



## Effect of different levels of IBA and cutting positions on the rooting of greenhouse rose cv. “Cherry Brandy” (*Rosa hybrida*) cuttings

Mohammad Reza Talebi<sup>1</sup>, Mansour Matloobi<sup>2\*</sup> , Sadolah Alizadeh<sup>2</sup>, Mina Amani<sup>3</sup>

1. Former MSc student, Department of Horticulture, University of Tabriz, Iran
2. Associate Professors, Department of Horticulture, University of Tabriz, Iran
3. PhD Student, Department of Horticulture, University of Tabriz, Iran

**Citation:** Talebi, M.R., Matloobi M., Alizadeh, S., & Amani, M. (2024) Effect of different levels of IBA and cutting positions on the rooting of greenhouse rose cv. “Cherry Brandy” (*Rosa hybrida*) cuttings. *Plant Productions*, 46(4), 599-610

### Abstract

#### Introduction

To evaluate the effect of different levels of IBA (0, 1000, 1500 and 2000 mg/L) and position of take cuttings (lower, middle and upper) on rooting of greenhouse rose cultivar cherry brandy. In general, the aim of the research is to determine the best level of IBA hormone for the rooting of greenhouse rose cuttings, the possible effect of the possible of the cutting on the rooting rate of the cuttings, to determine the most suitable level of the hormone and the location of the cutting to produce the desired aerial part of the resulting cutting, In addition, to evaluate the best level of the hormone determining the most suitable position for cutting is based on some physiological parameters such as the relative content of leaf water and the efficiency of maximum chlorophyll fluorescence.

#### Materials and Methods

To conduct the experiment, the mother plants were purchased from a commercial greenhouse in Bostan-Abad and transferred to the physiology laboratory. To conduct the experiment, rose cuttings with a length of 10 to 12 cm and a diameter of 2 to 3 mm were prepared, and after removing the lower leaves, at least two end leaves were left on the cutting. In this research, a factorial trial based on a randomized complete block design with three replications was used. The traits measured in this experiment were rooting percentage, root fresh weight, number of roots, root length, relative leaf water content and variable to maximum fluorescence ratio.

---

\* Corresponding Author: Mansour Matloobi

E-mail: matloobi@tabrizu.ac.ir



### Results and Discussion

The results of the average data comparison showed that the highest rooting percentage of cuttings and root fresh weight were seen in the treatment of 1500 mg/L of IBA and in the cuttings of the lower and upper parts, respectively. The lowest rooting percentage of cuttings and root fresh weight were also observed in the cuttings taken from the upper of the branch without hormone application. The cuttings taken from the lower part of the branches at a concentration of 1500 mg/L of IBA had the highest number of roots, which did not show a significant difference with the middle cuttings of the branch at a concentration of 1500 mg/L and lower cuttings at a concentration of 2000 mg/L. The cuttings in the middle part produced the lowest number of roots in the control treatment. The cuttings taken from the middle and upper of the branch had the longest and shortest root length, respectively. The cuttings taken from the lower part of the branch at a concentration of 1500 mg/L and the middle part at a concentration of 2000 mg/L of hormone had the highest and lowest relative content of leaf water, respectively. The maximum variable chlorophyll fluorescence was observed in the cuttings taken from the lower part of the branch and treated with 1500 mg/L of hormone. The terminal cuttings also had the lowest variable chlorophyll fluorescence to the maximum under the absence of hormone application.

### Conclusion

Finally, due to the fact that the concentration of 1500 mg/L and the lower cuttings had the highest percentage of rooting, root length, root fresh weight, relative leaf water content and maximum variable chlorophyll fluorescence. It should be the best type of cuttings and hormone concentration for the rooting of rose cuttings. At the highest concentration of indole butyric acid (2000 mg/L) in most cases, there was a significant difference in the rooting characteristics of rose cuttings compared to the concentration of 1500 mg/L.

**Keywords:** Bud growth, Bud position, Chlorophyll fluorescence, Hormone, Relative water content.

## اثر سطوح مختلف IBA و محل گرفتن قلمه بر ریشه‌زایی قلمه رز شاخه بریده رقم Cherry Brandy

محمد رضا طالبی<sup>۱</sup>، منصور مطلوبی<sup>۲\*</sup> , سعدالله علیزاده<sup>۳</sup>، مینا امانی<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، گروه باغبانی، دانشگاه تبریز، ایران

