

# تأثیر محلول پاشی گلوتامین، اسید سیتریک و اسید مالیک بر شاخص‌های رشد و کیفیت و مورفولوژی گیاه شیرین بیان (*Glycyrrhiza glabra*)

فاطمه سلطانی<sup>۱</sup>، ابراهیم هادوی (نویسنده مسئول)<sup>۲\*</sup> و نوشین قاضی جهانی<sup>۳</sup>

۱- کارشناس ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران، Fsoldani912@gmail.com

۲- استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران، ehadavi@gmail.com

۳- استادیار، گروه میکروبیولوژی، دانشکده کشاورزی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران، nghazijahani@gmail.com

تاریخ دریافت: مهر ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: آذر ۱۳۹۶

## The effect of foliar application of glutamine, citric acid and malic acid on the growth, quality and morphological traits of licorice (*Glycyrrhiza glabra*)

Fatemeh Soltani<sup>1</sup>, Ebrahim Hadavi<sup>2\*</sup> and Noushin Ghazi Jahani<sup>3</sup>

1- MS.c, Department of Horticulture, Agriculture college, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran, Fsoldani912@gmail.com

2\*- Assistant Professor, Department of Horticulture, Agriculture college, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran, ehadavi@gmail.com

3- Assistant Professor, Department of Microbiology, Agriculture college, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran, nghazijahani@gmail.com

\*Corresponding author: Ebrahim Hadavi

Received: September 2017

Accepted: November 2017

### Abstract

Licorice is one of the oldest medicinal plants that is commonly used in various industries such as pharmaceutical, food, beverages and confectionery products. this study was performed In order to evaluate the effect of foliar application of amino acids (glutamine) and organic acids (citric acid and malic acid) on growth and quality of the transplant of licorice. glutamine (3, 6 and 9 mM), malic acid (6, 9 and 15 mM) and citric acid (3, 9 and 15 mM) and foliar application of water to be considered as control. The main traits examined in this study included;: fresh and dry weights of canopy, leaf and root, stem length and diameter, number of lateral branches, rhizome and root diameter, leaf size and trichome density and the photosynthetic pigments such as chlorophyll a, b, total, and total carotenoids. The results showed that foliar sprays of various concentrations of glutamine, malic acid, citric acid, significantly increased licorice root and shoot growth and yield as compared to the control. In the treatment of malic acid 15 mM (MA15) shoot fresh and dry weight respectively 505 and 409 %, leaf fresh and dry weight respectively 387 and 400 % and stem fresh and dry weight respectively 494 and 580% were increased compared to the control. Also the highest licorice root fresh and dry weight was in glutamine 3 mM (G3) that was increased respectively by 1124 and 1497 % compared to control. Therefore, application of appropriate levels of malic acid, citric acid and glutamine can improve the yield and quality of Licorice seedlings .

**Keywords:** Amino acids, Foliar sprays, Licorice, Medicinal plants, Organic acids.

فصلنامه زیست شناسی سلولی و مولکولی گیاهی

سال ۱۳۹۶، دوره ۱۲، شماره ۳، صص ۱۴-۵

### چکیده

شیرین بیان یکی از مهمترین و قدیمی ترین گیاهان دارویی است که کاربرد فراوانی در صنایع مختلف دارویی، غذایی، نوشابه سازی و شیرینی سازی دارد. در این پژوهش اثر محلول پاشی طولانی مدت برگ، اسید آمینه گلوتامین و اسیدهای آلی اسید سیتریک و اسید مالیک بر صفات رشدی و کیفیت نشا شیرین بیان مورد بررسی قرار گرفت. تیمارها شامل مقادیر گلوتامین (۳، ۶ و ۹ میلی مولار)، اسید مالیک (۶، ۹ و ۱۵ میلی مولار) و اسید سیتریک (۳، ۹ و ۱۵ میلی مولار) بود و محلول پاشی آب مقطر به عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شد. فاصله اولین تا آخرین محلول پاشی ۱۴۰ روز بود که در مجموع گیاهان ۲۰ بار محلول پاشی شدند. صفات مورد بررسی در این پژوهش شامل صفات رشدی نظیر وزن تر و خشک شاخساره، برگ و ساقه، وزن تر و خشک ریشه، طول و قطر ساقه، تعداد شاخه های جانبی فرعی، طول و قطر ریزوم و ریشه و همچنین رنگیزه های فتوسنتزی مانند کلروفیل a، b و کل، کاروتنوئید کل بودند. نتایج نشان داد که کاربرد محلول پاشی های مذکور در زمان طولانی تاثیرات عمده ای بر صفات مورد سنجش بر جای گذاشت به این ترتیب که در تیمار مالیک اسید ۱۵ میلی مولار وزن تر و خشک شاخساره به ترتیب ۵۰۵ و ۴۰۹ درصد، وزن تر و خشک برگ به ترتیب ۳۸۷ و ۴۰۰ درصد و وزن تر و خشک ساقه به ترتیب به میزان ۴۹۴ و ۵۸۰ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت. همچنین بیشترین وزن تر و خشک ریشه شیرین بیان مربوط به تیمار گلوتامین ۳ میلی مولار (G3) بود که نسبت به تیمار شاهد به ترتیب به میزان ۱۱۲۴ و ۱۴۹۷ درصد افزایش پیدا کرد.

