مقاله کنفرانسی

مجله سنجش و ایمنی پرتو، جلد ۱۱، شمارهٔ ٤، ویژه‌نامه ۱٤۰۱، صفحه ۲۲۹-۲۳۱
ششمین کنفرانس سنجش و ایمنی پرتوهای یون‌ساز و غیریون‌ساز (مردادماه ۱٤۰۰)
تاریخ دریافت مقاله: ۱٤۰۰/۰۷/۱٦، تاریخ پذیرش مقاله: ۱٤۰۱/۰۵/۰۸

بسط روش کالریمتری برای محاسبه‌ی نرخ جذب ویژه نانوذرات اکسید آهن، فریت کبالت و فریت نیکل در درمان سلول‌های سرطانی از طریق هایپرترمی

سیده نسرین حسینی‌مطلق و مرضیه فرشته*

دانشکده فیزیک، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز، شیراز، فارس، ایران.
*فارس، شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز، دانشکده فیزیک، کدپستی: ۷٤۷۳۱ – ۷۱۹۸۷.
پست‌الکترونیکی: marzieh.fereshteh@gmail.com

چکیده

ایجاد سلول‌های اضافی در بدن و عدم توانایی بدن در حل این مشکل منجر به بیماری سرطان می‌شود. استفاده از نانوذرات مغناطیسی تحت میدان مغناطیسی یک راه امیدوارکننده در درمان سرطان است. زمانی‌که نانوذرات مغناطیسی تحت میدان مغناطیسی قرار گیرند، به‌صورت هدفمند به بافت سرطانی رفته و می‌توانند گرما ایجاد نمایند. نرخ جذب ویژه یکی از مهم‌ترین پارامترها درطراحی نانوذرات گرمادرمانی است. در این مقاله به روش کالریمتری در تعیین نرخ جذب ویژه سه نانوذره مگنتیت، فریت کبالت و کبالت پرداخته‌ایم. نرخ جذب ویژه نانوذره مگنتیت از دو ذره دیگر بیش‌تر است.

کلیدواژگان: هایپرترمی، روش کالریمتری، نانوذره، سرطان، مغز.

۱. مقدمه

تکثیر غیر عادی سلول و عدم توانایی بدن در رفع این مشکل منجر به ایجاد تومور سرطانی، مختل شدن عملکرد بدن می‌شود. شیوه‌های متداول درمان سرطان دارای عوارض جانبی می‌باشند. استفاده از نانوذرات مغناطیسی تحت میدان مغناطیسی یک روش امیدوارکننده در درمان سرطان است. در این روش درمانی سیال حاوی نانوذرات مغناطیسی به داخل بافت سرطانی تزریق شده و با ایجاد یک میدان مغناطیسی متناوب این ذرات به ارتعاش درآمده و با تولید حـرارت باعث افزایش دمای بافت سرطانی می‌شود. نرخ جذب ویژه یکی از مهم‌ترین پارامترها در طراحی نانوذره مغناطیسی برای گرمادرمانی است.

در حال حاضر برای تعیین نرخ جذب ویژه نانوذرات از روش کالریمتری استفاده می‌شود. گرم شدن تومور ممکن است سبب آسیب جدی به سلول‌های سالم اطراف شود. از طرف دیگر اگر افزایش دما به اندازه کافی زیاد نباشد، درمان مورد نظر نمی‌تواند به‌دست آید. در این مقاله به روش کالریمتری در اندازه‌گیری نرخ جذب ویژه پرداخته‌ایم [۲،۱].

۲. روش انجام تحقیق

اندازه گیری‌های کالریمتری با استفاده از یک کالریمتر انجام شده است که در آن نمونه‌ای از مایع مغناطیسی در معرض میدان مغناطیسی است. اصل اندازه گیری در روش کالریمتری به‌دست آوردن دمای پایدار قبل از روشن شدن میدان مغناطیسی است. به همین دلیل، اندازه‌گیری می‌تواند تنها زمانی انجام شود که دمای نمونه ثابت باشد. اندازه‌گیری تا جایی انجام می‌شود که به دمای پایدار برسیم یا به عبارت بهتر تولید حرارت با اتلاف حرارت برابری کند.

