

با سلام و احترام،

ادامه فصل بیستم و ششم: آزمون ناپارامتریک

آزمون با دو نمونه مستقل

آزمون‌های ناپارامتریک برای دو نمونه مستقل برای تعیین اینکه مقادیر یک متغیر خاص بین دو گروه متفاوت

روش‌های دو نمونه مستقل

وقتی می‌خواهید اختلاف بین دو گروه را بررسی کنید، آزمون نمونه‌های مستقل **T** به طور طبیعی به ذهن می‌رسد. به رغم سادگی، قدرت و استحکام آن، آزمون نمونه‌های مستقل **T** موقعی که برخی فرضیات معیار با هم تلافی نکنند بی‌اعتبار می‌باشد. این فرضیات حول پارامترهای متغیر آزمون (در این مورد، میانگین و واریانس) و توزیع خود متغیر متمرکز می‌شود.

مهمتر از اینکه، آزمون **t** فرض می‌کند که میانگین نمونه یک شاخص معتبر مرکزی است. مادامی که میانگین معتبر است. و فاصله بین تمام مقادیر کمی (**Scale**) مساوی است می‌توان از آزمون **t** استفاده کرد ولی موقعی که متغیر آزمون ترتیبی (**Ordinal**) است مسئله از نوع دیگر می‌باشد. چون در متغیرهای کمی ترتیبی، فاصله بین مقادیر اختیاری (نامساوی) است. از این گذشته، چون واریانس با استفاده از فاصله‌های مربع شده از میانگین محاسبه می‌شود، این نیز در صورتی که فاصله‌ها اختیاری باشند غیرمعتبر است. در آخر، حتی اگر میانگین، یک شاخص مرکزی معتبر باشد، توزیع متغیر آزمون ممکن است طوری غیرنرمال باشد که شک شما را نسبت به هر آزمونی که نرمال بودن درباره آن فرض شده است برانگیزد.

اگر هر کدام از این شرایط برای تحلیل شما صحیح باشد، باید از دستورالعمل ناپارامتریکی که برای تفاوت بین گروه طراحی شده است استفاده نمایید. به آن ناپارامتریک می‌گویند چون هیچ فرضی درباره پارامترهای توزیع وجود ندارد، همچنین هیچ فرضی مبنی بر استفاده از هر توزیع خاص وجود ندارد. دو آزمون ناپارامتریک عمومی موقعیت (گرایش به مرکز) آزمون‌های **Mann-Whitney** و **Wilcoxon** و یک آزمون موقعیت و شکل یعنی آزمون دو نمونه‌ای **Kolmogorov-Smirnov** را شرح می‌دهیم.

آزمون‌های من - ویتنی و ویلکاکسون

با این آزمون‌ها می‌توانید فرضیه صفری که می‌گوید دو نمونه مستقل از جمعیت یکسان نتیجه می‌شود بررسی نمایید. امتیاز این آزمون نسبت به آزمون نمونه‌های مستقل **t** این است که در اینجا نرمال بودن فرض نشده است و از متغیرهای ترتیبی برای آزمون می‌توان استفاده کرد.

زیرا میانگین متغیری که در قیاس ترتیبی اندازه‌گیری شده باشد، به علت یکسان نبودن فاصله واحدها، معنی و مفهوم واقعی میانگین را نخواهد داشت (البته می‌توان میانگین رتبه‌ها را به دست آورد). بنابراین به طور دقیق نمی‌توان برای مقایسه دو گروه مستقل از آزمون **t** استیودنت استفاده نمود. بدین جهت آزمون من - وایتنی جایگزین آزمون **t** می‌شود.

این آزمون برای تشخیص تفاوت بین دو جامعه با استفاده از نمونه‌های تصادفی که از همان جامعه انتخاب شده است و در صورتی که مقیاس اندازه‌گیری صفت متغیر مورد مطالعه به صورت مقیاس ترتیبی باشد، به کار برده می‌شود. در واقع هدف آن است که معلوم شود آیا دو جامعه مربوطه از لحاظ وضع تمرکز با هم فرق معنی‌دار دارند؟ و یا اینکه اختلاف موجود بر اثر شانس و تفاوت به وجود آمده است.

