۱۳ : ۱ (۴۹)، بهار ۱۴۰۲، ۲۴۷-۲۲۸

بررسی ارتباط میکوریزایی با برخی ویژگی‌های مرفوفیزیولوژیکی گیاه و خصوصیات خاک به منظور مهار گرد و غبار

زهرا ایازی: *دانش‌آموختهٔ دکتری بیابان‌زدایی، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشکدهٔ منابع طبیعی و کشاورزی کرج، دانشگاه تهران، ایران*

طیبه مصباح‌زاده[1]: *دانشیار گروه احیای مناطق خشک و کوهستانی، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشکدهٔ منابع طبیعی و کشاورزی کرج، دانشگاه تهران، ایران*

حسین آذرنیوند: *استاد گروه احیای مناطق خشک و کوهستانی، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشکدهٔ منابع طبیعی و کشاورزی کرج، دانشگاه تهران، ایران*

محمد جوان‌نیکخواه: *استاد گروه حشره‌شناسی و بیماری‌های گیاهی، دانشکدهٔ علوم و مهندسی کشاورزی، دانشکدهٔ منابع طبیعی و کشاورزی کرج، دانشگاه تهران، ایران*

ابراهیم صداقتی: *دانشیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان، ایران*

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخچهٔ مقاله (تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۰۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۴/۲۲)

چکیده

فرسایش بادی یکی از عوامل اصلی تخریب خاک و محیط زیست، آلودگی هوا، انتقال ذرات معلق و رسوب آن در شبکه‌های آبیاری و زهکشی است. طوفان گرد و غبار هنگامی رخ می‌دهد که بادهای غالب و قوی، ذرات خاک گسسته و خشک را با خود بلند و تا مسافت‌های طولانی حمل کند. بهترین روش تثبیت مناطق حساس به فرسایش بادی و طوفان‌های گرد و غبار، استقرار پوشش گیاهی است. با توجه به شرایط سخت مناطق بیابانی، استقرار پوشش گیاهی با مشکلاتی همراه است؛ بنابراین، همزیستی بین گیاهان و قارچ‌های میکوریز می‌تواند بر تولید، زادآوری و استقرار پوشش گیاهی نتایج مثبتی به همراه داشته باشد. این پژوهش با هدف بهبود توسعهٔ گیاهان در کاهش فرسایش بادی انجام شد. پس از نمونه‌برداری از ریشه و خاک ریزوسفری گیاهان، نهال‌های تاغ، گز و قره‌داغ در دو سطح تلقیح با قارچ میکوریزا و بدون تلقیح، سه سطح بدون تنش آبی، تنش آبی متوسط و تنش آبی شدید و سه نوع خاک استاندارد، خاک شمارهٔ ۱ (EC=0/5) و خاک شمارهٔ ۲ (EC=6) در قالب طرح فاکتوریل به صورت کشت گلخانه‌ای انجام شد. سپس آزمایش‌های مربوط به تونل باد، بررسی خصوصیات مورفولوژیکی گیاهان و آزمایش‌های مربوط به کلونیزاسیون قارچ میکوریزا بر روی ریشهٔ گیاهان بررسی شد. در این پژوهش، تلقیح قارچ میکوریزا به طور معنی‌داری باعث افزایش صفات رویشی در هر سه نوع گیاه شد؛ به طوری که در گیاه تاغ به افزایش ۱۸ تا ۴۰ درصدی صفات رویشی و کاهش ده درصدی میزان هدررفت خاک، در گیاه گز به افزایش ۲۰ تا ۴۵ درصدی صفات رویشی گیاه و کاهش دوازده درصدی میزان هدر رفت خاک و در قره داغ به افزایش ۲۱ تا ۳۵ درصدی صفات رویشی گیاه و کاهش ده درصدی میزان هدر رفت خاک منجر شد.

واژگان کلیدی: تنش‌های آبی، گرد و غبار، قارچ‌های میکوریزا، همزیستی.

* **نویسندهٔ مسئول: tmesbah@ut.ac.ir**

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-07-03]

[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.11.3]

۱ـ مقدمه

یکی از مهم‌ترین چالش‌های زیست محیطی به وجود آمده در سال‌های اخیر در منطقهٔ خاورمیانه و ایران، پدیدهٔ گرد و غبار است (Ghorchian et al, 2011). توفان گرد و غبار هنگامی رخ می‌دهد که بادهای غالب و قوی، ذرات خاک گسسته و خشک را با خود بلند و تا مسافت‌های طولانی حمل کند (Karimi et al, 2012). با توجه به اینکه بیش از دو سوم مساحت ایران را اراضی خشک و نیمه خشک فراگرفته است، کمبود بارش در این مناطق از تنوع اکولوژیکی آن کاسته و پوشش گیاهی با تراکم کم بر روی آن استقرار یافته‌است (Ahmadi, 2006)؛ این امر باعث شده نه تنها مصائب ناشی از فرسایش بادی در داخل کشور مشکل‌ساز باشد، بلکه حرکت گرد و غبار از کشورهای همجوار نیز گاهی به اخلال و بی‌نظمی در سیستم آب و هوایی کشور و بروز مشکلاتی منجر شود. نمونهٔ بارز این مشکلات کاملاً مشهود است؛ گاهی شدت گرد و غبار حتی در پایتخت از حد مجاز فراتر می‌رود و به تعطیلی کشور منجر می‌شود و به سایر تأسیسات صنعتی صدمه می‌زند. نتایج پژوهشگران نشان داده‌است که افزایش گرد و غبار به صورت عمده به شرایط روزانه و فصلی اقلیم، (Faghani et al, 2015) آستانه سرعت حرکت گرد و غبار در سطح ـ که عمدتاً به اندازه ذرات و درصد رطوبت وابسته است ـ همچنین نوع کانی خاک و نوع و مقدار پوشش گیاهی بستگی دارد (Fadhilia et al, 2014 & Shiranirad et al, 2000). گرد و غبار به لحاظ منشأ و مسافت شکل‌گیری و پیدایش، انواع مختلفی دارد که بر این اساس می‌توان آنها را به گرد و غبارهای محلی، منطقه‌ای و بین‌المللی تقسیم کرد. در شرایط محلی، اندازهٔ گرد و غبارها متنوع است و در سطوح ارتفاعی مختلفی به واسطهٔ بادها و جریان‌های هوایی، ایجاد و توزیع می‌شود. در این شرایط، درختان به‌خصوص جنگل‌های دست‌کاشت و کمربندهای سبز در صورت مدیریت درست می‌توانند در کاهش این گونه آلودگی‌ها نقش مؤثری داشته باشند (Fazeli Nia et al, 2013). فقدان مانع و کمبود پوشش گیاهی سبب شد منطقه در معرض طوفان‌های فرسایش بادی قرار گیرد، حجم عظیمی از ماسه به کیلومترها دورتر از محل اولیه انتقال یابد و به طور پراکنده صدها کیلومتر مربع زمین را در زیر ماسه مدفون کند (Mahmoudi, 2006).

مطالعات نشان می‌دهد که همواره نمی‌توان از روش‌های مکانیکی برای تثبیت خاک و جلوگیری از تولید گرد و غبار استفاده کرد، بلکه باید به سوی روش‌های بیولوژیکی گام برداشت. در این راستا، بررسی رابطهٔ پوشش گیاهی و خشکسالی با وقوع گرد و غبار اهمیت ویژه‌ای دارد (Alizadeh et al, 2008 & Sabbaghpour, 2008). با توجه به شرایط سخت مناطق بیابانی از جمله کمبود آب، شوری و قلیایی بودن خاک و غیره، استقرار پوشش گیاهی با مشکلاتی همراه است و باعث می‌شود تا روش‌های سنتی در احیای اراضی تخریب‌یافته و بیابانی با موفقیت کمی همراه باشد. محققان در چند دههٔ اخیر دریافتند که همزیستی بین گیاهان و قارچ‌های میکوریزا می‌تواند بر تولید و زادآوری گیاهان نتایج مثبت یا منفی داشته باشد (Eslani Katoli et al, 2012). همزیستی میکوریزایی قابلیت ارتجاعی گیاهان را در مقابل تنش‌های محیطی از قبیل کمبود مواد غذایی، خشکی و اختلالات خاک بهبود می‌بخشد (Barea et al, 2011). همچنین قارچ میکوریزا آربوسکولار به دلیل افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی و افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی، خطرات

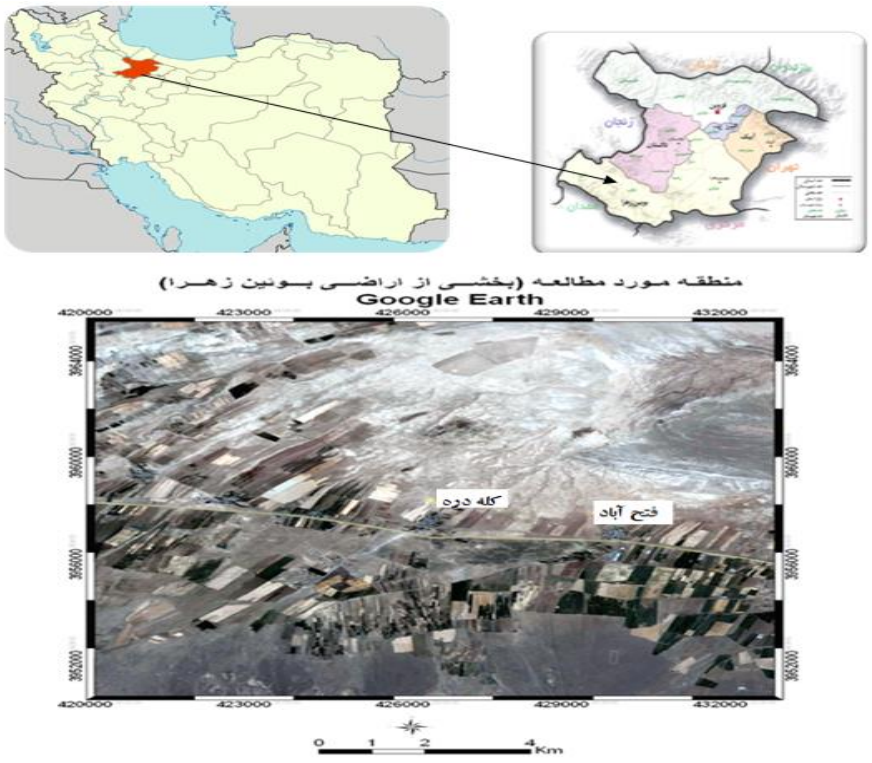
[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-07-03]

