



مرکز آموزش عالی شهرضا

گروه مهندسی مکانیک

عنوان درس: طراحی سیستم های تهویه مطبوع
موضوع: انتقال حرارت در ساختمان

مدرس: دکتر حامد باقری

مهر ماه ۱۳۹۶



طریقه های مختلف انتقال حرارت در ساختمان

۱- هدایت

انتقال حرارت از مولکول های گرم یک جسم به مولکول های سردتر بدون جابجایی در ذرات ماده. مثل انتقال حرارت هدایتی از دیوارهای ساختمان

۲- جابجایی: انتقال حرارت بوسیله جریان سیال

۱-۲- جابجایی طبیعی که در آن حرکت سیال در اثر اختلاف چگالی سیال سرد و گرم و بدون پمپ یا فن صورت می گیرد. مثل انتقال حرارت از شوفاژ به اتاق.



طریقه های مختلف انتقال حرارت در ساختمان

۲-۲- جابجایی اجباری که در آن حرکت سیال به کمک انرژی یک عامل خارجی مثل فن صورت می گیرد، مثل انتقال حرارت توسط فن کوئل.

۳- تشعشع

انتقال حرارت از جسم گرم به سرد توسط موج که در آن ماده نقشی ندارد، مثل اکتساب حرارت ساختمان از خورشید.



