



DOI: 10.22092/irm.2019.120509



نامه علمی

تاریخ دریافت ۱۳۹۸/۰۴/۲۵  
تاریخ پذیرش ۱۳۹۸/۰۷/۱۰

## بقای قارچ اکتومیکوریزی ترافل سیاه تابستانه (*Tuber aestivum* Vittad.)؛ نیازمند به کارگیری استراتژی‌های حفاظتی

محمد رضا عارفی پور<sup>۱</sup> و سیده معصومه زمانی<sup>۲\*</sup>

چکیده

همزیستی اکتومیکوریزی در استقرار و عملکرد گیاهان در اکوسیستم‌های جنگلی نقشی مهم ایفا می‌کند. قارچ‌های ترافل از جنس *Tuber*، که آسکوکارپ‌شان (اندام بارده) ارزش غذایی بالایی دارد، با بعضی درختان جنگلی همزیستی اکتومیکوریزی دارند. پیرو پژوهش روی شناسایی قارچ‌های اکتومیکوریز درختان جنگلی ایران، نمونه‌هایی از قارچ‌های ترافل جنگلی از استان گلستان جمع‌آوری و در میان آنها و براساس ویژگی‌های ماکروسکوپی و میکروسکوپی، ترافل سیاه تابستانه (*T. aestivum* vittad.) شناسایی شد. برداشت غیراصولی و بی‌رویه این قارچ به‌عنوان اشتغال اساسی برای ساکنان بومی، بقای این قارچ و منابع طبیعی را در معرض آسیب قرار داده است. وجود گونه مذکور، به‌عنوان غالب‌ترین ترافل جنگلی با تنوع ژنتیکی بالا در میان جدایه‌ها، منبعی بسیار با ارزش برای ایران است که متأسفانه به‌دلیل از بین رفتن زیستگاه‌های طبیعی، افزایش بی‌رویه و غیراصولی برداشت محصول و نیز تغییر شرایط محیطی، در معرض خطر است. کاهش جمعیت این قارچ در نواحی مختلفی از دنیا گزارش شده است. از این رو، کشورهای اروپایی به‌منظور حفاظت از این گونه ارزشمند، قوانینی جهت حفاظت و بهره‌برداری از آن وضع کرده‌اند. در مقاله حاضر استراتژی‌های حفاظتی از گونه ترافل سیاه تابستانه، براساس درک فعلی از بوم‌شناسی گونه در کشور ارائه شده است.

واژه‌های کلیدی: ترافل جنگلی، *Tuber* spp.، حمایت، جمعیت و منابع ژنتیکی

### The survival of summer truffle (*Tuber aestivum* Vittad.) requires conservation strategies

M.R. Arefipoor<sup>1</sup> and S.M. Zamani<sup>2\*</sup>

#### Abstract

Ectomycorrhizal symbiosis is essential for the establishment and functioning of trees in forest ecosystems. Truffles, belonging to the *Tuber* genus, are ectomycorrhizal fungi that produce hypogeous fruiting bodies (ascocarps) that are highly prized as a food delicacy. Following the research on the identification of ectomycorrhizal fungi in forest trees of Iran, some samples of forest truffle fungi were collected from areas of Golestan province and identified as summer truffle (*T. aestivum* Vittad.) based on macroscopic and microscopic characteristics. The visits revealed that the unprocessed and unauthorized harvest of the fungus has become major employment for indigenous peoples, damaging the survival of the fungus and natural resources. The presence of this fungus in the country as the most widespread forest truffle with high genetic diversity among the isolates is a very valuable resource for Iran which is potentially at risk due to habitat losses, increasing harvest, and environmental change. Declining populations of this fungus have been reported in some parts of the world. In certain Central, North and East European countries *T. aestivum* is included in the Red Lists of endangered species. Therefore, European countries have enacted laws to protect and exploit this valuable species. Conservation strategies for *T. aestivum* are proposed based on the current understanding of the ecology of this species.

