



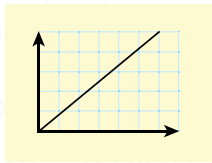
مرتب کنید، نتیجه بگیرید (قسمت دوم) ● روح‌الله خلیلی بروجنی

الگوها در داده‌ها

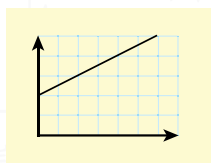
در برخی آزمایش‌ها، ممکن است لازم باشد ببینیم که آیا رابطه‌ای بین دو متغیر وجود دارد یا خیر. به عبارت دیگر، اگر یک متغیر را تغییر دهیم، چه تأثیری بر متغیر دیگر دارد؟

هم‌بستگی: هنگامی که به نظر می‌رسد نتایج حاصل از اندازه‌گیری دو متغیر به هم مرتبط هستند، اصطلاحاً گفته می‌شود که این دو متغیر با یکدیگر هم‌بستگی دارند. رسم نمودار پراکندگی داده‌ها روش خوبی برای تشخیص وجود یا نبود هم‌بستگی بین متغیرهاست. هر چند باید توجه کنیم که هم‌بستگی بین دو متغیر نشان نمی‌دهد که یکی باعث تغییر دیگری می‌شود. برای مثال، فروش بستنی و حوادث شنا هم‌بستگی مثبت دارند، اما فقط به این دلیل که بستنی و شنا هر دو در هوای گرم محبوبیت بیشتری دارند، نه به این دلیل که بستنی باعث وقوع حوادث در شنا می‌شود.

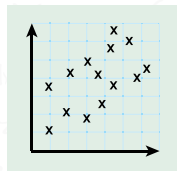
رابطه‌های خطی و تناسب: نمودارهایی که هم‌بستگی بین متغیرها را نشان می‌دهند، بسته به شکل آن‌ها، می‌توانند الگوهای جالب دیگری را در یک رابطه نشان دهند.



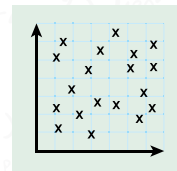
نمودار ۶. تناسب
 اگر نقطه‌ها یک خط مستقیم از مبدأ تشکیل دهند (X و Y هر دو برابر صفر هستند)، رابطه به صورت تناسب توصیف شده است. این بدان معنی است که اگر یک متغیر دو برابر شود، متغیر دیگر نیز دو برابر می‌شود.



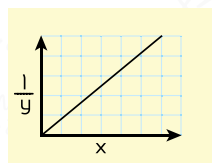
نمودار ۵. خطی
 وقتی هم‌بستگی نقطه‌ها یک خط مستقیم تشکیل می‌دهند، به صورت رابطه خطی توصیف می‌شود.



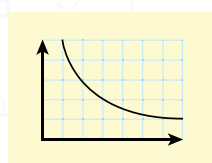
نمودار ۲. هم‌بستگی ضعیف
 به نظر می‌رسد که نقطه‌ها در اطراف یک خط مورب گروه‌بندی شده‌اند. پراکندگی بزرگ به این معنی است که هم‌بستگی ضعیفی بین متغیرها وجود دارد.



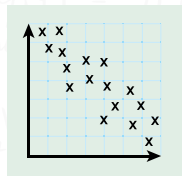
نمودار ۱. بدون هم‌بستگی
 نقطه‌های داده به طور تصادفی در اطراف پراکنده شده‌اند و هیچ الگویی را نشان نمی‌دهند. به عبارت دیگر، بین متغیرها هم‌بستگی وجود ندارد.



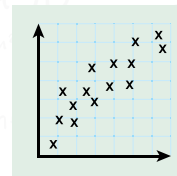
نمودار ۸. وارسی کردن
 برای وارسی اینکه آیا یک رابطه نسبت وارون (معکوس) دارد یا نه، باید یکی از متغیرها به صورت وارون متغیر دیگر (1) تقسیم بر متغیر) باشد. در این صورت نمودار باید یک خط مستقیم از طریق مبدأ باشد.



نمودار ۷. نسبت وارون
 در یک رابطه با نسبت وارون (معکوس)، وقتی یک متغیر دو برابر می‌شود، متغیر دیگر نصف می‌شود. این یک خط منحنی را تشکیل می‌دهد.



نمودار ۴. هم‌بستگی منفی قوی
 خط تشکیل شده توسط این نقطه‌ها نشان می‌دهد که یک متغیر با افزایش متغیر دیگر کاهش یافته است. این یک هم‌بستگی منفی است.



