بررسی بیوسنتز کوانتوم دات CdS با استفاده ازعصاره متانولی گیاه فیسالیس

عاطفه پیرانزایی[1] ، مهدی دادمهر[2*]، نادعلی بابایان جلودار[3]، نادعلی باقری[4]، سیدمرتضی حسینی[5]

1-دانشجوی کارشناسی ارشد بیوتکنولوژی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
2- استادیار، گروه زیست‌شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
3-استاد، گروه اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
4-استادیار، گروه اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
5-استاد، گروه مهندسی علوم زیستی، دانشکده علوم و فنون نوین تهران

تاریخ دریافت: 1397/6/28 تاریخ پذیرش: 1399/9/22

*نویسنده مسئول: mdadmehr@pnu.ac.ir

چکیده

از کوانتوم‌دات‌ها به‌عنوان پروب‌های فلورسنت برای اهداف زیست‌شناسی سلولی، انتقال DNA، تصویربرداری زیستی و درمان سرطان استفاده می‌شود. روش‌های زیستی سنتز نانوذرات از روش‌های شیمیایی مؤثرترند و با محیط زیست سازگاری بیشتری دارند. در این تحقیق، تولید کوانتوم‌دات‌ها با استفاده از عصاره متانولی برگ گیاه فیسالیس انجام شده است. نتایج به‌دست‌آمده از طیف‌سنجی UV-Vis، TEM، FT-IR، فلورفتومتری، تولید زیستی کوانتوم‌دات‌ها را با استفاده از فیسالیس تأیید کرده است. تغییر رنگ واکنش به نارنجی در عصاره متانولی نشانه‌ای از سنتز کوانتوم‌دات‌های CdS در محلول واکنش بود. حداکثر پیک جذب نانوذرات توسط UV-Vis در محدوده 600 نانومتر مشاهده شد. نتایج طیف نشری ثبت‌شده از سنتز سبز کادمیوم سولفید در شرایط pH مختلف نشان داد، سنتز کوانتوم‌دات‌های واجد باندهای نشری در طول موج‌های 475 و 675 نانومتر به‌وسیله فیسالیس انجام شده است. این مسئله نشان می‌دهد، کوانتوم‌دات‌ها با اندازه‌های مختلف تولید می‌شوند. نانوذرات تولیدشده شکلی کروی و اندازه 10-2 نانومتری داشتند. براساس آنالیز FT-IR، عامل احتمالی احیاء یون‌های CdS و تبدیل آن به کوانتوم‌دات‌ها، فنول‌ها و گروه‌های عاملی مختلف موجود در فیسالیس هستند.

کلید واژگان: کوانتوم‌دات، فیسالیس، تولید زیستی، عصاره متانولی

[Downloaded from biot.modares.ac.ir on 2024-10-12]

[DOR: 20.1001.1.23222115.1399.12.1.2.4]

مقدمه

استفاده از نانوذرات به‌دلیل کاربردهای بسیاری که دارند، درحال افزایش است. نانوذرات فلزی و کوانتوم‌دات‌ها در زمینه بیولوژی، بیوتکنولوژی و زیست‌پزشکی کاربردهایی مثل انتقال ژن، دارورسانی و درمان تومورهای هیپرترمی دارند (۱،2). نانوذرات سنتزشده با استفاده از مواد بیولوژیکی مزیت‌هایی دارند که روش‌های دیگر ندارند مزیت‌هایی مثل قابلیت کنترل اندازه ذرات، ثبات داخل بدن، غیرسمی‌بودن، سازگاری با محیط، بی‌خطربودن و ایجاد نانوذرات با کیفیت بالا (3). مزایای سنتز نانوذرات با استفاده از گیاهان، نسبت به میکروارگانیسم‌ها، به‌دلیل تنوع گسترده‌ای از مولکول‌های زیستی که می‌توانند میزان احیا و تثبیت نانوذرات را افزایش دهند، هزینه پایین کشت، تولید در کوتاه‌ترین زمان، بی‌خطری و حجم بالای تولید، از سیستم‌های بیولوژیکی دیگر بیشتر است (4). پروتئین‌ها، اسیدهای آمینه، اسیدهای آلی، ویتامین‌ها، متابولیت‌های ثانویه (فلاونوئیدها، آلکالوئیدها، پلی‌ترپنوئیدها، ترکیبات هتروسیکلیک) و پلی‌ساکاریدها در احیای نمک فلزی و پوشش و تثبیت نانوذرات سنتزشده نقش مهمی بازی می‌کنند (5). نانوذرات بیوسنتزی اغلب خواص محلول در آب و زیست سازگار دارند (6). از فواید دیگر سنتز سبز نانوذرات، استفاده‌نکردن از فشار بالا، انرژی، دما و مواد شیمیایی سمی است (7). کوانتوم‌دات‌ها، نانوکریستال‌های نیمه‌هادی با قطر 2 تا 10 نانومتر هستند که بعد از تحریک‌شدن با اشعه‌هایی همچون ماورای بنفش، در محدوده رؤیت‌پذیر از خود نور ساطع می‌کنند و معمولاً از 200 تا 10000 اتم تشکیل شده‌اند. نقاط کوانتومی به‌دلیل اندازه کوچک‌شان قابلیت تطبیق‌پذیری بسیاری دارند؛ یعنی با تغییر ساختار آن می‌توان خواص آن را مطابق با نیاز خود تنظیم کرد. اولین‌بار، اکیموف و اونیشچنکو در سال 1982 درباره نقاط کوانتومی گزارش دادند (8). کوانتوم‌دات‌ها به‌وسیله اپیتکسی پرتو مولکولی، ترکیبات آلی فلزی اپیتکسی فاز بخار، پرتوی الکترونی لیتوگرافی، افزایش غیرقطبی و غیره سنتز می‌شوند (۹،10). این روش‌ها که با صرف هزینه و انرژی بالایی انجام می‌شود از ترکیبات سمی، مانند بورهیدرید سدیم، تتراکیس (هیدروکسی‌متیل) فسفونیوم کلرید، پلی‌ان‌وینیل پیرولیدون، هیدروکسیل‌آمین هستند (11،12). بنابراین، سنتز کوانتوم‌دات‌ها روش شیمیایی پیچیده و دشوار و سنتز بیولوژیکی کوانتوم‌دات‌ها روشی جایگزین برای تولید نانوذرات کوانتومی با عملکرد و کیفیت بالا است. ترکیبات کوانتوم‌دات‌ها مانند کادمیم یا سلنید برای بسیاری از سلول ها سمی هستند، هنگامی‌که پوسته آبدوست نقاط کوانتومی پایدار نیست، اکسیداسیون باعث می‌شود یون‌های فلزات سنگین از هسته شسته شوند. سمی‌بودن کوانتوم‌ها به عوامل مختلفی چون اندازه، بار سطحی و مواد پوشاننده سطح، دوز کوانتوم‌دات‌ها و مدت‌زمان قرارگرفتن در معرض آن بستگی دارد. بنابراین، در سنتز بیولوژیکی، نانوذرات با پروتئین یا پپتیدها پوشش داده می‌شوند و باعث بهبود توانایی زیستی و عملکردی و تولید باندهای آزاد آبگریز زیادی می‌شوند (13،14). سنتز بیولوژیکی، روشی برای تولید بیشتر کوانتوم‌دات‌ها است، زیرا سلول‌ها ظرفیت انباشتن ذرات با لیگاندهای آلی را دارند و سطح بالایی از قابلیت فتوشیمیایی با تحریک طولانی‌مدت را نشان می‌دهند. گیاهان به‌دلیل داشتن فیتوکلاتین می‌توانند کوانتوم‌دات‌ها را سنتز کنند (15). گیاهان عالی دو نوع پپتید غنی از سیستئین متصل‌شونده به فلزات را دارند؛

