

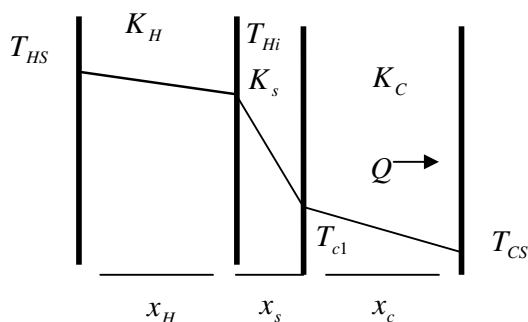
## مقدمه

هرگاه در جسمی گرادیان درجه حرارت وجود داشته باشد، انتقال انرژی از ناحیه دارای درجه حرارت بالا به ناحیه دارای درجه حرارت پایین تر صورت می گیرد. در این حالت می گوئیم انرژی از طریق هدایت انتقال یافته است و نرخ انتقال حرارت در واحد سطح متناسب با گرادیان نرمال درجه حرارت می باشد

$$\frac{q}{A} \propto \frac{\partial T}{\partial x} \longrightarrow q = -kA \frac{\partial T}{\partial x}$$

در این رابطه  $K$  ضریب انتقال حرارت هدایتی می باشد و علامت منفی به این دلیل است که گرما همیشه در جهت کاهش دما انتقال می یابد. ضریب هدایت حرارتی اغلب اجسام با دما تغییر می کند اما این تغییر در محدوده دمایی معینی جزئی و قابل چشم پوشی است. ضریب هدایت حرارتی فلزات از غیر فلزات و گازها بیشتر است.

وقتی جریان گرما از چند جسم با ضریب هدایت متفاوت عبور کند در حالت دائم نرخ انتقال حرارت در لایه های مختلف یکسان است بنابراین با استفاده از قانون فوریه داریم:



$$\frac{q}{A} = K_H \frac{T_{HS} - T_{HI}}{x_H} = K_S \frac{T_{HI} - T_{CI}}{x_S} = K_C \frac{T_{CI} - T_{CS}}{x_C}$$

از رابطه اخیر می توان نتیجه گرفت:

$$\frac{q}{A} = U(T_{HS} - T_{CS})$$

U ضریب انتقال حرارت کلی دیوار بابر است با:

A روش انجام آزمایش

A-1 هدف: بررسی قانون فوریه در هدایت یک بعدی طولی

A-2 شرح دستگاه:

دستگاه برای انجام آزمایش رسانش شامل قسمتهای زیر است :

1- مجموعه اجزای آزمایش هدایت طولی و شعاعی

2- نمونه های برنجی و فولادی

3- سیستم های اتصال ترموکوپل به مجموعه منبع تغذیه

4- مجموعه منبع تغذیه و نشانگر دیجیتالی

5- ماده پر کننده سیلیکونی

6- نمونه های عایق کاغذ و چوب پنبه ای

7-

دستگاه انتقال حرارت طولی از سه قسمت تشکیل شده است . قسمت ابتدایی به منبع سرد متصل است که توسط آب خنک کننده سرد می شود. و قسمت انتهایی که به منبع سرد متصل شده است اما در قسمت میانی آلما ن های مختلفی قرار داده می شود تا انتقال حرارت هدایت را در اجسام مختلف بررسی کنیم این قطعات از جنس های مختلف و با سطح مقطع های مختلفی می باشد. قسمت ابتدایی و انتهایی از جنس برنج به طول 30 mm و قطر 25 mm است که در سطح خارجی به خوبی عایق شده و در طول میله سه سنسور دما به فاصله 10 mm از یکدیگر قرار دارند . دستگاه شامل 6 سنسور دما است که 3 سنسور دما در قسمت ابتدایی و 3 سنسور دما در قسمت انتهایی قرار دارد. دستگاه انتقال حرارت شعاعی شامل یک دیسک برنجی به قطر خارجی 110mm و ضخامت 3 mm می باشد که 6 سنسور دما به ترتیب در مرکز و به فاصله 10 mm از هم در جهت شعاعی قرار دارند .

A-3 روش انجام آزمایش

دستگاه را برپا می‌کنیم و منبع تغذیه را روشن می‌کنیم و توان گرمکن را در 14 وات تنظیم می‌کنیم.  
کرنومتر را روشن می‌کنیم و دماها را در زمان مشخص شده می‌خوانیم.

