# تأثیر قارچ‌های اندوفایت در بهبود ویژگی‌های فنوتیپی فسکیوی بلند (*Festuca arundinacea* Schreb.) و فسکیوی مرتعی (*Festuca pratensis* Huds.) بومی ایران

رضا محمدی و آقافخر میرلوحی[۱]


## چکیده

***قارچ‌های اندوفایت وابسته به جنس نئوتیفودیوم (Neotyphodium)، با بیشتر گراس‌های سردسیری رابطهٔ هم‌زیستی برقرار می‌کنند. این قارچ‌ها ویژگی‌های رویشی، مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاهان میزبان را تغییر داده، باعث افزایش قدرت پایداری آنها می‌شوند. این پژوهش به منظور بررسی تأثیر قارچ‌های اندوفایت در بهبود ویژگی‌های فنوتیپی فسکیوی بلند (Festuca arundinacea Schreb.) و فسکیوی مرتعی (Festuca pratensis Huds.) بومی ایران انجام گرفت. آزمایش در چارچوب طرح کاملاً تصادفی و به صورت فاکتوریل در سه تکرار اجرا شد، که دو فاکتور در دو سطح داشت. فاکتور اول دو تودهٔ گیاهی و فاکتور دوم آلوده و غیر آلوده بودن گیاه به قارچ بود.***

***نتایج آزمایش نشان داد که در بیشتر ویژگی‌های فنوتیپی مورد مطالعه، بین گیاهان آلوده و عاری از قارچ، اختلاف آماری معنی‌دار وجود دارد. اثر قارچ‌های اندوفایت بر شمار پنجه در بوته، عملکرد علوفه در بوته، عمق طوقه، وزن طوقهٔ خشک و وزن ریشهٔ خشک، مثبت و معنی‌دار شد. بین توده‌ها برای عملکرد علوفه در بوته، عمق طوقه، وزن طوقهٔ خشک، وزن ریشهٔ خشک و درصد مادهٔ خشک، اختلاف آماری معنی‌دار بود. اثر متقابل توده و قارچ برای عمق طوقه و وزن ریشهٔ خشک معنی‌دار گردید. از این رو می‌توان از قارچ‌های اندوفایت در بهبود ویژگی‌های فنوتیپی این گیاهان استفاده کرد.***


**واژه‌های کلیدی:** ***قارچ‌های اندوفایت، نئوتیفودیوم، هم‌زیستی، ویژگی‌های فنوتیپی، فسکیوی بلند، فسکیوی مرتعی***

## مقدمه

رابطهٔ هم‌زیستی ریزوبیوم‌ها (*Rhizobium* spp.) با اعضای خانوادهٔ نخودیان (Fabaceae Fam.) شناخته شده‌ترین رابطهٔ هم‌زیستی گیاهان با میکروارگانیسم‌هاست. ولی اخیراً رابطهٔ هم‌زیستی دیگری بین برخی از گراس‌ها با قارچ‌های اندوفایت متعلق به جنس نئوتیفودیوم (*Neotyphodium*) شناسایی شده است. این قارچ‌ها از ردهٔ آسکومیست‌ها (*Ascomycetes*) بوده و مربوط به خانوادهٔ کلاویسیپیتاسه (*Clavicipitaceae*) و قبیلهٔ

۱. به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و دانشیار اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان



[ Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-01 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.2.17.3 ]

بالانسیه (*Balansiae*) هستند (۱۷). این قارچ‌ها غیر بیماری‌زا بوده و فقط از طریق غیر جنسی تولید مثل می‌کنند (۳). قارچ‌های اندوفایت از طریق بذر از گیاهان آلوده به نتاج انتقال می‌یابند (۱٤). این قارچ‌ها در اندام‌های هوایی گیاه و در منافذ بین سلولی بافت‌های غلاف برگ و تاج گیاه رشد کرده، از طریق رویش در تخمدان وارد بذر می‌شوند، و در لایهٔ آلرون بذر باقی مانده و از این طریق گسترش می‌یابند (۱۷).

اندوفایت از نظر انرژی کاملاً به گیاه میزبان وابسته بوده (۵) و شایستگی‌های قابل توجهی را در گیاه میزبان ایجاد می‌نماید. آثار مفید شناخته شدهٔ این قارچ‌ها روی گیاه میزبان شامل ایجاد مقاومت در برابر آفات، بیماری‌های گیاهی و نماتدها (۳ و ۷)، بهبود تحمل گیاه در برابر تنش خشکی (۲)، بهبود میزان فتوسنتز (۱۳)، بهره‌گیری بهتر از نیتروژن، افزایش دوام گیاه و مقاومت به چرا می‌باشد (۳).

