

## محلول غذایی مناسب برای تولید مینی تیوبر ارقام تجاری سیب زمینی در سیستم هواکشت

داود حسن پناه\*

۱- دانشیار بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران

\* نشانی پست الکترونیکی نویسنده مسئول: [d.hassanpanah@areco.ac.ir](mailto:d.hassanpanah@areco.ac.ir)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۰۴

تاریخ انجام اصلاحات: ۱۴۰۰/۱۱/۲۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۲/۱۴

### چکیده

این تحقیق به منظور معرفی محلول غذایی مناسب برای تولید مینی تیوبر ارقام تجاری سیب زمینی، افزایش کارایی تولید مینی تیوبر و بالا بردن نرخ تکثیر مینی تیوبر به ازای هر گیاهچه در سامانه هواکشت طی سال‌های ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ در شرایط گلخانه‌ای انجام شد. در هر مترمربع، تعداد ۲۰ گیاهچه در روی جعبه نشاء کشت شد. ارسال محلول غذایی به ریشه گیاه به وسیله پمپاژ و به صورت مه پاشی در هر ۳۰ دقیقه، ۱۵ ثانیه انجام شد و ریشه‌ها تا زمان برداشت نهایی مرتباً در معرض ارسال محلول غذایی قرار گرفتند. زمانی که اندازه مینی تیوبرها به هشت گرم رسیدند، برداشت انجام شد. در طی دوره رشد، ۱۰ بار برداشت صورت گرفت. در این تحقیق به طور متوسط ۲۰۰۰ مینی تیوبر در مترمربع در ارقام تجاری جاوید، آگریا و جلی تولید شد. تعداد ۱۶۰۰ مینی تیوبر در مترمربع در سامانه هواکشت نسبت به سامانه معمولی (خاکی) بیش تر به دست آمد. محلول غذایی معرفی شده با توجه به افزایش تعداد مینی تیوبر در مترمربع، برای تولیدکنندگان مینی تیوبر کشور قابل توصیه است.

**واژه‌های کلیدی:** سیب زمینی، گیاهچه، محلول غذایی، مینی تیوبر، هواکشت

## بیان مساله

شرکت‌هایی سبب ایجاد اشتغال مستقیم و دائمی برای جوانان این کشور در بخش آزمایشگاه و گلخانه شده است. غده بذری مورد استفاده برای تولید سیب‌زمینی خوراکی از بذر گواهی‌شده طبقه A تأمین می‌شود. برای سطح زیرکشت ۱۴۲ هزار هکتاری سیب‌زمینی در کشور، نیاز به تأمین حدود ۶۵۰ هزار تن غده بذری وجود دارد اما کم‌تر از ۵۰ هزار تن به‌عنوان بذر گواهی‌شده تولید می‌شود. براساس گزارش مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، بذر گواهی‌شده در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۸ به‌ترتیب برابر ۹,۶۴۰ و ۲۵,۰۰۰ تن بوده است. در شرایط فعلی کشور با وجود نیاز بیش‌تر به تولید بذر سالم، مقدار بذر تولیدی شناسنامه‌دار نسبت به کل بذر مورد نیاز بسیار ناچیز می‌باشد. برای تأمین غده بذری مورد نیاز (۶۵۰ هزار تن)، لازم است که سالیانه حدود ۱۲ میلیون عدد مینی‌تیوبر در کشور تولید شود. این تعداد مینی-تیوبر نیاز داخلی برای تولید طبقه‌های مختلف غده بذری سیب‌زمینی ارقام موجود در کشور را به‌طور کامل تأمین کرده و نیازی به واردات سیب‌زمینی از کشورهای خارجی نخواهد بود

