



سنتز سبز نانوذرات طلا با عصاره چغندر و بررسی خواص ضد سرطانی آن

سمیه هراتی‌راد^۱، زیبا سوری نظامی^{۱*}، منصور غقاری مقدم^{۱*}، مصطفی خواجه، اشکان کشاورزی^۲ و داود قنبری^۳

۱- گروه شیمی، دانشکده علوم، دانشگاه زابل، زابل، ایران

۲- گروه شیمی، پژوهشکده مواد و انرژی، کرج، ایران

۳- گروه نانو فناوری، دانشگاه صنعتی اراک، اراک، ایران

چکیده: در این پژوهش، سنتز نانوذرات طلا و بررسی ویژگی ضد سرطانی آن مورد مطالعه قرار گرفت. به منظور دستیابی به نانوذرات طلا با ریخت‌شناسی، اندازه و پایداری مناسب از روش‌های میکروویو، سونوشیمی و سنتز سبز با استفاده از مواد HAuCl_4 ، تری سدیم سیترات، عصاره چغندر و کیتوسان استفاده شد. ریخت‌شناسی، توزیع یکنواخت و اندازه نانوذرات سنتز شده با دستگاه‌های SEM ، XRD ، FT-IR ، UV-Vis و TEM مورد مطالعه قرار گرفت. به همین دلیل، نانوذرات سنتز شده با این روش را برای آزمایشات مربوط به برهم کنش نانوذرات طلا با DNA غده تیموس گوساله (CT-DNA) با استفاده از روش طیف‌سنجی UV-Vis در محلول تریس بافر حاوی کلرید سدیم (۱۰ میلی مولار) و $\text{pH} = 7$ در دمای ۳۰۰ کلوین مطالعه شد. مطالعات سیتوتوکسیسیته نانوذرات طلا به روش MTT بر روی رده سلولی سرطان پستان (MCF-7)، مقدار Ic_{50} نانوذرات طلا را ۲۴/۱ نشان داد. پس این نانوذرات قادرند در غلظتهای پایین سبب مهار فعالیت، رشد و تکثیر سلول‌های سرطانی شوند.

واژگان کلیدی: نانوذرات طلا، میکروویو، سنتز سبز، ضدسرطان

*Soori@uoz.ac.ir, mansghaffari@uoz.ac.ir

تصویربرداری از تومور، نشان دادن بیومولکول‌های سرطان و همچنین، هدف‌دار کردن داروها به سرعت گسترش پیدا کرده‌اند. تثبیت کردن داروهای شیمی‌درمانی بویژه از نوع آنزیمی در نانو ذرات پلیمری، منجر به افزایش پایداری آن‌ها در مقابل حرارت، پروتئازها، تغییرات pH و سایر عوامل تخریب کننده ساختمان آن‌ها می‌شود. یکی از مهمترین شاخه‌های فناوری نانو، نانوذره‌ها است. نانوذرات فلزی گوناگون از قبیل نقره، طلا، پلاتین، تیتانیوم، پالادیوم، مس و ... به دلیل اهمیت‌شان مورد توجه بسیاری از پژوهشگران هستند که در این میان نانوذره‌های طلا از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. طلا در مقیاس نانو، ویژگی‌هایی را بروز می‌دهد که آن را به فلز مهمی در فرایندهای فناوری نانو تبدیل می‌کند. طلا فلزی نرم، چگال، شکل‌پذیر، با دمای ذوب ۱۰۶۸

۱- مقدمه

هر ساله تعداد زیادی از انسانها در اثر ابتلا به امراض مختلفی از جمله سرطان جان خود را از دست می‌دهند. هرگز نباید فکرکنیم که سرطان یک نوع مرض است. سرطان، مانند «بیماری‌های عفونی» یا «ورم مفاصل» مجموعه‌ای از بیماری‌های مرموز است که با هم ظاهر می‌شوند. بنابراین، هر کدام بایستی جداگانه تشخیص و مداوا شوند. بدیهی است که در این مجموعه، بعضی با سرعت بیشتر علاج‌پذیرند و در مسیر مداوای بعضی دیگر، مشکلات فراوانی وجود دارد. در این زمینه معمولاً چند پزشک با تخصصهای لازم (جراح، شیمی‌درمان، پرتودرمان و غیره) به صورت گروهی کار می‌کنند. نانوذرات برای