**Keywords:** Forest truffles, *Tuber* spp., protection, population and genetic resources

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

\*۲- نویسنده مسئول، استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران، پست الکترونیک: mzamani@riff-ac.ir

1- Research Expert, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

2\*- Corresponding author, Assistant Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran. E-mail: mzamani@riff-ac.ir



## ● مقدمه

بررسی و مطالعه شرایط زیست از جنبه‌های محیطی، اقلیمی، خاک، گیاهان، جانوران و امثال آن برای انسان‌های قرن حاضر و قرن‌های آینده، این نکته مهم و قابل توجه را یادآوری می‌کند که انسان برای بهبود شرایط حیات خود، نیاز مبرم به استفاده از فناوری‌های جدید در زمینه‌های گوناگون به‌ویژه، علوم گیاهی و کشاورزی دارد. افزایش جمعیت و کاهش منابع تولید فراورده‌های گیاهی و دامی در جهان یک مشکل جدی و اساسی است، این موضوع از دهه گذشته تاکنون دانشمندان را بر آن داشته تا با استفاده از شیوه‌های جدید در حفظ محیط‌زیست و عدم تغییر بنیادی در طبیعت، دست به تولید بهتر و بیشتر محصولات گیاهی بزنند، یکی از این روش‌های مدرن، کشت توأم گیاهان و قارچ‌های میکوریز است. قارچ‌های میکوریز قادرند با ریشه گیاهان اهلی و وحشی به‌طور منحصربه‌فردی همزیستی میکوریزایی تشکیل داده و وضعیت آب و عناصر غذایی را در گیاهان بهبود بخشند و بدین ترتیب بقا و رشد گیاهان را تحت شرایط تنش، به‌ویژه خشکی، افزایش دهند (Strullu-Derrien et al., 2018). این روش می‌تواند به بهینه‌سازی کشت و تولید پایدار گیاهان مختلف اعم از جنگلی، مرتعی و کشاورزی کمک کند. عقیده بر این است که بدون این روابط، اغلب گیاهان توان زنده ماندن را در جوامع رقابتی موجود در قلمروهای طبیعی خاک نخواهند داشت، درواقع رویش و نمو گیاهان را به این روابط نسبت می‌دهند (Smith & Read, 2008).

در میان قارچ‌های میکوریز، تعدادی از این قارچ‌ها که اندام بارده زیرزمینی بزرگ خوراکی را تولید می‌کنند از شاخه آسکومیکوتا (Ascomycota)، تحت عنوان دنبلان (Truffles) شناخته می‌شوند. دنبلان‌ها به‌صورت میکوریز با ریشه گیاه میزبان همزیستی دارند، از این رو فواید اکولوژیکی متعددی را برای گیاهان میزبان خود دارند، از آن جمله می‌توان به بهبود رشد گیاهان از طریق در دسترس قرار دادن مواد غذایی، تولید تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی و حفاظت از آنها در برابر بیماری‌ها و

تنش‌های محیطی اشاره کرد. برخی از این قارچ‌ها با درختان جنگلی مثل بلوط، فندق، کاج و غیره به‌طور اکتومیکوریز همزیستی دارند که به آنها دنبلان‌های جنگلی نیز گفته می‌شود. این قارچ‌ها از خانواده *Tuberaceae* و شامل گونه‌های مختلف جنس *Tuber* هستند که گران‌ترین و باارزش‌ترین غذای انسان را تولید می‌کنند (Bonito et al., 2013). برخی دیگر از دنبلان‌های آسکومیستی که تحت عنوان قارچ‌های ترافل صحرایی (desert truffles) شناخته می‌شوند، متشکل از گونه‌های متعلق به جنس‌های مختلفی از آسکومیست‌های آپوتس‌دار از خانواده *Pezizaceae*، مانند *Terfezia*، *Balsamia*، *Delastreopsis*، *Delastria*، *Leucangium*، *Mattiolomyces*، *Tirmania* و *Phaeangium*، *Picoa* هستند. قارچ‌های ترافل صحرایی با گیاهان مختلف مرتعی به‌ویژه برخی از اعضای *Cyperaceae* و *Cistaceae* در بسیاری از کشورهای مدیترانه‌ای و اطراف خلیج فارس از جمله ایران (در استان‌های گلستان، ایلام، زنجان، فارس و سیستان و بلوچستان) دیده می‌شوند (Morte et al., 2009). قارچ‌های متعلق به جنس *Terfezia* بسته به میزان فسفر موجود در خاک و محیط‌های کشت دارای زندگی اکتومیکوریزایی یا اندومیکوریزایی هستند، درحالی‌که قارچ‌های جنس *Tuber* فقط اکتومیکوریزا هستند. در کنار فواید فراوانی که این قارچ‌های همزیست در اختیار میزبان خود قرار می‌دهند، اسپوروکارب آنها دارای ارزش تغذیه‌ای و در نتیجه ارزش اقتصادی بالایی (به‌ویژه در مورد قارچ‌های جنگلی) است (Fischer et al., 2017). ترافل‌های جنگلی در اصل از نیمکره شمالی شناخته شده هستند، اما طیف وسیعی از مناطق مختلف آب‌وهوایی (از آب‌وهوای مدیترانه‌ای شمال مراکش تا آب‌وهوای معتدل اقیانوسی انگلستان) را اشغال می‌کنند (Bonito et al., 2013).

