

نانوذرات

برای رشته های علوم زیستی، فنی مهندسی و نانوفناوری

« تحت نظارت پروفسور دکتر عظیم اکبرزاده خیاوی »

استاد انستیتو پاستور ایران

« فائزه کاشانیان ، مطهره السادات حسینیان »

دانشجوی دکتری نانوبیوتکنولوژی دانشگاه تهران ، دانشجوی دکتری فیزیک اتمی-مولکولی دانشگاه صنعتی و فناوری پیشرفته کرمان

« سروش خوشنویس ، منیره السادات حسینیان »

کارشناس ارشد نانوشیمی دانشگاه صنعتی و فناوری پیشرفته کرمان ، دانشجوی کارشناس ارشد نانوتکنولوژی پزشکی دانشگاه آزاد واحد علوم دارویی تهران

بهار ۱۳۹۴



عنوان و نام پدیدآور	نانوذرات: برای رشته‌های علوم زیستی، فنی مهندسی و نانوفناوری
مشخصات نشر	تهران: عظیم اکبرزاده خیاوی، ۱۳۹۴.
مشخصات ظاهری	۲۴۷ ص.: مصور، جدول.
شابک	۹۷۸۰۶۰۰۰۴۰۲۸۰۹۰۹
وضعیت فهرست نویسی	فیبای مختصر.
یادداشت	فهرست‌نویسی کامل این اثر در نشانی: http://opac.nli.ir قابل دسترسی است.
یادداشت	مؤلفین عظیم اکبرزاده، فائزه کاشانیان، مطهره‌السادات حسینیان، سروش خوشنویس، منیره‌سادات حسینیان.
شناسه افزوده	اکبرزاده خیاوی، عظیم، ۱۳۳۶ -
شماره کتابشناسی ملی	۲۸۶۴۰۹۵

عنوان کتاب: نانوذرات طلا
مؤلفین: فائزه کاشانیان، مطهره‌السادات حسینیان، سروش خوشنویس، منیره‌سادات حسینیان
تحت نظارت: پروفسور عظیم اکبرزاده
مشخصات نشر: تهران، عظیم اکبرزاده خیاوی
نوبت چاپ: اول، بهار ۱۳۹۴
شمارگان: ۱۰۰۰ جلد
شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۰۴-۲۸۰۹-۹
قیمت: ۳۵۰۰۰۰ ریال

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۷	واژه نامه
۲۷	اختصارات
۳۱	۱ بررسی فیزیک نانو ذرات طلا
۳۲	۱.۱ هدف از مطالعه این فصل
۳۲	۲.۱ نانو ذرات طلا در یک نگاه
۳۴	۳.۱ تفاوت عمده بین نانو ذرات طلا و توده ی طلا
۳۶	۴.۱ شکل و اندازه نانو ذرات طلا
۴۵	۵.۱ خواص نوری و فیزیکی نانو ذرات طلا
۴۷	۱.۵.۱ پراکندگی رامان ارتقا یافته سطحی
۴۷	پراکندگی رامان
۵۰	مبانی پراکندگی رامان القایی سطحی
۵۱	مکانیسم ها
۵۱	مکانیسم الکترونی
۵۲	مکانیسم الکترومغناطیسی
۵۳	۲.۵.۱ پلاسمون
۵۴	انواع پلاسمون سطحی
۵۷	عوامل موثر بر پیک پلاسمون سطحی
۶۰	۳.۵.۱ مدل پلاسم
۶۳	۴.۵.۱ پلاسمونیک و امواج TE و TM
۶۶	۵.۵.۱ شبیه سازی مدهای طبیعی نانو ذرات فلزی با کره همگن در میدان یکتوانخت
۷۰	۶.۵.۱ محاسبات خواص نوری نانو ذرات
۷۲	۷.۵.۱ نقطه ذوب
۷۳	۸.۵.۱ ضربه شکست غیر خطی

