

ارزیابی جذب اشعه ایکس توسط پماد حاوی نانوذرات اکسید بیسموت به منظور کاهش خطرات ناشی از جذب اشعه ایکس توسط کارکنان رادیولوژی و اتاق عمل

مهدی رشیدی^۱ - مصطفی صفاری^۲ - حمید شیرخانلو^{۳*} - محمد رضا عوادی^۴

hamid shirkhanloo@yahoo.ca

تاریخ پذیرش: ۹۴/۴/۲۳

تاریخ دریافت: ۹۴/۲/۵

چکیده

مقدمه: آثار سرطان زایی تابش اشعه ایکس طی سالیان اخیر اثبات گردیده است. امروزه از سرب در وسایل زیادی مثل روپوش‌های سربی، محافظ تیروئید و دستکش‌های سربی برای محافظت بدن در برابر اشعه ایکس استفاده می‌شود. اما وسایل محافظت فردی اشعه ایکس حاوی سرب معایب مختلفی مثل سمیت، سنگینی و عدم انعطاف‌پذیری دارد. امروزه از روش‌های جدیدتری هم‌چون کاربرد فرآورده‌های پوستی نیمه جامد محافظ (کرم، پماد) استفاده می‌شود. در این مطالعه امکان سنجی استفاده از کرم حاوی نانوذرات اکسید بیسموت به عنوان جاذب اشعه ایکس بررسی گردید.

روش کار: ساخت نانوذرات اکسید بیسموت (Bi_2O_3) و سپس فرموله کردن آن در قالب پماد بررسی شد. نانوذرات اکسید بیسموت با روش جدیدی با واسطه سوربیتول سنتز و در کنار اکسپان‌های متناسب فرموله گردید. کرم نهایی از ۷۰ درصد نانوذره اکسید بیسموت و ۳۰ درصد مواد جانبی تشکیل شده است. در این مطالعه، از دستگاه اشعه ایکس و دوریمتر برای بررسی جذب اشعه ایکس در ضخامت‌های مختلف پماد نانوذرات اکسید بیسموت استفاده گردید.

یافته‌ها: با آزمون دزیمتری نیز اثر محافظ اشعه پماد حاوی نانوذرات بیسموت اکسید به میزان معنی داری ($P < 0.05$) بهتر از گروه کنترل و ورقه معادل سربی ارزیابی گردید. تست‌های دوزیمتری نشان داد که پماد و کرم نانوذرات بیسموت اکسید ۵۶ درصد اشعه را جذب می‌نماید ولی در سرب ۴۱ درصد است. لبه جذب کا (k) اشعه برای بیسموت بیشتر از سایر فلزات بوده و نانوذرات آن سطح جذب بیشتری نسبت به حجم (S/V) دارند.

نتیجه گیری: نانوذرات اکسید بیسموت به دلیل عدد اتمی بالای بیسموت جذب اشعه ایکس را با کارایی بالاتری نسبت به سرب انجام می‌دهد و سمیت کمتری دارد. کرم و پماد پوستی نانوذرات اکسید بیسموت می‌تواند به عنوان جاذب اشعه ایکس برای مشاغل مختلف مانند پزشکان، دندانپزشکان، کارکنان اتاق عمل و کارشناسان رادیولوژی استفاده شود و باعث افزایش سلامت و ایمنی کارکنان می‌گردد.

کلمات کلیدی: نانوذرات اکسید بیسموت، پماد، محافظت در برابر اشعه ایکس، سلامت و ایمنی

کارکنان پزشکی

۱- کارشناس ارشد نانو تکنولوژی، گروه آموزشی نانوفناوری پزشکی، دانشکده علوم و فناوری های نوین، واحد علوم دارویی دانشگاه آزاد اسلامی

۲- استادیار گروه فارماکولوژی، دانشگاه علوم پزشکی کاشان

۳- استادیار پژوهشکده سلامت صنعت نفت تهران و دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم دارویی

۴- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم دارویی- بخش نانو فناوری پزشکی

