



Rooting Comparison of Different Tamarix Ecotypes Native to Ardabil Province Under Various Hormonal Treatments

Younes Pourbeyrami Hir¹, Vajihe Abbasi Ghadi²

1. Corresponding Author, Department of Horticultural Science, Faculty of Agricultural Science and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili., Ardabil, Iran. E-mail: younes_ph62@uma.ac.ir

2. Department of Horticultural Science, Faculty of Agricultural Science and Natural Resources, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran. E-mail: vajihe.abbasi@gmail.com

Article Info	ABSTRACT
<p>Article type: Research Article</p> <p>Article history: Received: 13 April 2022 Received in revised form: 25 August 2022 Accepted: 9 September 2022 Published online: 22 June 2023</p> <p>Keywords: <i>Cuttings,</i> <i>Dry landscape,</i> <i>Native,</i> <i>Rooting,</i> <i>Saltcedar.</i></p>	<p>Environmental stresses could cause changing in plants growth and development. Drought stress is one of the most common stresses that threaten a large part of the world's lands. Tamarix is a native plant to Iran which could tolerate different environmental stresses. This plant is very suitable for use in the landscape. This study was performed as a factorial experiment in a completely randomized design to investigate the effects of ecotype and hormone type on the rooting of tamarix cuttings native to Ardabil province, with 10 replications. In this research, the measured traits included branch number, branch length, primary root number, primary root length, longest root length, plant height, rooting percentage, branch fresh weight, branch dry weight, and root fresh and dry weight. The results of the analysis of variance showed that ecotype significantly ($P \leq 0.01$) affected all measured indices except root dry weight and branch fresh weight. The results of the also revealed that the interaction effects of ecotype and hormone on rooting percentage, branch number and plant height were significant at the 1% probability level. Means comparison showed that the highest and lowest rooting percentage were obtained from ecotypes 6 and 7, respectively. Although, the Indole Botyric Acid hormone affected all measured indices better than the Indole Acetic Acid, there were no significant differences between them. In general, this study showed that, in most investigated traits, ecotypes 4, 5 and 6 were the strongest ecotypes, which could be introduced as the most successful ecotypes for future adaptation studies.</p>

Cite this article: Pourbeyrami hir, Y., & Abbasi Ghadi, V. (2023). Rooting Comparison of Different Tamarix Ecotypes Native to Ardabil Province Under Various Hormonal Treatments. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 54 (2), 285-299. DOI: <http://doi.org/10.22059/IJHS.2022.336277.1998>



© The Author(s).

DOI: <http://doi.org/10.22059/IJHS.2022.336277.1998>

Publisher: University of Tehran Press.

Extended Abstract

Introduction

Biotic and abiotic stresses could cause changing in plants growth and development. Drought stress is one of the most common stresses that threaten a large part of the world's lands. The genus Tamarix (tamarisk, salt cedar, taray) is composed of about 50–60 species of flowering plants in the family Tamaricaceae, native to drier areas. Tamarix is very beautiful tree in flowering time and extremely drought tolerate, and can survive in most sever conditions such as high heat, cold, salt, heavy metals and flood. This plant has a very wide root system and could be useful in soil stablization in deserts. Nowadays, with the water crisis occurring in most parts of the word, cultivation of drought-tolerant plants such as Tamarix plants could be a suitable substitute for plants with high water demand, in the urban landscapes situated in arid and semi-arid regions.

Materials and methods

This study was performed as a factorial experiment in a completely randomized design to investigate the effects of ecotype and hormone type on the rooting of tamarix cuttings, with 10 replications. Treatments were ecotype (9 ecotype native to Ardabil province) and different concentrations (0, 1000, 2000 and 4000 mg L⁻¹) of Indole Acetic Acid (IAA) and Indole Botric Acid (IBA). After three months, the rooted cuttings were examined and the necessary data were recorded. The measured traits included branch number, branch length, primary root number, primary root length, longest root length, plant height, rooting percentage, branch fresh weight, branch dry weight, and root fresh and dry weight. Data were analyzed using SAS; the means comparison was performed by Duncan's test; and graphs were drawn in Excel.

Results and Discussion

The results of the analysis of variance showed that the type of ecotype significantly ($P \leq 0.01$) affected all measured indices except root dry weight and branch fresh weight. The results of the variance also revealed that the interaction effects of ecotype and hormone on rooting percentage, branch numbers and plant height were significant at the 1% probability level. Means comparison showed that the highest and lowest rooting percentages were obtained from ecotypes 6 and 7, respectively. The highest and lowest numbers of roots were 11.69 and 2.79. The longest shoot with an amount of 115.65 obtained from ecotype 4 while the shortest shoot with an amount of 48.70 mm belonged to ecotype 8. Moreover, the results of the experiment showed that the IBA hormone affected all measured indices better than the IAA, although there were no significant differences between them.

Conclusion

Native species naturally grow in some specific habitats and are economically more important than non-native plants. They can also tolerate different biotic and abiotic stresses. In general, this study showed that, in most investigated traits, ecotypes 4, 5 and 6 were the strongest ecotypes, which could be introduced as the most successful ecotypes for use in landscape and further adaptation studies.



مقایسه ریشه‌زایی اکوتیپ‌های مختلف گیاه گز بومی استان اردبیل تحت تیمارهای مختلف هورمونی

یونس پوربیرامی هیر^۱ | وجیهه عباسی قادی^۲

۱. نویسنده مسئول، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. رایانامه: younes_ph62@uma.ac.ir
۲. گروه علوم گیاهان باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. رایانامه: vajihe.abbasi@gmail.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله:	تنش‌های محیطی سبب ایجاد تغییراتی در رشد و نمو گیاهان می‌شود و تنش خشکی متداول‌ترین تنش است که بخش زیادی از اراضی جهان را تهدید می‌کند. گز یکی از گیاهان بومی ایران بوده که تنش‌های محیطی مختلفی را تحمل می‌کند و گزینه مناسبی برای استفاده در منظر است. این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی به صورت فاکتوریل برای بررسی تأثیر اکوتیپ و نوع هورمون بر ریشه‌زایی قلمه‌خشی گیاه گز بومی استان اردبیل با ده تکرار انجام شد. شاخص‌های اندازه‌گیری شده در این پژوهش شامل: تعداد شاخه، میانگین طول شاخه، تعداد ریشه اولیه، میانگین طول ریشه اولیه، بلندترین طول ریشه اولیه، ارتفاع بوته، درصد ریشه‌دهی، وزن تر شاخه، وزن خشک شاخه، وزن تر ریشه و وزن خشک ریشه بود. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اکوتیپ به طور معنی‌داری (سطح احتمال یک درصد) تمام شاخص‌های رویشی بجز وزن خشک ریشه و وزن تر شاخه را تحت تأثیر قرار داد. نتایج همچنین نشان داد که اثر متقابل هورمون در اکوتیپ نیز برای درصد ریشه‌زایی، تعداد شاخه و ارتفاع گیاه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین و کمترین درصد ریشه‌زایی به ترتیب از اکوتیپ ۶ و اکوتیپ ۷ بدست آمد. هورمون ایندول بوتریک اسید همه شاخص‌های مورد بررسی را بهتر از هورمون ایندول استیک اسید تحت تأثیر قرار داد. به طور کلی، بررسی‌ها نشان داد که اکوتیپ‌های ۴، ۵ و ۶ در مورد بیشتر صفات بررسی شده قوی‌ترین و اکوتیپ ۸ ضعیف‌ترین بود که می‌توانند به عنوان موفق‌ترین اکوتیپ‌ها برای انجام مطالعات سازگاری در فضای سبز بررسی شوند.
مقاله پژوهشی	
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۱/۲۴	
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۶/۰۳	
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۱۸	
تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۴/۰۱	
کلیدواژه‌ها:	
بومی، ریشه‌زایی، سدر نمکی، قلمه، منظر خشک.	

استناد: پوربیرامی هیر، یونس؛ و عباسی قادی، وجیهه (۱۴۰۲). مقایسه ریشه‌زایی اکوتیپ‌های مختلف گیاه گز بومی استان اردبیل تحت تیمارهای مختلف هورمونی. نشریه علوم باغبانی ایران، ۵۴ (۲)، ۲۸۵-۲۹۹. DOI: <http://doi.org/10.22059/IJHS.2022.336277.1998>



© نویسندگان.

