تولید سبز نانو ذرات مولیبدن با استفاده از عصاره ورمی کمپوست

بابک ولی زاده کاجی*[۱]، احمدرضا عباسی فر[۱]، مریم احسنی ایروانی[۲]، ایمان شهرجردی[۳]

[۱] استادیاران گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه اراک

[۲] فارغ‌التحصیل کارشناسی علوم باغبانی دانشگاه اراک

[۳] کارشناس گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه اراک

*نویسنده مسئول: valizadehkaji@yahoo.com

چکیده

تجمع نیترات در بسیاری از محصولات کشاورزی در نتیجه مصرف بی‌رویه کودهای نیتروژنه و کمبود مولیبدن، از جدی‌ترین مشکلات پیش روی دنیای امروز است. فناوری نانو فرصت‌های جدیدی را به‌منظور افزایش راندمان کودها ایجاد نموده است. با به‌کارگیری نانو کودها به‌عنوان جایگزین کودهای مرسوم، عناصر غذایی کود به‌تدریج و به‌صورت کنترل شده در خاک آزاد شده و در نتیجه از آلودگی خاک و آب‌های سطحی و زیر زمینی جلوگیری به عمل خواهد آمد و باعث بهبود کمی و کیفی محصولات تولیدی خواهد شد. روش‌های فیزیکی و شیمیایی مختلفی برای سنتز و تولید نانوذرات وجود دارد که بسیاری از آن‌ها از کارآمدی چندانی برخوردار نیستند. این روش‌ها گران، زمان‌بر و برای انسان و محیط زیست خطرناک می‌باشند. بر همین اساس، تقاضا برای تولید نانوذرات با استفاده از روش‌های بیولوژیک در حال افزایش است. برای تهیه نانوذرات مولیبدن، از عصاره ورمی کمپوست به‌عنوان عامل کاهنده استفاده شد. با افزودن محلول هپتا مولیبدات آمونیوم به عصاره، نانوذرات مولیبدن تولید گردید. تشکیل نانوذرات مولیبدن با وجود پیک جذبی در طول موج حدود ۳۵۰ تا ۳۸۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتری نشان داده شد. اندازه و مرفولوژی این نانوذرات تولید شده نیز توسط اسکن میکروسکوپ الکترونی (SEM) تعیین شد که شکل ذرات کروی و اندازه متوسط آن‌ها در حدود ۱۰۰ تا ۱۵۰ نانومتر بود. اندازه دقیق نانوذرات مولیبدن توسط روش تفرق دینامیک نور (DLS) ۱۰۰ نانومتر محاسبه شد. در این تحقیق، نانوذرات مولیبدن با روش دوستدار محیط زیست و بدون استفاده از هرگونه ماده شیمیایی مضر تولید گردید. این اولین گزارش در مورد تولید نانو ذرات مولیبدن به روش بیولوژیک می‌باشد.

کلمات کلیدی: **مولیبدن، ورمی کمپوست، نانوذرات**

مقدمه

مصرف زیاد کودهای نیتروژنه در خاک سبب افزایش جذب نیترات توسط ریشه گیاه می‌شود، در حالی‌که احیاء و آسیمیلاسیون آن در گیاه به همان نسبت بالا نمی‌رود؛ در نتیجه مقداری نیترات در اندام‌های گیاه تجمع می‌یابد. به دلیل آثار زیان‌باری که نیترات اضافی در اندام‌های گیاهی برای انسان و دام دارد، لازم است از تجمع نیترات در محصولات مختلف به‌خصوص سبزی‌ها جلوگیری شود (Lorenz and Tyler 1978). قسمت عمده نیترات و نیتریتی که به بدن انسان وارد می شود از طریق مصرف سبزی‌ها می‌باشد، به‌طوری‌که در حدود ۸۵ درصد نیترات و ۴۳-۱۶ درصد نیتریت موجود در رژیم غذایی از این طریق وارد سیستم گوارشی می‌گردد (Amr and Hadidi 2001; Ramazani and Hanifi 2011; Santamaria et al., 1999). یکی از دلایل عمده تجمع نیترات در اندام‌های گیاه، کمبود مولیبدن می‌باشد؛ چرا که مولیبدن به‌عنوان کوفاکتور آنزیم نیترات ردوکتاز در تبدیل نیترات به اسیدهای آمینه عمل می‌کند (Kaiser et al., 2005; Williams and Frausto da Silva, 2002). بنابراین مصرف مولیبدن ارتباط تنگاتنگی با متابولیسم نیتروژن دارد و نیاز به این عنصر به‌شدت وابسته به مقدار نیتروژن گیاه است. در مناطقی که خاک از نظر مولیبدن فقیر می‌باشد، سرطان‌های مری و معده شایع است. در این مناطق، به دلیل پایین بودن میزان مولیبدن و در نتیجه پایین بودن فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز در گیاه، تبدیل نیترات به نیتروزامین افزایش پیدا می‌کند و نیترات نمی‌تواند به اسیدهای آمینه تبدیل شود. در نتیجه، تجمع نیتروزامین در معده افرادی

