



دانشگاه گوارش و منابع طبیعی

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی

جلد بیست و ششم، شماره اول، ۱۳۹۸

<http://jopp.gau.ac.ir>

DOI: 10.22069/jopp.2019.14476.2297

۱۵۴-۱۴۱

## بررسی تأثیر اسید آبسیتیک (ABA) در رفع تنش خشکی در سوسن چلچراغ (*Lilium ledebourii* Boiss) در شرایط درون‌شیشه‌ای

\*اسماعیل چمنی<sup>۱</sup>، سعیده حسینی نیاری<sup>۲</sup>، حسن ملکی لجایی<sup>۳</sup>،

یونس پوربیرامی هیر<sup>۴</sup> و موسی ترابی گیگلو<sup>۴</sup>

استاد گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، آستادیار گروه علوم گیاهی و گیاهان دارویی، دانشکده کشاورزی مشگین‌شهر، دانشگاه محقق اردبیلی، آستادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی  
تاریخ دریافت: ۹۶/۱۰/۰۷؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۵/۰۳

### چکیده

**سابقه و هدف:** سوسن چلچراغ گونه‌ای در معرض انقراض، وحشی و بومی نواحی جنگلی و مرطوب ایران است که پتانسیل بسیار بالایی به جهت زیبایی منحصر به فرد در بازارهای گل ایران و جهان دارد. کمبود آب منجر به پاسخ‌های فیزیولوژیکی زیادی در گیاهان می‌شود که در نهایت منجر به کاهش عملکرد و کیفیت محصول می‌شود. عواملی در پاسخ گیاهان نسبت به تنش خشکی دخیل هستند و برخی از راهبردهایی که گیاه برای مبارزه با اثرات تنش خشکی استفاده می‌کند، توسط اسید آبسیتیک کنترل می‌شود. بنابراین هدف از این پژوهش بررسی تأثیر این ماده در رفع اثرات تنش خشکی اعمال شده توسط پلی‌اتیلن گلیکول در گیاه سوسن چلچراغ در شرایط درون‌شیشه‌ای بود.

**مواد و روش‌ها:** آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۵ تکرار در آزمایشگاه کشت بافت گروه علوم باغبانی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی انجام شد. گیاهچه‌های به‌دست آمده در محیط کشت MS بدون هورمون، در محیط کشت MS حاوی غلظت‌های مختلف پلی‌اتیلن گلیکول (۰، ۱۵، ۳۰ و ۶۰ گرم بر لیتر) و اسید آبسیتیک (۰، ۱، ۱۰ و ۱۰۰ میکرومولار) کشت شدند. شاخص‌های مورد مطالعه شامل تعداد سوخک، وزن تر و اندازه سوخک، تعداد و طول ریشه، وزن تر گیاه، تعداد برگ و تعداد فلس و همچنین محتوی پرولین، محتوی کلروفیل، میزان آنتوسیانین، ترکیبات فنولی و فلاونوئیدها بودند که ۷۰ روز بعد از شروع کشت اندازه‌گیری شدند.

**یافته‌ها:** نتایج به‌دست آمده نشان داد که تیمار گیاهچه‌ها با PEG و ABA به‌طور معنی‌داری ( $P \leq 0/01$ ) شاخص‌های مورد مطالعه را تحت تأثیر قرار داد. با توجه به مقایسه میانگین داده‌ها با افزایش شدت تنش خشکی، میزان شاخص‌های رشدی گیاه مثل تعداد سوخ، تعداد ریشه، تعداد برگ، قطر سوخ، وزن تر سوخ، وزن تر گیاه و طول ریشه سوسن چلچراغ کاهش یافت. کاربرد غلظت‌های پایین ABA (۱ و ۱۰ میکرومولار) باعث افزایش رشد گیاه ولی کاربرد غلظت بالاتر این ماده (۱۰۰ میکرومولار) باعث کاهش رشد تحت شرایط تنش خشکی شد. تجمع ترکیبات فنولی، محتوی آنتوسیانین، فلاونوئیدها و پرولین به‌ترتیب ۵/۵، ۴/۵، ۳/۱۵، ۲/۱۵ برابر نسبت به شاهد بیش‌تر بود ولی در میزان کلروفیل برگ گیاهچه‌های درون‌شیشه‌ای تنش دیده کاهش

\* مسئول مکاتبه: [echamani@yahoo.com](mailto:echamani@yahoo.com)

چشمگیری در مقایسه با شاهد وجود داشت. کاربرد ABA در محیط کشت در شرایط تنش خشکی باعث افزایش غلظت پرولین، میزان آنتوسیانین کل، فلاونوئیدها و میزان ترکیبات فنولی شد. این افزایش غلظت در متابولیت‌های ثانویه ممکن است باعث افزایش تحمل گیاهچه‌ها نسبت به شرایط تنش خشکی شده است.

**نتیجه‌گیری:** نتایج نشان داد که تنش خشکی باعث کاهش رشد و سوخدهی در گیاه سوسن چلچراغ شد. استفاده از ABA در محیط کشت در غلظت‌های کم، سبب افزایش رشد رویشی به احتمال زیاد با افزایش تولید متابولیت‌های ثانویه شد، ولی این ترکیب در غلظت‌های بالاتر اثر بازدارندگی روی گیاهچه‌های درون‌شیشه‌ای از خود نشان داد.

**واژه‌های کلیدی:** پرولین، سوخک، کلروفیل، متابولیت‌های ثانویه

### مقدمه

یکی از گونه‌های مهم سوسن‌ها، سوسن چلچراغ<sup>۱</sup> است (شکل ۱)، این گل از لحاظ گیاهشناسی جزء گیاهان پیازدار، تک‌لپه‌ای و دائمی می‌باشد (۲۲). سوسن چلچراغ به صورت خودرو در قسمت‌های شمالی کشور ایران (در مناطق درفک از توابع شهرستان رودبار واقع در استان گیلان، کلاردشت در استان مازندران و خاتقاه در استان اردبیل) رشد می‌کند. این گیاه طی مصوبه شورای عالی محیط زیست در تاریخ ۱۳۵۵/۵/۶ جزء آثار ملی کشورمان به ثبت رسیده است (۱۵). سوسن چلچراغ گونه نادر زینتی است که پراکنش محدود و خطر انقراض بالایی دارد و با توجه به سرعت پایین روش‌های تکثیر مرسوم و همچنین جلوگیری از انقراض این گونه با ارزش، استفاده از روش‌های نوین جهت تکثیر آن بسیار اهمیت دارد که معمولاً از ریزنمونه‌های مختلفی مانند فلس (به‌طور معمول)،

برگ، ساقه، گلبرگ و دمگل در کشت بافت خانواده سوسن‌سانان استفاده شده است (۱۸). این گیاه سوخ‌دار و سوخ‌های آن بدون پوشش است و بر خلاف سوخ خوراکی، دارای پوشش غشایی خشک نیست و بنابراین به شرایط نامساعد محیطی خارج از خاک و کمبود رطوبت حساس بوده و وجود این عوامل سبب از بین رفتن آن می‌شود. (۲۳). مطالعات محدودی در مورد غربالگری درون‌شیشه‌ای این گیاه نسبت به تنش‌های مختلف مانند امواج فراصوت (۴)، تنش شوری (۳۵) انجام شده است. استان اردبیل با ۲۹۲ میلی‌متر بارندگی سالانه به‌عنوان یکی از مناطق تحت پراکنش این گونه با ارزش با محدودیت جدی منابع آب مواجه است، به‌طوری‌که در سال ۱۳۹۳ در فروردین‌ماه فقط ۹/۳ میلی‌متر و در سال ۱۳۹۴ در خردادماه فقط ۷ میلی‌متر بارندگی داشته است (۳۳).



