

به نام او

که هر چه دارم از او است



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده مکانیک

بررسی سوختگی پوست تحت اثر حرارت تشعشعی

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک تبدیل انرژی

مرجان زارع

استاد راهنما

دکتر ابراهیم شیرانی

زمستان ۱۳۹۰



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده مکانیک

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته تبدیل انرژی خانم مرجان زارع

تحت عنوان

بررسی سوختگی پوست تحت اثر حرارت تشعشعی

در تاریخ ۱۳۹۰/۱۲/۹ توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

- | | |
|-----------------------|-------------------------------|
| دکتر ابراهیم شیرانی | ۱- استاد راهنمای پایان نامه |
| دکتر محمدرضا سلیم پور | ۲- استاد مشاور پایان نامه |
| دکتر احمد صابونچی | ۳- استاد داور |
| دکتر محمود اشرفی زاده | ۴- استاد داور |
| دکتر محمدرضا سلیم پور | سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده |

باسپاس از پدر، مادر و خانواده‌ی عزیزم که الگوی امید، صبر و تلاشم بوده‌اند و با پشتیبانی، همیشگی‌اشان در تمامی دوران‌های زندگی‌ام امید موفقیت را در من

زنده نگاه داشتند.

باسپاس از دکتر ابراهیم شیرانی استاد برجسته، آزاداندیش و پرافتخار که تلاش‌های وافر علمی‌اشان، همواره محرک و مشوق نوآموزان و دانش‌پژوهان این

سرزمین خواهد بود.

سنگردی این استاد عزیز بزرگترین افتخار و ارزشمندترین تجربه‌ی دوران تحصیل اینجانب بوده است.

و با سپاس از دکتر محمد رضا سلیم‌پور که کمک‌های ارزنده و بی‌دریغ‌اشان، همواره راهگشا و پشتوانه‌ی بنده بوده است.

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات،
ابتکارات و نوآوریهای ناشی از تحقیق موضوع
این پایان نامه (رساله) متعلق به دانشگاه صنعتی
اصفهان است.

در نهایت احترام سم خود را از این تلاش کوچک تقدیم می‌کنم به

پدر و مادرم

اسوهی مهربانی و گذشت

صبر و امید

و

همه‌ی آنان که مرزبان انسانیت خویشند

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
هشت.....	فهرست مطالب.....
۱.....	چکیده.....
فصل اول: مقدمه	
۲.....	مقدمه.....
۳.....	۱-۱ آناتومی پوست.....
۴.....	۱-۱-۱ اپیدرم.....
۴.....	۲-۱-۱ درم.....
۴.....	۳-۱-۱ هیپودرم.....
۵.....	۴-۱-۱ سایر ویژگیها.....
۵.....	۲-۱ تعادل حرارتی در شرایط نرمال.....
۶.....	۳-۱ اثر اعمال حرارت روی بدن.....
۶.....	۱-۳-۱ سوختگی درجه اول.....
۷.....	۲-۳-۱ سوختگی درجه دوم.....
۸.....	۳-۳-۱ سوختگی درجه سوم.....
۹.....	۴-۳-۱ اثرات سیستمیک از یک آسیب حرارتی.....
۹.....	۴-۱ مروری بر کارهای گذشته.....
۱۳.....	۵-۱ مطالعات قبلی بر روی سوختگی پوست تحت تأثیر حرارت تشعشعی.....
۱۵.....	۶-۱ مروری کلی بر کار حاضر.....
فصل دوم: هندسه‌ی مدل	
۱۶.....	مقدمه.....
۱۸.....	۱-۲ هندسه‌ی بافت.....

- ۱۸-۱-۲ ضخامت بافت و لایه های آن.....
- ۱۹-۲ چیدمان رگها در بافت.....
- ۲۱-۳ زاویه‌ی انشعاب رگها.....
- ۲۵-۴ نسبت شعاع رگها در انشعابات.....
- ۲۶-۴-۲ مدل غیر نیوتنی جریان خون.....
- ۲۸-۴-۲ بسط قانون موری.....
- ۳۰-۴-۲ مفهوم نتایج.....
- ۳۰-۵ نسبت طول رگها در انشعابات.....

