نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۵، شماره ۱، بهار ۱۳۹۶، ص. ۲۳۰-۲۱۶

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 15, No. 1, Spring. 2017, p. 216-230

اثر تاریخ کاشت بر فنولوژی و شاخص‌های فیزیولوژیکی رشد بادام‌زمینی تحت تاثیر کودهای زیستی و شیمیایی

علی سپهری[1*] - حسن شهبازی[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۸/۲۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۲/۱۲

چکیده

اثر تاریخ کاشت و مصرف کودهای زیستی و شیمیایی بر شاخص‌های فیزیولوژیک و عملکرددانه بادام‌زمینی طی آزمایشی به‌صورت اسپیلت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی۹۲-۹۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه بوعلی سینا همدان بررسی شد. سه تاریخ کاشت اول خرداد ،۱۰ خرداد و۲۰ خرداد بعنوان کرت اصلی و مصرف کود زیستی و شیمیایی در چهار سطح شامل مصرف کود شیمیایی فسفاته کامل و۵۰ درصد کود شیمیایی نیتروژنه+ کود زیستی نیتروژنه، کود شیمیایی نیتروژنه کامل و ۵۰ درصد کود شیمیایی فسفاته+ کود زیستی فسفره، ۵۰ درصد کود شیمیایی نیتروژنه و۵۰ درصد کود شیمیایی فسفاته+ کاربرد توام کودهای زیستی نیتروژنه و فسفره و استفاده کامل ۱۰۰ در صد از کودهای شیمیایی بعنوان کرت فرعی در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد اثرات تاریخ کاشت، کود و اثرات متقابل تاریخ کاشت و کود برای حداکثر شاخص سطح برگ، حداکثر سرعت رشد محصول، حداکثر ماده خشک کل، دوام سطح برگ، عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی‌دار شد. برای میزان سبزینگی برگ، روز تا گلدهی، روز تا غلاف‌دهی، روز تا رسیدگی اثرات متقابل تاریخ کاشت و کود معنی‌دار نبود. در تاریخ کاشت دوم برای حداکثر شاخص سطح برگ، حداکثر سرعت رشد محصول، حداکثر ماده خشک کل، دوام سطح برگ روند تیمارهای مصرف انفرادی کود زیستی نیتروژنه و کود زیستی فسفره مشابه تاریخ کاشت اول بود، ولی از لحاظ مقدار کاهش داشت. در تاریخ کاشت سوم شاخص‌های حداکثر شاخص سطح برگ، حداکثر سرعت رشد محصول، حداکثر ماده خشک کل نسبت به تاریخ کاشت اول به ترتیب ۶۴، ۷۶ و ۷۱ درصد کاهش نشان دادند. حداکثر مقادیر شاخص های مذکور در تاریخ کاشت اول و با تیمار مصرف ۱۰۰٪ کود شیمیایی و کاربرد توام کود شیمیایی و زیستی نیتروژنه+ فسفره حاصل شد.

واژه‌های کلیدی: شاخص های رشد، عملکرد، کاربرد تلفیقی کود، کود زیستی

مقدمه

بادام‌زمینی (*Arachis hypogaea* L.) یکی از بقولات یکساله می‌باشد که در نواحی حاره‌ای تا معتدل جهت استحصال روغن دانه و مصرف آجیلی کشت می‌گردد. دانه بادام‌زمینی از نظر کیفیت روغن و پروتئین بسیار خوب بوده و می‌تواند نقش مهمی در بهبود تغذیه مردم کشورهای فقیر داشته باشد (Khajeh pour , 2007). با توجه به محدودیت سطح زیر کشت بادام‌زمینی در کشور، بهترین راه افزایش عملکرد این گیاه استفاده از روش‌های به‌زراعی می‌باشد. انتخاب تاریخ کاشت مناسب یکی از فنون زراعی است که با رعایت آن، سهم زمان کاشت در تولید عملکرد به حداکثر رسیده و از آنجایی که طول مراحل مختلف نموی تابعی از دو عامل اصلی دما و طول روز است، می‌توان تاریخ کاشت را به نحوی تغییر داد که مراحل مختلف نمو گیاه با وضعیت دما و طول روز موجود طی فصل رشد، انطباق یافته و از رشد رویشی و زایشی مطلوبی برخوردار گردد (Khajeh pour , 2000 and seiedi). با تاخیر در کاشت سویا (*Glycine max*) تعداد گره بارور و تعداد غلاف در بوته کاهش می‌یابد که نتیجه آن کاهش عملکرد دانه است (Harville and Board,1999). بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که تأخیر در کاشت موجب کاهش تولید ماده خشک، شاخص سطح برگ، میزان رشد محصول و عملکرد لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.)می‌شود (Lak *et al.,* 2009). شناخت و تجزیه تحلیل رشد و اطلاع از میزان مشارکت اجزاء آن در چگونگی رشد گیاهان زراعی لازمه‌ی دستیابی به عملکرد مطلوب است

۱-دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان
۲-دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان
(*- نویسنده مسئول: (Email: sepehri110@yahoo.com
DOI: 10.22067/gsc.v15i1.51529

(Gulerer, 2001). با تاخیر در کاشت به دلایل زیادی از جمله دمای بالا در اوایل رشد، کاهش زمان گلدهی، کاهش تابش‌های خورشیدی، عملکرد دانه آفتابگردان کاهش می‌یابد(Daneshian *et al.,* 2008). کاشت دیر هنگام سبب کوتاهی رشد رویشی در مرحله شروع گلدهی می‌شود (Hashemie jazi *et al.,* 2001). تأخیر در زمان کاشت، در طول دوره رشد رویشی و زایشی گیاه سویا اثر داشته و باعث کاهش تولید ماده خشک (TDW)، شاخص سطح برگ (LAI)، میزان رشد محصول (CGR) و عملکرد دانه می‌شود. تاخیر در کاشت منجر به کاهش ماده خشک کتان روغنی می‌شود علت این امر را می‌توان افزایش شاخص سطح برگ و سرعت رشد محصول در تاریخ کاشت مطلوب دانست که باعث افزایش تجمع ماده خشک گیاهی و افزایش عملکرد و ماده خشک در این تاریخ می‌شود (Garsid, 2004).

امروزه به دلیل افزایش اهمیت مسائل زیست محیطی توجه زیادی به کودهای زیستی برای جایگزینی کودهای شیمیایی شده است (Kader *et al.,* 2002). در نظام های کشاورزی پایدار، کاربرد کودهای زیستی از اهمیت ویژه‌ای در تولید محصول و حفظ حاصلخیزی پایدار خاک برخوردار بوده و علاوه بر افزایش فراهمی زیستی عناصر خاک از طریق تثبیت زیستی نیتروژن، محلول کردن فسفر و پتاسیم و مهار عوامل بیماری زا با تولید هورمون‌های محرک رشد گیاه باعث افزایش عملکرد گیاهان زراعی می‌شود (Sharma, 2003). کودهای زیستی متشکل از باکتری ها و قارچ های مفیدی هستند که هر یک به منظور خاصی، مانند تثبیت نیتروژن و رهاسازی یون های فسفات، پتاسیم و آهن از ترکیبات نامحلول آن ها تولید می‌شوند. این باکتری‌ها بیش از یک نقش داشته و علاوه برکمک به جذب عنصری خاص باعث جذب سایر عناصر، کاهش بیماری‌های گیاه و بهبود ساختمان خاک و در نتیجه تحریک بیشتر رشد گیاه و افزایش کمی و کیفی محصول می‌شوند (Han *et al.,* 2006). یکی از ارکان اساسی در کشاورزی پایدار استفاده از کودهای زیستی در اکوسیستم‌های زراعی با هدف حذف یا کاهش قابل ملاحظه در مصرف نهاده‌های شیمیایی است. کود زیستی فسفره (حاوی ریز جانداران فسفات) با افزایش دوام سطح برگ (LAD) منجر به افزایش استفاده از انرژی خورشید و در نتیجه فتوسنتز بالاتر گیاه شد (Malboobi, 2009). استفاده از کود نیتروژن با قابلیت رهاسازی آهسته رشد اندام های هوایی سویا را تحریک نموده و موجب ایجاد (LAI) بیشتر در مراحل زایشی، به‌ویژه در طی مرحلهٔ پرشدن دانه شده و نهایتاً عملکرد دانه را افزایش داد (Kaushal *et al.,* 2006). مصرف کودهای زیستی موجب افزایش معنی دار شاخص سطح برگ شده است (Khorramdel *et al.,*2008). این تحقیق به‌منظور بررسی برهمکنش کودهای زیستی و شیمیایی در راستای تحقق اهداف کشاورزی پایدار تحت تأثیر تاریخ کاشت با تأکید بر شاخص‌های فیزیولوژیک رشد گیاه بادام‌زمینی در همدان انجام شده است.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی‌سینا همدان بصورت اسپیلت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک زراعی در جدول ۱ اشاره شده است. رقم مورد بررسی بادام‌زمینی رقم فلوری اسپانیش بود که از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گیلان تهیه شد. منطقه مورد بررسی از نظر اقلیمی جزء مناطق نیمه‌خشک و سرد بر اساس تقسیم‌بندی اقلیمی آمبرژه، با میانگین بارندگی سالیانه ۳۳۳ میلی‌متر و متوسط درجه حرارت ۲۴ درجه سانتی‌گراد در گرم‌ترین ماه سال بر اساس آمار هواشناسی ۵۵ ساله است. سه تاریخ کاشت ۱خرداد ،۱۰ خرداد و۲۰ - خرداد بعنوان کرت اصلی و کود زیستی در چهار سطح شامل ۱) کود شیمیایی فسفاته کامل و۵۰ درصدکود شیمیایی نیتروژنه+ کود زیستی نیتروژن، ۲) کود شیمیایی نیتروژنه کامل و ۵۰ درصد کود شیمیایی فسفاته+ کود زیستی فسفر، ۳) ۵۰ درصدکود شیمیایی نیتروژنه و۵۰ درصدکود شیمیایی فسفاته+ کاربرد توام کودهای زیستی نیتروژن و فسفر، ۴) استفاده کامل ۱۰۰ درصد از کودهای شیمیایی (شاهد) در کرت فرعی در نظر گرفته شدند. از کود زیستی نیتروژنه بارور ۱ و کود زیستی فسفره بارور ۲ که از شرکت زیست‌فناور سبز تهیه شده بود استفاده گردید. به ازاء هر۱۰۰ کیلوگرم کود شیمیایی، ۱۰۰ گرم کود زیستی در تیمارهای مختلف مصرف شد. پس از آغشته کردن بذور به کودهای زیستی عملیات کاشت بلافاصله انجام گردید. کود زیستی فسفره بارور ۲ حاوی دو نوع باکتری حل‌کننده فسفات از گونه‌های *پانتوا آگلومرانس*[1] و *سودوموناس پوتیدا*[2] می‌باشد که به‌ترتیب با استفاده از دو سازوکار ترشح اسیدهای آلی و اسید فسفاتاز باعث حل ترکیب‌های فسفره نامحلول و در نتیجه قابل جذب شدن آن برای گیاه می‌شود. کود نیتروژنه ازتو بارور ۱ نیز نوعی کود زیستی حاوی باکتری حل‌کننده نیتروژن است که باکتری‌های مفید این کود زیستی همیار با گیاه بوده و در ناحیه ریزوسفری اطراف ریشه به تثبیت ازت به‌صورت آمونیاک می‌پردازند. آبیاری مزرعه توسط سیستم تحت فشار به روش بارانی انجام شد. شش ردیف کاشت با فواصل بین پشته‌های ۵۰ سانتی‌متر و فاصله روی پشته ها ۴۰ سانتیمتر در نظر گرفته شد. مبارزه با علف‌های هرز به‌صورت دستی انجام گرفت. برای بررسی روند تغییرات شاخص‌های فیزیولوژیکی رشد نمونه‌برداری‌هایی در فواصل زمانی دو هفته یک بار از ۳۰ روز پس از کاشت انجام شد و