شکل ۱- سوخ و گل گیاه سوسن چلچراغ.

Fig. 1. Bulb and flower of *Lilium ledebourii* Boiss.

1- *Lilium ledebourii* Boiss

شرایط تنش خشکی اعمال شده با PEG در محیط درون‌شیشه‌ای، می‌تواند در انتخاب گونه‌های متحمل کمک کند و همچنین به‌عنوان روشی برای ارزیابی پاسخ‌های گیاهان به تنش خشکی باشد (۲۴). علاوه بر این، پژوهش‌های زیادی مبنی بر تأثیر ABA در رفع اثرات تنش خشکی در گیاهان در مرحله قبل از برداشت و پس از برداشت وجود دارد (۱۴ و ۲۶). در مطالعه‌ای روی گیاه جعفری زینتی مشخص شد که افزودن ABA به محیط کشت درون‌شیشه‌ای، درصد زنده‌مانی و میزان رشد را بعد از انتقال به شرایط مزرعه افزایش و میزان از دست‌دهی آب را کاهش می‌دهد (۱). بنابراین برای توسعه سطح زیر کشت و جلوگیری از انقراض این اثر ملی (سوسن چلچراغ)، لزوم ارزیابی تحمل به تنش‌ها و استفاده از روش‌های ایجاد تحمل به تنش برای افزایش تولید گیاهان و تحمل آن‌ها در مقابل تنش‌های غیرزیستی از جمله خشکی ضروری به‌نظر می‌رسد. از این‌رو در این پژوهش، با شبیه‌سازی شرایط خشکی در شرایط درون‌شیشه‌ای با ماده PEG، نقش ABA در کنترل و یا تعدیل اثرات خشکی بر رشد و نمو گل سوسن چلچراغ مورد بررسی قرار گرفت.

### مواد و روش‌ها

در پژوهش حاضر از فلس‌های گل سوسن چلچراغ به‌عنوان ریزنمونه استفاده شد. منشأ فلس‌ها از سوخ‌های مادری سوسن چلچراغ که در خردادماه از رویشگاه طبیعی آن، واقع در منطقه خانقاه اردبیل جمع‌آوری شده بودند. فلس سوخ بعد از ضدعفونی با اتانول ۷۰ درصد و هیپوکلریت سدیم ۲/۵ درصد در محیط کشت MS بدون هورمون و تحت شرایط تاریکی و دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد، چندین بار بازکشت شده تا این‌که سوخک‌های درون‌شیشه‌ای استریل به‌دست آید، از فلس سوخک‌های درون‌شیشه‌ای

از میان تنش‌های محیطی، تنش خشکی مهم‌ترین عامل محدودکننده تولید محصولات در نظام‌های کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک به حساب می‌آید. کاهش مقدار آب در دسترس گیاه منجر به تنش خشکی و بروز تغییرات نامناسب ریخت‌شناسی و فیزیولوژیکی در گیاه می‌شود، از جمله می‌توان به کاهش درصد جوانه‌زنی بذرها، تغییر در میزان و تولید متابولیت‌های ثانویه گیاه مانند فلاونوئیدها و آنتوسیانین‌ها، تغییر در جذب و انتقال عناصر اشاره کرد (۲).

اسید آبسیسیک (ABA<sup>۱</sup>) یک بازدارنده رشد گیاهی است که اثرات فیزیولوژیکی زیادی بر رشد و تمایز گیاه دارد. این ماده به‌عنوان یک پیام‌رسان، در پاسخ به تنش‌های خشکی و سایر تنش‌های محیطی و نیز در بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی مانند فتوسنتز و تنظیم باز و بسته شدن روزنه‌ها نقش دارد (۳۷). اهمیت ABA به‌عنوان ماده تنظیم‌کننده رشد گیاهی و کاهنده تنش از سال‌ها قبل شناخته شده است (۳۹).

پلی‌اتیلین گلیکول (PEG<sup>۲</sup>) یک پلی‌مر با وزن ملکولی بالا، جذب‌کننده آب، قابل انعطاف، غیرسمی و غیریونی است و باعث ایجاد فشار اسمزی منفی می‌شود. PEG با وزن مولکولی بالا نمی‌تواند به دیواره سلولی نفوذ کند و مثل خاک خشک عمل می‌کند، تأثیر سمیت بر گیاهان ندارد و با جلوگیری از ورود آب به داخل سلول باعث ایجاد تنش خشکی می‌شود (۲۱).

پژوهش‌های زیادی در مورد استفاده از PEG به‌منظور اعمال تنش خشکی در شرایط درون‌شیشه‌ای وجود دارد (۲۹۹). گزارش شده است که بررسی برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی و ریخت‌شناسی در

1- Abscisic acid  
2- Polyethylene glycol

(شکل ۲A) برای تولید سوخک‌های (شکل ۲B) جدید استفاده شد (۱۲). از بین سوخک‌های درون‌شیشه‌ای استریل تولید شده، سوخک‌های به اندازه یکسان انتخاب شدند، سپس تمامی ریشه‌های موجود در سوخک‌ها حذف شده به طوری که صفحه پایگاهی آسیب نبیند، از این سوخک‌ها در محیط کشت MS بدون هورمون برای اعمال تیمارها استفاده شد (شکل ۲C). جهت اعمال تنش خشکی غلظت‌های ۰، ۱۵، ۳۰، ۶۰ گرم بر لیتر (به ترتیب معادل صفر، ۰/۳، ۰/۶ و ۱/۲ مگاپاسکال) از PEG موقع توزیع به محیط کشت اضافه شد. برای اعمال تیمار هورمونی، ابتدا ABA با مقدار کمی سود یک نرمال حل شده و محلول پایه آن تهیه شد، سپس غلظت‌های ۰، ۱، ۱۰، ۱۰۰ میکرومولار از آن به محیط کشت اضافه شد. پس از استقرار ریزنمونه‌ها در محیط کشت، ظروف‌های کشت در اتاقک رشد با دمای  $24 \pm 2$  درجه سانتی‌گراد، با شدت نور ۲۰۰۰ لوکس، دوره روشنایی ۱۶ ساعت و دوره تاریکی ۸ ساعت قرار گرفتند. پس از گذشت ۷۰ روز از استقرار ریزنمونه‌ها، شاخص‌های ریخت‌شناسی و فیزیولوژیکی و متابولیت‌های ثانویه اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری صفات، گیاهچه‌ها بعد از خارج شدن از لوله‌های آزمایش، تعداد سوخ، تعداد برگ، تعداد ریشه و تعداد فلس به صورت چشمی شمارش شدند. طول ریشه با استفاده از خط‌کش اندازه‌گیری شد. قطر سوخک با استفاده از کولیس اندازه‌گیری شد. وزن گیاهچه و پیاز با استفاده از تراوزی ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد.