اگرچه حدود ۱۸۰ گونه از جنس تویر در دنیا شناسایی شده است (Bonito et al., 2010)، اما تنها تعداد کمی از آنها ارزش خوراکی و تجاری قابل توجهی دارند. اقتصادی‌ترین گونه‌های ترافل در اروپا شامل دنبلان سفید (*Tuber magnatum* Picco)، دنبلان سیاه (*T. melanosporum* Vittad)،

دنبلان بورگاندی (*T. uncinatum* Chat.)، دنبلان زمستانه (*T. brumale* Vittad)، دنبلان بیانچتو (*T. borchii* Vittad) و دنبلان سیاه تابستانه (*T. aestivum* Vittad) است (Reyna & Garcia-Barreda, 2014). قارچ *T. aestivum* در بسیاری از کشورهای اروپایی گسترده است، اما فراوانی آن فقط به صورت محلی است. این قارچ مرتبط با دامنه‌ای از میزبانان درختی نهادانه و بازدانه در انواع مختلفی از خاک‌ها و زیستگاه‌ها یافت می‌شود (Fischer et al., 2017).

## افزایش

### جمعیت و کاهش منابع

#### تولید فراورده‌های گیاهی و دامی

در جهان یک مشکل جدی و اساسی است، این موضوع از دهه گذشته تاکنون دانشمندان را بر آن داشته تا با استفاده از شیوه‌های جدید در حفظ محیط‌زیست و عدم تغییر بنیادی در طبیعت، دست به تولید بهتر و بیشتر محصولات گیاهی بزنند، یکی از این روش‌های مدرن، کشت توأم گیاهان و قارچ‌های میکوریز است.

داده‌های مولکولی موجود نشان‌دهنده تنوع ژنتیکی بسیار بالا در جمعیت‌های این گونه است، حتی بالاتر از آنچه در مورد *T. melanosporum* وجود دارد (Paolocci et al., 2004; Molinier et al., 2016). با توجه به تنوع ژنتیکی و زیستگاهی *T. aestivum*، به نظر می‌رسد جمعیت‌های طبیعی این قارچ به‌صورت محلی با طیف وسیعی از شرایط اقلیمی، خاک، درختان میزبان و سایر متغیرهای محیطی سازگار شده‌اند. تنوع ژنتیکی *T. aestivum* باید به‌عنوان منبع مهمی برای کشت پایدار این گونه و در نهایت، پرورش و زادآوری کولتیبوارها مدنظر قرار گیرد (Stobbe et al., 2013).

