بسم الله الرحمن الرحیم

دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

دانشکده مهندسی نساجی

پایان نامه کارشناسی ارشد
گروه تکنولوژی نساجی

عنوان:

بررسی تأثیرساختمان بافت و نوع نخ پود بر خاصیت انتقال حرارت پارچه های فاستونی

نگارش :
سید ابوالفضل میردهقان

اساتید راهنما:
دکتر هوشنگ نصرتی
دکتر سیامک سحرخیز

پاییز ۱۳۸۶

بسمه تعالی

شماره:

تاریخ:

دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

فرم اطلاعات پایان نامه
کارشناسی ارشد و دکترا

معاونت پژوهشی
فرم پروژه تحصیلات تکمیلی

مشخصات دانشجو

نام و نام خانوادگی : سید ابوالفضل میردهقان دانشجوی آزاد ☒ بورسیه ☐ معادل ☐

شماره دانشجوئی : ۸۴۱۲۸۰۱۶ دانشکده : مهندسی نساجی رشته تحصیلی: تکنولوژی نساجی

نام و نام خانوادگی استاد راهنما : دکتر هوشنگ نصرتی ـ دکتر سیامک سحرخیز

عنوان به فارسی : بررسی تأثیر ساختمان بافت و نوع نخ پود بر خاصیت انتقال حرارت پارچه های فاستونی

عنوان به انگلیسی:

The study of fabric structure and weft yarn type on the thermal insulation of worsted fabric

نوع پروژه: کاربردی ☒ بنیادی توسعه‌ای نظری ☒

تاریخ شروع : ۸۵/۵/۱ تاریخ خاتمه : ۸۶/۷/۱۷ تعداد واحد : ۶ واحد

سازمان تامین کننده اعتبار :

واژگان کلیدی به فارسی : پارچه های فاستونی، نخ پود، ساختمان بافت، عاایق حرارتی.

واژگان کلیدی به انگلیسی:thermal insulation, weft yarn, worsted fabric, fabric structure.

نظرها و پیشنهادها به منظور بهبود فعالیت پژوهشی دانشگاه :

استاد راهنما:

دانشجو:

امضاء استاد راهنما : تاریخ :

نسخه ۱ : معاونت پژوهشی

نسخه ۲: کتابخانه و به انضمام دو جلد پایان نامه به منظور تسویه حساب با کتابخانه و مرکز اسناد و مدارک علمی

تقدیر وتشکر

اینجانب برخود لازم می داند از اساتید محترم، جناب آقای دکتر نصرتی و جناب آقای دکتر سحرخیز، که اینجانب را در تمامی مراحل انجام این تحقیق یاری رساندند تشکر و قدردانی به عمل آورد. و نیز از مدیریت محترم کارخانجات ریسندگی و بافندگی مطهری به دلیل همکاری در انجام این پروژه تشکر می نماید.

تقدیم به پدر ومادرم؛

واژه های زیبای زندگی

چکیده

انتقال حرارت از پارچه یکی از فاکتورهای مهم در ارتباط با راحتی آن می باشد. در این پروژه ما به بررسی تأثیر ساختمان بافت و نوع نخ پود بر میزان عایق حرارتی پارچه های فاستونی پرداخته ایم. چهار نوع بافت (تافته، پاناما، سرژه ۲/۲ و سرژه۲/۱)، چهار نوع نخ پود (سولو، سایرو، رینگ تک لا و رینگ دولا) به دو صورت تکمیل شده وتکمیل نشده مورد آزمایش قرار گرفتند. روشهای مختلفی برای اندازه گیری خصوصیات عایق حرارتی پارچه ها وجود دارد. در این پروژه از دستگاهی که بر اساس استاندارد **ISO** ۵۰۸۵ می باشد استفاده شده است. نتایج تحلیل های آماری نشان می دهد که پارچه های تکمیل نشده از میزان عایق حرارتی بالاتری نسبت به نمونه های مشابه تکمیل شده برخوردار می باشند. ساختمان بافت و نوع نخ پود بر روی خصوصیات عایق حرارتی تأثیر گذار است. در هر دو نمونه پارچه های تکمیل شده و تکمیل نشده بافت تافته از میزان عایق حرارتی و نسبت گرمی به وزن پایین تری نسبت به سایر بافت ها برخوردار میباشد. پارچه های تولید شده از نخ پود سایرو بیشترین میزان نفوذپذیری هوا را نسبت به سایر نمونه ها داشته اند. نتایج نشان می دهد پارچه های تکمیل نشده از میزان نفوذپذیری هوای زیادتری نسبت به پارچه های تکمیل شده برخوردار بوده اند. نمی توان گفت نفوذ پذیری با میزان عایق حرارتی به طور مشخص در ارتباط است.

