

## فصل هفتم

### آزمون‌های آماری پارامتریک

#### هدف‌های یادگیری

از دانشجو انتظار می‌رود که پس از خواندن فصل هفتم بتواند:

۱. آزمون پارامتریک را تعریف کند.
۲. آزمون  $t$  یک نمونه‌ای را محاسبه کند.
۳. پیش‌نیازها و فرض‌های آزمون  $t$  گروه‌های وابسته را بیان کند.
۴. آزمون  $t$  برای گروه‌های وابسته را محاسبه کند.
۵. پیش‌نیازها و فرض‌های آزمون  $t$  دو نمونه مستقل را بیان کند.
۶. آزمون  $t$  دو نمونه مستقل را محاسبه کند.
۷. پیش‌نیازها و فرض‌های آزمون تحلیل واریانس را بیان کند.
۸. آزمون تحلیل واریانس را محاسبه کند.
۹. کاربرد، مقایسه‌های بعد از تجربه (شفه و توکی) را بیان کند.
۱۰. آزمون شفه را محاسبه کند.
۱۱. آزمون توکی را محاسبه کند.

#### آزمون‌های آماری پارامتریک

آزمون پارامتریک، آزمونی است که مدل آماری آن برخی شرایط معین را درباره پارامتر جامعه‌ای که نمونه ما از آن گرفته شده است، وضع می‌کند. (سیگل ترجمه کریمی، ۱۳۸۰: ۴۱) معروف‌ترین آزمون‌های آماری پارامتریک عبارتند از:

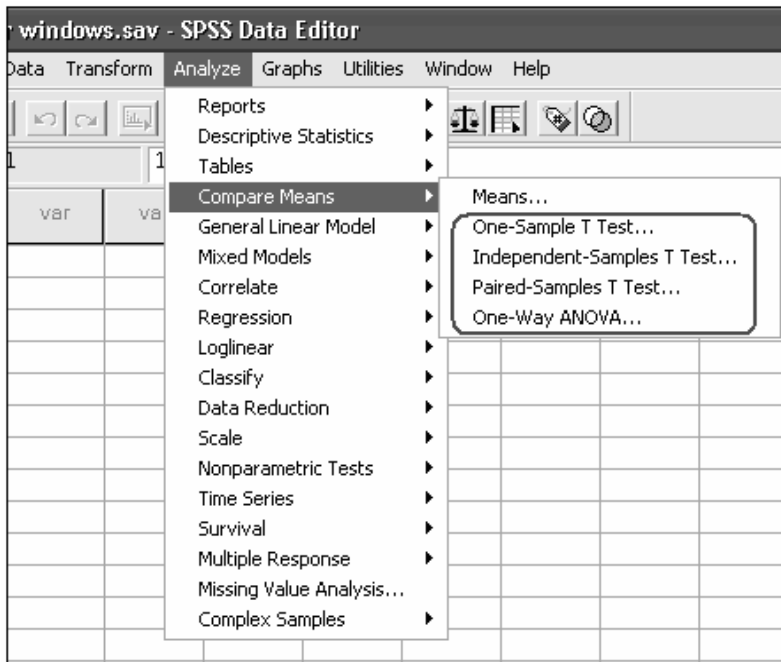
۱. آزمون t یک نمونه‌ای

۲. آزمون t برای گروه‌های وابسته

۳. آزمون t دو نمونه مستقل

۴. آزمون تحلیل واریانس

زیر منوی (Compare Means) برای اجرای آزمون‌های پارامتری در منوی (Statistics) گنجانده شده است، شکل زیر فرمان‌های مختلف این زیر منو را نشان می‌دهد:



### آزمون t یک نمونه

هدف از اجرای آزمون t آن است که به سؤال (آیا میانگین نمونه از جامعه نظری با میانگین  $\mu$  انتخاب شده یا از جامعه دیگر) پاسخ داده شود.

### فرض‌ها

۱. نمره‌ها به صورت نمونه‌گیری تصادفی از جامعه مورد نظر انتخاب شده باشند.

۲. شکل توزیع پراکندگی نمرات در جامعه نرمال باشد (شیولسون ترجمه کیامنش، ۱۳۸۲:۱۸۱).

$$\tau = \frac{\bar{X} - \mu}{S_{\bar{X}}}$$

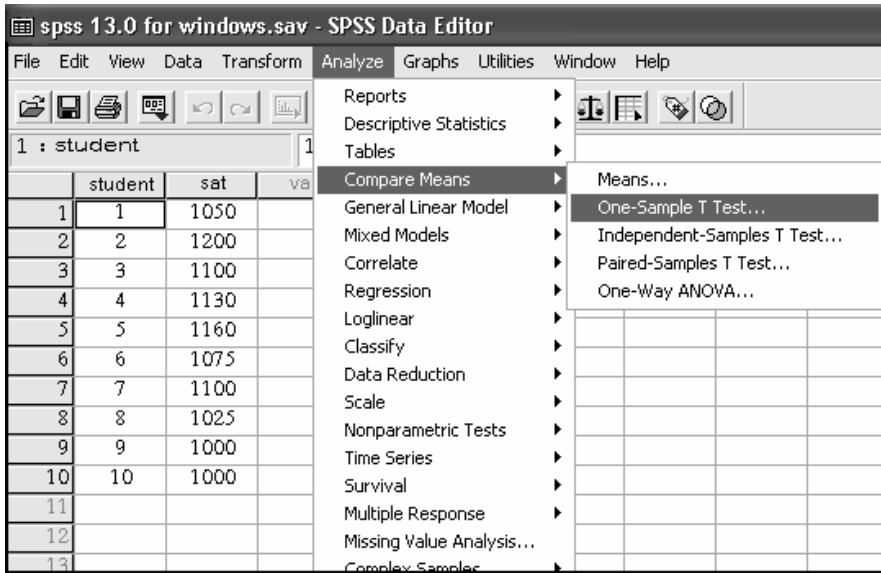
فرض کنید یک نمونه تصادفی با حجم ۱۰ نفر از میان جامعه دانشجویان سال اول دانشگاه انتخاب شده که اطلاعات نظری مربوط به نمرات آزمون استعداد تحصیلی در جدول زیر ارائه گردیده است.

