

بررسی شاخص‌های رشد ارقام رایج و تجاری سیب‌زمینی در منطقه اصفهان The study of growth indices of commercial and conventional potato cultivars in Esfahan region

منیره رنجبر^۱، مهدی نصرافهانی^۲، محمد میرزاخانی^{۳*}

۱- استادیار گروه زیست‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد فلاورجان، فلاورجان، ایران.

۲- مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، ایران.

۳- استادیار گروه کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد فراهان، فراهان، ایران.

*نویسنده مسوول مکاتبات: mmirzakhani@iau-farahan.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۳/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۱/۲

چکیده

سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum L.*) از جمله محصولات مهم و استراتژیک بوده که نقش مهمی در تغذیه مردم جهان دارد و در سطح جهان از نظر اهمیت چهارمین محصول پس از گندم، برنج و ذرت محسوب می‌شود. بنابراین بررسی وضعیت سازگاری و فنولوژی ارقام مختلف سیب‌زمینی در مناطق مختلف آب و هوایی کشور از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به‌منظور انجام بررسی شاخص‌های رشد برخی از ارقام تجاری و رایج سیب‌زمینی، آزمایشی در سال ۱۳۸۹ در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در اصفهان به اجرا درآمد. ارقام تجاری و رایج مورد استفاده شامل ارقام: راموس، سانتا، شپیدی، مارفونا، مارادونا، میلوا، سانتا، سانتانا، گرانولا، کوزیما و آگریا بودند. در این آزمایش اکثر شاخص‌های رشد سیب‌زمینی اندازه‌گیری و بررسی شدند. نتایج نشان داد که اکثر شاخص‌های رشد از قبیل شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول، سرعت رشد نسبی، سرعت جذب خالص، نسبت سطح برگ، سطح ویژه برگ و دوام سطح برگ سیب‌زمینی تحت تأثیر ویژگی‌های ژنتیکی ارقام مورد بررسی قرار گرفت و در سطح آماری یک درصد اختلاف معنی‌داری داشتند. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که رقم کوزیما با میانگین ۵/۲۳ و رقم سانتا با میانگین ۳/۰۷ به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین شاخص سطح برگ را به‌خود اختصاص دادند. هدف اصلی از این آزمایش بررسی نحوه سازگاری و مطالعه فنولوژی ارقام تجاری و رایج سیب‌زمینی در شرایط آب و هوایی استان اصفهان بود. البته در صورت تکرار این آزمایش نتایج با قطعیت بیش‌تری قابل بررسی و تجزیه و تحلیل خواهد بود.

واژگان کلیدی: ارقام، سیب‌زمینی، شاخص‌های رشد، فنولوژی رشد.

مقدمه

امروزه در رده‌بندی جهانی، اهمیت سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum L.*) بعد از ذرت، برنج و گندم در جایگاه چهارم قرار دارد. گستره کاشت سیب‌زمینی در سراسر جهان بیش از ۱۸/۶ میلیون هکتار است و تولید آن به بیش از ۳۴۵ میلیون تن می‌رسد و کشور چین با ۵۶ میلیون تن پیشرو کشورهای دیگر است (FAOSTAT data, 2007). در ایران نیز سیب‌زمینی یکی از محصولات مهم زراعی محسوب می‌شود و در بین سایر محصولات کشاورزی جایگاه نهم را به‌خود اختصاص داده است (Pourrahim *et al.*, 2007). میزان تولید سیب‌زمینی در کشور حدود ۴/۰۳ میلیون تن برآورد شده که ۹۹/۷۵ درصد آن از اراضی آبی حاصل شده است. استان همدان با ۲۰/۸۳ درصد از تولید سیب‌زمینی کشور، مقام اول در تولید این محصول را به‌خود اختصاص داده است؛ استان‌های اردبیل، اصفهان، کردستان، آذربایجان شرقی و مرکزی به‌ترتیب با ۱۶/۰۵، ۱۲/۰۳، ۶/۹۸، ۵/۳۹ و ۳/۹۷ درصد در تولید رتبه‌های دوم تا پنجم و هشتم را کسب کرده‌اند. پنج استان مذکور جمعاً ۶۱/۲۸ درصد تولید سیب‌زمینی کشور را به‌خود اختصاص داده‌اند (بی‌نام، ۱۳۸۹).

سیب‌زمینی گیاهی سرمادوست و حساس به گرما است که رشد خوبی در دمای شبانه روزی حدود ۱۸ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد دارد. شروع رشد جوانه در دمای ۷ تا ۹ درجه سانتی‌گراد به‌کندی آغاز می‌گردد، در دمای ۱۸ درجه سانتی‌گراد در حداکثر است و در دمای ۶ درجه سانتی‌گراد متوقف می‌گردد. دمای مناسب خاک برای شروع غده‌دهی ۱۶ تا ۱۹ درجه سانتی‌گراد است. با افزایش دمای خاک به بیش از ۲۰ درجه سانتی‌گراد از سرعت رشد غده کاسته می‌شود و رشد غده در دمای خاک حدود ۳۰ درجه سانتی‌گراد یا بیش‌تر عملاً متوقف می‌گردد. زیرا مصرف کربوهیدرات‌ها برای تنفس و رشد رویشی بیش از میزان فتوسنتز می‌باشد. شب‌های خنک برای تجمع کربوهیدرات‌ها مطلوب می‌باشد. سیب‌زمینی به یخبندان نیز حساس است. اندام‌های رویشی از دمای ۲- درجه سانتی‌گراد یا کم‌تر آسیب می‌بینند