**کلمات کلیدی:** اسیدهای آلی، اسید آمینه، شیرین بیان، گیاهان دارویی، محلول پاشی برگ.

فصلنامه زیست شناسی سلولی و مولکولی گیاهی

سال ۱۳۹۶، دوره ۱۲، شماره ۳، صص ۱۴-۵

## مقدمه و کلیات

شیرین بیان با نام علمی *Glycyrrhiza glabra* از تیره Fabaceae، یکی از مهمترین و قدیمی‌ترین گیاهان دارویی است که کاربرد فراوانی در صنایع مختلف دارویی، غذایی، نوشابه‌سازی و شیرین‌سازی دارد. ریشه شیرین بیان در اکثر فارماکوپه‌ها به عنوان دارو یاد شده است و از مهمترین خواص درمانی آن می‌توان به معالجه زخم اثنی عشر و بیماریهای معده اشاره کرد. مهمترین ماده مؤثره ریشه شیرین بیان را «اسید گلیسیریزیک» تشکیل می‌دهد که این ماده ۵۰ مرتبه از شکر شیرین‌تر بوده و در صنایع غذایی کاربرد فراوانی دارد (Hornok, 1992). اگرچه شیرین بیان یکی از اقلام صادراتی ایران در حوزه گیاهان دارویی می‌باشد اما در حال حاضر عمدتاً از طبیعت برداشت می‌شود و برداشت بی‌رویه آن می‌تواند این گیاه با ارزش را در معرض خطر انقراض قرار دهد از طرفی روش‌های استاندارد کشت و کار آن توسعه کافی نیافته است، لذا انجام پژوهش‌های کاربردی در جهت اهلی‌سازی و تولید زراعی آن در کشور ما ضرورت دارد. یکی از روش‌های ازدیاد شیرین بیان تکثیر از طریق بذر به طور غیرمستقیم و تولید نشا می‌باشد. کشاورزی در زمین‌هایی که حاصلخیزی بالایی ندارد و نیز دارای انواع تنش‌های محیطی مانند کم‌آبی، شوری و دماهای بالا و پایین هستند با مشکلات فراوانی روبرو است که عمدتاً به مشکل جوانه‌زنی و استقرار مناسب محصول در مزرعه مربوط است (Itabari et al., 1993) که تنها راه حل آن استفاده از نشاء سالم و قوی می‌باشد. از سوی دیگر جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاه شیرین بیان در مزرعه کند بوده و نیاز به گیاهچه‌های قوی و سالم می‌باشد و از این رو استفاده از نشاء با کیفیت در

توسعه کشت آن اهمیت دارد (امیدبگی، ۱۳۹۲). نشاکاری ضمن بهبود کارایی منابع آبی، کنترل علف‌های هرز را ساده‌تر نموده و امکان کنترل جمعیت گیاهان و تنظیم دقیق فاصله کشت را نیز فراهم می‌سازد و از این رو خصوصاً در گیاهان با رشد اولیه کم و همچنین بذره‌های گران قیمت نسبت به روش کشت مستقیم بذر از کارایی بیشتری برخوردار می‌باشد (Klassen, 1993) این مزایا باعث شده است که در سال‌های اخیر استفاده از نشاء در تولید تعدادی از گیاهان دارویی افزایش یابد. از سوی دیگر با پیشرفت‌های حاصله در تکنولوژی تولید و کاشت نشاء، هزینه تولید نشاء کاهش و اطمینان به تولید محصول از نشاء افزایش یافته که در رشد این صنعت سهیم بوده است (Lima et al., 2010). در شیرین بیان نیز که جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاه در مزرعه کند می‌باشد و استفاده از نشاء با کیفیت بسیار مفید می‌باشد (Wagner et al., 2006). محرک‌های زیستی، مجموعه ترکیباتی هستند که گروهی از آنها به عنوان ترکیبات مؤثر در واکنش و پاسخ مطلوب گیاهی به شرایط محیطی و گروهی دیگر به عنوان ترکیبات محرک افزایش رشد، می‌توانند عملکرد کمی و کیفی گیاه را بهبود بخشند. این ترکیبات باعث تحریک متابولیسم و فرآیندهای متابولیکی در جهت افزایش کارایی گیاهان می‌شوند که از جمله آنها می‌توان به محرک‌های زیستی دارای فرمول پایه اسیدهای آمینه اشاره کرد که رشد کمی و کیفی گیاهان را تحریک می‌کنند (Starck, 2005). مصرف اسیدهای آمینه در شرایط نامساعد محیطی، نیاز به ساخت آن توسط گیاه را کاهش داده و به گیاه امکان می‌دهد که انرژی ذخیره شده خود را بیشتر صرف رشد و بالا بردن عملکرد و کیفیت محصول نماید.

خشک اندام هوایی و قطر ساقه نسبت به تیمار شاهد شد. هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی تاثیر محلول پاشی برگی اسید آمینه گلوتامین و اسیدهای آلی اسید سیتریک و اسید مالیک بر شاخص های رشد و کیفیت و مورفولوژی گیاه شیرین بیان می باشد.

### فرآیند پژوهش

زمان و محل آزمایش و نوع طرح آزمایشی: این تحقیق در بهار و تابستان سال ۱۳۹۵ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل مقادیر گلوتامین (۳، ۶ و ۹ میلی مولار: به ترتیب G3، G6 و G6)، اسید مالیک (۶، ۹ و ۱۵ میلی مولار: به ترتیب MA9، MA6 و MA15) و اسید سیتریک (۳، ۹ و ۱۵ میلی مولار: به ترتیب CA3، CA9 و CA15) بوده و محلول پاشی آب مقطر به عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شد. با تمام محلولها ترکیب ترکننده تجاری مطابق دستورالعمل مربوطه اضافه گردید. ماده گلیسرین نیز به میزان ۲ میلی لیتر بر لیتر به تمام تیمارها بصورت پایه افزوده گردید.

تهیه گلدان، بستر کشت و تیمار بذر: بستر کشت و اندازه سینی نشا و روش بهینه بهبود جوانه زنی بذور بر اساس نتایج تحقیق پاکنهاد (۱۳۹۵) انتخاب شدند که بستر نشا شامل کوکوپیت (۳۵ درصد)، پرلیت (۳۵ درصد) و ورمی کمپوست (۳۰ درصد) انتخاب گردید. بعد از پر کردن سینیهای نشاء با مخلوط بدست آمده اقدام به کشت بذور شیرین بیان شد. با توجه به اینکه بذور شیرین بیان دارای پوسته سخت می باشند و درصد جوانه زنی آن به طور طبیعی پایین است قبل از

