

# نقش نمادهای باکتری خوار و قارچ خوار در حاصلخیزی خاک و تولید نیتروژن معدنی



محدثه شمسیان، دانشجوی مقطع کارشناسی ارشد بیماری شناسی گیاهی



پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران | shamsian.m71@ut.ac.ir

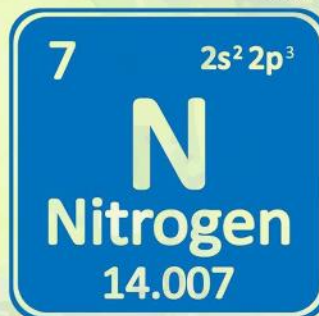


نیتروژن پرمصرفترین عنصر موردنیاز گیاهان است. در اکوسیستم‌های خاکی نیتروژن قابل دسترس اغلب یکی از عوامل محدودکننده رشد گیاهان است. این عنصر در خاک بیشتر در قالب مولکول‌های آلی قرار دارد و بر اثر فعالیت آمیدوهدرولازها به فرم معدنی درآمده تا برای گیاهان قابل جذب شود. شناخت بهتر مکانیسم‌ها و شاخص‌های معدنی شدن نیتروژن برای استفاده‌ی بهتر از کودها و جلوگیری از آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی ضروری است.

ممنوع اصلی نیتروژن گاز بی‌اثر است که حدود ۷۸ درصد اتمسفر زمین را تشکیل می‌دهد اما نیتروژن به شکل عنصری آن برای گیاهان غیرقابل استفاده است و در خاک به سه صورت عنصری، آلی و معدنی وجود دارد. نیتروژن عنصری ( $N_2$ ) به صورت گاز از اجزای ترکیبات هوا در خاک وجود دارد و با نفوذ آب به خاک این شکل از نیتروژن در رطوبت خاک حل می‌شود و معمولاً از نظر حاصلخیزی اهمیت زیادی ندارد چراکه اولاً نمی‌تواند به‌طور مستقیم مورد استفاده گیاه قرار گیرد و ثانیاً همیشه به مقدار زیاد در دسترس موجودات ذره‌بینی تثبیت‌کننده‌ی نیتروژن است. نیتروژن معدنی خاک به صورت اکسید نیترو ( $N_2O$ )، اکسید نیتریک ( $NO$ )، دی‌اکسید نیتروژن ( $NO_2$ )، آمونیاک ( $NH_3$ )، آمونیوم ( $NH_4^+$ )، نیتريت ( $NO_2^-$ ) و نترات ( $NO_3^-$ ) وجود دارد. چهار ترکیب اول به صورت گاز بوده و مقدار آن‌ها آن قدر ناچیز است که اندازه‌گیری آن‌ها مشکل است و قادر به تأثیر در زندگی گیاه نمی‌باشند. سه ترکیب بعدی از نظر تغذیه‌ی گیاه بسیار مهم می‌باشند.

یکی از مهم‌ترین نقش‌های مواد آلی خاک از نظر حاصلخیزی این است که می‌تواند مقدار فراوانی نیتروژن برای رشد و نمو گیاه عرضه کند و به‌منزله‌ی انباری برای این عنصر حیاتی است. قسمت عمده‌ی نیتروژن آلی خاک به صورت ترکیبات پروتئینی (مشتقات آمینواسید)، پپتیدها و ترکیبات پیچیده است. به‌رحال این نیتروژن آلی، به هر شکلی که در خاک موجود باشد، می‌تواند با کمک موجودات ذره‌بینی مقدار قابل توجهی نیتروژن را برای رشد و نمو گیاه عرضه کند.

نیتروژن پرمصرفترین عنصر موردنیاز گیاهان است. در اکوسیستم‌های خاکی نیتروژن قابل دسترس اغلب یکی از عوامل محدودکننده رشد گیاهان است. این عنصر در خاک بیشتر در قالب مولکول‌های آلی قرار دارد و بر اثر فعالیت آمیدوهدرولازها به فرم معدنی درآمده تا برای گیاهان قابل جذب شود. شناخت بهتر مکانیسم‌ها و شاخص‌های معدنی شدن نیتروژن برای استفاده‌ی بهتر از کودها و جلوگیری از آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی ضروری است.



