به نام خدایی که در این نزدیکی است

دانشگاه تربیت مدرس
دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

بسمه تعالی

تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

خانم سحر صادقی ساروکلایی پایان نامه ۶ واحدی خود را با عنوان **مدل سازی و شبیه سازی لیزر درمانی درون وریدی (EVLT) با بکارگیری لیزر دیود** در تاریخ ۱۳۹۲/۲/۱۵ ارائه کردند.

اعضای هیات داوران نسخه نهایی این پایان نامه را از نظر فرم و محتوا تایید کرده، پذیرش آنرا برای اخذ درجه کارشناسی ارشد مهندسی پزشکی پیشنهاد می کنند.

عضو هیات داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضا
استاد راهنما	دکتر محمدحسین میران بیگی	دانشیار	
استاد مشاور	دکتر نادیا نقوی		
استاد ناظر	دکتر علی گویا	استادیار	
استاد ناظر	دکتر عزالدین مهاجرانی	دانشیار	
مدیر گروه (یا نماینده گروه تخصصی)	دکتر علی گویا	استادیار	

آیین نامه چاپ پایان‌نامه (رساله)های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله)های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه،دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله)ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثارعلمی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲: در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه) عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد/ رساله دکتری نگارنده در رشته مهندسی پزشکی است که در سال ۱۳۹۲ در دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی سرکار خانم/جناب آقای دکتر محمدحسین میرزانژاد ، مشاوره سرکار خانم/جناب آقای دکتر نادیا سقوی و مشاوره سرکار خانم/جناب آقای دکتر از آن دفاع شده است.»

ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه‌های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت‌چاپ) را به «دفتر نشر آثارعلمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می‌تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر درمعرض فروش قرار دهد.

ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت‌مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می‌تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می‌دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تامین نماید.

ماده ۶: اینجانب سحر صادقی سرکلائی دانشجوی رشته مهندسی پزشکی مقطع کارشناسی ارشد

تعهد فوق وضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: سحر صادقی

تاریخ و امضا: ۱۳۹۲/۶/۱

آیین‌نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهشهای علمی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی و فناوری دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیأت علمی، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهشهای علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرحهای تحقیقاتی با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد زیر را رعایت نمایند:

ماده ۱- حق نشر و تکثیر پایان نامه/ رساله و درآمدهای حاصل از آنها متعلق به دانشگاه می باشد ولی حقوق معنوی پدید آورندگان محفوظ خواهد بود.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و با تایید استاد راهنمای اصلی، یکی از اساتید راهنما، مشاور و یا دانشجو مسئول مکاتبات مقاله باشد. ولی مسئولیت علمی مقاله مستخرج از پایان نامه و رساله به عهده اساتید راهنما و دانشجو می باشد.

تبصره: در مقالاتی که پس از دانش‌آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه/ رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

ماده ۳- انتشار کتاب، نرم افزار و یا آثار ویژه (اثری هنری مانند فیلم، عکس، نقاشی و نمایشنامه) حاصل از نتایج پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی کلیه واحدهای دانشگاه اعم از دانشکده ها، مراکز تحقیقاتی، پژوهشکده ها، پارک علم و فناوری و دیگر واحدها باید با مجوز کتبی صادره از معاونت پژوهشی دانشگاه و براساس آئین نامه های مصوب انجام شود.

ماده ٤- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه یافته ها در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق معاونت پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ٥- این آیین‌نامه در ٥ ماده و یک تبصره در تاریخ ۸۷/٤/۱ در شورای پژوهشی و در تاریخ ۸۷/٤/۲۳ در هیأت رئیسه دانشگاه به تایید رسید و در جلسه مورخ ۸۷/۷/۱۵ شورای دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب در شورای دانشگاه لازم‌الاجرا است.

