

## بررسی اثر داروی پروپرانولول در بدن انسان با استفاده از نانو ذرات طلا به روش اسپکتروفلوریمتری

علی اکبر شادبهر، فرزانه مراحل<sup>°</sup>

گروه شیمی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد امیدیه، امیدیه، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۹۶/۱۰/۱۱؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۲/۲۶

### چکیده

در این روش با احیا کردن نمک طلا، نانو ذرات طلا سنتز شده و طیف اسپکتروفلوریمتری آن گرفته می‌شود. و سپس اثر داروی پروپرانولول بر روی نانو ذرات بررسی می‌شود. اندازه‌گیری داروی پروپرانولول با توجه به کاربرد و نقش گسترده در درمان فشارخون و نامنظمی تپش قلب مورد استفاده قرار می‌گیرد. در ادامه اثر متغیرهای مختلف مانند pH، حجم بافر، حجم نانو ذرات طلا و زمان بررسی و نتایج به دست آمده نشان داد که مقدار بهینه  $pH=6$  و حجم  $2/5$  میلی‌لیتر به عنوان حجم بهینه بافر و حجم  $3$  میلی‌لیتر حجم بهینه نانو ذرات طلا و زمان  $6$  دقیقه به عنوان زمان ماند بهینه نمونه‌ها تعیین گردید و به این صورت پاسخ نانو ذرات به دارو رسم می‌شود. پس از رسم منحنی کالیبراسیون آن مشخص گردید دامنه خطی بسیار گسترده‌ای از دارو را می‌توان با استفاده از این روش بررسی نمود. در پایان از نانو حسگر طلا برای اندازه‌گیری داروی پروپرانولول در نمونه‌های حقیقی مثل خون و ادرار استفاده شد و نتایج رضایت بخشی به دست آمد.

**کلمات کلیدی:** نانو ذرات طلا، داروی پروپرانولول، دستگاه اسپکتروفلوریمتری، نمک طلا

<sup>°</sup>نویسنده مسئول: فرزانه مراحل

دانشگاه آزاد اسلامی واحد امیدیه،  
دانشکده علوم، گروه شیمی

۰۹۳۰۳۶۷۲۵۰۲

E-mail: farzanehmarahel@yahoo.com

## مقدمه

فناوری نانو، علم تولید و کار با موادی است که اندازه آن‌ها در حد نانومتر (یک میلیارد متر) است. در واقع علم و فناوری نانو توانایی کنترل ماده در ابعاد نانومتری و بهره‌برداری از خواص آن‌ها است. این تعریف ساده خود دربرگیرنده معانی زیادی است؛ زیرا ماده در مقیاس نانو خصوصیات جدیدی پیدا می‌کند. وقتی مواد به نانو ذرات تبدیل می‌شوند به دلیل افزایش نسبت سطح به حجم، سطح فعال و سطح تماس در نانو ذرات بیشتر می‌شود و خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژی آن‌ها به شدت تغییر می‌کند.<sup>۱</sup>

## نانو فن آوری

نانو فن آوری شاید سرآمد علم روز دنیای کنونی باشد که در تعبیری از آن به عنوان "رسانس فن آوری" نام برده می‌شود. ورود محصولات متکی بر این فن آوری جهشی بسیار عظیم در رفاه و کیفیت زندگی خواهد بود. کشف مواد جدید، فرایندها و پدیده‌ها در مقیاس نانو و همچنین توسعه تکنیک‌های تجربی و نظری جدید برای تحقیقات، فرصت‌های تازه‌ای را برای توسعه نانو سیستم‌های ابتکاری و مواد نانو ساختار فراهم می‌کند. نانو سیستم‌ها پتانسیل این را دارند که در کاربردهای منحصربه‌فردی مورد استفاده قرار بگیرند. مواد نانو ساختار می‌توانند با خواص و ساختار ویژه‌ای ساخته شوند. انتظار می‌رود که این زمینه، جایگاه‌های جدیدی را در علوم و فن آوری باز کند.<sup>۱</sup>

## درآمدی بر نانو فناوری

یک سیستم زیستی تا حد زیادی می‌تواند کوچک باشد. سلولها بسیار ریز هستند، اما بسیار فعال‌اند. آن‌ها ذرات مختلفی تولید می‌کنند، می‌چرخند، تکان می‌خورند و انواع کارهای حیرت‌آوری را انجام می‌دهند و همه‌ی این‌ها در مقیاس کوچک است. هم‌چنین اطلاعات ذخیره می‌کنند. یک سؤال قابل توجه مطرح است: "آیا شیء بسیار کوچکی می‌توانیم بسازیم که آنچه ما می‌خواهیم را انجام دهد؟ آیا می‌توانیم ساختاری که در آن سطح نمود داشته باشد، تولید کنیم؟"<sup>۲</sup>

پیشوند "نانو" از کلمه‌ی یونانی نانوس به معنای کوتوله

استخراج شده است و اشاره به یک مقیاس اندازه در سیستم استاندارد اندازه‌گیری دارد. نانو که در واحدهای علمی مورداستفاده قرار می‌گیرد به معنای یک میلیاردم (۱/۱۰۰,۰۰۰,۰۰۰) واحد پایه است. به‌عنوان مثال، یک میلیارد نانو ثانیه طول می‌کشد تا یک ثانیه بگذرد! زمانی که ما در مورد فن آوری نانو صحبت می‌کنیم در واقع در حال بحث در مورد یک مقیاس از مرتبه اندازه، مقدار یا طول هستیم. وقتی که به اندازه اشیاء در مقیاس وابسته به این فن آوری اشاره می‌کنیم در مورد "نانومتر" بحث می‌کنیم. با استفاده از این اصطلاح، بحث در مورد اندازه اشیاء که از جاذبه‌های اصلی در فن آوری نانو، یعنی اتم‌ها است، آسان‌تر می‌شود. اگر خواسته شود اندازه اتم‌ها یا مولکول‌ها را در واحد فوت یا متر بیان نمود، باید گفته شود که یک اتم هیدروژن (کوچک‌ترین اتم)  $1.0 \times 10^{-10}$  متر است یا  $1.0 \times 10^{-10}$  فوت یا "نانومتر" استفاده کنیم و بیان کنیم که اتم هیدروژن  $0.18$  نانومتر است. پس مقیاس نانو که در فن آوری نانو بکار می‌رود مقیاس اندازه است. یک قرارداد مفید و قابل قبول در این باره این است که مواد برای این - که در مقیاس نانو قرار بگیرند باید حداقل در یکی از ابعاد (طول، عرض یا عمق) کمتر از نانومتر باشند. در واقع این محدودیتی است برای مقیاس نانو که "طرح ملی فن آوری نانو"، برای تعریف فن آوری نانو استفاده می‌کند: "فن آوری نانو فهم و کنترل مواد در ابعاد ۱ تا  $100$  نانومتر است، جایی که پدیده‌های منحصربه‌فرد منجر به کاربردهای جدید می‌شود." برای این منظور، افزودن دو عبارت دیگر برای کامل کردن تعریف لازم به نظر می‌رسد. نخست این‌که، فن آوری نانو شامل ساخت و استفاده از مواد، ساختارها، دستگاه‌ها و سامانه‌هایی است که به خاطر اندازه‌ی کوچکشان دارای خواص منحصربه‌فردی هستند. هم‌چنین دربرگیرنده‌ی فناوری‌هایی می‌باشد که قادر به کنترل مواد در مقیاس نانو هستند.<sup>۲</sup>

با وجود این‌که ما می‌دانیم واژه‌ی نانو در فن آوری نانو اشاره به یک مقیاس خاص دارد، داشتن یک تصور درست از آنچه در این مقیاس است و ارتباط آن با زندگی روزمره‌ی ما، حائز اهمیت است. مثال‌های متنوعی که بسیار رایج هستند، وجود دارد که ما می‌توانیم برای درک اندازه یک نانومتر از آن‌ها استفاده کنیم. برای مثال پهنای یک تار موی انسان،  $100000$  نانومتر است. مثال دیگر، مقایسه زیر است: یک نانومتر در مقایسه با اندازه یک متر، تقریباً مانند اندازه

تأثیرگذار خواهد بود.

