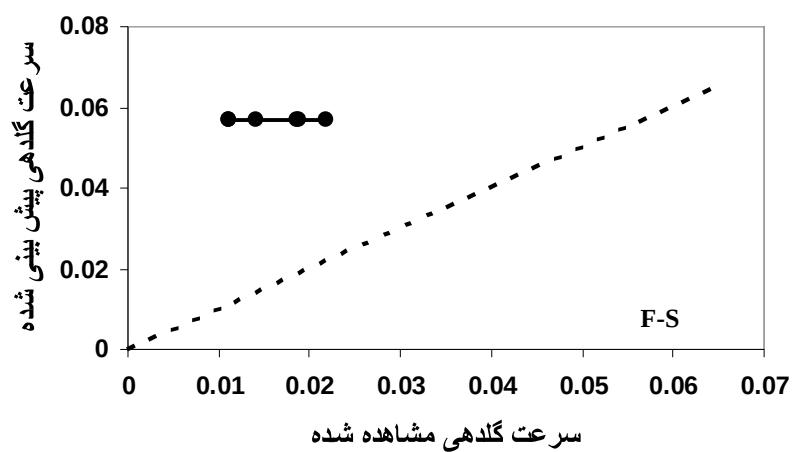
شکل ۴-۴۲. مقادیر سرعت گله‌ی مشاهده شده در مقابل مقادیر پیش‌بینی شده با مدل لجستیک-دو تکه‌ای ($L-S$)، در وارپته بیارجمند.



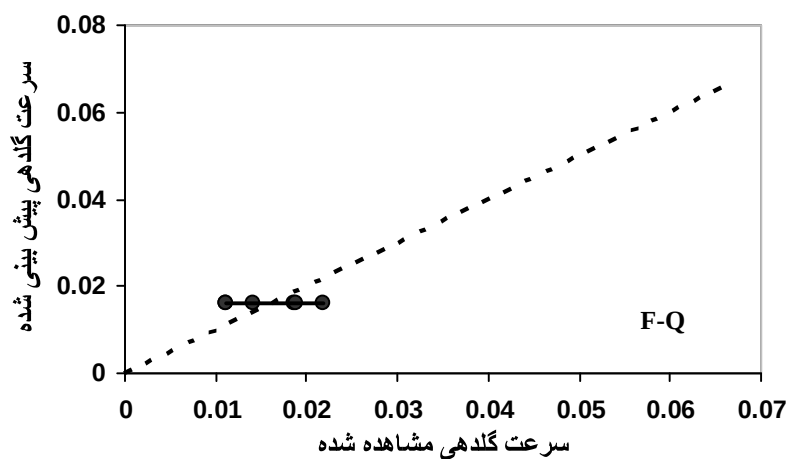
شکل ۴-۴۳. مقادیر سرعت گله‌ی مشاهده شده در مقابل مقادیر پیش‌بینی شده با مدل لجستیک-درجه دوم ($L-Q$) در وارپته بیارجمند.



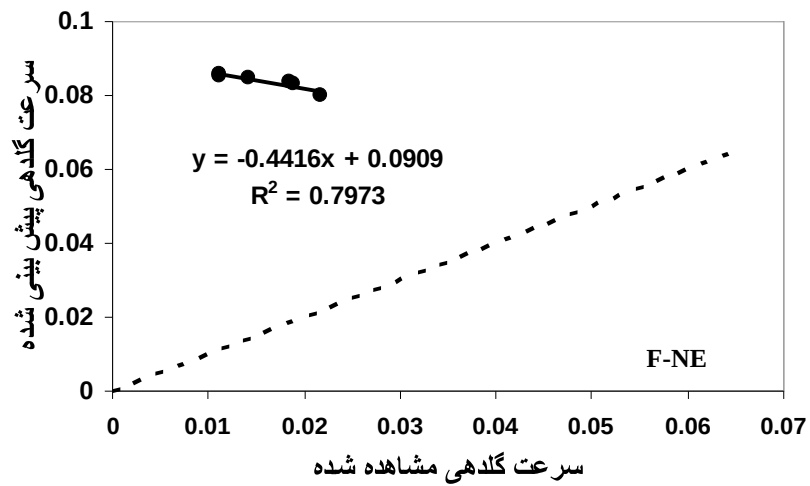
شکل ۴-۴۴. مقادیر سرعت گله‌ای مشاهده شده در مقابل مقادیر پیش‌بینی شده با مدل لجستیک-لجستیک ($L-L$) در واریته بیارجمند.



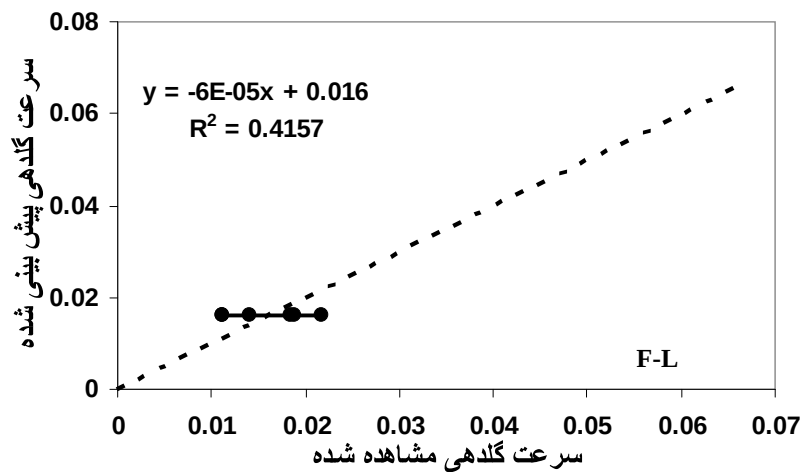
شکل ۴-۴۵ مقادیر سرعت گلهی مشاهده شده در مقابل مقادیر پیش‌بینی شده با مدل مسطح-دوتکه‌ای ($F-S$) در وارپته بیارجمند.



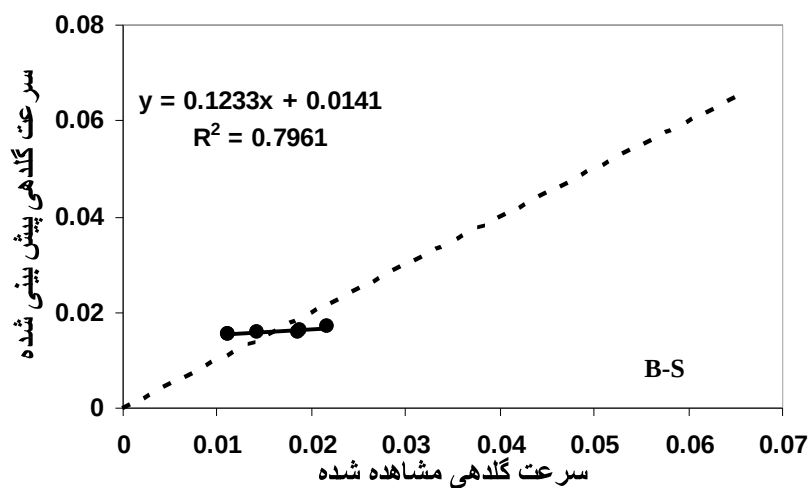
شکل ۴-۴۶ مقادیر سرعت گلهی مشاهده شده در مقابل مقادیر پیش‌بینی شده با مدل مسطح-درجه دوم ($F-Q$)، در وارپته بیارجمند.



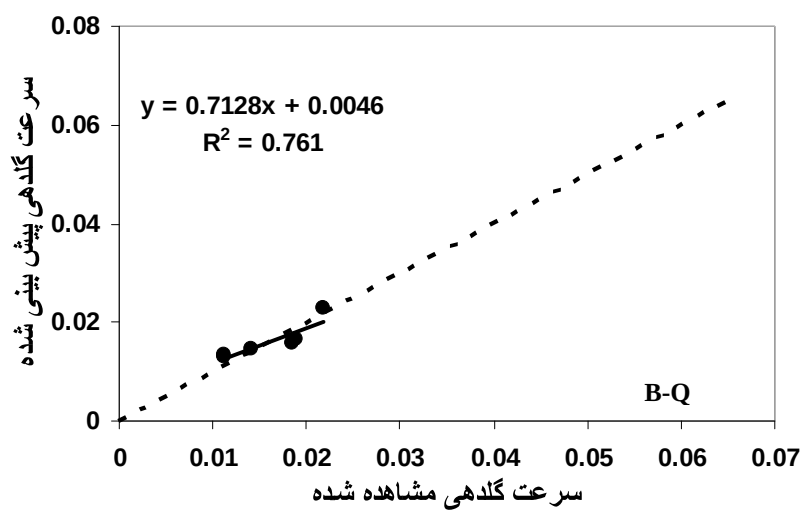
شکل ۴-۴۷ مقادیر سرعت گله‌ی مشاهده شده در مقابل مقادیر پیش‌بینی شده با مدل مسطح-نمایی منفی ($F-NE$) در واریته بیارجمند.



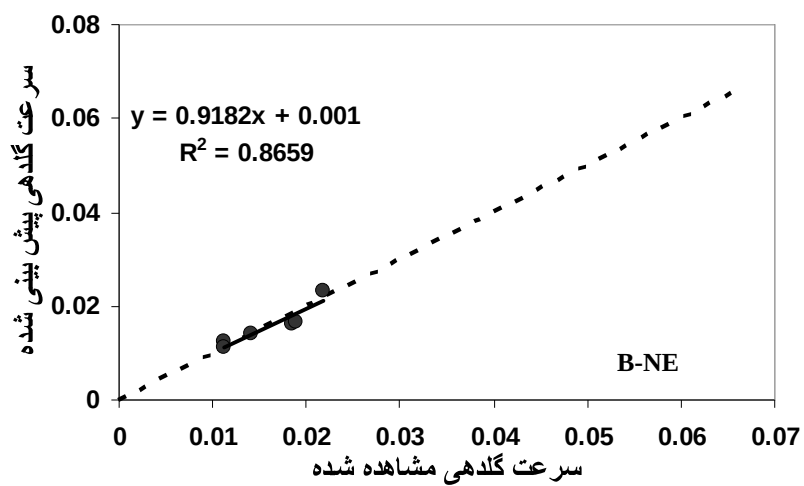
شکل ۴-۴۸ مقادیر سرعت گله‌ی مشاهده شده در مقابل مقادیر پیش‌بینی شده با مدل مسطح-لجستیک ($F-L$) در واریته بیارجمند.



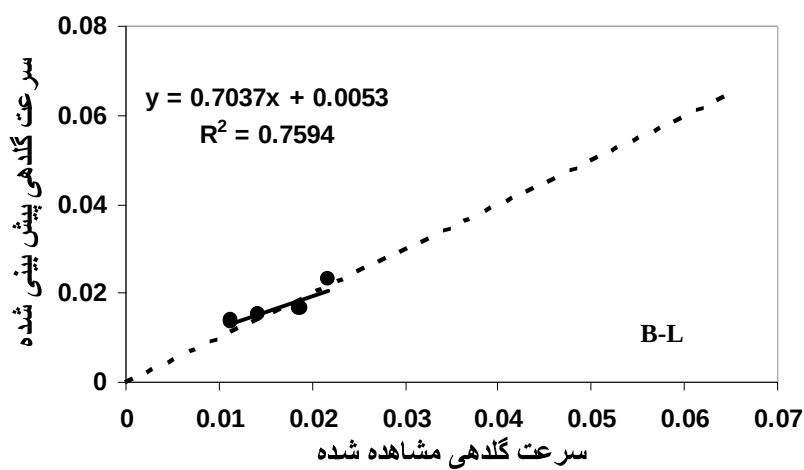
شکل ۴-۴۹ مقادیر سرعت گلهی مشاهده شده در مقابل مقادیر پیش‌بینی شده با مدل بتا-دوتکه‌ای (B-S) در وارسته بیارجمند.