۲- دانشیار، گروه باغبانی، دانشگاه تبریز، ایران

۳- دانشجوی دکتری، گروه باغبانی، دانشگاه تبریز، ایران

### چکیده

این پژوهش به منظور بررسی اثر سطوح مختلف ایندول بوتیریک اسید (IBA) (Indole - 3 - butyric acid) (صفر، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر) و موقعیت قلمه‌گیری (تحتانی، میانی و بالایی)، بر ریشه‌زایی قلمه رز بریدنی رقم چری برندی (Cherry Brandy) در دانشگاه تبریز در سال ۹۵ انجام شد. برای انجام آزمایش، قلمه‌های برگ‌دار رز به طول حدود ۱۰ تا ۱۲ سانتی‌متر و به قطر حدود ۵ میلی‌متر تهیه گردیدند. پس از حذف برگ‌های پایینی، حداقل دو برگ انتهایی روی قلمه‌ها باقی گذاشته شد. این آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار (ده قلمه در هر تکرار) اجرا شد. صفات اندازه‌گیری شده در این آزمایش شامل درصد ریشه‌زایی، وزن تر ریشه، تعداد ریشه، طول ریشه، محتوای نسبی آب برگ و نسبت فلورسانس متغیر به حداکثر بودند. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین درصد ریشه‌زایی قلمه‌ها و وزن تر ریشه در تیمار ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر IBA و به ترتیب در قلمه‌های قسمت بالایی و پایینی و کمترین درصد ریشه‌زایی قلمه‌ها و وزن تر ریشه نیز در قلمه‌های گرفته شده از انتهای شاخه و بدون کاربرد تنظیم‌کننده رشد مشاهده گردید. قلمه‌های گرفته شده از قسمت تحتانی شاخه‌ها در غلظت ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر IBA بالاترین تعداد ریشه را داشتند ولی تفاوت معنی‌داری بین قلمه‌های بخش پایینی و بخش میانی از این لحاظ مشاهده نشد. همچنین مشخص شد تأثیر تنظیم‌کننده رشد در غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر در تعداد ریشه‌های تولیدی قلمه‌های گرفته شده از انتهای شاخه به اندازه تأثیر آن در غلظت ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بر قلمه‌های گرفته شده از بخش پایینی شاخه بود. قلمه‌های گرفته شده از قسمت تحتانی شاخه در غلظت ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر و قسمت میانی در غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر تنظیم‌کننده رشد به ترتیب بیشترین (۸۴ درصد) و کمترین محتوای نسبی آب برگ (۷۵/۹ درصد) را داشتند. بیشترین فلورسانس کلروفیل متغیر به حداکثر در قلمه‌های گرفته شده از قسمت تحتانی شاخه (۰/۸۲) و تیمار ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر IBA (۰/۸۴۳) مشاهده شد. در بالاترین غلظت IBA (۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر) در بیشتر موارد افزایش در خصوصیات ریشه‌زایی قلمه رز نسبت به غلظت ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده نشد؛ بنابراین، با توجه به این که غلظت ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر و قلمه‌های تحتانی بالاترین میزان درصد ریشه‌زایی، طول ریشه، وزن تر ریشه، محتوای نسبی آب برگ و فلورسانس کلروفیل متغیر به حداکثر را داشتند، به نظر می‌رسد بهترین نوع قلمه و غلظت تنظیم‌کننده رشد برای ریشه‌زایی قلمه رز باشد.

کلید واژه‌ها: رویش جوانه، فلورسانس کلروفیل، محتوای نسبی آب، موقعیت جوانه، هورمون

## مقدمه

گل رز یکی از محبوبترین و مهم‌ترین گل‌های بریدنی جهان است و در بسیاری از نقاط دنیا به صورت گسترده کشت می‌شود. در ازدیاد تجاری گل رز از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود. از جدیدترین و مرسوم‌ترین روش ازدیاد تجاری گل رز می‌توان به روش قلمه اشاره کرد (Harmon, 2022; Desta et al., 2022).

به‌طور کلی تکثیر گیاهان به دو روش جنسی و غیرجنسی انجام می‌شود. هر یک از این دو شیوه از مزایا و محدودیت‌های خاص خود برخوردار می‌باشند. به دلایل متعدد، بیشتر درختان و درختچه‌ها با روش‌های غیرجنسی همانند قلمه‌زدن، پیوند شاخه، پیوند جوانه، خوابانیدن و ریزازدیادی تقسیم می‌شوند (Hartmann et al., 2014). از میان این روش‌ها، تکثیر به وسیله قلمه یکی از آسان‌ترین شیوه‌ها بوده و دارای مزایای متعددی می‌باشد که از آن جمله می‌توان به حفظ خصوصیات ژنتیک گیاه، نیاز به تعداد کمتر پایه‌های مادری، ارزان، سریع و ساده بودن و عدم نیاز به تکنیک‌های ویژه و یا تجهیزات خاصی که برای پیوند یا ریزازدیادی لازم است، اشاره کرد (Hilo et al., 2017). به دلیل تفرق صفات گسترده ناشی از کاشت بذر، تکثیر آن به وسیله قلمه‌زدن (قلمه شاخه و قلمه برگ) و یا خوابانیدن شاخه‌ها در یک بستر کشت نفوذپذیر و مرطوب در فصل بهار انجام می‌شود؛ بنابراین به نظر می‌رسد که ریشه‌دهی در قلمه ساقه با تجمع اکسین در پایین آن در ارتباط باشد (Pires et al., 2021). اگرچه مشخص شده است که اکسین تنها یکی از عوامل محرک ریشه‌زایی است، زیرا در قلمه‌های سخت‌ریشه‌زا، کاربرد اکسین به‌تنهایی ریشه‌زایی را تسهیل نمی‌کند. افزون بر این، امروزه ترکیب‌های دیگری که ریشه‌زایی را تحریک می‌کنند یا از آن جلوگیری می‌کنند نیز شناسایی شده‌اند (Hartmann et al., 2014). ترکیبات اکسینی از مهم‌ترین تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی هستند که به‌طور

گسترده‌ای بر روی قلمه‌های ساقه جهت تسریع تشکیل ریشه‌های نابه‌جا، افزایش درصد ریشه‌زایی و افزایش تعداد ریشه‌های هر قلمه استفاده می‌شوند (Zhang et al., 2019). به‌طوری‌که برخی پایه‌هایی که مشکل ریشه‌زایی دارند و در شرایط بهینه نگهداری می‌شوند می‌توانند با کاربرد این ترکیبات ریشه تولید کنند. تعیین غلظت بهینه تنظیم‌کننده رشد اکسین، جهت ریشه‌زایی قلمه‌ها اهمیت خاصی دارد، زیرا در صورتی که مصرف تنظیم‌کننده رشد اکسین در هنگام ریشه‌زایی بیش از حد نیاز باشد. علاوه بر افزایش هزینه، سبب برهم زدن تعادل تنظیم‌کننده رشد در گیاه می‌شود. با توجه به اینکه ساقه جهت ریشه‌زایی به غلظت کم اکسین واکنش مثبت نشان می‌دهد (Rashoudi et al., 2014)؛ بدین منظور تنظیم‌کننده رشد IBA جهت ریشه‌زایی ساقه‌ها گزینه مناسبی می‌باشد. تنظیم‌کننده رشد IBA، نوعی اکسین مصنوعی است که در بین سایر اکسین‌ها به دلیل غیررسمی بودن در غلظت وسیع، مؤثرترین تنظیم‌کننده رشد بر ریشه‌زایی قلمه‌ها می‌باشد. IBA به دلیل اثر اکسینی ضعیفی که دارد توسط آنزیم ایندول استیک اسید اکسیداز (تخریب‌کننده اکسین) به کندی تجزیه شده و در اختیار قلمه جهت ریشه‌زایی قرار می‌گیرد (Davani et al., 2017).