تاثیر مثبت ترکیبهای حاوی اسیدهای آمینه و الیگوپپتیدهای فعال زیستی بر فرایندهای مختلف رشد و نمو گیاهان و مقاومت در برابر تنشها و شرایط نامناسب محیطی از جمله سرما و گرمای شدید، خشکی و شوری به اثبات رسیده و طی سالیان اخیر این ترکیبها برای ارتقای محصولات زراعی و باغی مورد استفاده قرار گرفته اند (Thomas et al., 2009). افزایش عملکرد در اثر کاربرد اسیدهای آمینه در گیاه سیر (El-Shabasi et al., 2005)، خیار سیب زمینی (Awad et al., 2007)، خیار (Karuppaiah et al., 2000)، فلفل شیرین (Al-Said Haj Seyed Hadi et al., 2008) و بابونه (Kamal, 2008) گزارش شده است. اسیدهای آلی نیز به عنوان محرک زیستی در سالیان اخیر مورد توجه قرار گرفته اند. محلول پاشی اسید سیتریک موجب افزایش ماندگاری بعد از برداشت گل مریم و نیز تغییر الگوی ذخیره سازی در گیاه گردیده است (Eidyan et al., 2014). در گیاه لیلیوم نیز تاثیر محلول پاشی اسید سیتریک بر تقسیم مواد هیدروکربنه میان اندامهای گیاهی تایید گردید (دارنده و همکاران، ۱۳۸۹). در تحقیق دیگری با بررسی تاثیر محلول پاشی برگی اسید سیتریک در گیاه دارویی ریحان گزارش کردند که اسید سیتریک باعث تغییر در الگوی جذب مواد معدنی از محیط آبکشت شد (Ghazijahani et al., 2014). طالبی و همکاران (۲۰۱۴) در گیاه گازانیا نیز نشان دادند که کاربرد سیتریک اسید و مالیک اسید موجب افزایش نسبت ریشه به ساقه گردید (Talebi et al., 2014). در نتایج تحقیقی رحیمی شکوه و همکاران (۱۳۹۴) نیز نشان داد که محلول پاشی اسید سیتریک در گیاه دارویی عروسک پشت پرده باعث افزایش وزن تر و

۴۸ ساعت قرار داده و بعد از خشک شدن وزن هر کدام جداگانه سنجیده شد. در پایان اندازه‌گیری صفات مختلف، از داده‌های گیاهان موجود در هر تکرار میانگین گرفته شد و به عنوان داده آن تکرار لحاظ گردید.

**اندازه‌گیری رنگی‌های فتوستتزی:** جهت اندازه‌گیری میزان کلروفیل و کاروتنوئید از روش Lichtenthaler (۱۹۸۷) به صورت زیر استفاده شد. ۰/۵ گرم بافت تازه از برگ را در هاون چینی سائیده سپس ۸ میلی‌لیتر الکل ۹۶٪ به آن اضافه کرده و محلول حاصل را به داخل فالکن منتقل کرده و ورتکس شد. فالکن‌ها را با فویل آلومینیوم پوشانده و یک شبانه روز در دمای یخچال قرار داده شد روز بعد نمونه‌ها را مجدداً ورتکس کرده و اجازه داده شد تا ذرات در فالکن ته نشین شوند. سپس عصاره‌ها داخل سانتریفیوژ قرار داده شد. شدت جذب محلول رویی با استفاده از اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۷۰ و ۶۴۸ و ۶۶۴ نانومتر خوانده شد و میزان کلروفیل و کاروتنوئید با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید (Lichtenthaler, 1987):

$$V = \text{حجم محلول صاف شده}$$

$$A = \text{جذب نور در طول موج‌های } ۶۶۳, ۶۴۵, \text{ و } ۴۷۰ \text{ نانومتر}$$

$$FW = \text{وزن تر نمونه بر حسب گرم}$$

$$a) \text{ (کلروفیل } A_{646.8/FW} - 2.79 A_{663.2} - 12.25$$

$$b) \text{ (کلروفیل } A_{663.2/FW} - 5.1 A_{646.8} - 21.21$$

$$\text{(کلروفیل کل) } A_{646.8/FW} - 18.71 A_{663.2} - 7.15$$

$$\text{(کاروتنوئید) } (1000A_{470} - 1.8 \text{ chla} - 85.02 \text{ chlb})/FW$$

**تجزیه و تحلیل داده‌ها:** داده‌های حاصل از آزمایش‌های این تحقیق بر اساس طرح آماری مورد استفاده، با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه

کشت، بذور به مدت ۲۰ دقیقه در محلول ۰/۹۰ اسیدسولفوریک قرار داده و سپس شستشو شدند.

**آبیاری و مراقبت از گیاهان:** پس از آغاز محلول‌پاشی به منظور پیشگیری از هرگونه تداخل با محلول‌پاشی‌ها، آبیاری بصورت نشتی انجام گرفت. روش کار بدین صورت بود که زیر سینی‌های نشاء یک نایلون پلاستیکی کشیده شد و آب مورد نیاز به عمق ۱/۵ سانتیمتر در سطح نایلون پلاستیکی و هر سه روز یکبار انجام شد. با رشد گیاهچه‌ها در مرحله ۸ تا ۱۰ برگی گیاهان به گلدانهای با قطر ۱۷ سانتیمتر منتقل شدند و در هر گلدان سه گیاه کشت شد. در طول فصل رشد گیاهان از نظر آفات و بیماری‌ها نیز با روش‌های معمول کنترل آفات در گلخانه مدیریت شدند.

**اعمال تیمارهای صورت محلول‌پاشی:** اولین محلول‌پاشی در مرحله دو برگی و مراحل بعدی به فاصله هر یک هفته به صورت محلول‌پاشی روی برگ‌ها انجام پذیرفت. فاصله اولین تا آخرین محلول‌پاشی ۱۴۰ روز بود.

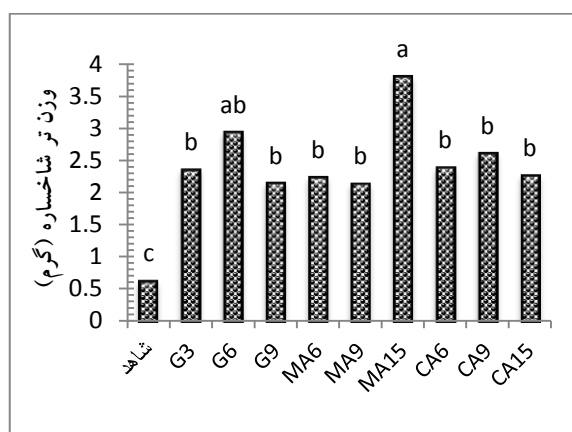
**اندازه‌گیری صفات رشدی و مورفولوژیک:** اندازه‌گیری طول ساقه از محل طوقه تا جوانه انتهایی به وسیله خط‌کش با دقت میلیمتر اندازه‌گیری شد. صفت قطر ساقه از بالای دو برگ لپه‌ای و زیر دو برگ حقیقی اندازه‌گیری شد. قطر طوقه نیز از زیر دو برگ لپه‌ای و کمی بالاتر از طوقه اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری قطر ساقه و قطر طوقه به وسیله کولیس با دقت صدم میلیمتر انجام شد. پس از جدا سازی اندام هوایی از ریشه، وزن تر اندام هوایی و ریشه با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ وزن شده و سپس برای سنجش وزن خشک اندام هوایی و ریشه، آنها را در دستگاه آون با درجه ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت

به سایر تیمارها خصوصا تیمار شاهد بیشتر بود. وزن تر و خشک شاخساره در تیمار MA15 نسبت به تیمار شاهد به ترتیب به میزان ۵۰۵ و ۴۰۹ درصد افزایش نشان داد. کلیه تیمارهای دارای اسید آلی میانگین وزن تر و خشک شاخساره بیشتری نسبت به شاهد داشتند و این تفاوت معنی دار بود. کمترین میزان وزن تر و خشک شاخساره نیز در تیمار شاهد مشاهده شد که به طور معنی داری کمتر از سایر تیمارها بود. وزن تر و خشک شاخساره با یکدیگر و نیز وزن تر و خشک ساقه و برگ همبستگی مثبت و معنی داری داشتند (جدول ۱).

