



## معرفی شش گونه دنبلان جنگلی

حمیدرضا رحمانی و ابراهیم محمدی گل‌تپه✉

دانشجوی کارشناسی ارشد و استاد بیماری‌شناسی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۲/۱۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۹/۲۳

رحمانی ح.ر. و محمدی گل‌تپه ا. ۱۳۹۵. معرفی شش گونه دنبلان جنگلی. دانش بیماری‌شناسی گیاهی ۵(۲): ۱-۱۲.

### چکیده

قارچ‌های خوراکی که تحت عنوان دنبلان شناخته می‌شوند از رده آسکومیست‌های آپوتس‌دار می‌باشند. این قارچ‌ها اندام بارده خود را در سطح یا زیرزمین تولید می‌کنند و اکتومیکوریزی اجباری گیاهان هستند. جنس *Tuber* از راسته *Pezizales* و رده *Pezizomycetes* است. این جنس دارای گونه‌های متعددی است که در نقاط مختلف جهان پراکنده می‌باشند. کشورهای فرانسه، ایتالیا، بریتانیا و نیوزیلند از جمله کشورهایی هستند که در سطح تجارتي نسبت به تولید قارچ‌های دنبلان اقدام کرده‌اند. در بین گونه‌های قارچ‌های دنبلان خوراکی در دنیا، گونه‌های سفید باارزش *Tuber magnatum* و دنبلان سیاه باارزش *T. melanosporum*، از نظر اقتصادی و دارویی ارزش بسیار زیادی دارند. با توجه به ارزش بالای غذایی و دارویی این قارچ‌ها انجام تحقیقات علمی بیشتر در زمینه شناسایی دقیق آنها ضرورت دارد.

واژه‌های کلیدی: اکتومیکوریز، همزیست، *Tuber*

### مقدمه

قارچ‌ها از جنبه دارویی، بیماری‌زایی، تولید مواد شیمیایی خاص، مطالعه روابط قارچ‌ریشه‌ای (*Mycorrhiza*) و غذایی (خوراکی) اهمیت دارند. حدود ۵ تا ۶ هزار گونه قارچ که دارای زندگی همزیستی با سطح ریشه گیاهان (*Ectomycorrhiza*) هستند از نقاط مختلف دنیا گزارش شده‌اند (Agerer 1986). تعدادی از این قارچ‌ها که تولید اندام بارده زیرزمینی درشت خوراکی می‌نمایند از شاخه آسکومیکوتا (*Ascomycota*)، تحت عنوان دنبلان (*Truffle*) شناخته می‌شوند (Miller et al. 1999). دنبلان‌های خوراکی از جنس‌های مهم آنها *Terfezia* (*Pezizaceae*) و *Tuber* (*Tuberaceae*) می‌باشند (Barker et al. 1998, Percudani et al. 1999, Norman & Egger 1999).

قارچ‌های متعلق به جنس *Terfezia* بسته به میزان فسفر در خاک و محیط‌های کشت دارای زندگی اکتومیکوریزای یا اندومیکوریزایی (Endomycoorrhizal) بوده در حالی که قارچ‌های جنس *Tuber* فقط اکتومیکوریزا می‌باشند (Bonfante & Fontana 1973). برخی از گونه‌های این قارچ‌ها بسیار لذیذ و کمیاب هستند هر کیلو از این قارچ‌ها در حدود ۴۰۰ تا ۳۰۰۰ دلار آمریکا ارزش دارند (Gay et al. 1982, Miranda et al. 1992). دنبلان‌های جنگلی (*Tuber*) کروی شکل، مانند غده که معمولاً در زیر خاک رشد می‌کند. پوسته خارجی آن‌ها به دو شکل صاف و زگیل دار می‌باشد. این قارچ‌ها در گونه‌های مختلف به رنگ‌های قرمز تیره، خاکستری، سفید، بنفش و سیاه دیده می‌شود. توپرها عموماً در عمق حدود ۳۰ سانتی‌متری خاک و به‌طور گروهي نزدیک ریشه‌های گیاهان همزیست می‌رویند (Delmas 1976). توپرها دارای دامنه میزبانی گسترده‌ای شامل درختان بلوط (*Quercus spp.*)، فندق (*Corylus spp.*) و دیگر درختان پهن‌برگ و همچنین مخروطیان و برخی از درختچه‌ها مانند (*Helianthemum spp.*, *Cistus spp.*) و ارکیده می‌باشند (Gay et al. 1982). گونه‌های توپر بیشتر در آب و هوای معتدل و مدیترانه‌ای وجود دارند (Xu 1999).

#### ۱- ترکیبات شیمیایی اندام بارده

اندام بارده این قارچ‌ها یک ماده غذایی سرشار از مواد ازته نمک‌های معدنی کلر و فسفات، چربی، کربن، اسیدهای آلی، آب و غیره می‌باشد (جدول ۱). ترکیبات شیمیایی اندام‌های بارده بسته به میزان و نوع مواد موجود در خاک و گیاه همزیست باهم تفاوت زیادی دارند (Xu 1999).

