

(OPEN ACCESS)

Micropropagation ability and true-to-type production of several chimeric *Sansevieria* cultivars

**Matin Kazemzadeh Bahnamirei¹, Mostafa Khoshhal Sarmast^{*2}, Mehdi Alizadeh³,
Mohammad Naghi Padasht Dahkai⁴**

1. M.Sc. Graduate of Horticultural Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: matinkazemzadeh1376@gmail.com
2. Corresponding Author, Associate Prof., Dept. of Horticultural Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: mkhsarmast@gau.ac.ir
3. Associate Prof., Dept. of Horticultural Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: guasnr@gmail.com
4. Assistant Prof., Horticulture Crops Research Department, Gilan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Lahijan, Iran. E-mail: padasht45@gmail.com

Article Info	ABSTRACT
Article type: Full Length Research Paper	Background and Objectives: It is of prime importance to optimize the clonal propagation of chimeric ornamental plants. <i>Sansevieria</i> is a foliage ornamental plant adapted to grow indoors due to its high diversity and resistance to adverse environmental conditions. The micropropagation of ornamental plant cultivars while maintaining their genetic fidelity has always been important. Considering that a limited number of commercial chimeric cultivars have been studied in scientific sources and the extent of genetic stability in the appearance of regenerated plants is unclear therefore, in this research, we will investigate the regeneration capacity of 15 commercial chimeric cultivars of <i>Sansevieria</i> and evaluate the similarity of the regenerated plants with their corresponding mother plant.
Article history: Received: 09.21.2024 Revised: 10.15.2024 Accepted: 11.23.2024	
Keywords: Chimeric plants, Clonal propagation, <i>Sansevieria</i> , True-to-type	Materials and Methods: In this experiment, the leaves of 15 cultivars of chimeric <i>Sansevieria</i> were surface sterilized with 70% ethanol for 30 seconds soonafter exposed to 10% Clorox for 10 minutes. Leaf explant were cultured in Murashigi and Skoog (MS) medium supplemented with 0.25 mg/l 2,4-D to induce callus during 45 days and then the moved to another MS media supplemented with 0.35 mg/l Kinetin so as to induce shoots. Finally, morphological traits were recorded and compared among different cultivars.
	Results: The evaluation of the regenerated callus in different cultivars of <i>Sansevieria</i> showed that Metallica cultivar is able to produce the highest callus weight. The best callus quality was belong to Hahni, Black Jack and Black Gold cultivars, and the compact green and yellow calli produced in these cultivars led to the highest shoot regeneration in these cultivars. Only two cultivars, Silver Gold and Diamond, maintained 32 and 22% of true-to-typeness among other cultivars, respectively. While the other cultivars lacked this ability. The highest proliferated shoots was observed in 'Black Jack' variety (22 plantlets) after 80 days from the beginning of experiment. The highest mean length of the regenerated shoot was related to "Twist"

cultivar (more than 5 cm). The highest acclimation percentage was also observed in Metallica variety (100%).

Conclusion: According to the obtained results, two regenerated cultivars of Diamond and Silver Gold, showed the 20 and 30% similarity to their corresponding mother plant, contrary to expectations. There was a direct relationship between the quality of calluses produced from different cultivars of *Sansevieria* and regenerated plantlets as such compact calluses with green and yellow color had a relatively higher ability for proliferation. Black Jack cultivar managed to produce the highest regenerated plants and leaves indicating the higher genetic ability in this species for shoot regeneration. Plantlets produced from other *Sansevieria* cultivars adapted well in other cases due to the ease of rooting, and among them, the plantlets produced from Metallica variety had higher acclimation competency due to the ability to produce more roots. The results of this research can provide favorable preliminary data for the molecular breeding of this plant through gene transfer and regeneration of the transgenic plant through callus.

Cite this article: Kazemzadeh Bahnamirei, Matin, Sarmast, Mostafa Khoshhal, Alizadeh, Mehdi, Padasht Dahkaei, Mohammad Naghi. 2025. Micropropagation ability and true-to-type production of several chimeric *Sanseveria* cultivars. *Journal of Plant Production Research*, 32 (1), 199-217.



© The Author(s).

DOI: 10.22069/jopp.2024.22807.3189

Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

قابلیت ریزافزایی و تولید ارقام شبیه به اصل در چندین رقم تجاری بافت ناهمسان سانسوریا

متین کاظم‌زاده بهنمیری^۱، مصطفی خوشحال سرمست^{۲*}، مهدی علیزاده^۳، محمدنقی پاداشت دهکایی^۴

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: matinkazemzadeh1376@gmail.com
۲. نویسنده مسئول، دانشیار گروه علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: mkhsarmast@gau.ac.ir
۳. دانشیار گروه علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: guasnr@gmail.com
۴. استادیار مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان، ایستگاه تحقیقات گل و گیاهان زینتی لاهیجان، لاهیجان، ایران. رایانامه: padasht45@gmail.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله کامل علمی- پژوهشی	سابقه و هدف: بهینه‌سازی افزایش هم‌گروهی گیاهان زینتی بافت ناهمسان بسیار با اهمیت است. گیاه سانسوریا از جمله گیاهان زینتی برگ‌ساره‌ای است که به دلیل تنوع بالا و مقاومت به شرایط محیطی نامساعد برای رشد در درون خانه به خوبی سازگار شده است. ریزافزایی ارقام ابلق گیاهان زینتی با حفظ پایداری ژنتیکی آن‌ها همواره دارای اهمیت بوده است. نظر به این‌که در منابع علمی به ریزافزایی تعداد محدودی از ارقام تجاری پرداخته شده است و میزان تغییرات ژنتیکی در ظاهر گیاهان باززایی شده نامشخص است، بنابراین این پژوهش در راستای بررسی باززایی ۱۵ رقم تجاری بافت ناهمسان سانسوریا و ارزیابی شباهت گیاهان باززایی شده با گیاه مادری انجام شد.
واژه‌های کلیدی: ازدیاد همگروهی، بافت ناهمسان، سانسوریا، شبیه به اصل	مواد و روش‌ها: در این آزمایش برگ ۱۵ رقم بافت ناهمسان کلکسیون سانسوریا با اتانول ۷۰ درصد به مدت ۳۰ ثانیه و کلراکس ۱۰ درصد به مدت ۱۰ دقیقه گندزدایی شدند. ریزنمونه‌های برگ در محیط کشت موراشیگی و اسکوگ (MS) حاوی ۰/۲۵ میلی گرم در لیتر 2,4-D به مدت ۴۵ روز برای تولید پینه و سپس در محیط کشت حاوی ۰/۳۵ میلی گرم در لیتر Kinetin در راستای تولید شاخساره کشت شدند. در نهایت ویژگی‌های ریخت‌شناسی داده‌برداری و مقایسه بین ارقام مختلف انجام گرفت.

یافته‌ها: ارزیابی پینه باززایی شده در ارقام گوناگون سانسوریا نشان داد که رقم 'Metallica' قادر به تولید بیش‌ترین وزن‌تر پینه است. بهترین کیفیت پینه در ارقام 'Golden Hahnii'، 'Black Jack' و 'Black Gold' بود که پینه‌های سبز و زرد فشرده تولید شده در این ارقام در ادامه به بیش‌ترین باززایی شاخساره در این ارقام منجر شد. تنها دو رقم 'Silver gold' و 'Black Diamond' به ترتیب ۳۲ و ۲۲ درصد گیاهچه‌های باززایی شده شبیه به اصل تولید نمودند. این در حالی است که سایر گونه‌ها فاقد این توانایی بودند. بیش‌ترین پرآوری شاخساره در رقم 'Black Jack' (۲۲ گیاهچه) بعد از ۸۰ روز از شروع کشت مشاهده شد. بیش‌ترین میانگین طول شاخساره باززایی شده مربوط به رقم 'Twist' بود (بیش از ۵ سانتی‌متر). بالاترین درصد سازگاری نیز در رقم 'Metallica' (۱۰۰ درصد) مشاهده شد.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج به دست آمده دو رقم 'Silver gold' و 'Black Diamond' بر خلاف تصور ۳۲ و ۲۲ درصد گیاهچه شبیه به اصل از طریق ریزنمونه برگ تولید نمودند. ارتباط مستقیمی میان کیفیت پینه‌های تولید شده از ارقام مختلف سانسوریا و تولید گیاهچه وجود داشت. به‌طوری‌که پینه‌هایی فشرده و به رنگ سبز و زرد از توانایی به‌نسبت بالاتری در تولید گیاهچه برخوردار بودند. بیش‌ترین تولید گیاهچه و برگ مربوط به رقم 'Black Jack' بود که نشان‌دهنده توانایی بالای ژنتیکی این رقم به جهت تولید گیاهچه می‌باشد. گیاهچه‌های تولید شده از سایر ارقام سانسوریا در سایر موارد به دلیل سهولت ریشه‌زایی به خوبی سازگار شدند و در بین آن‌ها گیاهچه‌های تولید شده از رقم 'Metallica' به دلیل توانایی تولید بیش‌تر ریشه از قدرت سازگاری بالاتری برخوردار بودند. نتایج این پژوهش می‌تواند داده‌های اولیه مطلوبی را برای به‌نژادی مولکولی این گیاه از طریق انتقال ژن و باززایی گیاه تراریخت از طریق پینه فراهم نماید.