باید توجه داشت که با افزایش نسبت سطح به حجم، انرژی آزاد ماده نیز افزایش یافته که این خود باعث بروز تغییراتی در خواص ماده می‌گردد. به نوع دیگری نیز می‌توان علت این امر را مشخص نمود. به این ترتیب که با توجه به آنچه در بالا گفته شده، خواص ماده به چگونگی قرار گرفتن اتم‌ها در ساختار ماده نیز وابسته می‌باشد، لذا با افزایش سطح مقطع دانه‌ها تعداد بیشتری از اتم‌ها در سطح خارجی قرار خواهند گرفت که این بدین معنی است که اتم‌های موجود در مواد با ساختار نانومتری در محیطی متفاوت با اتم‌های موجود در مواد معمول می‌باشند، زیرا اتم‌های واقع در سطح، در محیطی متفاوت با اتم‌های موجود در قسمت‌های داخلی ماده هستند. همچنین با کاهش اندازه دانه‌ها نیروها و عواملی که در مورد مواد معمول بی‌اهمیت می‌باشند، در مورد مواد نانو اهمیت می‌یابند. برای مثال عدد وِبر (Weber number) که جزء یکی از اعداد بدون بعد مهم در مدل‌سازی مطرح است و از تقسیم نیروهای اینرسی بر نیروهای کشش سطحی به دست می‌آید، برای مدل‌های با ابعاد بزرگ قابل صرف‌نظر کردن می‌باشد. درحالی‌که برای مدل‌های کوچک تأثیرات آن را حتماً بایستی در نظر گرفت. چنین مطلبی برای مواد نانو نیز برقرار است به‌طوری‌که اثرات ویسکوزیتر و نیز برخوردهای ناشی از حرکت براونسی و نیروهای سطحی که در مواد متداول نقشی ندارند اینجا مهم می‌شوند. برای پی بردن به اهمیت و نقش نیروهای سطحی شایان‌ذکر است که ذخیره اطلاعات در ژن و انتخاب‌گری دقیق واکنش‌های بیوشیمیایی براساس تشخیص و جفت‌شدگی شیمیایی صورت می‌گیرد که در این امر، نیروهای سطحی نقش عمده‌ای را بازی می‌کنند. به علت خواص منحصر به فرد مواد نانو، این مواد روز به روز توجه بیشتری را به خود جلب می‌کنند. تغییر اندازه دانه‌ها باعث خواهد شد تا خواص فیزیکی مواد تغییر یابد و افزایش سطح تماس باعث تغییر در واکنش‌پذیری شیمیایی و در نتیجه تغییر در خواص شیمیایی گردد.<sup>۵</sup>

### نانو ذرات فلزی

نانو ذرات فلزی به‌عنوان موضوعی جذاب در بین محققان علمی و صنایع کاربردی علوم و فن‌آوری نانو توجه زیادی را به

توپ گلف در مقایسه با اندازه کره‌ی زمین است. شاید بهترین راه برای تشخیص مقیاس نانومتر، توصیف محدوده‌ای از مقیاس طول از سانتیمتر به سمت مقیاس نانو باشد. یک مورچه تقریباً ۹ میلی‌متر است. سر سنجاق تا ۱ میلی‌متر است. کرم‌های گردوغبار ۱۰۰ میکرومتر هستند. موی انسان تقریباً نصف اندازه کرم گردوغبار است. سلول‌های قرمز خون که در رگ‌های ما جریان دارند، حدود ۴ میکرومتر هستند. حتی کوچک‌ترین سلول‌های ما ۱۰ نانومتر قطر دارند. در نهایت، خود اتم‌ها اندازه‌ای کمتر از یک نانومتر دارند که اغلب در حد آنگستروم هستند (شکل ۱).<sup>۳</sup>

درحالی‌که واژه‌ی فن‌آوری نانو نسبتاً جدید است، وجود دستگاه‌های کارکردی و ساختارهایی با ابعاد نانومتری جدید نیست و در واقع چنین ساختارهایی از زمانی که حیات بوده است، بر روی زمین وجود داشته‌اند.

### خواص مواد در مقیاس نانو

به‌طور کلی خواص مواد بستگی به اتم‌های تشکیل‌دهنده‌ی آن‌ها و نحوه قرارگیری اتم‌ها در ساختار ماده دارد. برای مثال خواص فولاد با خواص مس متفاوت است، زیرا اتم‌های آن‌ها با یکدیگر متفاوت می‌باشند؛ زیرا نحوه قرارگیری اتم‌ها در شبکه بلور با یکدیگر یکسان نیستند.

یکی از خصوصیات مشخص‌کننده‌ی مواد نانو این است که رفتاری متفاوت با رفتار مواد درشت ساختار یا میکرو ساختار دارند. زمانی که اندازه ذرات یک ماده از یک اندازه خاص کوچک‌تر می‌شود، ابعاد ماده یکی از عوامل تأثیرگذار بر روی خواص ماده، علاوه بر ترکیب و ساختار آن ماده خواهد بود.<sup>۴</sup>

حداقل سه عامل را می‌توان به‌عنوان دلایل این رفتار ذکر نمود:

- نزدیک شدن ابعاد ماده به مقیاس‌هایی نزدیک اندازه‌های مولکولی و اتمی.
- نسبت سطح به حجم بالا در مواد نانو؛ به این معنی که اتمی بافاصله زیاد از سطح وجود نخواهد داشت لذا نیروهای بین‌اتمی و پیوندهای شیمیایی اهمیت می‌یابند و نقش تعیین‌کننده‌ای به خود می‌گیرند.

- افزایش کمی حجم مرز دانه‌ها که با کاهش اندازه دانه تحقق خواهد یافت که این امر به‌نوبه خود بر روی خواص فیزیکی ماده

تأثیرات کوانتومی باعث می‌شوند نانو مواد، رفتارهای مغناطیسی، الکتریکی و نوری بسیار منحصربه‌فردی داشته باشند. نقاط کوانتومی و لیزرهای کوانتومی که در اپتوالکترونیک کاربرد دارند از جمله مواردی هستند که از اثرات کوانتومی بهره گرفته‌اند. چنانچه الکترون‌ها در طول شکاف کوبو به وسیله انرژی گرمایی برانگیخته شوند، در دماهای کم، یک ماده عایق به نیمه‌رسانا و در دماهای بالا به فلز تبدیل می‌شود. چنانچه بیان شد، به محض آن‌که ذرات به اندازه کافی کوچک شوند، شروع به رفتار مکانیک کوانتومی می‌کنند. خواص الکتریکی و نوری نانو ذرات را می‌توان توسط قانون ذره در جعبه توجیه نمود. طبق این قانون اگر ذره آن‌قدر کوچک باشد که ابعاد آن در مقابل ابعاد جعبه قابل صرف‌نظر کردن باشد انرژی ذره به ابعاد جعبه بستگی پیدا می‌کند و ویژگی‌هایی مثل شکاف کوبو (در مورد مولکول‌ها به آن شکاف گفته می‌شود) در ذرات نیمه‌رسانا و طول‌موج جذبی و فلئورسانسی آن‌ها به‌اندازه هومولوگوم بستگی پیدا می‌کند. یک نمونه از تأثیرات کوانتومی در مقیاس نانو، به وجود آمدن ممان مغناطیسی برای نانو ذراتی است که در حالت توده‌ای ممان مغناطیسی ندارند. به‌عنوان مثال نانو ذرات طلا، پلاتین و پالادیوم دارای ممان مغناطیسی هستند در صورتی‌که در حالت توده‌ای ممان مغناطیسی ندارند. ممان مغناطیسی، نتیجه‌ای از اسپین‌ها و الکترون‌های فرد موجود در اتم‌های نانو ذرات می‌باشد و خواص مغناطیسی خوشه، بستگی رابطه دانسیته حالت‌ها و شکاف کوبو را با تعداد اتم‌ها (اندازه ماده) به‌خوبی نشان می‌دهد. هم‌چنین اثرات کوانتومی باعث به وجود آمدن ویژگی‌های الکترون دهنده‌گی یا الکترون‌خواهی خاصی در نانو ذرات می‌گردد که این اثرات خواص کاتالیتیکی آن‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. نانو ذرات طلا در شکل محلول خود معمولاً محلول‌های کلوئیدی تشکیل می‌دهند که این کلوئیدها معمولاً در آب ساخته می‌شوند. محلول‌های نانو ذرات طلا رنگی هستند و رنگ آن‌ها بستگی به‌اندازه ذرات پراکنده‌شده در محلول دارد.<sup>۸</sup>

