

نامه به سردبیر

قسمت اول

چگونه در مقاله ی خود، تحلیل واریانس و کواریانس را گزارش کنیم؟

دکتر شهرام وزیری^۱

نگارش و گزارش یک پژوهش علمی در عین سادگی، دقت بیش از اندازه ای را طلب می کند. چیره نبودن در گزارش و زبان آماری لازم برای ارایه ی یافته ها، از مهمترین مسایلی است که پژوهشگران با آن مواجه اند. در این نوشته، برای ارایه ی یک چارچوب نسبتاً استاندارد، روش گزارش یافته های حاصل از تحلیل های واریانس و کواریانس برای پژوهشگران، به ویژه نویسندگان فصل نامه ی علمی - پژوهشی اندیشه و رفتار در روان شناسی بالینی ارایه شده است. تحلیل واریانس ها از هر نوعی که باشد، مجموعه ای از روش های آماری است که طی آن مجموع مجذورات کل به مولفه هایی که با منابع خاصی مربوط است تجزیه می شود تا معلوم شود کدامیک از منابع تغییر، موثر است و اثر کدامیک از منابع تغییر، ناچیز و قابل چشم پوشی است. در تحلیل واریانس، عامل^۲ متغیری است که در یک مطالعه به کار می رود. این متغیر می تواند مجموعه ای از حالات و طبقات وابسته به هم باشد که آنها را سطح^۳ می نامند. طرح، می تواند یک عامل یا بیش از یک عامل داشته باشد. برخی از عاملها فقط بین موردها^۴ یا آزمودنی ها قابل مطالعه است مانند وزن، هوشبهر یا میزان افسرگی و همانند آنها، در این شرایط یک فرد در سطوح متفاوتی قابل قرار دادن نیست. جنسیت، مثال واضحی برای این منظور است چون به طور معمول، یک نفر یا زن است یا مرد و فقط تحت یک حالت یا سطح آزمون می شود در حالی که برخی از عوامل، امکان مطالعه ی درون موردی^۵ یا درون آزمودنی را فراهم می کنند؛ مثلاً یک فرد می تواند ۵ اندازه ی مختلف از یک داروی ضد افسرگی را دریافت و مورد آزمون قرار گیرد. در اینگونه مطالعات، هر مورد یا فرد فقط تحت یک حالت یا سطح آزمون نمی شود. بر اساس آنچه گفته شد، هر تحلیل واریانسی می تواند عوامل بین آزمودنی ها، درون آزمودنی ها

۱. دپارتمان روان شناسی بالینی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن، رودهن، ایران vaziri@riau.ac.ir

