



دانشگاه صنعتی شیراز
دانشکده مهندسی و علم مواد، گروه الکتروسرامیک
پایان نامه کارشناسی ارشد
در رشته مهندسی مواد-سرامیک گرایش الکتروسرامیک

سنتز به روش شیمیایی و بررسی خواص ساختاری و
مغناطیسی نانوذرات فریت Co-Mn-Zn مورد استفاده در
هایپرترمیا با کنترل هوشمند دما

توسط:

ابراهیم شریفی

استاد راهنما:

دکتر هومان شکراللهی

شهریور ۱۳۹۰

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

بسمه تعالی

سنتز به روش شیمیایی و بررسی خواص ساختاری و مغناطیسی نانوذرات
فریت Co-Mn-Zn مورد استفاده در هایپرترمیا با کنترل هوشمند دما

پایان نامه ارائه شده به عنوان بخشی از فعالیت‌های تحصیلی

توسط:

ابراهیم شریفی

برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

گروه الکتروسرامیک، دانشکده مهندسی و علم مواد
دانشگاه صنعتی شیراز

ارزیابی پایان‌نامه توسط هیئت داوران با درجه عالی

دکتر هومان شکراللهی، استادیار مهندسی و علم مواد (استاد راهنما).....
دکتر علیرضا مهدی زاده، استادیار فیزیک پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شیراز (استاد مشاور).....
دکتر محمد مهدی درودمند، استادیار شیمی تجزیه، دانشگاه شیراز (استاد مشاور).....
دکتر رضا خلیفه، استادیار شیمی آلی (داور).....

مدیر امور آموزشی و تحصیلات تکمیلی دانشگاه:

حق چاپ محفوظ و مخصوص به دانشگاه صنعتی شیراز است.

پاسکزاری

وبعد از مدت ها، پس از نیمه سمدون راه های فراوان که با حضور شیرین اساتید عزیزم، بارانهای ما و دغدغه های فراوانشان، و نگاه های پدر
مادرم، با چشم های پر از برق شوق که محنتی های این راه را به امید و روشنی راه تبدیل کرده و امیدوارم بتوانم در آینده ای نزدیک
جو بگویی این همه محبت آن ما باشم.

اکنون، با احترام فراوان برای این همه تلاش این عزیزان برای موفقیت من...

این پایان نامه را به پدر و مادرم، اساتید عزیز تقدیم می کنم

امیدوارم قادر به درک زیبایی های وجودشان باشم

با تشکر....

چکیده

سنتز به روش شیمیایی و بررسی خواص ساختاری و مغناطیسی نانوذرات فریت Co-Mn-Zn مورد استفاده در هایپرترمیا با کنترل هوشمند دما

توسط:

ابراهیم شریفی

با وجود پیشرفت‌های زیاد در درمان سرطان، بسیاری از سرطان‌ها با استفاده از روش‌های متداول درمان، هنوز غیر قابل درمان هستند. هایپرترمیا روشی است که اخیراً در درمان سرطان مطرح گردیده، و در تعریف آن باید گفت که این روش درمانی دمای تومور را به محدوده‌ی بین 41°C تا 45°C توسط عوامل خارجی بالا می‌رود. این افزایش گرما می‌تواند در اثر قرار گیری نانوذرات مغناطیسی قرار گرفته شده در ناحیه تومور، تحت میدان مغناطیسی متناوب ایجاد گردد. اما دمای بالاتر از دمای بحرانی خطرناک بوده از این رو دمای نانوذرات مغناطیسی را با کنترل دمای کوری آن‌ها در محدوده‌ی 43°C می‌توان کنترل نمود.

