



# حفاظت از مرتع کاری‌ها و جنگل کاری‌های مناطق بیابانی کشور: چالش‌ها و راهکارها

محمدابراهیم فراشپانی<sup>۱\*</sup>، حمید یارمند<sup>۲</sup>، فرزانه کازرانی<sup>۲</sup>، سمیرا فراهانی<sup>۲</sup>، سیده معصومه زمانی<sup>۲</sup> و مرضیه علی‌نژاد<sup>۳</sup>

## چکیده

بیشتر جنگل‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران در ناحیه رویشی ایرانی-تورانی واقع شده‌اند. اکوسیستم مناطق خشک و نیمه‌خشک، به دلیل شرایط ویژه فیزیکی و محیطی حاکم بر آنها، به شدت تحت تأثیر عوامل تشکیل‌دهنده اکوسیستم قرار دارند. گیاهان این ناحیه به دلیل مقاومت زیاد به گرما و نوسانات حرارتی، شوری و خشکی، نقش مهمی را در حفاظت از خاک و جانوران این منطقه ایفا می‌کنند. برخی از چالش‌های مهم و مؤثر در جنگل کاری‌های مناطق بیابانی شامل انتخاب گونه مناسب و سازگار با شرایط منطقه، استفاده از حداکثر تنوع گونه‌ای، کاشت گیاهان میزبان در کانون‌های آلودگی به آفات و بیماری‌ها، سلامت و مرغوبیت نهال‌ها و بوته‌ها، استفاده از نهاده‌های با کیفیت مطلوب، استفاده از میکروارگانیسم‌های مفید خاک، اجرای طرح هوشمند پایش آفات و بیماری‌های گیاهی و ارتباط مستمر و مؤثر بین دفاتر مختلف سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور، سازمان حفظ نباتات و مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور است. از آنجایی که حفاظت از جنگل‌ها و مراتع، به عنوان یکی از مهم‌ترین شاخص‌های توسعه پایدار هر کشور محسوب می‌شود، حفاظت، احیا، گسترش و تقویت پوشش گیاهی این مناطق بسیار حیاتی و مهم است. همکاری و مشارکت مردم، مؤسسات تحقیقاتی و اجرایی دولتی برای حفظ تعادل اکولوژیکی و تضمین زندگی آیندگان ضروری است. کلمات کلیدی: جنگل کاری‌ها، مناطق بیابانی، حفاظت از جنگل.

**اکوسیستم مناطق خشک و نیمه‌خشک، به دلیل شرایط ویژه فیزیکی و محیطی حاکم بر آنها، به شدت تحت تأثیر عوامل تشکیل‌دهنده اکوسیستم قرار دارند. گیاهان این ناحیه به دلیل مقاومت زیاد به گرما و نوسانات حرارتی، شوری و خشکی، نقش مهمی را در حفاظت از خاک و جانوران این منطقه ایفا می‌کنند.**

غالبیت گونه‌های تاغ، اسکنبیل، قیج و گز، در دهه‌های گذشته، به واسطه تغییرات اقلیمی و به دنبال آن، هجوم آفات و بهره‌برداری‌های نادرست، از نظر ویژگی‌های اکولوژیکی، وضع مطلوبی ندارند. تخریب پوشش گیاهی و خاک، این اکوسیستم‌ها را به کانون‌های ریزگرد و منشأ تپه‌های ماسه‌ای و شن‌های روان تبدیل کرده است. بنابراین، لزوم اعمال رویکرد حفاظتی در چنین اکوسیستم‌هایی، بیش‌ازپیش، احساس می‌شود. به‌رحال، جهت ارتقای وضعیت پوشش گیاهی و خاک و بهبود ویژگی‌های ساختاری و عملکردی اکوسیستم در این مناطق، از سال ۱۳۴۴، کوشش‌هایی توسط دفتر امور بیابان سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری، برای مهار بیابان‌زایی و تثبیت شن‌های روان آغاز شد (محمودی، ۱۳۸۲). به طوری که تا سال ۱۳۸۲، در مناطق بیابانی، دو میلیون هکتار جنگل دست‌کاشت با گونه‌های

## مقدمه

مناطق خشک و نیمه‌خشک کره زمین، ۶۶/۷ میلیون کیلومتر مربع

\*۱- نویسنده مسئول، استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران. پست الکترونیک: farashiani@gmail.com

۲- استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

۳- پژوهشگر، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.



درختچه‌ای ایجاد شده است (جاریانی و ناطقی، ۱۳۸۲). عرصه‌های یادشده، بعد از گذشت چند دهه، تغییر سیمای محسوسی داده‌اند. به طوری که، در برخی موارد، تشخیص آنها به واسطه ویژگی‌های اکولوژیکی، از جنگل‌های طبیعی مناطق بیابانی آسان نیست. آنچه مسلم است، به واسطه تغییرات پیش آمده در رویشگاه‌های طبیعی و دست‌کاشت، نیاز به انجام عملیات پرورشی بسیار احساس می‌شود. ضمن اینکه باید برای مدیریت آنها، روش علمی و مبتنی بر دانش بومی، متفاوت با آنچه در جنگل‌های هیرکانی، زاگرس و گاهی، جنگل‌های مانگرو رایج است، به کار گرفته شود. به عبارت دیگر، جنگل‌های طبیعی و دست‌کاشت مناطق بیابانی کشور، روش مدیریتی خاصی را طلب می‌کنند که پرداختن به آن باید در اولویت پژوهش‌های تحقیقاتی قرار گیرد. با این هدف، بخش تحقیقات حمایت و حفاظت مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، راهبردها و راهکارهای مشخصی را برای حفاظت و مدیریت این عرصه‌ها، در دستور کار دارد. در این ارتباط، به برخی از چالش‌های موجود در مرتع‌کاری‌ها و جنگل‌کاری‌های سنواتی در مناطق بیابانی کشور، اشاره خواهد شد.

### لزوم توجه به حفظ تنوع گونه‌ای در مرتع‌کاری‌ها و جنگل‌کاری‌های مناطق بیابانی

در مدیریت اکوسیستم‌های بیابانی، حفظ تنوع گونه‌ای، عامل مهم پایداری و موفقیت در مرتع‌کاری‌ها و جنگل‌کاری‌ها محسوب می‌شود (Van der Maarel, 1988). مهم‌ترین تهدید در جنگل‌های دست‌کاشت بیابانی، کم‌توجهی به تنوع گونه‌ای در پوشش گیاهی است، از این رو، تعیین عوامل مؤثر بر پراکنش گونه‌ها و تنوع گونه‌ای در مناطق بیابانی از اهمیت خاصی برخوردار است (جاهدی‌پور و همکاران، ۱۳۹۵). تنوع، ضامن سلامت محیط‌زیست است (اخوان،