[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.11.3]

ناشی از تنش خشکی بر رشد و عملکرد گیاه را کاهش می‌دهد (Raesi et al, 2018). این قارچ از طریق دو مکانیسم اصلی، تثبیت فیزیکی با به دام انداختن ذرات انفرادی خاک به وسیلهٔ شبکه‌های گستردهٔ هیف و تثبیت شیمیایی توسط ترشحات چسب‌مانند، به پایداری خاکدانه‌ها کمک می‌کند (Besalatpour et al, 2013). بنابراین، در این مطالعه سعی شد بر اساس جدیدترین منابع اطلاعاتی و روش‌های موجود و بازدیدها و برداشت‌های صحرایی، زمینهٔ لازم برای اجرای این تحقیق فراهم شود. چهارچوب تحقیق نیز بدین شرح است: ابتدا رابطهٔ همزیستی بین گیاهان قره‌داغ، تاغ، گز و قارچ‌های میکوریزایی تأیید شد. سپس تأثیر این قارچ بر گونه‌های گیاهی در شرایط نرمال و بدون تنش بررسی شد و در ادامه نیز تأثیر آن بر گونه‌های گیاهی در شرایط تنش آبی و شوری، میزان درصد کلونیزاسیون و استفاده از تونل باد برای برآورد مقاومت خاک نمونهٔ تلقیح شده با قارچ میکوریزا، در سه نوع خاک و سه نوع تنش آبی بررسی شد.

۲ـ منطقهٔ مورد مطالعه

محدودهٔ مورد مطالعه، بخشی از اراضی شهرستان بوئین‌زهرا به مساحت ۱۹۹۹۶ هکتار است که در طول جغرافیایی "۴۴ '۰۶ °۵۰ تا "۲۳ '۱۵ °۵۰ شرقی و عرض جغرافیایی "۱۹ '۵۰ °۳۵ تا "۱۶ '۴۱ °۳۵ شمالی قرار دارد. بر اساس مطالعات انجام شده، منطقهٔ مورد مطالعه در محدودهٔ ارتفاعی ۱۱۷۶ تا ۱۲۶۰ متر از سطح دریا قرار دارد. در مجموع، منطقهٔ مورد مطالعه مسطح است که در آن به علت فقدان شیب زیاد، شبکهٔ هیدروگرافی قابل ملاحظه‌ای وجود ندارد.

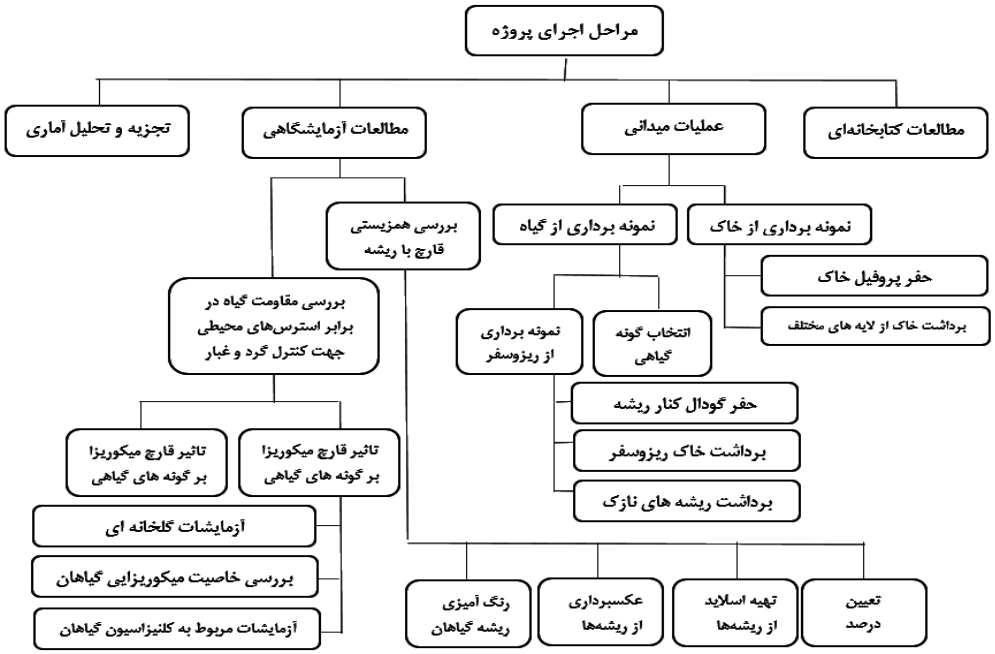


شکل ۱: محدودهٔ منطقهٔ مطالعاتی در کشور و استان

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-07-03]
[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.11.3]

۳ـ مواد و روش‌ها

با توجه به عنوان تحقیق »تأثیر جمعیت‌های میکوریزایی بر برخی ویژگی‌های مرفوفیزیولوژیکی گیاه و خصوصیات خاک به منظور مهار گرد و غبار»، سعی شد بر اساس جدیدترین منابع اطلاعاتی و روش‌های موجود، همچنین بازدیدها و برداشت‌های صحرایی، زمینهٔ لازم برای اجرای این تحقیق فراهم شود. چهارچوب و روند مطالعات نیز به شرح زیر تدوین شد (شکل ۲):



شکل ۲: فلوچارت مربوط به مراحل اجرای پروژه

۳ـ ۱ـ انتخاب گونهٔ گیاهی

در این مطالعه، بازدید میدانی از منطقهٔ مورد مطالعه صورت گرفت. سپس گیاهان غالب منطقه، شناسایی و چهار نمونه گیاه ــ که به نسبت، درصد بیشتری از پوشش منطقه را به خود اختصاص داده بود ــ انتخاب شد.

۳ـ۲ـ نمونه‌برداری

برای شناسایی کلونیزاسیون قارچ میکوریزا و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه، نمونه‌برداری انجام شد. ابتدا نمونه‌های خاک با روش‌های استاندارد به صورت فیزیکی و شیمیایی تجزیه شد (Shiranirad et al, 2000)، سپس برای تأیید رابطهٔ همزیستی بین گیاه و این قارچ‌ها، خاک و ریشه از محدودهٔ ریزوسفر گونه‌های گیاهی موجود نمونه‌برداری شد تا بتوان قارچ‌های میکوریزایی را که میزبان مشترکی دارد، شناسایی کرد (Samaei et al, 2014).

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-07-03]
[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.11.3]

۳ـ ۳ ـ شناسایی رابطهٔ همزیستی قارچ‌های میکوریزا با ریشهٔ گیاهان از روش استاندارد فیلیپس و هایمن

هدف اولیه از مطالعهٔ آغشتگی ریشه‌ها در بسیاری از آزمایش‌های میکوریزی، مشاهده و تأیید تشکیل میکوریزا و اندازه‌گیری کمی تشکیل آن در سیستم ریشه‌ای است. برای شناسایی رابطهٔ همزیستی قارچ‌های میکوریزا با ریشهٔ گیاهان، از روش استاندارد فیلیپس و هایمن استفاده شد. همچنین برای برآورد درصد کلونیزاسیون قارچ میکوریزا، از روش جیووانی و موس استفاده شد (Khaledi, 2013).

$$\text{درصد کلون‌سازی ریشه} = \frac{\text{تعداد آلودگی در تقاطع‌های عمودی + تعداد آلودگی در تقاطع‌های افقی}}{\text{تعداد آلودگی در تقاطع‌های عمودی + تعداد تقاطع ریشه با خطوط افقی}} \times 100$$

۳ـ۴ـ مطالعه بر روی گیاه مقاوم به استرس‌های محیطی برای کنترل گرد و غبار در دو مرحله

ـ بررسی تأثیر قارچ میکوریزا بر گونه‌های گیاهی

این آزمایش به صورت طرح فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل در چهار تکرار انجام شد. عوامل مورد بررسی در این تحقیق شامل قارچ میکوریزا، گونهٔ گیاهی، تنش آبی و نوع خاک بود. سطوح قارچ میکوریزا عبارت است از بدون تلقیح (شاهد) و تلقیح گونه‌ها با قارچ مخلوط شده از گونه‌های *Funneliformis mosseae , Rhizophagus intraradices, Glomus iranicus, Glumus irregularis, Glomus caledoniumm*. عامل نوع گونهٔ گیاهی نیز شامل تاغ[1]، گز[2] و قره‌داغ[3]؛ عامل خاک شامل خاک استاندارد (مخلوط کوکوپیت، ماسه و رس به نسبت مساوی)، خاک شمارهٔ ۱ (ماسه بادی) و شمارهٔ ۲ (خاک شور)؛ و عامل تنش آبی شامل آبیاری معمولی، متوسط و شدید بود. تنش معمولی از یک هفته تا ده روز یک‌بار آبیاری انجام می‌شد، تنش متوسط از ۱۵ تا ۲۵ روز یک بار و تنش شدید از ۳۰ تا ۵۵ روز یک بار که در انتها تا زمان خشک شدن گیاه ادامه داشت.

برای بررسی تأثیر قارچ میکوریزا بر گونه‌های گیاهی در شرایط نرمال و بدون تنش، از میان نهال‌های تلقیح شده از هر گیاه چهار تیمار بررسی شد. ارتفاع ساقه، وزن تر، وزن خشک، طول ریشه، حجم ریشه، سطح ریشه، نسبت شاخه به ریشه و درصد آب نسبت به وزن خشک، اندازه‌گیری و داده‌ها ثبت شد. همچنین از ریشه‌های تلقیح شده نیز نمونه‌برداری شد و برای تعیین درصد کلونیزاسیون، به آزمایشگاه انتقال یافت.