جدول ۱- درصد مواد موجود در دو دنبلان *T. magnatum*, *Tuber melanosporum* (Hall et al. 2003).

<i>T. magnatum</i>	<i>T. melanosporum</i>	ترکیبات
۸۲/۵۸	۸۲/۸	آب
۱/۹۷	۱/۷	خاکستر
۰/۸۸	۰/۸۷	ازت کل
۰/۲۳	۰/۱۴	ازت بدون پروتیین
۴/۱۳	۴/۵	پروتیین
۲/۰۸	۱/۹	چربی
۰/۳۶	۰/۱۷	گلوکزهای حل نشدنی
۸/۴۳	۸/۱۳	فیبر غذایی

## ۲- مراحل رشد دنبلان‌های جنگلی

اندام‌های بارده رسیده این قارچ‌ها حاوی هزارها هاگ است هاگ‌ها از داخل اندام بارده آزاد و توسط حیوانات جابه‌جا می‌شوند، در بهار اگر شرایط محیطی مناسب باشد آسکوسپورها جوانه می‌زنند که این جوانه‌زنی به ترشحات ریشه گیاه همزیست این قارچ بستگی دارد. با جوانه‌زدن آسکوسپورها ریشه‌ها تشکیل و با رشد تدریجی ریشه‌ها، میسلیم ابتدایی تشکیل می‌شود، این میسلیم تک‌هسته‌ای و از نظر ژنتیکی شبیه اسپوری است که آن را تولید کرده است. میسلیم اولیه شروع به رشد کرده و وارد زمین می‌شوند و اگر با میسلیم اولیه دیگری برخورد کند عمل لقاح انجام می‌گیرد. به این شکل ریشه‌های زیاد یک، دو و چندهسته‌ای تولید می‌شود که میسلیم ثانویه نام دارد. میسلیم‌های ثانویه شروع به رشد کرده و با ریشه‌های مویی گیاهان همزیست رابطه اکتومیکوریزی برقرار می‌کند. همچنین اگر شرایط آب و هوایی در بهار مناسب باشد، میسلیم‌هایی که زیر زمین و روی ریشه‌ها قرار دارند می‌توانند از یک ریشه به ریشه دیگری منتقل شوند و در زمستان و تابستان که شرایط زمین از لحاظ رطوبتی و دمایی مناسب نیست این ریشه‌ها حداکثر به عمق ۵۰ سانتی‌متری خاک نفوذ می‌کنند. اکتومیکوریزها در تابستان و زمستان توانایی رشد ندارند و این حالت را دوره استراحت می‌نامند. در اوایل فصل بهار اندام‌های بارده این قارچ‌ها شروع به رشد می‌کنند و در صورت نزول باران کافی رشد می‌نمایند، ولی در صورت بروز خشکی اکثر آن‌ها از بین می‌روند (مقیمیان و همکاران، ۱۳۸۶).

## ۳- گونه‌های دنبلان جنگلی خوراکی

گونه‌های *Tuber* بر اساس ویژگی‌های ریخت‌شناسی آسکوکارپ و هاگ‌ها شناسایی می‌شوند. در حال حاضر ۶۳ گونه از این جنس شناسایی شده‌اند که شش گونه مهم خوراکی آن‌ها در جدول ۲ نامبرده شده‌اند و در این مقاله معرفی می‌شوند (Fan et al. 2011).

جدول ۲- مهم‌ترین گونه‌های قارچ‌های دنبلان جنگلی خوراکی (Fan et al. 2011).

<i>*Tuber magnatum</i> Picco	دنبلان سفید باارزش
<i>*T. melanosporum</i> Vittad	دنبلان سیاه باارزش
<i>T. uncinatum</i> Montecchi & Borelli	دنبلان سیاه مژه‌ای
<i>T. brumale</i> Vittad	دنبلان سیاه زمستانی
<i>T. borchii</i> Vittad	دنبلان سفید معمولی
<i>T. aestivum</i> Vittad	دنبلان سیاه تابستانی

