

تأثیر باکتری‌های محرک رشد بر شاخص‌های رشدی مورفولوژیکی پرووانس‌های گونه محلب (*Cerasus mahaleb* (L.) Mill) - (منطقه پژوهش: فریدونشهر)

بهمن زمانی کبرآبادی^{*}، مسعود اسماعیلی شریف^۲

۱. دانش‌آموخته دکتری، جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران
۲. استادیار پژوهش، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۲۱، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۱۹

چکیده

به منظور بررسی اثر تلقیح نونهال گونه محلب در ده پرووانس جنگل‌های شهرستان فریدونشهر استان اصفهان با مهم‌ترین باکتری‌های ریزوسفری محرک رشد گیاه بر شاخص‌های مورفولوژیکی گونه محلب، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در گلخانه صورت گرفت، تلقیح نونهال‌ها با پنج سطح شامل عدم تلقیح باکتریایی (به عنوان شاهد)، تلقیح با باکتری‌های *Bacillus* sp.، *Azotobacter* sp.، *Pseudomonas fluorescens* و تیمار ترکیبی از سه باکتری محرک رشد (MIX) و محاسبه ویژگی‌های مورفولوژیکی نونهال‌های گونه محلب انجام گرفت. در بررسی صفات مورفولوژیکی نونهال‌ها تیمار ترکیبی (MIX) از باکتری‌ها در صفات طول ساقه (۲۷/۶۶ سانتی‌متر)، طول ریشه (۷۰/۶۱ سانتی‌متر)، قطر یقه (۹/۰۷ میلی‌متر)، وزن خشک اندام هوایی (۲۱/۶۲ گرم) و ریشه (۲۸/۴۵ گرم) و تعداد برگ (۲۲ عدد) بهترین عملکرد را داشت و تنها در صفت سطح برگ (۲۳/۸۲ سانتی‌متر مربع) تیمار باکتری (*fluorescens*) عملکرد بهتری از تیمار ترکیبی (MIX) نشان داد. نتایج نشان داد که ضعیف‌ترین عملکرد در بین تیمارهای باکتری محرک رشد مربوط به باکتری (*Bacillus* sp.) است. از بین ده منطقه بررسی شده، مناطق ذخیره‌گاه جنگلی چال خلیل ۱ و ۲ و همچنین پشتکوه سوم دورک ۲ صفات مورفولوژیکی بهتری نسبت به مناطق دیگر در تلقیح با باکتری‌ها نشان دادند. در حقیقت تلقیح نونهال‌ها توسط باکتری‌های محرک رشد می‌تواند راهکاری مناسب به منظور تولید نهال سالم و قوی و همچنین استقرار بهتر و افزایش موفقیت نهالکاری در رویشگاه‌های آشفته و تخریب‌یافته این گونه محلب در جنگل‌های زاگرس باشد.

واژه‌های کلیدی: باکتری محرک رشد، پرووانس، صفات مورفولوژیکی، محلب.

مقدمه

همچون بهره‌برداری‌های بی‌رویه، سرنوشتی مشابه گونه‌های دیگر اکوسیستم زاگرس پیدا کرده است و در معرض خطر نابودی قرار دارد که استقرار و زادآوری آن را با مشکل مواجه کرده است [۱]. محلب از جمله درختان و درختچه‌های خودرو ایران محسوب می‌شود که در قانون منابع طبیعی کشور همراه با گونه‌هایی چون

محلب (*Cerasus mahaleb* (L.) Mill.) گونه‌ای از جنس *Cerasus* و خانواده *Rosaceae* است که در جنگل‌های زاگرس به طور طبیعی وجود دارد. این گونه به دلایلی

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۳۳۳۳۶۰۰۹

Email: Zamanikebrabadi67@gmail.com

۳۰-۱۵ سانتی‌متر گزارش شده است. محلب گونه‌ای نورپسند و مقاوم به خشکی است که شرایط بهینه و مناسب برای آن در ارتفاعات بالاتر از ۲۰۰۰ متر است که مطابق با طبقه‌بندی آمبرژه اقلیم آن نیمه‌خشک سرد است و گستردگی رویشگاه‌های آن نشان از انعطاف و نرمش اکولوژیک خوب آن دارد [۵]. کاربردهای این گیاه برای کاشت در مناطق نیمه‌استپی گوناگون است: از جمله به‌عنوان پایه گیلاس و آلبالو، کاربرد دارویی بسیار مهم برای رفع درد کلیه و کمر و نیز معرق. قیمت هر کیلوگرم میوه آن طبق برآورد در سال جاری در استان اصفهان ۴۰-۳۰ هزار تومان است که انگیزه خوبی را برای جنگل‌نشینان به‌منظور مشارکت هرچه بیشتر در حراست از آن فراهم می‌کند.

مافیا و همکاران (۲۰۰۹) با بررسی تأثیر انواع باکتری محرک رشد ریشه بر گونه‌های مختلف اکالیپتوس نشان دادند که نهال‌های *Eucalyptus cloeziana* و *Eucalyptus grandis* در تلقیح با *Pseudomonas sp*، نهال‌های *Eucalyptus globulus* در تلقیح با *Bacillus subtilis* Cohn و نهال‌های *Eucalyptus urophylla* در تلقیح تلفیقی با *Pseudomonas B. subtilis fulva* Sp. بیشترین رشد را دارند [۶]. کاراکورت و آسلانتاس (۲۰۱۰) نیز با بررسی تأثیر چهار جدایه از باکتری‌های محرک رشد بر رشد پنج کولتیوار *Malus domestica* نشان دادند که بیشترین طول نونهال، قطر یقه و تعداد جست در تلقیح نونهال‌ها با *P. putida* BA-8 به‌دست آمد [۷]. ارتورک و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که بیشترین قطر و ارتفاع نونهال، طول و تعداد شاخه در دو کولتیوار *Corylus colurna* با تلقیح باکتری‌های *maltophili* و *B. atrophaeus*، *B. lentus* *Stenotrophomones* و *Acinetobacter calcoacticus* به‌دست آمد [۸]. کارلیسید و همکاران (۲۰۱۵) نونهال‌های اقاچیا، *Robinia pseudoacacia* و نهال‌های دوساله کاج جنگلی *Pinus sylvestris* را با باکتری‌های محرک رشد *Aeromonas hydrophila* و *B. licheniformis putida* به‌صورت ترکیبی در شرایط

زربین، ارس، شمشاد، سرخدار و ... در دسته اول از نظر اهمیت حفاظت قرار گرفته است [۲]. با عنایت به در معرض تهدید بودن ذخیره‌گاه‌های ژنتیکی جنگل‌های زاگرس، لزوم تحقیق درباره راهکارهای تولید نهال مطلوب و مقاوم به‌منظور گسترش و واکاری در جنگل‌های زاگرس با گونه‌های بومی اجتناب‌ناپذیر است. در جنگل‌های زاگرس باید گونه‌های موجود را حفظ و از نابودی گونه‌های در حال انقراض جلوگیری کرد.