«اینجانب ..... دانشجوی رشته ..... ورودی سال تحصیلی ۱۳۸۹ - ۱۳۸۵
مقطع ..... دانشکده ..... متعهد می شوم کلیه نکات مندرج در آئین نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش های علمی دانشگاه تربیت مدرس را در انتشار یافته های علمی مستخرج از پایان نامه / رساله تحصیلی خود رعایت نمایم. در صورت تخلف از مفاد آئین نامه فوق الاشعار به دانشگاه وکالت و نمایندگی می دهم که از طرف اینجانب نسبت به لغو امتیاز اختراع بنام بنده و یا هر گونه امتیاز دیگر و تغییر آن به نام دانشگاه اقدام نماید. ضمناً نسبت به جبران فوری ضرر و زیان حاصله بر اساس برآورد دانشگاه اقدام خواهم نمود و بدینوسیله حق هر گونه اعتراض را از خود سلب نمودم»

امضا: .....
تاریخ: ۹۲/۷/۱

دانشگاه تربیت مدرّس
دانشکده فنی و مهندسی

پایان‌نامه دوره‌ی کارشناسی ارشد مهندسی برق-مهندسی پزشکی

مدل سازی و شبیه‌سازی لیزر درمانی درون وریدی با بکارگیری لیزر دیود

سحرصادقی

استاد راهنما:

دکتر محمد حسین میران‌بیگی

استاد مشاور:

دکتر نادیا نقوی

بهار ۱۳۹۲

تقدیم به پدر و مادر عزیزم و برادر مهربانم

که به زندگیم امید، نشاط و روشنایی می بخشند.

سپاسگزاری

سپاس و ستایش خدای را سزد که نیروی تداوم کشف اسرار عالم هستی را به بشر ارزانی داشت. شایسته است بدین وسیله مراتب سپاس و قدردانی خود را از زحمات بی‌وقفه و دلسوزانه استاد ارجمندم جناب آقای دکتر محمد حسین میران‌بیگی ابزار داشته و خالصانه ترین قدردانی‌ها را نثار وجودشان نمایم.

از سرکارخانم دکتر نادیا نقوی که افتخار این را داشتم که به عنوان مشاور پایان نامه از نقطه نظراتشان بهره مند شوم، بی نهایت سپاسگزارم.

همچنین از کلیه اساتید محترم و دوستان خوبم که از هیچ کمکی دریغ نورزیدند و دلگرمی-هایشان باعث امیدواریم بود، صمیمانه تشکر می‌کنم.

چکیده

لیزر درمانی درون وریدی (EVLT) یک روش گرمادرمانی به‌صورت حداقل تهاجمی برای درمان وریدهای واریسی است. مدل کردن اثر لیزر بر بافت در EVLT مزیت‌های زیادی دارد. در این تحقیق، EVLT به صورت سه بعدی شبیه‌سازی شده است. برای انتشار نور در بافت از روش‌های تقریب دیفیوژن و مونت کارلو با گام متغیر و جذب تدریجی استفاده شده است. معادله گرمایی پنس و معادله آرنیوس به ترتیب برای مدل کردن انتقال گرما و ایجاد آسیب در بافت به کار گرفته شدند. روش حل عددی المان محدود برای حل این دو معادله مورد استفاده قرار گرفته است. تاکنون برای شبیه‌سازی لیزر درمانی درون وریدی از مدل سه‌بعدی و نیز روش مونت‌کارلو استفاده نشده است. در این تحقیق سعی شد که تمام حالات تاثیرگذار با مدل‌های سه‌بعدی با روش المان محدود بررسی شوند. استفاده از لیزر با طول‌موج‌های مختلف، تغییرات در اعمالگر لیزری از جمله مواردی هستند که در این تحقیق بررسی شدند و در بعضی موارد نتایج با کارهای مشابه در تحقیقات دیگر مقایسه شدند. نتایج نشان دادند که انجام شبیه‌سازی‌های کامپیوتری امری شدنیست و روش المان محدود با دقت بالا به پزشک این امکان را می‌دهد که با تغییر پارامترهای تاثیرگذار، بهترین انتخاب را برای ایجاد بیشترین صدمه به دیواره رگ و کمترین صدمه به بافت سالم مجاور رگ، داشته باشد.