SAT	دانش‌آموز
۱۰۵۰	۱
۱۲۰۰	۲
۱۱۰۰	۳
۱۱۳۰	۴
۱۱۶۰	۵
۱۰۷۵	۶
۱۱۰۰	۷
۱۰۲۵	۸
۱۰۰۰	۹
۱۰۰۰	۱۰

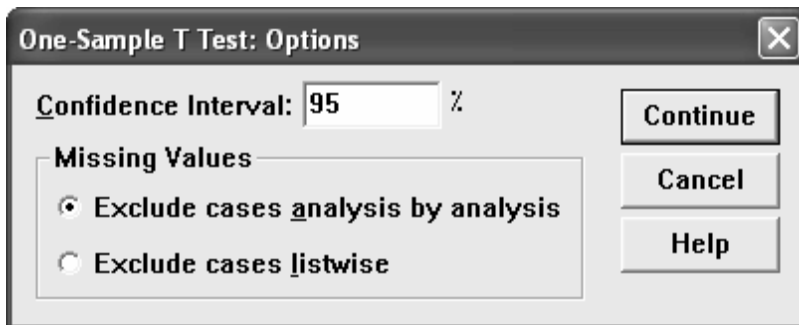
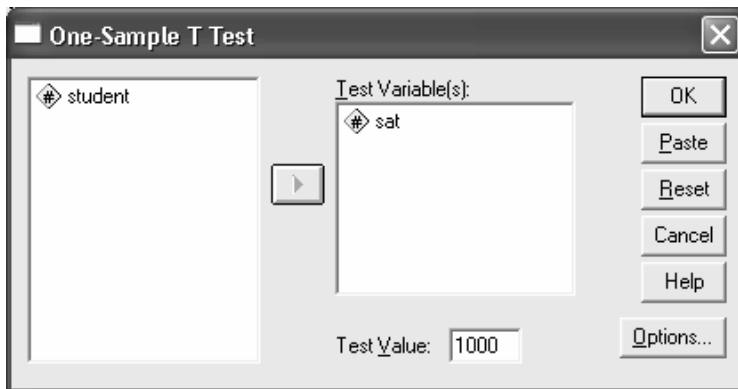
با توجه به این مسأله که میانگین نمرات برای جامعه دانش‌آموزان داوطلب ورود به دانشگاه ۱۰۰۰ است سؤال مورد پرسش این است که آیا نمره دانشجویان سال اول دانشگاه به طور متوسط از جامعه دانش‌آموزان داوطلب ورود به دانشگاه بیشتر است؟ (شیولسون ترجمه کیامنش، ۱۳۸۲:۱۸۶).

مراحل اجرای آزمون t یک نمونه‌ای در Spss به شرح زیر می‌باشد:

Analyze  
 Compare Means  
 One-Sample t test...



بعد از اجرای این فرمان شکل زیر ظاهر می شود:



در پنجره ظاهر شده متغیرها را به (test Variable(s): منتقل کنید و در قسمت (Test Value:) عدد ۱۰۰ (ملاک جهانی) تایپ نمایید و در قسمت (Options...) می‌توانید سطح معنی‌داری را تعیین کنید. پس از تعیین سطح معنی‌داری، با فعال کردن گزینه (Continue) دوباره به پنجره (One-Sample t test) باز می‌گردید و (OK) را کلیک نمایید تا نتایج به صورت خروجی زیر مشاهده گردد:

T-Test

One-Sample Test

Test Value = 1000						
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
sat	3.951	9	.003	84.000	35.90	132.10

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
sat	10	1084.00	67.239	21.263

در جدول نتایج مقدار آزمون معادل ۳٫۹۵۱ و درجه آزادی ۹ را نشان می‌دهد که این مقدار در سطح ۰٫۰۵ معنی‌دار است بنابراین فرضیه صفر باید رد گردد. یعنی میانگین نمره‌های استعداد تحصیلی دانشجویان دانشگاه مورد بحث که گروه نمونه به صورت تصادفی از میان آنان انتخاب شده بود از میانگین نمره‌های دانش‌آموزان فارغ‌التحصیل دبیرستانی شرکت کننده در آزمون پیشرفت تحصیلی بیشتر است.

آزمون t برای گروه‌های وابسته

هدف آزمون t برای گروه‌های وابسته آن است که مشخص کند تفاوت بین دو میانگین نمونه حاصل، عامل شانس است یا تفاوت واقعی بین میانگین‌های جامعه. (شیولسون ترجمه کیامش، ۱۳۸۲: ۱۰).

### پیش‌نیازهای طرح

۱. وجود یک متغیر مستقل با دو سطح
۲. مشاهده یک گروه آزمودنی در هر دو حالت عمل آزمایشی
۳. وجود تفاوت کمی و کیفی بین سطح‌های متغیر مستقل

### فرض‌ها

۱. نمره آزمودنی‌ها از یکدیگر مستقل بوده و از جامعه مورد نظر به صورت تصادفی انتخاب شده‌اند.
۲. شکل توزیع نمره‌ها در جامعه مورد نظر نرمال باشد.
۳. واریانس نمره‌ها در جامعه‌های مورد نظر با یکدیگر مساوی‌اند (همگنی واریانس) (شیولسون ترجمه کیامنش، ۱۳۸۲:۱۳).

$$t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{n\Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{(n-1)}}}$$