(خواججه‌پور، ۱۳۸۳). ارقام سیب‌زمینی از لحاظ کیفیت مصرفی برای مصارف خانگی چیپس و سرخ کرده با یکدیگر تفاوت دارند. از لحاظ طول دوره رشد از کاشت تا رسیدگی، ارقام به گروه‌های زودرس، میان‌رس و دیررس تقسیم می‌شوند. طول دوره رشد در ارقام زودرس ۹۰ تا ۱۲۰ روز، در ارقام میان‌رس ۱۲۰ تا ۱۵۰ روز و در ارقام دیررس ۱۵۰ تا ۱۸۰ روز می‌باشد. البته این محدوده زمانی مطلق نیست و نیز طول دوره رشد با کاهش دما افزایش می‌یابد. بنابراین زودرسی ارقام در یک منطقه را باید با یکدیگر سنجید. ارقام سیب‌زمینی ظاهراً ایرانی که با نام‌های استانبولی، باسمنج، اقلید، پشندی، ابلق، اصفهانی، شاهرودی در نقاط مختلف کشور کشت می‌گردند، از تکثیر غددی به‌دست آمده‌اند که از نقاط مختلف دنیا به کشور وارد شده و تحت تأثیر موتاسیون، انتخاب طبیعی و انتخاب فردی دچار تغییرات و ناخالصی گشته‌اند. از مهم‌ترین ارقام خارجی که در ایران کشت می‌گردند، می‌توان به آلفا، کوزیما، دراگا، مورن، آئولا، مارفونا، آگریا، ماردونا، دیامونت و سانته اشاره نمود (ربیعی‌مطمئن، ۱۳۷۶).

در صورت یکسان بودن سایر عوامل موثر بر تولید، عملکرد سیب‌زمینی در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری کم‌تر از مناطق معتدل است. دلیل این امر کوتاهی فصل رشد و راندمان پایین استفاده از واحد تشعشع دریافت شده در اثر دمای بالا است (رضایی و سلطانی، ۱۳۷۵). در مطالعه‌ای عنوان شد که فنولوژی هنر تشریح مراحل مختلف چرخه‌ی زندگی یا فعالیت گیاهان با توجه به وقایع زودگذر در طول سال می‌باشد. در همین راستا، در گزارشی از یک کار گروهی روی فنولوژی گیاهی و توسعه آفات و بیماری‌ها بیان گردید که طبقه‌بندی منظم ارقام سیب‌زمینی در ابتدا در قرن نوزدهم بر اساس طول دوره‌ی رشد رویشی ارقام بنا شده است (Sivertsen *et al.*, 1999). هدف از تعیین و تجزیه شاخص‌های رشد، تفسیر چگونگی واکنش گونه‌های گیاهی به یک وضعیت محیطی معین است (لباسچی و همکاران، ۱۳۷۳). برای انجام آنالیزهای رشد، اندازه‌گیری دو پارامتر سطح برگ و وزن خشک الزامی است و سایر شاخص‌های رشد از طریق

تن کود مرغی کاملاً پوسیده در سطح مزرعه پخش گردید و بعد از آن به‌وسیله گاوآهن برگردان‌دار خاک تا عمق ۳۰ سانتی‌متر شخم زده شد. در اواخر بهمن ماه ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم، ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات‌تریپل و ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات آمونیوم به خاک مزرعه اضافه شد و به‌وسیله دیسک با خاک مخلوط شد. هر کرت شامل چهار خط کاشت به طول شش متر و فاصله ردیف‌های کاشت ۷۵ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی خطوط کاشت ۲۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. عملیات کاشت در دوم اسفند ماه انجام گردید. مبارزه با علف‌های هرز به‌صورت وجین دستی انجام گرفت. به‌منظور جلوگیری و کنترل خسارت بیماری لکه مویی با ظهور اولین لکه‌های کوچک نشانه بیماری روی سطح برگ گیاه، از قارچ‌کش رورال تی-اس دو در هزار و داکونیل سه در هزار به‌صورت متناوب و هر دو هفته یک بار جمعاً چهار مرتبه استفاده گردید. به‌منظور جلوگیری از خسارت آفت کنه، از آفت‌کش نفورن یک در هزار همراه با لاروین نیم در هزار استفاده گردید. از آفت‌کش متاسیستوکس یک در هزار نیز برای جلوگیری از خسارت شته و از آفت‌کش کنفیدور یک در هزار و دیازینون یک در هزار برای کنترل آفت مگس سفید استفاده شد. ارقام راموس، مارفونا، شپدی و سانته به-ترتیب در ۱۰ تیرماه، ارقام مارادونا، بورن، میلوا و سانتانا ۲۴ تیرماه و ارقام آگریا، گرانولا و کوزیما نهم مرداد ماه برداشت شدند. عملیات نمونه‌برداری سطح برگ و تجمع وزن خشک گیاه جهت تعیین فنولوژی رشد از تاریخ ۲۸ فروردین ماه تا زمان برداشت مزرعه، با فاصله‌ی زمانی ۱۴ روز یک‌بار صورت گرفت. در زمان برداشت تعداد ۱۰ بوته از هر کرت آزمایشی به‌طور کاملاً تصادفی انتخاب شدند و عملکرد دانه اندازه‌گیری و ثبت شد. پس از تجزیه داده‌ها توسط نرم‌افزار SAS، میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند. به‌منظور اندازه‌گیری شاخص‌های رشد از روابط زیر استفاده شد.

۱- شاخص سطح برگ^۱

$$LAI = LA / P$$

محاسبه به‌دست خواهد آمد. در تراکم‌های پایین کشت، سطح برگ دیرتر به حد نهایی خود می‌رسد ولی مقدار آن بیش‌تر است (Russel et al., 1984). این برتری به‌علت رقابت کم‌تر اجزای گیاه در این تراکم می‌باشد. برگ‌ها در تراکم‌های بالا در سایه قرار گرفته و کارایی استفاده از نور را کاهش می‌دهند. هرچه توزیع بوته‌ها در واحد سطح یکنواخت‌تر باشد سطح برگ افزایش می‌یابد و هر چه تراکم کم‌تر باشد دوام سطح برگ بیش‌تر و عملکرد هر بوته بالاتر می‌رود (Van der Veecken and Lommoen, 2009). سرعت رشد محصول (CGR) به بهترین شکل مفهوم رشد را می‌رساند و سرعت تولید را در واحد سطح زمین و واحد زمان مشخص ساخته و اثر متقابل تنفس و فتوسنتز را نشان می‌دهد. شکل منحنی سرعت رشد محصول در اکثر مطالعات به‌صورت یک تابع درجه دوم است و در ابتدای فصل رشد کم ولی تا گل‌دهی افزایش و بعد با کاهش وزن خشک، مقدار سرعت رشد محصول کم می‌شود. میزان رشد نسبی بیان‌کننده مقدار ماده خشک تجمع یافته در گیاه در واحد زمان است (Siddique et al., 1989)

