نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۴، شماره ۱، بهار ۱۳۹۵، ص. ۴۷-۳۷

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 14, No. 1, Spring. 2016, p. 37-47

بررسی تأثیر تاریخ کاشت بر رشد و عملکرد گیاه وسمه (*Indigofera tinctoria* L.) در شرایط شاهرود

علی انصوری[۱]- حسن شهقلی[۲]- حسن مکاریان[۳*]- منوچهر قلی پور[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۲/۱۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۲/۱۴

چکیده

به منظور بررسی امکان کاشت گیاه جدید وسمه در شرایط آب و هوایی منطقه و تعیین بهترین تاریخ کاشت، پژوهشی به‌صورت طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهرود در سال۱۳۹۰ به اجرا در آمد. تیمارها شامل سه تاریخ کاشت ۲۸ خرداد، ۱۲ و ۲۷ تیر بودند. براساس نتایج آزمایش تاریخ کاشت زودتر به دلیل طولانی‌تر بودن طول دوره رشد، میزان حداکثر ماده خشک تجمعی و سرعت رشد محصول را به‌ترتیب به میزان ۴/۴۱ و ۳/۵۹ برابر در مقایسه با تاریخ کاشت ۲۷ تیر افزایش داد. وزن خشک برگ و ارتفاع بوته در تاریخ کاشت ۲۸ خرداد به‌ترتیب ۵۹/۶۴ و ۵۰ درصد نسبت به تاریخ کاشت ۲۷ تیر افزایش نشان داد. همچنین کاشت زودتر عملکرد بیولوژیک را به میزان ۴۷/۲۷ درصد نسبت به کاشت دیرتر افزایش داد. به‌طور کلی می‌توان اظهار نمود که تاریخ کاشت ۲۸ خرداد برای کشت وسمه در شرایط شاهرود مناسب‌ترین زمان بود.

واژه‌های کلیدی: زمان کاشت، سرعت رشد محصول، گیاه دارویی، ماده خشک تجمعی

مقدمه

امروزه به منظور مطالعه در زمینه‌های مختلف مانند اصلاح گیاهان، فیزیولوژی و اکولوژی گیاهی از مدل‌های آنالیز رشد گیاه استفاده می‌شود (۱۵) و به‌وسیله آن امکان مطالعه ارتباط پیچیده بین رشد ارقام مختلف یک گیاه با محیط و توضیح و تفسیر پاسخ‌های فیزیولوژیکی ارقام در واکنش به محیط فراهم می‌شود (۵). انتخاب تاریخ کاشت مناسب به علت ضرورت استفاده حداکثر از منابع محیطی طی فصل رشد حائز اهمیت است. تاریخ کشت مناسب، ابزار مدیریتی مهمی برای تعیین بهترین تطابق زمانی مراحل فنولوژیکی گیاه با عوامل محیطی مؤثر بر آنها می‌باشد، به‌طوری‌که حداکثر عملکرد حاصل شود. تاریخ کشت مناسب موجب بهره‌گیری بهینه از عوامل اقلیمی مانند درجه حرارت، رطوبت، طول روز و همچنین تطابق زمان گلدهی با درجه حرارت مناسب می‌گردد (۱۶). انتخاب بهترین زمان کاشت علاوه بر جلوگیری از اثرات سوء یخبندان بر محصول باعث عدم برخورد مراحل حساس گیاه با دماهای بالا در دوره‌های انتهایی رشد می‌شود (۱). به نظر می‌رسد با کاشت زود هنگام گیاه فرصت بیشتری برای استفاده از شرایط مناسب محیط (رطوبت خاک به‌ویژه در اوایل بهار) فراهم می‌شود، در نتیجه کانوپی گیاه در مقایسه با کاشت تأخیری توسعه بیشتری خواهد داشت که منجر به افزایش شاخص سطح برگ در کاشت زود هنگام می‌شود (۸). لوپزبل یدو و همکاران (۱۵) برای کشت‌های زود هنگام در مقایسه با کشت‌های تأخیری نخود دوام سطح برگ بیشتری را گزارش کردند. سرعت رشد محصول با معناترین واژه در تجزیه و تحلیل رشد در جوامع گیاهی است که نمایانگر میزان تجمع ماده خشک در واحد سطح زمین در یک واحد زمان مشخص می‌باشد (۵). یکی از کارهای اولیه در خصوص بررسی سازگاری و زراعی کردن گیاهان دارویی تعیین تاریخ کاشت این گیاهان می‌باشد. به‌طور کلی تأخیر در کاشت، مراحل نموی تعیین‌کننده اجزای عملکرد را ممکن است در معرض عوامل نامساعد محیطی قرار داده و قابلیت تولید اقتصادی گیاه را کاهش دهد. از عوامل مهم تعیین‌کننده تاریخ کاشت مطلوب در هر منطقه می‌توان به درجه حرارت مناسب خاک جهت جوانه‌زنی و میزان رشد رویشی کافی

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهرود
۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد اگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهرود
۳- دانشیار گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهرود
۴- دانشیار گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهرود
(*- نویسنده مسئول: (Email: h.makarian@yahoo.com

قبل از گلدهی اشاره کرد (۱۱).

گرایش روز افزون به سمت طب گیاهی در درمان بیماری‌ها چه در سطح جهانی و چه در داخل ایران لزوم کشت انواع گیاهان دارویی را اجتناب‌ناپذیر می‌نماید. گیاه دارویی- صنعتی وسمه (*Indigofera tinctoria* L.) متعلق به خانواده Fabaceae دارای منشاء ناشناخته‌ای است و گفته می‌شود که احتمالاً از هند منشاء گرفته است. این گیاه در سطح وسیع به منظور تولید نیل[1] و مواد ثانویه در بعضی مناطق دنیا کشت می‌شود. گونه وحشی یا محلی آن در بیشتر کشورهای آفریقایی، در آسیا از کشورهای عربی تا جنوب شرق آسیا و در استرالیا یافت می‌شود. این گیاه در ایران به‌طور عمده در منطقه جیرفت و کهنوج و همچنین در شهرستان‌های ایرانشهر و بم کشت و کار می‌شود. همچنین در مناطق کوهستانی خاش، تمندان، ایرانشهر، زابل، میرجاوه، فهرج سکهور و شهرستان ریگان این گیاه به‌صورت وحشی رشد می‌کند. سطح زیر کشت وسمه در منطقه جیرفت و کهنوج در سال زراعی ۸۵-۸۴، ۵۲۰ هکتار با میانگین عملکرد ۲۵۰۰ کیلوگرم در هکتار اعلام شده است (۲).