استناد: کاظم‌زاده بهنمیری، متین، خوشحال سرمست، مصطفی، علیزاده، مهدی، پاداشت دهکایی، محمدنقی (۱۴۰۴). قابلیت ریزافزایی و تولید ارقام شبیه به اصل در چندین رقم تجاری بافت ناهمسان سانسوریا. نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی، ۳۲ (۱)، ۱۹۹-۲۱۷.

DOI: 10.22069/jopp.2024.22807.3189



© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

مقدمه

گیاهان زینتی نقش مهمی در زندگی انسان دارند (۱، ۲). از آن‌ها برای تزئین فضاهای باز و داخلی خانه‌ها و مناطق عمومی از جمله مدارس، مراکز خرید، محل کار و غیره استفاده می‌شود (۳، ۴). یکی از این گیاهان زینتی باارزش گیاه *Sansevieria* است که بومی مناطق مختلفی مانند جزایر گرمسیری قناری، مناطق نیمه‌گرمسیری ژاپن، هند، نیجریه، تایلند و برزیل است (۵، ۶). این گیاه علاوه بر ارزش زینتی برای مصارف دارویی، علوفه‌ای، حفاظت از خاک و تولید فیبر کشت می‌شود (۷). سانسوریا با بیش از ۷۰ گونه متعلق به تیره *Asparagaceae* و راسته *Nolinoideae* است. از میان این گونه‌ها، *S. trifasciata* به دلیل برگ‌های کشیده، گوشتی و جذاب و به دلیل مقاومت بالا به شرایط محیطی و سازگاری با شرایط درون خانه به میزان گسترده‌ای مورد پرورش قرار گرفته است و عمده ارقام تجاری زینتی مربوط به همین گونه می‌باشند (۸، ۹). اخیراً گزارش شده است ارقام مختلف سانسوریا توان بالایی در جذب آلاینده‌های خطرناک هوا که به وسیله گازها و فلزات سنگین ایجاد می‌شود را دارا می‌باشند (۱۰). شکل برگ‌ها و الگوهای متنوع تشکیل شده در روی برگ ارقام مختلف این گیاه، ارزش و اهمیت این گیاه زینتی را دو چندان نموده است (۱۰). در سال‌های اخیر تقاضا برای تولید ارقام گوناگون بافت ناهمسان سانسوریا افزایش یافته است. تولید سانسوریا غیربافت ناهمسان سبز به راحتی به وسیله قلمه برگ یا پاگیاه امکان‌پذیر است این درحالی است که تولید و افزایش ارقام تجاری زیبای بافت ناهمسان این گیاه محدود به استفاده از روش‌های سنتی تقسیم بوته و جداسازی ریزوم (بیساک)^۱ در گلخانه است (۱۰).

1- Rhizome

مادرشوهر یا سانسوریا معمولی نیز گفته می‌شود، در هر بیساک خود تا ۶ برگ دارد. برگ‌های بالغ، سبز تیره با نوار ضربدری متمایل به خاکستری سبز روشن هستند و معمولاً طول آن‌ها بین ۷۶-۹۰ سانتی‌متر و دارای عرض ۵-۷ سانتی‌متر هستند. برگ‌هایی که در زیر نور شدید بیرون یا گلخانه‌های روشن ایجاد می‌شوند دارای نوارهای ضربدری روشن هستند، این در حالی است که در برگ‌هایی که در شدت نور ۲۰۰۰ فوت کندل یا کم‌تر رشد می‌کنند یا تحت شدت نور کم نگه داشته می‌شوند دارای برگ‌های سبز تقریباً تیره هستند. بیش‌تر ارقام تجاری سانسوریا در اثر یک جهش جوانه از رقم '*S. trifasciata* 'Laurentii' تولید شده‌اند. برخی از گونه‌های سانسوریا با بذری قابل تکثیر می‌باشند اما به دلیل سرعت رشد کم و محدودیت منبع بذری، روش بذری روش مناسبی برای تکثیر این گیاه نیست. در ارقام '*Laurentii*'، '*Bantel's*'، '*Golden Hahnii*'، '*Futura*' و '*Sensation*' برای حفظ ویژگی بافت‌ناهمسانی توصیه شده است که از تقسیم ریزوم برای تکثیر در شرایط گلخانه استفاده شود (۱۱). باتوجه به این این‌که بهبود ژنتیکی با روش به‌نژادی معمولی محدود است، بنابراین افزایش انبوه گیاهان از طریق روش‌های آزمایشگاهی به عنوان راه حلی برای بهبود ژنتیکی و پاسخ به افزایش فزاینده تقاضای تجاری مورد بررسی قرار گرفته است و اخیراً اندام‌زایی مستقیم و غیرمستقیم از ریزنمونه‌های برگ برای *S. trifasciata* گزارش شده است (۷، ۱۲، ۱۳). در آزمایشی برای افزایش درون‌شیشه‌ای سانسوریا پابلند از تنظیم‌کننده رشد 2,4-D برای انگیزش اولیه و پس از وقفه یک‌هفته‌ای، تولید گیاهک به کمک تنظیم‌کننده رشد Kinetin میسر شد (۱۳). گزارش دیگری برای باززایی درون‌شیشه‌ای سانسوریا ابلق منتشر شد که در محیط MS از قطعه‌های برگ یک سانتی‌متری در

تماس با BA و Kinetin استفاده نمودند. اما از میزان گیاهان بالغ ابلق تولید شده گزارشی منتشر نکردند (۱۴). همچنین در یک گزارش سانسوریای پاکوتاه به وسیله غلظت‌های مختلف تنظیم‌کننده رشد بنزیل آدنین، تحریک به تولید شاخساره‌های ناب‌جا شد (۱۵). بررسی‌ها نشان می‌دهند که راندمان باززایی از بخش‌های مختلف برگ سانسوریای سبز در شرایط درون‌شیشه‌ای متفاوت است (۱۶). در گزارشی پیش‌تیمار ریزنمونه‌های برگ با 2,4-D به مدت ۳ هفته و سپس قرار دادن ریزنمونه‌های برگ در محیط دارای ۰/۴ میلی‌گرم در لیتر Kinetin به بالاترین باززایی شاخساره ناب‌جا به ویژه از قسمت نزد پاهنگ گیاه منجر شد. در ادامه این شاخساره‌ها به کمک فرو بری سریع در تنظیم‌کننده رشد IBA ریشه‌دار و سپس در گلخانه سازگار شدند (۱۶). در ریزافزایی *S. cylindrica*، از دو تنظیم‌کننده رشد 2,4-D و IBA استفاده شد که منجر به تشکیل پینه و ساختارهای گره مانند روی قلمه‌های برگ شد. استفاده از ۵ میکرومولار BA و ۲ میکرومولار NAA منجر به تولید ۱۷ شاخساره در هر ریز نمونه گردید. محیط کشت نیمه جامد دارای ۵ میکرومولار IBA در گزارش آن‌ها به‌طور میانگین ۳/۵ ریشه در هر ریزنمونه با میانگین طول ۶ سانتی‌متر تولید نمود (۱۷). آنالیز فلوسایتومتری درجه بالایی از یکنواختی را میان نمونه‌های باززایی شده نشان داد که در میان آن‌ها تنها *S. parva* تا حدودی غیریکنواخت بود (۱۸). با این وجود این پژوهش‌گران گزارشی از میزان شباهت ژنتیکی گیاهان باززایی شده با گیاه مادری اولیه منتشر نمودند. متأسفانه گزارش قابل دسترسی از افزایش درون‌شیشه‌ای ارقام مختلف سانسوریا بافت ناهمسان در منابع علمی موجود نیست و این موضوع ضرورت پژوهش و یافتن یک روش کارا در ریزافزایی اقتصادی این گیاه را آشکار می‌کند. به دلیل