به‌واسطه خواص نوری و الکترونیکی منحصربه‌فرد و هم‌چنین وجود برخی علائم مشخصه که به شناسایی دقیق این ذرات کمک شایانی می‌کند مطالعه بر روی محلول‌های این ذرات اهمیت و گسترش زیادی پیدا کرده است. این مواد موضوع تحقیق در علوم گوناگونی مانند زیست‌فناوری شده‌اند.

خود جلب کرده است. در تاریخ شیمی کلوئید، نانو ذرات فلزی که فلزات کلوئیدی یا ذرات فلزی ریز نامیده می‌شوند، به‌عنوان یک موضوع تحقیقی از ۹۰ سال قبل به‌وسیله دانشمندان مطرح می‌باشد. به‌عنوان مثال در سال ۱۸۳۱ مایکل فارادی (Michael Faraday) اولین مطالعات اصولی را در زمینه سنتز و رنگ کلوئیدهای طلا انجام داد. او متوجه شد که رنگ قرمز نانو ذرات طلا به خاطر اندازه کوچک آن‌ها می‌باشد، زیرا برهمکنش این ذرات با نور در مقایسه نانو با توده‌ی طلا متفاوت می‌باشد. اگرچه کارهای او بیشتر جنبه کیفی داشت اما راه را برای بررسی بیشتر نانو ذرات فلزی و کاربردهای گسترده‌ی آن‌ها هموار نمود. تهیه نانو ذرات طلا بار دیگر توسط جی. ام. توماس جانشین فارادی در انستیتو سلطنتی لندن گزارش شد. توماس اثبات کرد که قطر ذرات ۳۰-۳ نانومتر بوده است. از آن زمان تعداد متعددی مقاله علمی در زمینه سنتز، اصلاح، بررسی خواص سطح و تجمع نانو ذرات فلزی منتشر شده است که بسیاری از خواص فیزیکی و شیمیایی این ذرات را که توجیه‌کننده ویژگی‌های رفتاری آن‌هاست، بیان می‌کند. در حقیقت نانو ذرات فلزی، ذراتی از جنس یک نوع فلز یا به‌صورت آلیاژی از دو یا چند فلز در ابعاد ۱۰ تا ۱۰۰ نانومتر می‌باشند. در میان نانو ساختارها، نانو ذرات فلزی دارای اهمیت ویژه می‌باشند و این به علت تفاوت زیاد در برخی از خواص فیزیکی آن فلز، در دو حالت اتمی و توده می‌باشد. از جمله خواص جالب نانو ذرات فلزی برهمکنش آن‌ها با نور است که از این خاصیت در شناسایی این نانو ذرات استفاده می‌شود. در واقع سادگی ساختاری این دسته از نانو ذرات که با خواص فیزیکی ویژه‌ای همراه شده است باعث کاربرد زیاد این ذرات در زمینه‌های مختلف مانند حسگرهای زیستی و شیمیایی، کاتالیزورها، پزشکی و دارورسانی، صنایع غذایی و سیستم‌های نانو الکترونیکی شده است.<sup>۶</sup>

## نانو ذرات طلا

فلزات بی‌اثری مانند طلا که در حالت توده، تمایلی برای کاتالیز کردن واکنش‌های شیمیایی ندارند در مقیاس نانو به کاتالیزورهای مناسبی تبدیل می‌شوند. از طرفی افزایش سطح، واکنش‌پذیری نانو ذرات را به‌شدت افزایش می‌دهد، به‌گونه‌ای که حتی تمایل این ذرات به کلوخه‌ای شدن و اکسیداسیون نیز بیشتر می‌شود.<sup>۷</sup>

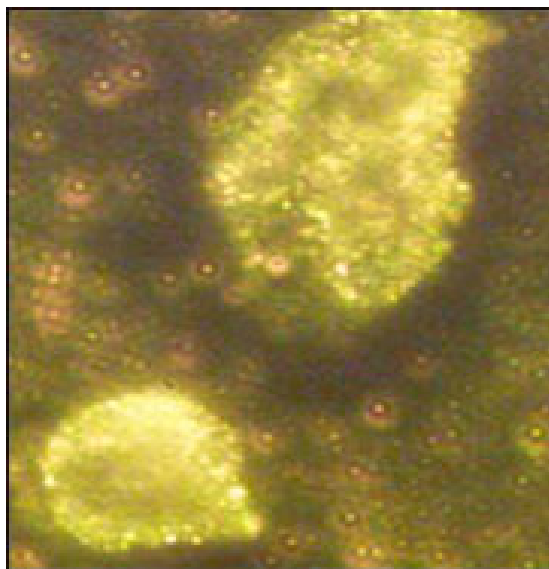
پایین جابه‌جا می‌کند. رزونانس پلاسمون سطحی را مای<sup>۱</sup> در سال ۱۹۰۸ توضیح داده است.<sup>۹</sup>

### پروپرانولول (propranolol)

پروپرانولول (propranolol) بانام‌های تجاری (ایندرال و پرنول)، دارویی از دسته بتابلاکرها غیر انتخابی است که عمدتاً برای درمان فشارخون و نامنظمی تپش قلب مورداستفاده قرار می‌گیرند. پروپرانولول برای مصارف گوناگون دیگری چون تسکین درد قلبی، پیشگیری از سردردهای میگرنی، درمان بی‌نظمی و تپش قلب و گلوکوم تجویز می‌شود.

این دارو همچنین برای جلوگیری از دومین حمله قلبی در افرادی که یک‌بار دچار حمله قلبی شده‌اند، کاربرد دارد. با مسدود کردن این تکانها، به قلب کمک می‌کند تا منظم‌تر و مؤثرتر بتپد و در نتیجه بارکاری قلب کاهش می‌یابد.<sup>۱۰</sup>

پروپرانولول در تعدادی از اختلالات فیزیکی مانند لرزش اساسی و نیز روحی مانند فوبیای اجتماعی، اختلال اضطراب منتشر و اختلال هراس و به‌ویژه اختلال استرس پس از سانحه نیز کاربرد دارد که البته هیچ‌یک از آنها موردقبول افادی‌ای نیستند.