هنگامی‌که نانوذرات مغناطیسی در معرض میدان مغناطیسی متناوب قرار می‌گیرند، انرژی را از میدان دریافت می‌کنند پس از آن این انرژی به گرما تبدیل می‌شود. اگر میدان به اندازه کافی قوی باشد و هم‌چنین اتلاف حرارتی به اندازه کافی کوچک باشد، حرارت تولید شده دمای نمونه را افزایش می‌دهد.

همان‌طور که قبلاً محاسبه شده، مقدار نرخ جذب ویژه از مشتق دما نسبت به زمان در لحظه $t = 0$ محاسبه می‌شود:

$$SAR = \frac{\rho C_s}{m_{Fe}} \left(\frac{\Delta T}{\Delta t}\right)_{t=0}, \quad (۱)$$

C_s ظرفیت حرارتی نمونه و mFe جرم کل نانوذره است [۳].

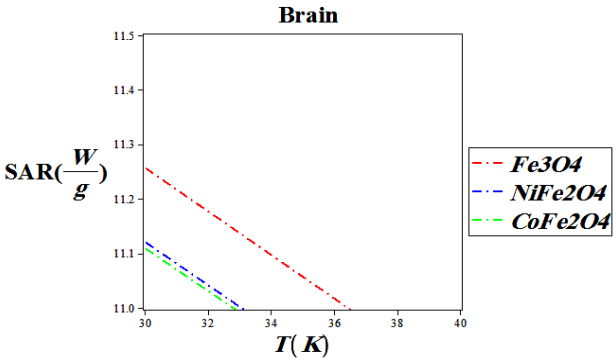
با به‌دست آوردن تحول زمانی دمای نمونه، مقدار نرخ جذب ویژه با استفاده از معادله ۱ مشخص می‌شود. این مفهوم، اساس روش‌های کالریمتری است. با استفاده از فرمول ۱ ما مقدار نرخ جذب ویژه سه نانوذره مغناطیسی $NiFe_2O_4$، $CoFe_2O_4$ و Fe_3O_4 را برای بافت‌های مختلف بدن انسان از جمله مغز، ماهیچه، کبد، استخوان و سینه محاسبه نموده و با استفاده از نرم افزار میپل نمودارهای آن را نیز رسم نموده‌ایم.

۳. نتایج و بحث

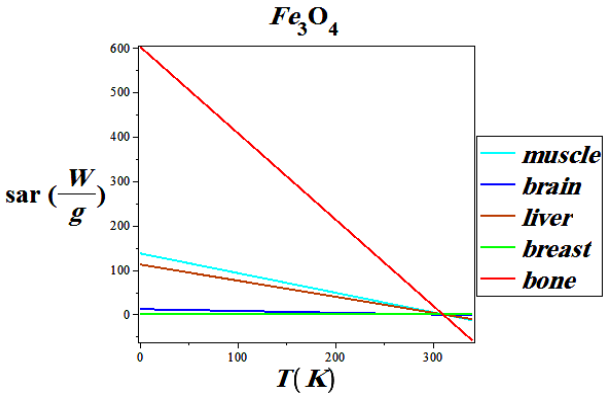
شکل ۱ مقدار نرخ جذب ویژه نانوذرات اکسید آهن، فریت کبالت و فریت نیکل را برحسب دما در بافت مغز، بر اساس روش کالریمتری نشان می‌دهد. همان‌طور که در این نمودارها مشاهده می‌نمایید، میزان جذب نانوذره اکسید آهن از بقیه نانوذرات بیش‌تر است و در مقابل نرخ جذب فریت کبالت کم‌تر است. پس در این قسمت نانوذره اکسید آهن از مابقی ذرات بهتر عمل می کند.