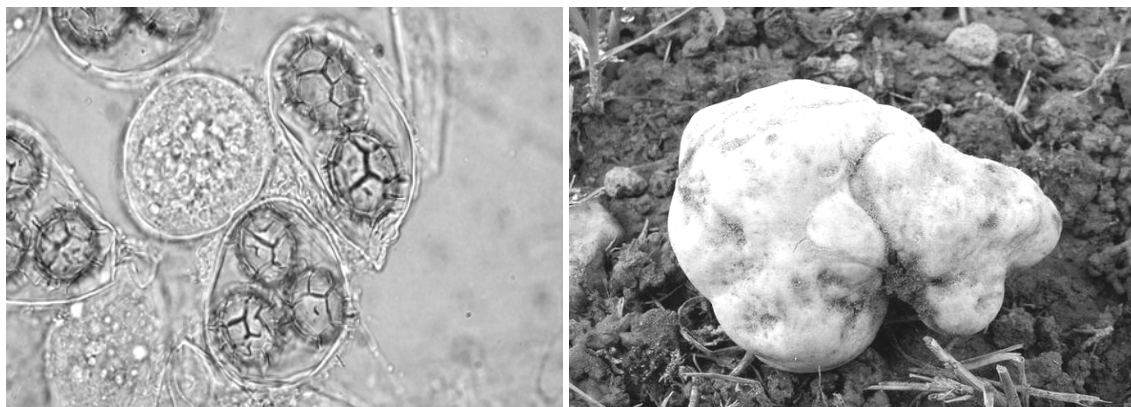
\*گونه‌های بسیار مهم اقتصادی

**۳-۱- دنبلان سفید باارزش *T. magnatum* Picco**

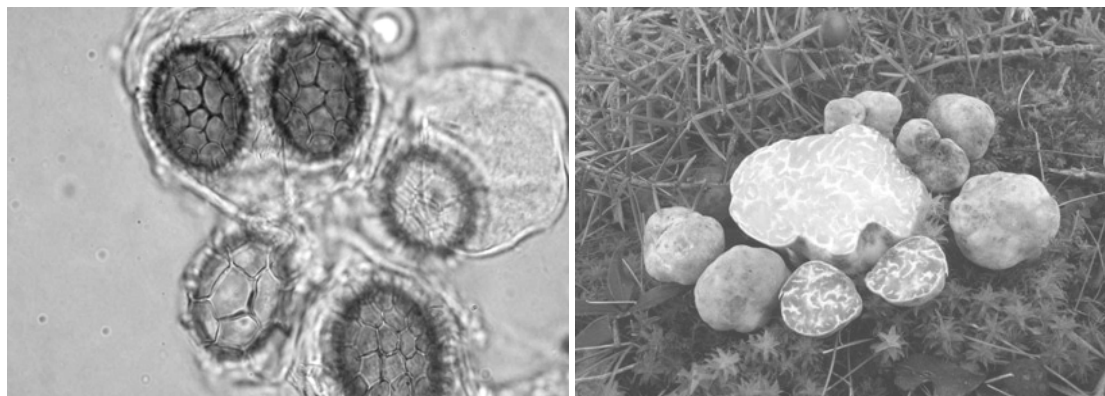
**ریخت شناسی:** این گونه بیشتر در شمال غربی ایتالیا، جنگل موتوان (Motovan) و به ندرت در فرانسه یافت می شود. اندازه آن ها از یک دانه ذرت تا یک عدد پرتقال درشت متغیر است. پوسته غشایی آن صاف بوده و رنگ آن گاهی تا زرد روشن متغیر است. منطقه زایا (Gelba) به رنگ خاکستری روشن تا کرم تیره و دارای رگه های سفید نازک می باشد که به محض پخته شدن محو می گردد (Bertini et al. 2006). آسک ها کروی تا گلابی شکل، حاوی یک تا سه هاگ تخم مرغی شکل، به قطر ۱۰ تا ۲۰ میکرومتر (شکل ۱) با چهار شیار هستند (Berta & Fusconi 1983).  
**زیست شناسی:** تولید اندام بارده در پاییز اتفاق می افتد که دارای بوی تند شبیه گاز متان و یا بوی تند سیر می باشند. این گونه قارچ دنبلان با گونه های مختلف درختان مانند بلوطها (*Quercus pubescens* Willd.)، (*Q. robur* L.)، (*Q. cerris* L.) و بید (*Salix pyrolifolia* Ledeb.)، صنوبر (*Papulus* spp.) و همچنین درخت ممرز (*Carpinus betulus* L.) همزیستی دارد (Frizzi et al. 2001). رشد اندام بارده ها به شرایط آب و هوایی و جغرافیایی وابسته بوده و در آب و هوای مدیترانه ای و سرد و مرطوب امکان پذیر می باشد. رشد این قارچ ها در زمین های آهکی و مرطوب با pH معادل ۸/۴-۸/۳ می باشد امروزه این قارچ به دلیل نادر بودن ارزش اقتصادی بسیار بالایی دارد (Mello et al. 2001).

**۳-۲- دنبلان سفید معمولی *T. borchii* Vittad.**

**ریخت شناسی:** اندازه اندام های بارده بسیار کوچک و از یک فندق تا حداکثر یک آلو می رسد. اندام بارده کروی شکل و منظم با غشای بیرونی صاف و رنگ آن از قهوه ای خیلی روشن تا کرمی متغیر است. منطقه زایا آن ها به رنگ ارغوانی مایل به قهوه ای تا مرمری متغیر است و دارای رگه های متعدد و شاخه شاخه می باشد. آسک ها کروی یا گلابی شکل حاوی ۱ تا ۵ هاگ می باشد. هاگ ها کروی تا بیضوی شکل می باشند که به رنگ زرد مایل به قهوه ای بوده و داخل آن ها مشبک است (شکل ۲) (Zambonelli et al. 1995).