محل ساقه‌ای که قلمه از آن گرفته می‌شود بر نحوه ریشه‌زایی اثرگذار است. به‌طور کلی شاخه‌های جانبی از شاخه‌های انتهایی و شاخه‌های در حال رشد رویشی از شاخه‌های گل‌دار، ریشه‌دهی بهتری دارند (Dejam and Daneshmandi, 2011). در رابطه با موقعیت قلمه و تأثیر آن بر ریشه‌زایی گزارش‌های متعددی در گونه‌های مختلف وجود دارد. معمولاً قلمه‌ها را بر اساس موقعیت به سه گروه قلمه‌های انتهایی، میانی و تحتانی تقسیم‌بندی می‌کنند. در برخی از گیاهان ریشه‌زایی بهتر قلمه‌های میانی و تحتانی و در پاره‌ای از گونه‌ها، ریشه‌زایی بهتر قلمه‌های انتهایی گزارش شده است (Cano et al., 2018). این پژوهش به منظور بررسی تعیین بهترین

سانتی متری حاوی پرلایت دانه متوسط ۵-۳ میلی متر به- عنوان محیط ریشه زایی استفاده شد. قبل از قرار دادن قلمه های تیمار شده در بستر ریشه زایی، آبیاری و مرطوب سازی کامل بستر انجام گرفت. آزمایش به مدت سه ماه ادامه یافت.

### صفات مورد اندازه گیری

#### تعداد و طول ریشه

در پایان آزمایش تعداد ریشه های تولیدی با دقت شمارش گردید و برای تعیین طول آن ها از خط کش استفاده شد: اندازه گیری از محل تولید ریشه تا نوک طویل ترین ریشه انجام گرفت.

#### درصد قلمه های ریشه دار شده

تعداد قلمه های ریشه دار شده (حداقل سه عدد ریشه به طول بیش از یک سانتی متر) در انتهای آزمایش شمارش و سپس به صورت درصد بیان شد.

**وزن تر ریشه:** وزن تر ریشه ها پس از جداسازی از قلمه ها توسط یک ترازوی دقیق اندازه گیری و ثبت گردید.

#### تعیین کلروفیل فلورسانس برگ

پارامترهای فلورسانس کلروفیل با استفاده از دستگاه کلروفیل فلورسانس متر (Hansatech, Handy Pea, UK) اندازه گیری شدند. برای اندازه گیری کلروفیل فلورسانس، برگ ها به مدت ۲۰ دقیقه در داخل گیره های مخصوص قرار داده شدند. پس از آن پالس نوری به- مدت یک ثانیه با شدت ۳۵۰۰ میکرومول بر مترمربع بر ثانیه توسط دستگاه اعمال شد. پارامترهای  $F_0$  که نشان- دهنده حداقل فلورسانس،  $F_m$  ماکزیمم فلورسانس و  $F_v/F_m$  به طور مستقیم از دستگاه قرائت گردیدند (Simkeshzadeh et al., 2011).

#### روش های آماری

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک- های کامل تصادفی اجرا شد. تجزیه های آماری داده ها مطابق با طرح آزمایشی مورد استفاده با استفاده از نرم- افزار آماری SAS 9.1 انجام گرفت و مقایسه میانگین

سطح تنظیم کننده رشد IBA و تعیین مناسب ترین موقعیت قلمه گیری بر ریشه زایی و کیفیت شاخه های تولیدی در رز بریدنی رقم چری برندی انجام شد.

### مواد و روش ها

این آزمایش در آزمایشگاه فیزیولوژی گروه باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز انجام گرفت. شاخه های رز رقم چری برندی از یک گلخانه تجاری در مرحله برداشت (زمان جدا شدن کاسبرگ غنچه گل) از محل انشعاب از شاخه مادری برداشت و سپس به آزمایشگاه منتقل شدند. طرح آزمایشی مورد استفاده در این آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار (هر تکرار متشکل از ده قلمه) بود که در آن تأثیر غلظت های متفاوت ایندول-۳- بوتریک IBA و موقعیت قلمه گیری شاخه (تحتانی، میانی و انتهایی) روی ریشه زایی قلمه ها مورد مطالعه قرار گرفت. سه غلظت ۱۰۰۰، ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ پی پی ام تنظیم کننده رشد IBA در این آزمایش مورد بررسی قرار گرفت.

زمان تهیه قلمه ها اواخر تابستان و هر قلمه به طول ده تا دوازده سانتی متر و با حداقل یک برگ انتهایی بود. به منظور تأمین حرارت مورد نیاز برای ریشه زایی قلمه ها، در قسمت زیرین بستر فضایی برای تعبیه کابل های حرارتی در نظر گرفته شد. برای ثابت نگه داشتن دمای بستر در طول آزمایش از یک ترموستات استفاده گردید. برای حفظ و نگهداری رطوبت در فضای اطراف قلمه ها از پوشش پلی اتیلنی استفاده گردید. این پوشش روی اسکلت فلزی کشیده شد. رطوبت محیطی در زیر پوشش به صورت دستی و در محدوده  $85 \pm 10\%$  حفظ شد. به خاطر برگ دار بودن قلمه ها و جهت افزایش تولید مواد فتوسنتزی، سه عدد لامپ فلورسنت آفتابی و سه عدد لامپ فلورسنت مهتابی ۳۰ وات در فاصله ۵۰ سانتی متری کف بسترها نصب گردید بطوریکه نوری با شدت ۹۰ میکرومول بر مترمربع بر ثانیه (معادل ۶۵۰۰ لوکس) در سطح قلمه ها ایجاد شد. از لیوان های پلاستیکی ۵×۸