نمودار ۳. هم‌بستگی مثبت قوی
 نقطه‌ها یک خط مورب را تشکیل می‌دهند که نشان می‌دهد یک متغیر به اندازه متغیر دیگر افزایش یافته‌است.

بالاتر، به ازای افزایش ولتاژ، جریان به مقدار کمتری افزایش می‌یابد. این نشان می‌دهد که مقاومت در حال افزایش است. به این ترتیب، پیش‌بینی تا حدودی درست بود، زیرا جریان با ولتاژ افزایش می‌یابد، اما به صورت یک رابطه خطی نیست.

صحت و دقت

هنگام طراحی و ارزیابی آزمایش همواره باید به صحت و دقت اندازه‌گیری‌های خود توجه کنیم. هر یک از واژه‌های «صحت» (درستی) و «دقت» در علم معانی خاصی دارند. اندازه‌گیری‌ها در صورتی صحت دارند که نتایج آن‌ها به مقدار واقعی نزدیک‌تر باشند. اگر با تکرار اندازه‌گیری‌ها مقادیر مشابه یا بسیار نزدیک به یکدیگر به دست آیند، در این صورت می‌توان گفت نتایج دقت بیشتری دارند. برای درک بهتر تفاوت صحت و دقت، به مثالی از بازی «پرتاب دارت» توجه کنید.

مرکز هدف نشان‌دهنده مقدار واقعی است که اندازه‌گیری می‌شود.



هم صحت هم دقت

اندازه‌گیری‌ها صحت دارند، زیرا به مرکز هدف نزدیک‌اند. دقت هم دارند، زیرا به یکدیگر نزدیک‌اند.



فقط صحت دارد

اندازه‌گیری‌ها صحت دارند، زیرا به مرکز هدف نزدیک‌اند، ولی دقت ندارند، زیرا از یکدیگر فاصله دارند.

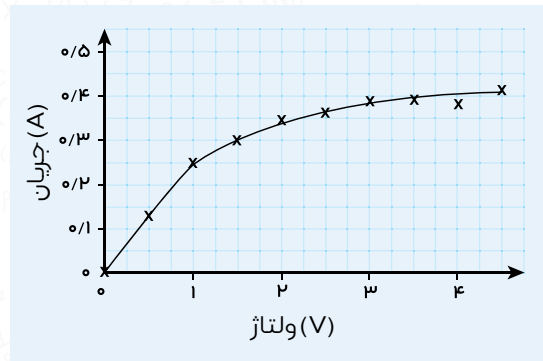
نتایج

نتیجه یک آزمایش یافته‌های شما را توصیف می‌کند. به عبارت دیگر می‌گوید که آیا نتایج آزمایش با آنچه پیش‌بینی کرده‌اید موافق است یا نه.

آزمایش الکتروسیسته: سه دانش آموز برای بررسی نتیجه

پیش‌بینی‌شان در خصوص یک مدار الکتریکی ساده آزمایشی انجام دادند. این دانش‌آموزان قبل از انجام آزمایش پیش‌بینی کرده بودند که رابطه بین جریان عبوری از یک لامپ با ولتاژ دو سر آن به صورت خطی است.

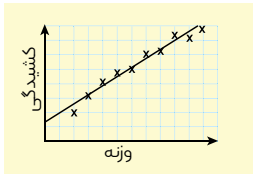
برای اندازه‌گیری جریان عبوری از لامپ، از آمپرسنج و برای اندازه‌گیری ولتاژ دو سر لامپ، از ولت‌سنج استفاده کردند. نتایج مقدارهای به دست آمده از آزمایش در نمودار ۹ نشان داده شده است.



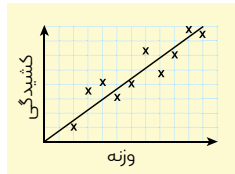
نمودار ۹

نتیجه‌گیری:

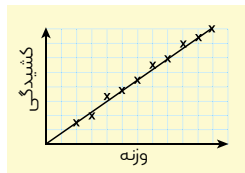
- وقتی ولتاژ افزایش می‌یابد جریان نیز افزایش می‌یابد. بنابراین این نتیجه‌گیری هر چند حاوی جزئیات نیست، ولی با پیش‌بینی دانش‌آموزان سازگار است.
- جریان با افزایش ولتاژ افزایش می‌یابد، اما نمودار به صورت یک منحنی است. بنابراین این نتیجه‌گیری با پیش‌بینی دانش‌آموزان سازگار نیست.
- نمودار نشان می‌دهد که با افزایش ولتاژ جریان افزایش می‌یابد. در ولتاژهای پایین‌تر، رابطه می‌تواند متناسب باشد، زیرا چند نقطه اول روی یک خط مستقیم قرار می‌گیرند. با این حال در ولتاژهای



