مجله به‌زراعی نهال و بذر
جلد ۲-۲۸ ، شماره ۲، سال ۱۳۹۱

آنالیز رشد و روند تغییرات برخی صفات سیب زمینی رقم آگریا در تاریخ‌های مختلف کاشت

Analysis of Growth and Variation in Trend of Some Traits of Potato *cv.* Agria in Different Planting Dates

احمد موسی‌پور گرجی[۱] و حسن حسن‌آبادی[۲]

۱- استادیار، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج (نگارنده مسئول)
۲- عضو هیأت علمی، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۰/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۴/۲۹

چکیده

موسی‌پور گرجی، ا. و حسن‌آبادی، ح. ۱۳۹۱. آنالیز رشد و روند تغییرات برخی صفات سیب زمینی رقم آگریا در تاریخ‌های مختلف کاشت. **مجله به زراعی نهال و بذر ۲- ۲۸ (۲):** ۲۰۸-۱۸۷

به منظور بررسی شاخص‌های رشد و روند تغییرات برخی صفات در سه رقم سیب‌زمینی آگریا، مارفونا و پیکاسو با خصوصیات ژنوتیپی و فنوتیپی متفاوت این پژوهش در قالب طرح کرت‌های خرد شده با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه پژوهشی ۴۰۰ هکتاری مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج در سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳ اجرا شد. تاریخ کاشت در پنج سطح (بیست فروردین، پنج اردیبهشت، بیست اردیبهشت، پنج خرداد، بیست خرداد) به عنوان کرت اصلی و ارقام (آگریا، پیکاسو و مارفونا) در سه سطح به عنوان کرت فرعی درنظر گرفته شدند. تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که بین تاریخ‌های مختلف کاشت و ارقام برای اکثر صفات مورد بررسی اختلاف وجود داشت و از لحاظ شیب تغییرات صفات نیز ارقام در تاریخ‌های مختلف کاشت واکنش‌های متفاوت داشتند. بنابراین استنباط می‌شود روند تغییرات صفات برای هر یک از ارقام سیب‌زمینی خاص آن رقم بوده و قابل توصیه برای دیگر ارقام نمی‌باشد. نتایج بررسی‌ها برای رقم آگریا نشان داد که عملکرد و اجزای عملکرد در تمام طول رشد گیاه تحت تاثیر محیط بوده و تغییر در تاریخ کاشت باعث تغییر در روند تغییرات عملکرد و اجزای آن گردید. مقایسه روند تغییرات درصد ماده خشک غده و عملکرد نشان داد، زمانی که مجموع درجه روز رشد بعد از گلدهی به ۱۰۰۰ درجه روز رشد رسید، میزان عملکرد همانند درصد ماده خشک بالا و در حد قابل قبول بود. مقایسه روند تغییرات عملکرد با سرعت رشد غده و سرعت رشد نسبی غده در تاریخ‌های مختلف کاشت نشان داد، روند تغییرات عملکرد همخوانی مستقیم و بالایی با آنها داشت و تغییر در تاریخ کاشت باعث تغییر در سرعت رشد غده و سرعت رشد نسبی غده و متعاقب آن باعث تغییر در عملکرد گردید. سرعت رشد غده بین ۱/۵ -۱/۲ گرم بر مترمربع بر درجه روز رشد متغیر بود و حداکثر تقریبی سرعت رشد نسبی نیز ۰/۱۲۵ گرم بر گرم بر درجه روز رشد بود. نتایج این پژوهش نشان داد تاریخ کاشت سوم (بیست اردیبهشت) و پنجم (بیست خرداد) برای کاشت رقم آگریا در منطقه کرج مناسب می‌باشد.

کلمات کلیدی: سیب‌زمینی، آگریا، درجه روز رشد، عملکرد غده و سرعت رشد نسبی غده.

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: mousapour_gorji@yahoo.com

مقدمه

تجزیه و تحلیل کمی رشد روشی است برای توجیه و تفسیر عکس‌العمل گیاه نسبت به شرایط محیطی که گیاه در طول دوره حیاط خود با آنها مواجه می‌شود (Evans, 1972). لینچ و رائوبری (Lynch and Rowberry, 1977) در مطالعه روند تغییرات شاخص سطح برگ سیب‌زمینی دریافتند که مقدار این شاخص تا ۴۷ روز پس از ظهور گیاهچه‌ها افزایش می‌یابد. اندازه این افزایش با تراکم بوته رابطه معکوسی داشته و حداکثر مقدار آن معادل ۴/۲۵ می‌باشد. علاوه بر سطح برگ و اهمیت آن در تولید عملکرد غده، دوام سطح برگ و نحوه آرایش برگ‌ها روی ساقه نیز بر عملکرد غده تأثیر می‌گذارد (Berga and Caesar, 1990). ایوما (Iwama, 1988) اختلاف موجود در وزن خشک ریشه‌های سیب‌زمینی در مراحل اولیه رشد و قبل از گلدهی را ناشی از اختلافات شاخص سطح برگ دانست و نشان داد که وزن خشک ریشه همبستگی مثبتی با سرعت رشد محصول (Crop Growth Rate = CGR) و میزان پر شدن غده‌ها دارد. معمولاً همبستگی خوبی بین عملکرد غده و دوام سطح برگ وجود دارد (Clutterbuck and Simpson, 1987; Kleinhenz and Bennett, 1992) و با توسعه سریعتر سطح برگ و مرگ دیرهنگام میزان عملکرد غده افزایش می‌یابد (Cho and Iritani, 1983). برمنر و طه (Bremner and Taha, 1966) عنوان کردند که عملکرد بیش از شاخص سطح برگ به دوام سطح برگ ارتباط دارد.

زراست و جوزل (Zrust and Juzl, 1997) و جوزل(Juzl, 1989) با بررسی شاخص‌های رشد در ارقام مختلف سیب‌زمینی گزارش نمودند که سرعت رشد محصول از توابع درجه دو طبعیت نموده و در مراحل ابتدایی رشد، کم پس از آن به حداکثر خود رسیده و در اواخر فصل رشد کاهش می‌یابد. برمنر و رادلی (Bremner and Radley, 1966) و برمنر و طه (Bremner and Taha, 1966) ابراز داشتند که در مرحله رشد رویشی، رابطه بین میزان رشد محصول سیب‌زمینی و سطح برگ تولید شده تا زمانی که شاخص سطح برگ به نزدیک ۵ برسد خطی می‌باشد. در مرحله غده‌زایی، سرعت رشد گیاه با رشد غده‌ها ارتباط پیدا کرده و رابطه آن با شاخص سطح برگ معکوس می‌گردد. سینگ و همکاران (Singh *et al.*, 1996) تأثیر زودرسی بر سرعت رشد محصول را مورد بررسی قرار داده و اظهار داشتند که سرعت رشد محصول تحت تأثیر زودرسی قرار نگرفت اما حداکثر سرعت رشد غده بستگی به زودرسی غده داشت. بورگو و همکاران (Borrego *et al.*, 2000) سرعت رشد محصول و سرعت رشد نسبی (Relative Growth Rate = RGR) را در ارقام مختلف سیب‌زمینی مورد بررسی قرار دادند و بیان داشتند که بین ارقام برای صفات مورد بررسی اختلاف وجود داشت. بیشترین

سرعت رشد محصول مربوط به ارقام نورتنا و راست بوربانک بود که ۷۲ روز بعد از کاشت بدست آمد. سرعت رشد نسبی در فاصله زمانی ۹۰ تا ۱۰۸ روز به طور قابل توجه‌ای افزایش نشان داد و بیشترین مقدار مربوط به ارقام نورتنا، راست بوربانک و آلفا بود. سیادت و همکاران (Siadat *et al.*, 1999) سرعت رشد گیاه سیب‌زمینی را در سه رقم سیب‌زمینی مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که سرعت رشد گیاه برای ارقام دراگا، آئولا و کاسموس به ترتیب ۷/۲۵، ۱۰/۶۲ و ۱۴/۰۳ گرم در مترمربع در روز بود. آنها پایین بودن سرعت رشد گیاه در رقم‌های دراگا و آئولارا به عدم وجود شرایط مناسب برای توسعه سطح برگ و یا تولید ماده خشک مرتبط دانستند. انگانگا (Nganga, 1982) رابطه بین عملکرد سیب‌زمینی با سرعت رشد محصول، سرعت رشد نسبی، میزان جذب خالص، شاخص سطح برگ و عوامل محیطی را بررسی و عنوان داشتند که شرایط محیطی از طریق تأثیر بر شاخص‌های رشد عملکرد را تحت تأثیر قرار می‌دهد. پاتیل و همکاران (Patil *et al.*, 1990) رابطه عملکرد سیب‌زمینی با سرعت رشد محصول و سرعت رشد نسبی را مطالعه و عنوان داشتند که ۷۰ روز بعد از کاشت، بین شاخص‌های مورد بررسی و عملکرد همبستگی نزدیکی وجود داشت.