محلّب یکی از گونه‌های پهن‌برگ مناطق نیمه‌خشک سرد زاگرس است که حفظ آن به‌منزله یکی از ذخایر توارثی گونه‌های جنگلی مقاوم به شرایط سخت محیطی، از اهمیت خاصی برخوردار است. این گونه با تحمل شرایط نامساعد، در فلور این مناطق به‌طور پراکنده و آمیخته با گونه‌های دیگر تأثیر مهمی در حفاظت خاک و آبخیزها دارد. با توجه به شرایط نامساعد اقلیمی و خاکی و موفقیت این زیرگونه در استقرار در شرایط سخت در جنگل‌های زاگرس و همچنین به‌علت شرایط سخت اقلیمی، خاکی و دخالت‌های بی‌رویه انسان و حضور دام‌ها در عرصه، تجدید حیات جنگل غیرممکن به نظر می‌رسد. بنابراین نیاز مبرم به توقف عوامل مخرب و بازسازی جنگل، با تکیه بر استقرار بهتر نهال‌ها به‌منظور واکاری از راه تلقیح با میکروارگانیسم‌های مفید خاک‌زی در درازمدت به‌منظور دستیابی به اکوسیستم پایدار امکان‌پذیر است. محلّب با نام علمی *Cerasus mahaleb* یکی از گونه‌های مهم تیره *Rosaceae* است. انتشار جغرافیایی محلّب در ایران بسیار وسیع است و در نواحی معتدل کشور شامل استان‌های آذربایجان، کردستان، لرستان، اصفهان، چهارمحال و بختیاری، یزد و همدان گزارش شده است [۳]. براساس گزارش مدرس‌هاشمی و همکاران [۴]، دامنه پراکنش محلّب در جنگل‌های استان اصفهان از ارتفاع ۱۹۰۰ متر تا ۳۱۰۰ متر و ارتفاع، قطر تاج‌پوشش و قطر یقه درختان محلّب در استان اغلب به‌ترتیب ۲/۵-۵ متر، ۳-۴/۵ متر و

محرک رشد و قارچ‌های میکوریزی) با مدیریت بهینه‌ی بستر کاشت است.

اهمیت روابط باکتری‌های محرک رشد در احیا و ترمیم زیست‌بوم‌های تخریب‌شده توسط جوامع علمی به‌خوبی درک شده است. با وجود این، فناوری استفاده از باکتری‌ها در احیا و اصلاح جنگل‌های تخریب‌شده هنوز در بسیاری از نقاط جهان رایج نشده است. بر این اساس، پژوهشی با هدف بررسی تأثیر باکتری‌های محرک رشد در بهبود صفات مورفولوژیکی گونه‌ی محلب در باغ بذر این گونه در ده منطقه‌ی جنگلی با هدف افزایش کیفیت نهال‌های پرورش‌یافته ضروری و مهم است. با بررسی ویژگی‌های مورفولوژیکی و اتکا به یافته‌های پژوهش پیش‌رو در جهت مهندسی ریشه (تلقیح نهال‌ها با باکتری‌های محرک رشد) می‌توان به پرورش نهال‌های سالم و مقاوم از طریق افزایش و بهبود ویژگی‌های رویشی نهال‌های گونه‌ی محلب اقدام کرد تا گامی مهم در زمینه‌ی تولید نهال‌های مقاوم با ژنوتیپ مطلوب در حضور باکتری‌های محرک رشد در زمینه‌ی جنگلکاری و واکاری در جنگل‌های زاگرس با این گونه‌ی جنگلی بارز بر داشته شود. نهال بعد از جوانه‌زنی بذر و استقرار ریشه چه بی‌تردید توانایی چندانی برای استقرار و مقابله با بسیاری از تنش‌ها را ندارد و پس از تلقیح با باکتری، می‌توان توانایی نهال به‌ویژه نهال‌ها و نهال‌های یکساله را از طرق مختلف مانند جذب بهتر عناصر غذایی، جذب بهتر آب و ... افزایش داد.

مواد و روش‌ها

آزمایش گلخانه‌ای پژوهش مورد نظر در گلخانه‌ی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان انجام گرفت. این پژوهش با دو فاکتور ۱. نونهال‌های (ده منطقه‌ی متفاوت جنگلی فریدونشهر) جدول ۱؛ ۲- چهار سطح باکتری محرک رشد در چهار سطح (*Bacillus* sp.)، (*Azotobacter* sp.) و (*Pseudomonas*)

نهالستان تلقیح کردند و نشان دادند که ارتفاع و قطر یقه‌ی نونهال‌ها و نهال‌های بررسی‌شده، رشد بیشتری در مقایسه با تیمار شاهد داشت [۹]. تیموری و همکاران (۲۰۰۷) نیز دریافته‌اند که تلقیح باکتری‌های محلول‌کننده‌ی فسفات شامل *Enterobacter*، *Actinobacillus*، *Pasturella*، *Alcaligenese*، *Pseudomonas* بر نونهال‌های پلت، *Acer velutinum*، سبب توسعه‌ی سیستم ریشه‌ای آنها در مقایسه با شاهد شد [۱۰]. حسینی و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی تأثیر تلقیح سویه‌های *P. fluorescens* دارای توان تولید هورمون اکسین IAA و آنزیم ACC دآمیناز بر مورفولوژی ریشه و شاخص‌های رشد نونهال‌های پسته‌ی جنگلی، *Pistacia vera* در شرایط گلخانه نشان دادند که سطح برگ، تعداد برگ و وزن تر و خشک اندام هوایی نونهال‌ها نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری یافت [۱۱]. بهمنی و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که تلقیح *P. putida* بر جوانه‌زنی بذر و رشد رویشی نونهال‌های استبرق، *Calotropis procera*، تأثیر مثبت داشت [۱۲]. با عنایت به در معرض تهدید بودن ذخیره‌گاه‌های ژنتیکی جنگل‌های زاگرس، تحقیق درباره‌ی راهکارهای تولید نهال مطلوب و مقاوم برای گسترش و واکاری در جنگل‌های زاگرس با گونه‌های بومی اجتناب‌ناپذیر است. در جنگل‌های زاگرس باید گونه‌های موجود را حفظ و از نابودی گونه‌های در حال انقراض جلوگیری کرد. از این‌رو کارهای زیادی از نظر تشکیل باغ بذر نسل سوم درختان جنگلی با استفاده از ژنوتیپ‌های منتخب، شناخت توانمندی ژنتیکی جمعیت‌ها و کلن‌های موجود در عرصه‌های فعلی، شناسایی پایه‌های برتر و نخبه از بین پایه‌های موجود، ایجاد باغ بذر پیوندی و بذری با هدف اصلاح نژاد درخت برای جنگلکاری و نیز استفاده از میکروارگانیسم‌های مفید خاک برای کاهش هزینه‌ها و افزایش کیفیت نهال‌ها ضروری به نظر می‌رسد. یکی از راهکارهای افزایش کارایی (کمی و کیفی) نهال، تلقیح ریشه‌ی نهال توسط میکروارگانیسم‌های مفید خاک‌زی (باکتری‌های