که از این محصولات کشاورزی استفاده می‌کنند، مشاهده می‌شود. اضافه کردن مولیبدن به خاک، ممکن است بتواند از خطر سرطان‌های معده بکاهد، چرا که بدن در معرض نیتروزامین کمتری قرار می‌گیرد (Amr and Hadidi 2001;). به‌علاوه، پس از پاشیدن مولیبدن بر روی قطعات برگی، فعالیت نیترات ردوکتاز می‌تواند به‌سرعت در فاصله چند ساعت افزایش یابد. علاوه بر اینکه مولیبدن می‌تواند اثرات زیان‌بار مصرف بی‌رویه نیتروژن را کاهش دهد، این عنصر یک ماده غذایی ضروری برای بدن انسان‌ها و حیوانات نیز است. مولیبدن معمولاً در کبد، کلیه و استخوان متمرکز است و به‌عنوان یک جزء سازنده چندین آنزیم همانند آلدهید اکسیداز و سولفیت اکسیداز ایفای نقش می‌کند. کمبود مولیبدن در تغذیه انسانی نارسایی کبد، زخم معده، اسهال، تشنج، نابینایی، لاغری و در نهایت نارسایی قلبی را به دنبال دارد (Kaiser et al., 2005).

نانو کودها عمدتاً به‌واسطه آزادسازی آرام و تدریجی عناصر غذایی، دوره تأثیر کود را افزایش می‌دهند. قطع به یقین با کارگیری فناوری نانو در بهینه‌سازی فرمولاسیون کودهای شیمیایی، می‌توان به دستاوردهای شگرفی از جمله کاهش مصرف انرژی، صرفه‌جویی در هزینه‌های تولید و جلوگیری از معضلات زیست‌محیطی نائل آمد (Naderi and Danesh Shahraki 2011). توسعه روش‌هایی برای ساخت نانو ذرات بر پایه روش‌های بیولوژیکی، بخش قابل توجهی از فعالیت‌های نانوتکنولوژی را به خود اختصاص داده است (Krishnaraj et al., 2010). بنابراین، هدف این تحقیق بررسی پتانسیل عصاره ورمی کمپوست در تولید نانوذرات مولیبدن به‌منظور کاربرد در کشاورزی جهت جلوگیری از تجمع نیترات بوده است. تاکنون هیچ گزارشی در زمینه تولید نانوذرات مولیبدن به روش بیولوژیک ارائه نشده است و در این مقاله برای اولین بار تولید نانوذرات مولیبدن به روش بیولوژیک شرح داده می‌شود.

مواد و روش‌ها

میزان ۲۰۰ گرم ورمی کمپوست به ۸۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه گردید و به مدت ۲۴ ساعت به‌وسیله پمپ هوا، هوادهی شد. پس از گذشت ۲۴ ساعت، محلول حاصل از صافی ریز عبور داده شد و محصول نهایی تولید گردید. برای تولید نانو ذرات مولیبدن از نمک هپتا مولیبدات آمونیوم ساخت شرکت مرک آلمان استفاده شد. مقدار ۱/۲۳ گرم نمک هپتا مولیبدات آمونیوم در یک لیتر آب حل گردید و به مدت ۱۰ دقیقه بر روی همزن الکتریکی قرار داده شد. ده میلی‌لیتر از محلول هپتا مولیبدات آمونیوم در ۱۰۰ میلی‌لیتر عصاره ورمی کمپوست ریخته شد و به مدت ۱۵ دقیقه در حمام آب جوش با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. روش تفرق دینامیک نور (DLS= Dynamic light scattering)، که طیف‌سنجی ارتباط فوتونی (PCS= Photon correlation spectroscopy) نیز نامیده می‌شود، برای اندازه‌گیری اندازه ذرات در محیط مایع مورد استفاده قرار گرفت. یک میلی‌لیتر از محلول حاصل از برهمکنش عصاره ورمی کمپوست و هپتا مولیبدات آمونیوم با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر در بازه طول موج ۲۰۰ تا ۶۰۰ نانومتر بررسی شد. برای تصویربرداری SEM، نمونه‌ای از محلول، روی نوار کربن متصل به پایه SEM قرار گرفت و در ۶۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ دقیقه خشک شد.

