



## ارزیابی پتانسیل تولید مینی تیوبر ارقام و کلون‌های امیدبخش نیمه‌دیررس سیب‌زمینی در سیستم هواکشت

داود حسن پناه<sup>\*</sup>

### چکیده

این تحقیق به منظور بررسی پتانسیل تولید مینی تیوبر کلون‌ها و ارقام امیدبخش نیمه‌دیررس سیب‌زمینی در سیستم هواکشت طی سه سال (۱۳۹۰-۱۳۹۲) در آزمایشگاه و گلخانه شرکت به‌پرو سبلان اردبیل انجام شد. تعداد پنج کلون و رقم (شامل سه کلون امیدبخش ۳-۳۹۷۰۰۹، ۱۰-۳۹۷۰۸۲ و ۱-۳۹۷۰۸۱ و دو رقم خاوران و آگریا) براساس طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار بررسی شدند. در طی دوره رشد و بعد از برداشت صفات ارتفاع بوته، تعداد ساقه اصلی در بوته، تعداد و وزن مینی تیوبر در مترمربع، متوسط وزن مینی تیوبر در مترمربع و وضعیت انبارمانی اندازه‌گیری شدند. نتایج تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی نشان داد که بین کلون‌ها و ارقام مورد مطالعه از لحاظ صفات تعداد و وزن مینی تیوبر در مترمربع، متوسط وزن مینی تیوبر در مترمربع، ارتفاع بوته و تعداد ساقه اصلی در بوته اختلاف معنی‌دار وجود دارد. کلون‌های امیدبخش نیمه‌دیررس ۱-۳۹۷۰۸۱ و ۳-۳۹۷۰۰۹ از لحاظ تعداد مینی تیوبر در مترمربع (به ترتیب ۲۷۶۶ و ۲۱۴۱ مینی تیوبر)، وزن مینی تیوبر در مترمربع (به ترتیب ۱۱۴۰۰ و ۱۶۵۰۰ گرم) و کلون امیدبخش نیمه‌دیررس ۱-۳۹۷۰۸۱ از لحاظ متوسط وزن مینی تیوبر در مترمربع (۵/۵۹ گرم) و ارتفاع بوته (۱۷۴ سانتی‌متر) دارای بیشترین مقدار بودند. اختلاف تعداد مینی تیوبر در مترمربع کلون‌های امیدبخش نیمه‌دیررس ۱-۳۹۷۰۸۱ و ۳-۳۹۷۰۰۹ با رقم آگریا به ترتیب ۱۱۶۶ و ۵۴۱ مینی تیوبر در مترمربع بود. متوسط وزن مینی تیوبر در مترمربع در سیستم هواکشت ۶/۱۶ گرم بود.

**واژگان کلیدی:** سیب‌زمینی، کلون، مینی تیوبر، هواکشت.

## مقدمه

سیب‌زمینی از نظر اهمیت غذایی سومین محصول پس از گندم و برنج در ایران به شمار می‌رود. با توجه به این‌که در بسیاری از محصولات کشاورزی به‌ویژه سیب‌زمینی بیماری‌های ویروسی سهم به‌سزایی در کاهش عملکرد و کیفیت محصول دارند. اهمیت ایجاد گیاهچه‌های سالم و مینی‌تیوبرهای عاری از ویروس و ازدیاد و تکثیر سریع آنها در سطح وسیع کاملاً روشن است (Hassanpanah, 2011). مینی‌تیوبرها غده‌های بذری کوچکی هستند که از گیاهچه‌های تکثیر یافته در شرایط درون‌شیشه‌ای تولید و بعداً به گلخانه منتقل می‌گردند. مینی‌تیوبرها معمولاً با نشا مستقیم گیاهان کامل ناشی از درون شیشه‌ای با تراکم زیاد در گلخانه تولید می‌شوند (Lommen and Struik, 1992c). مینی‌تیوبرها در سطح وسیع تولید و در برنامه‌های تولید و تکثیر غده بذری سیب‌زمینی به کار می‌رود. کشت گیاهچه‌های تکثیر شده در خاک می‌تواند روش سریع برای تولید مینی‌تیوبر و غده سیب‌زمینی بذری باشد (Ahloowalia, 1994). بسیاری از کشورهای دارای مناطق عاری از ناقل بیماری‌های ویروسی و نواحی ایزوله که تولید غده‌های مطلوب را میسر می‌سازد، نیستند. کشورهای تایوان (Wang and Hu, 1982)، کره جنوبی (Wan et al., 1994)، ایتالیا (Ranalli et al., 1994)، جزایر فیلیپین (Rasco et al., 1995) و آفریقای جنوبی (Walter and Christie, 1997) فن تولید مینی‌تیوبر را روش حیاتی برای تولید سیب‌زمینی بذری بیان می‌کنند. تولیدکنندگان مینی‌تیوبرهایی به وزن ۴ تا ۳۲ گرم را ترجیح می‌دهند و بعضی از تولیدکنندگان نسبت به تقسیم مینی‌تیوبر برای تکثیر و کاهش هزینه‌ها استفاده

می‌کنند که این کار مشکل شیوع بیماری‌ها را به دنبال دارد (Georgekis et al., 2002). تعداد بیشتر مینی‌تیوبر در هر بوته می‌تواند با تکرار یک یا بیشتر برداشت طی فصل تولید (Lommen, and Struik, 1992c)، کاشت مترکم در بستر گلخانه‌ای (Jones, 1988)، آب‌کشت (Muro et al., 1997; Rolot and Seutin, 1999) یا هواکشت (Nichols et al., 2004; Kang and Han, 2005)؛ (Nugaliyadde et al., 2005) and Mingo-Castel, 2006 و (Hassanpanah, 2011) تولید گردد. لومن و استروئیک (Lommen and Struik, 1992a) در شرایط گلخانه‌ای در سیستم معمولی با برداشت‌های تکراری (غیرتخریبی) بیش از ۱۸۰۰ مینی‌تیوبر در هر متر مربع در طول ۱۰ هفته تولید کرد که با در نظر گرفتن ۳۵۰ گیاهچه در متر مربع، از هر گیاهچه به طور متوسط ۵ عدد مینی‌تیوبر قابل استحصال بود. همچنین آنها گزارش کردند که اولین میان برداشت، پیدایش غده‌های جدید را تحریک می‌کند و دومین میان برداشت، رشد غده‌هایی که خیلی کوچک مانده‌اند را تحریک می‌کند (Lommen and Struik, 1992b). آنها به این نتیجه رسیدند که تعداد مینی‌تیوبرها به‌طور کلی افزایش می‌یابد ولی وزن غده‌ها کاهش پیدا می‌کند که این موضوع شاید به دلیل خسارت ریشه و تغییر ذخایر غده‌ها باشد (Lommen and Struik, 1992a). لومن (Lommen, 1995) با استفاده از سیستم برداشت مکرر در شرایط گلخانه‌ای در سیستم معمولی، بیش از ۳۵۰۰ غده با سایز کوچک (کمتر از ۵ میلی‌متر) در مترمربع تولید نمود. گاناسینا و هاریس (Gunaseena and Harris, 1968) نتیجه گرفتند در بوته‌های که میان برداشت ندارند اگر قبل از پیدایش غده کود داده شود، تعداد غده‌های هر بوته افزایش می‌یابد. تکرار برداشت منجر