سرعت رشد نسبی یکی دیگر از شاخص‌های رشد می‌باشد که در تجزیه و تحلیل عوامل موثر بر عملکرد و اجزای آن از اهمیت زیادی برخوردار بوده و ثبات آن تعیین‌کننده مقدار ماده خشک تولیدی است که معیاری از پتانسیل عملکرد می‌باشد (Blackman, 1919; Koller, 1971). مهتا و همکاران (Mehta *et al.*, 1988) در بررسی کاشت بهاره و پاییزه سیب‌زمینی نتیجه گرفتند که مقادیر سرعت رشد نسبی در فصل رشد پاییزه بالاتر بوده و باعث افزایش رشد گردید. در خصوص تأثیر عوامل محیطی بر شاخص‌های رشد، نیشیبه و همکاران (Nishibe *et al.*, 1987) اثر بارندگی و دما (حداقل، میانگین و حداکثر) را بر روی کل ماده خشک، سرعت رشد محصول، برگ و غده و وزن خشک غده بررسی کردند و نتیجه گرفتند که در اواسط دوره رشد بین عوامل آب و هوایی و رشد ارتباطی مشاهده نشد و در اواخر فصل رشد، نسبت مخزن به منبع با افزایش دما کاهش یافت. سینگ و همکاران (Singh *et al.*, 1996) دریافتند که میزان قدرت مخزن در آغاز رشد توسط وزن غده‌ها تعیین می‌گردد. موربی و میلتورپ (Moorby and Milthorpe, 1975) معتقدند که اندازه مخزن یا تعداد غده‌های در حال توسعه، کنترل‌کننده میزان جذب خالص مواد فتوسنتزی در سیب‌زمینی می‌باشند.

روند تغییرات میزان رشد غده در ابتدای دوره رشد بطئی بوده و برای دو تا سه هفته بعد از غده‌زایی به صورت نمایی افزایش می‌یابد و سپس برای چند هفته به صورت خطی

افزایش یافته و با رسیدن به حد نهایی خود، شروع به کاهش می‌نماید (Collins, 1977; Dyson and Warson, 1971). نتایج محققین نشان داد، پس از شروع غده‌زایی که عموماً سه هفته پس از کاشت می‌باشد، غده‌ها در مدت کوتاهی به حداکثر میزان رشد خود رسیده و بعد از آن علیرغم تغییر در مقدار شاخص سطح برگ ثابت باقی می‌ماند (Rykbost and Maxwell, 1993; Ifenkwe and Allen, 1978). مک کالوم (McCollum, 1977) بیان داشتند که غده‌زایی و زود حجیم شدن غده‌ها با رشد سریع برگ‌ها (۲۸-۵۰ روز) همزمان‌می‌باشد. رشد نسبی غده نسبت به سطح برگ در اکثر مراحل حجیم شدن غده تابعی درجه ۲ بوده و این در حالی است که عملکرد غده به صورت خطی نسبت به تغییرات سطح برگ تغییر می‌یابد. سیادت و همکاران (Siadat *et al.*, 1999) کل ماده خشک بوته در واحد سطح، سرعت رشد غده و سرعت رشد نسبی غده برای ارقام مختلف سیب‌زمینی را محاسبه نمودند. روند تغییرات کل ماده خشک بوته در واحد سطح در رقم‌های مختلف نسبت به زمان از معادله درجه سوم پیروی کرد. بیشترین مقدار کل ماده خشک بوته برای رقم‌های دراگا، آئولا و کاسموس حدوداً ۱۲۰ روز بعد از کاشت بدست آمد و میزان آن به ترتیب ۴۴۳/۱، ۵۸۸/۸ و ۷۷۰/۶ گرم در واحد سطح بود. سرعت رشد غده از ابتدای دوره رشد تا حدود ۹۰ روز پس از کاشت برای کلیه ارقام مورد مطالعه به صورت افزایشی بوده و پس از آن تا حدود ۱۲۵ روز پس از کاشت روند سیر نزولی به خود گرفت و مجدداً سیر صعودی آن شروع گردید. روند تغییرات سرعت رشد نسبی غده برای ارقام مختلف متفاوت بود و در طول دوره رشد روند نزولی نشان داد.

سرعت رشد گیاهان زراعی با یکدیگر متفاوت بود، و تابع خصوصیات ژنتیکی و عوامل محیطی می‌باشد. در خصوص تغییرات رشد گیاه سیب‌زمینی در محیط‌های مختلف و روند تغییرات ماده خشک غده، عملکرد و اجزای آن نسبت به درجه روز رشد، مطالعاتی در کشور انجام نشده است. بنابراین در این پژوهش تلاش گردید تا علاوه بر اندازه‌گیری شاخص‌های رشد، روند تغییرات صفات مختلف سیب‌زمینی براساس درجه روز رشد که در مقایسه با زمان از نوسانات فصلی کمتری برخوردار می‌باشد (Hunt, 1978) در تاریخ‌های مختلف کاشت مورد بررسی قرار گیرد. با توجه به گسترده بودن حجم داده‌ها و نتایج حاصله و عدم وابستگی نتایج ارقام مختلف به یکدیگر، در این مقاله سعی گردید فقط نتایج مربوط به رقم آگریا که بیشترین سطح زیر کشت سیب‌زمینی کشور را به خود اختصاص داده و دارای مصارف مختلف غذایی نیز می‌باشد، ارائه شود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی شاخص‌های رشد و روند

تغییرات صفات مختلف در سه رقم سیب‌زمینی آگریا، مارفونا و پیکاسو با خصوصیات ژنوتیپی و فنوتیپی متفاوت، آزمایشی طی دو سال (۸۳۱۳-۱۳۸۲) بصورت کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، در مزرعه پژوهشی ۴۰۰ هکتاری مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج با موقعیت طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۶ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۵۹ دقیقه و ارتفاع ۱۳۲۱ متری از سطح دریا با آب و هوای معتدل سرد به اجرا در آمد. تاریخ کاشت در پنج سطح (بیست فروردین، پنج اردیبهشت، بیست اردیبهشت، پنج خرداد، بیست خرداد) به عنوان کرت‌های اصلی و ارقام سیب‌زمینی (آگریا، پیکاسو و مارفونا) در سه سطح به عنوان کرت‌های فرعی درنظر گرفته شدند. تعداد خطوط کاشت در هر کرت چهار و طول خطوط شش متر بود و ارقام با تراکم ۲۵ × ۷۵ سانتی‌متر کشت گردیدند. مراقبت‌های زراعی برای کلیه تیمارها یکنواخت بود و کوددهی نیز براساس نتایج آزمون خاک صورت گرفت. نمونه‌گیری به صورت تصادفی (۱۰ بوته برای هر تیمار) بعد از کاشت و استقرار گیاه در پنج مرحله انجام شد. زمان اولین نمونه‌گیری پنجاه روز بعد از هر تاریخ کاشت بود و هر ۱۵ روز تکرار گردید. آخرین مرحله نمونه‌گیری در هر تاریخ کاشت همرمان با تاریخ برداشت بود. در هر مرحله نمونه‌گیری از صفاتی نظیر عملکرد، تعداد کل غده، تعداد غده خوراکی (mm ۵۵<)، تعداد غده بذری (۳۵-۵۵mm)، درصد ماده خشک غده و درصد ماده خشک اندامهای هوایی یادداشت‌برداری به عمل آمد. جهت خشک کردن اندام‌های هوایی، نیم کیلو گرم از هر نمونه بعد از قطعه قطعه کردن در داخل آون با دمای ۶۸ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شد. در مواردی که نمونه‌ها بعد از ۴۸ ساعت کاملاً خشک نگردیدند، مدت زمان خشک شدن به ۷۲ ساعت تغییر یافت. برای خشک کردن غده‌ها با توجه به وزن غده های تولیدی در هر مرحله نمونه‌گیری، ۲۰۰ تا ۵۰۰ گرم نمونه تصادفی از قسمت‌های مختلف غده به صورت مکعب یک در یک سانتی‌متری تهیه و مشابه اندام‌های هوایی خشک گردیدند. میزان ماده خشک تولیدی در واحد سطح نیز به صورت زیر برآورد گردید.