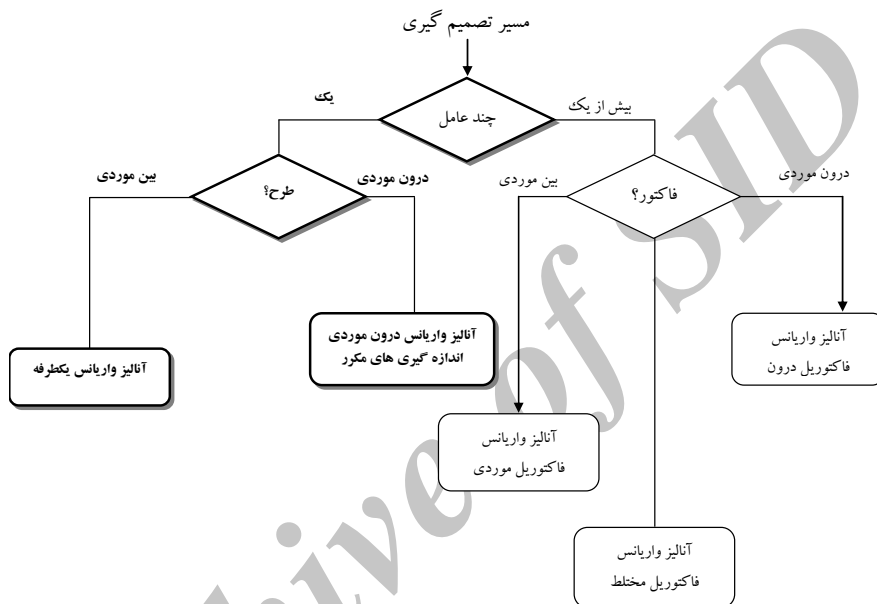
2. factor

3. Level

4. between subject

5. within group

یا ترکیب این دو را به عنوان یک شرایط مختلط با یک یا بیش از یک فاکتور بررسی کند. هر یک از این وضعیت ها بر اساس مدل های متفاوتی از داده ها بوده و نیاز به آزمون های متفاوت دارد. در ادامه، درخت تصمیم گیری برای استفاده از تحلیل های عاملی را ارائه کرده ایم.



در این نوشتار، شیوه ی گزارش هریک از روشهای گفته شده را به ترتیب ارائه کرده ایم:

۱: کاربرد و گزارش تحلیل واریانس یک عاملی با تاکید بر مطالعه ی بین آزمودنی ها

فرض کنید، از بین دانشجویان سال اول، سوم، پنجم و هفتم رشته ی پزشکی یک دانشگاه، یک کلاس و از هر کلاس، ۷ نفر به تصادف انتخاب و آنها را از نظر مهارت های همدلی مورد آزمون قرار داده ایم. هنگامی که از طرح های تحلیل واریانس استفاده می کنیم، باید مشخص کنیم که طرح دارای چند عامل است، هر عامل چند سطح دارد و هر عامل، درون موردی (آزمودنی) است یا بین موردی (آزمودنی)؟ در مثال بالا، با یک عامل (همدلی) چهار سطح (سال های اول، سوم، پنجم و هفتم) مواجه ایم. در این شرایط برای مقایسه ی میانگین نمرات همدلی باید از روش تحلیل واریانس یک عاملی (یک راه) استفاده کنیم. نتایج حاصل از مثال بالا را در جدول ۱-۲ و مطابق فرم قابل مشاهده در SPSS ارائه کرده ایم. در این جدول، گروهها را با شماره های یک تا چهار

نشان داده ایم؛ یعنی برای معرفی دانشجویان سال اول عدد ۱، برای دانشجویان سال سوم عدد ۲، برای معرفی دانشجویان سال پنجم عدد ۳ و برای سال هفتمی ها عدد ۴ را انتخاب کرده ایم. شرط استفاده از تحلیلهای واریانس این است که (۱) هر نمره ی از نمره دیگر مستقل باشد، (۲) نمره ها در جامعه، نرمال باشد و (۳) واریانسها همگن باشد.

جدول ۱-۲: داده های فرضی پژوهش

	empathy	group
1	8	1
2	9	1
3	8	1
4	8	1
5	9	1
6	7	1
7	8	1
8	9	2
9	6	2
10	7	2
11	8	2
12	7	2
13	9	2
14	8	2
15	7	3
16	7	3
17	8	3
18	6	3
19	7	3
20	6	3
21	5	3
22	4	4
23	7	4
24	5	4
25	5	4
26	5	4
27	5	4
28	9	4

در هر گزارش پژوهشی، ابتدا باید آماره های توصیفی و مهم متغیرها و سطوح آنها را گزارش کنیم؛ با وجود این که در بسیاری از موارد، میانگین، توصیف نسبتا کاملی از مجموعه داده ها ارایه می دهد اما گاهی وجود اطلاعات بیشتر در مورد داده ها ضروری است. یک مفهوم مهم در ارتباط با داده های آماری، میزان تغییرات آنهاست تا معلوم شود اندازه گیری ها تا چه اندازه از فردی به فرد دیگر یا موضوعی به موضوعی دیگر تغییر می کنند. انحراف معیار به عنوان یک معیار پراکندگی، از مهمترین آماره های توصیفی است که در جدول ۲، مولفه های توصیفی اندازه های همدلی در چهار سطح مورد بررسی ارایه شده است:

جدول ۲: آماره های توصیفی همدلی در دانشجویان سالهای اول

سوم، پنجم و هفتم پزشکی

Descriptive Statistics

Dependent Variable: empathy	Mean	Std. Deviation	N
سال اول	8.14	.690	7
سال سوم	7.71	1.113	7
سال پنجم	6.57	.976	7
سال هفتم	5.71	1.704	7
Total	7.04	1.478	28

همانگونه که گفته شد، موضوع همگنی واریانس ها یکی از مباحث دیگری است که با گزارش آن خواننده را از درستی روشی که به کار برده ایم، آگاه می سازیم. در تحلیل واریانس یکراهه

(یک عاملی) همگنی واریانس ها به وسیله ی آماره ی لون^۱ بدست می آید (جدول ۳). آماره ی لون یک مقدار F است که بالا بودن p-value مربوط به آن در ستون sig. از مقدار بحرانی ۰/۰۵، بیانگر آن است که دلیلی برای ناهمگنی واریانس ها وجود ندارد.

جدول ۳: نتیجه ی بررسی همگنی واریانس ها در خروجی SPSS

Test of Homogeneity of Variances			
empathy			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.938	3	24	.150

انجام تحلیل واریانس یک عاملی (یکراهه) SPSS از دو راه ممکن است. در یکی از این راهها که در قسمت مقایسه ی میانگین ها کارگزاری شده است، می توان سرراست از گزینه ی مربوط به آنوای یکراهه^۲ استفاده کرد. خروجی این انتخاب، در جدول ۴ نشان داده شده است. در این جدول اگر مقدار نسبت F کمتر از ۰/۰۵ باشد، F از نظر آماری معنادار خواهد بود. بنابراین باید بنویسیم $(F(۳,۲۴)=۶/۱۱۱; p=۰/۰۰۳)$.

جدول ۴: خروجی نتایج تحلیل واریانس یکراهه در SPSS برای مقایسه ی همدلی دانشجویان سال اول، سوم، پنجم و هفتم پزشکی

ANOVA					
empathy					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	25.536	3	8.512	6.111	.003
Within Groups	33.429	24	1.393		
Total	58.964	27			

همانگونه که مشاهده می شود، F محاسبه شده (۶/۱۱۱) معنادار است ($p=۰/۰۰۳$) اما از این مسیر معمولاً ابتدا را بدست نمی آوریم و متخصصان معمولاً در استفاده از ANOVA از مسیر معمول univariate استفاده می کنند. این مسیر^۳، امکان دسترسی به اطلاعات بیشتری را فراهم می کند که این برون داد را در جدول ۵ ارایه کرده ایم در این جدول، گزارش تخمین اندازه ی اثر، باعث

1. Leven

2. One-Way ANOVA

3. General Factorial

فراهم آمدن تصویری از میزان اثر شده است. در اینجا نیز تحلیل واریانس به نتیجه ی مشابهی می رسد ($F(3,24)=6/111$; $p=0/003$).

جدول ۵: خروجی نتایج تحلیل واریانس یکراهه در SPSS برای مقایسه ی همدلی دانشجویان سال اول، سوم، پنجم و هفتم پزشکی

Tests of Between-Subjects Effects								
Dependent Variable: empathy								
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power ^b
Corrected Model	25.536 ^a	3	8.512	6.111	.003	.433	18.333	.927
Intercept	1386.036	1	1386.04	995.103	.000	.976	995.103	1.000
group	25.536	3	8.512	6.111	.003	.433	18.333	.927
Error	33.429	24	1.393					
Total	1445.000	28						
Corrected Total	58.964	27						

a. R Squared = .433 (Adjusted R Squared = .362)
 b. Computed using alpha = .05

جدول ۶: برونداد مربوط به مقایسه ی دو به دوی نمرات همدلی دانشجویان سال اول، سوم، پنجم و هفتم پزشکی

Multiple Comparisons: empathy, LSD							
(I) group	(J) group	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval		
					Lower Bound	Upper Bound	
1	2	.43	.631	.503	-0.87	1.73	
	3	1.57*	.631	.020	.27	2.87	
	4	2.43*	.631	.001	1.13	3.73	
2	1	-.43	.631	.503	-1.73	.87	
	3	1.14	.631	.083	-.16	2.44	
	4	2.00*	.631	.004	.70	3.30	
3	1	-1.57*	.631	.020	-2.87	-.27	
	2	-1.14	.631	.083	-2.44	.16	
	4	.86	.631	.187	-.44	2.16	
4	1	-2.43*	.631	.001	-3.73	-1.13	
	2	-2.00*	.631	.004	-3.30	-.70	
	3	-.86	.631	.187	-2.16	.44	

Based on observed means.
 The error term is Mean Square(Error) = 1.393.
 *. The mean difference is significant at the .05 level.