شده در این سیستم وزن کوچک‌تر از ۱۰ گرم داشتند (Caspersen *et al.*, 1999). نیکولز و همکاران (Nichols *et al.*, 2004) استفاده از روش سیستم هواکشت را روشی سریع برای تولید بذر سالم سیب‌زمینی پیشنهاد نمودند. سیستم هواکشت برای تولید سیب‌زمینی عاری از ویروس مورد استفاده قرار می‌گیرد (Kang and Han, 2005). در سیستم هواکشت دسترسی به ریشه امکان‌پذیر است و ریشه در هوا و بدون فشار مکانیکی رشد نموده و تهویه خوب ریشه‌ها باعث افزایش محصول می‌شود (Gysi and Allmen, 1997). در این روش می‌توان از بیماری‌های خاکزی جلوگیری کرده و با افزایش ذخیره آب و مواد معدنی در اطراف ریشه، تولید محصولات را بهینه نمود (Lugt *et al.*, 1964). در این سیستم به علت دسترسی آسان به ریشه می‌توان اقدام به برداشت مینی‌تیوبرهای تولید شده نمود. این روش کاشت با موفقیت برای تولید گونه‌های مثل کاهو (Gysi and Allmen, 1997)، گوجه فرنگی (Biddinger *et al.*, 1998)، خیار (Park *et al.*, 1997)، گل داوودی (Molitor *et al.*, 1999) و گیاه فرفیون مکزیکی (Scoggins and Mills, 1998)، *Acacia mangium* (Martin-Laurent *et al.*, 1997) و سیب‌زمینی (Nichols *et al.*, 2004؛ Kang and Han, 2005؛ Nugaliyadde *et al.*, 2005؛ Hassanpanah, Farran Mingo-Castel, 2006) مورد استفاده قرار گرفته است. ریتز و همکاران (Ritter *et al.*, 2001) با بررسی مینی‌تیوبرهای تولیدی در سیستم کشت هیدروپونیک و هواکشت نتیجه گرفتند که عملکرد غده تولیدی در بوته در سیستم هواکشت ۷۰ درصد و تعداد غده بیش از ۲/۵ برابر بود. همچنین، گزارش کردند در این سیستم وزن غده ۳۳ درصد کاهش می‌یابد. نوگالیاده و همکاران

به تولید غده‌های بسیار ریز می‌شود، بنابراین ممکن است برای تولید تجاری مطلوبیت کمتری داشته باشد. از آن جایی که مینی‌تیوبرهای کوچک‌تر ضایعات و تلفات بیشتری از غده‌های بزرگ‌تر طی دوره انباری نشان می‌دهند (Lommen, 1993) و عملکرد ضعیفی در کشت مزرعه‌ای دارند (Karafyllidis *et al.*, 1997)، تولید غده‌های بزرگ‌تر ترجیح داده می‌شود. بنابراین، افزایش تعداد غده در بوته می‌بایست با افزایش وزن غده همراه باشد. طی آزمایشی در تراکم ۱۷۵ گیاهچه در مترمربع و استفاده از دو برداشت غیرتخریبی (هفته‌های چهارم و هفتم پس از انتقال گیاهچه‌های آزمایشگاهی به گلخانه) و برداشت تخریبی سوم (هفته دهم پس از انتقال به گلخانه)، بیش از ۲۰۰۰ مینی‌تیوبر در متر مربع به وزن متوسط ۱-۲ گرم در مدت ۱۰ هفته در شرایط طول روز کوتاه (۱۲ ساعته) و درجه حرارت پایین (روزانه ۲۰ درجه سلسیوس و شبانه ۱۲ درجه سلسیوس) تولید شد. در این آزمایش دوره ترمیم و بهبود مینی‌تیوبرها به مدت ۲ هفته در دمای ۱۸ درجه سلسیوس و در تاریکی، رطوبت نسبی بالا، پوشش پلاستیکی باز و با اجتناب از تهویه قوی انجام گردید. به‌منظور نگهداری طولانی مدت مینی‌تیوبرها، از شرایط درجه حرارت پایین (۲-۴ درجه سلسیوس)، رطوبت نسبی بالا و بدون پوشش پلاستیکی استفاده شد (Lommen and Struik, 1992b).

قدرت توتی‌پتنسی در اکثر گیاهان وجود دارد (Mascarenhas, 1993). اگر از این خاصیت در جهت تولید مینی‌تیوبر استفاده شود، مسلماً کارایی تولید محصول بذری به خصوص بذر سالم را افزایش می‌دهد. تا سال ۱۹۹۰ سیستم هواکشت برای تولید سیب‌زمینی عاری از ویروس فقط در تعدادی از کشورها انجام شده بود. این سیستم باعث کاهش اثر عوامل طبیعی محیط می‌شود. بیشتر غده‌های تولید

طول دوره روشنایی ۱۶ ساعت با شدت ۵۰۰۰ لوکس، دمای ۲۲-۱۸ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۷۵-۶۵ درصد بود.

در سال دوم (۱۳۹۱) گلخانه تحقیقاتی برای تولید مینی‌تیوبر در سیستم هواکشت طراحی گردید. برای اجرای این آزمایش، زمینی به مساحت ۹×۱۶ متر در کیلومتر ۷ جاده اردبیل به آستارا، روبروی فرودگاه اردبیل در شرکت به‌پرور سبلان که عاری از هر گونه درخت و سایر گیاهان به‌ویژه تیره سولاناسه (به شعاع ۵۰۰ متری) می‌باشد، انتخاب و گلخانه تحقیقاتی احداث گردید. سیستم الکتریکی، آب و سایر امکانات در این گلخانه در دسترس می‌باشد. برای زمین گلخانه پس از لوله‌کشی زیرزمینی، از کف سیمانی استفاده شد. کف سیمانی باعث می‌شود در طول روزهای آفتابی، حرارت و گرمای زیادی را جذب و بازتابش کند. در سقف و درب‌ها از حفاظ برای جلوگیری از ورود حشرات به داخل گلخانه استفاده گردید. ارتفاع گلخانه ۳ متر بود. ارتفاع جعبه‌های کشت یک متر، طول و عرض ۱/۲۵ متر و جنس آن از پلاستیک انتخاب شد. داخل این جعبه‌ها طوری طراحی شده که در زمان کار سیستم محلول غذایی براساس جاذبه از مه‌پاش به طرف مخزن محلول غذایی باز می‌گردد. پوشش داخلی جعبه‌ها ۲ بار با رنگ سیاه و پوشش خارجی آنها ۲ بار با رنگ سفید رنگ‌آمیزی شدند تا جلوی هدایت نور به سمت ریشه‌ها گرفته شود. برای پوشش بالایی از فوم و پوشش بیرونی از پلاستیک سفید استفاده شد تا حرارت کمتری تجمع یابد و پراکنش نور برای گیاهان مناسب‌تر شود. پمپ‌ها و مخازن در قسمت بیرونی جعبه‌های فرعی و تمام جعبه‌ها شبیه به سمت مخازن داشتند. این شیب باعث می‌شود محلول غذایی اضافی براساس نیروی جاذبه به سمت مخازن برگردد. بنابراین، مخزن پایین‌تر از سطح زمین ساخته

(Nugaliyadde *et al.*, 2005) گزارش کردند که سیستم هواکشت برای تولید بذر پیش‌پایه سیب‌زمینی مناسب می‌باشد و نتیجه گرفتند که طول استولون و تعداد غده در بوته در این سیستم بیشتر می‌باشد. حسن‌پناه (Hassanpanah, 2011) افزایش تعداد مینی‌تیوبر در مترمربع در سیستم هواکشت نسبت به روش معمولی را ۴۹۳ عدد گزارش نمود.