شکل ۱- آسکوکارپ، آسک و آسکوسپوره های *Tuber magnatum* (Berta & Fusconi 1983).



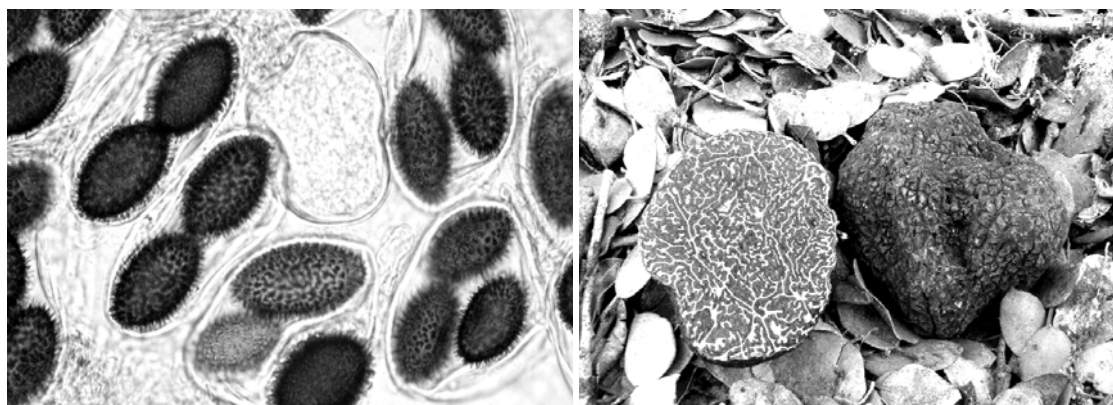
شکل ۲- آسکوکارپ، آسک و آسکوسپوره‌های *Tuber borchii* (Zambonelli et al. 1995).

**زیست‌شناسی:** این قارچ در خاک‌های متنوعی به‌خصوص خاک‌های شنی آهکی زهکشی شده و رسی که در آن‌ها درختان کاج وجود دارد، یافت می‌شوند. این توبر تقریباً همه‌جا رشد می‌کند اما جنگل‌های پر از درخت کاج رو بیشتر ترجیح می‌دهد (Polidori et al. 2004).

### ۳-۳- دنبلان سیاه بارزش *T. melanosporum* Vittad.

**ریخت‌شناسی:** اندازه اندام‌های بارده آن‌ها از یک فندق تا یک پرتقال درشت متغیر است، لایه سطحی اندام بارده صاف نیست، بلکه دارای برجستگی‌های زگیل مانند می‌باشد، این برجستگی‌ها هرمی شکل بوده و پایه هرما ۴-۶ ضلعی می‌باشد. رنگ این هرما سیاه مایل به سرخ است. در حالت رسیده و بالغ سطح پوست سیاه و منطقه زایا سیاه تا ارغوانی با رگه‌های نازک سفید تیره دیده می‌شود (Harki et al. 1996). آسک‌ها کروی تا گلابی شکل بوده و هرکدام از آن‌ها حاوی یک تا شش هاگ که بیضوی شکل و قهوه‌ای رنگ می‌باشند. هاگ‌های آن‌ها کشیده و خاردار، همچنین دیواره خارجی این هاگ‌ها توسط مژه‌ای پرپشت (Aculeus) پوشیده شده است (شکل ۳) (Paolocci et al. 2000).

**زیست‌شناسی:** زیستگاه‌های طبیعی آن‌ها شامل مناطقی در فرانسه، اسپانیا، ایتالیا می‌باشند که بیشترین درصد رشد و تولید آن در فرانسه ۴۵ درصد و در استرالیا ۳۵ درصد و در ایتالیا ۲۵ درصد می‌باشد، این گونه قارچ با خیلی از گیاهان جنگلی مانند انواع بلوط؛ بلوط همیشه‌سبز (*Q. ilex* L.)، بلوط سفید مازو (*Q. petraea* Liebl.)، درخت فندق (*Corylus avellana* L.) و گونه‌های *Ostrya carpinifolia* Scop. همزیستی دارد (Garcia-Barreda & Reyna, 2013). این قارچ در زمین‌های آهکی که دارای pH معادل ۴/۸-۸ وجود دارند. این قارچ‌ها باعث پدیده سوختگی می‌شوند که در آن قارچ با ترشح مواد شیمیایی مانع از رشد علف‌های هرز اطراف گیاه همزیست خود می‌گردند (Trappe et al. 2007). این نوع قارچ دنبلان در زمین‌هایی که ۳۰۰ تا ۱۰۰۰ متر از سطح دریا ارتفاع داشته و در اعماق ۵ تا ۵۰ سانتی‌متری خاک به‌عنوان اکتو میکوریز وجود دارند (Frank et al. 2006).