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌منظور بررسی فنولوژی رشد ارقام تجاری و رایج سیب‌زمینی در سال ۱۳۸۹ در اصفهان با طول جغرافیایی ۳۲ درجه ۳۶ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۵۱ درجه ۳۴ دقیقه شمالی و ارتفاع حدود ۱۵۰۰ متر از سطح دریا انجام گرفت. بر اساس آمار ایستگاه هواشناسی استان اصفهان، میانگین حداکثر و حداقل دمای مطلق منطقه در طی دوره انجام طرح تحقیقاتی به‌ترتیب برابر با ۲۷/۳۰ و ۱۲/۱۵ درجه سانتی‌گراد بود. همچنین، میانگین ساعات آفتابی روز برابر با ۱۰/۱۵ ساعت گزارش شده است. این تحقیق بر اساس طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد و شامل یازده رقم تجاری سیب‌زمینی (سانته، شپدی، میلوا، سانتانا، آگریا (شاهد)، کوزیما، بورن، راموس، مارفونا، مارادونا و گرانولا) متعلق به کشورهای ایران و هلند بود. به‌منظور آماده‌سازی زمین در ابتدای بهمن ماه ۲۰ تن در هکتار کود دامی و ۲۰

$$SLA = LA / LW \quad \text{۶- سطح ویژه برگ}$$

(Gardner et al., 1985)

LA) سطح برگ، W_2 وزن ثانویه گیاه پس از ده روز، W_1 وزن اولیه گیاه، T_2 زمان نمونه‌برداری دوم، هر ده روز، T_1 زمان نمونه‌برداری اول).

۲- سرعت رشد گیاه زراعی

$$CGR = (W_2 - W_1) / (T_2 - T_1) \times GA$$

۳- سرعت آسیمیلاسیون خالص

$$NAR = 1 / LA \times dw / dt$$

۴- دوام سطح برگ

$$LAD = (LA_2 + LA_1) \times (T_2 - T_1) / 2$$

۵- سرعت رشد نسبی

$$RGR = 1 / W \times dw / dt$$

جدول ۱- نتایج آزمایش خاک مزرعه

عمق خاک	رس	سیلت	شن	پتانسیم قابل تبادل	فسفر قابل تبادل	کربن آلی	ازت کل	اسیدپته کل	هدایت
Depth	Clay	Silt	Sand	KAve	Pave	O.C	N Total	اشباع	الکتریکی
(Cm)	(%)	(%)	(%)	(PPM)	(PPM)	(%)	(%)	P.H	EC
0-30	17.4	24	58.6	135	6.35	2	0.2	7.7	5.54

نتایج و بحث

شاخص سطح برگ (Leaf Area Index)

مجموع سطح برگ یک بوته به ازای واحد سطح زمین اشغال شده توسط آن بوته را شاخص سطح برگ می‌نامند. شاخص سطح برگ در تعیین درصد تابش خورشیدی جذب شده به وسیله‌ی هر گیاه، مهم است. بنابراین رشد گیاه و عملکرد نهایی ماده‌ی خشک را تحت تأثیر قرار می‌دهد (کوچکی و بنایان اول، ۱۳۷۳). معمولاً شاخص سطح برگ مساوی با سه الی پنج جهت تولید حداکثر ماده خشک برای اغلب محصولات لازم است ولی محصولات علوفه‌ای مثل علف‌های چمنی که برگ‌های آن‌ها دارای تمایل عمودی (راست) می‌باشند، تحت شرایط مطلوب برای دریافت حداکثر نور به شاخص سطح برگ حدود ۸ الی ۱۰ نیازمند می‌باشند (سرمندیا و کوچکی، ۱۳۶۶).

با توجه به جدول تجزیه‌ی واریانس کلیه ارقام سیب‌زمینی مورد بررسی از نظر شاخص سطح برگ اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشتند. بیش‌ترین و کم‌ترین شاخص سطح برگ در سطح مزرعه به ترتیب مربوط به ارقام کوزیما و سانتا بود. روند تغییرات شاخص سطح برگ ارقام سیب‌زمینی روند مشابهی را طی کرده است. به طوری که ابتدا شیب منحنی شاخص سطح

برگ به سرعت افزایش یافته سپس، در ارقام زودرس (راموس، سانتا، شپدی و مارفونا) حداکثر LAI در مرحله‌ی قبل از گل‌دهی به دست آمده، ولی در ارقام متوسط‌رس (سانتانا، مارادونا، میلوا و بورن) حداکثر LAI هم‌زمان با آغاز گل‌دهی به دست آمد و در ارقام دیررس (کوزیما، گرانولا و آگریا) به ترتیب حداکثر شاخص سطح برگ هم‌زمان با اواخر مرحله‌ی گل‌دهی به دست آمد.

شاخص سطح برگ بیش‌تر می‌تواند به دلیل وجود تعداد بیش‌تر شاخه‌های جانبی تولید شده در هر ساقه و در نتیجه‌ی افزایش تعداد کل برگ‌های تولیدی در هر بوته باشد. میانگین حداکثر شاخص سطح برگ ارقام مورد مطالعه از ۳/۰۷ تا ۶/۲۳ متغیر بود. برگ‌ها، اندام‌های اصلی دریافت‌کننده‌ی نور و فتوسنتز در گیاهان هستند. بنابراین، برگ‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. مندنی و همکاران (۱۳۸۶) در بررسی شاخص سطح برگ سیب‌زمینی رقم آگریا اظهار داشتند که در تیمارهای مختلف روند تغییرات شاخص سطح برگ در طول فصل رشد مشابه بود. به طوری که در ابتدای دوره رشد با گذشت زمان، شاخص سطح برگ سیب‌زمینی به کندی افزایش یافت و در ادامه افزایش شاخص سطح برگ روند خطی پیدا کرد و در حدود ۵۳ روز پس از سبز شدن به حداکثر مقدار خود رسید. پس از آن به دلیل