نتایج و بحث

اخیراً سنتز نانوذرات با استفاده از روش‌های بیولوژیک بسیار مورد توجه قرار گرفته و طرفدارن بسیاری پیدا کرده است (Li et al., 2007; Song and Kim 2009). در این تحقیق، تولید نانوذرات مولیبدن به‌وسیله احیاء یون‌های مولیبدن در طی قرار گرفتن در معرض عصاره ورمی کمپوست تولید گردید. از نانوذرات مولیبدن تولید شده می‌توان در مزارع تولید سبزی و باغ های میوه جهت جلوگیری از تجمع نیترات در محصولات مختلف و همچنین تأمین مولیبدن مورد نیاز گیاهان استفاده نمود.

با توجه به اینکه عصاره ورمی کمپوست استفاده شده در این مطالعه قادر به تشکیل نانوذرات مولیبدن از هپتا مولیبدات آمونیوم بود، ممکن است یک یا دو شیمیایی در این عصاره وجود داشته باشد که به‌عنوان عامل احیا کننده عمل نماید. این مواد احیا کننده ممکن است ویتامین C، ساکاروز و فروکتوز، پروتئین‌ها، ترکیبات پلی فنلی، ترپنوئیدها، فلاونوئیدها، اگزالیک اسید، عوامل آنتی اکسیداتیو محلول در آب مثل اسید آسکوربیک، الکل‌ها، آلکالوئیدها، آنتی‌اکسیدان‌ها و غیره باشد (Kalidasan and Yogamoorthi 2014; Kavitha et al., 2013). از عصاره گیاهان مختلفی همانند سیر، پیاز، مرکبات،

خرمالو، سویا، سورگم و غیره جهت سنتز نانوذرات آهن، نقره، پلاتین، طلا، تیتانیوم، پالادیوم، مس و روی استفاده شده است (Kavitha et al., 2013).

استفاده از نانوذرات در علوم طبیعی، صنعت، پزشکی و کشاورزی به‌شدت در حال گسترش است. در اکثر کاربردها، آگاهی از خصوصیات نانوذرات ضروری به نظر می‌رسد (Schwamberger et al., 2015). دانستن اندازه و توزیع اندازه نانوذرات جهت مصارف مختلف بسیار مهم است. به همین دلیل از تکنیک‌های مختلفی برای بررسی خصوصیات و تعیین اندازه و توزیع اندازه نانوذرات تولید شده استفاده می‌شود. در این تحقیق از سه تکنیک DLS (Dynamic light scattering)، اسپکتروفوتومتری با نور UV و اسکن میکروسکوپ الکترونی (SEM) استفاده گردید.

اندازه هیدرودینامیکی نانوذرات تشکیل شده با استفاده از روش DLS بررسی شد. میانگین اندازه هیدرودینامیکی نانوذرات در محدوده ۱۰۰ نانومتر مشاهده شد. در بین تکنیک‌های گوناگون، تکنیک DLS به‌طور حتم رایج‌ترین و بهترین روش می‌باشد، چراکه در این روش اطلاعات کاملی از مشخصات نانوذرات از جمله اندازه آن‌ها ارائه می‌شود. این تکنیک اطلاعاتی در خصوص ضریب پراکندگی و شعاع هیدرودینامیکی نانوذرات بیان می‌دارد. این روش، یک روش مطلق است و نیازی به کالیبراسیون ندارد. تکنیک DLS محدوده بزرگی از اندازه از ۱ نانومتر تا چندین میکرومتر را پوشش می‌دهد، درحالی‌که در روش‌های دیگر محدوده اندازه‌گیری به این وسعت نیست. ولی در این تکنیک شکل نانوذرات به‌راحتی به دست نمی‌آید. بنابراین، تنها ترکیبی از چند تکنیک می‌تواند تصویر جامعی از نانوذرات ارائه نماید تا بر اشکالات و ناتوانی‌های هر یک از تکنیک‌ها غلبه نماید (Schwamberger et al., 2015).