1- Pantoea agglomerans
2- Pseudomonas putida

به این منظور دو ردیف کناری و نیم‌متر از بالا و پایین هر کرت به‌عنوان حاشیه در نظر گرفته و از سایر قسمت‌های هر کرت پنج بوته از سطح خاک قطع و سطح برگ و وزن خشک آن‌ها اندازه‌گیری گردید. در مجموع تا پایان دوره رشد هفت مرحله نمونه‌برداری تخریبی صورت پذیرفت. برای اندازه‌گیری میزان سبزینگی برگ از دستگاه کلروفیل‌سنج دستی مدل (اسپاد- مینولتا) استفاده گردید. بدین صورت که در مرحله قبل از گلدهی تعداد ده بوته بطور تصادفی از هر کرت انتخاب و میزان سبزینگی بر حسب عدد اسپاد (SPAD) اندازه گیری شد. تعیین روند تجمع وزن خشک کل (TDM) تغییرات شاخص سطح برگ (LAI) سرعت رشد محصول (CGR) بر اساس روابط زیر انجام گرفت.

$$LAI = Exp (a' + b' x + c' x^2) \quad (۱)$$

$$CGR = NAR \times LAI \quad (۲)$$

$$TDM = Exp (a + b x + c x^2) \quad (۳)$$

در این معادله‌ها a، b، c، a'، b' و c' ضرایب معادلات رگرسیونی مربوطه و x زمان پس از کاشت بر حسب روز و NAR فتوستز خالص برحسب گرم در متر مربع در روز می‌باشد. در این تحقیق حداکثر مقادیر مربوط به شاخص‌های سطح برگ، سرعت رشد محصول و وزن خشک کل در تیمارهای مختلف مورد آنالیز و مقایسه میانگین قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال پنج درصد و رسم نمودارها با نرم‌افزار اکسل انجام شد. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم افزار SAS (Ver 9.1) صورت گرفت.

جدول۱- مشخصات فیزیکی وشیمیایی خاک محل آزمایش

Table1- Physical and chemical characteristics of the soil in the experimental site

رس Clay %	سیلت Silt %	شن Sand %	فسفر P (mg Kg-1)	پتاسیم K (mg Kg-1)	ازت کل N %	کربن آلی OC %	EC (S m^{-1})	نوع بافت Texture
24	32	44	7.4	201	0.078	0.78	0.278	Lom

نتایج و بحث

روز تا گل‌دهی

با توجه به نتایج تجزیه واریانس داده‌ها اثر تاریخ کاشت، کود در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار ولی اثر متقابل تاریخ کاشت و کود بر تعداد روز تا گلدهی معنی‌دار نشد (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بین تاریخ‌های کاشت ۱ خرداد و ۱۰ خرداد تفاوت معنی‌داری از این لحاظ وجود ندارد ولی تاریخ کاشت سوم کمترین تعداد روز تا گلدهی را به خود اختصاص داد (جدول ۳). در تاریخ کاشت سوم گیاهان ۴ روز زودتر از تاریخ کاشت اول به گل رفتند. افزایش دما به موازات تاخیر در زمان کاشت سبب کوتاه شدن طول دوره رشد و تسریع در گلدهی می‌گردد (Fanaei *et al.*, 2008). در بررسی تیمارهای کودی، اثر تیمار تلفیقی کود زیستی و شیمیایی نیتروژنه+ فسفره با کود شیمیایی کامل مشابه بود (جدول۳). استفاده از کودهای زیستی اثرات مثبتی برعرضه مداوم و پایدار عناصر معدنی گیاه داشته و به تبع آن به جذب بهتر عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن کمک کرده و باعث افزایش رشد و گلدهی می‌شود (Pouryousef *et al.*, 2010). باکتری‌های موجود در کود زیستی نیتروژنه علاوه بر تثبیت نیتروژن هوا و متعادل کردن جذب عناصر پرمصرف و کم مصرف با سنتز و ترشح مواد محرک رشد و همچنین ترشح اسیدهای آمینه مختلف موجب رشد و توسعه ریشه و اندام هوایی گیاه می‌شوند. این مساله سبب تولید آسیمیلات بیشتر و انتقال آنها به دانه می‌گردد (Gutierrez, 2001). باکتری‌های حل‌کننده فسفات علاوه بر کمک به جذب عنصر فسفر، موجب جذب سایر عناصر و بهبود ساختمان خاک و در نتیجه تحریک رشد و افزایش کمی و کیفی محصول می گردند (Mehrvarz and Chaichi , 2008).

روز تا غلاف دهی

بین تاریخ‌های مختلف کاشت و کود از نظر تعداد روز تا غلاف‌دهی در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. اثر متقابل تاریخ کاشت و کود بر روی صفت مذکور معنی‌دار نبود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در تاریخ کاشت ۲۰ خرداد کمترین تعداد روز از کاشت تا غلاف‌دهی بدست آمد، به‌طوری که گیاهان در این تاریخ کاشت نسبت به تاریخ کاشت اول خرداد، ۶ روز و نسبت به تاریخ کاشت دوم، ۳ روز زودتر به مرحله غلاف‌دهی رسیدند (جدول۳). تاخیر در کاشت سبب برخورد مراحل رویشی و زایشی گیاه با درجه حرارت بالا و تابش خورشید و طول روز متفاوت می‌شود. در کاشت به موقع گیاه دارای اندام‌های رویشی بزرگتری بوده و قادر است مقصد زایشی بزرگتری را تغذیه کرده و به میزان کافی مادهٔ خشک به آن اختصاص دهد در نتیجه، عملکرد افزایش می‌یابد (Fallah , 2008). در تاریخ کاشت دیر هنگام گیاه قبل از رسیدن به شاخص سطح برگ مناسب، وارد فاز زایشی گردیده، لذا با کاهش دریافت انرژی نورانی توسط برگ‌ها عملکرد کاهش می‌یابد

((Khadem Hamza *et al.,* 2004. تأخیر در کاشت سبب تسریع گلدهی، کاهش فاز زایشی و رویشی و باعث کوتاه شدن دوره روز تا غلاف‌دهی شده و تسریع در رسیدگی می‌شود (Thurling , 1977 and Dass). در بررسی تیمارهای کودی، مصرف کامل کود شیمیایی بیشترین تعداد روز تا غلاف‌دهی را داشت و پس از آن تیمار تلفیقی کود زیستی و شیمیایی نیتروژنه+ فسفره با کمترین اختلاف نسبت به کود شیمیایی کامل قرار داشت. کودهای زیستی حاوی باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن، گیاه را در جذب سایر عناصر یاری کرده که در نتیجه آن رشد اندام هوایی و انشعابات جانبی گیاه افزایش پیدا می‌کند ((Selosse *et al.,* 2004. باکتری‌های پزودوموناس علاوه بر تاثیر بر ریشه زایی و رشد ریشه، باعث بهبود و رشد اندام‌های هوایی و افزایش دوره رویشی سویا می‌شود (Wahyudi , 2011).