این تکنولوژی (سیستم هواکشت) کشور را قادر می‌سازد تا بذر مورد نیاز خود را سریعاً، در مقادیر زیاد، قیمت مناسب و سلامت بالا تولید نماید. اگر به ازای کشت هر هکتار، ۴ تن بذر اختصاص یابد برای تامین بذر ۱۴۹ هزار هکتار سطح زیرکشت، سالانه به بیش از ۴۸۰ هزار تن بذر گواهی شده در کشور نیاز است (Hassanpanah, 2011). لذا این تکنولوژی می‌تواند برای تامین پایدار این حجم بذر به طور سالانه به لحاظ اقتصادی و تامین امنیت غذایی کشور نقش به‌سزایی ایفا نماید.

هدف از این آزمایش بررسی پتانسیل تولید مینی‌تیوبر کلون‌ها و ارقام امیدبخش سیب‌زمینی در سیستم هواکشت، افزایش کارایی تولید مینی‌تیوبر در سیستم هواکشت و بالا بردن نرخ تکثیر مینی‌تیوبر به ازای هر گیاهچه می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

این تحقیق به منظور بررسی پتانسیل تولید مینی‌تیوبر کلون‌ها و ارقام امیدبخش نیمه‌دیررس سیب‌زمینی در سیستم هواکشت، طی سه سال (۱۳۹۰-۱۳۹۲) در آزمایشگاه و گلخانه شرکت به‌پرور سبلان اردبیل انجام شد. در سال اول (۱۳۹۰) این آزمایش، سه کلون امیدبخش (۳-۳۹۷۰۰۹، ۱۰-۳۹۷۰۸۲ و ۱-۳۹۷۰۸۱) و دو رقم (خاوران و آگریا) به روش کشت مریستم و قلمه‌های تک‌جوانه به تعداد ۲۵۰ گیاهچه از هر کلون و رقم تکثیر شدند. شرایط رشد محیطی در کلیه مراحل تحقیق در اتاقک رشد با

کمی آب کاملاً حل شد و قبل از اضافه شدن به مخزن از صافی عبور داده شد تا ناخالصی‌ها حذف شوند. برای هفته اول ۱۰۰ لیتر محلول تهیه و به حجم ۲۰۰ لیتر رسانده شد (۵۰ درصد). بعد از هفته دوم، محلول غذایی به صورت کامل در حجم نهایی ۴۰۰ لیتر تهیه گردید. هر ماه محلول غذایی تعویض شدند. یک صافی ثابت شده در انتهای لوله زه‌کش که وارد مخزن می‌شود، تعویض شد تا قطعات ریشه یا سایر مواد جامد دیگر جمع‌آوری شوند. یک مخزن و یک پمپ اضافه برای مواقعی که پمپ یا مخزن مشکلی داشته باشد، در نظر گرفته شده بود. در سال سوم (۱۳۹۲)، تعداد سه کلون امیدبخش متوسط دیررس (۳-۳۹۷۰۰۹، ۱۰-۳۹۷۰۸۲ و ۱-۳۹۷۰۸۱) و دو رقم نیمه‌دیررس (خاوران و آگریا) براساس طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه طراحی شده تحقیقاتی برای سیستم هواکشت ارزیابی شدند. اندازه هر واحد آزمایشی ۲۰ بوته در نظر گرفته شد. گیاهچه‌های تولید شده پس از ریشه‌زایی در آزمایشگاه، به گلخانه تطابق‌پذیری منتقل شده و در محیط هواکشت قرار داده شدند و گیاهچه‌ها در روی جعبه نشا کشت گردیدند. طوقه گیاه به وسیله پنبه سیاه رنگ پوشیده شده و داخل منفذ موجود در فوم قرار داده شدند. بعد به وسیله یک جفت پنس، پنبه را گرفته و گیاهچه همراه با پنبه را داخل منفذ جعبه به حدی که ریشه‌ها در معرض پاشش محلول غذایی باشند، قرار داده شدند. زمانی که عملیات کشت گیاهچه‌ها به پایان رسید منافذ عبور نور به جعبه و همچنین در معرض قرار گرفتن ریشه‌ها با محلول غذایی کنترل گردید. در ابتدا گیاهان قادر هستند به مدت ۲ تا ۳ هفته سرپا باقی بمانند. بعد از این مدت آنها رشد سریع داشته و به قیم نیاز خواهند داشت. بعد از گذشت ۱۵ روز قیم‌زنی بوته‌ها انجام شد. بعد از یک ماه، برگ‌های پایینی به وسیله یک تیغ تیز و با

شد به طوری که قسمت پایینی هر جعبه بالاتر قسمت فوقانی مخزن قرار داشت. با توجه به این که مساحت جعبه کاشت ۱/۲۵×۱/۲۵ متر است. تراکم بهینه ۲۰ گیاهچه در مترمربع در نظر گرفته شد (فاصله بین گیاهچه ۲۰×۲۰ سانتی‌متر). مه‌پاش‌های تعبیه شده در داخل جعبه کاشت به راحتی تا شعاع ۵۰ سانتی‌متر را پوشش می‌دهند. بنابراین، در مرکز هر جعبه یک مه‌پاش نصب شد. برای پایین نگهداشتن دما و جلوگیری از حرارت خورشیدی در گلخانه از سایبان توری از جنس آلومینت<sup>۱</sup> استفاده شد. زمانی که دمای گلخانه از ۲۲ درجه سلسیوس بیشتر می‌شود، سایبان توری به صورت اتوماتیک فعال شده و فضای بالای گلخانه را می‌پوشاند. در نظر گرفتن دمای مناسب برای محلول غذایی خیلی مهم می‌باشد. زمانی که دمای محلول غذایی خیلی بالا بود (بالتر از ۲۰ درجه سلسیوس)، با قرار دادن تکه‌های یخ در ظروف پلاستیکی در محلول غذایی پایین‌تر آورده شد. یک ژنراتور برق آماده به کار نیز، در مواقع قطع برق، مه‌پاش شد. در هر جعبه کاشت از دو شیر گازی بیرونی استفاده شد. یکی از آنها، مسیر ورود محلول غذایی به جعبه‌ها را می‌بست و دیگری زمان تعویض محلول غذایی باز می‌شد. در هر مخزن مواد غذایی نیز دو شیر تعبیه شد. یکی از آنها، محلول غذایی را به جعبه‌ها هدایت کرد و دیگری محلول غذایی مازاد در جعبه کشت را به مخزن برمی‌گرداند. برای برگشت مازاد محلول غذایی به مخزن، لوله زه‌کش در پایین‌ترین قسمت انتهای هر جعبه قرار داده شد.