برای اندازه‌گیری میزان فنل کل، از محلول استخراج (حاوی ۷۰ درصد اتانول و ۳۰ درصد استون) برای استخراج فنول استفاده شد. برای قرائت میزان جذب، ۱۰۰ میکرولیتر از عصاره با آب مقطر به حجم ۸ میلی‌لیتر رسانده شد و سپس به آن ۵۰۰ میکرولیتر فولین رفیق شده (۵۰ درصد) اضافه شد،

پس از گذشت یک دقیقه از افزودن فولین، مقدار ۱۵۰۰ میکرولیتر کربنات سدیم ۲۰ درصد اضافه شد. نمونه‌ها پس از دو ساعت نگهداری در دمای اتاق و شرایط تاریکی، میزان جذب در طول موج ۷۶۰ نانومتر قرائت شد (۹).

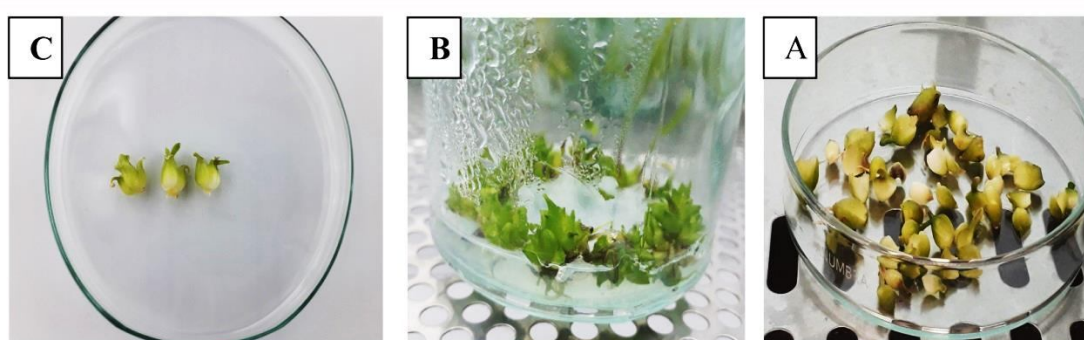
برای اندازه‌گیری پرولین، نمونه گیاهی داخل هاون حاوی ۱۰ میلی‌لیتر اسید سولفوسالیسیلیک ۱۰ درصد ساییده شد و پس از عبور از کاغذ واتمن، ۲ میلی‌لیتر از هر کدام از محلول صاف شده، معرف نین هیدرین و اسید استیک باهم مخلوط شد؛ و به مدت ۱ ساعت در حمام آب گرم ۱۰۰ درجه سلسیوس حرارت داده شد. واکنش با گذاشتن داخل یخ متوقف شد. پس از افزودن ۴ میلی‌لیتر تولوئن، به مدت ۲۰-۱۵ ثانیه ورتکس شد. جذب نوری محلول قرمز رنگ فاز رویی در طول موج ۵۲۰ نانومتر با اسپکتروفتومتر مدل Genway 6705 قرائت شد، از تولوئن به‌عنوان شاهد استفاده شد (۶).

برای اندازه‌گیری آنتوسیانین، از متانول اسیدی برای استخراج استفاده شد. محلول به‌دست آمده به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد و دور  $17000 \times g$  سانتریفیوژ شد. میزان آنتوسیانین کل با استفاده از روش اختلاف جذب در pH مختلف اندازه‌گیری شد و جذب نمونه در طول موج ۵۲۰ و ۷۰۰ نانومتر در بافرهایی با pH برابر با ۱ و ۴/۵ اندازه‌گیری شد (۹).

به‌منظور اندازه‌گیری میزان فلاونوئید، به یک گرم از نمونه گیاهی ساییده شده، ۱۰ میلی‌لیتر از اتانول اسیدی (اتانول/ اسید استیک: ۱/۹۹) اضافه شد و سپس محلول به مدت ۱۵ دقیقه و ۱۲۰۰۰ دور سانتریفیوژ شد. یک میلی‌لیتر از محلول با ۴ میلی‌لیتر آب مقطر رقیق شد، سپس ۰/۳ میلی‌لیتر از محلول  $NaNO_2$  به آن اضافه شد و ۵ دقیقه در دمای اتاق نگهداری شده

این پژوهش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۵ تکرار اجرا شد. برای تجزیه و تحلیل، ابتدا داده‌های مربوط به صفات تعداد برگ، تعداد فلس و تعداد ریشه با استفاده از تبدیل جذری  $\sqrt{X+0.5}$  نرمال‌سازی شدند. سپس با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS، داده‌ها تجزیه شده و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن صورت گرفت.

و به آن ۰/۶ میلی‌لیتر  $AlCl_3$  اضافه شد، بعد از ۶ دقیقه نگهداری در دمای اتاق، ۲ میلی‌لیتر سود یک نرمال به آن اضافه شد، در نهایت به حجم ۱۰ میلی‌لیتر رسانده و جذب محلول در ۵۱۰ نانومتر خوانده شد (۳۳). مقدار کلروفیل نمونه‌ها با دستگاه کلروفیل‌متر مدل ۵۰۲ از قسمت‌های مختلف برگ‌ها اندازه‌گیری شد و میانگین آن‌ها به عنوان میزان کلروفیل ثبت شد (۱۳).



شکل ۲- A: فلس‌های سوخک B: گیاهچه‌های درون شیشه‌ای C: سوخک‌های تیمار شده با پلی اتیلن گلیکول و اسید آبسسیک.

Fig. 2. A: Bulblet scales B: *In vitro* Plantlets C: Treated Bulblet with ABA and PEG.

هر ۳ سطح تنش باعث تعدیل تنش خشکی شده و گیاهان تیمار شده با این ماده، وزن بیش‌تری نسبت به گیاهان تیمار نشده در شرایط تنش خشکی داشتند (جدول ۳). تعداد سوخ، وزن سوخ و تعداد فلس سوخ با افزایش غلظت PEG کاهش یافت، به طوری که بیش‌ترین مقادیر مربوط به این شاخص‌ها در شرایط بدون تنش و کم‌ترین مقادیر در شرایط تنش شدید ثبت شد. بیش‌ترین تعداد سوخ در کشت‌های تیمار شده با غلظت یک میکرومولار ABA در شرایط بدون تنش به دست آمد و با همه تیمارها و شاهد اختلاف معنی‌داری داشت. غلظت ۱۰۰ میکرومولار ABA منجر به کاهش معنی‌دار تعداد سوخ، وزن سوخ و تعداد فلس در شرایط بدون تنش شد. در شرایط تنش کم غلظت‌های ۱ و ۱۰ میکرومولار ABA تعداد سوخ، وزن و تعداد فلس را افزایش ولی

### نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر سطوح مختلف PEG، سطوح مختلف ABA و اثر متقابل PEG و ABA بر تمام صفات رویشی مورد مطالعه یعنی تعداد سوخ، تعداد ریشه، تعداد برگ، قطر سوخ، وزن‌تر سوخ، وزن‌تر گیاه و طول ریشه معنی‌دار بود ( $P \leq 0.01$ ) (جدول ۱).