فهرست عناوین

عنوان صفحه

فصل اول: مروری بر تحقیقات انجام شده ۱
۱-۱- خصوصیات حرارتی پارچه ها و راحتی پوشاک ۲
۱-۱-۱- مقدمه ۲
۱-۱-۲- راحتی حرارتی ۳
۱-۱-۳- احساس های مربوط به راحتی حرارتی ۳
۱-۱-۴- اهمیت راحتی حرارتی ۳
۱-۲- انرژی حرارتی ۳
۱-۲-۱- هدایت ۵
۱-۱-۲-۱ ضریب هدایت حرارتی ۵
۱-۲-۱-۲- رسانش یک بعدی در حالت پایا ۵
۱-۲-۱-۳- هدایت در دیواره ها ۶
۱-۲-۲- جابجایی ۶
۱-۲-۲-۱- جابجایی اجباری ۷
۱-۲-۲-۲- جابجایی طبیعی یا آزاد ۷
۱-۲-۳- تابش ۷
۱-۲-۴- تبخیر ۸
۱-۳- پارچه و فیزیولوژی حرارتی بدن و لباس ۹
۱-۳-۱- عوامل مؤثر بر خصوصیات حرارتی پارچه ها ۹
۱-۳-۲- انتقال حرارت از بدن بدون لباس ۱۰
۱-۳-۳- انتقال حرارت از بدن پوشیده با لباس ۱۱
۱-۳-۴- انتقال حرارت و رطوبت ۱۲
۱-۳-۵- ویژگی عایق حرارتی پارچه ها ۱۲
۱-۴- روش های اندازه گیری خصوصیات حرارتی پارچه ها ۱۳
۱-۵- تعاریف و کمیت ها ۱۴
۱-۵-۱- انتقال حرارت (Thermal Transmittance) ۱۴
۱-۵-۲- هدایت حرارتی (Thermal Conductivity) ۱۴
۱-۵-۳- مقاومت حرارتی (Thermal Resistance) ۱۵
۱-۵-۴- عایق حرارتی (Thermal Insulation) ۱۵
۱-۵-۵- قابلیت مقاومت حرارتی (Thermal Resistivity) ۱۵
۱-۵-۶- مقدار عایق حرارتی T.I.V (Thermal Insulating Value) ۱۵
۱-۵-۷- واحد های گرمایی اندازه گیری انرژی حرارتی ۱۶
۱-۵-۷-۱- درجه کلوین در متر مربع بر وات ۱۶
۱-۵-۷-۲- واحد Clo ۱۶
۱-۵-۷-۳- واحد Tog ۱۶

عنوان | صفحه

۱-۵-۷-۴- واحد Met ۱۷
۱-۶- تئوری انتقال حرارت در پارچه ها ۱۷
۱-۷- عوامل موثر بر خصوصیات عایق حرارتی و انتقال حرارت در منسوجات ۱۸
۱-۷-۱- اثر جنس لیف ۱۹
۱-۷-۲- اثر خواص سطحی پارچه ۲۱
۱-۷-۳- اثر ساختار پارچه ۲۱
۱-۷-۴- اثر ضخامت ۲۲
۱-۷-۵- اثر ظرافت لیف ۲۳
۱-۷-۶- اثر رطوبت و انتقال حرارت ۲۳
۱-۷-۷- وزن پارچه ۲۴
۱-۷-۸- هوای بین الیاف ۲۴
۱-۷-۹- مناسب بودن پارچه ۲۵
۱-۷-۹-۱- عرق کردن ۲۶
۱-۷-۱۰- قابلیت نفوذهوا و ضریب پوشانندگی پارچه ۲۶
۱-۷-۱۱- پارامترهای محیطی ۲۸
۱-۷-۱۱-۱- باد و حرکت هوا ۲۸
۱-۷-۱۱-۲- تأثیر فشار جو ۲۸
۱-۷-۱۱-۳- تأثیر تابش گرما ۲۹
فصل دوم: تجربیات ۳۰
۲-۱- مواد اولیه مورد استفاده ۳۱
۲-۲- مراحل انجام عملیات و دستگاههای مورد استفاده در کارخانه ۳۱
۲-۲-۱- ماشین رینگ ۳۲
۲-۲-۲- ماشین بافندگی ۳۳
۲-۲-۳- ماشین های مورد استفاده در خط تکمیل ۳۳
۲-۲-۳-۱- شستشو ۳۳
۲-۲-۳-۲- والک ۳۴
۲-۲-۳-۳- پخت ۳۴
۲-۲-۳-۴- استنتر ۳۵
۲-۲-۳-۵- بخار ۳۵
۲-۲-۳-۶- تراش ۳۶
۲-۲-۳-۷- روتاری ۳۶
۲-۲-۳-۸-K.D ۳۶
۲-۲-۴- غلتک سولو ۳۷
۲-۲-۵- دستگاه اندازه گیری وزن پارچه ۳۷
۲-۲-۶- دستگاه اندازه گیری ضخامت ۳۷
۲-۲-۷- دستگاه اندازه گیری نفوذپذیری هوا ۳۷
۲-۲-۸- توگومتر،دستگاه اندازه گیری مقاومت حرارتی با استفاده از روش ISO۵۰۸۵، BS ۴۷۴۵ ..... ۳۸
۲-۲-۸-۱- روش دو صفحه‌ای ۴۰

