



به نام خدا



دانشگاه تهران
دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر
آزمایش دما (Temperature)

گزارش کار

نام و نام خانوادگی	محمد مشرقی - بهنام رنجبر - علی قاسمی وسمه جانی
شماره دانشجویی	۸۱۰۱۹۹۴۹۲ - ۸۱۰۱۹۹۴۳۰ - ۸۱۰۱۹۸۴۵۷
تاریخ انجام آزمایش	۷ خرداد ۱۴۰۲
تاریخ ارسال گزارش	۱۲ خرداد ۱۴۰۲

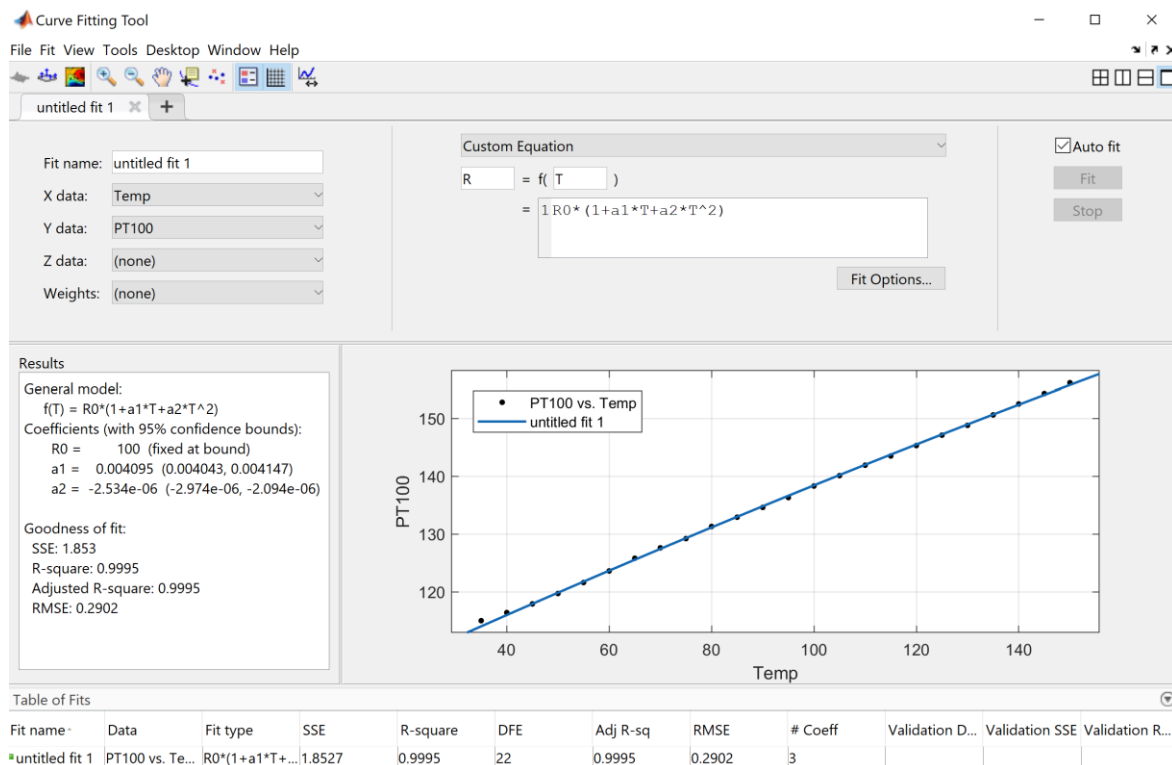
فهرست گزارش سوالات

۳.....	۱
۴.....	۲
۵.....	۳
۷.....	۴
۸.....	۵
۹.....	۶

تعاریف دقت، صحت، تکرارپذیری و تکثیرپذیری:

- میزان نزدیکی نقاط اندازه گیری شده نسبت به یکدیگر را دقت میگویند.
 - میزان نزدیکی نقاط اندازه گیری شده به مقدار واقعی را صحت میگویند.
 - نزدیکی مقادیر اندازه گیری شده به یکدیگر در شرایط زیر را تکرارپذیری میگویند:
 - ✓ دستگاه اندازه گیری، یک دستگاه خاص باشد.
 - ✓ شرایط محیطی حاکم بر اندازه گیری ثابت باشد.
 - ✓ فرد اندازه گیری کننده، یک شخص خاص باشد.
 - ✓ ورودی دستگاه، یک مقدار مشخص ثابت باشد.
 - نزدیکی مقادیر اندازه گیری شده به یکدیگر در شرایط زیر را تکثیرپذیری میگویند:
 - ✓ دستگاه اندازه گیری، چندین دستگاه متعدد باشد.
 - ✓ شرایط محیطی حاکم بر اندازه گیری متفاوت باشد.
 - ✓ افراد متعدد اندازه گیری را انجام دهند.
 - ✓ ورودی دستگاه، مقدار ثابت اما متفاوت باشد.
- با توجه به تعاریفی که برای هر کدام از موارد فوق ارائه شد، نتیجه میشود که:
- صحت بیانگر بایاس است.
 - دقت بیانگر انحراف معیار است.

رسم مقاومت RTD برحسب دما و برازش معادله مرتبه دوم $R = R_0(1 + \alpha_1 T + \alpha_2 T^2)$

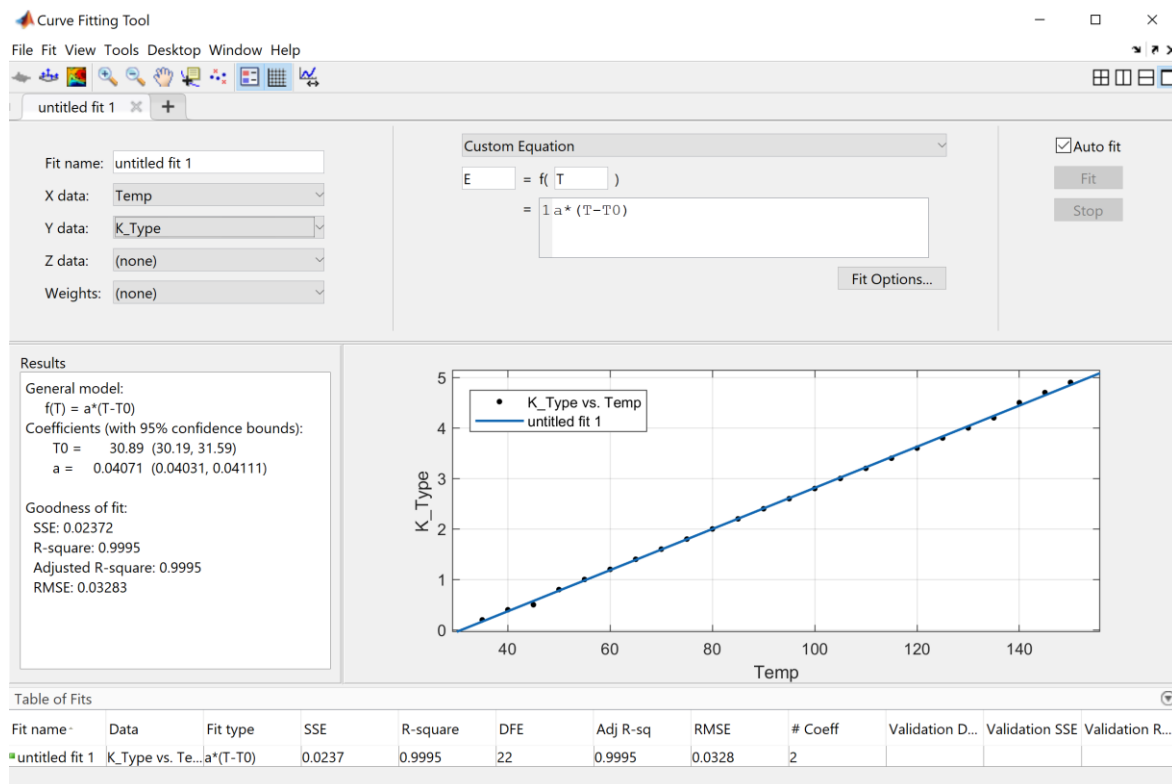


با توجه به آنکه RTD از نوع PT100 بوده است، بنابراین مقدار مقاومت مرجع آن برابر با ۱۰۰ اهم است و R_0 بر روی مقدار ۱۰۰ گذاشته شده است و در ادامه، مقادیر a_1 و a_2 بدست آمده اند که مقادیر آنها بدین ترتیب هستند:

$$\alpha_1 = 0.0041 = 4.1 \times 10^{-3}, \quad \alpha_2 = -2.54 \times 10^{-6}$$