کلید واژه: گرما درمانی القا شده توسط لیزر، EVLT ، مونت کارلو، تقریب دیفیوژن ، روش المان محدود

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فهرست جدول‌ها..... ه

فهرست شکل‌ها..... و

فصل ۱- مقدمه..... ۱

فصل۲- لیزرهای نیمه‌هادی و کاربرد آنها در EVLT..... ۵

۲-۱- انواع لیزرها..... ۶

۲-۲- لیزرهای دیودی..... ۱۰

۲-۲-۱- نیمه‌هادی..... ۱۰

۲-۲-۲- لیزر دیود..... ۱۰

۲-۳- ویژگی‌ها و خواص پرتو نور لیزر دیودها..... ۱۲

۲-۳-۱- مشخصات ساختمانی لیزرهای دیودی..... ۱۲

۲-۳-۲- انواع توان خروجی لیزرهای دیودی..... ۱۴

۲-۴- فیبر نوری و ویژگیهای آن..... ۱۵

۲-۵- کاربردهای کلینیکی لیزر دیود..... ۱۶

۲-۶- کاربرد لیزر دیود در لیزر درمانی درون وریدی**(EVLT)**..... ۱۸

فصل۳-برهمکنش‌های لیزر بر بافت و مدل‌سازی آن..... ۲۲

۳-۱- برهمکنش‌های لیزر بر بافت بیولوژیکی..... ۲۳

۳-۱-۱- برهم‌کنش‌های فوتو شیمیایی..... ۲۴

۳-۱-۲-برش نوری..... ۲۵

۳-۱-۳- برش پلاسمایی..... ۲۵

۳-۱-۴- گسیختگی نوری..... ۲۶

۳-۱-۵- برهمکنش گرمایی..... ۲۷

۳-۲- انتشار نور در بافت بیولوژیکی ۲۹
۳-۲-۱- نور و ماده ۲۹
۳-۲-۱-۱- شکست و انعکاس ۳۰
۳-۲-۱-۲- جذب ۳۱
۳-۲-۱-۳ -پراکندگی ۳۳
۳-۲-۱-۴- محیط مرکب ۳۴
۳-۳- مدل‌های انتشار نور در بافت ۳۵
۳-۳-۱- پراکندگی مرتبه اول ۳۵
۳-۳-۲- تئوری کوبلکا-مانک ۳۶
۳-۳-۳- مدل کوتلر ۳۶
۳-۳-۴- تقریب دیفیوژن ۳۶
۳-۳-۵- جمع کردن- دو برابر کردن معکوس ۳۶
۳-۳-۶- روش مونت کارلو ۳۷
۳-۴- توزیع حرارت در بافت و آسیب به بافت ۳۹
۳-۴-۱-معادله انتقال حرارت در بافت ۴۲
۳-۴-۲- مبانی تغییر ماهیت پروتئین‌ها و معادله آرنیوس ۴۳
۳-۵- مدل‌های توزیع حرارت در بافت ۴۵
۳-۵-۱- تفاضل محدود ۴۵
۳-۵-۲- روش المان محدود ۴۵
۳-۵-۳- روش المان مرزی ۴۶
فصل۴-مدل‌سازی و شبیه‌سازی EVLT با لیزر دیود ۴۸
۴-۱-مدل رگ خونی ، بافت اطراف و محل قرارگیری اپلیکاتور ۴۹
۴-۱-۱- ساختمان رگ‌های خونی ۴۹
۴-۱-۲- مدل‌سازی بافت و اپلیکاتور ۵۰
۴-۱-۲-۱- رسم مدل با نرم‌افزار COMSOL MULTIPHYSICS ۵۳