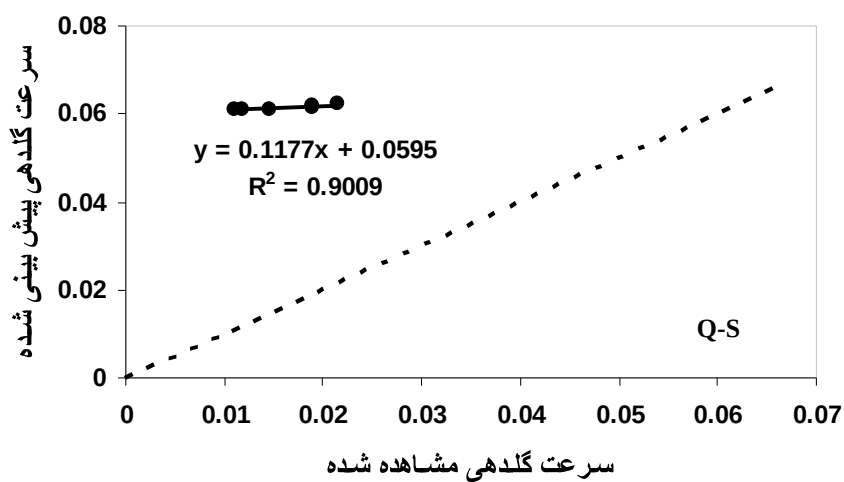
شکل ۴-۵۰ مقادیر سرعت گلهی مشاهده شده در مقابل مقادیر پیش‌بینی شده با مدل بتا-درجه دوم (B-Q)، در وارسته بیارجمند.



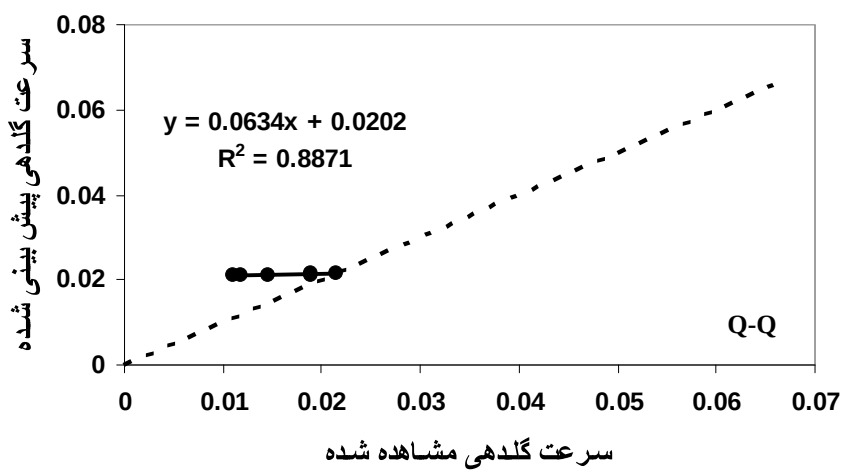
شکل ۴-۵۱. مقادیر سرعت گله‌ی مشاهده شده در مقابل مقادیر پیش‌بینی شده با مدل بتا-نمایی منفی ($B-NE$) در واریته بیارجمند.



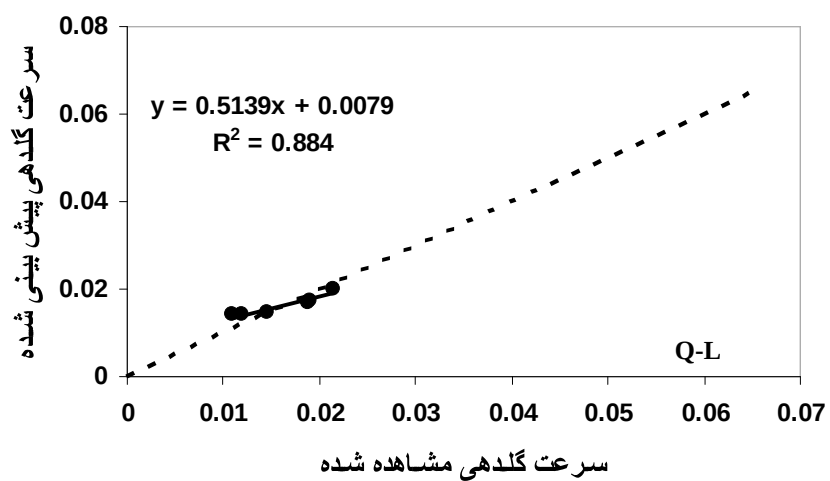
شکل ۴-۵۲. مقادیر سرعت گله‌ی مشاهده شده در مقابل مقادیر پیش‌بینی شده با مدل بتا-لجستیک ($B-L$) در واریته بیارجمند.



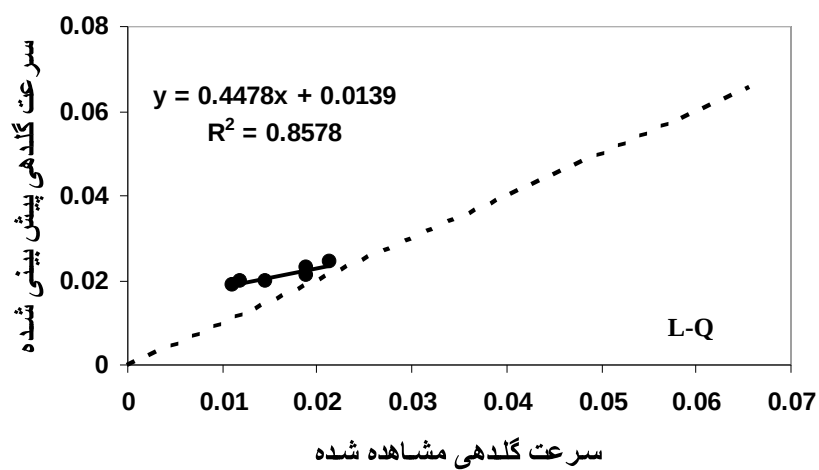
شکل ۴-۵۳. مقادیر سرعت گلهی مشاهده شده در مقابل مقادیر پیش‌بینی شده با مدل درجه دوم-دو تکه‌ای (Q-S) در واریته مشهد.



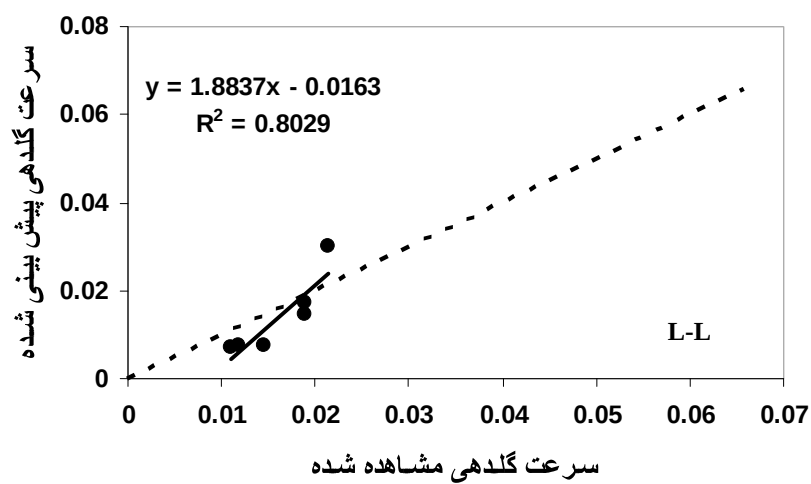
شکل ۴-۵۴. مقادیر سرعت گلهی مشاهده شده در مقابل مقادیر پیش‌بینی شده با مدل درجه دوم-درجه دوم (Q-Q) در واریته مشهد.



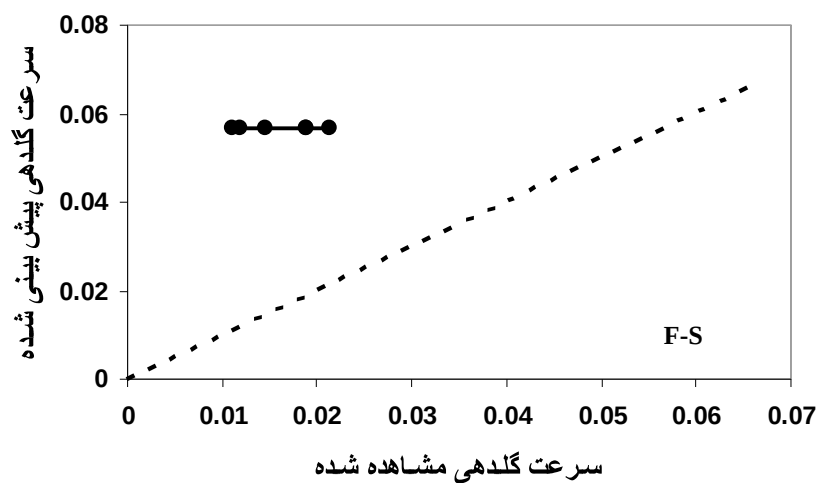
شکل ۴-۵۵. مقادیر سرعت گله‌ای مشاهده شده در مقابل مقادیر پیش‌بینی شده با مدل درجه دوم- لجستیک ($Q-L$) در واریته مشهد.



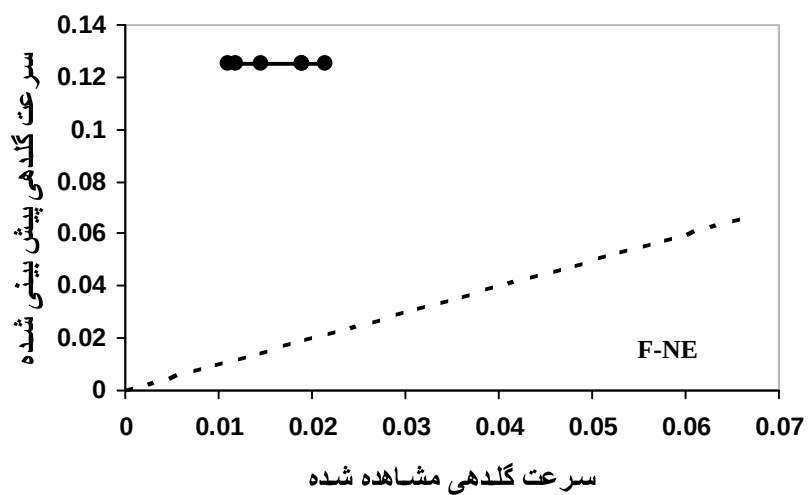
شکل ۴-۵۶. مقادیر سرعت گلهی مشاهده شده در مقابل مقادیر پیش‌بینی شده با مدل لجستیک-لجستیک ($L-L$) در وارپته مشهد.