ولتاژ ترموکوپل ها برحسب دما و برآزش معادله مرتبه اول $E = \alpha(T - T_0)$

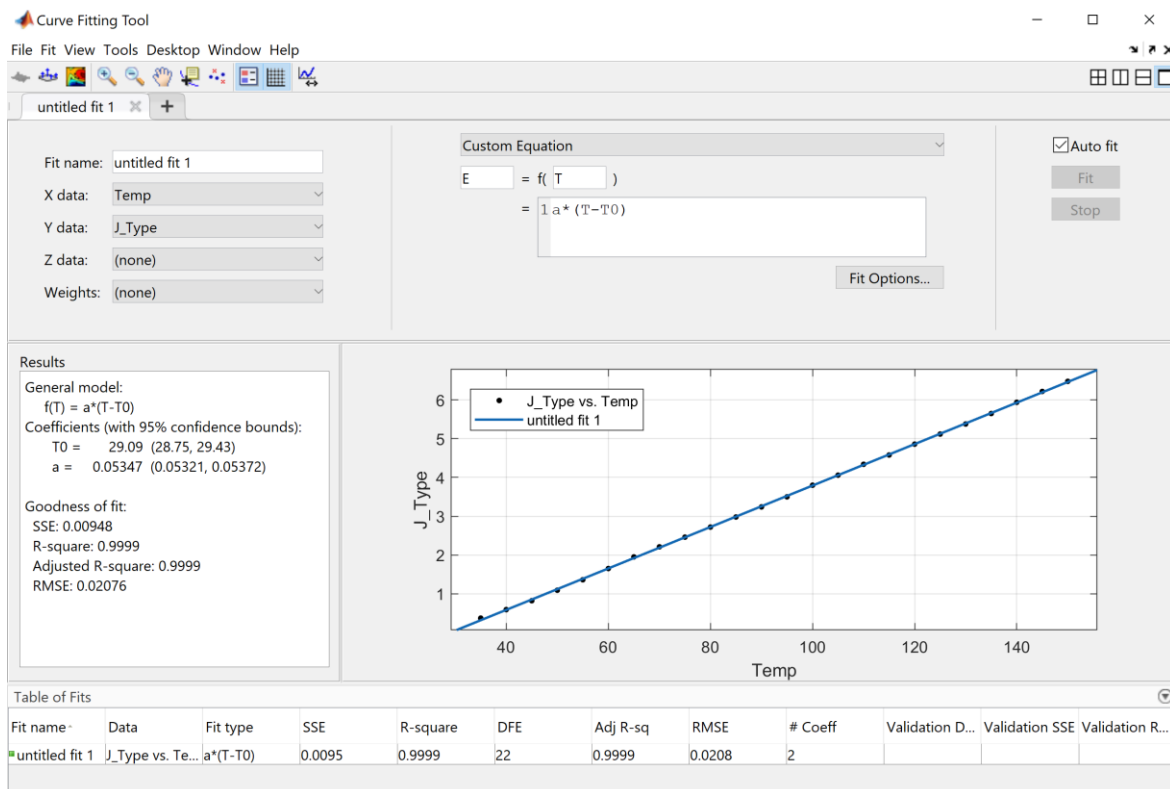
• ترموکوپل K-Type :



مشاهده میشود که برای ترموکوپل K-Type پارامتر حساسیت (α) تقریباً برابر با این مقدار میشود:

$$\alpha = 0.041 \left(\frac{mV}{^{\circ}C} \right) = 41 \left(\frac{\mu V}{^{\circ}C} \right)$$

• ترموکوپل J-Type :