روز تا رسیدگی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تاریخ کاشت، کود در سطح احتمال یک درصد معنی دار ولی اثر متقابل تاریخ کاشت و کود روی صفت تعداد روز تا رسیدگی معنی‌دار نبود (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تاریخ کاشت۱۰ خرداد با تاریخ کاشت اول خرداد در تغییر تعداد روز تا رسیدگی نداشته و بیشترین تعداد روز تا رسیدگی را به خود اختصاص دادند. تاریخ کاشت مناسب در مناطق مختلف، ضمن تاثیر بر میزان رشد رویشی و زایشی گیاه باعث افزایش بازدهی فتوسنتز، انتقال مواد فتوسنتزی و ذخیره آنها در دانه‌ها و افزایش عملکرد می‌شود (Azari and Khajepour , 2003). تاریخ کاشت سوم نسبت به تاریخ کاشت اول، ۸ روز زودتر به مرحله رسیدگی رسید(جدول ۳). در بررسی تیمارهای کودی ، کاربرد توام کود زیستی نیتروژنه+ فسفره با کود شیمیایی کامل تفاوتی از این لحاظ نشان نداد و اثر افزایشی کود نیتروژنه + فسفره باعث تکمیل شدن دوره رشد زایشی و رسیدن دانه گردید.

جدول۲- تجزیه واریانس اثر تاریخ کاشت و کود بر صفات مورد بررسی بادام زمینی

Table 2- Analysis variance of the effects of planting date and fertilizer on evaluated traits of peanut

			میانگین مربعات MS		
S.O.V	منابع تغییر	درجه آزادی df	روز تا گلدهی Days to flowring	روز تا غلاف‌دهی Days to podding	روز تا رسیدگی Days to maturity
Replication	بلوک(تکرار)	2	1.00	31.00	3.52
Planting date	تاریخ کاشت	2	58.58**	83.25**	156.86**
Error(a)	خطای(a)	4	0.58	2.00	3.52
Fertilizer	کود	3	98.11**	62.25**	113.28**
Palnting date×Fertilizer	تاریخ کاشت × کود	6	0.25^{ns}	1.25^{ns}	0.45^{ns}
Error (b)	خطای(b)	18	9.98	1.44	10.67
C.V (%)	ضریب تغییرات(%)	-	7.31	2.57	2.66

ns :Non-significant, *and **: Significant at 5, 1% respectively ns، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت و کود بر صفات مورد بررسی بادام زمینی

Table 3- Mean comparison of the effects of planting date and fertilizer on evaluated traits of penut

S.O.V	منابع تغییر	روز تا گلدهی days to flowring	روز تا غلاف دهی days to podding	روز تا رسیدگی days to maturity
Planting date	تاریخ کاشت			
22May	1 خرداد	45.41a	78.75	126.00a
31 May	10خرداد	43.08ab	76.50b	123.25a
10 June	20خرداد	41.00b	73.50c	118.83b
Biofertilizer	کود زیستی			
Nitrogen biofertilizer	زیستی نیتروژنه	39.00c	73.33d	118.55c
Phosphorus biofertilizer	زیستی فسفره	42.22b	75.00c	121.22cb
N+P biofertilizer	زیستی N+P	44.88ab	77.33b	124.33ab
100% chemical	شیمیایی کامل	46.55a	79.33a	126.66a

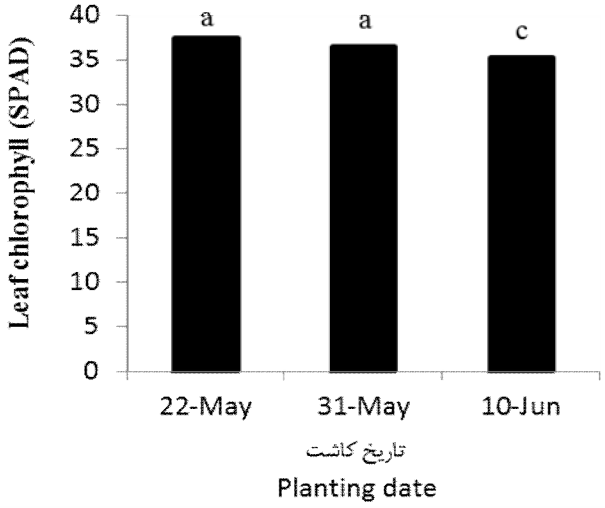
در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک براساس آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد ندارند.

Means followed with the same letters within each column are not significantly different by Duncan test ($p<0.05$).

ارتوباکترها از طریق تولید متابولیت‌های محرک رشد مانند اکسین، سیتوکینین، جیبرلین می‌تواند بر رشد رویشی گیاه تاثیر گذاشته و آن را افزایش دهد (Carletti, 2002). کاربرد میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفر نیز مسیر و انتشار فسفر را کوتاه نموده و موجب سهولت دسترسی عنصر فسفر برای گیاه گردد، در نتیجه موجب بهبود تغذیه‌ای سایر عناصر می‌شود (Moradi *et al.*, 2008).

میزان سبزینگی برگ

اثرات اصلی هر یک از تیمارهای تاریخ کاشت و کود در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار ولی اثر متقابل تاریخ کاشت و کود برای میزان سبزینگی برگ معنی دار نشد (جدول۴). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد بیشترین میزان سبزینگی برگ در تاریخ کاشت اول معادل ۳۷/۵۱ اسپاد و کمترین سبزینگی برگ معادل ۳۵/۳۵ اسپاد در تاریخ کاشت سوم حاصل شد (شکل۱). در بررسی کودها در تیمار مصرف کود شیمیایی کامل سبزینگی برگ معادل ۳۷/۸۰ اسپاد و تیمار تلفیقی کاربرد توام کود زیستی و شیمیایی نیتروژنه+ فسفره سبزینگی برگ معادل ۳۶/۵۶ دارای بیشترین و تیمار کود زیستی فسفره کمترین میزان سبزینگی برگ معادل۳۳/۵۱ اسپاد را به خود اختصاص دادند (شکل۲). تاریخ کاشت سوم به دلیل برخورد با شرایط نامناسب محیطی اختلاف معنی‌داری با سایر تاریخ‌های کاشت داشت. تاخیر در کاشت نخود و مواجه شدن گیاه با افزایش دما میزان سبزینگی برگ را کاهش می‌دهد (Pezashkpour *et al.*, 2005). در بررسی تیمارهای کودی، کاربرد توام کود زیستی و شیمیایی نیتروژنه+ فسفره از نظر آماری با مصرف کامل کود شیمیایی دارای اختلاف معنی داری نبود و با ۵/۰۶ درصد اختلاف نسبت به مصرف کامل کود شیمیایی بر سایر تیمارهای کودی برتری نشان داد. مصرف توام نیتروژن و فسفر نسبت به مصرف تنهایی اثر تشدید کنندگی بر میزان سبزینگی برگ داشت و باعث شد میزان سبزینگی در تیمار تلفیقی کود زیستی نیتروژنه+ فسفره افزایش یابد. افزایش مقدار سبزینگی را می‌توان به تأمین بهتر عنصر نیتروژن نسبت داد. نیتروژن در ساختار سبزینگی برگ، ارتباط مثبت داشته و اثر معنی‌داری بین نیتروژن برگ و میزان سبزینگی وجود دارد (Ghorbakli *et al.*, 2006). بنابراین تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه و به‌ویژه نیتروژن، افزایش رشد سبزینه‌ای گیاه و در نتیجه فتوسنتز را بدنبال خواهد داشت. گیاه تلقیح شده با سودوموناس افزایشی در میزان سبزینگی برگ نسبت به گیاه بدون تلقیح را پس از ۴۵ روز نشان داد. آنها علت را به افزایش فراهمی آهن در اثر تولید سیدروفور توسط سودوموناس نسبت دادند (Sharma, 2003).

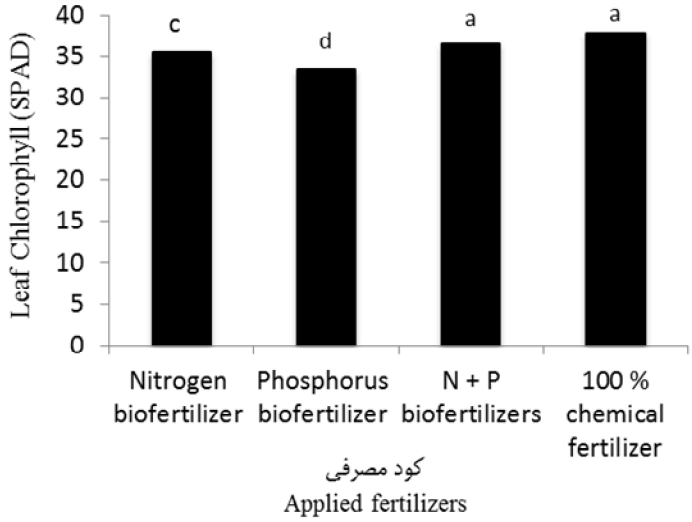


شکل۱– مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت بر سبزینگی برگ

* حرف مشترک در ستون‌ها نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار با آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد است

Figure 1- Mean comparison of the effects of planting date on leaf chlorophyll

*Common letter on the columns indicate no significant difference between treatments by Duncan test ($p<0.05$).