۲۰ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام گرفت. رسم نمودارها و برخی از محاسبات، با استفاده از نرم افزار اکسل انجام شد.

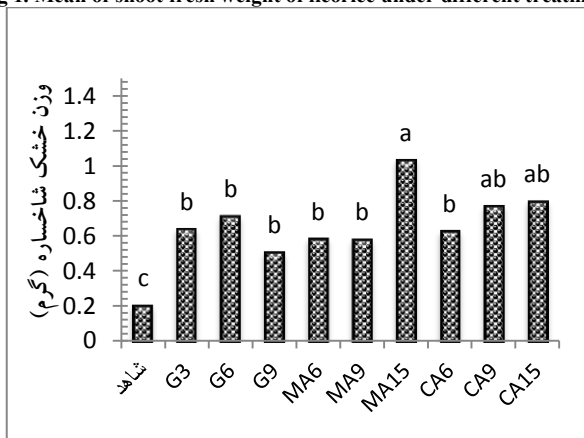
### نتایج و بحث

وزن تر و خشک شاخساره: همانطور که در شکل ۱ و ۲ مشاهده می‌شود بیشترین وزن تر و خشک شاخساره در تیمار MA15 حاصل شد هرچند که با غلظت‌های مختلف اسیدسیتریک اختلاف معنی داری نداشت ولی به طور قابل ملاحظه و معنی داری نسبت



شکل ۱: میانگین وزن تر شاخساره شیرین بیان تحت تاثیر تیمارهای مختلف

Fig 1. Mean of shoot fresh weight of licorice under different treatments



شکل ۲: میانگین وزن خشک شاخساره شیرین بیان تحت تاثیر تیمارهای مختلف

Fig 2. Mean of shoot dry weight of licorice under different treatments

تیمار MA15 حاصل شد که به طور معنی داری بیشتر از تیمار شاهد بود و نسبت به تیمار شاهد به ترتیب

وزن تر و خشک برگ: همانطور که در جدول ۲ ملاحظه می‌شود بیشترین وزن تر و خشک برگ در

وزن تر و خشک برگ با یکدیگر و با صفات کلروفیل b، کلروفیل کل و نسبت کلروفیل کل به کاروتنوئید کل همبستگی مثبت و معنی داری (۰.۱٪) داشت.

به میزان ۳۸۷ و ۴۰۰ درصد افزایش یافت. همچنین تیمار MA6 با تیمار شاهد اختلاف معنی داری نداشت و به طور معنی داری کمتر از سایر تیمارها بود. جدول همبستگی (جدول ۱) بین صفات نیز نشان می دهد که



شکل ۳: مقایسه اندام هوایی شیرین بیان تحت تاثیر تیمار های مختلف

(به ترتیب از راست: تیمار شاهد، اسید سیتریک ۱۵ میلی مولار، اسید مالیک ۱۵ میلی مولار و گلوتامین ۹ میلی مولار)

Fi 3. Comparison of licorice aerial parts under different treatment. (From right to left: Control, citric acid 15 mM, malic acid 15 mM and glutamine 9 mM)

جدول ۱: جدول همبستگی برخی از صفات در شیرین بیان

Table 1. Correlation table of some traits in licorice

وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه	وزن تر شاخساره	وزن خشک شاخساره	وزن تر برگ	وزن خشک برگ	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کاروتنوئید کل
1	.937**	1	.484**	1	.560**	1	1	1	1
			.540**		.541**	.265	.832**	.759**	-.345
					.473**	.354	.406*	.406*	-.350
			.603**	.358	.381*	.160	.420*	.413*	-.210
				.330	.360	.198	.327	.288	-.121
					.442*	.319	.406*	.406*	-.388*
					.496**	.298	.496**	.442*	-.393*
					.319	.299	.319	.299	-.419*
					-.353	-.210	-.353	-.210	-.353