هدف از این مطالعه، یافتن نانوذراتی با خواص مغناطیسی مطلوب در این زمینه است. با استفاده از روش‌های شیمیایی مایسل نرمال، مایسل معکوس و هم‌رسوبی ترکیب‌های مختلفی از نانوذرات فریت کبالت-منگنز-روی به این منظور سنتز شد. در بررسی خواص مغناطیسی و بررسی رفتار سوپرپارامغناطیس از VSM و طیف سنجی مازباور استفاده گردید. خواص ساختاری با استفاده از آنالیز XRD و FTIR بررسی شد. همچنین با استفاده از TEM شکل و اندازه ذرات بررسی شد. از بین ترکیب‌های مختلف نانوذرات فریت کبالت-روی، مشخص گردید که ترکیب $\text{Co}_{0.22}\text{Zn}_{0.78}\text{Fe}_2\text{O}_4$ بهترین انتخاب جهت در هایپرترمیا با کنترل هوشمند دما است. در نهایت میزان اثر بخشی نانوذرات جهت هایپرترمیا با قرار دادن نانوذرات مغناطیسی تحت میدان مغناطیسی متناوب بررسی شد. مشخص گردید که نانوذرات پوشیده شده با کیتوسان تولید حرارت بیشتری از خود نشان می‌دهند. همچنین فریت Co-Mn-Zn تا ۲۰ درصد مقدار SAR بالاتری در مقایسه با دیگر فریت‌های Co-Zn از خود نشان می‌دهد. دلیل این امر می‌تواند رفتار سوپرپارامغناطیس و مغناطش اشباع بالاتر در این ترکیب باشد.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول: مقدمه
۶	فصل دوم: مروری بر تحقیقات انجام شده
۷	۱-۲- مروری بر بیماری سرطان
۸	۲-۲- درمان سرطان با استفاده از هایپرترمیا
۹	۱-۲-۲- مزایای هایپرترمیا
۱۰	۲-۲-۲- محدودیتهای هایپرترمیا
۱۰	۳-۲-۲- نحوه کارکرد هایپرترمیا
۱۲	۴-۲-۲- هایپرترمیای مغناطیسی
۱۳	۵-۲-۲- هایپرترمیا با استفاده از نانوذرات مغناطیسی
۱۳	۶-۲-۲- هایپرترمیای هوشمند
۱۵	فصل سوم: تئوری
۱۶	۱-۳- فرولویدها
۱۷	۲-۳- مکانیسمهای تلفات در فرولویدها
۱۹	۳-۳- روشهای سنتز فرولوید
۲۰	۴-۳- روشهای شیمیایی ساخت نانو ذرات
۲۱	۱-۴-۳- مقایسه روشهای شیمیایی و فیزیکی
۲۲	۲-۴-۳- روش هم رسوبی شیمیایی:
۲۳	۳-۴-۳- روش میکرو امولسیون
۲۵	۵-۳- بررسی ساختاری هسته مغناطیسی و پوشش آن
۲۶	۱-۵-۳- ساختار اسپینل
۲۷	۲-۵-۳- ساختار کیتوسان
۲۸	۶-۳- نانوذرات پس از تزریق درون وریدی
۳۰	۷-۳- گرمادهی نانوذرات مغناطیسی
۳۲	۸-۳- خواص مغناطیسی نانو ذرات

۳۳	..... ۱-۸-۳- دمای کوری
۳۴	..... ۲-۸-۳- اثر اندازه ذرات
۳۵	..... ۳-۸-۳- اثر ترکیب شیمیایی
۳۶	..... ۴-۸-۳- اثر روی
۳۷	..... ۹-۳- روش‌های آزمایشگاهی برای مشخصه یابی نانوذرات مغناطیسی
۳۷	..... ۱-۹-۳- پراش اشعه ایکس (XRD)
۴۰	..... ۲-۹-۳- دستگاه اندازه‌گیری خواص مغناطیسی (VSM)
۴۱	..... ۳-۹-۳- میکروسکوپ الکترونی (TEM)
۴۲	..... ۴-۹-۳- اصول طیف سنجی مازباور
۴۵	..... فصل چهارم: روش انجام کار
۴۶	..... ۱-۴- سنتز نانوذرات فریت کبالت
۴۶	..... ۱-۱-۴- مواد اولیه
۴۷	..... ۲-۱-۴- سنتز نانوذرات فریت کبالت به روش هم رسوبی
۴۷	..... ۳-۱-۴- سنتز نانوذرات فریت کبالت به روش مایسل نرمال
۴۸	..... ۴-۱-۴- سنتز نانوذرات فریت کبالت به روش مایسل معکوس
۴۹	..... ۲-۴- سنتز نانوذرات فریت کبالت-روی
۴۹	..... ۱-۲-۴- مواد اولیه
۵۰	..... ۲-۲-۴- سنتز نانوذرات فریت کبالت-روی
۵۰	..... ۳-۴- سنتز نانوذرات فریت کبالت-روی
۵۱	..... ۱-۳-۴- مواد اولیه
۵۱	..... ۲-۳-۴- سنتز نانوذرات فریت کبالت-روی-منگنز
۵۲	..... ۴-۴- پوشش دهی ماده کیتوسان بر روی نانوذرات مغناطیسی
۵۲	..... ۱-۴-۴- مواد اولیه
۵۳	..... ۲-۴-۴- نحوه اعمال پوشش به روش هسته-پوسته
۵۴	..... فصل پنجم: بحث و نتایج
۵۵	..... ۱-۵- نانوذرات فریت کبالت
۵۵	..... ۱-۱-۵- آنالیز پراش اشعه ایکس
۶۰	..... ۲-۱-۵- آنالیز طیف سنجی مادون قرمز
۶۲	..... ۳-۱-۵- آنالیز مغناطیسی
۶۶	..... ۴-۱-۵- آنالیز TEM
۶۷	..... ۲-۵- نانوذرات فریت کبالت-روی