۷۷	۲	بررسی شیمی نانوذرات طلا
۷۸	۱.۲	هدف از مطالعه این فصل
۷۸	۲.۲	شیمی عنصر طلا
۸۰	۱.۲.۲	انحلال پذیری طلا
۸۰	۲.۲.۲	ساختار و آرایش الکترونی
۸۲	۳.۲.۲	ایزوتوپ های طلا
۸۲	۴.۲.۲	حالت های اکسایش طلا
۸۳		کمپلکس های طلا (I^-)
۸۴		کمپلکس های طلا (0) و کلاسترهای طلا
۸۸		کمپلکس های طلا (I)
۸۸		کمپلکس های تک هسته ای $[AuX_2]^-$, $[AuX_2L]$ یا $[AuX_2]$
۹۱		کمپلکس طلا (I) با لیگاندهای چنددندانه
۹۵		کمپلکس های سه و چهار کوردیناسیونی طلا (I)
۹۷		کمپلکس های الیگومری طلا (I)
۱۰۰		کمپلکس های پل دار طلا (I) (پل تک اتمی به غیر از طلا)
۱۰۳		کمپلکس های آلی فلزی طلا (I)
۱۰۷		کمپلکس های طلا (II)
۱۰۹		کمپلکس های طلا (III)
۱۰۹		کمپلکس های آلی فلزی طلا (III)
۱۱۱		کمپلکس لیگاندهای چنددندانه با طلا (III)
۱۱۲		کمپلکس طلا (III) با کالکوزنها
۱۱۳	۳.۲	نانوذرات طلا
۱۱۶	۱.۳.۲	خواص کانالیزوری نانوذرات طلا
۱۲۱	۲.۳.۲	کانالیز اکسیداسیون مونواکسید کربن ($C(0)$)
۱۲۴	۴.۲	بررسی شیمی سولفوردار کردن نانوذرات طلا
۱۲۵	۱.۴.۲	پیوند طلا و تیول در کمپلکس های مولکولی
۱۲۸	۲.۴.۲	تک لایه های خودآرایی شده تیولات روی طلا (III)
۱۲۹	۳.۴.۲	نانوکلاسترهای طلای محافظت شده با تیول
۱۳۱	۴.۴.۲	پاسخ (حساسیت) و شناسایی کایرالی
۱۳۲	۵.۴.۲	اتصالات مولکولی طلا - تیول
۱۳۳	۶.۴.۲	واکنش های نانوذرات پایدار شده با تیول
۱۳۵	۵.۲	شیمی سطح
۱۴۱	۳	شیوه های سنتز و پایدارسازی نانوذرات طلا
۱۴۲	۱.۳	هدف از مطالعه این فصل
۱۴۲	۲.۳	سنتز نانومواد
۱۴۶	۳.۳	روش های تولید نانوذرات طلا
۱۴۷	۱.۳.۳	روش های سنتز نانوذرات طلا در فاز مایع

۱۴۹	ویژگی‌های شیمیایی و شناسایی نانوذرات طلا برای سنتز در فاز مایع	
۱۵۰	پتانسیل‌های الکتروشیمیایی پیش‌ماده‌های طلا	
۱۵۱	بررسی سینتیکی سنتز نانوذرات با توزیع اندازه باریک	
۱۵۲	روش احیای سیترات	
۱۵۳	روش بروست - شفرین: سنتز دوقازی و پایداری با تیول‌ها	
۱۵۷	سنتز نانوذرات طلا با کمک امواج مافوق صوت	
۱۶۰	سنتز نانوذرات طلا با کمک امواج میکرو	
۱۶۲	رشد نانوذرات بر پایه دانه‌دهی	
۱۶۲	سنتز نانومپله‌ها به شیوه رشد دانه‌دهی	
۱۶۶	سنتز نانوذرات پوسته - هسته طلا	
۱۷۰	سنتز نانوقفس‌های طلا	
۱۷۴	سنتز الکتروشیمیایی نانوذرات طلا	
۱۷۶	فرایند پلی‌آل	
۱۷۶	سنتز فتوشیمیایی و رادیولیتیک نانوذرات طلا	
۱۷۷	سنتز نانوذرات طلا روی سطوح	۲.۳.۳
۱۷۸	نانوذرات طلا روی پودرهای معدنی	
۱۷۸	رسوب‌گیری - احیا: رسوب یک پیش‌ماده طلا	
۱۸۱	شیوه احیا - رسوب‌گیری: رسوب‌گیری نانوذرات سنتز شده	
۱۸۴	طلای نشانده شده درون ماتریس معدنی یا مواد متخلخل	
۱۸۸	نانوذرات طلا درون یا روی مواد آلی	
۱۸۹	نانوذرات طلا روی سطوح صاف و مسطح	
۱۹۱	بمباران یونی لایه‌های نازک طلا	۳.۳.۳
۱۹۱	اسپاترینگ یا کندوپاش	۴.۳.۳
۱۹۳	اتصال الکتروستاتیک نانوذرات طلا بر روی سطح باردار	۵.۳.۳
۱۹۳	تولید نانوذرات طلا به روش سیم انفجاری	۶.۳.۳