از گیاه وسمه در طب سنتی استفاده بسیار می‌شود. در ایران در مناطق جنوب شرق از دم کرده برگ‌های این گیاه برای مداوای پادرد و سر درد استفاده می‌شود. همچنین در این مناطق له شده برگ‌های وسمه برای سوزش و ترک پا کاربرد دارد. در کامرون از شاخه‌های گیاه وسمه به‌عنوان مسواک استفاده می‌شود. در طب سنتی از عصاره برگ این گیاه (گاهی اوقات مخلوط با عسل یا شیر) برای درمان بیماری‌های صرع[2]، اختلالات عصبی[3]، آسم[4]، برونشیت‌ها[5]، تب، مشکلات معده‌ای، کلیه و طحال، به‌عنوان یک پیشگیری‌کننده هاری، به‌عنوان پماد برای درمان بیماری‌های پوست و بواسیر استفاده می‌شود. همچنین از عصاره برگ این گیاه برای درمان سوختگی و زخم حیوانات اهلی چون گاو و اسب کاربرد دارد. از پودر ریشه این گیاه در کامرون برای تسکین درد دندان، در تانزانیا برای مداوای کوفت[6] (آبله فرنگی)، سوزاک و سنگ کلیه به‌کار برده می‌شود (۱۸). در هند از خمیر ریشه آن برای التیام زخم کاربرد دارد. همچنین از دم کرده ریشه این گیاه در هند به‌عنوان یک پادزهر در برابر مارگزیدگی و برای درمان نیش عقرب و حشرات استفاده می‌شود. از آنجا که وسمه دارای رنگ آبی جذاب، ثبات رنگ بسیار بالا و قدرت بالای ترکیب‌پذیری با طیف وسیعی از رنگ‌های طبیعی دیگر دارد، "پادشاه رنگ[7]" نامیده می‌شود. هیچ گیاه رنگی دیگر، چنین جایگاه والایی مانند گونه‌های Indigofera در بسیاری از تمدن‌های گذشته نداشته است (۱۳). نیل بیشتر به شکل پودر عرضه می‌شود و جهت تهیه رنگ‌های آرایشی و صنعتی مصرف عمده دارد. از آنجا که در کشور ما تحقیقات چندانی روی این گیاه صورت نگرفته و با همان روش‌های سنتی کشت و کار می‌شود (۲). لذا به دلیل نقش مهم وسمه در درمان بیماری‌ها و صنایع غذایی- بهداشتی انجام تحقیقات به زراعی در مورد این گیاه پر رنگ‌تر جلوه می‌نماید. هدف از انجام این پژوهش بررسی تأثیر تاریخ کاشت بر رشد و عملکرد زیست توده وسمه در منطقه شاهرود بوده است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در خرداد ماه سال ۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهرود به‌صورت طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل سه تاریخ کاشت ۲۸ خرداد، ۱۲ و ۲۷ تیر بودند. شهرستان شاهرود در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی و طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۵۷ دقیقه شمالی از نصف النهار گرینویچ واقع شده است و میانگین ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۴۹/۱ متر است. وضعیت درجه حرارت هوا در سال انجام آزمایش در شکل ۱ نشان داده شده است. قبل از انجام عملیات آماده‌سازی زمین و اجرای نقشه آزمایش، به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک از عمق ۲۵ – ۰ سانتی‌متری در ۱۰ نقطه از خاک مزرعه نمونه‌برداری‌هایی به‌صورت حرکت زیگزاگ صورت گرفت. برای این منظور از هر نقطه معادل یک کیلوگرم خاک برداشت گردید، سپس نمونه‌های جمع‌آوری شده را مخلوط کرده، نهایتاً یک نمونه مرکب یک کیلوگرمی که در برگیرنده کل نمونه‌ها بود، جهت تجزیه به آزمایشگاه منتقل شد. نتایج تجزیه شیمیایی و فیزیکی خاک در جدول ۱ نشان داده شده است. پس از آماده‌سازی زمین (شخم، تسطیح، دیسک)، به‌دلیل ریز بودن بذر و به منظور استقرار سریع گیاهچه بذور وسمه، آن را به مدت شش ساعت هیدروپرایم کرده و به‌صورت کپه‌ای چهار عدد بذر در هر کپه کاشته شد. تراکم کاشت ۵۰ بوته در متر مربع بود. هرکرت آزمایشی شامل چهار ردیف کشت به طول سه متر، فاصله بذور روی ردیف‌های کاشت ۱۰ سانتی‌متر و فاصله بین ردیف‌ها ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. با توجه به شرایط خاک، نوع آبیاری و غیره بذور در عمق ۱/۵-۱ سانتی‌متری خاک قرار داده شدند. قبل از کاشت مقدار ۱۰ تن در هکتار کود دامی اضافه شد. نمونه‌گیری در شش مرحله و هر ۱۵

۱- نیل ماده‌ای است آبی رنگ یا نیلی رنگ که از برگ‌های گیاه وسمه حاصل می‌شود به همین دلیل در زبان انگلیسی این رنگ را blue نمی‌گویند بلکه آن‌را indigo می‌نامند.

2- Epilepsy
3- Nervous disorders
4- Asthma
5- Bronchitis
6- Syphilis
7- The king of dyes

روز یکبار به‌صورت تصادفی از مساحت ۰/۲۵ مترمربع انجام پذیرفت. در آزمایشگاه پس از شمارش تعداد بوته‌های وسمه برداشت شده از سطح نمونه‌گیری، تعداد برگ و ارتفاع بوته تعیین شد. به منظور تعیین وزن خشک، نمونه‌های وسمه به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. برای محاسبه سرعت رشد از معادله (۱) استفاده شد.

$$CGR = \frac{(w_2 - w_1)}{(t_2 - t_1)SA} \quad (۱)$$

در این معادله W_1: وزن خشک در نمونه‌برداری اول، W_2: وزن خشک در نمونه‌برداری دوم، SA: سطح زمین نمونه‌برداری شده بر حسب متر مربع، t_1: زمان نمونه‌برداری اول، t_2: زمان نمونه‌برداری دوم می‌باشد.