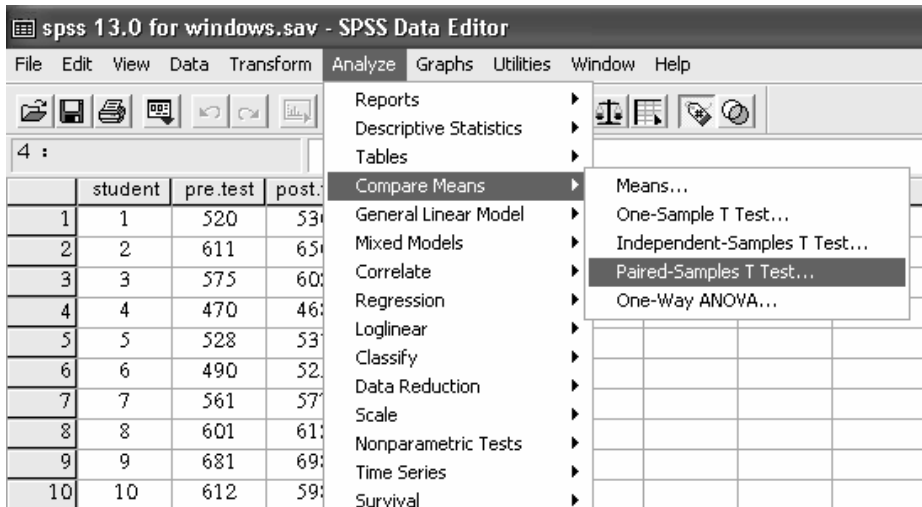
مثال: معلم یک کلاس، یک آزمون استاندارد شده را پیش از شروع تدریس در کلاس اجرا می‌کند. در پایان دوره آموزش نیز همان آزمون را درباره همان دانش‌آموزان اجرا می‌کند. هدف وی از تحقیق این است که میزان افزایش آموخته‌های شاگردان را در دوره آموزش تعیین کند که نتایج دو آزمون پیش آزمون و پس آزمون در جدول زیر آمده است (پاشا شریفی و نجفی زند، ۱۳۷۵:۲۱۶)

پس آزمون	پیش آزمون	دانش آموز
۵۳۰	۵۲۰	۱
۶۵۰	۶۱۱	۲
۶۰۲	۵۷۵	۳
۴۶۳	۴۷۰	۴
۵۳۱	۵۲۸	۵
۵۲۵	۴۹۰	۶
۵۷۷	۵۶۱	۷
۶۱۲	۶۰۱	۸
۶۹۸	۶۸۱	۹
۵۹۸	۶۱۲	۱۰

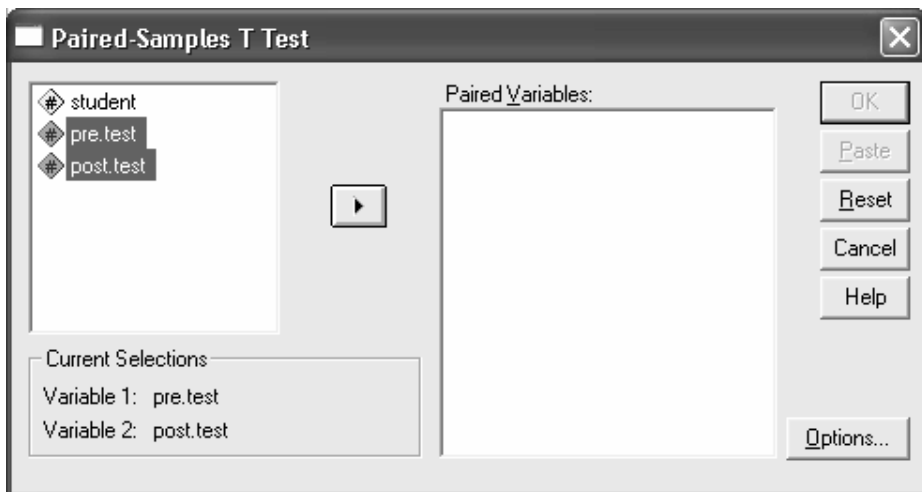
آزمون‌های آماری پارامتریک ۱۰۱

مراحل اجرای آزمون t وابسته در Spss به شرح زیر در نرم‌افزار اجرا می‌شود:

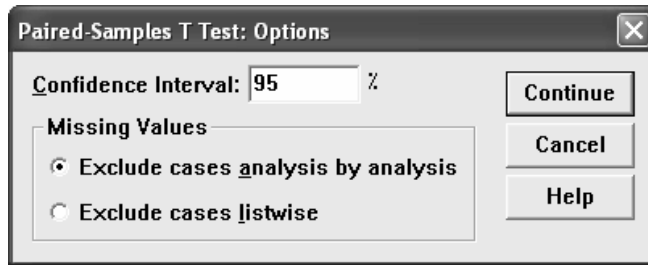
Analyze  
Compare Means  
Paired-Samples t test



بعد از اجرای این فرمان شکل زیر ظاهر می‌شود:



در پنجره ظاهر شده متغیرها را به قسمت (Paired Variables) وارد کنید در قسمت (Options...) می‌توانید سطح معنی‌داری را تعیین کنید.



پس از تعیین سطح معنی داری با فعال کردن گزینه (Continue)، دوباره به پنجره (Paired-Sample t test) باز می گردید و سپس (OK) را کلیک نموده تا نتایج به صورت خروجی زیر مشاهده گردد:

### T-Test

#### Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	post.test	578.6000	10	68.52445	21.66933
	pre.test	564.9000	10	64.32288	20.34068

#### Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	post.test & pre.test	10	.969	.000

#### Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	post.test - pre.test	13.70000	17.05579	5.39351	1.49902	25.90098	2.540	9	.032

جدول نتایج مقدار آزمون را معادل ۲/۵۴۰ و درجه آزادی ۹ نشان می دهد که این مقدار در سطح ۰/۰۵ معنی دار است یعنی بین دو گروه مورد مقایسه تفاوت وجود دارد.

#### آزمون t دو نمونه مستقل

هدف از آزمون t در بررسی دو میانگین مستقل آن است که محقق را در زمینه تصمیم گیری یاری نماید، محقق باید تصمیم بگیرد که آیا تفاوت مشاهده شده، بین دو



میانگین نمونه در اثر عوامل شانس به وجود آمده یا تفاوت مشاهده شده بیانگر تفاوت واقعی بین دو جامعه است.

### پیش‌نیازهای طرح

۱. وجود یک متغیر مستقل با دو سطح
۲. قرار گرفتن هر فرد آزمودنی فقط در یکی از سطح‌های متغیر مستقل
۳. وجود تفاوت کمی و کیفی بین سطرها متغیر مستقل

### فرض‌ها

۱. نمره آزمودنی‌های هر یک از گروه‌ها به صورت نمونه‌گیری تصادفی از جامعه مورد نظر انتخاب شده و انتخاب هر آزمونی مستقل از آزمونی دیگر صورت گرفته باشد.
۲. شکل توزیع نمره‌ها در جامعه‌های مورد نظر نرمال باشد.
۳. واریانس نمره‌های دو جامعه با هم مساوی باشد. (شیولسون ترجمه کیامنش، ۱۳۸۲:۱۹۳).