۱۹۷	روش‌های شناسایی و آنالیز نانوذرات طلا	۴
۱۹۸	هدف از مطالعه این فصل	۱.۴
۱۹۸	روش‌های شناسایی نانوذرات طلا	۲.۴
۱۹۹	شیوه‌های مبتنی بر تصویربرداری	۱.۲.۴
۲۰۰	میکروسکوپ الکترون عبوری (TEM)	
۲۰۳	میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)	
۲۰۴	تصویربرداری میکروسکوپی با کمک پروب (SPM)	
۲۰۷	شیوه‌های مبتنی بر پراکندگی	۲.۲.۴
۲۰۷	پراکندگی پرتو ایکس	
۲۰۹	شیوه‌های اسپکتروسکوپی	۳.۲.۴
۲۱۰	اسپکتروسکوپی فتوالکترون	

۲۱۱	تشدید مغناطیسی هسته (NMR)
۲۱۱	مادون قرمز (IR)
۲۱۱	ماورا بنفش (UV)

۲۱۵	۵ کاربرد صنعتی نانوذرات طلا
۲۱۶	۱.۵ هدف از مطالعه این فصل
۲۱۶	۲.۵ تقویت کننده SCISSOR آغشته به نانوذرات طلا
	۳.۵ رفتار حرارتی نانوذرات طلا در لایه‌نشانی پلیمر در ساخت ادوات الکترواپتیکی
۲۲۳	OFET و OLED
۲۲۵	۴.۵ نانوذرات طلا در ساخت حسگرهای فیبر نوری
۲۲۶	۱.۴.۵ حسگر موجبر
۲۲۶	حسگر موجبر تک‌کاناله
۲۲۸	حسگر موجبر دوکاناله
۲۲۹	۲.۴.۵ حسگر فیبر نوری حفره‌دار
۲۲۹	۳.۴.۵ حسگر فیبر نوری ۳ کاناله چرخ واگن

۲۳۳	۶ عامل دار و زیست عامل دار کردن نانوذرات طلا
۲۳۴	۱.۶ هدف از مطالعه این فصل
۲۳۴	۲.۶ مهندسی سطح و مهندسی سازی نانوذرات طلا
۲۳۵	۱.۲.۶ جذب سطحی ذرات کلریدی طلا
۲۳۵	فاکتورهای مؤثر در جذب
۲۳۶	جذب پروتئین‌ها روی نانوذرات
۲۳۷	۲.۲.۶ خوشه‌های حفاظت شده
۲۳۹	۳.۲.۶ عامل دار کردن نانوذرات طلا
۲۴۱	شیمی کووالانسی و داتیو
۲۴۲	برهم‌کنش‌های غیر کووالانسی
۲۴۶	۴.۲.۶ زیست عامل دار کردن نانوذرات طلا
	عامل دار کردن از طریق جذب شیمیایی مشتقات تیول و اتصال
۲۵۰	کووالانسی رابط‌های دو عاملی
۲۵۲	مزدوج کردن نانوذرات با کمک برهم‌کنش‌های خاص
۲۵۳	پلی اتیلن گلیکوله کردن
۲۵۴	مزدوج کردن آمینواسیدها و پپتیدها
۲۵۵	ویژگی‌های سیستم‌های هیبریدی نانوذره - مولکول زیستی

۲۵۷	۷ کاربرد زیست پزشکی نانوذرات طلا
۲۵۸	۱.۷ هدف از مطالعه این فصل
۲۵۸	۲.۷ اصول فارماکولوژی و چگونگی استفاده از نانوذرات طلا در بدن