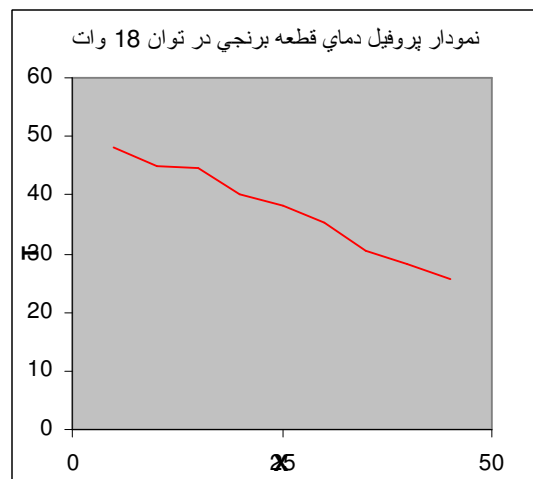
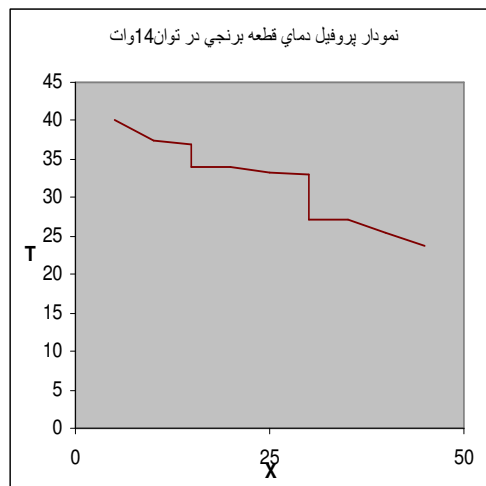
در این قسمت قطعه میانی را از جنس برنجی انتخاب نمودیم که روی آن سه سنسور اندازه‌گیری دما تعبیه شده است و دو سمت آن را به سیلیکون اغشته می‌کنیم.

در مرحله بعد توان دستگاه را در 14 و 18 وات تنظیم می‌نماییم صبر می‌کنیم تا شرایط steady state برقرار شود. سپس دماها را یادداشت می‌کنیم.

### A-3 خواسته آزمایش

#### 1- حالت دائم

1- پروفیل دمایی حالت دائم را در دو وضعیت آزمایش شده رسم کنید.



2- با استفاده از پروفیل دما ضریب هدایت حرارتی میله برنجی را محاسبه و با مقدار نمونه موجود در جداول انتقال حرارت مقایسه کنید .

برای شار 15 وات داریم:

1- قسمت متصل به گرمکن

$$K_1 = \frac{q\Delta x}{A\Delta T} = \frac{14 * 10 * 10^{-3}}{4.9 * 10^{-4} * (40.2 - 37)} = 89.285 \text{ w/m.c}$$

2- قسمت میانی

$$K_2 = \frac{q\Delta x}{A\Delta T} = \frac{14 * 15 * 10^{-3}}{4.9 * 10^{-4} * (34.6 - 31.3)} = 129.87 \text{ w/m.c}$$

3- قسمت متصل به منبع سرد

$$K_3 = \frac{q\Delta x}{A\Delta T} = \frac{14 * 15 * 10^{-3}}{4.9 * 10^{-4} * (27.2 - 23.8)} = 126.05 w/m.c$$

برای شار 18 وات داریم:

1- قسمت متصل به گرمکن

$$K_1 = \frac{q\Delta x}{A\Delta T} = \frac{18 * 10 * 10^{-3}}{4.9 * 10^{-4} * (48.2 - 44.6)} = 102.04$$

$w/m.c$

2- قسمت میانی

$$K_2 = \frac{q\Delta x}{A\Delta T} = \frac{18 * 15 * 10^{-3}}{4.9 * 10^{-4} * (40.1 - 35.4)} = 117.2238 w/m.c$$

3- قسمت متصل به منبع سرد

$$K_3 = \frac{q\Delta x}{A\Delta T} = \frac{18 * 15 * 10^{-3}}{4.9 * 10^{-4} * (30.4 - 25.7)} = 117.238 w/m.c$$