مکانیسم‌های مختلفی برای سازگاری گیاهان آلوده به قارچ‌های اندوفایت به شرایط مختلف محیطی و افزایش قدرت رویشی آنها ارائه شده است. در این رابطهٔ هم‌زیستی، ترکیبات شیمیایی مختلفی توسط قارچ در گیاه میزبان تولید می‌شود که این ترکیبات در بروز این ویژگی‌ها تأثیر بسزایی دارند. برای مثال آلکالوییدهای گروه پیرولوزیدین (Pyrrolozidine) که در فسکیوی بلند آلوده به قارچ تولید می‌شوند، باعث ایجاد مقاومت در برابر تغذیهٔ حشرات، آللوپاتی روی گیاهان مجاور و نیز تنظیم فشار اسمزی در شرایط خشکی می‌شوند.

افزایش غلظت کربوهیدرات‌های غیر ساختمانی مانند گلوکز و فروکتوز در گیاهان آلوده به قارچ، نقش مهمی در افزایش قدرت رویشی و تعدیل فشار اسمزی بازی می‌کنند (۱۱). هورمون‌های گیاهی ایندول استیک اسید (Indole acetic acid) و آبسیزیک اسید به وسیلهٔ قارچ اندوفایت نئوتیفودیوم کوئنوفیالوم (*N. coenophialum* Morgan-Jones and Gams.) در فسکیوی بلند ساخته شده و باعث افزایش قدرت پنجه‌دهی و رویشی گیاه میزبان می‌شوند (۱۰). بسته شدن سریع روزنه‌ها در صورت مواجه شدن گیاه با خشکی، تعدیل فشار اسمزی، لوله‌ای شدن برگ‌ها، رویش سریع و عمق مؤثر ریشه‌ها از فاکتورهای مهم مقاومت در برابر خشکی در گیاهان آلوده به قارچ می‌باشند (۱۰).

سیمای زیان‌آور این رابطهٔ هم‌زیستی، که به نظر می‌رسد سودمندی این قارچ‌ها را محدود کند، تولید آلکالوییدهایی در گیاه است که در دام‌ها مسمومیت ایجاد می‌کنند (۵). ولی در حال حاضر، دانشمندان نژادهایی از قارچ‌های اندوفایت را پیدا کرده‌اند که آلکالوییدهای ایجاد کنندهٔ مسمومیت در دام‌ها را تولید نمی‌کنند و در سایر ویژگی‌های خود پایدارند (۱۰). بنابراین، محدودیتی در استفاده از این نژادها برای اصلاح گراس‌های چمنی میزبان وجود ندارد.

کشور ایران تنوع وسیعی از گیاهان چمنی و قارچ‌های اندوفایت هم‌زیست با آنها را داراست، ولی این گیاهان کمتر مورد توجه قرار گرفته و پژوهش‌های کمی روی آنها صورت گرفته است. در حالی که ارقام اصلاح شدهٔ گراس‌هایی مانند فسکیوی بلند و علف چاودار دایمی (*Lolium perenne* L.) در کشورهای ایالات متحده و نیوزیلند، سطح گسترده‌ای از مراتع را به خود اختصاص داده‌اند، و در تأمین علوفه و حفاظت خاک این کشورها نقشی مؤثر ایفا می‌کنند. فسکیوی بلند و فسکیوی مرتعی در مناطق مختلف ایران همچون آذربایجان غربی، خراسان، فارس، اصفهان، کرج، درود، دامنهٔ الوند و فیروزکوه به صورت طبیعی رویش دارند (۱).

در شرایط کنونی، که وضعیت مراتع کشور بسیار نامطلوب بوده و قادر به تأمین علوفهٔ مورد نیاز دام‌ها و حفاظت خاک نمی‌باشند، زمینهٔ مناسبی برای استفاده از این گیاهان و رابطهٔ هم‌زیستی آنها با قارچ‌های اندوفایت در احیای مراتع کشور وجود دارد. فسکیوی بلند و فسکیوی مرتعی به علت تولید چمن انبوه، مقاوم بودن به خشکی و دارا بودن سیستم ریشه‌ای گسترده و عمیق، از مهم‌ترین گراس‌های مرتعی می‌باشند که برای تولید علوفه و حفاظت خاک استفاده می‌شوند. در این پژوهش تأثیر قارچ‌های اندوفایت در بهبود ویژگی‌های فنوتیپی فسکیوی بلند و فسکیوی مرتعی بومی ایران بررسی شده است.



[ Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-01 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.2.17.3 ]

ویژگی‌های به وجود آمده از این رابطهٔ هم‌زیستی بسیار مهم بوده، در افزایش قدرت رقابت و پایداری گیاهان آلوده، به ویژه در شرایط نامساعد محیطی تأثیر بسزایی دارند. از این رو، بررسی این تغییرات در گونه‌های گیاهی و قارچی ایران، و بهره‌گیری از آنها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۱۳۷۹-۱۳۸۰ در گلخانهٔ پژوهشی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان به اجرا در آمد. مواد گیاهی شامل دو تودهٔ فسکیو (تودهٔ ٦٥ و تودهٔ ۷۵) مربوط به بانک بذر ایستگاه پژوهشی شهید فزوهٔ جهاد کشاورزی استان اصفهان بود. تودهٔ ٦٥ دیپلویید (۲n=۲x=۱٤) و مربوط به گونهٔ فسکیوی مرتعی (*Festuca Pratensis* Huds.)، و تودهٔ ۷۵ هگزاپلوییـد (۲n=٦x=٤۲) و مربوط به گونهٔ فسکیوی بلند (*Festuca arundinacea* Schreb.) بوده و میزان آلودگی بذرهای هر دو توده به قارچ‌های اندوفایت ۱۰۰ درصد بود (۱ و ٦).

چون برای انجام آزمایش نیاز به تهیهٔ گیاهان آلوده و بدون قارچ بود، بنابراین ۱۰۰ بذر از هر توده به طور تصادفی انتخاب و به دو قسمت تقسیم شد. پنجاه بذر از هر توده برای از بین بردن قارچ، تحت تیمار آب گرم و قارچ‌کش تریادایمنول (Triadimenol) (بایتان) قرار گرفتند. برای این کار نخست بذرها به مدت شش ساعت در آب سرد پنج درجهٔ سانتی‌گراد قرار گرفتند و سپس بلافاصله به آب گرم ۵۰-۵۵ درجهٔ سانتی‌گراد انتقال داده شدند. مدت تیمار در آب گرم ۱۰ دقیقه بود. پس از تیمار آب گرم، بذرها به مدت دو ساعت در دمای ۳۰ درجهٔ سانتی‌گراد در آون خشک شدند. با این روش حدود ۷۵ درصد از بذرهای تیمار شده بدون قارچ می‌شوند، ولی قدرت جوانه‌زنی بذر حفظ می‌شود. برای تکمیل قارچ‌زدایی، بذرها با قارچ‌کش تریادایمنول نیز ضد عفونی شدند (۱۹).

این بذرها هم‌زمان با بذرهایی که تیمار نشده بودند به طور مجزا در مردادماه ۱۳۷۹ در گلدان‌های پلاستیکی حاوی خاک مزرعه کشت شدند. پس از گذشت یک ماه، کلیهٔ گیاهچه‌های حاصل از تمامی تیمارها با استفاده از روش رنگ‌آمیزی رزبنگال (Rose bengal) برای حضور قارچ آزمایش شدند. در این روش قطعات غلاف برگ از گیاهچه‌ها گرفته شده، روی لام قرار گرفتند، به طوری که قسمت داخلی غلاف برگ به طرف بالا بود. در این مرحله، ۱-۲ قطره از محلول رنگی استاندارد رزبنگال روی نمونه قرار داده شد و ۳۰-٦۰ ثانیه ماند تا رنگ، جذب بافت گیاهی شود. سپس لامل روی نمونه گذاشته شد و رنگ اضافی با استفاده از کاغذ رطوبت‌گیر گرفته شد. به این ترتیب، نمونه آمادهٔ مشاهدهٔ میکروسکوپی شد. میسیلیوم‌های قارچ به رنگ قرمز یا صورتی به صورت متمایز از سلول‌های غلاف برگ قابل مشاهده بودند (۱٦).

پس از جدا کردن گیاهچه‌های آلوده و بدون قارچ، ۱۵ گیاهچهٔ آلوده و ۱۵ گیاهچهٔ بدون قارچ از هر دو توده به طور تصادفی انتخاب و هر گیاهچه در یک گلدان به قطر ۲۰ سانتی‌متر کشت شد. ترکیب خاک گلدان‌ها شامل خاک مزرعه، ماسه و کود حیوانی به نسبت ۱:۱:٤ بود، که به صورت کاملاً یک‌نواخت و مساوی در هر گلدان ریخته شد. گلدان‌های آماده شده، که حاوی ۳۰ گیاهچهٔ آلوده به قارچ و ۳۰ گیاهچهٔ بدون قارچ از دو تودهٔ ٦٥ و ۷۵ بودند، در چارچوب طرح کاملاً تصادفی و به صورت فاکتوریل در سه تکرار، روی یک سکوی گلخانه قرار داده شدند. آزمایش شامل دو فاکتور و هر فاکتور دارای دو سطح بود، که فاکتور اول شامل دو تودهٔ گیاهی و فاکتور دوم آلوده و غیر آلوده بودن گیاه به قارچ اندوفایت بود. هر تکرار از هر تیمار (واحد آزمایشی) حاوی پنج گلدان بود. گلدان‌ها در طی دورهٔ رویش به طور مرتب آبیاری و کوددهی شدند.