عنوان | صفحه

۲-۲-۸-۲- روش یک صفحه‌ای ۴۱
۲-۲-۸-۳- محاسبات و بیان نتایج ۴۱
۲-۲-۸-۳-۱- مقاومت تماسی ۴۱
۲-۲-۸-۳-۲- مقاومت حرارتی نمونه توسط روش دو صفحه‌ای ۴۲
۲-۲-۸-۳-۳- مقاومت حرارتی نمونه توسط روش یک صفحه‌ای ۴۲
۲-۳- مشخصات نمونه های مورد استفاده ۴۳
۲-۴- نتایج آزمایشات ۴۵
۲-۴-۱-۱- میزان عایق حرارتی پارچه ها به روش دو صفحه ۴۶
۲-۴-۱-۲- میزان عایق حرارتی پارچه ها به روش یک صفحه ۴۷
۲-۴-۱-۳- میانگین ضخامت نمونه ها ۴۸
۲-۴-۱-۴- وزن واحد سطح نمونه ها ۴۹
۲-۴-۱-۵- میزان نفوذ پذیری هوا ۵۰
فصل سوم: تجزیه وتحلیل نتایج ۵۱
۳-۱- مقدمه ۵۲
۳-۲- بررسی اثر تکمیل بر روی خصوصیات حرارتی پارچه ها ۵۵
۳-۳- بررسی خصوصیات حرارتی نمونه های تکمیل نشده ۵۸
۳-۳-۱- بررسی اثر نوع بافت پارچه ۵۸
۳-۳-۲- بررسی اثر نوع نخ پود ۶۱
۳-۳-۳- بررسی اثر متقابل تأثیر نوع نخ پود و بافت پارچه های تکمیل نشده بر روی خصوصیات آن ۶۵
۳-۴- بررسی خصوصیات حرارتی نمونه های تکمیل شده ۶۵
۳-۴-۱- بررسی اثر نوع بافت پارچه ۶۵
۳-۴-۲- بررسی اثر نوع نخ پود ۶۸
۳-۴-۳- بررسی اثر متقابل تأثیر نوع نخ پود و بافت پارچه های تکمیل شده بر روی خصوصیات آن ۷۲
۳-۵- بررسی ارتباط میزان نفوذ پذیری هوا در پارچه و عایق حرارتی آن ۷۲
۳-۵-۱- بررسی اثر تکمیل ۷۲
۳-۵-۲- بررسی اثر نوع بافت ۷۴
۳-۵-۳- بررسی اثرنوع نخ پود ۷۴
فصل چهارم: نتیجه گیری ۷۶
۴-۱- جمع بندی نتایج ۷۷
۴-۲- پیشنهادات ۸۰
ضمائم ۸۴