و میزان آن در مراحل اولیه‌ی رشد به دلیل کامل نبودن پوشش گیاهی و درصد کم تشعشع جذب شده، کم است. با نمو گیاه زراعی، افزایش سریعی در سرعت رشد دیده می‌شود. زیرا شاخص سطح برگ افزایش یافته و نور کم‌تری از لایه‌های جامعه‌ی گیاهی به سطح زمین برخورد کرده و تلف می‌گردد (Morrison *et al.*, 1992). سرعت رشد گیاه به بهترین شکل مفهوم رشد را می‌رساند و سرعت تولید را در واحد سطح زمین در زمان را مشخص ساخته و اثر متقابل تنفس و فتوسنتز را نشان می‌دهد (لباسچی و شریفی عاشورآبادی، ۱۳۸۲). نتایج تحقیق احسان‌زاده و زارعیان (۱۳۸۲) نشان داد که کم‌ترین و بیش‌ترین سرعت رشد محصول گلرنگ با میانگین ۲۱/۱۵ و ۲۲/۸۱ گرم بر مترمربع در ۱۰ درجه روز-رشد به ترتیب مربوط به ارقام کوسه اصفهان و اراک-۲۸۱۱ بود. میرزاخانی و همکاران (۱۳۸۶) حداکثر و حداقل سرعت رشد محصول در گلرنگ را با میانگین ۵۷ و ۴۰ گرم بر مترمربع در روز را به ترتیب در گلرنگ مربوط به ارقام UC-1 و ژیلا اظهار کردند. الگوی کلی سرعت رشد محصول در این مطالعه با بررسی‌های (Isoda *et al.*, 1987; Borego *et al.*, 2000; Fonseca *et al.*, 1996) مطابقت دارد. توسط این محققان گزارش شد که ارقام مورد مطالعه سیب‌زمینی، در طی دوره آزمایش از نظر سرعت رشد محصول (CGR) و سرعت اسمیلاسیون اختصاصی (EAR) تفاوت‌های معنی‌داری را داشتند.

سرعت رشد نسبی: (Relative Growth Rate)

سرعت رشد نسبی در گیاهان زراعی در طی سیکل زندگی گیاه روند کاهشی دارد (لباسچی و شریفی عاشورآبادی، ۱۳۸۲). در جداول تجزیه واریانس در بین ارقام مختلف سیب زمینی اختلاف آماری معنی‌داری در سطح یک درصد مشاهده شد (جدول دو).

پیری و ریزش برگ‌ها روند نزولی در پیش گرفت. بیش‌ترین شاخص سطح برگ در هر یک از تراکم‌های کاشت، به تیمار عاری از علف هرز اختصاص داشت. سایر محققان نیز اختلاف در میان ژنوتیپ‌های مختلف سیب‌زمینی را به لحاظ حداکثر شاخص سطح برگ و میزان زمین‌پوشی توسط برگ‌های سبز را گزارش کرده‌اند (Gremew *et al.*, 2007; Kawakami *et al.*, 2004; Gorden *et al.*, 1997; Fonseca *et al.*, 1996).

سرعت رشد محصول (Crop Growth Rate)

در جدول تجزیه واریانس بین ارقام مختلف سیب‌زمینی از نظر سرعت رشد محصول اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد، وجود دارد (جدول دو). در بین ارقام مختلف، حداکثر سرعت رشد محصول مربوط به رقم بورن و حداقل آن مربوط به رقم سانتیه بود. روند تغییرات سرعت رشد گیاه به صورت سیگموئیدی است به گونه‌ای که در تمامی ارقام ابتدا روند کندی دارد و پس از آن با سرعت بیش‌تری افزایش می‌یابد. ارقام زودرس (راموس، سانتیه، شپدی و مارفونا) قبل از مرحله گل‌دهی به حداکثر مقدار CGR در سطح مزرعه و گلخانه رسیدند ولی در ارقام متوسط‌رس (سانتانا، مارادونا، میلوا و بورن) حداکثر سرعت رشد محصول در مرحله آغاز گل‌دهی به دست آمد. در ارقام دیررس (کوزیما، گرانولا و آگریا) هم‌زمان با اواخر گل‌دهی بود. پس از آن سرعت رشد محصول به علت کاهش میزان جذب خالص و ریزش برگ‌ها کاهش می‌یابد و حتی حالت منفی پیدا می‌نماید. سرعت رشد محصول در حقیقت حاصل ضرب LAI در سرعت فتوسنتز خالص است. بنابراین، CGR ارتباط بسیار نزدیکی با LAI دارد و به‌طور معمول با افزایش LAI افزایش می‌یابد. سرعت رشد جامعه‌ی گیاهی در هر گونه، معمولاً به میزان دریافت تشعشع نور خورشید بستگی دارد

جدول ۲- تجزیه‌ی واریانس شاخص‌های رشد سیب‌زمینی

Table 2. Analysis of variance of Indicators growth potato

S.O.V	منابع تغییرات	درجه آزادی df	(MS)							
			سرعت رشد نسبی (RGR)	میزان جذب خالص (NAR)	سرعت رشد محصول (CGR)	سطح ویژه برگ (SLA)	نسبت سطح برگ (LAR)	دوام سطح برگ (LAD)	شاخص سطح برگ (LAI)	عملکرد غده (Tuber Yield)
Variety	ارقام	10	0.0000019**	2.640**	40.710**	57.580**	184.85**	360.58**	6.37**	183.81**
Error	خطا	33	0.000001	0.022	0.017	0.083	1.62	0.115	0.0024	11.38
Cv(%)	ضریب تغییرات	-	0.07	2.180	0.690	1.30	0.95	1.3	1.04	8.82

NS و * و ** به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

Ns * and **: Non significant, Significant at the 5% and 1% probability levels respectively.