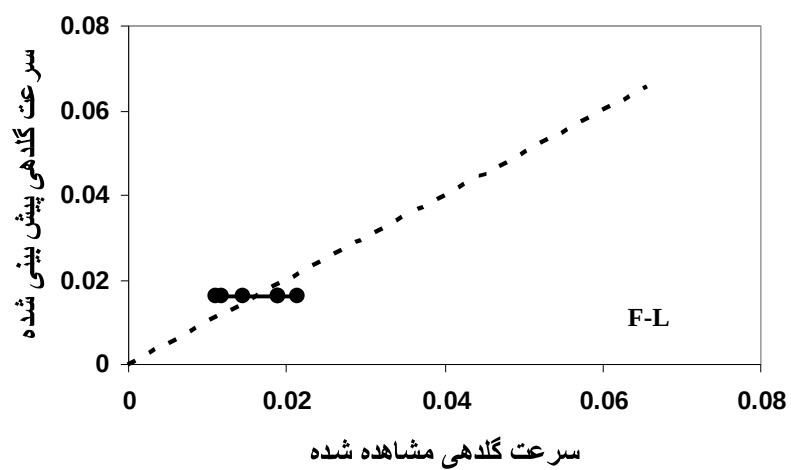
شکل ۴-۵۷. مقادیر سرعت گلهی مشاهده شده در مقابل مقادیر پیش‌بینی شده با مدل لجستیک-درجه دوم ($L-Q$), در وارپته مشهد.



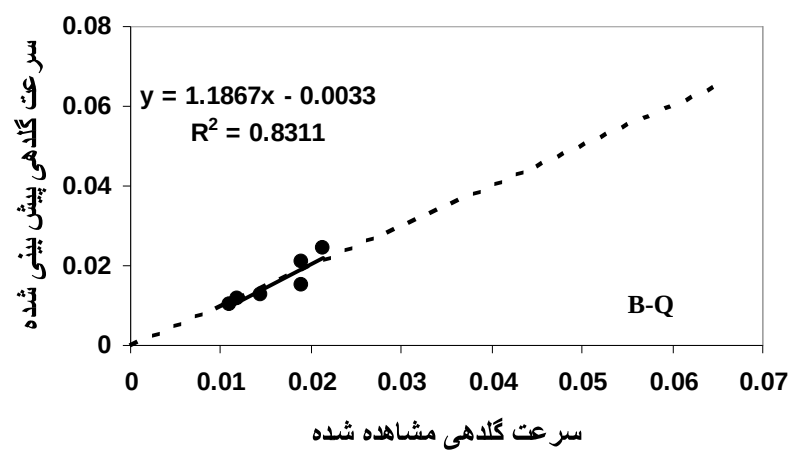
شکل ۴-۵۸. مقادیر سرعت گله‌ی مشاهده شده در مقابل مقادیر پیش‌بینی شده با مدل مسطح-دوتکه‌ای ($F-S$) در واریته مشهد.



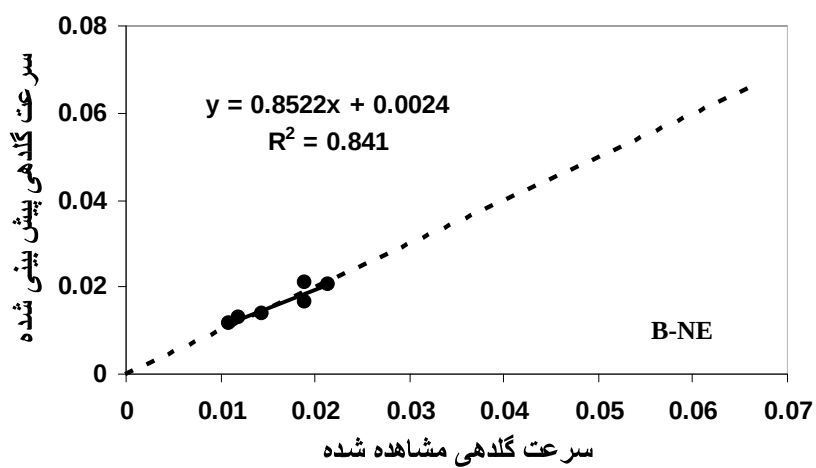
شکل ۴-۵۹. مقادیر سرعت گله‌ی مشاهده شده در مقابل مقادیر پیش‌بینی شده با مدل مسطح-نمایی منفی ($F-NE$) در واریته مشهد.



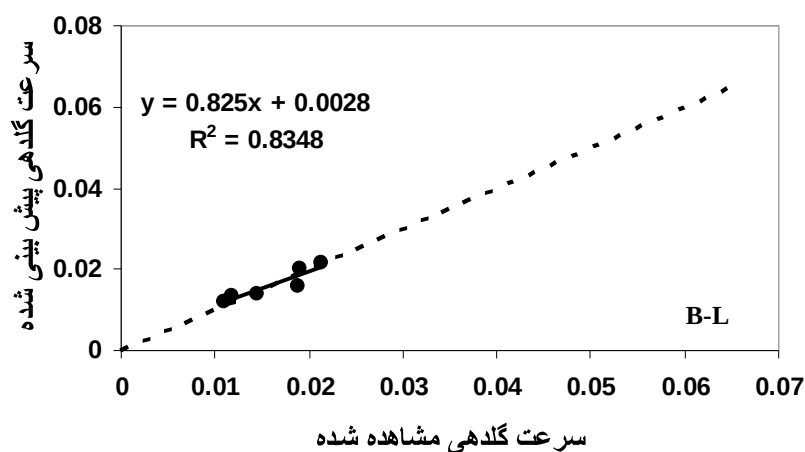
شکل ۴-۶۰. مقادیر سرعت گله‌ای مشاهده شده در مقابل مقادیر پیش‌بینی شده با مدل مسطح- لجستیک ($F-L$) در واریته مشهد.



شکل ۴-۶۱. مقادیر سرعت گلهی مشاهده شده در مقابل مقادیر پیش‌بینی شده با مدل بتا- درجه دوم ($B-Q$) در وارپته مشهد.



شکل ۴-۶۲. مقادیر سرعت گلهی مشاهده شده در مقابل مقادیر پیش‌بینی شده با مدل بتا- نمایی منفی ($B-NE$) در وارپته مشهد.



شکل ۴-۶. مقادیر سرعت گله‌ای مشاهده شده در مقابل مقادیر پیش‌بینی شده با مدل بتا-لجستیک (B-L) در واریته مشهد.

۴-۵-۱ پارامترهای برآورد شده مدل برای مرحله گله‌ای

پارامترهای برآورد شده توسط مدل‌های مختلف در جدول‌های ۴-۳۱ و ۴-۳۲ برای واریته بیارجمند و جدول‌های ۴-۳۳ و ۴-۳۴ برای واریته مشهد نشان داده شده است. مقدار دمای پایه گله‌ای در واریته بیارجمند توسط مدل بتا-نمایی منفی، یعنی مدل برتر برای توصیف رابطه گله‌ای در مقابل دما و طول روز، ۱۱/۳۹ درجه سانتی‌گراد و در واریته مشهد نیز توسط مدل بتا-نمایی منفی، که در این واریته نیز به عنوان مدل برتر شناخته شد مقدار دمای پایه ۹/۳۷ درجه سانتی‌گراد برآورد شد. احمدی (۱۳۸۶)، دمای پایه برای مرحله ساقه رفتن ارقام گندم را با استفاده از مدل دوتکه‌ای-دوتکه‌ای بین ۱/۲۵ تا ۵ درجه سانتی‌گراد برآورد کرد.

در این بررسی، دمای مطلوب برآورد شده توسط مدل بتا-نمایی منفی در واریته بیارجمند، ۲۲/۴۴ درجه سانتی‌گراد و در واریته مشهد توسط همان مدل ۲۱/۸۴ درجه سانتی‌گراد بدست آمد. احمدی

(۱۳۸۶)، دمای مطلوب برای مرحله ساقه رفتن ارقام گندم را توسط مدل دوتکه‌ای-دوتکه‌ای بین ۲۶/۷۸

تا ۲۸ درجه سانتی‌گراد برآورد کرد.

توسط این مدل ترکیبی برتر، تعداد روز بیولوژیک مورد نیاز برای مرحله گلدهی برای واریته بیارجمند

و مشهد به ترتیب، ۷/۳۹ و ۱۰/۹۹ روز برآورد گردید.

طول روز بحرانی (طول روزی که در کمتر از آن سرعت گلدهی، شروع به کاهش یافتن می‌کند) در

مدل بتا-نمایی منفی در واریته بیارجمند، ۱۴/۴۴ و در واریته مشهد، ۱۴/۶۱ ساعت برآورد گردید

(جدول ۴-۳۱). ضریب حساسیت به طول روز نیز توسط مدل لجستیک-لجستیک در واریته بیارجمند،

۰/۹۴- و در واریته مشهد در مدل بتا-لجستیک، ۰/۵۰ برآورد گردید (جدول ۴-۳۳).

فولیار و همکاران (۲۰۰۴) طول روز بحرانی سورگوم را ۱۲/۷ ساعت برآورد کردند. عجم نوروژی (۱۳۸۶)

طول روز بحرانی ارقام مختلف باقلا را بین ۱۴/۵ تا ۱۶/۱ ساعت و ضریب حساسیت به طول روز را ۰/۵۶ تا

۰/۲- برآورد نمود.

جدول ۴-۳۱. برآورد دمای پایه (Tb)، دمای مطلوب (To)، طول روز بحرانی (C_{pp}) و ضریب حساسیت به طول روز ($ppsen$) برای مرحله گلدهی در وارسته بیارجمند با مدل‌های درجه دوم- دو تکه‌ای ($Q-S$)، درجه دوم- درجه دوم ($Q-Q$)، درجه دوم-نمایی ($Q-NE$)، درجه دوم- لجستیک ($Q-L$)، لجستیک - دو تکه‌ای ($L-S$)، لجستیک- درجه دوم ($L-Q$)، لجستیک- نمایی ($L-NE$)، لجستیک- لجستیک ($L-L$)، مسطح- دوتکه‌ای ($F-S$)، مسطح- درجه دوم ($F-Q$)، مسطح -نمایی ($F-NE$)، مسطح- لجستیک ($F-L$)، بتا- دوتکه‌ای ($B-S$)، بتا- درجه دوم ($B-Q$)، بتا-نمایی ($B-NE$)، بتا- لجستیک ($B-L$)، دمای سقف به طور ثابت ۴۵ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شد.

$B-NE$	۱۱/۳۹	۲۲/۴۴	۱۴/۴۴	۰/۶۵
مدل $B-L$	Tb	To	C_{pp}	$ppsen$
$Q-S$	۷	-	۱۱/۵	-۱/۴۳
$Q-Q$	۳	-	۴	۳
$Q-NE$	۱۰/۵۴	-	۱۳/۲۸	۲/۶
$Q-L$	۸/۱۳	-	-	-
$L-S$	-	-	۱۲/۲	-۱/۷۶
$L-Q$	-	-	۱۴/۷۷	-۰/۰۰۰۰۱
$L-NE$	-	-	-	-
$L-L$	-	-	-	-
$F-S$	۷	۸/۴	۸/۴	۰/۰۷
$F-Q$	۵/۴	۱۰/۸	۴	-۰/۰۱۳
$F-NE$	۵/۹۲	۳۵	۱۱	۰/۰۱۹
$F-L$	۱/۸۴	۲/۵۶	-	-
$B-S$	۳۲۹/۷۹	-	-۵/۷	۰/۰۲۲
$B-Q$	۶/۴۸	۲۰/۵۶	۱۲/۵۳	۸/۹۵

جدول ۴-۳۲. برآورد دمای پایه (Tb)، دمای مطلوب (To)، طول روز بحرانی (Cpp) و ضریب حساسیت به طول روز ($ppsen$) برای مرحله گلدهی در وارسته مشهد با مدل‌های درجه دوم- دو تکه‌ای ($Q-S$)، درجه دوم- درجه دوم ($Q-Q$)، درجه دوم-نمایی ($Q-NE$)، درجه دوم- لجستیک ($Q-L$)، لجستیک - دو تکه‌ای ($L-S$)، لجستیک- درجه دوم ($L-Q$)، لجستیک- نمایی ($L-NE$)، لجستیک- لجستیک ($L-L$)، مسطح- دو تکه‌ای ($F-S$)، مسطح- درجه دوم ($F-Q$)، مسطح - نمایی ($F-NE$)، مسطح- لجستیک ($F-L$)، بتا- دو تکه‌ای ($B-S$)، بتا- درجه دوم ($B-Q$)، بتا-نمایی ($B-NE$)، بتا- لجستیک ($B-L$)، دمای سقف به طور ثابت ۴۵ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شد.