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{\sum X_1^2 + \sum X_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left( \frac{1}{n_1} \right) \left( \frac{1}{n_2} \right)}}$$

چنانچه ذکر شد یکی از فرض‌های آزمون  $t$ ، همگنی واریانس است و زمانی که واریانس‌ها با هم برابر نباشند، آزمون  $t$  با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

در صورتی که تعداد (حجم نمونه) در هر دو گروه مساوی باشد، آزمون  $t$  با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$t = \frac{\overline{X}_1 - \overline{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2 + s_2^2}{n}}}$$

مثال: پژوهشگری علاقمند است تأثیر دو روش مختلف تدریس را در یادگیری ریاضی دانش‌آموزان در کلاس اول مورد آزمون قرار دهد. به همین منظور از بین دانش‌آموزان کلاس اول به‌طور تصادفی دو نمونه (۱۵ نفری) انتخاب کرد. برای یک گروه روش تدریس بحث گروهی (A) و برای نمونه دوم روش تدریس حل مسأله (B) را به‌کار برد. در پایان برای اینکه مشخص کند که کدام روش تدریس مؤثرتر بوده آزمونی به عمل آورد که نتایج آن در جدول زیر ارائه شده است:

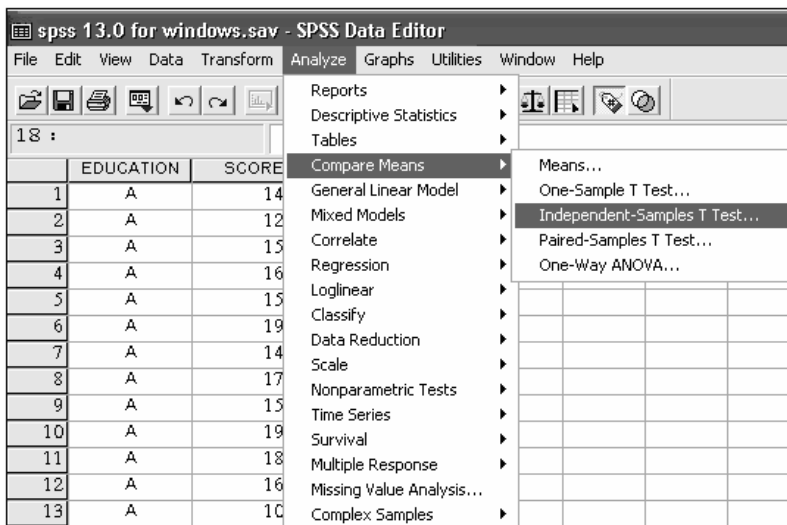
۱۷	۱۶	۱۰	۱۶	۱۸	۱۹	۱۵	۱۷	۱۴	۱۹	۱۵	۱۶	۱۵	۱۲	۱۴	روش تدریس (A)
۱۰	۱۰	۱۰	۱۳	۱۲	۱۷	۱۶	۱۴	۱۸	۱۵	۱۴	۱۴	۱۷	۱۶	۱۲	روش تدریس (B)

مراحل اجرای آزمون t مستقل در Spss به شرح زیر می‌باشد:

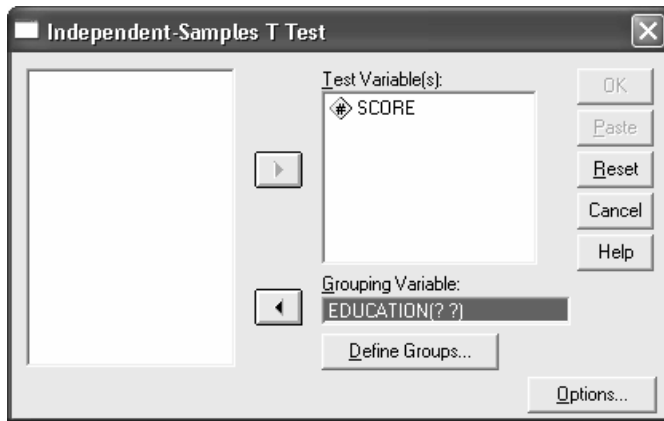
Analyze

Compare Means

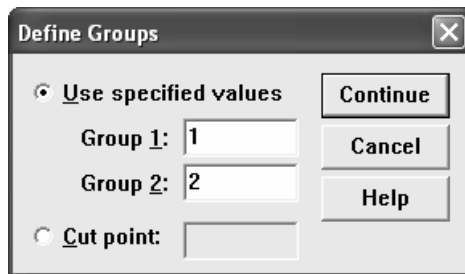
Independent- Samples t test



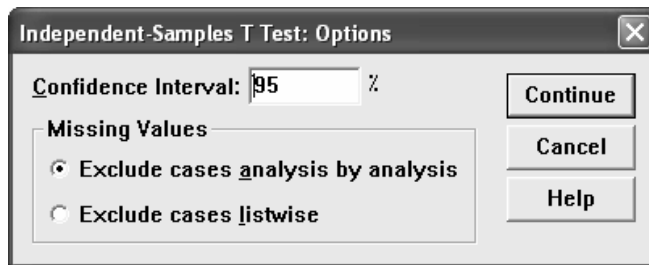
بعد از اجرای این فرمان شکل زیر ظاهر می‌شود:



در پنجره ظاهر شده متغیر (معدل) را به قسمت (Test Variable(s)) و متغیر (جنسیت) را به قسمت (Grouping Variable) منتقل کنید در جلوی جنسیت [؟؟] قرار دارد که باید جنسیت را تعریف کرد. برای تعریف دو گروه دانش‌آموزان دختر و پسر بر روی گزینه (Define Grouping...) کلیک کنید تا پنجره زیر آشکار شود:



که در این مثال، چون به بررسی ۲ گروه پرداخته‌اید در قسمت (Define Grouping) در قسمت (Group 1) عدد یک و در قسمت (Group 2) عدد دو را قرار دهید و (Continue) را فعال کنید. با کلیک بر روی گزینه (Continue) به پنجره گفتگوی (Independent Samples t tests) باز گردید و در این قسمت برای تعیین سطح معنی‌داری گزینه (Options) را کلیک نمایید تا پنجره زیر آشکار شود. در این پنجره سطح معنی‌داری را انتخاب کنید:



بعد از انتخاب سطح معنی‌داری گزینه (Continue) فعال نمایید تا به پنجره (Independent Samples t tests) باز گردد و گزینه (OK) را کلیک کنید و نهایتاً نتایج به صورت خروجی زیر ظاهر خواهد شد:

### T-Test

#### Group Statistics

	EDUCATION	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
SCORE	A	15	15.5333	2.44560	.63145
	B	15	13.8667	2.66905	.68914

#### Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
SCORE	Equal variances assumed	.359	.554	1.783	28	.085	1.66667	.93469	-.24796	3.58130
	Equal variances not assumed			1.783	27.789	.085	1.66667	.93469	-.24862	3.58195

این خروجی با زیر جدولی آغاز می‌شود (Group Statistics) که آماره‌هایی برای دو نمونه ارائه می‌کند از جمله این آماره‌ها میانگین (۱۵/۵۳ و ۱۳/۸۶) و انحراف استاندارد (۲/۴۴ و ۲/۶۶) خطای معیار میانگین (۰/۶۳۱ و ۰/۶۸۹) نشان داده شده است. زیر جدول دوم (Independent Samples test) با ارائه نمودن مقدار (P-Value) و مقدار t آن Sig(2- tailed) و فاصله اطمینان ۹۵٪ برای اختلاف به این سؤال پاسخ می‌دهد. تمامی این مقادیر در دو حالت با فرض برابری واریانس‌ها (Equal Variance assumed) و بدون برابری واریانس‌ها (Equal Variance not assumed) ارائه شده است.

در ستون اول که عنوان (Leven's test for Equality of Variance) دارا می‌باشند برای بررسی فرض یکنواختی واریانس‌ها در آزمون t است، اگر آزمون (Leven's test...) معنی‌دار نباشد واریانس‌ها را می‌توان یکنواخت فرض کرد و می‌توان از مقادیر t ارائه شده در خطی که واریانس‌ها برابر فرض شده‌اند، استفاده کرد بنابراین:

- اگر F محاسبه شده از جدول F کوچک‌تر باشد چنین استنباط می‌شود که واریانس‌ها یکسانند و تفاوت آن‌ها از نظر آماری معنی‌دار نیست و آزمون t نرمال با واریانس‌های برابر گزارش می‌شود. (Equal Variance assumed)
- اگر F محاسبه شده از جدول بزرگ‌تر باشد چنین استنباط می‌شود که واریانس‌ها برابر نیستند و آزمون t نرمال با واریانس‌های برابر گزارش می‌شود.

### (Equal Variance not assumed)

در این آزمون، F لوین معنی‌دار نیست بنابراین مقدار t محاسبه شده با فرض برابری واریانس‌ها گزارش می‌شود. مقدار  $t = (1/78)$  با درجه آزادی  $df = 28$  و P-Value برابر با  $0/085$  تفاوت معنی‌دار میانگین‌ها را نشان نمی‌دهد.

### تحلیل واریانس

آزمون t مستقل برای آزمون معنی‌دار بودن تفاوت میانگین دو گروه به کار می‌رود. اما اگر ما با بیش از دو گروه میانگین سروکار داشته باشیم برای مقایسه میانگین‌ها از تحلیل واریانس استفاده می‌شود.

هدف از تحلیل واریانس دو متغیری آن است که از طریق مقایسه حداقل بیش از دو میانگین به دست آمده در یک طرح چند عاملی، مشخص کند که آیا تفاوت‌های موجود بین میانگین‌ها حاصل شانس و تصادف است یا ناشی از تأثیر عمل آزمایش؟

### پیش‌نیازهای طرح

شرط لازم برای انجام تحلیل واریانس آن است که داده‌ها به صورت زیر جمع‌آوری شده باشند:

۱. وجود دو متغیر مستقل، با دو یا بیش از دو سطح

۲. وجود تفاوت کمی یا کیفی بین سطح‌های هر یک از متغیرها مستقل
۳. هر فرد آزمودنی فقط در یکی از خانه‌های طرح مورد مشاهده قرار می‌گیرد و آزمودنی‌ها بیانگر یک نمونه تصادفی از جامعه مشخص شده در هر خانه جدول می‌باشند.

### فرض‌ها

برای استفاده از تحلیل واریانس باید فرض‌های زیر برقرار باشد:

۱. نمره هر فرد آزمودنی مستقل از نمره افراد دیگر است.
۲. نمره‌های موجود در هر یک از خانه‌های طرح از جامعه‌ای انتخاب شده‌اند که توزیع نمره‌های در آن جامعه شکل نرمال دارد به عبارت دیگر فرض شده نمره‌های هر یک از خانه‌های طرح به صورت نمونه‌گیری تصادفی از جامعه‌ای که دارای توزیع پراکندگی نرمال است انتخاب شده‌اند.
۳. واریانس نمره‌های خانه‌های جدول با هم یکسان (همگن) باشند. (شیولسون ترجمه کیامنش، ۱۳۸۲:۲۲۱).

$$F = \frac{MS_B}{MS_w}$$

$$MS_B = \frac{SS_B}{df_B} (df_B = k - 1)$$

$$MS_w = \frac{SS_w}{df_{Bw}} (df_w = n - k)$$

واریانس داخل گروه‌ها شاخصی از واریانس خطای نمونه‌گیری و واریانس بین گروهی، یعنی واریانس بین میانگین‌های ناشی از تأثیر متغیر آزمایشی را نشان می‌دهد. اگر واریانس درون گروهی بزرگ‌تر از واریانس بین گروهی باشد، می‌توان نتیجه گرفت که این تفاوت ناشی از خطاست و بالعکس.