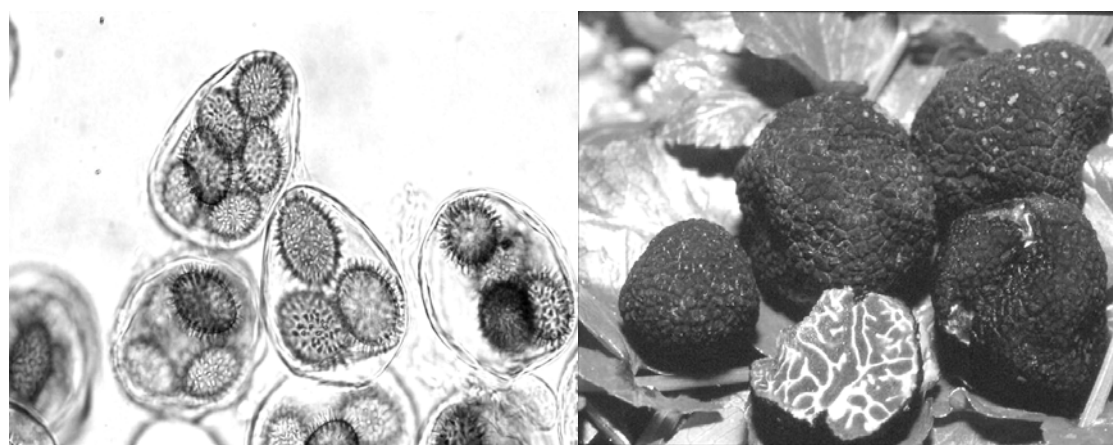


شکل ۳- آسکوکارپ، آسک و آسکوسپوره‌های *Tuber melanosporum* (Harki et al. 1996).

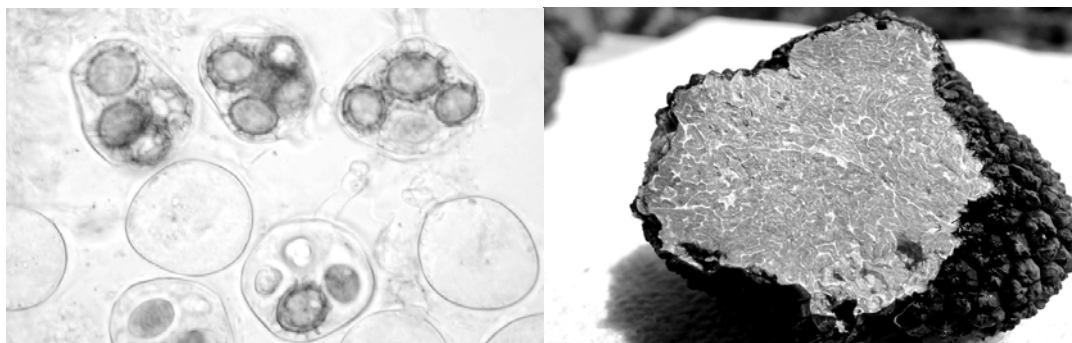
#### ۴-۳- دنبلان سیاه زمستانی *T. brumale* Vittad.

ریخت‌شناسی: این قارچ از نظر فرم و دوره رسیدن مشابه دنبلان سیاه با ارزش می‌باشد، با این تفاوت که بافت درونی این قارچ سیاه نبوده و به رنگ قهوه‌ای می‌باشد و رگه‌های سفید کلفت‌تر و کمتری داراست. شکل و اندازه آسک‌ها و هاگ‌ها با قارچ دنبلان سیاه با ارزش تفاوتی ندارند اما رنگ آن‌ها روشن‌تر بوده و مایل به رنگ زرد کهربایی می‌باشند (شکل ۴). همچنین این قارچ برخلاف قارچ‌های دنبلان سیاه با ارزش در اطراف گیاهان همزیست ایجاد پدیده سوختگی نمی‌کند (Zambonelli et al. 1995).

زیست‌شناسی: این قارچ با درختانی نظیر انواع بلوط مانند (*Quercus spp.*)، (*O. carpinifolia*)، گونه‌های فندق مانند (*C. avellana*)، گونه‌های کاج مانند (*Pinus nigra Arnold*) رابطه همزیستی دارد. اندام‌های بارده این قارچ را می‌توان در همه‌جا یافت، چون نسبت به بقیه قارچ‌های دنبلان دیگر کمتر به شرایط اقلیمی و جغرافیایی خاصی وابستگی دارند (Fischer et al. 2004).



شکل ۴- آسکوکارپ، آسک و آسکوسپوره‌های *Tuber brumale* (Zambonelli et al. 1995).



شکل ۵- آسکوکارپ، آسک و آسکوسپوره‌های *Tuber aestivum* (Gryndler et al. 2011).