محلول غذایی مورد استفاده در این آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است. تمامی مواد به به راحتی در آب حل می‌شوند. مواد جداگانه در مقدار

۱- Alumint

سردخانه (۵-۴ درجه سلسیوس) منتقل شدند. آنالیز واریانس در قالب آزمایش کاملاً تصادفی و مقایسه میانگین بر اساس آزمون دانکن با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS 9.2 انجام شد.

این مقاله مستخرج از نتایج پروژه شماره ۹۰۱۷۱-۰۳-۳۷-۴ موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر می‌باشد.

### نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی نشان داد که بین کلون‌ها و ارقام مورد مطالعه از لحاظ صفات تعداد و وزن مینی‌تیوبر در مترمربع، متوسط وزن مینی‌تیوبر در متر مربع، ارتفاع بوته و تعداد ساقه اصلی در بوته اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۲). کلون‌های امیدبخش نیمه‌دیررس ۱-۳۹۷۰۸۱ و ۳-۳۹۷۰۰۹ از لحاظ تعداد مینی‌تیوبر در مترمربع به ترتیب در گروه a و b قرار داشتند (شکل ۱).

اختلاف تعداد مینی‌تیوبر در مترمربع کلون‌های امیدبخش نیمه‌دیررس ۱-۳۹۷۰۸۱ و ۳-۳۹۷۰۰۹ نسبت به رقم آگریا به ترتیب ۱۱۶۶ و ۵۴۱ مینی‌تیوبر در مترمربع بود. در این آزمایش (شرایط هواکشت) تعداد ۲۷۶۶ مینی‌تیوبر در مترمربع از کلون امیدبخش نیمه‌دیررس ۱-۳۹۷۰۸۱ تولید شد. در شرایط معمولی (با بستر خاک) حدود ۲۰۰ مینی‌تیوبر در مترمربع برداشت می‌شود (Hassanpanah, 2011). در این آزمایش تعداد ۲۵۶۶ مینی‌تیوبر در مترمربع در سیستم هواکشت نسبت به سیستم معمولی بیشتر به دست آمد. با توجه به نتایج دست آمده در این آزمایش، در صورت معرفی کلون امیدبخش نیمه‌دیررس ۱-۳۹۷۰۸۱ به عنوان رقم جدید و استقبال زارعین برای کشت آن و با توجه به پتانسیل تولید آن در شرایط هواکشت (۲۷۶۶ مینی‌تیوبر در مترمربع) مبلغ ۲۲۱۲۸ هزار ریال (با قیمت هر عدد مینی‌تیوبر ۸۰۰۰ ریال) سود بیشتری عاید

رعایت اصول بهداشتی حذف شدند. در صورتی که استولون‌ها در قسمت بالای ریشه تشکیل شده باشند، باید بوته‌ها پایین‌تر برده شوند. برخی از کلون‌ها و ارقام، استولون‌های سطحی تشکیل می‌دهند که ممکن است داخل پنبه تشکیل شده و در صورت رشد یکی از غده‌ها، به ساقه گیاه فشار آمده و در نهایت باعث مرگ گیاه شود. در طی مدت رشد مرتباً کنترل گردید. محلول غذایی به ریشه گیاه توسط پمپاژ و به صورت مه‌پاشی در هر ۱۵ دقیقه ۱۵ ثانیه انجام شده و ریشه‌ها تا زمان برداشت نهایی مرتباً در معرض پاشش محلول غذایی قرار گرفتند. برداشت هنگام صبح انجام شد. برای جلوگیری از وارد شدن صدمه به ریشه‌ها ابتدا درب بیرونی باز و سپس پرده داخلی با احتیاط برداشته شدند. در این مدت تایمرها برای مدت نیم ساعت غیرفعال بودند. در طی دوره رشد از قارچ‌کش کلورور مس 35% WP به میزان ۳ در هزار ۴ مرتبه، سم کلروتالونیل 75% WP به میزان ۲ کیلوگرم در هکتار ۱ مرتبه و آوانت به میزان ۳ در هزار ۱ مرتبه استفاده گردید. pH آب تصفیه شده ۷ و EC آن ۱/۱۷ میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر بود. در طی دوره رشد و بعد از برداشت صفات ارتفاع بوته، تعداد ساقه اصلی در بوته، تعداد و وزن مینی‌تیوبر در بوته و در متر مربع و متوسط وزن مینی‌تیوبر در مترمربع اندازه‌گیری و یادداشت‌برداری گردید. به طور متوسط برداشت مینی‌تیوبرها هر ۴ روز یک بار صورت گرفت. در طول دوره رشد تعداد ۱۲ بار برداشت و در مدت ۹۹ روز انجام شد. بعد از هر برداشت، مینی‌تیوبرها با محلول هیپوکلریت سدیم ۰/۱ درصد و به دنبال آن یک یا دو بار با آب مقطر شسته شدند؛ این امر به خاطر جلوگیری از آلودگی باکتریایی انجام گردید. مینی‌تیوبرها، ابتدا در داخل خاک ضدعفونی شده با رطوبت خیلی جزئی به مدت سه هفته در شرایط انبار با دمای ۱۵-۱۸ درجه سلسیوس نگهداری و سپس به

تولیدکنندگان مینی تیوبر خواهد کرد.

از لحاظ وزن مینی تیوبر در مترمربع، کلون امیدبخش نیمه دیررس ۳-۳۹۷۰۰۹ در گروه a و کلون امیدبخش ۱-۳۹۷۰۸۱ در گروه b قرار داشتند (شکل ۲).

اختلاف وزن مینی تیوبر در مترمربع کلون های امیدبخش نیمه دیررس ۳-۳۹۷۰۰۹ و ۱-۳۹۷۰۸۱ نسبت به رقم آگریا به ترتیب ۵۱۰۰ و ۳۷۰۰ گرم بود. رقم نیمه دیررس خاوران از کمترین وزن مینی تیوبر در مترمربع برخوردار بود. این کلون خیلی دیرتر از سایر کلون ها و رقم آگریا، مینی تیوبر تولید نمود. برداشت اول مینی تیوبر در سایر کلون ها و رقم آگریا به طور متوسط ۳۹ روز بعد از کاشت گیاهچه ها بود. در حالی که در رقم خاوران، ۶۵ روز بعد از کاشت، مینی تیوبر برداشت گردید. به همین خاطر اکثر مینی تیوبرها در اواخر دوره رشد تولید شدند و موقع برداشت نهایی وزن مینی تیوبرها کوچک تر بودند.