۶۷	.....	۱-۲-۵- آنالیز پراش اشعه ایکس
۷۰	.....	۲-۲-۵ آنالیز طیف سنجی مادون قرمز
۷۲	.....	۳-۲-۵ آنالیز مغناطیسی
۷۶	.....	۴-۲-۵ آنالیز طیف سنجی مازباور
۷۷	.....	۳-۵- نانوذرات فریت کبالت-روی-منگنز
۷۷	.....	۱-۳-۵ آنالیز پراش اشعه ایکس
۸۰	.....	۲-۳-۵ آنالیز طیف سنجی مادون قرمز
۸۱	.....	۳-۳-۵ آنالیز مغناطیسی
۸۳	.....	۴-۳-۵ آنالیز طیف سنجی مازباور
۸۶	.....	۴-۵- نانوذرات مغناطیسی پوشش داده شده با کیتوسان
۸۶	.....	۱-۴-۵ آنالیز TEM
۸۸	.....	۴-۵- آنالیز نرخ جذب ویژه
۹۱	.....	فصل ششم: نتیجه گیری و پیشنهادات
۹۲	.....	۱-۶- نتیجه گیری
۹۴	.....	۲-۶- پیشنهادات
۹۵	.....	منابع:

فهرست جدول‌ها

صفحه	عنوان
۱۷	جدول ۳-۱. انواع نیروها در فروفلوئیدها [۲۶-۲۲]
۳۵	جدول ۳-۲. خواص مغناطیسی، اندازه بحرانی تک حوزه (DC)، و اندازه بحرانی رفتار سوپرپارامغناطیس (DSP) [۸۴-۳۸،۷۹]
۵۸	جدول ۵-۱. پارامترهای ساختاری فریت کبالت ساخته شده با سه روش
۵۸	جدول ۵-۲. پارامترهای ساختاری فضا‌های اکتاهدرال و تتراهدرال نمونه‌ها
۶۰	جدول ۵-۳. فواصل بین یونی و زاویه‌های پیوندی برای فریت‌های کبالت سنتز شده به روش‌های مختلف
۶۱	جدول ۵-۴. ثابت نیرو و باند جذب فریت کبالت در موقعیت تتراهدرال
۶۴	جدول ۵-۵. خواص مغناطیسی نانوذرات در سه روش مورد آنالیز
۶۴	جدول ۵-۶. مقادیر مغناطش اشباع در ماده بالک با توزیع کاتیونی هر یک از روش‌های سنتز (MS-b)، در مقایسه با (MS-n) مربوط به نانوذرات مغناطیسی
۷۰	جدول ۵-۷. بررسی ساختاری نانوذرات با استفاده از پراش اشعه ایکس
۷۴	جدول ۵-۸. خواص مغناطیسی نمونه‌های فریت کبالت-روی
۷۷	جدول ۵-۹. پارامترهای مازباور در نمونه‌های فریت کبالت-روی $Co_{0.30}Zn_{0.70}Fe_2O_4$ و $Co_{0.50}Zn_{0.50}Fe_2O_4$
۸۰	جدول ۵-۱۰. بررسی ساختاری فریت کبالت-منگنز-روی به ازای مقادیر مختلف جانشینی منگنز در $Co_{0.5-x}Mn_xZn_{0.5}Fe_2O_4$
۸۱	جدول ۵-۱۱. خواص مغناطیسی نمونه‌های فریت کبالت-منگنز-روی
۸۶	جدول ۵-۱۲. پارامترهای مازباور در نمونه‌های فریت کبالت-منگنز-روی
۹۰	جدول ۵-۱۳. مقایسه اثر اعمال پوشش بر مقدار گرمادهی ذرات فریت با ترکیب-های مختلف

فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
۱۱	شکل ۲-۱. رشد پیچ در پیچ رگ‌های خونی در تومور [۱۸،۱۹]
۲۴	شکل ۳-۱. ساختار کلی مایسل نرمال (الف)، مایسل معکوس (ب)
۲۷	شکل ۳-۲. ساختار شماتیک ساختار مغناطیسی اسپینل [۶۶]
۲۸	شکل ۳-۳. شکل ملکولی ساختار کیتوسان
۲۹	شکل ۳-۴. سرنوشت نانوذرات پس از تزریق وریدی در شرایطی که سریعاً توسط پروتئین‌های پلاسما پوشیده شوند
۳۲	شکل ۳-۵. منحنی مغناطش اشباع نانوذرات فریت کبالت-روی و نانوذرات فریت منگنز-روی به ازای مقادیر مختلف روی [۷۳]
۳۳	شکل ۳-۶. منحنی مغناطش بر حسب دما که دمای کوری را نشان می‌دهد
۳۴	شکل ۳-۷. تأثیر اندازه دانه بر میدان پسماند زدا
۳۶	شکل ۳-۸. منحنی هیستریزیس برای سه نمونه فریت ($M = Mn, Co, Ni$) MFe_2O_4 با اندازه ذره γ_{nm}
۴۱	شکل ۳-۹. اساس کار VSM
۴۳	شکل ۳-۱۰. فرایند هسته‌ای که در منبع مازباور رخ می‌دهد [۹۱].
۵۶	شکل ۵-۱. در این شکل الف) ساختار کریستالی و الگوی پراش اشعه ایکس نمونه-های سنتز شده با روش‌های ب) هم رسوبی، ج) مایسل معکوس و د) مایسل معکوس نشان داده شده است
۵۹	شکل ۵-۲. زوایا و طول پیوندهای مختلف با توجه به نحوه قرار گیری اتم‌ها
۶۱	شکل ۵-۳. طیف مادون قرمز نمونه‌های فریت کبالت
۶۳	شکل ۵-۴. منحنی هیستریزیس نمونه‌های فریت کبالت
۶۷	شکل ۵-۵. تصویر میکروسکوپ الکترونی نمونه فریت کبالت سنتز شده به روش هم رسوبی
۶۸	شکل ۵-۶. الگوی پراش اشعه ایکس نانوذرات $Co_{0.90}Zn_{0.10}Fe_2O_4$
۶۸	شکل ۵-۷. الگوی پراش اشعه ایکس نانوذرات $Co_{0.50}Zn_{0.50}Fe_2O_4$
۶۸	شکل ۵-۸. الگوی پراش اشعه ایکس نانوذرات $Co_{0.45}Zn_{0.55}Fe_2O_4$