فصل سوم: معادله‌ی انتقال حرارت در بافت زنده

- ۳۱..... مقدمه.....
- ۳۲-۱-۳ کاهش مقیاس بوسیله‌ی تئوری اختلاط.....
- ۳۴-۱-۳ قانون فوریه.....
- ۳۶-۱-۱-۳ مدل پنس.....
- ۳۷-۲-۱-۳ مدل وولف.....
- ۳۸-۳-۱-۳ مدل کلینگر.....
- ۳۹-۴-۱-۳ مدل چن و هولمز.....
- ۴۰-۲-۱-۳ روابط ساختاری CV.....
- ۴۲-۳-۱-۳ معادله‌ی ساختاری با تأخیر در دو فاز.....
- ۴۴-۲-۳ افزایش مقیاس بوسیله‌ی تئوری محیط متخلخل.....
- ۴۵-۳-۳ انتخاب مدل پنس.....
- ۴۶-۴-۳ مدل ریاضی برای سوختگی پوست.....
- ۴۶-۱-۴-۳ مدل ریاضی ارائه شده برای سوختگی.....

فصل چهارم: معادلات حاکم و شرایط مرزی

- ۴۸..... مقدمه.....

۴۸	۱-۴ معادله‌ی حاکم
۴۹	۲-۴ جایگزینی معادل حرارتی مویرگها با یک منبع انرژی
۴۹	۳-۴ شرط مرزی روی سطح پوست
۵۰	۴-۴ شرایط مرزی روی سطوح جانبی بافت
۵۰	۵-۴ شرایط مرزی روی سطح پایینی بافت
۵۰	۶-۴ شرایط اولیه
۵۱	۷-۴ شرط مرزی روی دیواره‌ی رگهای سطح سوم
۵۱	۸-۴ شرط ورودی خون به سرخرگ
۵۱	۱-۸-۴ توسعه یافتگی هیدرودینامیکی
۵۵	۲-۸-۴ توسعه یافتگی حرارتی
۵۷	۱-۲-۸-۴ شرط مرزی لوله با دمای دیواره ثابت
۶۲	۲-۲-۸-۴ شرط مرزی شار حرارتی ثابت روی دیواره
۶۲	۹-۴ بدست آوردن درجه‌ی سوختگی
۶۳	۱۰-۴ شرح مسئله

فصل پنجم: نتایج

۶۶	مقدمه
۶۷	۱-۵ بررسی استقلال شبکه
۶۸	۲-۵ استقلال از زمان
۶۹	۲-۵ ارزیابی اعتبار حل
۷۱	۷-۵ مقایسه با کارهای قبلی
۷۸	۵-۵ نتایج حل هیدرودینامیکی
۸۴	۶-۵ نتایج حل حرارتی
۸۴	۱-۶-۵ پوست در معرض دمای 200°C
۱۰۶	۲-۶-۵ دمای 160°C و 100°C

