

بررسی برخی از شاخص های رشد در کشت مخلوط سیب زمینی و گلرنگ

- غلامرضا رحیمی درآباد، کارشناس ارشد زراعت گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه محقق اردبیلی (نویسنده مسئول)
- مرتضی برمکی، عضو هیأت علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی
- رئوف سید شریفی، عضو هیأت علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی

تاریخ دریافت: اردیبهشت ماه ۱۳۹۱ تاریخ پذیرش: دی ماه ۱۳۹۱

تلفن تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۴۸۵۹۱۴۱۷

پست الکترونیک نویسنده مسئول: golamreza.rahimi@yahoo.com

چکیده:

به منظور بررسی برخی از شاخص های رشد در کشت مخلوط سیب زمینی و گلرنگ، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۸۸ به صورت کرت های خرد شده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۳ تکرار در مزرعه پژوهشی دانشگاه محقق اردبیلی اجرا گردید. ترکیبات تیماری را: ۱:۰ (کشت خالص سیب زمینی با تراکم ۶ بوته در مترمربع)، ۱:۱ (۶ بوته در مترمربع سیب زمینی و ۶ بوته در مترمربع گلرنگ)، ۱:۲ (۶ بوته در مترمربع سیب زمینی و ۱۲ بوته در مترمربع گلرنگ) و ۱:۳ (۶ بوته در مترمربع سیب زمینی و ۱۸ بوته در مترمربع گلرنگ) تشکیل می دادند. با افزایش درجه روز رشد در گیاه گلرنگ ابتدا شاخص وزن خشک کل به صورت بطئی افزایش یافت و با گذشت زمان روند کاهشی به خود گرفت. همچنین سرعت رشد نسبی نسبت به زمان کاهش یافت و در پایان فصل رشد منفی گردید. با گذشت زمان سرعت رشد محصول در گلرنگ افزایش یافت و پس از رسیدن به حداکثر، کاهش و به صفر رسید و سپس منفی گردید. با افزایش سهم گلرنگ در تیمارهای کشت مخلوط، ماده خشک و سرعت رشد محصول روند افزایشی و سرعت رشد نسبی و شاخص سطح برگ روند کاهشی نشان دادند. در کشت خالص سیب زمینی نیز با افزایش درجه روز رشد، ماده خشک کل افزایش یافت. همچنین سرعت رشد محصول و شاخص سطح برگ ابتدا افزایش و سپس کاهش پیدا کرد. سرعت رشد نسبی نیز با افزایش درجه روز رشد در تیمارهای کشت خالص سیب زمینی کاهش یافت. نتایج به دست آمده نشان دهنده آن است که ترکیب تیماری ۱:۳ (۶ بوته در مترمربع سیب زمینی و ۱۸ بوته در مترمربع گلرنگ) به دلیل ماده خشک و سرعت رشد بالای کانوپی در هر دو گیاه نسبت به سایر تیمارها در شرایط مشابه با مطالعه حاضر ممکن است مناسب باشد.

کلمات کلیدی: وزن خشک کل، سرعت رشد نسبی، سرعت رشد محصول، شاخص سطح برگ

Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No:104 pp: 173-179

Evaluation of some growth indices at potato and safflower intercropping

By:

- Gh. Rahimi Darabad, (Corresponding Author; Tel: 09148591417), M.Sc of University of Mohagheghe Ardabili
- M. Barmaki, Scientific Staff of University of Mohagheghe Ardabili
- R. Seyed sharifi, Scientific Staff of University of Mohagheghe Ardabili

Received: August 2012

Accepted: January 2013

In order to evaluation of some growth indices of potato and safflower intercropping system in ardebil region, a split plot experiment based on randomized complete block design with three replications was conducted at research field of Mohagheghe Ardabili university in 2009. Treatments composition were: 1:0 (net culture potato, six plants per square meter), 1:1 (with a density of 6 potato and 6 safflower plants per square meter), 2:1 (with a density of 6 potato and 12 safflower plants per square meter) and 3:1 (with a density of six potato and 18 safflower plants per square meter). Results showed that in case of safflower, with increasing of growing degree days (GDD), the total dry matter increased initially and decreased over time. Also relative growth rate (RGR) was decrease at over time and was negative at the end of the growing season. Safflower relative growth rate decreased with time, and reaches zero and then became negative. With increasing safflower contribution at the intercropping treatments, dry matter and crop growth rate (CGR) demonstrated increasing trend and relative growth rate and leaf area index (LAI) showed a decreasing trend. In pure culture of potato with increasing GDD, total dry matter was increased. Also CGR and LAI initially increased and then decreased. Also with increasing GDD, relative growth rate was decreased at the pure culture of potato. The results indicate that treatment composition of 3:1 (with a density of six potato and 18 safflower plants per square meter) because of the high dry matter and high growth rate of canopy in too plants compared to other treatments may be appropriate at similar conditions of the present study.