سانتی‌گراد است که در مجاورت هوا و آب زنگ نمی‌زند و تیره نمی‌شود. طلا در شرایط استاندارد در مقایسه با دیگر عنصرهای جامد واکنش‌پذیری بسیار کمی دارد. نانوذرات طلا تقریباً یکی از نانو موادی است که به طور گسترده مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. نخستین گزارش از کلوئیدهای طلا توسط فارده بیان شد. در سال ۱۸۵۷ مایکل فارادی نخستین مطالعات اصولی را در زمینه سنتز و رنگ کلوئیدهای طلا انجام داد. او متوجه شد که رنگ قرمز نانوذرات طلا به خاطر اندازه‌ی کوچک آنها است، زیرا برهمکنش این ذرات با نور در مقیاس نانو با توده‌ی طلا متفاوت است. اگرچه کارهای او بیشتر جنبه‌ی کیفی داشته، اما راه را برای بررسی بیشتر نانوذرات فلزی و کاربردهای گسترده‌ی آنها هموار کرد. از آن زمان تعداد متعددی مقاله‌ی علمی در زمینه‌ی سنتز، اصلاح، بررسی خواص سطح و تجمع نانوذرات فلزی از جمله طلا منتشر شده است که بسیاری از خواص فیزیکی و شیمیایی این ذرات را که تأییدکننده ویژگی‌های رفتاری آنهاست، بیان می‌کند.

بر اساس نظریه‌ی مای (Mie)، برخی فلزها همچون طلا و نقره (دارای الکترون در لایه‌ی d) رزونانس‌های با عنوان پلاسمون در طیف فرابنفش-مرئی از خود نشان می‌دهند که این رزونانس‌ها از برهم‌کنش امواج الکترومغناطیس و الکترون‌های گازی محبوس ایجاد می‌شود. این خاصیت رزونانسی نانوذرها را می‌توان به کمک طیف‌سنجی مشاهده کرد. این خاصیت تنها زمانی بروز می‌کند که ذره‌ها به یک اندازه معین در مقیاس نانو می‌رسند. با توجه به قطر لایه‌های مولکولی روی سطح فلز رزونانس‌های متفاوت و انعکاسهای نوری متفاوتی ایجاد می‌شود. با تغییر اندازه و شکل نانوذرها و رزونانس پلاسمون سطح هم دچار تغییر و جابه‌جایی شده و در نتیجه خواص ظاهری رنگ و جذب این نانوذرها تغییر می‌کند. این روش نخستین بار توسط ترکویچ در سال ۱۹۵۱ معرفی شد. نانوذره‌های طلا به وسیله کاهش نمک-های طلا در آب با استفاده از یون سیترات به عنوان عامل کاهنده ایجاد می‌شود که به تولید نانوذره‌های کروی با قطر ۲۰ nm می‌انجامد [۸-۱].

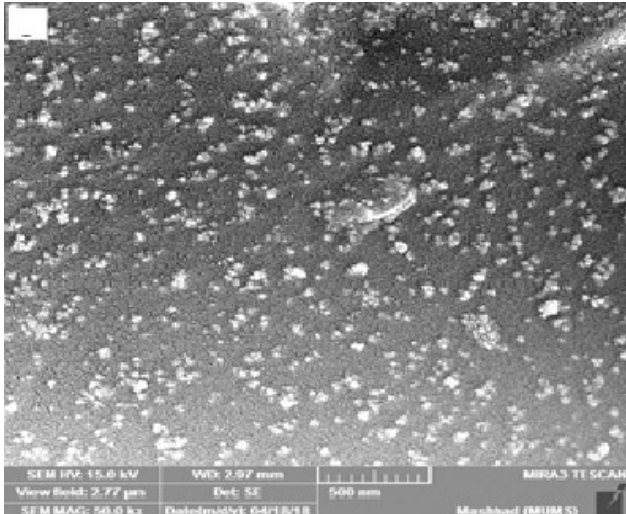
روش‌های زیستی از نوع روش‌های سبز ایمن، مقرون به صرفه و دوستدار محیط زیست هستند. در این روش از عصاره حاصل از ارگانسیم‌های زیستی شامل گیاهان، جلبک‌ها و میکروارگانسیم‌ها

به عنوان هر دو عامل پایدارکننده و احیاکننده برای ساخت نانوذرات استفاده می‌شود. گرچه راه‌های گوناگون زیستی برای تهیه‌ی زیستی نانوذرات طلا شناخته شده است، اما استفاده از بسترهای گیاهی برای تهیه نانوذرات یک روش نوظهور و طبق اصول شیمی سبز است. گیاهان زیادی وجود دارند که قابلیت ساخت نانوذرات را دارند ولی هنوز ناشناخته باقی مانده‌اند. مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که از پلی‌فنول‌ها، کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌ها موجود در گیاهان و مرکبات به دلیل اقتصادی بودن، برای سنتز نانوذرات طلا استفاده شده است. از این میان گیاهان مختلفی مانند شمعدانی، بومادران، یونجه، زیتون و ... برای سنتز سبز نانوذرات مورد استفاده قرار گرفته‌اند. یک روش جدید در شیمی سبز برای سنتز نانوذرات طلا به این صورت است که تتراکلریدطلا به عنوان پیش‌ماده مورد استفاده قرار می‌گیرد و با استفاده از عصاره آب مرکبات کاهش یافته و به نانوذرات طلا تبدیل می‌شود. پس از آن فرنس در سال ۱۹۷۳ بیان کرد که میتوان نانوذره‌های طلا را در اندازه‌های مختلف با استفاده از کنترل نسبت عامل کاهش دهنده/عامل پایدارکننده به دست آورد. بر این اساس نانوذره‌های طلا را با افزایش نمک طلا و یک ماده مؤثر سطحی مانند سدیم ۳-مرکاپتو پروپیونات تهیه می‌کنند [۹-۱۱].