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده

Table 3. mean comparisons of traits

Cultivar	شاخص سطح برگ LAI	دوام سطح برگ LAD (m ² day ⁻¹)	نسبت سطح برگ LAR (m ² g ⁻¹)	سطح ویژه برگ SLA (m ² g ⁻¹)	سرعت رشد محصول CGR (g m ⁻² day ⁻¹)	میزان جذب خالص NAR (g m ⁻² day ⁻¹)	سرعت رشد نسبی RGR (g g ⁻¹ m ⁻²)	عملکرد غده Tuber Yield (ton ha ⁻¹)
Ramous	3.25 ^{ef}	16.23 ^e	105 ^f	17.03 ⁱ	16.93 ^g	6.97 ^d	0.0671 ^e	39.02 ^{cd}
Sante	3.07 ^g	15.27 ^f	125 ^e	18.04 ^h	16.16 ⁱ	6.44 ^f	0.0676 ^c	25.64 ^{de}
Shepody	3.19 ^f	15.32 ^f	129 ^d	22.36 ^c	16.90 ^g	7.99 ^a	0.0681 ^b	32.98 ^{de}
Marfona	3.34 ^e	16.60 ^e	130 ^d	19.02 ^g	18.08 ^e	7.97 ^a	0.0681 ^b	29.82 ^{ef}
Santana	5.17 ^d	28.21 ^c	140 ^c	27.00 ^a	22.80 ^c	6.76 ^c	0.0676 ^c	40.19 ^{b-d}
Maradona	5.14 ^d	27.20 ^d	100 ^g	20.05 ^f	22.11 ^d	6.77 ^c	0.0674 ^d	38.49 ^{cd}
Milova	5.23 ^d	27.72 ^{cd}	141 ^c	17.32 ⁱ	23.45 ^b	7.06 ^c	0.0673 ^d	44.45 ^{a-c}
Boren	5.20 ^d	27.27 ^d	167 ^b	25.53 ^c	24.26 ^a	7.43 ^b	0.0687 ^a	40.14 ^{b-d}
Cosima	6.23 ^a	39.39 ^a	131 ^b	25.52 ^c	17.12 ^f	5.58 ⁱ	0.064 ^f	46.40 ^{ab}
Granola	6.00 ^c	37.07 ^b	127 ^e	26.31 ^b	16.43 ^h	5.71 ^h	0.0663 ^j	35.84 ^{de}
Agria	6.13 ^b	39.28 ^a	170 ^a	24.64 ^d	17.85 ^e	6.08 ^g	0.0674 ^d	47.37 ^a

میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند، اختلاف آماری معنی‌داری در آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means which have at least one common letter are not significantly different at the 5% level using DMRT

منفی شدن مقدار آن به این دلیل است که سرعت رشد نسبی با تغییرات وضعیت فتوسنتز و تنفس گیاه تغییر یافته، در نتیجه رشد گیاه و افزایش مقدار تنفس در اواخر دوره‌ی رشد، سرعت رشد نسبی منفی می‌گردد. بالا رفتن نسبت بافت‌های ساختمانی به بافت‌های فعال مریستمی، افزایش سن برگ‌ها هم‌چنین، کاهش نسبت سطح برگ (LAR) و کاهش میزان جذب خالص (NAR) و افزایش سایه‌اندازی برگ‌های بالایی بر برگ‌های پایینی با گذشت زمان از جمله سایر دلایل منفی شدن میزان سرعت رشد نسبی در میان ارقام سیب‌زمینی مورد کشت در سطح مزرعه و گلخانه می‌باشد. نتایج به دست آمده با نتایج حاصل از بررسی‌های لباسچی و شریفی عاشورآبادی (۱۳۸۲) و (Smeets and Garretson, 1986) مطابقت

در جداول مقایسه میانگین‌ها، بیش‌ترین سرعت رشد نسبی مربوط به رقم بورن (متوسط‌رس) و کم‌ترین مقدار در رقم گرانولا (دیررس) دیده شد (جدول سه). در ابتدای دوره‌ی رشد به‌علت جوان و کوچک‌بودن برگ‌ها، کلیه سلول‌ها در فتوسنتز و تولید مواد فتوسنتزی نقش فعالی دارند و حداکثر سرعت رشد نسبی در این زمان به‌وجود می‌آید، با گذشت زمان برگ‌های پایین گیاه به‌علت افزایش سن و قرار گرفتن در سایه برگ‌های جوان‌تر قادر به فتوسنتز مناسب نیستند. بنابراین نسبت مواد فتوسنتزی تولید شده به کل وزن خشک کاهش می‌یابد. بنابراین یک روند نزولی در منحنی تغییرات سرعت رشد نسبی مشاهده می‌شود. در اواخر دوره رشد نیز سرعت رشد نسبی در کلیه‌ی ارقام مقادیر منفی شد. کاهش RGR به‌صورت خطی و در نهایت

دارند LAR آنها بیش‌تر از گیاهانی نظیر آفتابگردان، پنبه و نظایر آن است (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۶۶). از آن جایی که برگ‌های گیاه، مهم‌ترین اندام‌های تولید کننده مواد فتوسنتزی برای گیاه به‌شمار می‌آیند، زیاده‌تر بودن نسبت LAR نشان‌دهنده قدرت بیش‌تر گیاه برای تولید مواد فتوسنتزی است. به همین دلیل در ابتدای فصل، قسمت اعظم اندام‌های هوایی را برگ‌ها تشکیل می‌دهند، بنابراین نسبت LAR در اول فصل در حداکثر مقدار خود می‌باشد ولی با شروع تشکیل ساقه از نسبت برگ به ساقه کاسته شده و تا اواخر فصل، روند نزولی ادامه پیدا می‌کند. کاهش شدید LAR در آخر فصل، از یک طرف به‌خاطر کاهش و یا متوقف شدن تولید برگ توسط گیاه و از طرف دیگر به‌خاطر از دست دادن برگ‌ها (ریزش برگ‌ها) است. در جدول تجزیه واریانس، در بین ارقام مختلف سیب‌زمینی از نظر نسبت سطح برگ اختلاف آماری در سطح یک درصد وجود داشت (جدول دو). حداکثر LAR به‌ترتیب مربوط به ارقام آگریا و مارفونا بود و حداقل LAR در مربوط به ارقام مارادونا و بورن بود (جدول سه). روند تغییرات نسبت سطح برگ در ارقام سیب‌زمینی بدین صورت بود که با رسیدن گیاه به آخر فصل رشد به‌سرعت کاهش یافت. نسبت سطح برگ نشانگر بزرگی منابع فتوسنتزکننده در گیاه می‌باشد. کاهش LAR در ارقام مختلف بیانگر این واقعیت است که به‌دلیل رشد سریع غده، بخش بیش‌تری از مواد فتوسنتزی ساخته شده به بافت‌های ذخیره‌ای گیاه اختصاص یافته و LAR از همان اوایل دوره‌ی رشد در ارقام مختلف روند نزولی دارد. نتایج به‌دست آمده با مطالعات انجام شده توسط (Smeets and Garretson, 1986; Midmore and Prange, 1992) مطابقت دارد.