با افزایش شدت تنش خشکی، وزن گیاه روند نزولی نشان داد و بیش‌ترین وزن گیاه در گیاهان شاهد و گیاهان تیمار شده با غلظت ۱ میکرومولار ABA و صفر گرم بر لیتر PEG مشاهده شد. کم‌ترین وزن گیاه هم در گیاهان تیمار شده با PEG ۶۰ گرم بر لیتر و صفر میکرومولار ABA ثبت شد (شکل ۳). بر خلاف کاهش وزن‌تر گیاه با افزایش شدت تنش، غلظت‌های یک و ۱۰ و ۱۰۰ میکرومولار ABA در

نتایج آزمایش توریزو و همکاران (۱۹۸۶) روی برنج مطابقت داشت، ولی غلظت‌های پایین این ماده باعث بهبود رشد گیاهچه‌ها در شرایط تنش خشکی اعمال شده با PEG شد (۳۰). بانو و همکاران (۲۰۰۹) اثر کاربرد ABA و تنش خشکی را روی گندم، مورد بررسی قرار دادند، وجود غلظت پایین ABA باعث کاهش اثرات خشکی گردید. با افزایش تنش خشکی حتی با وجود ABA شاخص‌های رشدی کاهش یافتند (۵).

بولی و همکاران (۲۰۱۱) تأثیر ABA و خشکی را روی رشد گیاه ذرت مورد بررسی قرار دادند، نتایج نشان داد که ABA هورمون تنش بوده که در مقابل تنش باعث ایجاد مقاومت در گیاهان شده و باعث تعدیل اثرات خشکی می‌گردد (۷). گزارش پژوهشگران روی گل جعفری تحت تنش خشکی در شرایط درون‌شیشه‌ای نشان داد که کاربرد غلظت ۱۰۰ ماکرومولار ABA باعث کاهش رشد رویشی گیاه شد، ولی غلظت‌های کم این ماده اثر محرک روی رشد اولیه نهال داشت که همسو با نتایج این پژوهش بود (۱). شیماسکی و همکاران (۲۰۱۳) سوخ‌دهی درون‌شیشه‌ای سوسن را با استفاده از هورمون ABA بررسی و گزارش کردند که بیش‌ترین سوخ‌دهی سوسن در تیمار یک مایکرومولار ABA حاصل شد (۲۸). در آزمایش دیگر نیشیوچی (۲۰۱۲) بیان نمود که با کاربرد هورمون ABA در غلظت یک مایکرومولار سوخ‌دهی لاله نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت. در صورتی‌که در غلظت‌های بالای ۵۰ و ۱۰۰ مایکرومولار سوخ‌دهی لاله نسبت به تیمار شاهد کم‌تر بود (۱۹). هورمون ABA در غلظت‌های بالاتر به دلیل بستن روزنه‌ها و تولید اتیلن خاصیت بازدارندگی دارد ولی در غلظت‌های کم نقش محرک در رشد گیاهچه و رشد ریشه‌های اولیه دارد (۳۲).

غلظت بیش‌تر این ماده این شاخص‌ها را به‌طور معنی‌داری کاهش داد. در شرایط تنش متوسط غلظت‌های ۱ و ۱۰ تعداد سوخ و تعداد فلس را نسبت به شاهد افزایش و غلظت ۱۰۰ مایکرومولار آن را کاهش داد، ولی از لحاظ وزن سوخ تفاوتی بین غلظت‌های مختلف مشاهده نشد. در شرایط تنش شدید نیز غلظت‌های ۱ و ۱۰ مایکرومولار باعث افزایش این شاخص‌ها شد، در حالی‌که غلظت ۱۰۰ یا تأثیر نداشته و یا آن‌ها را کاهش داد (جدول ۳).

تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار طول ریشه در گیاهچه‌ها شد. در شرایط بدون تنش، بیش‌ترین طول ریشه به‌ترتیب در گیاهان شاهد و گیاهان تیمار شده با غلظت ۱۰ مایکرومولار ABA مشاهده شد. بر خلاف این‌که ABA باعث کاهش معنی‌دار در طول ریشه شد، در شرایط تنش خشکی کم، متوسط و شدید تأثیری روی طول ریشه نداشت. با افزایش شدت تنش، تعداد ریشه‌ها نیز کاهش معنی‌دار داشت. در شرایط بدون تنش غلظت ۱۰ مایکرومولار از ABA باعث افزایش ولی غلظت زیاد آن باعث کاهش تعداد ریشه شد. در شرایط تنش کم و تنش شدید گیاهان تیمار شده با غلظت‌های ۱ و ۱۰ مایکرومولار به‌طور معنی‌دار تعداد ریشه بیش‌تری نسبت به گیاهان تیمار نشده داشتند (جدول ۳). همانند سایر صفات رویشی، تعداد برگ نیز با افزایش شدت تنش خشکی روند کاهشی نشان داد. در شرایط بدون تنش ABA در غلظت‌های بالا باعث کاهش معنی‌دار در تعداد برگ شد. ولی در شرایط تنش خشکی غلظت‌های ۱ و ۱۰ مایکرومولار باعث افزایش تعداد برگ شد. غلظت بالای این ماده در شرایط تنش کم تعداد برگ را افزایش ولی در شرایط تنش متوسط و شدید تأثیری روی تعداد برگ نداشت (جدول ۳). نتایج مطالعه حاضر نشان داد که غلظت‌های بالاتر ABA باعث کاهش رشد گیاهچه‌های سوسن چلچراغ شد که با

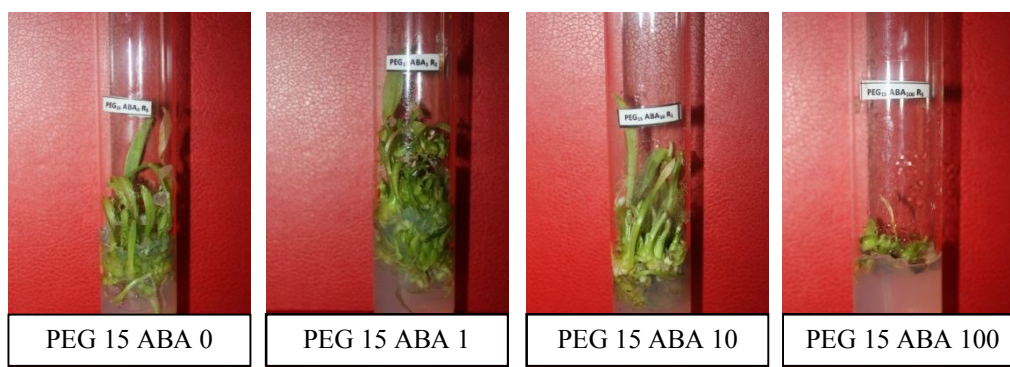
جدول ۱- تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف پلی اتیلن گلیکول و اسید آبیسیک بر صفات رویشی در گیاه سوسن چلچراغ (*Lilium ledebourii* Boiss) در شرایط درون‌شیشه‌ای.

Table 1. Analysis of variance of the effects of polyethylene glycol and abscisic acid on vegetative traits in *Lilium ledebourii* Boiss under *in vitro* condition.

تعداد سبوح Bulb No.	وزن سبوح (گرم) Bulb F.W (g)	وزن تر گیاه (گرم) Plant F.W (g)	تعداد فلس Scale No.	تعداد ریشه Root No.	تعداد برگ Leaf No.	طول ریشه (سانتی‌متر) Root length (cm)	درجه آزادی DF	منابع تغییرات S.O.V	
								میانگین مربعات MS	میانگین مربعات MS
36.6**	3.8**	7.3**	89**	16.4**	33.6**	1.74**	3	پلی اتیلن گلیکول PEG	
2.7**	0.28**	0.46**	5.13**	3.5**	5.6**	0.33**	3	اسید آبیسیک ABA	
0.67**	0.096**	0.19**	1.1**	1.5**	1.15**	0.52**	9	پلی اتیلن گلیکول × اسید بیسیک PEG×ABA	
0.04	0.023	0.051	0.46	0.15	0.11	0.071	64	اشتباه آزمایشی Error	
7.08	11.25	17.8	4.1	17	11.35	12.3	-	ضریب تغییرات (%) C.V (%)	

ns \* and \*\* not significant, significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

ns \* و \*\* بدترتیب عدم معنی داری، معنی دار شدن در سطح 5 و 1 درصد می باشد.



