سنتز و تعیین خواص نانوذرات آلومینیوم اکسید با استفاده از ماکرو جلبک دریایی *Sargassum ilicifolium*

حدیث کوپی ، فواد بوعذار*

گروه شیمی دریا، دانشکده علوم دریای و اقیانوسی، دانشگاه علوم دریایی خرمشهر

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۶/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۹/۳۰

شناسه دیجیتال (DOI) : 10.22113/jmst.2016.40996

چکیده

بیوسنتز نانوذرات بخش مهمی از رشته نانوتکنولوژی محسوب می شود که از نظر اقتصادی به صرفه بوده و یک روش دوستار طبیعت است که نسبت به روش های فیزیکی و شیمیایی مزایای بیشتری دارد. در این تحقیق برای اولین بار روشی سبز برای تولید نانوذرات آلفا آلومینیوم اکسید با استفاده از جلبک سارگاسوم نوع *Ilicifolium* بعنوان محیط واکنش ارائه می شود که در آن عصاره جلبک متانولی به عنوان عامل کاهش دهنده و پایدار کننده برای سنتز نانوذرات به کار می رود. احیای کامل آلفا آلومینیوم اکسید ۲۴ساعت، pH =4 پس از واکنش عصاره جلبک با غلظت ۱۰٪ و نمک آلومینیوم سولفات ۰/۰۵مولار در دمای ۲۵ سانتی گراد و صورت گرفت. الگوی پراش اشعه ایکس (XRD) تائید کننده تشکیل نانوذرات آلفا آلومینیوم اکسید با سایز ۳۵ نانومتر و ساختار کریستالی شش گوشه می باشد. تصاویر TEM مورفولوژی نسبتا کروی نانوذرات را نشان می دهد، نتایج حاصل از SEM نشان دهنده تشکیل نانوذرات اکسید آلومنیوم با اندازه متوسط ۳۳/۴۰ نانومتر می باشد. پیک های آنالیز عنصری توسط تکنیک EDX تنها حضور دو عنصر اکسیژن و آلومینیوم را نشان می دهد که نشانگر خلوص نانوذرات تولید شده است.