برازش معادلات و ترسیم نمودارها با استفاده از نرم افزار Sigma Plot انجام شد. برای این کار تابع سیگموئیدی سه پارامتری به داده‌های تغییرات ماده خشک تجمعی در طی فصل برازش داده شد (معادله ۲):

$$Y = \frac{a}{1+e^{-b(x-x_0)}} \quad (۲)$$

در این معادله Y: مقدار ماده خشک تجمعی در هر زمان (x) از فصل رشد می باشد، b شیب افزایش و x_0 زمانی (بر حسب درجه روز) است که گیاه به ۵۰ درصد ماده خشک تجمعی خود می‌رسد.

تابع سه پارامتره گاوس[1] نیز به داده‌های تغییرات سرعت رشد محصول برازش داده شد (معادله ۳):

$$Y = ae^{[-0.5(b(x-x0)^2]} \quad (۳)$$

در این معادله Y: مقدار سرعت رشد محصول در هر زمان (x) از فصل رشد می‌باشد، b: شیب افزایش و x_0 زمانی است که گیاه به حداکثر شاخص سطح برگ یا سرعت رشد محصول می‌رسد.

در این پژوهش به جای روز از درجه روز رشد[2] طبق معادله ۴ استفاده شد:

$$GDD = \sum_i^n \left(\frac{T_{max} + T_{min}}{2}\right) - Tb \quad (۴)$$

در این معادله T_{max}: حداکثر دمای روزانه با حد بالایی ۳۵ درجه، T_{min}: حداقل دمای روزانه با حد پایینی ۱۰/۲۷ درجه سانتی‌گراد، T_b: درجه حرارت پایه گیاه می‌باشد، که برای وسمه ۱۰/۲۷ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شد (۶).

در پایان فصل، ششمین مرحله نمونه‌برداری برای محاسبه عملکرد نهایی بیولوژیک در نظر گرفته شد. از هر کرت معادل ۱/۵ متر مربع برداشت شده و پس از قرار دادن نمونه‌ها در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت، وزن زیست توده اندام هوایی و زیر زمینی، طول ساقه و ریشه تعیین شد. تجزیه واریانس و همبستگی ساده بین صفات اندازه‌گیری شده با استفاده از نرم افزار SAS انجام گرفت و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

ماده خشک تجمعی

ضرایب مربوط به برازش معادله سه پارامتری سیگموئید به داده‌های ماده خشک تجمعی وسمه در تاریخ کشت‌های مختلف در جدول ۲ ارائه شده است. مقایسه ضرایب مربوط به نمونه‌گیری طی فصل رشد نشان داد که بین سه تاریخ کاشت ۲۸ خرداد، ۱۲ و ۲۷ تیر، ۲۸ خرداد بیشترین ماده خشک را داشت و درجه روز تجمعی لازم برای رسیدن به ۵۰ درصد این حداکثر ماده خشک تجمعی ۷۳۱/۸۶ درجه روز در این تاریخ کاشت بود (شکل ۲a و جدول ۲). همچنین مشاهده شد بیشترین درجه روز به‌دست آمده مربوط به همین تاریخ کشت می‌باشد. بررسی روند تغییرات ماده خشک نشان داد که تجمع ماده خشک در تاریخ کاشت ۲۸ خرداد تا درجه روز تجمعی حدود ۴۰۰ (شکل ۲a، الف) و در تاریخ کاشت ۱۲ و ۲۷ تیر تا حدود ۲۰۰ (شکل ۲، ب و ج) به‌صورت بطئی بوده و پس از آن هر سه تاریخ کشت ۲۸ خرداد، ۱۲ و ۲۷ تیر به‌ترتیب با کسب درجه روز تجمعی حدود ۸۰۰، ۶۰۰ و ۶۰۰ درجه روز، رشد سریعی را نشان دادند. در نهایت تجمع ماده خشک در انتهای فصل به دلیل ریزش برگ‌ها و کم شدن وزن خشک اندام‌های هوایی کاهش یافت یا ثابت ماند. شدت ریزش برگ‌ها و در نتیجه کاهش وزن خشک اندام‌های هوایی در هر سه تاریخ کاشت مختلف وسمه مشاهده شد (شکل ۲). گوپتا (۱۰) نیز بیان داشت که بین عملکرد بیولوژیکی گیاه و تاریخ کاشت ارتباط معنی‌داری وجود دارد، یعنی با تأخیر در تاریخ کاشت، میزان وزن خشک گیاه کاهش می‌یابد. این موضوع بیان‌گر آن است که در تاریخ کشت اول گیاه فرصت زیادی برای انباشت ماده خشک در اختیار دارد.

سرعت رشد محصول (CGR)

ضرایب حاصل از برازش داده‌های سرعت رشد وسمه در طی فصل به معادله سه پارامتری گاوس نشان داد که در بین سه تاریخ کاشت، بیشترین سرعت رشد در تاریخ کاشت ۲۸ خرداد (۳۴/۳۸) و کمترین سرعت رشد در تاریخ کاشت ۲۷ تیر (۱۲/۳۷) به‌دست آمد

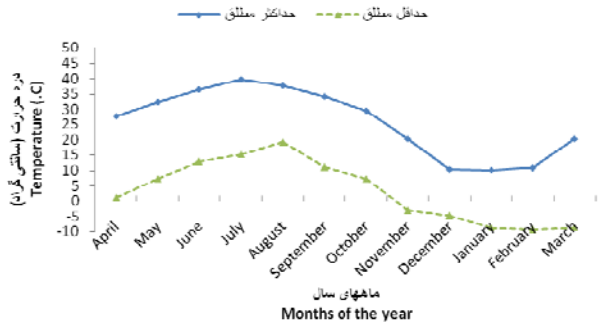
1- Gaussian
2- Growing Degree Day (GDD)

(جدول ۳).