صفات اندازه‌گیری شده در این آزمایش، که در سه یا پنج گلدان از هر تکرار اندازه‌گیری شده و در واحد بوته به دست آمد، شامل موارد زیر بود:

شمار پنجه در بوته، که پنج ماه پس از کاشت تعیین شد. عملکرد علوفهٔ خشک در بوته، که در سه چین در تاریخ‌های ۱۰ اردیبهشت، ۱۰ خرداد و ۱۰ تیرماه ۱۳۸۰ برداشت شد، و پس از



[ Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-01 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.2.17.3 ]

خشک کردن نمونه‌ها در آون در دمای ٦٥ درجهٔ سانتی‌گراد به مدت ٤٨ ساعت به دست آمد. پس از چین سوم، گیاهان به طور یک‌نواخت از سطح ۲/٥ سانتی‌متری سطح خاک چیده شده و از محل قطع برگ‌ها تا محل رویش ریشه‌ها اندازه‌گیری، و سپس ۲/٥ سانتی‌متر از مقدار اندازه‌گیری شده کسر شد تا عمق طوقه برحسب سانتی‌متر به دست آید (٥). طول ریشه پس از خارج کردن بوته‌ها از گلدان و شست‌شوی کامل ریشه‌ها اندازه‌گیری شد. وزن طوقهٔ خشک در بوته پس از قطع برگ‌ها و ریشه‌ها و خشک کردن طوقه به دست آمد. وزن ریشهٔ خشک در بوته پس از قطع ریشه‌ها از محل طوقه و خشک کردن در آون اندازه‌گیری شد. درصد مادهٔ خشک از روی نسبت وزن علوفهٔ خشک به علوفهٔ تر تعیین شد.

تجزیهٔ واریانس و مقایسهٔ میانگین‌های داده‌های حاصل در واحد بوته از طریق آزمون LSD، با استفاده از نرم‌افزار کامپیوتری SAS انجام گرفت.

## نتایج و بحث

نتایج تجزیهٔ واریانس نشان داد که هر دو فاکتور تودهٔ گیاهی و قارچ اندوفایت، صفات بررسی شده را تحت تأثیر قرار داده‌اند (جدول ۱). همان گونه که ملاحظه می‌شود، اثر توده بر وزن طوقهٔ خشک در بوته و درصد مادهٔ خشک در سطح احتمال یک درصد، و برای عملکرد علوفهٔ خشک در بوته، عمق طوقه، طول ریشه و وزن ریشهٔ خشک در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شده، در حالی که برای شمار پنجه در بوته معنی‌دار نشده است. اثر قارچ بر شمار پنجه در بوته، عملکرد علوفهٔ خشک در بوته، عمق طوقه و وزن ریشهٔ خشک در سطح احتمال یک درصد، و برای وزن طوقهٔ خشک در بوته در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شده، ولی برای طول ریشه و درصد مادهٔ خشک معنی‌دار نشده است.

اثر متقابل تودهٔ گیاهی و قارچ برای عمق طوقه و وزن ریشهٔ خشک در سطح احتمال یک درصد از نظر آماری معنی‌دار شده، ولی در سایر صفات اثر متقابل معنی‌داری دیده نمی‌شود. کِلی (٤) نیز با مطالعهٔ نقش قارچ‌های اندوفایت در اکوسیستم‌ها اظهار داشت که اندوفایت‌ها ویژگی‌های رویشی، مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاهان میزبان را تغییر داده و از این طریق در افزایش قدرت رقابت و زنده ماندن آنها مؤثرند.

