



DOI: 10.22092/irm.2019.120090

تاریخ دریافت ۱۴۰۵/۰۴/۲۰
تاریخ پذیرش ۱۴۰۵/۰۷/۱۹

تأثیر غلظت‌های مختلف اکسین بر ریشه‌زایی قلمه‌های گونه *Acacia albida*

فاطمه غلامیان^{*}

چکیده

گونه *Acacia albida* به‌عنوان یکی از عناصر ارزشمند جنگل‌های گرمسیری، امروزه تنها در دو رویشگاه محدود استان بوشهر شامل منطقه شنبه (دشتی) و منطقه آب‌طویل (دشتستان) باقی مانده است. این گونه، به‌دلیل خشکسالی‌های متوالی، چرای بی‌رویه دام، افت شدید سطح آب زیرزمینی و خسارت آفت گل (*Pandesma robusta*)، با کاهش شدید جمعیت و خطر حذف از فلور ایران مواجه است. با توجه به اینکه زادآوری طبیعی این گونه از طریق بذر میسر نیست (به‌دلیل عدم تشکیل میوه)، تکثیر غیرجنسی (رویشی) از طریق قلمه، تنها راهکار عملی برای احیای جمعیت‌های باقی‌مانده و جلوگیری از انقراض آن محسوب می‌شود. پژوهش حاضر با هدف دستیابی به روشی مؤثر برای تکثیر رویشی، اثر سه نوع اکسین شامل NAA، IBA و IAA در ۱۳ سطح غلظتی (۰ تا ۶۰۰۰ پی‌پی‌ام) به‌صورت تکی و ترکیبی، بر روی قلمه‌های چوبی و نیمه‌چوبی از هر دو رویشگاه، در چهار فصل انجام شد. نتایج نشان داد، از مجموع ۱۲۴۸ تیمار، تنها قلمه‌های چوبی برداشت‌شده از منطقه شنبه در فصل زمستان با تیمار IBA با غلظت ۵۰۰۰ پی‌پی‌ام موفق به شاخه‌زایی پایدار شدند (۴ قلمه از ۶، معادل ۶۶/۷ درصد) که بیانگر ریشه‌زایی قطعی و استقرار کامل است. در مقابل، هیچ یک از تیمارهای اعمال‌شده بر روی قلمه‌های آب‌طویل و سایر تیمارها، موفقیت‌آمیز نبود. این روش می‌تواند مبنای احیای جمعیت‌های در حال خشک‌شدن این گونه در استان بوشهر باشد.

واژه‌های کلیدی: آکاسیا آلبیدا، اکسین، قلمه، بوشهر، حفاظت

Effects of Auxin Concentration on Rooting of *Acacia albida* Cuttings

F. Gholamian^{*1}

Abstract

Acacia albida is a valuable component of Iran's tropical forests but is currently restricted to two small habitats in Bushehr Province: Shenbeh (Dashti) and Abtavil (Dashtestan). The species faces a severe decline in population size and is at risk of extinction in Iran due to recurrent droughts, overgrazing, a sharp decline in groundwater levels, and damage caused by the flower pest *Pandesma robusta*. Because natural regeneration from seeds is not possible in Iran due to the lack of fruit set, vegetative propagation through cuttings represents a practical approach to restoring the remaining populations and preventing the species' extinction. This study aimed to develop an effective vegetative propagation method by evaluating the effects of three auxins—indole-3-butyric acid (IBA), naphthaleneacetic acid (NAA), and indole-3-acetic acid (IAA)—at 13 concentration levels ranging from 0 to 6,000 ppm, applied individually or in combination. Hardwood and semi-hardwood cuttings were collected from both habitats across four seasons and subjected to the different treatments. Among the 1,248 treatments evaluated, only hardwood cuttings collected from Shenbeh during winter and treated with 5,000 ppm IBA produced established shoots. Four of the six cuttings responded successfully, corresponding to a success rate of 66.66% and indicating successful rooting and establishment. In contrast, none of the treatments applied to cuttings collected from Abtavil or the other treatment combinations resulted in successful propagation. This method could provide a basis for restoring the declining populations of *A. albida* in Bushehr Province and supporting the conservation of this valuable species.

Keywords: *Acacia albida*, Auxin, cutting, Bushehr, conservation

^{*}۱- نویسنده مسئول، استادیار پژوهش، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی بوشهر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بوشهر، ایران
پست الکترونیک: gholamian13@gmail.com

^{*}۱- Corresponding author, Assistant Professor, Research Division of Natural Resources, Boshehr Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Boshehr, Iran, E-mail: gholamian13@gmail.com



● مقدمه

گونه *Acacia albida* (Del.) مترادف *Faidherbia* A.Chev. (*albida* (Del.) (Del.).