آزمون‌های آماری پارامتریک ۱۰۹

مثال: دریک بررسی برای پی بردن به رابطه بین مدت زمان مطالعه و میزان یادگیری، از میان دانشجویان رشته روان‌شناسی به طور تصادفی تعدادی انتخاب و در ۴ گروه که از مدت زمان مطالعه با هم فرق داشتند به دانشجویان مطالبی در زمینه هیجان داده شد تا مطالعه کنند. در پایان مدت، از آن‌ها آزمون پیشرفت به عمل آمد. داده‌های مربوط به بررسی میزان یادگیری و مدت زمان مطالعه (۱۰ دقیقه، ۲۰ دقیقه، ۴۵ دقیقه و ۷۵ دقیقه) در جدول زیر ذکر شده است: (شیولسون ترجمه کیامنش، ۱۳۸۲: ۲۳۴).

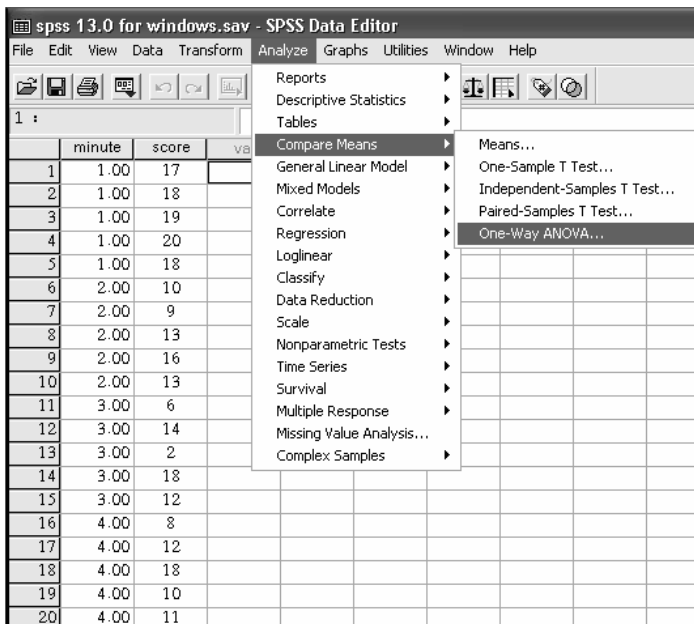
۱۰ دقیقه	۲۰ دقیقه	۴۵ دقیقه	۷۵ دقیقه
۱۷	۱۰	۶	۸
۱۸	۹	۱۴	۱۲
۱۹	۱۳	۲	۱۸
۲۰	۱۶	۱۸	۱۰
۱۸	۱۳	۱۲	۱۱

برای اجرای آزمون فوق در Spss مراحل زیر را انجام دهید:

Analyze

Compare Means

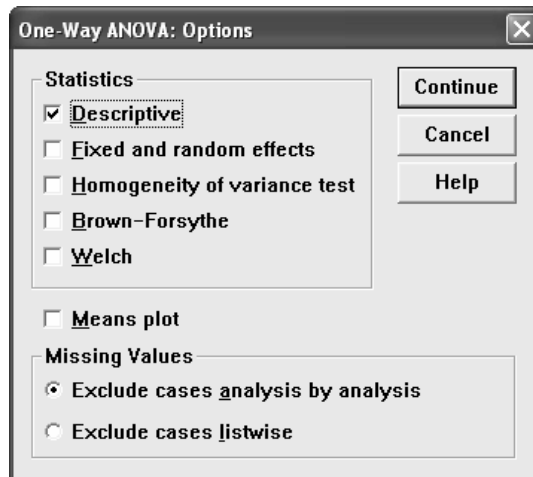
One- Way ANOVA



بعد از اجرای این فرمان شکل زیر ظاهر می‌شود:



در پنجره (One-Way ANOVA) متغیر وابسته (نمره) را به قسمت (Dependent List) و گروه را به قسمت (Factor) منتقل کنید برای محاسبه آمار توصیفی، گزینه (Options...) را فعال نمایید تا پنجره زیر آشکار شود:



در پنجره: (One-Way ANOVA Options) گزینه (Descriptive) را انتخاب کرده و گزینه (Continue) را فعال نمایید تا به پنجره (One-Way ANOVA) باز گردد سپس (OK) را کلیک نموده تا نتایج به صورت خروجی زیر مشاهده گردد:



## Oneway

## Descriptives

score	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
					10 minute	5		
20 minute	5	12.20	2.775	1.241	8.75	15.65	9	16
45 minute	5	10.40	6.387	2.857	2.47	18.33	2	18
75 minute	5	11.80	3.768	1.685	7.12	16.48	8	18
Total	20	13.20	4.841	1.082	10.93	15.47	2	20

## ANOVA

score	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	189.200	3	63.067	3.942	.028
Within Groups	256.000	16	16.000		
Total	445.200	19			

چون مقدار F مشاهده شده (۳/۹۲۴) از مقدار F بحرانی بزرگ‌تر است. بنابراین نتیجه می‌گیریم که بین مدت زمان مطالعه و میزان یادگیری تفاوت معنی‌داری مشاهده می‌شود که این تفاوت ناشی از روش نمونه‌گیری نمی‌باشد بلکه این تفاوت ناشی از تأثیر متغیر مستقل است.

## مقایسه‌های بعد از تجربه

مقایسه‌های بعد از تجربه به پژوهشگر امکان می‌دهد تا میانگین‌های مختلف را با یکدیگر مقایسه نماید و علت معنی‌دار بودن مقدار F را در تحلیل واریانس پیدا کند. مقایسه‌های بعد از تجربه در واقع روش‌های کشف محل قرار گرفتن تفاوت یا تفاوت‌های موجود بین میانگین‌ها می‌باشد، تنها شرط لازم برای استفاده از روش مقایسه‌های پسین (بعد از تجربه) به عنوان یک آزمون آماری، معنی‌دار بودن مقدار F مشاهده شده در تحلیل واریانس است و چنانچه آزمون معنی‌دار باشد، مقایسه‌های پسین این امکان را فراهم می‌آورند تا آزمون‌های متعددی در سطح معنی‌داری تعیین شده، انجام گیرد (شیولسون ترجمه کیامنش، ۲۴۶:۱۳۸۲).