چغندر دارای پروتئین، چربی، ویتامین‌های (A، B1، B2، B3 و C)، مواد ازته، مواد قندی و املاح معدنی چون فسفر، کلسیم و آهن است. چغندر منبع منحصر به فردی برای مواد مغذی گیاهی به نام بتالائین‌ها است. بتانین و وولگازانتین دو بتالائین موجود در چغندر هستند. که به خوبی مورد مطالعه قرار گرفته‌اند و هر دو دارای خواص آنتی‌اکسیدانی، ضدالتهابی و سم‌زدایی هستند. در مطالعات آزمایشگاهی اخیر که بر روی سلول‌های تومور انسانی انجام شده، مشخص شده است که رنگدانه بتانین چغندر رشد سلول‌های تومور را به چند طریق از جمله مهار آنزیم‌های پیش‌التهابی کاهش می‌دهد. انواع سلول‌های تومور که در این مطالعه مورد ارزیابی قرار گرفتند، سلول‌های تومور بافت روده بزرگ، معده، عصب، ریه، سینه، پروستات و بیضه بودند [۱۲-۱۶].

۲- بخش تجربی

۱-۲- مواد دستگاهها:



شکل ۱: تصویر SEM از نانوذرات طلا سنتز شده با عصاره چغندر

چغندر پس از شستشو، به صورت لایه لایه برش داده و در دمای محیط خشک شد. سپس، با آسیاب خانگی پودر شد. برای تهیه عصاره، ۵ گرم چغندر به ۱۰۰ میلی لیتر آب دوبار تقطیر افزوده شد و محلول به مدت ۵ ساعت همراه با هم زدن در دمای ۶۰ سانتی گراد بازروانی شد. پس از خنک شدن، با کاغذ صافی صاف شد و عصاره برای مراحل پسی آزمایش در دمای ۴ سانتی گراد نگهداری شد.

در ابتدا، مقدار ۰/۱ گرم HAuCl_4 (1mM) را در ۲۰ میلی لیتر آب دوبار تقطیر حل کرده سپس، به محلول حاصل ۵ میلی لیتر محلول آبی حاوی عصاره چغندر به همراه (۰/۲ گرم از پلی وینیل پیرولیدون یا ۰/۲ گرم از کیتوسان یا ۰/۲ گرم از سدیم سیترات) را افزوده و به مدت ۳۰ دقیقه در حمام آب (۶۰ سانتی گراد) همراه با هم زدن قرار گرفت. پس از ۱۰ دقیقه رنگ محلول قهوه‌ای کم رنگ شد. و رسوب شروع به ته نشین شدن کرد. رسوب تشکیل شده با گریزانه به مدت ۱۵ دقیقه با دور ۴۰۰۰ جدا شد. رسوب بدست آمده در دمای محیط خشک شد.

شکل ۲، تصاویر SEM از نانوحامل طلا سنتز شده با عصاره چغندر-سدیم سیترات (الف)، نانوکپسول پودری سنتز شده با عصاره چغندر- پلی وینیل پیرولیدون (ب) و نانوکپسول پودری سنتز شده با عصاره چغندر- کیتوسان (ج) را نشان می دهد. همانطور که تصاویر نشان می دهد در شکل (الف)، اندازه میانگین ذرات حدود ۷۰nm است و ذرات غیرکلوخه‌ای و مرز بین آنها مشخص است.