فصل ششم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات

۱-۶ نتایج ۱۰۸

۲-۶ پیشنهادات ۱۱۰

مراجع ۱۱۲

فهرست شکل‌ها

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۳	شکل ۱-۱: شماتیک واقعی پوست.....
۷	شکل ۲-۱: تغییر ساختار پوست در اثر سوختگی درجه اول.....
۷	شکل ۳-۱: تغییر ساختار پوست در اثر سوختگی درجه دوم.....
۸	شکل ۴-۱: تغییر ساختار پوست در اثر سوختگی درجه سوم.....
۱۴	شکل ۵-۱: مدل سه بعدی از ساختار سه لایه‌ای پوست متشکل از عروق با جریان مخالف، بکار رفته توسط دای و همکارانش در سال ۲۰۰۸ [۲۶].....
۱۴	شکل ۶-۱: ساختار سه بعدی پوست متشکل از عروق با جریان مخالف بکار رفته توسط زنگ در سال ۲۰۱۱ [۲۸].....
۱۷	شکل ۱-۲: مدل هندسی با استفاده از هفت سطح انشعابی شبکه‌ی عروق شامل سرخرگ و سیاهرگ در یک حجم کنترل مکعبی استفاده شده توسط هوآنگ و همکارانش [۳۶].....
۲۲	شکل ۲-۲: دیاگرام انشعابات سرخرگی با بالاترین بازده برای انتقال جریان خون از نقطه‌ی S به دو نقطه‌ی A و B [۴۳].....
۲۳	شکل ۲-۲: منحنی I: ارتباط بین زاویه (x+y) و نسبت Γ_1/Γ_2 را برای شکل ۲-۲ a نشان می‌دهد. منحنی II: ارتباط بین زاویه x و نسبت Γ_1/Γ_0 را نشان می‌دهد. منحنی III: ارتباط بین زاویه x و نسبت Γ_1/Γ_0 را نشان می‌دهد. [۴۳].....
۲۶	شکل ۴-۲: مولفه‌های سرعت جریان توسعه یافته در یک استوانه.....
۵۱	شکل ۱-۴: عبور جریان از یک لوله‌ی افقی [۶۱].....
۵۲	شکل ۲-۴: نمایی از تنش برشی و توزیع سرعت در جریان آرام توسعه یافته در لوله [۶۱].....
۵۴	شکل ۳-۴: توزیع سرعت برای سیال پاورلا با جریان آرام در لوله‌ها [۶۱].....
۵۷	شکل ۴-۴: شماتیک تعادل حرارتی در لوله [۶۱].....
۵۹	شکل ۵-۴: توزیع دما برای سیال پاورلا درون لوله [۶۱].....
۶۴	شکل ۶-۴: ساختار هندسی سه بعدی پوست متشکل از سه لایه و رگهای چند سطحی با جریان مخالف جهت.....
۶۸	شکل ۱-۵: پروفیل دما در $t = 100\text{ s}$ (a) در امتداد خط $y = 0.5\text{ cm}$ بر روی سطح پوست (b) در امتداد خط $x = 0.5\text{ cm}$ بر روی سطح پوست (c) پروفیل دما در 100 s در امتداد عمق پوست (راستای z) و در مرکز سطح پوست.....
۶۹	شکل ۲-۵: پروفیل دما در طی زمان در نقطه‌ی $x = 0.5\text{ cm}$ ، $y = 0.5\text{ cm}$ و $z = 0.1\text{ cm}$ با گامهای زمانی 0.5 s ، 1 s ، 2 s ، و 5 s
۷۰	شکل ۳-۵: هندسه‌ی استفاده شده برای پوست در مرجع [۱۲].....
۷۰	شکل ۴-۵: خط چین نتایج حل تحلیلی بدست آمده در مرجع [۱۲]، و خط نتایج حل عددی شکل سمت راست: دمای گذار مربوط به نقطه‌ی $x = 0.208\text{ cm}$ در طی زمان، شکل سمت چپ: دمای گذار مربوط به نقطه‌ی $x = 0.008\text{ cm}$ در طی زمان،