ـ بررسی تأثیر قارچ میکوریزا بر گونه‌های گیاهی در شرایط تنش آبی و نوع خاک

خاک استاندارد، خاک شمارهٔ ۱ و خاک شمارهٔ ۲ (خاک‌های تهیه شده از منطقهٔ مورد مطالعه)، با دو تیمار ریشه‌های تلقیح شده با کود میکوریزا و بدون تلقیح و با سه اثر تنش آبی معمولی، متوسط و شدید بررسی شد.

[1] Haloxylon aphyllum
[2] Tamarix aphylla
[3] Nitraria schoberi

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-07-03]
[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.11.3]

۳ـ۵ـ استفاده از تونل باد برای بررسی مقاومت خاک نمونه تلقیح شده

در این بخش از پژوهش، مقاومت خاک در مقابل باد با وجود سیستم ریشه‌ای تلقیح شده به قارچ میکوریز بررسی شد. گرهک‌های ایجاد شده بر روی ریشه‌ها به شدت شکننده بود و تمایل به ریختن داشت و این تمایل بعد از خشک شدن گیاه دوچندان شد؛ به همین دلیل، برای تقویت آنها از سیلندر شبکه‌ای استفاده شد. بعد از جداکردن اندام هوایی، سیلندرها از گلدان بیرون آورده و وزن شد، سپس درون تونل باد قرار گرفت. سرعت باد از کم شروع شد و به تدریج تا جایی افزایش یافت که ذره‌های خاک شروع به کنده شدن کنند و سرعت آستانه مشخص شود. بعد از پانزده دقیقه، به تدریج سرعت کاهش یافت تا به صفر رسید و دوباره سیلندر وزن شد. سرعت آستانه در خاک شاهد ۸/۵ متر بر ثانیه، در خاک

شمارهٔ ۱، شش متر بر ثانیه و در خاک شمارهٔ ۲، ۱۱/۵ متر بر ثانیه بود. به این ترتیب، میزان هدر رفت خاک طبق فرمول زیر برآورد شد.

رابطهٔ ۱

$$sl = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_s} \times 100$$

sl: درصد هدر رفت خاک؛

m_1 و m_2: وزن سیلندر همراه گرهک‌های ریشه قبل و بعد از آزمایش تونل باد؛

m_s: وزن سیلندر خالی.

۴ـ نتایج

۴ـ۱ـ خصوصیات شیمیایی و فیزیکی و مورفولوژیکی پروفیل‌های مورد مطالعه

در این تحقیق، خاک‌های موجود بر اساس کلید رده‌بندی خاک با درنظر گرفتن فیزیوگرافی (شکل اراضی)، مواد مادری و خصوصیات مورفولوژی خاک‌ها از قبیل افق‌های مشخصه، رنگ، بافت، ساختمان، تمرکز مواد در افق‌های خاک و با توجه به نتایج آزمایشگاهی پروفیل‌های خاک و رژیم‌های رطوبتی (ترمیک) و حرارتی (اریدیک)، در ردهٔ اریدی‌سول‌ها قرار گرفت (جدول ۱).

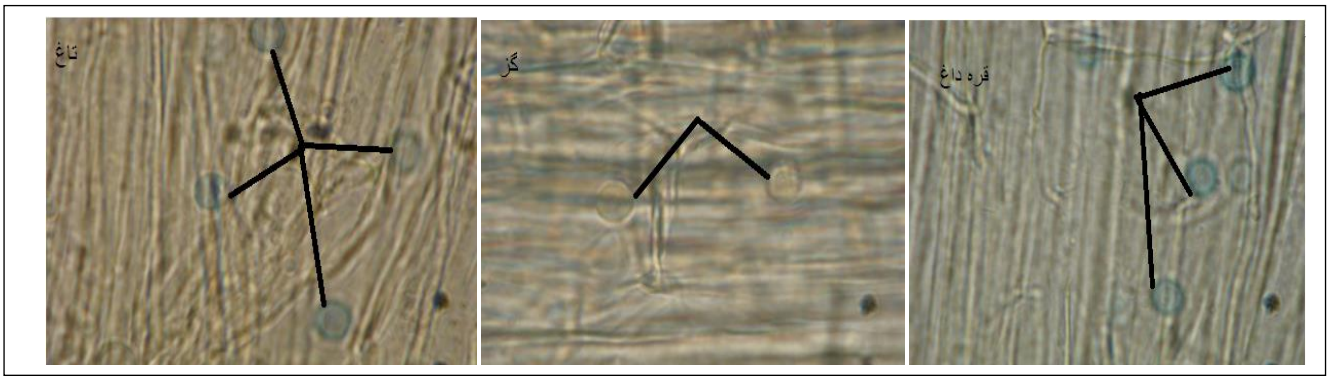
جدول ۱: رده‌بندی خاک‌های منطقهٔ مورد مطالعه در سطوح رده، زیر رده، گروه بزرگ و زیر گروه

رده	زیر رده	گروه بزرگ	زیر گروه
Aridisols	Gypsids	Haplogypsids	Sodic Haplogypsids
			Typic Haplogypsids

۴ـ۲ـ رابطهٔ همزیستی بین گیاهان قره‌داغ، تاغ و گز قارچ‌های میکوریزایی

اسپور قارچ‌های میکوریزا از بین تمام نمونه‌های جمع‌آوری شدهٔ منطقهٔ مطالعاتی بویین‌زهرا، در گیاهان تاغ، گز و قره-داغ مشاهده شد و میزان کلونیزاسیون در هر کدام به ترتیب ۲، ۴ و ۹ درصد برآورد شد.

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-07-03]
[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.11.3]



شکل۳: تصاویر مربوط به وجود قارچ میکوریزا در ریشهٔ گیاهان تاغ، گز و قره‌داغ جمع‌آوری شده از منطقهٔ مطالعاتی

۴-۳- تأثیر قارچ میکوریزا بر صفات رویشی گونه‌های گیاهی در شرایط نرمال و بدون تنش

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد (جدول ۲) که اثر قارچ مخلوط میکوریزا بر صفات وزن خشک ریشه، وزن تر ریشه، سطح ریشه، طول ریشه، حجم ریشه، وزن تر اندام هوایی و طول این اندام در سطح ۱٪ معنی‌دار بود.

جدول ۲: تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برخی صفات مورفولوژیک تاغ، گز، قره داغ تلقیح شده با میکوریزا

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن تر اندام هوایی (g)	وزن تر ریشه (g)	وزن خشک ریشه (g)	طول اندام هوایی (cm)	طول ریشه (cm)	حجم ریشه (cc)	سطح ریشه (cm^2)
t_1	۲	۳/۹۰*	۷/۵۴*	۰/۹۸*	۱۳/۶۲*	۱۰/۶۹*	۱/۶۵*	۱۰۲/۴۶*
t_2	۱	۱/۹۹*	۳/۲۰*	۰/۸۷*	۳۱/۶۸*	۹۳/۹۹*	۴/۰۲*	۴۹۳/۸۲*
$t_1 \times t_2$	۲	۰/۰۴ns	۰/۳۵**	۰/۱۳ns	۶۶/۴۶*	۲۴/۰۱۹**	۱/۶۹**	۱۱۳/۴۴**
Eror	۱۴	۱/۲۳	۱/۱۱	۱/۱۰	۱۰۱/۸۵	۵۵/۷۹	۰/۸۴	۷۷/۵۸
%CV		۱۵/۰۴	۲۲/۹۲	۵۲/۵۱	۱۰/۶۱	۸/۴۵	۱۶/۰۳	۱۲/۳۹

ns ** و * به ترتیب بیانگر غیرمعنی‌دار بودن و تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد است.

t_1: گونه گیاهی و t_2: میکوریزا

۴-۴- تأثیر قارچ میکوریزا بر گونه‌های گیاهی در شرایط تنش آبی و نوع خاک

نتایج حاصل از تجزیه واریانس در هر چهار شاخص گونهٔ گیاهی، قارچ میکوریزا، تنش آبی و خاک نشان داد که اثر قارچ مخلوط میکوریزا بر صفات وزن تر و خشک ریشه، وزن تر و خشک اندام هوایی، طول ریشه و طول اندام هوایی و سطح ریشه و حجم ریشه در هر سه گونهٔ گیاهی تاغ، گز و قره‌داغ و با اعمال تیمارهای تنش آبی و خاک در سطح احتمال ۹۹٪ تفاوت معنی‌دار وجود داشت ($P\leq ۰/۰۱$) جدول ۳.

