



بسط روش کالریمتری برای محاسبه ی نرخ جذب ویژه نانوذرات اکسید آهن ، فریت کبالت و فریت نیکل در درمان سلول های سرطانی از طریق هایپرترمی

مرضیه فرشته^{1*} ، سیده نسرين حسینی مطلق²

¹ دانشگاه آزاد ، شیراز، فارس، ایران

² دانشگاه آزاد ، شیراز، فارس، ایران

*فارس، شیراز، دانشگاه آزاد شیراز، دانشکده فیزیک، کدپستی: ۷۴۷۳۱ - ۷۱۹۸۷

چکیده

ایجاد سلول های اضافی در بدن و عدم توانایی بدن در حل این مشکل منجر به بیماری سرطان می شود. استفاده از نانو ذرات مغناطیسی تحت میدان مغناطیسی یک راه امیدوار کننده در درمان سرطان می باشد. زمانیکه نانوذرات مغناطیسی تحت میدان مغناطیسی قرار گیرند، به صورت هدفمند به بافت سرطانی رفته و می توانند گرما ایجاد نمایند. نرخ جذب ویژه یکی از مهم ترین پارامترها در طراحی نانوذرات گرما درمانی می باشد. در این مقاله به روش کالریمتری در تعیین نرخ جذب ویژه سه نانوذره مگنتیت، فریت کبالت و کبالت پرداخته ایم. نرخ جذب ویژه نانوذره مگنتیت از دو ذره دیگر بیشتر است.

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

1. مقدمه

تکثیر غیر عادی سلول و عدم توانایی بدن در رفع این مشکل منجر به ایجاد تومور سرطانی، مختل شدن عملکرد بدن می شود. شیوه های متداول درمان سرطان دارای عوارض جانبی می باشند. استفاده از نانوذرات مغناطیسی تحت میدان مغناطیسی یک روش امیدوار کننده در درمان سرطان است. در این روش درمانی سیال حاوی نانو ذرات مغناطیسی به داخل بافت سرطانی تزریق شده و با ایجاد یک میدان مغناطیسی متناوب این ذرات به ارتعاش در آمده و با تولید حرارت باعث افزایش دمای بافت سرطانی میشود نرخ جذب ویژه یکی از مهمترین پارامترها در طراحی نانو ذره مغناطیسی برای گرما درمانی است. در حال حاضر برای تعیین نرخ جذب ویژه نانو ذرات از روش: کالریمتری استفاده می شود. گرم

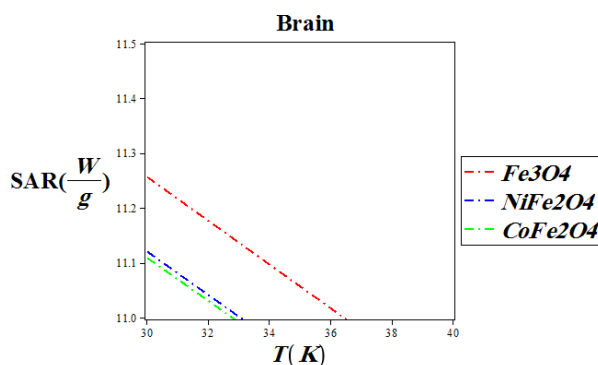
2. روش انجام تحقیق

شدن تومور ممکن است سبب آسیب جدی به سلول های سالم اطراف شود. از طرف دیگر اگر افزایش دما به اندازه کافی زیاد نباشد، درمان مورد نظر نمی تواند به دست آید. در این مقاله به روش کالریمتری در اندازه گیری نرخ جذب ویژه پرداخته ایم.

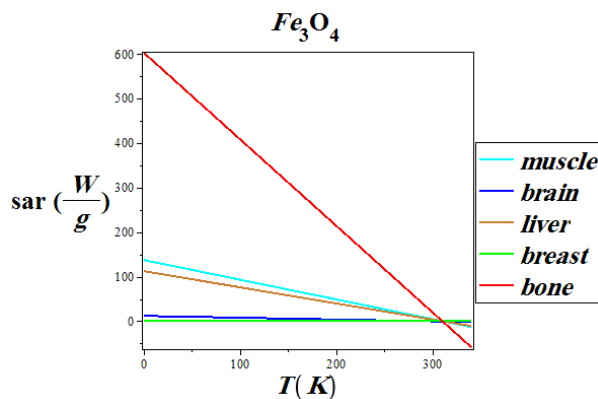
اندازه گیری های کالریمتری با استفاده از یک کالریمتر انجام شده است که در آن نمونه ای از مایع مغناطیسی در معرض میدان مغناطیسی است. اصل اندازه گیری در روش کالریمتری بدست آوردن دمای پایدار قبل از روشن شدن میدان مغناطیسی است. به همین دلیل، اندازه گیری می تواند تنها زمانی انجام شود که دمای نمونه ثابت باشد. اندازه گیری تا جایی انجام می شود که به دمای پایدار برسیم یا به عبارت بهتر تولید حرارت



همانطور که در شکل 3 می بینیم در مقایسه ای که بروی 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 می شود. نرخ جذب ویژه نسبت به دما همانطور که در شکل 3 می بینیم نمودار در مردان نسبت به زنان بیشتر است که این می تواند به علت وزن بیشتر بافت مغز در مردان باشد.



شکل 1: مقایسه تغییرات نرخ جذب ویژه نسبت به دما برای سه نانوذره Fe_3O_4 ، $NiFe_2O_4$ و $CoFe_2O_4$ در بافت مغز با روش کالریمتری طبق معادله 1.