جدول ۱- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه

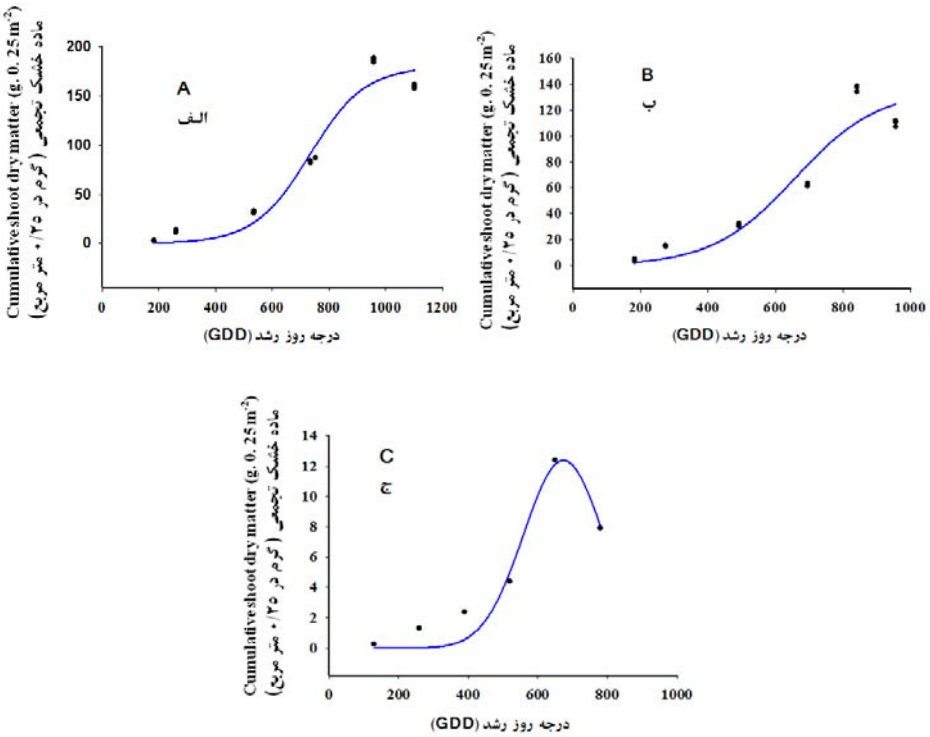
Table 1- Physical and chemical analysis of soil

اسیدیته (pH)	مواد آلی (٪) Organic matter (%)	کلسیم Calcium	منیزیم Magnesium	سولفات Soulphat	پتاسیم Potassium	فسفر Phosphorus	نیتروژن Nitrogen
		(mg kg^{-1})				(ppm)	
8.1	0.33	37	23	6.1	114	10	0.04



شکل ۱- نمودار درجه حرارت هوای شاهرود در طی سال اجرای آزمایش در سال ۱۳۹۰

Figure 1- Air temperature (in ˚C) of Shahrood region along the 2010 year



شکل ۲- روند تغییرات ماده خشک تجمعی اندام هوایی وسمه در طی فصل رشد در تاریخ کاشت‌های الف- ۲۸ خرداد، ب- ۱۲ تیر و ج- ۲۷ تیر نقاط: داده‌های اندازه‌گیری و خطوط: حاصل از برازش تابع هستند

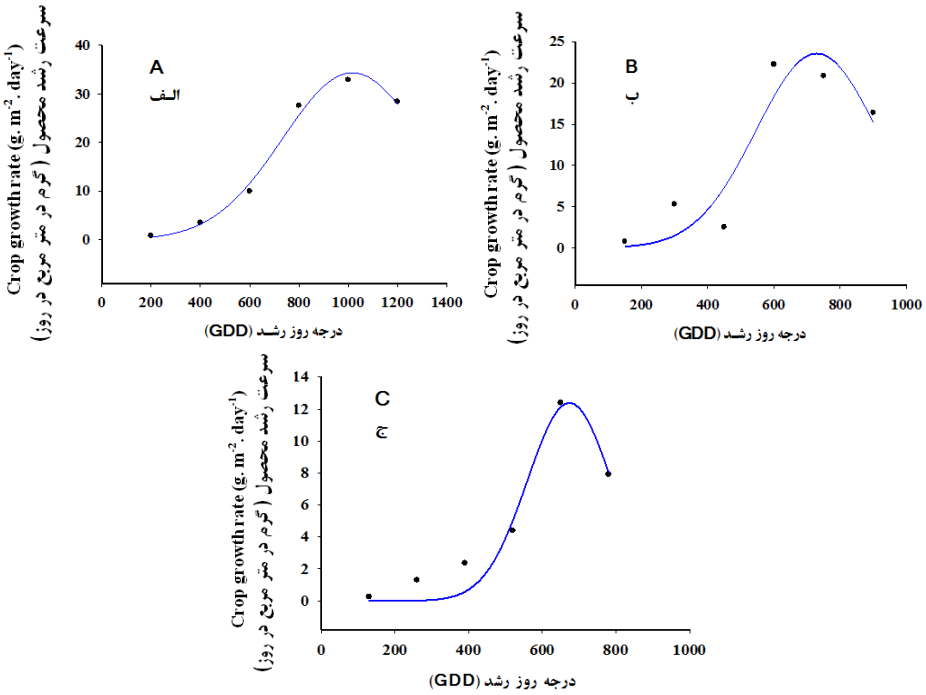
Figure 2- The trend of cumulative shoot dry matter of indigo during the planting season on 28 June (A), 3 July (B) and 18 July (C) planting dates. Points are the measured data and lines are the fitted function

جدول ۲- ضرایب حاصل از برازش معادله سه پارامتری سیگموئیدی به داده‌های وزن خشک تجمعی وسمه در طی فصل رشد در تاریخ‌های کاشت مختلف

Table 2- The coefficients of the three-parameter sigmoid equation fitted to the data of cumulative dry matter of indigo during the growing season in different planting dates