زایی در بخش‌های تحتانی ساقه همراه با سطوح نسبتاً کم مواد جلوگیری کننده از ریشه‌زایی در آن‌ها باشد (Daskalakis *et al.*, 2018). همچنین مشخص شده است که تعداد آغازگرهای ریشه از قبل تشکیل شده در ساقه‌های چوبی برخی گونه‌ها از قسمت تحتانی ساقه رو به سمت بالا به طرف بخش انتهایی کاهش می‌یابد؛ بنابراین ظرفیت ریشه‌زایی بخش‌های تحتانی چنین شاخساره‌هایی به‌طور قابل ملاحظه‌ای بیشتر از بخش‌های انتهایی خواهد بود. از همین رو، قلمه‌های انتهایی اغلب به‌صورت قلمه‌های چوب نرم و یا چوب نیمه‌سخت که از جوانه‌های انتهایی، برگ‌های جوان و مواد تسریع کننده ریشه‌زایی نیز برخوردار هستند، تهیه می‌شوند (Solis *et al.*, 2017). در قلمه‌های مورد بررسی با افزایش غلظت تنظیم کننده رشد تا سطح ۱۵۰۰ میلی-گرم در لیتر درصد ریشه‌زایی افزایش یافت، هرچند در بالاترین غلظت ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر نسبت به غلظت ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر در بیشتر موارد افزایش در خصوصیات ریشه‌زایی معنی دار بود. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که استفاده از هر سه غلظت IBA به‌طور کاملاً مشخصی سبب افزایش درصد ریشه‌زایی در مقایسه با تیمار شاهد شدند. همسو با نتایج پژوهش ما، پژوهشگران زیادی افزایش درصد ریشه‌زایی در قلمه‌های ساقه گیاهان مختلف مانند شیشه‌شور (*Callistemon viminalis*)، نوئل آبی (*Picea pungens*) و کاملیا (*Camellia japonica*) با کاربرد IBA در غلظت‌های مختلف گزارش کرده‌اند (Babaei *et al.*, 2015; Babaie *et al.*, 2014).

داده‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد صورت پذیرفت. رسم نمودارها با نرم افزار Excel انجام شد.

## نتایج و بحث

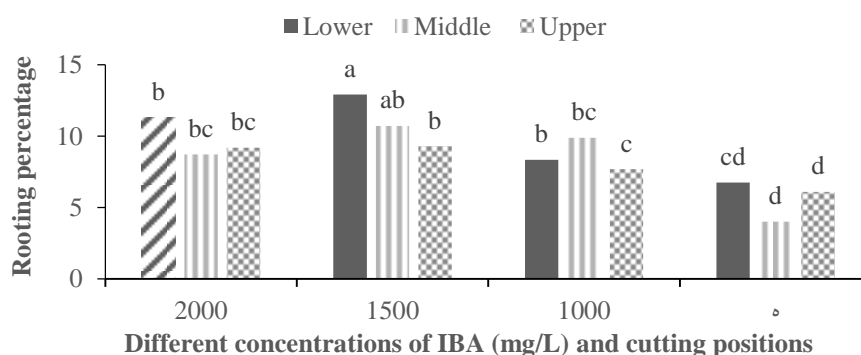
### درصد ریشه‌زایی

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات غلظت-های مختلف تنظیم کننده رشد، موقعیت گرفتن قلمه و اثر متقابل غلظت تنظیم کننده رشد در موقعیت گرفتن قلمه بر درصد ریشه‌زایی قلمه‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی دار است (جدول ۱). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که کاربرد تنظیم کننده رشد IBA نسبت به تیمار شاهد باعث افزایش درصد ریشه‌زایی قلمه‌ها شده است. درصد ریشه‌زایی در تمامی غلظت‌های تنظیم کننده رشد در قلمه‌های گرفته شده از قسمت تحتانی شاخه نسبت به قلمه‌های میانی و انتهایی بیشتر بود. بیشترین درصد ریشه‌زایی قلمه‌ها در تیمار ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر IBA و قلمه‌های گرفته شده از قسمت تحتانی شاخه به‌دست آمد. کمترین درصد ریشه‌زایی قلمه‌ها نیز در قلمه‌های گرفته شده از انتهای شاخه و بدون تیمار تنظیم کننده رشد مشاهده گردید (شکل ۱). نتایج مطالعه Borzue *et al.* (2019) با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد. نتایج این محققین نشان داد که قلمه‌های تحتانی بیشترین (۶۷/۷۸ درصد) و قلمه‌های انتهایی کمترین (۴۵/۹۳ درصد) درصد ریشه‌زایی را نشان دادند. در تحقیق حاضر بیشترین درصد ریشه‌زایی از قلمه‌های تحتانی که قطر بیشتری داشتند، حاصل شد. پس از قلمه‌های تحتانی، قلمه‌های میانی بیشترین میزان ریشه‌زایی را به خود اختصاص دادند؛ بنابراین به‌نظر می‌رسد توانایی بالاتر ریشه‌زایی در قلمه‌های تحتانی به دلیل تجمع بیشتر مواد غذایی ذخیره‌ای به‌صورت میزان کل قندها و یا به‌دلیل تجمع اکسین طبیعی یا دیگر عوامل تسریع کننده ریشه-

**Table 1. Analysis of variance of the effects of IBA hormone concentration and cutting location on some rooting and physiological traits of rose cuttings**

Source of variation	DF	Mean Square					F <sub>v</sub> /F <sub>m</sub>
		Rooting percentage	Root fresh weight	Number of roots	Root length	Relative water content	
Block	2	1.305 <sup>ns</sup>	0.0001 <sup>ns</sup>	0.218 <sup>ns</sup>	0.001 <sup>ns</sup>	1.189 <sup>ns</sup>	<0.001 <sup>ns</sup>
IBA	3	0.396 <sup>**</sup>	0.01 <sup>**</sup>	0.939 <sup>ns</sup>	0.433 <sup>*</sup>	0.005 <sup>ns</sup>	0.001 <sup>**</sup>
Cutting position	2	9.723 <sup>**</sup>	0.011 <sup>**</sup>	5.317 <sup>**</sup>	0.532 <sup>*</sup>	13.966 <sup>*</sup>	0.001 <sup>**</sup>
IBA × Cutting position	6	1.416 <sup>**</sup>	0.01 <sup>**</sup>	2.603 <sup>**</sup>	0.163 <sup>ns</sup>	4.519 <sup>*</sup>	0.0001 <sup>ns</sup>
Error	22	0.341	0.0001	1.298	0.11	1.699	0.0001
CV %	-	10.43	12.68	12.28	10.3	4.17	2.24

<sup>ns</sup>, <sup>\*\*</sup> and <sup>\*</sup>: non-significant, significant at  $p \leq 0.01$  and  $p \leq 0.05$ , respectively



**Figure 1. The effect of different concentrations of IBA and cutting positions on the rooting percentage**

The index above each column indicates the standard error.