DOI: <http://doi.org/10.22059/IJHS.2022.336277.1998>

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

مقدمه

با توجه به سطح و حجم وسیع آب‌ها و خاک‌های شور در ایران، و رها و بی‌استفاده بودن اغلب این آب‌ها و خاک‌ها، ایجاد فضای سبز پایدار و جنگل‌کاری‌ها با گونه‌های مقاوم و شور پسند می‌تواند علاوه بر مزایای بی‌شمار پوشش گیاهی در اراضی بیابانی، نقش بسزایی نیز در استفاده بهینه از اراضی داشته باشد. علاوه بر آن به ایجاد اشتغال و جلوگیری از مهاجرت روستائیان هم کمک می‌کند. گز (*Tamarix spp.*)، گیاهی کم‌توقع است که حتی در شرایط نامتعارف آب‌و‌خاک به حیات و رشد خود ادامه می‌دهند (Riahi, 2008). خصوصیات رویشی گونه‌های گیاهی به‌شدت به شرایط محیطی رویشگاه وابسته است، گیاه گز نیز از این قاعده مستثنی نیست. اغلب گونه‌های گز در شرایط نامطلوب خاک رشد می‌کنند. گونه‌های گز، قادرند از منابع موجود، علی‌رغم محدود بودن آن‌ها در محیط به‌ویژه آب، به نحو مؤثری استفاده نموده و رشد کنند. این گیاهان با سیستم ریشه‌ای ویژه‌ای که دارند، قادرند رطوبت موجود در خاک را جذب نمایند. گونه‌های گز از یک طرف در انواع خاک‌ها با محدودیت‌هایی از قبیل شور و قلیایی بودن، پائین بودن ظرفیت نگهداری آب، نامناسب بودن بافت، فرسایش‌پذیری قابل کشت است و از طرف دیگر، شرایط سخت آب و هوایی و اقلیمی مناطق خشک و نیمه‌خشک، مانند گرما، سرما، نوسانات درجه حرارت، بالا بودن شدت تبخیر، وزش بادهای گرم و بادهای با برودت زیاد و کمبود رطوبت را به‌خوبی تحمل کرده و ثبات و سازگاری مطلوبی را از خود نشان می‌دهند. بسیاری از گونه‌های گز نمک دوست بوده و می‌توانند نمک مازاد را از طریق غدد ترشح نمک دفع نمایند. غدد نمکی نقش مهمی در تنظیم تعادل آهن، حفظ فشار اسمزی و بهبود پایداری در مقابل نمک‌های موجود در خاک ایفا می‌کند (Matinkhah, & Kaveh Sedehi, 2017). گونه‌های مختلف گز، یا سدر نمکی در دنیا بومی مدیترانه، اروپای غربی، آفریقا، آسیای مرکزی و شمال شرقی چین و هند هستند. این جنس شامل درختچه یا درختان کوچک ساکن در مناطق خشک، نیمه‌خشک و ساحلی است (Smith et al., 1998). علاوه بر این، کاشت گز می‌تواند محتوای نمک خاک را کاهش دهد و همگن شدن خاک شور را تسهیل کند (Mirshakari, 2016; Wang et al., 2017). گز در ایران دارای بیش از ۳۶ گونه است. از آنجاکه مهم‌ترین عوامل استقرار جنس *Tamarix* در زیستگاه‌های جدید رشد گیاه در خاک‌های قلیایی و شور (تا ۱۵۰۰ ppm)، توانایی بالا در تحمل دیگر تنش‌های محیطی از جمله گرما، سرما، خشکی، فلزات سنگین، سیل، آتش‌سوزی و غلظت بالای مواد غیرمحلول در خاک است به همین دلیل جنس گز برای اولین بار در آمریکا از نیمه دوم دهه سال ۱۸۰۰ میلادی به‌عنوان گیاه زینتی و مقاوم در برابر باد و نیز به‌منظور تثبیت خاک کاشته شد. این جنس به دلیل داشتن سیستم ریشه‌ای گسترده از نمونه‌های مفید در تثبیت خاک در مناطق بیابانی و تپه‌های ماسه‌ای بوده و برای تولید حرارت نیز از آن استفاده می‌شود (Halverson et al., 2003; Winkel & Brotherson, 1986).

پیشینه پژوهش

در طبیعت، پایه‌های این گیاه با تولید و پراکنش بذر گسترش می‌یابند ولی تکثیر رویشی آن با قلمه است. این گیاه معمولاً دارای ریشه‌های قوی و انشعابات فراوان است، به‌طوری که طول بعضی از ریشه‌های فرعی عریان در تپه‌های ماسه‌ای به ۲۰ متر هم می‌رسد، این گیاهان درختان و درختچه‌های سریع‌الرشدی هستند که در طیف وسیعی از اراضی بیابانی می‌توان آنها را به صورت نوار بادشکن یا جنگل مصنوعی کشت کرد (Mozafarian, 2010). ریشه‌زایی یک مرحله بحرانی برای موفقیت در ازدیاد توسط قلمه‌زنی است. یکی از روش‌های دستیابی به تکثیر رویشی سریع‌تر پایه‌های گیاهان در عین حفظ خواص ژنتیکی، استفاده از هورمون به‌عنوان تنظیم‌کننده رشد گیاهی برای تکثیر رویشی قلمه‌ها است (Sadeghzadeh Hallaj et al., 2015). ریشه‌زایی بسیاری از گیاهان را می‌توان با تنظیم‌کننده‌های رشد زیاد کرد. این مواد ریشه‌زایی را سرعت می‌بخشند، درصد قلمه‌های ریشه‌دار شده را زیاد می‌کند، تعداد و کیفیت ریشه را در هر قلمه بالا می‌برند و سرانجام ریشه دهی را یکنواخت

1Halophytes

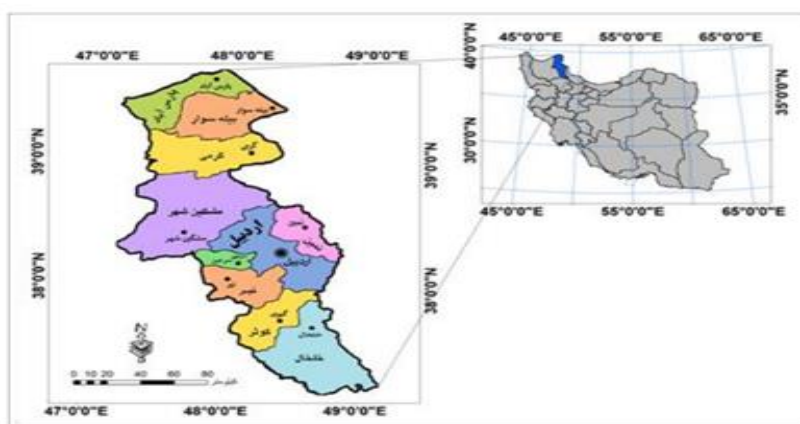
2Tamarisk, Saltcedar

می‌سازند. یکی از اصلی‌ترین هورمون‌ها در تولید ریشه در گیاهان هورمون اکسین است، این هورمون محرک ایجاد ریشه در قلمه‌ها نیز می‌باشد. اکسین عمدتاً در برگ‌های جوان سنتز می‌شود و برای هماهنگی رشد و تسهیل پاسخ به تغییرات محیطی به‌طور فعال به سایر بافت‌ها منتقل می‌شود. مهم‌ترین مواد ترکیبی ریشه‌زا ایندول بوتیریک اسید (IBA) و ایندول استیک اسید^۲ (IAA) می‌باشد. IBA اثر اکسینی ضعیفی داشته و توسط آنزیم‌های تجزیه‌کننده به کندی تجزیه می‌شود و به همین دلیل تأثیر مثبت زیادی در ریشه‌زایی دارد. جهت بررسی تأثیر هورمون ریشه‌زایی در پژوهشی تحت عنوان تأثیر طول قلمه و هورمون IBA بر تکثیر رویشی گونه بومی گز خزری، پژوهشگران غلظت ۳۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر را مناسب‌ترین غلظت در میان دیگر تیمارها دانستند (Ghavampour et al., 2018). همچنین در پژوهشی که با هدف مطالعه تأثیر رقم، هورمون اکسین و محیط کشت بدون خاک روی ریشه‌زایی قلمه‌های ساقه گل رز هیبرید انجام شد، نتایج نشان داد که اثر رقم، هورمون، محیط کشت و اثرات متقابل بین آنها در تعداد ریشه، طول ریشه و ارتفاع شاخساره در سطح یک درصد معنی‌دار و صفت طول ریشه در اثر رقم در سطح پنج درصد معنی‌دار گردید (Gholami Arjanki et al., 2012). همچنین در پژوهشی که تأثیر نوع قلمه و نوع تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی بر ریشه‌زایی قلمه‌های سرخدار بررسی شد، نتایج نشان داد بیشترین درصد زنده‌مانی قلمه‌ها در غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر IBA بدست آمد (Razavi et al., 2018). از آنجا که تابحال مطالعه جامعی جهت تکثیر اکوتیپ‌های مختلف گیاه گز در استان اردبیل انجام نشده‌است و به ارزش بالای این گونه مقاوم بومی در ایجاد فضای سبز اراضی کم آب و شور و سرعت بخشیدن به تکثیر این گیاه جهت تولید پایه‌های با کیفیت مشابه والد مادری، توجهی نشده‌است؛ مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر نوع اکوتیپ و نوع هورمون بر شاخص‌های رویشی و فیزیولوژیکی گیاه گز انجام شد.