آزمون دو نمونه‌ای کولموگروف - اسمیرنوف

با این آزمون می‌توانید فرضیه صفری که می‌گوید دو نمونه توزیع یکسان دارند بررسی نمایید. در مورد متغیر آزمون فرض بر این است که پیوسته باشد، با این وجود تابع توزیع تراکم (CDF) می‌تواند هر شکلی را فرض نماید.

علاوه بر خروجی استاندارد، آزمون‌های من - ویتنی و ویلکاکسون و دو نمونه‌ای کولموگروف - اسمیرنوف، آماره‌های توصیفی و یا چارک‌های متغیر آزمون را نشان می‌دهند.

استفاده از آزمون من - ویتنی برای بررسی نتایج ترتیبی

برای انجام آن ابتدا مقادیر موجود را به صورت یک جا و صرفنظر از جامعه‌ای که مقادیر به آن تعلق دارند، رتبه‌بندی می‌کنیم. سپس، مجموع رتبه‌های اختصاص یافته به هر یک از دو جامعه (گروه) را به طور جداگانه به دست می‌آوریم. معمولاً گروه کوچکتر (جامعه با حجم کمتر) را با اندیس یک و گروه بزرگتر را با اندیس دو نشان می‌دهیم. بنابراین، مجموع رتبه‌های گروه کوچکتر را با **R1** و مجموع رتبه‌های گروه بزرگتر را با **R2** نشان می‌دهیم. البته معمولاً تنها محاسبه **R1** الزامی بوده و نیازی به محاسبه **R2** نمی‌باشد. اگر تعلق داشتن به هر یک از دو گروه، تأثیری بر مجموع رتبه‌ها نداشته باشد، انتظار می‌رود که مجموع رتبه‌ها در هر دو جامعه یکسان باشد. اگر چنین باشد آنگاه می‌توان نتیجه گرفت که میانه صفت موردنظر در دو جامعه یکسان است.

پزشکان به طور تصادفی بیماران مرد سکته مغزی را مورد مداوای فیزیکی یا مداوای فیزیکی به همراه مداوای روانی قرار دادند. بعد از سه ماه، آزمون من - ویتنی برای مقایسه میزان توانایی بیماران در انجام فعالیت‌های روزمره به کار گرفته شد.

از این آزمون برای تعیین تفاوت این دو گروه استفاده نمایید.

شروع تحلیل

۱. مسیر **Analyze > Nonparametric Tests > Legacy Dialogs > 2 Independent Samples** را برای شروع تحلیل برگزینید.
۲. **Housekeeping ADL**، **Cooking ADL**، **Travel ADL** و **Housekeeping ADL** را به عنوان متغیرهای آزمون برگزینید.
۳. **Treatment group** را به عنوان متغیر گروه‌بندی برگزینید.
۴. دکمه **Define Groups** را کلیک کنید.
۵. **0** را برای گروه **1** و **1** را برای گروه **2** تایپ نمایید.
۶. دکمه **Continue** را کلیک کنید.
۷. **Ok** را در کادر محاوره **Two - Independent – Samples Tests** را کلیک کنید.

جدول رتبه

چون متغیرهای آزمون، ترتیبی (**ordinal**) فرض شده‌اند، آزمون‌های من - ویتنی و ویلکاکسون بر رتبه‌های مقادیر اصلی بنا شده‌اند و برخود مقادیر بنا نشده‌اند.

جدول رتبه بر سه بخش تقسیم شده است، هر بخش برای یک متغیر آزمون **(a)**.

اولین متغیر آزمون یعنی **ADL** شیوه حضور فرد در جامعه را اندازه‌گیری می‌گیرد.

گزینه پاسخگویان آن از **0** تا **4** است، که در آن **0 = Same as before illness** و **4 = Bedridden**. همه

46 زن در گروه کنترل و همه **54** زن در گروه رفتار، داده‌های معتبری را برای این متغیر فراهم می‌آورند **(b)**.