شکل 2: مقایسه تغییرات نرخ جذب ویژه نسبت به دما در بافت های مغز، ماهیچه، کبد، سینه و کبد برای سه نانوذره Fe_3O_4 با روش کالریمتری طبق معادله 1.

با اتلاف حرارت برابری کند. هنگامیکه نانوذرات مغناطیسی در معرض میدان مغناطیسی متناوب قرار می گیرند، انرژی را از میدان دریافت می کنند پس از آن این انرژی به گرما تبدیل می شود. اگر میدان به اندازه کافی قوی باشد و همچنین اتلاف حرارتی به اندازه کافی کوچک باشد، حرارت تولید شده دمای نمونه را افزایش می دهد.

همانطور که قبلا محاسبه شده، مقدار نرخ جذب ویژه از

مشتق دما نسبت به زمان در لحظه $t = 0$ محاسبه می شود:

$$SAR = \frac{\rho C_s}{m_{Fe}} \left(\frac{\Delta T}{\Delta t} \right)_{t=0} \quad (1)$$

C_s ظرفیت حرارتی نمونه و m_{Fe} جرم کل نانوذره

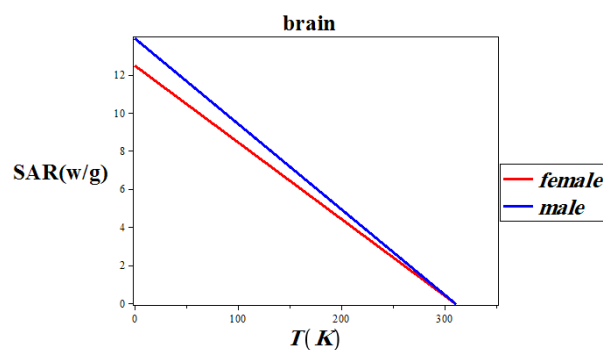
میباشد [3]

با بدست آوردن تحول زمانی دمای نمونه، مقدار نرخ جذب ویژه با استفاده از معادله 1 مشخص می شود. این مفهوم، اساس روش های کالریمتری است. با استفاده از فرمول 1 ما مقدار نرخ جذب ویژه سه نانو ذره مغناطیسی Fe_3O_4 ، $NiFe_2O_4$ و $CoFe_2O_4$ را برای بافت های 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 نموده ایم.

3- نتایج و بحث

شکل 1 مقدار نرخ جذب ویژه نانوذرات اکسید آهن، فریت کبالت و فریت نیکل را برحسب دما در بافت مغز، بر اساس روش کالریمتری نشان می دهد. همانطور که در این نمودارها مشاهده می نمایید، 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 2 هدف ما بیشتر مقایسه عملکرد نانوذرات در میزان جذب ویژه بوده است، در این 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



شکل 3: مقایسه تغییرات نرخ جذب ویژه نسبت به دما در بافت های مغز برای زنان و مردان با روش کالریمتری در نانو ذره Fe_3O_4 طبق معادله 1.

4. نتیجه گیری

در هایپرترمی با نانوذره مغناطیسی میزان نرخ جذب ویژه اندازه گیری شده با روش کالریمتری در نانو ذره اکسید آهن از مابقی نانو ذرات بکار رفته در درمان بیشتر است. همانطوری که انتظار می رود نرخ جذب ویژه اندازه گیری شده با روش کالریمتری در بافت هایی که چگالی بیشتری دارند مثل استخوان و ماهیچه بیشتر می باشد.



5. مراجع

- [1] Fortin, Jean-Paul, et al. "Size-sorted anionic iron oxide nanomagnets as colloidal mediators for magnetic hyperthermia." *Journal of the American Chemical Society* 129.9 (2007): 2628-2635.
- [2] Ma, Ming, et al. "Size dependence of specific power absorption of Fe₃O₄ particles in AC magnetic field." *Journal of Magnetism and Magnetic Materials* 268.1-2 (2004): 33-39. 21.
- [3] Bekovic, Milos, and Anton Hamler. "Determination of the heating effect of magnetic fluid in alternating magnetic field." *IEEE Transactions on magnetics* 46.2 (2010): 552-555.



Expansion colorimetric method to calculate the specific absorption rate of iron oxide nanoparticles, cobalt ferrite and nickel ferrite in the treatment of cancer cells through hyperthermia

M. Fereshteh^{1*}, and N.HosseiniMotlagh²

¹Physics Department, Islamic Azad University, Shiraz, Iran

²Physics Department, Islamic Azad University, Shiraz, Iran
Islamic Azad University. Shiraz, Fars, Iran

P. O. Box:74731 -71987

Email: marzieh.fereshteh@gmail.com

Abstract

Abnormal cell proliferation and the body's inability to resolve this problem can lead to cancer. Common methods of cancer treatment have side effects. The use of magnetic nanoparticles under a magnetic field is a promising approach in the treatment of cancer. When magnetic nanoparticles are placed in an alternating magnetic field, the ferrofluid transfers heat energy and reaches equilibrium. The effective mechanisms for generating heat in hypothermia are Neel's and Brownian's relaxation. The specific absorption rate is one of the most important parameters in the design of magnetic nanoparticles for heat therapy. At present, the calorimetric method is used to determine the specific adsorption rate of nanoparticles. Tumor warming can cause serious damage to surrounding healthy cells. On the other hand, if the temperature rise is not high enough, the desired treatment can not be achieved. In this paper, we have used a calorimetric method to measure the specific adsorption rate for three nanoparticles of Fe₃O₄, NiFe₂O₄ and CoFe₂O₄.

Keywords: Nanoparticles, Brain, Calorimetric method, Hyperthermia, Cancer