روش‌شناسی پژوهش

منطقه مورد مطالعه

استان اردبیل در شمال غربی فلات ایران با وسعت ۱۷۹۵۳ کیلومتر مربع قرار دارد و یک درصد مساحت کل کشور را تشکیل می‌دهد. این استان در شرق فلات آذربایجان واقع شده است که حدود ۷۵ درصد آن دارای بافت کوهستانی با اختلاف ارتفاع زیاد بوده و بقیه را مناطق هموار و پست تشکیل داده است. استان اردبیل در مختصات عرض جغرافیایی ۴۸ درجه و ۴ دقیقه و ۵۲ ثانیه و طول جغرافیایی ۳۸ درجه و ۲۶ دقیقه و ۵۷ ثانیه واقع شده است. میانگین ارتفاع آن بیش از ۱۴۰۰ متر از سطح دریاست. پست‌ترین نقطه داخلی با ارتفاع ۱۰۰ متر در شهر پارس‌آباد و بیه سوار و بلندترین قله آن سبلان با ارتفاع ۴۸۱۱ متر است. این استان در موقعیتی است که شرایط طبیعی و منطقه‌ای آن از نظر پستی و بلندی، زمین‌شناختی، اقلیم و موقعیت مکانی شرایط ویژه‌ای دارد (Pourkarimi et al., 2020).



1 Indole-3-Butyric Acid

2 Indole-3-Acetic Acid

شکل ۱. نقشه استان اردبیل و محل‌های جمع‌آوری نمونه‌های گز (Pourkarimi et al., 2020)

نمونه برداری و تیمارهای آزمایش

به منظور انجام این تحقیق ابتدا قلمه‌های ساقه از اکوتیپ‌های مختلف گیاه گز بومی استان اردبیل از رویشگاه‌های طبیعی گیاه در شهرستان‌های پارس‌آباد، بیله‌سوار، گرمی، نیر، مشکین شهر و اردبیل جمع‌آوری شد و سپس به گلخانه گروه علوم باغبانی دانشگاه محقق اردبیلی انتقال پیدا کرد. به منظور تعیین شوری و اندازه‌گیری شاخص‌های EC و pH خاک، نمونه‌برداری از عمق ۵۰-۰ سانتی‌متری خاک مناطق جمع‌آوری انجام شد و به آزمایشگاه خاکشناسی دانشگاه محقق اردبیلی منتقل گردید.

جدول ۱. مشخصات محل برداشت نمونه گیاه گز

شماره اکوتیپ	محل جمع‌آوری نمونه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا
اکوتیپ ۱	پارس‌آباد (خروجی اصلاندوز)	۳۹/۱۵۳۱	۴۷/۳۱۵۵	۲۶۰
اکوتیپ ۲	سه راه بیله سوار-مرز	۳۹/۰۱۹۲۷	۴۸/۰۱۲۰	۱۵۴
اکوتیپ ۳	خروجی گرمی	۳۹/۰۴۴۴۰	۴۷/۰۵۹۴	۷۰۸
اکوتیپ ۴	روستای محمد کندی گرمی	۴۸/۳۷۲۴	۴۸/۰۶۰۹	۱۴۲۱
اکوتیپ ۵	گرمی، سه راهی قاسم کندی	۳۸/۰۵۷۴۱	۴۷/۰۵۳۵	۱۰۹۸
اکوتیپ ۶	پارس‌آباد نزدیک آقامحمد بیگلو	۳۹/۳۶۴۱	۴۷/۵۴۲۰	۶۵
اکوتیپ ۷	اردبیل	۳۸/۰۴۴۰	۴۸/۰۲۰۰	۱۴۴۷
اکوتیپ ۸	اردبیل (جاده کورائیم)	۳۸/۰۸۴۷	۴۸/۲۰۵۲	۱۳۷۸
اکوتیپ ۹	جاده پارس‌آباد (خروجی تونل پارس‌آباد-مشکین شهر)	۳۹/۱۵۳۱	۴۷/۳۱۵۵	۲۶۰

در این پژوهش تأثیر محل برداشت نمونه (نوع اکوتیپ) و دو نوع هورمون ریشه‌زایی، ایندول استیک اسید و ایندول بوتریک اسید (به غلظت یکسان ۲۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر)، بر ریشه‌زایی قلمه خشبی گیاه گز در بستر مخصوص ریشه‌زایی (پیت-پرلایت) تحت شرایط گلخانه و در ۱۰ تکرار موردبررسی قرار گرفت. این پژوهش بصورت آزمایش فاکتوریل در قالب یک طرح کاملاً تصادفی انجام شد. همچنین شرایط مختلف رشد گیاه در محل اصلی از قبیل نوع خاک، طول و عرض جغرافیایی، ارتفاع منطقه رشد گیاه، میزان بارندگی منطقه، حداقل و حداکثر دمای منطقه، میزان شوری خاک و ویژگی‌های ظاهری گیاه در محل رویش طبیعی نیز موردبررسی قرار گرفت. برای انجام این آزمایش ابتدا یک پیش‌آزمون انجام شد که در آن غلظت‌های مختلفی از هر دو هورمون ایندول استیک اسید و ایندول بوتریک اسید (۰، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۴۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) تهیه شد و تعدادی از قلمه‌ها از هر دو اکوتیپ با استفاده از این غلظت‌ها جهت ریشه‌زایی ارزیابی شدند. با توجه به نتایج پیش‌آزمون غلظت ۲۰۰۰ پی پی ام هر دو هورمون، مناسب‌ترین غلظت تشخیص داده شد، لذا از این غلظت به عنوان غلظت بهینه برای ریشه‌زایی قلمه‌های گیاه گز استفاده شد. در تیمار شاهد (غلظت صفر هورمون) قلمه‌ها در داخل آب مقطر قرار گرفتند. جهت آماده‌سازی بستر کشت؛ پیت و پرلایت به نسبت حجمی ۸:۲ مخلوط شد؛ سپس گلدان‌های مستطیل شکل از مخلوط پیت و پرلایت تا ارتفاع ۳۵ سانتی‌متر پر شد و آبیاری و فشرده‌سازی اولیه قبل از کشت قلمه‌ها انجام گردید.

جهت تهیه قلمه، از شاخه‌های سال جاری که به‌طور کامل خشبی بودند در آذرماه سال ۱۳۹۸ نمونه‌برداری شد. پس از انتقال به گلخانه قلمه‌های هر اکوتیپ به طول ۲۰ سانتی‌متر و قطر ۱/۵ سانتی‌متر برش داده شدند. به علت شرایط آب‌وهوایی سالانه، همه اکوتیپ‌های برداشت‌شده دارای برگ و سبز بودند؛ لذا در هر قلمه دو الی چهار انشعاب بالایی ساقه نگه‌داشته شدند. شایان‌ذکر است که جوانه‌های خفته موجود بر روی قلمه‌ها متورم، سالم و عاری از بیماری بودند. پس از آماده‌سازی قلمه‌ها، بستر کشت و هورمون‌ها، قلمه‌ها برای هر تیمار در ده تکرار کشت شدند. پس از استقرار قلمه‌ها در بستر کشت، به‌منظور حفظ رطوبت قلمه‌ها به خاطر وجود برگ در آن‌ها، یک‌لایه پلاستیک شفاف بر روی گلدان‌ها کشیده شد. آبیاری و هوادهی

قلمه‌ها دو بار در هر هفته انجام شد. حدود سه ماه پس از زمان قلمه‌گیری، داده‌برداری از گیاهان انجام شد. به عبارت دیگر، زمانی که جوانه‌های متورم شکوفا شدند، جوانه‌ها در گیاه گز شامل جوانه‌های ساده (جوانه برگ) و مرکب (جوانه برگ و گل) است، در این مرحله ارزیابی و اندازه‌گیری صفات موردنظر انجام شد. متغیرهایی که در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفتند عبارتند از: تعداد شاخه، طول شاخه، تعداد ریشه، طول ریشه، ارتفاع بوته از محل طوقه، وزن تر و خشک اندام هوایی، وزن تر و خشک ریشه، درصد ریشه‌زایی و درصد زنده‌مانی. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه 9.1 و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون دانکن انجام شد.

یافته‌های پژوهش

نتایج ارزیابی بستر خاک اطراف ریشه اکوتیپ‌های مختلف گیاه گز در جدول ۲. نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که میانگین شاخص pH در اغلب نقاط جمع‌آوری اکوتیپ‌های بومی گز استان اردبیل، حالت خنثی دارد و تنها در منطقه خروجی شهر گرمی خاک کمی حالت اسیدی (۶/۷۲) دارد. میزان شوری خاک در محدوده وسیعی از ۰/۷۷۵ دسی‌زیمنس بر مترمربع تا ۸/۸۶ دسی‌زیمنس بر مترمربع متغیر بوده است، در نتیجه می‌توان چنین استنباط کرد که گیاه گز در محدوده وسیعی از شوری خاک قادر به ادامه حیات است و به لحاظ شوری خاک، گیاهی مقاوم به شمار می‌آید.