جالب آنکه، با وجود مطالعات گسترده روی جوامع قارچ‌های اکتومیکوریز جنگل‌های هیرکانی (زمانی و همکاران، ۱۳۹۳) و طبق گزارش سایر محققین (Bzdyk et al., 2019)، این گونه به‌ندرت در سطح نوک ریشه تشخیص داده شده است و این نشان می‌دهد که فراوانی این گونه نادر و به‌صورت محلی است و حداقل

در زیستگاه‌های تحت پوشش مطالعات جوامع همزیستی اکتومیکوریزایی منتشر نشده است. در حال حاضر متأسفانه اسپوروکارپ *T. aestivum* از جمعیت‌های وحشی برداشت می‌شود و در مقادیر بسیار بالا به بازارهای جهانی عرضه می‌شود. برداشت شدید ترافل در خارج از کشورهای کلاسیک تولیدکننده ترافل (فرانسه، ایتالیا، اسپانیا) از جمله در ایران یک پدیده به نسبت تازه است که با توسعه بازارهای جهانی، گسترش دانش و فعالیت‌های بازرگانان و جمع‌کننده‌ها به آن دامن زده شده است. به طوری که در برخی از کشورهای مرکزی، شمال و شرق اروپا، *T. aestivum* در لیست قرمز گونه‌های در معرض خطر گنجانده شده است (Urban & Pla, 2010).

از این رو، جمعیت محلی ترافل به عنوان منبع بسیار ارزشمندی است که حفظ آن با هدف انتشار و توسعه در خاستگاه اولیه ضروری است. سایر قارچ‌های ترافل ممکن است همانند *T. aestivum* یا حتی بیشتر از آن نادر باشند، اما پتانسیل اقتصادی این گونه و بهره‌برداری در حال ظهور آن در بخش‌های بزرگی از اروپا و نیز کشورهای همجوار ترکیه و ایران خواستار تمرکز بیشتر بر حفظ آن است. حفاظت و مدیریت منابع ژنتیکی موجودات باید مبتنی بر دانش کاملی از اکولوژی جمعیت آن باشد که شامل فعل و انفعالات زنده و غیرزنده است و فاکتورهایی مانند اندازه جمعیت مؤثر، ساختار و ژنتیک جمعیت، رشد یا کاهش جمعیت، حداقل اندازه جمعیت زنده، موفقیت تولیدمثلی، تغییر در نرخ شکارچیان، رقابت، تعامل‌های انگلی یا همزیستی و پارامترهای محیطی مانند تغییرات آب‌وهوایی باید برای آن در نظر گرفته شود (Bratek et al., 2010).

در تحقیق حاضر با هدف شناسایی قارچ‌های اکتومیکوریز درختان بلوط (*Quercus spp.*) در جنگل‌های شمال کشور، قارچ ترافل سیاه تابستانه از رویشگاه‌های طبیعی جمع‌آوری و شناسایی شد. از آنجایی که نگهداری اصولی از زیستگاه‌های اولیه برای حفاظت از گونه‌ها و تنوع ژنتیکی آنها از اهمیت ویژه و بالایی برخوردار است، در مقاله حاضر ملاحظات مقدماتی در مورد استراتژی‌های حفاظتی از گونه ترافل تابستانه در رویشگاه‌های طبیعی نیز ارائه شده است.

## ● اقدامات و یافته‌ها

در این تحقیق اسپوروکارپ‌های قارچ ترافل جنگلی طی بازدیدهای متعدد از رویشگاه‌های طبیعی بلوط در استان گلستان در تابستان ۱۳۹۸ جمع‌آوری شد. شناسایی مرفولوژیکی نمونه‌ها مبتنی بر اسپوروکارپ‌های تازه قارچ و با استفاده از تطبیق ویژگی‌های میکروسکوپی و ماکروسکوپی بر اساس کلیدهای معتبر (Trappe & Castellano, 1991; Zambonelli et al., 2000) انجام شد. خصوصیات اسپوروکارپ قارچ (شامل سطح ترافل، بافت گوشتی آن، خصوصیات رگه‌های بارور و استریل اسپوروکارپ)، اندازه و شکل آسک‌ها، اندازه و شکل آسکوسپورها و تزئینات آنها برای شناسایی نمونه‌های قارچ‌های همزیست به‌کار گرفته شد.

پس از بررسی نمونه‌های قارچی از نظر ماکروسکوپی و نیز تحت مشاهدات میکروسکوپی، قارچ دنبان سیاه تابستانه (*T. aestivum* Vittad.) در میان آنها شناسایی شد (شکل ۱).