اول، هر مورد بدون توجه به گروه عضویت رتبه‌بندی شده است. موارد بسته به یک ارزش خاص، رتبه متوسطی

برای آن ارزش دریافت می‌کنند بعد از رتبه‌بندی موارد، رتبه‌ها با گروه‌ها جمع می‌شوند **(c)**.

میانگین رتبه‌ها برای تفاوت‌های تعداد بیماران هر دو گروه تنظیم شده است. اگر گروه‌ها فقط به صورت تصادفی متفاوت باشند، میانگین رتبه‌ها باید حدوداً مساوی باشد. در مورد **Travel ADL** میانگین رتبه‌ها حدود ۹ نقطه جدا می‌باشند (d).

متغیرهای آزمون **Cooking ADL** و **Housekeeping ADL** شامل داده‌های غیرمعتبر (missing) می‌باشند. برای این متغیرها، گزینه پاسخ **Never did any = 4** می‌باشد. بنابراین، این مقادیر کمی (Scale) به همه بیماران اعمال نمی‌شود (e).

با این وجود، برای آنهایی که اعمال شده است، اختلافاتی حدود 12 تا 13 نقطه بین میانگین رتبه‌های گروه‌های رفتار و کنترل وجود دارد (f).



	Treatment group	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Travel ADL	Control	46	55.67	2561.00
	Treatment	54	46.09	2489.00
	Total	100		
Cooking ADL	Control	28	49.50	1381.00
	Treatment	47	37.74	1774.00
	Total	75		
Housekeeping ADL	Control	25	49.19	1221.50
	Treatment	47	35.78	1681.50
	Total	72		

جدول آزمون‌های من - ویتنی و ویلکاکسون

محاسبه آماره **U**، ساده (ولی خسته کننده) می‌باشد. برای هر مورد در گروه 1، تعداد موارد در گروه 2 با بزرگترین رتبه حساب می‌شود. هم رتبه‌ها (tied) به صورت 1/2 در نظر گرفته می‌شوند. این پروسه برای گروه 2 هم تکرار می‌شود. آماره **Mann - Whitney U** که در جدول نمایش داده شده است کوچکترین این دو مقدار است (a).

	Travel ADL	Cooking ADL	Housekeeping ADL
Mann-Whitney U	1004.000	646.000	553.500
Wilcoxon W	2489.000	1774.000	1381.500
Z	-1.711	-2.310	-2.700
Asymp. Sig. (2-tailed)	.087	.021	.007

آماره **Wilcoxon W** کوچکترین مجموع دو رتبه ظاهر شده برای هر گروه در جدول رتبه می‌باشد. مقادیر نمایش داده شده در اینجا مجموع رتبه برای گروه رفتار هستند (b).

یک شکل خوب از آزمون‌های من - ویتنی و ویاکاکسون آماره Z و توزیع نرمالی است که یک برآورد خیلی عالی به صورت اندازه نمونه می‌باشد که در هر گروه تا ۱۰ افزایش می‌یابد. آماره‌های Z منفی نشان می‌دهند که جمع‌های رتبه‌ای کمتر از مقادیر مورد انتظارشان هستند. به طور معنی‌داری جمع‌های رتبه‌ای پایین‌تر گروه رفتاری به پزشکان نشان می‌دهد که روان درمانی تأثیر مفیدی روی برخی فعالیت‌های روزانه مثل پخت و پز و شست‌وشو دارد.

استفاده از آزمون دو نمونه‌ای کولموگروف - اسمیرنوف برای مقایسه توزیع‌ها

کاربرد این آزمون موقعی است که دو نمونه داشته باشیم و بخواهیم اندازه بین آن دو نمونه را با هم مقایسه کنیم. در واقع، این آزمون به ارزیابی هم قواری متغیرهای رتبه‌ای در دو نمونه مستقل و یا غیر مستقل می‌پردازد.