وجود بافت ناهمسان از نوع پریکلینال (فراپوش) در ارقام بافت ناهمسان سانسوریا، تکثیر آن با قلمه برگ با موفقیت محدودی همراه بوده است. بنابراین در این پژوهش به بررسی حفظ صفات مادری و درصد شباهت گیاهچه‌های باززایی شده از طریق ریزنمونه برگ ۱۵ رقم کلکسیون بافت ناهمسان سانسوریا پرداخته شد. نظر به پایین بودن راندمان تولید گیاهان ابلق با استفاده از روش تقسیم بوته در سانسوریاهای بافت ناهمسان، معرفی روش‌های جایگزین که با راندمان بالایی به تولید گیاهان بافت ناهمسان پایدار منجر شود حیاتی و سودآور خواهد بود. نظر به محدود بودن تولید گیاهان ابلق از طریق روش تقسیم بوته سنتی و با توجه به این‌که گزارشی در خصوص افزایش درون‌شیشه‌ای ارقام ابلق گوناگون سانسوریا از طریق برگ در دسترس نیست، این مطالعه به ارزیابی باززایی و همچنین درصد تولید ارقام ابلق از طریق ریزنمونه برگ در شرایط کشت درون‌شیشه‌ای می‌پردازد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی و استقرار گیاه: در این پژوهش از ۱۵ رقم تجاری سانسوریا بافت ناهمسان استفاده شد (شکل ۱). در فروردین ۱۴۰۲، ۱۵ رقم کلکسیون بافت ناهمسان *Sansevieria trifasciata* از یک گلخانه تجاری خریداری شد و سپس گلدان‌ها به گلخانه علوم باغبانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان منتقل شد. تمامی گیاهان استفاده شده دارای سلامت بوده و از نبود بیماری گیاهان مادری اطمینان حاصل شد. گیاهان به مدت یک ماه در شرایط گلخانه پلاستیکی با دمای 27 ± 3 درجه سلسیوس مستقر شده و سپس از آن‌ها ریزنمونه تهیه شد.



شکل ۱- تصاویر برخی از ارقام بافت ناهمسان سانسوریا الف. مونشاین ب. متالیکا پ. سانسوریا ابلق لورنتی ت. دونری ث. گلبنرج. مهتابی ج. بلک جک ح. واکنرخ. ماسونیا د. سیلورفلیم ذ. سیلور گلد ر. هانی ز. گلد فیلم ژ. بلک گلد س. دیاموند.

Fig. 1. Representative of Chimeric *Sansevieria trifasciata* cultivars A. 'Silver Queen' B. 'Metallica' C. 'Laurentii' D. 'Doneri' E. 'Twist' F. 'Moonshine' G. 'Black Jack' H. 'wagner gold' I. 'masoniana' J. 'Whitney' K. 'Silver gold' L. 'Golden Hahnii' M. 'Golden Flame' N. 'Black Gold' O. 'Black Diamond'.

دقیقه با آب و مایع ظرفشویی شسته شدند و سپس زیر آب جاری شستشو شدند. نمونه‌ها سپس به زیر هود لامینار منتقل شدند. برای گندزدایی سطحی، قطعات برگ به مدت ۳۰ ثانیه در الکل ۷۰ درصد قرار گرفتند. سپس با کلراکس ۱۰ درصد (تهیه شده از

بلافاصله پس از استقرار، از هر یک از گیاه‌های مادری به صورت جداگانه نمونه برگ ۴-۵ سانتی متری تهیه شد و طبق روش به دست آمده به وسیله سرمست و همکاران (۲۰۰۹) کشت برگ ارقام مختلف سانسوریا انجام شد (۱۶). برای گندزدایی، برگ‌ها ۱۰

با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰،۲ آنالیز شدند. مقایسه میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

بررسی کمی و کیفی پینه‌زایی: دو هدف اصلی افزایش هم‌گروهی گیاهان زیتنی شامل تولید تعداد زیادی گیاه از گیاه مادری و حفظ ویژگی شبیه به اصل بودن در گیاهان باززایی شده با افزایش رویشی است. گیاهان زیتنی بافت ناهمسان به دلیل تغییرات ژنتیکی ایجاد شده در بافت‌های رویشی خود، اهمیت زیادی در گل‌کاری دارند (۱۹). یکی از روش‌های ازدیاد گیاه سانسوریا استفاده از قلمه برگ می‌باشد (۲۰). با توجه به این‌که شیمر موجود در سانسوریا از نوع فراپوش می‌باشد و بافت جهش‌یافته در لایه اپیدرمی قرار دارد و نیز باتوجه به این‌که ارقام بافت ناهمسان سانسوریا دارای ارزش تجاری بیش‌تری نسبت به سایر ارقام هستند بررسی گیاهچه‌های تولید شده از برگ این ارقام سانسوریا دارای اهمیت زیادی می‌باشد که هدف اصلی این پژوهش بود. (۲۱). در این پژوهش با توجه به این‌که اطلاعات محدودی در خصوص ارقام تجاری سانسوریا در منابع موجود است، صفات گیاهچه‌های باززایی شده از ۱۵ رقم تجاری سانسوریا مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده وجود اختلاف معنی‌دار در اکثر صفات اندازه‌گیری شده بر اساس آزمون دانکن را در سطح ۵ و ۱ درصد نشان می‌دهد (جدول ۱).

هیپوکلریت سدیم (۵/۲۵ درصد) به مدت ۱۰ دقیقه تیمار شدند. پس از ۵ بار آبکشی با آب مقطر استریل، برگ‌ها به قطعات یک سانتی‌متر مربعی یکسان حامل قسمت‌های سبز و ابلق بریده شدند. حاشیه برگ‌ها که در تماس با مواد ضدعفونی‌کننده بود حذف گردید. ریزنمونه‌های سبز- ابلق بریده‌شده در محیط موارشیگی و اسگوگ (MS) حاوی ۰/۳۵ میلی‌گرم در لیتر 2,4-D به مدت ۴۵ روز قرار داده شدند. پس از این وقفه ۴۵ روزه نمونه‌ها به محیط MS حاوی ۰/۴ میلی‌گرم در لیتر کایتین منتقل شدند. pH تمام محیط‌ها با استفاده از NaOH و HCl ۰/۱ نرمال روی ۵/۸ پیش از اتوکلاو در دمای ۱۲۱ درجه سلسیوس و فشار ۱/۵ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع تنظیم شد. کشت‌ها در دمای ۲۵ درجه سلسیوس و شدت نور استاندارد اتاقک کشت در شرایط ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی نگهداری شدند. برای هر تیمار ۳ تکرار و در هر تکرار ۴ ریزنمونه درون هر ظرف قرار داده شد.

دو مرحله و با فاصله هر ۴۰ روز یک‌بار داده‌برداری انجام شد. بررسی صفات کمی و کیفی پینه، وزن‌تر پینه‌ها بعد ۴۵ روز، وزن تر نمونه‌ها بعد از ۸۰ روز، تعداد ریشه، تعداد گیاهچه باززایی شده، طول ریشه، ارتفاع گیاهچه و قطر گیاهچه، تعداد برگ و درصد مشابهت با گیاه مادری اندازه‌گیری شد.

تجزیه داده‌ها: این آزمایش با شش تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی در آزمایشگاه کشت بافت و بیوتکنولوژی واقع در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شد. جمع‌آوری داده‌ها در روزهای ۴۰ و ۸۰م پس از شروع کشت انجام شد و

جدول ۱- تجزیه واریانس ارزیابی کمیت و کیفیت پینه باززایی شده ارقام کلکسیون سانسوریا.

Table 1. The analysis of variance on quality and quantity of regenerated callus.

