نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد بیست و دوم، شماره دوم، ۱۳۹٤
http://jopp.gau.ac.ir

(گزارش کوتاه علمی)

# ارزیابی عملکرد و شاخص‌های رشد سیب‌زمینی در شرایط کوهستانی و جلگه‌ای استان گلستان

رمضان سرپرست[1]* و آندریاس ملیکیان[2]

[1]عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، [2]استاد دانشگاه کشاورزی ارمنستان

تاریخ دریافت: ۹۲/٤/۲۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۳/۹/۱۷

**چکیده**

**سابقه و هدف:** کاشت سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) در دو اقلیم متفاوت، موجب تفاوت در روند رشد آن می‌گردد. مهم‌ترین شاخص‌های رشد که در این حالت گیاهان کاربرد فراوان دارند، عبارتند از : سرعت رشد غده (TGR)، سرعت رشد محصول (CGR) و شاخص سطح برگ (LAI). وزن خشک اندام‌های هوایی ساده‌ترین، سریع‌ترین و کم‌هزینه‌ترین جزء، برای اندازه‌گیری ویژگی‌های رقابتی گیاهان است. نتایج برخی تحقیقات نشان می‌دهد که شاخص سطح‌برگ معیار مناسبی برای برآورد میزان تغییرات عملکرد گیاهان زراعی می‌باشد. این مطالعه به‌منظور بررسی خصوصیات فیزیولوژیکی مؤثر بر عملکرد چهارده ژنوتیپ سیب‌زمینی بر اساس شاخص‌های رشد در مراحل مختلف دوره رشد گیاه از سبز شدن تا رسیدگی و همچنین عملکرد غده در دو شرایط متفاوت آب و هوایی، منطقه کوهستانی شاهکوه (بهاره) و جلگه‌ای گرگان (پاییزه) گلستان طی به اجرا در آمد.

**مواد و روش‌ها:** این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار و ۹ جمعیت اصلاحی (ژنوتیپ) دریافتی از مرکز بین‌المللی سیب‌زمینی به نام‌های (۲۹-۳۹٦۱۵۱، ۷-۳۹۷۰۰۹، ۹-۳۹۷۰۰۷، ۱۱-۳۹۷۰۰۷، ۱٤-۳۹۷۰۹۷، ۳-۳۹۷۰۰۹، ۸-۳۹۷۰۰۹، ۷-۳۹٦۱۵۱، ۱٤-۳۹٦۱٤۰ به‌همراه ارقام سانته، آگریا،

*مسؤل مکاتبه: ram_sarparast@yahoo.com

ساتینا، بورن و مارلا مجموعا" با ١٤ تیمار در ٦ خط ٤ متری با فواصل ردیف ٧٥ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی خطوط ٢٥ سانتی‌متر به‌صورت جوی و پشته‌ای اجرا گردید.

**یافته‌ها:** نتایج مطالعات نشان داد، بیشترین سرعت رشد محصول مربوط به کشت پاییزه برای ژنوتیپ ١٤-٣٩٧٠٩٧ معادل ١٣ گرم در مترمربع در روز و برای ژنوتیپ ٧-٣٩٧٠٠٩ در کشت بهاره به مقدار ٢٠/١ گرم در مترمربع در روز بود. بیش‌ترین شاخص سطح‌برگ سیب‌زمینی در کشت بهاره به ژنوتیپ ٣- ٣٩٧٠٠٩ با ٣/٦٠ و در کشت پاییزه به ژنوتیپ ١٤- ٣٩٦١٤٠ با ٣/٣٦ اختصاص داشت و در انتهای دوره رشد زمانی که شاخص سطح‌برگ روند نزولی در پیش گرفت، تفاوت بین تیمارها در کشت بهاره بیش‌تر مشهود بود. در نتیجه نهایی عملکرد غده، ژنوتیپ ٧-٣٩٧٠٠٩ در کشت پاییزه با ٢٧٠٥٦ کیلوگرم در هکتار و در کشت بهاره ژنوتیپ ٣-٣٩٧٠٠٩ با ٢٨٤٤٦ کیلوگرم در هکتار بالاترین عملکرد را به‌دست آوردند. ضمناً ژنوتیپ ٧-٣٩٧٠٠٩ در کاشت‌های پاییزه با ١١/٩ و در بهاره با ١٢/٥ غده در بوته بهترین تیمار شناخته شد. در این آزمایش، میانگین عملکرد ٣ ساله در کشت بهاره (شاهکوه) از کشت پاییزه (گرگان) بیشتر بود.