- شکل ۵-۵: کانتورهای دما در سطح مقطع xz در $y=0/4$ cm، محلی که سرخرگ واقع شده است، در زمان 200 s شکل سمت راست: مرجع [۲۶] شکل سمت چپ: این پروژه ۷۳
- شکل ۶-۵: کانتورهای دما در سطح مقطع xz در $y=0/4$ cm، محلی که سرخرگ واقع شده است، شکل سمت راست: مرجع [۲۶]، در زمان 300 s شکل سمت چپ: این پروژه، در زمان 200 s ۷۵
- شکل ۷-۵: توزیع سوختگی در سطح مقطع xz در $y=0/4$ cm، محلی که سرخرگ واقع شده است، ۷۵
- شکل سمت راست: مرجع [۲۶] در زمان 300 s ۷۵
- شکل سمت چپ: این پروژه در زمان 200 s ۷۵
- شکل ۸-۵: کانتورهای دما در سطح مقطع xz در $y=0/56$ cm، محلی که سیاهرگ واقع شده است، در زمان 200 s شکل سمت راست: مرجع [۲۶] شکل سمت چپ: این پروژه ۷۶
- شکل ۹-۵: توزیع سوختگی در سطح مقطع xz در $y=0/56$ cm، محلی که سیاهرگ واقع شده است، شکل سمت راست: مرجع [۲۶] در زمان 400 s، شکل سمت چپ: این پروژه در زمان 300 s ۷۷
- شکل ۱۰-۵: پروفیل سرعت خون در کوچکترین رگهای سرخرگ ۷۹
- شکل ۱۱-۵: پروفیل سرعت خون در رگ اصلی سرخرگ ۷۹
- شکل ۱۲-۵: پروفیل سرعت خون در کوچکترین رگهای سیاهرگ ۸۰
- شکل ۱۳-۵: پروفیل سرعت خون در رگ اصلی سیاهرگ ۸۰
- شکل ۱۴-۵: خطوط جریان خون در سرخرگ و انشعابات آن ۸۱
- شکل ۱۵-۵: خطوط جریان خون در سیاهرگ و انشعابات آن ۸۱
- شکل ۱۶-۵: بردارهای سرعت خون در سرخرگ و انشعابات آن ۸۲
- شکل ۱۷-۵: بردارهای سرعت خون در سیاهرگ و انشعابات آن ۸۲
- شکل ۱۸-۵: کانتور سرعت در سطح مقطع xz در سرخرگ و انشعابات آن ۸۳
- شکل ۱۹-۵: کانتور سرعت در در سیاهرگ و انشعابات آن ۸۳
- شکل ۲۰-۵: کانتورهای توزیع دما در سطح مقطع xz در $y=0/3$ cm در زمانهای 100 s (a)، 200 s (b)، 300 s (c) و 400 s (d) ۸۵
- شکل ۲۱-۵: کانتورهای توزیع دما در سطح مقطع xz در $y=0/4$ cm جایی که سرخرگ واقع شده است در زمانهای 100 s (a)، 200 s (b)، 300 s (c) و 400 s (d) ۸۷
- شکل ۲۲-۵: کانتورهای توزیع دما در سطح مقطع xz در $y=0/5$ cm در زمانهای 100 s (a)، 200 s (b)، 300 s (c) و 400 s (d) ۸۸
- شکل ۲۳-۵: کانتورهای توزیع دما در سطح مقطع xz در $y=0/56$ cm جایی که سیاهرگ واقع شده است در زمانهای 100 s (a)، 200 s (b)، 300 s (c) و 400 s (d) ۸۹

- شکل ۵-۲۴: کانتورهای توزیع دما در سطح مقطع xz در $y = 0.7 \text{ cm}$ در زمانهای ۱۰۰ s (a)، ۲۰۰ s (b)، ۳۰۰ s (c) و ۴۰۰ s (d) ۹۰
- شکل ۵-۲۵: کانتورهای توزیع دما در سطح مقطع yz در $x = 0.5 \text{ cm}$ در زمانهای ۱۰۰ s (a)، ۲۰۰ s (b)، ۳۰۰ s (c) و ۴۰۰ s (d) ۹۲
- شکل ۵-۲۶: کانتورهای توزیع دما در سطح مقطع xy در $z = 0.35 \text{ cm}$ در زمانهای ۱۰۰ s (a)، ۲۰۰ s (b)، ۳۰۰ s (c) و ۴۰۰ s (d) ۹۳
- شکل ۵-۲۷: کانتورهای توزیع دما در سطح مقطع xy در $z = 0.45 \text{ cm}$ در زمانهای ۱۰۰ s (a)، ۲۰۰ s (b)، ۳۰۰ s (c) و ۴۰۰ s (d) ۹۴
- شکل ۵-۲۸: کانتورهای توزیع دما در سطح مقطع xy در $z = 0.65 \text{ cm}$ در زمانهای ۱۰۰ s (a)، ۲۰۰ s (b)، ۳۰۰ s (c) و ۴۰۰ s (d) ۹۶
- شکل ۵-۲۹: کانتورهای توزیع دما در سطح مقطع xy در $z = 1 \text{ cm}$ در زمانهای ۱۰۰ s (a)، ۲۰۰ s (b)، ۳۰۰ s (c) و ۴۰۰ s (d) ۹۷
- شکل ۵-۳۰: توزیع سوختگی پوست در سطح مقطع xz در $y = 0.3 \text{ cm}$ در زمانهای ۱۰۰ s (a)، ۲۰۰ s (b)، ۳۰۰ s (c) و ۴۰۰ s (d) ۹۹
- شکل ۵-۳۱: کانتورهای توزیع سوختگی پوست در سطح مقطع xz در $y = 0.4 \text{ cm}$ ، محلی که سرخرگ واقع شده است، در زمانهای ۱۰۰ s (a)، ۲۰۰ s (b)، ۳۰۰ s (c) و ۴۰۰ s (d) ۱۰۰
- شکل ۵-۳۲: کانتورهای توزیع سوختگی پوست در سطح مقطع xz در $y = 0.5 \text{ cm}$ در زمانهای ۱۰۰ s (a)، ۲۰۰ s (b)، ۳۰۰ s (c) و ۴۰۰ s (d) ۱۰۱
- شکل ۵-۳۳: توزیع سوختگی پوست در سطح مقطع xz در $y = 0.56 \text{ cm}$ ، محلی که سیاهرگ قرار دارد، در زمانهای ۱۰۰ s (a)، ۲۰۰ s (b)، ۳۰۰ s (c) و ۴۰۰ s (d) ۱۰۲
- شکل ۵-۳۴: کانتورهای توزیع سوختگی پوست در سطح مقطع xz در $y = 0.7 \text{ cm}$ در زمانهای ۱۰۰ s (a)، ۲۰۰ s (b)، ۳۰۰ s (c) و ۴۰۰ s (d) ۱۰۴
- شکل ۵-۳۵: توزیع سوختگی پوست در سطح مقطع yz در $x = 0.5 \text{ cm}$ در زمانهای ۱۰۰ s (a)، ۲۰۰ s (b)، ۳۰۰ s (c) و ۴۰۰ s (d) ۱۰۵