مشاهده میشود که برای ترموکوپل J-Type پارامتر حساسیت (α) تقریباً برابر با این مقدار میشود:

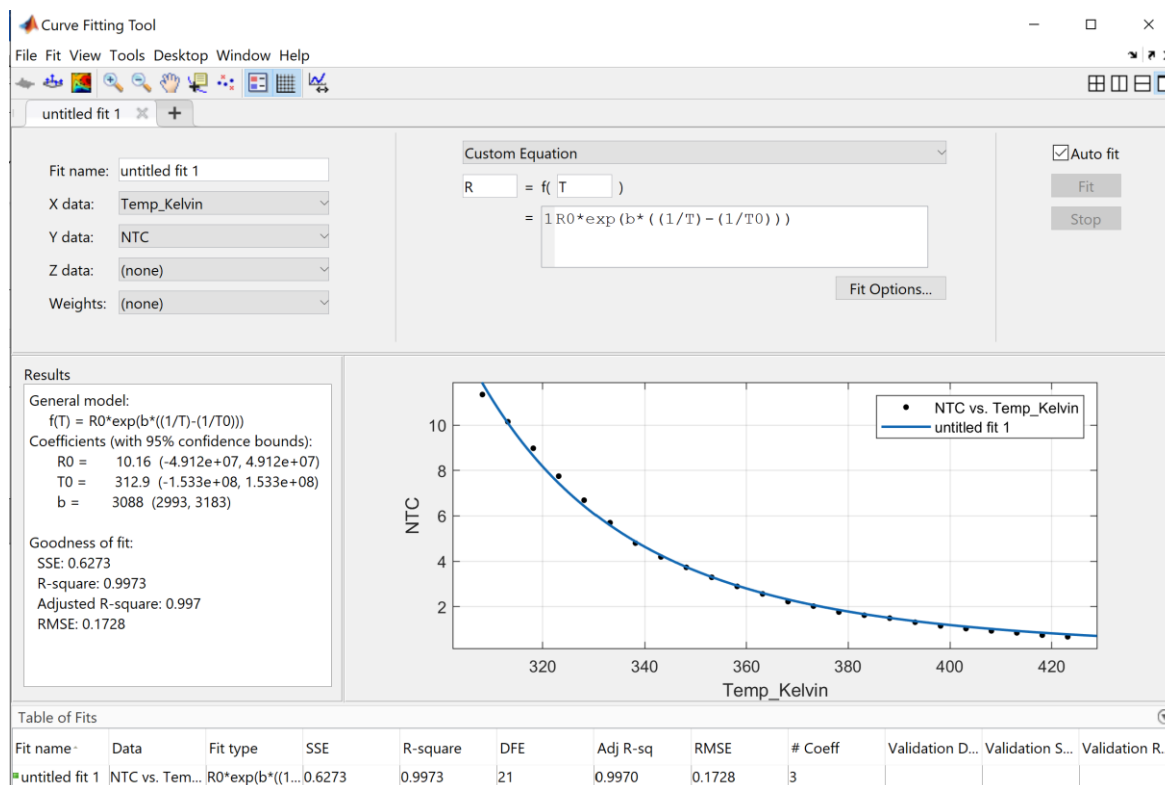
$$\alpha = 0.054 \left(\frac{mV}{^{\circ}C} \right) = 54 \left(\frac{\mu V}{^{\circ}C} \right)$$

- لازم به ذکر است که قبل از یادداشت برداری دیتاهای آزمایش، نوع هر کدام از ترموکوپل ها توسط دستیاران آموزشی اعلام گردید ولی هنگامی که دیتاها یادداشت شد و با استفاده از نرم افزار متلب، پارامتر حساسیت مربوط به هر کدام از ترموکوپل ها بدست آورده شد، در مقایسه با مقادیر واقعی پارامتر حساسیت برای این دو نوع ترموکوپل، متوجه شدیم که نوع ترموکوپل ها اشتباه گفته شده اند و بنابراین در هنگام نوشتن گزارشکار این آزمایش، نوع ترموکوپل ها نسبت به آن چیزی که در جلسه آزمایش گفته شده اند، جابجا شده است تا مقدار صحیح پارامتر حساسیت برای هر کدام از ترموکوپل ها گزارش شود. در جدول زیر که در دستورکار آورده شده است، میتوان مشاهده کرد که مقادیر گزارش شده، به طور تقریبی برابر مقادیر واقعی این ترموکوپل ها هستند.