۱۳۹۲)، به همین دلیل پیشنهاد می‌شود برای حفظ تنوع گونه‌ای، در مناطق مختلفی که جنگل‌کاری و بوته‌کاری انجام می‌شود، در حد امکان، گونه‌های متنوعی کاشته شوند. یکی از مهم‌ترین دلایل استفاده از تنوع گونه‌ای در بوته‌کاری‌ها و جنگل‌کاری‌ها این است که هر گونه گیاهی، آفات و بیماری‌های خاص خود را دارد و کاهش تنوع کشت در سطح گسترده، زیستگاه مناسبی را برای آفات و محیط نامناسبی را برای دشمنان طبیعی آفات فراهم خواهد کرد (شیشه‌بر، ۱۳۸۵؛ فرار و همکاران، ۱۳۹۶؛ Root, 1973). به همین دلیل، هنگامی که از تنوع گونه‌ای استفاده می‌شود، اگر یکی از گونه‌های کاشته شده در معرض خطر قرار گیرد، با حضور سایر گونه‌های گیاهی، جای گونه آسیب‌دیده پر شده و در مجموع تنوع گونه‌ای به پایداری اکوسیستم کمک خواهد کرد. واضح است که اکوسیستم تک‌کشتی ناپایدار است و به دلیل کاهش تنوع منجر به طغیان آفات، یا تبدیل گونه‌های غیرآفت به آفت خواهد شد (Root, 1973). به عنوان مثال، درختان تاغ و بوته‌های آتریپلکس، هر کدام آفات و بیماری‌های خاص خود را دارند و هنگامی که به صورت تک‌گونه‌ای کاشته شوند، با حمله آفات و بیماری‌های خطرناک با خسارت جدی مواجه خواهند شد و عرصه بوته‌کاری یا جنگل‌کاری‌شده در معرض تهدید و نابودی قرار خواهد گرفت، ولی اگر گونه‌های دیگری نیز در عرصه حضور داشته باشند و به تنوع گونه‌ای توجه شده باشد، جهت‌گیری آفات نسبت به میزبانهایشان مختل می‌شود، در نتیجه، تنوع گونه‌ای به پایداری عرصه بوته‌کاری یا جنگل‌کاری شده کمک خواهد کرد. احمدی (۱۳۹۱) در بررسی آفات آتریپلکس‌های دست‌کاشت در استان گلستان، سه گونه از سوسک‌های سرخرطومی را، که در زمره آفات درجه اول قرار دارند، شناسایی کرده است. مدیریت این آفات نیاز به غنی‌سازی پوشش گیاهی و افزایش تنوع گونه‌ای دارد. همواره باید به این نکته توجه داشت که کاشت گونه‌های متعدد در جنگل‌های دست‌کاشت، تاب‌آوری اکوسیستم



شکل ۱- اکوسیستم شکننده به دلیل عدم استفاده از تنوع گونه‌ای (عکس از: فرزانه کارزانی)

را افزایش می‌دهد. فرار و همکاران (۱۳۹۶) ارتباط تک‌کشتی بی‌رویه گیاه کنوکارپوس با طغیان شب‌پره برگ‌خوار دو نواری در جنوب کشور را بررسی کردند. نتایج این بررسی نشان داد، در گذشته شب‌پره برگ‌خوار دو نواری به صورت پراکنده و با جمعیت کم روی درختان کنار مشاهده می‌شد، درحالی‌که هم‌اکنون، یک تهدید جدی برای توسعه جنگل‌های کنار، آکاسیا و کنوکارپوس در مناطق جنوبی کشور است. در حقیقت، برخی آفات روی گونه‌های خاصی نسبت به سایر گونه‌ها تأثیر بیشتری دارند، بنابراین، کاشت گونه‌های متعدد و سازگار با محیط سبب می‌شود، وضعیت پوشش گیاهی تا حدودی حفظ شود و خسارت‌ها به حداقل برسد.

### عدم مرتع‌کاری و جنگل‌کاری گیاهان میزبان، در کانون‌های آلوده به آفات و بیماری‌ها

در بعضی از بوته‌کاری‌ها و جنگل‌کاری‌ها مشاهده شده است که بعضی از گونه‌ها که به آفت خاصی حساسیت دارند در منطقه کاشته شده‌اند، عدم توجه به این نکته مهم، عدم موفقیت بوته‌کاری و جنگل‌کاری انجام شده در کانون آلودگی به آفت را در پی خواهد داشت. به‌عنوان مثال گونه *Atriplex lentiformis* به موش حساس است و موش می‌تواند خسارت بسیار بالایی به این گونه وارد کند، بنابراین در مناطقی که کانون آلودگی به موش است کاشتن آتریپلکس مورد تأیید نیست و توصیه می‌شود از کاشتن گونه حساس به آفت جلوگیری شود. احمدی رکن‌آبادی (۱۳۷۷)، ازدیاد جمعیت موش و خسارت آنها به طوقه بوته‌های *A. lentiformis* را یکی از دلایل اصلی خشک شدن آن در منطقه چاه‌افضل یزد، دانست. توکلی و فرهنگ (۱۳۷۵) نیز افزایش موش را در مناطق مختلف آتریپلکس‌کاری استان خراسان گزارش کردند. بنابراین، لازم است در مناطقی که کانون آلودگی به گونه‌ای خاص از آفت وجود دارد، از کشت گیاهان حساس به آن آفت خودداری، یا از گیاهان مقاوم استفاده شود.

### عدم مرتع‌کاری و جنگل‌کاری گیاهان میزبان، لزوم توجه به سلامت و مرغوبیت نشاها و نهال‌های رشدیافته در خزانه، به هنگام انتقال آنها به عرصه‌های طبیعی

ریشه، ساقه و شاخه‌های یک بوته یا نهال مرغوب باید کاملاً سالم و عاری از هر گونه آلودگی و ابتلا به آفت یا بیماری یا نماتد باشد. یکی از مهم‌ترین دلایل عدم موفقیت جنگل‌کاری‌ها و بوته‌کاری‌ها، انتقال نهال غیرسالم و آلوده به آفت یا بیماری از گلخانه، خزانه و نهالستان به عرصه است. درمورد نماتدها گفته می‌شود، بخش بزرگی از آلودگی به نماتدها، از نهال‌های آلوده به وجود می‌آیند. به‌عبارت‌دیگر، ورود نماتد به مکان‌های مختلف از طریق خاک یا گیاه آلوده منتقل می‌شود. برای جلوگیری از ورود نماتد به منطقه عاری از آفت لازم است نهال‌ها از نهالستان‌های قابل اطمینان تهیه شوند. نهالستان‌های نامعتبر نهالستان‌هایی هستند که مجوز تولید نهال ندارند و نهال‌ها در آنها برای چندین سال پیاپی در زمین ثابتی تولید می‌شوند. طبیعی است توزیع نهال آلوده می‌تواند منشأ آلودگی اولیه و سبب انتقال نماتد و نیز سایر پاتوژن‌ها به منطقه عاری از آفت باشد (Verdejo-Lucas and Talavera, 2009)، زیرا شالوده و بنیاد یک نهال سالم و مرغوب در نهالستان پی‌ریزی می‌شود، چنانچه نهالی در نهالستان به بیماری یا آفت خاصی، آلوده شود، این آلودگی، با انتقال نهال، به عرصه منتقل می‌شود و منجر به اشاعه بیماری به نقاط دیگر و درنهایت خشک شدن درختان حاصل در اثر بیماری می‌شود. علاوه بر عاری بودن از آفات و بیماری‌ها و داشتن گواهی سلامت، بهداشت و کنترل کیفیت از کمیته فنی نظارت بر تهیه و توزیع نهال سازمان جهاد کشاورزی، همچنین داشتن اصالت ژنتیکی نیز الزامی است. بنابراین، برای تهیه نهال‌ها، باید نهالستان‌ها را با دقت کافی انتخاب کرد و از نهالستان معتبری که مدیریت قوی دارد و کلیه نکات فنی و ضوابط و مقررات مربوط به نهالستان را رعایت می‌کند نهال