فهرست جدولها

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱۳	جدول ۱-۱: تقسیم بندی موقعیتهای ممکن در آتش سوزی
۲۰	جدول ۱-۲: مشخصات رگهای خونی یک سگ ۱۳ kg و پارامترهای بی بعد منطبق
۲۳	جدول ۲-۲: مقادیر منحنی I [۴۴]
۲۳	جدول ۳-۲: مقادیر منحنی II [۴۴]
۲۳	جدول ۴-۲: مقادیر منحنی III [۴۴]
۳۵	جدول ۱-۳: مدل‌های پنس، ولف، کلینگر و چن و هولمز [۴۷]
۶۴	جدول ۱-۴: ابعاد و اندازه‌های مربوط به هندسه‌ی مسئله
۶۵	جدول ۲-۴: پارامترهای بیولوژیکی استفاده شده در مسئله
۶۵	جدول ۳-۴: پارامترهای مورد استفاده در معادله‌ی (۳-۳۰) برای محاسبه‌ی درجه‌ی سوختگی بر اساس مدل تاکاتا [۶۹]
۶۷	جدول ۱-۵: جزئیات شبکه‌های مورد بررسی در استقلال شبکه
۷۰	جدول ۲-۵: پارامترهای بیولوژیکی استفاده شده در مسئله‌ی نمونه

فهرست نمادها

نمادهای یونانی:		حرارت مخصوص بافت و خون در لایه‌ی 1 ام	C^1, C_b^1
ضریب صدور	ε	قطر رگ در سطح i ام	D_b^i
چگالی لایه‌ی 1 ام از پوست	ρ_l	ظرفیت حرارتی خون	C_B
چگالی خون	ρ_b	ضریب جابجایی حرارتی	h
ضریب استفان-بولتزمن	σ	ضریب هدایتی لایه‌ی 1 ام	k_l
زیرنویس‌ها:		ضخامت لایه‌ی 1 ام از پوست	L_l
مشخصه‌ی لایه‌ی بافت	l	طول رگ سطح i ام	L_b^i
مشخصه‌ی سطح رگ	i	ضریب سازگاری ویسکوزیته	m
خون	b	اندیس توانی مدل پاورلا	n
محیط بیرون	a	نرخ دبی خون پرفیوز شده از دیواره	\dot{p}
		دمای خون و بافت، به ترتیب	T_b^i, T_l
		دمای محیط اطراف	T_a
		زمان	t
		سرعت جریان خون در رگ سطح i ام	v_i
		پرفیوزن خون در لایه‌ی 1 ام بافت	W_b^l
		مختصات کارتیزین	x, y, z