3- براساس نتایج آزمایش اثر دما بر ضریب هدایت حرارتی برنج چقدر است؟

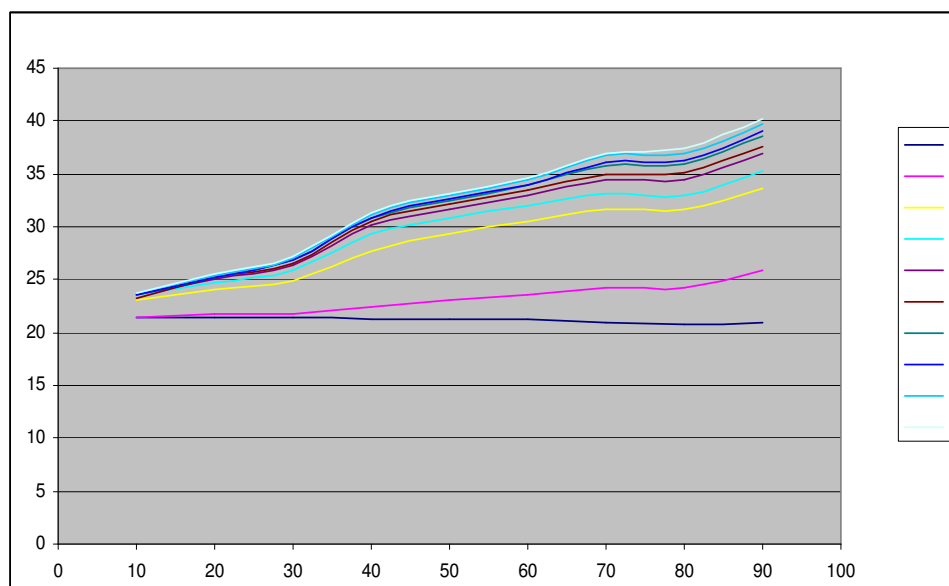
با افزایش دما ضریب هدایت کاهش می یابد.

## 4- عوامل موثر در خطای آزمایش کدامند؟

چون برای رسیدن به حالت s.s زمان طولانی مورد نیاز می باشد بنابراین ممکن است به حالت پایدار نرسیده باشیم. همچنین خطای ناشی از قرائت دما به علت جابجایی سلکتور دما

## 2- حالت گذرا

1- پروفیل‌های دمای میله بر حسب زمان را برای حالتی که قدرت گرمکن در وضعیت متوسط قرار دارد را رسم کنید.



B هدایت حرارتی در میله مرکب:

1-B هدف: بررسی انتقال حرارت هدایتی در دیواره مرکب و تعیین ضریب انتقال حرارت کلی :

2-B روش انجام آزمایش:

قطعه میانی را عوض کرده و این بار قطعه فولادی را قرار می دهیم توان دستگاه را یکبار در 14 وات و بار دیگر در 10 وات تنظیم کرده در هر مرحله منتظر می مانیم تا شرایط S.S برقرار شود سپس نتایج را یادداشت می کنیم .

3-B خواسته آزمایش:

1- پروفیل دمایی حالت دائم را در دو وضعیت آزمایش شده رسم کنید . دمایی انتهایی میله  $T_{CS}$  و  $T_{HS}$  را تعیین کنید.

برای توان 10 وات داریم:

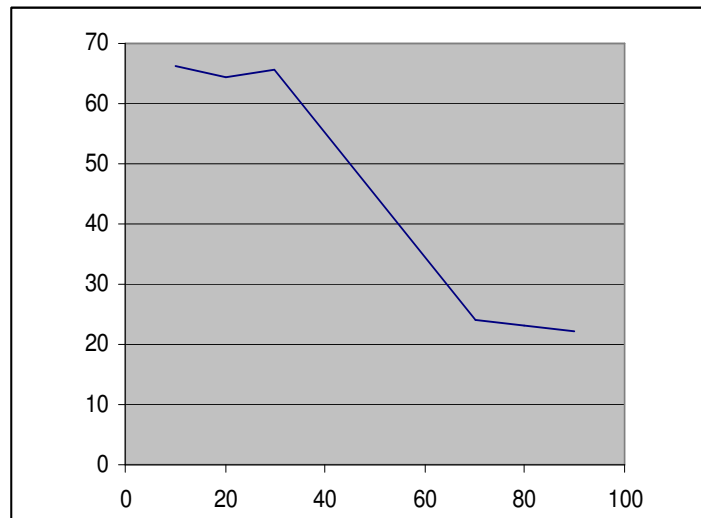
$$T_{HS} = 66.4$$

$$T_{CS} = 22.2$$

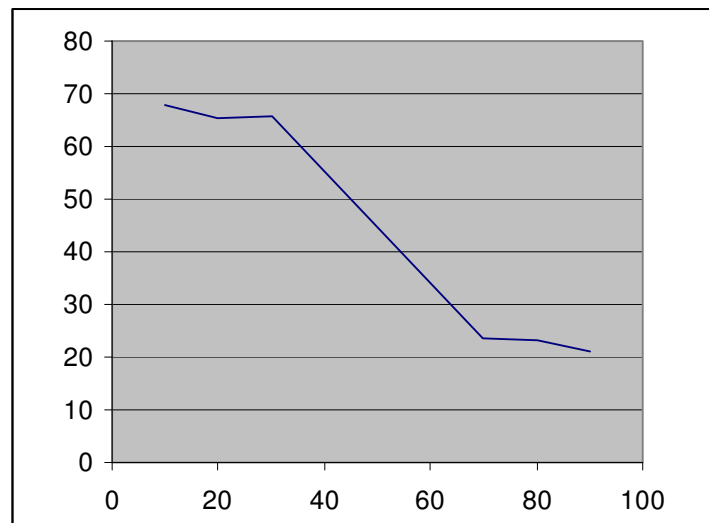
برای توان 14 وات داریم:

$$T_{HS} = 67.7$$

$$T_{CS} = 21$$



Chapter: Error! No text of specified style in document.



2- با استفاده از پروفیل دما ضریب هدایت حرارتی میله فولادی را محاسبه و با مقدار نمونه موجود در جداول انتقال حرارت مقایسه کنید.

برای توان 10 وات:

معادله خط در قسمت متصل به منبع گرم  $T = -0.035X + 66.1167$  می باشد لذا

$$T_{HS} = 64.89$$

معادله خط در قسمت متصل به منبع سرد  $T = -0.13X + 28.8$  می باشد لذا

$$T_{CS} = 24.25$$

برای توان 14 وات:

معادله خط در قسمت متصل به منبع گرم  $T = -0.095X + 68.133$  می باشد لذا

$$T_{HS} = 64.8$$

معادله خط در قسمت متصل به منبع سرد  $T = -0.13X + 28.8$  می باشد لذا  $T_{CS} = 24.25$

برای توان 10 وات:

$$K_1 = \frac{q\Delta x}{A\Delta T} = \frac{10 * 30 * 10^{-3}}{4.9 * 10^{-4} * (65.7 - 24.1)} = 14.71 \text{ w/m.c}$$

برای توان 14 وات:

$$K_1 = \frac{q\Delta x}{A\Delta T} = \frac{14 * 30 * 10^{-3}}{4.9 * 10^{-4} * (65.8 - 23.6)} = 20.31 \text{ w/m.c}$$

3- ضریب انتقال حرارت کلی را برای هر دو وضعیت به دو روش زیر مقایسه کنید و در مورد اختلاف مقادیر بحث کنید.

$$U_1 = \frac{q}{A(T_{HS} - T_{CS})} = \frac{10}{4.9 * 10^{-4} (66.4 - 22.2)} = 461.72$$

$$U_2 = \frac{q}{A(T_{HS} - T_{CS})} = \frac{14}{4.9 * 10^{-4} (67.7 - 21)} = 611.80$$

$$\frac{1}{U_1} = \frac{x_H}{k_H} + \frac{x_S}{k_S} + \frac{x_C}{k_C} = \frac{3 * 10^{-3}}{874.63} + \frac{3 * 10^{-3}}{14.71} + \frac{3 * 10^{-3}}{322.23} = 2.16 * 10^{-4}$$

$$\frac{1}{U_2} = \frac{x_H}{k_H} + \frac{x_S}{k_S} + \frac{x_C}{k_C} = \frac{3 * 10^{-3}}{451.12} + \frac{3 * 10^{-3}}{14.71} + \frac{3 * 10^{-3}}{329.67} = 1.07 * 10^{-4}$$

