گزارش‌کار آزمایش شمارهٔ ۱: بررسی قانون اهم

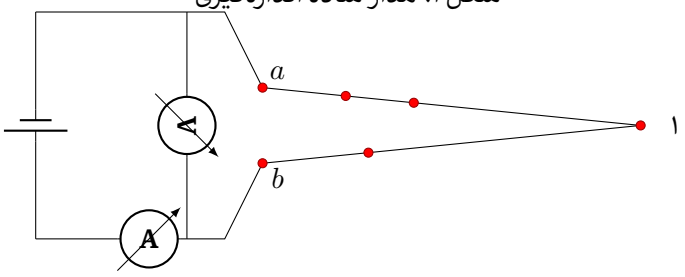
اعضای گروه:	ابوالفضل احمدی	۴۰۳۱۷۲۲۸۳	تاریخ انجام آزمایش:	۱۴۰۴/۰۸/۱۰	گروه:
	نام و نام‌خانوادگی	۴۰۳۰۰۱۱۲۲	دستیار آموزشی:		زیرگروه: A

اهداف آزمایش و تئوری آزمایش

ما در این آزمایش به بررسی تجربی قانون اهم و مطالعه پارامترهاي مؤثر در مقاومت الکتریکی یک سیم فلزي پرداختیم.

۱ بستگی اختلاف پتانسیل دو سر سیم به اندازه جریان الکتریکی عبوری از آن

شکل ۱: مدار ساده اندازه‌گیری

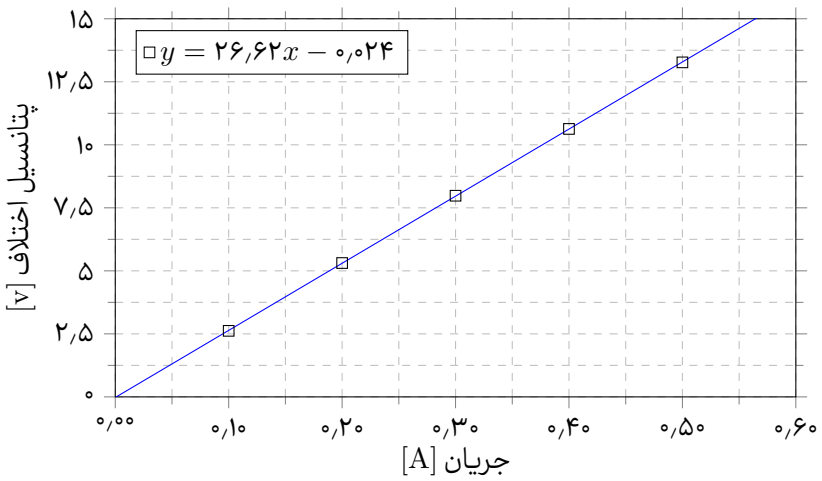


در مدار شکل ۱ جریان را در بازه ۱۰۰ تا ۵۰۰ میلی‌آمپر تغییردادیم و اختلاف پتانسیل دو سر سیم a و b را در جدول ۱ گزارش کردیم.

جدول ۱:

V (v)	I (mA)
۲٫۶۲	۱۰۰
۵٫۳۱	۲۰۰
۷٫۹۸	۳۰۰
۱۰٫۶۳	۴۰۰
۱۳٫۲۷	۵۰۰

منحنی نمایش تغییرات اختلاف پتانسیل دو سر سیم را بر حسب جریان



با استفاده از رگراسیون خطی بهترین منحنی را $y = ۲۶٫۶۲x - ۰٫۰۲۴$ به‌دست آوردیم.

می‌دانیم که رابطه‌ی بین ولتاژ و جریان طبق قانون اهم:

$$V = RI$$

است، که اگر خطی رسم کنیم و از رگرسیون خطی استفاده کنیم:

$$V = aI + b$$

در این‌جا $a = ۲۶٫۶۲\,\Omega$ و $b = -۰٫۰۲۴\,\mathrm{V}$
بنابراین مقاومت سیم برابر است با:

$$R = ۲۶٫۶۲\,\Omega$$

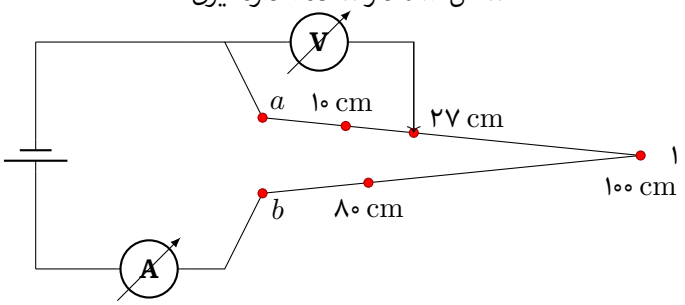
جدول ۲: درصدخطا

Error (%)	$R = \frac{V}{I}$ (Ω)	V (V)	I (mA)
۱٫۶	۲۶٫۲۰	۲٫۶۲	۱۰۰
۰٫۲۶	۲۶٫۵۵	۵٫۳۱	۲۰۰
۰٫۰۸	۲۶٫۶۰	۷٫۹۸	۳۰۰
۰٫۱۵	۲۶٫۵۸	۱۰٫۶۳	۴۰۰
۰٫۳۰	۲۶٫۵۴	۱۳٫۲۷	۵۰۰