۳- بررسی نتایج آنالیز و داده‌ها

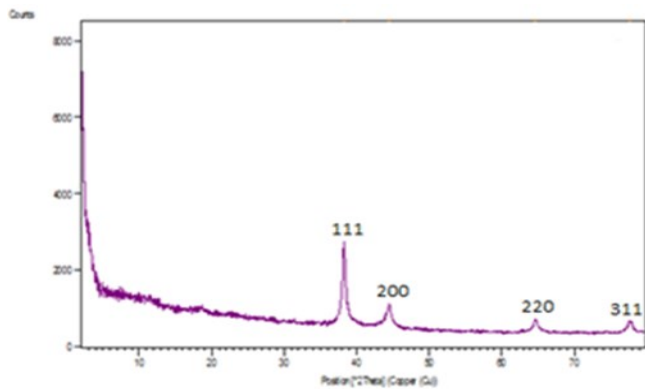
۱-۳- آنالیز SEM:

شکل ۱، تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی از نانوذرات طلا سنتز شده با عصاره چغندر را نشان می دهد. تصویر SEM گرفته شده از نانوذرات طلا که باروش مایکروویو سنتز شده نشان می - دهد، این نانوذرات از لحاظ ظاهری کروی، تک پاش و غیر کلوخه‌ای بوده و مرز بین دانه‌ها کاملاً از هم مشخص است. همچنین، اندازه‌ی میانگین قطر ذرات حدود ۴۰nm است. بنابراین، نانوذرات مناسبی برای استفاده در مصارف پزشکی هستند.

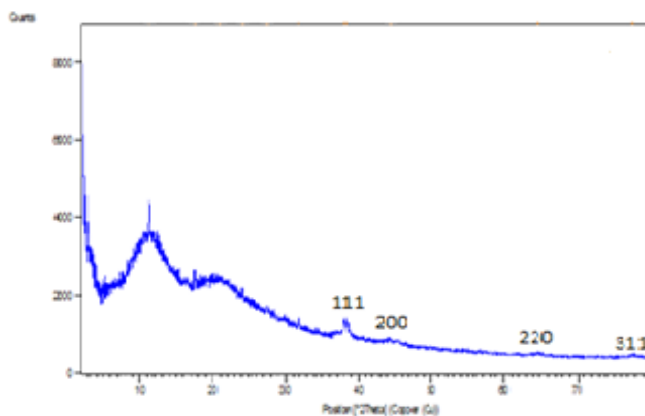
می‌کند اندازه میانگین ذرات کمتر از ۱۰۰ نانومتر است و ذرات با مقداری کلوخگی سنتز شده‌اند.

۳-۲- آنالیز XRD:

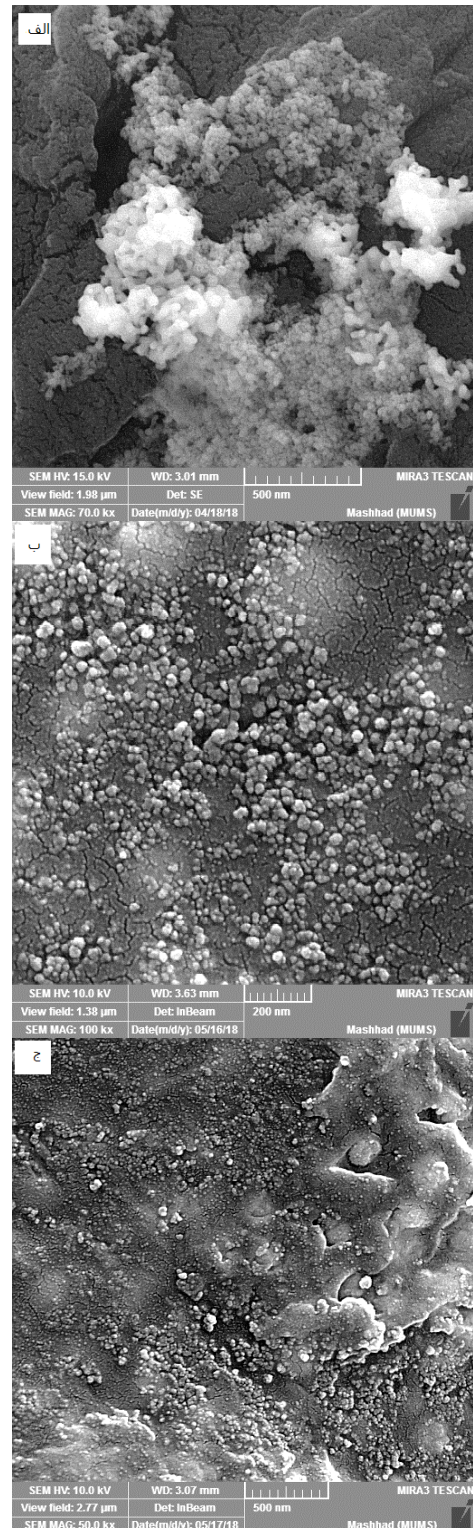
شکل‌های ۳ و ۴، الگوی طیف پراش پرتو ایکس (XRD) را برای نانوذرات نشان می‌دهد. این الگوها فاز بلوری طلا را مشخص می‌کند و نشان می‌دهد اندازه بلورک‌ها با استفاده از معادله دبای شرر ($0.9\lambda / \beta \cos \theta$) برای متوسط سه پیک اصلی در حدود ۱۵ نانومتر است [۱۷]. در شکل ۴ دو پیک اولیه مربوط به پیش ماده و عوامل پوشاننده است.