### ۳-۵- دنبان سیاه تابستانی *T. aestivum* (Wulfen) Spreng.

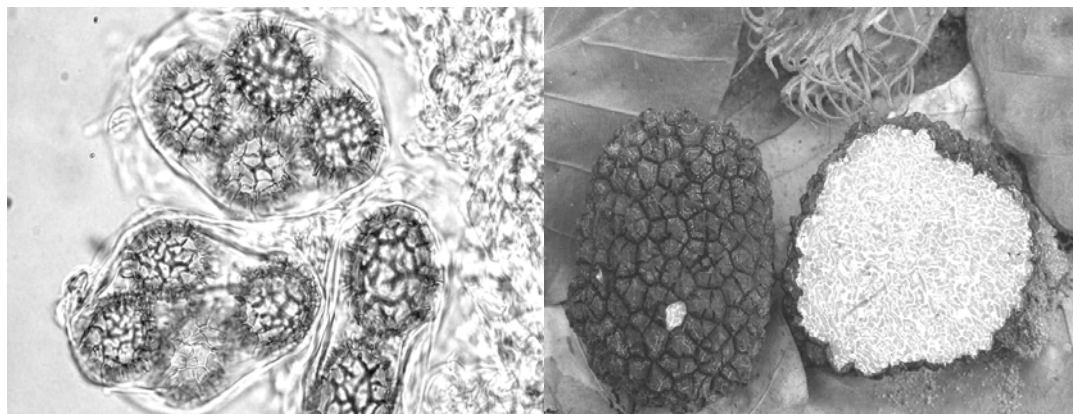
**ریخت‌شناسی:** اندازه اندام بارده از یک فندق تا یک سیب متغیر است. دارای شکل کروی نامنظم که سطح بیرونی اندام بارده (Peridium) آن‌ها هرمی شکل بزرگ و نوک‌تیز و به رنگ سیاه مایل به قهوه‌ای که با چشم غیرمسلح دیده می‌شوند. بافت درونی آن‌ها به رنگ فندقی روشن تا تیره با رگه‌های سفید فراوان می‌باشد. آسک‌ها کروی تا گلابی‌شکل که حاوی ۱ تا ۶ هاگ به رنگ زرد مایل به قهوه‌ای و تخم‌مرغی دیده می‌شوند (شکل ۵). همچنین هاگ‌ها دارای شیارهایی هستند که زیر میکروسکوپ دیده می‌شوند (Gryndler et al. 2011).

**زیست‌شناسی:** این قارچ با برخی از گونه‌های کاج مانند کاج سیاه (*P. nigra*)، کاج حلب (*P. halepensis*) (Miler)، کاج بادامی (*P. pinea* L.)، انواع بلوط (*Quercus spp*) و فندق (*C. avellana*) همزیستی دارد (Paolocci et al. 2004). این قارچ تقریباً در تمام ایتالیا و به‌خصوص جاهایی که دارای زمین‌های آهکی با pH معادل ۷/۹-۸/۴ و زمین‌هایی که ۳۰۰ تا ۱۵۰۰ متر از سطح دریا ارتفاع دارند یافت می‌شود (Wedén et al. 2004).

### ۳-۶- دنبان سیاه مژه‌ای *T. uncinatum* Chatin

**ریخت‌شناسی:** این نوع دنبان در ایتالیا، فرانسه، اسپانیا و همچنین در انگلستان و در برخی از کشورهای اروپای مرکزی رشد می‌کند (Chevalier et al. 2002). قارچ دنبان سیاه مژه‌ای خیلی شبیه قارچ دنبان سیاه تابستانی است با این تفاوت که هرم‌های روی سطح اندام بارده نسبت به قارچ دنبان سیاه تابستانی کوچک‌تر هستند. بافت داخلی آن‌ها قهوه‌ای تیره همراه با رگه‌های سفید است. داخل آسک‌ها ۱ تا ۵ هاگ تخم‌مرغی شکل با شیارهای بزرگ به قطر دو برابر شیارهای هاگ *T. aestivum* با مژه‌های خم‌شده و مرتبی وجود دارد (شکل ۶) (Fan et al. 2011, Guevara et al. 2013).

**زیست‌شناسی:** این قارچ با گیاهانی نظیر انواع بلوط (*Quercus spp.*) و گونه‌های فندق مانند (*C. avellana*)، همزیستی دارد. اندام‌های بارده دارای بوی دلپذیری مانند قهوه می‌دهند و در پاییز بالغ می‌شوند. این قارچ ارزش اقتصادی بالاتری نسبت به قارچ دنبان سیاه تابستانی دارند (Wedén et al. 2004).



شکل ۶- آسکوکارپ، آسک و آسکوسپوره‌های *Tuber uncinatum* (Guevara et al. 2013).