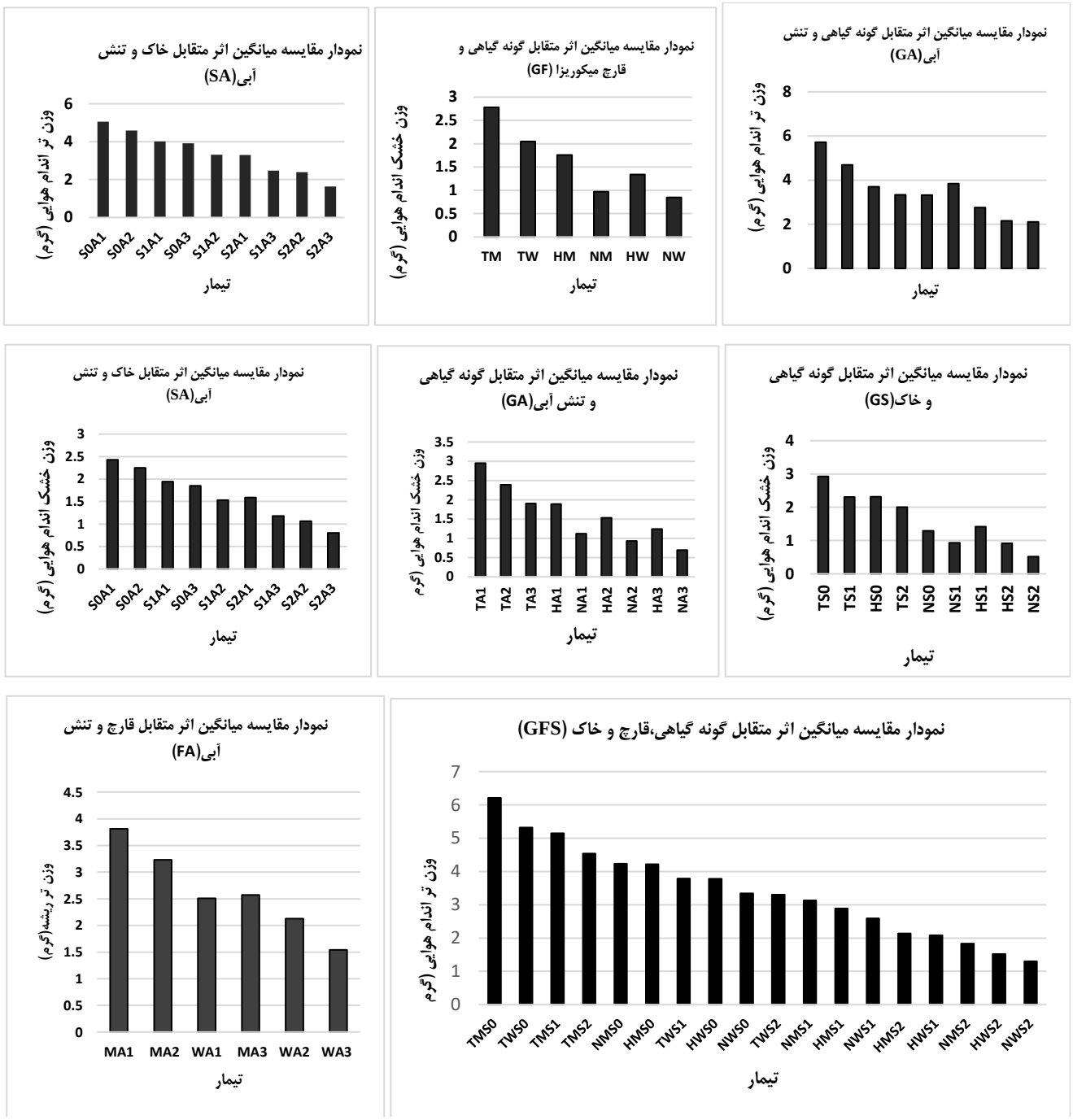
[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-07-03]
[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.11.3]

جدول ۳: تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برخی صفات مورفولوژیک تاغ، گز، قره داغ تلقیح شده با میکوریزا

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن تر اندام هوایی (g)	وزن تر ریشه (g)	وزن خشک اندام هوایی (g)	وزن خشک ریشه(g)	طول اندام هوایی (cm)	طول ریشه (cm)	حجم ریشه (cc)	سطح ریشه (cm^2)	% هدر رفت خاک
G	۲	۴۶/۴۲**	۲۰/۴۳**	۳۶/۰۸**	۲۴/۰۷**	۱۱۵۴/۳۸**	۷۴۰/۷۶**	۶۶/۶۱**	۳۲۸۵/۵۶**	۰/۰۱۴*
F	۱	۱۸/۰۱**	۴/۸۸**	۳۵/۲۰**	۵/۶۶**	۸۳۵/۸۹**	۷۷۰/۶۶**	۱۰۱/۸۸**	۳۶۷۳/۲۵**	۰/۱۷*
S	۲	۳۹/۳۵**	۹/۷۵**	۳۳/۰۵**	۴/۵۵**	۵۵۷/۵۶**	۳۸۴/۸۱**	۳۵/۱۹**	۱۹۲۳/۶۳**	۴/۹۷*
A	۲	۱۸/۸۸**	۴/۵۳**	۱۱/۰۶۸**	۲/۶۳۹**	۳۱۵/۹۶**	۱۹۸/۳۸**	۱۲/۳۴**	۱۰۳۵/۸۶**	۰/۰۷*
GF	۲	۰/۸۰**	۰/۸۴**	۱/۵۲۹**	۱/۴۹**	۶/۵۱^{ns}	۳۱/۳۱**	۲۴/۴۷**	۵۸۸/۹۷**	۰/۰۰۰۹^{ns}
GS	۴	۰/۵۶**	۰/۳۷**	۰/۴۲۸**	۰/۱۱**	۱۵/۶۸^{ns}	۱۱/۹۱^{ns}	۱/۷۴**	۲۹/۹۳^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}
GA	۴	۰/۶۲**	۰/۳۰۹**	۰/۷۴**	۰/۵۵**	۴/۹۱^{ns}	۷/۲۵^{ns}	۱/۰۵**	۳۷/۷۷^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}
FS	۲	۰/۰۶^{ns}	۰/۰۵۹^{ns}	۰/۳۵**	۰/۱۵۸**	۰/۷۴^{ns}	۵/۳۷^{ns}	۰/۳۸**	۷۹/۲۴^{ns}	۰/۰۰۱۶^{ns}
FA	۲	۰/۰۷^{ns}	۰/۰۱۸^{ns}	۰/۱۶*	۰/۰۱^{ns}	۴/۵۰^{ns}	۰/۷۶^{ns}	۰/۷۰**	۲۶/۱۸^{ns}	۰/۰۰۰۳^{ns}
SA	۴	۰/۲۵**	۰/۰۹۶*	۰/۴۲۸^{ns}	۰/۰۷**	۱۶/۹۷^{ns}	۲/۹۴^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۱۷/۶۹^{ns}	۰/۰۰۵^{ns}
GFS	۴	۰/۱۶*	۰/۰۱۳^{ns}	۰/۱۴*	۰/۰۵۶**	۲/۸۸^{ns}	۴/۱۷^{ns}	۰/۲۰**	۴۱/۲۸^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}
GFA	۴	۰/۰۷^{ns}	۰/۰۱۶^{ns}	۰/۰۶^{ns}	۰/۰۳**	۷/۶۲^{ns}	۱/۷۸^{ns}	۰/۰۹^{ns}	۲۶/۶۰^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}
GSA	۸	۰/۰۶۹^{ns}	۰/۰۴۹^{ns}	۰/۱۱*	۰/۱۳۶**	۶/۵۵^{ns}	۲/۱۲^{ns}	۰/۱۳*	۵۱/۷۶^{ns}	۰/۰۰۰۵^{ns}
FSA	۴	۰/۰۱۸^{ns}	۰/۰۴۰^{ns}	۰/۰۴^{ns}	۰/۰۳*	۲/۴۷^{ns}	۴/۳۶^{ns}	۰/۰۵^{ns}	۱۹/۶۱^{ns}	۰/۰۰۳۵^{ns}
GFSA	۸	۰/۰۱^{ns}	۰/۰۲۰^{ns}	۰/۰۴^{ns}	۰/۰۶**	۴/۳۴^{ns}	۱/۱۵^{ns}	۰/۰۸^{ns}	۴۱/۸۹^{ns}	۰/۰۰۱۵^{ns}
Eror	۵۴	۰/۰۶	۰/۰۲۹	۰/۰۵	۰/۰۱	۷/۰۵	۵/۰۵	۰/۰۵	۳۹/۰۲	۰/۰۰۳۳
CV		۷/۲۶	۱۰/۴۷	۸/۶۹	۹/۰۰	۹/۲۴	۹/۳۴	۸/۲۸	۲۱/۹۴	۶/۳۲

ns ** و * به ترتیب بیانگر فقدان معنی‌داری و تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد است.

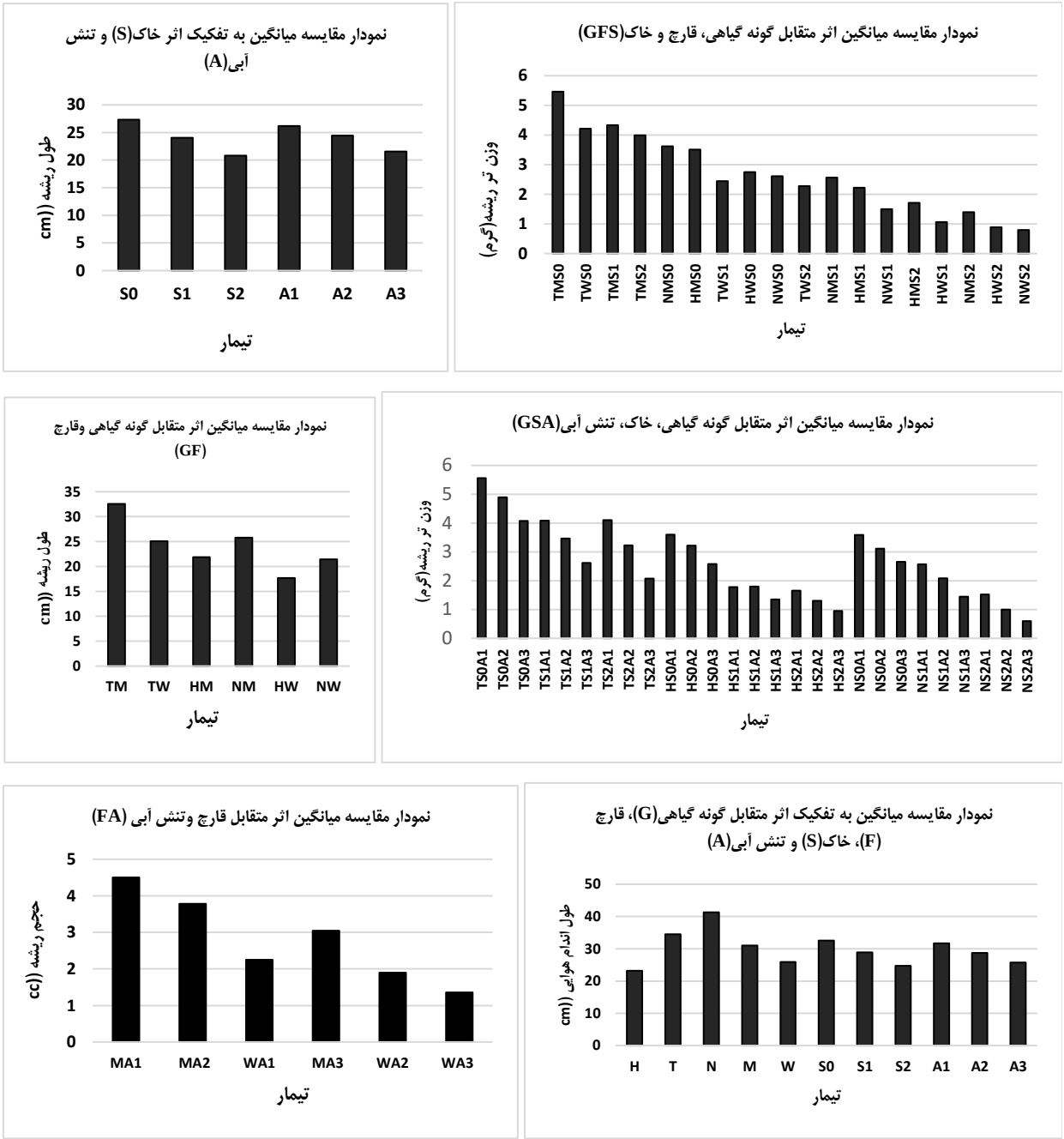
[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-07-03]
[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.11.3]