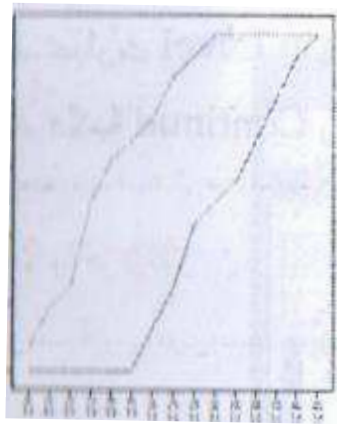
آزمون کولموگروف - اسمیرنوف با مقایسه توابع توزیع تجمعی یک متغیر در بین دو گروه، به شناسایی تفاوت تابع این دو گروه به لحاظ شکل یا موقعیت (**Shape or Location**) می‌پردازد. در این آزمون، چنانچه مقدار معنی‌داری از **0.05** کوچکتر باشد، نشانگر آن است که دو گروه مورد مقایسه یا از نظر شکل و یا از نظر محل با هم تفاوت دارند.

یک کشاورز دو نوع غله با سطح آفلاکسین زیر **20PPb** دارد که برای مصرف مشتریان بی‌خطر می‌باشد. چون آفلاکسین در سرتاسر محصولات به طور گسترده پخش می‌باشد، او می‌خواهد بین سطوح آفلاکسین در هر محصول مقایسه‌ای انجام دهد.

از آزمون دو نمونه‌ای کولموگروف - اسمیرنوف برای تعیین اینکه آیا توزیع آفلاکسین به طور معنی‌داری بین دو محصول ایمن متفاوت است استفاده نمایید.

آماده کردن داده‌ها

همانطور که نمودار خطی نشان می‌دهد، محصولات موقعیت‌های کاملاً متفاوتی دارند. مادامی که این نکته برای پردازشگر مهم نباشد، آزمون **Kolmogorov- Smirnov** نسبت به اختلافات در موقعیت و شکل حساس می‌باشد. متمرکز کردن (**Centering**) روشی برای حذف کردن تأثیر موقعیت متغیر از تحلیل می‌باشد. این روش‌ها با کم کردن موقعیت (اغلب میانگین، اما برخی اوقات میانه یا برخی از کمیت‌های گرایش به مرکز دیگر) آن از هر یک از مقادیر متغیر حاصل می‌شود هر محصول دور میانگین خودش آن اختلاف را از بین خواهد برد و امکان مقایسه اشکال آن را فراهم می‌آورد.



۱. برای تمرکز **Aflatoxin PPB** مسیر **Transform > Compute Variable** را از منوی اصلی **Data Editor** برگزینید.
۲. **Ctrltoxin** را به عنوان متغیر هدف تایپ نمایید.
۳. دکمه **Type & Label** را کلیک کنید.
۴. عبارت **Centered aflatoxin Level** را برای عنوان تایپ کنید.
۵. دکمه **Continue** را کلیک کنید.
۶. دکمه **If** را در کادر محاوره **Compute Variable** کلیک کنید.
۷. گزینه **Include if Case Satisfies Condition** را انتخاب نمایید.
۸. عبارت **yield = 4** را در ناحیه عبارت نویسی تایپ نمایید.
۹. دکمه **Continue** را کلیک کنید.
۱۰. سطح آفلاکسین میانگین مربوط به محصول **4** برابر **14.6875** می باشد، بنابراین عبارت **toxin - 14.6875** را در ناحیه عبارت نویسی وارد کنید.
۱۱. **Ok** را کلیک کنید.

این فرآیند از محصول **4** مراقبت می کند، اما محصول **8** می ماند.

۱۲. کادر محاوره **Compute Variable** را فراخوانی کنید.
۱۳. آزمون **If** این کادر محاوره را کلیک کنید.
۱۴. عبارت **Yield = 8** را در ناحیه عبارت نویسی تایپ نمایید.
۱۵. دکمه **Continue** را کلیک کنید.
۱۶. عبارت **toxin - 8.4375** را در عبارت نویسی وارد کنید.
۱۷. **Ok** را کلیک کنید.