$B-L$	۹/۱۷	۲۱/۱۲	-	-
مدل	Tb	To	Cpp	$ppsen$
$Q-S$	۷	-	۱۱/۵	-۱/۴۳
$Q-Q$	۳	-	۴	۰/۴۵
$Q-NE$	-	-	-	-
$Q-L$	۹/۰۷	-	-	-
$L-S$	-	-	۱۳/۴۸	-۱/۵۹
$L-Q$	-	-	۹/۷۱	-۰/۰۰۰۰۵
$L-NE$	-	-	-	-
$L-L$	-	-	-	-
$F-S$	۷	۸/۲۷	۸/۳۵	۰/۰۷
$F-Q$	-	-	-	-
$F-NE$	۱۰	۱۰	۱۰	۰/۴۵
$F-L$	۱/۸۸	۲/۶۲	-	-
$B-S$	-	-	-	-
$B-Q$	۹	۲۱/۷۲	۱۲/۶۳	۸/۶۸
$B-NE$	۹/۳۷	۲۱/۸۴	۱۴/۶۱	۰/۵۰

جدول ۴-۳۳. برآورد ضریب ثابت a ، (To) ، (Po) ، (ap) ، (fo) و (at) برای مرحله گلدهی در واریته بیارجمند با مدل‌های درجه دوم- دو تکه‌ای $(Q-S)$ ، درجه دوم- درجه دوم $(Q-Q)$ ، درجه دوم-نمایی $(Q-NE)$ ، درجه دوم- لجستیک $(Q-L)$ ، لجستیک- دو تکه‌ای $(L-S)$ ، لجستیک- درجه دوم $(L-Q)$ ، لجستیک- نمایی $(L-NE)$ ، لجستیک- لجستیک $(L-L)$ ، مسطح- دوتکه‌ای $(F-S)$ ، مسطح- درجه دوم $(F-Q)$ ، مسطح- نمایی $(F-NE)$ ، مسطح- لجستیک $(F-L)$ ، بتا- دوتکه‌ای $(B-S)$ ، بتا- درجه دوم $(B-Q)$ ، بتا- نمایی $(B-NE)$ ، بتا- لجستیک $(B-L)$.

مدل	a	To	Po	ap	fo	at
Q-S	-	-	-	-	۱۵/۹۹	-
Q-Q	-	-	-	-	۱۶	-
Q-NE	-	-	-	-	۱۹/۲۲	-
Q-L	-	-	۱۰/۸۴	-۰/۴۴	۹/۸۳	-
L-S	-۰/۴۴	۲۵/۲۴	-	-	۱۱/۸۷	-
L-Q	-۰/۲۳	۲۲/۳۵	-	-	۱۱/۸۴	-
L-NE	-	-	-	-	-	-
L-L	-	۲۰/۸۹	۱۳/۱۳	-۰/۹۴	۱۳	۱/۳۶
F-S	-	-	-	-	۱۷/۶	-
F-Q	-	-	-	-	۶۱/۸۳	-
F-NE	-	-	-	-	۹/۲۹	-
F-L	-	-	۰/۶۴	۰/۷۳	۶۲/۶۹	-
B-S	-	-	-	-	-۱۵/۳۶	-
B-Q	۵/۹۹	-	-	-	۱۵/۰۹	-
B-NE	۱۰/۱۹	-	-	-	۷/۳۹	-
B-L	۶/۸۲	-	۱۲/۱۵	۰/۴۸	۱۰	-

جدول ۴-۳۴. برآورد ضریب ثابت a ، (To) ، (Po) ، (ap) ، (fo) و (at) برای مرحله گلدهی در واریته مشهد با مدل‌های درجه دوم- دو تکه‌ای $(Q-S)$ ، درجه دوم- $(Q-Q)$ ، درجه دوم-نمایی $(Q-NE)$ ، درجه دوم- لجستیک $(Q-L)$ ، لجستیک- دو تکه‌ای $(L-S)$ ، لجستیک- درجه دوم $(L-Q)$ ، لجستیک- نمایی $(L-NE)$ ، لجستیک- لجستیک $(L-L)$ ، مسطح- دوتکه‌ای $(F-S)$ ، مسطح- درجه دوم $(F-Q)$ ، مسطح- نمایی $(F-NE)$ ، مسطح- لجستیک $(F-L)$ ، بتا- دوتکه‌ای $(B-S)$ ، بتا- درجه دوم $(B-Q)$ ، بتا- نمایی $(B-NE)$ ، بتا- لجستیک $(B-L)$.

مدل	a	To	Po	ap	fo	at
Q-S	-	-	-	-	۱۵/۹۹	-
Q-Q	-	-	-	-	۴۵	-
Q-NE	-	-	-	-	-	-
Q-L	-	-	۱۰/۲۳	-۰/۴۲	۸/۲۵	-
L-S	-۰/۴۴	۲۵/۳۷	-	-	۱۲/۸۷	-
L-Q	-۰/۱۹	۲۳/۱۷	-	-	۱۲/۳۹	-
L-NE	-	-	-	-	-	-
L-L	-	۰/۹۹	۰/۷۸	۰/۸۹	-۰/۵۳	۱/۷۹
F-S	-	-	-	-	۱۷/۶	-
F-Q	-	-	-	-	-	-
F-NE	-	-	-	-	۸	-
F-L	-	-	۰/۶۶	۰/۷۴	۶۲/۰۶	-
B-S	-	-	-	-	-	-
B-Q	۸/۷۹	-	-	-	۱۱/۳۵	-
B-NE	۸/۴۷	-	-	-	۱۰/۹۹	-
B-L	۶/۰۶	-	۱۲/۰۱	۰/۵۰	۱۰/۷۰	-

۴-۷-۱

انتقال مجدد ماده خشک

دامنه نوسان دمای میانگین‌گیری شده در طول دوره رشد و نمو گیاه لوبیا چشم بلبلی برای تاریخ‌های کشت مورد بررسی بر ۴ درجه سانتیگراد بالغ گردید (حداقل و حداکثر دمای متوسط به ترتیب ۲۱/۸۷ و ۲۵/۸۹ درجه سانتیگراد). کمترین و بیشترین طول روز میانگین‌گیری شده در طول دوره رشد به ترتیب ۱۲/۴۱ و ۱۳/۵۷ ساعت بدست آمد. بر همین اساس، تاریخ‌های کاشت مورد بررسی توانسته‌اند تا حدودی تنوع لازم را برای ایجاد شرایط متفاوت دمایی و فتوپریودی فراهم نمایند. نتایج تجزیه واریانس حاکی از اختلاف معنی‌دار بین تاریخ‌های کاشت از نظر وزن خشک ساقه و کل در زمان گلدهی و رسیدگی می‌باشد (نتایج ارائه نشده است). بین ارقام از نظر انتقال مجدد ساقه اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ وجود داشت. این در حالی است که از نظر مابقی صفات فوق‌الذکر ارقام مشابه یکدیگر بودند.

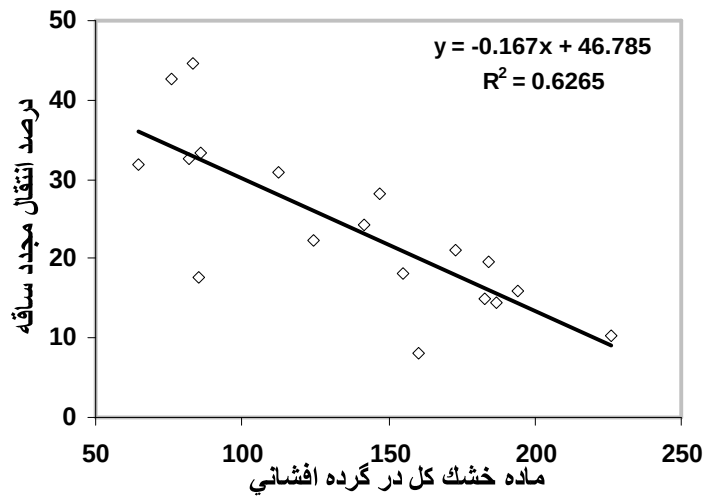
دامنه تغییرات درصد انتقال مجدد ماده خشک از ساقه در واریته بیارجمند ۸/۳ تا ۴۴/۶ بدست آمد (شکل ۴-۶۴). با توجه به این امر و نتایج مربوط به تجمع ماده خشک در تاریخ‌های مختلف کاشت، می‌توان گفت که در شرایط مطلوب دمایی و فتوپریودی، و در نتیجه رشد رویشی زیاد، درصد کمتری از کربوهیدرات‌های ذخیره شده در بافت‌های رویشی به دانه انتقال می‌یابد. نتایج این بررسی با گزارشات مربوط به نخود که توسط سلطانی و همکاران (۱۳۸۴) انجام شد، مطابقت دارد. در این تحقیق، دامنه تغییرات روز از کاشت تا گلدهی بین ۴۵ تا ۹۵ روز بود. در همین راستا، واکنش فتوپریودی ارقام مورد بررسی یکسان بدست نیامد. به طوریکه رقم بیارجمند حساس‌تر از رقم مشهد بود. بر اساس گزارش خواجه‌پور در سال ۱۳۸۶ مبنی بر اثر بیشتر دما بر زمان گلدهی ارقام با حساسیت کمتر به طول روز، می‌توان گفت که تأثیر پذیری از دما برای وقوع گلدهی در رقم مشهد بیشتر از رقم بیارجمند می‌باشد.

به طوریکه در شکل ۴-۶۴ دیده می‌شود، با افزایش ماده خشک کل در زمان گلدهی، درصد انتقال مجدد از ساقه رقم بیارجمند روند کاهشی نشان داد. این کاهش برابر با ۰/۱۶۷ درصد به ازای یک گرم بر

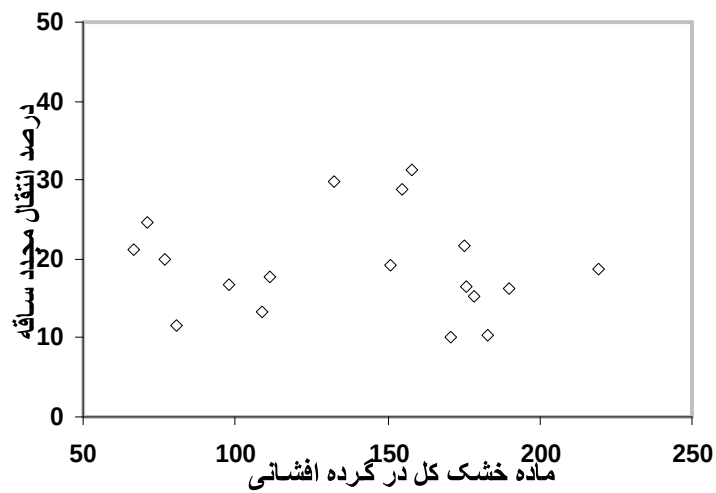
متر مربع افزایش در ماده خشک کل بود. در مقابل، برای رقم مشهد هیچ روند معنی داری بدست نیامد؛ می توان اذعان نمود که در شرایط تجمع مقادیر متفاوت ماده خشک در زمان گلدهی، درصد انتقال مجدد ماده خشک از بافت های رویشی به دانه در رقم مشهد برابر با $6/3 \pm 19/1$ درصد می باشد. در رقم بیارجمند، شیب کاهش درصد انتقال مجدد از ساقه به ازای افزایش وزن خشک ساقه در زمان گلدهی تندتر از شیب مربوط به کاهش درصد انتقال مجدد از ساقه به ازای افزایش وزن خشک کل در زمان گلدهی بود ($0/596$ در مقابل $0/167$)؛ در مقابل، مقدار R^2 کمتری به خود اختصاص داد ($0/56$ در مقابل $0/63$). در نتیجه برای محاسبات، داده های مربوط به ماده خشک کل قابل استنادتر از ماده خشک ساقه می باشند. در رقم مشهد، بین درصد انتقال مجدد ماده خشک از ساقه و وزن خشک ساقه به هنگام گلدهی هیچ رابطه (همبستگی) معنی داری بدست نیامد.