توجه داشته باشید که تنها گزارش تفاوت بین گروهها و یا اثر معنادار شرایط، برای اتمام گزارش کافی نیست و باید نسبت به مقایسه ی تک تک میانگین ها نیز اقدام کرد. تحلیل واریانس، راهی مشخص برای مقایسه ی تک تک میانگین ها فراهم می کند (جدول ۶). این جدول، نشان می دهد که کدامیک از گروهها یا شرایط به طور معناداری باهم تفاوت دارند.

یافته ها را چگونه گزارش کنیم؟

برای گزارش نتایج تحلیل یک عاملی (یکراهه) می توانید از قالب زیر استفاده کنید:
 برای انجام تحلیل واریانس یک عاملی، ابتدا نرمال بودن و یکسانی واریانس متغیر وابسته از طریق آزمون لون مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به اینکه سطح معناداری مقدار محاسبه شده لون () از $0/05$ بزرگتر است، داده ها مفروضه ی تساوی خطای واریانس ها را زیر سوال نبرده اند ($F=0/72$ ، $p=0/30$ ، $df=1$ و $F=0/085$) و می توان از تحلیل واریانس یک عاملی استفاده کرد. در جدول (۶)، خلاصه ی تحلیل واریانس نمرات ارایه شده است.

جدول : خلاصه ی تحلیل واریانس برای بررسی اثر

منابع تغییر	Ss	df	Ms	F	p	'PES
آزمون						
اثر اصلی گروه ها						
خطای باقیمانده						

همانگونه که در جدول (۶) مشاهده می شود، خلاصه ی تحلیل واریانس بیانگر آن است که اثر..... معنادار است ($Partial\eta^2=0/785$ ، $p<0/05$ ؛ و $F=1$). مقایسه ی دو به دوی گروهها (جدول.....) نشان می دهد..... گروههای... تفاوت معناداری باهم دارند. با توجه به میانگین های مشاهده شده می توان گفت.....

در ادامه ی گزارش نتایج تحلیل واریانس، داده های ارایه شده در نمونه ی مربوط به جدول ۱ و در قالب متن پیشنهاد شده، ارایه شده است:

برای انجام تحلیل واریانس یک عاملی، ابتدا نرمال بودن و یکسانی واریانس متغیر وابسته از طریق آزمون لون مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به اینکه سطح معناداری مقدار محاسبه شده لون ($1/938$) از $0/05$ بزرگتر است، داده ها مفروضه ی تساوی خطای واریانس ها را زیر سوال نبرده اند ($F=0/72$ ، $p=0/30$ ، $df=1$ و $F=0/085$) و می توان از تحلیل واریانس یک عاملی استفاده کرد. در جدول (۶)، خلاصه ی تحلیل واریانس نمرات ارایه شده است.

تحلیل واریانس یک عاملی برای تعیین اینکه آیا نمره های گروهها تفاوت معناداری دارند یا خیر انجام شد. با توجه به اینکه معناداری آماره لون (۱/۹۳۸) از مقدار بحرانی ۰/۰۵، بیشتر است، دلیلی برای ناهمگنی واریانس ها وجود ندارد ($F=۰/۰۸۵$ و $df=۳$ و $p=۰/۱۵۰$).