۱۲۱ درجه سانتی‌گراد و فشار ۱/۵ اتمسفر استریل شد. هدف پژوهش بررسی تأثیر تیمارهای باکتری یادشده در آزمایش بود و بی‌گمان باکتری‌های مفید در خاک یا حتی باکتری‌های مضر موجود در خاک به دلیل اثر سینرژیکی بر هم تأثیرگذار بودند، پس بهترین حالت به منظور تأثیر مستقیم باکتری‌های استفاده‌شده، استریل شدن خاک از همه میکروارگانیسم‌های موجود در خاک است. برخی از ویژگی‌های خاک آزمایش شده به شرح زیر است (جدول ۲) و منظور از عمق خاک، عمق خاکی است که برای پر کردن گلدان‌ها و کشت نونهال در آن استفاده شد است.

fluorescens به صورت مجزا و تلفیق سه باکتری (به نسبت مساوی) و نمونه شاهد (بدون باکتری) با سه تکرار انجام گرفت. به این منظور از گلدان‌هایی با قطر دهانه ۲۵ و ارتفاع ۲۸ سانتی‌متری استفاده شد.

شایان ذکر است که برای حذف همه میکروارگانیسم‌های طبیعی و تعیین تأثیر هر یک از میکروارگانیسم‌های (باکتری‌ها) استفاده‌شده، خاک به کاررفته در دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد به مدت یک ساعت اتوکلاو شد (در بستر ماسه الک‌شده با قطر متوسط ۲ میلی‌متر که پیش از استفاده به مدت ۱۵ دقیقه در دمای

جدول ۱. مشخصات ده منطقه مختلف (جمعیت متفاوت) به منظور جمع‌آوری بذر گونه محلب

رویشگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (متر)
ذخیره‌گاه جنگلی چال خلیل ۱	۴۹° ۴۴' ۰۳٫۳"	۳۳° ۵۷' ۴۴٫۷"	۱۸۴۷
ذخیره‌گاه جنگلی چال خلیل ۲	۴۹° ۴۴' ۰۱٫۴"	۳۳° ۵۷' ۴۳٫۴"	۱۸۴۴
چالچرانه	۴۹° ۴۳' ۵۰٫۹"	۳۳° ۵۸' ۰۶٫۸"	۲۰۰۳
پشتکوه سوم - دورک	۴۹° ۵۶' ۲۱٫۹"	۳۳° ۳۹' ۴۲٫۱"	۱۸۰۴
ذخیره‌گاه جنگلی چال خلیل ۳	۴۹° ۴۳' ۳۵٫۵"	۳۳° ۵۷' ۴۵٫۵"	۲۰۰۰
پشتکوه سوم - دورک ۲	۴۹° ۵۶' ۱۶٫۷"	۳۳° ۳۹' ۴۲٫۵"	۱۸۲۷
پشتکوه دوم - دره سه‌پستان ۱	۴۹° ۵۲' ۳۹٫۷"	۳۳° ۴۸' ۱۳٫۷"	۱۹۷۳
پشندگان - دره سه‌پستان ۲	۴۹° ۵۳' ۰۳٫۳"	۳۳° ۴۶' ۴۰٫۸"	۲۴۵۳
پشندگان - دره سه‌پستان ۳	۴۹° ۵۲' ۴۰٫۶"	۳۳° ۴۷' ۳۴٫۸"	۲۱۴۲
کاهگانک	۴۹° ۵۷' ۴۰٫۹"	۳۳° ۳۹' ۵۴٫۸"	۱۸۳۹

جدول ۲. برخی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک استفاده‌شده در آزمایش

مقدار	پارامترها
۰-۲۰	عمق (Cm)
۱/۵	قابلیت هدایت الکتریکی (ds/m^{-1})
۷/۷۲	اسیدیته (pH)
۰/۱۶	ازت کل (Total N) %
۱/۶	کربن آلی (O.C) %
۱۴/۵	فسفر قابل جذب (P) $mg\ kg^{-1}$
۲۵۷	پتاسیم قابل جذب (K) $mg\ kg^{-1}$
۱/۸	مس قابل جذب (Cu) $mg\ kg^{-1}$
۵/۹	روی قابل جذب (Zn) $mg\ kg^{-1}$
۳/۸۸	منگنز قابل جذب (Mn) $mg\ kg^{-1}$
۱/۱	آهن قابل جذب (Fe) $mg\ kg^{-1}$
۵۰	شن (Sand)
۳۰	سیلت (%) (Silt)
۲۰	رس (%) (Clay)
لوم	بافت (%) (Texture)

از نظر ویژگی‌های مورفولوژیکی نزدیک به هم و بدون اختلاف باشد.

رویش قطری (یا ارتفاعی) = (میزان رشد در آخر دوره - میزان رشد در اول دوره)
میزان برگ‌زایی = (تعداد برگ (شاخه) در آخر دوره - تعداد برگ در اول دوره)

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار برای هر تیمار و ده نونهال و در مجموع ۱۵۰ گلدان انجام گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS صورت گرفت. برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون نرمالیت شاپیرو-ویلک و برای تعیین معنی‌دار بودن اثر تیمارهای مختلف با صفات مورفولوژیکی از آزمون تجزیه واریانس در قالب طرح کاملاً تصادفی استفاده شد و میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح آماری ۵ درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نونهال‌های گونه‌ی محلب نشان داد که اثر مناطق مختلف (جمعیت‌های مختلف)، تلقیح باکتریایی و اثر متقابل آنها بر طول ساقه نونهال‌ها در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار است (جدول ۳). براساس نتایج جدول مقایسه میانگین طول ساقه، در ژنوتیپ ذخیره‌گاه جنگلی چال‌خلیل بیشترین طول ساقه با ۵۲/۲۱ سانتی‌متر به‌دست آمد و ژنوتیپ پشتکوه سوم-دورک ۲ (۳۹/۷۳ سانتی‌متر) و ذخیره‌گاه جنگلی چال‌خلیل ۲ (۳۴/۸۹ سانتی‌متر) در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند (با هم اختلاف معنی‌داری نشان دادند). کمترین طول ساقه نیز در ژنوتیپ پشندگان-دره سه‌پستان ۲ با ۸/۲۶ سانتی‌متر مشاهده شد (جدول ۴). شایان ذکر است که نونهال‌ها از بذر درختان مادری در مناطق مختلف ده‌گانه ذکر شده جمع‌آوری شدند. نهال‌ها از نواحی مختلف ده منطقه تحت بررسی جمع‌آوری شدند.