درختی از تیره بقولات (Fabaceae) و زیرخانواده Mimosoideae، یکی از ارزشمندترین

عناصر جنگل‌های گرمسیری ایران محسوب می‌شود که به دلیل ویژگی‌های ریخت‌شناختی و فنولوژیک منحصر به فرد، در جنس تکنماد *Faidherbia* قرار گرفته است (Chevalier, 1934; Wood, 1992). این گونه که به طور طبیعی در مناطق گرم و خشک قاره آفریقا از سواحل اقیانوس اطلس تا دریای سرخ و از آنجا تا آفریقای جنوبی، نامیبیا و آنگولا پراکنش دارد (Wood, 1992; PROTA, 2015) و جمعیت‌هایی از آن در یمن، عربستان سعودی، اردن، لبنان، سوریه و ایران نیز گزارش شده است (PROTA, 2015; Joker, 2000)، با ویژگی فنولوژی معکوس (ریختن برگ‌ها در آغاز بارندگی و سبز شدن در خشکی) به گونه‌ای ایده‌آل برای سیستم‌های آگروفرارستری و حفاظت خاک تبدیل شده است (Wood, 1992; Joker, 2000). این گونه از جنبه‌های مختلف بوم‌شناختی، اقتصادی و حفاظتی دارای اهمیت ویژه‌ای است؛ به طوری که برگ‌های غنی از پروتئین آن در فصل خشک، به عنوان یکی از مهم‌ترین منابع علوفه برای دام‌های نشخوارکننده در مناطق خشک و نیمه‌خشک شناخته می‌شود (Abu et al., 1998; Boufennara et al., 2013) و سیستم ریشه عمیق آن با بهبود حاصلخیزی خاک و افزایش کربن آلی تا ۶۲ درصد در زیر

تاج درخت، نقش کلیدی در حفاظت خاک و جلوگیری از بیابان‌زایی ایفا می‌کند (جزیره‌ای، ۱۳۸۱). با این حال، علیرغم ارزش‌های چندمنظوره این گونه، جمعیت‌های آن در ایران، به شدت رو به زوال است؛ به گونه‌ای که خشکیدگی حدود ۸۰ درصد از پایه‌های این گونه در رویشگاه قرق‌شده روستای شنبه و رویشگاه آب‌طویل (۲۰ پایه سالم باقی مانده)، وضعیت بحرانی و تهدیدی جدی برای بقای آن در استان بوشهر محسوب می‌شود. این خشکیدگی گسترده، ناشی از ترکیبی از عوامل طبیعی (خشکسالی‌های متوالی، کاهش بارندگی، افت شدید سطح آب زیرزمینی، کاهش آب ورودی رودخانه فصلی سنا و سرمای دیررس بهاره) و عوامل انسانی (تغییر کاربری اراضی، چرای بی‌رویه دام، قطع و ریشه‌کشی غیرمجاز درختان و حفر چاه‌های کشاورزی) می‌باشد (صادقی و همکاران، ۱۴۰۰). در این میان، یکی از چالش‌های اساسی، عدم بذردهی این گونه است؛ به گونه‌ای که طی سال‌های ۱۳۹۷ تا ۱۳۹۹، علی‌رغم گلدهی، تولید میوه و بذر به دلیل سرمای دیررس بهاره و خسارت آفت گل (*Pandesma robusta*) با میزان خسارت متوسط ۲۵/۹ درصد صورت نگرفته است (مصلح‌آرانی و همکاران، ۱۳۸۹). در چنین شرایطی که زادآوری طبیعی از طریق بذر میسر نیست، تکثیر غیرجنسی (رویشی) از طریق قلمه، به عنوان تنها راهکار عملی برای حفظ و احیای ژنوم این گونه جنگلی در معرض تهدید مطرح می‌شود (Nikiema & Tolkamp, 1992; Danthu, 1992). در بررسی سوابق پژوهش، قلمه‌های تهیه‌شده از گیاهان جوان آکاسیا آلبیدا که با IBA یک درصد، تیمار شده‌اند، تا ۳۸ درصد ریشه‌زایی داشته‌اند و