جدول ۲. نتایج ارزیابی بستر خاک اطراف ریشه اکوتیپ‌های مختلف گیاه گز

شماره اکوتیپ	محل جمع‌آوری نمونه	pH	EC (dS.m-2)
اکوتیپ ۱	پارس آباد (خروجی اصلاندوز)	۷/۳۸	۸/۸۶
اکوتیپ ۲	سه راه بیله سوار-مرز	۷/۶۳	۳/۵۶
اکوتیپ ۳	خروجی گرمی	۶/۷۲	۳/۰۱
اکوتیپ ۴	روستای محمد کندی گرمی	۷/۴۷	۱/۳۰۳
اکوتیپ ۵	گرمی، سه راهی قاسم کندی	۷/۶۷	۲/۸۴
اکوتیپ ۶	پارس آباد نزدیک آقامحمد بیگلو	۷/۳۵	۱/۵۴
اکوتیپ ۷	اردبیل	۷/۷۴	۰/۷۷۵
اکوتیپ ۸	اردبیل (جاده کورائیم)	۷/۸۲	۱/۵۵۶
اکوتیپ ۹	جاده پارس آباد (خروجی تونل پارس آباد-مشکین شهر)	۷/۵۴	۲/۴۵

نتایج حاصل از تجزیه واریانس تأثیر نوع اکوتیپ بر ویژگی‌های رویشی و فیزیولوژیکی در گیاه گز نشان داد که تنها نوع اکوتیپ تأثیر معنی‌دار بر صفات اندازه‌گیری شده داشت و نوع هورمون هیچ اثر معنی‌داری بر شاخص‌های اندازه‌گیری شده نداشت. نوع اکوتیپ بر تعداد شاخه، میانگین طول شاخه، تعداد ریشه اولیه، میانگین طول ریشه اولیه، بلندترین طول ریشه اولیه، ارتفاع بوته، درصد ریشه‌دهی، وزن خشک شاخه و وزن تر ریشه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، ولی بر وزن تر شاخه و وزن خشک ریشه معنی‌دار نبود. در مورد اثر متقابل نوع اکوتیپ × نوع هورمون فقط شاخص تعداد شاخه، ارتفاع بوته و درصد ریشه‌دهی اثر معنی‌داری را نشان دادند. همچنین تجزیه واریانس جداگانه اثر متقابل نوع اکوتیپ × نوع هورمون نشان داد که تعداد شاخه، ارتفاع گیاه و درصد ریشه‌دهی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند.

جدول ۳. تجزیه واریانس اثر نوع اکوتیپ و هورمون بر ویژگی‌های رویشی و فیزیولوژیایی در گیاه گز

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات									
		تعداد شاخه	طول شاخه	تعداد ریشه اولیه	طول ریشه اولیه	بلندترین طول ریشه	ارتفاع گیاه	درصد ریشه دهی	وزن تر شاخه	وزن تر خشک شاخه	وزن تر ریشه خشک
اکوتیپ	۸	۱۸/۶۹**	۳۲/۹۱**	۵/۸۲**	۲۱/۲۷**	۳۲/۱۹**	۴۳/۱۳**	۳۳/۱۰**	۰/۵۶ ^{ns}	۰/۷۹**	۰/۳۴**
هورمون	۱	۱/۶۲ ^{ns}	۷/۶۲ ^{ns}	-/۱۷ ^{ns}	۲۱/۰۳ ^{ns}	۲۲/۲۷ ^{ns}	۳/۳۳ ^{ns}	۰/۲۵ ^{ns}	۰/۴۷ ^{ns}	۰/۱۷ ^{ns}	۰/۰۵ ^{ns}
× اکوتیپ هورمون	۸	۶/۵۸**	۱۲/۴۳ ^{ns}	۱/۰۶ ^{ns}	۲/۴۹ ^{ns}	۵/۱۳ ^{ns}	۱۹/۷۲**	۱۰/۸۰**	۰/۱۹ ^{ns}	۰/۰۸ ^{ns}	۰/۰۴ ^{ns}
خطا	-	۱/۷	۱۲/۲	۰/۷۳	۵/۷	۹/۶	۶/۸	۱/۲۸	۰/۹۱	۰/۳۵	۰/۱۷
ضریب تغییرات (درصد)	-	۲۵/۳	۳۷/۵	۲۹/۳	۳۸/۲	۴۱	۲۸/۶	۱۵/۰۸	۷۳/۹	۶۸/۸	۵۰/۹

***، ** و ns: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و فاقد اختلاف معنی‌دار. (منبع: یافته‌های تحقیق)

اثر اکوتیپ بر صفات مورد مطالعه

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر نوع اکوتیپ بر شاخص طول شاخه نشان داد که بیشترین میزان طول شاخه در اکوتیپ‌های چهار، پنج و شش ایجاد شد. اکوتیپ چهارم با طول ۱۱۵/۶۴ میلی‌متر بیشترین مقدار را در بین نه اکوتیپ به خود اختصاص داد و پس از آن اکوتیپ شش، با میانگین طول شاخه ۱۱۵/۳۲ میلی‌متر در مرتبه دوم قرار گرفت. مقایسه میانگین اثر نوع اکوتیپ بر شاخص تعداد اولین ریشه‌ها نشان داد که اکوتیپ ۶ با میانگین تعداد اولین ریشه ۱۱/۶۹ عدد بیشترین تعداد ریشه‌ها را تولید کرد اگرچه، با اکوتیپ‌های ۲ با ۹/۱۹۰ عدد و اکوتیپ ۴ با ۸/۱۱ عدد ریشه تفاوت معنادار نشان نداد. از طرف دیگر، اکوتیپ ۷ با میانگین ۲/۷۹ عدد ریشه ضعیف‌ترین اکوتیپ بوده است. شاخص طول ریشه اولیه نیز تحت تأثیر اکوتیپ قرار گرفت، نتایج نشان داد اکوتیپ ۶ بیشترین میانگین طول ریشه (۵۷/۸۹ میلی‌متر) را دارا است. پس از آن اکوتیپ‌های چهار، پنج و نه قرار می‌گیرند که با یکدیگر و اکوتیپ ۶ تفاوت معنادار ندارند. کمترین میانگین در طول ریشه اولیه نیز مربوط به اکوتیپ هشتم (۱۸/۸۳ میلی‌متر) و اکوتیپ اول (۱۸/۳۳ میلی‌متر) می‌باشد (جدول ۲).

نتایج مقایسه میانگین‌ها برتری سه اکوتیپ ششم، چهارم و پنجم را در برخی از شاخص‌های رویشی مانند: میانگین طول شاخه، طول ریشه اولیه، بلندترین طول ریشه اولیه و ارتفاع بوته، نسبت به سایر اکوتیپ‌ها آشکار ساخت. در این میان اکوتیپ هشتم ضعیف‌ترین شاخص‌ها را نشان داد. شایان‌ذکر است که اکوتیپ نهم تنها در شاخص ارتفاع بوته میانگین بیشتری را نسبت به سایر اکوتیپ‌ها داشته است.

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر دو نوع اکسین متفاوت (IBA, IAA) بر ویژگی‌های ریشه‌زایی قلمه‌های گیاه گز

نوع هورمون	تعداد شاخه (عدد)	طول شاخه (عدد)	تعداد ریشه اولیه (عدد)	طول ریشه اولیه (میلی‌متر)	بلندترین طول ریشه (میلی-متر)	ارتفاع گیاه (میلی-متر)	درصد ریشه دهی (درصد)	وزن تر شاخه (گرم)	وزن تر ریشه خشک (گرم)	وزن تر خشک ریشه (گرم)
IBA	۱۱/۰۲a	۸۱/۷۴	۶/۰۲ a	۳۸/۰۵ a	۵۵/۵۴ a	۷۷/۰۲	۴۹/۶۶ a	۰/۸۱ a	۰/۲۲ a	۰/۱۲ a
IAA	۹/۶۵ a	۷۳/۶۳	۵/۶۹ a	۲۹/۲۰ a	۴۴/۴۴ a	۷۱/۷۸	۴۸/۴۹ a	۰/۶۲ a	۰/۱۶ a	۰/۰۸ a

در هر ستون میانگین‌هایی با حروف مشترک، تفاوت معنی‌داری ندارند. (منبع: یافته‌های تحقیق)

در مورد شاخص‌های تعداد ریشه اولیه و تعداد شاخه، همچنان برتری سه اکوتیپ ششم، چهارم و پنجم نشان داده شد. اما درصد ریشه دهی که عبارت است از تعداد قلمه ریشه‌دار با سرشاخه سالم به کل تعداد قلمه‌های کشت شده از هر اکوتیپ، در اکوتیپ دوم با ۸۳/۳۸ درصد، بالاترین میزان و پس از آن اکوتیپ نهم با ۷۱/۴۶ درصد در رتبه دوم موفق‌ترین تعداد ریشه‌زایی از ده عدد قلمه از هر اکوتیپ را به خود اختصاص دادند. ضعیف‌ترین اکوتیپ در ریشه‌زایی اکوتیپ هفتم با ۲۱ درصد ریشه‌زایی بوده است.