منابع تغییرات Sources of variation	df	درجه آزادی	سبز Green	زرد Yellow	سفید White	قهوه‌ای Brown	شیشه‌ای Vitrified	فشرده Compact	درصد القا پینه Callus induction percentage	وزن تر پینه بعد ۴۵ روز Callus fresh weight after 45 days	قطر پینه Callus diameter
رقم Cultivar	14	0.22**	0.27*	0.29**	0.1**	0.06**	0.2**	0.15**	4.2**	1.5**	
خطا error	30	0.06	0.1	0.004	0.003	0.001	0.005	0.001	0.39	0.2	
CV	-	10	12	11.5	13	14	11	14	14	12.7	

** بیان‌کننده اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ درصد، * بیان‌کننده اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ درصد، و ns بیان‌کننده عدم معنی‌داری
ns, * and ** Non-significant and significant at the 5% and 1% probability levels, respectively

بیش‌ترین پینه زرد تولید شده مربوط به رقم 'masoniana' و 'Silver Queen' بود. پینه سفید تولید شده در رقم 'Silver gold' از سایر ارقام بیش‌تر بود (شکل ۲). 'Laurentii' بیش‌ترین پینه قهوه‌ای را تولید نمود. بیش‌ترین پینه‌های شیشه‌ای مربوط به رقم 'Silver gold' بود. نوع کیفیت پینه‌ها و رنگ پینه‌ها می‌تواند در باززایی مؤثر باشد. بررسی همبستگی میان رنگ پینه و میزان پرآوری بیانگر این است که میان پینه‌های زرد و میزان پرآوری شاخساره همبستگی منفی وجود دارد و بین پینه سبز و میزان پرآوری در تمامی ارقام همبستگی مشاهده نشد (جدول ۳). لازم به ذکر است که گونه‌های مختلف، ارقام و اندام‌های مختلف یک گیاه، به کشت بافت گیاهی واکنش یکسان نشان نمی‌دهند (۲۲). پژوهش‌های مختلفی در زمینه تعیین بهترین تیمار برای باززایی ارقام مختلف میخک صورت گرفته که در اکثر این پژوهش‌ها، ترکیب سائتوکین و اکسین استفاده شده است، اما باید توجه داشت که میزان

نتایج آزمایش ما نشان داد برگ تمام ارقام سانسوریا شروع به تولید پینه کردند و از نظر درصد القا پینه بین ارقام مختلف اختلاف معنادار وجود داشت. بیش‌ترین وزن‌تر پینه‌های تولید شده مربوط به رقم 'masoniana' بود و حدود ۴ برابر بیش‌تر از سایر ارقام تولید پینه کرد و پس از 'masoniana' بیش‌ترین وزن‌تر پینه متعلق به رقم 'Metallica' و 'Doneri' بود (جدول ۲). بیش‌ترین قطر پینه تولید شده مربوط به رقم 'masoniana' و بعد از آن به ترتیب ارقام 'Silver gold'، 'Doneri'، 'Metallica'، 'Whitney' و 'Laurentii' بود. بررسی پینه‌های تولید شده از ارقام مختلف از نظر صفات کیفی نشان داد که فشرده‌ترین و متراکم‌ترین پینه مربوط به رقم 'Golden Hahnii' بود و بعد از آن رقم 'Laurentii' پینه‌های متراکمی داشتند. بیش‌ترین پینه‌های سبز تولید شده مربوط به رقم 'Golden Hahnii' بود و پس از آن رقم 'Black Gold' و 'Black Jack' نسبت به سایر ارقام پینه‌های سبز بیش‌تری را تولید کردند.

واکنش ارقام مختلف به تنظیم‌کننده‌های رشد متفاوت است، بنابراین یافتن بهینه‌ترین تیمار در هر رقم، امری ضروری و غیرقابل‌انکار می‌باشد (۲۳، ۲۴، ۲۵). اندام‌زایی و تولید پینه از رقمی به رقم دیگر با متفاوت بودن نوع بافت، غلظت هورمون‌های درونی و قابلیت نوع بافت، متفاوت می‌باشد (۲۶). در اکثر گیاهان، واکنش ژنوتیپ‌ها نسبت به باززایی یا تشکیل پینه متفاوت است (۲۷). یکی از عوامل مؤثر بر موفقیت کشت بافت، ژنوتیپ است که به عنوان یک عامل اساسی، کارایی کشت بافت در شرایط آزمایشگاهی را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد (۲۸).

جدول ۲- بررسی جدول مقایسه میانگین مربوط به صفات کیفی و کمی پینه رشد یافته برای ارقام مختلف سانسوریا.

Table 2. The mean comparison among qualitative and quantitative traits of regenerated callus in different *Sansevieria* cultivars.

ارقام Cultivar	سبز Green	زرد Yellow	سفید White	قهوه‌ای Brown	شیشه‌ای Vitrified	فشرده Compact	درصد القا پینه Callus induction percentage	وزن تر پینه بعد ۴۵ روز (gr) Callus fresh weight after 45 days (gr)	قطر پینه (cm) Callus diameter (cm)
1. Moonshine	0.05 ^{cd}	0.1 ^{b-d}	0 ^f	0.1 ^{cd}	0.07 ^b	0.2 ^{c-e}	100 ^a	0.73 ^{e-h}	1 ^{f-h}
2. masoniana	0.1 ^{cd}	0.9 ^a	0 ^f	0 ^e	0 ^c	0 ^h	100 ^a	4.1 ^a	3.2 ^a
3. Silver gold	0.1 ^{cd}	0 ^d	0.82 ^a	0 ^e	0.2 ^a	0.1 ^{f-h}	100 ^a	1.36 ^{b-d}	2 ^c
4. Laurentii	0.05 ^{cd}	0.36 ^a	0 ^f	0.8 ^a	0 ^c	0.6 ^b	100 ^a	1.1 ^{c-e}	1.9 ^c
5. Black Jack	0.5 ^{ab}	0.51 ^a	0.1 ^{d-f}	0 ^e	0 ^c	0.2 ^{c-e}	100 ^a	0.6 ^{e-i}	0.9 ⁱ
6. Whitney	0.3 ^{b-d}	0 ^d	0.9 ^a	0 ^e	0 ^c	0.25 ^{cd}	100 ^a	1.3 ^{b-d}	1.95 ^c
7. Twist	0 ^d	0.72 ^a	0 ^{cd}	0 ^e	0 ^c	0.03 ^{gh}	100 ^a	0.73 ^{e-h}	0.9 ^{gh}
8. Golden Hahnii	0.9 ^a	0 ^d	0.23 ^c	0 ^e	0 ^c	1 ^a	100 ^a	0.35 ⁱ	0.8 ^{hi}
9. Silver Queen	0 ^d	0.76 ^{ab}	0 ^f	0.4 ^{bc}	0.09 ^b	0.15 ^{d-f}	100 ^a	1 ^{d-f}	1.5 ^c
10. Wagner gold	0.25 ^{b-d}	0.67 ^{a-c}	0 ^f	0.09 ^e	0 ^c	0.1 ^{f-h}	100 ^a	0.73 ^{e-h}	1.1 ^{e-g}
11. Doneri	0.34 ^{b-d}	0.29 ^{a-d}	0.07 ^{ef}	0.21 ^f	0 ^c	0.1 ^{f-h}	100 ^a	1.4 ^{bc}	2.1 ^{bc}
12. Black Gold	0.65 ^{ab}	0.09 ^{cd}	0.16 ^{c-e}	0 ^e	0 ^c	0.3 ^c	100 ^a	0.66 ^{f-i}	1.3 ^{de}
13. Metallica	0.02 ^d	0.51 ^{a-d}	0 ^f	0.37 ^{bc}	0 ^c	0.12 ^{e-h}	100 ^a	1.5 ^{bc}	2.12 ^b
14. Black Diamond	0.08 ^{cd}	0.19 ^{b-d}	0.63 ^b	0 ^e	0 ^c	0.05 ^{gh}	100 ^a	0.86 ^{e-g}	1.25 ^{d-f}
15. Golden Flame	0.01 ^d	0.36 ^{a-d}	0.08 ^{ef}	0.47 ^b	0 ^c	0.08 ^{f-h}	100 ^a	0.36 ^{hi}	0.78 ^{hi}

* در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد ندارند

*Means within each column followed by the same letter(s) are not significantly different at $P \leq 0.05$ according to Duncan's test

جدول ۳- جدول همبستگی میان پینه‌های زرد و سبز رنگ با درصد پرآوری شاخساره در ارقام مختلف سانسوریا.

Table 3. Correlation coefficients between yellow and green calli and proliferation rate of different *Sansevieria* cultivars.

پینه Callus	پینه زرد Yellow callus	پینه سبز Green callus
پرآوری شاخساره Shoot proliferation	-0.08*	0.25 ^{ns}

* بیان‌کننده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ درصد، ^{ns} فاقد معنی‌داری

^{ns} not significant, * significant at the 5% probability levels, respectively



شکل ۲- تصاویر پینه‌های تولید شده از برگ ارقام مختلف سانسوریا در شرایط یکسان الف. مهتابی ب. ماسونیا پ. سیلور گلد ت. لورنتی ابلق ث. بلک جک ج. دیاموند چ. گلبنر ح. هانی خ. مونشاین د. واکتر ذ. دونری ر. بلک گلد ز. متالیکا ژ. سیلور فلیم س. گلد فلیم.

Fig. 2. Images of calluses produced from the leaves of different varieties of *Sansevieria trifasciata* under the same conditions. A. 'Moonshine' B. 'masoniana' C. 'Silver gold' D. 'Laurentii' E. 'Black Jack' F. 'Black Diamond' G. 'Twist' H. 'Golden Hahnii' I. 'Silver Queen' J. 'wagner gold' K. 'Doneri' L. 'Black Gold' M. 'Metallica' N. 'Whitney' O. 'Golden Flame'.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس برخی از صفات
رشدی اندازه‌گیری شده از ارقام کلکسیون سانسوریا
وجود اختلاف معنی‌دار را در اکثر صفات

اندازه‌گیری‌شده، بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵
و ۱ درصد نشان داد (جدول ۴).