نتایج مقایسهٔ میانگین صفات در تیمارهای مختلف (جدول ۲) نشان می‌دهد که شمار پنجه در بوته در تودهٔ ٦٥ آلوده به قارچ ($E^+$ ٦٥) با ٥٠/۲ و در تودهٔ ۷٥ آلوده به قارچ ($E^+$ ۷٥) با ٤٤/٨٦، دارای بیشترین مقدار هستند. عملکرد علوفهٔ خشک در تودهٔ $E^+$ ۷٥ با ۱۷/۲ گرم در بوته بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده است. هیل و همکاران (٥) نیز در بررسی ویژگی‌های رویشی و مورفولوژیک گیاهان آلوده و بدون قارچ اندوفایت اظهار داشتند که عملکرد علوفه و شمار پنجه در گیاهان آلوده به قارچ بیشتر است.

تودهای $E^+$ ٦٥ و $E^+$ ۷٥ با داشتن مقادیر ۳/۳۷ و ۳/۳ سانتی‌متر عمق طوقه، دارای مقادیر حداکثرند. تودهٔ $E^+$ ۷٥ با داشتن ۲۱/٨٤ گرم وزن طوقهٔ خشک، مقدار حداکثر را به خود اختصاص داده است. هیل و همکاران (٥) در همین گزارش بیان داشتند که در گیاهان فسکیوی بلند آلوده به قارچ، عمق طوقه تقریباً یک سانتی‌متر پایین‌تر از گیاهان بدون قارچ است. آنها هم‌چنین اظهار داشتند که طوقه‌های عمیق‌تر مکانیسمی را فراهم می‌کنند که گیاهان $E^+$ تغییرات دمای محیط را بهتر تحمل کنند، و در نتیجه قدرت رویش و زنده ماندن بیشتری داشته باشند. در همین گزارش آمده است که وزن طوقه در گیاهان آلوده به قارچ بیشتر از گیاهان بدون قارچ است.

بین گیاهان آلوده و بدون قارچ برای طول ریشه، اختلاف آماری معنی‌داری ملاحظه نشد، ولی گیاهان تودهٔ ۷٥ دارای طول ریشهٔ بیشتری نسبت به تودهٔ ٦٥ بودند. وزن ریشهٔ خشک در تودهٔ $E^+$ ٦٥ با ۹/۱۳٥ گرم در هر بوته بیشترین مقدار را داشت، که نشان می‌دهد وزن ریشهٔ خشک در این توده در صورت آلودگی با قارچ افزایش چشم‌گیری پیدا می‌کند. اشمیت (۱۸) نیز با بررسی اثر قارچ‌های اندوفایت بر قدرت رویش گیاه فسکیوی مرتعی گزارش کرد که آلودگی با اندوفایت در افزایش



[ Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-01 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.2.17.3 ]

**جدول ۱. میانگین مربعات منابع تغییر در تجزیهٔ واریانس و ضریب تغییرات صفات مختلف**

| صفت | میانگین مربعات | | | ضریب |
|---|---|---|---|---|
| | توده گیاهی | قارچ اندوفایت | توده × قارچ | تغییرات |
| شمار پنجه در بوته | ۱۹/۲۵ ns | ۹٦٤/۸۱ ** | ۲۳/۵۲ ns | ۱٦/٦٤ |
| عملکرد علوفهٔ خشک در بوته (گرم) | ۱۸/۳۷۹ * | ۸۲/۱٦ ** | ۲/٦۱ ns | ۱۳/۵۵ |
| عمق طوقه (سانتی‌متر) | ۰/٦۲ * | ۳/٤۸ ** | ۰/۸۳ ** | ۱۱/۰٤ |
| وزن طوقهٔ خشک در بوته (گرم) | ۲۲۸/۷۲ ** | ۱۵۲/۲۹ * | ۰/۱۰۲ ns | ۲۸/۷ |
| طول ریشه (سانتی‌متر) | ۵۲/۰۸ * | ۵/۳۳ ns | ۱٦/۳۳ ns | ۱۱/۰۱ |
| وزن ریشه خشک در بوته (گرم) | ۸/٤۵ * | ۳۸/٤۵ ** | ۱۳/۷٤ ** | ۱۹/۹۷ |
| درصد ماده خشک | ۱٦/۰۷ ** | ۰/۱ ns | ۱/۵٤ ns | ٤/۱۸ |