شکل ۴: نمودارهای مقایسهٔ میانگین اثرات متقابل تیمارها بر صفات رویشی

اثر قارچ میکوریزا تاغ، به افزایش ۱۸ تا ۴۰ درصدی صفات رویشی گیاه منجر شد. همچنین کاهش رشد در خاک شمارهٔ ۲، حدود ۴۰ تا ۶۰ درصد نسبت به خاک نرمال و ۲۵ تا۴۰ درصد نسبت به خاک شمارهٔ ۱ و کاهش حدود ۳۵ درصدی در صفات رویشی نسبت به تنش آبی نرمال و ۱۵ درصدی نسبت به تنش آبی متوسط بود.

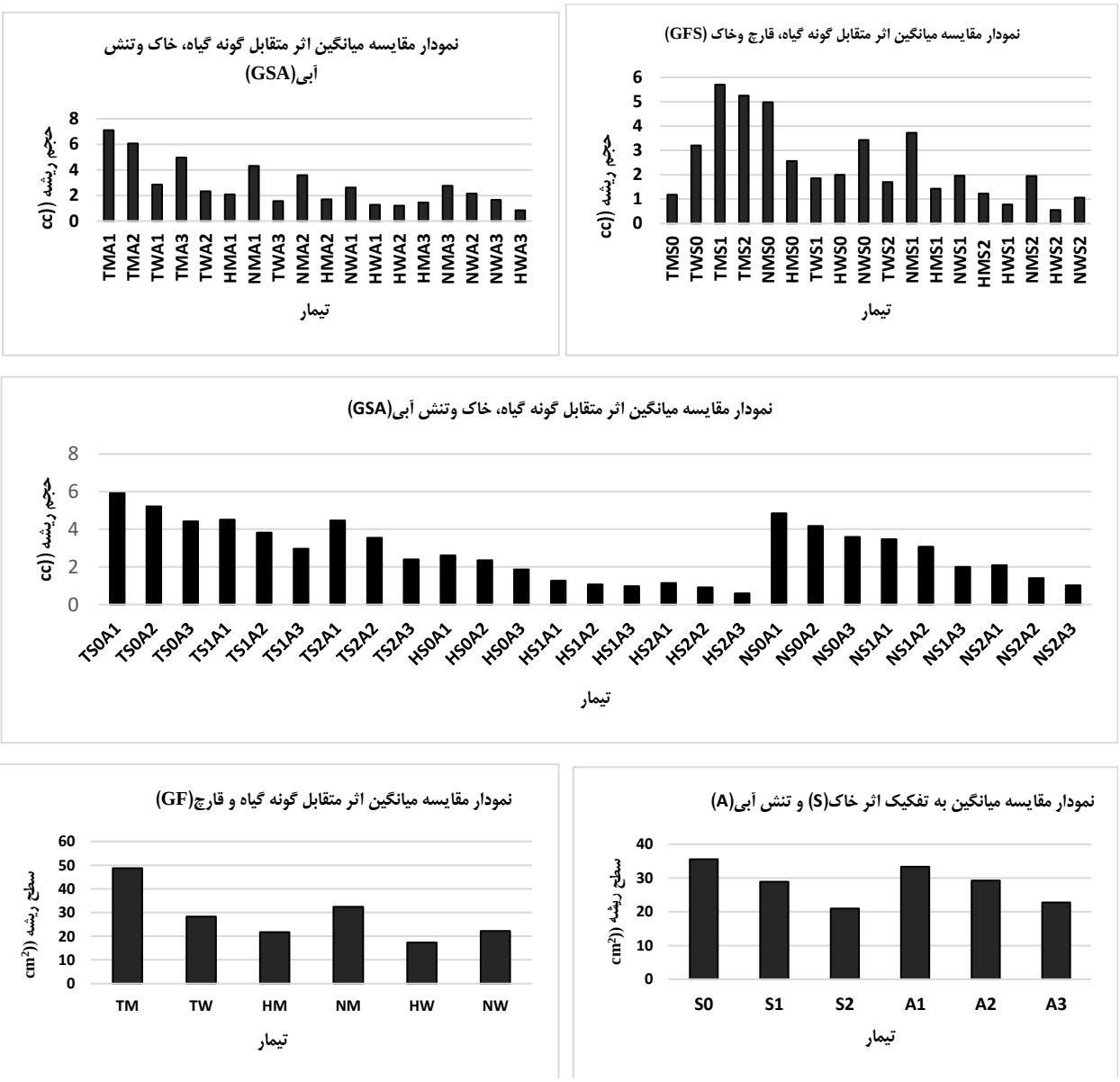
[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-07-03]
[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.11.3]



شکل ۵: نمودارهای مقایسهٔ میانگین اثرات متقابل تیمارها بر صفات رویشی

اثر قارچ میکوریزا در گز، به افزایش ۲۰ تا ۴۵ درصدی صفات رویشی گیاه منجر شد. کاهش رشد در خاک شمارهٔ ۲، حدود ۲۸ تا ۳۵ درصد نسبت به خاک نرمال و ۱۲ تا ۱۵ درصد نسبت به خاک شمارهٔ ۱ و کاهش حدود ۱۸ تا ۳۵ درصدی در صفات رویشی نسبت به تنش آبی نرمال و ۹ تا ۲۰ درصدی نسبت به تنش آبی متوسط بود.

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-07-03]
[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.11.3]



شکل ۶: نمودارهای مقایسهٔ میانگین اثرات متقابل تیمارها بر صفات رویشی

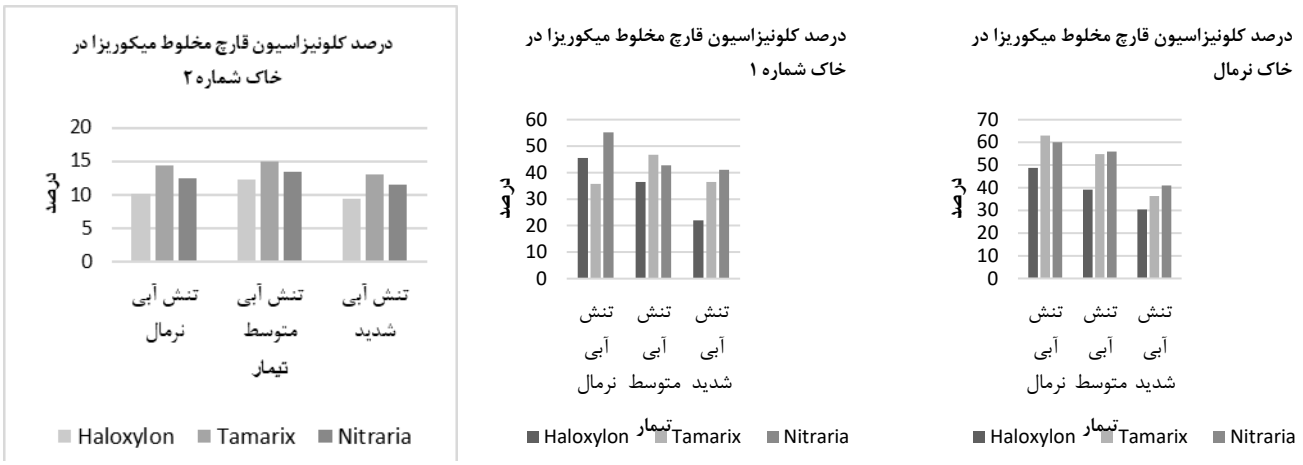
اثر قارچ میکوریزا در قره‌داغ، به افزایش ۲۱ تا ۳۵ درصدی صفات رویشی گیاه منجر شد. همچنین کاهش رشد در خاک شمارهٔ ۲، حدود ۳۰ تا ۶۰ درصد نسبت به خاک نرمال و ۱۹ تا ۴۴ درصد نسبت به خاک شمارهٔ ۱ و کاهش حدود ۲۵ درصدی در صفات رویشی نسبت به تنش آبی نرمال و ۳۸ درصدی نسبت به تنش آبی متوسط بود.

۴ـ۵ ـ میزان درصد کلونیزاسیون

مطابق نمودارهای شکل ۷، کمترین میزان کلونیزاسیون ریشه در هر سه نوع خاک ــ بدون در نظر گرفتن شاهد در نهال‌هایی که با قارچ میکوریزا تلقیح شده‌اند ــ مربوط به سطح آبیاری با تنش شدید بود. همچنین خاک شمارهٔ ۲ نیز کمترین میزان کلونیزاسیون ریشه را داشت.