در رقم بیارجمند، به ازای یک ساعت افزایش در طول روز، حدود $8/8$ درصد کاهش انتقال مجدد ماده خشک از ساقه بدست آمد (شکل ۴-۷۲). این در حالی است که در رقم مشهد، درصد انتقال مجدد از ساقه به دانه واکنشی به تغییر طول روز نشان نداد. این عدم واکنش، برای دما نیز صادق بود. با افزایش دما به مقدار یک درجه سانتیگراد، درصد انتقال مجدد از ساقه در رقم بیارجمند به میزان $2/57$ درصد رو به کاهش نهاد.

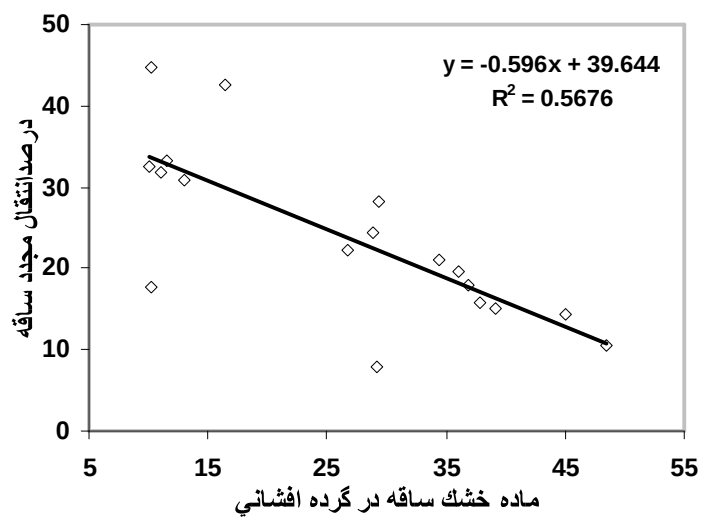
به عنوان جمع بندی نتایج می توان گفت که درصد انتقال مجدد ماده خشک از ساقه به دانه رقم بیارجمند به طور معنی داری تحت تأثیر طول روز و دما قرار گرفت. از این رو می توان همانند رویه مورد استفاده برای نخود که توسط سلطانی و همکاران (۱۳۸۴) ارائه شد، درصد انتقال ماده خشک به دانه را توسط یک معادله خطی ساده به ماده خشک کل (نه ماده خشک ساقه) تجمع یافته در زمان گلدهی ارتباط داد. در خصوص رقم مشهد، باید از یک مقدار ثابت استفاده نمود.



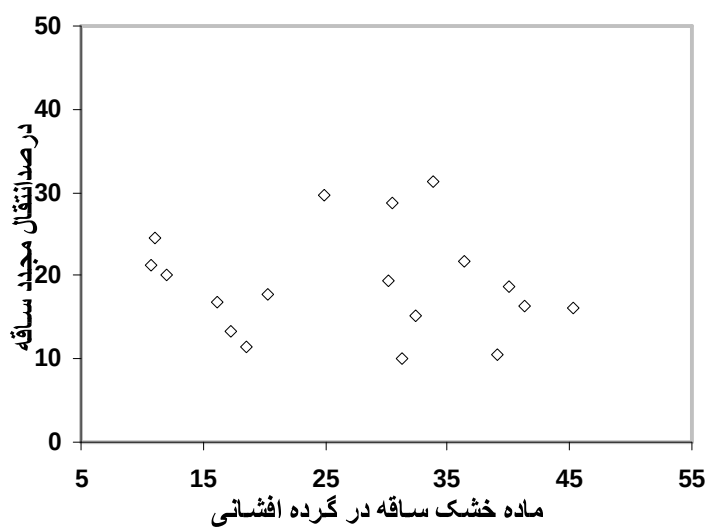
شکل ۴-۶۴. تغییرات انتقال مجدد ساقه در برابر ماده خشك كل در گرده افشانی در واریته بیارجمند.



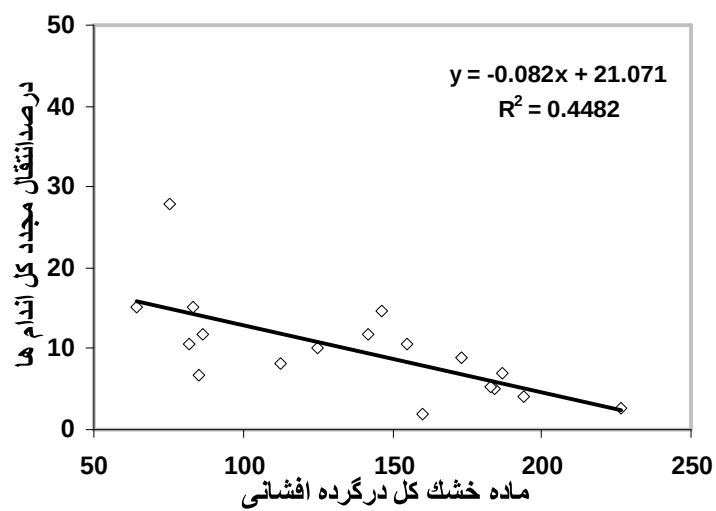
شکل ۴-۶۵. تغییرات انتقال مجدد ساقه در برابر ماده خشك كل در گرده افشانی در واریته مشهد.



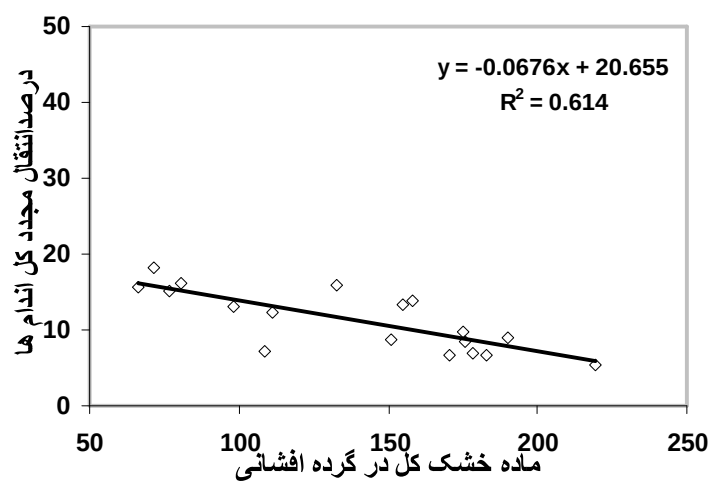
شکل ۴-۶۶. تغییرات انتقال مجدد ساقه در برابر ماده خشك ساقه در گرده افشانی در واریته بیارجمند.



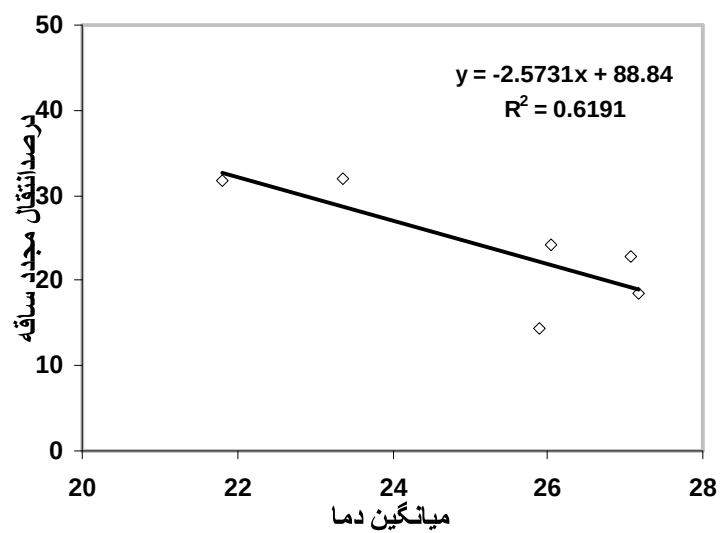
شکل ۴-۶۷. تغییرات انتقال مجدد ساقه در برابر ماده خشك ساقه در گرده افشانی در واریته مشهد.



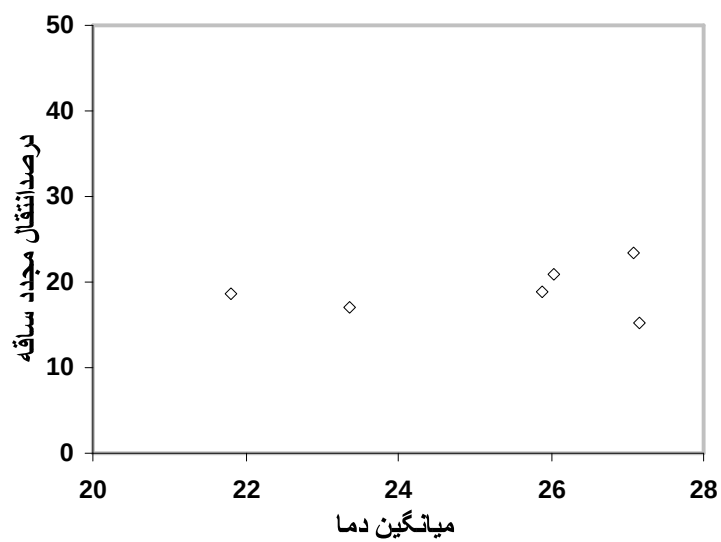
شکل ۴-۶۸. تغییرات انتقال مجدد کل اندام‌ها در برابر ماده خشک کل در گرده افشانی در وارپته بیارجمند.



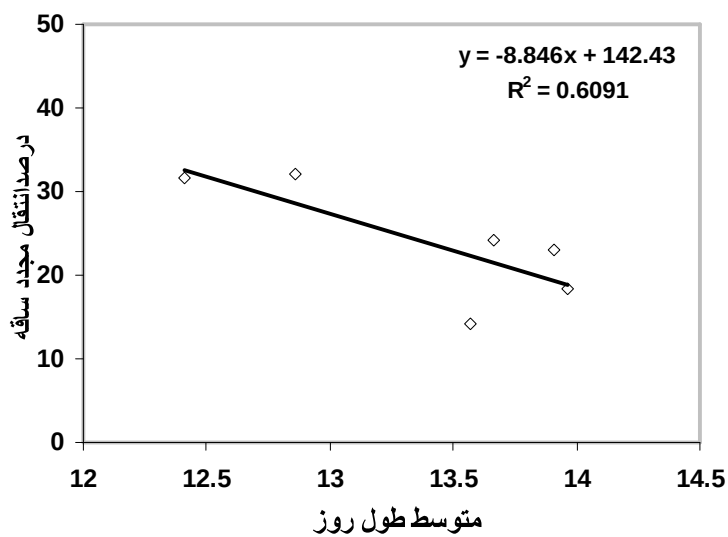
شکل ۴-۶۹. تغییرات انتقال مجدد کل اندام‌ها در برابر ماده خشک کل در گرده افشانی در وارپته مشهد.