شکل ۳- تاغ‌کاری در کانون‌های آلودگی به آفت ملخ کوهان‌دار و خشکیدگی کامل تاغ (عکس از: محمدابراهیم فراشپانی)



شکل ۲- کاشت گونه *Atriplex* در کانون آلودگی به موش در استان خراسان (عکس از: محمدابراهیم فراشپانی)





شکل ۵- استفاده از خاک سنگین و نامناسب (عکس از: محمدابراهیم فراشپانی)



شکل ۴- آلودگی ریشه نهال به قارچ مولد پوسیدگی ریشه (عکس از: محمدابراهیم فراشپانی)

تازه کاشته شده وارد کند و از عوامل مهم عدم موفقیت بونه کاری و جنگل کاری محسوب می شود. بنابراین، توصیه می شود که این مهم در نهال کاری و بونه کاری ها مدنظر قرار گیرد. همچنین در مناطق بیابانی به دلیل کمبود منابع مناسب باید از گونه های با دامنه وسیع بردباری اکولوژیکی استفاده کرد.

#### لزوم استفاده از میکروارگانیسم های مفید خاک برای کاهش تنش های محیطی در مرتع کاری ها و جنگل کاری های مناطق بیابانی

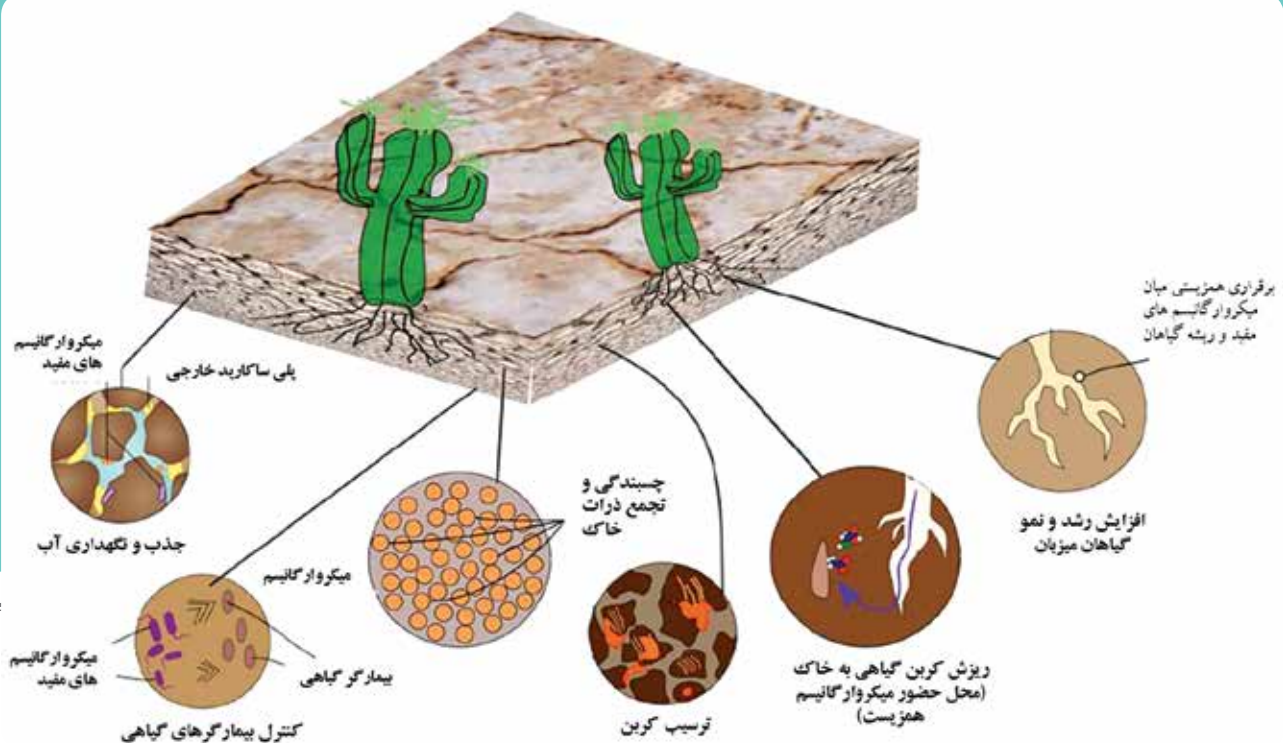
همان طور که گفته شد گیاهان بیابانی با چالش های کم آبی و کمبود مواد مغذی، نامساعد بودن کیفیت خاک، همچنین تابش شدید خورشید، دمای بالا و دامنه بزرگ تغییرات شدید روزانه دما که اغلب در اکوسیستم های بیابان مشاهده می شوند، روبه رو هستند. همچنین، این محیط ها متأثر از عوامل غیرزنده و میکروارگانیسم های زنده بومی هستند که بر ساختار و عملکرد این اکوسیستم ها تأثیر می گذارند. میکروارگانیسم های مفید خاک به ویژه قارچ های همزیست میکوریزایی از عوامل اساسی و کلیدی در استقرار و بقای گیاهان محیط های خشک هستند. در رویشگاه های طبیعی، گیاهان بیابانی میکوریزایی در شرایط نامساعد محیطی، قدرت بقای بالایی دارند که بخشی از این امر به دلیل افزایش قابلیت جذب مواد مغذی و در دسترس بودن آب است که توسط قارچ های میکوریزایی به گیاهان میزبان فراهم می شود (Apple, 2010).

از این رو، ایجاد همزیستی میکوریزایی از جنبه های مهم حیات در گیاهان بیابانی است که امروزه توجه بالایی را به ویژه در زمینه مطالعات اکوسیستم، کاشت گیاهان و فعالیت های داشت گیاهان را در سرزمین های خشک و نیمه خشک به خود اختصاص داده است (Apple, 2010). به طوری که گفته می شود در بسیاری از موارد، مقادیر کم مایه تلقیح میکوریزا در خاک مناطق آسیب دیده در احیای

سالم، قوی، مرغوب و شناسنامه دار تهیه کرد. این موضوع می تواند یکی از دلایل عدم موفقیت جنگل کاری ها و بونه کاری ها در عرصه باشد.