واژگان کلیدی : نانوذره، آلومینیوم اکسید، عصاره جلبک، *Sargassum ilicifolium*

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: foadbuazar@yahoo.com

۱. مقدمه

نانوذرات با اندازه ذرات کوچک و سطح بالا نسبت به حجم و ویژگی های خاص در مقایسه با مواد توده ای ویژگی های جذابی به خصوص برای استفاده در علم زیست پزشکی فراهم کرده است. به همین دلیل در سال های اخیر تلاش های زیادی برای استفاده از مواد طبیعی به عنوان معرف برای تولید نانوذرات شده است Ahmad et al., (2005, 2003) در حال حاضر روش های مختلف فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و مخلوطی از روش ها برای سنتز انواع مختلف نانوذرات در دسترس است Mahdavi et al., (2013). اگرچه روش های فیزیکی و شیمیایی برای سنتز نانو ذرات متداول است، ولی استفاده از ترکیبات سمی کاربرد آن را محدود کرده است. برای غلبه بر مشکل سمیت در سنتز استفاده از روش های سبز دوستدار محیط زیست نقش عمده ای در تولید نانوذرات را برعهده دارد. روش های مختلفی برای سنتز سبز نانوذرات با استفاده از مواد بیولوژیکی به عنوان عامل کاهش دهنده وجود دارد. از جمله این مواد ، میکرو اورگانیسم ها، ارگانیسم های دریایی، میکرو مایعات و عصاره گیاهی هستند Shameli et al., (2012), Govindaraju et al., 2009; Bhainsa and D'Souza, 2006) در این میان بیشتر کاهش دهنده ها عصاره های گیاهی هستند که به آسانی حمل میشوند، در دسترس هستند، قیمت پایینی دارند و برای سنتز سبز نانوذرات استفاده می شوند Khan et al., (2013) . این مواد نقش بسیارمهم و قابل توجهی را در اصلاح مواد شیمیایی سمی از طریق احیای یون های فلزی ایفا می کنند(Sahayaraj and Raje, 2011) . دلیل محکم جهت تلاش برای سنتز نانوذرات با استفاده از سیستم های بیوشیمی این است که روشی ایمن، ساده، بادوام، سازگار با محیط زیست، مقرون به صرفه و غیرسمی می باشد به طوری که در دمای اتاق و بدون نیاز به فشار بالا قابل انجام می باشد و هیچ گونه محصولات جانبی سمی تولید نمی کند (Devina et al., 2010). علاقه برای بیوسنتز نانوذرات فلزی، در حال حاضر به عنوان یک علم نوظهور و در حال توسعه در علم نانو محسوب می شود. استفاده از مواد و فضا به طور طبیعی مطلوب است و بسیاری از مواد معدنی در سیستم های بیولوژیکی تولید می شود (Dwivedi and Gopal, 2010). در ایران نیز تولید نانو ذرات فلزی با استفاده از جلبک به تازگی مورد توجه قرار گرفته است (Buazar and Fedian, 2016) ، که از جمله آن تولید نانوذرات نقره با استفاده از جلبک سارگاسوم *angustifolium* می‌باشد (Bita et al.,2015). از جمله این فلزات آلومینیوم می باشد. آلومینیوم اکسید، هشت ساختار کریستالی η-, γ-, δ-, χ-, κ-, β-, θ- و α دارد (Gitzen,1970) . با این وجود فاز آلفا آلومینیوم اکسید از نظر ترمودینامیکی بیشترین پایداری را دارد. به طور معمول، آلومینیوم اکسید ویژگی های جالبی دارد. برای مثال به طور گسترده در به تعویق انداختن آتش، به عنوان کاتالیست مورد استفاده قرارگرفته، قدرت عایق بالایی داشته و شفاف است (Hart, 1990).گاما آلومینیوم اکسید هنگامی که در دمای بالای ۸۰۰ سانتی گراد کلسینه می شود.کلسینه ،اصطلاحی در علم مواد و شیمی است که به حرارت دادن مواد برای پیرولیز، حذف رطوبت، تشکیل ترکیبات واسط، انجام واکنش در حالت جامد و نفوذ گفته می شود. به دلتا آلومینیوم اکسید تبدیل شده، دلتا آلومینیوم اکسید هنگامی که در دمای بالاتر از ۱۰۰۰درجه سانتی گراد کلسینه می شود به تتاآلومینیوم اکسید تبدیل شده و تتاآلومینیوم اکسید هنگامی که در دمای بالاتر از ۱۱۰۰ درجه سانتی گرادکلسینه می شود به آلفا آلومینیوم اکسید تبدیل می شوددر این مطالعه آلومینیوم اکسید را با استفاده از یک روش سبز، یعنی استفاده از جلبک قهوه‌ای سارگاسوم *Ilicifollum* تولید می شود. درخلیج فارس و سواحل دریای عمان چندگونه از سارگاسوم یافت می شود و گاه نیز به صورت انبوهی رشد می نمایند. بعضی سارگاسوم را جلبک خلیج می نامند. هرچند که گونه ی *Cystoserria myrica* بیشترین فراوانی (۲۵ ±۴۱ عدد در مترمربع) در تمام ایستگاه ها و فصول مورد مطالعه برخوردار است و گونه ی غالب در میان ۶ گونه ی جلبک قهوه ای شناسایی شده محسوب می شود (Haidari et al., 2014).

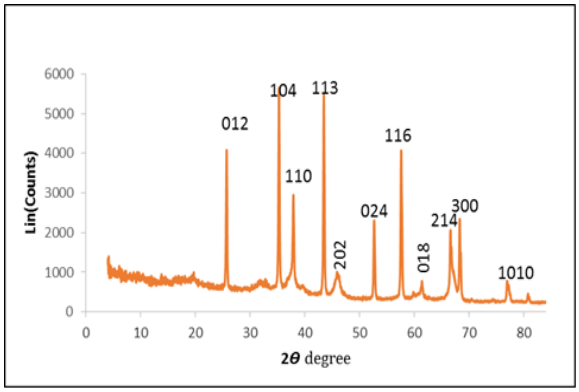
۲. مواد و روش ها

در این تحقیق از نمک آلومینیوم سولفات $Al_2(SO_4)_3$، آمونیوم (NH_4OH) و متانول که همگی از شرکت مرک آلمان هستند استفاده شد. در اوایل زمستان که جلبک حداکثر میزان رشد را داشته ، جلبک از سواحل بوشهر