مقدمه

اشعه ایکس جزء پرتوهای الکترومغناطیس می باشد و از دو نمودار الکتریکی و مغناطیسی عمود برهم تشکیل می شود. اشعه ایکس دارای خواص موجی-ذره ای بوده و سرعت آن نیز همانند سرعت نور در خلا تعریف می شود. لامپ های اشعه ایکس در شرایط خلا تولید شده و کاملاً یونیزه می باشند (Jan Kybic, 2005-2014; LINTON, 1995; Alexi, 1995). از این اشعه برای تشخیص و درمان بیماری های مختلف استفاده می شود اما مواجهه با آن بسیار خطرناک می باشد. در سال ۱۹۲۱ کمیته حفاظت بریتانیا برای کاهش مواجهه در برابر پرتو ایکس و رادیوم اولین دستور العمل را ارائه دادند و در سال ۱۹۲۸ دومین کنگره بین المللی رادیولوژی، کمیته ای را برای تعریف رونتگن به عنوان واحدی برای تابش اشعه تعیین کرد. اولین توصیه ها در خصوص محدود کردن مقدار اشعه ایکس در سال ۱۹۳۱ بعد از کشف اشعه توسط رونتگن به وسیله دانشمندان آمریکایی انجام گرفت و ۰/۲ رونتگن در روز به عنوان مقدار اشعه ایکس اعلام گردید. امروزه انجمن ملی حفاظت در برابر اشعه و اندازه گیری ها مقدار اشعه ایکس را تعیین نموده و این انجمن توصیه های خود را به تناوب در نشریه های مختلف به چاپ رسانده است. در سال ۱۹۳۱ اولیه توصیه انجمن ملی حفاظت در برابر اشعه به میزان R50 در سال (R ۰/۲ در هر روز کاری) تعیین شد و حداکثر مقدار مجاز در سه مرحله جداگانه تقلیل یافت (Tomas, 2005). در اوایل کشف اشعه ایکس موارد زیادی از سوختگی شدید پزشکان و سرطان در بین کارکنان گزارش شده بود (Hall, 2000; Lipsitz, 2000; Miller, 2010; Niklason, 1993). مطالعات نشان

داد که پرتو اشعه ایکس توسط عناصر فلز سنگین مانند سرب جذب می شود و عوارض تابش پرتو را تا میزان زیادی کاهش می دهد. روپوش های سربی، دستکش های سربی، عینک های سربی و تیروئید بندها همگی در جذب اشعه ایکس کاربرد دارند. تمامی عناصری که لبه جذب k بهتر و دانسیته بالاتری داشته باشند می توانند اشعه ایکس را با بازده بالاتری جذب نمایند. در بین عناصر کربن، مس، قلع، نقره، سرب و طلا، سرب به علت ارزان بودن و سادگی در استخراج به راحتی در وسایل محافظتی استفاده می شود ولی سرب با سمیت بالا، سنگینی و عدم انعطاف پذیری، باعث محدودیت کاربرد می گردد. عناصر دیگر مانند طلا و بیسموت جاذب خوبی برای اشعه ایکس بوده و می توانند جانشین سرب شوند (Tomas, 2005) ولی طلا بسیار گران است در نتیجه در این تحقیق از بیسموت برای جذب اشعه ایکس استفاده شد، زیرا محاسن زیادی مانند ارزانی، تهیه آسان و لبه جذب بالا (K) دارد. اشعه ایکس در تشخیص بیماری ها و درمان آنها نیز نقش به سزایی داشته و در مراکز تصویربرداری، اتاق عمل اورتوپدی، اتاق عمل اعصاب، کلینیک های درد و آنژیوگرافی کاربرد زیادی دارند. اتاق عمل های اورتوپدی و علوم اعصاب و کل مکان هایی که نیاز به دستگاه فلوروسکوپی برای عمل جراحی دارند در معرض اشعه ایکس قرار دارند. دستگاه فلوروسکوپی سی آر ام یک دستگاه تصویربرداری می باشد که در هنگام عمل پین گذاری در اورتوپدی و قرارگیری مواد فلزی برای تثبیت شکستگی ها لازم و ضروری می باشد (Goldstone et al., 1993; Levin et al., 1987; Muller et al., 1998). برای حفاظت بدن از پرتوهای اشعه ایکس از وسایل سربی استفاده می شود. روپوش های سربی بدن انسان را از ناحیه زیر گردن

جذب می‌نماید. در این تحقیق از نانو ذرات بیسموت در پماد برای کاهش و حذف اشعه ایکس استفاده شد تا بتوان خطرات کشنده اشعه ایکس را تقلیل و خطر اشعه را کاهش داد. از این محصول دو فرآورده پودر و پماد تهیه شد.

روش کار

دستگاه‌ها و معرف‌ها

نمک نیترات بیسموت ۵ آبه سیگما آلدريج با شماره ۳۸۳۰۷۴، سوربیتول با شماره ۴-۷۰-۵۰ ساخت کارخانه مرک آلمان و دستگاه گاما سنتیلاسیون ساخت آمریکا با شماره ۵۹۸۱ در تحقیق به کار رفت. در این آزمایشات به وسیله حرارت آون و کوره، مخلوط نمک نیترات بیسموت، سوربیتول و آب با هم ترکیب و در نهایت باعث ایجاد نانوذرات اکسید بیسموت می‌شوند. در این روش که در مقیاس آزمایشگاهی انجام شد، نمک نیترات بیسموت توسط هیتر استیر و مگنت به صورت یکنواخت با سوربیتول و آب ترکیب می‌شوند، سپس ترکیب وارد حمام اولتراسونیک شده که در جهت جلوگیری از تجمع ذرات به کار می‌رود و ذرات را کوچکتر می‌کند، سپس ترکیب توسط آون حرارت داده می‌شود، تا آب کاملاً بخار گردد. سرانجام یک جسم جامد تخم مرغی شکل با رنگ قهوه ای تیره تشکیل شده و بعد از آن ماده وارد کوره می‌شود تا تحت دمای بالا قرار گیرد و در نهایت با کلسینه کردن، نانوذرات اکسید بیسموت تهیه می‌گردند. در جدول ۱ می‌توان پارامترهای دستگاهی را که در سنتز اکسید بیسموت تاثیر دارند را مشاهده کرد. متغیرهای دما (سانتی‌گراد)، فشار هوا (اتمسفر) و زمان (دقیقه) در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفته و بهینه گردیدند.

