

فصلنامه علمی، آموزشی و اجتماعی

# قارچ

سال اول شماره اول بهار ۱۳۹۲



## کدام جهت به طرف بالا است؟

### رشد و نمو قارچ‌ها تحت تاثیر نیروی جاذبه‌ی زمین

بریت آ. بنیارد (Britt A. Bunyard)



تصویر ۱

شکل قارچ "گاندورما اپلانتموم"

(*Ganoderma applanatum*) را پاتریس بنسون<sup>۱</sup> که چند ماه پیش به‌طور ناگهانی در گذشت، گرفته است. جای او در بین جامعه‌ی قارچ‌شناسان خالی است.

به نظر شما زمانی که یک قارچ چیده یا بریده می‌شود، همان موقع می‌میرد؟ اگر جواب شما مثبت است، اشتباه می‌کنید! عوامل بسیاری ثابت می‌کند، سلول‌های قارچ‌هایی که برداشته‌اید، و در سبذ یا در یخچال گذاشته‌اید، همچنان زنده‌اند. آن‌ها تا چند روز پس از چیده شدن همچنان هاگ‌ریزی می‌کنند (هاگ‌ریزی در واقع یک فرآیند بسیار فعال است - و همان‌طور که از نامش

پیداست، هاگ‌ریزی (هاگ‌افشانی) به سلول‌های زنده نیاز دارد. بعضی از قارچ‌ها، مثل "آمانیتاها"<sup>۲</sup> همان‌طور که رشد می‌کنند، قد کشیده و دورتر از سطحی که روی آن قرار گرفته، به سمت بالا خم می‌شوند. البته، در این وضعیت مطمئناً کلاهک قارچ رو به بالاست و گرده افشانی به‌صورت عمودی در جریان هوا انجام می‌شود. علاوه بر آن، آب‌شش‌ها (یا لوله‌ها در قارچ‌های بولت<sup>۳</sup> و پولی‌پرها<sup>۴</sup>) حتماً باید عمودی باشد، در غیر این صورت هاگ‌ها نمی‌توانند به راحتی از کلاهک جدا شده و به پایین بریزند.

1. Patrice Benson
2. Amanitas
3. Boletes
4. Polypores

پاسخ رشد به گرانش "رشد و نمو تحت تاثیر نیروی جاذبه‌ی زمین" (گاهی اوقات نیز زمین‌گرایی) نامیده می‌شود. به‌خاطر دارم که اولین مطالعات کارشناسی در این زمینه در مبحث قارچ‌شناسی را فردی به نام سام مازر<sup>۱</sup> در دانشگاه ایالتی کنت انجام داد. (نکته‌ی جالب این‌که، در همان ایام من دوره‌ی فیزیولوژی گیاهی را با پروفیسور رولو دلا فونته<sup>۲</sup>، یکی از افرادی که فرآیند نورگرایی گیاهان را کشف کرده- بود، می‌گذراندم. نورگرایی فرایندی است که باعث



تصویر ۲

می‌شود تا گیاه به سوی نور خورشید حرکت کند، در نتیجه انرژی خورشید گرفته و در به‌طور موثرتری در سطح برگ‌هایش تجمع پیدا می‌کند). من مجموعه‌ی خوبی از قارچ‌های "آمانیتا موسکاریا" (*Amanita muscaria*) جمع‌آوری کرده‌بودم و نمونه‌ها را برای استفاده همگان به آزمایشگاه بردم. روز بعد که به آزمایشگاه رفتم و به جایی که قارچ‌ها را گذاشته بودم رفتم، در کمال تعجب دیدم که آن‌ها دیگر مانند قلم صاف و کشیده نیستند. در طول شب آن‌ها هم‌چنان رشد کرده‌بودند، یا من این‌طور فکر می‌کردم. آن‌ها از سطحی که به‌طور افقی روی آن بودند، بالاتر رفته و ساقه‌هایشان خمیده شده‌بود و کلاهک قارچ‌ها دیگر روی میز نبودند.