[Downloaded from biot.modares.ac.ir on 2024-10-12]

[DOR: 20.1001.1.23222115.1399.12.1.2.4]

متالوتیونین ها (MT) و فیتوکلاتین‌ها (16). مقادیر زیاد فلزات و یون‌های دیگر فلزات سنگین غیرضروری مثل کادمیوم، سرب و جیوه برای سلول‌ها بسیار سمی هستند (17). ازاین‌رو، ارگانیسم‌های عالی در پاسخ به حضور فلزات سنگین، پپتیدهای غنی از سیستئین مانند گلوتاتیون، فیتوکلاتین و متالوتیونین را تولید می‌کنند. این پپتیدها به یون‌های فلزی نظیر کادمیوم، جیوه، سرب و مس متصل می‌شوند و آنها را از نظر زیستی به فرم غیرفعال تبدیل می‌کنند (18). پروتئین‌های متصل‌شونده به فلز (فیتوکلاتین) نقش مهمی در پایداری ساختمان، سیگنالینگ، انتقال، پاسخ ایمنی، کنترل متابولیسم و هموستازی فلزات بازی می‌کنند. پپتیدها و قطعات پروتئینی با اندازه‌های مختلف، در زنجیره‌های جانبی خود چندین گروه عملکردی دارند که برای اتصال به فلز مناسب هستند (19). چنانچه گیاهان بررسی‌شده این ترکیبات را داشته باشند، صرف‌نظر از نوع و جنس گیاه قادرند یون‌های فلزی را تثبیت و احیای و کوانتوم دات با ابعاد و خصوصیات متفاوت را تولید کنند. فیسالیس با نام علمی Physalis peruviana از خانواده سولاناسه (Solanaceae) (20) و در درمان سرطان، هپاتیت، آسم، مالاریا و درماتیت مؤثر است (21)، این گیاه به‌دلیل داشتن آنتی‌اکسیدان‌های پلی‌فنول، اسیدهای چرب غیراشباع، ویتامین‌ها (A، B، C، E و K_1)، فیتواسترول، آلکالوئیدها، فلاونوئیدها، کاروتنوئیدها، پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌ها و موادمعدنی خاصیت دارویی دارد و از ارزش غذایی بالایی برخوردار است. عصاره برگ‌های فیسالیس به‌دلیل ترکیبات فعال (ویتانولیدها، فنل‌ها و ...) فعالیت بیولوژیکی چون خاصیت ضدقارچ، آنتی‌اکسیدان، ضد تومور و ضد التهاب دارد (22). در این مقاله عصاره متانولی برگ گیاه فیسالیس برای تولید کوانتوم دات‌های کادمیوم سولفید بررسی شده است.

مواد و روش‌ها

تهیه عصاره متانولی برگ فیسالیس

برای تهیه عصاره متانولی 10گرم از برگ‌های پودرشده به100 میلی‌لیتر متانول 98 درصد در داخل ارلن مایر 500 میلی‌لیتری اضافه و به‌مدت 48 ساعت در تاریکی نگهداری شد. هر 16 ساعت محتویات ارلن به‌مدت 20 دقیقه به هم زده و سپس با کاغذ صافی واتمن فیلتر شد. محلول حاصل با سرعت 2000rpm برای 20 دقیقه سانتریفیوژ و بعد از تنظیم pH با استفاده از فیلتر 0/2 میکرون و تحت شرایط استریل هود لامینار برای حذف آلودگی‌های احتمالی فیلتر شد.