در این آزمایش (سیستم هواکشت) تعداد و وزن مینی تیوبر در متر مربع نسبت به معمولی بیشتر بود. ریترو و همکاران (Ritter et al., 2001) میزان افزایش تعداد و وزن مینی تیوبر در متر مربع را به ترتیب ۱۵۳ و ۷۰ درصد در سیستم هواکشت نسبت به سیستم معمولی گزارش کردند. نوگالیاده و همکاران (Nugaliyadde et al., 2005) نتیجه گرفتند در سیستم هواکشت تعداد و وزن مینی تیوبر در بوته بیشتری تولید می شود و این سیستم برای تولید بذر پیش پایه سیب زمینی مناسب می باشد. افزایش وزن مینی تیوبر در سیستم هواکشت در مقایسه با کشت معمولی توسط سایر محققین نیز گزارش شده است (Cho et al., 1996; Ritter et al., 2001; Soffer and Burger, 1988). حسن پناه (Hassanpanah, 2011) افزایش تعداد و وزن مینی تیوبر در مترمربع در سیستم هواکشت نسبت به روش معمولی را به ترتیب

۱۱۰ (۴۹۳ مینی تیوبر) و ۳۸ درصد (۱۲۴۰ گرم) گزارش کرد.

در سیستم هواکشت، در اولین مرحله برداشت تعداد مینی تیوبر کمتر و وزن آن بیشتر و در آخرین برداشت (بعد از ۹۹ روز) تعداد مینی تیوبر بیشتر و وزن کمتر تولید شد. در این سیستم، برداشت مینی تیوبرها باعث افزایش تشکیل استولون های جدید و مینی تیوبرها در گیاه شدند. نتایج مشابه توسط لومن (Lommen, 1995) و حسن پناه (Hassanpanah and Azimi, 2011) در برداشت های تکراری مینی تیوبر در سیستم معمولی و مورو و همکاران (Muro et al., 1997) و ریترو و همکاران (Ritter et al., 2001) در هیدروپونیک و هواکشت گزارش شده است.

به هر حال، در سیستم هواکشت برای تولید مینی تیوبر با برداشت چندمرحله ای قادر به افزایش وزن و تعداد مینی تیوبر در مترمربع خواهیم بود. چندمرحله ای در هر دو سیستم معمولی و هواکشت باعث افزایش تعداد و وزن مینی تیوبر در مترمربع می شود. با این تفاوت که در سیستم هواکشت، از آسیب به ریشه به دلیل عدم برداشت و کاشت مجدد بوته ها، جلوگیری می شود. در سیستم هواکشت دسترسی به ریشه امکان پذیر است و ریشه ها در هوا و بدون فشار مکانیکی رشد می کند و آسیب به ریشه در حداقل بوده و تهویه ریشه ها به خوبی انجام شده و باعث افزایش تعداد مینی تیوبر در مترمربع می شود (Gysi and Allmen, 1997). تکنیک برداشت در سیستم هواکشت راحت بوده و تکرار و برداشت چند مرحله ای امکان تولید غده ها در اندازه مورد نظر را می دهد (Ritter et al., 2001).

از لحاظ متوسط وزن مینی تیوبر در مترمربع، کلون امیدبخش نیمه دیررس ۳-۳۹۷۰۰۹ در گروه a

قرار داشت (شکل ۳). با توجه به این که متوسط وزن مینی‌تیوبر از تقسیم وزن مینی‌تیوبر بر تعداد مینی‌تیوبر حاصل می‌شود و هر چه تعداد مینی‌تیوبر کمتر باشد وزن مینی‌تیوبرها بیشتر خواهد شد. در این آزمایش حداقل متوسط وزن مینی‌تیوبر در رقم خاوران مشاهده شد. این کلون از تعداد و وزن مینی‌تیوبر کم برخوردار بود که باعث کاهش متوسط وزن مینی‌تیوبر شده است (شکل ۳). در این آزمایش متوسط وزن مینی‌تیوبر به مقدار ۶/۱۶ گرم بود. به علت دسترسی راحت به ریشه‌ها در سیستم هواکشت، با انتخاب زمان برداشت مناسب، بهترین اندازه بذری را می‌توان برداشت کرد. حسن‌پناه ( Hassanpanah, 2011) متوسط وزن مینی‌تیوبر در سیستم معمولی را ۸ گرم و در سیستم هواکشت ۵/۲ گرم گزارش نمود. ریتز و همکاران (Ritter et al., 2001) میزان کاهش متوسط وزن مینی‌تیوبر در سیستم هواکشت را ۳۳ درصد بیان نمودند.

کلون امیدبخش نیمه‌دیررس ۱-۳۹۷۰۸۱ دارای بیشترین ارتفاع بوته بود و در گروه a قرار گرفت (شکل ۴). این کلون از تعداد و وزن مینی‌تیوبر در مترمربع بیشتری نیز برخوردار بود (شکل ۱ و ۲). کلون امیدبخش نیمه‌دیررس ۳-۳۹۷۰۰۹ از تعداد ساقه اصلی در بوته بیشتری برخوردار بود و در گروه a قرار گرفت (شکل ۵). این کلون از تعداد و وزن مینی‌تیوبر در مترمربع و متوسط وزن مینی‌تیوبر در مترمربع بیشتری نیز برخوردار بود. چو و همکاران (Cho et al., 1996)، سوفر و بورگر (Soffer and Burger, 1998) و ریتز و همکاران (Ritter et al., 2001) ارتفاع بوته را در سیستم هواکشت در مقایسه با سیستم معمولی بیشتر گزارش کردند. به نظر می‌رسد علت افزایش ارتفاع بوته در این آزمایش در سیستم هواکشت استفاده به موقع از مواد غذایی

ضروری گیاه می‌باشد.

در این آزمایش طول استولون‌ها و ریشه‌ها به طور متوسط بین ۱۱۰-۷۰ سانتی‌متر بود. در حالی که در سیستم معمولی (با بستر خاکی) بین ۱۵-۵ سانتی‌متر گزارش شده است

نوگالیاده و همکاران (Nugaliyadde et al., 2005) گزارش کردند که در سیستم هواکشت طول استولون بیشتر می‌شود. همچنین ریتز و همکاران (Ritter et al., 2001) گزارش کردند که در سیستم هواکشت برداشت مینی‌تیوبرها باعث افزایش تشکیل استولون‌های جدید و غده‌ها می‌گردد.

برای افزایش انبارمانی، مینی‌تیوبرها ابتدا در داخل خاک ضدعفونی شده با رطوبت خیلی جزئی به مدت سه هفته در شرایط انبار با درجه حرارت ۱۵-۱۸ درجه سلسیوس نگهداری و سپس به سردخانه منتقل شدند. در این روش، کلیه مینی‌تیوبرها سالم ماندند و از کیفیت بالاتری برخوردار بودند.