غلظت ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر کمترین وزن تر ریشه از قلمه‌های حاصل از موقعیت میانی بوته‌ها به دست آمد (شکل ۲). نتایج مطالعه نشان داد که قلمه‌های تحتانی بیشترین و قلمه‌های میانی کمترین وزن ریشه را تولید نمودند که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد. همچنین نتایج مطالعه Borzuee *et al.* (2019) این محققین نشان داد که قلمه انتهایی بدون کاربرد تنظیم کننده رشد کمترین وزن ریشه را داشت که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد. عقیده بر این هست که علاوه بر اکسین، عوامل دیگری نیز در ریشه‌زایی قلمه‌ها نقش دارند. همزمان با تحریک ریشه‌زایی توسط اکسین، انتقال کربوهیدرات‌ها از برگ به سوی ریشه، به ریشه‌زایی کمک شایانی می‌کند و همین امر درصد ماده خشک ریشه‌ها را افزایش می‌دهد. به‌طور کلی قندها، ترکیب‌های حاوی نیتروژن، ترکیب‌های فنلی و سایر

## وزن تر ریشه

مطابق جدول تجزیه واریانس اثرات غلظت‌های مختلف تنظیم کننده رشد، محل گرفتن قلمه و اثرات متقابل غلظت تنظیم کننده رشد در موقعیت گرفتن قلمه روی وزن تر ریشه در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۱). بیشترین وزن تر ریشه در تمامی غلظت‌های تنظیم کننده رشد از قلمه‌های گرفته شده از قسمت تحتانی دیده شد. بین غلظت‌های مختلف تنظیم کننده رشد نیز قلمه‌های حاصل از تیمار ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر IBA نسبت به سایر غلظت‌ها وزن ریشه بیشتری داشت. با وجود این، وزن تر ریشه قلمه‌های حاصل از موقعیت انتهایی در غلظت‌های مختلف تنظیم کننده رشد از نظر آماری مشابه بودند. کمترین وزن تر ریشه در غلظت صفر، ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر از قلمه‌های گرفته شده از انتهای شاخه به دست آمد، ولی در

مورد استفاده در این آزمایش قلمه‌های حاصل از موقعیت میانی کمترین تعداد ریشه را داشتند، ولی در غلظت‌های ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر از تنظیم کننده رشد کمترین تعداد ریشه از قلمه‌های بخش انتهایی به دست آمد (شکل ۳). نتایج مطالعه (Borzuee et al., 2019) نشان داد که قلمه‌های تحتانی بیشترین تعداد ریشه را داشت که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت داشت. در مطالعه آن‌ها در ارتباط با غلظت تنظیم کننده رشد بر تعداد ریشه‌ها نتایج نشان داد که بیشترین میزان این صفت از تیمار ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر و کمترین آن از غلظت ۴۰۰۰ میلی گرم در لیتر به دست آمد.

### طول ریشه

بیشترین طول ریشه در قلمه‌های گرفته شده از قسمت میانی شاخه به دست آمد که اختلاف معنی داری با قلمه‌های گرفته شده از قسمت تحتانی شاخه نداشت (شکل ۴). بین غلظت‌های مختلف تنظیم کننده رشد نیز بیشترین طول ریشه از تیمار ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر به دست آمد. تیمار شاهد کمترین طول ریشه را به خود اختصاص داد، هر چند که اختلاف معنی داری را با غلظت ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر IBA نشان نداد (شکل ۵). غلظت‌های بالا در اکسین‌ها به دلیل ایجاد گیاه‌سوزی و اثرات نامناسب آن بر فرایند ریشه‌زایی سبب کاهش درصد ریشه‌زایی و طول ریشه می‌شود. ممکن است که غلظت بالای IBA، سبب به هم زدن تعادل تنظیم کننده رشد در قلمه‌ها شود و اثر منفی بر ریشه‌زایی داشته باشد (Rahimi et al., 2019).

کوفکتورها در ریشه‌زایی قلمه‌ها مؤثر هستند؛ بنابراین به نظر می‌رسد در این آزمایش وزن ریشه‌ها در اثر مصرف غلظت بالای IBA و تحریک انتقال مواد به ریشه‌ها انجام شده باشد. البته کاربرد اکسین‌های مصنوعی با غلظت زیاد روی قلمه‌های ساقه می‌تواند از نمو جوانه‌ها و حتی نمو شاخساره جلوگیری کند (Borzuee et al., 2019) همسو با این نتایج، Babaei et al. (2015) گزارش کرده‌اند که در فیکوس بنجامین غلظت ۶۰۰۰ میلی گرم در لیتر IBA در مقایسه با غلظت ۴۰۰۰ میلی گرم در لیتر آن سبب کاهش وزن ریشه شد و دلیل آن را بازدارندگی اکسین در غلظت‌های بالاتر ذکر کرده‌اند. گزارش شده است که تنظیم کننده‌های رشد ریشه‌زایی دارای منحنی غلظت پاسخ زنگوله‌ای هستند و در غلظت‌های بالاتر از مقدار بهینه، به صورت یک ماده بازدارنده عمل می‌کنند. همسو با نتایج ما در پژوهش دیگری غلظت کمتر IBA برای ریشه‌زایی قلمه‌های سخت ریشه‌زای زیتون نسبت به غلظت بالاتر آن ترجیح داده شد، زیرا در غلظت‌های بالاتر درصد ریشه‌زایی، درصد قلمه‌های رشد کرده، تعداد و طول ریشه کمتری به ازای هر قلمه به دست آمده است و این پژوهشگران این اثرات نامناسب را به سمیت آن در این غلظت نسبت داده‌اند (Attarzadeh et al., 2016).