تاریخ کشت Planting) (date	a (حداکثر ماده خشک تجمعی) (گرم در ۰/۲۵ متر مربع) a (Maximum dry matter accumulation) (g/0.25 m^2)	b (شیب خط) b (Slope of the line)	x_0 (درجه روز تجمعی لازم جهت رسیدن به ۵۰٪ ماده خشک تجمعی) X_0 (Cumulative degree days required to reach 50% of dry matter accumulation)	R^2	سطح احتمال Probability) (level
۲۸ خرداد (June (18	179.92 (0.0001)	(0.0003) 97.73	731.86 (0.0001)	0.96	<0.0001
۱۲ تیر (July 3)	135.45 (0.0001)	(0.0027) 122.28	658.76 (0.0001)	0.91	<0.0001
۲۷ تیر (18 (July	40.99 (0.0001)	(0.0024) 71.72	509.34 (0.0001)	0.92	<0.0001

اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده خطای استاندارد می‌باشد Numbers in parentheses indicate the standard error



شکل ۳- روند تغییرات سرعت رشد وسمه در تاریخ کاشت‌های الف- ۲۸ خرداد، ب- ۱۲ تیر و ج- ۲۷ تیر
نقاط داده‌های اندازه‌گیری و خطوط حاصل از برازش تابع هستند

Figure 3- The trend of growth rate of indigo during the planting season on 28 June (A), 3 July (B) and 18 July (C) planting dates. Points are the measured data and lines are the fitted function

دلیل بالا بودن سرعت رشد در تاریخ کاشت ۲۸ خرداد را می‌توان بیشتر بودن ماده خشک تجمعی در این تاریخ کشت دانست و تاریخ کاشت ۲۷ تیر به علت داشتن ماده خشک تجمعی کمتر، کمترین سرعت رشد را نشان داد (جدول ۲). همچنین دلیل دیگر را می‌توان به میزان دریافت درجه روز تجمعی در طی فصل رشد نسبت داد. مشاهده می‌شود که بیشترین درجه روز دریافتی در تاریخ کاشت ۲۸ خرداد و کمترین درجه روز در تاریخ کاشت ۲۷ تیر حاصل شد (شکل ۲). در تاریخ کاشت اول تقریباً برابر با ۱۰۰۰ درجه روز به حداکثر سرعت رشد خود رسید (شکل ۳، الف). در حالی‌که در دو تاریخ کاشت دیگر نسبت به تاریخ کاشت اول در درجه روز کمتر (تقریباً ۷۰۰ درجه روز) به حداکثر رشد خود رسید (شکل ۳، ب و ج). ال هاک (۴) در مطالعه اثر تاریخ کاشت بر عملکرد سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) گزارش نمود تأخیر در زمان کاشت باعث کاهش سرعت رشد محصول شد. با توجه به نتایج به‌دست آمده، به نظر می‌رسد کاشت دیر هنگام

سبب کاهش طول دوره رشد شده و کاهش دوره و سرعت رشد می‌تواند باعث کاهش تولید بیوماس و در نهایت کاهش عملکرد گردد.

جدول ۳- ضرایب حاصل از برازش معادله سه پارامتری گاوس به داده‌های سرعت رشد وسمه در طی فصل رشد در تاریخ‌های کاشت مختلف

Table 3- The coefficients of the three-parameter Gaussian equation fitted to the data of cumulative dry matter of indigo during the growing season in different planting dates

تاریخ کشت (Date planting)	a (حداکثر ماده خشک تجمعی (گرم در ۰/۲۵ متر مربع) a (Maximum dry matter accumulation) (g/0.25 m^2)	b (شیب خط) b (Slope of the line)	x_0 (درجه روز تجمعی لازم جهت رسیدن به ۵۰٪ ماده خشک تجمعی) X_0 (Cumulative degree days required to reach 50% of dry matter accumulation)	R^2	سطح احتمال (Probability level)
۲۸ خرداد (18 Jun)	34.38 (0.0002)	(0.008) 282.92	1016.79 (0.0001)	0.99	0.0009
۱۲ تیر (3 July)	23.65 (0.0093)	(0.0238) 182.67	729.02 (0.0003)	0.86	0.0481
۲۷ تیر (18 July)	12.37(0.0027)	(0.0057) 114.56	673.73 (0.0001)	0.94	0.0113

اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده خطای استاندار می‌باشد. Numbers in parentheses indicate the standard error.

جدول ٤- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد بررسی در تاریخ‌های کاشت مختلف

Table 4- Results of analysis variance (mean squares) of traits as affected by planting dates

منابع تغییر (Source of variance)	درجه آزادی (df)	وزن خشک برگ (Leaf dry weight)	ارتفاع ساقه (Stem height)	عملکرد بیولوژیک (Biological yield)
بلوک (Block)	2	377.32	0.52	9072.19
تیمار (Treatment)	2	74289.06**	176.77**	136001**
خطا (Error)	4	967.99	1.77	13437.2
ضریب تغییرات(درصد) (CV%)		8.20	1.68	5.24

** معنی‌داری در سطح ۱ درصد Significant at $p \leq 0.01$

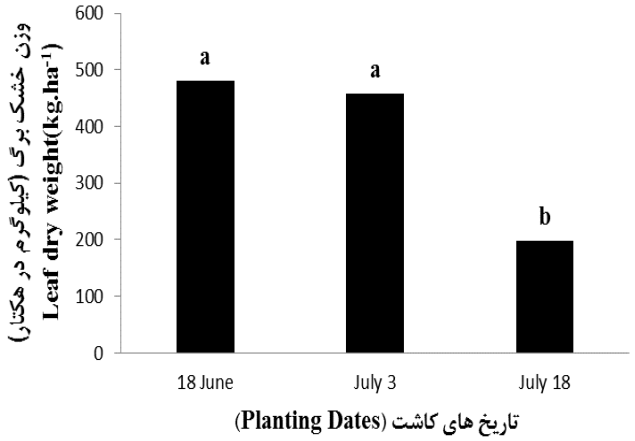
Notes. Df, Degree of freedom; CV, Coefficient of variation