جدول ۴- تجزیه واریانس ارزیابی صفات ریخت‌شناسی شاخساره‌های پرآوری شده در ارقام کلکسیون سانسوریا.

Table 4. The analysis of variance on morphological traits of proliferated shoots in different *Sansevieria* cultivars.

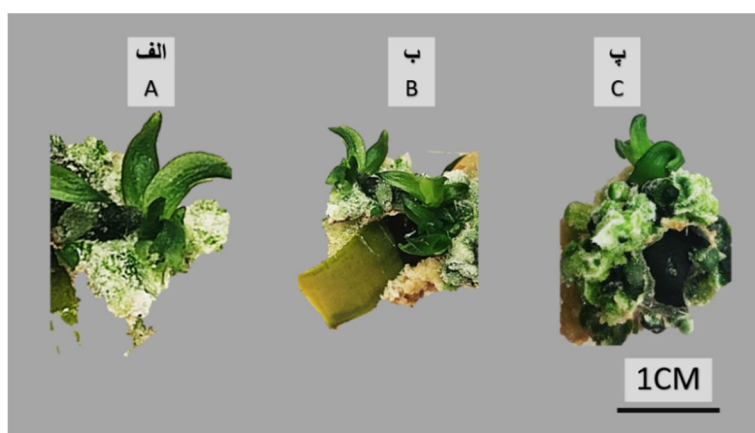
منابع تغییرات Sources of variance	df	درجه آزادی	درصد مشابهت گیاهچه‌ها با گیاه مادری Similarity of the regenerated plantlets with the mother plant	تعداد گیاهچه پرآوری شده The number of shoots	تعداد برگ گیاهچه The number of proliferated leaves	وزن تر در روز ۸۰ Fresh weight on day 80	تعداد ریشه Number of roots	ارتفاع گیاهچه Shoot height	طول ریشه Root length	قطر گیاهچه Shoot
خطا Error	30	1.1	0.07	4.6	0.046	0.77	0.18	0.91	0.006	0.69**
CV	-	1.7	14	17.5	18.7	17.8	13	12	12.8	

** بیان‌کننده اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ درصد، * بیان‌کننده اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ درصد، و ^{ns} بیان‌کننده عدم اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن است

^{ns}, * and ** Non-significant and significant at the 5% and 1% probability levels, respectively

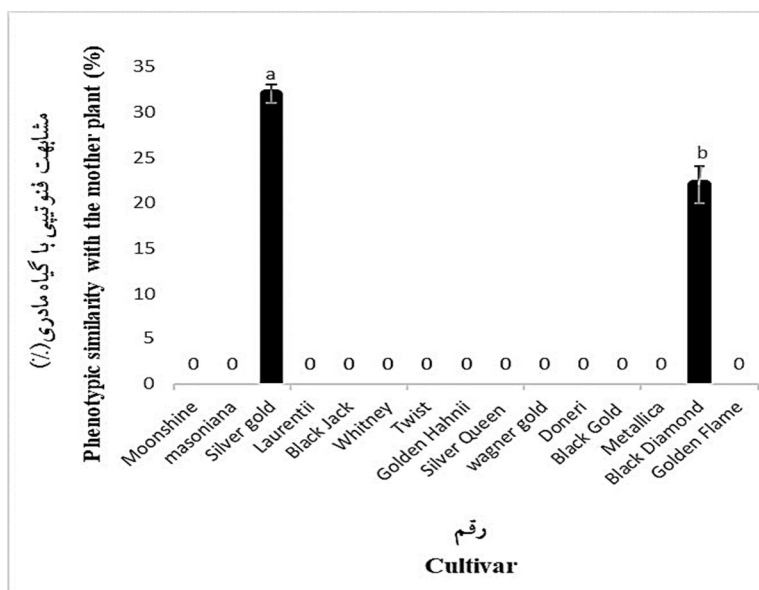
نشان داد کشت برگ در اکثر موارد قادر به تولید گیاهچه‌های مشابه گیاه مادری نمی‌باشد. اما در دو رقم 'Silver gold' و 'Black Diamond' به ترتیب ۳۲ و ۲۲ درصد گیاهچه‌های تولید شده مشابه گیاه مادری بودند (شکل‌های ۳ و ۴). مقایسه خصوصیات ژنتیکی ارقام نشان می‌دهد که تفاوت ژنتیکی در بین ارقام مختلف تعیین‌کننده قابلیت باززایی آن‌ها می‌باشد (۳۰). در بیش‌تر نهان‌دانگان، یاخته‌های مریستم جوانه دارای سه لایه L1، L2 و L3 می‌باشند که لایه L1 یاخته‌های اپیدرمی، روزنه و مو و لایه L2 شامل یاخته‌های زیر اپیدرمی و پوست و لایه L3 بخش درونی‌تر زیر پوست شامل دستجات آوندی، مزوفیل‌ها (در برگ) و غیره را تشکیل می‌دهد (۳۱، ۳۲). شیمر (بافت ناهمسانی) موجود در بیش‌تر ارقام سانسوریا از نوع پریکلینال (فراپوش) می‌باشد. این شیمر بسیار پایدار است به شرط آن‌که، در روش ازدیاد به گونه‌ای عمل شود که بافت جهش‌یافته به همگروه‌های تولیدشده منتقل نشود. اگر جهش در لایه L1 اتفاق افتد پس لایه اپیدرمی نمونه‌ای که تولیدشده دارای یک ژنتیک جدید است و روش ازدیاد باید به گونه‌ای باشد که دربرگیرنده لایه L1 باشد (۲۱). با توجه به اطلاعات گفته شده تولید گیاهچه به شکل کلونی در این دو رقم خاص قابل توجیه است.

درصد مشابهت گیاهچه‌های باززایی‌شده از برگ ارقام گوناگون سانسوریا با گیاه مادری: پس از تولید پینه از برگ ارقام مختلف سانسوریا، نمونه‌ها در محیط حاوی ۰/۴ میلی‌گرم در لیتر Kinetin زیر کشت شدند. در روز ۸۰ ام پس از کشت اولیه نمونه‌ها، و پس از باززایی، صفات مختلفی مورد ارزیابی قرار گرفت. یکی از موارد بسیار مهمی که هدف اصلی این پژوهش بود، بررسی مشابهت گیاهچه‌های باززایی‌شده از برگ ارقام مختلف بافت ناهمسان با گیاه مادری بود. نتایج پژوهش سرمست و همکاران نشان داد که استفاده از ریزنمونه برگ دارای بافت ابلق در سانسوریای رقم 'Laurentii' قادر به تولید گیاه مشابه گیاه مادری نیست (۲۹). بررسی‌های بسیار زیادی در مورد کشت بافت سانسوریاهای بافت ناهمسان از طریق قلمه برگ صورت‌گرفته و تا به حال گزارش قابل دسترسی از تولید گیاهچه مشابه گیاه مادری از طریق ریز ازدیادی ارائه نشده است (۱۵، ۱۷، ۱۸، ۲۰). با توجه به این‌که در منابع اطلاعات محدود در مورد کشت برگ ارقام کلکسیون بافت ناهمسان وجود داشت و با توجه به پژوهش‌های پیشین انتظار بر این بود که کشت برگ ارقام مختلف بافت ناهمسان سانسوریا گیاهچه‌های مشابه گیاه مادری تولید نکنند. نتایج این پژوهش نیز همسو با پژوهش‌های پیشین



شکل ۳- گیاهچه‌های باززایی شده ابلق از ریزنمونه برگ الف و ب. سیلور گلد پ. دیاموند.

Fig. 3. Chimeric regenerated shoots from leaf explants of *Sansevieria trifasciata* (A and B). 'Silver gold' (C). 'Black Diamond'.



شکل ۴- درصد مشابهت گیاهچه‌های باززایی شده حاصل از پینه ارقام مختلف سانسوریا.