مراحل سنتز زیستی کوانتوم دات

پیش‌سازهای سنتز کوانتوم‌دات شامل نمک‌های $CdSo_4$ و Na_2S از شرکت مرک با خلوص 98 و 95 درصد تهیه شدند. استوک نمک‌های استفاده‌شده با اضافه‌کردن مقدار 10سی‌سی نمک 0/025 مولار $CdSo_4$ و 5 سی-سی نمک 0/5 مولار Na_2S تهیه شدند (حلال آب). در ادامه برای سنتز زیستی کوانتوم‌دات‌ها مقدار 30 سی‌سی عصاره تخلیص‌شده به ارلن 100 سی‌سی استریل اضافه و روی دستگاه استیرر با دور 250rpm قرار داده شد. در مرحله بعد مقدار 2 سی‌سی نمک 0/025 مولار $CdSo_4$ از پیش تهیه‌شده با سرنگ استریل به عصاره قطره‌ای اضافه شد. سپس مخلوط واکنش به مدت 3 روز روی دستگاه استیرر با دور 250rpm در شرایط تاریکی قرار داده شد. بعد از گذشت مدت زمان 3 روز مقدار 500 ماکرولیتر نمک 0/5 مولار Na_2S با سرنگ استریل به حجم واکنش قطره‌ای اضافه شد. در این مرحله رنگ واکنش در عصاره متانولی به رنگ پرتقالی تمایل پیدا کرد. مخلوط واکنش به‌دست‌آمده (نمک‌ها +

[Downloaded from biot.modares.ac.ir on 2024-10-12]

[DOR: 20.1001.1.23222115.1399.12.1.2.4]

عصاره) مدت 4 روز روی دستگاه استیرر با دور rpm-250 در شرایط تاریکی قرار داده شد. بعد از گذشت 4 روز برای تجزیه و تحلیل فیزیکی نانوذرات محلول واکنش در 5000rpm به مدت 10 دقیقه سانتریفیوژ و از فاز رویی برای آزمایش‌های موردنظر استفاده شد. همچنین، در این مرحله محلول عصاره بدون اضافه‌کردن نمک به‌عنوان نمونه کنترل درنظر گرفته شد.

مشخصه‌یابی و تعیین ویژگی‌های کوانتوم دات‌های تولیدشده

برای تعیین ویژگی‌ها و اطمینان از تولید و کیفیت کوانتوم‌دات‌های تولیدشده با استفاده از عصاره گیاه و ریشه‌های مویین گیاه فیسالیس از دستگاه طیف‌سنج فرابنفش مرئی، میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM)، فلورفتومتری و FT-IR استفاده شده است.

بررسی کوانتوم‌دات‌ها با استفاده از طیف‌سنج فرابنفش مرئی (UV-Vis) و اسپکتروفلوریمتری

برای بررسی احیای یون‌های کادمیوم سولفید و تأیید ساخت و میزان نشر کوانتوم‌دات‌ها حدود 500 ماکرولیتر از نمونه‌ها برداشته و با 1میلی‌لیتر آب مقطر استریل مخلوط شد. سپس، مخلوط حاصل داخل سل قرار داده و جذب آن با دستگاه طیف‌سنج فرابنفش مرئی مدل Specord 250 spectrophotometer(AnalytikJena, Germany) و نشر آن به‌وسیله اسپکتروفلوریمتر Perkin ElmerLS-45 fluorescencespectrometer در طول موج‌های 700-200 نانومتر خوانده شد.

تعیین شکل، توزیع و اندازه ذرات

به‌منظور آنالیز نمونه‌ها برای تعیین شکل و اندازه ذرات از میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM) مدل Zeiss, EM10C 80 KV, Germany استفاده شد. در این مرحله یک قطره از محلول کوانتوم‌دات تولیدشده روی گریدهای کربنی پوشیده‌شده با مس قرار داده و پس از خشک‌شدن اندازه ذرات با استفاده از TEM آنالیز شد.

آنالیز FT-IR یا تبدیل فوریه مادون قرمز نانوذرات تولیدشده

آنالیز FT-IR با دستگاه FTIR perkin elmer Spectrum Two به‌منظور شناسایی گروه‌های عاملی و بیومولکول‌های احتمالی مسئول احیاء و عامل‌های پوشاننده کوانتوم‌دات-های تولیدشده انجام شد.

یافته‌ها

ارزیابی خصوصیات جذبی کوانتوم‌دات‌های سنتزشده به‌وسیله اسپکتروفتومتری UV-Vis

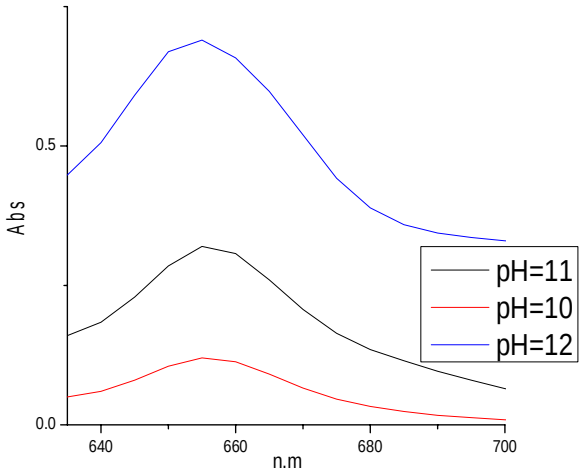
در مرحله مربوط به سنتز کوانتوم‌دات‌ها بعد از اضافه‌کردن مخلوط نمک‌ها به عصاره گیاهی به‌دست‌آمده طبق پروتکل استفاده‌شده، در محلول واکنش تغییر رنگ واضحی رخ داد که در شکل 1 مشاهده می‌شود. این تغییر رنگ بر احیای اولیه نمک‌های پیش‌ساز کوانتوم دات دلالت می‌کند. به‌منظور بهینه‌کردن شرایط انجام واکنش، فرایند تشکیل کوانتوم‌دات‌ها در سه pH مختلف انجام و بررسی شد.