- شکل ۵-۹. الگوی پراش اشعه ایکس نانوذرات $\text{Co}_{0.40}\text{Zn}_{0.60}\text{Fe}_2\text{O}_4$ ۶۹
- شکل ۵-۱۰. الگوی پراش اشعه ایکس نانوذرات $\text{Co}_{0.35}\text{Zn}_{0.65}\text{Fe}_2\text{O}_4$ ۶۹
- شکل ۵-۱۱. الگوی پراش اشعه ایکس نانوذرات $\text{Co}_{0.30}\text{Zn}_{0.70}\text{Fe}_2\text{O}_4$ ۶۹
- شکل ۵-۱۲. الگوی پراش اشعه ایکس نانوذرات $\text{Co}_{0.25}\text{Zn}_{0.75}\text{Fe}_2\text{O}_4$ ۷۰
- شکل ۵-۱۳. طیف مادون قرمز نمونه فریت کبالت-روی $\text{Co}_{0.90}\text{Zn}_{0.10}\text{Fe}_2\text{O}_4$ ۷۱
- شکل ۵-۱۴. طیف مادون قرمز نمونه فریت کبالت-روی $\text{Co}_{0.50}\text{Zn}_{0.50}\text{Fe}_2\text{O}_4$ ۷۱
- شکل ۵-۱۵. طیف مادون قرمز نمونه فریت کبالت-روی $\text{Co}_{0.40}\text{Zn}_{0.60}\text{Fe}_2\text{O}_4$ ۷۱
- شکل ۵-۱۶. طیف مادون قرمز نمونه فریت کبالت-روی $\text{Co}_{0.35}\text{Zn}_{0.65}\text{Fe}_2\text{O}_4$ ۷۲
- شکل ۵-۱۷. طیف مادون قرمز نمونه فریت کبالت-روی $\text{Co}_{0.25}\text{Zn}_{0.75}\text{Fe}_2\text{O}_4$ ۷۲
- شکل ۵-۱۸. منحنی هیستریزیس نمونه‌های فریت کبالت-روی ۷۳
- شکل ۵-۱۹. بررسی تغییرات مقدار میدان پسماند زدا و مغناطیس پسماند در الف) $\text{Co}_{0.90}\text{Zn}_{0.10}\text{Fe}_2\text{O}_4$ و ب) $\text{Co}_{0.25}\text{Zn}_{0.75}\text{Fe}_2\text{O}_4$ ۷۴
- شکل ۵-۲۰. منحنی تغییرات دمای کوری بر حسب درصد غلظت روی ۷۵
- شکل ۵-۲۱. طیف مازباور الف) نمونه $\text{Co}_{0.30}\text{Zn}_{0.70}\text{Fe}_2\text{O}_4$ ، ب) نمونه $\text{Co}_{0.50}\text{Zn}_{0.50}\text{Fe}_2\text{O}_4$ ۷۶
- شکل ۵-۲۲. الگوی پراش اشعه ایکس نانوذرات $\text{Co}_{0.4}\text{Mn}_{0.1}\text{Zn}_{0.1}\text{Fe}_2\text{O}_4$ ۷۸
- شکل ۵-۲۳. الگوی پراش اشعه ایکس نانوذرات $\text{Co}_{0.3}\text{Mn}_{0.2}\text{Zn}_{0.1}\text{Fe}_2\text{O}_4$ ۷۸
- شکل ۵-۲۴. الگوی پراش اشعه ایکس نانوذرات $\text{Co}_{0.2}\text{Mn}_{0.3}\text{Zn}_{0.1}\text{Fe}_2\text{O}_4$ ۷۹
- شکل ۵-۲۵. الگوی پراش اشعه ایکس نانوذرات $\text{Co}_{0.1}\text{Mn}_{0.4}\text{Zn}_{0.1}\text{Fe}_2\text{O}_4$ ۷۹
- شکل ۵-۲۶. الگوی پراش اشعه ایکس نانوذرات $\text{Mn}_{0.5}\text{Zn}_{0.1}\text{Fe}_2\text{O}_4$ ۷۹
- شکل ۵-۲۷. طیف مادون قرمز نمونه فریت کبالت-منگنز-روی $\text{Co}_{0.3}\text{Mn}_{0.2}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ ۸۰
- شکل ۵-۲۸. طیف مادون قرمز نمونه فریت کبالت-منگنز-روی $\text{Co}_{0.2}\text{Mn}_{0.3}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ ۸۱
- شکل ۵-۲۹. طیف مادون قرمز نمونه فریت کبالت-منگنز-روی $\text{Mn}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ ۸۱
- شکل ۵-۳۰. منحنی هیستریزیس نمونه‌های فریت کبالت-منگنز-روی ۸۲
- شکل ۵-۳۱. منحنی تغییرات دمای کوری بر حسب مقدار منگنز (x) در نمونه‌های $\text{Co}_{0.5-x}\text{Mn}_x\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ ۸۳
- شکل ۵-۳۲. طیف مازباور الف) نمونه $\text{Co}_{0.4}\text{Mn}_{0.1}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ ، ب) نمونه $\text{Co}_{0.3}\text{Mn}_{0.2}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ ، ج) نمونه $\text{Co}_{0.2}\text{Mn}_{0.3}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ ، د) نمونه $\text{Mn}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ ، ه) نمونه $\text{Co}_{0.1}\text{Mn}_{0.4}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ ۸۵
- شکل ۵-۳۳. تصویر میکروسکوپ الکترونی نانوذرات $\text{Co}_{0.9}\text{Zn}_{0.1}\text{Fe}_2\text{O}_4$ پوشش داده شده با استفاده از کیتوسان ۸۷