## معرفی دستاورد یا راهکار

برای تولید مینی‌تیوبر ارقام تجاری سیب‌زمینی متوسط زودرس تا متوسط دیررس در سامانه هواکشت، گیاهچه‌های تولیدشده پس از ریشه‌زایی در آزمایشگاه، به گلخانه تطابق پذیری منتقل و در محیط هواکشت قرار گرفته و گیاهچه‌ها در روی جعبه نشاء کشت شدند. گیاهچه‌های سالم رقم‌های سیب‌زمینی به تعداد ۲۰ گیاهچه (۱۰×۱۰ سانتی‌متر) در هر مترمربع در روی جعبه نشاء کشت شدند. بعد از رشد بوته‌ها به‌صورت عرضی و طولی در ارتفاع بوته ۱۵ سانتی‌متری، به تمام بوته‌های ارقام سیب‌زمینی قیم (نگهدارنده) بسته شد (در برخی ارقام تجاری مثل آگریا، ارتفاع بوته به بیش از ۱۲۰ سانتی‌متر می‌رسد). محیط کشت تولید مینی‌تیوبر در محیط بسته و تاریک با ارتفاع و عرض یک متر و طول ۱۰ متر بود. در این تحقیق چهار محلول غذایی (۸، ۱۰، ۶ و ۷) در سه رقم تجاری سیب‌زمینی (آگریا، جلی و جاوید) در سه

سیب‌زمینی از نظر اهمیت غذایی چهارمین محصول پس از گندم، برنج و ذرت در کشور به‌شمار می‌رود. با توجه به این‌که در بسیاری از محصولات کشاورزی به‌ویژه سیب‌زمینی بیماری‌های ویروسی سهم به‌سزایی در کاهش عملکرد و کیفیت محصول دارند، مینی‌تیوبر سیب‌زمینی که از طریق کشت بافت تولید شده، می‌تواند به‌عنوان یکی از بهترین روش‌ها در برنامه‌های تولید بذر گواهی‌شده مورد استفاده قرار گیرد. براساس آخرین آمار وزارت جهاد کشاورزی در سال ۱۳۹۸، سطح زیرکشت سیب‌زمینی کشور حدود ۱۴۲ هزار هکتار با تولید حدود ۵ میلیون تن و متوسط عملکرد حدود ۳۷ تن در هکتار برآورد شده است (۱). مینی‌تیوبرها غده‌های بذری کوچکی هستند که از گیاهچه‌های تکثیر یافته در گلخانه تولید می‌شوند. در شرایط سامانه هواکشت می‌توان بذر مورد نیاز خود را سریعاً در مقادیر زیاد، قیمت مناسب و بدون آلودگی به بیماری‌های مهم ویروسی، قارچی و باکتریایی تولید کرد. کاهش واردات غده بذری (واردات مینی‌تیوبر در طی چندین سال وجود نداشته و به‌طور متوسط حدود ۱۰۰۰ تن غده بذری در طبقات مادری ارقام جدید وارد کشور شده است)، جلوگیری از خروج ارز از کشور (۳/۳ میلیون دلار)، جلوگیری از ورود شیوع عوامل خسارت‌زای قرنطینه‌ای سیب‌زمینی به داخل کشور، اشتغال‌زایی (۱۵۰ نفر مستقیم و غیرمستقیم) و حفظ استقلال و امنیت غذایی از دیگر مزایای تولید بذر از طریق مینی‌تیوبر است. هواکشت روشی مبتنی بر عدم وجود خاک برای تولید بذر پیش‌پایه سیب‌زمینی است. این روش می‌تواند منجر به تولید عملکردهای بالا (۱۰ برابر بیش‌تر)، سریع‌تر و با هزینه کم‌تر از روش‌های معمول شود (۲). در این سامانه، دسترسی به ریشه امکان‌پذیر است و ریشه‌ها در هوا و بدون فشار مکانیکی رشد می‌کنند و آسیب به ریشه در میزان کمینه بوده و تهویه ریشه‌ها به‌خوبی انجام شده و باعث افزایش تعداد مینی‌تیوبر در مترمربع می‌شود (۵، ۷ و ۹).

بهبود تولید مینی‌تیوبر در کشور، تأمین گیاهچه سالم ارقام تجاری سیب‌زمینی، آموزش نیروی انسانی و کمک به تجهیز آزمایشگاه‌ها و گلخانه‌ها، باعث ترغیب و گسترش فعالیت بخش خصوصی در این عرصه شد. احداث چنین