جدول ۵. مقایسه میانگین اثر نوع اکوتیپ بر ویژگی‌های ریشه‌زایی قلمه‌های گیاه گز

نوع اکوتیپ	تعداد شاخه (عدد)	طول شاخه (عدد)	تعداد ریشه اولیه (عدد)	طول ریشه اولیه (میلی‌متر)	بلندترین طول ریشه (میلی‌متر)	ارتفاع گیاه (میلی‌متر)	درصد ریشه دهی (درصد)	وزن تر شاخه (گرم)	وزن تر ریشه خشک (گرم)	وزن تر خشک ریشه (گرم)
اکوتیپ ۱	۴/۵۹۸d	۷۳/۳۸abc	۶/۶۶۴bc	۱۸/۲۳۱d	۳۱/۵۹۵cd	۵۴/۵۳cd	۴۶/۳۲d	۰/۵۷۵a	۰/۰۴b	۰/۰۴b
اکوتیپ ۲	۱۱/۱۸۸bc	۷۴/۰۸abc	۹/۱۹۰ab	۲۵/۶۴۶ cd	۴۳/۱۲۵bcd	۶۹/۵۸bcd	۸۳/۳۸۶a	۰/۰۳۸۲a	۰/۰۳۸b	۰/۰۴b
اکوتیپ ۳	۵/۲۵۷d	۵۱/۶۸c	۴/۰۴۸bcd	۳۲/۴۵۱bcd	۴۱/۱۹۰bcd	۵۷/۲۹ cd	۳۲/۳۶۵e	۰/۷۰۴a	۰/۱۷۳b	۰/۰۱۸ab
اکوتیپ ۴	۱۷/۵۹۱ab	۱۱۵/۶۵a	۸/۱۱۶ab	۵۰/۰۸ab	۷۷/۰۷۰ab	۸۴/۶۶abc	۵۹/۰۲۸bc	۱/۰۰۴a	۰/۲۲ab	۰/۰۳۱ab
اکوتیپ ۵	۱۲/۰۰۵bc	۱۰۳/۱۱ab	۶/۱۴۰bcd	۴۳/۵۷۷abc	۶۵/۱۴۱abc	۹۵/۷۹ab	۵۲/۰۵۷cd	۰/۷۳۷a	۰/۱۵۱b	۰/۰۲۲ab
اکوتیپ ۶	۲۳/۹۵۷a	۱۱۵/۳۳a	۱۱/۶۹۲a	۵۷/۸۹۹a	۸۹/۰۸ a	۱۱۲/۲۸a	۵۹/۲۰۹bc	۱/۱۶۷a	۰/۲۷۱b	۰/۰۴۷a
اکوتیپ ۷	۳/۰۵۳d	۶۱/۳۳bc	۲/۷۹-e	۳۰/۸۰۱bcd	۳۹/۹۱۷bcd	۴۱/۵۳d	۲۱/۶۲۶f	۱/۱۵۷a	۰/۹۳۸a	۰/۰۱۴ab
اکوتیپ ۸	۶/۹۰۲cd	۴۸/۷۰c	۳/۵۲۱de	۱۸/۸۳۰d	۲۸/۴۹۴d	۵۱/۱۸d	۳۲/۷۸۰e	۰/۲۹۹a	۰/۰۵۲b	۰/۰۱۵ab
اکوتیپ ۹	۱۷/۷۴۰ab	۷۱/۹۱abc	۳/۵۰۰de	۳۴/۴۴۹abcd	۴۸/۲۱۹bcd	۱۲۴/۱۸a	۷۱/۴۶۶ab	۰/۷۱۴a	۰/۱۸۷b	۰/۰۱۳ab

در هر ستون میانگین‌هایی با حداقل یک حرف مشترک، تفاوت معنی‌داری ندارند. (منبع: یافته‌های تحقیق)

بحث

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که کلیه صفات رویشی به‌شدت تحت تأثیر نوع اکوتیپ قرار دارند، به‌نحوی که موفق‌ترین اکوتیپ‌ها با توجه به نتایج به‌دست‌آمده اکوتیپ ششم، چهارم و پنجم بوده‌اند، که میانگین‌های طول شاخه، طول ریشه اولیه و بلندترین طول ریشه اولیه نشان‌دهنده برتری این سه اکوتیپ بر سایر اکوتیپ‌ها است. نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش با تحقیقی که اثر اکوتیپ‌های مختلف گز شاهی جمع‌آوری شده از نقاط مختلف ایران، بر صفات تعداد ریشه، طول ریشه و ارتفاع شاخساره در سطح یک درصد و صفت طول ریشه در سطح پنج درصد معنی‌دار بود، هم‌راستا است (Gholami Arjanki et al., 2012). نتایج یک بررسی انجام شده در منطقه بندریگ کاشان نشان داد که گز شاهی در مقایسه با دیگرگونه‌های بیابانی مقاوم به شوری، از سازگاری و رویش بیشتری برخوردار است، به‌گونه‌ای که میانگین ارتفاع آن پس از گذشت ۳ سال

به ۲۲۹ سانتی متر و پس از ۶ سال به ۳۸۷ سانتی متر رسید. این میزان به طور معنی داری بیشتر از گونه‌های سفید تاغ، سیاه تاغ و پده بود (Javanshir, 1997). نتایج این تحقیق نیز با تحقیق حاضر در موفقیت گیاه گز در رشد حداکثری در کوتاه‌ترین زمان ممکن هم‌زمان با ریشه‌زایی هم‌راستا بود. تحقیقات انجام شده در دشت کربال استان فارس نیز حاکی از سازگاری بالای گونه گز شاهی به شوری خاک و آب هست، به نحوی که نهال‌های حاصل از قلمه این گونه با زنده‌مانی ۹۷/۵ درصدی، از گونه‌های موفق پژوهش مزبور بودند (Saadat, 2004). بررسی عملکرد رویشی جمعیت‌های مختلف گز شاهی در اراضی شور و قلیا جهت بررسی امکان توسعه کشت این گونه در اراضی شور و قلیای حاشیه کویر مرکزی ایران بر روی نهال‌های ۶ جمعیت گز شاهی از استان‌های سیستان و بلوچستان، یزد، قم، اصفهان و سمنان (شهرستان گرمسار) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ایستگاه تحقیقات بیابان گرمسار انجام شد. مشخصه‌های جوانه‌زنی، زنده‌مانی، تعداد جست، قطر یقه قطورترین جست، ارتفاع و شادابی تاج مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. نتایج نشان داد که به‌رغم برتری نسبی جمعیت‌های گرمسار و قم، هیچ تفاوت معنی داری در مشخصه‌های مزبور میان جمعیت‌های مختلف وجود ندارد و تمام جمعیت‌ها از این لحاظ از عملکردی متوسط برخوردارند، از آنجایی که این مطالعه بر روی یک گونه گز شاهی در جمعیت‌های مختلف انجام شده است نتایج تفاوت معنی داری نداشت (Sadeghzadeh Hallaj *et al.*, 2015). این در حالی است که نتایج به‌دست آمده از بررسی اکوتیپ‌های مختلف در این پژوهش بر روی صفات اندازه‌گیری شده تفاوت معنی داری را در نتایج به‌دست آمده نشان داد. بین گونه‌ها و ارقام مختلف، از نظر قابلیت ریشه‌زایی قلمه‌ها تفاوت زیادی وجود دارد و پیش‌بینی آسان و سخت ریشه‌زا بودن یک کلون در یک گونه و یا گونه‌های مختلف و اکوتیپ‌های متفاوت مشکل است. ریشه‌زایی معمولاً به ژنوتیپ گیاه بستگی دارد. در گونه‌ها و اکوتیپ‌های ناشناخته که بر روی آن‌ها مطالعه‌ای صورت نگرفته است، معمولاً ابتدا آزمایش‌های ریشه‌زایی با غلظت‌های متفاوت اکسین مورد نظر برای تعیین مقدار مناسب هورمون انجام می‌گیرد. در پژوهشی روی تأثیر تیمارهای مختلف هورمونی و مواد کمک ریشه‌زا بر ریشه‌زایی قلمه ارقام زیتون فیشومی و شیراز، تعداد قلمه‌های ریشه‌دار شده، تعداد قلمه‌های جوانه‌زده، تعداد ریشه در هر قلمه و متوسط طول ریشه در هر قلمه ثبت گردید. نتایج نشان داد که میزان ریشه‌زایی در رقم شیراز بیشتر از رقم فیشومی بود (Attarzadeh *et al.*, 2016). نتایج این تحقیق با پژوهش حاضر که در آن اثر متقابل و اثر ساده نوع رقم بر درصد ریشه‌زایی معنی دار بود هم‌راستا هست. این امر نشان‌دهنده تأثیر نوع اکوتیپ و پتانسیل ذاتی و درونی هر اکوتیپ در تولید ریشه است. عدم وجود تأثیر معنی دار نوع هورمون در ریشه‌زایی قلمه‌ها نشان‌دهنده بالا بودن درصد اکسین درونی در قلمه‌های سهل ریشه‌زا نسبت به قلمه‌های اکوتیپ‌های سخت ریشه‌زا هست. این نتایج ممکن است با توانایی ریشه‌ها در گرفتن آب و مواد مغذی مرتبط باشد که نتیجه آن، سنتر اکسین و افزایش رشد جوانه‌ها می‌شود. در پژوهشی کارایی تکثیر برای ۲۰ رقم بلوبری بلند و ۳ بوته نیمه بلند را ارزیابی کردند. ارقام بلوبری بر اساس نتایج تحقیقات ۹ ساله در بلاروس معرفی شدند، ثابت شده است که توانایی باززایی و تکثیر قلمه‌های سبز بلوبری به ویژگی‌های ژنتیکی، ارقام مختلف بستگی دارد. نتایج به‌دست آمده منجر به طبقه‌بندی ارقام بلوبری از لحاظ قابلیت ریشه‌زایی و موفقیت شاخص‌های رشد قلمه‌ها در سه دسته: قوی، متوسط و ضعیف شد. در این تحقیق بر تفاوت توانایی ذاتی ارقام در تولید ریشه و تکثیر رویشی تأکید شده است (Pavlovskiy, 2019)، نتایج حاصل از این پژوهش گسترده با نتایج این تحقیق کاملاً در یک جهت است که موفقیت اکوتیپ‌های مختلف تحت شرایط یکسان را به‌طور کامل تحت تأثیر نوع اکوتیپ می‌داند.