شکل ۳: الگوی پراش پرتو ایکس برای نانوذرات طلا سنتز شده با عصاره چغندر



شکل ۴: الگوی پراش پرتو ایکس برای نانوذرات طلا سنتز شده با عصاره چغندر-تری سدیم سیترات

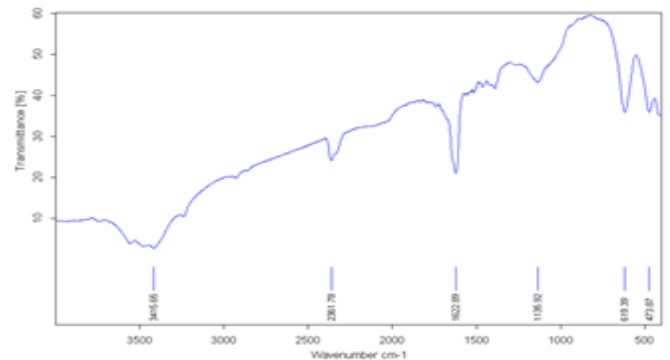


شکل ۲: تصاویر SEM نانوذرات طلا سنتز شده با (الف) عصاره چغندر-سدیم سیترات (ب) عصاره چغندر- پلی وینیل پیرولیدون (ج) عصاره چغندر- کیتوسان در شکل (ب)، اندازه میانگین ذرات کمتر از ۵۰ نانومتر است و ذرات غیر کلوخه‌ای و تک پخش سنتز شده‌اند. شکل (ج)، تایید

۳-۳- بررسی نانوذرات با روش تبدیل فوریه فروسرخ (FT-IR):

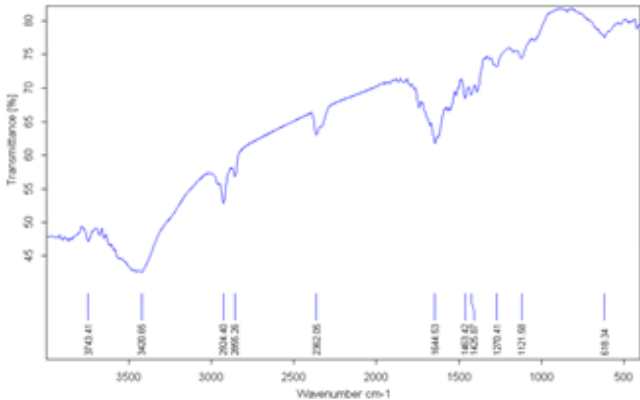
در این بخش، با استفاده از آنالیز FT-IR، به اثبات وجود گروه-های عاملی موجود در نانوذرات تهیه شده پرداخته شده است. برای این منظور نمونه‌های تهیه شده از جمله نانوذرات طلا به صورت پودر در داخل دستگاه طیف سنجی قرار داده شد، و نتایج آنالیزها مشخص شد.

شکل ۵، طیف تبدیل فوریه فروسرخ نانوذرات طلا که به روش میکروویو و با عصاره چغندر سنتز شده را نشان می‌دهد. باندهای جذبی قوی حضور نانوذرات طلا را تایید می‌کند. پیوند کششی C-O در حدود 1000 cm^{-1} ، 2950 cm^{-1} مربوط به کشش پیوند C-H و 3375 cm^{-1} نشان دهنده پیوند هیدروژنی O-H است. همچنین، نوارهای 1650 cm^{-1} و 1460 cm^{-1} به ترتیب ارتعاش کششی متقارن و نامتقارن C=O و نوار پهن 3400 cm^{-1} مربوط به ارتعاش کششی پیوند O-H است.



شکل ۵: طیف فروسرخ (FT-IR) نانوذرات طلا سنتز شده با عصاره چغندر

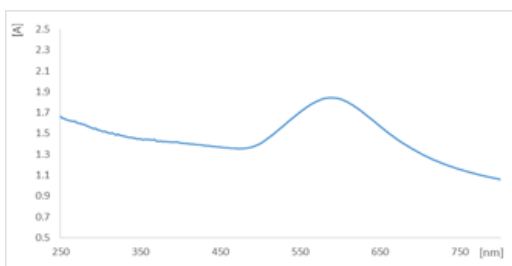
در شکل ۶، طیف تبدیل فوریه فروسرخ نانوحامل‌های حاوی طلا نشان داده شده است. پیوند کششی C-O در 1015 cm^{-1} ، 2930 cm^{-1} مربوط به کشش پیوند C-H و 3355 cm^{-1} نشان دهنده پیوند هیدروژنی O-H است. همچنین، نوارهای 1643 cm^{-1} و 1455 cm^{-1} به ترتیب ارتعاش کششی متقارن و نامتقارن C=O و نوار پهن و قوی 3359 cm^{-1} مربوط به ارتعاش کششی پیوند O-H است.