**نتیجه‌گیری:** همچنین مشخص شد که ژنوتیپ‌ها نیاز حرارتی متفاوتی داشته و این موضوع می‌تواند ناشی از تغییرات درجه حرارت هوا در سال‌ها و مکان‌های مختلف بوده که در نهایت منجربه تغییرات سرعت رشد و نمو گیاه و عملکرد محصول گردد. نتایج مطالعه حاضر نیز تأیید می‌کند که ژنوتیپ ٣-٣٩٧٠٠٩ با دارا بودن شاخص سطح برگ مطلوب و سرعت رشد محصول بیشتر، توانست با ذخیره‌سازی بیشتر و تولید ماده خشک بالاتر عملکرد اقتصادی بالای این ژنوتیپ را توجیه کند.

***واژه‌های کلیدی:*** ماده خشک، سرعت رشد محصول، ژنوتیپ، عملکرد غده

**مقدمه**

کاشت سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) در دو اقلیم متفاوت، موجب تفاوت در روند رشد آن می‌گردد. مهم‌ترین شاخص‌های رشد که در گیاهان کاربرد فراوان دارند، سرعت رشد غده (TGR[1])، سرعت رشد محصول (CGR[2]) و شاخص سطح برگ (LAI[3]) هستند (۱۰). راش و رادسویچ (۱۹۸۵) بیان نمودند که وزن خشک اندام‌های هوایی ساده‌ترین، سریع‌ترین و کم هزینه‌ترین جزء، برای اندازه-گیری ویژگی‌های رقابتی گیاهان است (٦). رابطه بین عملکرد و شاخص سطح‌برگ در گیاهان زیادی به اثبات رسیده است (۹). نتایج برخی تحقیقات نشان می‌دهد که شاخص سطح‌برگ معیار مناسبی برای برآورد میزان تغییرات عملکرد گیاهان زراعی می‌باشد (۳). لینچ و همکاران (۲۰۰۱) در مطالعه روند تغییرات شاخص سطح برگ سیب‌زمینی دریافتند که مقدار این شاخص تا ۵۰ روز پس از ظهور گیاهچه‌ها افزایش یافته و حداکثر مقدار آن ٤/۲۵ بود (٤). مک کالوم و همکاران (۱۹۷۷) بیان داشتند که همزمان با رشد سریع برگ‌ها در سیب‌زمینی، غده‌بندی و حجیم‌شدن غده‌ها تسریع می‌یابد (۵). گزارش شده است که مقدار مواد پرورده تولیدی[4] به تعداد غده‌های در حال توسعه ارتباط داشته و همچنین مقدار فعالیت فتوسنتزی گیاه تحت کنترل اندازه مخزن‌ها می‌باشد (۷). نتایج محققین دیگری نیز نشان داد، پس از شروع غده‌زایی که عموماً چهار هفته پس از کاشت صورت می‌گیرد، غده‌ها در مدت کوتاهی به حداکثر میزان رشد خود رسیده و بعد از آن با وجود تغییر در مقدار شاخص سطح برگ، تغییرات رشد غده اندک می‌باشد. سرعت رشد گیاهان زراعی با یکدیگر متفاوت بوده و تابع خصوصیات ژنتیکی و عوامل محیطی می‌باشد. در بسیاری از گیاهان زراعی، سرعت رشد محصول رابطه مستقیمی با سرعت جذب خالص (NAR[5]) و شاخص سطح برگ دارد (۸). این مطالعه به‌منظور بررسی خصوصیات فیزیولوژیکی مؤثر بر عملکرد چهارده ژنوتیپ سیب‌زمینی بر اساس شاخص‌های رشد در مراحل مختلف دوره رشد گیاه از سبز شدن تا رسیدگی و همچنین عملکرد غده در دو شرایط متفاوت آب و هوایی در کاشت پاییزه و بهاره مورد بررسی قرار گرفت.