نتایج بررسی داده‌های خاکشناسی بدست آمده نشان می‌دهد pH خاک در رویشگاه طبیعی گیاه در محدوده ۶/۷۲-۷/۸۲ قرار داشت. در مورد شوری خاک، تنش شوری مانند بسیاری از تنش‌های غیر زیستی، رشد گیاه را کاهش می‌دهد. این کاهش رشد به دلیل افت انرژی ذخیره‌ای گیاه می‌باشد که به علت اختلال در فعالیت‌های زیستی و متابولیسمی گیاه به وجود می‌آید. تحقیقی که بر روی اثر تنش شوری بر قلمه‌های ژنوتیپ‌های سه گونه نعنای انجام شد، نشان داد که با افزایش شوری، درصد ریشه‌زایی متوسط، طول ریشه حداکثر، طول سرشاخه و تولید جوانه کاهش یافتند (Tabai-Aghdaei *et al.*, 2003). بررسی میزان ریشه‌زایی اکوتیپ‌های ناموفق و موفق در پژوهش حاضر رابطه معنی داری را بین ریشه‌زایی قلمه‌ها در بستر انتخاب شده

و میزان شوری خاک در خاک طبیعی منطقه برداشت نمونه نشان نداد. بنابراین، انجام مطالعات تکمیلی و اعمال تنش شوری در بستر خنثی جهت ارزیابی تحمل شوری در گیاه گز و پیشنهاد این گیاه جهت کاشت در اراضی شور و قلیا توصیه می‌گردد.

اثر هورمون‌های ایندول استیک اسید (IAA) و ایندول بوتریک اسید (IBA) بر ریشه‌زایی قلمه‌های گز

نتایج نشان داد که هر دو هورمون مورد استفاده با غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر، به یک میزان بر ریشه‌دهی قلمه‌های گز موثر می‌باشند. اکسین‌های طبیعی مانند ایندول استیک اسید (IAA) و اکسین‌های مصنوعی مانند ایندول بوتریک اسید (IBA) می‌توانند تولید ریشه‌های نابجا در قلمه‌های ساقه و برگ تحریک کنند (Khalili, 2007). پژوهشگران در مطالعات خود دریافتند که پارامترهای فیزیولوژیکی و مقدار IAA و IBA و نسبت این دو هورمون به هم بر توانایی ریشه‌زایی قلمه‌های داوودی تأثیر زیادی داشت (Zhang et al., 2013). به نظر می‌رسد که اثر مثبت مواد کمک‌کننده و هورمون‌ها بر فرآیند ریشه‌زایی موجب افزایش ریشه‌زایی قلمه‌ها از طریق بهبود عوامل مؤثر بر ریشه‌زایی می‌شود. عوامل ژنتیکی و محیطی بر بیوستز، متابولیسم، حمل و نقل و مسیر سیگنالی انتقال اکسین تأثیر می‌گذارند و می‌تواند رشد گیاهان را تنظیم کنند (Canovas et al., 2004).

پژوهشگران معتقدند که غلظت‌های بالای اکسین می‌تواند موجب تخریب بافت‌های ته قلمه شود و در غلظت‌های بالاتر اثر بازدارندگی در ریشه‌زایی قلمه‌ها داشته باشد از طرف دیگر، غلظت بیش‌ازحد هورمون اکسین می‌تواند موجب زرد شدن و ریزش برگ‌ها، سیاه شدن ساقه و سرانجام خشک شدن قلمه‌ها شود. در صورتی که غلظت‌های مناسب غیر سمی بوده و موجب مقاوم شدن و افزایش تولید کالوس و ریشه می‌شود (Macdonald, 2000). طبق تحقیقات صورت گرفته، IBA اثر مناسب‌تری بر ریشه‌زایی قلمه‌ها، نسبت به NAA، دارد (Attarzadeh et al., 2016). در این رابطه، نتایج به‌دست‌آمده توسط محققین نشان می‌دهد که برای انواع گیاهان سخت‌ریشه‌زا بایستی از IBA استفاده نمود. همچنین، بایستی یادآور شد که در گیاه، آنزیم اسید ایندول استیک اکسیداز نمی‌تواند IBA را تجزیه کند و در اینجا نیز اثر مثبت آن نسبت به NAA مشخص می‌باشد. در پژوهشی که توسط Attarzadeh et al. (2016) بر روی ریشه‌زایی قلمه دو رقم زیتون فیوشومی و شیراز انجام شد، غلظت ۶۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر IBA نتیجه کمتری نسبت به ۴۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر IBA داشته است، زیرا هورمون‌ها در غلظت‌های بالا تأثیر معکوس و بازدارنده ریشه‌دهی دارند. در بین انواع اکسین‌های بکاربرده شده، بیشترین اثر بر ریشه‌زایی را IBA در مقایسه با سایر هورمون‌ها مثلاً IAA، 2,4-D و NAA ایجاد کرده و اختلاف معنی‌داری داشت. همچنین، علت اینکه قلمه‌های دو اکوتیپ مختلف زیتون فیوشومی و شیراز یکی بهتر از دیگری نسبت به ریشه‌زایی واکنش نشان داده است، احتمالاً این بوده است که میزان اکسین داخلی در یک رقم نسبت به دیگری کمتر بوده و این به خصوصیات ژنتیکی این دو رقم برمی‌گردد. هر چه میزان اکسین داخلی یک رقم بیشتر باشد واکنش آن رقم نسبت به مواد کمک ریشه‌زا بهتر خواهد بود (Suriyapananont, 2009). بنابراین، با توجه به نتایج این آزمایش می‌توان گفت که استفاده از مواد کمک ریشه‌زا به همراه هورمون‌های ریشه‌زایی، تأثیر مثبتی بر بهبود ریشه‌زایی قلمه‌های ارقام سخت‌ریشه‌زای زیتون داشته است. در دید کلی نتایج آنها با پژوهش حاضر هم‌راستا بود اگرچه تفاوت معنی‌دار بین دو هورمون مشاهده نشد (Attarzadeh et al., 2016). در بررسی تأثیر غلظت‌های ۲۰۰۰ و ۴۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بر ریشه‌زایی قلمه چهار رقم زیتون، قلمه‌های تیمار شده با IBA بالاترین و قلمه‌های تیمار شده با NAA کمترین ریشه‌زایی را داشتند. تحقیقات دلالت بر این دارند که تأثیر غلظت ۴۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر هورمون IBA در قلمه‌های رقم عسراسی موجب ۸۵ درصد ریشه‌زایی شده است در حالی که بکار بردن غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر IBA جهت ریشه‌زایی ارقام کورساک و فرینتو تأثیر بهتر و مفیدتری داشته است (Al Hattab et al., 2018). این امر نشان‌دهنده تفاوت در میزان اکسین درونی و واکنش متفاوت ارقام مختلف به نوع اکسین بیرونی هست. این نتایج به نکته بسیار ظریفی اشاره دارد و آن تفاوت در پتانسیل ذاتی و پاسخ متفاوت ارقام و گونه‌های مختلف گیاهی به هورمون‌های ریشه‌زایی را نشان می‌دهد، نکته‌ای که به‌وضوح در نتایج این پژوهش در اکوتیپ‌های مختلف با ریشه‌زایی متفاوت مشاهده شد. بررسی