### تعداد ریشه

قلمه‌های گرفته شده از قسمت تحتانی شاخه‌ها در غلظت ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر IBA، بالاترین تعداد ریشه را تولید کرد. در مقابل، کمترین تعداد ریشه در قلمه‌های میانی تیمار شاهد مشاهده شد. در کمترین و بیشترین غلظت‌های

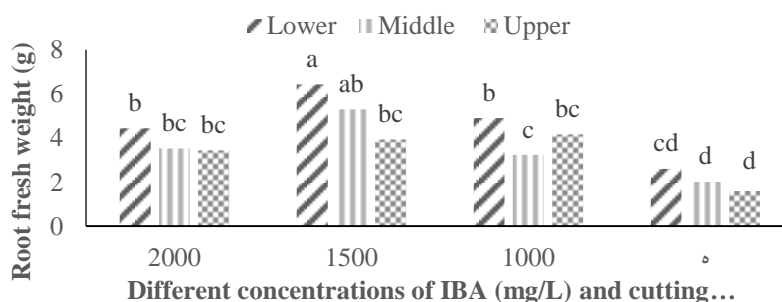
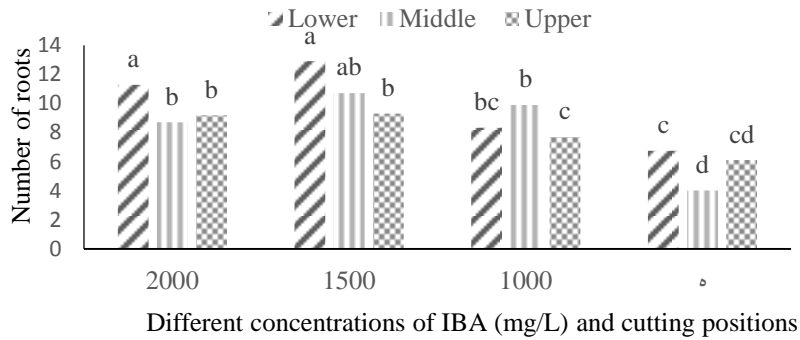


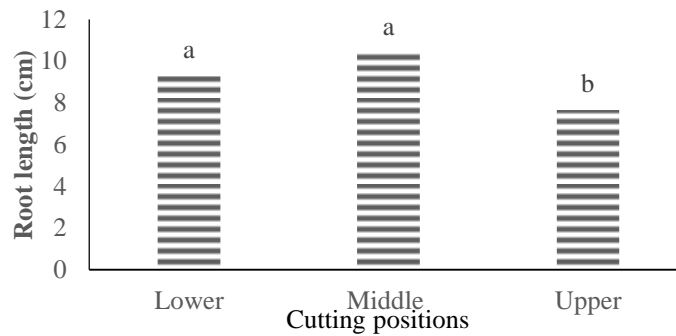
Figure 2. Effects of different concentrations of IBA and cutting positions on root fresh weight

The index above each column indicates the standard error.

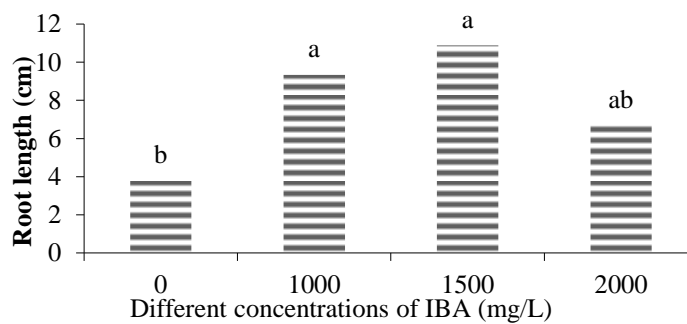




**Figure 3. The effect of different concentrations of IBA and cutting positions on the root number**  
The index above each column indicates the standard error.



**Figure 4. The effect of cutting positions on the root length**  
The index above each column indicates the standard error.



**Figure 5. The effect of different concentrations of IBA hormone on the root length**  
The index above each column indicates the standard error.

تعداد ریشه در سطح احتمال پنج درصد معنی دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین داده‌ها مشخص کرد که قلمه‌های گرفته شده از قسمت تحتانی شاخه در غلظت ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر تنظیم کننده رشد IBA بیشترین

### محتوای نسبی آب برگ

جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات غلظت تنظیم کننده رشد، موقعیت گرفتن قلمه و اثرات متقابل غلظت تنظیم کننده رشد در موقعیت قلمه‌گیری بر

بالا میزان  $Fv/Fm$  بالاتر و در برگ‌های پیر و با کلروفیل کم میزان  $Fv/Fm$  کمتر است. با توجه به اینکه غلظت ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر و قلمه‌های تحتانی بالاترین میزان درصد ریشه‌زایی، طول ریشه، وزن تر ریشه، محتوای نسبی آب برگ و فلورسانس کلروفیل متغیر به حداکثر را داشتند، به نظر می‌رسد بهترین نوع قلمه و غلظت تنظیم‌کننده رشد برای ریشه‌زایی قلمه رز باشد (شکل ۸). در غلظت‌هایی که تنظیم‌کننده رشد IBA باعث بهبود آغازنده‌های ریشه و افزایش ریشه شده، جذب آب بهبود یافته و از طرفی با افزایش تبخیر و تعرق کارکردهای فیزیولوژیکی گیاه بهبود یافته است. در نتیجه با افزایش فتوسنتز و بهبود عملکرد کوانتومی فتوسنتز همراه می‌باشد. میزان  $Fv/Fm$  در قلمه‌های گرفته شده از قسمت‌های تحتانی شاخه و غلظت ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر بالاتر است. درحقیقت می‌توان گفت عملکرد فتوشیمیایی کوانتوم در حد بالایی بوده و گیاه حداکثر نور را جذب و صرف واکنش‌های شیمیایی نوری کرده است. در نتیجه بالا بودن میزان  $Fv/Fm$  در اثر کم بودن میزان  $F0$  می‌باشد، اما در غلظت‌هایی که تنظیم‌کننده رشد ریشه‌زایی زیادی ایجاد نکرده و در قلمه‌هایی که ریشه‌زایی کمتر بوده میزان  $Fv/Fm$  کاهش یافته است (Safari Motlagh et al., 2019).