جمع آوری شده، در همانجا با آب دریا شستشو داده، درون کیسه های پلاستیکی در کنار یخ به آزمایشگاه منتقل و در آزمایشگاه جهت حذف گل و لای با آب مقطر چندین بار شسته می شود سپس به مدت یک هفته دردمای محیط خشک شده و با آسیاب پودر گردید. پودر جلبک خشک شده را وزن کرده و به نسبت۳:۱ با محلول متانول مخلوط می کنیم (۵۰گرم جلبک به همراه ۱۵۰ میلی لیتر متانول). درون محلول یک مگنت مغناطیسی انداخته شده و درب ارلن مایر را به منظور جلوگیری از تبخیر متانول با فویل پوشانده می شود و به مدت ۷۲ ساعت روی هات پلیت در مکان تاریک گذاشته می شود. سپس محلول با کاغذ صافی چندین بارصاف شده، و برای حذف حلال اضافی محلول درون روتاری قرار داده می شود تا به حجم ۵۰ میلی لیتر رسیده و تغلیظ شود. عصاره بدست آمده برای مراحل بعدی آزمایش در دمای ۴ درجه سانتیگراد در یخچال نگهداری شد. محلول۰/۰۵ مولار از نمک آلومینیوم سولفات را تهیه کرده، سپس عصاره متانولی را به نسبت ۹:۱ (حجمی-حجمی) به محلول اضافه می‌شود .محلول حاصل را به مدت۲۴ ساعت در روشنایی و در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد قرار داده می شود. پس از بهینه سازی های صورت گرفته و به دست آوردن بهترین کیفیت نانوذرات آلومینیوم اکسید، محلول حاوی نانو ذرات را در آون ۱۸۰درجه سانتی گراد به مدت یک ساعت خشک کرده ، سپس در کوره ۱۲۰۰ درجه سانتی گراد به مدت ۲ ساعت کلسینه می گردد. برای تعیین ویژگی ها و اطمینان از تولید و کیفیت نانوذرات آلومینیوم اکسید تولید شده از تجهیزات XRD (MPD from PANalytical) SEM، (Ziess-Germany) TEM، (Zeiss-EM10C-100KV-Germany) استفاده شد.

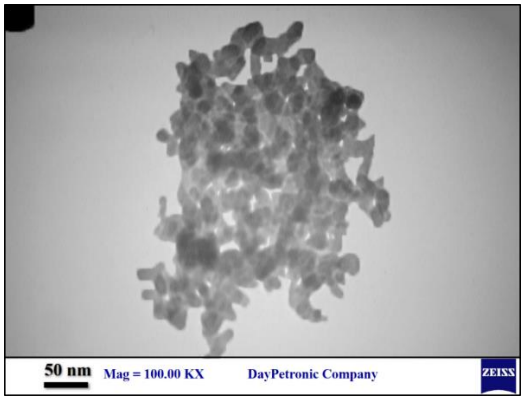
۳. نتایج

برای تعیین اندازه کریستال، نوع صفحات کریستالی و ساختار صفحات کریستالی از روش پراش اشعه X استفاده شد (شکل۱). با توجه به اینکه نتایج به دست آمده در چهار اندیس میلر ۰۱۲، ۱۰۴،۱۱۳، ۱۱۶ کاملا با نمودار استاندارد آلفا آلومینیوم اکسید همخوانی دارد، اطمینان حاصل شد که فلز تشکیل شده نانوکریستال های آلفا آلومینیوم اکسید است و متوسط سایز کریستالی نانوذرات تشکیل شده ۳۵ نانومتر است.



شکل۱- الگوی XRD نانوذرات آلفا الومینیوم اکسید

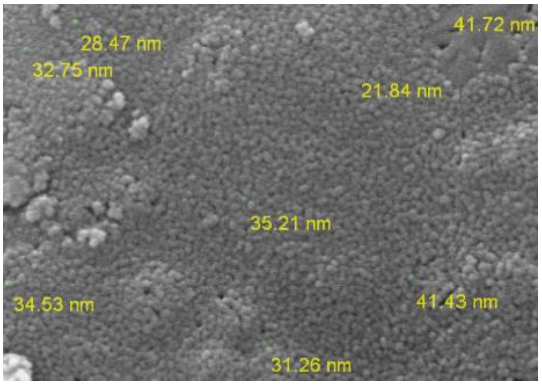
مورفولوژی (ساختارکریستالیزه) نانوذرات با استفاده از تکنیک TEM مورد بررسی قرار گرفت. TEM روش بهتری نسبت به الگوی XRD است و احتمال خطای تجربی کمتر دارد(Prashanth et al., (2015) . تصویر TEM حاصل نشان دهنده ی کروی بودن نانوذرات آلومینیوم اکسید تشکیل شده است (شکل۲).