زادمایه ریزوباکتریایی (*Bacillus* sp.)، (*Azotobacter* sp.) و (*Pseudomonas fluorescens*) با جمعیت 10^8 واحد کلنی سلول در هر میلی‌لیتر از بخش بیولوژی خاک مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور تهیه شد و براساس شیوه‌نامه مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور در خصوص تلقیح نونهال با باکتری، عمق پنج سانتی‌متری خاک (اطراف ریشه نونهال‌های یکساله) بستر کشت هر گلدان به حجم ۲۰ میلی‌لیتر واحد کلنی با باکتری‌های (*Bacillus* sp.)، (*Azotobacter* sp.) و (*Pseudomonas fluorescens*) آغشته شد. گلدان‌ها به مدت شش ماه در گلخانه وابسته به مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان نگهداری شدند. در طول این شش ماه، در هر ماه صفات رویشی نونهال‌ها اندازه‌گیری شد (شش بار).

رویش ارتفاع نونهال‌ها با استفاده از متر از یقه تا جوانه انتهایی و رویش قطر یقه نونهال‌ها با استفاده از کولیس دیجیتالی اندازه‌گیری شد. برای تعیین زی‌توده اندام‌های مختلف، به‌ازای هر تیمار سه نونهال به‌طور تصادفی انتخاب شد. شایان ذکر است که در نونهال‌هایی که هر دو جوانه بالای سطح خاک رویش داشتند، برای طول و قطر یقه، ساقه بلندتر و برای زی‌توده هر دو ساقه اندازه‌گیری شد. تعداد برگ‌های هر نونهال شمارش و سطح برگ سه برگ کاملاً توسعه‌یافته از بالاترین قسمت هر نونهال [۱۳] با استفاده از دستگاه سطح‌سنج (Leaf Area Meter) تعیین شد. اندام‌های هوایی و زیرزمینی (ریشه) به‌منظور اندازه‌گیری وزن خشک به مدت ۴۸ ساعت در دستگاه آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک [۱۴] و سپس برای تعیین وزن خشک توزین شدند. برای اندازه‌گیری صفت برگ‌زایی تعداد برگ نونهال‌ها در مرحله آغاز کشت و پایان دوره کشت شمرده و در پایان از یکدیگر کسر شد. طول ریشه اصلی نیز به‌وسیله متر اندازه‌گیری شد. شایان ذکر است که در شروع کشت نونهال‌ها از جمعیت‌ها یا مناطق مختلف تهیه شدند، ولی سعی شد شرایط نونهال‌ها

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس اثر مناطق (پرووانانس) و باکتری بر برخی از ویژگی‌های مورفولوژیکی نونهال‌های گونه محلب

میانگین مربعات								
منابع تغییرات	درجه آزادی	طول ساقه (سانتی متر)	قطر یقه (میلی متر)	وزن خشک اندام زمینی (گرم)	وزن خشک اندام هوایی (گرم)	سطح برگ (سانتی متر)	طول ریشه (سانتی متر)	تعداد برگ
پرووانانس	۹	۳۰۹۱/۱**	۳۸/۸۵**	۱۴۳۰/۱**	۸۲۶/۱**	۶۲۱/۱**	۲۴۴۱/۹**	۱۲۹۵/۷**
باکتری	۴	۲۵۶/۷**	۱۷/۵۵**	۵۴۲/۸**	۳۱۳/۵**	۸۸/۶۰**	۳۰۵۵/۱**	۲۱۰/۳**
پرووانانس × باکتری	۳۶	۱۲/۱۵**	۰/۰۹۵	۳۰/۷۷**	۱۷/۷۸**	۱/۰۹*	۶۳/۳۶**	۲/۲۱
خطا	۱۰۰	۱/۹۱	۰/۱۵	۱/۴۰	۰/۸۱	۰/۷۰	۵/۰۲	۱/۹۸
ضریب تغییرات (%)		۵/۷۷	۴/۷۲	۵/۰۰	۵/۰۰	۳/۸۴	۷/۶۰	۷/۶۰

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر جمعیت (پرووانانس) بر برخی از ویژگی‌های مورفولوژیکی نونهال‌های گونه محلب

پرووانانس	طول ساقه (سانتی متر)	قطر یقه (میلی متر)	وزن خشک اندام زمینی (گرم)	وزن خشک اندام هوایی (گرم)	سطح برگ (مربع)	تعداد برگ	طول ریشه (سانتی متر)
ذخیره‌گاه جنگلی چال خلیل ۱	۵۲/۲۱ ^a	۱۰/۷۴ ^a	۳۷/۳۷ ^a	۲۸/۴۰ ^a	۳۱/۵۵ ^a	۳۷/۱۶ ^a	۸۳/۷۹ ^a
ذخیره‌گاه جنگلی چال خلیل ۲	۳۴/۸۹ ^c	۹/۲۵ ^c	۳۵/۲۸ ^b	۲۶/۸۱ ^b	۲۶/۳۷ ^c	۲۲/۰۰ ^c	۷۲/۴۵ ^c
چالچرانه	۲۵/۱۶ ^d	۸/۹۳ ^d	۲۳/۹۸ ^d	۱۸/۲۲ ^d	۲۳/۸۹ ^d	۲۲/۸۷ ^c	۶۸/۸۸ ^d
پشتکوه سوم-دورک	۱۲/۷۳ ^f	۶/۷۱ ^e	۱۵/۹۱ ^e	۱۲/۰۹ ^e	۱۵/۷۵ ^e	۱۱/۳۳ ^e	۵۳/۱۶ ^h
ذخیره‌گاه جنگلی چال خلیل ۳	۱۰/۴۳ ^e	۶/۶۴ ^e	۱۲/۴۸ ^h	۹/۴۸ ^h	۱۴/۲۸ ^h	۷/۵۳ ⁱ	۴۷/۹۵ ⁱ
پشتکوه سوم-دورک ۲	۳۹/۷۳ ^b	۱۰/۳۳ ^b	۳۴/۵۷ ^b	۲۶/۲۷ ^b	۳۰/۳۵ ^b	۲۸/۱۳ ^b	۷۷/۷۰ ^b
پشتکوه دوم-دره سه‌پستان	۲۴/۶۸ ^d	۸/۰۹ ^e	۲۸/۷۴ ^c	۲۱/۸۴ ^c	۲۳/۶۳ ^d	۱۹/۵۳ ^d	۶۶/۹۵ ^c
پشندگان-دره سه‌پستان	۱۵/۹۶ ^e	۷/۴۰ ^f	۱۹/۱۷ ^c	۱۴/۵۷ ^e	۲۰/۷۶ ^e	۱۴/۹۳ ^e	۵۶/۵۱ ^e
پشندگان-دره سه‌پستان ۲	۸/۲۶ ^h	۶/۰۴ ^h	۱۱/۳۳ ^e	۸/۶۳ ⁱ	۱۳/۳۵ ⁱ	۹/۰۷ ^h	۴۵/۶۹ ^j
کاهگانک	۱۵/۷۹ ^e	۷/۳۰ ^f	۱۷/۹۰ ^f	۱۳/۶۰ ^f	۱۸/۵۵ ^f	۱۲/۸۷ ^f	۵۹/۴۳ ^f
LSD	۱/۰۰	۰/۲۸	۰/۸۶	۰/۶۵	۰/۶۱	۱/۰۲	۱/۶۲

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف متفاوت، در سطح ۵ درصد آزمون LSD اختلاف معنی‌دار دارند.