۴-۱-۳-مشخصات نوری و گرمائی بافتهای بیولوژیکی ۵۴
۴-۲- مدل‌سازی و شبیه‌سازی انتشار نور با بکارگیری روش‌های تقریب دیفیوژن و مونت کارلو ۵۵
۴-۲-۱-مدل‌سازی انتشار نور با بکارگیری روش مونت کارلو ۵۵
۴-۲-۲- مدل‌سازی انتشار نور با بکارگیری روش تقریب دیفیوژن ۵۷
۴-۳- مدل‌سازی وشبیه‌سازی توزیع حرارت با بکارگیری روش المان محدود ۵۹
فصل۵-نتیجه‌گیری و پیشنهادات ۶۳
۵-۱- نتایج حاصل از شبیه‌سازی به روش مونت کارلو ۶۴
۵-۱-۱- نتایج شبیه‌سازی در طول موج ۹۸۰ نانومتر ۶۵
۵-۱-۱-۱- ارزیابی صحت و دقت مدل پیشنهادی ۶۵
۵-۱-۱-۱-۱- اثر طول موج ۶۵
۵-۱-۱-۱-۲- اثر توان لیزر ۶۶
۵-۱-۱-۱-۳- اثر مدت زمان تابش ۶۷
۵-۱-۱-۲- نتایج شبیه سازی انتقال حرارت در رگ و بافت همگن مجاور آن ۶۸
۵-۱-۲-نتایج شبیه‌سازی در طول موج ۱۴۷۰ نانومتر ۷۳
۵-۱-۲-۱- نتایج شبیه سازی انتقال حرارت در رگ و بافت همگن مجاور آن ۷۴
۵-۱-۲-۲- بررسی اثر توان لیزر ۷۷
۵-۱-۲-۳- بررسی تغییر ضریب ناهمسانگردی بافت بر خروجی شبیه‌ساز مونت کارلو ۷۷
۵-۱-۲-۴- بررسی ایجاد تغییر در طول و قطر اعمالگر ۷۸
۵-۲- نتایج حاصل از شبیه‌سازی به روش تقریب دیفیوژن ۸۱
۵-۳-مقایسه نتایج دو روش مونت کارلو و تقریب دیفیوژن در طول‌موج ۱۴۷۰ نانومتر ۸۲
فصل۶-نتیجه‌گیری و پیشنهادات ۸۳
۶-۱- نتیجه‌گیری ۸۴
۶-۲- پیشنهادات ۸۶
فهرست مراجع ۸۷

واژه نامه فارسی به انگلیسی.....۹۱

واژه نامه انگلیسی به فارسی.....۹۳

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

جدول ۲-۱- مقیاس‌های خروجی لیزر..... ۷

جدول ۳-۱- آثار گرمایی تابش لیزر بر بافت با ذکرمحدوده‌ی دمایی آنها..... ۴۲

جدول ۴-۱- ضرایب نوری بافت..... ۵۴

جدول ۴-۲- ضرایب حرارتی بافت..... ۵۴

جدول ۵-۱- نتایج حاصل از شبیه‌سازی به روش مونت کارلو در طول موج ۹۸۰ نانومتر..... ۶۹

جدول ۵-۲-حجم آسیب در شبیه‌سازی به روش مونت کارلو در طول موج ۹۸۰ نانومتر..... ۷۰

جدول ۵-۳- نتایج حاصل از شبیه‌سازی به روش مونت کارلو در طول موج ۱۴۷۰ نانومتر..... ۷۵

جدول ۵-۴- حجم آسیب در شبیه‌سازی به روش مونت کارلو در طول موج ۱۴۷۰ نانومتر..... ۷۵

جدول ۵-۵- نتایج حاصل از تغییرات طول اعمالگر..... ۷۹

جدول ۵-۶- نتایج حاصل از شبیه‌سازی به روش تقریب دیفیوژن در طول موج ۱۴۷۰ نانومتر..... ۸۱