سطح ویژه برگ (Special Leaf Area)

در جداول تجزیه واریانس اختلاف بین ارقام مختلف سیب‌زمینی از نظر سطح ویژه برگ در سطح آماری یک درصد معنی‌دار شد (جدول دو). در جدول مقایسه میانگین‌ها حداکثر SLA مربوط به ارقام سانتانا و حداقل آن مربوط به رقم راموس می‌باشد (جدول سه). روند تغییرات سطح برگ، در ارقام

دارد. میرزاخانی و همکاران (۱۳۸۶) حداکثر و حداقل سرعت رشد نسبی را با میانگین ۰/۱۳ و ۰/۱۱ گرم بر گرم در روز را به‌ترتیب مربوط به ارقام اراک-۲۸۱۱ و ژایلا بیان داشتند.

سرعت جذب خالص (Net Assimilate Rate)

در جداول تجزیه واریانس اختلاف آماری معنی‌داری بین ارقام مختلف سیب‌زمینی از نظر سرعت جذب خالص وجود دارد. حداکثر میزان جذب خالص مربوط به ارقام شپدی و مارفونا و حداقل آن در رقم کوزیما مشاهده شد (جدول سه). روند تغییرات سرعت جذب خالص در ارقام سیب‌زمینی در ابتدای فصل رشد به‌علت کوچکی گیاه و قرار گرفتن غالب برگ‌ها در معرض نور خورشید، مقدار NAR در بالاترین سطح خود قرار داشت. با گذشت زمان و با توجه به افزایش شاخص سطح برگ و بیش‌تر شدن سایه‌اندازی برگ‌ها روی هم و از طرفی افزایش سن برگ که در پی آن کارایی فتوسنتزی برگ‌ها کاهش می‌یابد در نتیجه سرعت جذب خالص نیز کاهش می‌یابد.

در اواخر دوره رشد میزان سرعت جذب خالص بسیار کاهش یافته به‌گونه‌ای که مقادیر منفی می‌گردد. نتایج به‌دست آمده با بررسی‌های (Fonseka et al., 1996) مطابقت دارد. بر اساس نتایج به‌دست آمده، ارقام مختلف سیب‌زمینی از نظر آسمیلاسیون خالص تفاوت‌هایی با یکدیگر نشان دادند.

نسبت سطح برگ (Leaf Area Ratio)

تولید محصول با دریافت انرژی خورشیدی توسط گیاه و تبدیل آن به غذا و مواد قابل استفاده دیگر صورت می‌گیرد، بنابراین سرعت گسترش برگ‌ها برای دریافت این انرژی حائز اهمیت می‌باشد. یکی از شاخص‌های رشد که به‌خوبی این امر را آشکار می‌سازد، نسبت سطح برگ می‌باشد. بالا بودن مقدار LAR نشان‌دهنده‌ی پربریگی گیاه است و میزان سرمایه‌گذاری گیاه در برگ‌ها را نشان می‌دهد. گیاهان ابتدا سرمایه‌گذاری در برگ‌ها را افزایش و سپس کاهش می‌دهند. در گیاهانی مثل گندم، گلرنگ، کلزا و به‌طور کلی گیاهانی که مرحله روزت

عملکرد غده

با توجه به جدول تجزیه واریانس بین ارقام مختلف سیب‌زمینی از نظر عملکرد غده اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک در صد وجود دارد. بیش‌ترین عملکرد غده با میانگین ۴۷/۳۷ و کم‌ترین مقدار آن با میانگین ۲۵/۶۴ تن در هکتار به‌ترتیب مربوط به ارقام آگریا و سانته بود (جدول دو). به‌نظر می‌رسد که رقم آگریا توانسته است با شاخص سطح برگ بالایی که نسبت به سایر ارقام دارد، به‌خوبی از تشعشع خورشیدی استفاده نماید و مقدار مواد فتوسنتزی بیش‌تری نسبت به سایر ارقام تولید و در غده‌ها ذخیره نماید. دارایی (۱۳۸۶) در بررسی اثر تراکم بوته و تاریخ برداشت بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام سیب‌زمینی طی دو سال زراعی گزارش نمود که در بین ارقام مورد بررسی، رقم سانته با میانگین ۲۳/۸۷ تن در هکتار و رقم پیکاسو با میانگین ۱۱/۰۷ تن در هکتار به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد کل را در بین سایر ارقام به‌خود اختصاص دادند. همچنین مقدار عملکرد غده قابل فروش این ارقام به‌ترتیب ۲۱/۱۴ و ۹/۷۰ تن در هکتار بود. مرتضوی بک و همکاران (۱۳۸۵) طی بررسی امکان کشت تابستانه ارقام سیب‌زمینی در اصفهان گزارش نمودند که در بین ارقام مورد بررسی، رقم سانته با میانگین ۲۳/۳ تن در هکتار و رقم مارفونا با میانگین ۱۳/۹ تن در هکتار به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد کل را در بین سایر ارقام به‌خود اختصاص دادند. همچنین بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد غده‌های درشت نیز به ترتیب ۱۲/۵ و ۷/۸ تن در هکتار مربوط به همین ارقام بود.