شکل1 تغییر رنگ عصاره متانولی گیاه فیسالیس حاصل از سنتز زیستی کادمیوم سولفید

[Downloaded from biot.modares.ac.ir on 2024-10-12]

[DOR: 20.1001.1.23222115.1399.12.1.2.4]

در ادامه، انکوباسیون به مدت 4 روز انجام شد تا حداکثر احیای یون‌های حاصل از نمک‌های اضافه‌شده در محلول واکنش انجام شود. برای اطمینان از تولید کوانتوم‌دات‌ها، پیک جذبی کوانتوم دات‌ها با استفاده از طیف‌سنج فرابنفش مرئی (UV-Vis) در طول موج‌های 700-200 نانومتر اندازه‌گیری شد (شکل 2). باند جذبی 600 نانومتر، حضور کوانتوم دات‌های کادمیوم سولفید در واکنش را اثبات می‌کند و پیک تشکیل‌شده در این محدوده، احیاء یون‌های کادمیوم سولفید و درنتیجه تولید کوانتوم‌دات‌ها را نشان می‌دهد. جذب عصاره متانولی برگ در سه pH بررسی شد که بیشترین پیک جذبی نیز در عصاره دارای pH=12 مشاهده شد. این امر حضور نانوذرات بزرگ‌تر در نمونه را نشان می‌دهد.



شکل 2 طیف‌های UV-Vis کوانتوم دات (کادمیوم سولفید)

ارزیابی خصوصیات نشر فلورسانس نمونه‌های سنتزشده

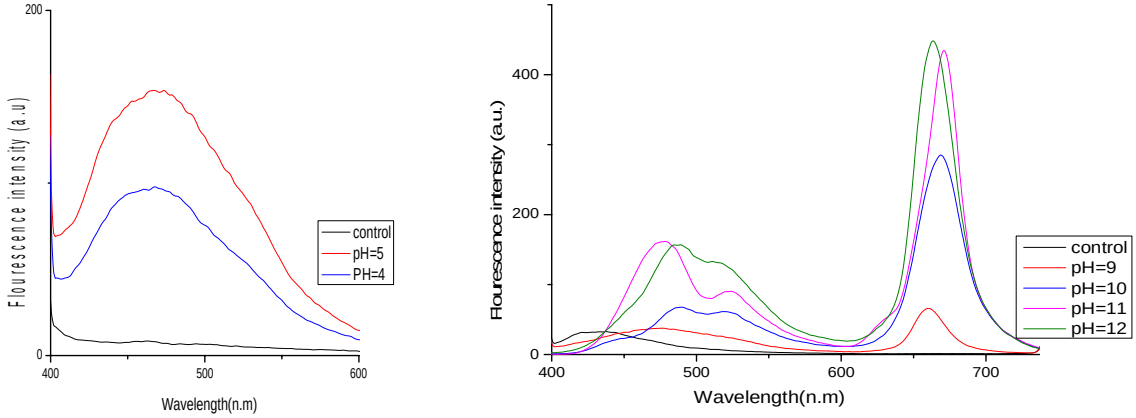
برای تعیین نوع فلورسانس تابشی کوانتوم‌دات‌های سنتزشده و میزان نشر آنها، نمونه‌ها ابتدا زیر نور ماورای بنفش بررسی و آنالیز شدند. همان‌طور که در شکل 3 می‌بینیم، در سمت راست نمونه کنترل است. نمونه‌های وسط و سمت چپ، نشر فلورسانس کوانتوم‌دات‌های سنتزشده را به‌ترتیب با pH های 12 و 10 نشان می‌دهد. میزان نشر در نمونه سنتزشده در pH = 12 به میزان زیادی بیشتر است که کارایی بالاتر روش سنتز در این pH را نشان می‌دهد.

شکل3 **نشر نمونه‌های سنتزشده (کنترل + انواع کوانتوم‌دات‌ها)**

[Downloaded from biot.modares.ac.ir on 2024-10-12]

[DOR: 20.1001.1.23222115.1399.12.1.2.4]

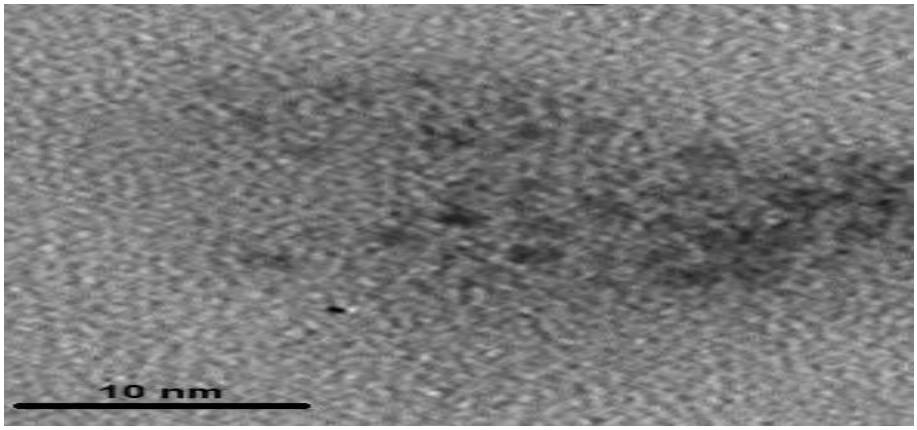
نتایج به‌دست‌آمده از نشر فلورسانس سنتز زیستی کادمیوم سولفید در pHهای اسیدی و بازی با استفاده از عصاره متانولی برگ فیسالیس نشان داد، دو نوع کوانتوم‌دات در pHهای اسیدی و بازی تشکیل شده‌اند که در pHهای بازی میزان نشر در 675 نانومتر و دارای فلورسنس قرمز و اندازه نانوذرات 6 نانومتر است. درحالی‌که در pH اسیدی حداکثر میزان نشر در 475 نانومتر و دارای فلورسنس آبی و قطر نانوذرات 2 نانومتر است (شکل 4). بنابراین، با افزایش pH در سنتز عصاره متانولی برگ، اندازه نانوذرات افزایش می‌یابد.