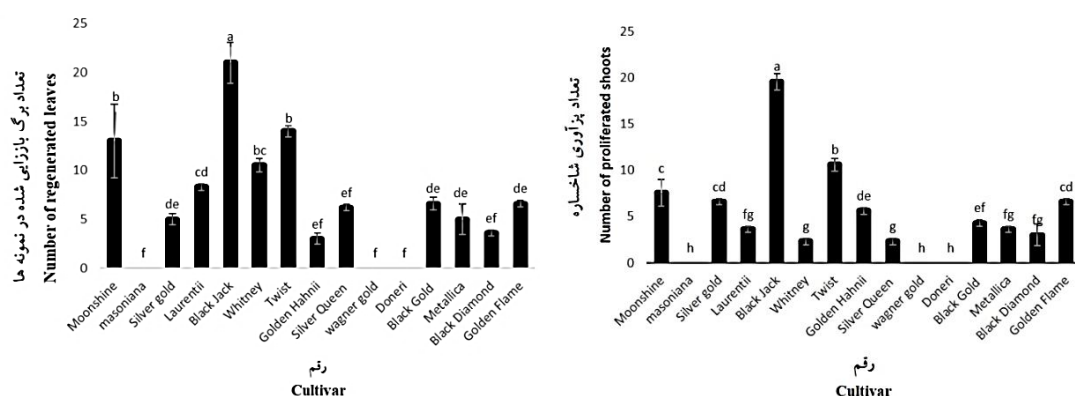
Fig. 4. Similarity percentage of regenerated shoots originated from regenerated callus of different *Sansevieria* cultivars.

ریزنمونه نمودند که از نظر آماری اختلاف معنی‌داری میان آن ارقام مشاهده نشد (شکل ۵).

بیش‌ترین تعداد برگ تولید شده مربوط به رقم بلک جک بود که حدود ۲۲ برگ را تولید نمود. بعد از بلک جک، رقم مهتابی و گلبرن بیش‌ترین برگ را تولید نمودند (حدود ۱۴ برگ). رقم 'masoniana'، 'wagner gold' و 'Doneri' هیچ برگی تولید نکردند (شکل ۲). اندام‌زایی یک فرآیند فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی پیچیده است که به شدت به تغییرات آنزیمی و هورمون‌های درون‌زا مرتبط است (۳۳). رابطه مستقیمی بین مقادیر هورمون‌های درون‌زا و تمایز یابی جوانه‌های نابجا وجود دارد (۳۴). غلظت بالای اکسین درون‌زا ممکن است از باززایی شاخه جلوگیری نماید و در محیط‌های کشت درون‌شیشه‌ای، اختلاف قابل‌توجه در درصد باززایی و تعداد شاخساره تولید شده می‌تواند ناشی از نوع و غلظت تنظیم‌کننده‌های رشد در محیط باشد (۳۴، ۳۵).

تعداد گیاهچه‌های پرآوری‌شده و تعداد برگ تولید

شده: نظر به این‌که میزان پرآوری شاخساره در ارقام مختلف سانسوریا به شکل بسیار محدودی در دسترس است، بنابراین یکی دیگر از اهداف این پژوهش ارزیابی راندمان پرآوری شاخساره این ارقام در شرایط استاندارد کشت درون‌شیشه‌ای بود. در شرایط محیطی و کشت یکسان، بیش‌ترین تعداد باززایی مربوط به رقم بلک جک بود که حدود ۲۰ گیاهچه جدید از ریزنمونه اولیه تولید نمود (شکل ۵). بعد از رقم 'Black Jack'، رقم 'Twist' بیش‌ترین باززایی را داشت که به‌طور میانگین حدود ۱۰ گیاهچه تولید نمود. ارقام 'Silver gold' و 'Golden Flame' هم حدود ۷ گیاهچه جدید تولید نمودند. در بین ارقام مختلف، رقم 'masoniana'، 'wagner gold' و 'Doneri' در انتهای روز ۸۰ که داده‌برداری صورت‌گرفته قادر به تولید گیاهچه نشدند و تنها در حضور سایتوکینین به رشد پینه خود ادامه دادند. بقیه ارقام به‌طور متوسط حدود ۳ یا ۴ گیاهچه در هر

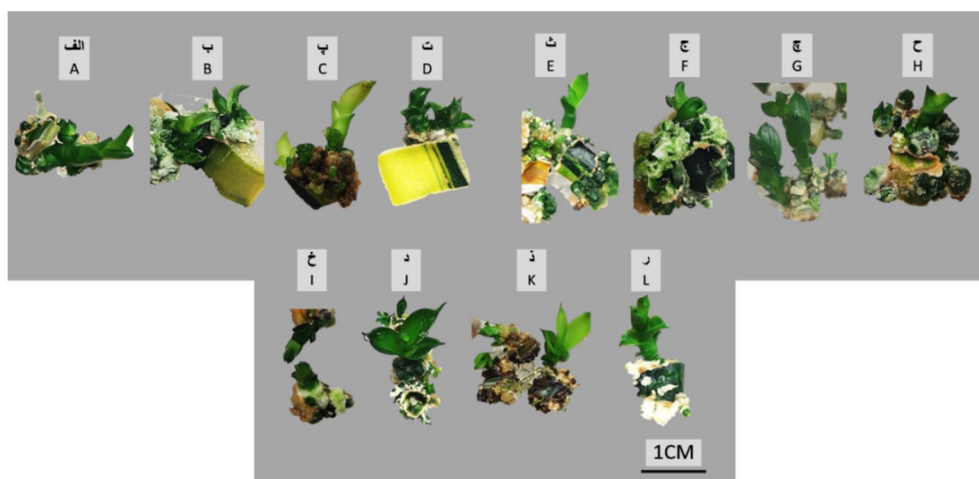


شکل ۵- بررسی تعداد گیاهچه‌های باززایی شده (سمت راست) و تعداد برگ (سمت چپ) در گیاهچه ارقام مختلف سانسوریا در محیط کشت MS حاوی ۰/۳۵ میلی گرم در لیتر کایتین.

Fig. 5. Number of regenerated plantlets (right) and leaf number (left) of *Sansevieria* cultivars grown on MS media supplemented with 0.35 mg L⁻¹ Kinetin.

صفات مرفولوژیکی گیاهچه‌های باززایی شده از ریزنمونه برگ ارقام بافت ناهمسان سانسوریا: شکل ۶، شاخساره‌های تولید شده در ارقام مختلف سانسوریا را نشان می‌دهد. بیش‌ترین وزن‌تر نمونه بعد از گذشت ۸۰ روز از شروع کشت در رقم 'masoniana' مشاهده شد و همان‌طور که گفته شد پینه‌های این رقم بعد از این‌که به محیط حاوی سابتوکینین منتقل شدند هم‌چنان به رشد پینه خود ادامه داد و در پایان روز ۸۰ هیچ گیاهچه باززایی‌شده‌ای روی این نمونه‌ها مشاهده نشد. بعد از رقم ماسونیا، به ترتیب رقم‌های 'Twist'، 'Black Jack'، 'Metallica' و 'Doneri' بیش‌ترین وزن تر را تولید نمودند. بیش‌ترین تعداد ریشه در رقم 'Metallica' مشاهده شد (حدود ۱۲ ریشه)، ولی این رقم تعداد گیاهچه‌های محدودی را تولید نمود (جدول ۵). بعد از رقم 'Metallica'، رقم

'Golden Hahnii' و 'Black Jack' در رتبه دوم تولید ریشه قرار گرفتند (جدول ۴). این ارقام هم ریشه قابل‌قبولی تولید نمودند و هم تعداد گیاهچه‌های بالایی در مقایسه با سایر ارقام داشتند. در ارقام 'masoniana'، 'Whitney'، 'Silver Queen'، 'Black Diamond' و 'Doneri'، 'wagner gold' هیچ ریشه‌ای در پایان روز ۸۰ مشاهده نشد (جدول ۵). بیش‌ترین طول ریشه هم در رقم 'Metallica' ثبت شد که حدود ۴ سانتی‌متر بود. بعد از 'Metallica'، رقم 'Black Jack' بیش‌ترین طول ریشه را داشت (جدول ۵). بیش‌ترین ارتفاع گیاهچه باززایی شده مربوط به رقم 'Twist' بود (حدود ۵ سانتی‌متر). گیاهچه‌های تولید شده از ریزنمونه‌های رقم 'Whitney' هم حدود ۴ سانتی‌متر ارتفاع داشتند (جدول ۵). بیش‌ترین قطر گیاهچه مربوط به رقم 'Laurentii' و 'Twist' بود (جدول ۵).



شکل ۶- تصاویر مربوط به باززایی نمونه‌های برگ برخی از ارقام کلکسیون سانسوریا الف. مهتابی ب. سیلور گلد پ. لورنتی ابلق ت. گلدفلیم ث. بلک جک ج. دیاموند چ. گلبرخ ح. هانی خ. مونشاین د. بلک گلد ذ. متالیکا ر. سیلور فلیم.