فهرست شکلها

شکل ۱-۱: شیوه های انتقال گرما (رسانش ، جابجایی، تشعشع) ۴
شکل ۱-۲: نمایش هدایت حرارتی در دیواره ها ۵
شکل ۱-۳ : دیواره های مرکب، حالت سری ۶
شکل ۱-۴ : دیواره های یک لایه ۶
شکل ۱-۵: نمایش انتقال حرارت جابجایی از یک سطح گرم به سیال سرد ۷
شکل ۱-۶: تبادل تشعشع الف) در سطح، (ب) بین سطح و اطراف بزرگ ۷
شکل ۱-۷: انتشار حرارت از بدن بی‌پوشش در محیط $77^{\circ}F$ ۱۰
شکل ۱-۸: جریان حرارت از پارچه وقتی دمای پوست بالاتر از دمای محیط است. ۱۱
شکل ۱-۹: مقدار انتقال حرارت نسبت به زمان در سه نمونه پارچه حلقوی ۲۰
شکل ۱-۱۰: تغیرات حرارتی در سطح پارچه در حین انتقال رطوبت ۲۱
شکل ۱-۱۱: ارتباط بین عایق حرارتی و رطوبت موجود در پوشاک ۲۶
شکل ۱-۱۲: نحوه انجام آزمایش تابش گرما ۲۹
شکل ۳-۱: بررسی اثر تکمیل بر میزان عایق حرارتی نمونه ها ۵۶
شکل ۳-۲: بررسی اثر تکمیل بر میزان عایق حرارتی نمونه ها ۵۶
شکل ۳-۳: بررسی اثر تکمیل بر میزان عایق حرارتی نمونه ها ۵۷
شکل ۳-۴: بررسی اثر تکمیل بر میزان عایق حرارتی نمونه ها ۵۷
شکل ۳-۵: تأثیر بافت پارچه بر روی میزان عایق حرارتی پارچه ها ۵۸
شکل ۳-۶ : تأثیر نوع بافت بر روی وزن واحد سطح ۵۹
شکل ۳-۷ : تأثیر بافت پارچه بر روی فاکتور ″ نسبت گرمی به وزن ″ آن ۶۰
شکل ۳-۸: تأثیر نوع بافت بر روی ضخامت پارچه ها ۶۰
شکل :۳-۹ تأثیر بافت پارچه بر میزان هدایت حرارتی نمونه ها ۶۱
شکل ۳-۱۰: تأثیر نوع نخ پود بر روی میزان عایق حرارتی پارچه ها ۶۲
شکل ۳-۱۱: تأثیر نوع نخ پود برفاکتور ″ نسبت گرمی به وزن ″ نمونه ها ۶۳
شکل ۳-۱۲: تأثیر نوع نخ پود بر روی ضخامت پارچه ها ۶۴
شکل ۳-۱۳: تأثیر نوع نخ پود بر میزان هدایت حرارتی پارچه ها ۶۴
شکل ۳-۱۴: تأثیر بافت پارچه بر روی میزان عایق حرارتی آن ۶۵
شکل ۳-۱۵: تأثیر نوع بافت بر روی وزن واحد سطح ۶۶
شکل ۳-۱۶ : تأثیر بافت پارچه بر روی فاکتور ″ نسبت گرمی به وزن ″ آن ۶۷

عنوان صفحه

شکل ۳-۱۷: تأثیر نوع بافت بر روی ضخامت آن ۶۷
شکل ۳-۱۸: تأثیر بافت بر میزان هدایت حرارتی نمونه ها ۶۸
شکل ۳-۱۹: تأثیر نوع نخ پود بر روی میزان عایق حرارتی پارچه ها ۶۹
شکل ۳-۲۰: تأثیر نوع نخ پود بر روی وزن واحد سطح ۶۹
شکل ۳-۲۱: تأثیر نوع نخ پود برفاکتور ″ نسبت گرمی به وزن ″ نمونه ها ۷۰
شکل ۳-۲۲: تأثیر نوع نخ پود بر روی ضخامت پارچه ها ۷۱
شکل ۳-۲۳: تأثیر نوع نخ پود بر میزان هدایت حرارتی به روش تک صفحه ۷۱
شکل ۳-۲۴: ارتباط نوع بافت با میزان نفوذپذیری آن ۷۳
شکل ۳-۲۵: ارتباط نوع نخ پود با میزان نفوذپذیری آن ۷۳

فهرست جداول

جدول ۱-۱: ارتباط مکانیزم های انتقال حرارت و عوامل محیطی، پوششی و بدن ۸
جدول ۱-۲: هدایت حرارتی مواد مختلف ۱۲
جدول ۱-۳: مقایسه مقاومت حرارتی منسوجات مختلف ۱۷
جدول ۱-۴ : مشخصات ساختاری سه نمونه پارچه حلقوی ۲۰
جدول ۱-۵: متوسط نفوذپذیری هوا در پارچه های مختلف ۲۷
جدول ۲-۱: مشخصات الیاف تشکیل دهنده نخ موردآزمایش ۳۱
جدول ۲-۲: مراحل تولید نخ در کارخانه ۳۲
جدول ۲-۳: مشخصات ماشین رینگ مورد استفاده ۳۲
جدول ۲-۴: تراکم تاری– پودی پارچه های مورد آزمایش ۳۳
جدول ۲-۵: نحوه کدگذاری نمونه های مورد استفاده ۴۴
جدول ۲-۶: نتایج اندازه گیری مقاومت حرارتی نمونه پارچه های مورد آزمایش ۴۶
جدول ۲-۷: نتایج اندازه گیری مقاومت حرارتی نمونه پارچه های مورد آزمایش ۴۷
جدول ۲-۸: نتایج اندازه گیری ضخامت نمونه پارچه های مورد آزمایش ۴۸
جدول ۲-۹: نتایج اندازه گیری وزن واحد سطح نمونه پارچه های مورد آزمایش ۴۹
جدول ۲-۱۰: نتایج اندازه گیری میزان نفوذپذیری هوا درنمونه پارچه های مورد آزمایش ۵۰