#### لزوم توجه به خصوصیات رویشگاهی و تطابق آن با نیاز اکولوژیکی گونه های توصیه شده برای مرتع کاری ها و جنگل کاری های مناطق بیابانی

در نظر گرفتن بستری مناسب برای استقرار نهال و بونه حائز اهمیت است. بررسی کمیت و کیفیت آب، خواص فیزیکی و شیمیایی (دانه بندی، خلل و فرج، تهویه آب و هوا در خاک، مواد غذایی، درجه pH، مواد کمیاب لازم برای گیاه) و خواص بیولوژیکی (وجود و فعالیت میکروارگانیسم ها، میکرووریزها، فعالیت کرم خاکی) خاک در عمق های مختلف و بررسی میزان سرعت نفوذ آب امکان نخواهد داشت. تنش های زنده و غیرزنده، از جمله کمبود یا حتی فراوانی املاح و آب، سرعت جوانه زنی و رشد را کاهش می دهد یا به طور کامل از جوانه زنی بذر و ظهور گیاهچه جلوگیری می کند (Ashraf and Follad, 2005). نه تنها مقاومت انواع گیاهان به تنش های مختلف متفاوت است، بلکه در یک گیاه، مقاومت در مراحل مختلف زندگی نیز می تواند متفاوت باشد (طویلی و همکاران، ۱۳۹۳). بدیهی است که نهال و بونه به شرایط محیطی از جمله آب و خاک، به ویژه در اوایل مراحل زندگی بسیار حساس است و توصیه می شود که از خاک و آب مناسب در بونه کاری ها و نهال کاری ها در مناطق بیابانی استفاده شود. به عنوان مثال مشاهده شده است که حتی نهال ها و بونه های گونه های شورپسند در اولین مراحل رشد و هنگام استقرار آنها در عرصه به شوری آب و شرایط فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک و سایر شرایط محیطی بسیار حساس هستند و شوری آب و خاک و نامناسب بودن آنها، یا نامناسب بودن سایر شرایط محیطی می تواند آسیب بسیار جدی به بونه ها و نهال های



شکل ۶- نقش میکروارگانسیم‌های مفید خاک در رشد گیاه، بهبود سلامت خاک و کاهش تنش‌های زنده و غیرزنده و آثار منفی تغییر اقلیم

است (Smith and Read, 2008؛ Bohrer *et al.*, 2003) همچنین مقاومت به خشکی در این گیاهان، بالاتر است (Sán-chez-Díaz and Honrubia, 1994) و نسبت به استرس‌های محیطی مختلف مانند شوری، اسیدیته و فلزات سنگین (Gaur and Mitchell and Gibson, 2006؛ Adholeya, 2004) تحمل بیشتری دارند. این گیاهان نسبت به گیاهان غیرمیکوریزایی رقابتی قوی‌تری هستند و در برابر آلودگی‌های قارچی (Liu *et al.*, 2007) و آفات از جمله حشرات مقاومت بیشتری از خود نشان می‌دهند (Laird and Addicott, 2007).

استفاده موفقیت‌آمیز از میکروارگانسیم‌های مفید خاک، به‌ویژه قارچ‌های میکوریز برای احیای اکوسیستم‌های آسیب‌دیده و شکننده در شکل ۷ نشان داده شده است.

به‌طورمثال، مراحل اساسی در برنامه تلقیح با استفاده از قارچ‌های میکوریز عبارتند از: (۱) شناسایی و مشخص کردن مکان‌های بالقوه برای احیای گیاهان، (۲) جمع‌آوری، جداسازی و شناسایی قارچ‌ها، (۳) غربالگری قارچ‌ها از طریق روش‌های انتخاب آزمایشگاه برای شناسایی امیدوارکننده‌ترین گونه‌ها، (۴) انتخاب گلخانه‌ای سویه قارچی مناسب در تعامل با گیاهان میزبان برای برنامه تلقیح بعدی، (۵) تولید مایه تلقیح مناسب، (۶) تلقیح گونه‌های گیاهی بومی هدف، (۷) کاشت نهال‌های تلقیح شده در سایت‌های هدف و انجام آزمایش‌های صحرایی، (۸) نظارت بر رشد، استقرار و تداوم همزیستی معرفی شده و سرانجام (۹) ارزیابی موفقیت برنامه تلقیح.

موفقیت‌آمیز و استقرار پوشش گیاهی در آن نقش اساسی داشته است (Azul *et al.*, 2014؛ Quoreshi *et al.*, 2008). تاکنون بسیاری از مناطق آسیب‌دیده در نقاط مختلف، با استفاده از ابزارهای بیولوژیکی احیا شده‌اند. این ابزارها شامل کاشت نهال‌های تلقیح شده با قارچ‌های میکوریزا، تثبیت‌کننده‌های نیتروژن، اکتینومیست‌ها و باکتری‌های محرک رشد بوده است. این ارگانسیم‌ها سلامت و سازگاری گیاه میزبان را افزایش می‌دهند و به دلیل داشتن توانایی‌های منحصر به فرد در تحریک رشد گیاه از طریق جذب مواد مغذی و آب، مبارزه با فیتوپاتوزها، جذب و تبدیل نیتروژن، تعدیل سطح فیتورمون‌ها، بهبود سلامت خاک از طریق افزایش ذخیره کربن آلی و تولید اگزوپلی‌ساکارید و احتباس آب، در شرایط تنش (شکل ۶) کاربرد و بهره‌وری قابل‌ملاحظه‌ای دارند (Alori *et al.*, 2020).

در میان میکروارگانسیم‌های مختلف یادشده، تلقیح گیاهان در نهالستان، پیش از انتقال آنها به عرصه‌های آسیب‌دیده، با ترکیبات مناسب میزبان-قارچ میکوریزا مناسب‌ترین راهکار سازگار با محیط‌زیست، به ویژه در اکوسیستم آشفته و شکننده‌ای مانند بیابان‌ها است (Smith and Read, 2008؛ Bois *et al.*, 2005). این راهکار برای تقویت جذب مواد مغذی و آب، ایجاد بافر در برابر تنش‌های مختلف و افزایش مقاومت در برابر عوامل بیماری‌زا و برای افزایش عملکرد نهال ضروری است (Quoreshi *et al.*, 1991؛ Marx, 1991؛ Alori *et al.*, 2020).

به‌طور خاص، گیاهان میکوریزایی توان فیزیولوژیکی بالاتری داشته و جذب فسفر، نیتروژن، کلسیم، منیزیم و آهن در آنها افزایش یافته



شکل ۷- راهکار افزایش موفقیت بونه کاری و جنگل کاری در اکوسیستم های خشک و نامساعد با استفاده از میکروارگانیسم های مفید خاک

جدید جهت احیا و نگهداری عرصه انجام شود. به عنوان مثال در طرح های مدیریت جنگل های دست کاشت مناطق بیابانی استان قم، عملیات جوان سازی و قطع انتخابی درختانی که به سن دیرزیستی رسیده اند، در دستور کار قرار دارد.