جدول ۲: میانگین برخی از صفات رشدی شیرین بیان تحت تاثیر تیمارهای مختلف

Table 2- Mean of some growth traits of licorice under different treatments

تیمار	وزن تر برگ (گرم)	وزن خشک برگ (گرم)	طول ساقه (سانتی متر)	قطر ساقه (میلی متر)	تعداد شاخه ها	ریشه (میلی متر)	قطر ریشه (میلی متر)	قطر ریزوم (میلی متر)	طول برگ (سانتی متر)	تعداد برگ
شاهد	0.5 <sup>d</sup>	0.13 <sup>d</sup>	17 <sup>b</sup>	0.4 <sup>e</sup>	4.5 <sup>e</sup>	0.10 <sup>d</sup>	1.57 <sup>e</sup>	2.2 <sup>c</sup>	20 <sup>abc</sup>	
G3	1.7 <sup>bc</sup>	0.50 <sup>abc</sup>	26 <sup>a</sup>	1.0 <sup>abc</sup>	6.6 <sup>de</sup>	0.79 <sup>ab</sup>	7.74 <sup>a</sup>	4.1 <sup>ab</sup>	40 <sup>a</sup>	
G6	1.8 <sup>ab</sup>	0.39 <sup>abc</sup>	26 <sup>a</sup>	1.0 <sup>abc</sup>	6.2 <sup>de</sup>	0.58 <sup>abc</sup>	4.64 <sup>bcd</sup>	4.5 <sup>ab</sup>	39 <sup>ab</sup>	
G9	1.5 <sup>bc</sup>	0.32 <sup>bcd</sup>	21 <sup>ab</sup>	0.6 <sup>de</sup>	8.4 <sup>cd</sup>	0.30 <sup>cd</sup>	2.49 <sup>de</sup>	3.5 <sup>b</sup>	25 <sup>abc</sup>	
MA6	1.0 <sup>cd</sup>	0.25 <sup>cd</sup>	25 <sup>a</sup>	1.0 <sup>abc</sup>	15.6 <sup>a</sup>	0.49 <sup>bc</sup>	4.89 <sup>bc</sup>	4.8 <sup>a</sup>	19 <sup>bc</sup>	
MA9	1.4 <sup>bc</sup>	0.34 <sup>bcd</sup>	17 <sup>b</sup>	0.8 <sup>bcd</sup>	11.0 <sup>bc</sup>	0.69 <sup>abc</sup>	2.66 <sup>cde</sup>	4.1 <sup>ab</sup>	22 <sup>abc</sup>	
MA15	2.5 <sup>a</sup>	0.65 <sup>a</sup>	17 <sup>b</sup>	0.7 <sup>cd</sup>	8.8 <sup>cd</sup>	0.36 <sup>cd</sup>	2.64 <sup>cde</sup>	3.7 <sup>ab</sup>	23 <sup>abc</sup>	
CA6	1.7 <sup>bc</sup>	0.41 <sup>abc</sup>	23 <sup>ab</sup>	0.9 <sup>a-d</sup>	14.0 <sup>ab</sup>	0.52 <sup>abc</sup>	4.01 <sup>cd</sup>	4.1 <sup>ab</sup>	17 <sup>c</sup>	
CA9	1.8 <sup>abc</sup>	0.52 <sup>ab</sup>	17 <sup>b</sup>	1.1 <sup>a</sup>	13.8 <sup>ab</sup>	0.82 <sup>a</sup>	6.22 <sup>ab</sup>	4.9 <sup>a</sup>	25 <sup>abc</sup>	
CA15	1.5 <sup>bc</sup>	0.37 <sup>cd</sup>	22 <sup>ab</sup>	0.8 <sup>cd</sup>	17.6 <sup>a</sup>	0.62 <sup>abc</sup>	3.60 <sup>cde</sup>	4.5 <sup>ab</sup>	30 <sup>abc</sup>	

در هر ستون میانگین های دارای حروف مشترک از نظر آماری اختلاف معنی داری ندارند ( $P \leq 0.05$ )

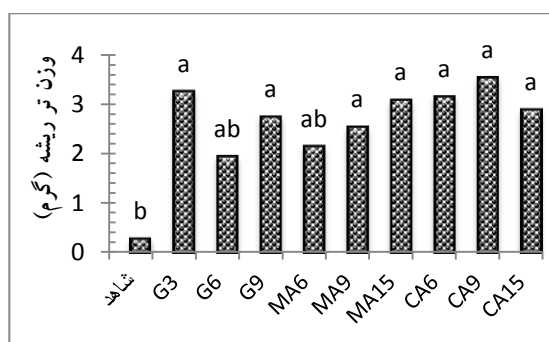
In each column, the same alphabets are not statistically significant ( $P \leq 0.05$ )

تیمارهای محلول پاشی داشت. بیشترین وزن تر و خشک ریشه در تیمار CA9 حاصل شد که به طور

وزن تر و خشک ریشه: نتایج نشان داد که تیمار شاهد وزن تر و خشک ریشه کمتری نسبت به سایر

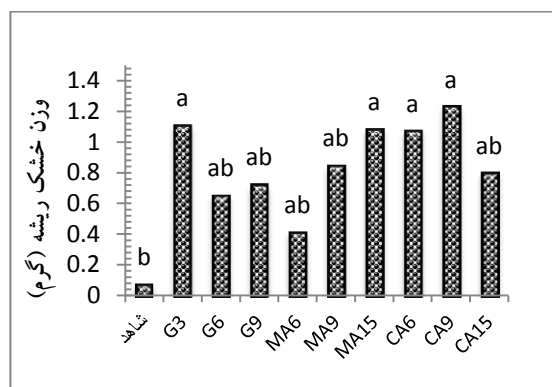
اسیدسیتریک و اسیدمالیک نداشت (شکل ۴ و ۵). بر اساس جدول ۱ وزن تر و خشک ریشه با یکدیگر و با صفات وزن تر و خشک شاخساره و نسبت وزن تر ریشه به ساقه همبستگی مثبت و معنی داری (۰/۱) را نشان داد.

معنی دار و قابل ملاحظه‌ای بیشتر از تیمار شاهد بود و نسبت به تیمار شاهد به ترتیب به میزان ۱۱۲۴ و ۱۴۹۷ درصد افزایش یافت. با این حال میزان وزن تر و خشک ریشه در تیمار CA9 اختلاف معنی داری را با سایر تیمارهای محلول پاشی با گلوتامین،



شکل ۴: میانگین وزن تر ریشه شیرین بیان تحت تاثیر تیمارهای مختلف

Fig 4. Mean of root fresh weight of licorice under different treatments



شکل ۵: میانگین وزن خشک ریشه شیرین بیان تحت تاثیر تیمارهای مختلف

Fig 5. Mean of root dry weight of licorice under different treatments

سایر تیمارها بود. بیشترین قطر ریشه نیز در تیمار CA9 مشاهده شد که به طور معنی داری بیشتر از تیمارهای شاهد، G9، MA6 و MA15 بود ولی با سایر تیمارها اختلاف معنی داری نداشت. تیمار CA9 با قطر ریشه ۰/۸۲ میلی‌متر افزایش ۷۲۰ درصدی را نسبت به تیمار شاهد (۰/۱۰ میلی‌متر) نشان داد (جدول ۲).

**قطر ریزوم و ریشه:** همانطور که در جدول ۲ ملاحظه می شود بیشترین قطر ریزوم به میزان ۷/۷ میلی‌متر در تیمار G3 حاصل شد که اگرچه با تیمار CA9 اختلاف معنی داری نداشت ولی به طور معنی داری بیشتر از سایر تیمارها خصوصا تیمار شاهد بود. قطر ریزوم نسبت به تیمار شاهد به میزان ۳۹۳ درصد افزایش پیدا کرد. کمترین قطر ریزوم به میزان ۱/۶ میلی‌متر در تیمار شاهد مشاهده شد که با تیمارهای G9، MA9، MA15 و CA15 اختلاف معنی داری نداشت ولی به طور معنی داری کمتر از



شکل ۶: مقایسه ریشه شیرین بیان در تیمار شاهد و گلوتامین ۳ میلی مولار (سمت راست تیمار شاهد و سمت چپ تیمار گلوتامین ۳ میلی مولار)

Fig 6. Comparison of licorice root in control and glutamine 3 mM (Right: control and left: glutamine 3 mM)

CA6 بود ولی با سایر تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌داری نشان نداد (جدول ۲).  
**کلروفیل a:** نتایج نشان داد که میانگین کلروفیل a در تمام تیمارهای دارای گلوتامین و نیز اسیدسیتریک ۶ و ۹ میلی‌مولار افزایش معنی‌داری را در مقایسه با تیمار شاهد نشان داد در حالی که تیمارهای محتوی اسیدمالیک اثری بر آن نداشتند. بیشترین میزان کلروفیل a در تیمار CA6 مشاهده شد اگرچه اختلاف معنی‌داری با تیمار CA9 و تیمارهای گلوتامین (G) نداشت (جدول ۳).