فصل اول

مروری بر تحقیقات انجام شده

۱- مروری بر تحقیقات انجام شده

۱-۱- خصوصیات حرارتی پارچه ها و راحتی پوشاک

۱-۱-۱- مقدمه

هنگامی که دمای پوست بدن بین ۳۵-۳۳ درجه سانتیگراد است و تعرق وجود ندارد، بدن انسان احساس راحت و مطبوعی دارد. لباسی مناسب است که بتواند در شرایط تغییر دما و یا افزایش فعالیت بدن، این احساس راحتی را حفظ کند. با افزایش دمای محیط یا افزایش فعالیت انسان، بدن برای حفظ احساس راحتی خود شروع به تبخیر رطوبت می کند تا دمای آن کاهش یافته و درحد مطلوب قرار گیرد. لباس ایده آل، لباسی است که در آن تبخیر عرق بدن از سطح پوست به خارج با همان سرعتی که بدون لباس در شرایط دمایی بالا و فعالیت زیاد بدن صورت می گیرد، انجام پذیرد.بدن انسان مانند یک سیستم تنظیم کننده دما عمل می کند و از دست دادن آب بدن به منظور کاهش دمای آن قسمتی از این مکانیزم است و لباس نباید مانع انتقال آب و در نتیجه مانع کنترل دما شود. لباسی که در تماس با بدن است، باید قابلیت انتقال عرق به خارج را داشته باشد، بدون اینکه احساس خیس شدن در بدن ایجاد شود.

انتقال آب از طریق جریان خون و به کمک بافتهای بدن و دفع آب توسط پوست و به صورت بخار آب صورت می گیردکه به آن تعریق نامحسوس می گویند. بدین ترتیب قسمتی از گرمای تولید شده توسط بدن از طریق پوست دفع می شود. این مکانیزم قادر نیست درشرایطی که بدن فعالیت زیاد دارد، آن را به اندازه کافی خنک کند. لذا به منظور از دست دادن گرمای بیشتر توسط بدن، غدد عرق زیر پوست فعال شده و شروع به تولید عرق می کنند. با تبخیر آب موجود در سطح پوست مقدار زیادی از گرمای بدن دفع و بدن خنک می شود. هنگامی که گرما به اندازه کافی دفع شد، فعالیت غدد عرق متوقف می گردد. اگر لباس در برابر عبور عرق تبخیر شده مقاومت کند، تمام آبی که توسط بدن ایجاد شده، تبخیر نمی شود و میزان خنک شدن بدن به میزان عبور بخار از لباس بستگی خواهد داشت. بنابراین مقاومت پارچه در برابر عبور بخار آب یکی از عوامل مهمی است که در احساس راحتی بدن تأثیر منفی می‌گذارد[۱].

۱-۱-۲- راحتی حرارتی

راحتی حرارتی را اولین بار انجمن آمریکایی مهندسان حرارتی ـ برودتی و تهویه هوا (ASHRAE) در استاندارد ۶۶-۵۵ تحت عنوان « شرایط ذهنی که در آن رضایت از حرارت محیط وجود دارد» تعریف کردند. راحتی همچنین به صورت «دست‌یابی به شرایط مناسب حرارتی و رطوبتی، از طریق انتقال حرارت و رطوبت از میان پارچه» تعریف می‌شود. مردم زمانی به این آسایش می‌رسند که نیازی به پوشیدن یا درآوردن لباس برای رسیدن به دمای مناسب ندارند[۲].

۱-۱-۳- احساس های مربوط به راحتی حرارتی

از نظر راحتی لباس در زمستان، گرمی در هنگام تماس بدن با پارچه، احساس راحتی برای پوشنده را به همراه دارد. در هوای مرطوب، پوشنده احساس خشکی و گرما را می‌پسندد. ر هنگام ورزش، لباسی که توانایی عبور گرمای اضافی از بدن را داشته باشد مناسب بوده و انتظار دارند که لباس، آنها را در هنگام تغییر ناگهانی دمای هوای محیط، محافظت کند[۳].