نمودار ۱۱. نتایج اندازه‌گیری به خط نزدیک‌ترین، بنابراین داده‌ها دقت دارند. وقتی وزنه‌ای آویزان نشده، عجیب است که خط از مبدأ عبور نکرده است. ممکن است یک خطای نظام‌مند (سیستماتیک) وجود داشته باشد که باعث نتایج نادرست شود.



نمودار ۱۰. نتایج اندازه‌گیری در اطراف خط پراکنده هستند. داده‌ها دقت ندارند.



نمودار ۱۲. این داده‌ها بسیار به خط نزدیک هستند و همان‌طور که انتظار داریم خط از مبدأ عبور کرده است. به این ترتیب، این داده‌ها هم دقت دارند و هم صحت.



فقط دقت دارد

اندازه‌گیری‌ها صحت ندارند، زیرا از مرکز هدف فاصله زیادی دارند، ولی دقت دارند، زیرا به یکدیگر نزدیک‌اند.



نه صحت نه دقت

اندازه‌گیری‌ها صحت ندارند، زیرا از مرکز هدف فاصله زیادی دارند. همچنین دقت هم ندارند زیرا به یکدیگر نزدیک نیستند.

شکل ۱. نتایج بازی دarts

استفاده از مدل‌های ریاضی

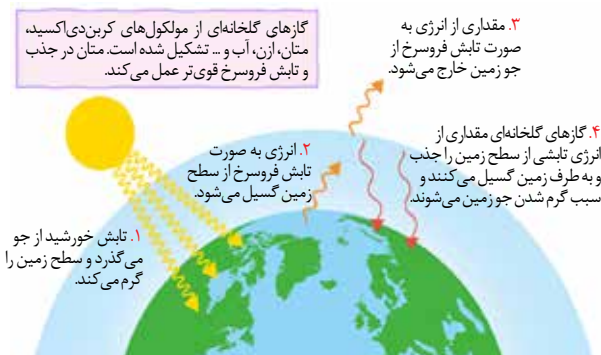
برای نشان دادن آنچه در دنیای واقعی اتفاق می‌افتد، در مدل‌های ریاضی از معادلات استفاده می‌کنیم. گاهی می‌توانیم از نمودار نتایج به دست آمده، یک مدل ریاضی استخراج کنیم یا ممکن است از یک معادله برای پیش‌بینی نتایج آزمایش بهره بگیریم.

رابطه خطی: اگر رابطه بین دو متغیر به یک نمودار به صورت یک خط راست منجر شود، می‌گوییم بین دو متغیر رابطه خطی وجود دارد. رابطه‌های خطی بین دو متغیر را می‌توان با معادله $y=mx+b$ توصیف کرد. در این رابطه m و b ثابت هستند. برای مثال، نمودار ۱۳ چگونه تغییر طول فنر را به ازای وزنه‌های متفاوتی که به آن آویزان می‌شود، نشان می‌دهد. اگر طول عادی فنر و شیب خط را بدانیم، از روی نمودار یا معادله می‌توان به سادگی طول فنر را برای هر وزنه‌ای که به آن آویزان می‌شود به دست آورد.

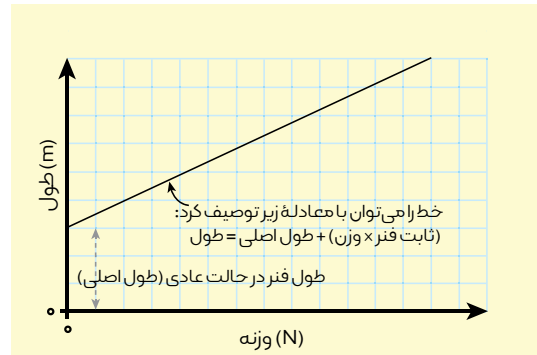
ارزیابی‌ها

همواره لازم است نتایج آزمایش‌های خود را ارزیابی کنیم تا ببینیم نتایج به دست آمده تا چه حد قابل اعتمادند. نتایج آزمایش باید معتبر باشند و نتیجه‌گیری‌ها باید بر اساس داده‌های با کیفیت بالا صورت گرفته باشند. ارزیابی همچنین ممکن است نشان دهد که چگونه می‌توان روش انجام آزمایش را بهبود بخشید.