نتایج به دست آمده در این پژوهش تفاوت معناداری در شاخص‌های بررسی شده شامل تأثیر نوع هورمون بر شاخص‌های رویشی و فیزیوشیمیایی قلمه‌های درخت گز نشان نداد. اما در مقایسه میانگین اعداد حاصل از اندازه‌گیری صفات هورمون ایندول بوتریک اسید از برتری نسبی در مقایسه با هورمون ایندول استیک اسید برخوردار بوده است. مکانیسم زیربنایی در تشکیل ریشه‌های نابجا با تیمار هورمون برون‌زا تا حد زیادی بررسی شده است. چندین مطالعه نشان داده است که تیمار هورمون برون‌زا تقسیم سلولی را تسریع می‌کند، سنتز هورمون‌های درون‌زا مانند اکسین‌ها، سیتوکین‌ها و جیبرلین‌ها، همچنین اسید سالیسیلیک را تقویت می‌کند و در ادامه تجمع کربوهیدرات‌ها را تحریک می‌کند، در نتیجه باعث ریشه‌زایی می‌شود. شایان ذکر است که ریشه‌زایی موفقیت‌آمیز قلمه‌های گیاه نه تنها به کاربرد خارجی اکسین‌ها بلکه به عوامل خارجی زیادی مانند: زمان خیساندن قلمه‌ها در تنظیم‌کننده‌های رشد، زمان تکثیر، نوع بستر رشد و روش تکثیر نیز بستگی دارد. در واقع می‌توان چنین نتیجه گرفت که روند تشکیل ریشه‌های نابجا تحت تأثیر تعدادی از عوامل داخلی و خارجی است. در میان عوامل داخلی، مهم‌ترین نقش به فیتوهورمون‌ها، به‌ویژه اکسین‌ها نسبت داده می‌شود. بسیاری از مطالعات نشان داده‌اند که استفاده برون‌زا از اکسین‌ها منجر به افزایش ریشه‌های جانبی می‌شود و رشد ریشه جانبی بسیار به اکسین و نحوه انتقال آن بستگی دارد. بنابراین، اکسین‌های طبیعی و مصنوعی این روند را تنظیم می‌کنند. محققان اظهار کرده‌اند که دیگر عوامل بیوشیمیایی، فیزیولوژیکی و ساختاری و مقدار اکسین‌های درون‌زا نیز ممکن است در ایجاد ریشه‌های جانبی قلمه دخالت داشته باشند (Denaxa et al., 2012). کاربرد غلظت‌های مناسب اکسین سبب ایجاد تعادل هورمونی در قلمه‌ها شده و موجب تحریک تقسیم سلولی و ریشه‌زایی قلمه‌ها می‌شود در حالی که غلظت‌های بالا مانع ریشه‌زایی قلمه‌ها می‌شود. همچنین، تفاوت‌های ژنوتیپی در این ارتباط دارای اهمیت فراوان است (Kaviani & Negahdar, 2018). یافته‌های محققان و تحلیل یافته‌های حاضر نیز نشان می‌دهد که احتمالاً بیش‌بود اکسین درونی یا سایر عوامل دخیل در ریشه‌زایی، باعث جلوگیری و ایجاد تأثیر منفی در ریشه‌زایی قلمه‌ها در برخی از اکوتیپ‌ها (اکوتیپ ۸ و ۷) شده و موفقیت ریشه‌زایی آنها را کاهش داده است. از طرفی در اکوتیپ‌های برتر ۶، ۵ و ۴ با بکار بردن اکسین بیرونی برهم‌کنش مثبتی بین میزان اکسین درونی و بیرونی ایجاد شده و اثر محرک در تولید ریشه، رشد جوانه‌ها و تولید شاخساره و در نتیجه بهبود شاخص‌های فیزیوشیمیایی ایجاد شده است. در مورد گیاهان چوبی مانند کاج نیز (Rosier et al., 2004) مشاهده شده است که با کاربرد تیمارهای مختلف اکسین IBA و NAA، اگرچه تفاوت معنی‌داری بین نوع اکسین بر درصد ریشه‌زایی و طول ریشه‌ها وجود نداشت، ولی گیاهان در مرحله‌های مختلف رشد واکنش متفاوتی نشان دادند.

گیاه گز به لحاظ کاربرد در فضای سبز و کاربرد اکولوژیکی آن در کنترل ش‌های روان در منظرسازی خشک از ارزش و اهمیت بسیار بالایی برخوردار است، با توجه به نتایج به دست آمده از این پژوهش اکوتیپ‌های پر رشد ۶، ۴ و ۵ که موفق‌ترین اکوتیپ‌ها به شمار می‌روند جهت کاربرد در فضای سبز پیشنهاد می‌شوند. با توجه به موفقیت اکوتیپ‌های مطالعه شده در ریشه‌زایی و شاخص‌های رویشی در کمترین زمان ممکن با بیشترین میزان افزایش رشد؛ می‌توان چنین نتیجه گرفت که اکوتیپ‌های مختلف گز بومی استان اردبیل، اکوتیپ‌های مفید و کاربردی در فضای سبز شهری خواهند بود. چون در کمترین زمان ممکن با سرعت تکثیر بالا امکان تولید تعداد زیادی گیاه از یک پایه مادری را فراهم می‌کند. از آنجایی که در این پژوهش مطالعات در راستای بررسی سازگاری آن‌ها، مقاومت به شرایط نامساعد محیطی و نوع بستر جهت ریشه‌زایی بررسی نشده است پیشنهاد می‌شود در مطالعات بعدی نوع بستر و همچنین میزان مقاومت به شوری و البته سایر هورمون‌ها در غلظت‌های متفاوت مورد آزمایش قرار گیرند تا بهترین راهکار و کاربردی‌ترین روش جهت ازدیاد و پرورش این گیاه خاص و ارزشمند در فضای سبز به پژوهندگان و تولیدکنندگان گیاهان زینتی و بومی معرفی شود. از طرفی تلاش برای تکثیر اکوتیپ‌های مختلف این گیاه ارزشمند تلاشی ستودنی در جهت حفظ ذخایر ژنتیکی این گیاه مهم و مقاوم می‌باشد.

نتیجه‌گیری

گونه‌های بومی به‌طور طبیعی در یک منطقه رشد می‌کنند و از نظر اقتصادی نیز نسبت به گیاهان پرهزینه غیربومی مفیدتر هستند. گیاهان بومی مقاوم به خشکی، منظری زیبا با نیاز به نگهداری کم ایجاد می‌کنند. این قبیل گیاهان، به حاصلخیزی و غنی‌سازی خاک نیاز ندارند. بنابراین، به دلیل شرایط خاص مناطق خشک ایران و قرارگیری کشور در نزدیکی کمربند خشک کره زمین، استفاده از گونه‌های بومی که با سازگاری با شرایط این مناطق در سالیان متمادی در آنجا رشد و نمو کرده‌اند، می‌تواند مفید واقع شود. ویژگی‌های مهم ترکیب گیاهی در مناطق خشک، وجود گیاهان درختی و درختچه‌ای فوق‌العاده خشکی‌پسند است که از جمله آن‌ها می‌توان به کهور، گز، تاغ، کنار و غیره اشاره کرد. هم‌چنین، استفاده از هورمون‌های IAA و IBA می‌تواند سبب سرعت بخشیدن به روند تشکیل ریشه و تکثیر گیاه گز به مقدار انبوه جهت کاربرد در فضای سبز شود.

منابع

- پورکریمی، پرویز؛ حاجی زاده، کریم؛ رضالو، رضا و افخمی، بهروز. (۱۳۹۹). تحلیل نقش عوامل طبیعی در توزیع فضایی سکونتگاه‌های قلعه‌های استان اردبیل با استفاده از GIS و AHP. *مطالعات باستانشناسی*، ۱۲(۱)، ۴۰-۱۹.
- خلیلی، محمدرضا. (۱۳۸۶). بررسی اثرات سطوح مختلف هورمون IBA و نوع پایه در تکثیر رز رقم اولیوبا به روش قلمه-پیوند همزمان (Stenting). دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج. *پایان نامه کارشناسی ارشد*. دانشکده کشاورزی.
- رضوی، سید علی؛ حسینی نصر، سید محمد و ولی‌زاده، مرضیه. (۱۳۹۷). تاثیر نوع قلمه و نوع تنظیم کننده‌های رشد گیاهی IBA، NAA، و 2,4-D در ریشه‌زایی قلمه‌های سرخدار. *فصلنامه علمی-پژوهشی پژوهش و توسعه جنگل*، ۱(۴)، ۸۳-۷۳.
- سعادت، یوسف علی؛ زندی، پرویز و ابطحی، علی. (۱۳۸۳). بررسی میزان سازگاری شش گونه درختی در دشت کربال و تأثیر آبیاری با زهاب بر رشد آنها. *تحقیقات جنگل و صنوبر ایران*، ۱۲(۱)، ۶۰-۳۱.
- صادق زاده حلاج، محمدحسین؛ آزادفر، داوود و میرآخوری، رسول. (۱۳۹۴). بررسی عملکرد رویشی جمعیت‌های مختلف گز شاهی در اراضی شور و قلیا. *نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل*، ۲۰(۱)، ۱۶۶-۱۵۱.
- طبائی عقدائی، سیدرضا؛ رضایی، محمدباقر و نجفی آشتیانی، اکبر. (۱۳۸۲). بررسی تنوع در ژنوتیپ‌های سه گونه نعنای (*Mentha aquatica* L., *M. piperita* L., *M. spicata* L.) در واکنش به شوری. *تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران*، ۱۹(۴)، ۳۶۶-۳۴۹.
- عطارزاده، محمود؛ ابوطالبی، عبدالحسین و عطارزاده، مصطفی. (۱۳۹۵). تأثیر تیمارهای مختلف هورمونی و مواد کمک ریشه‌زا بر ریشه‌زایی قلمه ارقام زیتون فیشومی و شیراز. *علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای*، ۷(۲۵)، ۵۷-۴۹.
- غلامی ارجنکی، سجاد؛ چهارزی، مهرانگیز؛ روحی، وحید. (۱۳۹۱). تأثیر رقم، هورمون اکسین و محیط کشت بدون خاک بر روی ریشه‌زایی قلمه‌های ساقه گل رز هیبرید. *دومین کنگره ملی هیدروپونیک و تولیدات گلخانه‌ای، محلات، ایران*.
- قوام پور، محمدعلی؛ میرجلیلی، سیدعباس؛ جعفری، محمد؛ آذر نیوند، حسین و جوادی، سید اکبر. (۱۳۹۷). تأثیر طول و قطر قلمه و هورمون اسید ایندول بوتیریک (IBA) بر تکثیر رویشی گونه بومی گز خزری (*Tamarix androssowii*). *تحقیقات منابع طبیعی تجدید شونده*، ۹(۲)، ۵۸-۴۹.
- کاوایی، بهزاد و نگهدار، ناصر. (۱۳۹۷). اصلاح ظرفیت ریشه‌زایی قلمه شمشاد خزری، یک درختچه زینتی در حال انقراض. *نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی*، ۲۵(۲)، ۳۴-۱۷.
- متین خواه، سید حمید و کاوه سدهی، زینب. (۱۳۹۶). رابطه خاک با خصوصیات رویشی گونه گز پرشاخه (*Tamarix sramosissima*) در ایبانه، استان اصفهان. *فصلنامه بوم‌شناسی کاربردی*، ۶(۳)، ۸۹-۱۰۰.