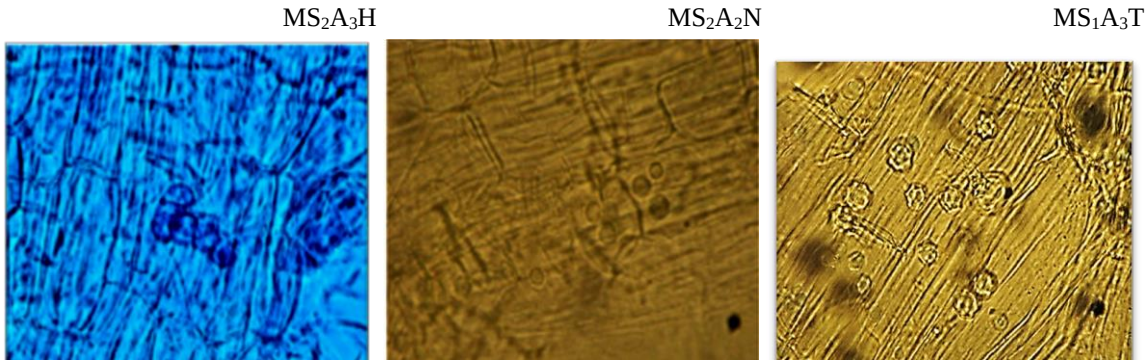
[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-07-03]
[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.11.3]

طبق نمودار شکل ۷، کمترین میزان کلونیزاسیون مربوط به گیاه تاغ در هر سه نوع خاک نرمال، ۱ و ۲ و سطح تنش آبی شدید بود که به ترتیب ۳۰، ۲۲ و ۹ درصد بود. همچنین خاک شمارهٔ ۲، در هر سه تنش آبی کمترین میزان کلونیزاسیون را داشت.



شکل ۷: نمودار درصد کلونیزاسیون قارچ مخلوط میکوریزا در خاک (نرمال، خاک شمارهٔ ۱ و شمارهٔ ۲)

با توجه به نتایج نمودارها می‌توان گفت که هر چه تنش آبی بیشتر شود، میزان درصد کلونیزاسیون کاهش می‌یابد. نوع خاک نیز در کاهش کلونیزاسیون بی‌تأثیر نیست؛ زیرا با توجه به EC در خاک‌ها می‌توان گفت در خاک شمارهٔ ۲ به کاهش درصد کلونیزاسیون منجر شده‌است؛ یعنی هر چه شوری بیشتر شود، میزان تشکیل هیف‌ها در گیاهان نیز کاهش می‌یابد.



شکل ۸: نمونه تصاویر مربوط به کلونیزاسیون قارچ میکوریزا در گیاهان تاغ، قره‌داغ و گز بعد از اجرای آزمایش‌ها

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-07-03]
[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.11.3]

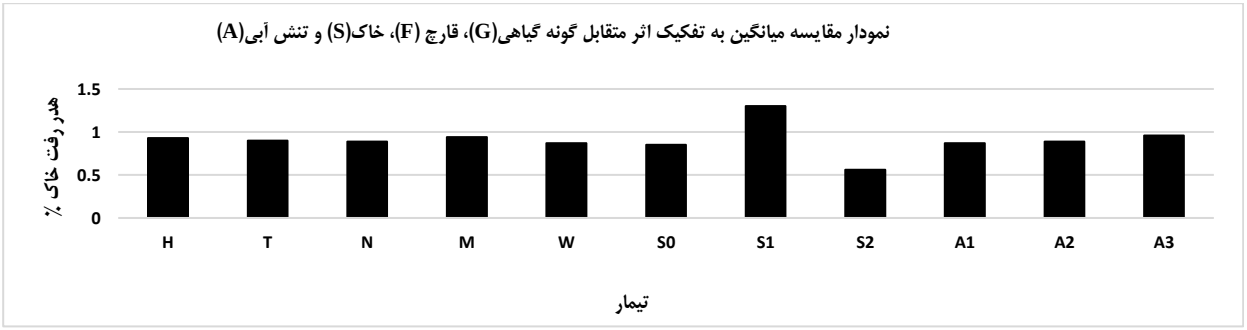
۴ـ۶ ـ استفاده از تونل باد برای بررسی مقاومت خاک نمونهٔ تلقیح شده

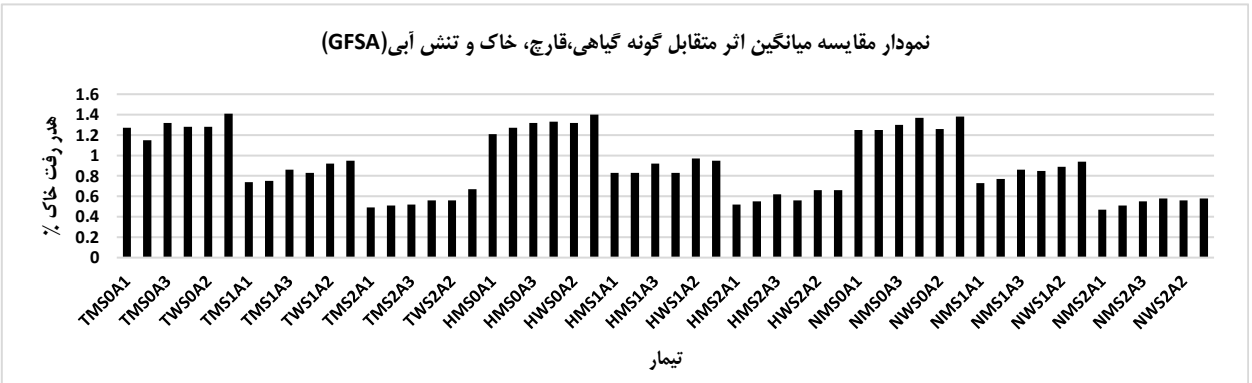
نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان داد که اثر قارچ مخلوط میکوریزا بر هدر رفت خاک در تیمارهای مورد بررسی، در سطح احتمال ۹۹٪ تفاوت معنی‌دار داشت ($P\leq$۰/۰۱). بر اساس جدول تجزیه واریانس، اثر گونهٔ گیاهی (G)، قارچ میکوریزا (F)، خاک (S) و تنش آبی (A) در سطح احتمال ۵٪ بر هدر رفت خاک معنی‌دار بود (جدول ۴).

جدول ۴: نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) بر هدر رفت خاک

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F Value	Pr > F
هدر رفت خاک	۵۳	۰/۱۹۵۶۷۷۸۷	۵۹/۱۸	<۰/۰۰۰۱**
خطای آزمایش	۵۴	۰/۰۰۳۳۰۶۴۸		
C.V%		۶/۳۲۲۱۱۹		

** بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد است.





شکل ۹: نمودارهای مقایسهٔ میانگین اثرات متقابل تیمارها بر هدر رفت خاک

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-07-03]
[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.11.3]

همچنین نتایج میانگین اثر قارچ میکوریزا از نظر هدر رفت خاک نشـــان داد که اثر این قارچ بر هدر رفـت خـاک مثبت بود و نسبت به شاهد (بدون قارچ میکوریزا) اختلاف هشت درصدی داشت. نتایج میانگین اثر خـاک از نظـر هـدر رفت خاک نیز نشـــان داد که پایین‌ترین میانگین این اثر، در خاک شمارهٔ ۲ با اخـتلاف ۲۴ و ۱۴ درصـدی نسـبت بـه خاک شمارهٔ ۱ و نرمال بود. نتایج میانگین اثر تنش آبی نیز نشان داد که اثر تنش آبی بر هدر رفت خاک معنی‌دار بود؛ به طوری که در تنش آبی شدید، کاهش دوازده درصدی نسبت به تنش آبی نرمال و متوسط مشاهده شد. اثر متقابل GFSA مطابق با آزمون t مقایســـهٔ میانگین LSD از نظر هدر رفت خاک نشـــان داد که تنش آبی نیز به افزایش میـزان هـدر رفت خاک منجر می‌شود؛ به طوری که میزان این هدر رفت در تنش آبی شـــدید حدود ۱۰٪ است. هدر رفت خاک در خاک شـــمارهٔ ۲ نســـبتاً کمتر بود. این نســـبت، حدود ۵۰٪ نسبت به خاک شاهد و ۳۰٪ نسبت به خاک شمارهٔ ۱ بود.

بحث و نتیجه‌گیری

در تحقیق حاضر، ابتدا رابطهٔ همزیستی بین گیاهان قره‌داغ، تاغ، گز و قارچ‌های میکوریزایی تأیید شد. سپس تأثیر این قارچ بر گونه‌های گیاهی در شرایط نرمال و بدون تنش بررسی و در ادامه نیز تأثیر آن بر گونـه‌های گیـاهی در شـرایط تنش آبی و شوری، میزان درصد کلونیزاسیون و استفاده از تونل باد برای برآورد مقاومت خاک نمونهٔ تلقیح شده در سـه نوع خاک و تحت سه نوع تنش آبی بررسی شد. بعد از بررســـی گیاهان منطقه، در نهایت قره‌داغ، تاغ و گز به ترتیـب با ۹، ۴ و ۲ درصـــد آلودگی میکوریزایی برای تحقیق حاضر انتخاب شد. اگرچه درصـــد کلونیزاســـیون در گیاهـان مورد بررســـی نســـبتاً پایین بود، می‌توان گفت در شـــرایط ســـخت خشـــکی و شـــوری حـاکم در بیابـان‌هـا هـم می‌توان قارچ‌هایی را یافت که نه تنها می‌توانند بر مشـــکلات خود فائق بیایند، بلکه به بقای گیاه هم‌زیست خود هم منجر شوند.

در این پژوهش، تلقیح قارچ میکوریزا به طور معنی‌داری به افزایش صفات رویشی در هر سه نوع گیاه منجر شـد؛ بـه طوری که در گیاه تاغ به افزایش ۱۸ تا ۴۰ درصدی صفات رویشی و کاهش ۱۰ درصدی میزان هدر رفت خاک، در گیـاه گز به افزایش ۲۰ تا ۴۵ درصدی صفات رویشی گیاه و کاهش ۱۲ درصدی میزان هدر رفت خاک و در قره‌داغ به افـزایش ۲۱ تا ۳۵ درصدی صفات رویشی گیاه و کاهش ۱۰ درصدی میزان هدر رفت خـاک منجـر شـد. نتـایج بررسـی درصـد کلونیزاسیون نیز نشان داد که با تلقیح قارچ میکوریزی، درصد کلونی‌سازی این قارچ نسبت به شاهد افزایش داشت.