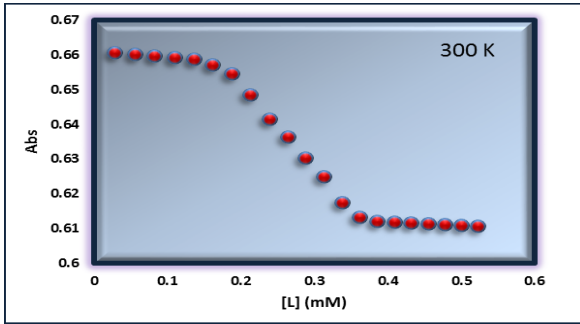
شکل ۶: طیف فروسرخ (FT-IR) نانوذرات طلا سنتز شده با عصاره چغندر-تری سدیم سیترات

۳-۴- بررسی طیف سنجی مرئی-فرابنفش (UV-Vis):

آنالیز طیف سنجی مرئی-فرابنفش بر روی نمونه‌های ساخته شده، به جهت اثبات تحت آنالیز UV-Vis بررسی می‌شود. شکل‌های ۷ و ۸ به ترتیب جذب ماورابنفش-مرئی نانوذرات طلا سنتز شده با عصاره چغندر و عصاره چغندر-تری سدیم سیترات را نشان می‌دهد. با استفاده از عصاره چغندر به تنهایی یک پیک پهن در ناحیه 610 nm مشاهده می‌شود. با استفاده همزمان عصاره چغندر-تری سدیم سیترات یک پهن در ناحیه 580 nm مشاهده می‌شود. تصاویر میکروسکوپ الکترونی عبوری نانوذرات تهیه شده با عصاره چغندر و عصاره چغندر-تری سدیم سیترات به ترتیب در شکل‌های ۹ و ۱۰ آورده شده است. نانوذرات تهیه شده در هر دو نمونه زیر 10 nm می‌باشند، قطر نانوذرات با استفاده از عصاره چغندر بزرگتر ولی نمونه کلوخگی از خود نشان نمی‌دهد در مقابل نانوذرات سنتز شده با عصاره چغندر-تری سدیم سیترات ریزتر و شاهد مقداری کلوخگی نانوذرات با قطر متوسط پنج نانومتر هستیم.

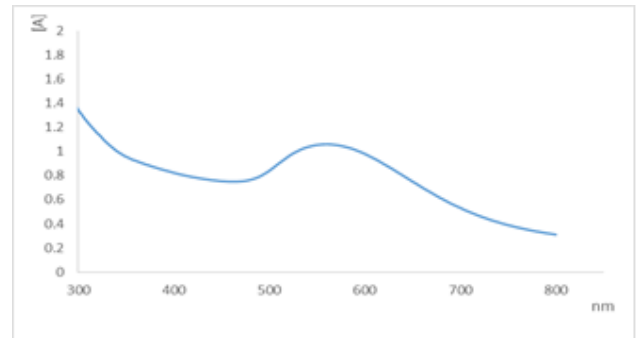


شکل ۷: طیف UV-Vis حاصل از نانوذرات طلا سنتز شده با عصاره چغندر



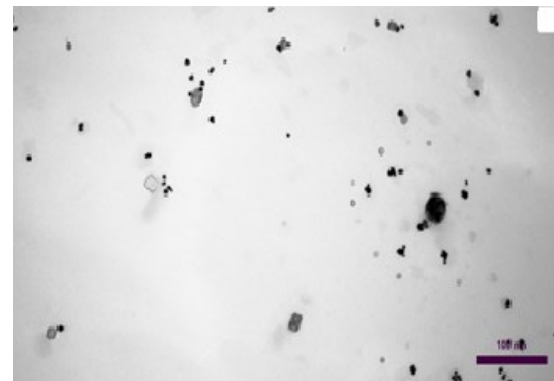
شکل ۱۱: نمودار برهم کنش CT-DNA در حضور نانوذرات طلا در دمای ۳۰۰ کلوین

نمودار برهم کنش CT-DNA در حضور نانوذرات طلا در دمای ۳۰۰ کلوین در شکل ۱۱ آورده شده است.