Fig. 6. Pictures related to the regeneration of shoots in different *Sansevieria trifasciata* cultivars A. 'Moonshine' B. 'Silver gold' C. 'Laurentii' D. 'Golden Flame' E. 'Black Jack' F. 'Black Diamond' G. 'Twist' H. 'Golden Hahnii' I. 'Silver Queen' J. 'Black Gold' K. 'Metallica' L. 'Whitney'.

جدول ۵- مقایسه صفات ریخت‌شناسی گیاهچه‌های باززایی‌شده از ریزنمونه برگ ارقام کلکسیون سانسوریا.

Table 5. Comparison of orphological characteristics of regenerated plantlets from leaf explants of *Sansevieria* collection cultivars.

ارقام Cultivar	وزن تر در روز ۸۰ (گرم) Fresh weight on day 80 (gr)	تعداد ریشه Number of roots	طول ریشه (سانتی‌متر) Root length (cm)	ارتفاع شاخساره (سانتی‌متر) Shoot height (cm)	قطر شاخساره (میلی‌متر) Shoot diameter (mm)
1. Moonshine	1.1 ^g	1 ^{cd}	1.06 ^d	0.9 ^{e-g}	2.5 ^{bc}
2. Masoniana	7.9 ^a	0 ^d	0 ^f	0 ^h	0 ^d
3. Silver gold	2.2 ^g	3.4 ^b	0.4 ^{ef}	0.43 ^{f-h}	3.6 ^{ab}
4. Laurentii	1.9 ^{gh}	1.3 ^{cd}	0.46 ^{ef}	1.1 ^{ef}	4.2 ^a
5. Black Jack	6.5 ^c	5.6 ^b	2.8 ^b	2 ^d	0 ^d
6. Whitney	3.2 ^f	0 ^d	0.46 ^{ef}	3.9 ^b	3.3 ^{ab}
7. Twist	7.1 ^b	1.3 ^{cd}	0.56 ^e	5.3 ^a	4.3 ^a
8. Golden Hahnii	1.4 ^{ij}	5.6 ^b	0 ^f	0.38 ^{f-h}	1.1 ^{cd}
9. Silver Queen	1.7 ^{hi}	0 ^d	0 ^f	0.89 ^{e-g}	2.4 ^{bc}
10. Wagner gold	1.3 ^{ij}	0 ^d	0.23 ^{ef}	0 ^h	0 ^d
11. Doneri	4.1 ^e	0 ^d	0 ^f	0 ^h	0 ^d
12. Black Gold	2.9 ^f	1.6 ^{cd}	1.8 ^c	0.8 ^{e-h}	0.23 ^{bc}
13. Metallica	4.6 ^d	12 ^a	4.3 ^a	1.4 ^{de}	0.33 ^{ab}
14. Black Diamond	2.9 ^f	0 ^d	0 ^f	2.7 ^c	0.33 ^{ab}
15. Golden Flame	1.2 ^j	2.3 ^c	0.3 ^{ef}	0.23 ^{gh}	0.11 ^{cd}

* در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد ندارند

* Means within each column followed by the same letter(s) are not significantly different at $P \leq 0.05$ according to Duncan's test

ارقام کلکسیون سانسوریا، وجود اختلاف معنی‌داری را بین رقم‌های مورد آزمایش نشان داد (جدول ۶).

سازگاری: براساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس درصد سازگاری گیاهچه‌های حاصل از ریزنمونه برگ

جدول ۶- تجزیه واریانس درصد سازگاری گیاهچه‌های حاصل از ریزنمونه برگ ارقام سانسوریا.

Table 6. Variance analysis on acclimatized plantlets originated from leaf explants of *Sansevieria* cultivars.

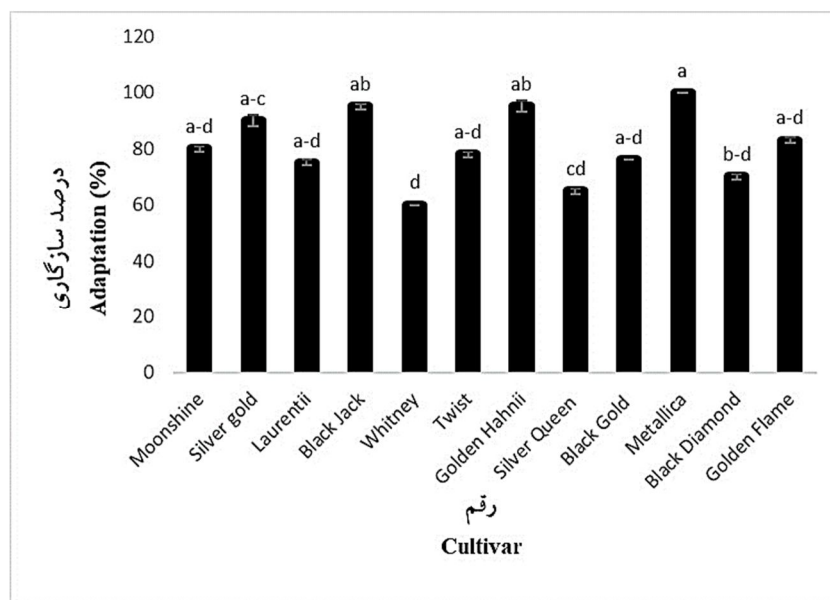
درصد سازگاری Adaptation (%)	درجه آزادی df	منابع تغییرات Sources of variance
478.27**	11	رقم Cultivars
42	24	خطا Error
12	-	CV

** بیان‌کننده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱ درصد

** significant at the 1% probability levels

بالاترین درصد سازگاری (۱۰۰ درصد) مربوط به این رقم بود (شکل ۷). بعد از رقم 'Metallica'، رقم 'Black Jack' (۹۰ درصد) و 'Golden Hahnii' (۹۵ درصد) بالاترین درصد سازگاری را داشتند. کم‌ترین درصد سازگاری (۶۰ درصد) مربوط به رقم 'Whitney' بود. در طی مراحل سازگاری از شدت میست به تدریج کاسته شد.

تمام شاخساره‌های پرآوری شده با اندازه بیش از ۸ سانتی‌متر از محیط کشت خارج شده پس از شستشو و جداکردن آگار به مدت ۵ ثانیه در محلول IBA ۱ میلی‌گرم در لیتر قرار داده شدند و سپس در بستر کوکوپیت و پرلیت با نسبت حجمی برابر، کشت شدند. تمام نمونه‌های کشت شده زیر سیستم مه‌پاش به مدت ۶۰ روز قرارگرفتند. تمام گیاهچه‌های رقم 'Metallica' سازگار شده و به خوبی مستقر شدند و



شکل ۷- درصد سازگاری گیاهچه‌ها در ارقام مختلف سانسوریا.

خطای استاندارد مربوط به هر میانگین دارای سه تکرار در بالای نمودار مشخص شده است.

Fig. 7. Acclimation percentage among different *Sansevieria* cultivars.
Data represents the mean $\pm$ SE of three replicates.

نتیجه‌گیری

ارقام مختلف سانسوریا با توجه به خصوصیات ژنتیکی خاص خود، نوع بافت و غلظت هورمون‌های رشد درون‌زا، توانایی متفاوتی در رشد و تولید شاخساره و ریشه دارند و باید برای هر رقم فرمول خاص خود رقم را معرفی کرد. با توجه به نتایج به‌دست آمده بیش‌ترین تولید گیاهچه مربوط به رقم 'Black Jack' بود که در حدود ۲۰ گیاهچه تولید نمود و دو رقم 'Black Diamond' و 'Silver gold' حدود ۶ گیاهچه تولید کردند که برخی از گیاهچه‌های تولید شده از طریق ریزنمونه برگ در این دو رقم مشابه گیاه مادری بود. کیفیت پینه‌های تولید شده از ارقام مختلف سانسوریا در تولید گیاهچه و شرایط باززایی مؤثر می‌باشد. طبق نتایج به‌دست آمده، پینه‌هایی فشرده سبز و زرد از توانایی به نسبت بالاتری در تولید

گیاهچه به‌ویژه در رقم 'Black Jack' برخوردار بودند. با این‌حال بیش‌ترین تولید گیاهچه و برگ مربوط به رقم 'Black Jack' بود که نشان‌دهنده توانایی بالای ژنتیکی این رقم به جهت تولید گیاهچه می‌باشد. گیاهچه‌های تولیدشده از سایر ارقام سانسوریا در سایر موارد به دلیل سهولت ریشه‌زایی به خوبی سازگار شدند و در بین آن‌ها گیاهچه‌های تولید شده از رقم 'Metallica' به دلیل توانایی تولید ریشه بیش‌تر از قدرت سازگاری بالاتری برخوردار بودند. نتایج این پژوهش می‌تواند داده‌های اولیه مطلوبی را برای به‌نژادی مولکولی این گیاه از طریق انتقال ژن و باززایی گیاه تراریخت از طریق پینه فراهم نماید.