- ۸۷ شکل ۵-۳۴. تصویر میکروسکوپ الکترونی نانوذرات $\text{Co}_{0.2}\text{Zn}_{0.8}\text{Fe}_2\text{O}_4$ پوشش داده شده با استفاده از کیتوسان
- ۸۷ شکل ۵-۳۵. تصویر میکروسکوپ الکترونی نانوذرات $\text{Co}_{0.3}\text{Mn}_{0.2}\text{Zn}_{0.1}\text{Fe}_2\text{O}_4$ پوشش داده شده با استفاده از کیتوسان
- ۸۸ شکل ۵-۳۶. منحنی تغییرات دما در اثر اعمال میدان مغناطیسی متناوب در نمونه‌های همراه با پوشش و بدون پوشش $\text{Co}_{0.9}\text{Zn}_{0.1}\text{Fe}_2\text{O}_4$
- ۸۸ شکل ۵-۳۷. منحنی تغییرات دما در اثر اعمال میدان مغناطیسی متناوب در نمونه‌های همراه با پوشش و بدون پوشش $\text{Co}_{0.2}\text{Zn}_{0.8}\text{Fe}_2\text{O}_4$
- ۸۹ شکل ۵-۳۸. منحنی تغییرات دما در اثر اعمال میدان مغناطیسی متناوب در نمونه‌های همراه با پوشش و بدون پوشش $\text{Co}_{0.3}\text{Mn}_{0.2}\text{Zn}_{0.1}\text{Fe}_2\text{O}_4$

فصل اول: مقدمه

مقدمه

تقریباً از سال ۱۹۹۰ علاقه‌ی زیادی در زمینه نانو فناوری، با تمرکز بر ذرات نانو سایز با اندازه بین یک تا چند صد نانومتر ایجاد شد. چندین دهه تحقیق نشان داد، به دلیل نسبت سطح به حجم بسیار زیاد مواد با ابعاد نانو، این مواد خواص فیزیکی و شیمیایی متفاوتی نسبت به مواد در مقیاس‌های بالاتر دارند [۱]. خواص مغناطیسی یکی از این خواص بوده، که اثر زیادی روی ارگانیسم‌های^۱ زنده می‌گذارد. هموگلوبین در خون انسان یک ترکیب از آهن است که به صورت طبیعی دارای خاصیت مغناطیسی می‌باشد. این خود یک شاهد خوب برای این مدعا است که همه‌ی ارگانیسم‌های زنده شامل انسان و حیوان شامل ذرات مغناطیسی بوده و همانند یک گیرنده مغناطیسی عمل می‌کنند. این خود ثابت می‌کند که مغناطیس و مواد مغناطیسی نقش مهمی را در مراقبت از سلامت و کاربردهای بیولوژیک ایفا می‌کنند [۲].