تعداد بوته در متر مربع × میانگین عملکرد غده در گیاه × درصد ماده خشک غده = ماده خشک تولیدی در واحد سطح

در تجزیه و تحلیل داده‌ها فاکتور نمونه به عنوان فاکتور فرعی فرعی در نظر گرفته شد و در نتیجه از طرح دوبار خرد شده به جای طرح خرد شده برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده گردید و مقایسه میانگین‌ها به روش حداقل اختلاف معنی‌دار صورت گرفت. تجزیه

رگرسیون درجه اول، دوم و سوم جهت برآورد معادلات رشد برای هر رقم به کمک نرم‌افزار آماری SAS با مستقل در نظر گرفتن داده‌های مربوط به هر نمونه در هر سال انجام و مناسب‌ترین معادله براساس توزیع داده‌ها انتخاب گردید (به دلیل معنی‌دار بودن اثر سال از میانگین داده‌های دو سال جهت برآورد معادلات استفاده نگردید). به منظور محاسبه سرعت رشد محصول غده (CGR) و سرعت رشد نسبی (RGR) ابتدا مجموع درجه روز رشد (GDD) برای هر مرحله نمونه‌گیری محاسبه و بر اساس آن معادله رگرسیونی کل ماده خشک تولیدی (TDW) برآورد گرید. با مشتق گرفتن از TDW سرعت رشد محصول غده محاسبه و در نهایت با تقسیم CGR به TDW سرعت رشد نسبی بدست آمد (Hunt, 1978). مجموع درجه روز رشد، TDW، CGR و RGR براساس فرمول‌های زیر برآورد گردیدند:

$$GDD = \sum n\ [(T_{max} + T_{min})/ 2\ ] - Tb$$

$$TDW = EXP\ (a + bt + ct^2)$$

$$CGR = b + 2ct$$

$$RGR = CGR/TDW$$

n تعداد روزهای رشد، T_{max} حداکثر دمای شبانه روز، T_{min} حداقل دمای شبانه روز و Tb دمای پایه (۱۰ درجه سانتی‌گراد) می‌باشد. دماهای بالاتر از ۳۵ درجه سانتی‌گراد و پایین‌تر از ۱۰ درجه سانتی‌گراد به ترتیب ۳۵ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد درنظر گرفته شدند (Ravi and Indira, 1999; Villordon *et al.*, 2009).

در پایان با جایگزین نمودن دما در محدوده دمایی محاسبه شده (۱۸۰۰-۳۰۰ درجه روز رشد) در معادلات رشد، روند تغییرات صفات مربوط به هر رقم به طور جداگانه برآورد و نمودار مرتبط با آن در محیط Excel ترسیم گردید.

نتایج و بحث

عملکرد کل غده در گیاه

تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که اثر عوامل مورد بررسی بر عملکرد غده در گیاه در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). معنی‌دار بودن اثر عوامل نشان‌دهنده وابستگی عملکرد سیب‌زمینی به عوامل محیطی و رقم می باشد. در این بررسی مشخص گردید که عوامل محیطی نه تنها در طی سالیان متوالی بلکه حتی با تغییر در تاریخ کاشت در طول یکسال عملکرد سیب زمینی را شدیداً تحت تاثیر قرار داد. تاریخ کاشت بیست اردیبهشت و بیست خرداد نسبت به دیگر تاریخ‌های کاشت از لحاظ عملکرد برتری داشتند (جدول ۲). معنی‌دار شدن اثر متقابل نمونه × تاریخ کشت و نمونه × تاریخ کشت × سال بدان معنی است که عوامل محیطی نه تنها عملکرد نهایی را تحت تاثیر قرار دادند بلکه در تمام طول رشد گیاه بر روی آن تاثیر گذار بودند. نتایج بررسی واکنش ارقام نسبت به تاریخ کاشت نشان داد که واریته‌ها درتاریخ‌های مختلف کاشت عکس‌العمل‌های متفاوتی از لحاظ عملکرد داشتند و این بدان معنی است که

جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب عملکردغده

Table 1. Combined analysis of variance for tuber yield

S.O.V.	منبع تغییرات	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean square
Year (Y)	سال	1	91592.0**
Replication / Y	تکرار/سال	4	37359.79**
Date (D)	تاریخ کاشت	4	40738.74**
D × Y	تاریخ کاشت × سال	4	44223.18**
Error (a)	اشتباه (الف)	16	6555.85
Variety (V)	رقم	2	457046.43**
V × D	رقم × تاریخ کاشت	8	10445.09**
V × Y	رقم × سال	2	11866.48*
V × D × Y	رقم × تاریخ کاشت × سال	8	4285.08ns
Error (b)	اشتباه (ب)	40	8086.61**
Sample (S)	نمونه	4	4947375.46**
S × V	نمونه × رقم	8	76659.54**
S × D	نمونه × تاریخ کاشت	16	41565.6**
S × Y	نمونه × سال	4	140070.6**
S × V × D	نمونه × رقم × تاریخ کاشت	32	15126.75**
S × V × Y	نمونه × رقم × سال	8	6148.16*
S × D × Y	نمونه × تاریخ کاشت × سال	16	37492.31**
S × V × D × Y	نمونه × رقم × تاریخ کاشت × سال	32	3316.73ns
Error (c)	اشتباه (ج)	240	2858.76
C.V. (%)	ضریب تغییرات (٪)		22.356

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

* and **: Significant at the 5% and 1* probably levels, respectively

ns: Not-Significant ns: غیر معنی دار

عدم توجه به تاریخ کاشت مناسب برای هر یک از ارقام، افت عملکرد را به همراه خواهد داشت و میزان آن در کشت‌های زودهنگام و کشت‌های تاخیری بیشتر می‌باشد. بنابراین در کشت‌های زود هنگام و کشت‌های تاخیری انتخاب نوع رقم از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد.

بررسی روند تغییرات عملکرد غده نشان داد، سرعت تغییرات عملکرد غده در تاریخهای مختلف کاشت متفاوت بود و تا مراحل پایانی دوره رشد سیر صعودی داشت (شکل ۱). شرایط محیطی طول دوره رشد، اختلاف در پوشش گیاهی و سطح فتوسنتزکننده و متعاقب آن اختلاف در میزان جذب تشعشع را از عوامل

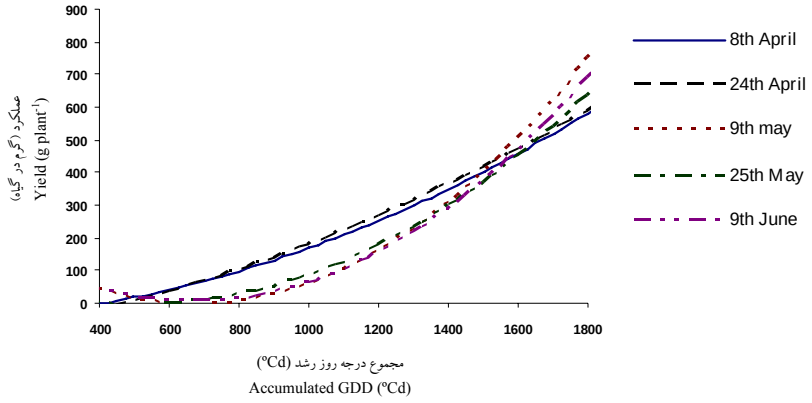
جدول ۲- مقایسه میانگین عملکرد غده برای تاریخ‌های مختلف کاشت

Table 2. Mean comparison of tuber yield for different planting date

Planting date	تاریخ کاشت	میانگین (گرم در گیاه) Mean (g plant^{-1})
April 8th	بیستم فروردین	211.89c
April 24th	پنجم اردیبهشت	233.54bc
May 9th	بیستم اردیبهشت	265.07a
May 25th	پنجم خرداد	229.61c
June 9th	بیستم خرداد	255.69ab

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک براساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌داردر سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

Means with at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level-using Least Significant Difference Test



شکل ۱- روند تغییرات عملکرد غده در گیاه در تاریخ کاشت‌های مختلف

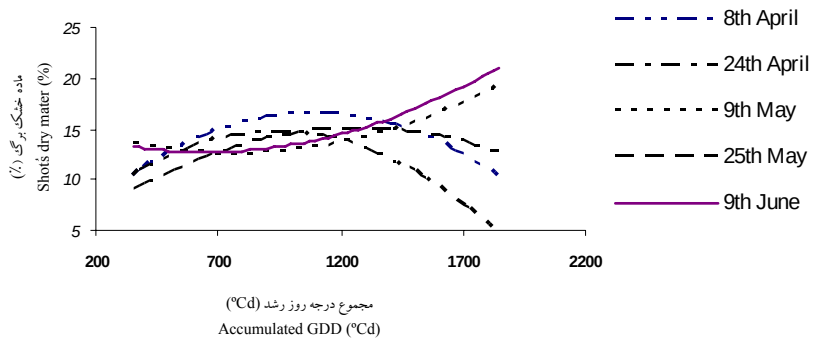
Fig. 1. Variation in trend of tuber yield plant^{-1} in different planting date