جدول 1: مشخصات چند ترموکوپل پرکاربرد

نوع	حساسیت تقریبی ($\mu V/^{\circ}C$)	آلیاژ: اولی (+)، دومی (-)	محدوده دما $^{\circ}C$ (پیوسته)	محدوده دما $^{\circ}C$ (کوتاه مدت)
K	۴۱	کرومل ^۴ و آلومل ^۵	+1100 تا 0	+1300 تا -180
J	۵۵	آهن و کنستانتان ^۶	+750 تا 0	+800 تا -180
T	۴۳	مس و کنستانتان	+300 تا -185	+400 تا -250
E	۶۸	کرومل و کنستانتان	+800 تا 0	+900 تا -40

مقاومت NTC بر حسب دما و برازش معادله $R = R_0 e^{\beta(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0})}$

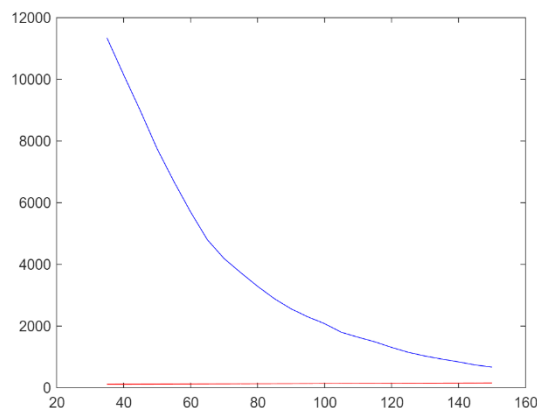


مطابق با منحنی رسم شده و پارامترهای بدست آمده، مقادیر پارامترها بدین ترتیب میشود :

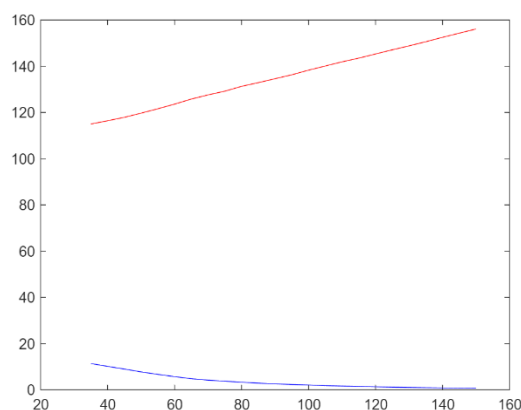
$$R_0 = 10.16 (k\Omega), \quad T_0 = 312.9 (^{\circ}K) = 39.75 (^{\circ}C), \quad \beta = 3088$$

مقدار T باید بر حسب کلوین وارد شود و مقدار R بر حسب کیلو اهم دریافت میشود.

- اگر مقاومت هر دو RTD به صورت اهم باشد:



- اگر مقاومت PT100 برحسب اهم و مقاومت NTC برحسب کیلو اهم باشد:

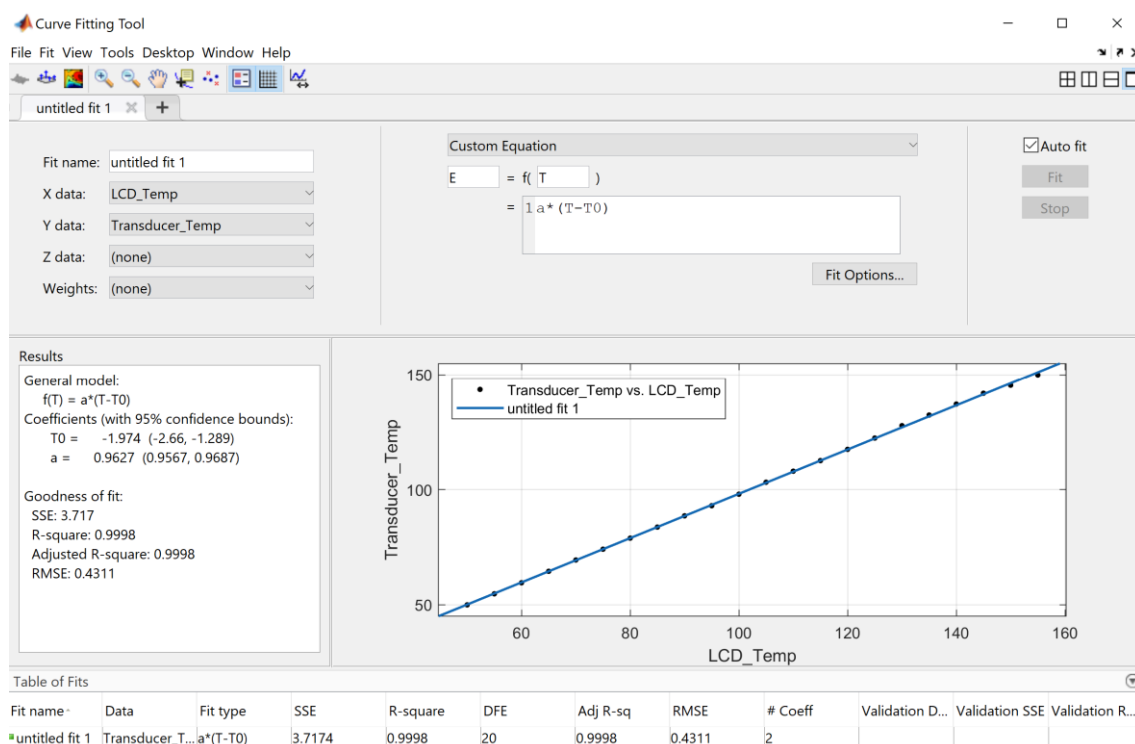


مشاهده میشود که سه تفاوت عمده در منحنی های مقاومت برحسب دما در سنسورهای PT100 و NTC وجود دارد. یک تفاوت در صعودی یا نزولی بودن نمودارها و دیگری در خطی یا غیرخطی بودن نمودارها و مورد سوم در رنج مقاومتی هر کدام از سنسورها هست.

- منحنی سنسور NTC به صورت نزولی و غیرخطی هست و مقدار مقاومت آن تقریباً حتی به مقدار بالای ۱۰ کیلو اهم در برخی دماها میرسد.
- منحنی PT100 به صورت صعودی و خطی هست و مقدار مقاومت آن تقریباً از حدود ۱۰۰ تا ۱۶۰ اهم در این محدوده دمایی تغییر میکند.

تفاوت دیگری که PT100 و NTC با یکدیگر دارند، در کاربرد آنها هست. از PT100 برای اندازه گیری مستقیم دما میتوان استفاده کرد ولی از NTC با استفاده از خاصیت حساسیت بالای مقاومت آن به دما برای استفاده هایی از قبیل کلیدزنی، محدودکننده جریان یا استفاده به جای فیوز به کار میرود.

نمودار دمای قرائت شده از ترنسدیوسر برحسب دمای قرائت شده از LCD:



مشاهده میشود که در دماهای بالا، دمای خوانده شده از ترنسدیوسر و LCD دارای اختلاف بیشتری میرسند به گونه ای که در دمای ۱۵۵ درجه، این اختلاف به بیش از ۵ درجه میرسد در حالی که در دمای ۵۰ درجه سانتی گراد، تقریباً با یکدیگر برابر هستند.

با توجه به مقادیر ولتاژ و مقاومت RTD که در دماهای مختلف اندازه گیری شدند، نمودار جریان ترنسدوسر برحسب دما در نمودار شکل زیر، رسم شده اند. مشاهده میشود که جریان ترنسدیوسر در دماهای مختلف، تغییر میکند و با استفاده از مقادیر جریان آن، میتوان مقدار دما را اندازه گیری کرد. مشاهده میشود که خروجی جریان، تقریباً به صورت خطی هست ولی اگر از چند جمله ای درجه ۲ استفاده شود، منحنی به صورت بهتری میتواند معرف نقاط اندازه گیری شده باشد.