#### انتخاب گونه مناسب و سازگار با شرایط محیطی منطقه

امروزه با توسعه و افزایش مناطق بیابانی، لزوم توجه بیشتر به گونه های مناسب برای جلوگیری از پدیده بیابان زایی، تثبیت ماسه های روان، تجدید حیات و پویایی اکوسیستم شکننده مناطق بیابانی بیش از پیش نمایان شده است (محمودی و همکاران، ۱۳۹۱؛ کریمیان و همکاران، ۱۳۹۷). انتخاب گونه مناسب، کلیدی ترین و مهم ترین عامل موفقیت در بونه کاری و جنگل کاری مناطق بیابانی است و این ضرورت بدون بررسی و ارزیابی عوامل محیطی و شناخت دقیق رویشگاه میسر نخواهد بود (شبان و عباسی، ۱۳۸۷؛ شبان و قدوسی، ۱۳۸۸). چنانچه گونه به درستی انتخاب نشود، حتی اگر سایر عملیات نیز، با دقت و

#### لزوم توجه جدی به دیرزیستی بونه ها و درختچه های کاشته شده در مناطق بیابانی

اکوسیستم های مناطق بیابانی در صورت تخریب، بسیار دیرتر از سایر مناطق احیا می شوند و از آنجایی که توان زیستی اکوسیستم بیابان بسیار شکننده و پایین است، بهره برداری بیش از حد از آن، موجب سیر قهقرایی جنگل و مراتع بیابانی می شود. قطع درختان به منظور تأمین سوخت، چرای بی رویه دام، خشک سالی و در نهایت ضعیف شدن درختان و حمله آفات و بیماری ها از عوامل مهم تخریب و تهدید جنگل کاری ها و بونه کاری ها به شمار می روند. به عنوان مثال، این موارد در جنگل های دست کاشت تاغ روستای حارث آباد، فسنقر و برزوی سبزوار مشاهده می شود. همچنین باید توجه داشت هر گونه گیاهی، طول عمر مفیدی دارد و بعد از آن در اثر دیرزیستی و فعالیت آفات ثانویه از بین خواهد رفت، توصیه می شود با توجه به این نکته در جنگل کاری هایی که درختان و بونه ها در آنها به مرحله دیرزیستی رسیده اند، اقدام لازم و مؤثر با کاشت و جایگزینی گونه های گیاهی



مراقبت زیادی هم انجام شود، ما را به هدف موردنظر نمی‌رساند. به‌طورکلی سازگاری به خشکی، مقاومت در برابر شوری و قلیائیت خاک، دارا بودن سیستم ریشه‌ای عمیق و قوی، دارا بودن قدرت ذخیره آب در اندام هوایی و تولید تاج پوشش مطلوب، از ویژگی‌های گیاهان مناسب احیای مناطق خشک است (کنشلو، ۱۳۸۰). با توجه به همه شرایط محیطی و اقلیمی، کمبود منابع آب در مناطق بیابانی، همچنین فون و فلور، سازگاری با منطقه و تهدیدهای گیاه‌پزشکی که وجود دارد، لازم است در انتخاب گونه دقت لازم شود. به‌عنوان مثال کشت گیاه *A. lentiformis* در عرصه‌های طبیعی کشور و عدم توانایی زادآوری طبیعی آن، نشان‌دهنده فقدان بررسی کافی در انتخاب گونه مناسب و در نظر نگرفتن شرایط اکولوژیک لازم بوده است (کریمیان و همکاران، ۱۳۹۷). چنانچه نتایج تحقیق آذرنبوند و زارع چاهوکی (۱۳۸۷) در بررسی کشت سه گونه آتریپلکس، *A. canescens*، *A. lentiformis* و *A. halimus* نشان داد، گونه *A. canescens* نسبت به دو گونه دیگر مقاومت بیشتری به سرما دارد و هر سه گونه به‌ویژه دو گونه اول در بارندگی‌های کمتر از ۲۰۰ میلی‌متر ناموفق هستند و بیشترین تولید را در بارندگی سالیانه بیشتر از ۳۵۰ میلی‌متر دارند. این مسئله، لزوم اطلاعات کافی را در مورد نیازهای اکولوژیک گونه‌های گیاهی و انطباق آن با محیط موردنظر برای کاشت نشان می‌دهد، در غیر این صورت باعث عدم موفقیت خواهد شد.

### اجرای طرح هوشمند پایش آفات و بیماری‌های گیاهی در مرتع‌کاری‌ها و جنگل‌کاری‌های مناطق بیابانی

درمورد آفات و بیماری‌های مهم گونه‌های جنگلی و مرتعی در مناطق بیابانی، اطلاعات کامل، دقیق و جدیدی وجود ندارد و ضروری است با پایش مؤثر و مستمر گونه‌های گیاهی در مناطق بیابانی، از وضعیت آفات و بیماری‌های آنها در منطقه اطلاع حاصل شود و درنهایت اقدام لازم برای مدیریت کنترل آنها انجام شود. به‌عنوان مثال پایش آفات و بیماری‌های منطقه ایرانی-تورانی به‌صورت موردی روی آفات درختان تاغ (شپشک، پسپیل، ملخ کوهان‌دار، پروانه بذرخوار، موربانه و موش‌ها) انجام شده است (عبائی، ۱۳۸۲؛ صادقی و کاوسی، ۱۳۹۲). محمودی (۱۳۸۲) در بررسی آفات و بیماری‌های درختچه‌های تاغ سیاه در منطقه ورامین، ۱۳ گونه آفت، ۳ گونه بیماری و ۹ گونه از سایر عوامل زیان‌آور را معرفی کرده است. آفات و بیماری‌های گونه‌های درختچه‌ای اسکنبیل، گز، سنجد و قیچ که از گیاهان رایج منطقه ایرانی-تورانی هستند نیز، بررسی شده است (عبائی، ۱۳۷۷؛ عسکری و عبائی، ۱۳۹۴). ضرورت اجرای طرح هوشمند پایش آفات و بیماری‌ها در منطقه ایرانی-تورانی و تهیه بانک اطلاعات جامع لازم به نظر می‌رسد. همچنین، پایش آفات و بیماری‌ها می‌تواند به ارزیابی وضعیت جمعیتی و طغیانی آفات و بیماری‌های کلیدی در منطقه موردنظر برای جنگل‌کاری کمک کند و در نتیجه زیربنای پیشگیری و مدیریت به موقع آفات و بیماری‌ها را در منطقه موردنظر فراهم کند. بدیهی است، بدون انجام پایش آفات



شکل ۸- عدم توجه به دیرزیستی بوته‌های مرتع‌کاری شده (عکس از: محمدابراهیم فراشپانی)



شکل ۹- عدم انتخاب گونه مناسب و سازگار با شرایط منطقه و خشکیدگی نهال در اثر شرایط محیطی (عکس از: محمدابراهیم فراشپانی)



و بیماری‌ها در عرصه‌های جنگلی و عدم آگاهی به وضعیت آنها، امکان جنگل‌کاری و بوته‌کاری موفق وجود ندارد، تمام تلاش‌ها و سرمایه‌گذاری‌ها در این رابطه، توسط عوامل آفات و بیماری‌ها مورد تهدید قرار می‌گیرند و از بین خواهند رفت و مدیریت و کنترل پایدار آفات و بیماری‌ها میسر نخواهد شد. انجام این امر خطیر، به تنهایی از عهده سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور خارج است و ضروری است که این کار با همکاری مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور و سازمان حفظ نباتات کشور انجام شود.