**1**- Tuber Growth Rate
**2**- Crop Growth Rate
3- Leaf Area Index
4- Assimilation
5- Net Assimilation Rate

## مواد و روش‌ها

این پژوهش در دو منطقه؛ کاشت پاییزه در گرگان و کاشت بهاره در منطقه کوهستانی شاهکوه طی سال‌های ۱۳۸٦، ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ اجرا گردید. این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار و ۹ جمعیت اصلاحی (ژنوتیپ) دریافتی از مرکز بین‌المللی سیب‌زمینی به‌همراه ارقام سانته، آگریا، ساتینا، بورن و مارلا مجموعاً با ۱٤ تیمار در ٦ خط ٤ متری با فواصل ردیف ۷۵ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی خطوط ۲۵ سانتی‌متر به‌صورت جوی و پشته‌ای اجرا گردید. به‌منظور اندازه‌گیری شاخص سطح برگ، وزن اندام‌های هوایی و شاخص‌های رشد در طول فصل رشد، نمونه‌گیری به‌صورت تصادفی (۳ بوته برای هر تیمار) بعد از کاشت و استقرار گیاه در هفت مرحله انجام شد. به‌منظور تعیین عملکرد نهایی غده سیب‌زمینی در انتهای مرحله رشد از هر کرت ۳ مترمربع نمونه‌برداری و سپس وزن‌تر غده‌ها انجام گردید. برای تعیین تغییرات شاخص سطح‌برگ، سرعت رشد محصول، سرعت جذب خالص به‌ترتیب از روابط (۱)، (۲) و (۳) استفاده گردید (۲).

$$LAI = (LA/GA) \quad (۱)$$

$$CGR = (W2-W1)/(T2-T1) \quad (۲)$$

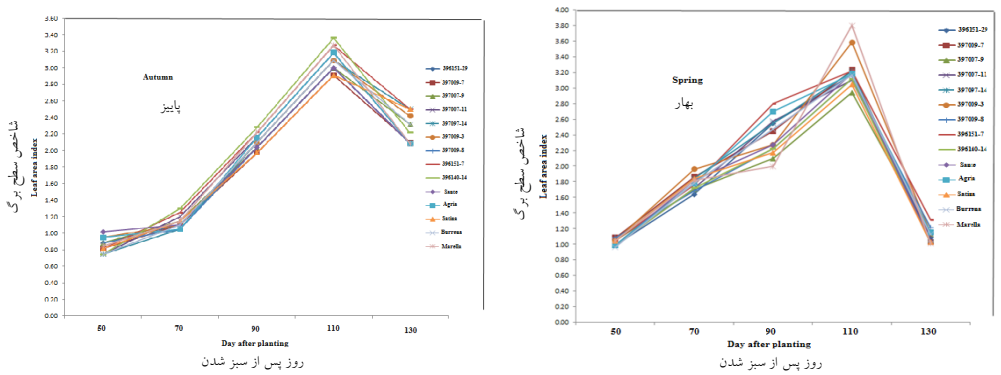
$$NAR = CGR \times [(Ln\ LA2 - Ln\ LA1)/ (LA2-LA1)] \quad (۳)$$

در روابط فوق LA سطح برگ (مترمربع)، W وزن خشک گیاه (گرم)، T زمان نمونه‌برداری و GA سطح زمین (مترمربع) می‌باشند. تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط نرم‌افزار آماری SAS و مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون LSD و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Exele انجام گرفت.