پدیده‌ی ضد گرانش، که در آن ساقه‌ی قارچ از منبع جاذبه‌اش فاصله می‌گیرد، را می‌توان اینگونه توصیف کرد، که هدف این است که کلاهک قارچ در جریان هوا قرارگیرد تا هاگ‌افشانی انجام شود. (تصویر ۱ را ببینید؛ یک قارچ پلوتروتوس درینوس (*Pleurotus dryinus*) روی تنه یک درخت است؛ تصویر ۲ یک قارچ شیتاکه روی یک الوار است). سطح هاگ‌دار قارچ‌ها (آب-

شش‌ها در آگاریک‌ها، لوله‌ها در بولت‌ها و پولی‌پرها، یا دندان‌ها در اشکال هیدنوئید) از کلاهک به طرف پایین آویزان می‌شوند، در واقع آن‌ها به‌صورت عمودی نسبت به کلاهک و در جهت موافق با نیروی جاذبه رشد می‌کنند. خود کلاهک دارای ساختاری مبتکرانه است که سطح هاگ‌دار قارچ را از بارش باران درامان نگه می‌دارد؛ هرگونه رطوبت می‌تواند باعث اختلال در هاگ‌افشانی و مکانیسم بازیدیومیست‌ها شود. اگر کلاهک در هر موقعیتی به‌غیر از حالت کاملاً افقی قرارگیرد، سطح هاگ‌دار شروع به رشد و خم شدن می-



تصویر ۳



تصویر ۴

کند تا دوباره به حالت عمودی درآید (در تصویر ۳ و ۴ دو گونه از آمانیتا مشاهده می‌شود).

نام مناسب برای قارچ‌های پرانتری یا بشقابی<sup>۱</sup> احتمالاً اصطلاح gravimorphogenic، به جای اصطلاح gravitropic است چون در این قارچ‌ها کل بشقاب تغییر شکل یا خم نمی‌شود. اگر این تغییر وضعیت به شکل افقی کامل نباشد

(یعنی به درخت به صورتی چسبیده که این بشقاب به صورت کاملاً رو به پایین باشد) یک بشقاب جدید به صورت افقی نسبت به سطح شکل می‌گیرد (نمایی از گانودرما را در تصویر ۵ ببینید).



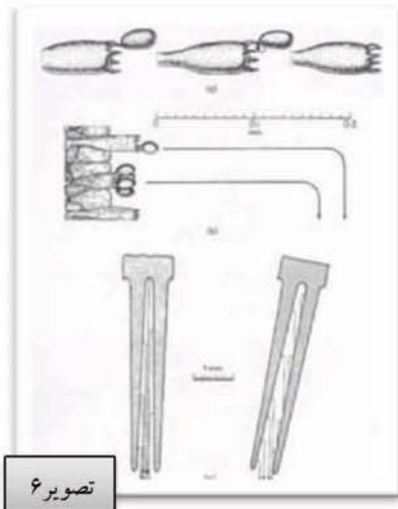
تصویر ۵

قارچ‌های آبشش‌دار دارای رشد موافق و مخالف نیروی جاذبه، به ترتیب با آبشش و ساقه دیده می‌شوند. به نحوی که در هر دو مورد اطمینان حاصل شود که هاگ‌ها از سطح هاگ‌دار (سطح آبشش) خارج می‌شوند و به طور مستقیم پایین می‌افتند بدون اینکه در آبشش مجاور بیفتند (در تصویر ۶، طرحی از بولر، ۱۹۰۹ دیده می‌شود). احتمالاً همه‌ی قارچ‌ها به همین روش این کار را انجام می‌دهند. آمانیتاها این عمل را، حتی بعد از چیده شدن به زیبایی نشان می‌دهند (اکثر گونه‌های دیگر قارچ‌ها بعد از چیده شدن زود خشک و پژمرده می‌شوند). تنها کتابی که به این نکته در مورد عادات آمانیتاها (تصویر ۷) اشاره کرده است، کتاب قارچ نوشته‌ی لوییس کریگر<sup>۲</sup> (۱۹۳۶) است. اگر می‌خواهید مجموعه‌ای از قارچ‌های وحشی جمع‌آوری کرده و به نمایش به-گذارید، بهتر است که همه‌ی گونه‌های آمانیتا را کاملاً راست و به صورت ایستاده قرار دهید، در غیر این صورت آن‌ها خم شده و از حالت و فرم طبیعی شان که در طبیعت یافت می‌شود، منحرف می‌شوند.