منابع

1. Kravanja, N. (2006). Significant perceptual properties of outdoor ornamental plants. *Acta Agriculturae Solvenica*, 87, 333-342.
2. Dewir, Y. H. (2016). Cacti and succulent plant species as phytoplasma hosts: A review. *Phytopathogenic Mollicutes*, 6, 1-9.
3. Ciesla, W. M. (2002). Non-wood forest products from temperate broad-leaves trees. *Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy*, 18-45.
4. Edmond, J. B., Senn, T. L., Amdreus, F. S., & Halfacre, R. G. (1978). *Fundamentals of Horticulture. 4th ed. McGraw-Hill, Inc.* 87-130.
5. Takawira, R., & Nordal, I. (2001). The genus *Sansevieria* (family Dracaenaceae) in Zimbabwe. In: *XX International Eucarpia Symposium, Section Ornamentals, Strategies for New Ornamentals-Part II*, 572, 189-198.
6. Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davies, F. T., & Geneve, R. L. (2002). Plant propagation principle and practices. 7th edition, *Prentice Hall International*. Englewood Cliffs. New York, USA.
7. García-Hernández, E., Loera-Quezada, M. M., Morán-Velázquez, D. C., López, M. G., Chable-Vega, M. A., Santillán-Fernández, A., Zavaleta-Mancera, H. A., Tang, J. Z., Azadi, P., & Ibarra-Laclette, E. (2022). Indirect organogenesis for high frequency shoot regeneration of two cultivars of *Sansevieria trifasciata* Prain differing in fiber production. *Scientific Report*, 12, 1-12.
8. Sreenivasan, V., Somasundaram, S., Ravindran, D., Manikandan, V., & Narayanasamy, R. (2011). Microstructural, physico-chemical and mechanical characterization of *Sansevieria lindricabres*—An. *exploratory investigation Materials Design*, 32, 453-461.
9. Bailey, L. H., & Bailey E. Z. (1976). *Hortus Third. Macmillan Publishing Co., Inc., New York, NY*, 1290p.

10. Yusnita, Y., Pungkastiani, W., & Hapsoro, D. (2011). In vitro organogenesis of two *Sansevieria trifasciata* cultivars on different concentrations of benzyladenine (BA). *AGRIVITA Journal of Agricultural Science*, 33, 147-153.
11. Smith Cecil, N., & Robert Strain, J. (1976). Market outlets and product mix for Florida foliage plants. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 89, 274-278.
12. Kaur, J., & Mudgal, G. (2021). An efficient and quick protocol for in vitro multiplication of snake plant, *Sansevieria trifasciata* var. *Laurentii* [Prain]. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*, 147, 405-411.
13. Agrotan, J., & Ideriati, S. (2015). Indirect organogenesis and induction of morphogenic callus for in vitro propagation of *Sansevieria masoniana*. *Journal of Agrotechnology*, 1, 1-8.
14. Wahyuningsih, T. (2006). Pengaruh beberapa konsentrasi benziladenin (BA) atau kinetin pada pembentukan tunas adventif *Sansevieria trifasciata* Lorentii in vitro. *Skripsi Fakultas Pertanian, Universitas Lampung*.
15. Veltcheva, M. R., & Svetleva, D. L. (2005). In vitro regeneration of *Phaseolus vulgaris* L. via organogenesis from petiole ex-plants. *Journal of Central European Agriculture*, 6 (1), 53-58.
16. Sarmast, M. K., Salehi, M., & Salehi, H. (2009). The potential of different parts of *Sansevieria trifasciata* L. leaf for meristemoids production. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 3 (3), 2506-2509.
17. Shahzad, A., Ahmad, N., Rather, M. A., Husain, M. K., & Anis, M. (2009). Improved shoot regeneration system through leaf derived callus and nodule culture of *Sansevieria cylindrical*. *Biologia Plantarum*, 53, 745-749.
18. Catalano, C., Carra, A., Carimi, F., Motisi, A., Sajeve, M., Butler, A., Lucretti, S., Giorgi, D., Farina, A., & Abbate, L. (2023). Somatic embryogenesis and flow cytometric assessment of nuclear genetic stability for *sansevieria* spp. an approach for in vitro regeneration of ornamental plants *Horticulturae*, 9, 138.
19. Frank, M. H., & Chitwood, D. H. (2016). Plant chimeras: The good, the bad, and the 'Bizzaria'. *Developmental Biology*, 419, 41-53.
20. Arnold, M. A. (2004). *Sansevieria trifasciata*. In: Landscape plants for Texas and environments, *Third Edition*, *Stipes Publishing, USA*
21. Satina, S., Blakeslee, A. F., & Avery, A. G. (1940). Demonstrations of the three germ layers in the shoot apex of *Datura* by means of induced polyploidy in periclinal chimeras. *American Journal of Botany*, 27, 895-905.
22. Sardoei, A., Sarhadi, H., Rohany Yazdi, M., Arbabi, M., & Jahantigh, M. (2013). Effect of gibberellic acid and benzyladenine growth regulators on offsets production of *Aloe Barbadosis* at greenhouse conditions. *International journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, 1 (11), 1457-1465.
23. Azadi, P., Kermani, M. J., & Samiei, L. (2018). Somatic embryogenesis in *rosa hybrida*. in: step wise protocols for somatic embryogenesis of important woody plants. *Forestry Sciences*, 85 (1), 161-170.
24. Siddique, I., & Yadav, V. (2021). Cytokinin Influence on Micropropagation System of *Dianthus caryophyllus* L. In *Propagation and Genetic Manipulation of Plants*. Springer Singapore, pp. 33-41.
25. Lukatkin, A. S., Mokshin, E. V., & Teixeira da Silva, J. A. (2017). Use of Alternative Plant Growth Regulators and Carbon Sources to Manipulate *Dianthus caryophyllus* L. shoot induction in Vitro. *Rendiconti Lincei*, 28 (3), 583-588.
26. Chien-Ying, K., Al-Abdulkarim, A. M., Al-Jowid, S. M., & Al-Baiz, A. (2009). An effective disinfection protocol for plant regeneration from shoot tip cultures of strawberry. *African Journal of Biotechnology*, 8 (11), 2611-2615.

27. Gitonga, L. N., Gichuki, S. T., Ngamau, K., Muigai, A. W. T., Kahangi, E. M., Wasilwa, L. A., Wepukhulu, S., & Njogu, N. (2010). Effect of explants type, source and genotype on in vitro shoot regeneration in Macadamia (*Macadamia* spp.). *Journal of Agricultural Biotechnology and Sustainable Development*, 2 (7), 129-135.
28. Gandonou, Ch., Errabii, T., Abrini, J., Idaomar, M., Chibi, F., & Skali Senhaji, N. (2005). Effect of genotype on callus induction and plant regeneration from leaf explants of sugarcane (*Saccharum* sp.). *African Journal of Biotechnology*, 4 (11), 1250-1255.
29. Sarmast, M. K., Dolati, M., Abbasabad, A., Seyfi, E., & Alizadeh, M. (2023). Appraisal of leaf cutting, soil mixture and leaf explants on production of *Sansevieria trifasciata* under ex/in vitro condition. *Flower and Ornamental Plants*, 7 (2), 261-276.
30. Passey, A. J., Barrett, K. J., & James, D. J. (2003). Adventitious shoot regeneration from seven commercial strawberry cultivars (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) using a range of explant types. *Plant Cell Reports*, 21, 397-401.
31. Sussex, I. M. (1989). Developmental programming of the shoot meristem. *Cell*, 56, 225-229.
32. Marcotrigiano, M., & Bernetzky, R. (1995). Arrangement of cell layers in the shoot apical meristems of periclinal chimeras influences cell fate. *Plant Journal*, 7, 193-202.
33. Tian, M., Gu, Q., & Zhu, M. Y. (2003). The involvement of hydrogen peroxide and antioxidant enzymes in the process of shoot organogenesis of strawberry callus. *Plant Science*, 165, 701-707.
34. Yonghua, Q., Shanglong, Z., Asghar, S., Lingxiao, Z., Qiaoping, Q., Kunsong, C., & Changjie, X. (2005). Regeneration mechanism of Toyonoka strawberry under different color plastic films. *Plant Science*, 168, 1409-1424.
35. Biswas, M. K., Islam, R., & Hossain, M. (2008). Micro propagation and field evaluation of strawberry in Bangladesh. *Journal of Agricultural Technology*, 4 (1), 167-182.