## نتایج و بحث

**شاخص سطح برگ:** نتایج این آزمایش نشان‌دهنده روندی مشابه برای تمامی تیمارها در کاشت‌های پاییزه و بهاره در طول فصل رشد، بود. به‌طوری که در ابتدای دوره رشد با گذشت زمان شاخص سطح-برگ سیب‌زمینی به‌کندی افزایش یافت و در ادامه روند خطی پیدا کرد و در مراحل رسیدگی فیزیولوژیک سیب‌زمینی به حداکثر مقدار خود رسیده و پس از آن به‌دلیل پیری و ریزش برگ‌ها روند نزولی در پیش گرفت (شکل ۱). بیش‌ترین شاخص سطح‌برگ سیب‌زمینی (۳/۸) در کشت بهاره به ژنوتیپ ۳-۳۹۷۰۰۹ و در کشت پاییزه (۳/۲) به ژنوتیپ ۱٤-۳۹٦۱٤۰ اختصاص داشت. شکل (۱) نشان می‌دهد که در انتهای

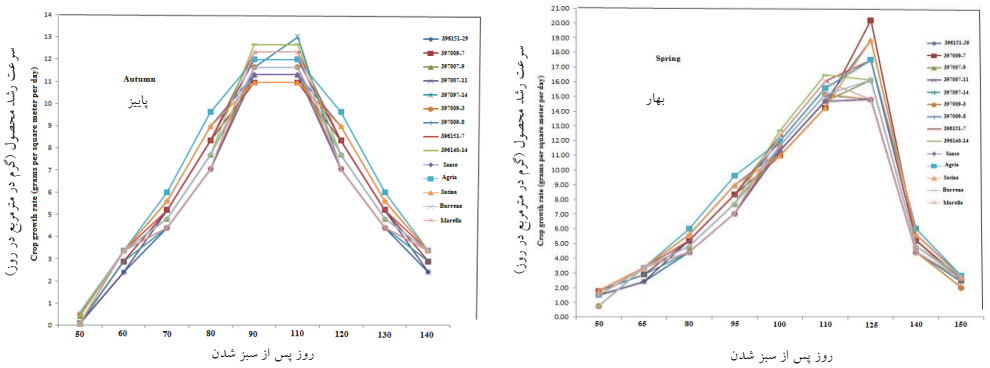
دوره رشد (از زمانی که شاخص سطح‌برگ روند نزولی در پیش گرفت) تفاوت بین تیمارها در کشت بهاره بیش‌تر مشهود بود. در منطقه گرگان (کشت پاییزه) به‌سبب دریافت کمتر تشعشع حرارتی و شدت افت سطح‌برگ، حداکثر شاخص سطح‌برگ دیرتر حاصل گردید.




**شکل ۱- روند تغییرات شاخص سطح برگ سیب‌زمینی در کاشت بهاره و پاییزه.**

Figure 1. The trend of potato LAI change in spring and autumn planting

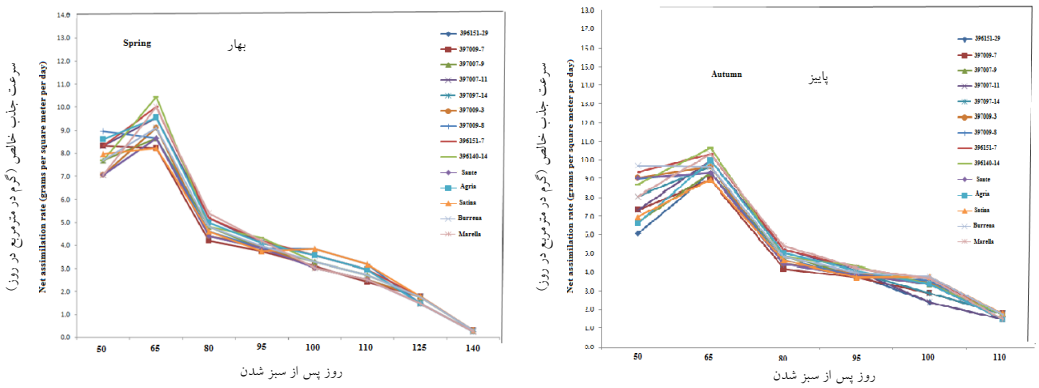
**سرعت رشد محصول:** ژنوتیپ‌های ۷-۳۹۷۰۰۹، ساتینا و مارلا دارای به‌ترتیب با ۲۰/۱، ۱۸/۸ و ۱۸/۷ گرم در مترمربع در روز، بیشترین میزان سرعت رشد محصول در کشت بهاره را به‌دست آوردند که می‌تواند بیانگر برتری فتوسنتزی و ذخیره‌سازی بیشتر مواد در این ژنوتیپ‌ها باشد. کمترین میزان سرعت رشد محصول مربوط به ژنوتیپ ۷-۳۹۶۱۵۱ به مقدار ۱٤/٦ گرم در مترمربع در روز بود. پایین بودن سرعت رشد گیاه زراعی نشانگر شرایط نامناسبی است که گیاه از نظر توسعه سطح برگ‌ها یا تولید ماده خشک روبرو بوده‌است. حداکثر و حداقل سرعت رشد محصول در کشت پاییزه به مقدار ۱۳ و ۱۰/۹ گرم در مترمربع در روز به‌ترتیب متعلق به ژنوتیپ‌های ۱٤-۳۹۷۰۹۷ و ۱٤-۳۹٦۱٤۰ بوده است (شکل ۲).




