نهمین کنفرانس ملی و اولین کنفرانس بین‌المللی فیزیولوژی گیاهی
9th National and 1st International Conference of Plant Physiology
29-27 بهمن 1404، دانشگاه گیلان

# سنتز نانوذرات مس با استفاده از عصاره چای (Camellia sinensis)

زینب حسنی[1]*، اکبر نورسته نیا[1]، شبنم سهراب نژاد[2]
۱ گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه گیلان، شهر رشت
*پست الکترونیکی: zeinabha3ani1@gmail.com
۲ گروه شیمی معدنی، دانشکده شیمی، دانشگاه گیلان، شهر رشت

## چکیده

با استفاده از عصاره آبی گیاه چای و غلظت مشخص از نمک سولفات مس، نانوذره مس سنتز و با استفاده از آنالیزهای UV-Vis، DRS، DLS، SEM، FTIR و XRD ویژگیها و ساختار نانوذره سنتزشده تعیین شد. پیک جذبی مربوط به طیف‌سنجی UV-Vis در طول موج ۲۶۰ نانومتر و پلاسمون رزونانس‌های نانوذرات مس در طول‌موج های ۵۵۰ الی ۷۰۰ نانومتر به تشکیل نانوذرات مس نسبت داده می‌شود. همچنین آنالیز DLS نشان داد که این ذرات دارای توزیع اندازه وسیعی هستند، اما اکثر آنها در یک محدوده باریک پراکنده می‌باشند. تصاویر SEM، نانوذرات مس سنتزشده با اندازه‌ای در محدوده ۵۵ الی ۷۵ نانومتر را نشان می‌دهد. در آنالیز FTIR وجود پیک‌هایی در محدوده ۵۳۵ و ۶۱۴ ($cm^{-1}$) می‌تواند تشکیل نانوذرات مس را تأیید کند. همچنین الگوی پراش XRD در محدوده ۱۲/۵۲ و ۲۳/۷۴ = Θدرجه، حضور نانوذرات مس را نشان می‌دهد. در این مطالعه علاوه بر تهیه ذراتی با خواص فیزیکی و شیمیایی مطلوب، نیاز به استفاده از دما، فشار و انرژی حذف و از به‌کارگیری مواد شیمیایی سمی خودداری شده و عصاره آبی گیاه چای به عنوان حلال واکنش و عامل کمپلکس‌کننده و پایدارکننده‌ی نانوذرات به کار رفته است

## مقدمه

نانوذرات توسط روش‌های مختلفی همچون فیزیکی، شیمیایی، زیستی و غیره سنتز می‌شوند. روش‌های تولید زیستی نانوذرات نسبت به روش‌های فیزیکی و شیمیایی به دلیل کاهش هزینه، انرژی و زمان اولویت دارند. تولید سبز نانوذرات روشی دوست‌دار طبیعت است که نیازمند استفاده از حلال‌های سمی و ماده خطرناک برای محیط زیست نیست (Mohanpuria *et al.*, 2008). سنتز بیولوژیکی نانوذرات با استفاده از مواد زیستی مختلف مانند باکتری، قارچ، ویروس، جلبک، عصاره یا زی‌توده گیاه انجام شده است که از بین این مواد زیستی استفاده از عصاره گیاه به دلیل ساده بودن، کم هزینه بودن، داشتن بازده بالا، غیر سمی بودن و سازگاری با محیط زیست، برای سنتز سبز نانوذرات روش آسان‌تری است (Singh, *et al.*, 2018). گزارش‌های متعددی در مورد سنتز نانوذرات مختلف از جمله نانوذرات فلزی و اکسیدهای فلزی با استفاده از عصارهٔ گیاهان ارائه شده است که از این بین، نانوذرات نقره، طلا، آهن، روی و مس از اهمیت بیشتری برخوردار هستند. در بین نانوذرات زیست فعال، مس نقش پیچیده‌ای در سلول‌های مختلف ایفا می‌کند. از کاربردهای صنعتی این نانوذرات می‌توان به استفاده در سیستم‌های انتقال حرارت به عنوان سنسور و کاتالیزور اشاره کرد. هنگامی که مس در برابر هوای آزاد قرار بگیرد، اکسیده می‌شود. نانوذرات مس به اشکال اکسید مس و به دو فرم $Cu_2O$ و CuO نیز وجود دارد که به‌ترتیب به رنگ‌های آجری و سیاه دیده می‌شوند.. این فلز پس از آهن و آلومینیوم، بیشترین کاربرد صنعتی را دارد. براین اساس در این مطالعه با استفاده از عصاره آبی گیاه چای و غلظت مشخص از نمک سولفات‌مس، نانوذره مس سنتز و با استفاده از آنالیزهای DRS، DLS، SEM، FTIR و XRD ویژگی‌ها و ساختار نانوذره سنتز شده تعیین شد