ساقه را به ترتیب حدود ۱/۲ و ۱/۵ برابر نسبت به تیمار عدم تلقیح باکتریایی (شاهد) افزایش داد. کمترین قطر یقه در تیمار عدم تلقیح باکتریایی (تیمار شاهد) مشاهده شد (۷/۰۲ میلی‌متر).

نتایج پژوهش پیش رو نشان داد که صفات رویشی نونهال‌های محلب در هر ده منطقه (جمعیت‌های مختلف) به‌طور معنی‌دار تحت تأثیر تیمار تلقیح باکتری‌های محرک رشد قرار گرفت. به‌طوری که بیشترین مقدار ارتفاع و قطر

نتایج نشان داد که تلقیح باکتری بر همه صفات مورفولوژیکی نونهال‌ها تأثیر معنی‌دار داشت (جدول ۵). بیشترین ارتفاع و قطر یقه نونهال‌ها به ترتیب با ۲۷/۶۶ سانتی‌متر و ۹/۰۷ میلی‌متر در تلقیح تلفیقی سه باکتری *P. fluorescens* و *Azotobacter* sp. *Bacillus* sp. به‌دست آمد. در همه نونهال‌ها تیمار ترکیبی از باکتری‌ها (تیمار MIX) بیشترین قطر یقه و طول ساقه را نشان داد (شکل‌های ۱ و ۲). به‌طوری که این تیمار قطر یقه و طول

دربارهٔ وزن ریشه رخا و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که باکتری‌های *P. putida* و *B. subtilis* (تیمار ترکیبی) افزایش رشد و وزن ریشه و ساقهٔ *Lectuca sativa* را از طریق سنتز فیتوکروم‌ها، افزایش فراهمی مواد غذایی در یک محل، آسان کردن جذب مواد غذایی، کاهش سمیت فلزات سنگین در گیاهان، جلوگیری از عوامل بیماری‌زا و القای مقاومت سیستماتیک به آنها افزایش می‌دهند [۱۸].

تلقیح با باکتری‌های محرک رشد سبب افزایش وزن خشک ریشه در همهٔ نونهال‌های گونهٔ محلب شد، در بین تیمارهای باکتریایی استفاده‌شده در این پژوهش تیمار ترکیبی از باکتری‌ها (تیمار MIX) بیشترین افزایش وزن خشک ریشه (اندام زیرزمینی) را در همهٔ نونهال‌های گونهٔ محلب نشان داد. پاتل و ساراف (۲۰۱۳) نشان دادند که تلقیح بذور *Jatrophis carcass* با باکتری‌های سودوموناس و باسیلوس (تیمار ترکیبی) نیز سبب افزایش طول ریشه می‌شود که علت آن، اثر مثبت باکتری‌ها در افزایش جذب نیتروژن، پتاسیم، فسفر و سدیم توسط گیاه است [۱۹].

همچنین براساس نتایج، تلقیح با باکتری‌های محرک رشد سبب افزایش وزن خشک اندام هوایی در همهٔ نونهال‌های گونهٔ محلب شد. در بین تیمارهای باکتریایی استفاده‌شده در این پژوهش، تیمار ترکیبی از باکتری‌ها (تیمار MIX) بیشترین وزن خشک اندام هوایی را در همهٔ نونهال‌های بررسی‌شدهٔ گونهٔ محلب نشان داد. لاتاناین و همکاران (۲۰۱۲) نتیجه گرفتند گونه‌های باسیلوس (به‌صورت ترکیبی) سبب افزایش وزن خشک ریشه و اندام هوایی و همچنین جذب نیتروژن و فسفر توسط گیاهان می‌شوند [۲۰].

بیشترین مقدار طول ریشه و تعداد برگ به‌ترتیب با ۷۰/۶۱ سانتی‌متر و ۲۲ عدد در تیمار تلفیقی از باکتری‌ها مشاهده شد. بیشترین سطح برگ در تلقیح نونهال‌ها با گونهٔ باکتریایی (*P. fluorescens*) با ۲۳/۸۲ سانتی‌متر مربع

یقه با تلقیح ترکیبی باکتری‌ها مشاهده شد. در حقیقت تلقیح مجزای هر یک از باکتری‌ها بر رشد و بهبود ارتفاع و قطر یقه تأثیر کمتری داشت، اما کاربرد ترکیبی آنها سبب افزایش معنی‌دار این دو صفت شد که این نتایج اثر سینرژیکی باکتری‌ها را تأیید می‌کند. با توجه به اینکه باکتری‌ها در طبیعت همراه گونه‌های دیگر وجود دارند و عمل می‌کنند، تلقیح آنها به‌صورت مخلوطی از مایه تلقیح‌های مختلف ممکن است سبب اثر تشدیدکنندگی آنها در جذب عناصر تغذیه‌ای و بهبود رشد نونهال‌ها شود. درحالی که افزایش رشد ارتفاعی و قطری یقهٔ نونهال‌ها را می‌توان به تولید هورمون‌ها در جدایه‌های باکتری‌های محرک رشد در ریزوسفر نهال‌ها نیز نسبت داد [۱۵]. در بین تنظیم‌کننده‌های رشد که توسط باکتری‌ها تولید و ترشح می‌شوند، اکسین‌ها به‌ویژه اکسین IAA اثر بسیار مهمی در افزایش طول سلول‌های گیاهی، تحریک تقسیم سلولی و تمایز در گیاه دارند [۱۶]. تلقیح ترکیبی باکتری‌ها می‌تواند سبب از بین رفتن تأثیرات مضر احتمالی آنها شود [۱۷]. در این خصوص کارلیسید و همکاران (۲۰۱۵) در بررسی نهالستانی با تأثیر ترکیبی از چند باکتری محرک رشد (*B. p. putida*، *A. hydrophila* و *licheniformis*) بر نونهال‌های گلدانی اقاچیا و نهال‌های دوسالهٔ کاج جنگلی دریافتند که نسبت به تیمار شاهد، نونهال‌های اقاچیا ۱۶ درصد رشد ارتفاعی و ۱۳ درصد رشد قطری یقه و نهال‌های کاج جنگلی ۱۲ درصد رشد قطری یقهٔ بیشتری داشتند [۹].