**شکل ۲- روند تغییرات سرعت رشد محصول سیب‌زمینی در کاشت پاییزه و بهاره.**

Figure 2. The trend of potato CGR change in spring and autumn planting

**میزان جذب خالص**: نتایج نشان داد، ژنوتیپ‌های ۹-۳۹۷۰۰۷ و ۱٤-۳۹٦۱۱٤۰ به‌ترتیب با میانگین‌های ۱۰/٤ و ۱۰/۱ گرم بر مترمربع برگ در روز، بالاترین و ژنوتیپ ساتینا با ۸/٦ گرم بر مترمربع برگ در روز پایین‌ترین میزان جذب خالص، در این مرحله از رشد را در کاشت بهاره تولید کردند (شکل ۳). به‌نظر می‌رسد آرایش برگی مناسب و سرعت بالای رسیدن به حداکثر سطح برگ مطلوب در منطقه شاهکوه باعث سرعت جذب خالص بیشتر گردیده است. در کشت پاییزه سیب‌زمینی در منطقه جلگه‌ای گرگان به‌دلیل کاهش دما در اوایل فصل رشد، کاهش جذب خالص، با شیب سرعت کمتری اتفاق افتاد در صورتی‌که در کشت بهاره در منطقه شاهکوه به‌دلیل افزایش دما، افزایش ریزش برگ و در نتیجه کاهش فتوسنتز کل، کاهش جذب خالص باسرعت بیشتری اتفاق افتاد.




**شکل ۳- روند تغییرات سرعت رشد جذب خالص سیب‌زمینی در کاشت پاییزه و بهاره.**

Figure 3. The trend of potato NAR change in spring and autumn planting

**عملکرد نهایی غده**: همچنان‌که نتایج این آزمایش نشان داد، مقدار عملکرد غده در هر دو منطقه آزمایش ژنوتیپ‌های ۷-۳۹۷۰۰۹ و ۳-۳۹۷۰۰۹ نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها برتر بوده‌اند. عموماً چنین افزایشی به واسطه افزایش تعداد غده بیشتر بوده است. در این پژوهش نیز ژنوتیپ ۳-۳۹۷۰۰۹ با داشتن بالاترین عملکرد در هر دو منطقه کاشت، پاییزه (با ۲۷۰۰۳ کیلوگرم در هکتار) و بهاره (با ۲۸٤٤٦ کیلوگرم در هکتار) توانست به‌ترتیب با ۱۱/۹ و ۱۲/۵ غده در بوته رتبه نخست را کسب کند (جدول ۱). ازکیل و بارگاوا (۱۹۹۱) اظهار داشتند که عملکرد بالاتر سیب‌زمینی در فصل تابستان نسبت به پاییز، به‌علت طولانی‌تر بودن فصل رشد و افزایش میزان جذب خالص می‌باشد (۱).