## مواد و روش‌ها

در عصاره‌گیری گیاه چای، ابتدا برگ خشک گیاه چای (Camellia sinensis L. Kuntze) پس از شستشوی کامل، در آون با دمای ۵۰ درجه سانتیگراد خشک و با دستگاه خردکن کاملا پودر شد. به ۵ گرم از پودر خشک گیاه چای ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر استریل اضافه و به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد بر روی دستگاه هیتر- استیرر قرار گرفت تا حین گرمادهی به خوبی هم‌زده شود. عصاره آبی از کاغذ صافی عبور داده شده و پس از سانتریفیوژ با دور ۱۰.۰۰۰ (دور در دقیقه) به مدت ۱۵ دقیقه، جهت سنتز سبز نانوذرات مس مورد استفاده قرار گرفت (صادق‌نیا و همکاران، ۱۴۰۰).
برای سنتز سبز نانوذرات مس، ابتدا محلول استوک اولیه ۱۰ میلی‌مولار از نمک سولفات‌مس تهیه شد. سپس مقدار ۲۰ میلی‌لیتر از عصاره آبی گیاه چای به ۴۰ میلی‌لیتر محلول استوک مس در دمای اتاق افزوده شد. پس از مخلوط شدن بر روی هیتر- استیرر با دمای ۸۰ درجه سانتیگراد قرار گرفت تا همراه گرمادهی به خوبی مخلوط شود. پس از ۵ ساعت رنگ محلول از آبی به قهوه‌ای تغییر می‌کند و فرآیند سنتز سبز نانوذرات مس به پایان می‌رسد. بعد از سنتز، محلول حاوی نانوذرات را به مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۵۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ کرده و رسوب بدست آمده را در دمای ۹۰ درجه سانتیگراد به مدت یک شب در آون قرار داده تا خشک شود (صادق‌نیا و همکاران، ۱۴۰۰؛ قهرمانی و ایزانلو، ۱۳۹۹).
در مشخصه‌یابی نانوذرات مس، جهت تعیین جذب اشعه ماورای بنفش و گاف انرژی نانوذرات مس سنتز شده با عصاره آبی گیاه چای از طیف‌سنجی بازتابش انتشاری (DRS) استفاده شد. نانوذره‌های سنتز شده ابتدا توسط طیف سنجی DRS در طول موج ۷۰۰-۲۰۰ نانومتر با استفاده از کووت‌هایی از جنس کوارتز و عصاره گیاه به عنوان شاهد بررسی شد. میانگین اندازه و توزیع اندازه نانوذرات مس سنتز شده با عصاره آبی گیاه چای با استفاده از دستگاه تفرق نور پویا (DLS) و بار سطحی نانوذرات توسط دستگاه زتاسایزر (Zeta potential) تعیین شد. توزیع شکل و اندازه نانوذره‌های مس تهیه شده با عصاره آبی گیاه چای، با دستگاه میکروسکپ الکترونی روبشی SEM بررسی شد. پودر نانوذرات مس ابتدا توسط لایه بسیار نازکی از طلا با ضخامت ۱۰ نانومتر لایه‌نشانی شد. سپس تصویر میکروسکپ الکترونی روبشی آن تهیه شد. برای شناسایی کیفی کاهنده‌ها و پایدارکننده‌های اطراف نانوذره‌های مس، از طیف‌سنجی فروسرخ تبدیل فوریه (FTIR) استفاده شد. بدین منظور پودر خشک نانوذرات مس با پتاسیم‌برمید مخلوط و به شکل قرص پتاسیم‌برمید تهیه و سپس طیف آن به همراه عصاره آبی مورد استفاده در گستره ۴۰۰ تا ۴۰۰۰ ($cm^{-1}$) ثبت شد. از پراش اشعه ایکس (X-Ray Diffraction) جهت بررسی ساختار بلوری یا کریستالی نانوذرات مس سنتز شده استفاده شد (صادق‌نیا و همکاران، ۱۴۰۰؛ قهرمانی و ایزانلو، ۱۳۹۹).