شکل4 سنتز زیستی کادمیوم سولفید در pH های اسیدی و بازی با استفاده از عصاره متانولی برگ فیسالیس

آنالیز میکروسکوپی TEM کوانتوم‌دات‌های سنتزشده

برای تعیین شکل ظاهری و اندازه کوانتوم‌دات‌های سنتزشده آنالیز میکروسکوپ الکترونی انجام شد. تصاویر به‌دست‌آمده از میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM) نشان داد، کوانتوم‌دات‌های تولیدشده شکل کروی و قطر حدود 10- 2 نانومتر دارند و پراکنده هستند (شکل 5).



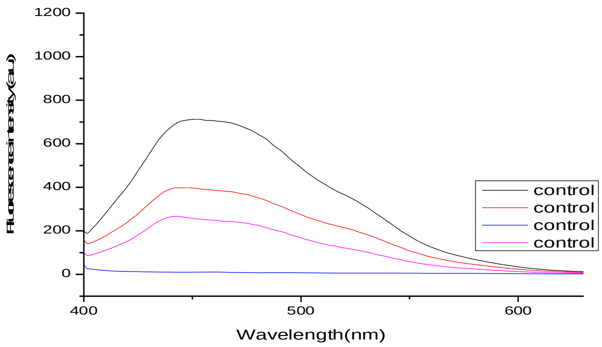
شکل5 تصویر میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM)، از کوانتوم‌دات‌های کادمیوم سولفید سنتزشده

بررسی پایداری نشر فلورسانس

برای تعیین پایداری طیف نشری، محلول حاوی کوانتوم دات‌های سنتزشده در شرایط اسیدی و در طول موج 480 نانومتر بررسی شد. نتایج حاصل از پایداری شدت نشر با استفاده از عصاره متانولی گیاه فیسالیس نشان داد، نشر نمونه‌های کنترل، با گذشت زمان و در یک‌ماه به‌ترتیب کاهش یافته است (شکل 6).

[Downloaded from biot.modares.ac.ir on 2024-10-12]

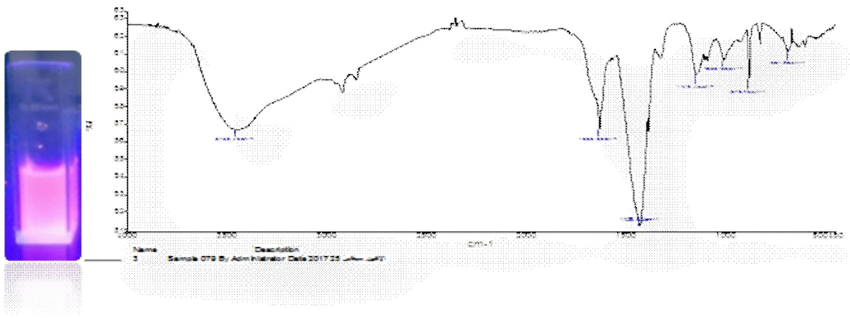
[DOR: 20.1001.1.23222115.1399.12.1.2.4]



شکل 6 کاهش نشرعصاره (کنترل)

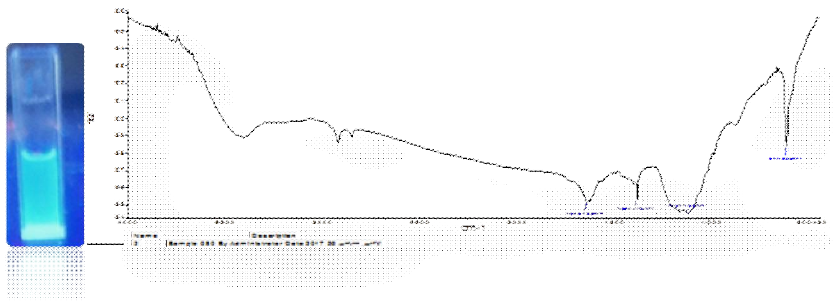
آنالیز FTIR کوانتوم‌دات‌های سنتزشده

آنالیز طیف FT-IR کوانتوم‌دات تولیدشده با عصاره بـازی متانولی فیسالیس پیک‌هایی در محدوده cm^{-1} 3450، 1630، 879، 681 ،1428، 1142، 1006 را نشان مـی‌دهـد. ایـن پیک‌ها حضور گروه‌های عاملی فنل‌ها، استرها، آمیـن‌هـا، حلقه‌های آروماتیک، هیدروکربن‌ها، آمیـدها، آلکیـل‌هـا در سطح کوانتوم‌دات‌ها را نشان می‌دهد (شکل 7). این نتـایج نشان می‌دهد گروه‌های عاملی مختلف در سنتز بیولوژیکی دخالت داشته‌اند.



شکل 7 طیف FT-IR کوانتوم‌دات تولیدشده از عصاره متانولی در pH بازی فیسالیس

طیـف FT-IR کوانتـوم‌دات تولیـدشـده در عصـاره اسیدی متانولی فیسالیس پیک‌هایی را در محـدوده 1645، 1384، 1132، 617 نشان می‌دهد. ایـن پیـک‌هـا حضـور گروه‌های عاملی موردنظر ازجمله آمیدها، هیدروکربن‌ها، آلکیل‌ها، آلکن‌ها را در تولید کوانتوم‌دات‌ها نشان می‌دهنـد (شکل 8).