### قارچ‌ها چگونه به سمت "بالا" رشد می‌کنند؟

همان طور که قبلاً اشاره شد، گیاهان طبق فرآیندی که نورگرایی نام دارند، به سمت منبع نور می‌روند. به نوعی می‌توان گفت که، فرآیند رشد و نمو قارچ‌ها مشابه فرآیند زمین‌گرایی است. در گیاهان قسمتی از ساقه گیاه که نور بیشتری دریافت می‌کند، به

1. Bracket fungi  
2. Louis Krieger



تصویر ۶

قسمت‌های دیگر گیاه که در معرض نور کم‌تر است و به اصطلاح در تاریکی قرار دارد یک سیگنال هورمونی گیاهی (به نام اوکسین) می‌فرستد، که باعث تغییر فیزیولوژیکی در سلول‌های دیواره‌ی آن می‌شود. سلول‌های ساقه‌ای که در قسمت تاریک قرار دارند، آنزیم‌هایی آزاد می‌کنند که اکسپنسن<sup>۱</sup> نام دارند که قسمتی از دیواره‌ی سلولی قسمت تاریک را شکسته و به سلول‌ها اجازه می‌دهد که از سختی درآمده و رشد کنند. هرچه سلول‌ها دورتر از منبع نور باشند، سیگنال اوکسین قوی‌تری را دریافت کرده و بیش‌تر رشد می‌کنند، و در نتیجه‌ی نیروی کشیدگی، گیاه در جهت مخالف خم شده و به سمت نوری می‌رود که برگ‌های بالایی جذب می‌کنند.

گرانش قارچی تا همین اواخر ناشناخته بود (مور، ۱۹۹۱). آزمایش‌های معدودی در ۱۰۰ سال گذشته، با استفاده از دستگاه-های گرانش سنج و سانتی‌فوژ برای خنثی کردن اثر جاذبه بر شکل‌گیری قارچ‌ها و مشاهده‌ی نتایج آن، منتشر شده است که اغلب آن‌ها نتایج قطعی نداشته‌اند. قارچ‌ها حتی به مدار کره زمین برده شده‌اند! در دهه ۱۹۷۰، اتحاد جماهیر شوروی برای اولین بار آن‌ها را با سفینه‌ی بدون سرنشین کاسموس ۶۹۰ و به دنبال آن با سفینه‌های سالوت ۵ و سالوت ۶ به فضا فرستاد. در فضا آزمایش‌هایی جهت بررسی تاثیر فضا - جائیکه نیروی جاذبه وجود نداشت - بر تولید قارچ خوراکی انجام شد (جهت اطلاعات بیشتر به مقاله مور، ۱۹۹۱ مراجعه شود). یک دهه پیش گرون (۱۹۹۱)، آزمایش‌های دقیق پیوندزدن روی قارچ‌های فلامولینا باسیدیوکارپ (*Flammulina*) جهت بررسی قدرت جاذبه و زمین‌گرایی انجام داد. در این آزمایش قارچ گوشت‌دار فلامولینا ولوتیپس (*velutipes*)

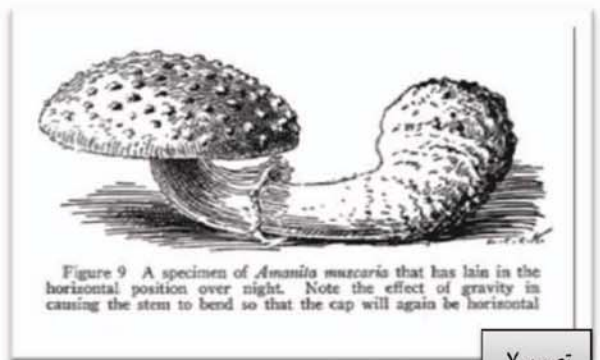


Figure 9 A specimen of *Amanita muscaria* that has lain in the horizontal position over night. Note the effect of gravity in causing the stem to bend so that the cap will again be horizontal

تصویر ۷

که روی خاک‌اره رشد کرده بود، کلاهک‌های قارچ‌ها برداشته شده و با کلاهک‌های هم‌سان، کلاهک همراه نوک ساقه و (گاهی ساقه‌ی وارونه) جایگزین شدند. نتایج نشان داد شد که نوک ساقه‌ی قارچ اندامی است که بیشترین حساسیت به نیروی گرانشی دارد. به علاوه، نتایج آزمایش‌های پیوندزدن اندام‌های مختلف نشان دهنده حرکت اکروپتال<sup>۲</sup> متابولیت‌های قارچی از طریق ریشه‌های زنده ساقه است که در پاسخ به نیروی جاذبه باعث خم شدن ساقه قارچ می‌شوند. این متابولیت‌ها - سیگنال نیروی جاذبه - به تازگی مشخص شده‌اند.