مقایسه میانگین صفات براساس آزمون LSD، در محلول غذایی توصیه شده به وسیله لومن و استروئیک<sup>۱</sup> (۸) رقم جاوید در هر مترمربع تعداد ۲۰۷۹ مینی تیوبر (در گروه a)، رقم جلی با ۱۸۱۶ مینی تیوبر در مترمربع و رقم آگریا با ۱۶۴۳ مینی تیوبر در مترمربع در گروه بعدی قرار داشتند. در شرایط معمولی (بستر خاکی) به طور متوسط با رقم آگریا، ۴۰۰ مینی تیوبر در مترمربع گزارش شده (۱ و ۳) در حالی که همان رقم در سامانه هواکشت، ۱۶۴۳ مینی تیوبر در مترمربع تولید داشته است. در این تحقیق در سامانه هواکشت نسبت به سامانه معمولی (خاکی) از این رقم تجاری، تعداد ۱۲۴۳ مینی تیوبر در مترمربع بیش تر به دست آمد. براساس نتایج به دست آمده در این تحقیق، در سامانه هواکشت در ارقام مورد بررسی به طور متوسط ۲۰۰۰ مینی تیوبر در مترمربع در محلول غذایی توصیه شده به وسیله لومن و استروئیک (۸) (جدول ۱) تولید شد. محلول غذایی انتخاب شده با توجه به تعداد مینی تیوبر در مترمربع برای تولیدکنندگان مینی تیوبر کشور قابل توصیه است (شکل های ۱ تا ۴).

تکرار بررسی شدند. محلول های غذایی به وسیله واحد تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل براساس نسبت های مختلف ترکیب و ساخته شد. تزریق محلول های غذایی در طول دوره رشد، به وسیله پمپ پیستونی و به صورت مه پاشی (دو نازل برنجی ۱۰ میکرونی فشار قوی در یک مترمربع) در هر ۳۰ دقیقه ۱۵ ثانیه (۴۸ بار در شبانه روز) به طور مرتب به ریشه های گیاه انجام شد (۲ و ۳) و ریشه ها تا زمان برداشت نهایی مرتباً در معرض ارسال محلول های غذایی قرار داشتند (۲). زمانی که اندازه مینی تیوبرها به هشت گرم رسیدند، برداشت انجام شد. اولین برداشت، حدوداً دو ماه بعد از کاشت گیاهچه صورت گرفت. برداشت های بعدی به طور متوسط به فاصله هر چهار روز و در کل ۱۰ بار برداشت انجام شد. در طی دوره رشد از قارچ کش کلرور مس ۳۵٪ WP به میزان سه در هزار چهار مرتبه، سم کلروتالونیل ۷۵٪ WP به میزان ۲۰ گرم در ۱۰۰ مترمربع یک مرتبه و آوانت به میزان سه در هزار یک مرتبه استفاده شد. pH محلول غذایی در ۵/۸ تنظیم شد. پس از

جدول ۱- محلول غذایی معرفی شده (۸)

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

pH = 5.8

<sup>1</sup>- Lommen and Struik



شکل ۱- وضعیت گیاهچه‌ها بعد از ۱۵ روز از کاشت



شکل ۲- وضعیت بوته‌ها بعد از ۷۰ روز از کاشت (هم‌پوشانی کامل بوته‌ها)



شکل ۳ - مینی تیوبرهای تولید شده در جعبه کشت بعد از ۶۰ روز از کاشت گیاهچه



شکل ۴ - مینی تیوبرهای تولید شده آماده برداشت (حدود ۸ گرم)

### توصیه ترویجی

- دمای داخل گلخانه در دمای ۲۲-۱۸ درجه سانتی‌گراد تنظیم شود. زمانی که دمای گلخانه از ۲۲ درجه سانتی‌گراد بیش‌تر باشد، از سایبان توری استفاده شود.

- دمای محلول غذایی بین ۲۰-۱۸ درجه سانتی‌گراد باشد. زمانی که دمای محلول غذایی بالاتر از ۲۰ درجه سانتی‌گراد باشد، با قرار دادن تکه‌های یخ در ظروف پلاستیکی دمای محلول غذایی پایین‌تر آورده شود.

- هر ماه محلول غذایی تعویض شود.

- زمانی که اندازه مینی تیوبرها به هشت گرم رسیدند، برداشت انجام شود.

- در طی دوره رشد از قارچ‌کش کلورور مس ۳۵٪ WP به میزان سه در هزار چهار مرتبه، سم کلروتالونیل ۷۵٪ WP به میزان ۲۰ گرم در ۱۰۰ مترمربع یک مرتبه و آوانت به میزان سه در هزار یک مرتبه استفاده شود.