وزن خشک برگ

نتایج تجزیه واریانس اختلاف معنی‌داری ($P\leq$۰/۰۱) را از نظر وزن خشک برگ بین تاریخ‌های کاشت مورد بررسی نشان داد (جدول ۴). در بین تاریخ‌های کاشت بیشترین وزن خشک برگ مربوط به تاریخ ۲۸ خرداد و کمترین وزن خشک برگ مربوط به تاریخ کاشت ۲۷ تیر با مقادیری به‌ترتیب برابر ۴۸۱/۱۱ و ۱۹۴/۱۴ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۴). به نظر می‌رسد افزایش ۵۹/۶۴ درصدی وزن خشک برگ در تاریخ کاشت ۲۸ خرداد به‌دلیل بالا بودن ماده خشک تجمعی ناشی از افزایش سرعت رشد تحت تأثیر دریافت درجه روز بیشتر باشد. قربانی و همکاران (۷) اظهار نمودند بیشترین عملکرد کاه گیاه زیره در کاشت زود هنگام حاصل شد و به تأخیر انداختن تاریخ کاشت، عملکرد کاه زیره سبز کاهش یافت. گروس (۹) دلیل کاهش عملکرد در اثر کشت تأخیری را این گونه بیان کرد که کشت دیر باعث محدود شدن اندازه گیاه پیش از تغییر از نمو رویشی به زایشی می‌شود که خود کنترل‌کننده پتانسیل عملکرد است.

ارتفاع بوته

تاریخ‌های کاشت مختلف تأثیر معنی‌داری ($P\leq$۰/۰۱) بر ارتفاع گیاه داشتند (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین به‌دست آمده از ارتفاع بوته نشان داد که کمترین ارتفاع در تاریخ کاشت ۲۷ تیر و بیشترین ارتفاع مربوط به تاریخ کاشت ۲۸ خرداد به‌دست آمد (شکل ۵). همان‌طور که مشاهده می‌شود در تاریخ کاشت اول ارتفاع بوته به‌ترتیب ۱۵/۵۵ و ۵۰ درصد نسبت به تاریخ‌های کاشت دوم و سوم بیشتر شد. احتمالاً شرایط مساعد محیطی در تاریخ کاشت اول و طولانی‌تر بودن دوره رشد گیاه باعث استفاده بیشتر از منابع خاک و افزایش سرعت رشد و ارتفاع گیاه شده است.

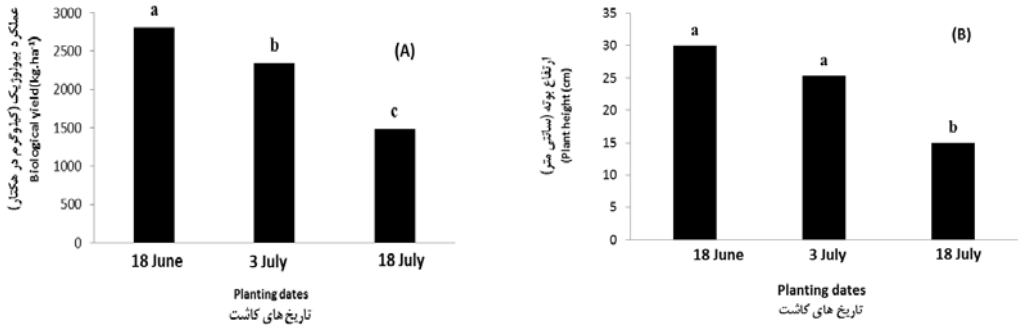


شکل ٤- تأثیر تاریخ های کاشت بر وزن خشک برگ وسمه
Figure 4- Effect of planting dates on indigo leaf dry weight

جدول ٥- همبستگی ساده بین وزن خشک برگ، ارتفاع بوته و عملکرد بیولوژیک در وسمه
Table 5- Correlation between leaf dry weight, plant height and biological yield of indigo

صفات Traits	عملکرد بیولوژیک Biological yield	وزن خشک برگ Leaf dry weight	ارتفاع ساقه Stem height
عملکرد بیولوژیک Biological yield	1.00		
وزن خشک برگ Leaf dry weight	0.91	1.00	
ارتفاع ساقه Stem height	0.99*	0.92	1.00

* بیانگر معنی‌داری در سطح ۵ درصد
* Indicates significance at 5% level



شکل ٥- تأثیر تاریخ‌های کاشت بر عملکرد بیولوژیک (A) و ارتفاع بوته (B) وسمه
Figure 5- Effect of planting dates on biological yield (A) and height (B) of indigo plant

کولاکی و همکاران (۳) طی تحقیقی بیان نمودن تأخیر در کاشت گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) موجب کاهش تعداد شاخه‌های جانبی و رشد آن می‌گردد. همچنین کاسریک (۱۴) اظهار داشت که کاهش رشد ناشی از تأخیر در کاشت سبب کاهش ارتفاع، عملکرد گل تازه و خشک در بابونه (*Matricaria chamomilla* L.) می‌شود.

عملکرد بیولوژیک

همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود تأثیر تاریخ‌های کاشت بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار ($P\leq$۰/۰۱) شد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین این پژوهش نشان داد در بین تاریخ‌های کاشت بیشترین عملکرد بیولوژیک مربوط به تاریخ کاشت ۲۸ خرداد با عملکرد ۲۸۰۷/۳۳ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۶). کمترین عملکرد