**کلروفیل b:** غیر از تیمار دارای ۶ میلی‌مولار MA که میزان کلروفیل b آن تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشت، باقی تیمارها افزایش معنی‌داری را نسبت به شاهد نشان دادند. بیشترین میزان کلروفیل b در تیمار CA6 حاصل شد که با تیمار G6 تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به طور معنی‌داری بیشتر از سایر تیمارها بود (جدول ۳).

**کلروفیل کل:** همانطور که در جدول ۳ ملاحظه می‌شود بیشترین میزان کلروفیل کل نیز در تیمار CA6 مشاهده شد که با تیمار G3 اختلاف معنی‌داری نداشت ولی به طور معنی‌داری بیشتر از سایر تیمارها بود.

**کاروتنوئید کل:** غیر از تیمار G9 که موجب افزایش معنی‌دار کاروتنوئید کل نسبت به شاهد گردیده بود در بقیه تیمارها افزایش معنی‌داری مشاهده نشد و

**طول و قطر ساقه:** همانگونه که در جدول ۲ مشاهده می‌شود بیشترین طول ساقه به میزان ۲۶ سانتیمتر در تیمارهای G3 و G6 حاصل شد (۵۲/۹ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد) که هرچند با تیمارهای G9، MA6 و غلظت‌های مختلف اسیدسیتریک اختلاف معنی‌داری نداشت ولی به طور معنی‌داری از تیمارهای شاهد، MA9 و MA15 بیشتر بود. بیشترین قطر ساقه در تیمار CA9 حاصل شد که هرچند با تیمارهای G3، G6، MA6 و CA6 اختلاف معنی‌داری نداشت ولی به طور معنی‌داری از تیمار شاهد و سایر تیمارها بیشتر بود (جدول ۲).

**تعداد شاخه‌های جانبی فرعی:** بیشترین تعداد شاخه‌های جانبی فرعی به میزان ۱۷/۶ عدد در تیمار CA15 مشاهده شد هرچند که با تیمارهای MA6، CA6 و CA9 تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به طور معنی‌داری بیشتر از سایر تیمارها بود و افزایش ۲۹۱ درصدی را نسبت به تیمار شاهد (۴/۵) نشان داد (جدول ۲).

**طول برگ و تعداد کرک:** همانگونه که در جدول ۲ مشاهده می‌شود بیشترین اندازه برگ به میزان ۴/۹ سانتیمتر در تیمار CA9 مشاهده شد که به طور معنی‌داری (۱۲۳ درصد) بیشتر از تیمار شاهد بود و غیر از تیمار G9، با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری نداشت. بیشترین تعداد کرک نیز در تیمار G3 مشاهده شد که به طور معنی‌داری بیشتر از تیمارهای MA6 و



برخی از آنها (CA9 و MA15) کاهش معنی داری را نیز در مقایسه با شاهد نشان دادند میزان کاروتنوئید کل در همه غلظت های اسیدسیتریک (CA نسبت به تیمار شاهد کاهش یافته بود (جدول ۳).

جدول ۳. میانگین رنگیزه های فتوسنتزی شیرین بیان تحت تاثیر تیمارهای مختلف

Table 3. Mean of photosynthetic pigments of licorice different treatments

تیمار	کلروفیل a (mg/g FW)	کلروفیل b (mg/g FW)	کلروفیل کل (mg/g FW)	کاروتنوئید کل (mg/g FW)
شاهد	4.3 <sup>def</sup>	5.9 <sup>f</sup>	23.9 <sup>f</sup>	3.2 <sup>bc</sup>
G3	7.1 <sup>abc</sup>	15.3 <sup>b</sup>	120.0 <sup>ab</sup>	4.9 <sup>ab</sup>
G6	8.4 <sup>a</sup>	19.5 <sup>a</sup>	96.3 <sup>bc</sup>	2.4 <sup>cd</sup>
G9	7.8 <sup>ab</sup>	13.1 <sup>c</sup>	37.1 <sup>ef</sup>	6.4 <sup>a</sup>
MA6	2.7 <sup>i</sup>	4.4 <sup>f</sup>	8.9 <sup>i</sup>	5.0 <sup>ab</sup>
MA9	3.7 <sup>ef</sup>	9.0 <sup>e</sup>	29.6 <sup>f</sup>	4.4 <sup>b</sup>
MA15	5.3 <sup>cd</sup>	10.8 <sup>de</sup>	83.4 <sup>cd</sup>	0.5 <sup>d</sup>
CA6	8.6 <sup>a</sup>	19.8 <sup>a</sup>	125.2 <sup>a</sup>	1.4 <sup>cd</sup>
CA9	7.6 <sup>ab</sup>	15.6 <sup>b</sup>	59.0 <sup>de</sup>	1.0 <sup>d</sup>
CA15	5.9 <sup>bcd</sup>	12.0 <sup>cd</sup>	23.0 <sup>i</sup>	2.4 <sup>cd</sup>

در هر ستون میانگین های دارای حروف مشترک از نظر آماری اختلاف معنی داری ندارند ( $P \leq 0.05$ )  
In each column, the same alphabets are not statistically significant ( $P \leq 0.05$ )

## نتایج و بحث

تأثیر تیمارهای مختلف محلول پاشی بر رشد اندام های هوایی شیرین بیان: جعفری و هادوی (۲۰۱۲b) قبلا در تحقیقی گزارش کردند که اسیدسیتریک و اسیدمالیک می تواند باعث افزایش رشد و عملکرد گیاه شوید شود. نیکرو (۱۳۹۴) گزارش نمود که محلول پاشی گلوتامین در گل اطلسی می تواند باعث افزایش رشد گیاه گردد. در تحقیق دیگری نیز در گل اطلسی، فهیمی (۱۳۹۴) به این نتیجه رسید که تیمارهای گلوتامین خصوصا در غلظت ۶ میلی مولار منجر به افزایش معنی دار در بیوماس تر، قطر و طول ساقه و وزن تر اندام هوایی نسبت به شاهد گردید. در پژوهش ما تمامی تیمارهای محلول پاشی با گلوتامین، اسیدمالیک و اسیدسیتریک شاخص های رشد اندام های هوایی را نسبت به تیمار شاهد افزایش دادند. در آزمایش ما نیز که این ترکیبات به مدت طولانی تر و دفعات محلول پاشی بیشتری به کار رفتند و علاوه تایید نتایج فوق، نشان داده شد که افزایش تعداد محلول پاشی ها اثر فرایندهای