قلمه‌های ریشه‌ای این گونه با طول‌های مختلف و کاشت عمودی، تا ۹۳ درصد ریشه‌زایی نشان داده‌اند (Nikiema & Tolkamp, 1992). با این حال، علی‌رغم شناسایی این گونه در سال ۱۳۷۶ و گزارش دو رویشگاه محدود در استان بوشهر (شکل ۱)، هیچ مطالعه علمی جامعی در مورد امکان تکثیر رویشی این گونه از طریق قلمه‌های مستقیم پایه‌های مادری در شرایط بومی ایران انجام نشده است. پژوهش‌های پیشین عمدتاً بر روی ویژگی‌های رویشگاهی، فنولوژی و عوامل تخریب متمرکز بوده‌اند و اطلاعات کافی در مورد روش‌های عملی و مؤثر برای تکثیر و احیای این گونه در دسترس نیست. از آنجا که قلمه‌های ساقه‌ای این گونه از نوع سخت‌ریشه‌زا محسوب می‌شوند، استفاده از هورمون‌های اکسین برای القای ریشه‌زایی ضروری است (Hartmann et al., 2011). بر این اساس، پروژه حاضر با هدف بررسی اثر دامنه غلظتی وسیع سه نوع اکسین [ایندول-۳-بوتیریک اسید (IBA)، نفتالین استیک اسید (NAA) و ایندول-۳-استیک اسید (IAA)] در سطوح غلظتی مختلف به صورت تکی و ترکیبی، بر ریشه‌زایی قلمه‌های چوبی و نیمه‌چوبی این گونه از دو رویشگاه در چهار فصل سال طراحی شده است. با توجه به تعداد محدود قلمه‌ها و ارزش حفاظتی بالای هر پایه مادری، در این پژوهش از روش‌های غیرمخرب برای ارزیابی موفقیت ریشه‌زایی استفاده خواهد شد تا بتواند روشی عملی و مؤثر برای تکثیر رویشی و احیای جمعیت‌های در حال خشک شدن *A. albida* در استان بوشهر ارائه دهد و گامی مؤثر در جهت پیشگیری از حذف این گونه ارزشمند از فلور ایران برداشته شود.



شکل ۲- پایه‌های سرسبز *A. albida* در محدوده قرق - رزم آباد دشتی - ۱۳۹۵



شکل ۱- پایه‌های خشکیده *A. albida* در محدوده قرق - رزم آباد دشتی - ۱۴۰۴



شکل ۴- پایه‌های به شدت خشکیده و آفت‌زده *A. albida* - رزم آباد دشتی - ۱۳۹۵



شکل ۳- پایه‌های به شدت خشکیده و آفت‌زده *A. albida* - رزم آباد دشتی ۱۴۰۴



شکل ۶- چرای دام در محدوده قرق رزم آباد-۱۳۹۵



شکل ۵- کرم چوبخوار و حلزون روی تنه نیمه خشکیده *A. albida* - ۱۳۹۵



شکل ۸- پایه‌های سرسبز *A. albida* در حاشیه آبراه فصلی رزم آباد-۱۳۹۵



شکل ۷- خشکیدگی پایه‌های *A. albida* در حاشیه آبراه فصلی رزم آباد-بهار ۱۴۰۴



شکل ۱۰- تراکم *A. albida* در رویشگاه رزم آباد دشتی - ۱۳۹۵



شکل ۹- خشکیدگی شدید رویشگاه قرق شده *A. albida* - رزم آباد ۱۴۰۴



شکل ۱۱- نمای کلی از خشکیدگی و تخریب شده *A. albida* در محدوده قرق اداره کل منابع طبیعی واقع - رزم آباد دشتی (۱۴۰۴)



شکل ۱۳- ریزوم جدا شده از *A. albida* پس از آبشویی حاشیه آبراهه در نتیجه سیل رزم آباد-۱۴۰۴



شکل ۱۲- ریزوم‌های پدیدار شده پیرامون پایه‌های کهنسال *A. albida* در نتیجه شکستن سد سنا و آبشویی



شکل ۱۵- تغییر کاربری اراضی حاشیه ذخیره گاه *A. albida* و کاشت گندم و تنباکو در مجاورت قرق رزم آباد دشتی-۱۴۰۴



شکل ۱۴- تغییر کاربری اراضی اطراف ذخیره گاه *A. albida* و کاشت طالبی در مجاورت قرق رزم آباد دشتی-۱۴۰۴



شکل ۱۷- تغییر کاربری اراضی حاشیه ذخیره گاه *A. albida* و کاشت گوجه فرنگی در مجاورت قرق رزم آباد دشتی-۱۴۰۴



شکل ۱۶- تغییر کاربری اراضی حاشیه آبراهه ذخیره گاه *A. albida* در مجاورت قرق رزم آباد دشتی-۱۴۰۴