شکل ۱: نانو ذرات با ترکیب یکنواخت

خواص و کاربرد این محلول‌ها به‌اندازه ذرات و شکل آنها بستگی دارد. مثلاً نانو ذرات طلای میله‌ای شکل، هم جذب طولی و هم جذب عرضی از خود نشان می‌دهند و اگر در شکل این ذرات ناهمگونی وجود داشته باشد روی خواص آنها مؤثر است. پلاسمون‌ها نقش مهمی در خصوصیات اپتیکی فلزات بازی می‌کنند، زیرا الکترون‌های فلز، سدی در برابر میدان الکتریکی نور می‌باشند. نور با فرکانس کمتر از فرکانس پلاسمای فلز بازتابیده می‌شود و این در حالی است که نور با فرکانس بالاتر از فرکانس پلاسمای فلز عبور می‌کند زیرا الکترون‌ها قادر به واکنش با سرعت کافی جهت ممانعت از حرکت آنها نمی‌باشند. در بیشتر فلزات فرکانس پلاسمای در ناحیه فرابنفش است اما در برخی مانند مس و طلا، به دلیل گذارهای الکترونی بین‌باندی، در ناحیه طیف مرئی، فرکانس پلاسمایی در ناحیه مرئی قرار می‌گیرد.<sup>۹</sup>

محلول کلونیدی از نانو ذرات طلا به دلیل جذب پلاسمون سطحی، رنگ قرمز شدیدی را از خود نشان می‌دهند. وجود یک فصل مشترک بین مواد با ثابت دی‌الکتریک مختلف، ممکن است به فرایندهای تحریک ویژه‌ی سطحی منجر شود. فصل مشترک میان ماده‌ای با ثابت دی‌الکتریک مثبت و ماده‌ای با ثابت دی‌الکتریک منفی مثل فلزات، می‌تواند باعث انتشار امواج الکترومغناطیسی ویژه‌ای شود که امواج پلاسمون سطحی خوانده می‌شوند و در محدوده نزدیک سطح باقی می‌ماند. این رزونانس پلاسمون سطحی، به‌وسیله حرکت هم‌دوس الکترون‌های باند هدایت، که با میدان الکترومغناطیس برهم‌کنش می‌کند، به وجود می‌آید. فرکانس و عرض جذب پلاسمون وابسته به شکل و اندازه‌ی نانو ذرات فلزی است، و به همان نسبت به ثابت دی‌الکتریک محیط و فلز هم وابسته است. فلزات نجیب مثل مس، نقره و طلا دارای یک رزونانس پلاسمون مرئی بسیار قوی هستند، این در حالی است که بسیاری از دیگر فلزات واسطه، فقط یک باند جذبی ضعیف و پهن در ناحیه‌ی فرابنفش دارند. این تفاوت مربوط به کوپلای قوی موجود میان انتقال پلاسمون و تحریک بین‌باندی است، همچنین الکترون‌های باند هدایت فلزات نجیب می‌توانند آزادانه و مستقل از پس‌زمینه یونی حرکت کنند. یون‌ها فقط به‌عنوان مراکز پراکنده‌کننده عمل می‌کنند. این مسئله در فلزات نجیب قابلیت پلاریزاسیون زیادی را به الکترون‌ها می‌دهد که رزونانس پلاسمون را به سمت فرکانس‌های

کند. اگر دچار حساسیت باشید با مصرف پروپرانولول واکنش‌های حساسیتی تان ممکن است تشدید شود.

اثر بر آزمایش‌های تشخیصی پروپرانولول ممکن است غلظت سرمی ترانس آمیناز، آلکالین فسفاتاز و لاکتیک دهیدروژناز (LDH) را افزایش دهد. غلظت ازت اوره خون (BUN) در بیماران مبتلا به بیماری شدید قلبی ممکن است افزایش یابد.

مکانیسم دقیق اثر آن مشخص نیست؛ این دارو ممکن است با مسدود ساختن گیرنده‌های آدرنژیک (و در نتیجه، کاهش برونده قلبی)، کاهش جریان خروجی سمپاتیک از CNS و فرونشاندن آزادسازی رنین، موجب کاهش فشارخون شود.

پروپرانولول با جلوگیری از دسترسی کاتکول آمین به گیرنده‌های بتا آدرنژیک مصرف اکسیژن میوکارد را کاهش می‌دهد و در نتیجه، آنژین صدری را برطرف می‌کند. پروپرانولول ضربان قلب را کاهش می‌دهد و از افزایش ضربان قلب ناشی از فعالیت بدنی جلوگیری می‌کند. همچنین، این دارو موجب کاهش قدرت انقباضی میوکارد، برونده قلبی و سرعت هدایت گره‌های سینوسی - دهلیزی (SA) و دهلیزی - بطنی (AV) می‌شود.

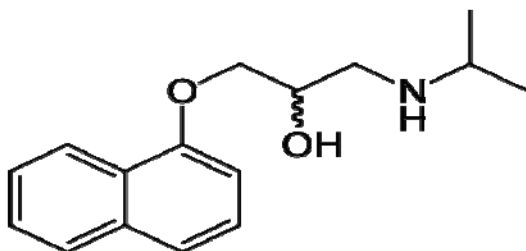
اثر پیشگیری از میگرن: به نظر می‌رسد این اثر دارو ناشی از جلوگیری از گشادشدن عروق است.

اثر پیشگیری از انفارکتوس میوکارد: مکانیسم دقیق اثر پروپرانولول که از طریق آن مرگ‌ومیر بعد از انفارکتوس میوکارد را کاهش می‌دهد، مشخص نیست.

مواد و دستگاه‌های مورد استفاده

- دستگاه اسپکتروفلوریمتری نوع شیمادزو مدل RF-5301 PC  
ژاپن

- دستگاه سانتریفیوژ ALC مدل ۴۲۳۲



شکل ۲: ساختار پروپرانولول

پروپرانولول نخستین بتابلاکری است که در دهه ۱۹۶۰ توسط جیمز دبلیو لک دانشمند اسکاتلندی کشف شد. او برای ساخت پروپرانولول در سال ۱۹۸۸ جایزه نوبل پزشکی را گرفت.

فرمول شیمیایی پروپرانولول  $C_{16}H_{16}NO_2$  است. پس از ۱ تا ۳ ساعت به حداکثر غلظت پلاسمایی می‌رسد و نیمه عمر آن ۴ تا ۵۵ ساعت است. اما زمان اثرگذاری آن طولانی‌تر از نیمه عمرش است و ممکن است تا ۱۲ ساعت طول بکشد. بیش از ۹۹٪ آن از راه مدفوع از بدن خارج می‌شود. پروپرانولول بلوک کننده غیراختصاصی گیرنده‌های بتا یک و بتا دوی سمپاتیک می‌باشد.

در صورت بروز هر یک از علائم زیر، مصرف پروپرانولول قطع شده و با پزشک مشورت می‌شود: اشکال در تنفس، تنگی نفس، خس خس سینه، سرد شدن کف دست‌وپا، ضربان قلب زیر ۶۰ در دقیقه، سرگیجه یا سیاهی رفتن چشم در هنگام بلند شدن از حالت خوابیده با نشسته با تورم دست‌ها و پاها یا افزایش وزن ناگهانی (۱/۵ کیلو در ۲۴-۴۸ ساعت)، افسردگی، گیجی، یا توهم (شنیدن، دیدن، یا احساس چیزهایی که وجود ندارند)، درد قفسه سینه، مفاصل یا کمر، تب، گلودرد، بثورات جلدی، یا هرگونه کبودی یا خونریزی غیرعادی.<sup>۱۱</sup>

در صورت وجود هر یک از موارد زیر پیش از مصرف پروپرانولول، پزشکتان را مطلع سازید.

### حساسیت به آتولول یا دیگر داروهای مسدودکننده بتا

مصرف داروهای دیگر، به‌ویژه تزریقات حساسیت‌زدایی، کافئین، داروهای آسم (آمینوفیلین، دیفیلین، اکستریفیلین، تنوفیلین)، داروهای دیابت (انسولین، داروهای خوراکی پایین آورنده قند)، دیگر داروهای کاهنده فشارخون (مسدودکننده‌های کانال‌های کلسیمی، کلونیدین، گوانابنز)، کوکائین، یا مهارکننده‌های مونوآمین اکسیداز (فورازولیدون، ایزوکاربوکسازید، فنلژین، سلژیلین، ترانیل سیپرومین، پروکاربازین).