میرشکاری، راضیه. (۱۳۹۵). شناسایی گونه‌های گز وحشی (*Tamarix*) و بررسی واگرایی جمعیت‌های این گونه‌ها در استان سیستان و بلوچستان و جنوب استان کرمان و خراسان جنوبی. پایان نامه کارشناسی ارشد. به راهنمایی مسعود شیدایی. دانشگاه شهیدبهشتی، دانشکده علوم زیستی.

REFERENCES

- Al Hattab, Z. N., Abdulazez, W. A., & Al Ani, M. A. (2018). The influence of growth regulators on the rooting capacity of semi hardwood cuttings of olive *Olea europaea* L. *Bioscience Research*, 15 (1), 412-417.
- Attarzadeh, M., Aboutalebi, A. H. & Attarzadeh, M. (2016). The effect of different hormonal treatments and root-forming aids on rooting of cuttings of Fishumi and Shiraz olive cultivars. *Science and technology of greenhouse crops*, 7(25), 44-57. (In Persian)
- Brotherson, Jack D. & Winkel, Von. (1986). "Habitat relationships of saltcedar (*Tamarix ramosissima*) in central Utah" *Great Basin Naturalist*, 46 (3), 257-295.
- Cánovas, F. M., Dumas-Gaudot, E., Recorbet, Gh., Jorriin, J., Mock, H-P., & Rossignol, M. 2004. Plant proteome analysis. *Review. Proteomics (Proteomics and systems biology)*, 4, 285-298.
- Denaxa, N. K., Vemmos, S. N., & Roussos, P. A. (2012). The role of endogenous carbohydrates and seasonal variation in rooting ability of cuttings of an easy and a hard to root olive cultivars (*Olea europaea* L.). *Scientia Horticulturae*, 143, 19-28.
- Ghavampour, M. A., Mirjalili, S. A., Jafari, M., Azar Nivand, H. & Javadi, S. A. (2018). The effect of cut length and diameter of indole butyric acid (IBA) hormone on vegetative propagation of native Caspian turmeric (*Tamarix androssowii*). *Renewable Natural Resources Research*, 9 (2), 49-58. (In Persian)
- Gholami Arjanki, S., Chehrazi, M. & Rouhi, V. (2012). *Effect of cultivar, auxin hormone and soilless culture medium on rooting of hybrid rose cuttings*. Second National Congress of Hydroponics and Greenhouse Products, Mahallat, Iran. (In Persian)
- Halvorson W. L. (2003). *USGS Weeds in the West project: Status of introduced plants in southern Arizona parks, Factsheet for: Tamarix L. spp.*, US. Geological Survey. Southwest Biological Science Center Sonoran Desert Field Station, University of Arizona, 1-47.
- Ioan Pacurar, D., Perrone, I. & Bellini, C. (2014). Auxin is a central player in the hormone cross-talks that control adventitious rooting. *Physiologia Plantarum*, 151(1). 83-96. Mini review.
- Javanshir, k. (1997). Ecological and physiological study on *Haloxylon aphyllum*, *Haloxylon persicum*, *Populus euphratica* and *Tamarix aphylla* in deserts of Iran. *Journal of Desert*, 1 (2, 3, 4): 67-81. (In Persian)
- Kaviani, B. & Negahdar, N. (2018). Improving the rooting capacity of Caspian boxwood cuttings, an endangered ornamental shrub. *Journal of Plant Production Research*, 25(2), 25-31. (In Persian)
- Khalili, M. R. (2007). *Investigation of the effects of different levels of IBA hormone and basal type on propagation of rose Olivia cultivar by cut-grafting method (Stenting)*. Master Thesis. Islamic Azad University, Karaj Branch. Iran. (In Persian)
- MacDonald, B., 2000. *Practical Woody Plant Propagation for Nursery Growers*. Timber Press.
- Matinkhah, S. H. & Kaveh Sedehi, Z. (2017). The relationship between soil and vegetative characteristics of (*Tamarix ramosissima*) in Abyaneh, Isfahan province. *Iranian Journal of Applied Ecology*, 6(3), 38-56. (In Persian)
- Mirshekari, R. (2016). *Identification of Tamarix species and study of divergence of populations of these species in Sistan and Baluchestan province and south of Kerman and South Khorasan provinces*. Master thesis. Shahid Beheshti University, Faculty of Life Sciences. (In Persian)
- Mozafarian, V. (2010). *Trees and shrubs of Iran*. Contemporary Farhang Publications. (In Persian)
- Pavlovskiy, N. B. (2019). Regeneration ability of different cultivars of the high bush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) propagated by green stem cuttings. In *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Biological series*, 64(3), 319-325.
- Pourkarimi, P., Hajizadeh, K., Rezalo, R. & Afkhami, B. (2020). Analysis of the role of natural

- factors in the spatial distribution of castles in Ardabil province using GIS and AHP. *Archaeological Studies*, 12 (1), 19- 40. (In Persian)
- Razavi, A., Hosseini Nasr, M. & Valizadeh, M. (2018). The effect of cuttings and type of plant growth regulators NAA, IBA and 2, 4-D on rooting of yew cuttings. *Journal of Forest Research and Development*, 4 (1), 83-73. (In Persian)
- Riahi, A. (2008). *Salt cedar: bride of desert biome*. Head Office of Natural Resources and Watershed Management of Fars province, 82-120. (In Persian)
- Rosier, Ch. L., Frampton, J., Goldfarb, B., Blazich F. & Wise, F. C. (2004). Growth stage, auxin type, and concentration influence rooting of Virginia pine stem cuttings. *Hort Science*, 39 (6), 1397-1402.
- Saadat, Y. A., Zandi P., Abtahi, A. (2004). Elimination trial with six tree species in Karbal plain and effects of drainage water on their growth. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 12(1), 31-60. (In Persian)
- Sadeghzadeh Hallaj, M. H., Azadfar, D., & Mirakhori, R. (2015). Investigation of vegetative performance of different populations of turmeric in saline and alkaline lands. *Journal of Wood and Forest Science and Technology Research*, 22(1), 52-68. (In Persian)
- Smith, S. D., Devitt, D. A., Sala, A., Cleverly, J. R. & Busch, D. E. (1998). Water relations of riparian plants from warm desert regions. *Journal of Wetlands*, 18(1), 687-696.
- Suriyapananont, V. (2009). Propagation of apple rootstocks in Thailand. Propagation by cutting as related to seasonal changes, growth regulators, and rooting media. *Acta Horticulture*, 279. (Abstract).
- Tabai-Aghdaei, S. R., Rezaee, M. B. & Najafi Ashtiani, A. (2003). Investigation of diversity in genotypes of three species of mint (*M. spicata* L. and *M. acuatica* L., *Mentha piperita* L.) in response to salinity. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 19 (4), 366-349. (In Persian)
- Wang, Y., Zhou, L., Jia, Q. & Yu, W. (2017). Water use efficiency of a rice paddy field in Liaohé Delta, Northeast China. *Agricultural Water Management*, 187, 222–231.
- Went, F.W. & Thimann, K.V. (1937). *Phytohormones*. The Macmillan Company, New York.
- Zhang, J., Chen, S., Liu, R., Jiang, J., Chen, F., & Fang, W. (2013). *Chrysanthemum* cutting productivity and rooting ability are improved grafting. *The Scientific World Journal*, 7(10), 1-7.