ns، * و ** : به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

**جدول ۲. مقایسهٔ میانگین صفات در تیمارهای مختلف**

| صفت | تیمار | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ٦۵ $E^+$ | ٦۵ $E^-$ | ۷۵ $E^+$ | ۷۵ $E^-$ |
| شمار پنجه در بوته | ۵۰/۲ a | ۲۹/٤٦ b | ٤٤/۸٦ a | ۲۹/٦۳ b |
| عملکرد علوفهٔ خشک در بوته (گرم) | ۱۵/٦٦ ab | ۹/٤۹ c | ۱۷/۲ a | ۱۲/۹ bc |
| عمق طوقه (سانتی‌متر) | ۳/۳۷ a | ۱/۷٦ c | ۳/۳ a | ۲/۷۵ b |
| وزن طوقهٔ خشک در بوته (گرم) | ۱۳/۳ bc | ۵/۹۹ c | ۲۱/۸٤ a | ۱٤/۹ b |
| طول ریشه (سانتی‌متر) | ۲۸ ab | ۲٤/۳۳ b | ۲۹/۸ ab | ۳۰/۸۳ a |
| وزن ریشه خشک در بوته (گرم) | ۹/۱۳۵ a | ۳/٤۱۵ b | ۵/۳۱ b | ۳/۸۷٦ b |
| درصد ماده خشک | ۲٤/۳۱ a | ۲۵/۲۲ a | ۲۲/۷۲ b | ۲۲/۱۸ b |

$E^+$ : آلوده به قارچ  $E^-$ : بدون آلودگی

در هر ردیف میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشابه هستند، بر اساس آزمون LSD دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد نیستند.

وزن ریشه بسیار مؤثر است. ریدلی و سیمپسون (۱۵) نیز گزارش کرده‌اند که سیستم ریشه‌ای گسترده در گراس‌های $E^+$ باعث افزایش پایداری و قدرت رقابت این گیاهان از طریق افزایش مقاومت در برابر خشکی می‌شود.

درصد مادهٔ خشک در گیاهان آلوده و بدون قارچ، اختلاف آماری معنی‌داری نشان نداد، ولی گیاهان تودهٔ ٦۵ دارای درصد مادهٔ خشک بیشتری نسبت به تودهٔ ۷۵ بودند.

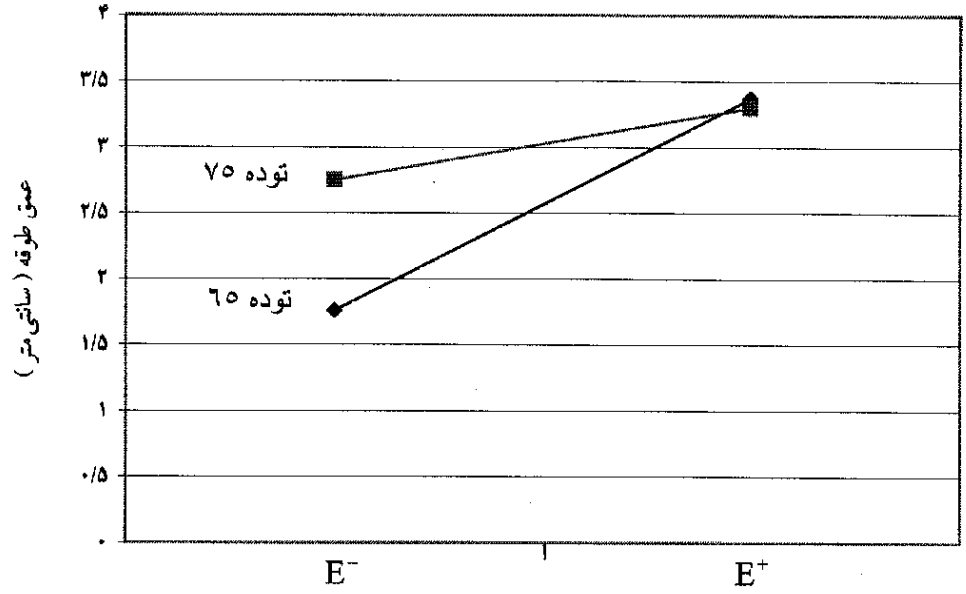
اثر متقابل توده و قارچ در افزایش عمق طوقه و وزن ریشهٔ خشک در شکل‌های ۱ و ۲ بررسی شده است. به طوری که ملاحظه می‌شود، میزان افزایش عمق طوقه و وزن ریشهٔ خشک در بوته در تودهٔ ٦۵ در اثر آلودگی با قارچ بیشتر بوده که گویای تأثیر بیشتر قارچ در بهبود این صفات در گیاهان تودهٔ ٦۵ است.