در بســـیاری از پژوهش‌ها نشـــان داده شـــده‌اســـت که آلودگی غلات با میکوریزا بـه افـزایش حجـم و زیتـوده ریشـــه منجر می‌شـــود (Alkaraki and Hamnad, 2001). همچنین تلقیح میکوریزا تحت‌تـأثیر تـنش‌هـای خشـکی و شوری، سبب رشد حجم ریشه و افزایش ظرفیـت فتوشـیمیایی در گیاهـان مـی‌شـود (Harris-Valle et al, 2018). ایـن توســـعه با افزایش هورمون‌های رشـــد در ارتباط است و به بهبود جذب آب و املاح توسط گیـاه آلـوده بـه میکـوریزا منجر می‌شود (Al-Karaki and Clark, 1998 & Auge et al, 2001). کاربرد میکوریزا نیز سطح ریشه را تـا ۸٪ افـزایش می‌دهد. سطح ریشه می‌تواند بیانگر سطح تماس گیاه با خاک باشد و احتمال دسترسی به آب بیشتر را مهیا سـازد (Barea

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-07-03]

[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.11.3]

et al, 2011). همچنین این قارچ به افزایش شاخص سطح برگ، سرعت رشد نسبی و سرعت رشد محصول می‌انجامد و استفاده از آن به دلیل افزایش جذب آب و مواد غذایی و تولید سطح برگ بیشتر، سبب افزایش مادهٔ خشک گیاه می‌شود (Clough and Sutton,1978). Gupta و همکاران (2002) گزارش دادند که قارچ‌های میکوریزی با تغییرات هورمونی، ترشح فاکتورهای محرک رشد و افزایش جذب عناصر غذایی، می‌تواند ارتفاع و رشد گیاهان را در شرایط تنش شوری افزایش دهد که با نتایج مطالعهٔ حاضر نیز مطابقت دارد (Gadkar and Rillig, 2006). به نظر می‌رسد تنش شوری با تأثیر بر تقسیم سلولی و رشد سلول‌ها، به کاهش وزن خشک گیاه منجر می‌شود و استفاده از قارچ میکوریزا توانسته‌است این کاهش وزن را تا حدودی جبران کند که با نتایج پژوهش‌های دیگر تطابق دارد (Glick, 1995). با توجه به نتایج به‌دست آمده و بررسی‌های دیگر پژوهشگران می‌توان گفت که تنش خشکی و شوری خاک، بر عملکرد و اجزای رویشی گیاهان تأثیر معنی‌داری دارد و تلقیح میکوریزا به بهبود عملکرد گیاه در هر دو تنش منجر می‌شود. نتایج این تحقیق با نتایج علیزاده، سیلویا و همکاران و شاون و همکارانش مطابقت دارد (Hammer and Rillig, 2011). اعمال تنش خشکی، کلونی‌زائی میکوریزایی را کاهش می‌دهد؛ با این وجود، تلقیح میکوریزا صفت کلونی‌زایی میکوریزایی را هم در شرایط مطلوب و هم در شرایط تنش نسبت به تیمارهای مشابه و بدون تلقیح میکوریزا افزایش می‌دهد (Johnson and Hummel, 1985). درصد کلونیزاسیون بالای یک گونهٔ قارچی در شرایط تنش خشکی در بستر کشت، بیانگر سازگاری بهتر این گونه یا توانایی کلونیزاسیون تهاجمی این گونه در شرایط سخت است. قارچ‌های سازگار می‌توانند مقاومت گیاه میزبان به خشکی را از طریق حفظ دوره‌های رشد تحت شرایط تنشی و امکان جذب بیشتر آب و بالا بردن کارایی گیاه افزایش دهند (Khalvati et al, 2005). تلقیح گیاه توسط این قارچ، بر اندام زیرزمینی و ریشهٔ گیاه بیشترین تأثیر را دارد و بیشترین مواد غذایی و آب، صرف تولید ریشه برای استقرار بهتر گیاه می‌شود (Negahban et al, 2020). نتایج اثر گونهٔ گیاهی از نظر هدر رفت خاک نشان می‌دهد که بالاترین میانگین هدررفت خاک مربوط به گیاه تاغ با ۴/۳ درصد به ترتیب نسبت به گز و تاغ است. Burri (2011) در مطالعات خود نشان داد که کلونیزاسیون ریشه با قارچ میکوریزا در گیاهان دو ماهه، به کاهش هدر رفت خاک توسط باد منجر می‌شود که با تحقیق حاضر مطابقت دارد. این امر نشان می‌دهد که کلونیزاسیون ریشه با قارچ میکوریزا، با کاهش اثرات فرسایش باد بر پوشش گیاهی می‌تواند به کاهش مرگ و میر گیاهان در زیستگاه‌های فرسایشی منجر شود (Mojallali and Weed, 1978).

همچنین این مطالعه نشان می‌دهد که قارچ‌های میکوریزا به افزایش قابل ملاحظهٔ اثر حفاظتی گیاهان تازه کاشته شده در برابر فرسایش بادی منجر می‌شود. در کل، نتایج بررسی درصد کلونیزاسیون نشان داد که با تلقیح قارچ میکوریزی، درصد کلونی‌سازی قارچ میکوریزا نسبت به شاهد افزایش می‌یابد. نتایج حاصل شده از بررسی نیز به افزایش صفات مربوط به عملکرد بیولوژیک گیاه مانند وزن تر و خشک ریشه و ارتفاع گیاه منجر شده‌است. پژوهشگران مختلف، این اثر افزایشی میکوریزا را در درجهٔ اول به افزایش سطح و گسترش ریشه‌های گیاه به‌واسطهٔ تولید ریسه‌های قارچی و افزایش جذب نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آب و سایر عناصر غذایی و در ادامه، بهبود فتوسنتز و رشد و

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-07-03]
[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.11.3]

نمو و توسعهٔ اندام‌های هوایی و در نهایت، افزایش وزن خشک گیاه نسبت می‌دهند. این قارچ‌ها بـه دلیـل افـزایش مـؤثر سطح جذب ریشه از طریق ایجاد هیف، به افزایش جذب آب و مواد غذایی به وسیلهٔ گیاهان منجر می‌شود. علاوه بر ایـن، به علت تأثیر میکوریزا بر هدایت روزنه‌ای، میزان فتوسنتز گیاهان تلقیح شده با میکوریزا نسبت به گیاهان تلقیح نشده بـا آن بیشتر است. همچنین قارچ‌های میکوریزا آربسکولار علاوه بر افزایش رشد گیاه و ایجاد شبکهٔ گسترده‌ای از هیف‌هـا، از طریق جذب عناصر غذایی با ترشح مادهٔ گلیکوپروتئینی به نام گلومالین نقش به سزایی در بهبـود سـاختمان خـاک و مقاومت خاکدانه‌ها دارد و به کاهش هدر رفت خاک منجر می‌شود.

منابع

1. Ahmadi, H.; 2006. Applied Geomorphology, Volume 2, University of Tehran

2. Alizadeh, O.; Alizadeh, A.; & A. Khast khodaie. 2008. Investigation of combined application of mycorrhiza and azospirillium with the aim of optimizing the use of nitrogen and phosphorus fertilizers in sustainable maize, *Journal of New agricultural findings*, 1(9), 55-65. (in Persian).

3. Al-Karaki, G. N., & R. B. Clark., (1998). Growth, mineral acquisition, and water use by mycorrhizal wheat grown under water stress. *journal of plant Nutrition*. 21, 263-276.

4. Alkaraki, G. N., & R. Hamnad., (2001). Mycorrhizal influence on fruit yield and mineral content of tomato grown under salt stress. *J. Plant Nutr*. 24, 1311-1323.

5. Amirjani, M. R., 2010. Effect of NaCl on Some Physiological Parameters of Rice, *EJBS*, 3(1), 6-16.

6. Auge, R. M.; Stodola, A. J. W.; Tims, J. E.; & A. M. Saxton, 2001. Moisture retention properties of a mycorrhizal soil, *Plant and Soil*, 230, 87-97.

7. Barea, J. M.; Palenzuela, J.; Cornejo, P.; Sánchez-Castro, I.; Navarro-Fernández, C.; Lopez-Garcia, A.; Estrada, B.; Azcon, R.; Ferrol, N.; & C. Azcon-Aguilar, 2011. Ecological and functional roles of mycorrhizas in semi-arid ecosystems of Southeast Spain, *Journal of arid environments*, 75, 1292-1301.

8. Besalatpour, A. A.; Ayoubi, S.; Hajabbasi, M. A.; Mosaddeghi, M. R.; & R. Schulin, 2013. Estimating wet soil aggregate stability from easily available properties in a highly mountainous watershed, *Catena*, 111, 72-79.

9. Burri, K., 2011. Plants and mycorrizal fungi in wind erosion,. PhD thesis A dissertation submitted to ETH ZURICH.

10. Clough, K. S., & J. C. Sutton., (1978). Direct observation of fungal aggregates in sand dune soil. *Can. J. Microbiol*. 24, 333-335.

11. Eslani Katoli, et al., 2012. The capabilities and limitations of mycorrhiza and plants coexistence as a tool for the restoration of degraded ecosystems, *Journal of Conservation and Exploitation of Natural Resources*, 1(4).

12. Faghani, E.; Godarzi, M.; & A. Safarnezha, 2015. Effects of Mycorrhizal Symbiosism on some physiological characters of Sesbania aculeta against water deficient stress, *Agronomy Journal*, 106, 37-44. (in Persian).