شکل۲- مقایسه میانگین اثر کود بر میزان سبزینگی برگ

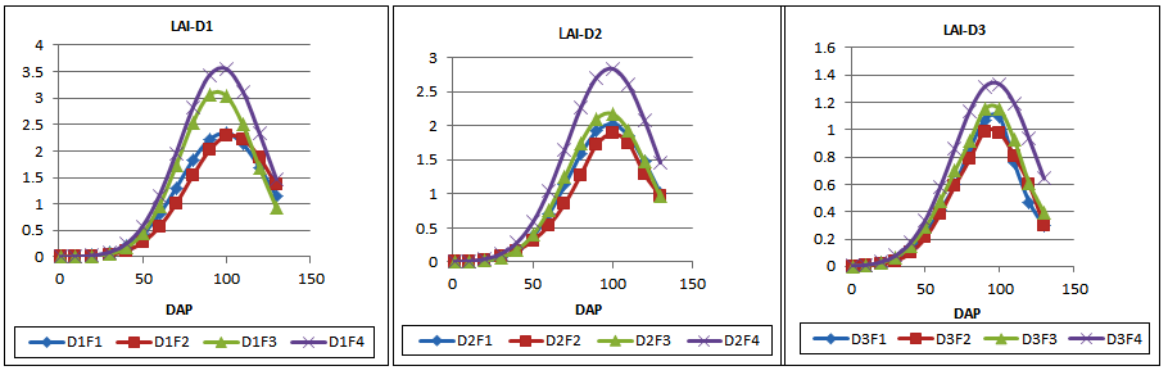
* حرف مشترک در ستون‌ها نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد است

Figure 2- Mean comparison of the effects of fertilizers on leaf chlorophyll

*Common letter on the columns indicate no significant difference between treatments by Duncan test ($p<0.05$).

شاخص سطح برگ

تغییرات سطح برگ در هر سه تاریخ کاشت روند مشابهی داشت به‌طوری‌که ابتدا سیر صعودی و پس از رسیدن به حداکثر میزان خود سیر نزولی را طی نمود (شکل ۳). تجزیه واریانس حداکثر شاخص سطح برگ نشان داد که اثرات اصلی هر یک از تیمارهای تاریخ کاشت و کود و اثرات متقابل تاریخ کاشت و کود در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). بیشترین شاخص سطح برگ در تاریخ کاشت اول با مصرف ۱۰۰ درصد کود شیمیایی معادل (۳/۵۵) و سپس در تیمار کاربرد توام کود زیستی نیتروژنه+ فسفاته (۳/۰۶) به‌دست آمد. با تأخیر ۱۰ و ۲۰ روز در کاشت حداکثر شاخص سطح برگ در کاربرد توام کود زیستی نیتروژنه+ فسفاته به‌ترتیب کاهش ۲۳ و ۲۵ درصدی را نسبت به تاریخ کاشت اول نشان داد. در تاریخ کاشت دوم نیز کاربرد توام کود زیستی نیتروژنه+ فسفاته اختلاف معنی‌داری را با مصرف کامل کود شیمیایی نشان داد (جدول۵). در مصرف مجزای کودها، کود زیستی نیتروژنه در تاریخ کاشت دوم نسبت به کود زیستی فسفره حداکثر شاخص سطح برگ بیشتری را به خود اختصاص داد، به‌نظر می‌رسد که نیتروژن موجب فراهمی بیشتر مواد پرورده برای گیاه از طریق سطح برگ بیشتر شده است. شیب نزولی نمودار مذکور نشان می‌دهد که سطح برگ تا انتهای فصل به‌علت پیری و ریزش رو به کاهش می‌گذارد. در تاریخ کاشت سوم تاخیر در کاشت باعث کاهش قابل توجهی در سطح برگ شد. به‌نظر می‌رسد با توجه به تاثیر مستقیم سطح برگ بر قابلیت تولید مواد فتوسنتزی، کاهش شاخص سطح برگ موجب محدودیت در توان تولیدی منبع و در نهایت عملکرد گیاه گردد. همبستگی میزان رشد گیاه به افزایش سطح برگ در بسیاری از مطالعات آمده است (Singh, 1997). حداکثر شاخص سطح برگ را در مرحله غلاف دهی کامل تا شروع دانه بندی بر روی سویا گزارش شده است (Jian Jin, 2010). هر اندازه سطح برگ گیاه در زمان مذکور بیشتر باشد به همان اندازه گیاه قادر به استفاده بهتر و بیشتر از تشعشع خورشیدی بوده و توان تولید مواد فتوسنتزی بیشتری پیدا می‌کند، در نهایت بر دانه‌های موجود در غلاف و عملکرد دانه تأثیر می‌گذارد (Sharma and Johri, 2002). در این مطالعه اگرچه کاربرد کود شیمیایی کامل حداکثر شاخص سطح برگ را در هر سه تاریخ کاشت به خود اختصاص داد ولی کاربرد تلفیقی کودهای زیستی نیتروژنه و فسفره نیز سبب افزایش حداکثر شاخص سطح برگ نسبت به کاربرد مجزای کودها شد. این اثر ممکن است به علت افزایش میزان جذب کود نیتروزن و یا تولید تریپتوفان پیش‌ساز هورمون اکسین توسط میکروارگانیسم های کودهای زیستی باشد. کودهای زیستی حاوی باکتری‌های *آزوسپیریلیوم*، *سودوموناس* و ازتوباکتر از طریق همیاری با ریشه گیاهان، موجب افزایش سطح جذب رطوبت شده و با شبکه گسترده ریشه‌ای از طریق جذب آب و املاح ، موجب افزایش سطح برگ گیاه می‌شود (Sprent, and Sprent 1990). تلفیق کودهای شیمیایی و بیولوژیک باعث افزایش حداکثر شاخص سطح برگ ذرت شده است (Rizwan *et al.*, 2008).



شکل ۳- روند تغییرات شاخص سطح برگ در واکنش به سه تاریخ کاشت (D1 ،تاریخ کاشت اول خرداد D2، تاریخ کاشت ۱۰ خرداد D3 ، تاریخ کاشت ۲۰ خرداد) و سطوح کود (F1 ،کود شیمیایی فسفاته کامل + ۵۰ درصد کود شیمیایی نیتروژنه+ کودزیستی نیتروژنه. F2،کود شیمیایی نیتروژنه کامل + ۵۰ درصدکود شیمیایی فسفاته + کود زیستی فسفره. F3، ۵۰ درصدکود شیمیایی نیتروژنه و۵۰ درصدکود شیمیایی فسفاته + کاربرد توام دوکود زیستی نیتروژنه + فسفره .F4، شاهد(۱۰۰٪مصرف کامل کودهای شیمیایی).

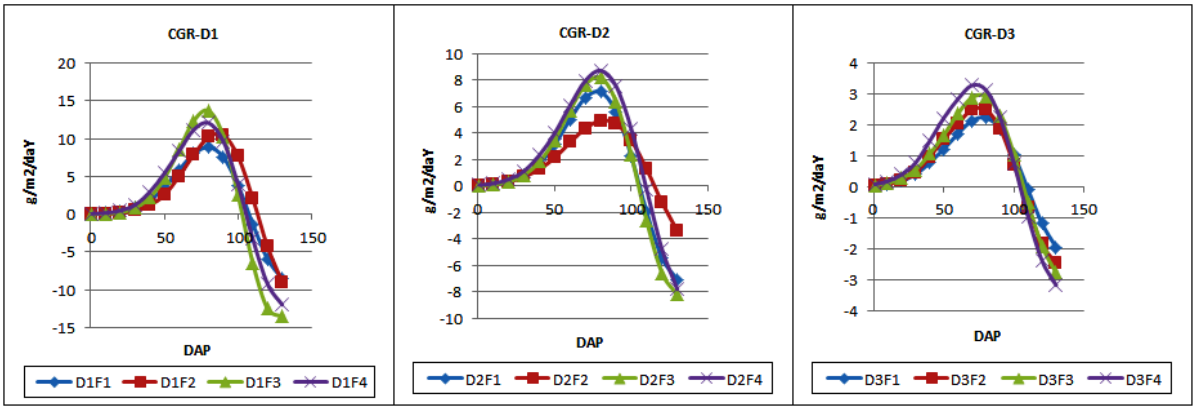
Figure 3- Trend of leaf area index in response to the three planting dates (D1: 22 May; D2: 31 May; D3: 10 June) and leveles of fertilizer (F1: complete phosphorus chemical fertilizer + 50% nitrogen chemical fertilize + nitrogen biofertilizer, F2: complete nitrogen chemical fertilizer + 50% phosphorus chemical fertilizer + phosphorus biofertilizer, F3: 50% nitrogen chemical fertilizer and 50% phosphorus chemical fertilizer + nitrogen-phosphorus biofertilizers, F4: control (100% chemical fertilizer).