شکل ۱۹- رویشگاه گونه *A. albida* - رویشگاه آبطویل (۱۴۰۴)



شکل ۱۸- رویشگاه *A. albida* مجاور آبراهه فصلی مسدود شده با جاده‌کشی (آبطویل)



شکل ۲۱- پایه‌های خشکیده *A. albida* در عرصه بالادست رویشگاه تغییر کاربری داده شده



شکل ۲۰- رویشگاه تغییر کاربری داده شده *A. albida* - پایه واقع شده در محوطه حیاط - آبطویل دشتستان - ۱۴۰۴



شکل ۲۳- گل آذین سنبله استوانه‌ای و برگ‌های شانه‌ای مرکب *A. albida* - ۱۴۰۰



شکل ۲۲- شاخه‌های سفید رنگ خاردار با خارهای دوتایی با انتهای زرد رنگ



شکل ۲۵- پروانه بالغ *P. robusta*



شکل ۲۴- لارو پروانه *Pandesma robusta*



شکل ۲۷- حذف شاخه‌های اضافی-رویشگاه آب‌طویل (۱۴۰۴)



شکل ۲۶- جمع‌آوری قلمه از گونه *A. albida* - رویشگاه آب‌طویل (۱۴۰۴)



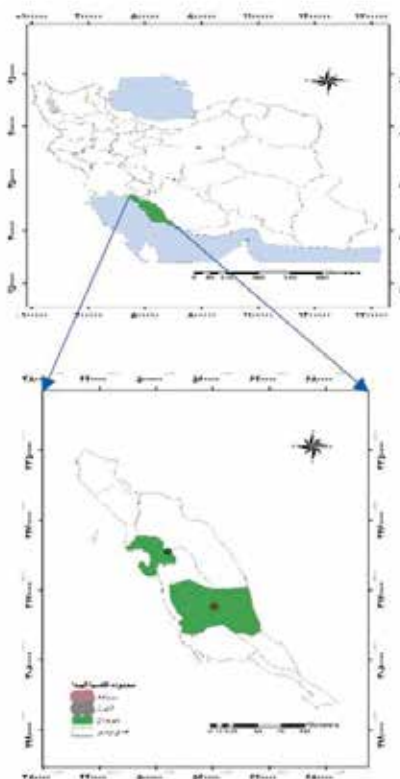
شکل ۲۹- قلمه‌های آماده شده- رویشگاه آب‌طویل (۱۴۰۴)



شکل ۲۸- تهیه قلمه‌های خشبی و نیمه خشبی- رویشگاه آب‌طویل (۱۴۰۴)

● اقدامات و یافته‌ها

به‌منظور دستیابی به روشی مؤثر برای تکثیر رویشی و احیای گونه در معرض حذف از فلور ایران *Acacia albida*، قلمه‌های چوبی و نیمه‌چوبی از دو رویشگاه طبیعی آن در استان بوشهر (مناطق شنبه از توابع شهرستان دشتی و آب‌طویل از توابع شهرستان دشتستان) در چهار فصل سال جمع‌آوری شدند. قلمه‌ها پس از ضدعفونی با قارچ‌کش بنومیل (۲ در هزار)، تحت تأثیر سه نوع اکسین (IAA، NAA، IBA) در ۱۳ سطح غلظتی شامل صفر، ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰، ۲۰۰۰، ۲۵۰۰، ۳۰۰۰، ۳۵۰۰، ۴۰۰۰، ۴۵۰۰، ۵۰۰۰، ۵۵۰۰ و ۶۰۰۰ پی‌پی‌ام (میلی‌گرم در لیتر) به‌صورت ترکیبی (هر هورمون به تنهایی) و ترکیبی دو به دو (NAA+IBA، IBA+IAA و IBA+NAA) قرار گرفتند. در تیمارهای ترکیبی، نسبت هورمون‌ها به‌صورت مساوی ۵۰-۵۰ (وزنی/وزنی) در نظر گرفته شد؛ به‌عنوان مثال، در غلظت اسمی ۵۰۰۰ پی‌پی‌ام، از هر هورمون ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر حل گردید تا مجموع جرم هورمونی به ۵۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر برسد. به‌دلیل ماهیت اسیدی و حلالیت کم این هورمون‌ها، ابتدا با استفاده از سدیم هیدروکسید (NaOH) حل شده و pH محلول نهایی با اسید استیک به ۷ تنظیم گردید. قلمه‌ها با روش غوطه‌وری سریع (۵ ثانیه) و ایجاد شکاف سطحی در قاعده، تیمار شده و در بستر ماسه و پرلیت به نسبت ۱:۱ در شرایط گلخانه‌ای کنترل‌شده (دمای ۲۵±۲ درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۷۰-۸۰ درصد و دوره نوری ۱۲-۱۶ ساعت) کاشته شدند. با توجه به تعداد محدود قلمه‌ها