اصلی این اختلافات می‌توان تلقی نمود. نتایج سایر محققین نشان داد که دماهای بالا با افزایش تنفس نوری و در نتیجه کاهش فتوسنتز خالص برگ‌ها، کاهش قابل توجه مواد فتوسنتزی قابل انتقال به ریشه‌ها و کاهش انتقال ساکارز به غده‌ها به عنوان عوامل اصلی محدودکننده عملکرد سیب‌زمینی می‌باشند (Berry and Björkman, 1980; Wolf *et al*., 1990; Farrar and Williams, 1991; Geigenberger *et al*., 1998). اختلاف بین تاریخ‌های کاشت در اوایل و اواخر دوره رشد بالا بود و در محدوده ۱۶۰۰-۱۵۰۰ درجه روز رشد به حداقل مقدار خود رسید. با بالا بودن اختلاف در اواخر دوره می‌توان استنباط نمود که زمان برداشت نیز می‌تواند از عوامل تاثیرگذار در اختلاف بین ارقام برای عملکرد غده باشد و باید به آن توجه لازم مبذول داشت. سیر صعودی عملکرد غده در تاریخ‌های کاشت

سوم، چهارم و پنجم در درجه روزهای رشد بالاتر شروع و سپس با سرعت بیشتری ادامه یافت و در اواخر دوره از دیگر تاریخ‌های کاشت پیشی گرفت. حداکثر عملکرد غده در بوته بین ۶۰۰ تا ۷۵۰ گرم متغییر بود و بالاترین مقدار آن در تاریخ‌های کاشت سوم و پنجم بعد از رسیدن به مجموع حرارتی ۱۸۰۰ درجه روز رشد حاصل گردید. براساس نتایج حاصله استنباط می‌گردد، جهت دست‌یابی به حداکثر عملکرد غده علاوه بر تاریخ کاشت به زمان برداشت نیز باید توجه لازم مبذول داشت.

اندام‌های هوایی

بررسی روند تغییرات درصد ماده خشک برگ و ساقه در تاریخ کاشت اول (بیست فروردین) نشان داد که روند تغییرات در ابتدای دوره به صورت افزایشی بود و در ۱۲۰۰ درجه روز رشد به حداکثر میزان خود رسید و بعد از آن سیر نزولی داشت (شکل ۲). نزولی بودن روند تغییرات درصد ماده خشک قسمت‌های هوایی در اواخر دوره رشد به دلیل کاهش رشد رویشی گیاه و غده و تجمع بیشتر مواد غذایی در غده‌ها می‌باشد. موربی (Moorby, 1978) میزان رشد غده را عامل اصلی کنترل‌کننده فتوسنتز در سیب‌زمینی دانست و اظهار داشت، تغییر در میزان رشد غده باعث تغییر در میزان ماده تولید شده در گیاه می‌گردد. ریکبوست و مکسول (Rykbost and Maxwell, 1993) عنوان داشتند که مقدار تولید آسیمیلات‌ها به تعداد غده‌های در حال رشد ارتباط داشت و مقدار فعالیت فتوسنتزی تحت کنترل اندازه مخزن‌ها می‌باشد.



شکل ۲ – روند تغییرات ماده خشک اندام های هوایی در تاریخ کاشت های مختلف
Fig. 2. Variation in trend of shoot's dry matter in different planting date

سرعت تغییرات ماده خشک در تاریخ کاشت دوم (پنج اردیبهشت) بسیار پایین بوده (شیب ملایم) و در ۱۱۰۰–۱۰۰۰ درجه روز رشد به حداکثر مقدار خود رسید. کمترین

درصد ماده خشک تولیدی اندام‌های هوایی گیاه (۱۴ درصد) مربوط به این تاریخ کاشت بود (شکل ۲). در تاریخ کاشت سوم (بیست اردیبهشت) روند تغییرات در اوایل دوره به دلیل تغییر رابطه منبع و مخزن و حرکت ماده خشک تولیدی به سمت غده بسیار نامحسوس بود. بالا بودن روند تغییرات درصد ماده خشک غده به ازای هر واحد حرارتی در این مرحله از رشد تاییدی بر ادعای فوق می‌باشد(شکل ۵). با گذشت زمان و رسیدن به اواخر دوره رشد نمودار روند صعودی به خود گرفته و ماده خشک قسمتهای هوایی با شیب ملایم افزایش یافت. دلیل اصلی افزایش درصد ماده خشک، کامل شدن پوشش گیاهی و در نتیجه افزایش سطح برگ و متعاقب آن افزایش سطح فتوسنتز کننده می باشد. سیادت و همکاران (Siadat *et al.*, 1999) در بررسی خود بر روی روند تغییرات کل ماده خشک بوته در ارقام مختلف دریافتند که در مراحل ابتدایی، کل ماده خشک بوته با شیب بسیار کند افزایش یافت و حدود ۶۰ روز پس از کاشت رشد سریع آن آغاز گردید و پس از ۱۲۰ روز روند حالت ثابت به خود گرفت. نتایج مشابه توسط پیتر و همکاران (Peter *et al.*, 1988) نیز گزارش گردید. در تاریخ کاشت چهارم (پنج خرداد) روند تغییرات ابتدا سیر صعودی داشت و در ۱۲۰۰-۱۱۰۰ درجه روز رشد به حداکثر مقدار خود رسید و بعد از آن با شیب ملایم کاهش یافت (شکل ۲). در تاریخ کاشت پنجم (بیست خرداد) روند تغییرات ماده خشک برگ و ساقه همانند تاریخ کشت سوم تا اواخر دوره رشد سیر صعودی داشت (شکل ۲). نکته قابل توجه در این تاریخ کاشت نزولی بودن روند تغییرات ماده خشک قسمت‌های هوایی گیاه در ابتدای دوره رشد بود. احتمالاً کامل نبودن پوشش گیاهی و بالا بودن دمای محیط در ماه های تیر و مرداد دلیل اصلی این پدیده باشد. بری وجورکمن (Berry and Björkman, 1980) و تیم لاین و همکاران (Timlin *et al.*, 2006) در خصوص تاثیر دما بر میزان ماده تولید شده در گیاه اظهار داشتند که افزایش درجه حرارت باعث افزایش تنفس نوری و در نتیجه کاهش فتوسنتز خالص برگ‌ها می گردد.

بررسی کلی نشان داد که روند تغییرات ماده خشک قسمت‌های هوایی گیاه در تاریخ کاشت‌های سوم و پنجم خطی، مشابه و افزایشی بود و نسبت به دیگر تاریخ‌های کاشت که در ۱۲۰۰ –۱۱۰۰ درجه روز رشد به حداکثر مقدار خود رسیدند، تفاوت اساسی داشت. نتایج بررسی‌ها توسط گرجی و همکاران (Gorji *et al.*, 2008) نشان داد که اختلاف بین دو تاریخ کاشت در بسیاری از صفات مورد بررسی جزئی بود و نسبت به دیگر تاریخ‌های کاشت مورد بررسی برتری نسبی داشتند. با توجه به نتایج حاصله استنباط می‌شود روند تغییرات ماده خشک گیاه تحت تأثیر عوامل محیطی بوده و محیط‌های یکسان اثر مشابه‌ای روی روند تغییرات خواهند داشت. تأثیر عوامل

محیطی بر روند تغییرات ماده خشک گیاه سیب‌زمینی توسط سایر محققین نیز گزارش شده است (Ewing and Struik, 1992; Yan and Wallace, 1998).