سرعت رشد محصول

روند تغییرات سرعت رشد محصول نشان دادکه سرعت رشد محصول روند تقریباً مشابهی با روند تغییرات سطح برگ دارد (شکل۴). افزایش CGR در طول فصل رشد را می توان به افزایش سطح برگ و کاهش CGR را به کاهش فتوسنتز خالص و ریزش برگ‌ها نسبت داد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس حداکثر سرعت رشد محصول نشان داد که اثرات اصلی هر یک از تیمارهای تاریخ کاشت و کود و همچنین اثر متقابل تاریخ کاشت و کود برای حداکثر سرعت رشد محصول در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). بیشترین سرعت رشد محصول در تاریخ کاشت اول خرداد و کاربرد توام کود زیستی نیتروژنه+ فسفره با حداکثر (۱۳/۶۸)گرم در متر مربع در روز، و مصرف ۱۰۰ درصد کود شیمیایی بدست آمد. در همان تاریخ کاشت مصرف انفرادی کود زیستی نیترورنه با ۸/۸۸ گرم در متر مربع در روز، کمترین مقدار سرعت رشد محصول را دارا بود (جدول۵). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد در تاریخ کاشت دوم کاربرد توام کود زیستی نیتروژنه+ فسفره از نظر آماری اختلاف معنی‌داری از لحاظ حداکثر سرعت رشد محصول با مصرف ۱۰۰٪ کود شیمیایی نداشت. در تاریخ کاشت مذکور مصرف مجزای کود زیستی فسفره کمترین سرعت رشد محصول را ایجاد نمود (جدول۵). در تاریخ کاشت ۲۰ خرداد تیمارهای تلفیقی کود زیستی با کود شیمیایی کامل تفاوت معنی دار نداشتند. کشت‌های تاخیری به دلیل کافی نبودن پوشش گیاهی، پایین بودن درصد جذب نور و گرمای انتهای فصل از سرعت رشد محصول کمتری کاسته می‌شود (Kobata ,1990). آزوسپریلوم علاوه بر قابلیت تثبیت نیتروژن، با تولید مواد محرّک رشد سبب بهبود رشد ریشه و متعاقب آن افزایش سرعت جذب آب و عناصر غذایی گردیده و از این طریق در افزایش سطح برگ و در نتیجه سرعت رشد محصول تأثیر دارد (Tilak, 2005). مصرف توام اسید هیومیک و *پزودوموناس پوتیدا* باعث افزایش pH خاک شده و در نتیجه قابلیت دسترسی فسفر افزایش می‌یابد. آن‌ها همچنین تأکید کردند که مصرف توأم اسید هیومیک و باکتری *پزودوموناس پوتیدا* باعث افزایش عملکرد دانه سویا شده است (Winarso *et al.*, 2011).

ماده خشک کل

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تاریخ کاشت، کود و همچنین اثر متقابل تاریخ کاشت و کود برای تجمع ماده خشک کل در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول۴). بیشترین مادهٔ خشک کل از تاریخ کاشت اول خرداد و کاربرد توام کود زیستی نیتروژنه و فسفره و مصرف کود شیمیایی کامل حاصل شد. در تاریخ کاشت دوم کاربرد توام دو کود زیستی با کود شیمیایی کامل اختلاف معنی‌داری داشت. مصرف مجزای کودها نیز نتوانست ماده خشک کل را در حد مصرف کامل کود شیمیایی افزایش دهد. در تاریخ کاشت ۲۰ خرداد ماده خشک کل به کمترین مقدار خود رسید و تفاوتی بین تیمارهای مصرف کود زیستی مشاهده نشد (جدول ۵).



شکل ٤- روند تغییرات سرعت رشد محصول در واکنش به سه تاریخ کاشت (D1، تاریخ کاشت اول خرداد D2، تاریخ کاشت ۱۰ خرداد D3، تاریخ کاشت ۲۰ خرداد) و سطوح کود (F1، کود شیمیایی فسفاته کامل + ۵۰ درصد کود شیمیایی نیتروژنه + کودزیستی نیتروژنه F2، کود شیمیایی نیتروژنه کامل + ۵۰ درصدکود شیمیایی فسفاته + کود زیستی فسفره F3، ۵۰ درصدکود شیمیایی نیتروژنه و۵۰ درصدکود شیمیایی فسفاته + کاربرد توام دوکود زیستی نیتروژنه + فسفره F4، شاهد (۱۰۰٪مصرف کامل کودهای شیمیایی).

Figure 4- Trend of crop growth rate in response to the three planting dates (D1: 22 May; D2: 31 May; D3: 10 June) and leveles of fertilizer (F1: complete phosphorus chemical fertilizer + 50% nitrogen chemical fertilize + nitrogen biofertilizer, F2: complete nitrogen chemical fertilizer + 50% phosphorus chemical fertilizer + phosphorus biofertilizer, F3: 50% nitrogen chemical fertilizer and 50% phosphorus chemical fertilizer + nitrogen-phosphorus biofertilizers, F4: control (100% chemical fertilizer).

جدول٤- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی تحت تاثیر تاریخ کاشت و کودهای زیستی در بادام زمینی

Table 4- Analysis variance of the effects of planting dates and fertilizer on evaluated traits of penut

	میانگین مربعات MS						
منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	سبزینگی برگ Leaf greennes	حداکثر شاخص سطح برگ LAI maximum	حداکثر سرعت رشد محصول CGR maximum	حداکثر ماده خشک کل TDW maximum	دوام شاخص سطح برگ LAI duration	عملکرد دانه Grain yield
بلوک (Rep)	2	9.12	1.25	33.45	25455.87	4084.92	682.41
تاریخ کاشت(D) (Planting date)	2	14.19**	9.85**	224.01**	375889.63**	30448.01**	15124.72**
خطای اصلی Error(a)	4	0.83	0.048	7.60	3656.81	195.54	37.72
کود (F) Fertilizer	3	20.57**	1.86**	14.36**	21075.83**	5945.94**	1119.30**
تاریخ کاشت x کود (D×F)	6	0.28^{ns}	0.19**	3.83**	4218.36**	335.20**	298.79**
خطای فرعی Error (b)	18	0.29	0.025	0.95	685.64	21.12	4.36
ضریب تغییرات C.V(%)	–	4.49	8.07	3.85	8.04	3.74	4.42

ns، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns: Non-significant, *and **: Significant at 5, 1% respectively

جدول۵- مقایسه میانگین اثر متقابل صفات مورد بررسی تحت تاثیر تاریخ های مختلف کاشت و مصرف کود در بادام زمینی

Table 5- Comparison of mean effects of planting date and fertilizer on evaluated traits of peanut

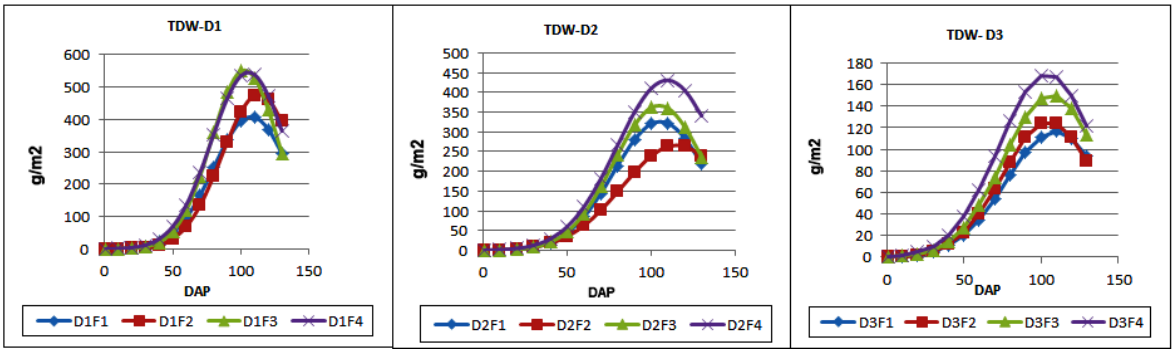
تاریخ کاشت Planting date	کود Fertilizer	سبزینگی برگ Leaf greennes (SPAD)	حداکثر شاخص سطح برگ LAI_{max}	حداکثر سرعت رشد محصول CGR_{max} ($g\ m^{-2}\ day^{-1}$)	ماده خشک کل TDW ($g\ m^{-2}$)	دوام شاخص سطح برگ LAID (day)	عملکرد دانه Grain yield ($g\ m^{-2}$)
1 خرداد 22 May	زیستی نیتروژنه N biofertilizer	35.93de	2.33c	8.88cd	407.27c	146.33c	74.38d
	زیستی فسفره P biofertilizer	37.13c	2.26cd	8.26bc	474.33b	137.00d	79.08c
	زیستی N+P N+P biofertilizer	37.13c	3.06b	13.68a	549.67a	170.66b	96.5b
	شیمیایی کامل 100% Chemical	39.86a	3.55a	12.06ab	537.33a	208.66a	105.40a
10 خرداد 31 May	زیستی نیتروژنه N biofertilizer	35.13ef	2.02d	7.11d	321.93d	119.83e	32.22g
	زیستی فسفره P biofertilizer	36.03de	1.46e	4.95e	263.00e	104.16f	41.29f
	زیستی N+P N+P biofertilizer	36.76cd	2.17cd	8.18d	361.70d	141.50cd	49.61e
	شیمیایی کامل 100% Chemical	38.46b	2.84b	8.72cd	431.00bc	176.16b	53.25d
20 خرداد 10 June	زیستی نیتروژنه N biofertilizer	33.66g	1.09f	2.22f	116.50g	54.20I	10.39j
	زیستی فسفره P biofertilizer	34.73f	1.02f	2.15f	124.00fg	58.60I	12.17ij
	زیستی N+P N+P biofertilizer	35.80de	1.20f	2.91f	150.00fg	69.78h	14.29hi
	شیمیایی کامل 100% Chemical	37.20c	1.33e	3.26f	168.33f	86.70g	16.21h

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک براساس آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد ندارند.

