

## آزمون‌های ناپارامتریک :

در مواردی که توزیع داده‌ها نرمال نیست یا بطور کلی مشخص نیست می‌توان از روش‌های ناپارامتریک استفاده کرد.

آزمون مربوط به میانگین یک جمعیت :

$$\left\{ \begin{array}{l} H_0: \mu = \mu_0 \\ H_1: \mu \neq \mu_0 \end{array} \right.$$

بدون فرض نرمال بودن توزیع جمعیت، می‌توان از آماره‌های  $Z$  و  $t$  استفاده کرد. برای این منظور از آزمون علامت و رتبه علامتدار ویلکاکسون استفاده می‌کنیم (به درس ناپارامتریک مراجعه شود).

وقتی توزیع جمعیت نرمال بود از تابع  $t$ -test می‌توانستیم استفاده کنیم.

اما حال بدون فرض نرمال بودن و برای انجام این آزمون باید از تابع

$wilcox.test()$  استفاده می‌کنیم. فرم کلی این تابع به صورت زیر است :

$wilcox.test(x, y = \text{Null}, \text{alternative} = c(\text{"two-sided"}, \text{"less"}, \text{"greater"}), \text{mu} = 0, \text{paired} = \text{FALSE}, \text{Conf. Level} = 0.95)$

مثال :  $x = C(14, 18, 11, 12, 19, 16, 17, 10)$

$wilcox.test(x, \text{mu} = 13) \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} H_0: \mu = 13 \\ H_1: \mu \neq 13 \end{array} \right.$

خبرین : در مجموعه داده آماده `airquality` در `R` که مربوط به کیفیت هوا در

شهر نیویورک است، بررسی کنید آیا میانگین متغیر `Ozone` در این مجموعه،

باید یا  $\mu_0$  هست یا خیر؟! (فرض نرمال بودن متغیر `Ozone` در قرار نیست)

$$\left\{ \begin{array}{l} H_0: \mu_{\text{Ozone}} = 30 \\ H_1: \neq 30 \end{array} \right.$$

آزمون‌های مربوط به مقایسه میانگین‌های زوجیت :  
الف - آزمون‌های مورد بررسی در زوجیت زوی باشند.

وقتی فرض نسیال بودن توزیع زوجیت برقرار نیست و متغیرهای  $X$  و  $Y$  زوی هستند،

به دو طریق می‌توان آزمون مقایسه میانگین بین زوجیت زوی را انجام داد :  
روش اول :

$$> x = C(14, 6, 18, 9, 11, 3, 12, 5)$$

$$> y = C(19, 0, 18, 4, 17, 8, 10, 3)$$

$$> wilcox.test(x, y, Paired = T, mu = 3, alternative = "less")$$

$$\begin{cases} H_0: \mu_x - \mu_y \geq 3 \\ H_1: \mu_x - \mu_y < 3 \end{cases} \quad \text{بررسی فرقی}$$

روش دوم :

$$> d = x - y$$

$$> wilcox.test(d, mu = 3, alternative = "less")$$

ب - آزمون‌های مورد بررسی در زوجیت مستقل باشند.

برای انجام این آزمون از آماره ویلکاکسون (مقابل آن من و ویستی) استفاده می‌کنیم. این آزمون با استفاده از تابع  $wilcox.test()$  صیبر است.

$$> wilcox.test(x, y, mu = 3) \rightarrow \begin{cases} H_0: \mu_x - \mu_y = 3 \\ H_1: \mu_x - \mu_y \neq 3 \end{cases}$$

همین آد اطلاعات بصورت زیر باشد داریم :

$x$	class
14	1
6	1
...	...
19	2
0	2
...	...

$$\Rightarrow > wilcox.test(x \sim class, data = M)$$

آزمون مربوط به مقایسه میانگین های k-جهت مستقل:

آدم بخواهیم میانگین بیش از دو جهت مستقل را با هم مقایسه کنیم با فرض اینکه توزیع جهت ها از نرمال پیروی نمی کنند، از آماره کروستال والیس استفاده می کنیم.  
 برای انجام این آزمون در R، از تابع ( kruskal.test ) استفاده می کنیم.

> M

y	Class
16.8	a
30.4	a
⋮	
37.2	b
35.3	b
⋮	⋮
41.8	c
24.8	c
⋮	⋮

> kruskal.test ( y ~ class , data = M )

این آزمون بررسی می کند آیا میانگین متغیر y در هر یک از سطوح مختلف class با هم برابر هستند یا خیر.

$$H_0: \mu_a = \mu_b = \mu_c$$

**سوال ۱:** پژوهشگر حقیقی می‌خواهد بررسی کند آیا مصرف قهوه منصفانه بر روی فشارخون افراد تأثیر دارد یا نه؟! بدین منظور ابتدا فشارخون اولیه ۷ خانم ثبت شده است. بعد از اینکه خانم‌ها برای مدت شش ماه مرتباً قهوه‌ها را مصرف کردند، فشارخون آنها دوباره ثبت می‌شود. بدون فرض نداشتن بودن بررسی کنید آیا مصرف قهوه بر روی فشارخون افراد مؤثر بوده یا خیر.

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
فشارخون قبل از مصرف قهوه	۷۰	۸۰	۷۲	۷۴	۷۴	۸۲	۷۴
بعد ۶ ماه	۶۸	۷۲	۶۲	۷۰	۵۸	۶۴	۷۴

ب- بررسی کنید آیا مصرف قهوه باعث تقلیل فشارخون افراد شده یا خیر؟!

**سوال ۲:** به منظور مقایسه دو برنامه جهت آموزش کارگران صنعتی برای انتخاب آگاری تحقیقی، ۲۰ کارگر در آزمایشی شرکت داده می‌شوند. از بین آنها به طور تصادفی ۱۰ نفر را برای آموزش به وسیله روش ۱ انتخاب می‌کنند، ۱۰ نفر بقیه را با روش ۲ آموزش می‌دهند. پس از برگزینی حد آزمون نتایج به صورت زیر ثبت شده اند. بررسی کنید آیا بین دو روش آموزشی تفاوت معنایی وجود دارد؟! (فرض نداشتن بودن داده‌ها برقرار نیست)

روش ۱	۱۵	۲۰	۱۱	۲۳	۱۴	۲۱	۱۸	۱۴	۲۷	۲۴
روش ۲	۲۴	۳۱	۱۴	۱۹	۲۳	۱۷	۲۸	۲۴	۲۵	۲۸

**سوال ۳:** معیوه ماده آماده CO<sub>2</sub> در R با در نظر بگیرد. این معیوه ماده مربوط به جذب دی اکسید کربن در گیاهان علفی است. (فرض نداشتن بودن برقرار نیست)

الف- بررسی کنید آیا میزان جذب دی اکسید کربن (uptake) در دو منطقه کبک و میسیسیپی (Type) یکسان است.  
 ب- بررسی کنید آیا میزان جذب دی اکسید کربن در ارتفاع گیاهان (plant) یکسان است؟