حسین پناهی و همکاران (۱۳۸۸) در ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد کشت مخلوط سیب‌زمینی و ذرت گزارش نمودند که در بین تیمارهای مورد بررسی، بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد اقتصادی غده با میانگین ۲۶/۱۳ و ۹/۳۵ تن در هکتار به‌ترتیب مربوط به تیمار تک کشتی سیب‌زمینی و تیمار کشت مخلوط ردیفی سیب‌زمینی و ذرت بود. خورشیدی بنام و همکاران (۱۳۸۱) در بررسی اثرات تنش خشکی بر ارقام سیب‌زمینی گزارش نمودند که اثر ارقام مختلف بر عملکرد غده در سطح آماری

سیب‌زمینی مورد مطالعه از یک روند نزولی پیروی می‌کند. در واقع در ابتدا به‌علت کم بودن وزن خشک برگ‌ها نسبت به سطح آن‌ها سطح ویژه‌ی برگ زیاد می‌باشد اما در ادامه رشد گیاه با افزایش وزن خشک اندام هوایی و به دنبال آن بالارفتن وزن خشک برگ سبز میزان SLA کاهش می‌یابد. سطح ویژه برگ به‌علت این که سطح برگ‌ها را نسبت به وزن خشک آنها می‌سنجد، معیاری از وزن مخصوص یا ضخامت نسبی برگ است. هر چه مقدار این کمیت زیادتر باشد، نشان‌دهنده ضخامت کم‌تر برگ و کارایی کم‌تر آن در فتوسنتز است (Keating and Carberry, 1993). بررسی‌های (Smeets and Garretson, 1986; Midmore and Prange, 1992) وجود اختلاف معنی‌دار بین ارقام را از نظر سطح ویژه برگ، تأیید می‌نماید.

دوام سطح برگ (Leaf Area Duration)

در جدول تجزیه واریانس، بین ارقام مختلف سیب‌زمینی از نظر دوام سطح برگ در سطح احتمال یک درصد اختلاف آماری معنی‌داری وجود دارد (جدول دو). در جدول مقایسه میانگین‌ها، حداکثر LAD مربوط به رقم کوزیما و حداقل آن مربوط به رقم سانته می‌باشد (جدول سه). نحوه تغییر شاخص سطح برگ در طول دوره رشد، یا به‌عبارت دیگر، دوام سطح برگ (LAD) بیش از مقدار مطلق سطح برگ با عملکرد ماده‌ی خشک گیاه ارتباط دارد. زیرا هر چه دریافت انرژی خورشیدی در طول زمان زیادتر باشد زمینه برای تولید ماده‌ی خشک بیش‌تر در طول زمان زیادتر خواهد بود. زیادتر بودن شاخص سطح برگ (LAI) و دوام سطح برگ (LAD) به‌ترتیب سبب زیادتر شدن میانگین سرعت رشد محصول و حفظ این سرعت برای مدت طولانی‌تری در دوره‌ی رشد گیاه می‌شود و سرانجام در تولید ماده‌ی خشک و احتمالاً عملکرد اقتصادی را به‌دنبال خواهد داشت (نوری‌اظهر و احسان‌زاده، ۱۳۸۶). نتایج به دست آمده با نتایج سایر محققان مطابقت دارد (Board et al., 1990; Gorden et al., 1997; Kooman and Rabbinge, 1996).

یک درصد معنی‌دار بود و در بین ارقام مورد بررسی، میانگین ۱/۲۳ کیلوگرم در هر گلدان به ترتیب رقم آگریا در شرایط بدون تنش با میانگین ۲/۵۳ کیلوگرم در هر گلدان و رقم دراگا در شرایط تنش با بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد کل غده را در بین سایر ارقام به خود اختصاص دادند.

References

منابع

- احسان‌زاده، پ و زارعیان بغدادآبادی، ع. ۱۳۸۲. اثر تراکم بوته بر عملکرد، اجزای عملکرد و برخی ویژگی‌های رشد دو رقم گلرنگ در شرایط آب و هوایی اصفهان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال هفتم، شماره اول، صفحات ۱۳۹ تا ۱۲۹.
- بی‌نام. ۱۳۸۹. آمار نامه کشاورزی محصولات زراعی سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵. دفتر آمار و فناوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی، جلد اول، ۱۳۳ صفحه.
- حسین پناهی، ف.، کوچکی، ع. ر.، نصیری محلاتی، م. و قربانی، ر. ۱۳۸۸. ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد در کشت مخلوط سیب‌زمینی و ذرت. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. جلد هفتم، شماره اول. صفحات ۲۳ تا ۳۰.
- خواججه‌پور، م. ر. ۱۳۸۳. گیاهان صنعتی. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان، ۵۸۰ صفحه.
- خورشیدی بنام، م. ب.، رحیم‌زاده‌خویی، ف.، میرهادی، م. ج. و نورمحمدی، ق. ۱۳۸۱. بررسی اثرات تنش خشکی در مراحل رشد ارقام مختلف سیب‌زمینی. مجله علوم زراعی ایران. جلد چهارم، شماره اول. صفحات ۴۸ تا ۵۸.
- دارابی، ع. س. ۱۳۸۶. اثر تراکم بوته و تاریخ برداشت بر عملکرد و اجزای عملکرد چند رقم سیب‌زمینی در بهبهان. مجله نهال و بذر. جلد بیست و سوم، شماره دوم. صفحات ۲۳۳ تا ۲۴۴.
- ربیعی مطمئن، ل. ۱۳۷۶. مطالعه خصوصیات فیزیولوژیکی برخی از ارقام سیب‌زمینی استان اصفهان (مورن، مارفونا و آگریا) به صورت خام و فرآیند شده طی مدت انبارداری سیب‌زمینی. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی اصفهان.
- رضایی، ع. و سلطانی، ا. ۱۳۷۵. زراعت سیب زمینی (ترجمه). چاپ اول. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه مشهد. سرمدنیا، غ. ج و کوچکی، ع. ۱۳۶۶. جنبه‌های فیزیولوژیکی زراعت دیم (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۲۴ صفحه.
- کوچکی، ع. و. بنایان، م. ۱۳۷۳. فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۳۷۹ صفحه.
- لباسچی، م. ج.، رضایی، ع. و کریمی، م. ۱۳۷۳. بررسی شاخص‌های فیزیولوژیک رشد یولاف ارقام جو. مجله پژوهش و سازندگی. ۲۴.
- لباسچی، م. ج. و شریفی عاشورآبادی، ا. ۱۳۸۲. استفاده از شاخص‌های فیزیولوژیک رشد در بهره‌برداری مناسب از گل راعی. مجله پژوهش و سازندگی ۶۵:۶۵-۷۵.
- مندنی، ف.، گلزردی، ف.، احمدوند، گ.، سپهری، ع. و جاهدی، آ. ۱۳۸۶. اثر طول دوره تداخل علف‌های هرز بر قابلیت جذب و کارایی مصرف نور توسط تاج پوشش سیب‌زمینی رقم آگریا در دو تراکم کشت بذری و تجاری. مجله پژوهش کشاورزی: آب، خاک و گیاه در کشاورزی. جلد هفتم، شماره اول. صفحات ۲۷ تا ۴۰.
- مرتضوی بک، ا.، امین‌پور، ر.، و پوریای ولی، م. ۱۳۸۵. بررسی امکان کشت تابستانه ارقام سیب‌زمینی با استفاده از دو روش شکستن خواب غده‌های بذری. مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی. شماره ۷۳. صفحات ۷۹ تا ۸۶.
- میرزاخانی، م.، اردکانی، م. ر. و شیرانی‌راد، ا. ح. ۱۳۸۶. آنالیز رشد ارقام گلرنگ بهاره در اراک. مجله علمی-پژوهشی دانش کشاورزی ایران. جلد ۴، شماره (۲). صفحات ۱۱۱ تا ۱۲۲.