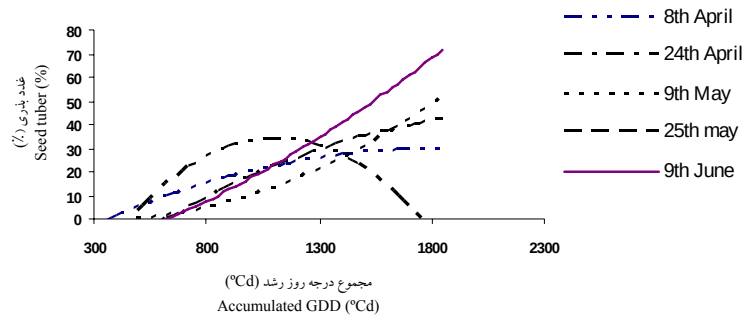
درصد تعداد غده‌های اندازه بذری

در تاریخ کاشت اول، روند تغییرات درصد غده‌های با اندازه بذری (۳۵ تا ۵۵ میلی‌متر) در ابتدای دوره روند صعودی داشت و در مراحل پایانی تقریباً ثابت گردید (شکل ۳). در تاریخ کاشت دوم، روند تغییرات از نوع درجه دوم بود و در ۱۲۰۰ –۱۱۰۰ درجه روز رشد به حداکثر مقدار خود رسید. تغییر نسبت کلاس‌های خوراکی، بذری و ریز به دلیل تغییر سرعت حجیم شدن غده‌ها در مراحل مختلف رشد می‌تواند عامل اصلی این مشاهدات باشد. در تاریخ کاشت سوم، مساعد بودن شرایط محیطی در طول دوره رشد باعث گردید تا اکثر غده‌های ریز رشد کرده و در کلاس بذری قرار گیرند. بالاتر بودن سرعت تبدیل غده‌های ریز به بذری در مقایسه با تبدیل غده‌های بذری به خوراکی باعث گردید روند تغییرات تا زمان برداشت (۱۸۰۰–۱۷۰۰ درجه روز رشد) سیر صعودی داشته باشد. روند تغییرات در تاریخ کاشت چهارم همانند تاریخ کاشت سوم تا مراحل پایانی سیر صعودی داشت و با سرعتی تقریباً یکنواخت افزایش یافت. روند تغییرات درصد غده با اندازه بذری در تاریخ کاشت پنجم نسبت به دیگر تاریخ‌های کاشت دارای شیب تندتری بود و میزان درصد نهایی آن نیز در مقایسه با آنها بالاتر بود. مساعد بودن شرایط آب و هوایی و در نتیجه مساعد بودن شرایط گیاه بعد از مرحله آغازش غده که حدود ۴۰ روز بود باعث گردید تا ظرفیت انتقال مواد به غده‌ها نسبت به دیگر تاریخ‌های کاشت با سرعت بیشتری صورت پذیرد.

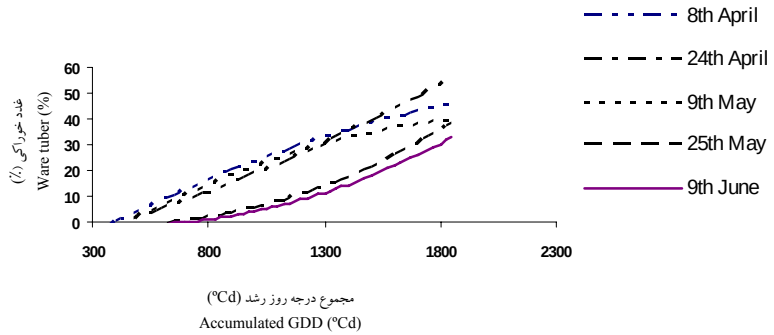
برای کلیه تاریخ‌های کاشت، حد اکثر میزان درصد غده‌های با اندازه بذری بین ۷۰–۲۰ درصد متغییر بوده ودر محدوده دمایی ۱۷۰۰–۱۵۰۰ درجه روز رشد بدست آمد. بیشترین و کمترین میزان درصد به ترتیب مربوط به تاریخ کاشت‌های پنجم و دوم بود (شکل ۳).

درصد تعداد غده‌های خوراکی

روند تغییرات درصد غده‌های خوراکی در تاریخ‌های مختلف کاشت تا مراحل پایانی (۱۸۰۰ درجه روز رشد) به صورت افزایشی بود و تنها از لحاظ سرعت تغییرات با یکدیگر اختلاف داشتند (شکل ۴). حداکثر درصد غده‌های خوراکی بین ۷۰–۳۰ درصد متغییر بود و بیشترین مقدار آن در تاریخ کاشت دوم بدست آمد (شکل ۴). از آنجایی که نتایج بر اساس نسبت درصد داده‌ها برآورد گردید و تعداد غده‌های ریز و غده‌های بذری در برآورد آن نقش مستقیم داشتند، پیشنهاد می‌شود در مواردی که هدف از تولید مصارف خوراکی غده‌ها می‌باشد، به روند تغییرات عملکرد غده توجه لازم مبذول گردد و در حقیقت براساس



شکل ۳ – روند تغییرات درصد غده های با اندازه بذری در تاریخ کاشت های مختلف
Fig. 3. Variation in trend of % seed potato in different planting dates

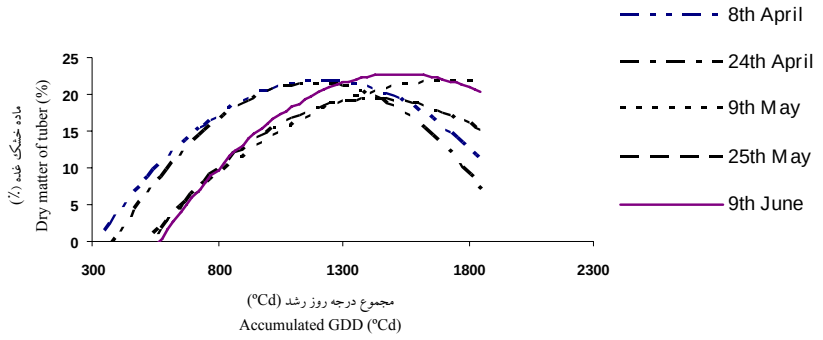


شکل ۴ – روند تغییرات درصد غده‌های خوراکی در تاریخ کاشت‌های مختلف
Fig. 4. Variation in trend of % ware tubers in different planting dates

روند تغییرات عملکرد غده کل و درصد تعداد غده‌های خوراکی تصمیم‌های لازم اتخاذ گردد. یادآور می‌شود عوامل مختلف دیگری از جمله تراکم کاشت، رقم، تغذیه و به طور کلی مدیریت مزرعه در تولید غده در اندازه‌های بذری و خوراکی دخیل می‌باشند و می‌بایست براساس هدف تولید کلیه این موارد درنظر گرفته شوند.

درصد ماده خشک غده

بررسی روند تغییرات درصد ماده خشک غده نشان داد، در تاریخ‌های کاشت اول و دوم تشکیل ماده خشک غده در مجموع درجه روز رشد پایین‌تر شروع، در ۱۳۰۰–۱۲۰۰ درجه روز رشد به حداکثر مقدار خود رسید و سپس تنزل یافت (شکل ۵). در دیگر تاریخ‌های کاشت تشکیل ماده خشک در محدوده ۵۰۰ درجه روز



شکل ۵ – روند تغییرات درصد ماده خشک غده در تاریخ کاشت‌های مختلف
Fig. 5. Variation in trend of % tuber's dry matter in different planting dates

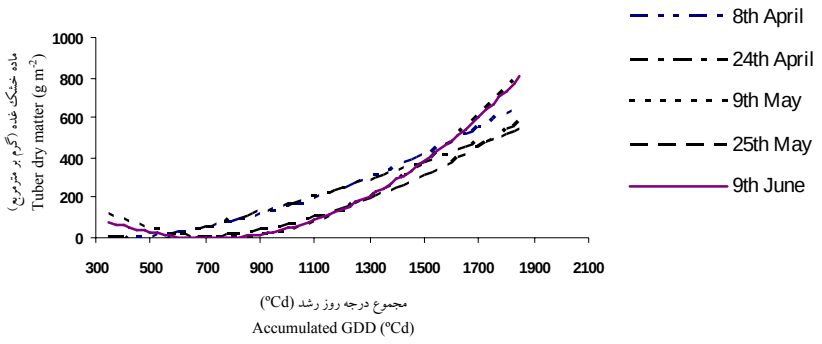
رشد شروع، در ۱۶۰۰–۱۴۰۰ درجه روز رشد به حداکثر مقدار خود رسید و سپس سیر نزولی آنها شروع گردید. دام و همکاران (Dam *et al.*, 1996) در بررسی اثر طول روز و دماهای روزانه و شبانه بر رشد غده، ماده خشک غده و تعداد غده در دو رقم سیب‌زمینی اسپونتا و دزیره بیان داشتند که در اغلب موارد دماهای متوسط پایین (۱۵ تا ۱۹ درجه سانتیگراد) به همراه طول روز کوتاه (۱۲ ساعت) باعث رشد زود هنگام غده‌ها شدند. در چنین شرایطی، آغاز رشد و پر شدن غده‌ها زودتر انجام شده و میزان اختصاص ماده خشک به غده و میزان رشد خالص غده بیشتر می‌گردد. افزایش تنفس و تشکیل جوانه‌های ثانویه (تشکیل غده‌های کوچک و یا ساقه‌های هوایی جدید) باعث تخلیه مواد غذایی غده گردیده و در نتیجه باعث می‌گردند روند تغییرات در اواخر دوره سیر نزولی داشته باشد.