Means followed with the same letters within each column are not significantly different by Duncan test ($p<0.05$).

روند تغییرات ماده خشک کل گیاه نشان داد در تاریخ کاشت اول، تیمار کاربرد توام دو کود زیستی و مصرف کامل کود شیمیایی تا حدود ۱۱۰ روز پس از کاشت، بیشترین افزایش ماده خشک را به جهت استفاده بهتر از شرایط محیطی دارا بوده و در زمان ۱۱۰ تا ۱۲۰ روز پس از کاشت به علت ورود به مرحله رسیدگی دانه‌ها، شیب تجمع کند می‌شود (شکل۵). به‌نظر می‌رسد که ادامه این روند خصوصاً در تاریخ های کاشت دوم و سوم به دلیل کاهش سطوح فتوسنتزی و برخورد با دماهای پایین آخر فصل بیشتر است. نتایج نشان داد که تاخیر در کاشت به دلیل کاهش طول دوره رشد و مصادف شدن مراحل زایشی با گرمای آخر فصل موجب کاهش تجمع ماده خشک شده است. بدیهی است تاریخ کاشت از طریق تغییر در طول روز، دما، میزان فتوسنتز و تنفس بر خصوصیات رشدی و تجمع ماده خشک تولیدی تأثیر می‌گذارد. شاخص سطح برگ تحت تأثیر کود زیستی نیتروکسین می‌تواند با افزایش فتوسنتز و عناصر غذایی درون گیاه

تأثیر مثبتی بر سطح برگ، رشد و تولید ماده خشک آفتابگردان داشته باشد (Ahmed *et al.*, 2010). تلفیق فسفات خاک با باکتری حل کننده فسفات و تیوباسیلوس باعث افزایش تجمع ماده خشک در گیاه لوبیا، می‌شود زیرا اسیدهای آلی تولید شده بوسیله باکتری‌های حل کننده فسفات و تولید آنزیم فسفاتاز به‌وسیله این باکتری‌ها و اسید فسفریک تولید شده توسط فعالیت باکتری‌های تیوباسیلوس می‌توانند بر فسفات خاک اثر گذاشته و باعث حلالیت فسفر و در نتیجه افزایش ماده خشک شوند (Gaind and Gaur, 1991).



شکل ۵- روند تغییرات ماده خشک کل در واکنش به سه تاریخ کاشت (D1، تاریخ کاشت اول خرداد D2، تاریخ کاشت ۱۰ خرداد D3، تاریخ کاشت ۲۰ خرداد) و سطوح کود (F1، کود شیمیایی فسفاته کامل + ۵۰ درصد کود شیمیایی نیتروژنه + کودزیستی نیتروژنه. F2،کود شیمیایی نیتروژنه کامل + ۵۰ درصدکود شیمیایی فسفاته + کود زیستی فسفره. F3، ۵۰ درصدکود شیمیایی نیتروژنه و۵۰).

Figure 5- Trend of total dry matter in response to the three planting dates (D1: 22 May; D2: 31 May; D3: 10 June) and leveles of fertilizer (F1: complete phosphorus chemical fertilizer + 50% nitrogen chemical fertilize + nitrogen biofertilizer, F2: complete nitrogen chemical fertilizer + 50% phosphorus chemical fertilizer + phosphorus biofertilizer, F3: 50% nitrogen chemical fertilizer and 50% phosphorus chemical fertilizer + nitrogen-phosphorus biofertilizers, F4: control (100% chemical fertilizer).

دوام شاخص سطح برگ

دوام شاخص سطح برگ میزان دوام سطوح فتوسنتزکننده گیاه را نشان می‌دهد و می‌تواند شاخص مناسبی از تولید باشد. این صفت برای اثرات اصلی و متقابل تاریخ کاشت و کود در سطح یک درصد معنی دار شد (جدول ۴). بیشترین دوام شاخص سطح برگ در تاریخ کاشت اول خرداد با مصرف ۱۰۰ درصد کود شیمیایی ۲۰۸/۶۶ و کاربرد توام کودهای زیستی نیتروژنه + فسفره معادل ۱۷۰/۶۶ به‌دست آمد (جدول۵). کمترین دوام شاخص سطح برگ را کود زیستی فسفره به خود اختصاص داد. در هر سه تاریخ کاشت کاربرد توام کود زیستی نیتروژنه+ فسفره با تیمار مصرف ۱۰۰ درصد کود شیمیایی اختلاف معنی‌دار نشان داد و مقادیر دوام سطح برگ با مصرف کامل کود شیمیایی بیشتر بود. مصرف مجزای کود زیستی فسفره و کود زیستی نیترونه نیز نسبت به مصرف کامل کود شیمیایی اختلاف نشان دادند (جدول ۵). ولی در تاریخ کاشت سوم با تا خیر در کاشت به دلیل افزایش درجه حرارت، شاخص سطح برگ سریع به حداکثر مقدار خود رسیده و بلافاصله کاهش یافت. با تاخیر در کاشت از مقدار حداکثر شاخص سطح برگ کاسته شده و دوام سطح برگ نیز کاهش می‌یابد. اگرچه مصرف کود زیستی نیتروژنه به تنهایی نتوانست دوام سطح برگ را به حد مصرف ۱۰۰ درصد کود شیمیایی برساند ولی در مصرف توام با کود زیستی فسفره دوام سطح برگ را برای تاریخ‌های کاشت اول و ۱۰ خرداد ارتقاء داد. کودهای زیستی با افزایش جذب نیتروژن و افزایش کارایی نیتروژن در فرآیند فتوسنتز و افزایش سطح سبز گیاه نقش به سزایی ایفا می نمایند که افزایش رشد را به دنبال خواهد داشت. همچنین کود زیستی فسفره از طریق تولید عناصر مختلف غذایی ، تنظیم اسیدیته، ترشحات حل‌کننده را به صورت محلول در اختیار گیاه قرار می‌دهد (Rademacher , 1994). افزایش تعداد برگ و سطح برگ ذرت در اثر کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی و زیستی، با یافته های حاصل از این آزمایش مطابقت دارد. این پژوهشگران دلیل این امر را به بهبود جذب عناصر از خاک نسبت داده اند (Aziz *et al.*, 2010).

عملکرد دانه

تجزیه واریانس داده‌های عملکرد دانه نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین تاریخ‌های کاشت، کود و همچنین اثرات متقابل تاریخ کاشت و کود در سطح احتمال ۱٪ وجود دارد (جدول۴). تاریخ کاشت اول خرداد با مصرف کامل کود شیمیایی با عملکرد دانه معادل۴۰ /۱۰۵ گرم در متر مربع و کاربرد توام کود زیستی نیتروژنه+ فسفره با عملکرد دانه به میزان۹۶/۵۰ گرم در مترمربع دارای بیشترین مقدار

بودند. در تاریخ کاشت ۲۰ خرداد مصرف کود زیستی نیتروژنه به‌صورت انفرادی کمترین مقدار عملکرد دانه را به خود اختصاص داد. تاریخ کاشت ۱۰ خرداد روندی مشابه تاریخ کاشت اول را داشت با این تفاوت که مقادیر عملکرد دانه نسبت به تاریخ کاشت اول کمتر بود. در تاریخ کاشت سوم کود زیستی نیتروژنه کمترین عملکرد دانه را داشت و تفاوت زیادی بین تیمارهای کودی مشاهده نشد (جدول۵). عملکرد گیاه با طول دوره رشد گیاه رابطه مستقیمی دارد. هرچه مدت رشد، طولانی تر می شود مقدار تشعشع جذب شده توسط گیاهان بیشتر بوده و باعث افزایش عملکرد گیاه می شود. از این رو یکی از دلایل کاهش عملکرد کاهش طول دوره رشد گیاهان است به‌طوری که کاهش یافتن اندازه کانوپی از حد مطلوب و کوتاه شدن دوره رشد رویشی از دلایل مهم کاهش عملکرد دانه در تاریخ کاشت های تأخیری ذکر گردیده است (Diepenbrock, ; Stapper and Hocking ,2001 2001). بررسی مطالعات انجام شده روی کاربرد کودهای زیستی و تلفیق آنها با کودهای شیمیایی نشان می‌دهد که استفاده از کودهای زیستی دارای اثرات مثبتی بر عملکرد کمی و کیفی گیاهان است. عرضه مداوم و پایدار عناصر معدنی به گیاه، به‌ویژه نیتروژن باعث افزایش رشد و گلدهی می‌شود، همچنین عنصر فسفر در کنار نیتروژن موجب افزایش رشد زایشی می‌گردد (Rahimzade , 2009). افزایش رشد و بهبود ساختار و فعالیت میکروارگانیزم‌های مفید خاک موجب دسترسی مطلوب گیاه به آب و عناصر غذایی در طیف وسیعی از گیاهان می‌شود (Akhtar and Siddiqui , 2009). تجمع مواد آلی توسط باکتری‌ها در خاک باعث افزایش دسترسی به عناصر غذایی شده، به‌طوری که این شرایط موجب زیادتر شدن تعداد دانه در غلاف و به خصوص افزایش معنی دار وزن هزار دانه گردیده است و در نتیجه عملکرد دانه را افزایش می‌دهد (Falah *et al.*, 2007).