انتقال حرارت هدایتی از یک جدار ساده

$$Q = A \frac{K}{x} (T_1 - T_2), R = \frac{x}{K}, U = \frac{1}{R}$$

$$Q = AU(T_1 - T_2) = \frac{A}{R} (T_1 - T_2)$$

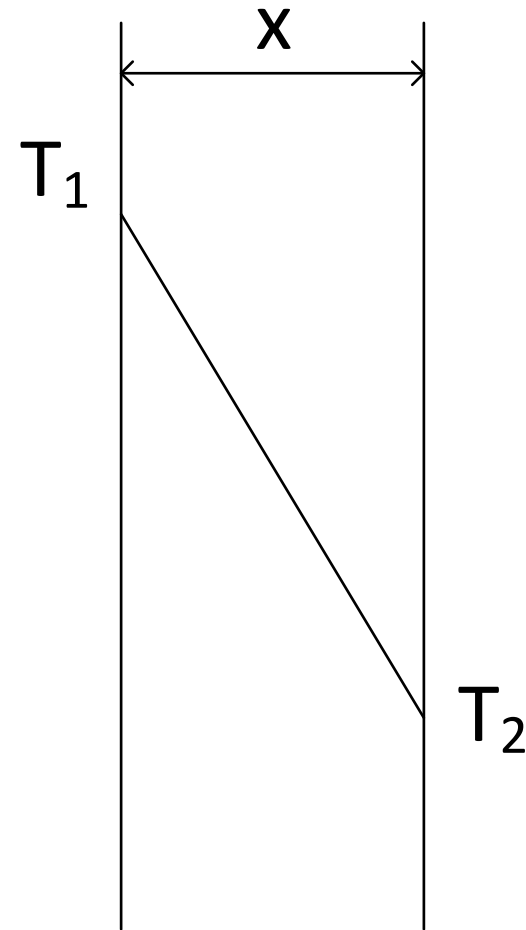
$$Q \text{ [Btu/hr]}$$

$$A \text{ [ft}^2\text{]}$$

$$R \text{ [hr.ft}^2\text{.F]/Btu}$$

R مقاومت حرارتی

U=1/R ضریب انتقال حرارت



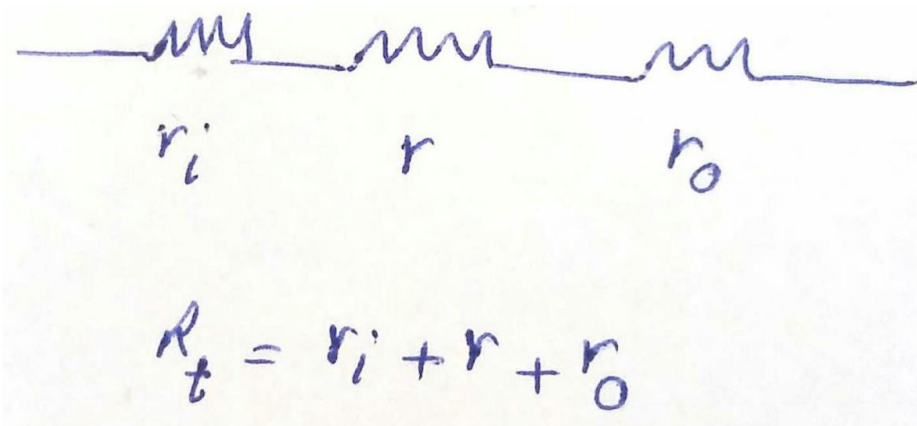
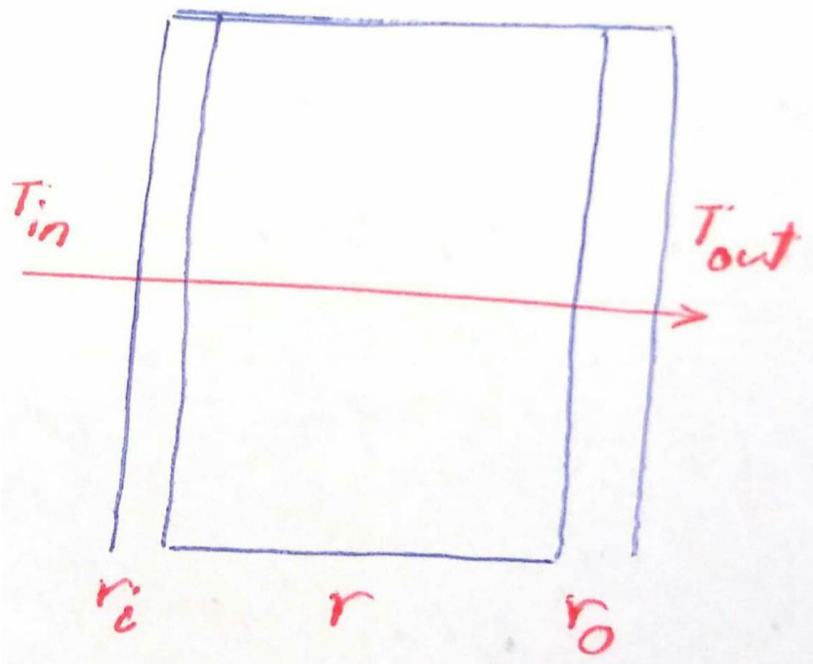


محاسبه ضریب کلی انتقال حرارت جدار ساختمان (U)

- ابتدا مقاومت حرارتی کلی جدار ساختمان (R_t) را حساب کرده سپس معکوس می کنیم.
- مقاومت حرارتی جدار ساختمان از جمع مقاومت حرارتی لایه های مختلف به اضافه مقاومت لایه های نازک هوا چسبیده به سطح بدست می آید. چون هوا مانند لایه های دیگر در مقابل انتقال حرارت مقاومت نشان می دهد.



محاسبه ضریب کلی انتقال حرارت جدار ساختمان (U)





محاسبه ضریب کلی انتقال حرارت جدار ساختمان (U)

- ضریب کلی هدایت حرارتی (U) برای اجزاء مختلف ساختمان در جداول ۱-۶ تا ۱-۱۷ (ص ۳۵ تا ۴۴) کتاب طباطبائی در سیستم انگلیسی آمده است.
- مقاومت حرارتی (R) اجزاء ساختمان در جدول ۱-۱۸ (ص ۴۵ و ۴۶) کتاب طباطبائی آمده است.
- مقاومت حرارتی تعدادی از لایه های ساختمانی که در **ایران** کاربرد دارند و همچنین مقاومت حرارتی لایه های مختلف هوا در جدول ۲-۴ (ص ۷۶) مقیمان آمده است.
- ضریب انتقال حرارت پنجره ها، نورگیرها و دربهای مختلف در جدول ۳-۴ (ص ۷۷) مقیمان آمده است.