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل ۲-۱- بخش‌های اصلی یک دستگاه لیزر. ۷
شکل ۲-۲-پارامترهای فضایی و زمانی لیزر. ۸
شکل ۲-۳ -گستره‌ی لیزرهای متداول. ۹
شکل ۲-۴- ساختمان ترازها و باندهای انرژی در نیمه هادی. ۱۲
شکل ۲-۵- نمودار تغییرات توان خروجی لیزر دیودی نسبت به جریان ورودی. ۱۳
شکل ۲-۶- شکل ساده شده‌ی قسمت‌های داخلی لیزرهای دیودی ۱۴
شکل۲-۷- لیزر درمانی درون وریدی. ۱۹
شکل۲-۸-اعمالگرهای مختلف برای EVLT ۲۰
شکل ۲-۹- نمایی از دو فیبر نوری ۲۱
شکل ۲-۱۰- رگ‌های واریس قبل و بعد از لیزردرمانی ۲۱
شکل ۳-۱- نمودار زمان پرتودهی به چگالی قدرت برای پنج برهمکنش. ۲۴
شکل ۳-۲- آثار گرمایی در بافت بیولوژیکی که درمعرض تابش لیزر قرار گرفته است. ۲۸
شکل ۳-۳- پدیده‌های بازتابش،جذب ،پراکندگی و گذر ناشی ازتابش نور بر بافت ۲۹
شکل ۳-۴-بازتابش و شکست نور در برخورد به مرز اپتیکی دو ماده ۳۰
شکل ۳-۵- طیف جذبی ملانین،اکسی هموگلوبین و آب. ۳۲
شکل ۳-۶- روندنمای مدل کردن اثر گرمایی لیزر بر بافت. ۳۹
شکل ۳-۷- طیف جذبی آب ۴۰
شکل ۴-۱- ساختار لایه‌های رگ ۵۰
شکل ۴-۲- موقعیت نسبی بافت و دستگاه مختصات ۵۱
شکل ۴-۳-مدل سه‌بعدی بافت ۵۲
شکل ۴-۴- قرارگیری اعمالگر در بافت ۵۲
شکل ۴-۵-صفحه اصلی نرم افزار COMSOL MULTIPHYSICS ۵۳
شکل ۴-۶- روندنمای مونت کارلو با گام حرکتی متغیر و جذب تدریجی. ۵۶
شکل ۴-۷- نمایش معادلات حاکم بر روش تقریب دیفیوژن در نرم افزار شبیه‌سازی المان محدود. ۵۸
شکل ۴-۸-انتخاب‌پارامترهای معادله حاکم برتقریب‌دیفیوژن درنرم‌افزار شبیه‌سازالمان محدود. ۵۸
شکل ۴-۹- انتخاب مدل و معادلات مربوط به آن در نرم افزار .COMSOL MULTIPHYSICS ۵۹
شکل ۴-۱۰-انتخاب‌هندسه‌مدل‌ومعادلات‌مربوط به آن‌درنرم‌افزار.COMSOL MULTIPHYSICS ۶۰
شکل ۴-۱۱- منوی تغییرات زیرناحیه‌ها ۶۱
شکل ۴-۱۲- مش‌بندی برای مدل سه‌لایه ۶۲
شکل۵-۱- دما در دیواره رگ پس از ۲ ثانیه تابش لیزر با توان ۱۰ وات در طول موج ۹۸۰ نانومتر. ۶۶

شکل ۵-۲- اعمال لیزر ۹۸۰ نانومتر با انرژی یکسان و توان های مختلف..... ۶۷
شکل ۵-۳- تاثیر مدت زمان تابش در طول موج ۹۸۰ نانومتر..... ۶۸
شکل ۵-۴- افزایش دمای بافت پس ازتابش لیزر دیودی ۹۸۰ نانومتر **(**۱۰وات- ۲ثانیه**)** ۶۹
شکل ۵-۵- افزایش دما در درونی ترین و بیرونی ترین لایه دیواره رگ در طول موج ۹۸۰ نانومتر. ۷۰
شکل ۵-۶-حجم آسیب پس ازتابش لیزر دیودی ۹۸۰ نانومتر (۱۰وات- ۱ثانیه)..... ۷۱
شکل ۵-۷- حجم آسیب پس ازتابش لیزر دیودی ۹۸۰ نانومتر (۱۰وات- ۲ثانیه)..... ۷۲
شکل ۵-۸- تعیین لحظه دقیق آسیب در تابش ۱۰ وات و با طول موج ۹۸۰ نانومتر..... ۷۲
شکل ۵-۹- درصد انتقال تابش لیزر در آب و خون برحسب طول موج..... ۷۳
شکل ۵-۱۰- افزایش دمای بافت پس ازتابش لیزر دیودی ۱۴۷۰ نانومتر (۵وات- ۲ثانیه)..... ۷۴
شکل ۵-۱۱- حجم آسیب پس ازتابش لیزر دیودی ۱۴۷۰ نانومتر (۵وات- ۲ثانیه)..... ۷۵
شکل ۵-۱۲-دمای بافت پس از تابش لیزر ۱۴۷۰ نانومتر با توان ۵وات و مدت زمان تابش ۲ثانیه..... ۷۶
شکل ۵-۱۳- افزایش میزان حرارت در لایه درونی دیواره رگ..... ۷۶
شکل ۵-۱۴- بررسی تاثیر توان در سرعت و شدت افزایش دما..... ۷۷
شکل ۵-۱۵- اثر تغییر ضریب ناهمسانگردی بافت بر خروجی شبیه ساز مونت کارلو..... ۷۸
شکل ۵-۱۶- میزان خروج فوتون هاازبافت با شبیه‌ساز مونت‌کارلو برای طول‌های مختلف اعمالگر..... ۷۹
شکل ۵-۱۷-تغییر دمای دیواره رگ درمقابل تغییرات طول اعمالگر..... ۷۹
شکل ۵-۱۸- اثرتغییر قطر پرتو لیزر بر میزان خروج فوتون ها از بافت در شبیه ساز مونت کارلو..... ۸۰
شکل ۵-۱۹- تغییر دمای دیواره رگ درمقابل تغییرات قطر اعمالگر..... ۸۰
شکل ۵-۲۰- حرارت در لایه درونی دیواره رگ..... ۸۲
شکل ۵-۲۱- حرارت در بافت مجاور رگ..... ۸۲