محتوای نسبی آب برگ را به خود اختصاص داد. کمترین محتوای نسبی آب برگ نیز در غلظت ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر تنظیم‌کننده رشد و قلمه‌های میانی شاخه مشاهده شد (شکل ۶). می‌توان گفت اکسین با تأثیر بر جذب مقدار آب در گیاه سبب افزایش مقدار محتوای نسبی آب برگ می‌شود. محتوای نسبی آب برگ شاخص مناسبی برای بیان وضعیت آب در گیاهان بوده و وضعیت فراگیری از تعادل بین میزان عرضه آب نسبی برگ و میزان تعرق را نشان می‌دهد. چنانچه محتوای نسبی آب برگ بالا باشد، گیاه تورم سلولی خود را حفظ کرده و رشد آن تداوم می‌یابد (Sarami et al., 2017).

### فلورسانس کلروفیل متغیر به حداکثر

بیشترین فلورسانس کلروفیل متغیر به حداکثر در قلمه‌های گرفته شده از قسمت تحتانی شاخه مشاهده شد. کمترین فلورسانس کلروفیل متغیر به حداکثر از قلمه‌های انتهایی شاخه به دست آمد (شکل ۷). بیشترین فلورسانس کلروفیل متغیر به حداکثر در تیمار ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر به دست آمد. قلمه‌هایی که تیمار تنظیم‌کننده رشد در آن‌ها استفاده نشده بود کمترین فلورسانس کلروفیل متغیر به حداکثر را داشت. علت کاهش نسبت  $Fv/Fm$  افزایش در مقدار  $F0$  در اثر تنش و آسیب به دستگاه فتوسنتزی می‌باشد. کاهش یا وجود مقدار کم کلروفیل میزان  $F0$  را افزایش می‌دهد، زیرا جذب مجدد نور توسط کلروفیل‌های باقی مانده کم می‌شود. به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که در برگ‌های سالم و با کلروفیل

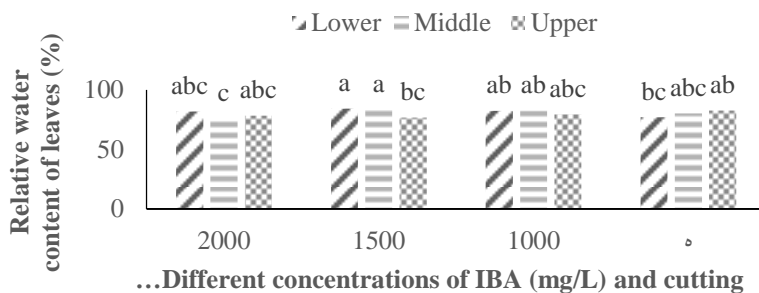
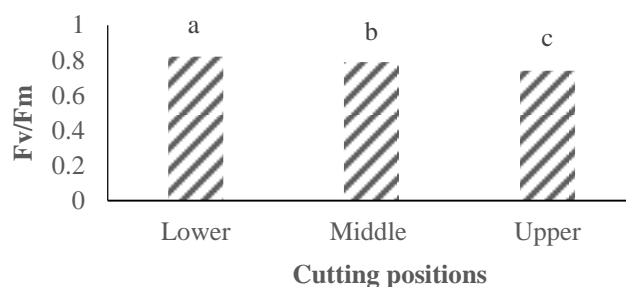
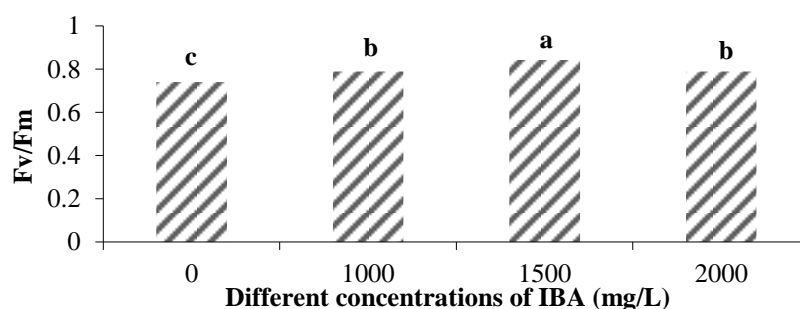


Figure 6. The effect of different concentrations of IBA and cutting positions on the RWC  
The index above each column indicates the standard error.



**Figure 7. The effect of the Cutting positions on the fluorescence of variable chlorophyll to the maximum**

The index above each column indicates the standard error.



**Figure 8. The effect of different concentrations of IBA hormone on the maximum chlorophyll fluorescence**

The index above each column indicates the standard error.

عنوان موثرترین روش تکثیر قلمه ایی ارقام رز گلخانه ایی در تولید تجاری مورد توجه قرار داد.

### سپاس گذاری

از دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز به خاطر همکاری های صمیمانه شان تشکر و قدردانی می شود.