#### ۴- گونه‌های *Tuber* موجود در ایران

با مطالعه نقشه‌های توپوگرافی و گیاهی، می‌توان گفت کدام یک از مناطق ایران مناسب رشد گونه‌های *Tuber* می‌باشند. بر این اساس مناطق شمال ایران به خاطر اقلیم مناسب و ارتفاعات بالا در قسمت‌های جنگلی و کوهستانی مناسب رشد این قارچ‌ها می‌باشند و احتمال وجود دنبلان‌های جنگلی در ارتفاعات ۱۱۰۰-۳۰۰ متر از سطح دریا بیشتر است. مناطقی از شمال و غرب ایران نیز با بارندگی سالیانه ۴۵۰ تا ۱۰۵۰ میلی‌متری، مناسب رشد این قارچ‌ها می‌باشند. از نظر پوشش گیاهی جنگل‌های شمال، جنگل‌های بلوط و سوزنی‌برگان البته در آب و هوای مناسب و خاک قلیایی، مناطق مناسب برای رشد این قارچ‌ها می‌باشند. با توجه به این شواهد می‌توان گفت احتمالاً در ایران گونه‌های *T. aestivum* و *T. borchii*، *T. melanosporum* یافت می‌شوند (مقیمیان و همکاران ۱۳۸۶).

#### نتیجه‌گیری

قارچ‌های دنبلان جنگلی، که آسکوکارپ آن‌ها خوراکی است و ارزش غذایی خوبی دارد، با ریشه بعضی درختان جنگلی مانند انواع کاج، بلوط و فندق همزیستی اجباری دارند. در بین گونه‌های دنبلان خوراکی در دنیا، دنبلان سفید با ارزش *T. magnatum* و دنبلان سیاه با ارزش *T. melanosporum* از نظر اقتصادی و دارویی ارزش بسیار زیادی دارند که این دو گونه بیشتر در کشورهای اروپایی نظیر فرانسه، ایتالیا و اسپانیا یافت می‌شوند. در ایران با توجه به شرایط اقلیمی، این قارچ‌ها بیشتر در جنگل‌های شمال و غرب کشور یافت می‌شوند. با توجه به ارزش غذایی و دارویی بسیار بالای این قارچ‌ها انجام تحقیقات علمی بیشتر در زمینه شناسایی دقیق آن‌ها پیشنهاد می‌شود.

#### References

#### منابع

۱. مقیمیان غ، گل تپه ا. و احمدی ع. ر. ۱۳۸۶. کشت قارچ دنبلان زیرزمینی خوراکی. انتشارات آوای نور، ۱۲۰ ص.



2. Agerer R. 1986. Studies on ectomycorrhizae. II: Introducing remarks on characterization and identification. *Mycotaxon* 26:473-492.
3. Barker S. G., Tagu D. & Delp G. 1998. Regulating of root and fungal morphogenesis in mycorrhizal symbioses. *Plant Physiology* 116:1201-1207.
4. Berta G. & Fusconi A. 1983. Ascosporeogenesis in *Tuber magnatum*. Transactions of the British *Mycological Society* 80:201-207.
5. Bertini L., Rossi I., Zambonelli A., Amicucci A., Sacchi A., Cecchini M., Gregori G. & Stocchi V. 2006. Molecular identification of *Tuber magnatum* ectomycorrhizae in the field. *Microbiological Research* 161:59-64.
6. Bonfante P. & Fontana A. 1973. Sulla nutrizione del micelio di *Tuber melanosporum* in coltura. *Atti della'Accademia delle Scienze di Torino* 107:713-741.
7. Chevalier G., Gregori G., Frochot H. & Zambonelli A. 2002. The cultivation of the Burgundy truffle. Christchurch: *Crop & Food Research* 45:652-661.
8. Delmas J. 1976. La truffe et sa culture. Etude SEI, No. 60, Paris.
9. Fischer C., Suz L., Martin M. & Colinas C. 2004. *Tuber brumale* Vitt.+ *Quercus ilex* L. Descr *Ectomycorrhizal* 7:135-141.
10. Frizzi G., Lalli G., Miranda M. & Pacioni G. 2001. Intraspecific isozyme variability in Italian populations of the white truffle *Tuber magnatum*. *Mycological Research* 105:365-369.
11. Gay P. E., Grubb P. J. & Hudson H. J. 1982. Seasonal changes in the concentrations of nitrogen, phosphorus and potassium and in the density of mycorrhiza, in biennial and matrix-forming perennial species of closed chalkland turf. *Journal of Ecology* 70:571-593.
12. Garcia-Barreda S. & Reyna S. 2013. Response of *Tuber melanosporum* fruiting to canopy opening in a Pinus-Quercus forest. *Ecological Engineering* 53:54-60.
13. Gryndler M., Hršelová H., Soukupová L., Streiblová E., Valda S., Borovička J., Gryndlerová H., Gažo J. & Miko M. 2011. Detection of summer truffle (*Tuber aestivum* Vittad.) In ectomycorrhizae and in soil using specific primers. *FEMS microbiology letters* 318:84-91.
14. Guevara G., Bonito G., Trappe J. M., Cázares E., Williams G., Healy R. A., Schadt C. & Vilgalys R. 2013. New North American truffles (*Tuber* spp.) And their ectomycorrhizal associations. *Mycologia* 105:194-209.
15. Fan L., Cao J. Z. & Li Y. 2011. Two new species of the genus *Tuber* from China. *Mycotaxon* 116:349-54.