جدول ۲: خلاصه ی تحلیل واریانس برای بررسی اثر سنوات تحصیلی بر همدلی دانشجویان

پزشکی

منابع تغییر	Ss	df	Ms	F	p	PES
آزمون	۲۵/۵۳۶	۳	۸/۵۱۲	۶/۱۱۱	۰/۰۰۳	۰/۴۳۳
اثر اصلی گروه ها	۳۳/۴۲۹	۲۴	۱/۳۹۳			
خطای باقیمانده	۵۸/۹۶۴	۲۷				

همانگونه که در جدول (۷) مشاهده می شود، خلاصه ی تحلیل واریانس بیانگر آن است که اثر سال در میزان همدلی دانشجویان پزشکی معنادار است ($Partial\eta^2=۰/۴۳۳$ ، $p<۰/۰۰۳$ ؛ $F=۶/۱۱۱$ و $df=۳$). مقایسه ی دو به دوی گروهها (جدول ۸) نشان می دهد اثر سال در همدلی گروههای سال اول و سال پنجم، سال اول و سال هفتم، سال سوم و هفتم، تفاوت معناداری با هم دارند. با توجه به میانگین های مشاهده شده (جدول ۲) می توان گفت هرچه سالهای تحصیلی دانشجویان پزشکی افزایش می یابد از میزان همدلی آنها کمتر می شود.

۲: کاربرد و گزارش تحلیل واریانس یک عاملی با تاکید بر مطالعه ی درون آزمودنی ها

فرض کنید، پژوهشگری می خواهد تاثیر ۳ روش آرمیدگی تحت عنوان آرمیدگی با تنفس عمیق، آرمیدگی با تصویر سازی ذهنی و آرمیدگی با شل سازی تدریجی عضلات را در کاهش تنش عضلانی افراد مقایسه کند؛ در این مثال، متغیر مستقل، نوع آرمیدگی و متغیر وابسته میزان تنش عضلانی است که ۳ دقیقه بعد از شروع آرمیدگی توسط دستگاه تنش سنج نشان داده می شود. از آنجایی که توانایی افراد در آرمیدگی متفاوت است، تصمیم گرفته شد تا هر کدام از آزمودنیها هر سه روش آرمیدگی را انجام دهد. برای خنثی کردن اثر توالی ترتیب، به کار بردن شیوه های آرمیدگی به صورت تصادفی تعیین شد. در این شرایط، پژوهشگر با یک مطالعه ی درون آزمودنی یا درون موردی سروکار دارد. با در نظر گرفتن اینکه در این مثال، پژوهشگر با یک نمره (میزان تنش عضلانی) سروکار دارد، این مثال یک نمونه ی درون آزمودنیهای تک عاملی است که به آن تک عاملی با اندازه های تکراری^۱ یا آزمایش موردها در مقابل کاربندها^۲ می گویند.

1. one-factor experimental with repeated measures
2. subjects by treatments

در این روش، هر فرد شاهد خودش به حساب می آید و آزمودنی ها در واقع با خودشان مقایسه می شوند.

subjects	1	2	3
1	14	12	10
2	16	10	18
3	16	15	20
4	12	10	12
5	21	20	19
6	20	22	25
7	17	16	18
8	18	18	22
9	12	14	17
10	18	20	23

داده های این پژوهش را در جدول ۱-۲ ارائه کرده ایم. در این جدول، روش های آرمیدگی با شماره های ۱ تا ۳ نشان داده شده است؛ یعنی برای نشان دان نمره های آزمودنی ها در آرمیدگی با تنفس عمیق از عدد ۱، آرمیدگی با تصویر سازی ذهنی عدد ۲ و آرمیدگی با شل سازی تدریجی عضلات عدد ۳ استفاده کرده ایم. در جدول ۲-۲

مولفه های توصیفی نمرات تنش عضلانی آزمودنی ها در سه شیوه ی آرمیدگی ارائه شده است.