وزن خشک اندام هوایی و ریشه در نونهال‌ها به‌ترتیب با ۲۱/۶۲ و ۲۸/۴۵ گرم در تلقیح تلفیقی بیشترین مقدار را نسبت به دیگر تیمارهای باکتریایی نشان داد (شکل ۳). تیمار تلفیقی باکتری‌ها وزن خشک اندام هوایی را حدود یک‌ونیم برابر نسبت به تیمار عدم تلقیح باکتریایی (شاهد) افزایش داد. این تیمار وزن خشک اندام زیرزمینی (ریشه) را حدود دو برابر نسبت به تیمار عدم تلقیح باکتریایی (شاهد) افزایش داد.

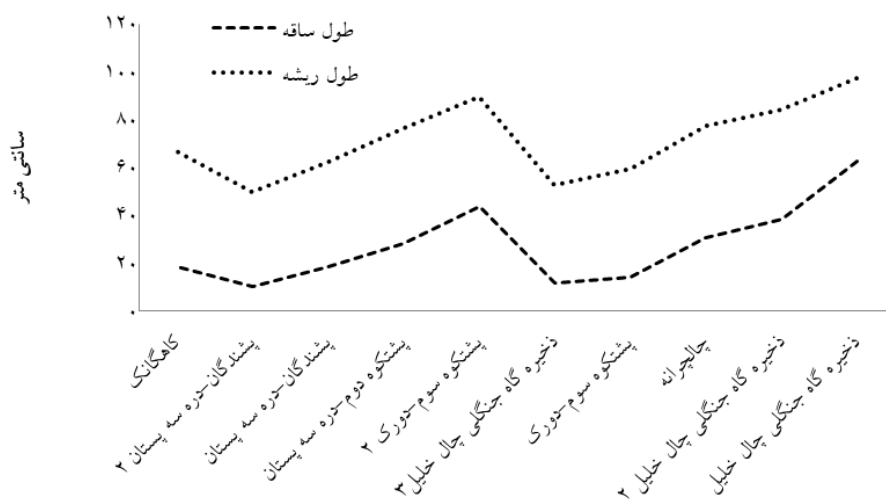
به دست آمد. همچنین نونهال‌های منطقه ذخیره‌گاه جنگلی چال‌خلیل ۱ در همه صفات مورفولوژیکی بهترین حالت را داشتند. در پژوهش رستمی‌کیا و همکاران (۱۳۹۶) در بذر گونه فندق جنگلی در تلقیح با باکتری‌های محرک رشد بیشترین سطح برگ در تلقیح مجزای باکتری *P. putida* نسبت به تیمار ترکیبی از باکتری‌های محرک رشد مشاهده شد که با نتایج این پژوهش همسوست. دلیل گسترش سطح برگ و کاهش ضخامت برگ را می‌توان توانایی باکتری *P. fluorescens* در افزایش نرخ فتوسنتز و در ادامه افزایش آماس سلولی برگ در خاک جنگلی دانست. در این پژوهش باکتری *P. fluorescens* به‌طور مجزا نسبت به تیمار تلفیقی

سبب افزایش معنی‌دار سطح برگ نونهال‌ها شد. می‌توان اظهار داشت که افزایش سطح برگ نشان‌دهنده افزایش آماس سلولی، سرعت تقسیم و گسترش سلول‌هاست که با افزایش سطح جذب ریشه و جمع‌آوری آب توسط ریشه انجام می‌گیرد. این باکتری‌ها به‌واسطه تولید هورمون IAA و مصرف آنزیم ACC دامیناز نیز سبب تشکیل ریشه‌های طویل‌تر و بهبود جذب آب از اعماق خاک می‌شوند و کارایی استفاده از آب را برای توسعه سطح برگ و رشد گیاه از طریق افزایش دسترسی گیاه به عناصر غذایی (به‌ویژه فسفر) بیشتر می‌کنند. در پژوهشی درباره تعداد برگ، تلقیح بذرها با *Jatrophis carcass* با باکتری‌های سودوموناس و باسیلوس (تیمار ترکیبی) سبب افزایش تعداد برگ شد [۲۱].

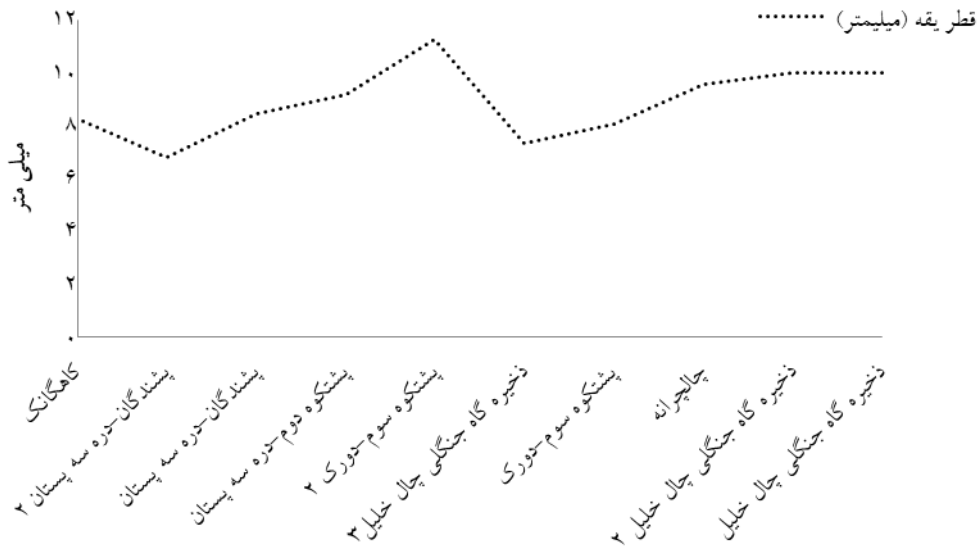
جدول ۵. مقایسه میانگین اثر باکتری بر برخی از ویژگی‌های مورفولوژیکی نونهال‌های گونه محلب

طول ریشه (سانتی‌متر)	تعداد برگ	سطح برگ (سانتی‌متر مربع)	وزن خشک اندام هوایی (گرم)	وزن خشک اندام زمینی (گرم)	قطر یقه (میلی‌متر)	طول ساقه (سانتی‌متر)	باکتری
۴۵/۸۶ ^c	۱۴/۹۳ ^c	۱۹/۲۱ ^d	۱۳/۰۶ ^c	۱۷/۱۹ ^c	۷/۰۳ ^d	۱۹/۹۷ ^c	شاهد
۶۸/۳۷ ^b	۱۹/۸۷ ^b	۲۳/۸۲ ^a	۱۹/۹۴ ^b	۲۶/۲۳ ^b	۸/۵۶ ^b	۲۵/۷۳ ^b	<i>P. fluorescens</i>
۶۴/۳۸ ^d	۱۸/۵۰ ^c	۲۱/۸۳ ^c	۱۷/۳۷ ^d	۲۲/۷۳ ^d	۸/۱۳ ^c	۲۳/۸۷ ^c	<i>Azotobacter. Sp</i>
۶۶/۰۳ ^c	۱۷/۴۰ ^d	۲۱/۵۹ ^c	۱۸/۰۷ ^c	۲۳/۷۷ ^c	۷/۹۳ ^c	۲۲/۷۰ ^d	<i>Bacillus. Sp</i>
۷۰/۶۱ ^a	۲۲/۰۰ ^a	۲۲/۷۹ ^b	۲۱/۶۳ ^a	۲۸/۴۵ ^a	۹/۰۷ ^a	۲۷/۶۶ ^a	Mix
۱/۱۵	۰/۷۲	۰/۴۳	۰/۴۶	۰/۶۱	۰/۲۰	۰/۷۱	LSD