برای انجام مقایسه‌های بعد از تجربه روش‌های مختلفی مانند شفه، توکی (HSD)، دونت، نیومن کولس، (LSD) و.. استفاده می‌شود و چون آزمون شفه و توکی بیشتر از سایر آزمون‌ها به کار گرفته می‌شود، بنابراین به معرفی این دو آزمون می‌پردازیم:

### آزمون شفه

آزمون شفه جهت مقایسه یک به یک میانگین‌ها یا مقایسه ترکیب چندتایی میانگین‌ها استفاده می‌شود. (شیولسون ترجمه کیامش، ۱۳۸۲:۲۵۳).

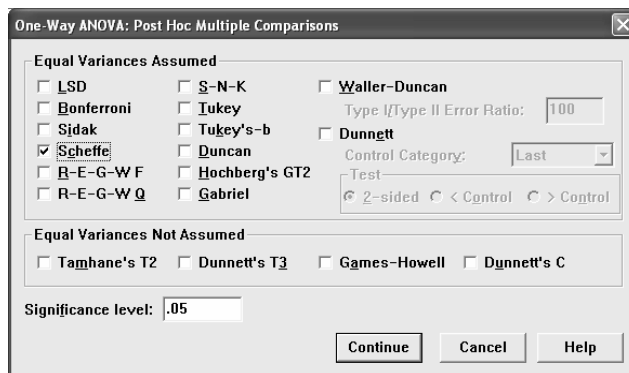
$$\tau = \frac{\hat{c}}{\sqrt{\frac{MS_w}{N} (w_1^2 + w_2^2 + \dots + w_k^2)}}$$

مطالعه مربوط به «مدت زمان صرف شده جهت مطالعه» در مثال تحلیل واریانس را در نظر بگیرید اکنون با استفاده از آزمون شفه به بررسی آن می‌پردازیم. (شیولسون ترجمه کیامش، ۱۳۸۲:۲۵۷).

برای اجرای آزمون شفه در Spss مراحل زیر را انجام دهید:

Analyze  
One-Way ANOVA  
Compare Means  
Post HOC....

بعد از اجرای این فرمان شکل زیر ظاهر می‌شود:



در پنجره فوق گزینه (scheffe) را انتخاب کنید و نتایج به صورت خروجی زیر ظاهر خواهد شد:

## Post Hoc tests

## Multiple Comparisons

Dependent Variable: score

Scheffe

(I) minute	(J) minute	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
10 minute	20 minute	6.200	2.530	.154	-1.69	14.09
	45 minute	8.000*	2.530	.046	.11	15.89
	75 minute	6.600	2.530	.120	-1.29	14.49
20 minute	10 minute	-6.200	2.530	.154	-14.09	1.69
	45 minute	1.800	2.530	.916	-6.09	9.69
	75 minute	.400	2.530	.999	-7.49	8.29
45 minute	10 minute	-8.000*	2.530	.046	-15.89	-1.11
	20 minute	-1.800	2.530	.916	-9.69	6.09
	75 minute	-1.400	2.530	.958	-9.29	6.49
75 minute	10 minute	-6.600	2.530	.120	-14.49	1.29
	20 minute	-.400	2.530	.999	-8.29	7.49
	45 minute	1.400	2.530	.958	-6.49	9.29

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

خروجی آزمون شفه تفاوت بین میانگین‌ها، خطاهای معیار آن‌ها، sig و فاصله اطمینان هر جفت را نشان می‌دهد. با مشاهده نتایج، می‌توان گفت بین میانگین گروهی که ۱۰ دقیقه مطالعه کرده با میانگین گروهی که ۴۵ دقیقه مطالعه کرده‌اند، تفاوت معنی‌داری وجود دارد.

## آزمون توکی (HSD)

آزمون توکی (HSD) از آزمون تفاوت معنی‌دار حقیقی برای مقایسه تمام حالت‌های ممکن یک به یک میانگین‌ها در سطح معنی‌دار استفاده می‌شود. آزمون توکی (HSD) از طریق مقایسه مقدار تفاوت بین هر جفت از میانگین‌ها با مقدار (HSD) انجام می‌شود. مقدار توکی با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌شود (شیولسون ترجمه کیامنش، ۱۳۸۲: ۲۵۸).

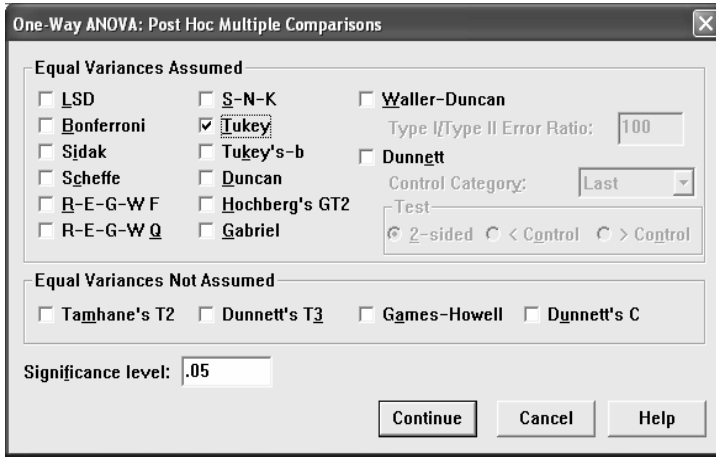
$$HSD = q \sqrt{\frac{MS_w}{N}}$$

مثال: با استفاده از داده‌های بررسی شده «مدت زمان صرف شده جهت مطالعه» در مثال تحلیل واریانس از طریق آزمون توکی (HSD) تمام حالت‌های ممکن مقایسه یک به یک میانگین‌ها در سطح ۰/۰۵ را انجام دهید.

برای اجرای آزمون توکی فوق در Spss مراحل زیر را انجام دهید:

Analyze  
One- Way ANOVA  
Compare Means  
Post HOC...