شکل ۳۰- نقشه پراکنش *Acacia albida* در استان بوشهر

و ارزش حفاظتی بالای هر پایه مادری، موفقیت ریشه‌زایی به‌صورت غیرمخرب و از طریق پایش شاخه‌زایی پایدار، زنده‌مانی و شادابی طی چهار ماه ارزیابی گردید. این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۶ تکرار اجرا گردید.

داده‌های جمع‌آوری‌شده با استفاده از نرم‌افزار Microsoft Excel و بهره‌گیری از توابع آماری موجود در افزونه Analysis ToolPak و محاسبات تکمیلی مبتنی بر فرمول‌های استاندارد، تجزیه و تحلیل شدند. مقایسه میانگین‌ها با آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. از مجموع ۱۲۴۸ تیمار اجراشده، تنها قلمه‌های چوبی جمع‌آوری‌شده از رویشگاه شنبه در فصل زمستان (اول بهمن‌ماه) که با غلظت ۵۰۰۰ پی‌پی‌ام IBA تیمار شده بودند، موفق به شاخه‌زایی پایدار شدند (۴ قلمه از ۶ قلمه، معادل ۶۶/۷ درصد) که بر اساس مبانی فیزیولوژیک، این شاخه‌زایی پایدار و طولانی‌مدت (بیش از دو ماه) بدون وجود سیستم ریشه‌ای کارآمد برای جذب آب و مواد معدنی امکان‌پذیر نیست و بنابراین به‌عنوان شاخصی معتبر برای ریشه‌زایی

قطعی و استقرار کامل قلمه‌ها در نظر گرفته شد. تحلیل آماری داده‌ها، نشان داد (جدول ۲ و ۳) که IBA تأثیر معنی‌داری بر تعداد قلمه ریشه‌دار شده و تعداد شاخساره در سطح احتمال ۵ درصد دارد، در حالی که تأثیر آن بر تعداد کل جوانه و جوانه‌های هوایی غیرمعنی‌دار بود. در مقابل، هیچ یک از تیمارهای اعمال‌شده بر روی قلمه‌های نیمه‌چوبی، قلمه‌های چوبی در سایر فصول (بهار، تابستان و پاییز)، و همچنین تمامی تیمارهای هورمونی بر روی قلمه‌های رویشگاه آب‌طویل موفقیت‌آمیز نبود. این یافته‌ها نشان می‌دهد که ریشه‌زایی در این گونه، یک فرآیند فصلی بوده و به‌شدت به نوع بافت قلمه و غلظت اگزین وابسته است. بر اساس نتایج، روش کار ارائه‌شده (قلمه چوبی، فصل زمستان، IBA با غلظت ۵۰۰۰ پی‌پی‌ام و ایجاد شکاف سطحی در قاعده قلمه) به‌عنوان یک راهکار مؤثر و الزامی برای تکثیر رویشی و احیای جمعیت‌های در حال خشک شدن این گونه در استان بوشهر معرفی می‌گردد، هرچند موفقیت آن برای رویشگاه آب‌طویل نیازمند تحقیقات تکمیلی با دامنه غلظتی و هورمون‌های دیگر است.

جدول ۱- داده‌های خام صفات ریخت‌شناختی مرتبط با ریشه‌زایی و شاخه‌زایی قلمه‌های چوبی *Acacia albida* تحت تیمار IBA با غلظت ۵۰۰۰ پی‌پی‌ام (میلی‌گرم در لیتر) در فصل زمستان (رویشگاه رزم‌آباد دشتی، استان بوشهر)

تیمار	تکرار	تعداد کل جوانه‌های روی قلمه گرفته‌شده	تعداد جوانه‌های فرورفته در خاک	تعداد جوانه‌های هوایی	تعداد قلمه ریشه‌دار شده	تعداد شاخساره	میانگین طول شاخساره
شاهد	۱	۱۲	۶	۶	.	.	.
	۲	۱۳	۶	۷	.	.	.
	۳	۱۲	۶	۶	.	.	.
	۴	۱۳	۶	۷	.	.	.
	۵	۱۱	۶	۵	.	.	.
	۶	۱۲	۶	۶	.	.	.
آب‌طویل	۱	۱۲	۶	۶	۱	۴	۱۱/۹۵
	۲	۱۳	۶	۷	۱	۶	۹/۹۷
	۳	۱۲	۶	۶	.	.	.
	۴	۱۲	۶	۶	۱	۴	۱۳/۲۳
	۵	۱۳	۶	۷	۱	۵	۱۱/۷۸
	۶	۱۲	۶	۶	.	.	.