■ **key Words: Total Dry Weight - Relative Growth Rate – Crop Growth Rate – Leaf Area Index**

موجود جهت حفظ میزان عملکرد غده به ازای هر بوته نسبت به تک کشتی، به کانوبی سیب زمینی منتقل شود. تنها در صورتی می توان تراکم گیاه سایه انداز افزایش داد که از سیستم های تأخیری استفاده شود، به گونه ای که هرچه تراکم گیاه سایه انداز بیشتر شود باید تاریخ کاشت آن را بیشتر به تأخیر انداخت (Negi et al, 1995).

زمانی که سیب زمینی و ذرت به صورت مخلوط و در تراکم های کشت خالص آن ها کشت شدند، عملکرد سیب زمینی در تیمارهای مخلوط در اثر سایه اندازی بیش از حد ذرت، به طور معنی داری نسبت به تک کشتی کاهش پیدا کرد، ولی در تیمارهایی که تراکم ذرت بیشتر از ۲۰٪ کل تراکم مخلوط نبود عملکرد سیب زمینی مشابه و حتی بیشتر از تک کشتی بود که دلیل آن بهبود شرایط میکروکلیمایی سیب زمینی در اثر سایه اندازی ذرت، بدون تأثیر منفی سایه گزارش شد. (Hosseinpanahi et al, 2009). Allen and Scott, 1990) تراکم کاشت از طریق تأثیر بر شدت نور و نفوذ آن در جامعه گیاهی بر رسیدگی محصول گلرنگ تأثیر می گذارد. با افزایش تراکم کاشت گلرنگ، میزان نفوذ نور به داخل کانوبی کاهش می یابد. در این شرایط رقابت گیاه برای کسب نور و مواد غذایی افزایش یافته، به دنبال آن از یک سو جوانه های زایشی کمتری تولید می شود و از سوی دیگر رشد رویشی طولانی می گردد و در نتیجه دیرتر و با تأخیر زمانی بیشتری رسیدگی محصول اتفاق می افتد (Ehsanzadeh and Mahmoudieh, 2006).

مقدمه

شناخت و بررسی خصوصیات فیزیولوژی رشد در تجزیه و تحلیل عوامل موثر بر عملکرد و اجزای عملکرد آن از اهمیت زیادی برخوردار است. تجزیه و تحلیل رشد، عبارت از بیان چگونگی تجزیه رشد گیاه به صورت حاصل جبری یک مجموعه از عوامل می باشد (Jamshidi et al, 2008., Karimi and Siddique, 1991). هدف از مطالعه خصوصیات فیزیولوژیکی، توصیف یا تشریح چگونگی واکنش گیاه نسبت به شرایط محیطی است (۲۰۰۲) Beech and Norman). رشد گیاه مجموعه ای از فرآیندهای بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی می باشد که بر یکدیگر اثر متقابل دارند و تحت تأثیر محیط های مختلف تغییر می نمایند (Khajehpour, 2001).

مقدار سرعت رشد نسبی در ابتدای فصل رشد به دلیل رشد سریع گیاهان، وجود حداکثر بافت های جوان و وزن اولیه کم گیاه نسبت به زمان های دیگر بیشتر است (Mahlooji and Afiuni, 1996) زیاد شدن سرعت رشد محصول در طول فصل رشد به زیاد شدن رشد برگها و بزرگتر شدن برگها و افزایش وزن ساقه ها نسبت داده شده است. کاهش سرعت رشد محصول تا صفر را می توان به کاهش فتوسنتز خالص و منفی شدن این شاخص را به ریزش برگها و پنجه ها نسبت داد (Azari and Khajehpour, 2003).

در کشت مخلوط یک گیاه سایه انداز مثل ذرت با سیب زمینی، تراکم گیاه سایه انداز به گونه ای باید در نظر گرفته شود که ۷۰ درصد کل تشعشعات

شد. هر کرت مشتمل بر ۵ خط کاشت به فاصله ۷۵ سانتی متر و به طول ۵ متر در نظر گرفته شد. کاشت همزمان سیب‌زمینی و گلرنگ به صورت جوی و پشته‌ای در تاریخ ۱۲ اردیبهشت ماه به صورت دستی انجام شد. رقم سیب‌زمینی استفاده شده در این طرح آگریای اصفهان و رقم گلرنگ کاشته شده گلدشت نام داشت. به منظور ارزیابی شاخص‌های فیزیولوژی رشد از زمان ۳۰ روز پس از کاشت به فاصله هر ۱۴ روز یک بار، ۶ نوبت نمونه برداری از سطح مزرعه انجام شد. در هر نمونه برداری گونه‌های گیاهی واقع در طول ۲۰ سانتی متر از ۴ ردیف میانی هر واحد آزمایشی برداشت شدند. در آزمایشگاه پس از تفکیک نمونه‌ها به اندام‌های گیاهی، سطح برگ با دستگاه سطح برگ‌سنج مدل LI-3000A اندازه‌گیری شد. برای محاسبه ماده خشک، نمونه‌ها به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد در آون نگهداری و سپس توزین شدند. برای توصیف تغییرات ماده خشک نسبت به زمان از روش نمایی درجه دوم استفاده شد. با محاسبه لگاریتم طبیعی اعداد و حداقل مربعات مناسب ترین مدل ریاضی چند جمله‌ای که بهترین برازش را با داده‌های مشاهده شده داشته باشد تعیین شد.