## نتایج و بحث

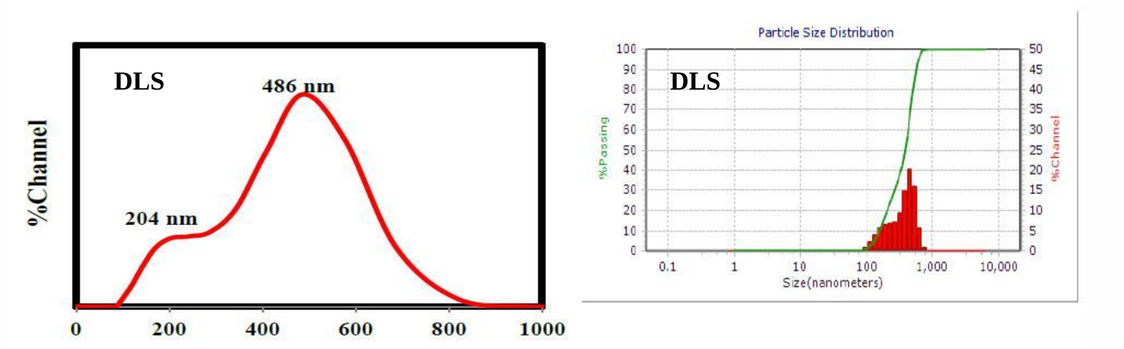
نتایج پراکندگی نور دینامیکی (DLS) نشان داد نانوذرات دارای توزیع اندازه نسبتاً وسیعی هستند، اما بیشترین فراوانی در یک بازه باریک مشاهده می‌شود . تحلیل توزیع حجمی/وزنی، اندازه نانوذرات را در محدوده ۱۰۰ تا ۸۰۰ نانومتر با میانگین حدود ۴۸۶ نانومتر نشان داد. تشکیل ذرات بزرگ‌تر می‌تواند ناشی از تجمع نانوذرات کوچک‌تر باشد. همچنین، اولین نانوذرات تشکیل‌شده دارای اندازه‌ای در حدود ۱۰۰ نانومتر گزارش شدند.

نتایج طیف بازتابش انتشاری (DRS) حضور نانوذرات مس سنتزشده با عصاره آبی گیاه چای را به‌خوبی در بازه ۵۵۰ تا ۷۰۰ نانومتر نشان داد. مشاهده پیک‌های پلاسمون رزونانس در طول‌موج‌های ۶۰۴ و ۶۶۰ نانومتر، تشکیل نانوذرات مس را تأیید کرد. وجود پیک‌های دیگر در طیف DRS بیانگر حضور فازهایی مانند $Cu_2O$ و CuO در نمونه است. این نتایج نشان می‌دهد عصاره آبی گیاه چای توانایی احیای یون‌های مس و تولید نانوذرات مس را دارد

تصاویر SEM مورفولوژی کروی و پراکندگی نسبتاً یکنواخت نانوذرات مس سنتزشده با عصاره آبی گیاه چای را نشان می‌دهد. اندازه نانوذرات در محدوده ۵۵ تا ۷۵ نانومتر مشاهده شد که با نتایج DLS همخوانی دارد. پوشش ایجادشده توسط ترکیبات عصاره گیاهی روی نانوذرات، می‌تواند موجب کاهش شدت پراش در الگوی XRD شود. کاهش اندازه ذرات و افزایش نسبت سطح به حجم، موجب افزایش واکنش‌پذیری و تمایل به تجمع نانوذرات می‌شود (سعیدنیا و همکاران، ۱۴۰۳)

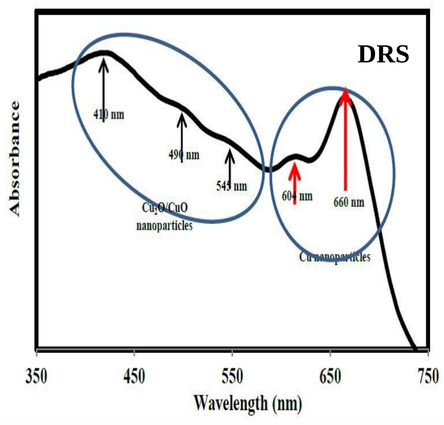
طیف FTIR در فاز جامد در محدوده ۴۰۰۰-۴۰۰ ($cm^{-1}$) ثبت شد. آنالیز FTIR نانوذرات مس، یک باند در $535cm^{-1}$ نشان داد که می‌تواند به ارتعاشات Cu-O نسبت داده شود و تشکیل نانوذرات مس را تأیید کند .
الگوی پراش اشعه ایکس تشکیل موفق نانوذرات مس سنتزشده با عصاره آبی گیاه چای را نشان داد. مشاهده پیک‌های پراش در ۰۵/۴۰، ۱۲/۵۲ و ۲۳/۷۴ = 2Θ درجه حضور نانوذرات مس را تأیید می‌کند. شدت پایین پیک‌ها به پوشش نانوذرات توسط ترکیبات عصاره گیاهی نسبت داده می‌شود که با تصاویر SEM نیز همخوانی دارد. نتایج XRD با داده‌های DRS مطابقت داشته و ماهیت کریستالی نانوذرات مس و تشکیل همزمان برخی اکسیدهای مس را نشان می‌دهد.