شکل ۳- تأثیر غلظت‌های مختلف اسید آبسیسیک (ABA) بر رشد گیاهچه‌های درون‌شیشه‌ای سوسن چلچراغ (*Lilium ledebourii* Boiss) تحت شرایط تنش خشکی اعمال شده با پلی‌اتیلن گلیکول (PEG).

Fig. 3. The effects of different concentrations of ABA on *in vitro* plantlets of *Lilium ledebourii* Boiss under PEG-enhanced drought stress.

جدول ۲- تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای مختلف پلی‌اتیلن گلیکول و اسید آبسیسیک بر صفات فیزیولوژیک در گیاه سوسن چلچراغ (*Lilium ledebourii* Boiss) در شرایط درون‌شیشه‌ای.

Table 2. Analysis of variance of the effects of polyethylene glycol and abscisic acid on physiological traits in *Lilium ledebourii* Boiss under *in vitro* condition.

میانگین مربعات MS						منابع تغییرات S.O.V
پروлін Proline	کلروفیل Chlorophyll	آنتوسیانین Anthocyanin	فلاونوئید Flavonoids	فنل Phenol	درجه آزادی DF	
2.77**	2.89**	22.7**	12.6**	223**	3	پلی‌اتیلن گلیکول PEG
0.39**	0.15**	0.85**	0.18**	12.7**	3	ABA (ABA)
0.14**	0.2**	0.21**	0.15**	3.4**	9	پلی‌اتیلن گلیکول × اسید آبسیسیک PEG×ABA
0.05	0.11	0.00007	0.00002	0.005	64	اشتباه آزمایشی Error
17.44	10.58	0.24	0.14	0.68	-	ضریب تغییرات (%) C.V (%)

ns، \* و \*\* به ترتیب عدم معنی داری، معنی دار شدن در سطح ۵ و ۱ درصد می‌باشد.  
ns, \* and \*\* not significant, significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.



جدول ۳- مقایسه میانگین تأثیر غلظت‌های مختلف پلی‌اتیلن گلیکول (PEG) و اسید آبسسیک (ABA) بر صفات رویشی، فیزیولوژیک و متابولیت‌های ثانویه.

**Table 3. Mean comparison of the effects of polyethylene glycol (PEG) and abscisic acid (ABA) on vegetative and physiological traits and secondary metabolites.**

پروترین (میلی گرم) Proline (mg/ g FW)	کلروفیل Chlorophyll	آنتوسیانین (میلی گرم) Anthocyanin (mg/ g FW)	در گرم وزن تر) در گرم وزن تر) Flavonoids (mg/ g FW)	فلاونوئید (میلی گرم) Flavonoids (mg/ g FW)	در گرم وزن تر) در گرم وزن تر) Phenol (mg/g FW)	فنل (میلی گرم) Phenol (mg/g FW)	تعداد Bulb No.	سوخ Bulb No.	وزن سوخ (گرم) Bulb F.W (g)	وزن گیاه (گرم) Plant F.W (g)	وزن تر گیاه (گرم) Plant F.W (g)	تعداد Scale No.	فلس Scale No.	تعداد Root No.	ریشه Root No.	تعداد Leaf No.	برگ Leaf No.	تعداد Leaf No.	طول ریشه (سانتی متر) Root length (cm)	ABA (µm)	PEG (g/ l)
0.72 <sup>h</sup>	1.65 <sup>b</sup>	1.8 <sup>n</sup>	2.18 <sup>n</sup>	3.05 <sup>m</sup>	4.94 <sup>a</sup>	2.13 <sup>a</sup>	2.8 <sup>a</sup>	7.76 <sup>a</sup>	3.93 <sup>ab</sup>	5.46 <sup>a</sup>	1.6 <sup>c</sup>	1	0								
0.77 <sup>ab</sup>	1.29 <sup>c</sup>	1.97 <sup>m</sup>	2.5 <sup>m</sup>	6.22 <sup>l</sup>	4.1 <sup>c</sup>	1.84 <sup>b</sup>	2.38 <sup>b</sup>	7.35 <sup>bc</sup>	4.18 <sup>a</sup>	4.29 <sup>b</sup>	2.02 <sup>b</sup>	10	0								
0.89 <sup>gh</sup>	1.18 <sup>cd</sup>	1.63 <sup>o</sup>	1.8 <sup>o</sup>	7.69 <sup>k</sup>	3.77 <sup>b</sup>	1.67 <sup>bc</sup>	2.28 <sup>b</sup>	6.8 <sup>d</sup>	3.1 <sup>c</sup>	3.72 <sup>c</sup>	1.55 <sup>c</sup>	100	0								
1.03 <sup>ef</sup>	0.87 <sup>fg</sup>	3.01 <sup>k</sup>	3.06 <sup>k</sup>	9.1 <sup>j</sup>	2.94 <sup>f</sup>	1.3 <sup>efg</sup>	1.71 <sup>cd</sup>	6.1 <sup>f</sup>	1.99 <sup>ef</sup>	2.5 <sup>e</sup>	1.48 <sup>c</sup>	0	15								
1.09 <sup>ef</sup>	1.08 <sup>de</sup>	3.2 <sup>j</sup>	3.19 <sup>j</sup>	10.38 <sup>i</sup>	4.4 <sup>b</sup>	1.6 <sup>cd</sup>	2.33 <sup>b</sup>	7.2 <sup>c</sup>	2.54 <sup>b</sup>	4.6 <sup>b</sup>	1.62 <sup>c</sup>	1	15								
1.14 <sup>ef</sup>	1 <sup>ef</sup>	3.6 <sup>j</sup>	3.43 <sup>i</sup>	10.64 <sup>h</sup>	3.5 <sup>c</sup>	1.46 <sup>de</sup>	1.85 <sup>c</sup>	6.5 <sup>e</sup>	2.87 <sup>cd</sup>	3.56 <sup>cd</sup>	1.62 <sup>c</sup>	10	15								
1.23 <sup>de</sup>	0.93 <sup>f</sup>	2.5 <sup>l</sup>	2.65 <sup>l</sup>	11.53 <sup>g</sup>	3.13 <sup>f</sup>	1.36 <sup>ef</sup>	1.82 <sup>c</sup>	5.68 <sup>de</sup>	2.36 <sup>de</sup>	3.2 <sup>d</sup>	1.52 <sup>c</sup>	100	15								
1.3 <sup>de</sup>	0.71 <sup>h</sup>	4.11 <sup>g</sup>	3.9 <sup>g</sup>	12.5 <sup>f</sup>	1.69 <sup>ij</sup>	1.13 <sup>gh</sup>	1.33 <sup>ef</sup>	3.85 <sup>b</sup>	1.5 <sup>fg</sup>	2.03 <sup>ef</sup>	1.3 <sup>cd</sup>	0	30								
1.45 <sup>abcd</sup>	0.76 <sup>gh</sup>	4.25 <sup>f</sup>	4.02 <sup>f</sup>	13.8 <sup>e</sup>	2.16 <sup>h</sup>	1.25 <sup>fg</sup>	1.57 <sup>de</sup>	4.8 <sup>i</sup>	1.91 <sup>ef</sup>	2.38 <sup>c</sup>	1.43 <sup>c</sup>	1	30								
1.5 <sup>abcd</sup>	0.75 <sup>gh</sup>	4.36 <sup>e</sup>	4.08 <sup>e</sup>	13.88 <sup>e</sup>	2.58 <sup>g</sup>	1.3 <sup>efg</sup>	1.67 <sup>cd</sup>	5.26 <sup>b</sup>	1.91 <sup>ef</sup>	2.49 <sup>c</sup>	1.43 <sup>c</sup>	10	30								
1.5 <sup>abc</sup>	0.73 <sup>gh</sup>	3.9 <sup>h</sup>	3.68 <sup>h</sup>	14 <sup>d</sup>	1.83 <sup>i</sup>	1.1 <sup>ef</sup>	1.46 <sup>de</sup>	4.2 <sup>j</sup>	1.82 <sup>ef</sup>	2.1 <sup>ef</sup>	1.36 <sup>cd</sup>	100	30								
1.78 <sup>ab</sup>	0.7 <sup>h</sup>	4.73 <sup>b</sup>	4.19 <sup>e</sup>	14.2 <sup>d</sup>	1.01 <sup>j</sup>	0.7 <sup>ij</sup>	0.83 <sup>g</sup>	1.45 <sup>o</sup>	0.91 <sup>h</sup>	1.09 <sup>h</sup>	0.91 <sup>c</sup>	0	60								
1.64 <sup>ab</sup>	0.72 <sup>h</sup>	4.69 <sup>c</sup>	4.29 <sup>b</sup>	14.03 <sup>c</sup>	1.56 <sup>i</sup>	0.9 <sup>gh</sup>	1.28 <sup>ef</sup>	2.97 <sup>m</sup>	1.49 <sup>fg</sup>	1.9 <sup>fg</sup>	1/2 <sup>de</sup>	1	60								
1.65 <sup>ab</sup>	0.71 <sup>h</sup>	4.77 <sup>a</sup>	4.46 <sup>a</sup>	14.46 <sup>b</sup>	1.62 <sup>ij</sup>	1.12 <sup>gh</sup>	1.32 <sup>ef</sup>	3.38 <sup>l</sup>	1.48 <sup>fg</sup>	1.75 <sup>fg</sup>	1.26 <sup>de</sup>	10	60								
1.8 <sup>a</sup>	0.71 <sup>h</sup>	4.38 <sup>d</sup>	4.14 <sup>d</sup>	14.6 <sup>a</sup>	1.29 <sup>k</sup>	0.75 <sup>i</sup>	1.1 <sup>fe</sup>	2.58 <sup>n</sup>	1.2 <sup>gh</sup>	1.5 <sup>gh</sup>	1.01 <sup>de</sup>	100	60								