تحقیق در زمینه کاربردهای پزشکی نانوذرات در عصر حاضر در حال افزایش است. بسیاری از محققان در حال بررسی خواص، آنالیز، ساخت و به کار گیری نانوذرات مغناطیسی برای کاربرد های جدید در زمینه‌های مهندسی، نانو تکنولوژی، داروسازی و پزشکی هستند. که از جمله کاربردهای این مواد در پزشکی در انتقال دارو^۲، تصویربرداری از طریق تشدید مغناطیسی^۳ (MRI) و درمان سرطان می‌باشد [۳،۴]. سرطان بعد از بیماری‌های قلبی دومین عامل مرگ و میر می‌باشد. این بیماری زمانی رخ می‌دهد که سلول‌های بدن به صورت بسیار غیرطبیعی تکثیر شوند. که می‌تواند در بافتی از بدن انسان رخ دهد. برخی از انواع سرطان فقط در سنی خاص رخ می‌دهد، اما برخی دیگر برای همه سنین مطرح هستند. این بیماری همه مردم در سراسر جهان را تحت تأثیر قرار داده است [۵].

بر اساس تخمین سازمان جهانی سرطان^۴ در سال ۲۰۰۸ بیش از ۱۲/۷ میلیون نفر به سرطان در سراسر دنیا مبتلا می‌گردند و همچنین بیش از ۷/۶ میلیون نفر در همان سال در اثر سرطان جان خود را از دست می‌دهند [۵]. علاوه بر این، با وجود پیشرفت‌های زیادی که در زمینه درمان سرطان صورت گرفته است ولی باز هم این بیماری با استفاده از روش‌های

1. Organisms

2. Drug Delivery

3. Magnetic Resonance Imaging

4. GLOBOCAN

متعارف مثل پرتو درمانی، جراحی، ایمن درمانی^۱ و شیمی درمانی قابل درمان کامل نیست. در این روش‌ها معمولاً علاوه بر بافت سرطانی دیگر نقاط بدن را نیز تحت تأثیر قرار خواهند داد [۶]. در روش‌هایی که اخیراً مورد توجه قرار گرفته‌اند از تکنولوژی نانو به این منظور استفاده می‌گردد که بسیار مؤثرتر از روش‌های قدیمی‌تر هستند. از جمله این روش‌ها می‌توان به دارورسانی با استفاده از اتصال دارو به نانوذرات و درمان بر پایه انرژی اشاره کرد. روش درمان با استفاده از انرژی به دو صورت می‌تواند سبب مرگ سلول‌های سرطانی گردد:

۱. آسیب زدن از طریق افزایش دما تا دمای هایپرترمیک^۲ (معمولاً بیشتر از ۴۳°C)،
۲. آسیب زدن از طریق سرد کردن یا منجمد نمودن تا دمای کرای آترمیک^۳ (معمولاً کمتر از ۲۰°C -) [۷].

در این پژوهش به بررسی مواد مغناطیسی با قابلیت استفاده در درمان سرطان با استفاده از روش هایپرترمیای^۴ پرداخته می‌شود. بدین منظور نیاز به اطلاعات گسترده‌ای در زمینه‌های علوم بدن، علوم مهندسی، علوم پایه و نانو فناوری مورد نیاز است. وقتی که نانوذرات مغناطیسی در میدان مغناطیسی متناوب قرار می‌گیرند سبب ایجاد گرما به علت تلفات حرارتی می‌گردد [۸،۹]. تولید حرارت در نانوذرات مغناطیسی که تحت میدان مغناطیسی متناوب خارجی رخ می‌دهد دارای کاربرد در پزشکی و درمان سرطان می‌باشد و با توجه به این که فقط در ناحیه سرطانی عمل می‌کند و انرژی به صورت غیرمستقیم به بافت سرطانی می‌رسد دارای حداقل عوارض جانبی می‌باشد [۱۰]. باید توجه داشت که، نانوذرات مغناطیسی مورد استفاده باید زیست سازگار باشند و سوسپانسیون^۵ آبی پایداری را تشکیل دهند و توانایی هدفمند سازی را داشته باشند. از این رو، نانوذرات مغناطیسی فریت که دارای پاسخ شدید شونده به تغییر وابسته به زمان میدان مغناطیسی می‌باشند، دارای نتایج سودمندی است که مرتبط با انتقال انرژی از میدان تحریک شده به نانوذرات مغناطیسی می‌باشد [۱۱]. نانوذرات مغناطیسی هنگامی که در محلول‌های آبی قرار می‌گیرند به طور موثری گرم می‌شوند که منجر به استفاده از آن‌ها به عنوان عواملی برای استفاده در هایپرترمیای و رساندن مقادیر کشنده از انرژی حرارتی به هدف، برای مثال تومور می‌گردد. برای استفاده در هایپرترمیای، نانوذرات مغناطیسی باید دارای خواص مغناطیسی بالایی بوده که بتوانند انرژی حرارتی مناسب را ایجاد نمایند. به همین دلیل در هایپرترمیای مغناطیسی، از نانوذرات با رفتار فرومغناطیس و فری مغناطیس و همچنین سوپرپارامغناطیس استفاده می‌گردد.