۱-۱-۴- اهمیت راحتی حرارتی

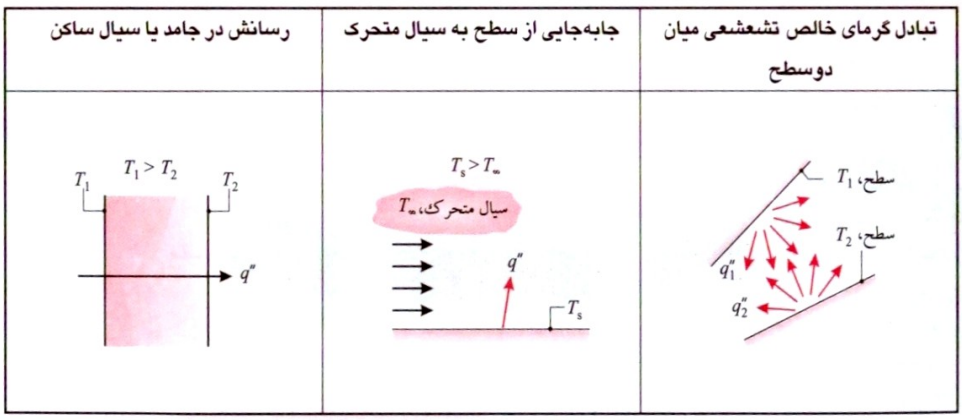
بدن سعی دارد تا دمای خود را در $37^{\circ}C$ حفظ نماید. دمای بدن غالباً از دمای محیط بالاتر است، لذا برای این که دمای آن پائین نیاید باید منبع حرارتی در بدن وجود داشته باشد تا دمای آن ثابت نگه داشته شود. حرارت بدن از طریق سوخت و ساز تأمین می‌گردد. در هر حال باید توازنی بین حرارت ایجاد شده در اثر سوخت و ساز و حرارتی که از منابع بیرونی دریافت می‌شود با حرارت تلف شده وجود داشته باشد. در صورت عدم تعادل بین این دو، دمای بدن افزایش یا کاهش خواهد داشت که موجب خطرات جدی برای حیات انسان می شود. نیازمندی‌های ایجاد توازن حرارتی متناسب با شرایط آب و هوا تغییر می‌کند. در آب و هوای گرم مسئله دور کردن حرارت و در آب و هوای سرد مسئله حفظ انرژی حرارتی است[۳].

۱-۲- انرژی حرارتی

انرژی حرارتی یا گرمای اجسام ناشی از جنبش و حرکت ذرات جسم می باشد. هرچه این حرکات

سریعتر باشد جسم گرمتر بوده و به عبارت دیگر دمای آن بالاتر است. بالعکس هرچه این حرکت کندتر باشد جسم سردتر می باشد. در حالت استراحت، هدف از لباس پوشیدن حفظ عایق حرارتی است که موجب کنترل حرارت از دست رفته از بدن می‌شود. لباس با هوا و جریان حرارتی در دمای محیط برهم‌کنش دارد. حرارتی که توسط بدن از دست می‌رود و یا جذب می شود توسط لباس صورت گرفته وبه خصوصیات حرارتی آن بستگی دارد. بنابر اصل دوم ترمودینامیک چنانچه قسمتی از یک جسم نسبت به سایر نقاط آن گرم تر باشد حرارت از قسمت گرم به نقاط سرد انتقال می یابد[۴]. به عبارت دیگر انتقال حرارت، گذار انرژی بر اثر اختلاف دما است[۵]. در یک محیط سرد حرارت از بدن به محیط منتقل می‌شود و در محیط گرم عکس این حالت اتفاق می افتد. حرارت به چهار طریق بین بدن و محیط در جریان می باشد(شکل ۱-۱):

- هدایت[۱]
- جابجایی[۲]
- تشعشع[۳]
- تغییر حالت فازی مایع به بخار(تبخیر)[۶].



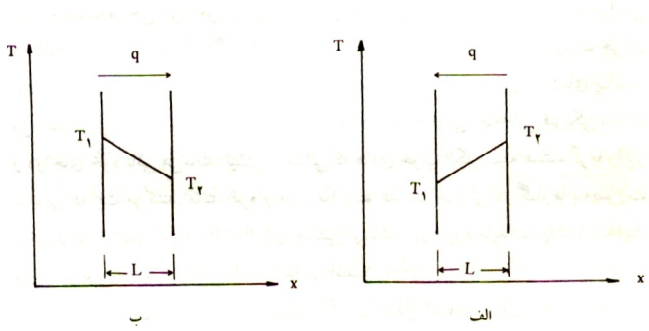
شکل ۱-۱: شیوه های انتقال گرما (رسانش ، جابجایی، تشعشع)[۵]

[۱] Conduction
[۲] Convection
[۳] Radiation

۱-۲-۱- هدایت

اگر دمای قسمتی از جسم نسبت به سایر نقاط آن بالاتر باشد، حرارت از قسمت های گرم به سمت نواحی سرد جریان می یابد. این پدیده را رسانش یا هدایت حرارتی می نامند(شکل۱-۲) .