شکل 8 : طیف FT-IR کوانتوم‌دات تولیدشده از عصاره متانولی در pH اسیدی فیسالیس

[Downloaded from biot.modares.ac.ir on 2024-10-12]

[DOR: 20.1001.1.23222115.1399.12.1.2.4]

بحث

کوانتوم‌دات‌ها نانوکریستال‌هایی با خواص الکتریکی و نوری منحصربه‌فرد هستند. کوانتوم‌دات‌ها معمولاً با استفاده از روش‌های شیمیایی همچون هسته کریستال در حلال‌های آبی یا آلی تولید می‌شوند. در این روش تولید نانوبلورهای هم‌اندازه هنگام جلوگیری از بی‌ثباتی و تجمع ذرات دشوار است. بنابراین، برای تولید کوانتوم‌دات‌های با کیفیت بالا، ارزان، قابل بازیابی و با مقدار زیاد به تکنیک‌های بهبودیافته نیاز هست. راه‌حل بالقوه برای برطرف‌کردن این مشکلات تولید بیولوژیکی کوانتوم‌دات-ها است (23). در این مقاله سنتز و میزان جذب، نشر، خواص نوری، اندازه و شکل کوانتوم‌دات‌های کادمیوم سولفید تولیدشده و پایداری آنها را در عصاره متانولی فیسالیس بررسی کردیم. تغییر رنگ واکنش (شکل 1)، طیف های جذبی (شکل 2)، خواص نوری (شکل 3)، طیف های نشر (شکل 4) TEM (شکل 5)، نشان‌دهنده تشکیل کوانتوم‌دات‌ها، خصوصیات و اندازه کوانتوم دات‌های سنتز شده بوسیله گیاه فیسالیس بودند. تغییر رنگ واکنش به نارنجی در عصاره متانولی گیاه فیسالیس نشانه‌ای از سنتز کوانتوم‌دات‌های کادمیوم سولفید در محلول واکنش بود (شکل 1). برویا و همکاران (2014) نیز به نتایج مشابهی در تحقیقی دیگر دست پیدا کردند. آنها تغییر رنگ واکنش به زرد در عصاره آبی تولید نانوکریستال‌های کادمیوم سولفید لومینسانسی پایدار با پیک‌های جذبی در362، 398 و 464 نانومتر، پیک‌های نشری در 425، 462، 500 نانومتر، اندازه نانوذرات با قطر3/8 نانومتر، با فلورسانس آبی و شکل کروی و پایداری شدت نشر را تا 3 ماه پس از سنتز در ریشه مویین گیاه *Linaria maroccana L* گزارش کردند (24). در مطالعه دیگری برویا و همکاران (2015) اولین سنتز کوانتوم‌دات خارج سلولی را با کشت سوسپانسیون سلولی با استفاده از گیاه *N. tabacum* با موفقیت انجام دادند. آنها می‌گویند، نانوذرات کادمیوم سولفید، حداکثر جذب و نشر را در طول موج 292 و 381 نانومتر دارند. این مسئله، حضور نانوذرات کوچک در نمونه، آنالیز HRTEM کوانتوم‌دات‌هایی با شکل کروی و اندازه نانوذرات با قطر 3 تا 7 نانومتر را نشان می‌داد (25). مطالعات قبلی نشان دادند، رنگ فلورسانس نانوکریستال‌ها در طول سنتز کنترل می‌شود، زیرا به ترکیب شیمیایی، خواص سطح و اندازه آن بستگی دارد. به‌طورکلی، رنگ فلورسانس کوانتوم‌دات‌ها از قرمز به آبی تغییر می‌کند (26). کوانتوم‌دات‌ها در عصاره متانولی برگ تا مدت‌ها بعد از سنتز پایدار بودند. رنگ فلورسانس کوانتوم‌دات‌ها در عصاره متانولی برگ به رنگ قرمز، زرد و سبز- آبی تشکیل شدند. مقدار pH محیط واکنش نقش مهمی در شکل‌گیری نانوذرات بازی می‌کنند (27). نتایج حاصل از این پژوهش نیز نشان داد، در سنتز زیستی کادمیوم سولفید در pHهای مختلف با استفاده از عصاره متانولی برگ کوانتوم‌دات‌های مختلفی با تغییرpH تشکیل شدند. ساتیشکمار و همکاران (2010) می‌گویند، مقدار pH عصاره گیاه در شکل‌گیری نانوذرات نقش مهمی بازی می‌کند. تغییر در pH طبیعی مواد شیمیایی موجود در عصاره گیاهی، روی اتصال و احیای کاتیون‌ها و آنیون‌ها فلزی در طی سنتز اثرگذار هستند. این مسئله می‌تواند شکل، اندازه و عملکرد نانوذرات را تحت تأثیر قرار دهد (28). مطالعات نشان می‌دهد، تغییر pH محیط واکنش سبب تنوع در تولید، شکل و اندازه نانوذرات سنتزشده می‌شود. هنگامی‌که از عصاره پوست درخت دارچین برای سنتز پالادیوم (PD) استفاده شد با افزایش pH اندازه ذرات افزایش یافت. pH کمتر از 5 به تولید نانوذرات 15 تا 20 نانومتر انجامید و در pH بیشتر از 5 اندازه ذرات در محدوده 20 تا 25 نانومتر بود (29). آنالیز FTIR برای شناسایی بیومولکول‌های احتمالی مسئول احیا و عامل پوشاننده کوانتوم دات‌های تولیدشده با فیسالیس انجام شد. همچنین، براساس تحقیق برویا و همکاران (2014)

[Downloaded from biot.modares.ac.ir on 2024-10-12]

[DOR: 20.1001.1.23222115.1399.12.1.2.4]

ریشه مویین گیاه *Linaria maroccana* L می‌تواند مقدار زیادی از ترکیبات آلکالوئید، فلاونوئید، آسکوربیک اسید، ترکیبات پکتین، D, L-peganin ، glycosides را جمع کند. احتمالاً این ترکیبات در شکل‌گیری پایدار نانوذرات نیمه‌رسانا کادمیوم سولفید نقش دارند (24). بنابراین، با توجه به پیک‌های مشاهده‌شده در این مطالعه می‌توان نتیجه گرفت، گروه‌های احتمالی در تولید کوانتوم‌دات‌ها ترکیباتی از قبیل پروتئین‌ها، فنول‌ها و ترکیبات موجود دیگر در فیسالیس هستند. در مطالعه خاتمی و همکاران (2016) پیک‌های جذبی در موقعیت 3437، 1631، و 570 حضور فنول‌ها، پروتئین‌ها و ارتعاشات کششی حلقه‌های آروماتیک را نشان می‌دهند و این ترکیبات مسئول تولید نانوذرات طلا با استفاده از گیاه شبدر ایرانی هستند (30).