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان داد تاریخ کاشت اول خرداد نسبت به سایر تاریخ های کاشت در اکثر تیمارها بیشترین رشد و عملکرد را به خود اختصاص داد. روند شاخص‌های فیزیولوژیک در پاسخ به مصرف کودهای زیستی در سطوح مختلف نمایانگر تاثیر این کودها در ایجاد سطح برگ مطلوب وتجمع ماده خشک مناسب و در نهایت افزایش عملکرد است. به‌طوری که کاربرد تلفیقی کودهای زیستی و شیمیایی نیتروژنه+ فسفره در اکثر صفات با مصرف کود شیمیایی کامل تفاوت چندانی نداشته و می توان به جای مصرف کود شیمیایی کامل از کودهای زیستی نیتروژنه+ فسفره بطور تلفیقی استفاده نمود. استفاده توام از کودهای زیستی و شیمیایی ضمن فراهم کردن شرایط تغذیه‌ای بهینه برای گیاه و حفظ عملکرد دانه باعث کاهش ۵۰ درصدی استفاده از کودهای شیمیایی شد، این مسئله در راستای کشاورزی پایدار و کاهش آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی می‌تواند مفید باشد. لذا به‌نظر می‌رسد کودهای زیستی به کار رفته جایگزین مناسبی برای حداقل نیمی از مصرف کودهای شیمیایی نیتروژنه و فسفره در تولید بادام زمینی در همدان و شرایط مشابه باشند.

References

1. Ahmed, A. G., Orabi, S. A., and Gaballah, M. S. 2010. Effect of bio-N-P fertilizer on the growth, yield and some biochemical components of two sunflower cultivars. International Journal of Academy Resources 2: 271-277.
2. Akhtar, M. S., and Siddiqui, Z. A. 2009. Effect of phosphate solubilizing microorganisms and Rhizobium sp. On the growth, nodulation, yield and root- rot disease complex of chickpea under field condition. African Journal of Biotechnology 8 (15): 3489-3496.
3. Azari, A., Khajepour, M. R. 2003. Effect of planting pattern on growth, development, grain yield and yield components of sunflower cv. Kooseh in Isfahan. Journal of Science and Technology in Agriculture and Natural Resources 7: 155-167. (In Persian with English abstract).
4. Aziz, T., Ullah, S., Sattar, A., Nasim, M., Farooq, M., and Mujtaba khan, M. 2010. Nutrient Availability and maize (*Zea mays* L.) growth in soil amended with organic manures. International Journal of Agriculture and Biology 12: 621-624.
5. Board, J. E., and Harville, B. G. 1999. Path analysis of the yield formation process for Late-planting soybean. Agronomy Journal 89: 739-741.
6. Carletti, S. 2002. Use of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria in plant micropropagation. www.Ag.Auburn. Edu/argentina/pdfmanuscripts/ carletti. Pdf.
7. Daneshian, J., Jamshidi, E., Ghalavand, A., and Farrokhi, E. 2008. Determination of the suitable plant density and planting date for new hybrid (CMS-26 × R-103) of sunflower (*Helianthus annuus* L.). Iranian Journal of Crop Sciences 10 (1): 72-87. (in Persian with English abstract).
8. Diepenbrock, W. 2000. Yield analysis of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). Areview. Field Crops Research 67: 35-49.
9. Falah, S., Ghalavand, A., and Khajepour, M. 2007. The effect of mixing manures with soil and mixes it with chemical fertilizer on *Zea mays* L. yield and yield components in Khorramabad. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources 40: 123-242. (in Persian with English abstract).

10. Fallah, S. 2008. Effect of planting date and plant density on yield and yield components in chickpea genotypes (*Cicer arietinum* L.) in dry condition of Khorram Abad. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources 45: 123-135. (in Persian with English abstract).
11. Fanaei, H. R., Galavi, M., Ghanbari Bongar, A., Solouki, M., and Naruoei-Rad, M. R. 2008. Effect of planting date and seeding rate on grain yield and yieldcomponents in two rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars under Sistanconditions. Iranian Journal of Crop Science 10 (2): 15-30
12. Gaind, S., and Gaur. 1991. Thermotolerant phosphate Solution micro organisms and their interaction with mang bean. Plant and Soil 133: 141-149.
13. Garsid, A. 2004. Sowing time effects on the development, yield and oil of flaxseed in semi-arid tropical. Australian Journal of Productive Agriculture 23: 607-612.
14. Ghorbanli, M., Sh. Hashemi Moghaddam, Sh., and Fallah, A. 2006. Study of Interaction Effects of Irrigation and Nitrogen on Some Morphological and Physiological Characteristic of Rice Plant (*Oryza sativa* L.). Journal of Agricultural Sciences. Islamic Azad University. 12 (2): 415-428. (in Persian with English abstract).
15. Gulerer, M., Sait-Adak, M., and Ulukan, H. 2001. Determining relation ships among yield and some yield components using path coefficient analysis in chickpea (*Cicer arietinum* L.). European Journnal of Agronomy 14: 161-166.
16. Gutierrez-Manero, F. J., Ramos-Solano, B., Probanza, A., Mehouachi, J., Tadeo, F. R., and Talon M. 2001. The plant-growth promoting rhizobacteria *Bacillus pumilus* and *Bacillus licheniformis* produce highamounts of physiologically active gibberellins. Physiologia Plantarum 111: 206-211.
17. Han H., Supanjani, K., and Lee, D. 2006. Effect of co-inoculation with phosphate and potassium solubilizing bacteria on mineral uptake and growth of pepper and cucumber. Plant Soil Environment 52 (3): 130-136.
18. Hashemi Jazi, M. 2001. Effect of planting date on Developmental stages and some agronomic and physiological characteristics of 5 soybean varieties in second culture. Iranian Journal of Crop Sciences 3 (4): 3-8. (in Persian with English abstract).
19. Hocking, P. J., and Stapper, M. 2001. Effect of sowing time and nitrogen on canola and nitrogen fertilizer on Indian mustard. I. Dry matter production, grain yield and yield components. Australian Journal of Agricultural Research, 52: 623-634.
20. Jin, J., Liu, X., Wang, G., Mi, L., Shen, Z., Chen, X., Stephen, J., and Herbert, S. J. 2010. Agronomic and physiological contributions to the yield improvement of soybean cultivars released from 1950 to 2006 in Northeast China. Field Crops Research 115: 116 -123.
21. Kader, M. K., Mmian, H., and Hoyue, M. S. 2002. Effects of azotobacter inoculants on the yield and nitrogen uptake by wheat. Journal of Biological Sciences 2: 250-261.
22. Kaushal, T., Onda, M., Ito, S., Yamazaki, A., Fujikake, H., Ohtake, N., Sueyoshi, K., Takahashi, Y., and Ohyama, T. 2006. Effect of placement of slow- release fertilizer (Lime nitrogen) applied at different rates on growth, N2 fixation and yield of soybean (*Glycine max*). Journal of Agronomy and Crop Science 192: 417-426.
23. Khadem Hamza, H. R., Karimi, M., Rezaei, A. S. M., and Ahmadi, M. 2004. Effect of plant density and planting date on agronomic traits, yield and yield components of soybean. Iranian Journal of Agricultural Sciences 35 (2): 357-367. (in Persian with English abstract).
24. Khajeh pour, M. R., and Seiedi, F. 2000. The effects of planting date on grain yield and yield components oil sunflower cultivars. Journal of Agricultural Science and Technology and Natural Resources 4 (2):117-127. (in Persian with English abstract).
25. Khajeh pour, M. R. 2007. Industrial plants. Isfahan University of jahad publishers. pp350.
26. Khorramdel S., Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M. and Ghorbani, R. 2008. Application effects of biofertilizers on the growth indices of Black Cumin (*Nigella sativa* L.). Iranian Journal of Crops Research 6 (2): 285-290. (in Persian with English abstract).
27. Kobata, T., and Moriwaki, N. 1990. Grain growth rate as a function of dry matter production rate an experiment with two rice cultivars under different radiation enviroments. Journal of Crop science 59: 1-7.
28. Lack, M. R., Ghanbari, A. A., Dorri, H. R., and Ghadiri, A. 2009. Effect of Planting Date on Seed Yield and Fusarium Root Rot Diseases Severity in Chitti Bean in Khomein. Seed and Plant Production 25 (3): 273-284. (in Persian with English abstract).
29. Malboobi, M. A., Owlia, P., Behbahani, M., Sarokhani, E., Moradi, S., Yakhchali, B., Deljou, A., and Morabbi Heravi, K. 2009. Solubilization of organic and inorganic phosphates by three highly efficient soil bacterial isolates. World Journal of Microbiology and Biotechnology 25: 1471-1477.
30. Mehrvarz, S., and Chaichi, M. R. 2008. Effect of phosphate solubilizing microorganisms and phosphorus chemical fertilizer on forage and grain quality of barely (*Hordeum vulgare* L.). American Eurasian Journal of Agricultural and Enviroment Science 3 (6): 855-860.
31. Moradi, M., Madani, H., Malboobi, M. A., and Pilevari khamami, R. 2008. Compare the efficiency of biological and chemical phosphorous in sunflower cultivation in climatic conditions in Arak. New findings in agriculture, 3 (2): 168-178. (in Persian with English abstract).