C اثر تغییر سطح مقطع در هدایت حرارتی :

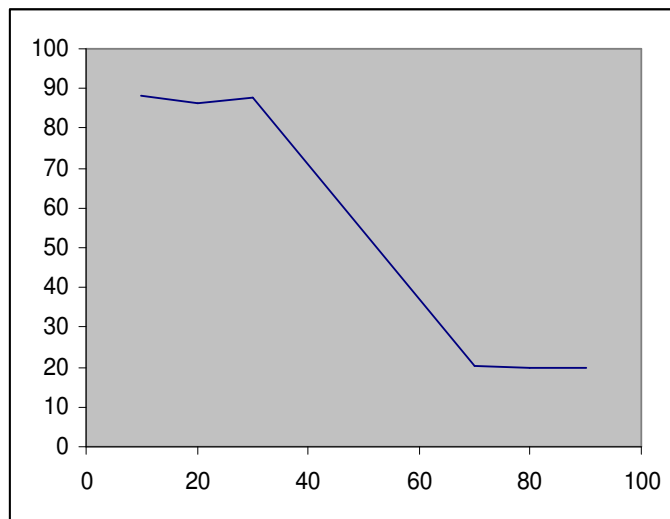
1-C هدف : بررسی تاثیر سطح مقطع بر پروفیل دما

2-C روش انجام آزمایش :

قطعه میانی را عوض کرده و این بار از یک قطعه برنجی با سطح مقطع کوچکتر استفاده می کنیم.

3-C خواسته آزمایش:

1- پروفیل دمایی حالت دائم را رسم کنید.



2- با استفاده از پروفیل دما گرادیان دما در نمونه میانی و میله بخش اول و سوم را تعیین کنید نسبت گرادیان دما در نمونه میانی به گرادیان دمای میله بخش اول و سوم را تعیین و مطابق جدول زیر تکمیل کنید .

معادله خط در قسمت متصل به منبع گرم:

$$T = -0.03X + 88.03$$

معادله خط در قسمت متصل به منبع سرد:

$$T = -0.04X + 23.2$$

$$T = -2.21X + 164.42$$

معادله خط در قسمت میانی:

| آزمایش | $(dT/dx)_s / (dT/dx)_H$ | $(dT/dx)_s / (dT/dx)_C$ |
|--------|-------------------------|-------------------------|
| 1      | 73.6                    | 55.25                   |

3-مقادیر جدول بالا را با عدد 3.7 مقایسه کنید این عدد از کجا آمده است؟ علت اختلاف مقادیر جدول با 3.7 چیست؟ این اختلاف را برای قدرت حرارتی زیاد و کم مقایسه کنید.

این عدد رز تقسیم  $(dT/dx)_s / (dT/dx)_H$  بر  $(dT/dx)_s / (dT/dx)_C$  بدست آمده است. در این آزمایش این عدد 1.33 می باشد.

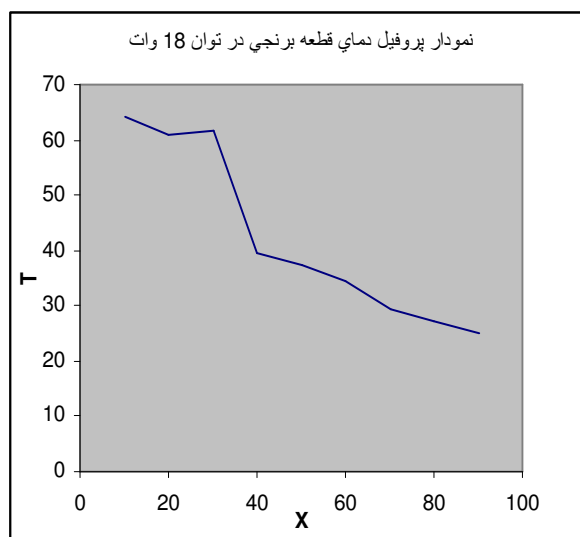
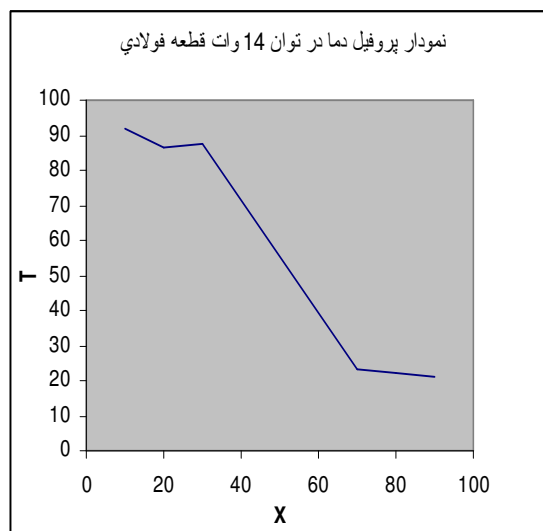
1-D هدف: بررسی اثر ماده پر کننده در مقاومت سطح تماس