در قارچ دنبان سیاه تابستانه اندازه اندام بارده از حدود ۳ تا ۶ سانتی‌متر متغیر است. اسپوروکارپ‌های قارچ دارای شکل کم‌وبیش کروی و گاهی نامنظم و چندلوب هستند. سطح بیرونی اندام بارده آنها قهوه‌ای تیره تا سیاه است و از زوائد هرمی شکل بزرگ و نوک‌تیز نامنظم پوشیده شده است. بافت درونی اندام بارده در ابتدا سفید و در زمان بلوغ به رنگ فندق‌ق‌رنگ روشن تا تیره با رگه‌های سفید فراوان است. آسک‌ها، کروی تا گلابی‌شکل و حاوی یک تا شش اسپور به رنگ زرد مایل به قهوه‌ای



شکل ۱- اندام بارده (آسکوکارپ) قارچ *Tuber aestivum*



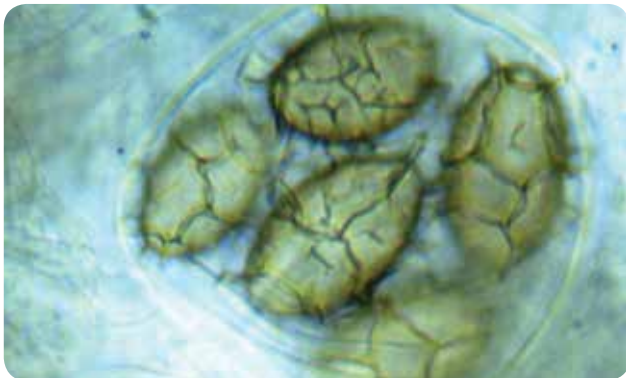
هستند (شکل ۲). اسپورها تخم مرغی شکل با ابعاد ۲۰-۴۵ × ۱۸-۳۵ میکرومتر هستند و با شبکه‌های نامنظم درشت و شیارمانند تزیین شده‌اند (شکل ۳).

### • نتیجه‌گیری نهایی و پیشنهادها

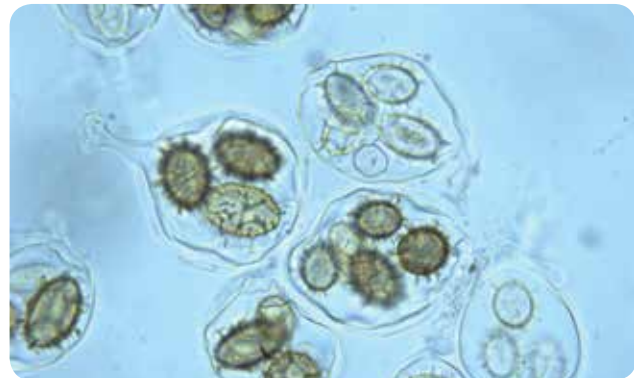
قارچ‌های دنبلان جنگلی از جنس *Tuber spp.* که آسکوکارپ آنها خوراکی است و دارای ارزش غذایی بالایی هستند، با ریشه بعضی درختان جنگلی مانند انواع کاج، بلوط و فندق همزیستی اکتومیکوریزایی دارند. در بین گونه‌های دنبلان خوراکی در دنیا، دنبلان سیاه تابستانه که از نظر اقتصادی و دارویی ارزش بالایی دارد؛ فراوان‌ترین ترافل جنگلی است که در کشور وجود دارد. با توجه به شرایط اقلیمی ایران، احتمال حضور گونه‌های دیگر این قارچ‌ها در جنگل‌های

شمال و نیز غرب کشور پیش‌بینی می‌شود. قارچ ترافل تابستانه با برخی از گونه‌های کاج (مانند *P. nigra* و *P. sylvestris*)، انواع بلوط (*Quercus spp.*) و فندق (*C. avellana*) همزیستی دارد (Fischer et al., 2017). این قارچ در مناطقی با زمین‌های آهکی با اسیدیته ۸ تا ۸/۵ و با ارتفاع ۳۰۰ تا ۱۵۰۰ متر از سطح دریا، یافت می‌شود (Stobbe et al., 2013). متأسفانه در سال‌های اخیر، رویشگاه ترافل‌ها از جمله ترافل تابستانه که این روزها قیمت بالایی آن مورد توجه بسیاری از مردم قرار گرفته و جویندگان زیادی را به سمت خود جذب کرده است، به محلی برای امرار معاش اهالی بومی تبدیل شده است، به طوری که مردم به منظور جمع‌آوری این قارچ‌ها به کندن خاک و آسیب رساندن به ریشه‌های گیاهان روی آورده و موجب