32. Pezeshkpour, P., Ahmadi, A. R., and Daneshvar, M. 2005. Effects of planting dates on grain yield and yield compontent, SPAD reading as indicator and light influnce bottom of the canopy. Abstracts of articles in the First National Conference on cereals. Research Institute of Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad. 210-211. (in Persian with English abstract).
33. Pouryousef, M., Mazaheri, D., Chaiechi, M. R., Rahimi, A., and Tavakoli, A. 2010. Effect of different soil fertilizing treatments on some of agro morphological traits and mucilage of Isabgol (*Plantago ovata Forsk*). Electronic Journal of Crop Production 3 (2): 193-213. (In Persian with English abstract).
34. Rademacher, W., 1994. Gibberellin formation in microorganisms. Plant Growth Regulation 15: 303-14.
35. Rahimzadeh, S. 2009. Investigate the effect of biological fertilizer on yield and quality of medicinal plant (Dracocephalum *moldavica*) under the farm conditions. Mster thesis Agricultural Faculty Kordestan University. (In Persian).
36. Rizwan, A., Arshad, M., Khalid, A., and Zahir, A. 2008. Effectiveness of organic Biofertilizer supplemented with chemical fertilizer for improving soil water retention, aggregate stability, growth and nutrient uptake of maize. Journal of Sustainable Agriculture 34: 57-77.
37. Selosse, M. A., Baudoin, E., and Vandenkoornhyse, P. 2004. Symbiotic microorganisms, akey for ecological success and protection of plants. Comptes Rendus Biologies 327: 639-648.
38. Sharma, A. K., and Johri, B. N. 2002. Arbuscular Mycorrhizae, Interaction in Plants, Rhizosphere and soils. Oxford and IBH Publishing. New Delhi. P. 308.
39. Sharma, A. K. 2003. Biofertilizers for sustainable agriculture. Arobios, India Sciences 6 (4): 344-358.
40. Singh, S. P. 1997. Chickpea (*Cicer arietinum* L.). Field Crop Reserch 53: 161-170
41. Sprent, J., and Sprent, P. 1990. Nitrogen Fixation Organisms Chapman and Hall New York. P. 323.
42. Tilak, K. V. B. R., Ranganayaki, N., Pal, K. K. D. E. R., Saxena, A. K., Shekhar Nautiyal, C., Mittal, S., Tripathi, A. K., and Johri, B. N. 2005. Diversity of plant growth and soil health supporting bacteria, Current Science 89: 136-150.
43. Thurling, N., and Dass, D. V. 1977. Variation in parenthesis development of spring rape. Australian Journal of Ares 28: 567-607.
44. Wahyudi, A., Indri Astuti, R., Giyanto. 2011. Screening of Pseudomonas sp. Isolated from Rhizosphere of Soybean Plant as Plant Growth Promoter and Bio-control Agent. American Journal of Agricultural and Biological Sciences 6 (1): 134-141.
45. Winarso, S., Sulistyanto, D., and Handayanto, E. 2011. Effects of humic compounds and phosphate solubilizing bacteria on phosphorus availability in an acid soil. Journal of Ecology and the Natural Environment 3 (7): 232-240.

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 15, No. 1, Spring. 2017, p. 216-230

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۵، شماره ۱، بهار ۱۳۹۶، ص. ۲۳۰-۲۱۶

Effect of Planting Date and Biological and Chemical Fertilizers on Phenology and Physiological Indices of Peanuts

A. Sepehri[1]*- H. Shahbazi[2]

Received: 17-11-2015
Accepted: 02-03-2016

Introduction

Peanut (*Arachis hypogaea* L.) is an annual herbaceous plant in Fabaceae which grown in tropical to temperate regions worldwide for extracting its seed oil and nut consumption. Select the optimum planting date is one of the most important agricultural techniques that comply with the seed yield is maximized . For instance, delay planting date can reduce the number of fertile nodes and the number of pods per plant. The delay in planting date reduces total dry matter (TDM), leaf area index (LAI), crop growth rate (CGR) and yield in bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Daneshian *et al.,* (2008) reported that the delay in planting date reduced sunflower (*Helianthus annuus*) yield due to high temperatures in early growth which shortened flowering time and reduced solar radiation. On the other hand, due to increase importance of environmental issues has been attending biofertilizers to replace chemical fertilizers. Biofertilizers has formed by beneficial bacteria and fungi that each of them are produced for a specific purpose, such as nitrogen fixation, release of phosphate, potassium and iron ions of insoluble compound. The use of nitrogen fertilizer with slow-releasing ability stimulated shoot growth in soybean (*Glycine max*) and be created more LAI in the reproductive process, particularly during grain filling stage and finally increased seed yield . Therefore, this study was conducted in order to evaluate the interaction of biological and chemical fertilizers in the purpose of achieving sustainable agriculture with emphasis of the effects of various planting dates on physiological parameters and growth of peanut in Hamadan.

Materials and Methods

In order to investigate the effects of planting date on important physiological indices of peanuts (*Arachis hypogaea* L.) under the influence of biological and chemical fertilizers. A field experiment was conducted in the research farm of Bu-Ali Sina University, Hamedan during 2013 growing season. This study was done as a split plot experimental design based on randomized complete block with three replications. Peanut cultivar was Fleury Spanish which was prepared by the Research Center of Guilan. Three planting date included 22 May, 31 May and 10 June were used as main plot and four levels of fertilizers included 50% nitrogen chemical fertilize + nitrogen biofertilizer + complete phosphorus chemical fertilizer, 50%phosphorus chemical fertilizer + phosphorus biofertilizer + complete nitrogen chemical fertilizer, 50% nitrogen chemical fertilizer and 50% phosphorus chemical fertilizer + nitrogen-phosphorus biofertilizers, and 100 %chemical fertilizer were tested as sub plot. In order to evaluate the effect of planting date and various fertilizer application on changes trend of LAI, CGR and TDM, different models (1, 2, 3) were fitted to the data.

$$LAI = Exp\ (a' + b'\ t + c'\ t^2) \quad (1)$$

$$CGR = NAR \times LAI \quad (2)$$

$$TDM = Exp\ (a + b\ t + c\ t^2) \quad (3)$$

Statistical analysis was performed using the SAS; ver. 9.1 software and mean comparison was done through Duncan test at $p<0.05$ level.

Results and Discussion

The result of analysis of variance indicated that, the main effects of planting date and biofertilizer for traits such as days to flowering, days to podding, days to maturity were significant at the 1% level. However, their interaction was not significant. For mentioned traits, the 22 May planting date was better than the other planting

1- Associate Prof., Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
2- M.Sc. Student in Agronomy, Department of Agronomy and plant Breeding, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
(*- Corresponding Author Email: sepehri110@yahoo.com)

dates. It seems that in the third planting date, plant flowering was occurred earlier than the first date. High temperature with delayed planting shortened the peanut growing season and it accelerated flowering period. Moreover, complete chemical fertilizers (100%) was highest for mentioned traits and combine using of chemical fertilizer and nitrogen + phosphorus biofertilizers had the least difference compared to complete chemical fertilizer. Nitrogen-fixing bacteria help the plant to absorb more nutrients which causes increasing plant growth and the number of lateral branches in plant. Plants inoculated with *Pseudomonas* illustrated an increase in the amount of leaf chlorophyll content compare to plants without inoculation after 45 days which it can be attributed to the increased availability of iron in the siderophore production by *Pseudomonas*. Results indicated that the interaction between planting date and bio-fertilizers in maximum leaf area index, maximum crop growth rate and maximum total dry weight was significant at the %1 level. Changes in leaf area and crop growth rate and total dry matter in all planting dates had a similar trend.The highest growth index was obtained from the first planting date (22 May) with application of 100% chemical fertilizer and also combine using of chemical fertilizer and nitrogen+ phosphorus biofertilizers. Increasing CGR during the growing season can be attributed to the increasing of leaf area or less reduction of leaf net photosynthesis. The delay in planting date reduces the length of growing season and simultaneous occurrence of reproductive stages and late season heat stress caused the reduction in dry matter accumulation. *Azospirillum* with the ability to nitrogen fixing, improved root growth and increase the rate of absorption of water and nutrients and thus it causes the increase of leaf area and crop growth rate . The ccombined use of humic acid and *Pseudomonas putida* increased soil pH that with phosphorus availability it will make further increase soybean yield. The delay planting date has been reduced the maximum leaf area index and leaf area. Although biological nitrogen fertilizer alone could not increase the leaf area duration as much 100% chemical fertilizer, biological nitrogen fertilizer in combination with phosphorus biofertilizer increased leaf area for the 22 May and 31 May planting date. Plant yield had a direct correlation with growth duration. Whatever growth duration is longer; the amount of radiation absorption by plant increased and causes the increase crop yield. Accumulation of organic matter by bacteria in the soil increased the nutrient availability, which caused more significant increase in the number of seeds per pod and seed weight and grain yield.

Conclusions

The results revealed that the 22 May planting date had the highest growth and yield compare with the other planting dates. In addition, using a combination of biological and chemical fertilizers decreased application of 50% chemical fertilizers. Therefore, in order to achieve sustainable agriculture and reducing environmental pollution, combination of biological and chemical fertilizers can be a viable alternative to reduce the application of nitrogen and phosphorus chemical fertilizers for peanut production in Hamedan condition.

Keywords: Biological fertilizer, Chemical fertilizers, Growth index, Peanut