فصل ۱- مقدمه

اولین لیزر در سال ۱۹۶۰ با استفاده از کریستال یاقوت توسط دکتر میمن[1] ساخته شد. این لیزر قادر به تولید نور قرمز رنگ ۶۹۴ نانومتر بود. این اختراع با استقبال بی نظیر جامعه محققین روبرو شد و در سال ۱۹۶۱ محققین لابراتورهای تلفن بل با بکارگیری مخلوطی از گازهای هلیوم و نئون ، موفق به ساختن لیزر هلیوم-نئون با طول موج ۶۳۲/۸ نانومتر شدند[۱]. در سال ۱۹۶۵ با کشف لیزر دی اکسید کربن تحول چشمگیری در عرصه تولید لیزر ایجاد گردید و ساخت این لیزر یک ابداع بی‌نظیر بود. در ادامه این سیر، لیزرهای دیگری همچون لیزر گاز آرگون ، لیزر نئودیمیم در شیشه و لیزر نئودیمیم یاگ (ND:YAG) یکی پس از دیگری ساخته شدند. در سال ۱۹۸۰ با آمدن لیزرهای CO_2 توان متوسط و لیزرهای ND:YAG با قابلیت جفت شدگی به فیبر نوری منابع لیزری در سایر زمینه های پزشکی مانند جراحی عصبی مورد توجه قرار گرفتند و استفاده از فیبرهای نوری برای انتقال نور لیزر به داخل بافت به عنوان یک رهیافت زیست‌پذیر جهت گرم‌کردن و تخریب تومورهای عمقی مورد توجه قرار گرفت[۲-۳]. در دهه ۶۰ میلادی ، اولین لیزرهای نیمه هادی (دیودی) طراحی شدند ،با این وجود، مشکلات فنی فراوان و عدم رشد تکنولوژی برای ساخت چنین لیزرهایی سبب شد که سالها از این نوع لیزرها استفاده نگردد. در اواسط دهه ۸۰ ، با رشد فزاینده تکنولوژی مواد نیمه هادی ، این نوع لیزرها مجددا مورد توجه محققین قرار گرفتند[۴]. در سال ۱۹۹۰ لیزرهای دیودی توان بالا با محدوده توان ۵ تا ۸۰ وات ، با قابلیت جفت‌شدگی به فیبر نوری و تابش در منطقه مادون قرمز (۸۰۰ نانومتر تا ۹۸۰ نانومتر) بصورت تجاری عرضه گشتند که به علت سبکی وزن ، آسان بودن نصب و راه اندازی ، صامت بودن ، قابلیت اطمینان بالا و هزینه نصب و نگهداری کم مورد توجه قرار گرفتند . همچنین بدلیل عملکرد خوب و داشتن توان کافی برای عمده عمل‌های جراحی ، جایگزین مناسبی برای دیگر لیزرها بودند. قابلیت اتصال این لیزرها به فیبر نوری دامنه وسیعی از تابش های پیوسته و پالسی را فراهم کرده که همراه با کاهش قیمت ، جراحی لیزری را به سمت استفاده هر چه بیشتر از این لیزرها سوق داده است[۵]. لیزرهای دیودی در چشم پزشکی و جراحی عمومی آزمایش شده و مورد بهره برداری قرار گرفته اند. این لیزرها از دیدگاه اقتصادی و عملکردی قابل توجه می‌باشند و با داشتن توان کافی برای عمده عمل های جراحی ، جایگزین مناسبی برای دیگر لیزرهای جراحی از قبیل ارگون ، CO_2 و ND:YAG می باشند[۶-۷]. با پایدار شدن لیزرهای دیودی با طول موج های تازه ، لیزرهای کریستالی پمپ شونده با لیزرهای دیودی و امکان اتصال این لیزرها به فیبر نوری ، قابلیت وسیعی از تابش‌های پیوسته و پالسی برای لیزرهای دیودی درجراحی فراهم شده است که این امر با کاهش قیمت این لیزرها ، لیزرهای دیودی را به سمت ابزارهای استاندارد جهت اتاق های عمل سوق می دهد[۷-۸].