سابقه یا ابتلا به حساسیت، آسم، یا آمفی‌زم، مشکلات احتقانی قلب، بیماری قند، پرکاری تیروئید، افسردگی، یا بیماری‌های کلیوی یا کبدی. اگر بیماری قند دارید، پروپرانولول ممکن است قند خون شما را افزایش دهد و نیز ممکن است علائم افت قند خون را مخفی

میلی لیتر محلول ۰/۰۴ مولار مخلوط این سه اسید تهیه شد و سپس pH آن با استفاده از محلول سود ۰/۱ مولار بر روی ۶ تنظیم گردید.

#### بافر فسفریک اسید-فسفات

به این منظور ابتدا ۰/۶۸ میلی لیتر از فسفریک اسید غلیظ در بالن حجمی ۱۰۰ میلی لیتری جاری آب مقطر ریخته و با آب مقطر به حجم رسانده شد تا محلول ۰/۱ مولار از این اسید تهیه گردد. سپس pH آن با استفاده از محلول سود ۰/۱ مولار بر روی ۶ تنظیم گردید.

#### بافر مالئیک اسید-مالئات

به این منظور ابتدا ۱/۱۶ گرم از مالئیک اسید در بالن حجمی ۱۰۰ میلی لیتر ریخته شد و با آب مقطر به حجم رسانده شد تا محلول ۰/۱ مولار از این اسید تهیه گردد. سپس pH آن با استفاده از محلول سود ۰/۱ مولار بر روی ۶ تنظیم گردید.

#### محلول $1100 \mu\text{g mL}^{-1}$ طلا

برای ساخت این محلول ۰/۱۱ گرم از فلز طلای ۲۴ عیار را دقیق وزن کرده و ۱/۵ میلی لیتر کلریدریک اسید و ۰/۵ میلی لیتر نیتریک اسید در یک بالن حجمی ۱۰۰ میلی لیتری به آن افزوده تا کاملاً حل شود سپس با آب مقطر به حجم رسانده شد. محلول‌های رقیقتر موردنیاز با رقیق کردن محلول ساخته شده در حجم‌های مختلف تهیه شدند.

#### سنتز نانو ذرات طلا

۱۰ میلی لیتر از نمک طلای  $10 \mu\text{g mL}^{-1}$  را در یک بشر ریخته سپس ۱۰ میلی لیتر سدیم سیترات ۱ درصد وزنی-حجمی به آن افزوده و به مدت ۱ دقیقه بر روی هم زن قرار داده می شود. پس از آن قطره قطره (تقریباً ۵ قطره) مخلوط سدیم سیترات و سدیم پر بورات که ۱٪: ۰/۷۵٪ وزنی-حجمی) می باشد به آن افزوده می شود تا به رنگ قرمز درآید. پس از آن نانو ذرات ساخته شده را برای مدت زمان ۳۰ دقیقه در حمام آب یخ قرار گرفت تا رنگ قرمز آن تثبیت گردد. از این نانو ذرات برای اندازه گیری و بررسی طیف فلورسانس

- ترازوی دیجیتالی چهاررقمی Sartorius مدل ۲۸۴۲ با دقت  $(\pm 0.0001)$  ساخت کشور آلمان

- pH متر، دستگاه مدل Metrohm

کلیه محلول سازی‌ها و آزمایشات با استفاده از آب مقطر دو بار تقطیر انجام گردید.

#### تهیه محلول کلریدریک اسید ۰/۱ مولار

مقدار ۰/۸۳ میلی لیتر از اسید کلریدریک با مشخصات  $36/5 = M_w$ ،  $1/19 \text{ g mL}^{-1}$  = دانسیته (Density) و  $1/37 =$  درجه خلوص (Purity) را برداشته و در یک بالن حجمی ۱۰۰ mL توسط آب مقطر دو بار تقطیر به حجم رسانده شد تا محلول اسید کلریدریک ۰/۱ مولار ساخته شود.

#### تهیه محلول سدیم هیدروکسید ۰/۱ مولار

۱۰/۴ g از سدیم هیدروکسید را برداشته و در یک بالن حجمی ۱۰۰ mL توسط آب مقطر دو بار تقطیر به حجم رسانده شد.

#### محلول سدیم سیترات ۱ درصد وزنی-حجمی

برای ساخت این محلول ۱ گرم از پودر سدیم سیترات را وزن کرده و در یک بالن ۱۰۰ میلی لیتری ریخته و با آب مقطر به حجم رسانده شد.

#### محلول سدیم پر بورات ۰/۰۷۵ درصد وزنی-حجمی

برای ساخت این محلول ۰/۰۷۵ گرم از پودر سدیم پر بورات را در یک بالن ۱۰۰ میلی لیتری ریخته و با آب مقطر به حجم رسانده می شود.

#### بافر رابینسون

برای ساخت این بافر ابتدا سه محلول ۱ مولار از استیک اسید - بوریک اسید و فسفریک اسید بصورت جداگانه تهیه گردید که به این منظور ۶/۱۸۳ گرم بوریک اسید-۶/۸۲ میلی لیتر فسفریک اسید ۵/۷ میلی لیتر استیک اسید را در بالن‌های حجمی ۱۰۰ میلی لیتری جداگانه ریخته و به حجم رسانده شدند سپس در بالن حجمی ۲۵۰

داروی پروپرانولول استفاده می‌گردد.

## بررسی و بهینه‌سازی پارامترهای مؤثر بر اندازه‌گیری داروی

### پروپرانولول

#### - بهینه‌سازی pH

روش اندازه‌گیری pH به این صورت است که مقدار ۰/۱ میلی‌لیتر از نانو ذرات طلا را به ۰/۱ میلی‌لیتر از داروی حل‌شده درون آب دو بار تقطیر می‌افزاییم و با آب مقطر به حجم ۱۰ میلی‌لیتر می‌رسانیم و pH محلول با افزودن اسید کلریدریک یا سود تنظیم‌شده و همان‌طور که از نتایج برمی‌آید بیشترین شدت فلورسانس در pH=6 قابل مشاهده است.

#### - بررسی تعیین نوع بافر

افزودن قطره‌قطره اسید و باز به محلول مورد آزمایش باعث ایجاد خطا در انجام آزمایش می‌گردد به همین دلیل به جای استفاده از اسید و باز برای تنظیم pH از بافرهای مختلف استفاده می‌گردد. برای انجام این مرحله روش کار به صورت زیر است:  
در یک بالن ۱۰ میلی‌لیتر، ابتدا ۲ میلی‌لیتر نانو ذرات طلا ۰/۱ / میلی‌لیتر دارو و ۲ میلی‌لیتر بافرهای مختلف ریخته و به حجم می‌رسانیم. نتایج در جدول زیر آورده شده است. بر اساس نتایج به دست آمده بافر سیترات بیشترین شدت فلورسانس را نشان می‌دهد بنابراین بافر سیترات به عنوان بافر بهینه انتخاب گردید.

جدول ۱: بررسی pH بهینه

pH	$\Delta I$
۲	۱۸
۳	۲۳
۴	۳۱
۵	۴۲
۶	۵۸
۷	۵۵
۸	۳۰
۹	۲۲
۱۰	۱۱

### روش کلی کار

در این تحقیق ۰/۱ گرم از پودر پروپرانولول را وزن کرده و در یک بالن ریخته و به حجم ۱۰۰ سی‌سی می‌رسانیم و طبق فرمول زیر محلول ۰/۱ میلی‌لیتر (1 ppm) پروپرانولول را به دست می‌آوریم.

$$100 \times 1 = v \times 1000 \Rightarrow v = 1 \text{ ppm}$$

و در ادامه کار ۰/۱ میلی‌لیتر از محلول نانو ذرات طلا را که ساخته‌ایم در یک بالن ریخته و به حجم ۱۰ سی‌سی می‌رسانیم و در یک بالن دیگر محلول مخلوط از ۰/۱ میلی‌لیتر از محلول پروپرانولول و نانو ذرات طلا را ریخته و به حجم ۱۰ سی‌سی می‌رسانیم. بعد از چند دقیقه خوب تکان دادن جهت اندازه‌گیری شدت اولیه درون سل کوآرتزی ریخته و سل را درون دستگاه اسپکتروفلوریمتری قرار داده و شدت اولیه برای محلول نانو طلا ۶۹/۶۱۰ و برای مخلوط محلول پروپرانولول و نانو طلا برابر با ۵۷۹/۹ می‌باشد که نشان می‌دهد این روش یک روش کاهش‌ی است.