کاهش جمعیت این قارچ‌های با ارزش در طبیعت شده‌اند. به طوری که جمعیت بومی گونه مذکور به دلیل از بین رفتن زیستگاه‌های طبیعی، افزایش بی‌رویه و غیراصولی برداشت محصول و نیز تغییرات محیطی، در معرض خطر است. در حال حاضر کاهش جمعیت این قارچ در نواحی مختلف دنیا گزارش شده است (Urban & Pla, 2010). از این رو، برخی کشورها به منظور حفاظت از این گونه ارزشمند، قوانینی جهت حفاظت و بهره‌برداری از آن وضع کرده‌اند. اهداف اساسی برای حفظ ترافل *T.aestivum* عبارت است از: (۱) حفظ تنوع ژنتیکی جمعیت‌های این گونه؛ (۲) حفظ و ایجاد تنوع زیستگاه‌های این قارچ؛ (۳) حفظ وسعت منطقه توزیع و انتشار قارچ؛ (۴) حفظ سطح کافی از تولیدمثل قارچ که توسط ناقلین طبیعی تسهیل می‌شود، از جمله تلقیح مجدد و افزون‌تر



شکل ۳- آسکوسپورهای قارچ *Tuber aestivum* با بزرگ‌نمایی ۱۰۰×



شکل ۲- آسک‌های قارچ *Tuber aestivum* با بزرگ‌نمایی ۴۰×

جدول ۱- استراتژی‌های مربوط به حفظ *Tuber aestivum*: اهداف: (۱) حفظ تنوع ژنتیکی، (۲) حفظ و ایجاد تنوع زیستگاه، (۳) حفظ منطقه توزیع، (۴) حفظ سطح تولید، (۵) ایجاد زیستگاه جدید، (۶) درک بهتر از بیولوژی و اکولوژی ترافل

ردیف	عملکرد	اهداف	احتمال تحقق
۱	تأسیس باغ‌های ترافل (تغییر از جمع‌آوری به کاشت)	۱، ۳، ۴ و ۵	بالا
۲	تحقیق در مورد عوامل کاهش جمعیت ترافل و تبادل اطلاعات در این زمینه	۱، ۵ و ۶	متوسط
۳	محافظت از ترافل‌ها در زیستگاه‌های طبیعی و اولیه از طریق وضع قوانین مکفی	۱، ۲، ۳ و ۶	بالا
۴	قراردادهایی جهت تبادل ژنتیکی بین جمعیت‌های گونه در مناطق مختلف دنیا	۱ و ۵	پایین
۵	تحقیق در زمینه ژنتیک جمعیت قارچ‌های بومی در کشور	۶	متوسط
۶	مدیریت ذخیره طبیعی برای تقویت و حفظ تولید ترافل در مناطق محافظت‌شده	۱-۶	متوسط
۷	تعیین زمان‌های خاص جهت برداشت ترافل و ممنوعیت برداشت در سایر زمان‌ها	۱ و ۴	بالا
۸	تشکیل انجمن‌های ترافل و آموزش جستجوگرهای ترافل	۱، ۳، ۴ و ۶	متوسط
۹	مخفی نگه‌داشتن سایت‌های ترافل	۱ و ۴	بالا