مالینووسکی و همکاران (۱۲) با پژوهش در گیاهان فسکیوی مرتعی دریافتند که گیاهان آلوده به قارچ از نظر وزن ساقهٔ خشک ۳۳ درصد، و از نظر وزن ریشهٔ خشک ۷۰ درصد بیشتر از گیاهان عاری از قارچ وزن دارند. لاچ (۱۰) نیز اظهار

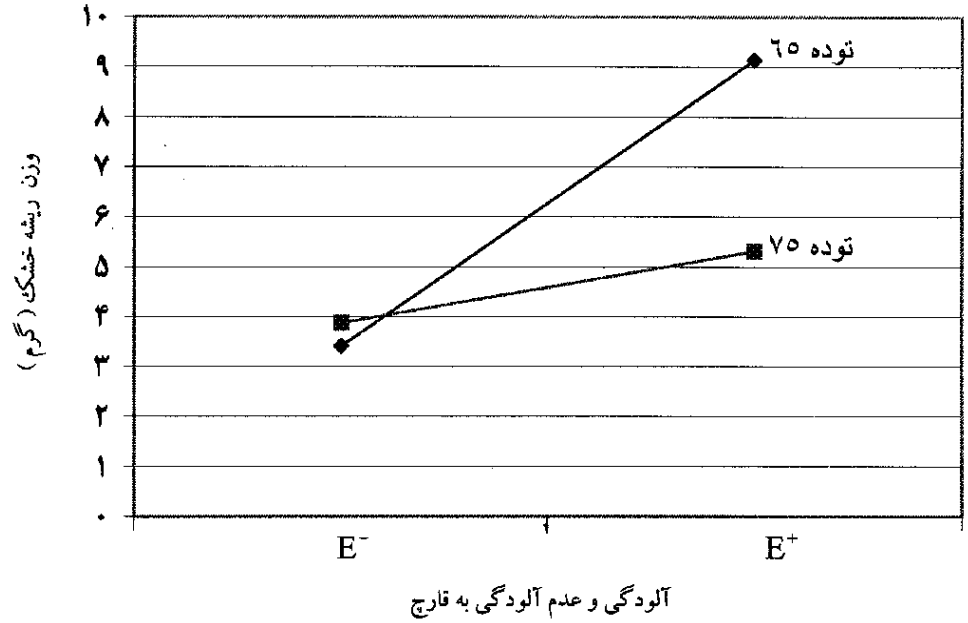


[ Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-01 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.2.17.3 ]




**شکل ۱. اثر متقابل توده و قارچ برای عمق طوقه**




**شکل ۲. اثر متقابل توده و قارچ برای وزن ریشهٔ خشک در بوته**

می‌دارد که ژنوتیپ گیاهان میزبان و قارچ‌های اندوفایت و اثر متقابل این ژنوتیپ‌ها در میزان تأثیر قارچ‌های اندوفایت بر ویژگی‌های فنوتیپی گیاه میزبان مؤثر است.

دلایل چندی برای نحوهٔ تأثیر قارچ‌های اندوفایت در ویژگی‌های فنوتیپی گیاهان میزبان ارائه شده است. لاچ (۹) گزارش کرده است که قارچ‌های اندوفایت قادر به تولید ترکیبات شیمیایی متنوعی در گیاهان میزبان هستند، که این ترکیبات از نظر بیولوژیکی فعال بوده و در افزایش قدرت رشد و پایداری گیاه مؤثرند. مالینووسکی و بلسکی (۱۱) برخی از ترکیبات تولید شده در گیاهان آلوده به قارچ‌های اندوفایت را محلول قندها، متابولیت‌های قارچی مانیتول (Mannitol) و آرابیتول (Arabitol)، اسید آمینهٔ پرولین (Proline) و آلکالوییدِ



[ Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-01 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.2.17.3 ]

لولین (Loline) ذکر کرده‌آند. این ترکیبات در فعالیت‌های فیزیولوژیک و بیوشیمیایی گیاه شرکت کرده و باعث افزایش قدرت رویشی گیاه در شرایط مختلف محیطی می‌شوند.

نتایج آزمایش حاضر نشان داد که قارچ‌های اندوفایت در بهبود ویژگی‌های فنوتیپی گیاهان میزبان نقش عمده‌ای دارند. تغییر ویژگی‌های فنوتیپی در گیاهان آلوده به قارچ باعث افزایش قدرت رقابت و پایداری این گیاهان در مقایسه با گیاهان بدون قارچ می‌شود. با توجه به این ویژگی‌های مهم قارچ‌های اندوفایت است که متخصصین اصلاح نباتات در گراس‌های چمنی، به رغم آگاهی از ایجاد مسمومیت گیاهان آلوده به قارچ در دام‌ها، باز هم ارقام زراعی گراس‌هایی نظیر فسکیوی بلند و علف چاودار دایمی را با میزان زیادی از آلودگی با اندوفایت نگه می‌دارند تا از مزایای این رابطهٔ هم‌زیستی در اهداف اصلاحی خود بهره‌مند شوند (۸). از این رو، بهره‌گیری از قارچ‌های اندوفایت برای افزایش قدرت رویش و پایداری گراس‌های میزبان و استفاده از این گراس‌ها برای احیای مراتع کشور مفید خواهد بود.