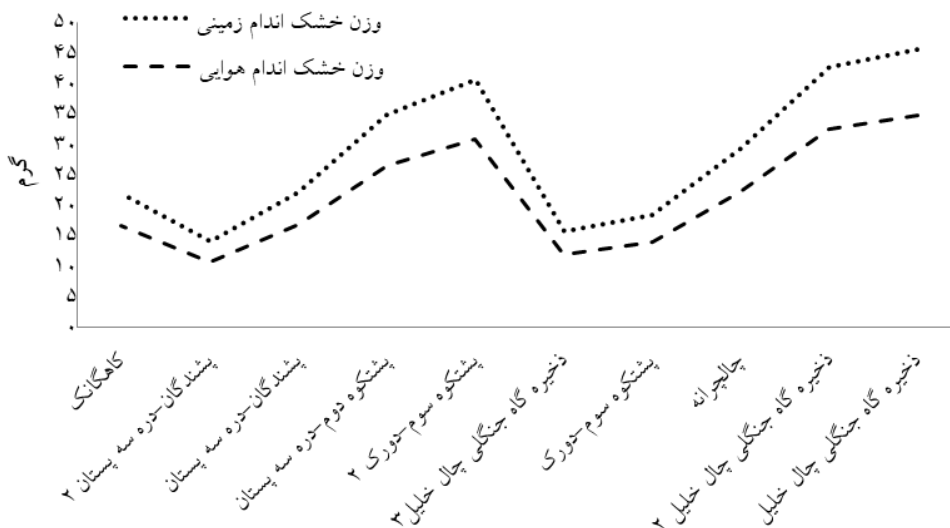
در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف متفاوت، در سطح ۵ درصد آزمون LSD اختلاف معنی‌دار دارند.



شکل ۱. طول ریشه و ساقه نونهال‌ها در جمعیت‌های مختلف گونه محلب با ترکیب هر سه باکتری (MIX)



شکل ۲. قطر یقه نونهال‌ها در جمعیت‌های مختلف گونهٔ محلب با ترکیب هر سه باکتری (MIX)



شکل ۳. بیوماس نونهال‌ها در جمعیت‌های مختلف گونهٔ محلب با ترکیب هر سه باکتری (MIX)

جنگلی نسبت به تلقیح واکنش بهتری داشته و رویش نونهال‌های حاصل‌شده شرایط مورفولوژیکی بهتری نشان دادند. مناطق حفاظت‌شده نمونه‌های بکر و دست‌نخورده‌ای از بوم‌سازگان‌های طبیعی و دارای صفات ژنتیکی برتر در اکوسیستم‌های طبیعی هستند که به‌دلیل برخورداری از ذخایر باارزش گیاهی، ویژگی‌هایی استثنایی دارند که می‌توانند سبب تولید و زادآوری باکیفیت‌تر بذرهای برای ایجاد نونهال‌های برتر باشند. مصرف توأم و تیمار ترکیبی از

نتایج این پژوهش به‌طور کلی بیانگر دو مسئلهٔ مهم است: نونهال‌های گونهٔ محلب از هر ده منطقه نسبت به تلقیح با باکتری‌های محرک رشد اثرهای مثبت نشان داد و ویژگی‌های مورفولوژیکی نونهال‌ها تحت تأثیر باکتری‌های محرک رشد قرار گرفت. به‌جز چند ویژگی همهٔ ویژگی‌های مورفولوژیکی نونهال‌ها تحت تأثیر تیمار توأم و تلقیحی باکتری‌های محرک رشد قرار گرفت و همچنین در بین ده منطقهٔ مورد مطالعه نونهال‌های گونهٔ محلب، ذخیره‌گاه‌های

به‌عنوان گونه مقاوم به تنش‌های محیطی، اهمیت آن در کنار گونه‌های درختی دیگر و از همه مهم‌تر مواجهه بودن این گونه با خطر نابودی و انقراض در جنگل‌های زاگرس، می‌توان با پرورش نهال‌های سالم و مقاوم از طریق افزایش و بهبود ویژگی‌های مورفولوژیکی نهال‌ها از راه تلقیح با باکتری‌های محرک رشد گامی مهم در زمینه تولید نهال‌های مقاوم با ژنوتیپ مطلوب در امر جنگلکاری و واکاری جنگل‌های زاگرس با این گونه جنگلی بارز بر داشت.

باکتری‌های محرک رشد به‌دلیل افزایش تنوع این ریزموجودات در خاک و توانایی هر گونه یا جنس از باکتری در افزایش صفات کمی و کیفی نهال‌ها رشدیافته می‌تواند بهترین گزینه و راه حل به‌منظور تلقیح باکتری‌های محرک رشد با نهال گونه‌های جنگلی برای افزایش و بهبود صفات مورفولوژیکی جهت بهبود استقرار و در نهایت واکاری و بهبود شرایط جنگلی باشد. به‌طور کلی با توجه به اهمیت گونه درختی محلب در جنگل‌های زاگرس