می‌بینی که خطاها کمتر از ۲٪ هستند؛ پس داده‌ها کاملاً با مدل خطی و مقدار $R = ۲۶٫۶۲\,\Omega$ سازگارند.
ضریب عرض از مبدأ $b = -۰٫۰۲۴$ ولت است که مقدار خیلی کوچکی است (در حد خطای ابزار اندازه‌گیری). بنابراین به‌صورت عملی می‌توان گفت خط از مبدأ می‌گذرد، چون طبق قانون اهم برای یک رسانای اهمی ایده‌آل، وقتی $I = ۰$ ، باید $V = ۰$ باشد. انحراف جزئی ناشی از خطای اندازه‌گیری یا مقاومت تماس اتصالات است.
چون رابطه‌ی بین V و I خطی است (خط مستقیم با شیب ثابت)، و خط تقریباً از مبدأ عبور می‌کند، پس سیم از نوع اهمی (Ohmic) است؛ یعنی از قانون اهم پیروی می‌کند.

۲ بستگی مقاومت الکتریکی به طول سیم $R = f(L)$

شکل ۲: مدار ساده اندازه‌گیری



با استفاده از ولت‌متر برای طول‌های داده شده در جدول ۳، اختلاف پتانسیل را نسبت به نقطه a اندازه‌گیری کردیم و در جدول ۳ گزارش کردیم.
با استفاده از رگراسیون خطی بهترین محنی $y = ۲۶٫۴۰x + ۰٫۰۵$ به دست آمد که یعنی شیب خط برابر ۲۶٫۴۰ است.

۳ تابعیت مقاومت با قطر سیم $R = f(s)$

ابتدا سطح مقطع سیم‌ها را به دست آورد وو سپس منحنی نمایش تغییرات مقاومت برحسب عکس سطح مقطع سیم را نمایش می‌دهیم.

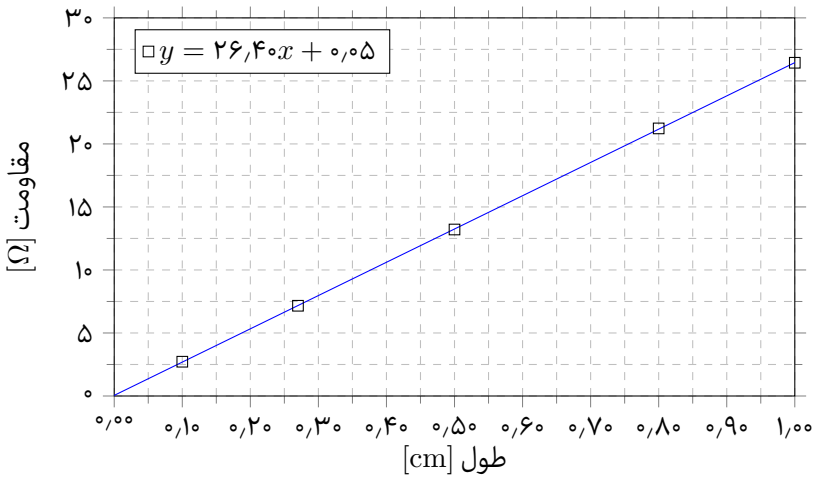
$$a, b)(۱٫۲۵ \times ۱۰^{-۴})^{۲} \times \pi = ۴٫۹ \times ۱۰^{-۸}$$
$$c, d)(۲ \times ۱۰^{-۴})^{۲} \times \pi = ۱٫۲۶ \times ۱۰^{-۷}$$
$$e, f)(۱٫۵ \times ۱۰^{-۴})^{۲} \times \pi = ۷٫۰۶ \times ۱۰^{-۸}$$

جدول ۳:

R (Ω)	V (v)	l (cm)
۲٫۷۲	۰٫۶۸	۱۰
۷٫۱۶	۱٫۷۹	۲۷
۱۳٫۲۱	۳٫۳۰	۵۰
۲۱٫۲۳	۵٫۳۲	۸۰
۲۶٫۴۴	۶٫۶۱	۱۰۰

I = ۲۵۰ (mA)

منحنی نمایش تغییرات R نسبت به طول l



جدول ۴:

R (Ω)	V (v)	قطر (mm)	شماره سیم
۲۶٫۴۸	۶٫۶۲	۰٫۲۵	(۱) a, b
۸٫۵۲	۲٫۱۳	۰٫۴۰	(۲) c, d
۱۵٫۲۰	۳٫۸۰	۰٫۳۰	(۳) e, f

I = ۲۵۰ (mA)

حال هر دو داده را داریم و از روش کمترین مربعات شیب خط را به دست می‌آوریم که مقدار آن طبق فرمول برابر

$$R = ۰٫۰۳۴۸ - ۰٫۴۵۰۰$$

حال منحنی تتغییرات مقاومت برحسب عکس سطح مقطع سیم را داریم:

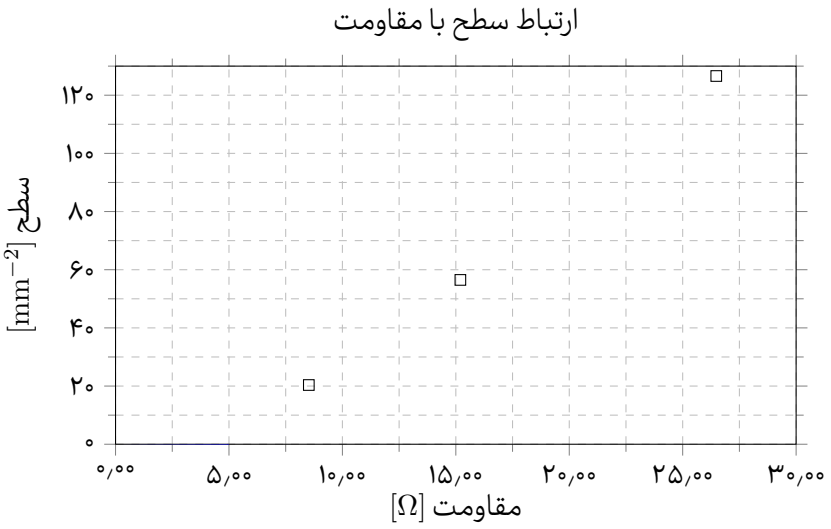
جدول ۵:

$\frac{۱}{s}$ (mm$^{-۲}$)	R (Ω)
۲۰٫۳۶	۲۶٫۴۸
۵۶٫۴۹	۱۵٫۲۰
۱۲۶٫۶۰	۸٫۵۲

۴ تابعیت مقاومت با مقاومت ویژه $R = f(\rho)$

مقدار مقاومت وسژه را برحسب شیب نمودار قبل مخاسبه می‌کنیم:

$$R = \rho\frac{l}{s} \Rightarrow \frac{R}{l} = \frac{\rho}{s}$$



جدول ۶:

جنس و شماره سیم	V (v)	R (Ω)
کروم نیکل (۳) e, f	۳٫۸۱	۱۵٫۲۴
گالوانیزه (۴) g, h	۰٫۸۶	۳٫۴۴
کروم خالص (۵) i, j	۳٫۰۰	۱۲٫۰۰

I = ۲۵۰ (mA)

پس با توجه به این‌که شیب نمودار $\frac{\rho}{s}$ است و مقدار مقاومت مساحت ۰٫۰۴۹۱ mm^2 است.

$$\rho_۱ = \frac{Rs}{l} = ۰٫۰۲۶۹۶ \times ۱۰^{-۵}\Omega \text{ m}$$

مقدار مقاومت ویژه با توجه به نمودار(طول سیم‌ها برابر ۱ متر است.):

$$R = \rho\frac{l}{s} \Rightarrow \frac{R}{\frac{۱}{s}} = \rho l$$

$$\rho_۲ = \frac{Rs}{l} = ۰٫۰۳۴۶ \times ۱۰^{-۵}\Omega \text{ m}$$

حال مقدار متوسط مقاومت ویژه:

$$\bar{\rho} = \frac{\rho_۱ + \rho_۲}{۲} = ۰٫۰۳۳ \times ۱۰-۵\Omega \text{ m}$$

تابعیت مقاومت با مقاومت ویژه را $R = f(\rho)$ را نشان می‌دهیم و مقاومت ویژه را با توجه به رابطه $R = \rho\frac{l}{A}$ به دست می‌اوریم:

$$R_۳ = \frac{V_۳}{I} = ۳٫۹۱\Omega \rightarrow \rho_۳ = ۱۲٫۲۷ \times ۱۰^{-۸}\Omega\text{m}$$
$$R_۳ = \frac{V_۳}{I} = ۳۵٫۴۸\Omega \rightarrow \rho_۳ = ۱۱۱٫۴۵ \times ۱۰^{-۸}\Omega\text{m}$$
$$R_۳ = \frac{V_۳}{I} = ۱۸٫۹۰\Omega \rightarrow \rho_۳ = ۵۹٫۴۷ \times ۱۰^{-۸}\Omega\text{m}$$