2-D روش انجام آزمایش:

ابتدا توان دستگاه را در 18 وات تنظیم می نماییم. سطح تماس نمونه برنجی میانی را در طرف متصل به منبع گرم کاملاً تمییز می کنیم و در طرف دیگر با روغن سیلیکونی آغشته می نماییم سپس دماها را می خوانیم. در مرحله بعد با توان 14 وات و قطعه فولادی آزمایش را تکرار می نماییم.

3-D خواسته آزمایش

1-پروفیل دمایی حالت دائم را در دو وضعیت آزمایش شده رسم کنید. بخصوص دمایی سطوح تماس و سطوح ابتدایی و انتهایی میله را تعیین کنید.



Chapter: Error! No text of specified style in document.

2- مقدار مقاومت تماس دو سطح را برآورد کنید و حالت‌های مختلف را با هم مقایسه کنید.

$$R_{12} = \frac{A\Delta T}{q} = \frac{4.9 * 10^{-4} * (61.8 - 37.5)}{18} = 6.615 * 10^{-3}$$

$$R_{12} = \frac{A\Delta T}{q} = \frac{4.9 * 10^{-4} * (34.5 - 29.5)}{18} = 1.36 * 10^{-4}$$

E عایق حرارتی

1-E هدف : بررسی اثر عایق های حرارتی بر هدایت گرما بین دو دیواره و تعیین ضریب هدایت حرارتی عایق

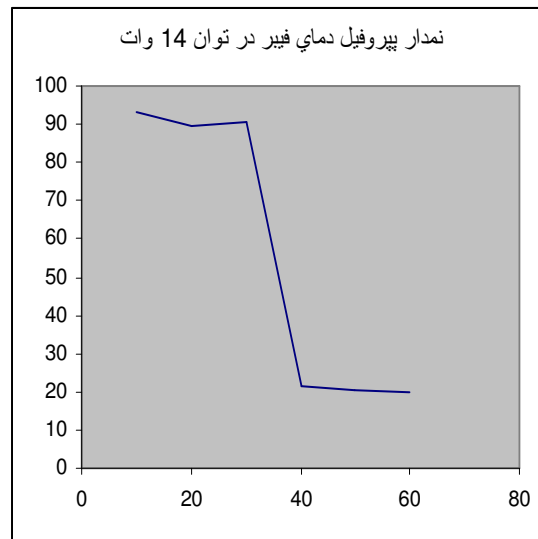
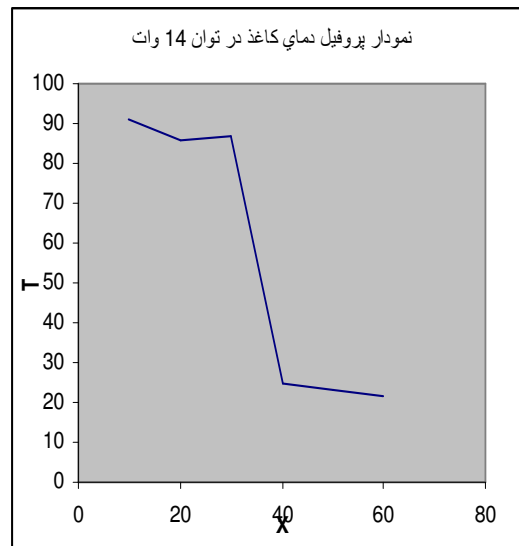
2-E روش انجام آزمایش:

دستگاه را در توان 14 وات تنظیم کرده و یکبار از عایق کاغذی و بار دیگر از عایق فیبری استفاده می کنیم منتظر می مانیم تا به حالت S.S برسیم و دماها را یادداشت می کنیم.