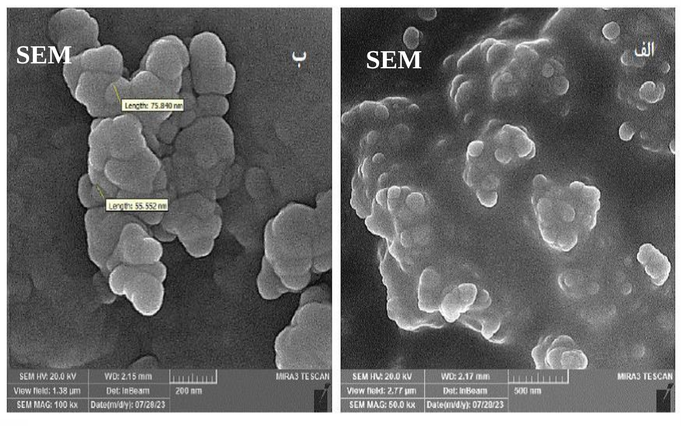
بیومولکول‌های احیایی موجود در عصاره آبی گیاه چای قادر به سنتز زیستی نانوذرات مس هستند. آنالیزهای DRS و FTIR تشکیل نانوذرات مس را به‌طور مؤثر تأیید کردند. نتایج DLS و تصاویر SEM دامنه اندازه و مورفولوژی نانوذرات را نشان داد. الگوی XRD تشکیل نانوذرات مس با ماهیت کریستالی را تأیید کرد.

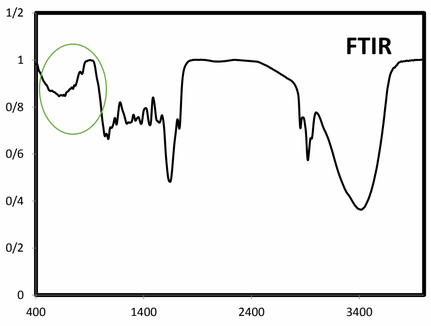


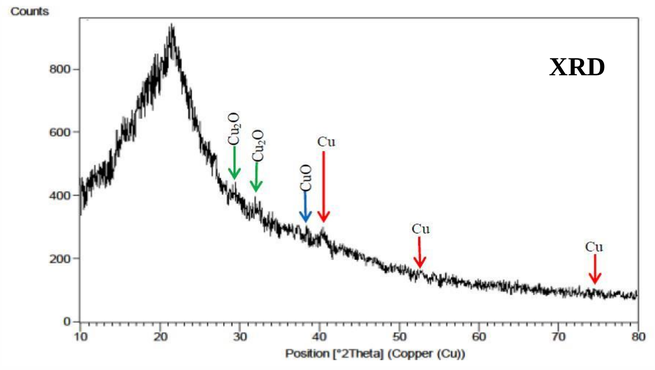







## منابع

سعیدنیا، س.، یوسف‌پور، ه.، ایرانمنش، پ. و عباسی رزگله، س. ۱۴۰۳. سنتز سبز نانوذرات اکسید مس (II) با استفاده از عصاره پوست پسته و بررسی توانایی نانوذرات سنتزشده در تخریب مواد رنگزا آلی. مجله مطالعات در دنیای رنگ. ۱۴(۳): ۲۲۵-۲۳۶. doi: 10.30509/JSCW.2024.167316.1190

Mohanpuria, P., Rana, N.K., and Yadav, S.K. (2008). Biosynthesis of nanoparticles: technological concepts and future applications. Journal of Nanoparticle Research, 10(3): 507-517. doi: 10.1007/s11051-007-9275-x

Singh, J., Dutta, T., Kim, K.H., Rawat, M., Samddar, P., and Kumar, P. (2018). Green synthesis of metals and their oxide nanoparticles: applications for environmental remediation. Journal of Nanobiotechnology, 16(1): 1-24 .doi: 10.1186/s12951-018-0408-4