حسن‌پناه (Hassanpanah, 2011) اختلاف بین انبارمانی مینی‌تیوبرها در سیستم کشت معمولی و هواکشت را معنی‌دار اما کم و همکاران (Kim et al., 1999) و ریتز و همکاران (Ritter et al., 2001) غیرمعنی‌دار گزارش کردند.

در این آزمایش، غده‌زایی و توسعه مینی‌تیوبرها در سیستم هواکشت دیرتر اتفاق افتاد (به‌طور متوسط ۳۹ روز). تاخیر در غده‌زایی در سیستم هواکشت توسط ریتز و همکاران (Ritter et al., 2001) و حسن‌پناه (Hassanpanah, 2011) نیز گزارش شده است. تاخیر در غده‌زایی زمانی مشاهده می‌شود که در محیط اطراف استولون استرس مکانیکی فراهم نیست (Lugt et al., 1964). این حالت در سیستم هواکشت مشاهده می‌شود که ریشه‌ها بدون مقاومت مکانیکی



## نتیجه گیری کلی

با توجه به خصوصیات مطلوب کمی و کیفی، تعداد و وزن مینی تیوبر در مترمربع بیشتر، کلون امیدبخش نیمه دیررس ۱-۳۹۷۰۸۱ انتخاب گردید.

هستند. وریوگدنهییل و استروئیک (Vreugdenhil and Struik, 1989) گزارش کردند با شروع غده زایی، رشد استولون متوقف می شود که این مورد به سنتز اتیلن مرتبط می باشد.

جدول ۱- محلول غذایی مورد استفاده

Table 1- Nutrient solution (Lommen and Struik, 1992c)

ماده nutrient	مقدار amount	ماده nutrient	مقدار amount	ماده nutrient	مقدار amount
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.140 g L <sup>-1</sup>	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0.135 g L <sup>-1</sup>	KNO <sub>3</sub>	0.446 g L <sup>-1</sup>
MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	0.472 g L <sup>-1</sup>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.034 g L <sup>-1</sup>	FeEDTA	0.035 g L <sup>-1</sup>
CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O	0.1 mg L	Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	0.1 mg L	ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	0.5 mg L <sup>-1</sup>
				Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .4H <sub>2</sub> O	0.890 g L <sup>-1</sup>
				MnSO <sub>4</sub> . H <sub>2</sub> O	2.0 mg L <sup>-1</sup>
				H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	3.0 mg L <sup>-1</sup>

pH = 6.0

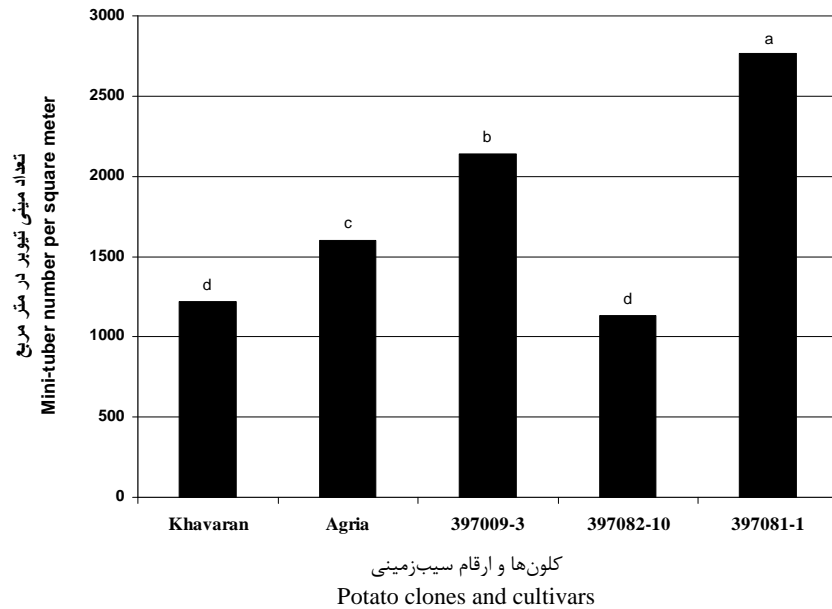
جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در ارقام و کلون های امیدبخش سیب زمینی

Table 2- Analysis of variance of evaluated traits in potato cultivars and promising clones

منبع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares				
		تعداد مینی تیوبر در مترمربع Mini-tuber number per square meter	وزن مینی تیوبر در مترمربع Mini-tuber weight per square meter	متوسط وزن مینی تیوبر Mini-tuber weight average	ارتفاع بوته Plant height	تعداد ساقه اصلی در بوته Main stem number per plant
Genotype	4	1424420.52**	325400000**	23.39**	5165.16*	2.856*
Error	10	8000	1800000	0.459	2000	0.588
C.V. (%)	ضریب تغییرات (%)	9.30	18.38	9.92	10.93	9.48

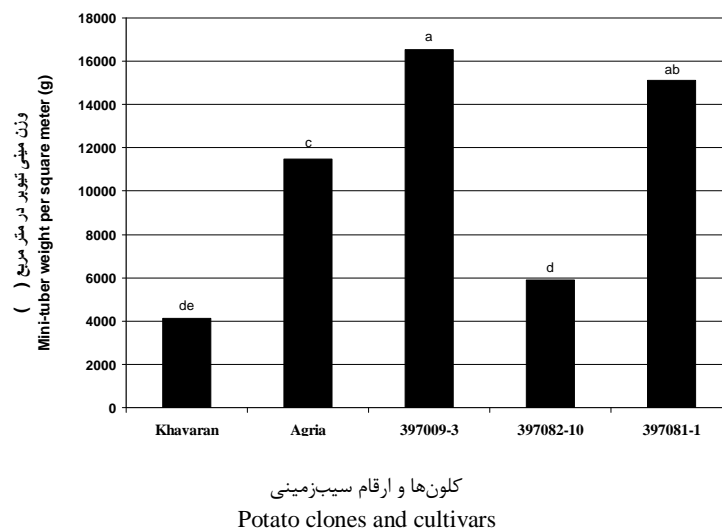
\* و \*\*: معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱

\* and \*\*: Significant at 5 and 1% probability levels



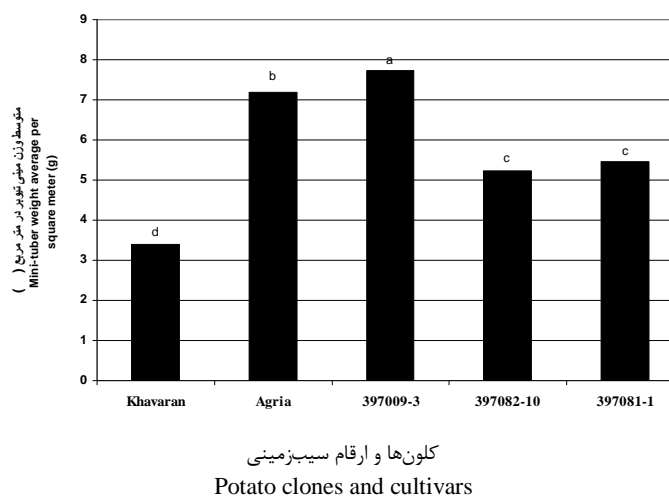
شکل ۱- مقایسه میانگین‌های تعداد مینی‌تیوبر در متر مربع در کلون‌ها و ارقام امیدبخش سیب‌زمینی