بیولوژیک در تاریخ کاشت ۲۷ تیر به میزان ۱۴۸۰/۱۶ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. تاریخ کاشت زود هنگام وسمه سبب افزایش ۴۷/۲۷ درصدی عملکرد بیولوژیک نسبت به کاشت تأخیری (تاریخ کاشت سوم) شد. به نظر می‌رسد مساعد بودن شرایط محیطی به‌ویژه نور و درجه حرارت در تاریخ کاشت اول باعث شد گیاه در مرحله رشد رویشی از این شرایط بهتر استفاده نموده، تولید مواد فتوسنتزی خود را افزایش داده و در نهایت عملکرد بیولوژیک بیشتری تولید کند. بین ارتفاع بوته و عملکرد بیولوژیک همبستگی مثبت معنی‌داری (۰/۹۹ = R^2) مشاهده شد (جدول ۵). هرچه ارتفاع بوته بیشتر باشد مقدار گرم ماده خشکی که در هر سانتی‌متر اضافه می‌شود بیشتر شده و به دنبال آن افزایش عملکرد بیولوژیک را به همراه دارد. قربانی و همکارن (۷) دریافتند بیشترین عملکرد بیولوژیک زیره سبز در سال اول در تاریخ کاشت اول و در سال دوم در تاریخ کاشت دوم حاصل شد و کمترین میزان عملکرد بیولوژیک در هر ۲ سال آزمایش در تاریخ کاشت سوم مشاهده شد. ترکمن نیا (۲۰) در مطالعه سه تاریخ کاشت در سیاهدانه به این نتیجه رسید که دو تاریخ کاشت اول به دلیل استفاده بیشتر گیاه از منابع محیطی، بیشترین عملکرد دانه را داشت. موسوی و همکاران (۱۷) دریافتند که تأخیر در تاریخ کاشت اسفرزه (*Plantago ovate* L.) به مقدار ۱۹/۷ درصد عملکرد بیولوژیک را نسبت به تاریخ کاشت زودتر کاهش داد.

نتیجه‌گیری

تأخیر در کاشت از طریق کوتاه کردن فصل رشد و کاهش پتانسیل فتوسنتزی گیاه و مصادف شده گیاه با دماهای پایین باعث شد تا رشد گیاه کاهش یابد. در حالی‌که تاریخ کاشت ۲۸ خرداد با افزایش تجمع ماده خشک، سرعت رشد محصول، وزن برگ، ارتفاع بوته نهایتاً سبب افزایش عملکرد بیولوژیک وسمه شد. همچنین نتایج این آزمایش نشان داد کاشت تأخیری از طریق کاهش تجمع ماده خشک و دریافت درجه روز کمتر سبب کاهش عملکرد بیولوژیک وسمه شد. مساعد بودن شرایط محیطی به‌ویژه نور و درجه حرارت و طول دوره رشد بیشتر در تاریخ کاشت ۲۸ خرداد باعث شده که گیاه از این شرایط بهتر استفاده نموده و تولید مواد فتوسنتزی را افزایش داده و نهایت عملکرد بیولوژیک افزایش یابد. با کوتاه‌تر شده دوره رشد، گیاه عملکرد بیولوژیکی کمتری تولید می‌کنند. بنابراین تاریخ کاشت ۲۸ خرداد به‌دلیل عملکرد بیولوژیک بیشتر، به‌عنوان تاریخ کاشت مناسب وسمه در شرایط شاهرود قابل توصیه است. هرچند برای اطمینان بیشتر لازم است آزمایش‌های تکمیلی دیگری نیز انجام شود.

References

1. Adamsen, F. J., and Coffelt, T. A. 2005. Planting dates effects on flowering, seed yield, and oil content of rape and crambe cultivars. Industrial Crops Products Abbreviation 21: 293-307.
2. Agriculture Ministry statistics, economic planning and the statistics office and information technology, production and performance of the crop years 85 acres in Kerman province, Available at http://dbagri.maj.ir/zrt/product.asp (visited 25 Jun 2012).
3. Cholaky, L., Fernandez, E. M., Asnal, W. E., Giayetto, O., and Plevich, Y. J. O. 1993. Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) sowing dates in Rio Cuouto. Pp. 395-402. Paper presented at The Third International Safflower Conference. 14-18 Jun. 1993. Beijing, China.
4. El-Hag, Z. M. 1996. Effect of planting date, seed rate and method of planting on growth, yield and quality of black cumin (*Nigella sativa* L.) in Khartoum state. Khartoum. p 97.
5. Ghassemi-golzari, K., Ghanehpoor, S., and Dabbagh Mohammadi-Nasab, A. 2009. Effect of water limitation on growth and grain filling of faba bean cultivars. Journal Food Agriculture and Environment 7: 442-447.
6. Gholipoor, M., Ansori, A., Shahgholi, H., and Makarian, H. 2012. Determination of cardinal temperatures for germination of indigo (*Indigofera tinctoria* L.). National Congress on Medicinal Plants. 16-17 May. 2012. Kish Island, Iran.
7. Ghorbani, R., Kojeki, A., Jehan, M., Hosseni, A., Mohamad Abadi, A. A., and Sabet Taemori, M. 2008. Effect of planting date, time and methods of weed management in different growth stages on yield and yield components of cumin. Iranian Journal of Agricultural Research 7 (1): 143-151. (in Persian with English abstract).
8. Goldani, M., and Razavi Moghadam, P. 2006. Effects of different irrigation regimes and sowing date on growth and phenological characteristics of three varieties of dryland and irrigated in Mashhad. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources 14: 1-12. (in Persian with English abstract).
9. Gross, A. T. H. 1963. Effect of date of planting on yield, plant height, flowering and maturity of rape and turnip rape. Agronomy Journal 56: 76-78.
10. Guptu, T. R. 1978. Path coefficient analysis of sesamum. Oleagineux 33: 15-62.
11. Imam, Y. 1994. Physiology tropical crop production (translation). University of Shiraz, Shiraz. (in Persian).
12. Jain, S., Nayak, S., and Joshi, P. 2010. Phytochemical study and physical evalution of *Indigofera tinctoria* leaves. Pharmacie Globale 1:1-2.
13. Jansen, P. C. M. 2005. Dyes and tannins. Plant Resources of Tropical Africa. p 88.
14. Kacurik, S. 1979. Variation of essential oil and chamazulene content in chamomile. Ponohospodrastvo 25: 67-75.