## سپاسگزاری

بدین وسیله از مسئولین ایستگاه پژوهشی شهید فزوه سازمان جهاد کشاورزی استان اصفهان، به ویژه آقایان دکتر خیام نکویی و مهندس کابلی، که در انجام این پژوهش همکاری داشتند، تشکر و قدردانی می‌شود.

## منابع مورد استفاده

۱. آهک‌پز، ف. ۱۳۷۹. تجزیه و تحلیل کاریوتیپی جمعیت‌های بومی گیاه فستوکا آروندیناسه. پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

2. Arachevaleta, M., C. W. Bacon, C. S. Hoveland and D. E. Radcliffe. 1989. Effect of the tall fescue endophyte on plant response to environmental stress. Agron. J. 81: 83-90.
3. Bacon, C. W., M. O. Richardson and J. F. White. 1997. Modification and uses of endophyte-enhanced turfgrasses: a role for molecular technology. Crop Sci. 37: 1415-1425.
4. Clay, K. 1994. The potential role of endophytes in ecosystems. PP. 73-99. *In:* C. W. Bacon and J. F. White, Jr. (Eds.), Biotechnology of Endophyte Fungi of Grasses. CRC Press, Boca Raton, FL.
5. Hill, N. S., W. C. Stringer, G. E. Rottinghaus, D. P. Belesky, W. A. Parrot and D. D. Pope. 1990. Growth, morphological and chemical component responses of tall fescue to *Acremonium coenophialum*. Crop Sci. 30: 156-161.
6. Khayyam-Nekouei. M. 2001. Germplasm collection and molecular detection of endophytic fungi in Iranian tall fescue. Ph.D. thesis, Univ. of Putra, Malaysia.
7. Kimmons, C. A., K. D. Gwinn and E. C. Berrard. 1990. Nematode reproduction on endophyte-infected and endophyte-free tall fescue. Plant Dis. 74: 757-761.
8. Latch, G. C. M. 1994. Influence of *Acremonium* endophytes on perennial grass. N. Z. J. Agric. Res. 37: 311-318.
9. Latch, G. C. M. 1998. Grass endophytes as a model. Sydowia. 50(2): 213-228.
10. Latch, G. C. M. 1999. *Neotyphodium*-grass interactions and their economic importance. Proceeding of International Symposium of Mycotoxicology 99 Mycotoxin Contamination: Health Risk and Prevention Project. Chiba, Japan.
11. Malinowski, D. P. and D. P. Belesky. 2000. Adaptations of endophyte infected cool-season grasses to environmental stresses: mechanisms of drought and mineral stress tolerance. Crop Sci. 40: 923-940.
12. Malinowski, D., A. Leuchtmann and D. Schmidt. 1997. Symbiosis with *Neotyphodium uncinatum* endophyte may increase the competitive ability of meadow fescue. Agron. J. 89: 833-839.



[ Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-01 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.2.17.3 ]

13. Marks, S. and K. Clay. 1996. Physiological responses of *Festuca arundinacea* to fungal endophyte infection. New Phytol. 133: 727-733.
14. Marshall, D., B. Tunali and L. R. Nelson. 1999. Occurrence of fungal endophyte in species of wild *Triticum*. Crop Sci. 39: 1507-1512.
15. Ridley, A. M. and R. J. Simpson. 1994. Seasonal development of roots under perennial and annual grass pastures. Austral. J. Agric. Res. 45: 1077-1087.
16. Saha, D. C., M. A. Jackson and J. M. Johnson-Cicalese. 1988. A rapid staining method for detection of endophyte fungi in turf and forage grasses. Phytopathol. 78: 237-239.
17. Schardl, C. L. and T. D. Phillips. 1997. Protective grass endophytes: where are they from and where are they going? Plant Dis. 81: 430-438.
18. Schmidt, D. 1993. Effects of *Acremonium uncinatum* and a Phialophora-like endophyte on vigour, insect and disease resistance of meadow fescue. PP. 185-187. *In*: D. E. Hume et al. (Eds.), Symposium on *Acremonium* / Grass Interactions. Palmerston North, New Zealand.
19. Williams, M. J., P. A. Backman, E. M. Clark and J. F. White. 1984. Seed treatments for control of the tall fescue endophyte *Acremonium coenophialum*. Plant Dis. 68: 49-52.

[ Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-01 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.2.17.3 ]