جدول ۲-۲: مولفه های توصیفی روشهای مختلف آرمیدگی

	Mean	Std. Deviation	N
	18.40	4.648	10
	15.70	4.270	10
	16.40	3.062	10

در گام بعدی، باید نتایج آزمون کرویت موخلی^۱ را مورد دقت قرار دهیم. خروجی این آزمون در جدول ۲-۳ ارائه شده است. در این برون داد اگر آزمون کرویت موخلی معنادار نشود، دلیلی برای ناهمگنی کواریانس وجود نخواهد داشت. در این شرایط، می توان از آزمون F استفاده کرد و اگر آزمون کرویت موخلی معنادار شود، می توانید از آزمون گرین هاوس-گیزر^۲ یا سایر آزمونهای ارائه شده در بخش اپسیلون^۳ این برون داد استفاده کنید.

همانگونه که در جدول ۲-۳ مشاهده می کنید، مقدار محاسبه شده کرویت موخلی (۰/۹۰۹) معنادار نیست ($p=۰/۶۸۴$) پس می توان از آزمون F استفاده کرد. در جدول ۲-۴ جدول آنالیز

واریانس برای عامل درون موردی یا همان درون آزمودنی های شیوه های آرمیدگی ارایه شده است.

جدول ۳-۲: نتایج آزمون کرویت موخلی در مورد همگنی کوواریانس ها

Mauchly's Test of Sphericity ^b						
Measure: MEASURE_1						
Within Subjects Effect	Mauchly's W	Approx. Chi-Square	df	Sig.	Epsilon ^a	
					Greenhouse-Geisser	Lower-bound
relaxation	.909	.760	2	.684	.917	.500

Tests the null hypothesis that the error covariance matrix of the orthonormalized transformed dependent variables is proportional to an identity matrix.

a. May be used to adjust the degrees of freedom for the averaged tests of significance. Corrected tests are displayed in the Tests of Within-Subjects Effects table.

b. Design: Intercept
Within Subjects Design: relaxation

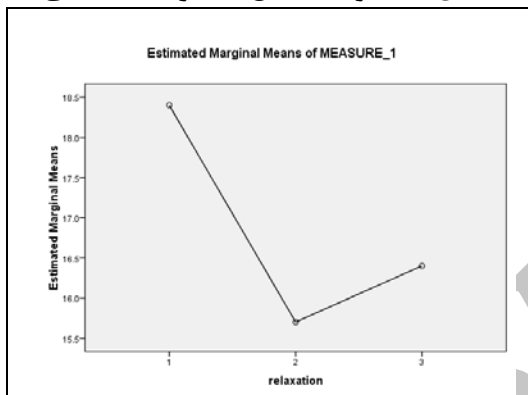
با توجه به اینکه مقدار محاسبه شده $F(4/859)$ معنادار است ($p=0/021$) بنا بر این می توان گفت که شیوه آرمیدگی در نمرات تنش عضلانی افراد موثر است ($Partial\eta^2=0/351, p<0/05$). خروجی نمودار وضعیت میانگین ها در جدول ۵-۲ ارایه شده است. همانگونه که در این جدول مشاهده می شود در شیوه ی دوم یعنی آرمیدگی با تصویر سازی ذهنی، کمترین میزان تنش عضلانی پدید می آید

جدول ۴-۲: جدول آنالیز واریانس برای عامل درون موردی یا همان درون آزمودنی های شیوه های آرمیدگی

Tests of Within-Subjects Effects									
Measure: MEASURE_1									
Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power ^a
relaxation	Sphericity Assumed	39.267	2	19.633	4.859	.021	.351	9.718	.729
	Greenhouse-Geisser	39.267	1.834	21.412	4.859	.024	.351	8.911	.699
	Huynh-Feldt	39.267	2.000	19.633	4.859	.021	.351	9.718	.729
	Lower-bound	39.267	1.000	39.267	4.859	.055	.351	4.859	.503
Error (relaxation)	Sphericity Assumed	72.733	18	4.041					
	Greenhouse-Geisser	72.733	16.505	4.407					
	Huynh-Feldt	72.733	18.000	4.041					
	Lower-bound	72.733	9.000	8.081					

a. Computed using alpha = .05

جدول ۵-۲: نمودار میانگین سه شیوه ی آرمیدگی



برای مقایسه ی بین میانگین های آرمیدگی با تنفس عمیق، آرمیدگی با تصویر سازی ذهنی و آرمیدگی با شل سازی تدریجی عضلات، این میانگین ها را باهم مقایسه می کنیم (جدول ۶-۲).