نتایج همچنین نشان داد، روند کاهشی در تاریخ کاشت‌های سوم و پنجم به دلیل مناسب بودن شرایط محیطی با شیب‌های ملایم‌تر و در درجه روز رشد بالاتر صورت گرفت (شکل ۵). به عبارتی مساعد بودن شرایط محیطی باعث گردید، تشکیل ماده خشک تا مراحل پایانی دوره رشد ادامه داشت و یا با سرعت کمتری کاهش یابد. نکته بسیار مهم برای کلیه تاریخ‌های کاشت در زمان شروع، سیر نزولی درصد ماده خشک غده بود. سیر نزولی زمانی آغاز گردید که مجموع درجه روز رشد بعد از مرحله گلدهی به ۱۰۰۰ درجه روز رشد رسید. مقایسه روند تغییرات درصد ماده خشک غده و روند تغییرات عملکرد کل غده نشان داد، زمانی که مجموع درجه روز رشد بعد از گلدهی به ۱۰۰۰ درجه روز رسید میزان عملکرد همانند درصد ماده خشک، بالا و در حد قابل قبول بود (شکل ۵). اگرچه روند تغییرات عملکرد غده تا

مراحل پایانی افزایشی بود اما از کیفیت غده‌ها بعد از زمان یاد شده کاسته شد. بنابراین مناسب‌ترین زمان برداشت رقم آگریا زمانی توصیه می‌شود که مجموع درجه روز رشد بعد از گلدهی به حدود ۱۰۰۰ درجه روز رشد برسد.

روند تغییرات ماده خشک غده برحسب مترمربع

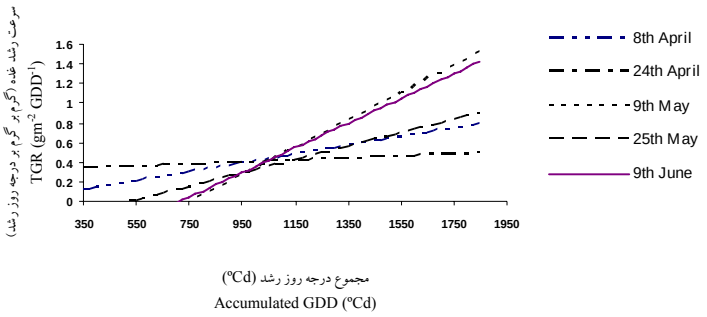
نتایج نشان داد که روند تغییرات برای تمامی تاریخ‌های کاشت تا مراحل پایانی دوره رشد به حالت افزایشی بود (شکل ۶). روند تغییرات ماده خشک غده برحسب مترمربع تقریباً همانند روند تغییرات عملکرد کل بود و تفاوت در تاریخ‌های کاشت نیز مشاهده شد. درصد ماده خشک غده و عملکرد غده در واحد سطح نقش مستقیم در بروز اختلاف بین تاریخ‌های کشت داشتند. میزان ماده خشک غده تولیدی در واحد سطح بین ۱۰۰۰-۵۰۰ گرم بر مترمربع متغییر بود. تفاوت رشد و ماده خشک غده در واکنش به طول روز و دما توسط سایر محققین نیز گزارش شده است (Midmore and Prange,1992; Tibbitts *et al*., 1992; Thornton *et al*., 1996).



شکل ۶ – روند تغییرات ماده خشک غده در تاریخ کاشت‌های مختلف
Fig. 6. Variation in trend of tuber's dry matter in different planting dates

سرعت رشد غده (Tuber growth rate (TGR

نتایج نشان داد که روند تغییرات سرعت رشد غده در تاریخ‌های کاشت مختلف به صورت افزایشی بود (شکل ۷). روند افزایشی سرعت رشد غده در تاریخ‌های کاشت‌های سوم و پنجم نسبت به دیگر تاریخ‌های کاشت در مجموع درجه روز رشد بالاتر (حدود ۷۵۰ درجه روز رشد) شروع، با سرعت بیشتر افزایش و در نهایت بعد از مدت کوتاهی از دیگر تاریخ‌های کاشت که روند تغییرات در آنها زودتر شروع شده بود پیشی گرفت. چنین شرایطی معمولاً در اثر بالا بودن میزان جذب تابش در مواقعی که



شکل ۷ – روند تغییرات سرعت رشد غده در تاریخ کاشت‌های مختلف
Fig. 7. Variation in trend of tuber growth rate in different planting dates

می‌افتد. چون بین سرعت رشد غده، شاخص سطح برگ و میزان تابش همبستگی بالایی وجود دارد. مقایسه روند تغییرات عملکرد غده و روند تغییرات سرعت رشد غده نشان داد که روند تغییرات آنها در راستای همدیگر بود. توصیح اینکه روند تغییرات برای هر دو در کلیه تاریخ‌های کاشت تا ۱۸۰۰ درجه روز رشد افزایشی بود. در تاریخ‌های کشت سوم و پنجم روند تغییرات عملکرد غده همانند سرعت رشد غده در مجموع درجه روز رشد بالاتر (حدود ۸۰۰-۷۵۰ درجه روز رشد) شروع، با سرعت بیشتر افزایش و در نهایت بعد از مدت کوتاهی از دیگر تاریخ‌های کشت که روند تغییرات در آنها زودتر شروع شده بود پیشی گرفت.

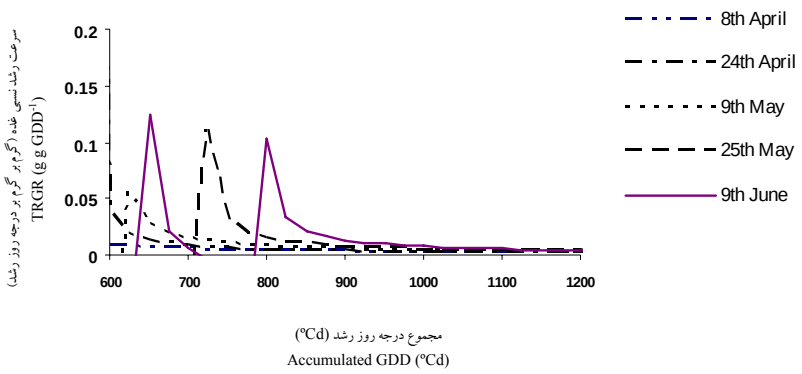
حد اکثر عملکرد غده در بوته به ترتیب مربوط به تاریخ‌های کاشت سوم و پنجم بود و برای سرعت رشد غده نیز تاریخ‌های کاشت سوم و پنجم به ترتیب بیشترین مقدار را به خود اختصاص دادند (شکل ۷). بنابراین می‌توان استنباط نمود اختلاف در سرعت رشد غده در تاریخ‌های مختلف کاشت باعث اختلاف در عملکرد غده گردید و سرعت رشد بالاتر، غملکرد غده بالاتری را نیز به دنبال داشت. حداکثر سرعت رشد غده بین ۱/۵ –۱/۲ گرم بر مترمربع در درجه روز رشد متغییر بود. سیادت و همکاران (Siadat *et al.*, 1999) سرعت رشد غده را در ارقام و تراکم‌های مختلف کاشت مورد بررسی قرار دادند و ابراز داشتند که سرعت رشد غده از ابتدای دوره تا حدود ۹۰ روز پس از کاشت در تمامی ارقام حالت افزایشی داشت و پس از آن از مقدار آن کاسته شد و بعد از ۱۲۵ روز روند مجدداً حالت افزایشی به خود گرفت. افزایشی شدن روند بعد از ۱۲۵ روز را به احتمال انتقال مجدد مواد غذایی ذخیره شده در سایر اندام‌ها مرتبط دانستند. در خصوص ارتباط عملکرد غده و

سرعت رشد غده نیز اظهار داشتند که افزایش عملکرد با افزایش سرعت رشد غده و تداوم مرحله خطی رابطه مستقیم داشت. آیریتانی و همکاران (Iritani *et al.*, 1983) نیز بیان داشتند، افزایش طول دوره خطی رشد غده باعث افزایش تجمع مواد درون غده‌ها و در نتیجه باعث افزایش عملکرد غده می‌گردد.