مدل های ۱ و ۲ به ترتیب بهترین ضریب تشخیص را برای پیش‌بینی تغییرات وزن خشک کل (TDM) و شاخص سطح برگ (LAI) نسبت به زمان (t) داشتند.

مدل ۱: $LAI = \exp(ax^2 + bx^2 + c)$

مدل ۲: $TDM = \exp(ax^2 + bx^2 + c)$

در این معادلات a، b و c ضرایب ثابت معادله و x روزهای پس از کاشت است.

با مشتق گرفتن از وزن خشک اندام، سرعت رشد نسبی (RGR) برآورد شد. سرعت رشد محصول (CGR) از حاصل ضرب RGR در معادله TDM به دست آمد. برای تجزیه آماری داده‌ها از نرم افزار SAS و برای رسم نمودارها از Excel 2007 استفاده شد.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس تیمارهای مربوط به شاخص‌های رشد در کشت مخلوط گلرنگ با سیب‌زمینی نشان داد که صفات: تغییرات وزن خشک کل، سرعت رشد کانوپی، سرعت رشد نسبی و شاخص سطح برگ از تفاوت آماری معنی‌داری برخوردار هستند (جدول ۱).

با تحقیق روی گیاه گلرنگ اعلام شد افزایش ماده خشک در گیاهان کشت شده در فواصل بین ردیفی ۲۵ و ۳۰ سانتی‌متر (روش کاشت دو ردیفه) بیشتر از فواصل ۵۰ و ۶۰ سانتی‌متر (روش کاشت تک ردیفه) می‌باشد. به طوری که حداکثر تجمع وزن خشک در فواصل بین ردیفی ۲۵ سانتی‌متر، حدود ۱/۷۴ کیلوگرم در مترمربع می‌باشد. در حالی که حداکثر تجمع وزن خشک در روش کاشت یک ردیفه با فواصل بین ردیفی ۶۰ و ۵۰ سانتی‌متر به ترتیب ۰/۸ و ۱/۱۷ کیلوگرم در مترمربع می‌باشد. احتمالاً کاهش تعداد گیاهان بر اثر افزایش فاصله ردیف‌های کاشت در این رابطه موثر بوده است و باعث شده است که گیاه در مرحله رشد رویشی از پشتوانه خوبی برخوردار گردد و با ورود به مرحله رشد خطی به دلیل بنیه قوی‌تر، رشد سریع‌تری داشته و کل ماده خشک تولیدی آن نیز بیشتر باشد (Ehsanzade and Zareiane Baghdadabadi, 2003). هدف از اجرای این پژوهش مطالعه برخی شاخص‌های رشد و مشخص نمودن روند تغییرات آنها براساس درجه روز-رشد در کشت مخلوط سیب‌زمینی و گلرنگ بود.