تا پایین گنادها حفظ می‌نماید. برای محافظت تیروئید در برابر اشعه، از تیروئید بند سربی استفاده می‌شود. اما برای جراح و کمک جراح اتاق عمل که به صورت مداوم در معرض اشعه ایکس قرار دارد استفاده از دستکش‌های سربی امکان پذیر نیست (Calder *et al.*, 2001; Clasper, 1995). کاهش مهارت جراح و کمک جراح و سیمی بودن سرب از جمله معایب دستکش‌های سربی در اتاق عمل می‌باشد. متخصصان اورتوپدی و کمک جراح‌ها به طور مداوم در معرض اشعه ایکس حاصل از دستگاه فلوروسکپی می‌باشند و براساس مطالعات سازمان سلامت نانو در چهار دهه گذشته تماس دست‌های جراحان با دستگاه فلوروسکپی باعث افزایش مقدار نفوذ اشعه به دست‌ها و محیط کار در اتاق عمل شده اند. همان طور که می‌دانید مقدار مجاز تابشی به دست‌ها ۵۰ رم است که معادل ۳۰ دقیقه تابش مستقیم اشعه ایکس می‌باشد (Smiresh *et al.*, 2007). در سال ۲۰۰۷ سه دانشمند اورتوپد از دانشگاه شیکاگو توانستند یک پماد جاذب اشعه ایکس را بسازند. این پماد از پودر اکسید بیسموت تشکیل شده بود و توانست اشعه ایکس را تخفیف دهد. این پماد تحت عنوان اولترابلاکس شناخته شده و عرضه شده است. در شکل ۱ می‌توان پماد اولترابلاکس را مشاهده کرد. اما تحقیقی که آن جان و همکارانش در رابطه بین دانسیته، اندازه و شکل ذرات با ویژگی‌های تضعیف پرتویی انجام داده‌اند، نشان داد که در شرایط مساوی با مقدار جرم برابر، نانوسرب یا سولفات سرب در انرژی‌های بالا نسبت به سرب معمولی یا سولفات سرب توانایی تضعیف پرتو بیشتری دارند. هم‌چنین تحقیقات صورت گرفته در امریکا نشان داد که پودر اکسید بیسموت جاذب اشعه ایکس می‌باشد و ۸۰ درصد اشعه ایکس را

جدول ۱. پارامترهای دستگاهی برای سنتز نانوذره اکسید بیسموت

ردیف	دما (سانتیگراد)	زمان (دقیقه)	تعداد دور در دقیقه	فشار هوا (اتمسفر)
استیرر	۷۰	۵۰ دقیقه	۴۰۰	۱
حمام اولتراسونیک	۲۹	۲۰ دقیقه	-	۱
آون	۱۱۰-۱۰۰	۶۰ دقیقه	-	۱
کوره	۵۵۰-۶۰۰	۶۰ دقیقه	-	۱

ساخت نانوذره اکسید بیسموت k

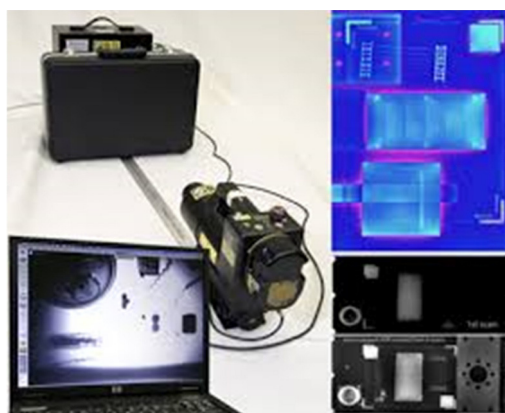
سنتز مواد اولیه نیمه جامد جاذب اشعه ایکس یعنی اکسید بیسموت به روش شیمیایی و با استفاده از نمک نیترات بیسموت، سوربیتول و آب مقطر انجام شد. مواد اولیه نمک نیترات بیسموت توسط ماده اولیه سوربیتول احیا شده و به نانوذرات اکسید بیسموت تبدیل می‌شوند. در این روش که در اشل آزمایشگاهی انجام گرفت، ۵ گرم نمک نیترات بیسموت را به عنوان نمونه با ۰٫۹۲ میلی لیتر سوربیتول و دو برابر ماده اولیه آب مقطر مخلوط کرده و سپس مخلوط به دست آمده توسط هیتر استیرر و مگنت به صورت یکنواخت ترکیب می‌شوند و یک ژل زرد رنگ را تشکیل می‌دهند. مرحله بعد وارد کردن ترکیب به حمام اولتراسونیک می‌باشد که جهت جلوگیری از تجمع ذرات استفاده شده و ذرات را کوچکتر می‌کند. اما واکنش‌های اصلی و ایجاد نانوذرات اکسید بیسموت توسط حرارت انجام می‌شود که این امر توسط آون و کوره صورت می‌گیرد. دمای آون که بین ۱۱۵-۱۰۰ درجه سانتی‌گراد بوده، باعث بخار آب موجود در ترکیب شده است تا یک جسم تخم مرغی قهوه‌ای رنگ تشکیل شود. بعد از آن ماده تخم مرغی شکل وارد کوره می‌شود تا تحت دمای ۵۵۰-۶۰۰ درجه سانتی‌گراد تمامی آب موجود بخار و یک پودر زرد رنگ از نانوذرات اکسید بیسموت تهیه شود.