### نتیجه گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که بالاترین میزان درصد ریشه زایی، طول ریشه، وزن تر ریشه، محتوای نسبی آب برگ و فلورسانس کلروفیل متغیر به حداکثر مربوط به تیمار غلظت ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر و قلمه های تحتانی بود. در نهایت می توان غلظت ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر تنظیم کننده رشد IBA و تهیه قلمه از بخش تحتانی شاخه مادری را به-

### Reference

- Attarzadeh, M., Aboutalebi, A. & Attarzadeh, M. (2016). Effect of different hormonal treatments and rooting-cofactors on rooting of olive cultivars (Fishomi and Shiraz). *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture*, 25, 49-57. [In Persian]
- Babaei, H., Zarei, H. & Hemmati, K. (2015). The effect of different concentrations of IBA, type of plant rootstock and timing of cuttings on propagation of *Ficus benjamina* cv. *Variegata* by cutting-graft. *Journal of Crop Production and Processing*, 5, 253-261. [In Persian] <http://dorl.net/dor/20.1001.1.22518517.1394.5.17.20.3>
- Babaie, H., Zarei, H., Nikde, K. & Firoozjai, M.N. (2014). Different concentrations of IBA and time of taking cutting on growth and survival of *Ficus binnendijkii* cuttings. *Notulae Scientia Biologicae*, 6, 163-166. [In Persian] <https://doi.org/10.1590/s1678-3921.pab2020.v55.01656>
- Borzuee, M., Dejam, M. & Zahedi, M. (2019). Effects of cutting time, cutting position and auxin application on rooting of stem cuttings of lemon verbena (*Lippia citriodora* (Palau) Kunth). *Iranian Journal of Medicinal and*

- Aromatic Plants Research*, 35(1), 145-157. [In Persian] <https://doi.org/10.22092/ijmapr.2019.122480.2353>
- Cano, A., Sánchez-García, A.B., Albacete, A., González-Bayón, R., Justamante, M.S., Ibáñez, S., Acosta, M. & Pérez-Pérez, J.M. (2018). Enhanced conjugation of auxin by GH3 enzymes leads to poor adventitious rooting: progress and questions. *Journal of Applied Botany*, 71(3-4), 71-79. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00566>
- Daskalakis, I., Biniari, K., Bouza, D. & Stavrakaki, M. (2018). The effect that indolebutyric acid (IBA) and position of cane segment have on the rooting of cuttings from grapevine rootstocks and from Cabernet franc (*Vitis vinifera* L.) under conditions of a hydroponic culture system. *Scientia Horticulturae*, 227, 79-84. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.09.024>
- Davani, D., Nabipour, M. & Roshanfekr Dezfouli, H. (2017). Effects of Different Concentrations of Cytokinin and Auxin Hormones on Yield and Yield Components of Grain Maize (*Zea mays* L.) in Salinity Conditions. *Plant Productions*, 40(1), 69-80. [In Persian] <https://doi.org/10.22055/ppd.2016.12433>
- Dejam, M. & Daneshmandi, S. (2011). Investigation the effects of indole butyric acid and cutting position on rooting of bougainvillea stem cuttings. 7<sup>th</sup> Iranian Horticultural Science Congress, Isfahan, Iran, 5-8 September. [In Persian]
- Desta, B., Tena, N. & Amare, G. (2022). Response of Rose (*Rosa hybrid* L.) plant to temperature. *Asian Journal of Plant and Soil Sciences*, 7, 93-101.
- Harmon, D. (2022). Tissue culture, transformation and cytogenetics of Rose (*Rosa hybrida*). M.Sc. thesis. North Carolina State University. USA. 82p.
- Hartmann, H.T., Kester, D.E., Davies, F.T. & Geneve, R.L. (2014). Hartmann and Kester's Plant Propagation: Principles and Practices. Prentice-Hall Inc, 922p.
- Hilo, A., Shahinnia, F., Druege, U., Franken, P., Melzer, M., Rutten, T., von Wirén, N. & Hajirezaei, M.R., (2017). A specific role of iron in promoting meristematic cell division during adventitious root formation. *Journal of Experimental Botany*, 68(15), 4233-4247. <https://doi.org/10.1093/jxb/erx248>
- Pires, A.C.C.S., Junior, A.S. & Dias, L.L.C. (2021). Adventitious rooting induction of mulberry (*Morus* sp.) cuttings by sound frequencies and spermidine at different times. *Scientific Electronic Archives*, 14(2), 30-34. <https://doi.org/10.36560/14220211287>
- Rahimi, E. (2019). Rooting and shoot growth of soft-wood cutting of rubber fig (*Ficus elastica* Roxb. ex Hornem) in response to indole butyric acid and paclobutrazol. *Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology)*, 31(4), 972-982. [In Persian] <https://dorl.net/dor/20.1001.1.23832592.1397.31.4.18.0>
- Rashoudi, Z., Abotalebi, A. & Chehrazai, M. (2014). Effect of cutting size and IBA concentrations on rooting of hard wood cuttings in *Bougainvillea spectabilis* Willd. *Plant Productions*, 37(3), 93-103. [In Persian]
- Safari Motlagh, M.R., Haviani, B., & Mousavi Mohammadi, S.A. (2019). Simultaneous effects of different levels of indole butyric acid and inoculation with growth promoting bacteria on some growth and biochemical traits of olive (*Olea europaea* L.) Scion. *Journal of Plant Environmental Physiology*, 14(55), 13-25. [In Persian] <https://dorl.net/dor/20.1001.1.76712423.1398.14.55.2.4>
- Sarami, R., Omid, H. & Bostani A.A. (2017). The Effect of Auxin and Cytokinin on Some Morpho-Physiological and Germination Characteristics of Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) Seeds. *Iranian Journal of Seed Research*, 3(2), 57-70. [In Persian] <http://dorl.net/dor/20.1001.1.23831251.1395.3.2.9.0>
- Simkeshzadeh, N., Mobli, M., Etemadi, N. & Baninasab, B. (2011). assessment of the frost resistance in some olive cultivars using visual injuries and chlorophyll fluorescence. *Journal of Horticultural Science*, 24(2), 163-169. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.20084730.1389.24.2.9.4>
- Solis, R., Pezo, M., Diaz, G., Arévalo, L. & Cachique, D. (2017). Vegetative propagation of *Plukenetia polyadenia* by cuttings: effects of leaf area and indole-3-butyric acid concentration. *Brazilian Journal of Biology*, 77(3), 580-584. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.20415>
- Zhang, Y., Xiao, Z., Zhan, C., Liu, M., Xia, W. & Wang, N. (2019). Comprehensive analysis of dynamic gene expression and investigation of the roles of hydrogen peroxide during adventitious rooting in poplar. *BMC Plant Biology*. London, 19(10), 99-110.