1. Immunotherapy
2. Hyperthermic
3. Cryothermic
4. Hyperthermia
5. Suspension

بحث رفتار سوپرپارامغناطیس در نانوذرات مغناطیسی در سال ۱۹۳۰ توسط فرنکل^۱ و دورفمن^۲ و پس از آن توسط کیتل^۳، به عنوان خاصیتی در حالت تک حوزه ماده فرومغناطیس یا آنتی فرومغناطیس در ابعاد بسیار پایین مطرح گردید. برای چنین ذرات ریزی در یک تک حوزه مقدار زیادی از ممان‌های مغناطیسی به صورت همگن در یک جهت قفل شده‌اند. که در نتیجه آن سوپر مومنیت ایجاد می‌گردد [۱۲]. علاوه بر این، وقتی نانوذرات سوپرپارامغناطیس با لایه‌ای مناسب پوشیده شود، آن‌ها می‌توانند در محلول‌های با پایه آب پراکنده گردند و در محلول پایدار بمانند و تشکیل فروفلوئید بدهند. به منظور استفاده از این فروفلوئیدها در کاربردهای درون تنی^۴ و برون تنی^۵ نحوه توزیع ذرات، سمیت، خواص شیمیایی سطح، زیست سازگاری، خواص شیمیایی سطح و پارامترهای مختلف دیگر بایستی در نظر گرفته شوند [۱۳]. بنابراین اصلاح سطح با گروه‌های عاملی می‌تواند راهکاری استراتژیک برای حل این مشکل باشد. که نه تنها نانوذرات به صورت غیر سمی و زیست سازگار تبدیل می‌شوند، بلکه قابل ردیابی نیز هستند.

هایپرترمیا گرمادهی سلول‌های سرطانی تا دمای $42-43^{\circ}\text{C}$ می‌باشد. اگر دما در اثر حرارت دهی به بالاتر از این محدوده برود، سلول‌های سالم نیز صدمه می‌بینند که مطلوب نیست. نانوذرات مغناطیسی وقتی که در معرض میدان مغناطیسی متناوب قرار می‌گیرند گرم می‌شوند. اما افزایش دما تا جایی ادامه می‌یابد که ذره به دمای کوری برسد. یک راه برای غلبه بر این مشکل تنظیم میدان مغناطیسی و مدت زمانی که ماده تحت میدان می‌باشد، است مثلاً بلافاصله پس از این که دمای بافت به محدوده مطلوب رسید، میدان مغناطیسی را قطع کرد. اما به دلیل این که نانوذرات در اطراف تومور پراکنده شده‌اند و هر کدام در عمقی خاص در درون بدن قرار دارند، پس آن‌ها به صورت یکنواخت گرم نمی‌شوند. نانوذرات نزدیک به سطح و نزدیک به میدان مغناطیسی به ماکزیمم دمای خود می‌رسند در حالی که ذرات درونی‌تر فاصله بیشتری نسبت به منبع مغناطیسی داشته و به دمای پایین‌تری می‌رسند. بنابراین اگر زمانی که ذرات سطح به دمای اپتیمم می‌رسند میدان مغناطیسی را قطع کنیم، نانوذرات درونی‌تر زیر دمای اپتیمم هستند. که در نتیجه بازدهی فرایند هایپرترمیا کاهش می‌یابد. یک راه حل برای این موضوع استفاده از نانوذراتی است که پس از اینکه به دمای 42°C رسیدند گرمادهی توسط آن‌ها متوقف شود.

در این تحقیق به بررسی نانوذرات مغناطیسی به خصوص نانوذرات سوپرپارامغناطیس و فری مغناطیس پرداخته می‌شود. یکی از اهدافی که در این پروژه دنبال می‌گردد، پیدا کردن

1 . Frenkel
2 . Dorfman
3 . Kittel
4 . In vivo
5 . In vitro

مواد مغناطیسی مناسب با دمای کوری در محدوده اپتیمم $42-43^{\circ}\text{C}$ می‌باشد. ذرات تولید شده به منظور بحث زیست سازگاری لازم است به وسیله پوششی مناسب کپسوله شوند. بدین منظور پوشش دهی نانوذرات با استفاده از ماده کیتوسان انجام می‌گردد. هدف دیگر این این پروژه بررسی اثر افزوده شدن عنصر منگنز در ساختار فریت کبالت-روی و نحوه تأثیر این ماده بر گرمای ناشی از تلفات مغناطیسی می‌باشد.