ساخت پماد جاذب اشعه ایکس

بعد از این مرحله نوبت به ساخت نیمه جامد پماد می‌رسد و فرمولاسیون پماد نیز در مقیاس آزمایشگاهی تهیه می‌شود که در آن میزان ۰٫۸ گرم از ارگانودایمیتیکون را به ۵٫۶ گرم از ماده پایه که ۷۰ درصد نانوذرات اکسید بیسموت را شامل می‌شوند اضافه کرده و بعد از آن ۱٫۶ گرم اوسرین به ترکیب افزوده می‌شود. در این روش ارگانودایمیتیکون نقش ماده لویگه کننده (یکنواخت کننده) را دارد و باعث یکنواختی ماده و شکل‌گیری خمیری ماده می‌شود و اوسرین که چربی الکل پشم می‌باشد نقش جاذب آب را دارد و باعث ایجاد فاز روغنی شده و نیمه جامد حاصل پماد تهیه می‌شود.

روش دوزیمتری جاذب اشعه ایکس

بعد از ساخت پماد جاذب اشعه ایکس با استفاده از نانو ذرات اکسید بیسموت و وارد کردن



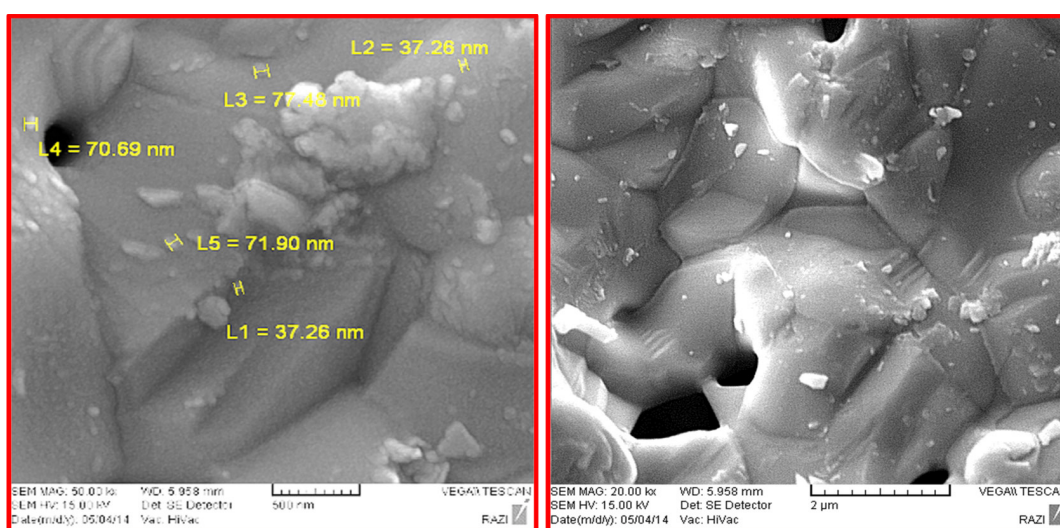
شکل ۱. دوزیمتر اشعه ایکس

مقایسه کرده تا نتایج دوزیمتری به دست آمده با یک استاندارد مناسب مقایسه شود (شکل ۱).