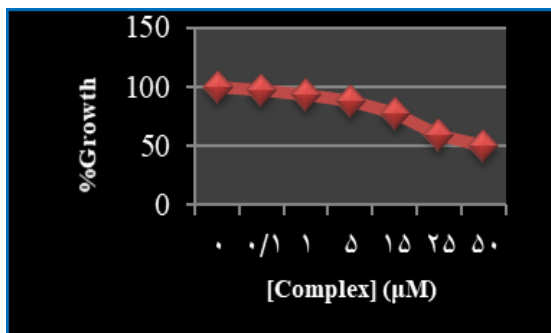


شکل ۸: طیف UV-Vis حاصل از نانوذرات طلا سنتز شده با عصاره چغندر-تری سدیم سیترات

به منظور محاسبه غلظتی از ترکیب که قادر است از رشد ۵۰٪ سلول سرطانی جلوگیری کند (Ic50)، به روش MTT غلظت‌های متفاوتی از نانوذره (۰ تا ۲۵۰ میکرومولار) بر روی رده سلولی سرطان پستان (MCF-7)، در دمای ۳۷ سانتی‌گراد انکوبه شده و تأثیر فعالیت ضدتوموری این نانوذرات بر رشد سلول‌های سرطانی بررسی شد. منحنی حاصله در شکل ۱۲ نشان داده شده است. همانطور که در شکل مشاهده می‌شود، با افزایش غلظت نانوذرات، درصد رشد سلول سرطانی کاهش یافته است. مقدار Ic50 نانوذرات طلا مقدار ۲۴/۱ بدست آمد. پس، این نانوذرات قادرند در غلظت‌های پایین سبب مهار فعالیت و رشد و تکثیر سلول‌های سرطانی شوند.



شکل ۹: تصویر TEM از نانوذرات طلا سنتز شده با عصاره چغندر



شکل ۱۲: مهار رشد و تکثیر سلول‌های سرطان پستان (MCF-7) با نانوذرات طلا متصل به پپتید پس از ۴۸ ساعت انکوباسیون در دمای ۳۱۰ کلوین



شکل ۱۰: تصویر TEM از نانوحامل حاوی طلا سنتز شده با عصاره چغندر-تری سدیم سیترات

۴- نتیجه گیری

در این پژوهش، نانوذرات طلا با روش‌های میکروویو، سونوشیمی و روش سبز سنتز شدند. سپس با استفاده از تکنیک‌های مختلف مانند XRD، SEM، FT-IR، UV-Vis و TEM شناسایی شدند. پیک‌های جذبی UV-Vis نانوذرات، در محدوده ۵۸۵-

- [4] M. R. Jones, K. D. Osberg, R. J Macfarlane, M. R. Langille, C. A. Mirkin, "Templated techniques for the synthesis and assembly of plasmonic nanostructures," *Chemical Reviews*, 111: 3736–3827, 2011.
- [5] J. L. Daniels, T. Crawford, O. Andreev, Y. Reshetnyak, "Synthesis and characterization of pHLIP® coated gold nanoparticles," *Biochemistry and Biophysics Reports*, 10, 62–69, 2017.
- [6] N. Jameel, "Synthesis of gold nanoparticles with novel shape via chemical process and evaluating the structural, morphological and optical properties. International Conference on Technologies and Materials for Renewable Energy," *Environment and Sustainability, energy procedia*, 119, 236-241, 2017.
- [7] K. B. Narayanan, N. Sakthivel, "Green synthesis of biogenic metal nanoparticles by terrestrial and aquatic phototrophic and heterotrophic eukaryotes and biocompatible agents," *Journal of Advances in Colloid and Interface Science*, 169, 59–79, 2011.
- [8] J. Turkevich, P. C Stevenson, J. Hillier, "Preparation of gold colloids (Sodium Citrate reduction method) Discuss," *Faraday Society*, 11, 55-59, 1951.
- [9] C. W. Corti, R. J. Holliday, D. T. Thompson, "Developing new industrial applications for gold: gold nanotechnology," *Gold Bulletin*, 35, 111-117, 2002.
- [10] N. Dorosti, F. Jamshidi, "Alzheimers treatment using gold nanoparticles and Lemon balm," *Journal of Applied Biomedicine*, 14, 235-245, 2016.
- [11] S. P. Dubey, M. Lahtinen, M. sillanpaa, "Tansy fruit mediated greener synthesis of silver and gold nanoparticles," *Process Biochemistry*, 45, 1065-1077, 2010.
- [12] R. Tarnawski, M. Ulbricht, "Amphiphilic gold nanoparticles in the presence of citric acid-based