در نمودار شکل ۲ هدف ما بیش‌تر مقایسه عملکرد نانوذرات در میزان جذب ویژه بوده است، دراین نمودار میزان جذب گرما را براساس روش کالریمتری در بافت های مختلف بدن مقایسه نمودیم. با توجه به نمودارهای این شکل نرخ جذب ویژه در بافت ماهیچه از بافت های دیگر بیش‌تر و در بافت سینه از تمامی بافت های دیگر کم‌تر است.

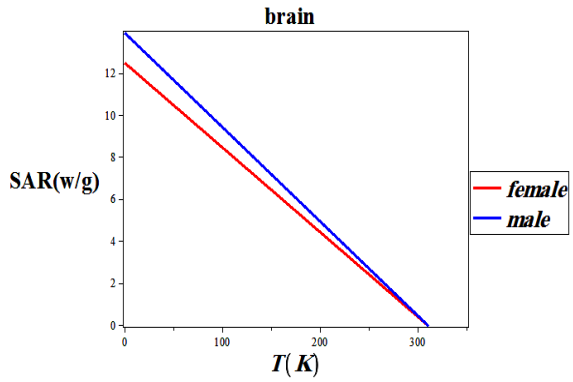
همان‌طور که در شکل ۳ می بینیم در مقایسه‌ای که بر روی زنان و مردان صورت گرفته است، نمودار روند کاهشی دارد. به عبارت بهتر هر چه دما بیش‌تر شود تبدیل انرژی مغناطیسی به گرما در بافت مغز کم‌تر می‌شود. نرخ جذب ویژه نسبت به دما همان‌طور که در شکل ۳ می بینیم نمودار در مردان نسبت به زنان بیش‌تر است که این می‌تواند به علت وزن بیش‌تر بافت مغز در مردان باشد.



شکل (۱): مقایسه تغییرات نرخ جذب ویژه نسبت به دما برای سه نانوذره $NiFe_2O_4$، $CoFe_2O_4$ و Fe_3O_4 در بافت مغز با روش کالریمتری طبق معادله ۱.



شکل (۲): مقایسه تغییرات نرخ جذب ویژه نسبت به دما در بافت‌های ماهیچه، مغز، کبد، سینه و استخوان برای سه نانوذره Fe_3O_4 با روش کالریمتری طبق معادله ۱.



شکل (۳): مقایسه تغییرات نرخ جذب ویژه نسبت به دما در بافت‌های مغز برای زنان و مردان با روش کالریمتری در نانوذره Fe_3O_4 طبق معادله ۱.

٤. نتیجه‌گیری

در هایپرترمی با نانوذره مغناطیسی میزان نرخ جذب ویژه اندازه‌گیری شده با روش کالریمتری در نانوذره اکسید آهن از مابقی نانوذرات به‌کار رفته در درمان بیش‌تر است. همـان‌طور که انتظار می‌رود نرخ جذب ویژه اندازه‌گیری شده با روش کالریمتری در بافت‌هایی که چگالی بیش‌تری دارند مثل استخوان و ماهیچه بیش‌تر است.

۵. مراجع

1. J. -P. Fortin, C. Wilhelm, J. Servais, C. Ménager, J. -C. Bacri, F. Gazeau. Size-sorted anionic iron oxide nanomagnets as colloidal mediators for magnetic hyperthermia. *J. Am. Chem. Soc.* 129 (9) (2007) 2628-2635.
2. M. Ma, Y. Wu, J. Zhou, Y. Sun, Y. Zhang, N. Gu, Size dependence of specific power absorption of Fe3O4 particles in AC magnetic field, *J. Magnetism Mag. Mat.* 268 (1-2) (2004) 33-39.
3. M. Bekovic, H. Anton. Determination of the heating effect of magnetic fluid in alternating magnetic field. *IEEE Trans. Magnetics* 46 (2) (2010) 552-555.