- نوری‌اظهر، ج. و احسان‌زاده، پ. ۱۳۸۶. بررسی روابط برخی شاخص‌های رشد و عملکرد پنج هیبرید ذرت در دو رژیم آبیاری در منطقه اصفهان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۲۷۲-۲۶۱:۴۱.
- Board, J.E., Harville, B.G., and Soxton, A.M. 1990.** Branch dry weight in relation to yield increases in narrow row soybean. *Agronomy Journal*, 82: 540-544.
- Borego, F., Fernandez, M., Iopez, A., Parga, V., Murillo, M. and Carvajal, A. 2000.** Growth analysis in seven potato cultivars (*solanum tuberosum*). *Agronomia Mesoamericana*, 11(1):145-149.
- FAOSTAT Database. 2007.** Food and Agriculture Organization of United National.
- Fonseka, H.D., Asanuma, K., Kustani, A., Ghosh, A.K. and Ueda, K. 1996.** Growth and Yield of potato cultivars in Spring Sropping. *Japanese Journal of Crop Science*, 65(2):269-276.
- Gardner, F.B., Pearce, T.B. and Mitchen, R.L. 1985.** Physiological of crop plants. Iowa state University Press, USA, pp.186-208.
- Gorden, R., Brown, D.M., and Dixon, M.A. 1997.** Estimation Potato leaf area index for Specific cultivars. *Potato Research*, 40: 251-266.
- Gremew. E.B., Stey, J.M., and Annandal, J.G. 2007.** Evaluation of growth performance and dry matter partitioning of four processing potato (*Solanum tuberosum*) cultivars. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 35:385-393.
- Isoda, A., Nakaseko, K., Gotoh., K., and Nishibe, S. 1987.** Productivity of some hybrid strins between *Andigena* and *tuberosum* in potato. *Japannian. Journal of Crop Science*. 56(3):379-386.
- Kawakami, J., Iwama, K., Jitsuyama, Y., and Zheng, X. 2004.** Effect of Cultivar Maturity period on the Growth and Yield of potato Plants Grown from Microtubers and Conventional Seed tubers. *American Journal of Potato Research*, 81:327-333.
- Keating, B.A., and Carberry, P.S. 1993.** Resource captures and use in intercropping: Solar radiation .*Field Crops Research*, 34:273-301.
- Kooman, P.L., and Rabbinge, R. 1996.** An analysis of the relation between dry matter allocation to the tuber and earliness of a potato crop. *Annals of Botany*, 77:335-242.
- Midmore, D.J., and Prange, R.K. 1992.** Growth responses of two *solanum* species of contrasting Temperatures and Irradiance levels Relations to photosynthesis, dark Respiration and chlorophyll fluorescence. *Annals of Botany*, 69:13-20.
- Morrison, M.J., Stewart, D.W. and Mcvetty, P.B.E. 1992.** Maximum area expansion rate and duration of summer rape leaves. *Cannadian Journal of Plant Science*, 72:117-126.
- Pourrahim, R., Farzadfar, SH., Golnaraghi, A.R., and Ahoomanesh, A. 2007.** Incidence and distribution of important viral pathogens in Iranian potato fields. *Plant Disease*. 91: 609-615.
- Russel, M.P., Wilhelm, W.W., Olson, R.A., and Power, J.F. 1984.** Growth analysis based on degree days. *Crop Scienc*. 24:28- 32.
- Siddique, K.H.M., Beford, R.K., Perry, M.W., and Tennant, D. 1989.** Growth development and light interception of old and modern wheat cultivars and mediterranean type environment. *Australian Journal of Agriculture Research*, 40: 473- 487.
- Sivertsen, T.H., Nejedlik, P., Oger, R., and Sigvald, R. 1999.** Phenology of crops and development of pests diseases. COST 711. The operational applications of meterology to agriculture, including horticulture, Report 1/99. The Norway Crop Research Institute. ISBN 82-479-0125-0.
- Smeets, L., and Garretson, F. 1986.** Growth analysis of tomato genotypes grown under Low night temperatures and low light intensity. *Euphyica*, 35:701-715.
- Van der Veecken, A.J., and Lommoen, H. 2009.** How planting density affects number and yield of potato minitubers in commercial glasshouse production system. *Potato research*.52:105-119.