### نتایج

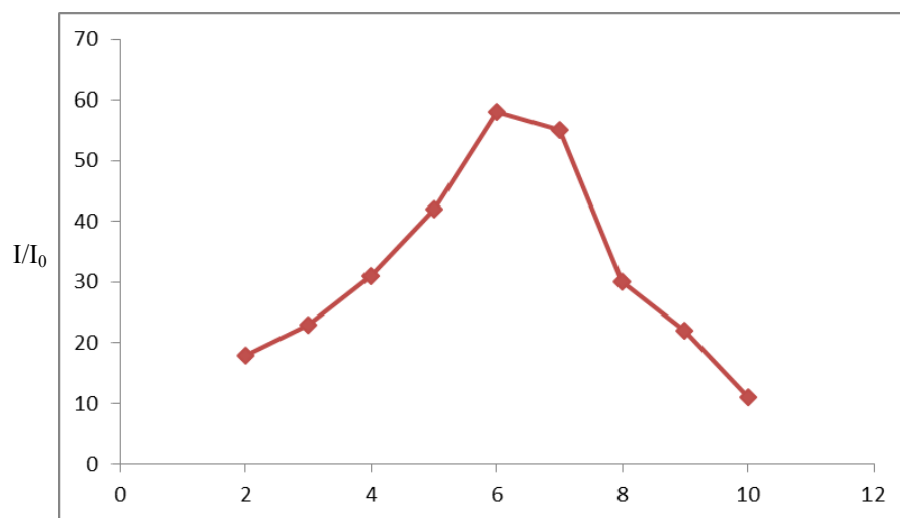
#### اثر pH بر اندازه‌گیری داروی پروپرانولول توسط نانو ذرات

##### طلا

دارای نقش بسیار مهمی در محیط‌های سلولی زنده می‌باشد، تعادل pH در واقع همان تعادل اسیدی - بازی است. یکی از شاخص‌های اصلی وضعیت ارگانیزم می‌باشد. گرایش به سمت اسید به معنی فقدان الکترون‌های آزاد و فرم احیایی مولکول است و گرایش به سمت باز حاکی از تعداد کافی الکترون‌ها و فرم احیایی مولکول می‌باشد.

گرایش به سمت باز و همچنین تعداد کافی الکترون برای ارگانیزم انسان امری طبیعی است. هرچه ارگانیزم سالم‌تر باشد الکترون‌ها در آن بیشتر و ارگانیزم در برابر پاتولوژی مقاوم‌تر است. در ارگانیزم انسان بیماری بیشتر در بافت‌هایی ایجاد می‌شود که تعداد الکترون‌ها (به دلیل کمبود الکترون) آسیب‌دیده است.

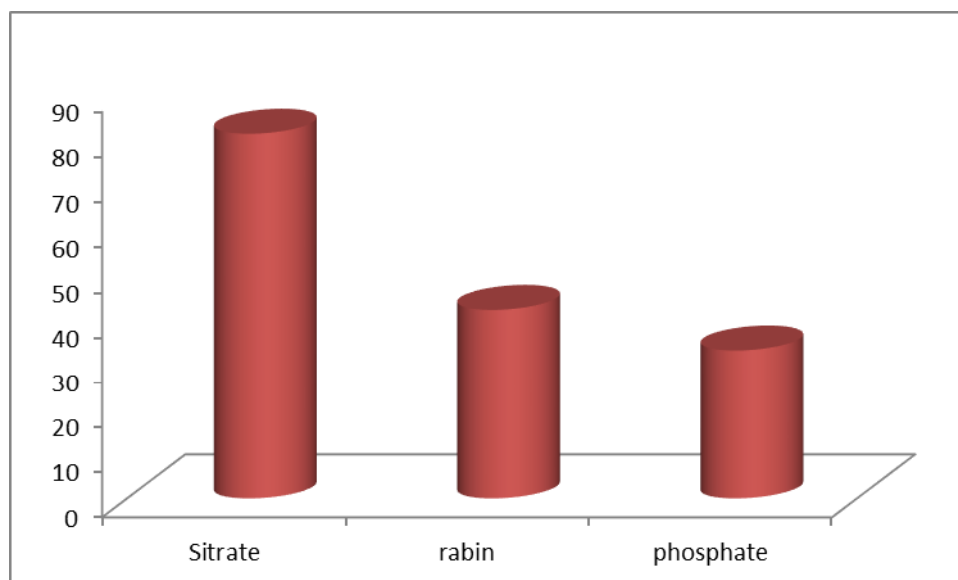




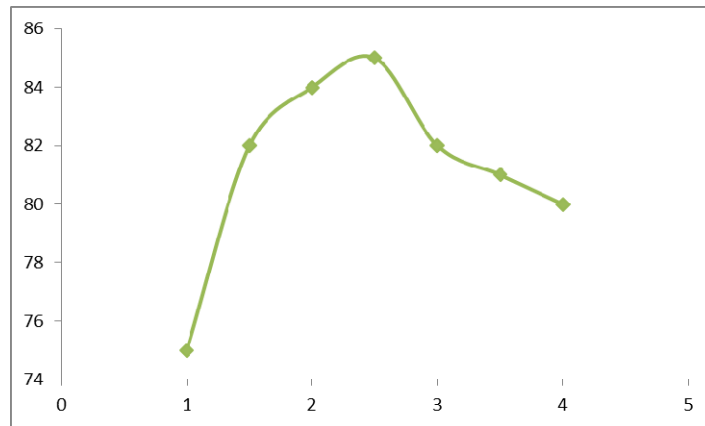
شکل ۳: بررسی pH بهینه

جدول ۲: بررسی بافرها جهت تعیین بافر بهینه

$\Delta I$	Buffer
۸۱	Sitrate
۴۲	Rabin
۳۳	Phosphate



شکل ۴: بررسی بافرها جهت تعیین بافر بهینه



شکل ۵: نمودار بررسی حجم‌های بافر

**- بررسی اثر حجم بافر**

برای این بررسی از حجم‌های ۱ تا ۴ میلی‌لیتر از بافر بهینه به‌دست‌آمده مورد بررسی قرار گرفت که همان‌طور که از نتایج نیز مشخص است حجم ۲/۵ میلی‌لیتر از بافر سبترت‌ترین تغییرات شدت فلورسانس را نشان می‌دهد.