شکل۲- تصویر TEMحاصل از نانوذره آلومینیوم اکسید

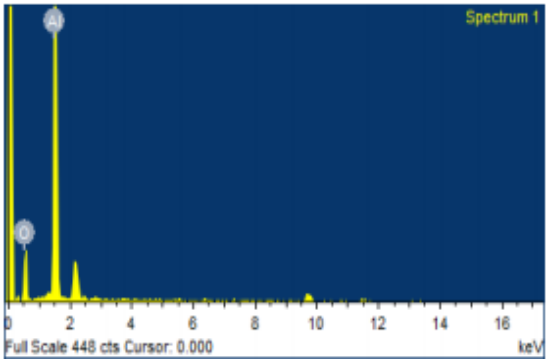
SEM (میکروسکوپ الکترونی روبشی) متوسط سایز ذرات، آنالیز تجزیه عنصری و EDX[1] (آنالیز پراکندگی انرژی) را بررسی می کند. نتایج حاصل از SEM (شکل۳) نشان می دهد که اندازه متوسط نانوذرات تشکیل شده ۳۳/۴۰ نانومتر است.

[1] Energy Dispersive X-ray



شکل۳- تصویر SEM نانوذرات سبز الومینیوم اکسید

EDX یک روش تحلیلی است که برای تجزیه و تحلیل ساختاری یا خصوصیات شیمیایی یک نمونه به‌کار می‌رود. نتایج انالیز نمونه نانو نشان می دهدکه فقط دو عنصر اکسیژن و الومینیوم پیک نشان می دهد (شکل ۴).
همچنین مقادیر درصد اتمی و وزنی انها در جدول ۱ نشان داده شده است. طبق یافته ها درصد اتمی و وزنی الومینیوم ۴۸/۳ و۵۹/۲۷ است در حالیکه درصد اتمی و وزنی اکسیژن ۵۱/۶۹ و۴۰/۷۳ می باشد.



شکل۴- طیف EDX نانوذرات سبز الومینیوم اکسید

جدول۱- تصویر SEM نانوذرات سبز الومینیوم اکسید

عنصر	Atomic%	Weight%
O	۵۱/۶۹	۴۰/۷۳
Al	۴۸/۳۱	۵۹/۲۷
کل	۱۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰

۴. بحث و نتیجه گیری

تولید نانوذرات معمولا با دو روش بالا به پایین و پایین به بالا انجام می شود، که تولید نانوذرات از طریق شیمیایی و زیستی جزو روش های پایین به بالا می باشد (Narayanan and Sakhtivel, 2011). در شرایط pH اسیدی، گروههای فعال الی هیدروکسید موجود، مانند پلی ساکاریدهای موجود در عصاره جلبک از طریق فرایند اکسیداسیون و انتقال الکترون به کاتیونهای فلزی باعث تشکیل نانوذرات Al_2O_3 می شود. در واقع نانوذرات آلومینیوم اکسید از طریق احیای Al^{+3} به Al_2O_3 با اضافه کردن عصاره جلبک به محلول ۰/۰۵ مولار آلومینیوم سولفات تشکیل شدند. عمل احیا یون های فلزی و تشکیل مواد نانومقیاس توسط ترکیبات آلی از جمله فلاونوئیدها، پلی ساکاریدها، آنزیم ها و پروتئین های موجود در عصاره گیاهان جلبک قهوه ای سارگاسوم در متون علمی گزارش شده است (Kumar et al., 2012). عزیزی و همکاران در مقاله ای موفق شدند نانوذرات نقره با اندازه میانگین ۱۰ نانومتر و شکل کروی از طریق احیا با عصاره گیاهی جلبک سارگاسوم *Muticum* محتوی ترکیبات الی را سنتز کنند (Azizi et al.,2013). مهدوی و همکاران نیز موفق به تولید نانوذرات اکسید آهن مغناطیسی با اندازه میانگین ۲۲-۱۴ نانومتر و شکل کروی از طریق احیا با عصاره گیاهی جلبک سارگاسوم *Muticum* شدند (Mahdavi et al.,2013). این پژوهش ها به خوبی نشان دهنده امکان تشکیل نانوذرات مختلف با استفاده از جلبک می باشد. در واقع مطالعات نشان داده اند که بیومولکول ها و برخی از ترکیبات فیتوشیمیایی موجود در جلبک های دریایی قادر به احیای یون های فلزی به فرم نانو می باشند. همچنین این ترکیبات نقش مهمی در پوشش نانوذرات تولید شده و پایداری آنها ایفا می کنند. در این پژوهش از عصاره متانولی به جای عصاره آبی استفاده می شود. برتری عصاره متاتولی نسبت به آبی این است که، حلال آلی متانول باعث حلالیت بیشتر ترکیبات الی دارای گروههای فعال قطبی مانند هیدروکسید وکربونیل موجود در ساختار جلبک می شود. در نتیجه این گروههای عاملی به آسانی باعث احیای یون های فلزی الومینیوم و پایداری نانوذرات تشکیل شده می شوند. شکل ۱ نتایج حاصل از XRD را نشان می دهد. متوسط سایز کریستالی نمونه های سنتز شده با استفاده از پهنا در نصف عرض ماکزیمم (FTHM) و بر اساس معادله دبای-شرر زیر محاسبه می شود.