مونزر (۱۹۹۵، ۱۹۹۶) به تازگی توضیح بسیار ساده‌ای در مورد چگونگی سنجش جاذبه‌ی موثر در قارچ‌ها، ارایه داده است،

1. Expansins
2. Acropetal transport

که بسیار شبیه سیستم اندام سنگ گوش (مخصوصاً اوتریکل و ساکول) انسان است. در بدن همه‌ی ما، در اعماق گوش داخلی اندام‌هایی وجود دارند که با مایعی پر شده و داخل آن ذرات کوچکی مانند سنگ‌ریزه است که اوتولیت یا اوتوکونیا<sup>۱</sup> نامیده می‌شوند (جنس آن‌ها واقعاً سنگی است و از سنگ آهک و پروتئین ساخته شده‌اند) که در خلاف جهت موهای ریز داخل اندام اوتولیت مالیده می‌شوند. اکثر مواقع، این مجموعه ذرات جمع شده در این اندام، موجب برقراری تعادل در انسان می‌شوند. اگر دور خود بچرخید یا مثل یک گوی برفی شما را تکان بدهند، این ذرات نیز به حرکت درآمده و شما احساس عدم تعادل و حتی سرگیجه می‌کنید. این همان استنتاج و جمع‌بندی مونزر در مورد شباهت حس جاذبه در سلول‌های قارچی است. درون سلول‌های ریشه، هسته به عنوان اوتولیت قارچی عمل می‌کنند. رسوب آن‌ها درون سلول‌ها، پاسخی در جهت نیروهای گرانشی است که به سلول‌های قارچی نشان می‌دهد که جهت بالا کدام سمت است؟ هسته‌ها در میله‌های پروتئین‌داری قرار گرفته‌اند که "اسکلت" سلول‌های داخلی را می‌سازند (سایتواسکلتون). هنگامی که این هسته‌ها ساکن می‌شوند، داخل میله‌ها کشیده می‌شوند، که آن‌ها نیز به نوبه‌ی خود به دیواره سلولی که به آن چسبیده‌اند فشار می‌آورند. این تقلا باعث تغییرات سلولی در پاسخ به سیگنال نیروی جاذبه است و از سوی دیگر سلول‌ها متوجه نیروی جاذبه شده و میکروویسکل‌ها شروع به پرشدن کرده و کشیده می‌شوند، واکویل‌ها کشیده می‌شوند و تمام این فرآیند باعث افزایش حرکت سلول‌های ریشه می‌شود. در نتیجه‌ی این اعمال ساقه‌ی قارچ خم شده و بدون توجه به نیروی گرانش زمین حرکت می‌کند.

آخرین نکته اینک از نظر افکار عمومی، قارچ برای رشد نیازی به نور ندارد، اما در واقع بسیاری از قارچ‌ها نورگرا هستند و به نور واکنش نشان می‌دهند. شهرت قارچ زیگومیسته پیلوبولوس (*Zygomycete pilobolus*) در پرتاب کلاهکش به سمت نور و دورشدن از بستری است که در آن پرورش یافته است. قارچ پولی پوروس برومالیس (*Polyporus brumalis*) که یک پولی‌پور رونده‌ی معمولی است، به سمت نور حرکت می‌کند. پرورش دهندگان قارچ شیتاکه (*Lentinula edodes*) می‌دانند که اگر این گونه در محیطی بدون نور پرورش داده شود، تغییر فرم داده و شکل همیشگی قارچ را حفظ نمی‌کند. علاوه بر این، در خیلی از قارچ‌های دیگر نیز در نبود نور تشکیل کلاهک نمی‌دهند یا بدنشان به صورت معمولی رشد نمی‌کند.