**ارتباط مستمر و مؤثر بین دفاتر مختلف سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور، سازمان حفظ نباتات کشور و مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور**

این موضوع یکی از دلایل عدم موفقیت و بروز مشکلات در نهال‌کاری‌ها، بوته‌کاری‌ها و سایر عرصه‌های منابع طبیعی در مناطق بیابانی است. به‌عنوان مثال در مواردی مشاهده شده است که بدون داشتن ارتباط مؤثر با سازمان حفظ نباتات کشور و مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، پایش مستمر و مؤثر آفات و بیماری‌ها در عرصه‌های مختلف انجام نشده و از وضعیت آفات مهم منطقه اطلاع دقیق و جدیدی در دسترس نبوده است، در نتیجه نهال‌کاری و بوته‌کاری در کانون‌های آلودگی به آفت انجام شده، یا مورد حمله آفات قرار گرفته و در نهایت مشکلات عدیده‌ای پیش آمده است. همچنین شایان ذکر است که کنترل آفات عمومی مانند موش و ملخ به تنهایی از عهده دفتر بیابان و سایر دفاتر سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور خارج است و ضرورت دارد همکاری مؤثر و مستمر بین این سازمان، سازمان حفظ نباتات کشور و مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور شکل گیرد تا امکان برداشتن گامی مؤثر در کنترل این گروه از آفات فراهم و اقدامات لازم به موقع انجام شود.

### نتیجه‌گیری کلی

نواحی بیابانی نوع خاصی از اکوسیستم هستند که پوشش گیاهی کمی دارند. این شرایط اقلیمی و اداکیکی برای استقرار تنوع بالایی از گیاهان و جانوران مناسب نیست. امروزه تلاش‌های فراوانی برای بهبود وضعیت پوشش گیاهی در چنین اقلیم‌هایی در جریان است که به‌نوبه خود، شرایط محیطی منطقه را بهبود می‌بخشد. مطالعه روش جنگل‌کاری در این مناطق، در نواحی مختلف دنیا و نیز کشور ما ایران نشان می‌دهد، انتخاب گونه‌های گیاهی مناسب، اولین و مهم‌ترین نکته‌ای است که در میزان موفقیت کشت و کار در این مناطق مؤثر است، از این رو باید در خصوص نوع و تنوع گونه‌های گیاهی مورد نیاز به‌درستی تصمیم‌گیری شود. پذیرش محلی و بومی این گونه‌ها در منطقه، دومین عاملی است که در میزان موفقیت تمام برنامه‌های کاشت مؤثر است. در جنگل‌کاری‌های خارج از محدوده‌های شهری، اگر گونه‌های درختی منتخب برای کشت، محصولات فرعی مفید برای مردم بومی یا دام‌های آنها را فراهم کنند، بی‌شک، در معیشت



شکل ۱۰- پایش ملخ کوهان‌دار تاغ در تاغ‌زارهای منطقه ایرانی- تورانی (عکس از: سمیرا فراهانی)

روستاییان مؤثر خواهد بود، از این رو موردپسند و حمایت توده‌های روستایی قرار خواهد گرفت و محافظت از آنها توسط روستاییان انجام خواهد شد، اما گونه‌های درختی در جنگل‌کاری‌های شهری، به گونه‌ای انتخاب می‌شوند که زیباسازی و سرسبزی منطقه را بهبود بخشد.

برخی پیشنهادهای فنی برای کاشت در اکوسیستم شکننده بیابان به‌طور خلاصه در ادامه، ارائه شده است:

پس از کاشت گیاهان منتخب، نباید در معرض چرای دام قرار گیرند و علف‌های هرز باید به‌صورت دستی برداشت شوند. در این مدت، چرای دام باید با همکاری فعال مردم، انجام و توسعه مراتع به‌صورت علمی در کنار افزایش ظرفیت حمل‌ونقل دام مهار شود. در نتیجه چنانچه گیاهان کاشته‌شده با اعمال مدیریت صحیح حفظ شوند، می‌توان ضمن بهره‌برداری از این گیاهان، زمینه توسعه، گسترش و زادآوری آنها را نیز فراهم آورد. همچنین، ترویج ایجاد چراگاه‌های مصنوعی، به‌طورمثال از طریق کشت گیاهان علوفه‌ای (گندمیان، یا



لگومینوز) و نیز تلفیق دامپروری با فعالیت‌های کشاورزی به منظور افزایش درآمد روستاییان و کاهش هر چه بیشتر فشار بر بوته‌کاری‌ها و جنگل‌کاری‌ها مؤثر به نظر می‌رسد.

در مناطق بیابانی به دلیل کمبود شدید منابع آب، بالا بودن درجه حرارت و تبخیر و تعرق شدید آب از سطح خاک و گیاه، لازم است، ضمن برآورد دقیق آب مورد نیاز گیاهان، راه‌های صرفه‌جویی در مصرف آب نیز مورد توجه قرار گیرد. برای مثال، استفاده از مواد پوشاننده خاک (مالچ)، یکی از راه‌های کاهش میزان تلفات آب از سطح خاک است. مالچ‌ها می‌توانند به صورت پوشش حفاظتی، لایه‌ای مجزا و گسترده روی زمین، یا اطراف ریشه گیاهان ایجاد کنند. این مواد ضمن اینکه سطح خاک را از گزند باد و باران و سایر عوامل مصون می‌دارند، با ایجاد سایه، یا مانعی در مقابل حرکت هوا در سطح زمین، سبب کاهش تبخیر آب از خاک و در نتیجه حفظ رطوبت خاک می‌شوند. همچنین مانع تغییرات حرارتی خاک شده و احتمالاً حاصلخیزی و محصول‌دهی خاک را نیز افزایش می‌دهند. به علاوه این مواد می‌توانند با ایجاد میکروکلیم در اطراف گیاهان، میزان رشد آنها را تحت تأثیر قرار دهند.

گام مهم بعدی در اجرای پروژه‌های جنگل‌کاری در مناطق بیابانی، حفظ و تثبیت خاک است، در واقع، فرسایش بادی از بزرگ‌ترین چالش‌ها در مناطق بیابانی است. با کاشت بوته‌ها و درختان در بخش کمربندی مناطق مورد نظر برای جنگل‌کاری، می‌توان با پدیده فرسایش بادی در بیابان مقابله کرد. این پدیده خاک حاصلخیز را از زمین‌های دیم خارج می‌کند و باعث رانش شن و تجمع تپه‌های شنی می‌شود. مناسب‌ترین روش در کاهش سرعت باد و تثبیت خاک، کشت گونه‌های گیاهی مناسب کنترل فرسایش باد است، در غیر این صورت، وزش بادهای شدید پروژه‌های جنگل‌کاری منطقه را با مشکل مواجه می‌کند و خطر مدفون شدن و تلفات نهال‌های تازه کاشت را در پی خواهد داشت. در کنار این بادشکن‌های گیاهی که قدرت رشد سریعی دارند و پس از یک سال به حدی از رشد می‌رسند که قادرند در مقابل باد ماسه‌های منطقه مقاومت کنند و با توجه به شدت شرایط بادخیز منطقه، می‌توان از مالچ‌پاشی و نیز احداث بادشکن‌های غیرزنده برای حفظ نهال‌های تازه کاشت استفاده کرد.