**- بررسی حجم نانو ذرات طلا**

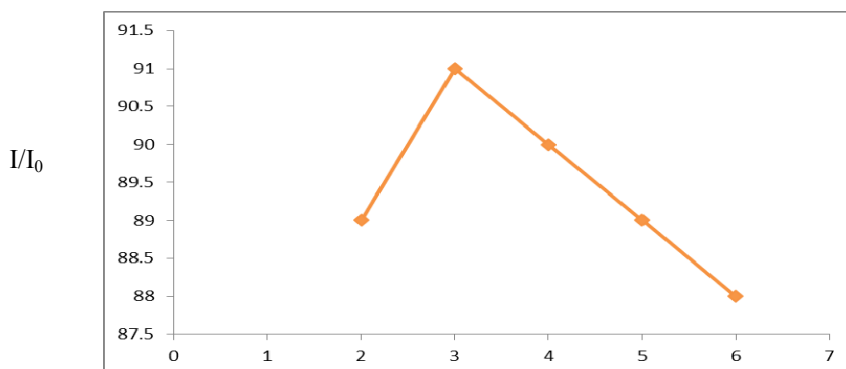
در این مرحله بر طبق روش کار ذکرشده در قسمت قبل عمل گردید و حجم‌های ۲ تا ۶ میلی‌لیتر از نانو ذرات طلا مورد بررسی قرار گرفت که حجم ۳ میلی‌لیتر از نانو ذرات طلا بیشترین تغییرات شدت فلورسانس را نشان می‌دهد.

جدول ۳: بررسی حجم‌های بافر

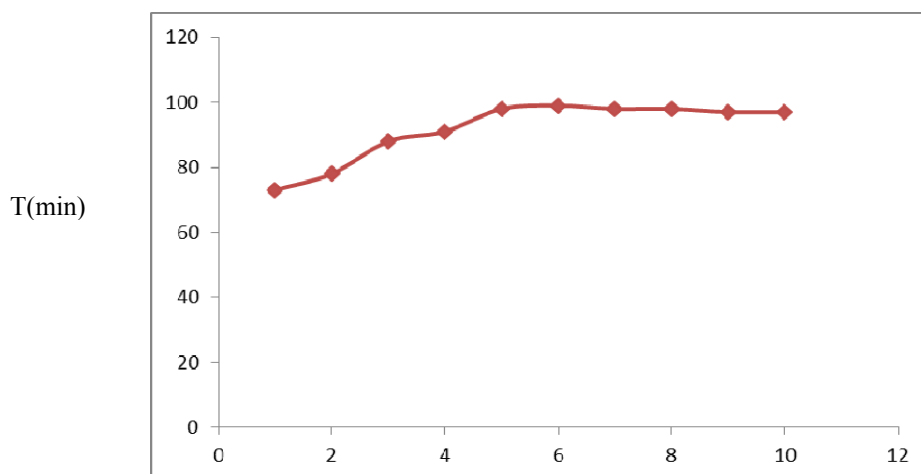
V(Ml)	$\Delta I$
۱	۷۵
۱/۵	۸۲
۲	۸۴
۲/۵	۸۵
۳	۸۲
۳/۵	۸۱
۴	۸۰

جدول ۴: بررسی حجم‌های مختلف نانو ذرات طلا

V Au	$\Delta I$
۲	۸۹
۳	۹۱
۴	۹۰
۵	۸۹
۶	۸۸



شکل ۶: بررسی حجم‌های مختلف نانو ذرات طلا



شکل ۷: بررسی اثر زمان ماند

جدول ۵: بررسی اثر زمان ماند

time(min)	$\Delta i$
۱	۷۳
۲	۷۸
۳	۸۸
۴	۹۱
۵	۹۸
۶	۹۹
۷	۹۸
۸	۹۸
۹	۹۷
۱۰	۹۷

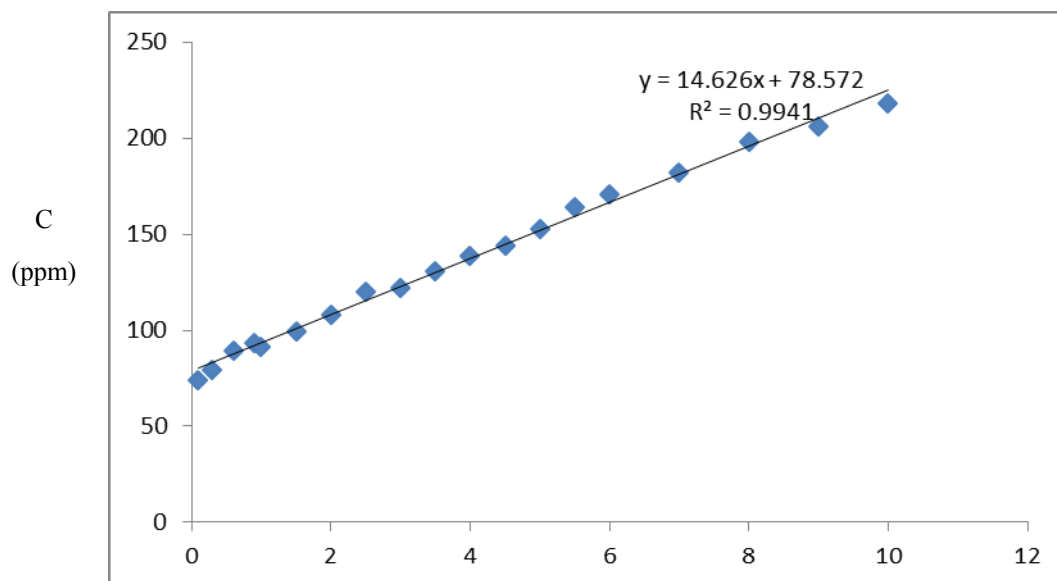
## - بررسی اثر زمان ماند

پس از هر بار اضافه کردن نانوذره به دارو، زمانی که از ترکیب دو ماده تا بررسی واکنش‌های مورد نظر محاسبه شده اندازه‌گیری می‌شود که زمان‌های ثبت شده مربوط به چند دور تکرار این ترکیب را زمان ماند گویند. به همین دلیل در زمان‌های مختلف دارو و نانوذره با یکدیگر ترکیب شدند و نتایج به دست آمده در جدول زیر آمده است که در زمان ۶ دقیقه بیشترین تغییرات فلورسانس قابل مشاهده می‌باشد.

## - منحنی کالیبراسیون تحت شرایط بهینه

ارقام شایستگی شامل دقت، صحت، حد تشخیص،

تکرارپذیری، حساسیت و رنج خطی می‌باشد. اولین و مهم‌ترین ارقام، شایستگی منحنی کالیبراسیون می‌باشد که رنج خطی آنالیت را مورد بررسی قرار می‌دهد. در منحنی کالیبراسیون معادله خطی اندازه‌گیری شد. در معادله خطی شیب معادله برابر با حساسیت روش می‌باشد که هر چه شیب بیشتر باشد حساسیت روش نیز بیشتر است. تا جایی منحنی ادامه پیدا می‌کند که به صورت خطی باشد. نهایتاً در شرایط بهینه منحنی کالیبراسیون رسم می‌گردد. همان‌طور که از نتایج مشخص است منحنی از ۰/۱ تا ۱۰ میلی‌لیتر (ppm) با رابطه خطی  $y = 14.626x + 78.572$  و ضریب همبستگی  $R^2 = 0.9941$  امتداد می‌یابد.