زیستگاه‌های قارچ؛ (۵) تسهیل فرایندهای طبیعی یا انسانی که باعث ایجاد زیستگاه‌های جدید ترافل می‌شوند و (۶) توسعه دانش و درک بهتر از بیولوژی، اکولوژی و حفاظت از ترافل. اتخاذ تصمیمات و انجام اقدامات مختلف برای دستیابی به این اهداف ضروری است (جدول ۱). احتمالاً مهم‌ترین عوامل دخیل در کاهش جمعیت توپر *Tuber aestivum*، از بین رفتن زیستگاه‌های اولیه و در نتیجه عدم ایجاد زیستگاه‌های نوظهور، به دلیل مجموعه‌ای از عوامل انسانی و طبیعی است. همچنین عدم وجود جنگل‌های اولیه در مناطق مطلوب از نظر آب‌وهوایی، جایگزینی شیوه‌های سنتی کشاورزی با کشاورزی مدرن، از بین رفتن زیستگاه به دلیل حومه‌سازی، تأثیرات تغییرات محیطی از جمله گسترش درختان غیربومی و غیرمیزبان، آلودگی‌های محیطی، به‌ویژه رسوب نیتروژن و تغییرات اقلیمی از سایر عوامل حائز اهمیت در تخریب جمعیت‌های این قارچ هستند. جستجوی نامناسب و غیراصولی ترافل از عوامل مضر است که در حال حاضر در جنگل‌های کشور به چشم می‌خورد. ضروری است جستجوگرهای ترافل از بریدن ریشه‌های درختان همزیست با وسایل نامناسب خودداری کرده و دقت کنند که با پر کردن مجدد گودال‌های ایجاد شده در زمین، از در معرض هوا قرار گرفتن و خشک شدن میسلیم‌های ترافل ممانعت کنند. لازم به ذکر است برداشت شدید، کاهش تولیدمثل طبیعی گونه و در نتیجه کاهش جمعیت‌ها و تنوع ژنتیکی جمعیت‌ها را در پی خواهد داشت. ساماندهی جستجوگرهای ترافل در انجمن‌ها می‌تواند در گسترش دانش و مهارت مناسب در جستجوی ترافل و کاهش آسیب‌های ناشی از آن نقش اساسی داشته باشد (Bratek & Halasz, 2005; Zambonelli et al., 2015).

تأسیس باغ‌های ترافل در مناطق دارای گیاهان میزبان مناسب و شرایط مناسب خاک از عوامل امیدبخشی است که می‌تواند در حفظ بقای قارچ تأثیر بسزایی داشته باشد. همچنین گسترش و تقویت *T. aestivum* در زیستگاه‌های اولیه می‌تواند با کاشت درختان مناسب میزبان یا در طرحی هدفمندتر با کاشت درختان میکوریزه مورد حمایت قرار گیرد. شناسایی و معرفی زیستگاه‌های طبیعی

جمعیت ترافل احتمالاً فاجعه عوام را تجربه می‌کند، یعنی کاهش منابع محدود و مشترک (Hardin, 1968) از این رو، رازداری محققین در معرفی زیستگاه‌های ترافل یک استراتژی رایج و تا حدودی موفق برای جلوگیری از رقابت میان جمع‌آوری‌کنندگان ترافل است، اما بی‌شک این روش پیشرفت علمی را مختل می‌کند و با افزایش رقابت علمی میان محققین دنیا، لازم است سایر روش‌ها و قوانین برای حفظ ترافل‌ها اتخاذ شود. وضع محدودیت‌هایی در مجوزها و نیز مقادیر جمع‌آوری ترافل، ارتباط جمع‌آوری‌کنندگان ترافل‌ها در انجمن‌ها و تعیین پناهگاه‌هایی برای ترافل‌ها (مناطق محافظت‌شده با ممنوعیت برداشت) از دیگر راه‌حل‌های ممکن است.