۱۸. **Ok** را در کادر محاوره **IBM SPSS for Windows** کلیک کنید تا تمرکز متغیر کامل شود.

شروع تحلیل

۱. مسیر **Analyze > Nonparametric Tests > Legacy Dialogs > 2 Independent Samples** را از منوی اصلی برگزینید.
۲. **Aflatoxin PPB** و **Centered aflatoxin Level** را به عنوان متغیرهای آزمون برگزینید.
۳. گزینه **Mann – Whitney U** را غیر فعال کرده، و **Kolmogorov- Smirnov Z** را فعال کنید.
۴. **Corn yield** را به عنوان متغیر گروه‌بندی برگزینید.
۵. دکمه **Define Group** را کلیک کنید.
۶. عدد **4** را برای گروه **1** و **8** را برای گروه **2** تایپ نمایید.
۷. دکمه **Continue** را کلیک کنید.
۸. **Ok** را در کادر محاوره **Two - Independent – Samples Tests** را کلیک کنید.

جدول دو نمونه‌ای فراوانی K – S

جدول فراوانی تأیید می‌کند که **16** مورد برای هر محصول غله وجود دارد. در این مثال، اندازه‌های نمونه دو گروه مساوی هستند، هر چند این لازم نیست.

	Corn Yield	N
Aflatoxin PPB	4	16
	8	16
	Total	32
Centered toxin level	4	16
	8	16
	Total	32

جدول آزمون دو نمونه‌ای K – S

سه ردیف اول جدول آزمون در ذیل مقوله عمومی **Most Extreme Differences** قرار گیرد. اختلافات اشاره شده، بزرگترین نقاط مثبت و منفی دیورژانس بین **CDFs** دو توزیع نمونه‌ها می‌باشد (a).
 اولین مقدار اختلاف، که با **Absolute** نشان داده شده است، اختلاف مقادیر مثبت و منفی است که مستقیماً در زیر آن نوشته شده است. این مقدار ضرورت خواهد داشت که آماره آزمون را محاسبه نماید (b).

اختلاف مثبت (Positive) نقطه‌ای است که CDF مربوط به محصول 8 از CDF مربوط به محصول 4 با بیشترین مقدار تجاوز می‌نماید. در این صورت 0 می‌باشد، به این معنی که توزیع آفلاکسین در محصول 8 هرگز از محصول 4 تجاوز نمی‌نماید (c). در نقطه مقابل، اختلاف منفی (Negative) نقطه‌ای است که CDF مربوط به محصول 4 از CDF مربوط به محصول 8 یا بیشترین مقدار تجاوز نماید (d).

آماره Z یک تابع ترکیبی از اندازه نمونه و بزرگ‌ترین تفاضل مطلق بین دو تابع توزیع تراکمی می‌باشد (e).

احتمال آماره Kolmogorov-Smirnov Z کاملاً در زیر 0.05 می‌افتد. با آن استاندارد، توزیع‌های دو محصول به طور معنی‌داری از هر کدام دیگر تفاوت دارد (f).

از طرف دیگر، آماره Z و سطح معنی‌دار مرتبط با Centered toxin Level Confirm که شکل دو توزیع است به طور معنی‌داری متفاوت نیستند (g).

از این جدول می‌توان نتیجه گرفت که اختلاف معنی‌داری بین دو توزیع فقط منجر به موقعیت‌های متفاوت آن دو روی متغیر کمی (Scale) می‌شود، نه روی هر اختلافی در شکل.



		Aflatoxin PPB	Centered toxin level
a Most Extreme Differences	Absolute Positive	b 688	188
	Absolute Negative	c 000	188
	Kolmogorov-Smirnov Z	d 688	-125
Asymp. Sig. (2-tailed)		e 1.945	g 530
		f 001	941

ادامه فصل ۲۶ را در مرجع کاربردی SPSS 20 (49) دنبال نمایید.



Telegram.me/iepnu
 کانال تخصصی مهندسی صنایع دانشگاه پیام نور