**Figure 1-** Means comparison of mini-tuber number per square meter in potato promising clones and cultivars

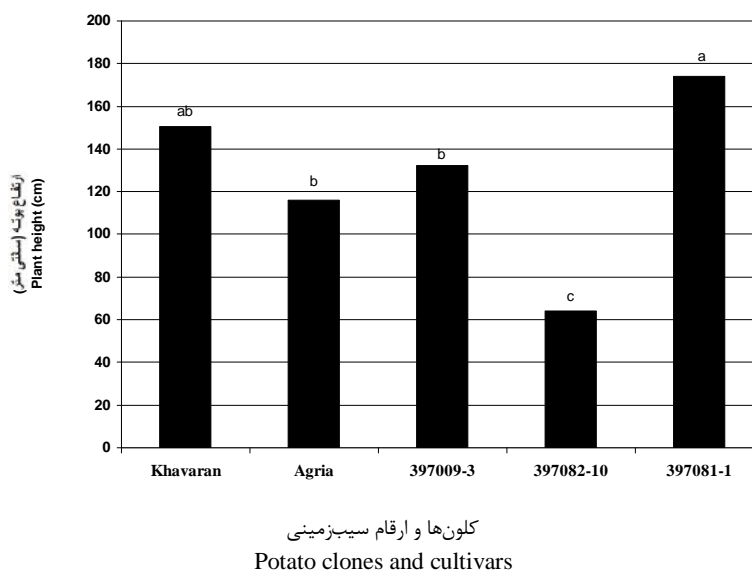


شکل ۲- مقایسه میانگین وزن مینی‌تیوبر در متر مربع در کلون‌ها و ارقام امیدبخش سیب‌زمینی

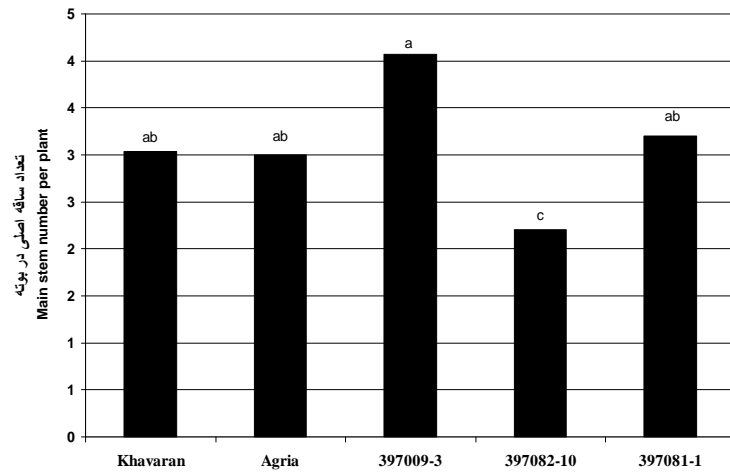
**Figure 2-** Means comparison of mini-tuber weight per square meter in potato promising clones and cultivars



شکل ۳- مقایسه میانگین متوسط وزن مینی‌توبر در متر مربع در ارقام امیدبخش سیب‌زمینی  
Figure 3- Means comparison of mini-tuber weight average per square meter in potato promising clones and cultivars



شکل ۴- مقایسه میانگین ارتفاع بوته در کلون‌ها و ارقام امیدبخش سیب‌زمینی  
Figure 4- Means comparison of plant height in potato promising clones and cultivars



کلون‌ها و ارقام سیب‌زمینی  
Potato clones and cultivars

شکل ۵- مقایسه میانگین تعداد ساقه اصلی در بوته در کلون‌ها و ارقام امیدبخش سیب‌زمینی

**Figure 5-** Means comparison of main stem number per plant in potato promising clones and cultivars

## References

## منابع مورد استفاده

- Ahloowalia, B.S. 1994. Production and performance potato minitubers. *Euphytica*. 75: 163-172.
- Biddinger, E.J., C.M. Liu, R.J. Joly, and K.G. Raghothama. 1998. Physiological and molecular responses of aeroponically grown tomato plants to phosphorus deficiency. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 123: 330-333.
- Caspersen, S., P. Sundin, M. Munro, S. Aoalsteinsson, J.E. Hooker, and P. Jensen. 1999. Interactive effects of lettuce (*Lacuca sativa* L.), irradiance and ferulic acid in axenic, hydroponic culture. *Plant Soil*. 210: 115-126.
- Cho, Y.D., S.G. Kang, Y.D. Kim, G.H. Shin, and K.T. Kim. 1996. Effects of culture systems on growth and yield of cherry tomatoes in hydroponics. *Journal of Agricultural Science*. 38: 563-567.
- Farran, I., and A.M. Mingo-Castel. 2006. Potato mini-tuber production using aeroponics: Effect of plant density and harvesting intervals. *American Journal of Potato Research*. 83(1): 47-53.
- Georgekis, D.N., K. Fyllidis, D.I. Staropulos, N.I. Nianiou, and E.X. Vezyroglou. 2002. Effect of planting density and size of potato seed minitubers on the size of the produced potato seed tubers. Available on the: <http://www.acta.hort.org>
- Gunasena, H.P.M., and P.M. Harris. 1968. The effect of the time of application of nitrogen and potassium on the growth of the second early potato, variety Craigs Royal. *The Journal of Agricultural Science*. 71: 283-296.
- Gysi, C., and F.V. Allmen. 1997. Balance of water and nutrients in tomatoes grown on soilless systems. *Agrarforschung*. 4: 1.
- Hassanpanah, D. 2011. Evaluation of the possibility of mini-tuber production in Aeroponic system and comparison with conventional system. *Modern Science of Sustainable Agriculture Journal*. 7(2): 1-10. (In Persian).
- Hassanpanah, D., and J. Azimi 2011. Mini-tuber production potential of potato cultivars in repeated and conventional harvesting under *in vivo* condition. *Journal of Food, Agriculture and Environment*. 9(1): 398-403.
- Jones, E.D. 1988. A current assessment of *in vitro* culture and other rapid multiplication methods in North America and Europe. *American Journal of Potato Research*. 65: 209-220.
- Kang, B.K., and S.H. Han. 2005. Production of seed potato (*Solanum tuberosum* L.) under the recycling capillary culture system using controlled release fertilizers. *Journal of The Japanese Society for Horticultural Science*. 74(4): 295-299.
- Karafyllidis, D.I., D.N. Georgakis, N.I. Stavropoulos, I.A. Vezyroglou, and E.X. Nianiou. 1997. Effect of planting density and size of potato minitubers on their yield incapacity. *Acta Horticulturae*. 462: 943-949.