چکیده

درک پدیده‌ی انتقال گرما در بافت های نرم از اهمیت زیادی برخوردار است. این توانایی به توصیف اثر اعمال گرمای تشعشعی بالا بر روی بافت زنده، به طور خاص، آسیب های گرمایی ایجاد شده در بافت و انواع کاربردهای پزشکی کمک شایانی می کند. وجود خون و نقش حرارتی آن در بافت های زنده از جمله پرفیوژن خون، جابجایی، تزریق خون شریانی و وریدی از طریق مویرگ ها و فرآیندهای فیزیولوژیکی، از جمله تولید گرما ناشی از سوخت و ساز و همچنین هدایت گرمایی داخل بافت و تعامل با محیط زیست، این فرآیند را پیچیده می سازد. یکی از سخت ترین مشکلات در برآورد انتقال حرارت در سیستم زنده ارزیابی اثر گردش خون است. هندسه عروق و شرح انتقال گرمای همرفتی در بافت پیچیده ترین مسائل به شمار می روند. این مطالعه یک روش جدید برای ارزیابی انتقال گرمای همرفتی و اثر آن در بافت زنده که سطح آن در معرض تابش قرار دارد ارائه می دهد. در این مقاله، پوست را به عنوان یک ساختار سه بعدی و سه لایه ای که رگ های خونی یعنی شریان و ورید در آن در چند سطح تعبیه شده اند، در نظر گرفتیم. رگ های خونی با جهت جریان مخالف، با سطح مقطع دایره ای، که با زاویه ی بهینه منشعب شده اند مدل سازی شدند. نسبت قطر شاخه ها بر اساس بسط قانون موری (قانون مکعب) تعیین شدند و همچنین از قانون دو برابر شدن طول بعد از دو انشعاب متوالی برای تعیین طول رگ های خونی در سطوح مختلف استفاده شد. علاوه بر این، زاویه ی بهینه ی انشعاب رگ برابر با مقدار بدست آمده بر اساس اصل فیزیولوژیکی حداقل کار، در نظر گرفته شد. از معادله ی انتقال گرمای زیستی پنس بعنوان معادله ی حاکم استفاده شد. با استفاده از این معادله تأثیر حرارتی مویرگ های خونی در بافت با یک منبع انرژی معادلسازی شد. همچنین، تأثیر تبادل حرارتی بین عروق و بافت قبل از مویرگ های سرخرگ و پس از مویرگ های سیاهرگ، و پرفیوژن خون از سرخرگ به بافت و از بافت به سیاهرگ مورد بررسی قرار گرفت. علاوه بر این، ویژگی های خون به عنوان یک سیال غیر نیوتنی، بر اساس مدل توانی برآورد شد. به منظور بررسی انتقال گرمای جابجایی بین بافت و عروق در حالت گذرا، توزیع دما در فضای سه بعدی مدل با حل عددی معادلات پیوستگی، تکانه و انرژی برای خون و انرژی برای بافت به دست آمد. لازم بذکر است که مطالعات قبلی با استفاده از یک عدد نوسلت ثابت که بر اساس حالت دائم و برای یک هندسه ی خاص بدست آمده بود، انتقال گرمای بین عروق و بافت را ارزیابی کردند. با استفاده از میدان دما در زمان های مختلف، آسیب وارد شده به پوست به عنوان تابعی از دما و زمان بر اساس معادله ی آرنیوس بدست آمد. روش حل بکار برده شده در کار حاضر به همراه مدل استفاده شده برای شبکه ی عروق، شکل های گوناگون تأثیر عروق بعنوان مهمترین قسمت بافت در فرآیند انتقال حرارت را پوشش می دهد و قابلیت استفاده در کاربردهای عملی را دارا می باشد.

کلمات کلیدی: ساختار سه بعدی پوست، شبکه ی عروق، انتقال حرارت جابجایی، مدل توانی، سوختگی پوست