### ● منابع

- زمانی، س. م.، ۱۳۹۳. شناسایی قارچ‌های اکتومیکوریز درختان بلوط در برخی جنگل‌های ایران و بررسی پروفایل متابولیکی و ترنسکریپتومیکی ریشه‌های همزیست *Quercus castaneifolia*. رساله دکترا، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ۲۲۸ صفحه.
- Bonito, G., Smith, M. E., Nowak, M., Healy, R. A., Guevara, G., Cázares, E., Kinoshita, A., Nouhra E. R., Dominguez, L. S., Tedersoo, L., Murat, C., Wang, Y., Moreno, B. A., Pfister, D. H., Nara, K., Zambonelli, A., Trappe, J. M. and Vilgalys, R., 2013. Historical Biogeography and Diversification of Truffles in the *Tuberaceae* and Their Newly Identified Southern Hemisphere Sister Lineage. *PLoS ONE*, 8(1): e52765.
- Bonito, G. M., Gryganskyi, A. P., Trappe, J. M. and Vilgalys, R., 2010. A global metaanalysis of *Tuber* ITS rDNA sequences: species diversity, host associations and long distance dispersal. *Molecular Ecology*, 19(22): 4994–5008.
- Bratek, Z. and Halasz, K., 2005. A *Tuber aestivum* Karpat-medencei termohelyei. In: Chevalier G, Frochot H, Bratek Z (eds) *Az europai feketé szarvasgomba (Burgundi szarvasgomba – Tuber uncinatum Chatin)*. Elso Magyar Szarvasgombasz Egyesulet, Budapest, pp. 228–238.
- Bratek, Z., Merenyi, Z., Illies, Z., Laslo, P., Anton, A., Papp, L., Merkl, O., Garay, J., Vikor, J. and Brandt, S., 2010. Studies on the ecophysiology of *Tuber aestivum* populations in the Carpatho-Pannonian region. *Österr. Z. Pilz*, 19: 221–226.
- Bzdyk, R. M., Olchowik, J., Studnicki, M., Nowakowska, J. A., Oszako, T., Urban, A. and Hilszczańska, D., 2019. Ectomycorrhizal Colonisation in Declining Oak Stands on the Krotoszyn Plateau, Poland. *Forests*, 10: 30.
- Fischer, C. R., Oliach, D., Bonet, J. A., and Colinas, C., 2017. Best Practices for Cultivation of Truffles. *Forest Sciences Centre of Catalonia, Solsona, Spain; Yaşama Dair Vakif, Antalya, Turkey*. 68 p.
- Hardin, G., 1968. The tragedy of the commons. *Science*, 162: 1243-1248.
- Molinier, V., Murat, C., Baltensweiler, A., Buntgen, U., Martin, F., Meier, B. and Peter, M., 2016. Fine-scale genetic structure of natural *Tuber aestivum* sites in southern Germany. *Mycorrhiza*, 26(8): 895-907.
- Morte, A., Zamora, M., Gutiérrez, A. and Honrubia, M., 2009. Desert truffle cultivation in semiarid mediterranean areas. In: Azcon-Aguilar, C., Barea, J. M., Gianinazzi, S. and Gianinazzi-pearson, V., 2009. *Mycorrhizas, functional processes and ecological impact*. Springer, Heidelberg, pp. 221–233.
- Paolocci, F., Rubini, A., Riccioni, C., Topini, F., and Arcioni, S., 2004. *Tuber aestivum* and *Tuber uncinatum*: two morphotypes or two species? *FEMS Microbiology Letters*, 235: 109-15.
- Reyna, S. and Garcia-Barreda, S., 2014. Black truffle cultivation: a global reality. *Forest systems*, 23(2): 317–328.
- Smith, S. E. and Read, D. J., 2008. *Mycorrhizal Symbiosis*. Academic Press, San Diego, CA, 800 p.
- Stobbe, U., Egli, S., Tegel, W., Peter, M., Sproll, L. and Büntgen, U., 2013. Potential and limitations of Burgundy truffle cultivation. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 97(12): 5215–24.
- Strullu-Derrien, C., Selosse, M. A., Kenrick, P., and Martin, F. M., 2018. The origin and evolution of mycorrhizal symbioses: from palaeomycology to phylogenomics. *New Phytologist trust*, 220(4): 1012-1030.
- Trappe, J. M. and Castellano, M. A., 1991. Keys to the genera of truffles (Ascomycetes). *Mcllvainea*, 10: 47-65.
- Urban, A., and Pla, T., 2010. Conservation strategies for *Tuber aestivum*. *Austrian Journal of Mycology*, 19: 273-279.
- Zambonelli, A., Iotti, M. and Hall, I., 2015. Current status of truffle cultivation: recent results and future perspectives. *Italian Journal of Mycology*, 44:31-40.
- Zambonelli, A., Rivetti, C., Percudani, R. and Ottonello, S., 2000. *TuberKey*: a delta-based tool for the description and interactive identification of truffles. *Mycotaxon*. 74(1): 57-76.