حروف مشترک در هر ستون نمایانگر عدم تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد می باشد.

Means with at least one similar letter in each column have no significant difference at %5 of probability level.

تیمار شده با غلظت‌های بالاتر و شاهد شد (جدول ۳)، بنابراین وجود غلظت کم این ماده در محیط کشت، باعث تعدیل اثرات خشکی می‌شود. در شرایط تنش شدید تفاوت معنی‌داری بین غلظت‌های مختلف ABA از لحاظ محتوی کلروفیل برگ مشاهده نشد. در راستای نتایج آزمایش حاضر، گزارش شده است که ABA تنها در غلظت‌های پایین باعث افزایش مقدار کلروفیل می‌شود و در غلظت بالا سرعت فتوسنتز و مقدار کلروفیل برگ را کاهش می‌دهد (۳۸). کاهش محتوی کلروفیل در تنش خشکی به دلیل کاهش عوامل ضروری برای سنتز کلروفیل و تخریب ساختمان آن‌ها است. علاوه بر این، گزارش شده است که ABA در شرایط تنش خشکی با افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان می‌تواند باعث حفظ کلروفیل گیاه شود (۱۱). مطالعات قبلی روی ۱۰ اکوتیپ مارتیغال نشان داد که با افزایش سطح تنش خشکی، میزان کلروفیل کاهش پیدا کرد (۸). بر طبق پژوهش‌های انجام شده در این زمینه، خشکی باعث پیری گیاهان، شکسته شدن کلروپلاست و کاهش محتوی کلروفیل می‌شود. در اثر تنش خشکی، تشکیل پلاستیدهای جدید و کلروفیل کاهش می‌یابد (۱۰).

میزان ترکیبات فنولی همواره با افزایش غلظت PEG افزایش معنی‌داری را نشان داد و بیش‌ترین میزان این ترکیبات در گیاهان تیمار شده با غلظت ۶۰ میلی‌گرم در لیتر از PEG و ۶۰ میکرومولار از ABA مشاهده شد. علاوه بر این، در تمام سطوح تنش خشکی، افزایش غلظت ABA در محیط کشت منجر به افزایش ترکیبات فنولی شد (جدول ۳). آران و همکاران (۱۳۹۶) در بررسی تأثیر تنش خشکی بر برخی ویژگی‌های ریخت‌شناسی و فیزیولوژیکی سه رقم انگور گزارش کردند که میزان نشت الکترولیت‌ها، میزان قندهای محلول کل، میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی، ترکیبات فنلی و پرولین با افزایش شدت تنش خشکی

صفات فیزیولوژیک: تجزیه واریانس داده‌های به‌دست آمده نشان داد که اثر سطوح مختلف PEG، سطوح مختلف ABA و اثر متقابل PEG و ABA در صفات فیزیولوژیک مورد مطالعه یعنی میزان پرولین، فلاونوئیدها، آنتوسیانین و کلروفیل معنی‌دار بود ( $P \leq 0/01$ ) (جدول ۲).

با توجه به مقایسه میانگین اثرات متقابل PEG و ABA، بیش‌ترین میزان پرولین در شرایط تنش شدید و گیاهان تیمار شده با غلظت بالای ABA (۱۰۰ میکرومولار) مشاهده شد (جدول ۳). نتایج نشان داد که با افزایش تنش خشکی، محتوی پرولین برگ افزایش یافت. ولی بدون وجود تنش خشکی میزان پرولین برگ حتی در گیاهان تیمار شده با غلظت بالای ABA ناچیز بود و کم‌ترین میزان پرولین در گیاهان شاهد مشاهده شد. این نشان می‌دهد که افزایش غلظت پرولین برگ بیش‌تر به دلیل افزایش غلظت PEG بوده است. شارکی و سیمن (۲۰۰۵) گزارش کردند پرولین در برگ‌ها به‌عنوان محافظ اسمزی در طول دوره تنش عمل می‌کند و در گیاه گوجه‌فرنگی تحت شرایط تنش محتوی پرولین برگ حدود ۳۰ برابر حالت عادی بود (۲۶). افزایش پرولین در برگ گیاهان تحت شرایط تنش نشان می‌دهد که پرولین به‌عنوان محافظ اسمزی در طول دوره تنش عمل می‌کند و تجمع پرولین بخشی از پاسخ‌های فیزیولوژیکی به تنش خشکی است. پرولین در تنظیم فشار اسمزی، حفاظت از مولکول‌های پروتئینی و یکپارچگی غشای سلولی، ذخیره کربن و نیتروژن و عمل آنتی‌اکسیدانی نقش دارد (۱۰).