نتیجه‌گیری

براساس نتایج این تحقیق، تولید کوانتوم‌دات‌ها با استفاده از فیسالیس به روش زیستی انجام‌پذیر است. آنالیزهای مشخصه‌یابی و تعیین ویژگی‌های نانوذرات نیز تولید کوانتوم‌دات‌ها را در فیسالیس نشان می‌دهد. نتایج به‌دست‌آمده ازTEM شکل و اندازه کوانتوم‌دات‌ها را به وضوح نشان می‌دهد. براساس این نتایج، شکل کوانتوم‌دات‌ها کروی و اندازه‌شان10 - 2 نانومتری است و به‌دلیل حضور ترکیبات فیتوشیمیایی از پایداری مناسبی برخوردار هستند. کوانتوم‌دات‌ها در زمینه‌هایی مانند تصویربرداری پزشکی، تشخیص و درمان سرطان به‌دلیل تنوع رنگی بالای کوانتوم‌دات‌ها و امکان کنترل تابش در فرکانس‌های مطلوب کاربرد بسیاری دارد.

منابع

1. Mohanpuria, P., Rana, N. K., & Yadav, S. K. (2008). Biosynthesis of nanoparticles: technological concepts and future applications. Journal of Nanoparticle Research, 10(3), 507-517.

2. Burlaka, O.M., Pirko, Ya.V., Yemets, A.I., and Blume, Ya. B(2012) «Green» Synthesis of Metal Nanoparticles: Capacity of Biological Systems and Prospects for Development. Nanostructure Material Science, 4, 89—103

3. Blume, Y. B., Pirko, Y. V., Burlaka, O. M., Borova, M. M., Danylenko, I. A., Smertenko, P. S., & Yemets, A. I.(2015) «Green» Synthesis of Noble Metal Nanoparticles and CdS Semiconductor Nanocrystals Using Biological Materials.

4. Njagi, E. C., Huang, H., Stafford, L., Genuino, H., Galindo, H. M., Collins, J. B., ... & Suib, S. L. (2010). Biosynthesis of iron and silver nanoparticles at room temperature using aqueous sorghum bran extracts. Langmuir, 27(1), 264-271.

5. Duan, H. et al. (2015) Greenchemistryfornanoparticlesynthesis. Chem. Soc.Rev. 44, 5778–5792

6. Krumov, N., Perner-Nochta, I., Oder, S., Gotcheva, V., Angelov, A., & Posten, C. (2009). Production of inorganic nanoparticles by microorganisms. *Chemical engineering & technology*, *32*(7), 1026-1035

7. Nabikhan, A., Kandasamy, K., Raj, A., & Alikunhi, N. M. (2010). Synthesis of antimicrobial silver nanoparticles by callus and leaf extracts from saltmarsh plant, Sesuvium portulacastrum L. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 79(2), 488-493.

8. Ekimov, A. I., & Onushchenko, A. A. (1982). Quantum size effect in the optical-spectra of semiconductor micro-crystals. Soviet Physics Semiconductors-Ussr, 16(7), 775-778.

9. Nirmal, M., Dabbousi, B. O., Bawendi, M. G., Macklin, J. J., Trautman, J. K., Harris, T. D., & Brus, L. E. (1996). Fluorescence intermittency in single cadmium selenide nanocrystals. Nature, 383(6603), 802-804.

10. Gaponik, N., Talapin, D. V., Rogach, A. L., Hoppe, K., Shevchenko, E. V., Kornowski, A., ... & Weller, H. (2002). Thiol-capping of CdTe nanocrystals: an alternative to organometallic synthetic routes. The Journal of Physical Chemistry B, 106(29), 7177-7185.

11. Singh, S., Bozhilov, K., Mulchandani, A., Myung, N., & Chen, W. (2010). Biologically programmed synthesis of core-shell CdSe/ZnS nanocrystals. Chemical Communications, 46(9), 1473-1475.

12. Iravani, S. (2011). Green synthesis of metal nanoparticles using plants. Green Chemistry, 13(10), 2638-2650.

[Downloaded from biot.modares.ac.ir on 2024-10-12]

[DOR: 20.1001.1.23222115.1399.12.1.2.4]

13. Lovrić, J., Bazzi, H. S., Cuie, Y., Fortin, G. R., Winnik, F. M., & Maysinger, D. (2005). Differences in subcellular distribution and toxicity of green and red emitting CdTe quantum dots. *Journal of Molecular Medicine*, *83*(5), 377-385.

14. Hoshino, A., Hanaki, K. I., Suzuki, K., & Yamamoto, K. (2004). Applications of T-lymphoma labeled with fluorescent quantum dots to cell tracing markers in mouse body. *Biochemical and biophysical research communications*, *314*(1), 46-53.

15. Al-Shalabi, Z., Stevens-Kalceff, M. A., & Doran, P. M. (2014). Application of Solanum lycopersicum (tomato) hairy roots for production of passivated CdS nanocrystals with quantum dot properties. *Biochemical engineering journal*, *84*, 36-44.

16. Prasad M. N. V. and Strzalka K. (1999), Impact of heavy metals on photosynthesis. In: Heavy Metal Stress in Plants (Prasad M. N. V. and Hagemeyer J., eds.). Springer Publ., Berlin, pp. 117-138

17. Cobbett, C., & Goldsbrough, P. (2002). Phytochelatins and metallothioneins: roles in heavy metal detoxification and homeostasis. Annual review of plant biology, 53(1), 159-182

18. Mehra, R. K., & Winge, D. R. (1991). Metal ion resistance in fungi: molecular mechanisms and their regulated expression. Journal of cellular biochemistry, 45(1), 30-40.