- بعد از هر برداشت، مینی تیوبرها با محلول هیپوکلریت سدیم ۰/۱ درصد و به دنبال آن یک یا دو بار با آب مقطر شسته شوند. این کار به خاطر جلوگیری از آلودگی باکتریایی انجام می‌شود.

- تعداد ۲۰ گیاهچه ۲۵ روزه رقم‌های تجاری سیب‌زمینی (جاوید، جلی و آگریا) در هر مترمربع کشت شود.

- تزریق محلول غذایی معرفی شده (جدول ۱) به ریشه گیاه به وسیله پمپاژ با پمپ پیستونی و به صورت مه‌پاشی با نازل‌های ۱۰ میکرونی برنجی فشار قوی در هر ۳۰ دقیقه ۱۵ ثانیه انجام شده و ریشه‌ها تا زمان برداشت نهایی مرتباً در معرض ارسال محلول غذایی قرار گیرند.

- برای هفته اول ۱۰۰ لیتر از محلول تهیه و به حجم ۲۰۰ لیتر رسانده شود (۵۰ درصد). بعد از هفته دوم، محلول غذایی توصیه شده به صورت کامل در حجم نهایی ۴۰۰ لیتر تهیه شود (برای ۸۰۰ گیاهچه در ۴۰ مترمربع).

- تنظیم pH محلول غذایی در محدوده ۵/۸.

- قیم‌زنی بوته‌ها حدود ۱۵ روز بعد از کاشت، انجام شود.

- برگ‌های پائینی زردشده به وسیله یک تیغ تیز و با رعایت اصول بهداشتی بعد از یک ماه، حذف شوند.

- موقع برداشت مینی تیوبرها، تایمرها برای مدت نیم ساعت غیرفعال شوند.

## فهرست منابع

- 5- Farran, I. and Mingo-Castel, A.M. 2006. Potato mini-tuber production using aeroponics: Effect of plant density and harvesting intervals. *American Journal of Potato Research*, 83 (1): 47-53.
  - 6- Hoagland, D.R. and Arnon, D.I. 1950. The water-culture method for growing plants without soil. Circ. 347. Univ. Calif. Agric. Exp. Station, Berkley. Pp 39.
  - 7- Kang, B.K. and Han, S.H. 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 Sciencem*, 74 (4): 295-299.
  - 8- Lommen, W.J.M. and Struik P.C. 1992. Production of potato mini-tubers by repeated harvesting: Effects of crop husbandry on yield parameters. *Potato Research*, 35: 419-432.
  - 9- Nugaliyadde, M.M., De Silva, H.D.M., Perera, R., Ariyaratna, D. and Sangakkara U.R. 2005. An aeroponic system for the production of pre-basic seeds of potato. *Annals of Sri Lanka Department of Agriculture*, 7: 199-208.
  - 10- Otazu, V. 2010. Manual on quality seed potato production using Aeroponics. CIP. 44 pp.
- ۱- احمدی، کریم؛ حمیدرضا عبادزاده؛ فرشاد حاتمی؛ هلدا عبدشاه و آرزو کاظمیان. ۱۳۹۹. آمارنامه کشاورزی، جلد اول: محصولات زراعی. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. ۹۷ صفحه.
  - ۲- اوتازو، ویکتور. ۱۳۹۱. دستورالعمل تولید سیب‌زمینی بذری باکیفیت از طریق هواکشت. ترجمه داود حسن‌پناه و لیلا ایمان‌پرست. اردبیل، انتشارات محقق اردبیلی. ۸۰ صفحه.
  - ۳- حسن‌پناه، داود و علی فرامرزی. ۱۳۹۰. بررسی امکان تولید مینی-تیوبر در سیستم کشت آئروپونیک (هواکشت) و مقایسه آن با سیستم کشت معمولی. فصل‌نامه دانش نوین کشاورزی پایدار، سال هفتم، شماره دوم، صفحه ۱ تا ۱۰.
  - ۴- حسن‌پناه، داود. ۱۳۹۳. ارزیابی پتانسیل تولید مینی‌تیوبر ارقام و کلون‌های امیدبخش نیمه‌دیررس سیب‌زمینی در سیستم هواکشت. نشریه علمی - پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد هشتم، شماره ۳ (۳۱)، صفحه ۳۳۱ تا ۳۴۶.