References

- [1]. Sabeti, H., (1976). *Forests, Trees and Shrubs of Iran*. Yazd University Press, Yazd, 810p.
- [2]. Zanganeh, H. (1999). Report of existence *Cerasus mahaleb* (L.) Mill. in Kermanshah province forests. Published by Forests, Range and Watershed Management Organization, Tehran, 13p.
- [3]. Khatam Saz, M. (1992). Flora of Iran, No. 6: Rosaceae, Publications of the Forest and Rangeland Research Institute. First Edition. 352 p.
- [4]. Modarres Hashemi, M., Panahpour, H., and Ismaili Sharif, M. (2010). National plan for collection, identification, maintenance, evaluation, reproduction and application of genetic resources of forest trees and shrubs in Iran (Isfahan province). Final report of the research project, Publications of the Forest and Rangeland Research Institute. 59 Pp.
- [5]. Shahryari, H., Rostami Shahraji, T., Sayad, E., and Yousef Nanaei, S. (2012). Investigation of some ecological condition of *Cerasus mahaleb* Miller (Rock cherry sp.) in Khouzestan province (county baghmalek forests). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 20(1): 137-150.
- [6]. Mafia, R.G., Alfenas, A.C., Ferreira, E.M., Henrique, D., Binoti, B., Mafia, G.M.V., and Moun-teer, A.H., (2009). Root colonization and interaction among growth promoting rhizobacteria isolates and eucalyptsspecies. Revista Árvore, 33 (1): 1-9.
- [7]. Karakurt, H., and Aslantas, R. (2010). Effects of some plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) strains on plant growth and leaf nutrient content of apple. Fruit Ornamental Plant Resources, 18: 101-110.
- [8]. Erturk, Y., Ramasan, E., Omur, D., and Metin, T. (2011). Effects of plant growth promotion rhizobacteria on vegetative growth and leaf nutrient content of hazelnut seedling (Tomul and Sivri). International Journal of Soil Science, 42: 91-98.
- [9]. Karličid, V., Radid, D., Jovičid Petrovid, J., Golubovid-Durguz, V., Kikovid, D., and Raičevic, V. (2015). Inoculation of Robinia pseudoacacia L. and Pinus sylvestris L. seedlings with plant growth promoting bacteria causes increased growth in coal mine overburden. In: Ivetid, V., and Stankovid, D. (Eds.). Proceedings of International Conference on Reforestation Challenges. Belgrade, Serbia, Reforesta, 3-6 June. 42-49.
- [10]. Teimouri, M., Korori, S.A.A., Khoshnevis, M., Matiniazadeh, M., and Kalagari, M. (2007). Effect of phosphate solubilizing bacteria inoculation on maple (*Acer velutinum*) seedlings. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 15(1): 76-82.
- [11]. Hasani, G., Akhgar, A.A.R., and Tajabadpour, A. (2012). Effectiveness of IAA and ACCDeaminaze producing *Pseudomonas fluorescent* on Growth of Pistachio seedling. Iranian Journal of Soil Research, 26(1): 89-97.
- [12]. Bahmani, M., Jalali, G.A., Asgharzadeh, A., and Tabari, M. (2015). Efficiency of *Pseudomonus putida* 169 on improvement few growth characters of *Calotropis procera* seedling under drought stress. Soil Biology, 2(3): 107-116.

- [13]. Yang, Y., Liu, Q., Han, C., Qiao, Y.Z., Yao, X.Q., and Yin, H.J. (2007). Influence of water stress and low irradiance on morphological and physiological characteristics of *Picea asperata* seedlings. *Photosynthetica*, 45: 613-619.
- [14]. Basra, S. M. A., Ashraf, M., Iqbal, N., Khaliq, A., and Ahmad, R. (2004). Physiological and biochemical aspects of pre-sowing heat stress on cotton seed. *Seed Science and Technology*, 32:765- 774.
- [15]. Hojjat Noughi, F., Akhgar, A.R., Esfandiarpour, I., and Khavazi, K. (2013). Evaluation of population and properties of PGPB of Endorhizosphere, Rhizosphere and Nonrhizosphere in Pistachio seedlings. *Iranian Journal of Soil and Water Sciences*, 23(4): 215- 234.
- [16]. Stepanova, A.N., Robertson-Hoyt, J., Yun, L.M., Benavente, D.Y., Xie, K., Dolezal, S., Jurgens, G., and Alonso, J.M. (2008). TAA1-mediated Auxin biosynthesis is essential for hormone crosstalk and plant development. *Cell*, 133: 177-191.
- [17]. Esitken, A., Yildiz, H.E., Ercisli, S., Donmez, M.F., Turan, M., and Gunes, A. (2010). Effects of plant growth promoting bacteria (PGPB) on yield, growth and nutrient contents of organically grown strawberry. *Scientia Horticulturae*, 124: 62-66.
- [18]. Rekha, P.D, Lai,W.A., Arun,A.B., Young,C.C. (2007). Effect of free and encapsulated *Pseudomonas putida* CC-FR2-4 and *Bacillus subtilis*CC-pg104 on plant growth under gnotobiotic condition. *Bio Resour Tech*, 98:447–451.
- [19]. Patel, D., and Saraf, M. (2013). Influence of soil ameliorants and microflora on induction of antioxidant enzymes and growth promotion of *Jatropha curcas* L. under saline condition. *European Journal of Soil Biology*, 55:47-54.
- [20]. Lata Nain, M., Yadav, R.C., and Saxena, J. (2012). Characterization of multifaceted *Bacillus* sp. RM-2 for its use as plant growth promoting bioinoculant for crops grown in semi-arid deserts. *Applied Soil Ecology* 59:124– 135.
- [21]. Rostamikia, Y., Tabarei Koochaksaraei, M., Asgharzade, A. and Rahmani, A. (2017). Effect of Growth Promoting Rhizobacteria on growth and nutrient elements of common hazelnut (*Corylus avellana* L.) seedlings in Ardabil Fandoqlou nursery. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*. 25(1): 116-126.

The Effect of Growth-Promoting Rhizobacteria on Morphological Growth Indices of *Cerasus mahaleb* (L.) Mill's Provenances - (Case study: Fereydunshahr)

B. Zamani Kebrabadi*; Ph.D. Forestry and Forest Ecology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, I.R. Iran

M. Esmacili Sharif; Assist., Prof., Division of Natural Resources, Isfahan Agricultural and Natural Resources, Agricultural, Research, Education and Extension Organization, Isfahan, I.R. Iran

(Received: 21 January 2022, Accepted: 09 May 2022)

ABSTRACT

In order to investigate the effect of inoculation of *Cerasus mahaleb* provenances in Fereydunshahr city of Isfahan with the most important rhizosphere bacteria stimulating plant growth on morphological indices of *Cerasus mahaleb*, a factorial experiment was planned in a completely randomized block design with three replications in a greenhouse. Inoculation of seedling with five levels including non-bacterial inoculation (as a control), inoculation with bacteria (*Bacillus* sp.), (*Azotobacter* sp.), (*Pseudomonas fluorescens*) and combination treatment of three growth-promoting bacteria (MIX) and calculation of characteristics morphological analysis of *Cerasus mahaleb* was performed. In the study of morphological traits of seedlings, combined treatment (MIX) of bacteria showed the best performance in stem length (27.66 cm), root length (70.61 cm), basal diameter (9.07 mm), shoot (21.62 g) and root (28.45 g) dry weight, and number of leaves (22). Only in leaf area (23.82 cm), bacterial treatment (*Pseudomonas fluorescens*) had better performance than MIX. The results showed that the weakest performance among bacterial growth stimulant treatments was related to bacteria (*Bacillus* sp.). Among the 10 study areas, Chal Khalil 1 and 2 forest reserve areas as well as Poshtkuh Durak 2 showed the best morphological traits compared with other areas in bacterial inoculation. In fact, inoculation of seedlings with growth-promoting bacteria can be a good way to produce healthy and strong seedlings as well as better establishment and increase the success of seedlings in disturbed and degraded habitats of this important species of Zagros forests.

Keywords: Growth promoting bacteria, *Cerasus mahaleb*, provenances, morphological traits.

* Corresponding Author, Email: Zamanikebrabadi67@gmail.com, Tel:+989133236009