امروزه مشخص شده است که میکروارگانیزم‌های همزیست ریشه (قارچ‌های میکوریز و باکتری‌های محرک رشد) می‌توانند به طور مؤثری در استقرار، رشد و بقای گیاهان میزبان در شرایط نامساعد اقلیمی و ادافیکی کمک کنند. به ویژه از آنجایی که به تازگی پیشرفت‌های چشمگیری در دست‌ورزی این میکروارگانیزم‌ها حاصل شده است، اکنون می‌توان از پتانسیل آنها در این زمینه بهره برد.

یکی از اهداف اصلی جنگل‌کاری، باید کنترل بیابان‌زایی و نیز تولید چوب برای نیازهای محلی باشد، چرا که تولید تجاری و دسترسی به چوب (در جنگل‌های طبیعی مستعد یا در مزارع زراعت چوب) محدود است. اما ذکر این نکته لازم است، برخی از گونه‌های درختی مقاوم به خشک‌سالی، که برای کمربندهای پناهگاهی و احیای کویر

استفاده می‌شوند، نیز ممکن است محصولات فرعی مفید و با ارزش تجاری بالا تولید کنند، از این رو می‌توان آنها را در جنگل‌کاری‌ها مد نظر قرار داد. به علاوه، باغ‌ها و مزارعی می‌توانند مد نظر قرار گیرند که ممکن است علوفه ارزشمندی را برای دام‌ها، حتی میوه‌هایی را برای مصرف انسان و مواد غذایی و سرپناه حیوانات وحشی تولید کند.

مشارکت و همکاری مردم روستایی و شهری در پروژه‌های درخت‌کاری برای حفاظت از محیط‌زیست و مدیریت اکوسیستم شکننده بیابان ضروری است. لازم است هم مردم، هم مؤسسات تحقیقاتی و اجرایی دولتی برای حفاظت از محیط‌زیست و حیات وحش و حفظ تعادل اکولوژیکی برای تضمین زندگی آیندگان دست به دست هم دهند.

## منابع

احمدی رکن‌آبادی، م. ر.، ۱۳۷۷. بررسی برخی عوامل مؤثر در خشکیدگی آتریپلکس کاری‌های منطقه کویر چاه افضل یزد. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مرتع‌داری، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی نور، ۱۴۷ صفحه.

احمدی، س. م.، ۱۳۹۱. مهم‌ترین آفات آتریپلکس، در آتریپلکس‌کاری‌های استان گلستان. سومین همایش ملی مقابله با بیابان‌زایی و توسعه پایدار تالاب‌های کویری ایران، اراک، ۱۳۹۱، صفحات ۴۷۹-۴۷۳.

آخوان، ز.، ۱۳۹۲. سنجش پایداری اکوسیستم‌های کشاورزی. اولین همایش ملی برنامه‌ریزی حفاظت، حمایت از محیط‌زیست و توسعه پایدار، دانشگاه شهید مفتاح همدان، همدان، ۱۳۹۲، صفحات ۱۷-۱.

آذرنبوند، ح. و زارع چاهوکی، ع. م.، ۱۳۸۷. اصلاح مراتع. دانشگاه تهران، ۳۵۴ صفحه. توکلی، ح. و فرهنگی، ع. ۱۳۷۵. آتریپلکس، توسعه یا توقف؟ دومین همایش ملی بیابان‌زایی و روش‌های مختلف بیابان‌زایی، کرمان، ۱۳۷۵، صفحات ۵۳۱-۵۲۷. جاریانی، م. و ناطقی، د.، ۱۳۸۲. تاغ را بهتر بشناسیم. خبرنامه پیک سبز (ویژه‌نامه روز جهانی بیابان‌زایی): ۵۴-۵۱.

جاهدی پور، س.، کوچکی، ع.، نصیری محلاتی، م. و رضوانی مقدم، پ.، ۱۳۹۵. تأثیر عوامل فیزیوگرافیک بر تنوع زیستی گونه‌های گیاهی اکوسیستم بیابانی کاخک گناباد. مهندسی اکوسیستم بیابان، (۱۳)۵: ۱۲-۱.

خسروشاهی، م.، ۱۳۹۵. قلمروی بیابان‌های ایران از دریچه تحقیقات. طبیعت ایران، (۱)۱: ۳۶-۳۰.

زارع چاهوکی، م. ع. و شفیق‌زاده، م.، ۱۳۸۷. بررسی عوامل محیطی مؤثر بر پراکنش چند گونه گیاهی مناطق بیابانی (مطالعه موردی: حاشیه کویر چاه بیکی استان یزد). تحقیقات مرتع و بیابان ایران، (۳)۱۵: ۴۱۴-۴۰۳.

شبان، م. و قدوسی، ح.، ۱۳۸۸. بررسی و مطالعه گونه‌های درختی و درختچه‌ای سازگار با شرایط آب‌وهوایی شهر آباد. پنجمین همایش ملی علوم و مهندسی آب‌خیزداری ایران (مدیریت پایدار بلایای طبیعی)، گرگان، ۱۳۸۸، صفحات ۱۲-۱.

شبان، م. و عباسی، س.، ۱۳۸۷. انتخاب گونه‌های مقاوم به خشکی، راه‌حلی برای مقابله با بحران کم‌آبی در مناطق خشک و نیمه‌خشک (مطالعه موردی منطقه آباد). دومین همایش منطقه‌ای منابع طبیعی و محیط‌زیست، ارسنجان، ۱۳۸۷، صفحات ۱۲-۱. شیشه‌بر، پ.، ۱۳۸۵. مدیریت حشرات آفت (ترجمه). دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ۶۸۲ صفحه.

صادقی، ا. و کاوسی، م. ر.، ۱۳۹۲. بررسی روبشگاه و خسارت در توده طبیعی و دست‌کاشت تاغ *Haloxylon persicum* در منطقه عباس‌آباد شهرستان میامی (استان سمنان). اولین همایش سراسری کشاورزی و منابع طبیعی پایدار، سمنان، ۱۳۹۲، صفحات ۸-۱.