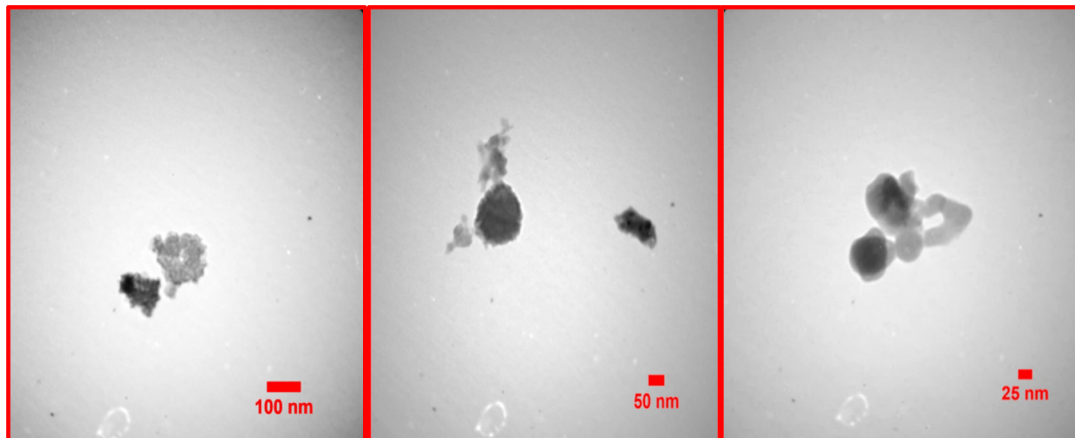
یافته ها

نتایج سنتز نانوذرات اکسید بیسموت به صورت یک سری تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) و میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM) به دست آمده است و مشخص شده که این ذرات اندازه ای بین ۷۰ تا ۱۰۰ نانومتر دارند. شکل ۲ تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) مورفولوژی سطح نانو ذرات اکسید بیسموت را نشان می دهد و اندازه نانوذرات توسط میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM) در شکل ۳ مشخص است. تست پراش پرتو ایکس (XRD) نیز برای بررسی ساختمان کریستالی نانوذرات اکسید بیسموت در شکل ۴ نمایش داده شده است. در شکل ۵ نیز تست ایدکس (EDX) برای بررسی ناخالصی ترکیب مورد نظر در نظر گرفته شده است که در زیر می توان آن را مشاهده کرد. در تست مورد نظر می توان گفت که ترکیب ساخته شده فقط از

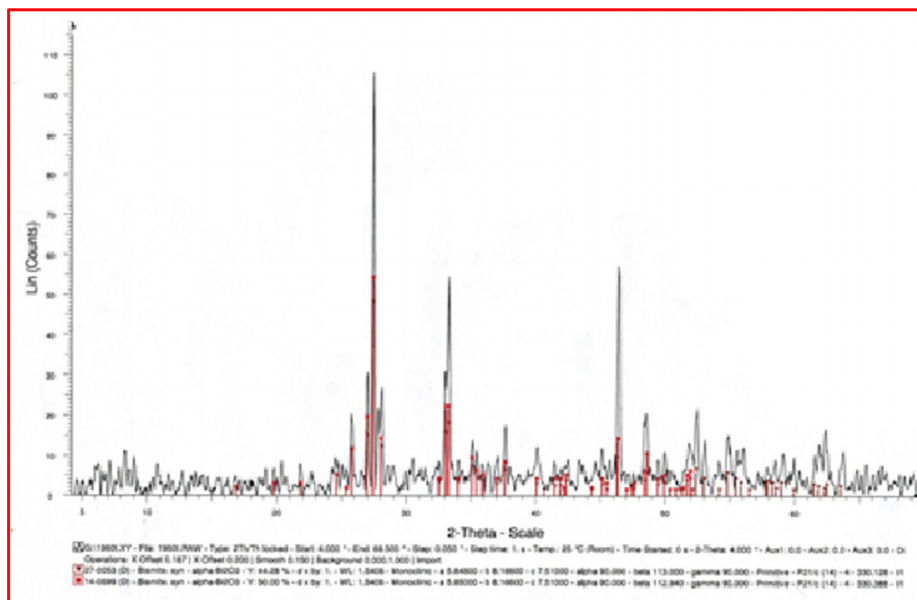
در فاز پماد، باید نیمه جامد مورد نظر تحت ارزیابی دوزیمتری قرار بگیرد که این کار توسط دستگاه دوزیمتری سنتیلاسیون پروپی انجام می شود که این پروب ها می توانند با دستگاه سنجش حرارتی هم چون سری های (ASP، E-600-RM-25) و یا سری دلتا و الکترا باشند. البته این دستگاه دارای مدل های زیادی می باشند که نمونه آمریکایی آن با شماره (USA)، ۵۹۸۱، است و از انرژی های محدوده ۱۵ کیلو الکترون ولت تا ۱،۳ مگا الکترون ولت را مورد ارزیابی قرار می دهد. این روش دوزیمتری با استفاده از یک پروب، لامپ مولد اشعه ایکس و پماد جاذب اشعه ایکس صورت گرفته است. در این روش فاصله بین لامپ مولد تا پروب ۱۰۰ سانتی متر در نظر گرفته می شود و پماد را در فاصله ۵۰ سانتی متری قرار می دهند. در این روش یک بار تابش را با پماد و یک بار بدون پماد در نظر می گیرند و نسبت تابش را با درصد بیان می کنند. (Mc Caffrey et al., 2012)، سپس جذب اشعه ایکس توسط پماد جاذب اشعه ایکس را با ۰،۵ میلی متر سرب که گروه کنترل می باشد