در این پدیده چگونگی انتقال انرژی حرارتی در مورد جامدات به صورت جریان الکترونهای آزاد و یا انتقال انرژی ارتعاشی جسم به ذرات مجاور در دمای پایین تر می باشد. از این رو ذرات تشکیل دهنده جامدات در هدایت حرارتی ، جابجایی فیزیکی نداشته و در جای خود باقی می مانند. شدت انتقال حرارت (مقدار گرمای منتقل شده در واحد زمان) متناسب با شیب دما در جسم و اندازه سطح عبور می باشد. هدایت حرارتی یکی از روشهای اتلاف حرارت از بدن به محیط برای حفظ تعادل حرارتی آن می باشد[۵].



شکل ۱-۲: نمایش هدایت حرارتی در دیواره ها[۵]

۱-۲-۱-۱- ضریب هدایت حرارتی

ضریب هدایت حرارتی یا گرما رسانایی، یک خاصیت مهم حرارتی اجسام می باشد که به نوع جسم و شرایط آن بستگی دارد. هرچه مقدار ضریب هدایت جسم زیادتر باشد جسم هادی تر بوده و مقدار بیشتری گرما از آن عبور می کند و هرچه این مقدار کمتر باشد جسم عایق تر یا نارساناتر می باشد[۵].

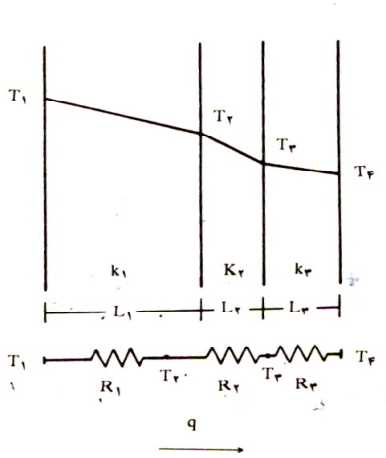
۱-۲-۱-۲- رسانش یک بعدی در حالت پایا

حالت هایی وجود دارد که در آنها انتقال گرما در امتداد یکی از محور های مختصات می باشد که آن را رسانش یک بعدی می گویند. اگر دمای نقاط مختلف سیستمی مستقل از زمان باشد، گفته می شود که

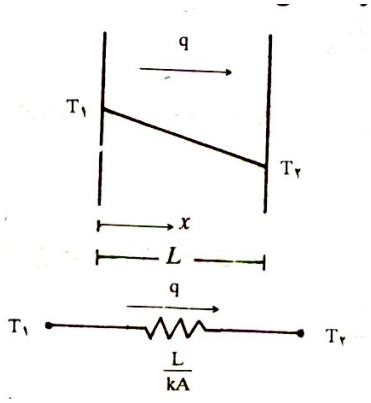
سیستم در حالت پایا است[۵].

۱-۲-۱-۳- هدایت در دیواره ها

هدایت در دیواره ها شامل هدایت در دیواره های یک لایه و چند لایه می باشد. در صورتی که دیواره از چند لایه با ضرایب هدایت حرارتی مختلف و ابعاد متفاوت تشکیل شده باشد محاسبه شدت جریان انتقال حرارت مشابه محاسبات مربوط به مقاومت درمباحث الکترونیک می باشد. در این حالت مقاومت حرارتی از جمع مقاومت اجزاء به دست می آید (شکل۱-۳ و شکل ۱-۴) [۵].



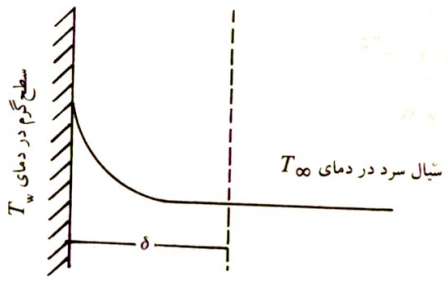
شکل ۱-۳ : دیواره های مرکب، حالت سری[۵]



شکل ۱-۴ : دیواره های یک لایه[۵]

۱-۲-۲- جابجایی

اگر سطحی در دمای T۱ در مجاورت سیالی با دمای T۲ قرار داشته باشد، میان سطح و سیال گرما مبادله می شود، این پدیده را وزش، جابجائی یا همرفت می گویند. مکانیزم تبادل انرژی به صورت برخورد مولکولهای سیال به سطح و تبادل انرژی حرارتی میان آنهاست. برای مثال هوای در تماس با بدن از طریق هدایت گرم شده و سپس از طریق جابجایی منتقل می‌شود. یک لایه مرزی در مجاورت سطح بدن تشکیل می گردد. در این لایه مرزی دمای سیال متغیر بوده و از یک طرف برابر دمای توده سیال و از طرف دیگر برابر با دمای سطح می باشد(شکل ۱-۵)[۵].