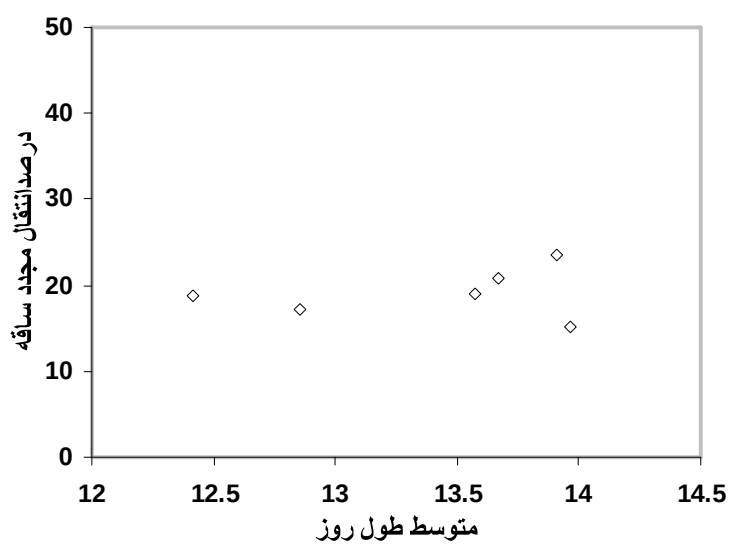
شکل ۴-۷۰. واکنش انتقال مجدد ساقه به دما در گرده افشانی در واریته بیارجمند.



شکل ۴-۷۱. واکنش انتقال مجدد ساقه به دما در گرده افشانی در واریته مشهد.



شکل ۴-۷۲. واکنش انتقال مجدد ساقه به فتوپریود در مرحله گردیده افشانی در واریته بیارجمند.



شکل ۴-۷۳. واکنش انتقال مجدد ساقه به دما در مرحله گردیده افشانی در واریته مشهد.

۴-۱۰ نتیجه گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که:

- ۱- تاریخ کاشت بر روی شاخص‌های رشد مورد مطالعه تاثیر معنی‌دار گذاشت. به طوری که با تاخیر در کاشت مقدار شاخص سطح برگ ماکزیمم به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد.
- ۲- با تاخیر در تاریخ کاشت عملکرد دانه به طرز فاحشی کاهش پیدا کرد. طوریکه به ازای هر ۱۵ روز تاخیر در کاشت، میزان کاهش عملکرد رقم بیارجمند در، تاریخ کاشت ۴ خرداد نسبت به تاریخ کاشت ۲۰ اردیبهشت، ۱۳/۴۲ درصد، تاریخ کاشت ۱۸ خرداد نسبت به تاریخ کاشت ۴ خرداد، ۷/۱۶ درصد، تاریخ کاشت ۴ تیر نسبت به تاریخ کاشت ۱۸ خرداد، ۱۷/۴۸، تاریخ کاشت ۲۰ تیر نسبت به تاریخ کاشت ۴ تیر، ۰/۹۳ درصد و بالاخره تاریخ کشت ۵ مرداد نسبت به تاریخ کاشت ۲۰ تیر، ۷/۲ درصد و میزان کاهش عملکرد رقم مشهد در، تاریخ کاشت ۴ خرداد نسبت به تاریخ کاشت ۲۰ اردیبهشت، ۱۱/۶ درصد، تاریخ کاشت ۱۸ خرداد نسبت به تاریخ کاشت ۴ خرداد، ۵/۶۹ درصد، تاریخ کاشت ۴ تیر نسبت به تاریخ کاشت ۱۸ خرداد، ۱۸/۳۸، تاریخ کاشت ۲۰ تیر نسبت به تاریخ کاشت ۴ تیر، ۴/۳۵ درصد و بالاخره تاریخ کشت ۵ مرداد نسبت به تاریخ کاشت ۲۰ تیر، ۳/۴۷ درصد می باشد
- ۴- تاخیر در کاشت، سبب تسریع نمو در گیاهان گردید. به طوری که به موازات تاخیر، طول دوره‌ی زمانی هر مرحله نموی بتدریج کاهش یافت.
- ۵- طول دوره سبز شدن تابعی از دما است و با افزایش دمای هوا (در دماهای بالاتر) مدت زمان لازم برای سبز شدن کاهش یافت (سرعت سبز شدن روندی افزایشی نشان داد).
- ۶- در تاریخ‌های کاشت مورد بررسی بهترین مدل برای توصیف رابطه سبز شدن در مقابل دما، مدل بتا بود. بر این اساس دمای پایه برای سبز شدن گیاه لوبیا چشم بلبلی به عنوان یک گیاه گرمادوست و روز کوتاه در واریته بیارجمند ۸/۳۲ درجه سانتی گراد و در واریته مشهد ۷/۰۹ درجه سانتی گراد برآورد شد.

۷- برای هر دو واریته مشهد و بیارجمند، مدل بتا- نمایی منفی به عنوان مدل برتر برای توصیف رابطه سرعت گلدهی در مقابل دما و طول روز انتخاب شد.

۸- مقدار دماهای پایه و مطلوب برای مرحله گلدهی در واریته بیارجمند به ترتیب ۱۱/۳۹ و ۲۲/۴۴ درجه سانتی‌گراد و در واریته مشهد به ترتیب ۹/۳۷ و ۲۱/۸۴ برآورد شد.

۹- طول دوره کاشت تا سبز شدن تابعی از دماست. اما از سبز شدن تا گلدهی هر دو عامل دما و طول روز تعیین‌کننده سرعت نمو می‌باشند.

۱۰- طول روز بحرانی توسط مدل بتا-نمایی منفی در واریته بیارجمند ۱۴/۴۴ ساعت و نیز، ضریب حساسیت به طول روز توسط مدل لجستیک-لجستیک ۰/۹۴- و در واریته مشهد طول روز بحرانی توسط مدل بتا- نمایی منفی، ۱۴/۶۱ ساعت و ضریب حساسیت به طول روز توسط مدل بتا- لجستیک ۰/۵۰ برآورد گردید.

۱۱- به عنوان جمع بندی نتایج می‌توان گفت که درصد انتقال مجدد ماده خشک از ساقه به دانه رقم بیارجمند به طور معنی‌داری تحت‌تأثیر طول روز و دما قرار گرفت. از این رو می‌توان درصد انتقال ماده خشک به دانه را توسط یک معادله خطی ساده به ماده خشک کل (نه ماده خشک ساقه) تجمع یافته در زمان گلدهی ارتباط داد. در خصوص رقم مشهد، باید از یک مقدار ثابت استفاده نمود.

۴-۱۱ پیشنهادات

در تکمیل این تحقیق و توسعه آن پیشنهادات زیر قابل ارائه است:

۱- با توجه به این که اولین تاریخ کاشت در این تحقیق، از زمان کاشت مطلوب منطقه است، توصیه می شود در بررسی های دیگر تاثیر یک یا دو تاریخ کاشت قبل از زمان کشت مطلوب منطقه نیز مورد ارزیابی قرار گیرد.

۲- آزمایش های مشابهی یک بار در شرایط دمای ثابت و بار دیگر در شرایط طول روز ثابت انجام شود تا امکان بررسی جداگانه اثرات دما و طول روز بر سرعت گلدهی و میزان انتقال مجدد ماده خشک به دانه فراهم آید.

منابع مورد استفاده:

- احمدی، م. ۱۳۸۶. پیش‌بینی نمو فنولوژیک گیاه گندم. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
- اکرم‌قادری، ف.، الف. سلطانی و ج. رضایی. ۱۳۸۲. برآورد سطح برگ در ارقام پنبه با استفاده از ویژگی‌های رویشی گیاه. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۱۱ (۱): ۲۳-۱۵.
- امام، ی. م. نیک‌نژاد. ۱۳۷۳. مقدمه‌ای بر فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات دانشگاه شیراز. ۵۷۱ صفحه.
- ترابی، ب. ۱۳۸۲. پیش‌بینی نمو فنولوژیک گیاه نخود. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
- خادم حمزه، ح و م. کریمی. ۱۳۷۳. بررسی اثرات تاریخ کاشت و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا در منطقه اصفهان. پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۴۸۰ صفحه.
- خواجه‌پور، م. ۱۳۸۶. اصول و مبانی زراعت (ویرایش جدید). انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان.
- خودریان، ج.، ا. وان لار و م. بنایان، ۱۳۸۱، ساخت و کاربرد مدل‌های شبیه سازی در کشاورزی، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- سرمدنیا، غ. و ع. کوچکی. ۱۳۶۸. فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۶۷ صفحه.
- سلطانی، الف. ۱۳۸۶. کاربرد نرم‌افزار SAS در تجزیه‌های آماری. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۱۸۲ صفحه.
- سلطانی، ا.، ف. اکرم‌قادری و ا. فرجی، ۱۳۸۴. سیستم آنالیز صفات مؤثر در افزایش عملکرد نخود در شرایط گرگان و گنبد. گزارش طرح پژوهشی، معاونت پژوهشی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
- عجم نوروزی، ح. مدلسازی نمو فنولوژیک در باقلا. پایان نامه دکتری. دانشگاه آزاد اسلامی تهران.

کافی، م.، ۱. جعفرنژاد و م. جامی الاحمدی. ۱۳۸۴. گندم (اکولوژی، فیزیولوژی و برآورد عملکرد). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۴۷۸ صفحه.

کامکار، ب. ۱۳۸۴. رهیافتی سیستمی در ارزیابی پتانسیل و خلا تولید عملکرد در زیره سبز و سه گونه ارزن در استان‌های خراسان شمالی، رضوی و جنوبی. پایان نامه دکتری، دانشگاه فردوسی مشهد.

کوچکی، ع. و م. بنایان اول. ۱۳۷۵. مدل‌سازی در گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

کوچکی، ع. و م. نصیری‌محلاتی. ۱۳۷۵. اکولوژی گیاهان زراعی (جلد اول). انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه مشهد.

کوچکی ع. بنایان اول، م. ۱۳۷۳. زراعت حبوبات. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. چاپ اول.

کوچکی ع. ۱۳۷۷. زراعت در مناطق خشک، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. چاپ اول.

یوسفی‌داز، م. ۱۳۸۳. پیش‌بینی گیاه نخود در واکنش به دما و عمق کاشت. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

Akramghaderi, F., Soltani, A. and Sadeghipour, H.R. ۲۰۰۸. Cardinal temperature of germination in medical pumpkin (*Cucurbita pepo convar pepo var. styriaca*), borago (*Borago officinalis L.*) and black cumin (*Nigella sativa L.*). Asian J. Plant Sci. (Accepted).

Akramghaderi, F., Soltani, E., Soltani, A. and Miri, A.A. ۲۰۰۸. Effect of priming on response of germination to temperature in cotton. J. Agri. Sci. Natur. Res. ۱۵ (۳), (Accepted).

Allen, P.S., Meyer, S.E. and Khan, M.A. ۲۰۰۰. Hydrothermal time as a tool in comparative germination studies. pp. ۴۰۱-۴۱۰ in Black, M.; Bradford, K.J.; Vázquez-Ramos, J. (Eds) Seed biology: Advances and applications. Wallingford, CAB International.