19. Lin, H. H., Han, L. Y., Zhang, H. L., Zheng, C. J., Xie, B., Cao, Z. W., & Chen, Y. Z. (2006). Prediction of the functional class of metal-binding proteins from sequence derived physicochemical properties by support vector machine approach. BMC bioinformatics, 7(Suppl 5), S13.

20. Cedeño López, M. M., & Montenegro Ceballos, D. M. (2004). *Plan exportador, logístico y de comercialización de uchuva al mercado de Estados Unidos para FRUTEX¨ PO SCI ltda*(Bachelor's thesis, Facultad de Ingeniería).

21. Zavala, D., Mauricio, Q., Pelayo, A., Posso, M., Rojas, J., & Wolach, V. (2006). Citotoxic effect of Physalis peruviana (capuli) in colon cancer and chronic myeloid leukemia. Anales de la Facultad de Medicina, 67(4), 283−289.

22. Franco, L. A., Matiz, G. E., Calle, J., Pinzón, R., & Ospina, L. F. (2007). Antiinflammatory activity of extracts and fractions obtained from Physalis peruviana L. calyces. *Biomedica*, *27*(1), 110-115.

23. M.N.V. Prasad, *Environ. Exp. Bot* 35 (1995) 525.

24. Borovaya, M. N., Naumenko, A. P., Matvieieva, N. A., Blume, Y. B., & Yemets, A. I. (2014). Biosynthesis of luminescent CdS quantum dots using plant hairy root culture. *Nanoscale research letters*, *9*(1), 686.

25. Mariya N. Borovaya, Olga M. Burlaka, Antonina P. Naumenko, Yaroslav B. Blume and Alla I. Yemets. (2016). Extracellular Synthesis of Luminescent CdS Quantum Dots Using Plant Cell Culture

26. Rizvi, S. B., Ghaderi, S., Keshtgar, M., & Seifalian, A. M. (2010). Semiconductor quantum dots as fluorescent probes for in vitro and in vivo bio-molecular and cellular imaging. *Nano reviews*, *1*(1), 5161.

27. Gardea-Torresdey, J. L., Tiemann, K. J., Gamez, G., Dokken, K., Tehuacanero, S., & Jose-Yacaman, M. Gold nanoparticles obtained by bio-precipitation from gold (III) solutions. *Journal of Nanoparticle Research*, *1*(3), 397-404.

28. Sathishkumar, M., Sneha, K., & Yun, Y. S. (2010). Immobilization of silver nanoparticles synthesized using Curcuma longa tuber powder and extract on cotton cloth for bactericidal activity. *Bioresource technology*, *101*(20), 7958-7965.

29. Sathishkumar, M., Sneha, K., Won, S. W., Cho, C. W., Kim, S., & Yun, Y. S. (2009). Cinnamon zeylanicum bark extract and powder mediated green synthesis of nano-crystalline silver particles and its bactericidal activity. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, *73*(2), 332-338.

30. Khatami, M., Nejad, M. S., Salari, S., & Almani, P. G. N. (2016). Plant-mediated green synthesis of silver nanoparticles using Trifolium resupinatum seed exudate and their antifungal efficacy on Neofusicoccum parvum and Rhizoctonia solani. *IET nanobiotechnology*, *10*(4), 237-243.

[Downloaded from biot.modares.ac.ir on 2024-10-12]

[DOR: 20.1001.1.23222115.1399.12.1.2.4]

Biotechnology-Tarbiat Modares University

Study of biosynthesis of CdS Quantum dots (QD) by methanolic extracts of *Physalis peruviana* L.

Atefeh Piran Zaei[1], Mehdi Dadmehr[*2], Nad Ali Babaeian jolodar [3], Nad Ali Bagheri[4], Morteza Hosseini[5]

1. M.Sc of Biotechnology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
2. Assistant Professor, Department of Biology, Payame Noor University ,Tehran, Iran
3. Professor, Department of Plant Breeding and Biotechnology University of Sari Agricultural Sciences and Natural Resources
4. Assistant Professor, Department of Plant Breeding and Biotechnology University of Sari Agricultural Sciences and Natural Resources
5. Professor, Department of Biological engineering, Faculty of New Sciences and Technologies, University of Tehran

Received: 2018/9/19 Accepted: 2020/12/12

[*]Corresponding author:mdadmehr@pnu.ac.ir

Abstract

Quantum dots as a fluorescent probe are applied for cell biology, DNA transformation, biomedical imaging and cancer therapy. Biological based synthesis of nanoparticles would be more efficient and environment-friendly rather than chemical approaches. In the present study, quantum dots have been synthesized through leaf methanolic extracts. The obtained results by UV-vis spectroscopy, TEM, FT-IR and fluorescence spectroscopy showed the presence of synthesized CdS quantum dots. Yellow and orange colors of obtained solution also indicated the successful synthesis of CdS quantum dots. The maximum UV-Vis spectrum absorption of quantum dots was observed at 410 nm. Results of fluorescence analysis also showed that emission bands were at 475, 490 and 675 respectively which indicated the synthesis of different CdS quantum dots in different pH values. Obtained nanoparticle were spherical and at the range between 2-10 nm according to TEM analysis. FT-IR analysis also showed that the proteins, leucine and lysine amino acids, phenols and other functional groups present in physalis extracts would be determining factors in reducing CdS ions and converting them to quantum dots.

Keyword: Quantum dot; Physalis; Biological Production; Methanolic extract.

[Downloaded from biot.modares.ac.ir on 2024-10-12]

[DOR: 20.1001.1.23222115.1399.12.1.2.4]