شکل ۲. تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی



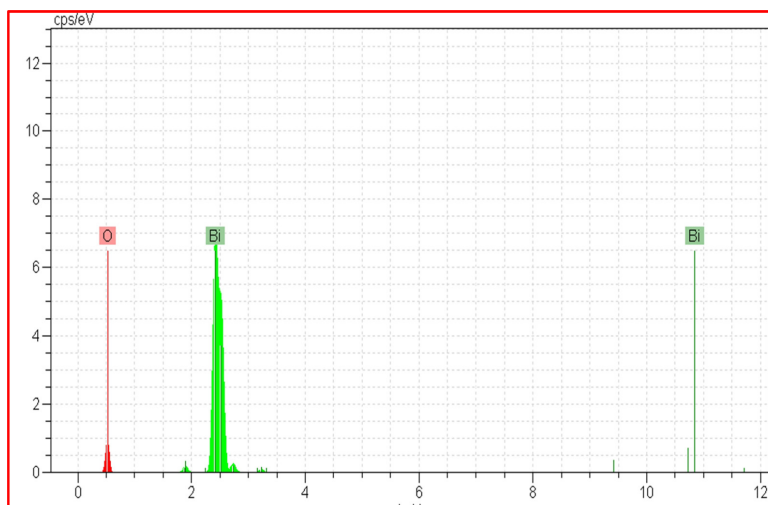
شکل ۳. تصاویر میکروسکوپ الکترونی عبوری



شکل ۴. نمودار XRD تعیین کریستالوگرافی نانوذرات توسط اشعه ایکس

اعتبارسنجی روش
ارزیابی شدت اشعه ایکس که در ۴ مرحله
انجام شده، به شرح ذیل است:
مرحله اول آزمایش شدت اشعه با پماد جاذب
حاوی اکسید بیسموت غیر نانو انجام شده است که
در این آزمایش پماد در فاصله ۵۰ سانتی متری از
کانون تیوب اشعه ایکس و ۵۰ سانتی متری دتکتور
قرار داده می‌شود. (Mc Caffrey et al., 2012)

اکسید بیسموت ساخته شده یا از ترکیبات دیگر
نیز به دست آمده است. آنالیز عنصری نشان داد
که اکسیژن (O) و بیسموت (Bi) در این ترکیب
به کار رفته‌اند. تمامی تست‌های صورت گرفته برای
ارزیابی نانوذرات اکسید بیسموت در پماد در نظر
گرفته شده است و نشان می‌دهد که ماده حاصله
توانایی زیادی در جذب اشعه داشته و از سطح لازم
برخوردار است.



شکل ۵. نمودار ایدکس نانوذرات اکسید بیسموت جهت تعیین ناخالصی

۲ آمده است. نتایج نشان داد که پودر نانو ذرات اکسید بیسموت جذب بهتری نسبت به پماد نانو ذرات اکسید بیسموت، پماد ذرات ساده بیسموت و پودر ذرات سرب دارد. دوزیمتری و سنجش مقدار به وسیله دتکتور سنتیلاسون نتایج قابل توجهی را به جا گذاشت. با تقسیم میانگین جذب با پماد بر جذب بدون پماد می توان درصد عبور را تعیین کرد که این میزان برابر ۵۶,۷۹ درصد است که این مقدار با ۰,۵ میلی متر سرب مقایسه شده است که جذب ۴۱,۵ درصد را دارا می باشد. طبق نتایج به دست آمده میزان درصد جذب اشعه ایکس در پماد نانو ذرات اکسید بیسموت، ۵۶,۷۹ درصد می باشد، این در حالی است که میزان جذب در سرب ۰,۵ میلی متر ۴۰-۴۲ درصد می باشد. در همه آنالیزها از انرژی یکسان بر حسب کیلو ولت استفاده شد. ضریب تخفیف در تست با پماد به صورت میانگین ۳,۹۶ بوده و در سرب ۳,۴۴ می باشد و این نشان می دهد که ضریب تخفیف ماده بسیار بیشتر از سرب بوده و قدرت جذب اشعه بیشتر است.

سپس میزان اشعه ایکس ورودی به پماد و خروجی از آن با رسیدن پرتوها به دتکتور نشان داده می شود که با تاباندن اشعه ایکس با تکرار ۱۰ بار میانگین گیری شده است. مرحله دوم آزمایش شدت اشعه ایکس با پماد جذب اشعه ایکس حاوی نانوذرات اکسید بیسموت انجام شده است که این مرحله هم با ۱۰ بار تابش جداگانه صورت گرفته است. مرحله سوم با تابش اشعه ایکس بدون هیچ نوع جذبی انجام گرفته تا بتوان شدت تابش اولیه را به دست آورد که اگر آن را بر شدت اشعه جذب شده توسط پماد و یا سرب تقسیم کنیم، شدت جذب هر کدام از پمادها و سرب به دست می آید. مرحله چهارم آزمایش با ۰,۵ میلی متر سرب انجام شده که به عنوان استاندارد مقایسه با پماد نشان داده شده است. در این مرحله نیز با تابش ۱۰ بار اشعه ایکس آزمایش انجام شده و جذب اشعه ایکس نیز توسط دستگاه دوزیمتر نشان داده شده است. در این مراحل تابش اشعه ایکس، شدت تابش پرتو بر حسب میکروسیورت می باشد. مشخصات تست دوزیمتری در جدول