جدول ۲- تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در قلمه‌های چوبی *Acacia albida* تحت تیمار IBA با غلظت ۵۰۰۰ پی‌پی‌ام در فصل زمستان (رویشگاه رزم‌آباد دشتی، استان بوشهر)

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		تعداد کل جوانه	جوانه‌های هوایی	تعداد قلمه ریشه‌دار شده	تعداد شاخساره
اثر هورمون	۱	(۰/۰۸) ns	(۰/۰۸) ns	(۱/۲۳)*	(۱۸۳/۵۴) *
خطا	۱۰	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۱۳	۱۸/۸۹
کل	۱۱	۰/۳۹	۰/۳۹	۰/۲۴	۲۳/۸۶

ns: فاقد اختلاف معنی‌دار و *: اختلاف معنی‌دار آماری در سطح احتمال ۵%

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در تیمار ۵۰۰۰ پی‌پی‌ام IBA و شاهد

تیمار	تعداد کل جوانه	جوانه‌های هوایی	تعداد قلمه ریشه‌دار شده	تعداد شاخساره
IBA (۵۰۰۰ پی‌پی‌ام)	(۱۲/۳) a	(۶/۳) a	(۰/۶۷) a	(۳/۲) a
شاهد	(۱۲/۲) a	(۶/۲) a	b	b

حروف مشترک (a) در هر ستون نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار و حروف متفاوت (a و b) در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار آماری در سطح احتمال ۵% است.



شکل ۳۲- قلمه‌های چوبی ریشه‌دار شده *A. albida* با هورمون IBA (۵۰۰۰ پی‌پی‌ام)



شکل ۳۱- قلمه‌های چوبی (ردیف بالا) و نیمه چوبی (ردیف پایین) *A. albida*



شکل ۳۵- شاخه‌های جانبی حاصل از رشد جوانه روی قلمه ساقه چوبی پس از ریشه‌زایی



شکل ۳۳- نمای کلی از طراوت و شادابی قلمه‌های ریشه‌دار شده پس از حدود ۴ ماه



شکل ۳۶- قلمه چوبی ریشه‌دار شده *A. albida* در محدوده شکاف‌های داده شده در ته قلمه هوایی



شکل ۳۴- قلمه چوبی ریشه‌دار شده با تیماردهی ایندول ۳-بوتیریک اسید (۵۰۰۰ پی‌پی‌ام)- شاخه فرعی ایجاد شده روی شاخه جانبی رشد یافته

● نتیجه‌گیری نهایی و پیشنهادها

و کاربرد اکسین خارجی برای غلبه بر این مانع فیزیولوژیک الزامی می‌باشد (Nikiema & Tolkamp, 1992). موفقیت انحصاری تیمار IBA با غلظت ۵۰۰۰ پی‌پی‌ام در القای ریشه‌زایی قلمه‌های چوبی در فصل زمستان، برتری این اکسین را به دلیل پایداری بیشتر در برابر آنزیم‌های اکسیدکننده و سمیت کمتر نسبت به NAA و IAA تأیید می‌کند (Hartmann et al., 2011; Gaspar et al., 1992). این یافته با گزارش‌های مرکز ملی بذر جنگلی بورکینافاسو که تیمار ۱ درصد IBA را بهترین تیمار ریشه‌زایی معرفی کردند، هم‌خوانی دارد، هرچند در مطالعه Balima (۱۹۸۹) درصد ریشه‌زایی IBA

بر اساس یافته‌های پژوهش، تکثیر رویشی *Acacia albida* از طریق قلمه با چالش‌های فیزیولوژیک قابل توجهی مواجه است که ناشی از ماهیت سخت‌ریشه‌زایی این گونه و وابستگی شدید آن به تحریک هورمونی خارجی می‌باشد (Hartmann et al., 2011). مشاهده میانگین صفر ریشه‌زایی در تیمار شاهد، علی‌رغم وجود ساختار آناتومیک مساعد (غللاف لیگنینی شکسته) در این گونه (Al-Tijani, 2003)، به‌وضوح نشان می‌دهد که کمبود اکسین درون‌زاد در قلمه‌های چوبی بالغ، عامل اصلی عدم ریشه‌زایی است

Patancheru, India: ICRISAT and ICRAF, pp. 87-90.