$$D = k\lambda / \beta \cos\theta \qquad (۱)$$

D:سایز کریستال بر حسب نانومتر، k:ضریب شکست بلور (معمولا۰/۹ در نظر گرفته می شود)، λ: طول موج تیوب تولید کننده ایکس برحسب نانومتر (اگر از تشعشع مس

استفاده شود ۰/۱۵۴نانومتر است)، β: پهنای پیک در نصف ارتفاع بیشینه (FTHM)، θ : زاویه پراش (برحسب درجه).

با استفاده از معادله شرر سایز نانوذرات این پژوهش محاسبه گردید که قطر آن ۳۵ نانومتر می باشد. باتوجه به نتایج حاصل از XRD نانوذرات حاصل از نوع آلفا الومینیوم اکسید (α- AL_2O_3)، دارای فاز کریستال شش گوشه می باشند. ذرات آلفا آلومینیوم اکسید در بیشتر نمونه ها در زاویه 2θ ۲۵/۵۷، ۳۵/۱۴، ۳۷/۷۶، ۴۳/۳۳، ۴۶/۱۶، ۵۲/۵۳، ۵۷/۴۷، ۶۱/۲۷، ۶۶/۴۹، ۶۸/۱۸ و ۷۶/۸۴ طیف دارند که منطبق با اندیس میلر صفحات بلوری d۰۱۲ ، d۱۰۴، d۱۱۰، d ۱۱۳، d۲۰۲ ، d ۰۲۴، d۱۱۶، d ۰۱۸، d۲۱۴ ، d ۳۰۰ و d ۱۰۱۰ می باشد (Liu et al.,2008). نتایج به دست آمده مطابق با شماره کارت۰۷۱۲-۰۵ مربوط به پیک های استاندارد می باشد. برای اثبات کریستال بودن نانوذرات از TEM استفاده می شود. تصویرTEM حاصل سنتز موفقیت آمیز نانوذرات آلومینیوم اکسید است. نمونه نانومقیاس تولید شده دارای شکل نسبتا کروی بوده و دارای توزیع نسبتا تکنواخت و هماهنگ است (شکل۲). شکل ۳، تصویر حاصل از SEM نانوذرات آلفا آلومینیوم اکسید به دست آمده را نشان می دهد که بین ۲۱ تا ۴۱ نانومتر است.کوچکترین اندازه نانوذره حاصله ۸۴/ ۲۱ نانومتر و بزرگترین اندازه آن ۷۲/ ۴۱ نانومتر و سایز متوسط نانوذرات ۳۳/۴۰ نانومتر است. در طیف EDX حاصل از آلومینیوم اکسید، پیک های به دست امده در محدودهKev ۰/۶-۰/۴ مربوط به اکسیژن و Kev ۱/۶-۱/۳مربوط به آلومینیوم می باشد (Shash et al.,2015). طیف EDX به دست آمده از یک پیک کوچک در محدوده Kev ۲-۲/۵ نیز وجود دارد که متعلق به طلا است و مربوط به روند آماده سازی برای SEM است (Sadabadi et al., 2013). شکل۴ نشان دهنده طیف های به دست آمده از نانوذرات این پژوهش است که با محدوده طیف های مربوط به اکسیژن و آلومینیوم هم خوانی داشته و در همان ناحیه طیف داده است. آنالیز تجزیه عنصری به دست آمده از نانوذرات حاصل (جدول ۱) نشان دهنده خلوص بالای الفا آلومینیوم اکسید به دست آمده در این پژوهش است که تنها از دو عنصر اکسیژن (۵۱/۶۹٪) و آلومینیوم (۴۶/۳۱٪) تشکیل شده است. باتوجه به نتایج حاصل از XRD، TEM و SEM تشکیل نانوذرات آلفا الومینیوم اکسید در pH=۴، نمک آلومینیوم سولفات با غلظت ۰/۰۵ مولار، عصاره جلبک ۱۰ میلی لیتر و زمان ۲۴ ساعت تائید و به اثبات رسید. سادگی روش، ارزان بودن، سازگاری با محیط زیست، تبعیت از اصول ۱۲ گانه شیمی سبز و غیر سمی بودن مواد شیمیایی بکار رفته در سنتز، از مزایای مهم این تحقیق می باشد. بنابراین توصیه می شود تا از نانوذرات تولید شده از جلبک های دریایی به دلیل عاری بودن از هرگونه ترکیبات سمی در تولید آنها و آلودگی کمتر محیط زیست، در بحث فناوری نانو استفاده شود.