خاک‌های گوناگون دارای سطوح متفاوتی از شاخص‌های بیولوژیک و ذخایر نیتروژن می‌باشند. این موضوع باعث شده که عوامل کنترل‌کننده شاخص‌های بیولوژیک و ذخایر نیتروژن موضوع پژوهش‌های زیادی قرار گیرند.

امروزه سنجش شاخص‌های بیولوژیک معیاری از کیفیت خاک محسوب می‌شود. توجه روزافزون به کشاورزی پایدار و حفظ کیفیت منابع اراضی باعث شده تا معیارهای گوناگونی در سنجش کیفیت خاک به کار گرفته شود. آزمایش‌های شیمیایی و زیستی زیادی برای پیش‌بینی نیتروژن معدنی در خاک انجام گرفته است.

بررسی ویژگی‌های ذخایر نیتروژن فعال اطلاعاتی را در مورد ارزیابی سلامت خاک در اختیار ما قرار می‌دهد. فراهمی نیتروژن در خاک عمدتاً تحت تأثیر ذخایر فعال نیتروژن قرار می‌گیرد. دکس باری و همکارانش ذخایر فعال نیتروژن را شامل نیتروژنی دانستند که در چرخه بیولوژیک خاک شرکت دارند، که شامل نیتروژن آلی، نیتروژن معدنی و نیتروژن زیست‌توده‌ی میکروبی می‌باشند. فراهمی نیتروژن و فعالیت‌های میکروبی از عوامل اصلی بوده که معدنی شدن نیتروژن را تحت تأثیر قرار می‌دهند.







راه‌های اصلی تبدیل شدن نیتروژن به شکل‌های معدنی آن به شرح زیر است

(۱) تثبیت به‌وسیله‌ی ریزوم‌ها و سایر میکروارگانیسم‌های موجود روی ریشه بقولات.

(۲) تثبیت به‌صورت یکی از اکسیدهای نیتروژن به‌وسیله‌ی تخلیه الکتریکی اتمسفر.

(۳) تثبیت به‌صورت آمونیاک،  $\text{NO}_3^-$  یا  $\text{CN}_3^-$  به‌وسیله‌ی یکی از فرآیندهای گوناگون صنعتی که برای سنتز کودهای نیتروژن‌دار به کار می‌روند.

**(۴) تثبیت به‌وسیله‌ی میکروارگانیسم‌های آزادزی خاک.**

معدنی شدن در سه واکنش مرحله‌به‌مرحله صورت می‌گیرد که شامل

(۱) آمینه شدن: واکنش‌هایی که توسط میکروارگانیسم‌های خاک انجام می‌شود. تجزیه‌ی پروتئین‌ها و آزاد شدن آمین‌ها و اسیدهای آمینه.

(۲) آمونیاک‌سازی: آمین‌ها و اسیدهای آمینه که در مرحله‌ی قبل آزاد شده‌اند به وسیله‌ی میکروارگانیسم‌ها مصرف می‌شوند و ترکیبات آمونیاکی آزاد می‌کنند.

(۳) شوره‌سازی: مواد آزاد شده در مرحله‌ی دوم به‌وسیله‌ی این فرآیند به نیترات تبدیل می‌شود.

بر اساس پژوهش‌های پیشین این مراحل توسط باکتری‌ها، اکتینومیست‌ها و قارچ‌ها انجام می‌شده در حالی که با پژوهش‌های صورت گرفته روی نماتدها، بیان شده است که نماتدهای باکتری‌خوار و قارچ‌خوار نیز توانایی انجام این مراحل را که در نهایت منجر به معدنی شدن نیتروژن می‌شود، دارند و در مواردی حتی راندمان عمل نماتدها از سایر میکروارگانیسم‌ها بیشتر بوده است.