۲۵۹	کاربردهای نانوسامانه‌های مهندسی شده با ذرات طلا در حوزه پزشکی	۱.۲.۷
۲۵۹	عوامل تاثیرگذار بر ورود نانوسامانه‌های مهندسی شده با طلا به بدن	۲.۲.۷
۲۶۱	تاثیر شکلی نانوذرات طلا	
۲۶۲	تاثیر اندازه نانوذرات طلا	
۲۶۳	تاثیر بار سطحی نانوذرات طلا	
۲۶۴	تاثیر مسیر مصرف نانوذرات طلا	
۲۶۴	تاثیر آب‌دوستی و چربی دوستی نانوذرات طلا	
۲۶۵	تاثیر سطح نانوذرات طلا	
۲۶۵	تاثیر عوامل درونی بدن	
۲۶۷	تشخیص با استفاده از نانوسامانه‌های مهندسی شده با ذرات طلا	۳.۷
۲۶۸	تشخیص به وسیله نانوذرات طلای مهندسی شده در تصویربرداری	۱.۳.۷
۲۷۰	تشخیص به وسیله زیست حسگرهای طلا	۲.۳.۷
۲۷۳	استفاده از نانوذرات طلا در شناسایی قطعات DNA	
۲۷۵	استفاده از نانوذرات در شناسایی پروتئین‌ها	
۲۷۶	کنترل روند درمان از طریق نانوذرات طلا	۳.۳.۷
۲۷۸	درمان از طریق نانوسامانه‌های مهندسی شده با ذرات طلا	۴.۷
۲۸۰	دارورسانی به وسیله نانوذرات طلای مهندسی شده	۱.۴.۷
۲۸۵	ژن‌رسانی به وسیله نانوذرات طلای مهندسی شده	۲.۴.۷
۲۹۱	مثال‌های کاربردی از تشخیص و درمان بیماری‌ها بر اساس کاربرد نانوذرات طلا	۵.۷
۲۹۱	ایدز و نانوسامانه‌های مهندسی شده طلا	۱.۵.۷
۲۹۳	دیابت و نانوسامانه‌های مهندسی شده طلا	۲.۵.۷
۲۹۴	باکتری‌ها و نانوسامانه‌های مهندسی شده طلا	۳.۵.۷
۲۹۸	آسیب‌های طناب نخاعی و نانوسامانه‌های مهندسی شده طلا	۴.۵.۷
۲۹۹	سرطان و نانوسامانه‌های مهندسی شده طلا	۵.۵.۷
۳۰۰	الف) تشخیص سرطان به وسیله نانوسامانه‌های مهندسی شده طلا	
۳۰۱	تشخیص به وسیله تصویربرداری از تومورها و سرطان‌ها	
۳۱۲	تشخیص به وسیله شناسایی پروتئین‌ها و ژن‌های خاص تومور یا سرطان	
۳۱۳	ب) استفاده از نانوذرات طلا در درمان سرطان	
۳۱۴	درمان سرطان با نانوذرات طلای هدفمند شده	
۳۲۴	درمان سرطان با استفاده از پرتودرمانی و رادیواکتیو	
۳۲۶	درمان سرطان از طریق هایپرترمیا	
۳۳۷	استفاده از نانوذرات طلا در شیمی درمانی	

۳۳۹	سمیت و ایمنی نانو ذرات طلا	۸
۳۴۰	هدف از مطالعه این فصل	۱.۸
۳۴۰	سمیت	۲.۸
۳۴۱	مکانیسم ورود نانوذرات به درون سلول‌ها	۳.۸

۳۴۲	مکانیسم سمیت نانوذرات طلا	۴.۸
۳۴۷	عوامل تاثیرگذار بر سمیت نانوذرات طلا	۵.۸
۳۴۸	میزان دوز مصرفی	۱.۵.۸
۳۴۹	ویژگی های فردی	۲.۵.۸
۳۵۰	فارماکوکینتیک نانوذره طلا	۳.۵.۸
۳۵۱	جذب	
۳۵۱	انتشار	
۳۵۲	متابولیسم	
۳۵۲	دفع	
۳۵۳	روش سنتز، اندازه، شکل و ترکیب شیمیایی نانوذرات طلا	۴.۵.۸
۳۵۳	روش سنتز	
۳۵۳	اندازه	
۳۵۴	شکل	
۳۵۴	ترکیب شیمیایی	
۳۵۵	ویژگی های سطحی نانوذره	۵.۵.۸
۳۵۶	عملکرد سیستم ایمنی در مواجهه با نانومواد	۶.۸
۳۵۹	فهرست مراجع	