بر بهبود صفات مورد نظر داشته است. نتایج ما نشان داد که از بین تیمارهای مختلف محلول پاشی، تیمار اسیدمالیک ۱۵ میلی مولار (MA15) بیشترین اثر مثبت را نسبت به سایر غلظت های گلوتامین، اسیدمالیک و اسیدسیتریک بر رشد اندام های هوایی شیرین بیان داشت به طوری که در تیمار مالیک اسید ۱۵ میلی مولار وزن تر و خشک شاخساره به ترتیب ۵۰۵ و ۴۰۹ درصد، وزن تر و خشک برگ به ترتیب ۳۸۷ و ۴۰۰ درصد و وزن تر و خشک ساقه به ترتیب به میزان ۴۹۴ و ۵۸۰ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش نشان داد که این مقیاس از تغییرات در تحقیقات قبل گزارش نشده بود

تأثیر تیمارهای مختلف محلول پاشی بر رشد اندام های زیرزمینی شیرین بیان: در آزمایش ما همه تیمارهای محلول پاشی با اسید آلی و اسید آمینه وزن تر و خشک ریشه را به طور معنی داری نسبت به تیمار شاهد افزایش داد. در آزمایش ما گلوتامین ۳ میلی مولار موجب افزایش ۳۹۳ و ۶۹۰ درصدی قطر ریزوم و ریشه نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت که با تحقیق اخلاقی نیا (۱۳۹۲) که بیشترین وزن تر و

خشک ریشه نشا را در تیمار گلوتامین ۳ میلی‌مولار گزارش نمود مطابقت داشت. فهیمی (۱۳۹۴) نیز در گل اطلسی نشان داد که محلولپاشی گلوتامین ۶ میلی‌مولار و مالیک اسید ۶ میلی‌مولار باعث افزایش معنی‌دار وزن تر و خشک ریشه نسبت به تیمار شاهد گردید که با نتایج ما سازگاری دارد. ضمناً افزایش رشد ریشه گیاه گازانیا با کاربرد اسید سیتریک و مالیک قبلاً از سوی طالبی و همکاران (۲۰۱۴) نیز گزارش گردیده بود. این نتایج نشان می‌دهد که تیمارهای محلول‌پاشی فوق‌الذکر میتوانند وزن تر و خشک ریشه را که یکی از صفات مهم در ارزیابی کیفیت این گیاه که اصولاً ریشه آن مورد بهره‌برداری می‌باشد را بهبود بخشند. پیشنهاد شده است که مصرف خارجی اسیدهای آلی می‌تواند تولید آنها در داخل ارگانیزم را افزایش دهد (Cantino & Goldstein, 1967). جعفری و همکاران (۲۰۱۲a) پیشنهاد نمودند که کاربرد اسیدهای آلی موجب افزایش تولید آنها در گیاه و انتقال آنها به ریشه و در نتیجه افزایش جذب در ریشه گیاهان در اثر افزایش ترشح آنها به محیط خاک گردد. قاضی‌جهانی و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند که محلول‌پاشی اسیدهای آلی در محیط هیدروپونیک به تغییر در الگوی جذب عناصر غذایی در گیاهان انجامیده است که این مشاهده فرضیه‌های قبلی در این خصوص را تقویت نمود. بنا بر این در آزمایش ما نیز میتوان حداقل بخشی از افزایش در رشد ریشه و به تبع آن اندام هوایی را به همین پدیده نسبت داد.

محلول‌پاشی اسیدسیتریک و گلوتامین افزایش در میزان کلروفیل کل در گل اطلسی را گزارش نمود و فهیمی (۱۳۹۴) نیز در همان گیاه نشان داد که محلولپاشی ۶ میلی‌مولار اسید مالیک موجب افزایش معنی‌داری در محتوای کلروفیل b و کلروفیل کل گردید. در این آزمایش نیز میزان کلروفیل در پاسخ به محلول‌پاشی اسیدسیتریک و گلوتامین نسبت به شاهد افزایش نشان دادند در حالی که اسیدمالیک بر کلروفیل بی‌تاثیر بود. همچنین علاوه بر سایر رنگدانه‌ها میزان کاروتنوئید کل نیز در تیمار گلوتامین ۹ میلی‌مولار به طور معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت که به دلیل نقش محافظتی آن در برابر نور شدید و نیز سازگاری با شرایط کم نور دارای اهمیت می‌باشد.

#### نتیجه‌گیری کلی

محلول‌پاشی برگی گیاه دارویی شیرین بیان با اسیدآمینه گلوتامین و اسیدهای آلی، اسیدسیتریک و اسیدمالیک به مدت طولانی منجر به افزایش قابل توجه در شاخص‌های مهم رشد از جمله بیومس اندام هوایی و ریشه در مقایسه با پژوهشهای قبل گردید که در آنها این ترکیبات به مدتهای کمتر و دفعات محدود تری به کار رفته بودند. لذا به نظر میرسد تغییرات ایجاد شده در مسیرهای متابولیکی در گیاه با امتداد مصرف این ترکیبات عمق بیشتری یافته و به پاسخ‌های تشدید یافته منجر می‌گردد. با توجه به گزارشات موجود مبنی بر اثرات ضد تنشی این ترکیبات این احتمال نیز قابل طرح است که مصرف مداوم آنها توانسته باشد سازگاری گیاهان به عوامل نامساعد محیطی را بهبود بخشد.