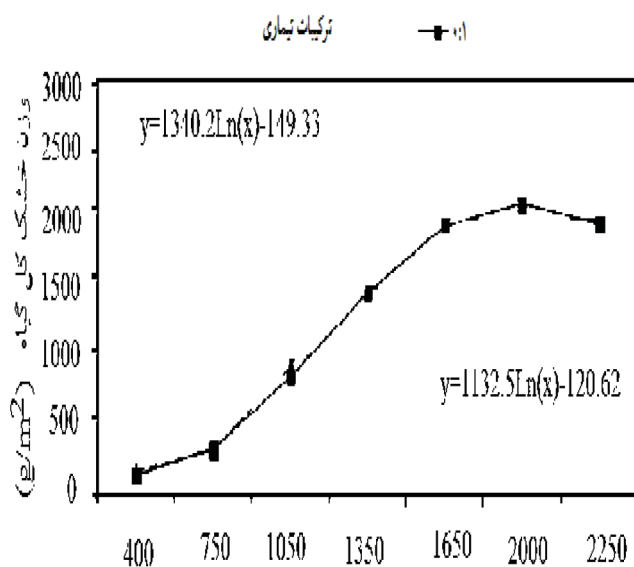
مواد و روش‌ها

آزمایش در سال ۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه محقق اردبیلی واقع در منطقه بابلان با طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۰ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی با ۱۳۵۰ متر ارتفاع از سطح دریا اجرا شد. میانگین بارندگی سالیانه در محل اجرای طرح حدود ۴۰۰ میلی‌متر است. خاک منطقه از نوع لومی شنی با pH برابر ۷/۰۹ بوده که از زهکشی مناسبی برخوردار است. برای آماده‌سازی زمین یک شخم عمیق با گاو آهن برگرداندار در پاییز انجام شد و از یک دیسک سبک در بهار برای خرد کردن کلوخ‌ها و تسطیح خاک استفاده گردید. به دنبال آن با استفاده از یک فاروئر به ایجاد جوی و پشته اقدام گردید. ابتدا غده‌های سیب‌زمینی بر روی پشته‌ها در عمق ۱۵ سانتی‌متری خاک کاشته شد. فاصله ردیف‌های کاشت آن ۷۵ سانتی‌متر و فاصله دو بوته در روی ردیف کاشت ۲۲ سانتی‌متر در نظر گرفته شد تا تراکم ۶ بوته در مترمربع سیب‌زمینی به دست آید. سپس در کشت‌های مخلوط، بذور گلرنگ بر روی پشته‌ها در فواصل بوته‌های سیب‌زمینی در ۳ تراکم مختلف ۶، ۱۲ و ۱۸ بوته در مترمربع کاشته شدند. طول هر خط ۴ متر بود. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام

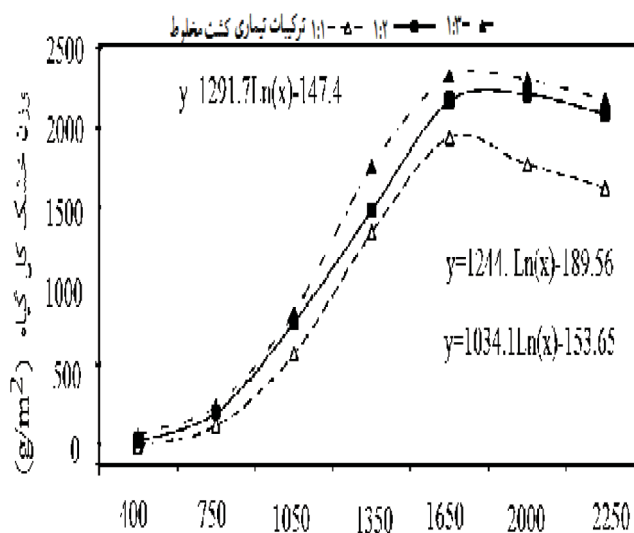
جدول ۱- تجزیه واریانس شاخص‌های رشد در کشت مخلوط گلرنگ با سیب زمینی

منبع تغییرات	درجه آزادی	تغییرات وزن خشک کل (TDM)	سرعت رشد کانوپی (CGR)	سرعت رشد نسبی (RGR)	شاخص سطح برگ (LAI)
تکرار	۲	۰/۰۱۳	۰/۷۲	۰/۰۰۰۰۱۵	۰/۱۶۵
تراکم کاشت	۳	۱/۰۲ *	۶/۲۲ *	۰/۰۰۲ **	۱/۶ **
اشتباه آزمایشی	۶	۰/۰۰۷	۰/۳۲	۰/۰۰۰۳	۰/۷۵
زمان نمونه برداری	۵	۳/۲۲ **	۸/۰۲ *	۰/۲۲ *	۲/۳۲ *
تراکم کاشت × زمان برداری	۱۵	۰/۰۶۳	۰/۱۶۶	۰/۰۰۰۱۳	۰/۵۳
اشتباه آزمایشی	۴۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱۶	۰/۰۰۰۸	۰/۰۷
ضریب تغییرات (%)	-	۳/۷۵	۴/۶	۰/۶	۳/۶۲

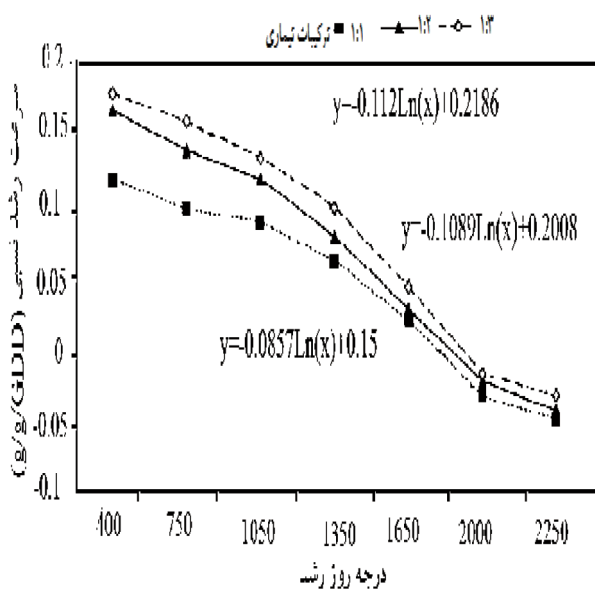
* و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد



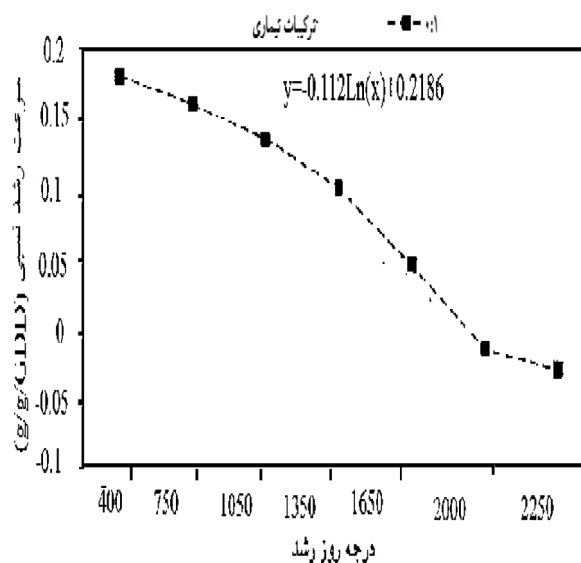
شکل ۲- تغییرات وزن خشک گیاه سیب زمینی در کشت خالص



شکل ۱- تغییرات وزن خشک گیاه گلرنگ در مخلوط با سیب زمینی



شکل ۴- تغییرات سرعت رشد نسبی در گیاه گلرنگ در مخلوط با سیب زمینی

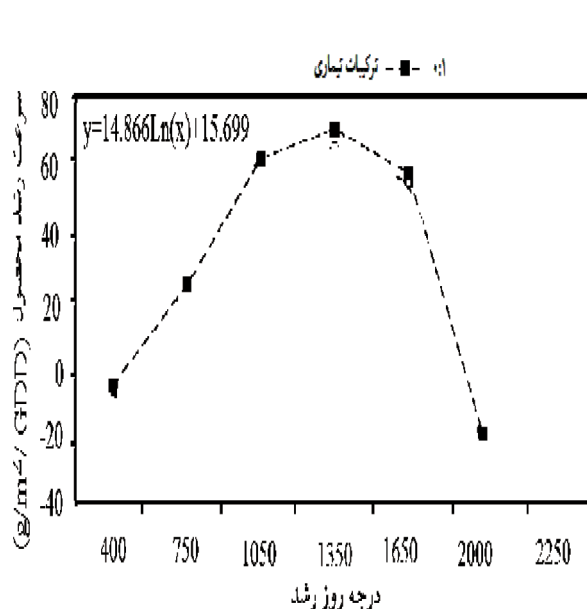


شکل ۳- تغییرات سرعت رشد نسبی گیاه سیب زمینی در کشت خالص

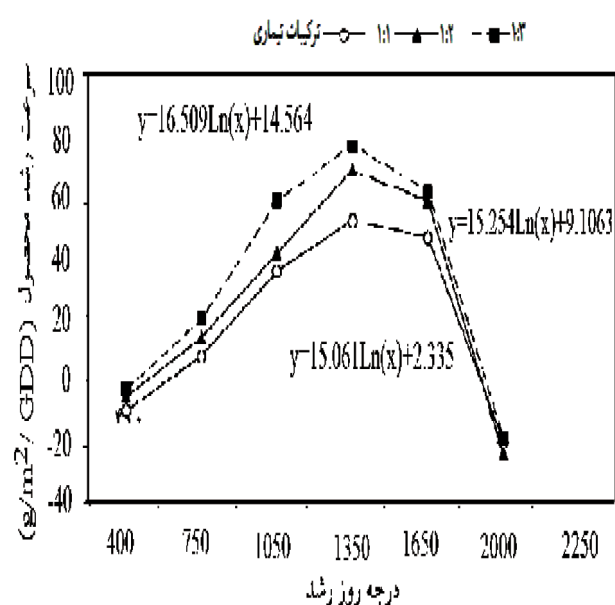
یافت و در پایان فصل رشد منفی گردید. همچنین با افزایش سهم گلرنگ در تیمارهای کشت مخلوط سرعت رشد نسبی نیز با شیب بیشتری روند کاهشی نشان داد. در تیمارهای کشت خالص سیب زمینی نیز با افزایش درجه روز رشد سرعت رشد نسبی روند کاهشی به خود گرفت و در اواخر فصل رشد به مقادیر منفی هم رسید (شکل ۳ و ۴). روند تغییرات سرعت رشد محصول (CGR) در این تحقیق نشان داد که با گذشت زمان سرعت رشد محصول افزایش یافته و پس از رسیدن به حداکثر، کاهش و به صفر رسید و سپس منفی گردید. همچنین با افزایش سهم گلرنگ در تیمارهای کشت مخلوط سرعت رشد محصول نیز افزایش بیشتری نشان داد. در