نانوذرات جدول مندلیف مخصوصاً نانوذرات طلا رایج‌ترین نانوذرات در علم فناوری نانو بوده و خواص جالب توجه آن‌ها باعث گردیده که کاربردهای بسیار متنوعی در صنایع شیمیایی، پزشکی، دارویی، الکترونیک، کشاورزی و غیره داشته باشند. با توجه به عضویت اینجانب در بخش پیلوت نانو بیوتکنولوژی انستیتو پاستور ایران از سال ۱۳۸۳ در شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو «ستاد ویژه توسعه فناوری نانو»، اقدام به تولید کلیه نانوذرات، کوانتوم دات‌ها و نانوداروهای مختلف جهت رفع نیاز مراکز علمی کشور کرده و تا به امروز هم ادامه دارد. یکی از تولیدات بخش، نانوذرات طلا است. که در این کتاب شیوه‌های سنتز، پایدارسازی، بررسی خواص فیزیکی، شیمیایی، روش‌های شناسایی، آنالیز، کاربرد صنعتی، عامل‌دار و زیست عامل‌دار کردن، کاربرد زیست پزشکی، سمیت، ایمنی و تشخیص آن بحث شده است. این اثر نفیس، تجربه و ثمره ده سال تلاش در راستای تولید علم نانوفناوری دانشمندان جوان ایرانی: خانم فائزه کاشانیان، خانم مطهره السادات حسینیان، آقای سروش خوشنویس و خانم منیره السادات حسینیان در دانشگاه‌های تهران، کرمان، کاشان، آزاد اسلامی و انستیتو پاستور ایران می‌باشد؛ که الحق با بینش علمی دقیق این اثر را تالیف کرده‌اند. با عنایت بر این که به لطف و کرم الهی، حقیر تا به امروز حدود ۷۳ جلد اثر علمی که اکثراً در باب نانوفناوری بوده، همه را به عنوان پای ملخی به دربار سلیمان گونه ملت بزرگوار و تاریخ ساز ایران عزیزمان تقدیم کرده‌ام، بدین وسیله با تشکر از تلاش موفق عزیزانم در نشر این اثر ماندگار، اعلام می‌نمایم که این اثر نفیس علمی و قابل استفاده برای تمام علاقمندان به علم نانوفناوری است. البته حمایت معنوی و مادی "شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو" از این اثر ماندگار، ادامه نشر کتاب‌های دیگر توسط این عزیزان را فراهم می‌نماید.

التماس دعا

پروفسور دکتر عظیم اکبرزاده

استاد انستیتو پاستور ایران

فناوری نانو، واژه‌ای است کلی که به تمام فناوری‌های پیشرفته در عرصه کار با مقیاس نانو اطلاق می‌شود. معمولاً منظور از مقیاس نانو ابعادی در حدود یک نانومتر تا صد نانومتر می‌باشد (یک نانومتر یک میلیاردیم متر است). نانو ذرات طلا به عنوان یکی از مواد پرکاربرد در حوزه‌هایی نظیر حسگرها، کاتالیزورها، حمل و نقل، پایداری، کاهش مصرف و کنترل عارضه داروها در بدن است. همچنین برای برطرف کردن محدودیت‌های جراحی ضایعات سر و گردن به کمک لیزر استفاده می‌شود. استفاده از نانوذرات طلا در حوزه درمان، باعث بالا رفتن کارایی روش‌های درمانی سرطان شده و کمک شایانی به حوزه سلامت جامعه خواهد کرد. یکی از مهم‌ترین روش‌های جراحی ضایعات سر و گردن، بر استفاده از باریکه لیزری استوار است. معمولاً لیزر باعث وارد آمدن صدماتی به بافت‌های مجاور تومور و یا بافت‌های سر راهی می‌شود. به علاوه، باریکه لیزری ویژگی درمان انتخابی (selectivity) را ندارد، لذا ارایه یک الگوی درمانی برای جراحی این تومورها به کمک لیزر و نانوذرات بوده است که توانایی جراحی و تخریب تومورها را در مقیاس نانومتری داشته باشد. ایجاد خاصیت انتخابی بودن درمان تومورهای سر و گردن با لیزر به کمک نانوذرات طلای متصل به اسید فولیک مهم‌ترین دستاورد نانوفناوری است. با نانوذرات طلا می‌توان به روی کاغذ صاف، مدار الکترونیکی ایجاد کرد. با بهره‌گیری از نانوذرات طلا، جراحی زیبایی با موفقیت بیشتری انجام می‌گیرد. هر چند لیپوساکشن یکی از رایج‌ترین روش‌های خارج کردن چربی از بدن است، اما این روش هنوز اشکالاتی دارد. با توجه به استفاده از نانوذرات طلا در مبارزه با سلول‌های سرطانی، از این روش برای درمان چاقی استفاده می‌شود. با تابش پرتو مادون قرمز بر نانوذرات طلا، آن‌ها را گرم کرده و در نهایت بافت چربی در بدن را آب می‌کنند. با این کار می‌توان سلول‌های چربی آب شده را به صورت انتخابی بدون این که بافت‌های اطراف نظیر سلول‌های عصبی آسیبی ببینند از بدن خارج کرد. مبارزه با سلول‌های سرطانی توسط نانوذرات طلا امکان‌پذیر است، آزمایش‌های انجام شده روی نانوذرات طلای حاوی آپتامر DNA ای نشان می‌دهد که استفاده از این نانوذرات می‌تواند کارایی نانودارو را افزایش دهد. تراشه‌ای حاوی نانوذرات طلا برای شناسایی زود هنگام سرطان مفید است. با ساخت تراشه نانوذرات طلا قادر به شناسایی سلول‌های سرطانی در مراحل اولیه می‌شویم. در این تراشه از نانوذرات طلای حاوی آنتی‌بادی اختصاصی پروتئین‌های تولید شده توسط سلول سرطانی می‌شود. تولید و افزایش ماندگاری فعالیت ضد میکروبی بارچه‌ها با ساختار نانوذرات طلا سبب افزایش بهداشت در بیمارستان‌ها و جامعه می‌شود. زیست‌حسگرهای نانوذرات طلا در زمانی کوتاه به تشخیص ارزان و سریع جنسیت جنین کمک می‌کنند. با