جدول ۶-۲: مقایسه ی بین میانگین های آرمیدگی با تنفس عمیق، آرمیدگی با تصویر سازی ذهنی و آرمیدگی با شل سازی تدریجی

Pairwise Comparisons

Measure: MEASURE_1

(I) factor1	(J) factor1	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^a	95% Confidence Interval for Difference ^a	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	.700	.775	.390	-1.054	2.454
	3	-2.000	1.011	.079	-4.287	.287
2	1	-.700	.775	.390	-2.454	1.054
	3	-2.700*	.895	.015	-4.725	-.675
3	1	2.000	1.011	.079	-.287	4.287
	2	2.700*	.895	.015	.675	4.725

Based on estimated marginal means

a. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant difference (equivalent to no adjustments).

*. The mean difference is significant at the .05 level.

همانگونه که مشاهده می شود، تنها میانگین های تنش عضلانی در شیوه ی آرمیدگی با تصویر سازی ذهنی و آرمیدگی با شل سازی تدریجی عضلات، تفاوت معناداری با یکدیگر دارند (p=۰/۰۱۵).

یافته ها را چگونه گزارش کنیم؟

برای گزارش نتایج تحلیل واریانس یک عاملی با تاکید بر مطالعه ی درون آزمودنی ها (اندازه گیری های مکرر) می توانید از قالب زیر استفاده کنید:

برای تحلیل واریانس یک عاملی با تاکید بر مطالعه ی درون آزمودنی ها (اندازه گیری های مکرر) ابتدا یکسانی کوواریانس های متغیر وابسته از طریق آزمون کرویت موخلی مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به اینکه سطح معناداری مقدار محاسبه شده کرویت موخلی از ۰/۰۵ بزرگتر است ($p < ۰/۰۵$)، $\chi^2(۲)$ ، $W=۰/۹۰۹$ داده ها مفروضه ی همگنی کوواریانس ها را زیر سوال نبرده اند و می توان از تحلیل واریانس استفاده کرد. در جدول (...)، خلاصه ی تحلیل واریانس نمرات ارایه شده است.

جدول ۷: خلاصه تحلیل واریانس برای بررسی اثر

منابع تغییر	Ss	df	Ms	F	p	PES
شیوه ها						
خطا						

همانگونه که در جدول (۶) مشاهده می شود، خلاصه ی تحلیل واریانس بیانگر آن است که اثر.....معنادار است ($Partial\eta^2=۰/۷۸۵$ ، $p < ۰/۰۰۵$)، $F=۱۹$ و $F=۲$. مقایسه ی دو به دوی گروهها(جدول...) نشان می دهد..... گروههای...تفاوت معناداری با هم دارند. با توجه به میانگین های مشاهده شده می توان گفت

در ادامه گزارش نتایج تحلیل واریانس، نتایج داده های ارایه شده در نمونه ی مربوط به جدول ۱ و در قالب متن پیشنهاد شده ارایه شده است:

برای تحلیل واریانس یک عاملی با تاکید بر مطالعه ی درون آزمودنی ها (اندازه گیری های مکرر) ابتدا یکسانی کوواریانس های متغیر وابسته از طریق آزمون کرویت موخلی مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به اینکه سطح معناداری مقدار محاسبه شده کرویت موخلی از ۰/۰۵ بزرگتر است ($p < ۰/۰۵$)، $\chi^2(۲)$ ، $W=۰/۹۰۹$ و داده ها مفروضه ی همگنی کوواریانس ها را زیر سوال نبرده اند، می توان از تحلیل واریانس استفاده کرد. در جدول (۶=۲)، خلاصه ی تحلیل واریانس نمرات ارایه شده است.