جدول ۲. ارزیابی شدت اشعه ایکس در مواد مختلف

ردیف	شدت اشعه ^a (USV)	شدت اشعه ^b	شدت اشعه ^c	شدت اشعه ^d
۱	1.04×10^3	1.26×10^3	7.69×10^2	1.35×10^3
۲	1.45×10^3	1.38×10^3	5.31×10^2	1.68×10^3
۳	1.04×10^3	1.27×10^3	6.76×10^2	1.67×10^3
۴	1.28×10^3	1.5×10^3	1.22×10^3	1.67×10^3
۵	8.4×10^2	1.6×10^3	3.54×10^2	1.65×10^3
۶	9.87×10^2	1.9×10^3	1.17×10^3	1.58×10^3
۷	1.08×10^3	1.49×10^3	5.43×10^2	1.47×10^3
۸	1.04×10^3	1.5×10^3	1.31×10^2	1.32×10^3
۹	9.81×10^2	1.41×10^3	5.13×10^2	1.30×10^3
۱۰	1.14×10^2	1.48×10^3	2.3×10^2	1.33×10^3
میانگین	9.85×10^2	1.46×10^3	2.56×10^2	1.5×10^3

^a آزمایش شدت اشعه با پماد در حالت ذرات ساده بیسموت

^b آزمایش شدت اشعه با پماد در حالت نانو ذرات اکسید بیسموت

^c آزمایش شدت اشعه بدون جاذب

^d آزمایش شدت اشعه با پودر ذرات سرب

بحث

رادیو گرافی دست‌ها در حضور پماد نانو ذرات اکسید بیسموت با جاذب‌های اشعه ایکسی مانند سرب یا طلا نشان داده که بیسموت در ضخامت ۵،۰ میلی‌متر می‌تواند ۵۶،۷۹ درصد اشعه را جذب کند در حالی که سرب ۴۱،۵ درصد اشعه را جذب می‌نماید. بنابراین از این پماد می‌توان در حفاظت گنادها که نسبت به اشعه ایکس حساس تر هستند استفاده نمود. در سال‌های اخیر نیز دستکش‌هایی حاوی فلز بیسموت ساخته شده است که توانسته اشعه ایکس را به میزان ۵۵ درصد در کیلوولتاژ (KVP60) جذب کند. این در حالی است که پماد ساخته شده می‌تواند اشعه ایکس را به میزان ۵۶،۷۹ درصد جذب کند با این تفاوت که مقدار کمتری نانو ذرات در پماد به کار رفته و به راحتی به دست مالیده شده و با آب پاک می‌شوند، ضمناً مشکل استریل کردن ندارند ولی دستکش مهارت جراح را به میزان زیادی پایین می‌آورد و مشکل استریل کردن نیز دارند. دستکش‌هایی حاوی

نانو ذرات اکسید بیسموت به عنوان جاذب اشعه ایکس می‌تواند اشعه ایکس را به میزان مطلوب تری نسبت به سرب جذب کند. البته جاذب‌های زیادی تا به حال ساخته شده است که می‌توان آن‌ها را با نانو ذرات اکسید بیسموت مقایسه کرد ولی مطالعات قبلی نشان داده است که لبه جذب بیسموت از سایر عناصر دیگر نظیر طلا، کربن و سیب بیشتر است. مزیت نانو ذرات اکسید بیسموت نسبت به نمونه ساده آن یعنی اکسید بیسموت این است که نسبت سطح به حجم بالاتری دارد و برطبق نتایج به دست آمده از این تحقیق، نانو ذرات اکسید بیسموت، اشعه ایکس را بهتر از حات ساده آن جذب می‌کنند. همچنین نتایج نشان داد که مقدار بسیار کمی از نانو ذرات اکسید بیسموت برای ساخت پمادهای اشعه ایکس لازم است و این پماد قابلیت خوبی در جذب اشعه ایکس داشته و مقرون به صرفه می‌باشد. بررسی

اپرون، تیروئید بند و... به کار می‌رود. در این مطالعه از نانوذره اکسید بیسموت به عنوان جاذب اشعه ایکس در جذب اشعه ایکس استفاده شده است. این جاذب علاوه بر محاسن زیاد از قبیل سطح جذب زیاد، سبکی، مقدار مصرف کمتر و ارزانی جایگزین خوبی برای سرب می‌باشد. نانو بیسموت اثرات کمتری بر روی سلامتی انسان داشته و از لحاظ ایمنی و درجه سمیت بسیار بهتر از سرب عمل می‌کند. پماد تولید شده که حاوی نانو ذرات اکسید بیسموت می‌باشد به راحتی قابل استفاده در مراکز پزشکی از جمله اتاق‌های عمل می‌باشد و ریسک خطر اشعه ایکس را به حداقل می‌رساند.