#### منابع

۱- اخلاقی‌نیا، م. ۱۳۹۲. اثر محلول‌پاشی اسیدسیتریک و

تاثیر تیمارهای مختلف محلول‌پاشی بر رنگیزه‌های فتوسنتزی در شیرین بیان: قبلاً افزایش در میزان کلروفیل با محلول‌پاشی اسید مالیک گزارش شده است (دارنده و هادوی، ۲۰۱۲). نیکرو (۱۳۹۴) با

- induced growth of *Blastocladiella emersonii*. *Microbiology*, 46(3), pp.347-354.
- 11- Eidyen, B., Hadavi, E. and Moalemi, N. 2014. Pre-harvest foliar application of ironsulfate and citric acid combined with urea fertigation affects growth and vasselife of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) 'Por-Par'. *Hortic. Environ. Biotechnol.* 55, 9-13.
  - 12- El-Shabasi, M. S. S., Mohamed, S. M. A. and Mahfouz, S. A. 2005. Effect of foliar spray with amino acids on growth, yield and chemical composition of garlic plants. The 6th Arabian Conference for Horticulture, Ismailia, Egypt.
  - 13- Ghazijahani, N., Hadavi, E. and Jeong, B. R. 2014. Foliar sprays of citric acid and salicylic acid alter the pattern of root acquisition of some minerals in sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). *Frontiers in plant science*, 5, 573.
  - 14- Haj Seyed Hadi, M. R., Darzi, M. T., Riazi, G. and Ghandehari, Z., 2011. Effects of vermicompost and amino acids on the flower yield and essential oil production from *Matricaria chamomile*. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(23): 5611-5617.
  - 15- Hornok, L. 1992. *Cultivation and processing of medicinal plants*. John Wiley & Sons Ltd.
  - 16- Itabari, J. K., Gregory, P. J. and Jones, R. K. 1993. Effects of temperature, soil water status and depth plating on germination and emergence of maize (*Zea mays* L.) adapted to semi-arid eastern Kenya. *Experimental Agriculture*. 29: 351- 364.
  - 17- Jafari, N. and Hadavi, E. 2012a. Growth and Essential Oil Yield of Dill (*Anethum graveolens*) as Affected by Foliar Sprays of Citric Acid and Malic Acid. *Acta Horticulturae* 955: 287-290.
  - 18-
  - 19- Jaafari, N. and Hadavi, E. 2012b. Growth and essential oil yield of basil (*Ocimum basilicum* L.) as affected by foliar spray of citric acid and salicylic acid. *Z. Arznei Gewurzpfl* 17(2): 80-83.
  - 20- Karuppaiah, P., Manivonnar, K., Sriramacharakon, M. V. and Kuppusamy, G. 2000. Responses of cucumber to foliar application of nutrients on Lignite mine spoil. *Journal of the Indian Society of Soil Science*, 49(1): 150-153.
  - 21- Kelassen, P. 1993. Transition to transplants. *American Vegetable*. 41(4): 19-21.
- گلوتامین در افزایش کیفیت گل جعفری، پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه باغبانی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج.
- ۲- امیدبگی، ر. ۱۳۹۲، تولید و فرآوری گیاهان دارویی، جلد دوم، انتشارات به نشر. ۴۳۸ صفحه.
- ۳- پاکنهاد، ر. ۱۳۹۵، بررسی بستر کشت و اندازه سینی در تولید نشاء شیرین بیان (*Glycyrrhiza glabra*)، پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه باغبانی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج.
- ۴- دارنده، ن.، هادوی، ا.، شور م. و حکمتی، ج. ۱۳۸۹. اثر محلول پاشی اسیدهای آلی بر محتوی کلروفیل برگ و عمر پس از برداشت در گل سوسن رقم برونلو. پنجمین همایش ملی ایده های نو در کشاورزی. ۴ صفحه.
- ۵- رحیمی شکوه، ع.، مهرآفرین، ع. و نقدی بادی، ح. ۱۳۹۴. مطالعه واکنش های مورفومتری عروسک پشت پرده (*Physalis alkekeng*) به کاربرد ترکیبی محرک های زیستی، IBA و اسید سیتریک. اولین همایش علمی پژوهشی زیست شناسی و علوم باغبانی ایران. ۱۱ صفحه.  
[http://www.civilica.com/Paper-BPCONF01-BPCONF01\\_195.html](http://www.civilica.com/Paper-BPCONF01-BPCONF01_195.html)
- ۶- فهیمی، س. ۱۳۹۴. تاثیر محلول پاشی گلوتامین و اسیدسالیسیک و اسیدمالیک بر شاخص های رشد و کیفیت نشای اطلسی (*Petunia × hybrida*)، پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه باغبانی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج.
- ۷- نیکرو، س. ۱۳۹۴. تاثیر محلول پاشی گلوتامین و اسیدسیتریک بر شاخص های رشد و کیفیت نشای اطلسی (*Petunia × hybrida*). پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه باغبانی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج.
- 8- Al-Said, M. A., and Kamal, A. M. 2008. Effect of foliar spray with folic acid and some amino acids on flowering yield and quality of sweet pepper. *Journal of Agricultural Sciences Mansoura University*, 33(10): 7403-7412.
  - 9- Awad, E. M. and Shall, Z. S. 2007. Effect of glycine, lysine and nitrogen fertilizer rates on growth, yield and chemical composition of potato. *J Agric Sci Mansoura Univ*, 32(10), 8541-8551.
  - 10- Cantino, E. C. and Goldstein, A. 1967. Citrate-induced citrate production and light-

- Shoot Ratio of *Gazania rigens* L.): A Comparative Analysis by ANOVA and Structural Equations Modeling. *Advances in Agriculture*.
- 26- Thomas, J., Mandal, A. and Raj Kumar, R. 2009. Role of biologically active amino acid formulations on quality and crop productivity of tea (*Camellia* sp.). *Chordia A. Int. J. Agric. Res*; 4: 228 - 36.
- 27- Wagner-Júnior, A., Santos, C. E. M., Silva, J. O. C., Alexandre, R. S., Negreiros, J. R. S., Pimentel, L. D., Álvares, V. S. and Bruckner, C. H. 2006. Influence of soaking water pH and substrates in the seeds germination and initial development of the sweet passion fruit. *Curr. Agric. Sci. Technol.* 12(2):231-236.
- 22- Lichtenthaler, H. K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods in enzymology*, 148, 350-382.
- 23- Lima, C. S. L., Gonçalves, M. A., Tomaz, Z. F. P., Rufato, A. R. and Fachinello, J. C. 2010. Periods replanting and training systems of Cape-gooseberry. *Ciência Rural* 40(12):2472-2479.
- 24- Starck, Z. 2005. Growing assistant: Application of growth regulators and biostimulators in modern plant cultivation. *Rolnik Dzierawca*; 2: 74 - 6.
- 25- Talebi, M., Hadavi, E. and Jaafari, N. 2014. Foliar Sprays of Citric Acid and Malic Acid Modify Growth, Flowering, and Root to