فصل اول

مقدمه

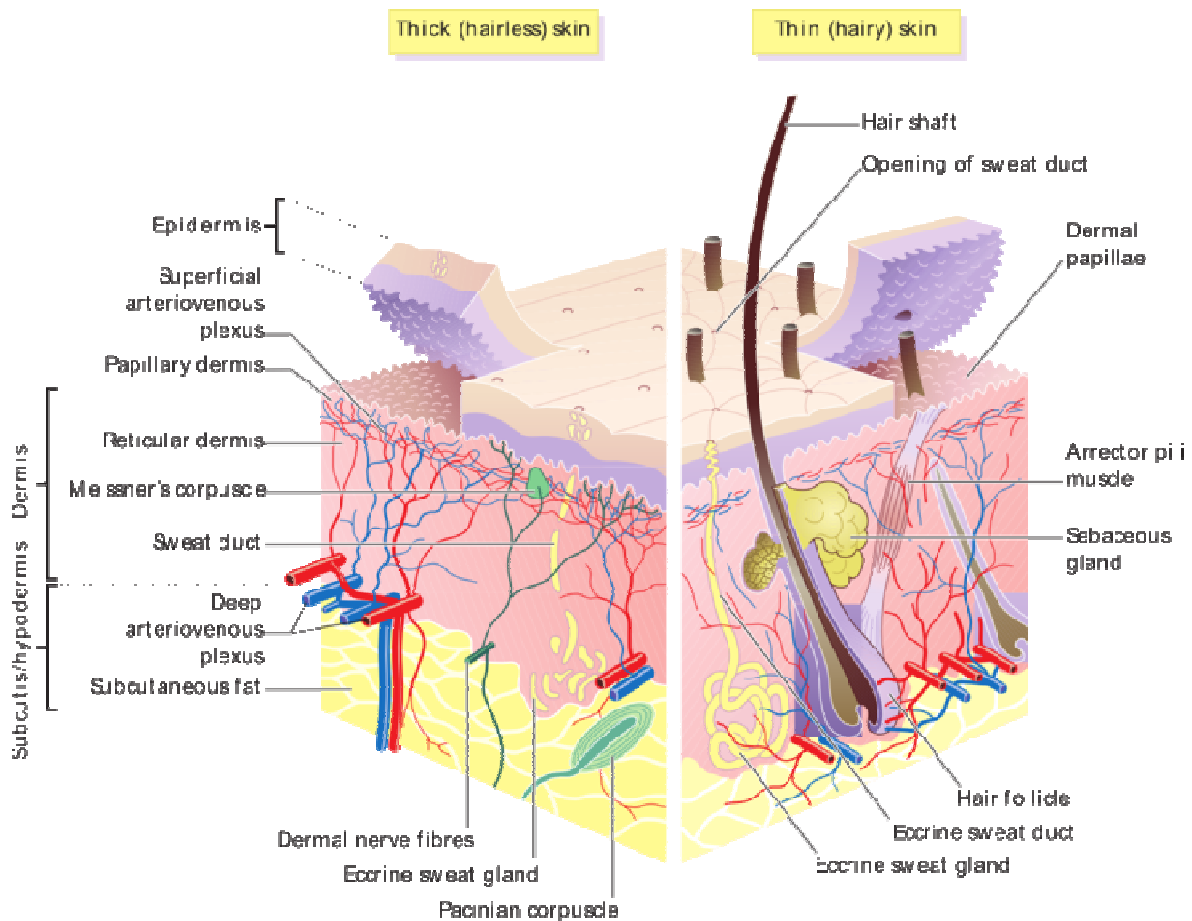
مقدمه

امروزه انتقال گرما در بافت زنده بیشتر و بیشتر مورد توجه محققان قرار گرفته است، زیرا گرمای تشعشعی زیاد ایجاد شده بوسیله آتشیهای شدید، مانند آتش سوزی جنگلها، آتش سوزی مواد شیمیایی، تصادفات و غیره، اغلب در زندگی روزانه‌ی انسان مشاهده می‌شود. بافت زنده یک بافت ناهمگن و متشکل از بافتهای سلولی و رگهای خونی است. انتقال حرارت در بافتهای سلولی و رگ خونی نسبتاً متفاوت است، زیرا رگهای خونی کانالهایی را برای انتقال سریع حرارت ایجاد می‌کنند. تولید حرارت ناشی از متابولیسم، انتقال حرارت هدایتی و پخش خون در بافت نرم، جابجایی و دیفیوژن خون سرخرگ-سیاهرگ از طریق مویرگ، و تماس با محیط باید در انتقال حرارت بافت زنده در نظر گرفته شود. با توجه به زمان و شدت حرارت وارد شده، پوست بدن دچار سوختگی، می‌شود. ارزیابی درست شدت سوختگی، حفاظت در برابر سوختگی و درمان سوختگی نیازمند داشتن مدل دقیقی از انتقال گرما در بافتهای بدن و به ویژه سطح پوست است. به دست آوردن مدل دقیق انتقال حرارت در بدن و شبیه سازی انتقال حرارت در بافتهای بدن انسان می‌تواند کمک شایانی به کادر درمانی و صنایع گوناگون داشته باشد. در این پروژه تلاش می‌شود تا با رویکرد واقعی مطابق با بیولوژی بدن توزیع دما در پوست را تحت شرایط آسیب‌زای حرارتی بدست آورده و درجه‌ی سوختگی پدید آمده را محاسبه کنیم. در این فصل اطلاعات پیش‌زمینه‌ی لازم در ارتباط با این پروژه ارائه