جدول ۷-۲: خلاصه تحلیل واریانس برای بررسی اثر شیوه های مختلف

آرمیدگی در تنش عض

منابع تغییر	Ss	df	Ms	F	p	PES
شیوه ها	۳۹/۲۶۷	۲	۱۹/۶۳۳	۴/۸۵۹	۰/۰۲۱	۰/۳۵۱
خطا	۷۲/۷۳۳	۱۸	۴/۰۴۱			

همانگونه که در جدول (۲-۶) مشاهده می شود، خلاصه ی تحلیل واریانس بیانگر آن است که اثر شیوه های آرمیدگی بر نمرات تنش عضلانی معنادار است ($F(2,18)=4/159$ ، $p < 0/05$ ، $Partial\eta^2 = 0/351$). مقایسه ی دو به دوی گروهها (جدول ۲-۶) نشان می دهد، نمرات تنش عضلانی در شیوه ی آرمیدگی با تصویر سازی ذهنی و آرمیدگی با شل سازی تدریجی عضلات تفاوت معنا داری با یکدیگر دارند ($p = 0/015$).

منابع بیشتر برای افزایش آگاهی

برای آگاهی از اصول کلی و روند تحلیل کواریانس مراجعه کنید به:

بریس، ن، کمپ، ر، و سلنگار، ر. (۲۰۰۷). تحلیل داده های روان شناسی با برنامه SPSS. ویرایش سوم.

ترجمه ی خدیجه علی آبادی و سید علی صمدی (۱۳۸۹). تهران انتشارات دوران.

برای مطالعه ی بیشتر مراجعه کنید به:

- Almar, E.C. (2000). *Statistical Tricks and traps*. Los Angeles, CA: Pyrczak Publishing.
- Bluman, A.G. (2008). *Elementary Statistics (6thEd.)*. New York, NY: McGraw Hill.
- Dunteman, G. (2005). *An introduction to generalized linear models. Quantitative Applications in the Social Sciences Series*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications .
- Einspruch, E.L. (2005). *An introductory Guide to SPSS for Windows (2ndEd.)*. Thousand Oak, CA: Sage Publications.
- Field, A. (2005). *Analysis of covariance, ANCOVA (Chapter 9)*. In *Discovering statistics using SPSS*. 2nd ed. London: Sage Publications .
- Fox, J. (1997) *Applied regression analysis, linear models, and related methods*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Garson, G.D. (1998). *Univariate GLM, ANOVA, and ANCOVA*. Retrieved March 19, 2005 from <http://www2.chass.ncsu.edu/garson/pa765/anova.htm>
- Gill, J. (2001). *Generalized linear models: A unified approach. Quantitative applications in the social sciences series, #134*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications .
- Glassnapp, D. R. (1984). *Change scores and regression suppressor conditions. Educational and Psychological Measurement (44)*, 851-867.
- Glassnapp, D. R., & Poggio, J. (1985). *Essentials of Statistical Analysis for the Behavioral Sciences*. Columbus, OH: Charles E. Merrill Publishing.
- Grimm, L.G., & Yarnold, P.R. (2000). *Reading and understanding Multivariate statistics*. Washington DC: American Psychological Association.
- Maraculo, L.A., & Serlin, R.C. (1988). *Statistical methods for the social and behavioral sciences*. New York: Freeman and Company.
- Norusis, J. M. (1993). *SPSS for Windows Advanced Statistics. Release 6.0*. Chicago, IL: SPSS Inc.
- Norusis, J. M. (1994). *SPSS Professional Statistics 6.1* . Chicago, IL: SPSS Inc.
- Norusis, J. M. (2008). *SPSS Statistics 17.0 Advanced Statistical Procedures Companion*. Upper Saddle River, NJ.: Prentice Hall.
- Norusis, J. M. (2008). *SPSS Statistics 17.0 Statistical Procedures Companion*. Upper Saddle River, NJ.: Prentice Hall.
- Pedhazur, E.J. (1997). *Multiple regression in behavioral research, third edition*. New York: Harcourt Brace College Publishers.
- Rutherford, A. (2001). *Introducing ANOVA and ANCOVA: A GLM approach*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications .
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2001). *Using multivariate statistics*. 4th ed. Boston: Allyn and Bacon.
- Wildt, A., & Ahtola, O.T. (1978). *Analysis of covariance. Quantitative Applications in the Social Sciences Series*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.