- Alvarado, V., and Bradford, K.J. ۲۰۰۲. A hydrothermal time model explains the cardinal temperatures for seed germination. *Plant Cell Environ.* ۲۵: ۱۰۶۱-۱۰۶۹.
- Anda, A., and Pinter, L. ۱۹۹۴. *Sorghum germination and development at influenced by soil temperature and water content.* *Agron. J.* ۸۶: ۶۲۱-۶۲۴.
- Angus, J.F . Mackenzie, D.H. Morton, R. and Schafer, C. A. ۱۹۸۱. *phasic development in field crops. II. Thermal and photoperiodic response of spring of spring wheat .E. S. P. C,* Amsterdam.
- Atkinson, D., and J. R. Porter. ۱۹۹۶. *Temperature, plant development and crops yield.* *Trend In Plant Sci.* ۱۱۹-۱۲۴.
- Austin, R.B., Bingham, J., and Blackwell, R.D., ۱۹۸۰. *Genetic improvements in winter wheat yields since ۱۹۰۰ and associated physiological changes.* *J. Agric. Sci. (Camb.)* ۹۴: ۶۷۵-۶۸۹.
- Balbaki, R.Z., Zurayk, R.A., Blel, M.M. and Tahouk, S.N. ۱۹۹۹. *Germination and seedling development of drought tolerant and susceptible wheat under moisture stress.* *Seed.Sci and Technol.* ۲۷:۲۹۱-۳۰۲.
- Baskin, C.C., and Baskin, J.M. ۲۰۰۱. *Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination.* Academic Press, San Diego, California, pp. ۶۶۶.
- Bewley, J.D., ۱۹۹۷. *Seed germination and dormancy.* *Plant Cell.* ۹: ۱۰۵۵-۱۰۶۶.
- Bewley, J.D., and Black, M. ۱۹۹۴. *Seeds: Physiology of Development and Germination.* New York: Plenum Press, pp. ۴۴۵.
- Bierhuizen, J.F. and Wagenvoort, W.A. ۱۹۷۴. *Some aspects of seed germination in vegetables. ۱. The determination and application of heat sums and minimum temperature for germination.* *Scientia Horticulturae* ۲, ۲۱۳-۲۱۹.

- Blackman, V.H. ۱۹۱۹. *The compound interest law and plant growth*. *Ann. Bot.* ۳۳: ۳۵۳- ۳۶۰.
- Blumenthal, M.J., Aston, S.C. and Pearson, C.J. ۱۹۹۶. *Effect of temperature and moisture potential on germination and emergence in Lotus sp.* *Aust. J. Agric. Res.* ۴۷: ۱۱۱۹-۱۱۳۰.
- Bradford, K.J. ۱۹۹۰. *A water relation analysis of seed germination rates*. *Plant Physiol.* ۹۴: ۸۴۰-۸۴۹.
- Bradford, K.J. ۱۹۹۵. *Water relations in seed germination*. pp. ۳۵۱-۳۹۶ in Kigel, J.; Galili, G. (Eds) *Seed development and germination*. New York, Marcel Dekker.
- Bradford, K.J. ۱۹۹۷. *The hydrotime concept in seed germination and dormancy*. Pages ۳۴۹-۳۶۰ in R. H.
- Ellis, M. Black, A. J. Murdoch and T. D. Hong, eds. *Basic and Applied Aspects of Seed Biology*. Boston, Kluwer Academic Publishers.
- Bradford, K.J. and Still, D.W. ۲۰۰۴. *Applications of Hydrotime Analysis in Seed Testing. Seed Technology*. ۲۶, ۷۴-۸۵.
- Bradford, K.J., and Somasco, O.A. ۱۹۹۴. *Water relations of lettuce seed thermoinhibition. I. Priming and endosperm effects on base water potential*. *Seed Sci. Research* ۱۳: ۱-۱۰.
- Brar, G.S., Gomez, J.F., McMichael, B.L., Matches, A.G. and Taylor, H.M. ۱۹۹۱. *Germination of twenty forage legumes as influenced by temperature*. *Agron. J.* ۸۳: ۱۷۳-۱۷۵.
- Brigz, K.G., and Aytenfisu, A. ۱۹۷۹. *The effects of seeding rate, seeding date and location on grain yield, maturity, protein percentage and protein yield of some spring wheats in central Alberta*. *Can. J. Plant Sci.* ۵۹: ۱۱۲۹-۱۱۴۶.
- Cheng, Z. and Bradford, K.J. ۱۹۹۹. *Hydrothermal time analysis of tomato seed germination responses to priming treatments*. *Journal of Experimental Botany* ۵۰, ۸۹-۹۹.

Chouhan, Y. S., Johansen, J. K. Moon, Y. H. Lee, and S. H. Lee. 2002. *Photoperiod responses of extra-short-duration pigeonpea lines developed at different latitudes*. Crop Sci. 42: 1139-1149.

Dahal, P. and Bradford, K.J. 1994. *Hydrothermal time analysis of tomato seed germination at suboptimal temperature and reduced water potential*. Seed Science Research 11, 71-80.

Doorenbos, J., and Pruitt, W.O., 1999. *Guidelines for predicting crop water requirements*. 2nd ed. FAO irrig. And drain Paper 24. FAO, Rome.

Ellis, R.H., Covell, S., Roberts, E.H. and Summerfield, R.J. 1986. *The influence of temperature on seed germination rate in grain legumes. II. Intraspecific variation in chickpea (Cicer arietinum L.) at constant temperatures*. Journal of Experimental Botany 37, 1503-1510.

Evans, G.C. 1972. *The quantitative analysis of plant growth*. University of California press, Berkeley.

Fageria, N.K., Baligar, V.C., and Jones, C.A., 1999. *Growth and Mineral Nutrition of Field Crops*, 2nd Edition. Marcel Dekker, New York, 624 pp.

Fehr, W. R., and C. E. Caviness. 1980. *Stage of soybean development*. Iowa. Crop Exp. Serr. Agric. Home Econ. Exp. Stn. Spc. Rep. 80.

Fischer, R.A., 1985. *Number of kernels in wheat crops and the influence of solar radiation and temperature*. J. Agric. Sci. 105: 447-461.

Foley, M.E., and Fennimore, S.A. 1998. *Genetic basis for seed dormancy*. Seed Sci. Res. 16: 173-179.

Folliard, A., Traore, P. C. S., Vaksman, M., and Kouressy, M. 2004. *Modeling of sorghum response to photoperiod: a threshold-hyperbolic approach*. Field Crop Res. 89: 59-70.

Fyfield, T.P. and Gregory, P.J. 1989. *Effects of temperature and water potential on germination, radicle elongation and emergence of mungbean*. Journal of Experimental Botany 40, 767-774.

Garcia-Huidobro, J., Monteith, J.L. and Squier, G.R. 1982. Time, *temperature and germination of Pearl Millet* (Pennisetum typhoides, S & H). J. Exp. Bot. 33: 288- 296.

Gardner, F. P., Pearce, R. B. and Mitchell, R.L. 1980. *Physiology of crop plants*. Iowa State Univ. press, Ames. P:187-208.

Gebbing, T.,and Schnyder, H., 1999. *pre- anthesis reserves utilization for protein and carbohydrate synthesis in grain wheat*. Plant Physiol. 121: 871-878.

germination response of carrot (Daucus carota) and onion (Allium cepa) seed populations across both sub- and supra-optimal temperature. New Phytol. 158: 101-108.

Goadriaan, J., and H.H. Van Laar. 1994. *Modeling Potential crop growth processes*. Klower Academic Pub, Dordrecht, The Netherlands.

Grundy, A.C., Phelps, K., Reader, R.J. and Burston, S. 2000. *Modelling the germination of Stellaria media using the concept of hydrothermal time*. New Phytol. 148: 433-444.

Guerke, W.R., Gutormson, T. Meyer, D., McDonald, M., Mesa, D., Robinson, J.C. and Tekrony, D. 2004. *Application of hydrotime analysis in seed testing*. Seed Tech. 26 (1): 70-80.

Gummerson, R.J. 1986. *The effect of constant temperature and osmotic potential on the germination of sugar beet*. J. Exp. Bot. 37: 729-744.

Hans, S., 1993. *The role of carbohydrate storage and redistribution in the source-sink relations of wheat and barley during filling- areviw*. New Phytol. 123: 233-240.

- Hardegree, S. P., ٢٠٠٦. *Predicting germination response to temperature. I. Cardinal temperature models and subpopulation-specific regression*. Ann. Bot. ٩٧, ١١١٥–١١٢٥.
- Hardegree, S.P. and Winstral, A.H. ٢٠٠٦. *Predicting Germination Response to Temperature. II. Threedimensional Regression, Statistical Gridding and Iterative-probit Optimization Using Measured and Interpolated-subpopulation Data*. Ann. Bot. ٩٨, ٤٠٣–٤١٠.
- Heater, M. D. and J.G. Lauer. ٢٠٠٢. *Planting Data and Hybrid influence on corn forage yield and quality*. Agron. J., ٩٤:٢٨١–٢٨٩.
- Herbert, J.S., and Litchfield, G.V., ١٩٨٢. *Partitioning soybean yield components*. Crop Sci. ٢٢: ١٠٧٤–١٠٧٩.
- Hucl, P. ١٩٩٣. *Effect of temperature and moisture stress on the germination of diverse common bean genotypes*. Can. J. Plant. Sci. ٧٣: ٦٩٧–٧٠٢.
- Hunt, R. ١٩٧٨. *plant growth analysis*. London. Edward Arnold.
- Jacobsen, S.E., and Bach, A.P. ١٩٩٨. *The influence of temperature on seed germination rate in quinoa (Chenopodium quinoa Willd)*. Seed Sci and Technol. ٢٦: ٥١٥–٥٢٣.
- Jame, Y.W. and Cutforth, H.W., ٢٠٠٤. *Simulating the effects of temperature and seeding depth on germination and emergence of spring wheat*. Agric. For. Meteorol. ١٢٤, ٢٠٧–٢١٨.
- Jami Al-Ahmadi, M. and Kafi, M., ٢٠٠٧. *Cardinal temperatures for germination of Kochia scoparia (L.)*. J. Arid Environ. ٦٨, ٣٠٨–٣١٤.
- Jones, C.A., and Kiniry, J.R.(eds). ١٩٨٦. *CERES-maize: A simulation model of maize growth and development*. Texas Aand M University Press, college station. TX. ١٩٤pp.
- Kane, M. V., Steele., C.C. and Grabau, L.J., ١٩٩٧. *early maturing soybean cropping system: yield responses to planting date*. Agron. J. ٨٩: ٤٥٤–٤٥٨.

Karan, S., Afria, B. and Singh, K. 1980. *Seed germination and seedling growth of chick pea (Cicer arietinum) under water stress*. Seed. Res. 13: 1-9.

Kebreab, E., and Murdoch, A.J. 1999. *A model of effects of a wider range of constant and alternating temperatures on seed germination of four Orobanche species*. Ann. Bot. 83: 549-557.

Kebreab, E., and Murdoch, A.J. 2000. *The effect of water stress on the temperature range for germination of Orobanche aegyptiaca seeds*. Seed Sci. Res. 10: 127-133.

Kiniry, J.R., Xie, Y., and Gerik, T.J., 2002. *Similarity of seed number responses for a diverse set of sites*. Agro. 22: 265-272.

Larsen, S.U., Bailly, C., Côme, D. and Corbineau, F. 2003. *Use of the hydrothermal time model to analyse interacting effects of water and temperature on germination of three grass species*. Seed Science Research. 13, 35-50.

Livingston, N.J and De Jong, E. 1990. *Matric and osmotic potential effects on seedling emergence at different temperature*. Agron.J. 82: 995-998.

Manga, V.K. 1998. *Germination response of pearl millet genotypes to simulated drought condition*. Crop.Improv.25: 155-158.