تغییرات ماده خشک (TDM) در کشت خالص و مخلوط سیب زمینی با گلرنگ نشان داد که با افزایش درجه روز رشد (GDD) ابتدا این شاخص رشد به صورت بطئی افزایش می یابد و با گذشت زمان و رشد گیاه افزایش ماده خشک با سرعت بیشتری مشاهده شد و در آخر مرحله ی رشد گیاه به دلیل ریزش برگها و کم شدن اندام های هوایی روند کاهشی به خود گرفت. همچنین با افزایش سهم گلرنگ در تیمارهای کشت مخلوط، ماده خشک نیز روند افزایشی نشان داد (شکل ۱ و ۲).

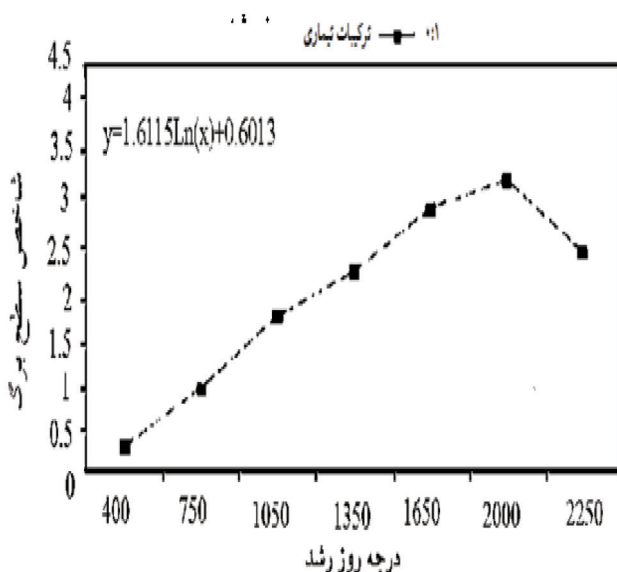
بررسی کشت خالص و مخلوط سیب زمینی با گلرنگ نشان داد که با افزایش درجه روز رشد (GDD) سرعت رشد نسبی (RGR) نسبت به زمان کاهش



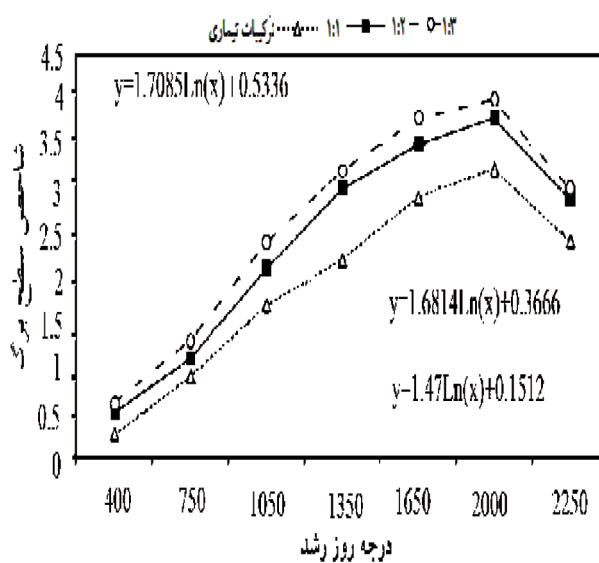
شکل ۶- تغییرات سرعت رشد محصول گیاه سیب زمینی در کشت خالص



شکل ۵- تغییرات سرعت رشد محصول گیاه گلرنگ در مخلوط با سیب زمینی



شکل ۸- تغییرات شاخص سطح برگ گیاه سیب زمینی در کشت خالص



شکل ۷- تغییرات شاخص سطح برگ گیاه گلرنگ در مخلوط با سیب زمینی

بحث

در تحقیقی بر روی شاخص‌های رشد سیب‌زمینی در شرایط رقابت با سلمه‌تره و تاج خروس با مقایسه مقدار شاخص سطح برگ دو گونه رقیب مشاهده شد هر چند تاج خروس در طول فصل سطح برگ کمتری از سیب زمینی داشت اما افزایش تراکم آن ضمن این که منجر به کاهش سطح برگ سیب زمینی شد، موجبات افزایش سطح برگ در تاج خروس را نیز فراهم کرد. به نظر می‌رسد استقرار سریع کانوبی تاج خروس و سلمه‌تره بر فراز سیب زمینی و همچنین ساختار کانوبی آن‌ها عامل کلیدی در این رقابت باشد. در مورد سرعت رشد نسبی سیب زمینی با افزایش تراکم دو