مقاومت حرارتی (R) لایه های مختلف جدار ساختمان (واحد انگلیسی) (جدول ۲-۴ کتاب مقیمان صفحه ۷۶)

| وزن (پاوند بر فوت مربع) | مقاومت حرارتی hr.ft ² .°F/Btu | ضخامت به (اینچ) | نوع مصالح یا لایه |
|-------------------------|---|-----------------|-------------------------------|
| - | ۲/۳۸ | ۱ | فیبر |
| ۴۰ | ۰/۸۰ | ۴ | آجر معمولی |
| ۴۳ | ۰/۴۴ | ۴ | آجر نما |
| ۱۵ | ۰/۸۰ | ۳ | آجر سفال |
| ۱۶ | ۱/۱۱ | ۴ | آجر سفال |
| ۲۵ | ۱/۵۲ | ۶ | آجر سفال |
| ۳۰ | ۱/۸۵ | ۸ | آجر سفال |
| ۲۳ | ۰/۷۱ | ۴ | بلوک بتنی |
| ۴۳ | ۱/۱۱ | ۸ | بلوک بتنی |
| - | ۰/۲۰ | ۱ | ملات سیمانی |
| - | ۰/۰۸ | ۱ | سنگ |
| ۱/۸۸ | ۰/۳۲ | ۰/۵ | گچ و خاک |
| ۲/۲ | ۰/۰۴۵ | ۰/۲۵ | گچ سفید |
| - | ۰/۹۱ | ۱ | چوب |
| - | ۰/۰۸ | ۱ | سرامیک یا کاشی |
| - | ۰/۴۴ | - | آسفالت |
| - | ۳/۷۵ | ۱ | پشم شیشه |
| - | ۰/۰۸ | - | موزائیک |
| - | ۰/۹۷ | ۳/۴-۴ | محفظه هوای قائم- زمستان |
| - | ۰/۸۶ | ۳/۴-۴ | محفظه هوای قائم- تابستان |
| - | ۰/۶۸ | - | لایه هوای قائم- داخل |
| - | ۰/۶۱ | - | لایه هوای افقی- داخل- زمستان |
| - | ۰/۹۲ | - | لایه هوای افقی- داخل- تابستان |
| - | ۰/۱۷ | - | لایه هوای خارج- زمستان |
| - | ۰/۲۵ | - | لایه هوای خارج- تابستان |
| - | ۱/۵ | - | ایزوگام- قیر گونی |



ضریب انتقال حرارت (U) برای پنجره ها، نورگیرها و درب ها

(جدول ۳-۴ کتاب مقیمان صفحه ۷۷)

| مشخصات | Kcal/hr.m ² .C ⁰ , U | نوع جدار |
|-------------------------|--|--------------------|
| - | ۵/۵ | شیشه قائم |
| ضخامت هوا ۱/۲۷ سانتیمتر | ۲/۷ | شیشه دو جداره قائم |
| ضخامت هوا ۱/۲۷ سانتیمتر | ۱/۸ | شیشه سه جداره قائم |
| تابستان | ۴/۲ | شیشه افقی |
| زمستان | ۶/۸ | شیشه افقی |
| تابستان | ۲/۴ | شیشه دو جداره افقی |
| زمستان | ۳/۴ | شیشه دو جداره افقی |
| ضخامت ۲/۵۴ سانتیمتر | ۳/۳ | درب چوبی |
| ضخامت ۲/۵۴ سانتیمتر | ۵/۱ | درب شیشه‌ای |