16. Frank J. L., Southworth D. & Trappe J. M. 2006. NATS truffle and truffle-like fungi 13: *Tuber quercicola* and *T. whetstonense*, new species from Oregon, and *T. candidum* redescribed. *Mycotaxon* 95:229-40.
17. Hall I. R., Yun W. & Amicucci A. 2003. Cultivation of edible ectomycorrhizal mushrooms. *Trends in Biotechnology* 21:433-438.
18. Hall I. R., Brown G. T. & Zambonelli A. 2007. Taming the truffle: the history, lore, and science of the ultimate mushroom, Timber Press Portland, Oregon.
19. Harki E., Kläbe A., Talou T. & Dargent R. 1996. Identification and quantification of *Tuber melanosporum* Vitt. *Steroids* 61:609-612.
20. Mello A., Fontana A., Meotto F., Comandini O. & Bonfante P. 2001. Molecular and morphological characterization of *Tuber magnatum* mycorrhizas in a long-term survey. *Microbiological Research* 155:279-284.
21. Miller R. M., Christopher I. S. Jastrow J. D. & Bever J. D. 1999. Mycorrhizal status of the genus *Carex* (Cyperaceae). *American Journal of Botany* 86:547-553.
22. Miranda M., Bonfigli A., Zarivi O., Ragnelli A. M., Pacioni G. & Botti D. 1992. Truffle tyrosinase: Properties and activity. *Plant Science* 81:175-182.
23. Norman J. E. & Egger K. N. 1999. Molecular phylogenetic analysis of peziza and related genera. *Mycologia* 91:820-829.
24. Percudani R., Aurelio T., Zambonelli A. & Ottonello, S. 1999. Molecular phylogeny of truffles (Pezizales: Terfeziaceae, Tuberacea) derived from nuclear rDNA sequence analysis. *Molecular Phylogenetic and Evolution* 13:169-180.
25. Paolocci F., Rubini A., Riccioni C., Granetti B. & Arcioni S. 2000. Cloning and characterization of two repeated sequences in the symbiotic fungus *Tuber melanosporum* Vitt. *FEMS Microbiology Ecology* 34:139-146.
26. Paolocci F., Rubini A., Riccioni C., Topini F. & Arcioni S. 2004. *Tuber aestivum* and *Tuber uncinatum*: two morphotypes or two species? *FEMS Microbiology Letters* 235:109-115.
27. Polidori E., Saltarelli R., Ceccaroli P., Buffalini M., Pierleoni R., Palma F., Bonfante P. & Stocchi V. 2004. Enolase from the ectomycorrhizal fungus *Tuber borchii* Vittad.: biochemical characterization, molecular cloning, and localization. *Fungal Genetics and Biology* 41:157-167.
28. Trappe J. M. 2007. The orders, families, and genera of hypogeous Ascomycotina (truffles and their relatives). *Mycotaxon* 9:297-340.

29. Wedén C., Chevalier G. & Danell E. 2004. *Tuber aestivum* (syn. *T. uncinatum*) biotopes and their history on Gotland, Sweden. *Mycological Research* 108:304-310.
30. Xu A. S. 1999. Notes on the genus of Tuber from Tibet. *Mycosystema* 18:361–65.
31. Zambonelli A., Salomoni S. & Pisi A. 1995. Caratterizzazione anatomo-morfologica delle micorrize di *Tuber borchii*, *Tuber aestivum*, *Tuber mesentericum*, *Tuber brumale*, *Tuber melanosporum* su *Pinus pinea*. *Micologia Italiana* 2:119-137.



## Six Forest Species of Truffles

HAMIDREZA RAHMANI & EBRAHIM MOHAMADI-GOLTAPEH<sup>✉</sup>

M.Sc. Student & Professor, Department of Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Trabiati  
Modares University, Tehran, Iran

(✉Corresponding author, E. mail: emgoltapeh@modares.ac.ir)

Received: 14.12.2015

Accepted: 07.03.2016

Rahmani H. R. & Mohamadi-Goltapeh E. 2016. Six forest species of truffles. *Plant Pathology Science* 5(2):1-12.

### Abstract

Edible mushrooms that are known as the truffle are classified in apothecial ascomycetes. They are obligate ectomycorrhiza of plants and produce their fruiting bodies on or below the surface of the soil. The genus *Tuber* belongs to the order *Pezizales*, class *Pezizomycetes*, and has numbers of species with universal distribution. So far, France, Italy, United Kingdom and New Zealand have tried for the commercial production of truffle. Among the species of edible truffle of the universe, two valuable species, the white truffle, *T. magnatum*, and the black truffle, *T. melanosporum*, are the most valuable species. Because of their economic and medicinal importance, this is necessary to perform scientific research for their accurate identification.

**Key words:** Ectomycorrhiza, Symbiosis, *Tuber*