با افزایش تنش خشکی میزان کلروفیل برگ به‌طور محسوس کاهش یافت. در شرایط بدون تنش خشکی ABA باعث کاهش محتوی کلروفیل برگ شد. در شرایط تنش خفیف غلظت یک میکرومولار از این ماده باعث افزایش محتوی کلروفیل نسبت به گیاهان

خشکی سبب افزایش درصد اسانس در بیش تر گیاهان دارویی و معطر می شود، محلول پاشی با ABA در شرایط تنش موجب افزایش متابولیت های ثانویه می گردد (۳۴).

گیاهان به محرک های محیطی پاسخ می دهند و متابولیت های ثانویه دارای نقش های کلیدی در برهم کنش بین گیاه و محیطشان هستند و مطابق نتایج بسیاری از پژوهشگران فلاونوئیدها نیز از جمله متابولیت های ثانویه هستند که مسیر بیوسنتز آنها تحت تأثیر شرایط محیطی قرار می گیرد و در مراحل مختلف نمو و شرایط محیطی دارای نوسان هستند (۳۰). به دلیل کاهش رشد در اثر القاء تنش خشکی، تثبیت کربن در طی فتوسنتز صرف تولید متابولیت های ثانویه می شود (۱۶). البته همیشه همراه با افزایش شدت تنش، میزان متابولیت های ثانویه افزایش نمی یابد، زیرا در تنش های شدیدتر، گیاه بیش تر مواد فتوسنتزی خود را صرف تولید ترکیب های تنظیم کننده اسمزی از جمله پرولین، گلیسین بتائین و ترکیبات قندی می کند تا شرایط برای لازمه حیات آن فراهم شود. هر چند گزارش هایی مبنی بر افزایش غلظت متابولیت های ثانویه با کاربرد ABA در گیاه انگور وجود دارد (۲۷).

منصوری و اسرار (۱۳۹۲) در مطالعه ای روی گیاه شاهدانه گزارش کردند که فلاونوئیدهای طول موج ۲۷۰ و ۳۰۰ در غلظت ۲۰ میکرومولار ABA در جنس نر افزایش می یابد. در جنس ماده نیز افزایش جذب فلاونوئیدها در هر دو غلظت ۲۰ و ۱۰ میکرومولار ABA مشاهده شد (۱۷). اثر ABA روی فلاونوئید می تواند به صورت غیرمستقیم از طریق تحریک سنتز اتیلن اعمال شود. از آنجا که غلظت های متفاوت ABA می تواند باعث تحریک یا بازدارندگی تولید اتیلن شود، بنابراین ممکن است ABA در غلظت کم (۲۰ میکرومولار) باعث افزایش تولید

افزایش یافت. گیاهان با تولید ترکیبات آنتی اکسیدان مانند ترکیبات فنولی و کارتنوئیدها از ساختارهای سلولی خود در برابر رادیکال های فعال تولید شده در شرایط تنش محافظت می کنند (۵).

نتایج همچنین نشان داد که با افزایش شدت تنش خشکی میزان آنتوسیانین کل به طور معنی دار افزایش یافت. بیش ترین میزان آنتوسیانین در تنش شدید و در گیاهان تیمار شده با غلظت ۱۰ میکرومولار ABA و کم ترین مقدار آن در گیاهان شاهد مشاهده شد. در شرایط بدون تنش، ABA باعث افزایش میزان آنتوسیانین نسبت به شاهد شد و گیاهان تیمار شده با غلظت ۱۰۰ میکرومولار نسبت به سایر غلظت ها آنتوسیانین بیش تر و معنی داری داشتند (جدول ۳). یان و همکاران (۲۰۱۶) تأثیر ABA در تولید آنتوسیانین در کشت درون شیشه ای انگور را بررسی کردند و گزارش کردند که این ماده باعث افزایش تولید آنتوسیانین و مواد معطر فرار در انگور گردید. به نظر می رسد این ماده در تنظیم ژن های دخیل در مسیر سنتز آنتوسیانین، نقش مهمی را ایفا می کند (۳۴). همچنین تیمار گیاه انگور با این ماده باعث بهبود رنگ و همچنین برداشت زودتر میوه های انگور شده است (۲۰).

میزان فلاونوئیدها نیز روند مشابهی با میزان آنتوسیانین کل داشت و با افزایش شدت تنش خشکی میزان این ترکیبات به طور معنی دار افزایش یافت. در شرایط بدون تنش، ABA باعث افزایش میزان فلاونوئیدها نسبت به شاهد شد و گیاهان تیمار شده با غلظت ۱۰۰ میکرومولار نسبت به سایر غلظت ها فلاونوئید بیش تر و معنی داری داشتند (جدول ۳). طبق نتایج به دست آمده بیش ترین میزان فلاونوئید و آنتوسیانین در گیاهان تیمار شده با غلظت ۱۰ میکرومولار از ABA در شرایط تنش خشکی شدید اندازه گیری شد، در حالی که کم ترین میزان در گیاهان شاهد مشاهده گردید. گزارش شده است که تنش

اندازه‌گیری شده کاهش یافتند، اما تیمار ABA در غلظت‌های پایین، سبب افزایش رشد رویشی و متابولیت‌های ثانویه سوسن چلچراغ گردید، بنابراین این ماده ممکن است با افزایش تولید متابولیت‌های ثانویه باعث رفع اثرات مخرب تنش خشکی می‌شود.

اتیلن و در نتیجه باعث افزایش فلاونوئیدها شده باشد و در غلظت بالا (۲۰۰ میکرومولار) باعث بازدارندگی تولید اتیلن و فلاونوئیدها شود (۲۷).

### نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که در گیاه سوسن چلچراغ تحت تأثیر تنش خشکی همه صفات ریخت‌شناسی

### منابع

1. Aguilar, M., Espadas, F., Coello, J., Maust, B., Trejo, C., Robert, M. and Santamaria, J. 2000. The role of abscisic acid in controlling leaf water loss, survival and growth of micropropagated *Tagetes erecta* plants when transferred directly to the field. *J. Exp. Bot.* 51: 352. 1861-1866.
2. Amobeigi, M. and Razavizadeh, R. 2013. Effects of drought stress and PBA on flavonoid accumulation and minerals in *Brassica napus*, *J. Plant Ecolophysiol.* 8: 31. 12-22. (In Persian)
3. Aran, M., Abedi, B., Tehranifar, A. and Parsa, M. 2017. Effect of drought stress on morphological and physiological traits of grape. *J. Hortic. Sci.* 31: 2. 315-326. (In Persian)
4. Azimzadeh, Z., Mohebodini, M., Chamani, E. and Erfani, M. 2018. The influence of ultrasound and growth regulators on *in vitro* production of *Lilium ledebourii*. *The Plant Prod.* 40: 4. 12-22. (In Persian)
5. Bano, A., Ullah, F. and Nosheen, A. 2012. Role of abscisic acid and drought stress on the activities of antioxidant enzymes in Wheat. *Plant Soil Environ.* 58: 4. 181-185.
6. Bates, L.S., Waldren, R.P. and Teare, I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water stress study. *Plant and Soil.* 39: 205-207.
7. Bolli, R. and Dalmeier, S. 2010. Effect of exogenous abscisic acid and drought stress on growth maize. *Plant Physiol.* 99: 762-764.
8. Deliri, R., Shokrpour, M., Asghari, A., Esfandiari, A. and Seid-Sharifi, R. 2011. Evaluation of different *Silybum marianum* L. ecotypes with respect to drought tolerance in hydroponic culture. *J. Sci. Tech. Green. Cul.* 1: 1. 9-17. (In Persian)
9. Hassanpour, H., HamidOghli, Y., Hajilo, J. and Abdipour, M. 2012. Antioxydant capacity and phytochemical properties of cornelian cherry genotypes in Iran. *Sci. Hortic.* 129: 459-463.
10. Heidari-Sharifabad, H. 2001. Plants, aridity and drought research. *Inst. Forest. Rang. Press.* 200p. (In Persian)
11. Hu, X., Jian, M., Zhang, A. and Lu, J. 2005. Abscisic acid-induced apoplastic H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> accumulation up-regulates the activities of chloroplastic and cytosolic antioxidant enzymes in maize leaves. *Planta.* 223: 57-68.
12. Izadi, N., Mashayekhi, K., Chamani, E. and Kamkar, B. 2011. The influence of B5 basal medium on morphological behavior of lily bulblets. *J. Plant Prod. Res.* 18: 1. 119-132. (In Persian)
13. Javaheri, S.H., Nogabi, M.A., Kashani, A. and Habibi, D. 2009. Evaluation of the relationship between leaf chlorophyll and sugar concentration in beetroot by chlorophyll meter (SPAD). *New. Find. Agri.* 5: 4. 355-365. (In Persian)
14. John, J.F. and Jones, M.L. 2010. Abscisic Acid Application Enhances Drought Stress Tolerance in Bedding Plants. *Hortic. Sci.* 45: 3. 409-413.
15. Kazemi, K.H. and Saberi, V. 1998. *Lilium ledebouri* as national heritage of ecosystems. *Guilan Echo. Organ. Press.* 54p.

16. Kutchan, T.M. 2001 Ecological arsenal and developmental dispatcher. The paradigm of secondary metabolism. *Plant Physiol.* 125: 58-60.
17. Mansoori, H. and Asrar, Z. 2013. Effects of ABA on pigments of Cannabis during reproductive stage. *IRI. J. Biol.* 1: 82-89. (In Persian)
18. Memar-Moshrefi, M., Moeini, A. and Tavasolian, A. 2004. Effects of NAA, IBA, scale position on liliium propagation. *J. Agric. Sci.* 35: 4. 1033-1041. (In Persian)
19. Nishiuchi, Y. 2012. Multiplication of tulip bulb by tissue culture In-vitro. *Acta Hort.* 177: 56-69.
20. Peppi, M.C., Fidelibus, M.W. and Dokoozlian, N. 2007. Application timing and concentration of abscisic acid affect the quality of 'Redglobe' grapes. *J. Hort. Sci. Biotechnol.* 82: 304-310.
21. Rock, C.D. and Quatrano, R.S. 1995. Plant hormones physiology, Biochemistry and Molecular Biology. The Netherlands. Kluwer Acad. Publish. 611p.
22. Saeidi-Fard, M., Hosseini, M. and Padasht, M. 2008. Modeling of spatial distribution of rare plant *Lilium ledeburri*. *Rostaniha.* 6: 2. 137-150.
23. Salhjak-Yakovlev, S., Peccenini, S., Muratovic, E., Zoldos, V. and valles, J. 2003. Chromosomal differentiation and genome size in three European mountains liliium species. *Plant. Syst. Evol.* 236: 165-173.
24. Salma, U.K., Khatun, F., Bhuiyan, M.J.H., Yasmin, S. and Khan, T.H. 2016. *In vitro* screening for drought tolerance of some chickpea varieties in Bangladesh. *Progres. Agric.* 27: 2. 110-118.
25. Sharkey, T.D. and Seemann, J.R. 2005. Mild water stress effect on carbon-reduction-cycle intermediates, Ribulose Bisphosphate Carboxylase activity and spatial homogeneity of photosynthesis in intact leaves. *Plant Physiol.* 89: 1060-1065.
26. Sharma, N., Abrams, S.R. and Waterer, D.R. 2006. Evaluation of abscisic acid analogs as holding agents for bedding plant seedlings. *Hortic. Tech.* 16: 71-77.
27. Sharp, R.E. and Noble, M.E. 2002. ABA, ethylene, and the control of shoot and root growth under water stress. *J. Exp. Bot.* 53: 366. 33-37.
28. Shimasaki, K. and Fukurnoto, Y. 2013. In-vitro bulbing in *Lilium × formolongi* hort seedlings. *Inter. Hortic. Cong.* Pp: 520-536.
29. Turan, T.O. and Ekmekci, Y. 2009. Effect of water deficit induced by PEG and NaCl on chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars and lines at early seedling stages. *Gazi. Uni. J. Sci.* 22: 1. 5-14.
30. Turrizo, L.B. and Zapata, F.J. 1986. Anther culture in rice the effect abscisic on plant regeneration. *Plant. Cell. Report.* Pp: 136-1369.
31. Turtola, S., Manninen, A., Rikala, R. and Kainulainen, P. 2003. Drought stress alters the concentration of wood terpenoids in scots pine and Norway spruce seedling. *J. Chem. Eco.* 29: 1981-1995.
32. Waśkiewicz, A., Beszterda, M. and Goliński, P. 2013 ABA: Role in Plant Signaling Under Salt Stress. *Salt Stress in Plants.* Springer. Pp: 175-196.
33. [www.irimo.ir/far/services/climate/795](http://www.irimo.ir/far/services/climate/795).
34. Yan-Lun, J., Min, L., Hui, Z., Jiang-Fei M. and Yu-Lin F. 2016. Effect of exogenous abscisic acid and aethyl aasmonate on anthocyanin aomposition, fatty acids, and volatile compounds of cabernet sauvignon (*Vitis vinifera* L.) grape berries. *Molecul.* 21: 2-15.
35. Younesnia, F., Chamani, E. and Tahami, K. 2014. Effects of Polyamines on salt tolerance of *Lilium ledebourii* under *in vitro* condition. M.Sc thesis. University of Mohaghegh Ardabili. (In Persian)
36. Youngjae, S., Rui Hai, L., Jaqueline, F., Nockc, D.L. and Chridtopher, B.W. 2007. Temprature and relative humidity effects on quality, total ascorbic acid, phenolics and flavonoids concentration and antioxidant activity of strawberry, *Postharvest Biol. Technol.* 45: 349-357.
37. Zeevart, J.A.D., Zhaolong, W., Huang, B. and Qingzhang, X. 2003. Effect of abscisic acid on drought responses of Kentucky bluegrass. *AMER. Soc. Hortic. Sci.* 128: 1. 36-41.

38. Zhang, J., Jia, W., Yang, J. and Ismail, A.M. 2006: Role of ABA in integrating plant responses to drought and salt stresses. *Field Crop Res.* 97: 111-119.

39. Zhang, X., Wang, T. and Li, C. 2005. Different responses of two contrasting wheat genotypes to abscisic acid application. *Biol. Plantarum.* 49: 613-616.