استفاده از نانوذرات طلا و ساختارهای لیپیدی می‌توان برهم‌کنش میان پروتئین‌ها در مقیاس نانو را مطالعه کرد. این روش می‌تواند محدودیت میکروسکوپ‌های نوری را در مطالعات زیستی جبران کند. با ترکیب دو رنگ و نانوذرات طلا و تزریق آن به سیلیکون موفق به ساخت ماده‌ای با خواص آنتی‌باکتریال شده‌اند که می‌توان از آن در ساخت تجهیزات بیمارستانی استفاده کرد. این محصول می‌تواند به‌عنوان عامل کنتراست دهنده در تصویربرداری پزشکی هم مورد استفاده قرار گیرد. جهت بالابردن سطح ایمنی در درمان سرطان به کمک نانوذرات طلا، کاهش عوارض جانبی و سمیت نانوذرات طلا آن را با ماشین نانوذرات زده، از بدن بیماران خارج می‌کنند.

پژوهشگران کشورمان از نانوذرات طلا به عنوان حامل برای رساندن مولکول پروتوپورفیرین آبگریز به داخل سلول‌های سرطانی استفاده کرده‌اند، و امکان درمان سرطان دهانه رحم با حامل‌هایی از جنس نانوذرات طلا را فراهم نموده‌اند. حذف نیتريت و نیترات از آب آشامیدنی کاری پرهزینه و چالش برانگیز است. اخیراً نانوکاتالیستی حاوی نانوذرات طلا و پالادیم ساخته شده است که می‌تواند با کارایی بالایی فرآیند شکستن این ترکیبات را انجام داده و به بهداشت محیط زیست کمک نماید. دانشمندانمان با استفاده از نانوذرات طلا موفق به طراحی حسگرهایی به منظور اندازه‌گیری هپارین در نمونه‌های پلاسمای خون جهت اندازه‌گیری عامل لخته‌ساز خون شده‌اند. "فاکتور نکروز توموری-آلفا" ($\text{Tumor necrosis factor alpha} = \text{TNF}\alpha$) ماده‌ای است که می‌تواند رگ‌های خونی اطراف تومور را از بین ببرد، اما استفاده از این ماده عوارض متعددی دارد. اکنون محققان با استفاده از نانوذرات طلا به عنوان حامل "فاکتور نکروز توموری-آلفا"، عوارض این ماده شیمیایی را به حداقل رسانده‌اند. باتوجه به گستردگی کاربرد نانوذرات طلا در تمام صنایع مدرن جهان، خوانندگان عزیز را به عنایت بیشتر در متن کرده و سفارش کتاب را به همه پژوهشگران نانوفناوری کشورمان و کشورهای فارسی زبان دعوت می‌نمایم.

التماس دعا

پروفسور- دکتر عظیم اکبرزاده

استاد انستیتو پاستور ایران