منابع

Ahmad A, Senapati S, Khan M.I, Kumar R, Sastry M, 2003. Extracellular biosynthesis of monodisperse gold nanoparticles by a novel extremophilic actinomycete, Thermomonospora sp. Langmuir. 19: 3550–3553.

Ahmad A, Senapati S, Khan M.I, Kumar R, Sastry M, 2005. Extra-/intracellular biosynthesis of gold nanoparticles by an alkalotolerant fungus, Trichothecium sp. Journal of Biomedical Nanotechnology. 1: 47-53

Arockiya AR, Parthiban C, Kumar G, Anantharaman, P. 2012. Biosynthesis of antibacterial gold nanoparticles using brown alga, stoechospermum marginatum (kützing). Spectrochimica Acta, Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 99: 166–173.

Azizi S, Namvar F, Mahdavi M, Mansor Bin A, Rosfarizan M. 2013. Biosynthesis of Silver Nanoparticles Using Brown Marine Macroalga, Sargassum Muticum Aqueous Extract. Materials. 6: 5942-5950.

Bhainsa, KC, D'Souza, SF, 2006. Extracellular biosynthesis of silver nanoparticles using the fungus Aspergillus fumigatus. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces. 47: 160–164.

Buazar F, and Fedian Behbehani N, 2016. Bioproduction and characterization of magnetic iron oxide nanoparticles using Sargassum ilicifolium marine algae, Journal of marine science and technology, *in press*

Bita S, Mesbah M, Shahriari A, and Najafabadi M, N, 2015. Bioproduction using Sargassum angustifolium marine algae, Journal of marine science and technology, 1: 97-107

Devina D, Prakash S, Valentine B. 2010. Antibacterial screening of silver nanoparticles synthesized by marine micro algae. Asian Pacific Journal of Tropical Medicine. 3: 797-799.

Dwivedi A D, Gopal K, 2010. Biosynthesis of silver and gold nanoparticles using Chenopodium album leaf extract. Colloids and Surfaces A. 369: 27–33.

Gitzen WH, 1970. Alumina as a Ceramic Material; American Ceramic Society: Columbus, OH, USA.

Govindaraju K, Kiruthiga, V, Kumar, VG, Singaravelu, G. 2009, Extracellular synthesis of silver nanoparticles by a marine alga, Sargassum wightii Grevilli and their antibacterial effects. Journal of Nanoscience and Nanotechnology. 9: 5497-5501.

Haidari M, Zolqarneen H, Sakhaee N, Movahedinia AA, Mirzai A, 2014. Ecological assessment of macroscopic brown algae on the coasts of Bushehr province. Journal of marine science and technology. 14: 15-24

Hart LD. 1990. Alumina Chemicals: Science and Technology Hand book, American Ceramic Society, Columbus, Ohio, USA.