اسپکتروفوتومتری با نور ماوراء بنفش برای مشاهده تشکیل نانوذرات مختلف استفاده می‌شود و یک ابزار قوی برای تشخیص نانوذرات است. پیک جذبی در محدوده ۳۸۰-۳۵۰ نانومتر نشان دهنده وجود نانوذرات مولیبدن و در واقع سنتز آن می‌باشد. تنوع در طول موج پیک به‌وسیله فاکتورهای مختلفی متأثر می‌شود. بسته به اندازه ذره و شکل جاذب، پیک می‌تواند از ۳۵۰ تا ۶۰۰ نانومتر متغیر باشد (Kalidasan and Yogamoorthi 2014).

مورفولوژی محصول نهایی با استفاده از اسکن میکروسکوپ الکترونی (SEM) مورد بررسی قرار گرفت. نانوذرات کم و بیش کروی بوده و قطر آن‌ها در حدود ۱۰۰ تا ۱۵۰ نانومتر می‌باشد. گزارشات منتشره شده در مورد ساخت نانو ذرات نقره با استفاده از عصاره‌های گیاهی نیز تنوع در اندازه نانوذرات را نشان می‌دهد، مثلاً Song و همکاران نانوذرات نقره با اندازه ۸۰۰-۱۰۰ نانومتر و Daniel و همکاران (۲۰۱۲) اندازه ۱۳۰-۳۰ نانومتر را گزارش کردند. همچنین نانوذرات با اشکال کروی، چند وجهی، سه بعدی و نابرابر از هر جهت گزارش شده است. همه این تفاوت‌ها در شکل نانوذرات ممکن است به خاطر نوع ساختار مواد فیتوشیمیایی عصاره‌های مورد استفاده باشد. با این‌حال، صرف‌نظر از نوع عصاره، دمای واکنش نیز می‌تواند در اندازه و شکل نانوذرات نقش داشته باشد (Kalidasan and Yogamoorthi 2014).

در سال‌های اخیر بیوسنتز نانوذرات به‌وسیله گیاهان و میکروارگانیسم‌ها، به‌عنوان روش زیست سازگار و سبز مورد توجه بسیاری از محققین قرار گرفته است (Daniel et al., 2012). استفاده از عصاره مواد طبیعی مانند عصاره ورمی کمپوست برای سنتز نانوذرات می‌تواند برتری‌هایی نسبت به دیگر روش‌های بیولوژیکی داشته باشد، چراکه این روش می‌تواند فرآیند پرزحمت حفظ کشت‌های سلولی را حذف نماید و امکان تولید در مقیاس وسیع و با هزینه کمتر را فراهم کند. به‌طورکلی، مزیت تولید نانوذرات با استفاده از عصاره ورمی کمپوست بر سایر روش‌های زیستی، بی‌خطر بودن و همچنین قابلیت‌های بالای ورمی کمپوست برای تولید نانوذرات می‌باشد. در چند سال اخیر، تولید ورمی کمپوست به‌طور قابل توجهی افزایش یافته است و به‌عنوان یک کود آلی جهت بهبود وضعیت تغذیه‌ای و ساختمان خاک استفاده شده است. با توجه به ارزانی و در دسترس بودن ورمی کمپوست، یکی از موارد استفاده مؤثر از آن می‌تواند در تولید نانوذرات مختلف باشد. بررسی انجام شده در این تحقیق نشان داد که عصاره ورمی کمپوست پتانسیل بالایی برای تولید نانوذرات مولیبدن به‌عنوان یک روش زیستی سریع و کم‌هزینه دارد. تولید نانوذرات به این روش به‌صورت یک مرحله‌ای و در دمای محیط انجام گرفت و در زمان بسیار کمی فرآیند تکمیل شد.

منابع

Lorenz OA, Tyler KB. 1978. Plant Tissue Analysis of Vegetable Crops. In: Reisenauer H, editor. Soil and Plant Tissue Testing in California. University of California Bulletin. 1978; 1879: 22–23.

Amr A, Hadidi N. 2001. Effect of cultivar and harvest date on nitrate and nitrite content of selected vegetable grown under open field and greenhouse conditions in Jordan. Journal of Food Composition and analysis endnote style. 14: 59-67.

Ramazani B, Hanifi A. 2011. Recognition of geographical dispersal of prevalence of stomach cancer in Gilan province. International Journal of Environmental Science and Technology. 13(2): 79-91 (In Persian).