[1] Maiman

امروزه زمینه‌های کاری لیزر در پزشکی بسیار گسترده است اکثر این لیزرها جزو خانواده جراحی حداقل تهاجمی[1] هستند. جراحی حداقل تهاجمی به مفهوم جراحی بدون تماس با کمترین میزان خونریزی است. ویژگی فوق باعث شده است که جراحی لیزری به یک روش جراحی منحصر بفرد در درمان خیلی از بیماری‌ها تبدیل شود[۱]. لیزر درمانی درون وریدی یکی از روش‌های جراحی لیزری است که در آن اعمالگر لیزری درون رگ مورد نظر قرار می‌گیرد تا با تابش لیزر و جذب فوتون‌ها، دمای دیواره رگ به قدری افزایش یابد تا با ایجاد لختگی ، نهایتا سبب انسداد رگ شود. این روش، گرمادرمانی توسط لیزر، (EVLT) نامیده می‌شود[۹-۱۰]. به علت قابلیت انعطاف فیبرهای نوری و کوچک بودن آنها، این عمل با ایجاد سوراخ‌هایی کوچک در رگ و وارد کردن فیبر در درون رگ صورت می‌گرفت. از این رو EVLT یک روش حداقل تهاجمی است. روش‌های دیگری که امروزه برای درمان وریدهای واریسی استفاده می‌شود، جراحی و برش رگ است که با معایبی همراه است. از مشکلات جراحی و برش بافت می‌توان به خون‌ریزی، عفونت و حتی از کارافتادن رگ اشاره کرد. در EVLT بر خلاف جراحی، ورید واریسی از بدن جدا نمی‌شود. همچنین در جراحی، تمام بیماران واجد شرایط برای عمل نیستند. بیمار یا به علت کهولت سن و شدت بیماری و یا به علت قرارگیری رگ در نقطه‌ای حساس مانند نزدیکی به یک رگ بزرگ قادر به انجام عمل برش نیست. اما یکی از مشکلات عمل EVLT، پیش بینی دقیق میزان آسیب به رگ و بافت مجاور آن است تا از آسیب به بافت سالم مجاور رگ جلوگیری شود.

روش‌های گوناگونی برای نظارت بر افزایش دمای ایجاد شده در هنگام EVLT پیشنهاد شده است. از جمله این روش‌ها می‌توان به التراسوند اشاره کرد. به علت معایبی که این روش‌ها برای نظارت بر افزایش دما در بافت دارند، شبیه‌سازی‌های کامپیوتری می‌توانند روشی مناسب و به‌صرفه برای بهینه سازی شرایط درمانی و پیش‌بینی آسیب ایجاد شده باشند و به علاوه به فهم چگونگی انتشار نور و گرما در بافت کمک کنند. به کمک شبیه‌سازی‌های کامپیوتری می‌توان پارامترهای زیادی از جمله نوع لیزر، زمان تابش، توان لیزر و تغییرات خصوصیات نوری و گرمایی بافت و .. را تغییر داد و اثرات آنها را بررسی کرد. از این رو ، با ایجاد نرم‌افزارهای تجاری شبیه‌سازی اثر لیزر بر بافت، پزشک می‌تواند با انجام شبیه‌سازی‌های کامپیوتری و تغییر پارامترهای موثر برای ایجاد بیشترین صدمه به دیواره رگ و کمترین صدمه به بافت سالم اطراف ، بهترین انتخاب را داشته باشد. روش‌های گوناگونی برای محاسبه انتقال گرما در بافت بر اثر تابش لیزر استفاده می‌شود. روش‌های حل تحلیلی به علت پیچیدگی محدود به مدل‌های ساده هستند. از بین روش‌های حل عددی روش المان محدود از جدیدترین و دقیق‌ترین روش‌هایی است که امروزه از آن برای شبیه‌سازی انتقال گرما و ایجاد آسیب به بافت استفاده می‌شود. همچنین برخلاف روش‌هایی مانند تفاضل محدود و