طوبیلی، ع.، قنبری، ن. و یزدان‌شناس، ح.، ۱۳۹۳. تأثیر تنش شوری و خشکی بر ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه *Salsola crassa* در شرایط

- lar mycorrhizal fungi in phytoremediation of heavy metal contaminated soils. *Current Science*, 86: 528–534.
- Laird, R.A. and Addicott, J.F., 2009. Testing for mycorrhizal fungi-plant indirect effects. *Journal of Plant Interactions*, 4(1): 7-14.
- Leon-Sobrinho, C., Ramond, J.B., Maggs-Kolling, G. and Cowan, D.A., 2019. Nutrient acquisition, rather than stress response over diel cycles, drives microbial transcription in a hyper-arid Namib Desert soil. *Frontiers in Microbiology*, 10: 1054.
- Liu, J.Y., Maldonado-Mendoza, I., Lopez-Meyer, M., Cheung, F., Town, C. D. and Harrison, M.J., 2007. Arbuscular mycorrhizal symbiosis is accompanied by local and systemic alterations in gene expression and an increase in disease resistance in the shoots. *The Plant Journal*, 50: 529–544.
- Marx, D.H., 1991. The practical significance of ectomycorrhizae in forest establishment. In: *Ecophysiology of ectomycorrhizae of forest trees*, The Marcus Wallenberg Foundation ed., Stockholm, Sweden, Symposium Proceedings, 7: 54–90.
- Mitchell, D.T. and Gibson, B.R., 2006. Ericoid mycorrhizal association: ability to adapt to a broad range of habitats. *Mycologist*, 20: 2–9.
- Pinheiro, C.R., Junior, M.G., Pereira, O., De Souza, J. and Beutler, F.S.J., 2019. Can topography affect the restoration of soil properties after deforestation in a semiarid ecosystem? *Journal of Arid Environments*, 162: 45–52.
- Quoreshi, A.M., 2008. The Use of Mycorrhizal Biotechnology in Restoration of Disturbed Ecosystem. In: Siddiqui, Z.A., Akhtar, M.S. and Futai, K. (editors). *Mycorrhizae: Sustainable Agriculture and Forestry*. Springer Netherlands; Dordrecht, The Netherlands, pp. 303–320.
- Root, R.B., 1973. Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: The fauna of *Collards (Brassica Oleracea)*. *Ecological Monographs*, 43: 95–124.
- Sánchez-Díaz, M. and Honrubia, M., 1994. Water relations and alleviation of drought stress in mycorrhizal plants. In: Gianinazzi, S. and Schüepp, H., 1994. *Impact of Arbuscular Mycorrhizas on Sustainable Agriculture and Natural Ecosystems*. ALS Advances in Life Sciences. Birkhäuser, Basel, pp. 167–178.
- Smith, S.E. and Read, D., 2008. Introduction. In: Read, S.E.S., 2008. *Mycorrhizal Symbiosis*. Academic Press; London, UK, pp. 1–9.
- van der Maarel, E., 1988. Vegetation dynamics: patterns in time and space. *Vegetatio*, 77: 7-19.
- Verdejo-Lucas, S. and Talavera, M., 2009. Integrated management of nematodes parasitic on *Prunus* spp. In: Ciancio, A. and Mukerji, K.G., 2009. *Integrated management of fruit crops and forest nematodes*. Springer Publication. pp: 177–193.
- آزمایشگاه و گلخانه. علوم و تحقیقات بذر، ۲ (۱): ۲۵–۱۵.
- عبائی، م.، ۱۳۷۷. آفات درختان و درختچه‌های جنگلی و غیرمثمر ایران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، صفحه ۱۷۸.
- عبائی، م.، ۱۳۸۲. جایگاه آفات و بیماری‌های گیاهی در تاغ‌زارهای طبیعی و دست‌کاشت ایران. اولین همایش ملی تاغ و تاغ‌کاری در ایران. دفتر تنبیت شن و بیابان‌زدایی سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور، تهران، ۱۳۸۲، صفحات ۱۴۶–۱۳۶.
- عسکری، ی.، پارساپور، م.ک.، محمدی، ل. و اعتماد، و.، ۱۳۹۱. جنگل‌داری و جنگل‌شناسی مناطق خشک و نیمه‌خشک. اولین همایش ملی توسعه پایدار در مناطق خشک و نیمه‌خشک، ابرکوه، ۱۳۹۱، صفحات ۸–۱.
- عسکری، ح. و عبائی، م.، ۱۳۹۴. حشره‌شناسی جنگل: آفات درختان و درختچه‌های جنگلی، جنگل‌کاری‌ها، فضای سبز شهری، مناطق بیابانی و کویری ایران. علم کشاورزی ایران، تهران، ۸۰۶ صفحه.
- فرار، ن.، گلستانه، س.ر. و زمانی، ع.ع.، ۱۳۹۶. ارتباط تک‌کشتی بی‌رویه گیاهان غیربومی با طغیان شب‌پره برگ‌خوار دو نوازی در جنوب کشور. طبیعت ایران، ۲ (۶): ۵۶–۶۴.
- کنشلو، ه.، ۱۳۸۰. جنگل‌کاری در مناطق خشک. مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، تهران، ۵۲۸ صفحه.
- محمودی، م.، ۱۳۸۲. رابطه آفات و سایر عوامل زیان‌آور سیاه تاغ (*Haloxyylon ammodendron Bunge*) با مراحل فنولوژیکی آن در ایستگاه ابردر ورامین. تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۱۰ (۱): ۳۸–۱۷.
- محمودی، ع.، زاهدی امیری، ق. و اعتماد، و.، ۱۳۹۱. بررسی ارتباط ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک با شادابی گونه تاغ در تاغ‌زارهای طبیعی و دست‌کاشت (مطالعه موردی: دشت حسین‌آباد، استان خراسان جنوبی). جنگل ایران، ۴ (۴): ۲۸۹–۲۹۹.
- Alori, E.T., Emmanuel, O.C., Glick, B.R. and Babalola, O.O., 2020. Plant-archaea relationships: a potential means to improve crop production in arid and semi-arid regions. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 36: 1–10.
- Apple, M.E., 2010. Aspects of mycorrhizae in desert plants. In: Ramawat, K.G., 2010. *Desert Plants*. Springer, Berlin, pp. 121–134.
- Ashraf, M. and Foolad, M.R., 2005. Pre sowing seed treatment— A shotgun approach to improve germination, plant growth, and crop yield under saline and non-saline conditions. *Advances in Agronomy*, 88: 223-265.
- Azul, A.M., Nunes, J., Ferreira, I., Coelho, A.S., Veríssimo, P., Trovão, J., Campos, A., Castro, P. and Freitas, H., 2014. Valuing native ectomycorrhizal fungi as a Mediterranean forestry component for sustainable and innovative solutions 1. *Botany*, 92:161–171.
- Bohrer, G., Kagan-Zur, V., Roth-Berjerano, N. Ward, D., Beck, G. and Bonifacio, E., 2003. Effects of different Kalahari-desert VA mycorrhizal communities on mineral acquisition and depletion from the soil by host plants. *Journal of Arid Environments*, 55: 193-20.
- Bois, G.Y., Piché, Y., Fung, M.Y.P. and Khosa, D.P., 2005. Mycorrhizal inoculum potentials of pure reclamation materials and revegetated tailing sands from the Canadian oil sand industry. *Mycorrhiza*, 15: 149–158.
- Chaudhry, P. and Tewari, V.P., 2017. Afforestation: an effective intervention for sustainable development of Fragile Desert ecosystem. In: Bhattacharya, P. and Kandya, A.K., 2017. *Sustainable forestry: emerging challenges*. IK International Publishing House Pvt. Ltd, New Delhi, pp. 254–262.
- Gaur, A., and Adholeya, A., 2004. Prospect of arbuscu