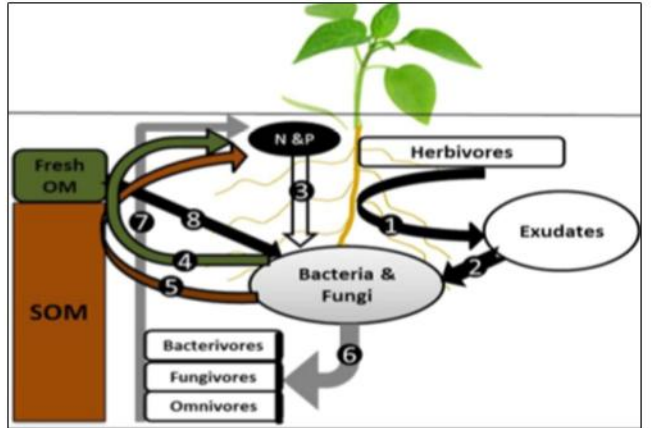
با توجه به شکل ۱ و ضمن تأکید بر چرخه‌ی شماره ۲-۶-۷- بیان گردیده است با تغذیه و صدمه زدن موجودات خاکزی از ریشه‌ی گیاه، موادی از ریشه رهاسازی شده که باعث افزایش جمعیت باکتری‌ها و قارچ‌های موجود در خاک می‌گردد و به‌تبع آن جمعیت نماتدهای باکتری‌خوار و قارچ‌خوار افزایش می‌یابد و با تغذیه از باکتری‌ها و قارچ‌ها تولید نیتروژن معدنی صورت می‌گیرد.

نماتدها یکی از متنوع‌ترین جانوران کرمی زمین به لحاظ اکولوژیکی هستند که تقریباً در همه‌ی زیستگاه‌ها یافت می‌شوند. این گروه از باکتری‌ها، قارچ‌ها، جلبک‌ها، مخمرها و دیاتوم‌ها تغذیه می‌کنند و شکارگر بی‌مهره‌گان ریز مانند سایر نماتدها نیز می‌باشند. علاوه بر این، انگل بخش‌های هوایی یا زمینی گیاهان نیز می‌باشند. عملکرد نماتدها به‌عنوان تنظیم‌کننده‌ی تولید مواد معدنی در خاک قابل تأمل است. نماتدهای تغذیه کننده از باکتری‌ها و قارچ‌ها درصد بالایی از نیتروژن را هنگام تغذیه رهاسازی می‌کنند.

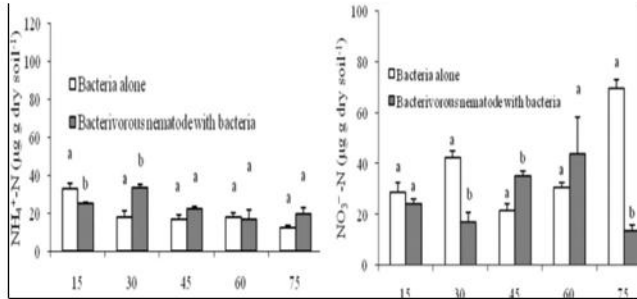
نماتدهای باکتری‌خوار با تغذیه از باکتری‌های موجود در خاک، نیتروژن را به شکل پروتئین و ترکیبات آلی دریافت می‌کنند و بعد به‌صورت نیتروژن معدنی  $\text{NH}_4^+$  و  $\text{NO}_3^-$  به خاک برمی‌گردانند. نماتدهای باکتری‌خوار فراوان‌ترین گروه نماتدها در خاک کشاورزی می‌باشند و فراوانی آن‌ها به‌شدت از جمعیت باکتری‌ها پیروی می‌کند. بیشترین معدنی شدن نیتروژن در اوایل تابستان توسط نماتدهای باکتری‌خوار گروه *Rhabditid* و در اواسط تابستان توسط گروه *Cephalobid* صورت می‌گیرد.



نماتدهای قارچ‌خوار نیز همانند باکتری‌خوارها با تغذیه از قارچ‌های موجود در خاک و دریافت نیتروژن به اشکال آلی آن در نهایت نیتروژن را به‌صورت معدنی به خاک برمی‌گردانند. این گروه از نماتدها برخلاف نماتدهای باکتری‌خوار در خاک‌های دست‌نخورده مراتع، باغ‌ها و کشتزارها که جمعیت قارچ‌ها در این خاک‌ها زیاد است بیشترین فراوانی را دارند.