شکل ۱-۵: نمایش انتقال حرارت جابجایی از یک سطح گرم به سیال سرد[۵]

۱-۲-۲-۱- جابجایی اجباری[۴]

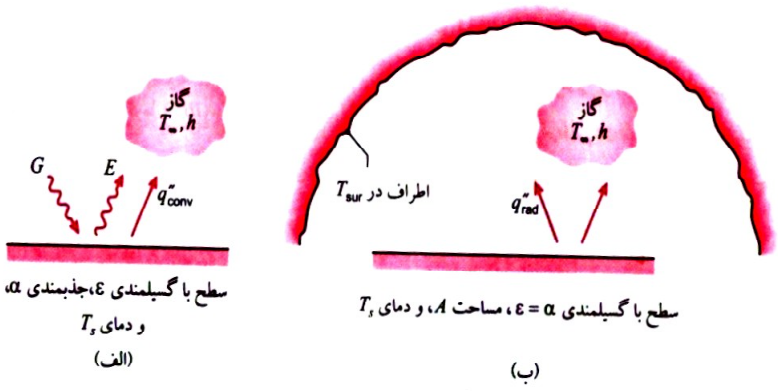
چنانچه سیال نسبت به سطح توسط یک عامل خارجی به حرکت در آمده باشد، جابجائی را اجباری میگویند[۵].

۱-۲-۲-۲- جابجایی طبیعی یا آزاد[۵]

چنانچه سیال نسبت به سطح همجوار جریان اجباری نداشته باشد، جابجائی را طبیعی می گویند [۵].

۱-۲-۳- تابش

همه اجسام به دلیل دمایشان از خود انرژی منتشر می کنند. این پدیده را تابش حرارتی می گویند (شکل ۱-۶).



شکل ۱-۶: تبادل تشعشع الف) در سطح، (ب) بین سطح و اطراف بزرگ[۵]

[۴] Forced convection
[۵] Natural convection

تشعشعی که از سطح گسیل می یابد از انرژی گرمائی ماده ای که توسط سطح محدود شده است نشأت می گیرد. آهنگ دفع انرژی از سطح واحد را توان گسیل سطح می نامند. شدت تابش حرارتی با توان چهارم دمای جسم متناسب می باشد. پوشش لباس اتلاف حرارت از طریق تابش را با کم کردن اختلاف دمای بین بدن و محیط اطرافش کاهش می‌دهد[۵].

۱-۲-۴- تبخیر

تبدیل مایعی به بخار به میزان زیادی حرارت نیاز دارد. یک کالری گرما، دمای یک گرم آب را یک درجه سلسیوس افزایش می‌دهد. ۵۸۰Cal انرژی برای تبخیر یک گرم آب در دمای بدن لازم می باشد. زمانیکه دمای محیط به دمای بدن نزدیک می‌شود (۳۵-۳۰ درجه سانتیگراد)، اتلاف حرارتی از طریق تابش و جابجایی تقریباً متوقف شده و تنها راه انتقال حرارت، تبخیر عرق از سطح بدن خواهد بود. این مکانیزم در محیط گرم و خشک به خوبی عمل می‌کند اما تبخیر عرق در محیط‌های گرم و مرطوب به سختی صورت می‌گیرد. جدول(۱-۱) بررسی کلی ارتباط چهار مکانیزم فوق را با عوامل محیطی، پوششی و بدن نشان می‌دهد[۶].

جدول ۱-۱: ارتباط مکانیزم های انتقال حرارت و عوامل محیطی، پوششی و بدن[۶]

Route	Environmental Factors	Clothing or intermediate factors	Body factors
Conduction	Temperature difference	Thermal resistance of the material or air layers	Surface temperature
Convection	Air temperature Air movement	Wind penetration, including arrangement (neck, cuffs, etc.) to close out wind	Proportion exposed or covered; surface temperatures
Radiation	Temperature of each surface and of sky; solid angle taken up by each surface; emissivity of each surface	Emissivity, surface temperature	Proportion exposed or covered; surface temperatures
Evaporation	Vapor pressure in air or temperature and relative humidity	Resistance to vapor diffusion, or permeability index; area of clothing which is wet	Surface temperature and area which is wet