Davies, P.J., 2012. Plant Hormones: Biosynthesis, Signal Transduction, Action!. 3rd edn. Dordrecht: Springer Science & Business Media. DOI: 10.1007/978-1-4020-2686-7

Gaspar, T., Kevers, C., Hausman, J.F. and Berthon, J.Y., 1992. Practical uses of plant growth substances in plant tissue and cell cultures, *Biotechnology in Agriculture and Forestry*, 17, pp. 30-45.

Hartmann, H.T., Kester, D.E., Davies, F.T. and Geneve, R.L., 2011. Plant Propagation: Principles and Practices. 8th edn. New York: Prentice Hall.

Joker, D. (2000) 'Faidherbia albida', Seed Leaflet, (28).

Ky-Dembele, C., Bayala, J., Kalinganire, A., Traoré, F.T., Koné, B. and Olivier, A., 2016. Vegetative propagation of twelve fodder tree species indigenous to the Sahel, West Africa, *Southern Forests: a Journal of Forest Science*, 78(3), pp. 185-192. DOI: 10.2989/20702620.2016.1157980

Nikiema, A. and Tolkamp, G.W., 1992. Propagation of *Faidherbia albida* by cuttings: experience of the National Forest Seed Center, in Vandenbeldt, R.J. (ed.) *Faidherbia albida* in the West African Semi-Arid Tropics. Patancheru, India: ICRISAT and ICRAF, pp. 97-100.

PROTA, 2015. *Faidherbia albida* (PROTA). Available at: <https://plantuse.plantnet.org> (Accessed: 8 July 2026).

Roupsard, O., 1996. *Ecophysiologie de Faidherbia albida. Fonctionnement hydrique en parc agroforestier et variabilité intraspécifique de caractéristiques juvéniles*, in Peltier, R. (ed.) *Les parcs à faidherbia*. Montpellier: CIRAD, pp. 85-102.

Sanusi, S., Verinumbe, I. and Ladipo, D. O., 1992. *Faidherbia albida* in Nigeria, in Vandenbeldt, R.J. (ed.) *Faidherbia albida* in the West African Semi-Arid Tropics. Patancheru, India: ICRISAT and ICRAF, pp. 155-158.

Tsipouridis, C., Thomidis, T. and Michailides, Z., 2005. Factors influencing the rooting of peach GF677 (peach x almond hybrid) hardwood cuttings in a growth chamber, *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 33, pp. 93-98. DOI: 10.1080/01140671.2005.9514337

Wood, P.J., 1992. The botany and distribution of *Faidherbia albida*, in Vandenbeldt, R.J. (ed.) *Faidherbia albida* in the West African Semi-Arid Tropics. Patancheru, India: ICRISAT and ICRAF, pp. 9-17.

روش غوطه‌وری سریع و ایجاد شکاف سطحی) به‌عنوان یک راهکار مؤثر و الزامی برای تکثیر رویشی و احیای جمعیت‌های در حال خشک‌شدن این گونه در استان بوشهر معرفی می‌گردد. با این حال، برای افزایش بازدهی و تکرارپذیری، تحقیقات تکمیلی در زمینه بهینه‌سازی غلظت، استفاده از ترکیبات هم‌افزا مانند پلی‌آمین‌ها و فنل‌های ساده، بهبود شرایط محیطی (دما و رطوبت) و بررسی پایه‌های مادری جوان‌تر ضروری است (Gaspar et al., 1992; Hartmann et al., 2011). همچنین، اجرای برنامه‌های احیایی شامل قرق، مدیریت سیلاب و آبیاری تکمیلی برای حفظ و احیای این گونه ارزشمند و جلوگیری از حذف آن از فلور ایران توصیه می‌شود.

منابع

جوانشیر، ک.، امتحانی، م.ح. و جزیره‌ای، م.ح.، ۱۳۷۶. معرفی زیرگونه جدیدی از *Acacia albida* Del. subsp. *surculosa* در ایران. مجله گیاه‌شناسی ایران، ۲۶(۲): ۱۵۵-۱۶۲.