تیمارهای کشت خالص سیب زمینی نیز با افزایش درجه روز تا ۱۳۵۰ سرعت رشد نسبی افزایش و بعد از آن کاهش یافت و در اواخر فصل رشد به مقادیر منفی رسید (شکل ۵ و ۶). بررسی کشت خالص و مخلوط سیب‌زمینی با گلرنگ نشان داد که با افزایش درجه روز رشد (GDD) شاخص سطح برگ نسبت به زمان افزایش یافت و در پایان فصل رشد روند کاهشی به خود گرفت. همچنین با افزایش سهم گلرنگ در تیمارهای کشت مخلوط شاخص سطح برگ نیز با شیب بیشتری کاهش یافت. در تیمارهای کشت خالص سیب زمینی نیز مشاهده گردید با افزایش درجه روز رشد تا ۲۰۰۰ شاخص سطح برگ افزایش و بعد از آن کاهش یافت (شکل ۷ و ۸).

گیاه و افزایش تنفس و همچنین رقابت درون و بین گیاهی شاخص سطح برگ و سرعت رشد گیاه کاهش یافت. به طوری که با کاهش تراکم، گیاه از عوامل محیطی به نحو مطلوب تری استفاده نموده است. همچنین با افزایش تراکم به دلیل کاهش سطح برگ و فتوسنتز و همچنین کاهش نفوذ نور به درون سایه انداز سرعت رشد نسبی کاهش یافته است (Fathi and Zinaldin, 2005).

نتایج به دست آمده در این مقاله نشان دهنده آن است که ترکیب تیماری ۱:۳ (۶ بوته در مترمربع سبب زمینی و ۱۸ بوته در مترمربع گلرنگ) به دلیل ماده خشک و سرعت رشد بالای کانوبی در هر دو گیاه نسبت به سایر تیمارها، در شرایط مشابه با مطالعه حاضر ممکن است مناسب باشد.

منابع مورد استفاده

- Allen, E. J. and Scott, R. K. (1990). An analysis of the growth of the potato crop. *Journal of Agricultural Science*. 94:483-606.
- Arvin, P., M. Azizi and A. Soltani. (2009). Comparison of growth performance and physiological indices in species of spring rapeseed cultivars. *Seed and Plant Journal of the Race*. 1(25):401-417.
- Azari, A. and Khajehpour, M. (2003). Effect of planting pattern on growth, development, yield components and grain yield of safflower, Koseh cultivation of spring. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*. 1: 155-165.
- Beech, D. F. and Norman, M. j. T (2002). The effect of time of planting on y attributes of varieties of safflower. *Australian Journal of basic Applied Sciences*. 3: 140 -148.
- Ehsanzade, P and Mahmoudieh. (2006). Effect of genotype and shading of inflorescence on grain yield and its components in field-grown safflower in isfahan. *Journal of Agronomy & Crop Biotechnology*. 37:157- 167.
- Ehsanzade, P. and Zareiane Baghdadabadi, C. (2003). Yield, yield components and growth characteristics of two safflower genotypes under varying plant densities. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*. 8(1): 132- 140.
- Fathi, A. R. and Zinaldini, A. (2005). The effects of plant density and irrigation periods on growth idices of safflower. *Agronomy Journal of pajouhesh & sazandegi*. 92 : 46 – 52.
- Gubbles, G. H. and Dedio, W. I. (2004). Intercropping of wheat and safflower genotypes. *Canadian journal plant science*. 3:521- 527.
- Hosseinpanahi, F., A. Koocheki., M. Nassiri., and R. Ghorbani. (2009). Evaluation of yield component in potato/corn intercropping. *Journal of Agricultural Science*. 7:23-30.
- Jamshidi, kh. and Mazaheri, D. and Majnoun hosseini. and Rahimian, H. and Peyghambari, A. (2008). Evaluation

گونه رقیب در مراحل اولیه رشد روند کاهشی مشاهده نشد ولی در ادامه دوره رشد و با اعمال رقابت از سوی سلمه تره و تاج خروس، روند کاهشی آغاز شده است. در مورد سرعت رشد محصول در سیب زمینی نیز مشاهده گردید با افزایش تراکم علف های هرز و تسریع در سبز شدن آن ها سرعت رشد محصول نیز کاهش یافت (Seyedhadi et al, 2010). نتایج به دست آمده در این پژوهش تقریباً با نتایج مطالعه حاضر هماهنگ می باشد.