تشریح و قدردانی

مطالعه حاضر از نوع پژوهش‌های تجربی می‌باشد که در آزمایشگاه مرکز سلامت کار پژوهشکده سلامت نفت تهران و مرکز پژوهش‌های کاتالیست و نانو مراحل سنتز را پشت سر گذاشته است و مراحل ساخت پماد نیز در آزمایشگاه داروسازی صنعتی دانشگاه آزاد واحد علوم دارویی به انجام رسیده است. این پژوهش دارای مرحله نهایی تست دوزیمتری قرار گرفته است که این تست نیز در بیمارستان امام و در بخش رادیولوژی انجام شده است.

منابع

- Alexi,A., (1995).Early History of X Rays. Carbutts,P.10-12.
- Calder, P. R.; Tennent,T. D.;Allen,P. W.,(2001). Assessment of the efficacy of Proguard RR-2 radio-protective gloves during forearm manipulation, Injury.,34,159-161.

آلیاژهای تنگستن، قلع، سرب و بیسموت ساخته شد که آن هم اشعه را به میزان ۵۵ درصد در ۶۰ کیلوولت انرژی جذب کرده است. این دستکش‌ها بسیار سنگین بودند و توانایی پزشکان و افرادی که دستشان مدام در معرض اشعه است را کاهش می‌داد اما این پماد هم به تنهایی اشعه را به میزان بسار خوبی جذب می‌کند و هم باعث رفاه حال پزشکان می‌شود. یک دستکش دیگر دولایه حاوی مواد جاذب اشعه ایکس وجود داشت که این دستکش‌ها سنگین تر از دستکش‌های دیگر بودند و نتوانستند مشکل سنگینی و عدم انعطاف پذیری را حل کرده و استریل نیز نبودند در بحث زیست سازگاری بیسموت نیز تحقیقاتی صورت گرفته که نشان می‌دهد بیسموت از لحاظ محیط زیست نیز مشکلی را ایجاد نمی‌کند زیرا سمیت آن کمتر می‌باشد و در بدن تجمع نمی‌یابد، اما در مقابل سرب به طور طبیعی در محیط زیست وجود دارد ولی در اکثر موارد حاصل فعالیت بشر می‌باشد. به عنوان مثال مصرف بنزین باعث خروج سرب از اگزوز ماشین‌ها می‌شود و به راحتی وارد مسیره‌های گوارشی و تنفسی شده و آلودگی را برای بدن به همراه دارد و بسیار سرطان زاست. همین مشکل در مورد وسایل محافظتی حاوی سرب نیز وجود دارد که باعث شده ذرات سرب در محیط پخش شوند و وارد بدن انسان شود که این امر می‌تواند زمینه ساز ایجاد سرطان‌های مهلک گردد. از این ماده می‌توان در پوشش دیوارها برای جذب اشعه ایکس استفاده نمود که ارزان‌تر از سرب کوبی می‌باشد.

نتیجه گیری

سرب با عدد اتمی بالایی که دارد به راحتی در تمامی وسایل محافظتی اشعه ایکس هم‌چون

- McCaffrey, J.; Tessier, F.; Shen, H., (2012). Radiation shielding materials and radiation scatter for interventional radiology (IR) physicians, *Medical physics*, 39, 45-44.
- Miller, Miller.; DL, Van o E.; Barta G., (2010). Occupational Radiation Protection in Interventional Radiology: A Joint Guideline of the Cardiovascular and Interventional Radiology, *Jvir*, 607-615.
- Muller, L.P.; Suffner, J.; Wenda, K., (1998). Radiation exposure to the hands and the thyroid of Niklasson, LT.; Marx MV.; Chan, HP., (1993). Interventional radiologists: Occupational radiation.
- Smiresh, Sh.; Kevin, C.; Alfonso, M., (2007). Radiation Protection to Surgeons' Hands with a Novel Radiation Attenuating Lotion, *AAOS*. the surgeon during intramedullary nailing, *Injury*, 29, 461-468.
- Tomas, C.; Robert, M.; James, D., (2005). Christensen's Physics of Diagnostic Radiology., 4rd.ed.
- Clasper, J. C.; Pinks T., (1995). Technical note: an assessment of X-ray protective gloves., 68, 917-919.
- doses and risks, *Radiology*, 729-733.
- Goldstone, K. E.; Wright I. H.; Cohen B., (1993). Radiation exposure to the hands of orthopaedic surgeons during procedures under fluoroscopic X-ray control., 66, 899-901.
- Hall, E.J., (2000). *Radiobiology for the Radiologist*, Philadelphia., 5rd.Ed, 241.
- Kybic, J., (2005-2014). *X-Rays*.
- Levin, P. E.; Schoen R.W.; Browner B. D., (1987). Radiation exposure to the surgeon during closed interlocking intramedullary nailing., *Bone joint Survey*, 761-765.
- Linton, O., (1995). Medical applications of X ray, *Beam line*, 25-26.
- Lipsitz, Ec.; Veith. F.J.; Ohki .T., (2000). Does the endovascular repair of aortoiliac aneurysms pose a radiation safety hazard to vascular surgeons?, *Vascular Surgery*, 32, 704-710.