شکل ۸: منحنی کالیبراسیون

جدول ۶: ارقام شایستگی

C DARO(ppm)	$\Delta I$
۰/۱	۷۴
۰/۳	۷۹
۰/۶	۸۹
۰/۹	۹۳
۱	۹۱
۱/۵	۹۹
۲	۱۰۸
۲/۵	۱۲۰
۳	۱۲۲
۳/۵	۱۳۱
۴	۱۳۹
۴/۵	۱۴۴
۵	۱۵۳
۵/۵	۱۶۴
۶	۱۷۱
۷	۱۸۲
۸	۱۹۸
۹	۲۰۶
۱۰	۲۱۸

جدول ۷: بررسی اثر یون‌های مزاحم

یون همراه	حد مزاحمت ( $\mu\text{g mL}^{-1}$ )
$\text{Ag}^+$ , $\text{Pb}^{2+}$ , $\text{Zn}^{2+}$ , $\text{Ni}^{2+}$ , $\text{OH}^-$ , $\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{Fe}^{2+}$ , $\text{K}^+$	۱۰۰۰
$\text{Mg}^{2+}$ , $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Pd}^{2+}$	۵۰۰
Tartarate	۲۵۰
$\text{Al}^{3+}$ , $\text{Ca}^{2+}$	۱۰۰
$\text{Co}^{2+}$	۸۰

جدول ۸: بررسی اثر دارو بر نمونه‌ی حقیقی

نمونه حقیقی	اضافه شده (ppm)	یافت شده (ppm)	درصد بازیابی
قرص پروپرانولول	۰	۱۵	
قرص پروپرانولول	۱	۱۶/۷	۱۰۴/۳
قرص پروپرانولول	۳	۱۹	۱۰۵/۵
ادرار	۰	۵	
ادرار	۱	۵/۹	۹۸/۳
ادرار	۳	۷/۸	۹۷/۵
خون	۰	۱۲	
خون	۱	۱۳/۸	۱۰۶/۱
خون	۳	۱۵/۵	۱۰۳/۳

### - بررسی اثر یون‌های مزاحم

در این قسمت چند یون مزاحم و اثرات آن بر میزان شدت فلورسانس مورد بررسی قرار گرفت که بر طبق جدول نوشته شده آنیون‌ها و کاتیون‌های مختلف تا غلظت‌های ذکر شده برای انجام آزمایش مورد نظر مزاحمتی ایجاد نمی‌کنند.

### - اندازه‌گیری داروی پروپرانولول در نمونه‌های حقیقی

به منظور تعیین کارایی روش ذکر شده در اندازه‌گیری داروی پروپرانولول توسط نانو ذرات طلای نشانده شده بر روی نمونه‌های خون و ادرار مورد بررسی قرار گرفت که در زیر نتایج آورده شده‌اند. نمونه‌های حقیقی از کسانی که دارو را استفاده کرده‌اند تهیه و اندازه‌گیری شده است.

### نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها

اندازه‌گیری داروی پروپرانولول با توجه به کاربرد و نقش گسترده در درمان فشارخون و نامنظمی تپش قلب اهمیت زیادی دارد. پروپرانولول برای مصارف گوناگون دیگری چون تسکین درد قلبی، پیشگیری از سردردهای میگرنی، درمان بی‌نظمی و تپش قلب و گلوکوم تجویز می‌شود. روش‌هایی که تاکنون مورد استفاده قرار گرفته معمولاً روش‌های پیچیده می‌باشند که گاهی نیز با مواد و دستگاه‌های گران‌قیمت همراه می‌شوند. هرچند که روش‌های ارزان‌قیمتی نیز همواره وجود دارد. این روش‌ها با توجه به اندازه میزان پخش نور توسط نانو ذرات طلا می‌باشد. که وقتی هسته‌های اولیه طلا تشکیل می‌شود آن‌ها به تجمع یا به اصطلاح رشد ذره تمایل دارند. اما می‌توان با استفاده از یک پایدار کننده اطراف ذرات

است و مورد بررسی قرار گرفته است. این روش یک روش بسیار ساده و در عین حال با دقت و کارایی بسیار بالا برای نمونه‌های حقیقی گزارش شده است.

را پوشانده و مانع نزدیک شدن ذرات به هم شد به طوری که اندازه آن‌ها در ابعاد نانومتری باقی بماند. در این تحقیق به اندازه ترکیبات داروی پروپرانولول بر پایداری نانو ذرات طلا توجه خاصی شده

## References

1. A.Ensafī, Ali., Kazemifard, Nafiseh., Rezaei, Behzad., Development of a nano plastic antibody for eternmination of propranolol using CdTe quantum dots, Department of Chemistry, Isfahan University of Technology. 2017; 252: 846-853.
2. Alizadeh, Taher., Allahyari, Leyla., Highly-selective determination of carcinogenic derivative of propranolol by using a carbon paste electrode incorporated with nano-sized propranolol-imprinted polymer . *Electrochimica Acta* 2013;111:663-673.
3. Di Salle, E., Baker, K.M., Bareggi, S.R., Watkins, W.D., Chidsey, C.A., Frigerio, A., Morselli, P.L., A sensitive gas chromatography method for determining propranolol in human plasma, Istituto di Ricerche Farmacologiche "Mario Negri", Via Eritrea 62, 20157 Milan Italy 1973; 84( 2): 347-353.
4. El-Ries, M.A., Abou Attia, .F.M., Ibrahim, S.A., AAS and spectrophotometric determination of propranolol HCl and metoprolol tartrate . *J Pharm Biomed Anal.* 2000;24(2):179-187.
5. Fillet, M., Bechet, I., Chiap, P., Ph.Hubert, e., Crommen, J., Enantiomeric purity determination of propranolol by cyclodextrin-modified capillary electrophoresis. *journal of chromatography* 1995;717, (1-2): 203-209.
6. Kun, Zhao., Hongtao, Chen., Yue, Yuan., Zhihong, Bao., Fangzheng, Lu., Sanming, Li., Platinum nanoparticle-doped multiwalled carbon-nanotube-modified glassy carbon electrode as a sensor for simultaneous determination of atenolol and propranolol in neutral solution . *Ionic* 2015; 21(4): 1129-1140.
7. Partani, Pankaj., Modhave, Yogesh., Gurule, Sanjay., Khuroo, Arshad., Monif, Tausif. Simultaneous determination of propranolol and 4-hydroxy propranolol in human plasma by solid phase extraction and liquid chromatography/electrospray tandem mass spectrometry. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* 2014 ; 50( 5):966-976.
8. Kates R & C. Jones. Rapid GLC determination of propranolol in human plasma samples. *J Pharm Sci.* 1977 Oct;66(10):1490-2.
9. Stereoselective binding of propranolol to human plasma,  $\alpha_1$ -acid glycoprotein, and albumin. *Clinical Pharmacology & Therapeutics* 1984;34(6):718-723.
10. Walle, Thomas., GLC determination of propranolol, other  $\beta$ -blocking drugs, and metabolites in biological fluids and tissues. *Journal of pharmaceutical sciences* 1974; 63( 12): 1885-1891.
11. Walle, Thomas., Morrison, John., Walle, Kristina., Conradi, Edward., Simultaneous determination of propranolol and 4-hydroxypropranolol in plasma by mass fragmentography. *journal of chromatography A* 1975; 114(2) : 351-359.

Ali Akbar Shadbahr,  
Farzaneh Marahel<sup>\*</sup>

Chemistry Department, Faculty  
of Sciences, Islamic azad  
University, Omidiyeh Branch,  
Omidiyeh, Iran

## Effect of Propranolol in Human Body Using Gold Nanoparticles by Spectrofluorometric Method

Received: 1 Jan. 2018 ; Accepted: 5 May 2018

### Abstract

In this method, gold nanoparticles have been synthesized by reducing the gold salt and the Spectrofluorometric spectrum is taken from it. Determination of propranolol is widely used in the treatment of blood pressure and irregular heart beat. The effects of different parameters such as pH; volume of buffer; volume of gold nanoparticles and remaining time are investigated. The results showed that the optimal pH value of 6, 2.5 milliliters as the optimum buffer volume, the optimal volume of gold nanoparticles was 3 milliliters and 6 minutes as the optimum remaining time was determined for specimens and following it the response of the nanoparticles to the drug has been plotted. After determining the calibration curve, it was determined that a very wide linear range of drug can be investigated using this method. The method has been found to have appropriate figure merits. At the end of the study, golden Nano sensor was used in real samples such as blood and urine to measure propranolol and obtained satisfactory results.

**Keyword:** Gold nanoparticles, Propranolol drug, Spectrofluorometric device, Gold salt

**\*Corresponding Author:**  
Chemistry Department, faculty of  
Sciences, Islamic azad university,  
Omidiyeh branch, Omidiyeh, Iran

Tel: 093036772502  
E-mail: farzanehmarahel@yahoo.com