شکل ۱

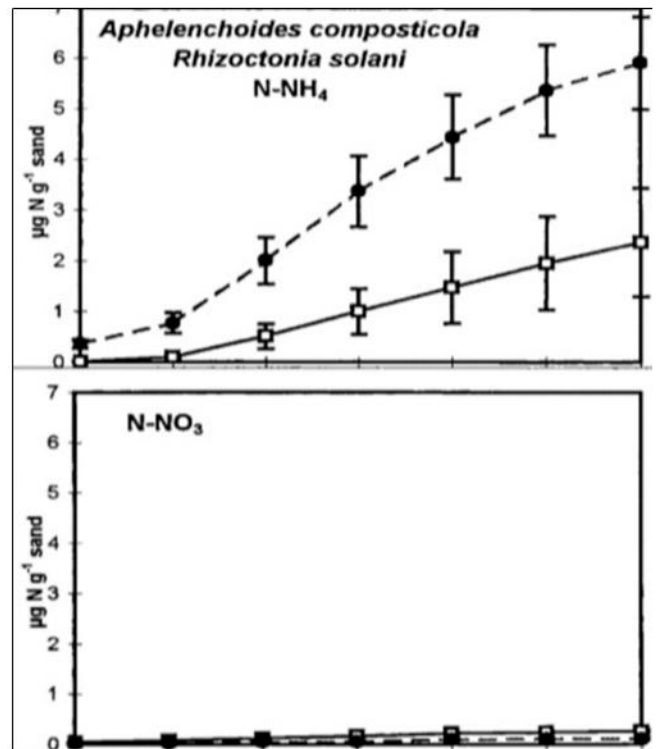


در نهایت و در جمع‌بندی تحقیقات انجام گرفته، شکل‌های معدنی نیتروژن خاک شامل  $\text{NH}_4^+$ ،  $\text{NO}_3^-$ ،  $\text{NO}_2^-$ ،  $\text{N}_2\text{O}$ ،  $\text{NO}$  است. از نظر حاصلخیزی خاک شکل‌های  $\text{NH}_4^+$  و  $\text{NO}_3^-$  بیشترین اهمیت را دارند زیرا گیاهان بیشتر نیتروژن مورد نیاز خود را به این شکل‌ها جذب می‌کنند و نکته‌ی مهم این است که نمادهای باکتری‌خوار و قارچ‌خوار هر کدام به ترتیب نیتروژن آلی را به شکل‌های  $\text{NH}_4^+$  و  $\text{NO}_3^-$  که بیشترین سهم حاصلخیزی خاک را شامل می‌شوند تولید می‌کنند و این‌طور نتیجه‌گیری می‌شود که این نمادها می‌توانند نقش مهمی در حاصلخیزی خاک ایفا نمایند.

#### منابع

- Ferris, H., Venette, R.C., van der Meulen, H.R., Lau, S.S., 1998. Nitrogen mineralization by bacterial-feeding nematodes: verification and measurement. *Pl. Soil* 203, 159-171.
- Freckman, D. W. (1988): Bacterivorous nematodes and organic matter decomposition. - *Agriculture, Ecosystem and Environment* 24:195-217.
- Neher, D. A. Role of nematodes in soil health and their use as indicators. *Journal of Nematology* 33, 161-168 (2001).

با توجه به این‌که نمادها موجوداتی هتروتروف محسوب می‌شوند، در برابر نسبت کربن به نیتروژن خاک نیز حساس می‌باشند، به این صورت که تا زمانی که نسبت C:N خاک ۱ به ۱۰ تا ۱ به ۲۵ باشد بیشترین معدنی شدن صورت می‌گیرد اما با افزایش این مقدار به جهت رقابت موجودات ذره‌بینی خاک برای به دست آوردن نیتروژن، سطح معدنی شدن توسط نمادها کاهش می‌یابد.



تصویر بالا نشان می‌دهد در شرایط یکسان، زمانی که نماد قارچ‌خوار *Aphelenchoides composticola* در معرض تغذیه با قارچ *Rhizoctonia solani* قرار گرفته است، بیشترین نیتروژن معدنی را به شکل  $\text{NH}_4^+$  تولید نموده است و کمترین شکل نیتروژن معدنی به فرم  $\text{NO}_3^-$  تولید و رهاسازی گردیده است. در تقابل با این موضوع در شرایط یکسان، با قرار دادن نماد باکتری‌خوار در معرض تغذیه از باکتری، برخلاف نمادهای قارچ‌خوار بیشترین شکل نیتروژن معدنی توسط نماد باکتری‌خوار به شکل  $\text{NO}_3^-$  تولید و رهاسازی گردیده است.