کیفیت داده‌ها: داده‌های خوب هم صحت دارند و هم دقت. شما می‌توانید کیفیت داده‌های خود را با تکرار یک آزمایش ارزیابی کنید، اما گاهی با مشاهده دقیق نتایج نیز ممکن است متوجه شوید. نمودارهای ۱۰ تا ۱۲ مربوط به آزمایش اندازه‌گیری کشیدگی فنری است که وزنه‌هایی با جرم متفاوت را به آن آویزان کرده‌ایم.

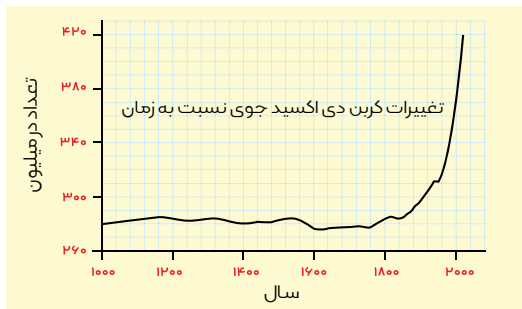


شکل ۲. اثر گلخانه‌ای

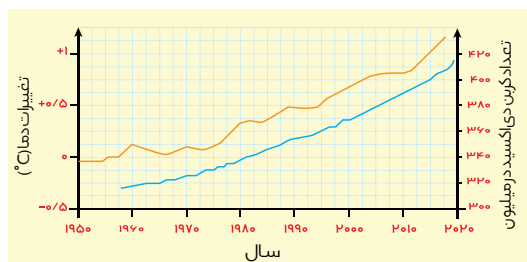


نمودار ۱۳. چگونگی تغییر طول فنر به ازای وزنه‌های متفاوت

از حباب‌های هوا که در لایه‌های یخی باستانی به دام افتاده‌اند، اندازه‌گیری کرد. این مطالعات نشان می‌دهند که مقدار CO_2 تا حدود ۲۰۰ سال پیش، یعنی زمانی که استفاده از سوخت‌های فسیلی به سرعت افزایش می‌یافت، تقریباً ثابت بود. برای درک بهتر موضوع، همه این داده‌ها را می‌توان به کمک نمودار نشان داد (نمودارهای ۱۴ و ۱۵).



نمودار ۱۴



نمودار ۱۵

پی‌نوشت‌ها

1. correlation
2. nonlinear graphs

رابطه‌ها و نمودارهای غیر خطی

«نمودار غیر خطی»^۲ نموداری است که خط مستقیم نباشد. یک نمودار غیر خطی را می‌توان با یک معادله توصیف کرد. در واقع هر معادله‌ای که دو متغیر x و y را به هم مرتبط می‌کند و نمی‌توان آن‌ها را به صورت $y=mx+b$ مرتب کرد، یک نمودار غیر خطی را توصیف می‌کند. وقتی از نمودارهای غیر خطی استفاده می‌کنیم که مقدارهای مربوط به هر دو محور به طور مداوم تغییر می‌کنند. در علوم معمولاً یکی از متغیرها زمان است که آن را روی محور x در نظر می‌گیریم.

اثر گلخانه‌ای؛ بررسی یک مثال از زندگی روزمره

دلیل اصلی تغییرات اقلیمی و آلودگی‌های جوی به گازهای گلخانه‌ای، مانند CO_2 که ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی و گاز متان حاصل از کشاورزی است، باز می‌گردد. این گازها گرمای تابش شده از سطح زمین را جذب می‌کنند و دوباره آن را به هوای پیرامون سطح زمین می‌تابانند و جو را گرم‌تر می‌کنند (مشابه حالتی که گرمای موجود در یک گلخانه، توسط شیشه‌های آن به دام می‌افتد). بدون هیچ گونه اثر گلخانه‌ای، زمین برای بیشتر جان‌داران بسیار سرد خواهد بود. با این حال، فعالیت‌های انسانی این اثر را بیش از حد افزایش داده است. شکل ۲ اثر گلخانه‌ای را به طور طرحوار نشان می‌دهد.

ه‌گیری مقدار CO_2 در جو نشان می‌دهد که تعداد آن در هر یک میلیون ذره موجود در جو زمین، به شدت در حال افزایش است. مقدار CO_2 در گذشته‌های دور را می‌توان با نمونه‌برداری