Massee, T.W. 1976. *Downy brome control in dryland winter wheat with stubble-mulch fallow and seeding management*. Agron. J. 68: 952-955.

McCollum, R.E. 1978. *Analysis of potato growth under differing P regims. I. Tuber yields and allocation of dry matter and P*. Agron. J. 70: 51-57.

Meyer, S., Debaene-Gill, S.B. and Allen, P.S. ۲۰۰۰. *Using hydrothermal time concepts to model seed germination response to temperature, dormancy loss, and priming effects in Elymus elymoides*. Seed Science Research. ۱۰, ۲۱۳–۲۲۳.

Meyer, S.E., and Pendleton, R.L. ۲۰۰۰. *Genetic regulation of seed dormancy in Purshia tridentata (Rosaceae)*. Ann. Bot. ۸۵: ۵۲۱–۵۲۹.

Ni, B.R. and Bradford, K.J. ۱۹۹۲. *Quantitative models characterizing seed germination responses to abscisic acid and osmoticum*. Plant Physiology ۹۸, ۱۰۵۷–۱۰۶۸.

Ntanos, D.A., and Koutroubas, S.D., ۲۰۰۲. *Dry matter and N accumulation and translocation for Indica and Japonica rice under Mediterranean conditions*. Field Crops Res. ۷۴: ۹۳–۱۰۱.

Olivier, F. C., and J. G. Annandale. ۱۹۸۸. *Thermal time requirements for the development of green pea (Pisum sativum L.)*. Field Crops Res. ۵۶: ۳۰۱–۳۰۷.

Palta, J.A., T. Kobata, N.C. Turner, and Fillery, I. R., ۱۹۹۴. *remobilization of carbon and nitrogen as influenced by postanthesis water deficits*. Crop Sci. ۳۴: ۱۱۸–۱۲۴

Perry, M. W., Siddique, K. H. M., and Wallace, J. F. ۱۹۸۷. *Predicting phenological development of Australian wheats*. AUST. J. Agric. Res. ۳۸: ۸۰۹–۸۱۹.

Puckridge, D.W., and Donald, C.M., ۱۹۶۷. *Competition among wheat plant sown at a wide range of densities*. Aust. J. Agric. Res. ۱۸: ۱۹۳–۲۱۱.

Qiu, J., Bai, Y., Coulman, B. and Romo, J.T. ۲۰۰۶. *Using thermal time models to predict seedling emergence of orchardgrass (Dactylis glomerata L.) under alternating temperature regimes*. Seed Science Research. ۱۶, ۲۶۱–۲۷۱.

Ramasamy, S., Ten Berge, H.F.M., and Purushothaman, S., ۱۹۹۷. *Yield formation in rice in response to drainage and nitrogen application*. Field Crops Res. ۵۱: ۶۵–۸۲.

Rawson, H. M., and Evans, L.T., 1971. *The contribution of stem reserves to grain development in a range of wheat cultivars of different height*. Aust.J.Agric.Res. 22: 851-863.

Regan.K. L, B.R. Whan, and Turner, N.C., 1993. *Evaluation of chemical desiccation as a selection technique for drought resistance in dryland wheat breeding program*. Aust J Agric Res. 44: 1683-1699.

Ritchie, J.T., and Alagarswamy, G. 1989. *Simulation of sorghum and pear millet phenology*. In : ICRISAT(Ed), *Modeling the growth and development of orghum and pearl millet*. Research Bulletin no. 12, Patancheru, India. pp:24-26.

Ritchie, J.T., Singh, U., Godwin, D.C., and Bowen, W.T., 1998. *Cereal growth, development and yield*. In: Tsuji, G.Y., Hoogenboom, ., Thornton, P.K. (Eds.), *Understanding Options for Agricultural Production*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 99-98.

Robertson, M.J., Watkinson, A.R., Kirkegaard, J.A., Holland, J.F., Potter, T.D., Burton, W., Walton, G.H., Moot, D.J., Wratten, N., Farre, I., ana Asseng, S., 2002. *Environment and genotypic control of time to flowering in canola and Indian mustard*. Austr. J. Agric. Res. 53: 793-809.

Rosalind, A.B., Oosterhuis, D.M. and Mauromoustakos, A. 1994. *Growth dynamics of the cotton plant during water-deficit stress*. Agron. J. 86: 788-795.

Rowse, H.R., and Finch-Savage, W.E. 2003. *Hydrothermal threshold models can describe the*.

Schwarte, A.J., Gibson. L.R., Karlen. D.L., Liebman. M., and Jannink. J.L. 2005. *Planting date effects on winter Triticale dry matter and nitrogen Accumulation*. Agron.J. 97: 1333-1341.

Shafii, B. and Price, W. J. 2001. *Estimation of cardinal temperatures in germination data analysis*. J. Agric., Bio. Environ. Statis. 6, 356-366.

- Shakiba.M.R,Ehdaie.M.A,. Madore and Waines, J.G., ۱۹۹۶. *contribution of internodde reserves to grain yield in a tall and semidwarf spring wheat*, J Genet Breed. ۵۰: ۹۱-۱۰۰.
- Sinclair, T.R., and Seligman, N.G., ۲۰۰۰. *Criteria for publishing paperson crop modeling*. Field Crops Res. ۶۸: ۱۶۵-۱۷۲.
- Singh, P., ۱۹۹۱. *Influence of water deficit on phenology, growth and dry matter allocation in chickpea*. Field Crops. Res. ۲۸, ۱-۱۵.
- Sivakumar, M.V. K., and R., H. Shaw. ۱۹۷۸. *Methods of growth analysis in field grown soybeans*. Ann. Bot ۴۲: ۲۱۳-۲۲.
- Soltani, A., Robertson, M.J., Torabi, B., Yousefi-Daz, M. and Sarparast, R. ۲۰۰۶a. *Modeling seedling emergence in chickpea as influenced by temperature and sowing depth*. Agric. For. Meteorol. ۱۳۸, ۱۵۶-۱۶۷.
- Soltani, E., Galeshi, S., Kamkar, B. and Akramghaderi, F. ۲۰۰۸. *Modeling Seed Aging Effects on the Response of Germination to Temperature in Wheat*. Seed Sci. biotech. ۲, ۳۲-۳۶.
- Summerfield, R. J., R. J. Lawn, E. H. Roberts, and R. H. Ellis, ۱۹۹۱. *Toward the reliable prediction of time to flowering in six annual crops*. I. The development of tme to fowering field environments. Exp. Agric. ۲۷: ۱۱-۳۱.
- Swarn,L., Singh, H., Kapia, R. and Sharma, J. ۱۹۹۹. *Seed germination and seedling growth of soybean under different water potentials*.Seed. Rse.۲۶:۱۳۱-۱۳۳.
- Tesar, M. B. ۱۹۸۴. *Physiological basis of crop growth and development and development*. American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin, ۲۹۱-۳۲۱.
- Thill, D.C., Witters, R.E., and PaPendick. ۱۹۷۸. *Interactions of early and late planted winter wheat with their environment*. Agron. J. ۷۰: ۱۰۴۱-۱۰۴۷.

Thomson, B.D., Siddique, K. H. M., 1997. *Grain legume species in low rainfall Mediterranean-type environments II. Canopy development radiation interception, and dry matter production*. Field Crop Res. 54: 189-199.

Thygerson, T., Harris, J.M., Smith, B.N., Hansen, L.D., Pendleton, R.L. and Booth, D.T. 2002. *Metabolic response to temperature for six populations of winterfat (Eurotia lanata)*.

Thermochimica Acta 394: 211-217.

Turpin, J.E., Robertson, M.J., Hillcoat, N.S., Herridge, D.F, 2002. *Faba bean (Vicia Faba) in Australia's northern grains belt: canopy development, biomass, and nitrogen accumulation and partition*. Aust. J. Agric. Res. 53, 227-237.

Van Herwaarden, A.F., Angus, J.F., Richards, R.A., and Farquhar, G.D., 1998. *Haying-off, the negative grain yield response of dryland wheat to nitrogen fertilizer. II. Carbohydrate and protein dynamics*. Aust. J. Agric. Res. 49: 1083-1093.

Villalobos, F.J., Hall, A.J., Rithchie, J.T., and Orgaz, F., 1996. *OILCROP-SUN: a development, growth, and yield model of the sunflower crop*. Agron. J. 88: 403-410.

Warren W.J. 1981. *Analysis of growth photosynthesis, and light interception for single plants and stands*. Ann. Bot. 48: 507-512.

Watson, D. J., 1947. *Comparative Physiological Studies on the Growth of Field Crops: I. Variation in Net Assimilation Rate and Leaf Area between Species and Varieties, and within and between Years*, Ann. Bot. 1947. 11:41-76. of field Crops.

Watson, D.J., 1958. *The physiological basis of variation in yield*. Adv. Agron. 10: 101-140.

Windauer, L., Altuna, A. and Benech-Arnold, R. 2007. *Hydrotime analysis of Lesquerella fendleri seed germination responses to priming treatments*. Industrial Crops and Products 25, 70-74.

Yang, J., Zhang, J., Wang, Z., Zhu, Q., and Wang, W., ۲۰۰۷. *remobilization of carbon reserves in response to water- deficit during grain filling in rice*. Field Crops Res. ۱۰۱: ۴۷-۵۵.

"Simulation of temperature and photoperiod effects on phenology and biomass retranslocation to grain in cowpea"

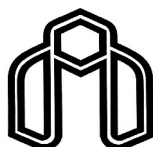
Abstract

This study was conducted in a field experiment, conducted in research frame of cooperative society of city biarjomand (۳۵°۴۸' N, ۵۶°۵۰' E), Semnan, Iran to quantify the phonological and remobilization response of cultivars Biarjomand and Mashhad of cowpea (*Vigna sinencise*) to temperature and photoperiod. Six sowing dates [۹ May (Optimum), ۲۵ May, ۷ June, ۲۴ June, ۸ July and ۴ August) were selected to create different temperature and photoperiod regimes. The main plots in split plot experiment, based on complete block design with three replications, were devoted to sowing dates.

The data regarding no. of days to emergence and to flowering were recorded and analyzed. Among various functions used in this study Beta function, and Beta Exponential functions, and simple linear function in the cultivars Biarjomand and Mashhad appeared to be appropriate to describe change in emergence and in flowering and per remobilization, respectively. The predicted base and optimum temperatures by Beta function for emergence were $8/32$ and $24/28$ °C in CV. Biarjomand and $7/09$ and $24/25$ °C in CV. Mashhad, respectively. The base and optimum temperatures for flowering tended to be $11/39$ and $22/22$ in CV. Biarjomand and $9/37$ and $21/22$ °C in CV. Mashhad, respectively. The ceiling temperature was considered to be constant (35 °C). The estimated critical photoperiod and photoperiod sensitivity coefficient were $12/22$ h and $-0/92$ in CV. Biarjomand and $12/21$ h and $0/50$ in CV. Mashhad, respectively.

The results indicated that remobilization for CV. Biarjomand tends to decrease by about $1/1\%$ per one hour increase in day length. For CV. Mashhad, it found no significant change in remobilization with changing day length. This was also true for temperature. The decreasing response of remobilization of CV. Biarjomand to temperature was equal to $2/57\%$ per °C.

Keyword: Cowpea, Phenology, Temperature, Photoperiod, Remobilization.



Shahrood University of Technology
Faculty of Agronomy Science
M.SC.Thesis

***Simulation of temperature and photoperiod effects on phenology and
biomass retranslocation to grain in cowpea***

Masoomeh Karimi

Supervisor:
Dr.M.Gholipoor

Advisor:
Dr.A.Gholami
Dr.H.Abasdokht

July ۲۰۰۹

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.