۵۲۸ نشان‌دهنده سنتز نانوذرات طلا است. نتایج تفسیر طیف‌های XRD حاکی از تشکیل و خلوص فاز بلوری و ساختار مکعبی مراکز وجوه پر برای نانوذرات طلا است. با استفاده از معادله دبی شرر اندازه نانوذرات محاسبه شد. بر اساس آنالیز TEM، ریخت-شناسی نانوذرات به صورت کروی است. مطالعات صورت گرفته با استفاده از طیف‌سنجی UV-Vis در دمای ۳۰۰ کلونین نشان داد که در اثر افزایش نانوذرات طلا به محلول DNA ساختار طبیعی آن بهم خورده یا غیرطبیعی می‌شود. مطالعات سیتوتوکسیسیته نانوذرات طلا به روش MTT بر رده سلولی سرطان پستان (MCF-7)، مقدار I_{c50} نانوذرات طلا را ۲۴/۱ نشان داد پس، این نانوذرات قادرند در غلظتهای پایین سبب مهار فعالیت، رشد و تکثیر سلول‌های سرطانی شوند. با توجه به تفاسیر ذکر شده و ویژگی‌های بی‌نظیر نانوذرات طلا (اندازه کوچک ذرات، سطح تماس بالا نسبت به حجم آن، طبیعت خنثی بودن آن، پایداری، خاصیت پخش‌شوندگی بالا، غیر سمی بودن و سازگار با محیط زیست) می‌توان از نانوذرات طلا به عنوان داروی ضد سرطان استفاده کرد.

مراجع

- [1] B. Karimi, M. Gholinejad, M. Khorasani, "Highly efficient three-component coupling reaction catalyzed by gold nanoparticles supported on periodic mesoporous organosilica with ionic liquid," *Chemical Communication*, 48, 8961-8963, 2012.
- [2] M. Daraei, M.A. Zolfigol, F. Derakhshan-Panah, M. Shiri, H.G. Kruger, M. Mokhleshi. "Synthesis of tetrahydropyridines by one-pot multicomponent reaction using nano-sphere silica sulfuric acid," *Journal of Iranian Chemical Society*, 12, 855-861, 2015.
- [3] F. Paolo, J. Larry, S. Saul, "Nanobiotechnology: the promise and reality of new approaches to molecular recognition. *Trends in biotechnology*," 23(4), 169-173, 2005.

- dendrimers containing periphery hydroxyl groups.”
Journal of Materials chemical physics, 129, 189–194, 2011.
- [13] Q. Shen, Q. Min, J. Shi, L. Jiang, W. Hou, J. Zhu, “Synthesis of stabilizer-free gold nanoparticles by pulse sonoelectrochemical method,” Ultrasonics Sonochemistry, 18(1): 231-237, 2011.
- [14] J. Y. Song, H. Jang, B. Kim, “Biological synthesis of gold nanoparticles using Magnolia kobus and diopyros kaki leaf extracts. Process Biochemistry,” 44(10), 1133–1138, 2009.
- [15] S. Shankar, A. Rai, A. Ahmad, M. Sastry, “Rapid synthesis of Au, Ag and bimetallic Au core-Ag shell nanoparticle using neem (Azadirachta indica) leaf broth,” Colloid Interface Science, 275, 496-502, 2004.
- [16] S. Rajeshkumar, S. Venkat Kumar, C. Malarkodi, M. Vanaja, K. Paulkumar, G. Annadurai, “Optimized Synthesis of Gold Nanoparticles using Green Chemical Process and its Invitro Anticancer Activity Against HepG2 and A549 Cell Lines,” Mechanics, Materials Science & Engineering, 1, 542-548, 2017.
- [17] K. Hedayati, “Synthesis and Characterization of Nickel Zinc Ferrite Nanoparticles,” Journal of Nanostructure, 5, 13-16, 2015.



Green synthesis of gold nanoparticles with beet extract and investigation of its anti-cancer properties

S.haraty Rad¹, Z.Sorinezami*¹, M.GhaffariMoghadam*¹, M.Khaje, A.Keshavarzy², D.Ghanbari³

1-Faculty of science, University of zabol- Zabol-iran

2-Materials and energy research center, Karaj, iran

3-Arak University of Technology, Arak, Iran

Abstract:

In this study, the synthesis of gold nanoparticles and its anti-cancer properties were studied. In order to obtain gold nanoparticles with morphology, appropriate size and stability of microwave, sonochemical and green synthesis methods using H₂AuCl₄, tri sodium citrate, PVP (polyvinylpyrrolidone), chitosan and beet extract were used. Morphology, uniform distribution and the size of nanoparticles synthesized by XRD, SEM, FT-IR, UV-Vis and TEM devices were studied. Nanoparticles are easily introduced in to cancer cells, which is why the nanoparticles synthesized by this method for experiments involving the interaction of gold nanoparticles with DNA of the calf thymus gland DNA (CT-DNA) using UV-Vis spectroscopy technique in trace buffer containing chloride Sodium (10 mM) and pH = 7 at 300 K were studied. The cytotoxicity studies of gold nanoparticles by MTT on the breast cancer cell line (MCF-7) showed I_{c50} of gold nanoparticles of 24.1. Therefore, these nanoparticles are capable of inhibiting the activity, growth and proliferation of cancerous cells at low concentrations .

Keywords: Gold nanoparticles, Green synthesis, Micro-wave, Anti-cancer