- Kim, H.S., E.M. Lee, M.A. Lee, I.S. Woo, C.S. Moon, Y.B. Lee, and S.Y. Kim. 1999. Production of high quality potato plantlets by autotrophic culture for aeroponic systems. *Korean Journal of Horticultural Science and Technology*. 123: 330-333.
- Lommen, W.J.M. 1993. Post-harvest characteristics of potato minitubers with different fresh weights and from different harvests. II. Losses during storage. *Potato Research*. 36: 273-282.
- Lommen, W.J.M. 1995. Basic studies on the production and performance of potato minitubers. Doctoral thesis, Wageningen Agriculture University Wageningen, The Netherlands, 181 pp.
- Lommen, W.J.M., and P.C. Struik. 1992a. Influence of a single non-destructive harvest on potato plantlets grown for minituber production. *Netherlands Journal of Agricultural Science*. 40: 21-41.
- Lommen, W.J.M., and P.C. Struik. 1992b. Production of potato minitubers by repeated harvesting: Plant productivity and initiation, growth and resorption of tubers. *Netherlands Journal of Agricultural Science*. 40: 342-358.
- Lommen, W.J.M., and P.C. Struik. 1992c. Production of potato minitubers by repeated harvesting: Effects of crop husbandry on yield parameters. *Potato Research*. 35: 419-432.
- Lugt, C., K.B.A. Bodlaender, and G. Goodijk. 1964. Observation on the induction of second growth in potato tubers. *European Potato Journal*. 4: 219- 227.
- Martin-Laurent, F., S.K. Lee, F.Y. Tham, J. He, H.G. Diem, and P. Durand. 1997. A new approach to enhance growth and nodulation of *Acacia mangium* through aeroponic culture. *Biological Fertilizer Soils*. 25: 7-12.
- Mascarenhas, F. 1993. Handbook of plant tissue culture, ICAR, New Delhi. pp 27.
- Molitor, H.D., M. Fischer, and A.P. Popadopoulos. 1999. Effect of several parameters on the growth of chrysanthemum stock plants in aeroponics. *Acta Horticulturae*. 481(1): 179-186.
- Muro, J., V. Diaz, J.L. Goni, and C. Lamsfus. 1997. Comparison of hydroponic culture and culture in a peat/sand mixture and the influence of nutrient solution and plant density on seed potato yield. *Potato Research*. 40: 431-438.
- Nichols, M., B. Christie, A. Jegathees and J. Gibson. 2004. Rapid high health seed potato production using aeroponics. At Massey University. <http://www.maximumyield.com/viewart.php?article=182>.
- Nugaliyadde, M.M., H.D.M. De Silva, R. Perera, D. Ariyaratna, and U.R. Sangakkara. 2005. An aeroponic system for the production of pre-basic seeds of potato. *Annals of Sri Lanka Department of Agriculture*. 7: 199-208.
- Otazu V. 2010. Manual on Quality Seed Potato Production Using Aeroponics. CIP. 44 pp.
- Park, H.S., M.H. Chiang, and H.S. Park. 1997. Effects of form and concentration of nitrogen in aeroponic solution on growth, chlorophyll, nitrogen contents and enzyme

activities in *Cucumis sativum* L. plant. *Korean Society for Horticultural Science*. 38: 642-646.

- Ranalli, P., F. Bassi, G. Ruaro, P. Del Re, M. Di Candilo, and G. Mandolino. 1994. Microtuber and mirdtuber production and field performance compared with normal tubers. *Potato Research*. 37: 383-391.
- Rasco, S.M., L.F. Pateua, and R.C. Barba. 1995. "Basic seed" production in potato (*Solanum tuberosum* L.) cv. Banahaw and ASN 69.1. *The Philippine journal of crop science*. 18(1): 48.
- Ritter, E., B. Angulo, P. Riga, C. Herran, J. Reloso, and M. Sanjose. 2001. Comparison of hydroponic and aeroponic cultivation systems for the production of potato mini-tubers. *Potato Research*. 44: 127-135.
- Rolot, J.L., and H. Seutin. 1999. Soilless production of potato minitubers using hydroponic technique. *Potato Research*. 42: 457-469.
- Scoggins, H.L., and H.A. Mills. 1998. Poinsettia growth, tissue nutrient concentration, and nutrient uptake as influenced by nitrogen form and stage of growth. *Journal of Plant Nutrition*. 21: 191-198.
- Soffer, H., and D.W. Burger. 1988. Effects of dissolved oxygen concentration in aeroponics on the formation and growth of adventitious roots. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 3: 218-221.
- Vreugdenhil, D., and P.C. Struik. 1989. An integrated view of the hormonal regulation of tuber formation in potato (*Solanum tuberosum* L.). *Physiologia Plantarum*. 75: 525-531.
- Walter, J.A., and B.R. Christie. 1997. Effect of whole seed tuber size and pre-plant storage conditions on yield and tuber size distribution of Russet Burbank. *American Journal of Potato Research*. 81: 371-376.
- Wan, W.Y., W. Cao, and T.W. Tibbitts. 1994. Tuber initiation in hydroponically grown potatoes by alteration of solution pH. *The Journal of Horticultural Science*. 29: 621-623.
- Wang, P., and C. Hu. 1982. *In vitro* mass tuberization and virus-free seed potato production in Taiwan. *American Journal of Potato Research*. 59: 33-37.

## Evaluating Potential Production of Mid-Late Maturing Minituber of Potato Cultivars and Promising Clones under Aeroponic System

HassanPanah, D.<sup>1\*</sup>

*Received: October 2013, Accepted: 21 September 2014*

### Abstract

This study was performed to investigate potential production of mid-late maturing promising mini-tuber clones and cultivars under aeroponic system during 2011-2013 in both laboratory and greenhouse of Ardabil Sabalan Behparvar Company. Five clones and cultivars (three promising clones 397009-3, 397082-10 and 397081-1, and two cultivars, Khavaran and Agria) were evaluated in completely randomized designs with three replications. During growing period and after harvesting the crop some important traits like plant height, main stem number per plant, mini-tuber number and weight per square meter, mean mini-tuber weight per square meter and storability of mini-tubers were measured. Analysis of variance showed that mini-tuber number and weight per square meter, mean mini-tuber weight per square meter, plant height and main stem number per plant among clones and cultivars were significantly different. The mid-late maturity promising clones of 397081-1 and 397009-3 produced higher mini-tuber number per square meter (2766 and 2141 mini-tubers, respectively), mini-tuber weight per square meter (11400 and 16500 g, respectively) than the remaining types. Mid-late maturity promising clone of 397081-1 also produced higher mean mini-tuber weight per square meter (5.59 g) and plant height (174 cm) as compared with the others. The differences per square meter in the number of mini-tuber of mid-late maturing promising clones of 397081-1 and 397009-3 with Agria cultivar were about 1166 and 541, respectively. Mean mini-tuber weight per square meter in aeroponic system was 6.16 grams.

**Key words:** Aeroponic system, Clone, Mini-tuber, Potato.

---

<sup>1</sup>-Assistant Prof., Ardabil Agricultural and Natural Resources Research Center, Ardabil, Iran.

\* *Corresponding Author:* d.hassanpanah@spii.ir