بعد از اجرای این فرمان شکل زیر ظاهر می‌شود:



در پنجره فوق گزینه (Tukey) را انتخاب کنید و نتایج به صورت خروجی زیر

ظاهر خواهد شد:

Post Hoc tests  
Multiple Comparisons

Dependent Variable: score

Tukey HSD

(I) minute	(J) minute	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
10 minute	20 minute	6.200	2.530	.107	-1.04	13.44
	45 minute	8.000*	2.530	.028	.76	15.24
	75 minute	6.600	2.530	.080	-.64	13.84
20 minute	10 minute	-6.200	2.530	.107	-13.44	1.04
	45 minute	1.800	2.530	.891	-5.44	9.04
	75 minute	.400	2.530	.999	-6.84	7.64
45 minute	10 minute	-8.000*	2.530	.028	-15.24	-.76
	20 minute	-1.800	2.530	.891	-9.04	5.44
	75 minute	-1.400	2.530	.944	-8.64	5.84
75 minute	10 minute	-6.600	2.530	.080	-13.84	.64
	20 minute	-.400	2.530	.999	-7.64	6.84
	45 minute	1.400	2.530	.944	-5.84	8.64

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

اگر مقدار تفاوت از مقدار (HSD) بزرگ‌تر باشد فرضیه صفر را رد کنید، برای تفاوت‌های بزرگ‌تر از (HSD) نتیجه می‌گیریم که تفاوت بین میانگین‌هایی که در جدول نتایج با علامت (\*) مشخص شده‌اند در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار است. در واقع تفاوت واقعی بین گروهی است که ۴۵ دقیقه مطالعه داشته، با سایر گروه‌ها با مدت زمان‌های مختلف می‌باشد. این تفاوت‌ها نشان می‌دهد که ۴۵ دقیقه مطالعه، مناسب‌ترین مدت مطالعه می‌باشد.

### خودآزمایی

۱. با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی، یک نمونه تصادفی از میان دانشجویان یک دانشگاه انتخاب کرده ایم. نمرات آزمون SAT این گروه در زیر ارائه گردیده است  
 ۱۱۵۰-۱۱۰۰-۱۱۲۰-۱۰۸۰-۱۱۵۰-۱۱۵۰-۱۱۸۵-۱۲۰۰-۱۱۶۰-۱۲۰۰

بر اساس این داده‌ها، آیا دانشجویان دانشگاه فوق‌الذکر نماینده جامعه افراد شرکت کننده در آزمون SAT هستند یا با جامعه تفاوت دارند؟

۲. ۴۰ نفر دانش‌آموز به‌صورت تصادفی در معرض چهار روش مختلف تدریس قرار داده شده است. میزان یادگیری چهار گروه پس از آموزش مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. با استفاده از یک آزمون آماری مناسب، تعیین کنید که اختلاف معنی‌داری بین میانگین چهار گروه وجود دارد یا خیر؟ (دلایر، ۱۳۸۰: ۴۷۷)

گروه چهار	گروه سه	گروه دو	گروه یک
۱۰	۱۰	۱۵	۱۴
۹	۱۰	۱۳	۱۱
۶	۱۰	۱۲	۸
۷	۱۰	۱۰	۷
۶	۶	۷	۶
۵	۶	۶	۴
۳	۵	۶	۳
۲	۵	۵	۲
۲	۵	۳	۱
۱	۵	۲	۱

۳. پژوهشگری علاقمند است تأثیر دو روش مختلف تقویت را در یادگیری ریاضی دانش‌آموزان در کلاس سوم مورد آزمون قرار دهد. به همین منظور از بین دانش‌آموزان کلاس سوم به صورت تصادفی، دو نمونه انتخاب می‌کند. برای یکی از نمونه‌ها روش تقویت A و برای نمونه دوم روش B را به کار می‌برد در پایان آزمایش، میزان یادگیری هر دو نمونه را به وسیله آزمون مورد اندازه‌گیری قرار می‌دهد. جدول زیر نتایج اجرای آزمون را برای دو نمونه نشان می‌دهد. (دلاور، ۱۳۸۰: ۴۰۴)

گروه ۱ روش A	گروه ۲ روش B
۱۶	۱۰
۱۲	۷
۱۱	۷
۸	۶
۹	۵
۴	

۴. به منظور آزمون این فرضیه که (روش تن آرامی، اضطراب امتحان دانش‌آموزان را کاهش می‌دهد) ۵ دانش‌آموز به صورت تصادفی انتخاب شده و اضطراب امتحان آن‌ها به وسیله یک وسیله معتبر قبل و بعد از روش تن آرامی اندازه‌گیری شده است. نمره اضطراب قبل و بعد از تن آرامی این ۵ نفر در جدول زیر نمایان است، با استفاده از یک آزمون آماری مناسب و در سطح معنی‌داری ۰/۰۱ فرضیه پژوهش را آزمون کنید؟

نمره اضطراب قبل از تن آرامی	نمره اضطراب بعد از تن آرامی
۲۵	۱۶
۳۰	۱۵
۴۰	۲۰
۵۰	۳۶
۳۸	۳۰

۵. روان‌شناسی علاقمند است تأثیر یک روش آموزش را در بالا بردن بهره هوشی دانش‌آموزان عقب مانده مورد آزمون قرار دهد. به همین منظور ۱۲ نفر دانش‌آموز عقب مانده را به صورت تصادفی انتخاب می‌کند. ابتدا بهره هوشی آن‌ها را

آزمون‌های آماری پارامتریک ۱۱۷

اندازه‌گیری می‌کند سپس روش آموزشی خود را اجرا می‌کند. پس از اتمام آموزش، مجدداً بهره‌هوشی آن‌ها را مورد اندازه‌گیری قرار می‌دهد اطلاعات جمع‌آوری شده به شرح زیر در دست است. با یک آزمون آماری مناسب و با احتمال  $0.01$  درصد خطا فرضیه صفر را آزمون کنید. (دلاور،  $1380:426$ )

قبل از آزمون	بعد از آزمون
۹۶	۱۰۱
۸۹	۹۴
۸۱	۸۸
۸۵	۸۵
۹۶	۱۰۲
۹۵	۱۰۰
۸۷	۹۰
۷۹	۸۹
۸۰	۸۵
۹۰	۹۸
۹۲	۱۰۰
۹۹	۱۰۵