فصل دوم: مروری بر تحقیقات انجام شده

مروری بر تحقیقات انجام شده

۲-۱- مروری بر بیماری سرطان

سرطان یک واژه عمومی برای بیان صدها نوع بیماری است که در اثر رشد غیر کنترل شده و غیر طبیعی سلول‌ها ایجاد شود. سرطان گروهی از بیماری‌ها است که به سلول، یعنی واحد پایه بدن موجود زنده، مربوط می‌گردد که می‌تواند در بافتی از بدن انسان رخ دهد. برخی از انواع سرطان فقط در سنی خاص رخ می‌دهد، اما برخی دیگر برای همه سنین مطرح هستند. در شرایط معمول سلول‌ها، فقط زمانی رشد و تقسیم می‌شوند که بدن به آن‌ها نیاز داشته باشد. چنین برنامه منظمی به سالم نگه داشتن بدن کمک می‌کند. برخی از مواقع تقسیم و رشد سلول‌ها در زمانی که بدن نیاز ندارد ادامه می‌یابد. چنین رشد اضافی چنان که از یک بافت صورت گیرد تومور نامیده می‌شود. که تومورها می‌توانند به صورت خوش‌خیم^۱ و یا بدخیم^۲ باشند [۱۴]. تومورهای خوش‌خیم سرطان نیستند. آن‌ها می‌توانند برداشته شوند، و در بسیاری از موارد، آن‌ها برنمی‌گردند. سلول‌های ناشی از تومورهای خوش‌خیم در دیگر اعضای بدن پراکنده نمی‌شوند. و تهدیدی برای جان موجود زنده نمی‌باشند. اما تومورهای بدخیم سرطان هستند. سلول‌های این نوع تومورها، به صورت غیرطبیعی و با رشدی غیر کنترل شده به صورت نامنظم تکثیر می‌شوند. این نوع سلول‌ها می‌توانند بافت‌ها و ارگان‌های نزدیک خود را نیز فرا گرفته و به آن‌ها آسیب وارد نمایند. همچنین، تومورهای سرطانی می‌توانند از تومور بدخیم جدا شده و به جریان خون یا دستگاه لنفاوی^۳ وارد گردند. بدین طریق از محل اولیه سرطان تومور-های جدیدی در دیگر ارگان‌ها شکل گرفته و گسترش می‌یابد. به گسترش و پراکنده شدن سرطان متاستاز^۴ گفته می‌شود. لوسمی^۵ (سرطان خون) و لیمفوما^۶ سرطان‌هایی هستند که در سلول‌های آن‌ها در خون شکل می‌گیرد و این سلول‌ها در جریان خون و سیستم لنفاوی به گردش در می‌آیند. آن‌ها ممکن است در ارگان‌های بدن گسترش یافته و تشکیل تومور دهند.

1. Benign

2. Malignant

3. Lymphatic system

4. Metastasis

5. Leukemia

6. Lymphoma

نام گذاری بسیاری از سرطان‌ها بر اساس نوع ارگان و یا سلول‌های آغاز کننده انجام می‌شوند. به عنوان مثال سرطانی که در ریه شروع شود به عنوان سرطان ریه شناخته می‌شود، سرطانی که در، سلول‌های پوست تحت عنوان ملانوسیت^۱ (سلول‌های تولید کننده ملانین)، ایجاد می‌شود ملانوما^۲ (سرطان پوست) نامیده می‌شود. با گسترش سرطان (متاستاز)، سلول‌های سرطانی گاهی اوقات در نزدیکی غدد لنفاوی^۳ قرار می‌گیرند. اگر سرطان به این غدد برسد، به این معنی است که، سلول‌های سرطانی می‌توانند به دیگر ارگان‌ها مثل مغز، استخوان یا دیگر بافت‌ها برسد. هنگامی که سرطان گسترش یافت، تومورهای جدید هم‌نوع با سلول‌های سرطانی قبلی بوده و نام گذاری آن‌ها بر اساس نوع سلول‌ها انجام می‌شود. برای مثال، اگر سرطان ریه به مغز گسترش یابد، سلول‌های سرطانی در مغز در واقع سلول‌های سرطانی ریه هستند. و به این بیماری متاستاز سرطان ریه گویند (و سرطان مغز نامیده نمی‌شود) [۱۵].

۲-۲- درمان سرطان با استفاده از هایپرترمیا

هایپرترمیا در حقیقت درمان با استفاده گرما می‌باشد. در این روش دمای بافت را به طور مصنوعی بالا می‌برند تا از مزایای درمانی آن بهره‌مند شوند [۱۶]. خیلی از مواقع هدف قرار دادن سلول‌های سرطانی به طور ویژه بسیار سخت است. و همچنین هر تلاشی برای از بین بردن سلول‌های سرطانی ممکن است به سلول‌های سالم اطراف آن آسیب وارد نماید. در اینجاست که گرما درمانی با این مزیت که فقط سلول‌های سرطانی را هدف قرار می‌دهد، خود را نشان می‌دهد. هایپرترمیا یا گرمادرمانی را می‌توان به روش‌های مختلف دسته بندی نمود. یکی از انواع دسته‌بندی‌ها تقسیم آن به هایپرترمیا داخلی و خارجی می‌باشد. در هایپرترمیای خارجی گرما از بیرون از بدن با استفاده از ابزارهایی همچون میکروویوها^۴، فرکانس‌های رادیویی، التراسونیک^۵ و غیره اعمال می‌گردد. در حالی که در هایپرترمیای داخلی از برخی از اجسام خارجی در داخل بدن به عنوان منبع گرما استفاده می‌گردد.

1. Melanocyte
2. Melanoma
3. Lymph nodes
4. Microwaves
5. Ultrasonic