سرعت رشد نسبی غده

Tuber relative growth rate (TRGR)

تجمع ماده خشک در واحد زمان و در واحد وزن خشک اولیه غده میزان رشد نسبی غده(TRGR) نامیده می‌شود که مفهوم آن با سرعت رشد نسبی قابل مقایسه است. نتایج این تحقیق نشان داد تغییر در تاریخ کاشت باعث تغییر در سرعت رشد نسبی و متعاقب آن تغییر در سرعت تجمع ماده خشک در رقم اگریا گردید. روند صعودی تغییرات در تاریخ‌های کاشت اول و دوم در مجموع حرارتی پایین شروع گردید به طوری که در زمان اولین مرحله نمونه‌گیری روند صعودی آنها قابل مشاهده نبود (شکل ۸). در تاریخ کاشت‌های سوم، چهارم و پنجم روند صعودی تغییرات در مجموع حرارتی بالاتر شروع، به سرعت افزایش و در فاصله زمانی کوتاهی سیر نزولی به خود گرفت (شکل ۸). افزایش بافت‌های فتوسنتزکننده در اوایل دوره رشد باعث گردید تا میزان ماده خشک اضافه شده نسبت به وزن اولیه در واحد زمان بیشتر گردد و در نتیجه روند حالت صعودی به خود گیرد. با جایگزینی بافتهای ساختمانی با بافت‌های فتوسنتزکننده سرعت رشد نسبی کاهش یافت. تغییر در سرعت تجمع ماده خشک باعث تغییر در شیب منحنی‌ها گردید. در شیب‌های تندتر نسبت سرعت تجمع ماده خشک بالاتر بود. اختلاف بین تاریخ‌های کاشت در اوایل دوره زیاد بود و به مرور زمان از میزان آن کاسته شد و بعد از ۹۰۰ درجه روز رشد اختلافات بسیار نامحسوس و روند تغییرات تقریباً یکنواخت گردید (شکل ۸). حداکثر تقریبی سرعت رشد نسبی غده رقم اگریا ۰/۱۲۵ گرم بر گرم در درجه روز رشد برآورد گردید (شکل ۸). نتایج بررسی‌های اورسون و خان (Iortsun and Khan 1989) نشان داد که سرعت رشد نسبی و سرعت آسیمیلاسیون در اوایل فصل سیر صعودی داشت و با افزایش سن گیاه سیرنزولی به خود می‌گیرند. نتایج بررسی‌های سیادت و همکاران (Siadat *et al.*, 1999) نشان داد، از لحاظ سرعت رشد نسبی غده بین ارقام اختلاف وجود داشته و میزان آن در اوایل دوره بیشتر بود. آنها برآورد کردند، حد اکثر سرعت رشد نسبی غده حدود ۰/۱ گرم بر گرم در روز بود که مربوط به رقم آئولا بود. نکته قابل توجه نوسانات سرعت رشد نسبی رقم اگریا × تاریخ کاشت پنجم بود. در حالت عادی روند رشد نسبی تابعی از نوع درجه دوم بوده و تحت تأثیر اثر متقابل رقم × محیط می‌باشد. در تاریخ کاشت مورد بحث، شرایط محیطی محدودکننده (عموماً



شکل ۸ – روند تغییرات سرعت رشد نسبی غده در تاریخ کاشت‌های مختلف
Fig. 8. Variation trend of tuber relative growth rate in different planting dates

دمای بالا) در اوایل دوره رشد باعث گردید فتوسنتز به صورت طبیعی صورت نگیرد و در نتیجه سرعت رشد نسبی به طور غیر طبیعی کاهش یافت. با مساعد شدن شرایط فرایند فتوسنتز به حالت طبیعی خود بازگشت و باعث گردید سرعت رشد نسبی افزایش و به صورت نرمال ادامه یابد. برگا و یسر (Berga and Caesar, 1990) در خصوص روند تغییرات سرعت رشد نسبی غده ابراز داشتند، حدود ۱۰ هفته پس از کاشت همزمان با رسیدن سطح سایه انداز گیاهی به حداکثر توسعه خود، روند حالت صعودی به خود گرفت در حالی که نتایج تحقیقات سیادت و همکاران (Siadat *et al.*, 1999) نشان داد، روند تغییرات برای سه رقم آئولا، دراگا و کاسموس در طول دوره رشد حالت نزولی داشت. مقایسه سرعت رشد نسبی غده و روند تغییرات عملکرد نشان داد، سرعت تجمع ماده خشک در تاریخ‌های کاشت سوم، چهارم و پنجم بالاتر بود و همین امر باعث گردید تا عملکرد درتاریخ‌های کاشت یاد شده نیز بالاتر باشد. بررسی روند تغییرات عملکرد غده (شکل ۱) مطالب فوق را کاملاً تایید می‌نماید. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت تغییر در تاریخ کاشت باعث تغییر در سرعت رشد نسبی و متعاقب آن تغییر در عملکرد غده گردید.

معادله‌های تغییرات صفات مختلف سیب‌زمینی رقم آگریا براساس درجه روز رشد به تفکیک تاریخ‌های کاشت در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۳- معادله تغییرات صفات مختلف سیب زمینی رقم آگریا براساس درجه روز رشد

Table 3. Equation for variation in different traits of potato *cv.* Agria based on growing degree days

Characters	صفات	$a + b \times gdd + c \times gdd^2$	R^2 (%)
		8th April	
Yield	عملکرد	-48.559967+0.049802gdd+0.000167gdd^2	99
% Dry matter	درصد ماده خشک	-18.623832+0.066368gdd-0.00002724gdd^2	99
Dry matter (m^{-2})	ماده خشک درمتر مربع	-32.451125-0.039886gdd+0.000224 gdd^2	99
% Seed tuber	درصد غده بذری	-17.116988+0.050884gdd-0.0000139 gdd^2	96
% Ware tuber	درصد غده خوراکی	-19.78084+0.052009gdd-0.00000904 gdd^2	99
Shoot's dry matter	ماده خشک برگ وساقه	3.389517+0.024043gdd-0.000011 gdd^2	90
		24th April	
Yield	عملکرد	-105.47375+0.158913gdd+0.000126 gdd^2	99
% Dry matter	درصد ماده خشک	-25.834693+0.079306gdd-0.000033264gdd^2	97
Dry matter (m^{-2})	ماده خشک درمتر مربع	-189.591505+0.301619gdd+0.000050304 gdd^2	99
% Seed tuber	درصد غده بذری	-68.45325+0.185134gdd-0.0000836 gdd^2	97
% Ware tuber	درصد غده خوراکی	-11.725866+0.02322gdd+0.0000071 gdd^2	99
Shoot's dry matter	ماده خشک برگ وساقه	3.757242+0.023275gdd-0.00001239 gdd^2	93
		9th May	
Yield	عملکرد	270.77242-0.81013gdd+0.000597 gdd^2	99
% Dry matter	درصد ماده خشک	-22.306249+0.050599gdd-0.000014519gdd^2	98
Dry matter (m^{-2})	ماده خشک درمتر مربع	397.056314-1.060415gdd+0.000697gdd^2	99
% Seed tuber	درصد غده بذری	0.716464-0.012623gdd+0.0000216 gdd^2	99
% Ware tuber	درصد غده خوراکی	-24.79242+0.059346gdd-0.00001333 gdd^2	98
Shoot's dry matter	ماده خشک برگ وساقه	15.942621-0.008789gdd+0.0000057 gdd^2	96
		25th May	
Yield	عملکرد	100.08624-0.4066gdd+0.000391 gdd^2	99
% Dry matter	درصد ماده خشک	-30.5834544+0.069925gdd-0.000024511gdd^2	97
Dry matter (m^{-2})	ماده خشک درمتر مربع	87.37885-0.366174gdd+0.000341 gdd^2	99
% Seed tuber	درصد غده بذری	-41.00349+0.07515gdd-0.00001636 gdd^2	98
% Ware tuber	درصد غده خوراکی	1.518829-0.015031gdd+0.0000188 gdd^2	99
Shoot's dry matter	ماده خشک برگ وساقه	3.380128+0.018179gdd-0.00000712 gdd^2	93
		9th June	
Yield	عملکرد	248.12342-0.72566gdd+0.000539 gdd^2	99
% Dry matter	درصد ماده خشک	-34.64429+0.075284gdd-0.00002467gdd^2	98
Dry matter (m^{-2})	ماده خشک درمتر مربع	318.578226-0.899341gdd+0.000628 gdd^2	99
% Seed tuber	درصد غده بذری	-22.37137+0.026997gdd+0.0000129 gdd^2	99
% Ware tuber	درصد غده خوراکی	2.88681-0.016560gdd+0.0000177 gdd^2	99
Shoot's dry matter	ماده خشک برگ وساقه	15.182755-0.007615gdd+0.00000585 gdd^2	97

References

Berga, L., and Caesar, K. 1990. Relationships between numbers of main stems and yield components of potato (*Solanum tuberosum L. cv*. Erntestolz) as influenced by different day length. American Potato Journal 33: 257-267.