15. Lopez – Bellido, F. J., Lopez – Bellido, R. J., Khalil, S. K., and Lopez – Bellido, L. 2008. Effect of planting date on winter kabuli chickpea growth and yield under rainfed Mediterranean conditions. Agronomy Journal 100: 957-964.
16. Mosavi, K., Pezshek Poor, P., and Shahvardi, M. 2006. Weed population responses to dryland pea varieties (*Cicer arietinum* L.) and sowing date. Science and technology agriculture and natural resources 40: 167-176. (in Persian with English abstract).
17. Mosavi, S. Gh., Sghat elslami, M. J., and Poyan, M. 2010. Effect of planting date and plant density on yield, and herbs Psyllium (*Plantago ovate* L.). Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research 27 (4): 681-699. (in Persian with English abstract).
18. Poorter, H., and Garnier, E. 1996. Plant growth analysis: an evaluation of experimental design and computational methods. Journal of Experimental Botany 47: 1343-1351.
19. Singh, B., Saxena, A. K., Chandan, B. K., Bhardwaj, V., Gupta, V. N., Suri, O. P., and Handa, S. S. 2001. Hepatoprotective activity of indigtone - a bioactive fraction from *Indigofera tinctoria* Linn. Phytotherapy Research 15: 294-297.
20. Turkemn Nia, A. 1996. The effect of time planting of Nigella sativa on yield under contaion of Torbate Jum. Mcs. Thesis agriculture, Torbat Jum unit Azad University. (in Persian with English abstract).
21. Zheljazkov, V. D., Pickett, K. M., Caldwell, C. D., Pincock, J. A., Roberts, J. C., and Mapplebeck, L. 2008. Cultivar and sowing date effects on seed yield and oil composition of coriander in Atlantic Canada. Industrial Crop and Products 28: 88-94.

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 14, No. 1, Spring. 2016, p. 37-47

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۴، شماره ۱ ، بهار ۱۳۹۵، ص. ۴۷-۳۷

The Effect of Planting Date on the Growth and Yield of Indigo (*Indigofera tinctoria* L.) in Shahrood Conditions

A. Ansori[1*]- H. Shahgholi[2]- H. Makarian[3] - M. Gholipoor[4]

Received: 01-03-2014
Accepted: 04-05-2015

Introduction

A suitable planting date is an important management tool to determine the best match between phenological stages of plant growth with the environmental factors affecting them. Indigo is known for the natural blue colors obtained from the leaflets and branches of this herb. In addition to indigo dyes, it has been used medicinally to purify the liver, reduce inflammation and fever and to alleviate pain. Determining the proper sowing time for the sowing indigo plant is highly important that should be based on the climate of each region separately. The objective of this research was to determine the effect of sowing date on growth and biological yield of indigo plant in Shahrood region.

Materials and Methods

This experiment was carried out on randomized complete block design with three replications in the experimental field of the University of Shahrood, Iran, in 2011. Treatments were three planting dates (18 June, 3 and 18 July). Plant density was 50 plants per square meter. The distance between the plants on and between the rows was 10 and 20 cm, respectively. Sampling was conducted in six-stages (every 15 days) randomly in 0.25 m^2. Equation 1 was used to calculate the growth rate.

$$CGR = \frac{(W_2 - W_1)}{(t_2 - t_1)SA}$$ (Equation 1) $$Y = \frac{a}{1+e^{-b(x-x_0)}}$$ (Equation 2)

In this equation, W_1: dry weight in the first sampling, W_2: dry weight in the second sampling, SA: sampling area (m^{-2}), t_1: first sampling time, t_2: is the second sampling time. To do this, three parameters sigmoid function [Eq. 2], were fitted to dry matter accumulation variation during the season (Equation 2): In the equation 2: Y is the cumulative dry matter content at any time (x) of growing season, b: is the slope of increasing and xo is the time (in degree days) of reaching to 50% dry matter accumulation. Gaussian function parameter [Eq. 3] was fitted to the crop growth rate data variation:

$$Y = ae^{[-ln(b)(x-x_0)^2]}$$ (Equation 3) $$GDD = \sum_1^n \left(\frac{T_{max}+T_{min}}{2}\right) - Tb$$ (Equation 4)

In equation 3: Y value is crop growth rate at any time (x) of growing season, b: is the slope of increasing and x0 is the time of reaching plant to the maximum CGR. In this study, instead of day, we used growing degree days (GDD) according to Equation 4: In this equation T_{max}: maximum daily temperature, T_{min}: minimum daily temperature, Tb: temperature of the plant, which was considered to indigo 10.27 °C (6). Fitting equations and drawing diagrams were performed using Sigma Plot 10 version. Analysis of variance and correlation between traits were performed using SAS software and means were compared using LSD test at the 5% level.

Results and Discussion

Results showed that (Figure 2a and Table 2) the earliest planting date (18 June) increased total dry matter and crop growth rate about 4.41 and 3.59 folds compared to third planting date (18 July), respectively. In addition, the highest GDD was recorded for the first sowing date (18 June). The results showed that the fastest (38.34) and the lowest (12.37) growing rate was related to 18 June and 18 July planting dates, respectively

1 and 2- M.Sc. Student in Agronomy of Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran
3- Associate Professor in Weed Science, Department of Agronomy and Plant Breeding Faculty of Agriculture Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran
4- Associate professor in Crop Ecology, Department of Agronomy and Plant Breeding Faculty of Agriculture Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran
(*- Corresponding Author Email: aliansori98@yahoo.com)

(Table 3). Gupta (10) also stated that there was a significant correlation between sowing time and plant biological yield, as with delay in sowing date plant dry weight has been decreased. Mean comparison results showed that the lowest plant height was obtained at the early planting date (18 June) and the lowest of it was seen in the late planting date (18 July) (Figure 5 B). In the first planting date (18 June), biological yield increased 47.27% compared to the later planting date (18 July). In third sowing date biological yield decreased significantly than first and second planting dates (Figure 5 A). Zhelgazkov *et al.* (21) on *Coriandrum sativum* L. showed that the earliest cultivation increased the length of effective growth period and finally caused an increase in fruit and biological yield. The reason for reduction of biological yield in delayed cultivation in addition to shortening of growth season is related to coincidence of vegetative and reproduction period with summer heat which resulted in severe reduction in the stem height, leaf dry matter and finally decreasing biological yield. This result is in agreement with findings of Kacurik (14); he stated that the height, fresh and dry flowers of the chamomile was reduced with delay in planting date.

Conclusions

In this study, the highest plant height, leaf dry weight and biological yield, was observed in 18 June sowing date. According to our results may be both day long and especially temperatures during reproductive growth, flowering and maturity are the limiting factors in above ground biomass formation. Based on our results, sowing dates of 18 June was the best planting date for indigo plant in Shahrood region.

Keywords: Crop growth rate, Cumulative dry matter, Medicinal plant, Planting time