در پژوهشی با عنوان تاثیر فواصل ردیف کاشت و تراکم بوته بر شاخص های رشد و عملکرد گلرنگ اعلام شد با افزایش تراکم بوته در واحد سطح، رقابت بین بوته ها به دلیل کاهش فضای قابل دسترس گیاه تشدید شده و باعث کاهش وزن خشک هر بوته می شود. ولی افزایش تعداد بوته در مترمربع باعث جبران این کاهش شده و افزایش ماده خشک در واحد سطح را در پی دارد. با افزایش تراکم بوته گلرنگ، با وجود ایجاد رقابت به دلیل افزایش تعداد بوته در واحد سطح، تعداد برگ در واحد سطح افزایش یافته و این امر منجر به افزایش شاخص سطح برگ می گردد. این شاخص تا حدود ۱۴ روز بعد از ساقه دهی (تجمع حدود ۷۶۰ درجه روز- رشد) خطی بود، حدود ۱۴ روز قبل از شروع گل دهی (با دریافت حدود ۱۲۸۰ درجه روز- رشد) به حداکثر رسید و سپس به تدریج شروع به کاهش کرد که دلیل آن در سایه قرار گرفتن و ریزش سریع تر برگ ها در اثر عدم رسیدن نور می باشد. همچنین در این پژوهش تراکم بوته بر سرعت بسته شدن تاج پوشش، سرعت رشد محصول و سرعت رشد نسبی بی تاثیر بود (Gubbles and Dedio, 2004). نتایج این تحقیق فقط با نتایج اثر تراکم بر افزایش ماده خشک و شاخص سطح برگ مقاله حاضر همخوانی دارد ولی در مورد سرعت رشد محصول و سرعت رشد نسبی هماهنگ نمی باشد.

در یک بررسی آنالیز رشد گلرنگ بهار و تاثیر آن بر عملکرد روند تغییرات تجمع ماده خشک گلرنگ طی فصل رشد حاکی از آن بود که تجمع ماده خشک تا حدود ۶۰۰ درجه روز- رشد به صورت خطی بوده و پس از آن با ریزش برگ ها در پایان فصل رشد سیر نزولی پیدا کرد (Arvin et al., 2009). در پژوهشی در هفته دوازدهم بعد از رشد گلرنگ، شاخص سطح برگ به بالاترین میزان خود رسید و پس از آن به علت پیری و ریزش برگ های پایین کاهش یافت. در تراکم های پایین تر گیاه زودتر به گلدهی می رود و در حین گلدهی گیاه بیشتر منابع خود را صرف تقویت و رسیدن گلها می نماید و شاخص سطح برگ زودتر به حداکثر خود می رسد (Liu et al, 2005). نتایج به دست آمده در این دو پژوهش تقریباً با نتایج مقاله حاضر همخوانی دارد.

در تحقیقی اعلام شد تراکم ۸۰۰ هزار بوته در هکتار گیاه گلرنگ سرعت رشد محصول بیشتری نسبت به تراکم ۴۰۰ هزار بوته در هکتار قرار دارد. بعد از مرحله گلدهی کاهش سرعت رشد محصول شروع شد به طور کلی با افزایش تعداد گیاه در واحد سطح و به تبع آن افزایش شاخص سطح برگ تا میزان شاخص سطح برگ بحرانی، میزان سرعت رشد گیاهان زراعی نیز افزایش می یابد به عبارت دیگر تا میزان شاخص سطح برگ بحرانی مقدار افزایش سرعت رشد محصول در اثر افزایش سطح برگ، بیشتر از مقدار کاهش آن در اثر کاهش سهم فتوسنتزی هر برگ می باشد (Azari and Khajehpour, 2003).

با بررسی اثر تراکم بوته و دور آبیاری بر شاخص های رشد گلرنگ در پژوهشی اعلام شد با افزایش تعداد بوته در متر مربع به دلیل پیری زودرس

- of yield in intercropping of maize and cow pea. *Journal of Pajouhesh & sazanegi*. 80:110- 118.
11. Karimi, M. M., and H. M. Siddique. (1991). Crop growth and relative growth rate of old and modern wheat cultivars. *Journal of Agricultural Science*. 42 : 13-20.
 12. Khajepour, M. R. (2001). Effect of temperature and day length on the developmental stages of sunflower cultivars in field conditions *Iranian Journal of Agricultural Sciences*. 5: 91-107.
 13. Liu, X., J. Jin, S. J. Herbert , Q. Zhang and G. Wang. (2005). Yield components, dry matter, LAI and LAD safflower in Northeast China. *American potato journal*. 93:85- 93.
 14. Mahlooji, D. and Afiuni, D. (1996). Study of growth analysis and grain yield in barley genotypes. *Journal of Pajouhesh & sazanegi*.63: 37-42.
 15. Negi, S. C., S. Shekhar, H. M. Siddique and J. P. Smini. (1995). Effect of different planting density on tuber size and yield. *Journal of Agricultural Science*. 65 : 286-287.
 16. Seyed hadi, M., G. Nourmohammadi, M. Nasirimahalati, H. Rahimian and E. Zand. (2010). Evaluation of growth Indices at potatoes in competition with *Chenopodium album* and *Amaranthus retroflexus*. *Journal of Plant and Ecosystem*. 21:107- 127.