Berry, J., and Björkman, O. 1980. Photosynthetic response and adaptation to temperature in higher plants. Annuals Review of Plant Physiology 31: 491–543.

Blackman, V. H. 1919. The compound interest and plant growth. Annals of Botany 33: 353-360.

Borrego, F., Fernández, J. M., López, A., Parga, V. M., Murillo, M., and Carvajal, A. 2000. Growth analysis in seven varieties of potato (*Solanum tuberosum L.*). Mexico Journal of Agronomía Mesoamericana 11(1): 145-149.

Bremner, P. M., and Radley, R. W. 1966. Studies in potato agronomy. II. The effect of variety and time of planting on growth, development and yield. Journal of Agriculture Science 66: 253-261.

Bremner, P. M., and Taha, M. A. 1966. Studies in potato agronomy. I. The effect of variety, seed size and spacing on growth, development and yield. Journal of Agriculture Science 66: 241-252.

Cho, J. L., and Iritani, W. M. 1983. Comparison of growth and yield parameters of Russet Burbank for a two-year period. American Potato Journal 60: 576-596.

Clutterbuck, B. J., and Simpson, K. 1978. The interaction of water and fertilizer nitrogen in effects on growth pattern and yield of potatoes. Journal of Agriculture Science 91: 161-172.

Collins, W. B. 1977. Analysis of growth in Kenebek with emphasis on the relationship between stem number and yield. American Potato Journal 54: 33-39.

Dam, J. V., Kooman, P. L., and Struik, P. C. 1996. Effects of temperature and photoperiod on early growth and final number of tubers in potatoes (*Solanum tuberosum L.*). American Potato Journal 39: 51-62.

Dyson, P. W., Watson, D. J. 1971. An analysis of the effects of nutrient supply on the growth of potato crops. Annals of Applied Biology 69: 47-63.

Evans, G. C. 1972. The quantitative analysis of plant growth. University of California press, Berkley. 734 pp.

Ewing, E. E., and Struik, P. C. 1992. Tuber formation in potato: induction, initiation

and growth. Journal of American Society for Horticultural Science 14: 89–198.

Farrar, J. F., and Williams, J. M. 1991. The effects of increased atmospheric carbon dioxide and temperature on carbon partitioning, sink source relations and partitioning. Plant Cell Environment 14: 813–830.

Geigenberger, P., Geiger, M., and Stitt, M. 1998. High-temperature perturbation of starch synthesis is attributable to inhibition of ADP-Glucose Pyrophosphorylase by decreased levels of Glycerate-3-Phosphate in growing potato tubers. Plant Physiology 117: 1307-1316.

Gorji, A. M., Forouzesh, A., and Samadi, F. S. 2008. Evaluation of tuber yield, shoot dry matter, tuber dry matter, and tuber dry matter per unit area of some potato cultivars. Pp: 41. In: Proceedings of the 5th International Crop Science Congress and Exhibition. (Abstract).

Hunt, R. 1978. Plants growth analysis. London: E. Arnold. 67 pp.

Ifenkwe, O. P., and Allen, E. J. 1978. Effect of row width and planting density on growth and yield of two main crop potato varieties. I. Plant morphology and dry matter accumulation. Journal of Agriculture Science 91: 265-278.

Iortsun, D. N., and Khan, A. A. 1989. The pattern of dry matter distribution during development in onion. Journal of Agronomy and Crop Science 162: 127-134.

Iritani, W. M., Weller, L. D., and Knowles, N. R. 1983. Relationships between stem numbers, tubers set and yield of Russet Burbank potato. American Potato Journal 60: 423-431.

Iwama, K. 1988. Differences in root growth of potato plants among years and cropping seasons. Japanese Journal of Crop Science 57(2): 346-354.

Juzl, 1989. Use of growth analysis to assess the output of very early potato plants. Acta Universitatis Agricultural Facultas Agronomica 37: 103-114.

Kleinhenz, M. D., and Bennett, M. A. 1992. Growth and yield of potato (*Solanum tuberosum L.*) cultivars Atlantic and Monona as influenced by seed type and size. American Potato Journal 69: 117-129.

Koller, H. R. 1971. Analysis of growth within distinct strata of the soybean community. Crop Science 11: 400-402.

Lynch, D. R., and Rowberry, R. G. 1977. Population density studies with Russet Burbank II. The effect of fertilization and plant density on growth, development and

yield. American Potato Journal 54: 57-71.

McCollum, R. E. 1977. Analysis of potato growth under differing P regimes. II. Time by

P-status interactions for growth and leaf efficiency. Agronomy Journal 70(1): 58-67.

Mehta, A., Banerjee, V. N., and Kaley, D. M. 1988. Vegetative development of potato grown in autumn and spring in Punjab. Indian Journal of Plant Physiology 31(2): 145-151.

Midmore, D. J., and Prange, R. K. 1992. Growth responses of two *Solanum* species to contrasting temperatures and irradiance levels: relations to photosynthesis, dark respiration and chlorophyll fluorescence. Annals of Botany 69: 13-20.

Moorby, J. 1978. The physioloy of growth and tuber yield. Pp.: 153-198. In: Harris, P. M. (Ed.). The potato crop. Chapman and Hall, London.

Moorby, J., and Milthorpe, F. L. 1975. Potato. Pp.: 225-259. In: L. T. Evans (Ed.). Crop physiology: Some case histories. Cambridge University Press.

Nganga, S. 1982. Physiological basis of potato crop yield. Pp.: 13-16. In principles of potato seed production for tropical Africa. International Potato Center (CIP), Lima. Peru.

Nishibe, S., Mori, M., Isoda, A., and Nakasaka, K. 1987. Growth pattern and tuber yield in potatoes under contrasting climatic conditions between two years. Japanese Journal of Crop Science 56(1): 1-7.

Patil, Y. B., Patil, A. A., Madalgeri, B. B., Patil, V. S. 1990. Correlation studies in sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Poir) as influenced by varying levels of nitrogen, potassium and inter-row spacing. Journal of Root Crops 16(2): 98-102.

Peter, J., Cerng, V., and Hruska, L. 1988. Yield formation in potato. Pp. 218-233. In: V. Cerng, L. Hruska and J. Peter (Eds.) Yield formation in the main field crops. Elsevier Science Publisher, The Netherlands.

Ravi, V., and Indira, P. 1999. Crop physiology of sweet potato. Journal of American Society for Horticultural Science 23: 277–338.

Rykbost, K. A., Maxwell, J. 1993. Effect of plant population on the performance of seven varieties in the Klonath Basin of Oregon. American Potato Journal 70: 463-474.

Siadat, S. A., Hashemidezfouli, S. A., Valizadeh, M., and Hemayati, S. S. 1999. Growth analysis of three potato cultivars in different planting pattern and density. Iranian Journal of Agriculture Science 30(2): 379-386 (In Persian).

Singh, J. P., Marwaha, R. S., and Grewal, J. S. 1966. Effect of sources and levels of potassium on potato yield, quality and storage behavior. Journal of the Friden Potato Association 23(314): 153-156.

Thornton, M. K., Malik, N. J., and Dwelle, R. B. 1996. Relationship between leaf gas exchange characteristics and productivity of potato clones grown at different temperatures. American Potato Journal 73: 63-77.

Tibbitts, T. W., Cao, W., and Bennett, S. M. 1992. Utilization of potatoes for life support in space. V. Evaluation of cultivars in response to continuous light and high temperature. American Potato Journal 69: 229-237.

Timlin, D., Lutfor Rahman, S. M., Baker, J., Reddy, V. R., Fleisher, D., and Quebedeaux, B. 2006. Whole plant photosynthesis, development, and carbon partitioning in potato as a function of temperature. Journal of Agronomy 98: 1195–1203.

Villordon, A., Clark, C., Ferrin, D., and LaBonte, D. 2009. Using growing degree days, agrometeorological variables, linear regression, and data mining methods to help improve prediction of sweet potato harvest date in Louisiana. HortTechnology 19(1): 133-144.

Wolf, S., Marani, A. and Rudich, J. 1990. Effect of temperature and photoperiod on assimilate partitioning in potato plants. Annals of Botany 64: 241-247.

Yan, W. and Wallace, D. H. 1998. Simulation and prediction of plant phenology for five crops based on photoperiod × temperature interaction. Annuals of Botany 81: 705-716.

Zrust, J., and Juzl, M. 1997. Rates of photosynthesis and dry matter accumulation of very early potato varieties. Field Crop Abstracts 50(3): 264.