Khan M, Adil SF, Tahir MN, Tremel W, Alkhathlan, HZ, Al-Warthan, A, Siddiqui MR. 2013. Green synthesis of silver nanoparticles mediated by Pulicaria glutinosa extract. International Journal of Nanomedicine. 8:1507–1516.

Kumar P, Senthamil Selvi S, Lakshmi Prabha A, Prem Kumar K, Ganeshkumar RS. and Govindaraju M. 2012. Synthesis of silver nanoparticles from Sargassum tenerrimum and screening phytochemicals for its antibacterial activity. Nano Biomedicine and Engineering. 4: 2-16.

Mahdavi M, Ahmad MB, Haron MJ, Namvar F, Nadi B, Rahman MZ, Amin J. 2013. Synthesis, surface modification and characterisation of biocompatible magnetic iron oxide nanoparticles for biomedical applications. Molecules, 18: 7533–7548.

Misra.J.N. 1966.Phaeophyceae in India.Indian Council of Agricultural Research.New Dehli.203pp.

Narayanan KB, and Sakhtivel N. 2011. Green synthesis of biogenic metal nanoparticles by terrestrial and aquatic phototrophic and heterotrophic eukaryotes and biocompatible agents. Advances in Colloid and Interface Science. 169: 59–79.

Prashanth PA, Raveendra S, Hari Krishna R, Anandad S, Bhagya NP, Nagabhushana K, Lingaraju BM, Raja Naika H. 2015. Synthesis, characterizations, antibacterial and photoluminescence studies of solution combustion derived α-Al_2O_3 nanoparticles. Journal of Asian Ceramic Societies 3:345-351.

Sadabadi H, Aftabtalab A, Zafarian SH, Shaker S, Ahmadipour M ,Venkateswara K. 2013. High purity Alpha Alumina nan oparticle: Synthesis and characterization . 4:1593-1597

Sahayaraj K, and Rajesh S. 2011. Bionanoparticles: synthesis and antimicrobial applications Science against microbial pathogens: communicating current research and technological advances. Formatex Research Center, Spain, 228-244.

Shameli K, Ahmad MB, Zamanian, A, Sangpour P, Shabanzadeh P, Abdollahi Y, Zargar M, 2012. Green biosynthesis of silver nanoparticles using Curcuma longa tuber powder. International Journal of Nanomedicine.7: 5603–5610.

Shash AY, Amer ME, El–Saeed M. 2015. Influence of Al $_2O_3$ Nano-dispersions on Mechanical and Wear Resistance Properties of Semisolid Cast. Advanced Structured Materials. 70:13-24.

Synthesis and Characterization of Aluminum Oxide Nanoparticles Using Macroalgae Sargassum *Ilicifolium*

Hadis Koopi, Foad Buazar[1*]

Department of Marine Chemistry, College of Marine Science, Khorramshahr University of Marine Science and Technology

Abstract

Nanoparticle biosynthesis is considered an important part of nanotechnology which is economically viable; it is an environmentally-friendly procedure with great advantages compared to physical and chemical ones. In the present study, a green approach is presented for the first time for producing alpha aluminum oxide nanoparticles using Sargassum *ilicifolium* algae in which its methanolic algae extract was employed as a reducing agent and stabilizer layer. Under optimal conditions of 25ºC and pH=4, 10% of algae extract concentration and 0.05M $Al_2(SO_4)_3$ salt, aluminum cations were reduced completely to nanoscale phase within 24 hours. XRD technique confirms the formation of alpha aluminum oxide size 35 nanometers in a hexagon shape. The results of TEM confirms the spherical almost shape of the produced nanoparticle, the results of SEM shows the average size 33.40 of the nanoparticle, and the results of EDX indicated the purity of the produced nanoparticle which is formed of only oxygen and aluminum atoms.

Keywords: Nanoparticle, Aluminum oxide, Algae extract, *Sargassum Ilicifolium*

Figure 1. X-ray Pattern of Alpha-Aluminum Oxide Nanoparticles
Figure 2. The TEM image of the aluminum oxide nanoparticle
Figure 3 - SEM image of green aluminum oxide nanoparticles
Figure 4. EDX spectrum of green aluminum oxide nanoparticles
Table 1 - SEM image of green aluminum oxide nanoparticles

*Corresponding author, E-mail: foadbuazar@yahoo.com