می‌شود. این اطلاعات شامل آناتومی و فیزیولوژی پوست و سوختگی پوست و مرور تحقیقات انجام شده در این زمینه و اختصاصاً مسأله بررسی سوختگی پوست است.

۱-۱ آناتومی پوست

پوست یکی از بزرگترین ارگان‌های بدن می‌باشد که ۱۶٪ وزن آن را تشکیل می‌دهد. پوست در حقیقت یکی از پیچیده‌ترین، جالبترین و پرکارترین اعضا با داشتن وظیفه‌ی حفظ بدن در برابر آسیب‌های مکانیکی و حرارتی، جلوگیری از نفوذ مواد شیمیایی، تنظیم دمای بدن، دفع مواد مضر و غیره به شمار می‌رود. پیش از بررسی سوختگی پوست باید از ساختمان و عملکرد پوست آگاه شویم. شکل ۱-۱ یک شماتیک واقعی از ساختار پوست را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۱: شماتیک واقعی پوست [۱]

همانطور که در شکل ۱-۱ مشخص است، پوست از سه لایه‌ی مجزا تشکیل شده‌است:

- اپیدرم^۱
- درم^۲
- هیپودرم یا سابکاتنوس^۳

۱-۱-۱ اپیدرم

اپیدرم خارجی ترین قسمت بافت پوست را تشکیل می‌دهد و ضخامت آن بین ۰/۰۴ mm تا ۱/۶ mm متغیر می‌باشد. سلولهای لانگرهاس که ایمنی پوست را بر عهده دارد، ملانوسیتها و آنزیم تیروزیناز که عهده دار تولید رنگدانه‌های ملانین و تنظیم رنگ پوست است در این لایه قرار دارند. در اپیدرم هیچ عروق خونی وجود ندارد و بوسیله‌ی عروق خونی درم تغذیه می‌شود.

اپیدرم مسئول زیبایی و شادابی ظاهری پوست است و یک لایه‌ی فعال متابولیکی است و همچنین در نقش سد دفاعی بدن به شمار می‌رود.

۱-۱-۲ درم

درم متشکل از بافت همبندی است که بوسیله‌ی یک غشای پیوندی پایه به اپیدرم متصل شده‌است. درم از یک غشای ضخیم ارتباطی تشکیل شده‌است که در حقیقت شبکه بهم بافته‌ای از مویرگهای خونی و لنفی، رشته‌ها و پایانه‌های عصبی و حسی، کلاژن و فیبرهای پروتئینی است که وظیفه‌ی آنها نگهداری و حفظ رشته‌های عصبی می‌باشد. فولیکول‌های مو، مویرگ‌های خونی، غده‌های چربی و عرق نیز در این لایه قرار دارند. ضخامت درم بین ۴ mm- ۰/۴ می‌باشد. وظیفه‌ی اصلی درم حفظ استحکام و ارتجاع پوست می‌باشد.

۱-۱-۳ هیپودرم

همانطور که در شکل ۱-۱ می‌بینیم، هیپودرم سومین و آخرین لایه‌ی پوست با ضخامت متغیر است که پوست را به بافتهای ماهیچه‌ای متصل می‌نماید. این لایه ترکیبی از بافت همبند و بافت چربی است و مهمترین عمل آن نگهداری گرمای بدن است. همچنین این لایه به دلیل فراوانی سلول‌های چربی خاصیت ارتجاعی بسیاری داشته و بعنوان ضربه‌گیر عمل میکند، ضربه‌گیری این لایه نقش بسیار مهمی در حفظ و نگهداری مویرگهای خونی و پایانه‌های عصبی دارد.

^۱ Epidermis

^۲ Dermis

^۳ Hypoderm or Subcutaneous