صادقی، س.م.، فرار، ن.، امامی، م.، غلامیان، ف.، سرتاوی، ک. و کازرونی، ح.، ۱۴۰۰. معرفی رویشگاه، فنولوژی، عوامل تخریب و ضرورت حفاظت و احیای جنگل طبیعی آکاسیا آلبیدا (*Acacia albida* Del.). نشریه طبیعت ایران، ۶۵(۶): ۳۷-۴۵. DOI: 10.22092/irm.2021.128256

مصلح‌آرانی، ع.، امتحانی، م.ح.، جزیره‌ای، م.ح. و مهاجری، س.، ۱۳۸۸. گزارش پروانه *Pandesma robusta* Walker (1958) (Lep.: Noctuidae) از ایران و تعیین میزان خسارت آن در درختان آکاسیا (*Acacia albida* Del.). در: جنگل‌های منطقه بوشهر، تحقیقات حمایت و حفاظت جنگل‌ها و مراتع ایران، ۲۷(۲): ۱۳۵-۱۴۴.

Al-Tijani, S., 2003. Comparative anatomy of stem explants used in vegetative propagation of some *Acacia* species, *Sudan Journal of Basic Sciences*, 3(8), pp. 9-21.

Balima, M., 1989. Study on the type of substrate that best enhances rooting in cuttings of *Faidherbia albida*. CNSF, Burkina Faso.

Chevalier, A., 1934. Nouvelles observations sur quelques acacias de l'Afrique Occidentale, *Revue de Botanique Appliquée et d'Agriculture Tropicale*, 14, pp. 875-884.

Danthu, P., 1992. Vegetative propagation of adult *Faidherbia albida* by branch and root cuttings, in Vandenbeldt, R.J. (ed.) *Faidherbia albida* in the West African Semi-Arid Tropics.

(۲۸ درصد) کمتر از شاهد (۴۳ درصد) گزارش شده است که با مطالعه حاضر (برتری معنی‌دار IBA نسبت به شاهد) هم‌خوانی ندارد؛ این تفاوت احتمالاً به دلیل تفاوت در نوع قلمه (شاخه‌ای بالغ در مقابل چوبی) و فصل قلمه‌گیری (فصل بارانی بورکینافاسو در مقابل زمستان ایران) می‌باشد (Nikiema & Tolkamp, 1992). همچنین، در نیجریه، Sanusi و همکاران (۱۹۹۲) گزارش کردند که NAA با غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم ریشه‌زایی خوبی در قلمه‌های جوان *Faidherbia albida* ایجاد کرد، در حالی که IBA تأثیر مشابهی نداشت؛ این یافته با مطالعه حاضر که NAA در هیچ غلظتی موفق به ریشه‌زایی نشد، هم‌خوانی ندارد و نشان‌دهنده پاسخ اختصاصی جمعیت ایرانی (زیرگونه *surculosa*) به نوع اکسین و اهمیت سن پایه مادری می‌باشد (Djavanshir et al., 1997; Nikiema & Tolkamp, 1992). پژوهش‌های اخیر در ساحل آفریقایی نشان داده‌اند که اگرچه کاربرد NAA و IBA تعداد ریشه و ریشه‌های فرعی را در قلمه‌های *Faidherbia albida* افزایش می‌دهد، اما درصد ریشه‌زایی کلی پایین باقی می‌ماند (Ky-Dembele et al., 2016). همچنین، ایجاد شکاف سطحی در قاعده قلمه به طول ۲/۵ تا ۳ سانتی‌متر با شکستن لایه‌های سلولی چوب‌پنبه‌ای و افزایش سطح تماس برای جذب هورمون، به‌عنوان یک روش مکمل و ضروری در کنار تیمار هورمونی، نقش کلیدی در افزایش موفقیت ریشه‌زایی ایفا کرده است که با روش استاندارد CNSF (مرکز ملی بذرهای جنگلی) (Centre National de Semences Forestières) (شکاف‌های سطحی به طول ۱-۲ سانتی‌متر) هم‌خوانی دارد (Nikiema & Tolkamp, 1992; Tsipouridis et al., 2005). با این حال، درصد ریشه‌زایی ۶۶/۷ درصد، نشان‌دهنده نیاز به بهینه‌سازی بیشتر است و تفاوت در زمان بهینه قلمه‌گیری بین مطالعه حاضر (زمستان) و پژوهش‌های آفریقایی (خرداد تا شهریور) که عمدتاً ناشی از تفاوت در فنولوژی محلی گونه، تفاوت ژنوتیپ (زیرگونه *surculosa*) و شرایط اقلیمی می‌باشد، اهمیت تطابق روش‌های تکثیر با شرایط بومی هر رویشگاه را نشان می‌دهد (جوانشیر و همکاران، ۱۳۷۶، ۱۹۹۶). بر اساس نتایج، روش کار ارائه‌شده (قلمه چوبی، فصل زمستان، IBA با غلظت ۵۰۰۰ پی‌پی‌ام،