13. Fadhilia, F.; NiaAkbar, A.; & A. Hosseini, 2014. Survey of air quality index, PM_{10} and PM_2

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-07-03]

[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.11.3]

in Arak, *Iranian Journal of Medical Sciences*, 3, 12-17. (in Persian).
14. Fazeli Nia, F.; Akbar, A.; & A. Hosseini, 2013. Study of air quality index and PM10 and PM2.5 in Arak, *Iranian Journal of Medical Sciences*, 3, 12-17. (in Persian).
15. Gadkar, V., & M. C. Rillig., (2006). The arbuscular mycorrhizal fungal protein glomalin is a putative homolog of heat shock protein 60. *FEMS Microbiol. Lett*. 263(1), 93-101.
16. Ghorchiani, M.; Akbari, G. H.; Alikhani, H. A.; Allahdadi, I.; & M. Zarei, 2011. Effect of Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Pseudomonas fluorescence Bacterium on the Ear Traits, Chlorophyll Content and Yield of Zea Maize under Moisture Stress Condition, *Journal of Water and Soil Scince*, 1(21), 97-117. (in Persian).
17. Giri, B., & K. G. Mukerji., (2004). Mycorrhizal inoculant alleviates salt stress in Sesbania aegyptiaca and Sesbania grandiflora under field condition: evidence for reduced sodium and improved magnesium uptake. *Mycorrhiza*. 14, 307-312.
18. Glick, B. R., 1995. The enhancement of plant growth by free-living bacteria, *Can. J. Microbiol*, 41, 109-117.
19. Gupta, M. L.; Prasad, A.; Ram, M.; & S. kumar, 2002. Effect of the vesiculararbuscular mycorrhizal (VAM) fungus Glomus fasiculatum on the essential oil yield related characters and nutrient acquisition in the crops of different cultivars of menthol mint (Mentha arvensis) under field conditions, *Bioresour. Technol*, 81, 77-79.
20. Hammer, E. C., & M. C. Rillig., (2011). The influence of different stresses on glomalin levels in an arbuscular mycorrhizal fungus-salinity increases glomalin content. *PloS one*. 6(12), 1-5.
21. Harris-Valle, C.; Esquedaa, M.; Gutiérrez, A.; Castellanos, A.; Gardeaa, A.; & R. Berbara Physiological response of Cucurbita pepo var. pepo mycorrhized by Sonoran desert native arbuscular fungi to drought and salinity stresses, *Brazilian Journal of Microbiology*, 49(1), 45-53.
22. Johnson, C. R., & R. L. Hummel., (1985). Influence of Mycorrhizal and drought stress on growth of poncirus X citrus seedlings. *Hortic Sci*. 20, 754-755.
23. Karimi, Kh.; Taheri Shahraini, H.; Habibi Nokhandan, M.; & N. Hafezi Moqaddas, 2012. Identifying the origins of dust storms in the Middle East using remote sensing, *Journal of Climatological Research*, 7(2), 57-72. (in Persian).
24. Khaledi, K., 2013. Economic Loss Of Dust Storms In Iran West Provinces Case Study Of Ilam, Khuzestan And Kermanshah, *Journal of Economic Modelling*, 7(3), 105-125. (in Persian).
25. Khalvati, M. A, Mzafar, A.; & U. Schmidhalter, 2005. Quantification of water uptake by arbuscular mycorrhizal hypha and its signification for leaf growth, water relations and gas exchange of barley subjected to drought stress, *Plant Biology Stuttgart*, 7(6), 706-712.
26. Mahmoudi, Sh., 2006. Study of natural changes in the sand dunes of East Jask in the period 1990-2004 Master's thesis, Department of Geography, University of Isfahan.
27. Mojallali, H., & S. B. Weed., (1978). Weathering of micas by mycorrhizal soybean plants. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 42, 367-372.
28. Negahban,V.; Karimian, A.; & F. Fayaz, 2020. Coexistence of Mycorrhiza fungus on Cathrantus roseus under drought stress, *Journal of Medicinal Plants Biotechnology*, 6(1).
29. Pourhashemi, S.; Boroghani, M.; Zangane Asadi, M. A.; & A. Amir Ahmadi, 2016. Analysis Relation Of Vegetation Cover On The Number Of Dust Event In Khorasan.

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-07-03]
[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.11.3]

30. Raesi, R.; Fakheri, B.; & N. Mahdinejad, 2018. Evaluation of the effect of Mycorrhiza fascollaria Glomus on some morphological properties, photosynthetic pigments and activity of Cichorium intybus L. antioxidant enzymes under drought stress, *Journal of Environmental Stresses in Crop Science*, 12(2), 495-505.
31. Sabbaghpour, S. H., 2008. Mechanisms of drought tolerance in plants, *Journal of Drought and Drought Agriculture*, 12, 21-22. (in Persian).
32. Samaei, F, Asghari, SH, Aliasgharzad, N, & M. R. Sarikhani, 2014. Influence of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on some Physical Properties and Nutrient Uptake in a Sandy Loam Soil under Growth of Tomato, *Journal of Water and Soil Scince*, 23(4), 33-43. (in Persian).
33. Shiranirad, A. H., & A. Ali Zadeh., (2000). The Study Of Vesicular-Arbuscular Mycorrhizae Fungi, Phosphorus And Drought Stress Effects On Nutrient Uptake Efficiency In Wheat. *Journal of Seed and Plant*. 16(3), 327-349. (in Persian).

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-07-03]
[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.11.3]

Investigation of Mycorrhizal Relationship with Some Morpho-physiological Characteristics of Plants and Soil for Dust Control

Zahra Ayazi: *PhD candidate in desertification, Faculty of Natural Resources, Karaj School of Natural Resources and Agriculture, University of Tehran, Iran*
Tayyebeh Mesbahzadeh: *Associate Professor, Department of Arid and Mountainous Areas Restoration, Faculty of Natural Resources, Karaj School of Natural Resources and Agriculture, University of Tehran, Iran*
Hossein Azarnivand**:** *Professor, Department of Reclamation of Dry and Mountainous Areas, Faculty of Natural Resources, Karaj School of Natural Resources and Agriculture, University of Tehran, Iran*
Mohammad Javan-Nikkhah**:** *Professor, Department of Entomology and Plant Diseases, Faculty of Agricultural Sciences and Engineering, Karaj School of Natural Resources and Agriculture, University of Tehran, Iran*
Ebrahim Sedaghati**:** *Associate Professor, Department of Herbal Medicine, Faculty of Agriculture, Vali Asr University, Rafsanjan, Iran*

Article History (Received: 2022/01/28 Accepted: 2022/07/13)

Extended abstract

1- Introduction

Dust is one of the most important environmental challenges in recent years in the Middle East and Iran (Ghorchian et al., 2011). Studies show that in order to stabilize the soil to prevent the production of dust, mechanical methods can not always be used, but it is necessary to move towards biological methods. Therefore, in this study, the effect of mycorrhizal populations on some morpho-physiological characteristics of plants and soil in order to control dust had been investigated. In addition, based on the latest information sources and methods, as well as field visits and surveys, the necessary ground for this research had been provided. In the present study, the symbiotic relationship between the plants of Haloxylon aphyllum, Tamarix aphylla, Nitraria schoberi and mycorrhizal fungi was first confirmed. Then, the effect of mycorrhiza on plant species under normal and stress-free conditions was investigated In addition, the effect of mycorrhizal fungi on plant species under water stress and salinity, the percentage of colonization and the use of wind tunnels to estimate the soil strength of the inoculated sample in three soil types and under three types of water stress had been investigated.

2-Methodology

The aim of this study was to improve plant development in reducing wind erosion. After sampling the soils of Rhizosphere, Haloxylon, Tamarix and Nitraria, seedlings in two levels of inoculation with and without mycorrhizal fungi, three levels without water stress, moderate water stress and severe water stress and three soil types: standard soil with ntutral Ec, Soil No. 1 with EC=0.5 and soil No. 2 with EC=6 were conducted as a greenhouse in a factorial design. By using wind tunnel tests, morphological characterization of plants and mycorrhiza colonization experiments on the roots of plants were studied. Mycorrhiza inoculation significantly increased shoot and root fresh weight, shoot and root dry weight, root area, root volume, shoot and root length, and decreased soil loss.

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-07-03]

[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.11.3]

3-Results

The results of comparing the mean of Haloxylon (increase of 18 to 40, decrease of 10%), Tamarix (increase of 1to3% and increase of 1to3%) and Nitraria (increase of 1 to 3% and decrease of 1%) indicate that the effect of fungus Mycorrhiza has been based on the vegetative characteristics of the plant and the amount of soil wasted. The interaction of plant species and water stress in Haloxylon plant also had a reduction of about 35% in vegetative characteristics relative to normal water stress and 15% relative to moderate water stress. Regarding the interaction of plant species and water stress in Tamarix, there was a decrease of about 18 to 35% in vegetative characteristics compared to normal water stress and 9 to 20% relative to water stress. Due to the interaction of plant species and water stress, Nitraria plant also had a reduction of about 25% in vegetative characteristics relative to normal water stress and 38% relative to moderate water stress.

4-Discussion & Conclusion

In general, the results of the study on the percentage of colonization showed that with inoculation of mycorrhizal fungi, the percentage of colonization of mycorrhizal fungi increased compared to the control condition. According to the results of the study, the characteristics related to the biological performance of the plant such as fresh and dry weight, and root and plant height have been obtained. The increasing effect of mycorrhiza has been primarily attributed by various researchers to the increase in the area and expansion of plant roots due to the production of fungal fibers and the increase in the uptake of nitrogen, phosphorus, potassium, water and other nutrients, which in turn can lead to improvement in the photosynthesis, and growth and development of the aerial parts, and can, finally, increase the dry weight of the plant. Mycorrhizae increases plant and nutrient uptake due to effective increase in root uptake by hyphae. In addition, due to the effect of mycorrhizae on stomatal conductance, the photosynthetic rate of mycorrhizal plants is higher than that of plants not inoculated with mycorrhizae. In addition to increasing the plant growth and creating an extensive network of hyphae through nutrient uptake, arbuscular mycorrhizal fungi have an important role in improving soil structure and aggregate resistance by secreting a glycoprotein called glomalin and reducing soil wastage.

Key words: Water stress, Dust, Mycorrhiza fungi, Coexistence

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-07-03]

[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.11.3]