Santamaria P, Elia A, Serio F, Todaro E. 1999. A survey of nitrate and oxalate content in fresh vegetables. Journal of Science Food Agriculture. 79:1882-1888.

Kaiser BN, Gridley K, Brady JN, Phillips T, Tyerman, SD. 2005. The role of molybdenum in agricultural plant production. Journal of Annals of Botany. 96: 745–754.

Williams RJP, Frausto da Silva JJR. 2002. The involvement of molybdenum in life. Journal of Biochemical and Biophysical Research Communications. 292: 293–299.

Naderi MR, Danesh Shahraki A. 2011. Application of nano technology in optimazition in chemical fertilization. Journal of Nano technology. 4: 2-7 (In Persian).

Krishnaraj C, Jagan EG, Rajasekar S, Selvakumar P, Kalaichelvan PT, Mohan N. 2010. Synthesis of silver nanoparticles using Acalypha indica leaf extracts and its antibacterial activity against water borne pathogens. Journal of Colloids and Surfaces B: Biointerfaces. 76: 50-56.

Li S, Shen Y, Xie A, Yu X, Qiu L, Zhang L, et al. 2007. Green synthesis of silver nanoparticles using Capsicum annuum L. extracts. Green Chemistry. 9: 852 -858.

Song JY, Kim BS, 2009. Rapid biological synthesis of silver nanoparticles using plant leaf extracts. Journal of Bioprocess Biosyst engineering. 32(1): 79–84.

Schwamberger A, De Roo B, Jacob D, Dillemans L, Bruegemann L, Seo JW, et al. 2015. Combining SAXS and DLS for simultaneous measurements and time-resolved monitoring of nanoparticle synthesis. Journal of Nuclear Instruments and Methods in Physics Research. 343: 116–122.

Kalidasan M, Yogamoorthi A. 2014. Biosynthesis of silver nanoparticles using Achyranthus aspera and its characterization. International Journal of Nanomaterials and Biostructures. 4(1): 5-11.

Daniel SKCG, Nazeema Banu B, Harshiny M, Nehru K, Sankar Ganesh P. Kumaran S. 2012. Ipomea carnea-based silver nanoparticle synthesis for antibacterial activity against selected human pathogens. Journal of Experimental Nanoscience. 1–13.

Kavitha KS, Baker S, Rakshith D, Kavitha, Yashwantha Rao HU, Harin HC, et al. 2013. Plants as Green Source towards Synthesis of Nanoparticles. International Research Journal of Biological Sciences. 2(6): 66-76.

Green Synthesis of Molybdenum Nanoparticles Using Vermi Compost Extract

Babak Valizadeh Kaji*; Ahmad Reza Abbasifar[1]; Maryam Ahsani Iravini[2]; Iman shahrjerdi

[1]Assistant Professors in Horticultural Science, Faculty of agriculture, Arak University
[2] Bachelor's degree students of Horticultural Science, Faculty of agriculture, Arak University
[3] Laboratory operator in Horticultural Science, Faculty of agriculture, Arak University
*corresponding author: valizadehkaji@yahoo.com

Abstract

One of the most serious problems in today universe is nitrate accumulation in most of agricultural crops because of irregular application of nitrogen fertilizers and molybdenum deficiency. Nanotechnology has created new opportunities for increase of fertilizers efficiency. With application of nanofertilizers as vicarious of conventional fertilizers, the elements of the fertilizer are gently and manageably released in the soil and therefore prevent pollution of soil and top and sub water and will result in improvement of quantitative and qualitative of crops. There are different physical and chemical methods for synthesis of nanoparticles that most of them are not very efficiency. These methods are expensive, time consuming and dangerous for human and environment. Hence, request for production of nanoparticles using biologic methods is increasing. For preparation of molybdenum nanoparticles, vermi compost extract was used as reducing agent. With adding of ammonium heptamolybdate to the extract, molybdenum nanoparticles were produced. The formation of molybdenum nanoparticles was confirmed by the presence of an absorption peak at 350-380 nm using spectrophotometer. The size and shape of molybdenum nanoparticles were monitored using scanning electron microscopy that shape of particles was spherical and average size of them was about۲100-150 nm. Precise size of nanoparticles measured by Dynamic light scattering (DLS) was between 100 nm. In this study, silver nanoparticles were produced with an eco-friendly biologic approach and without using any harmful chemical. This is the first report on production of molybdenum nanoparticles using biologic methods.

Key words: **molybdenum, vermi compost, nanoparticles**