**جدول ۱- مقایسه میانگین عملکرد و تعداد غده در بوته ژنوتیپ‌های سیب‌زمینی در دو منطقه گرگان و شاهکوه.**

Table 1. Mean comparison of the yield and the number of tubers per plant of potato genotypes in two regions of Gorgan and Shahkooh

| ژنوتیپ‌های سیب‌زمینی Potato genotypes | گرگان (Gorgan) | | شاهکوه (Shahkooh) | |
|---|---|---|---|---|
| | تعداد غده در بوته Number of tubers per plant | عملکرد (کیلوگرم در هکتار) Yield (kg per hectare) | تعداد غده در بوته Number of tubers per plant | عملکرد (کیلوگرم در هکتار) Yield (kg per hectare) |
| 396151-29 | 11 ab | 21998 abcde | 8 cde | 16211 g |
| 397009-7 | 10.2 abc | 27056 a | 10.6 abc | 27056 ab |
| 397007-9 | 8.7 bc | 22219 abcde | 9.7 abcd | 22375 cde |
| 397007-11 | 8.6 bc | 24325 abc | 9.3 abcd | 22112 ef |
| 397097-14 | 10.9 ab | 18664 de | 11.7 ab | 26754 abc |
| 397009-3 | 11.9 a | 27003 a | 12.5 a | 28446 a |
| 397009-8 | 10.3 abc | 20431 cde | 9 bcd | 26698 abcd |
| 396151-7 | 10.7 ab | 16769 e | 7.1 de | 16313 g |
| 396140-14 | 8 c | 20811 cde | 7 de | 16602 g |
| سانته (Sante) | 9.7 abc | 21131 bcde | 7.8 cde | 20049 egf |
| آگریا (Agria) | 8.2 c | 23314 abcd | 4.8 e | 17955 fg |
| ساتینا (Satina) | 9 bc | 25923 abc | 7.7 cde | 23959 bcde |
| بورن (Boren) | 8.7 bc | 22343 abcde | 6.5 de | 22525 cde |
| مارلا (Marla) | 9.7 abc | 26555 ab | 6.6 de | 26555 ab |

میانگین‌هایی در هر ستون، که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، براساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the %5 level, using Least Significant Difference.

## منابع

1.Ezekiel, R., and Bhargava, S.C. 1991. Potato *(Solanum tuberosum* L.) leaf growth as influenced by photoperiods. Plant. Physiol. Biochem. 18(2): 91-95.
2.Javadi, H., Rashed Mohasel, M.H., Zamani, G.R., Azari Nasr Abadi, E., and Musavi, G.R. 2007. Effect of plant density on growth indices in four grain sorghum cultivars. Iranian J. Field Crops Res. 4: 265–253. (In Persian)
3.Lebaschy, M.H., and Sharifi Ashour Abadi, E. 2004. Application of physiological Growth indices for suitable harvesting of Hypericum perforatum. Pajouhesh Sazandegi. J. 65: 65-75. (In Persian)
4.Lynch, D.R., Kouzob, G.C., and Kawchuk, L.M. 2001. The relationship between yeild, mainstem number and tuber number in five maincrop and two early-maturing cultivars. Am. J. Potato. Res. 78: 83-90.
5.McCollum, R.E. 1977. Analysis of potato growth under differing pregimes. II. Time by p-status interactions for growth and leaf efficiency. Agron. J. 70(1): 58- 67.
6.Roush, M.L., and Radosevich, S.R. 1985. Relationship between growth and cornpetitiveness of four annual weed. J. Appl. Eco. 22: 895-905.
7.Rykbost, K.A., and Maxwel, J. 1993. Effects of plant population on the Performance of seven varieties in the Klonath basin of Oregon. Am. J. Potato Res. 70: 463-474.
8.Sarmadnia, G.H., and Koucheki, A. 1989. Crop physiology. Mashhad Jahad-e-Daneshgahi Press. 400p. (In Persian)
9.Tesfaye, K., Walker, S., and Tsubo, M. 2006. Radiation interception and radiation use efficiency of three grain legumes under water deficit conditions in semi-arid conditions. Eur. J. Agron. 25: 60-70.
10.Van Ittersum, M.K. and Struik, P.C. 1992. Relation between stolon and tuber characteristics and the duration of tuber dormancy in potato. Netherland J. Agric. Sci. 40: 159-172.