[1] Minimally invasive surgery

حجم محدود، این روش قابلیت استفاده برای اشکال پیچیده را دارد. هدف از انجام این تحقیق بررسی و شبیه‌سازی بکارگیری لیزر دیودی در EVLT می‌باشد. در این تحقیق جهت بررسی انتشار نور در بافت از دو روش مونت‌کارلو و تقریب‌دیفیوژن استفاده شده است و به‌منظور بررسی انتقال حرارت ، از روش عددی المان‌محدود استفاده گردیده است. در میان لیزرهای مختلف موجود ، لیزر دیودی به‌علت قابلیت اتصال به فیبر نوری ، به‌صورت تابش پیوسته بکار گرفته شده است. همچنین جهت بررسی اثر طول‌موج بر نتایج درمان ، شبیه‌سازی در دو طول‌موج ۹۸۰ نانومتر و ۱۴۷۰ نانومتر انجام شده است.

مطالب این تحقیق در شش فصل تقسیم‌بندی شده‌اند. در فصل دوم ضمن مرور مختصر اصول فیزیکی لیزر و ویژگی های آن از جمله پارامترهای ذاتی و پارامترهای قابل کنترل ، به‌طورخاص به لیزر نیمه‌هادی(دیود) پرداخته و ویژگی‌ها و مشخصات ساختمانی این لیزر را شرح می‌دهیم. در ادامه با معرفی فیبر نوری و برخی ویژگی‌های آن ، کاربردهای کلینیکی لیزر دیود بیان می‌شود. همچنین در این قسمت لیزر درمانی درون وریدی که در این تحقیق شبیه سازی شده است بیان می‌گردد.

در فصل سوم ابتدا به برهم‌کنش‌های لیزر بر بافت بیولوژیکی پرداخته می‌شود و سپس چگونگی انتشار نور در بافت بیولوژیکی بیان می‌شود. در ادامه ، روش‌های شبیه سازی نور در بافت توضیح داده می‌شوند و در انتهای فصل نیز ، نحوه‌ی توزیع حرارت در بافت و روش‌های مدل‌کردن آن شرح داده می‌شود.

در فصل چهارم روش شبیه سازی مورد استفاده در این تحقیق بیان می‌شود.مدل‌ها،پارامترها، نحوه‌قرارگیری اعمالگر، برنامه‌های مورد استفاده و ... در این فصل توضیح داده می‌شوند. همچنین دلایل انتخاب روش مونت کارلو برای انتشار نور و روش المان محدود جهت انتقال حرارت در بافت بیان می‌گردد.

نتایج بدست آمده بر اساس شبیه‌سازی‌های انجام شده در فصل پنجم مطرح می‌شود . در این فصل ابتدا اعتبار مدلسازی انجام شده در این پژوهش ارزیابی می شود و سپس به تجزیه و تحلیل نتایج بدست آمده پرداخته می‌شود.

در فصل ششم پس از بیان نتیجه گیری‌های کلی و جمع بندی مطالب ، زمینه های آتی پژوهش‌های از این قبیل و پیشنهاداتی برای بهتر شدن کارهای تحلیلی بیان می‌شود تا مسیر آینده‌ی این تحقیق برای کسب نتایج بهتر ، واقعی تر و مفیدتر روشن گردد.

فصل۲- لیزرهای نیمه‌هادی و کاربرد آنها در EVLT