3-E خواسته آزمایش

1-پروفیل دمای حالت دائم را در دو وضعیت از مایش شده رسم کنید بخصوص دمای سطوح تماس و سطوح ابتدایی و انتهایی میله را تعیی

Chapter: Error! No text of specified style in document.



Chapter: Error! No text of specified style in document.

$$T_{HS} = 93.3$$

$$T_{CS} = 19.8$$

$$T_{HS} = 41.2$$

$$T_{CS} = 21.8$$

2- با استفاده از پروفیل دما ضریب هدایت عایق را محاسبه کنید .

$$K = \frac{q\Delta x}{A\Delta T} = \frac{14 * 10^{-3}}{4.9 * 10^{-4} * (86.7 - 24.5)} = 4.59 \text{ w/m.c}$$

برای کاغذ داریم:

$$K = \frac{q\Delta x}{A\Delta T} = \frac{14 * 10^{-3}}{4.9 * 10^{-4} * (90.5 - 21.3)} = 4.13 \text{ w/m.c}$$

برای فیبر داریم:

3- اثر مقاومت تماس در خطاي آزمایش و سایر عوامل خطا چقدر است

F- هدایت شعاعي در دیسك:

1-F هدف: تعیین پروفیل دما و نرخ انتقال حرارت شعاعي در دیسك

F-2 روش انجام آزمایش:

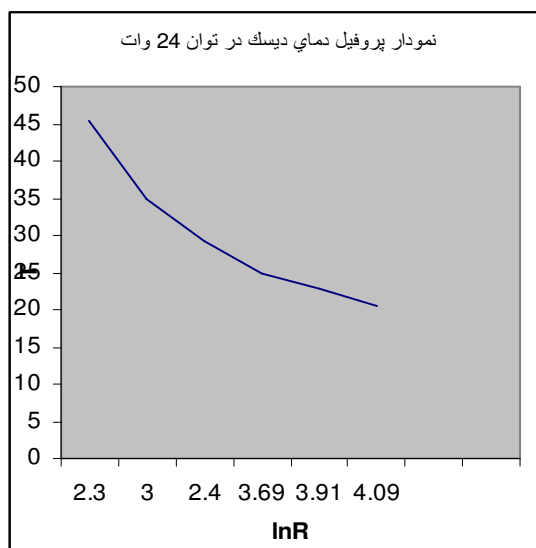
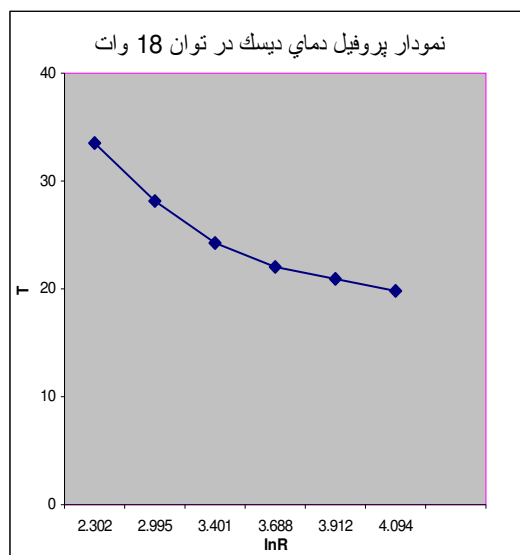
روش انجام این آزمایش مانند حالت قبل می باشد با این تفاوت که به جای استفاده از استوانه از دیسك استفاده می نماییم.

توان دستگاه را یکبار در 18 وات و بار دیگر در 24 وات تنظیم می نماییم و پس از رسیدن به حالت S.S نتایج را یادداشت می نماییم.

F-3 خواسته آزمایش

Chapter: Error! No text of specified style in document.

1- پروفیل دمایی حالت دائم را در دو وضعیت آزمایش شده در طول شعاع دیسک در دیاگرام نیمه لگاریتمی رسم کنید.



2- مقدار انتقال حرارت را با استفاده از پروفیل دما تعیین و با مقدار اندازه گیری شده مقایسه کنید.

Chapter: Error! No text of specified style in document.