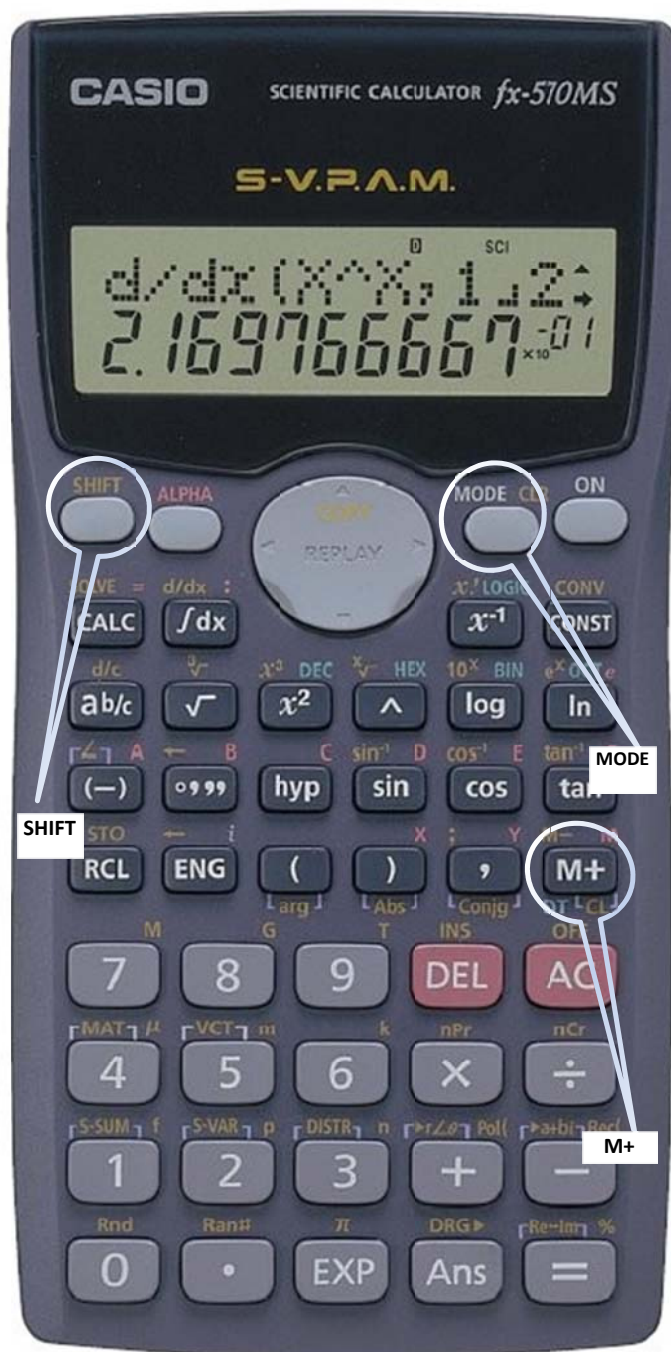


نحوه‌ی انجام محاسبات مربوط به

طرح‌های آزمایشی با استفاده از ماشین

حساب‌های آماری:



اصول کاری محاسبه با استفاده از ماشین‌حسابهای آماری تقریباً مشابه یکدیگر است و ممکن است در برخی امکانات و جای برخی دکمه‌ها با یکدیگر تفاوت داشته باشند که با مراجعه به دفترچه‌ی راهنمای آنها به راحتی می‌توان از هر ماشین حساب آماری برای محاسبات آماری مربوط به طرح‌های آزمایشی استفاده کرد. در اینجا از مدل fx-570MS کاسیو برای آموزش نحوه استفاده از ماشین حساب‌های آماری استفاده شده است. در شکل روبرو یک عکس از این مدل ماشین حساب می‌بینید. در اینجا سه دکمه‌ی اصلی مورد استفاده برای محاسبات با نام آنها مشخص شده‌اند.

برای انجام محاسبات آماری ابتدا باید mode ماشین حساب را روی مد SD که مربوط به محاسبات آماری است بگذاریم. برای این کار ابتدا دکمه‌ی MODE را می‌زنیم. همانگونه که مشاهده می‌شود روی صفحه نمایش نام MODE‌های مورد نظر مانند COMP، SD و REG را همراه با اعدادی در زیر آنها مشاهده می‌کنیم. به منظور انتخاب مد SD دکمه عدد ۲ را که مربوط به مد SD است را می‌زنیم و همانگونه که مشاهده می‌شود رد بالای صفحه کلید کلمه‌ی SD به صورت کوچک درج می‌شود.

پس:

## MODE 2

پیش از انجام هر گونه محاسبه‌ای نیاز داریم تا حافظه‌ی ماشین حساب را پاک کنیم. زیرا ممکن است اعداد مربوط به محاسبات قبلی در حافظه‌ی ماشین حساب باقی مانده باشد. بدین منظور دکمه‌ی SHIFT را زده و سپس دکمه‌ی MODE را می‌زنیم. همانگونه که مشاهده می‌شود روی صفحه نمایش چند گزینه با اعدادی در زیر آنها پدیدار می‌شود. گزینه‌ی اول SCL است که عدد ۱ در زیر آن درج شده. این

گزینه برای پاک کردن حافظه استفاده می‌شود. به همین منظور دکمه عدد ۱ را روی ماشین حساب فشار می‌دهیم و همانگونه که مشاهده می‌شود عبارت START CLEAR روی صفحه‌ی ماشین حساب ظاهر می‌شود. بعد از این دکمه‌ی مساوی را می‌زنیم حال حافظه پاک شده و می‌توان محاسبات را آغاز کرد. پس:

SHIFT MODE 1 =

برای این کار مثال جدول ۳-۱ صفحه‌ی ۴۹ کتاب را در نظر بگیرید. ابتدا می‌خواهیم CF و سپس SS کل را محاسبه کنیم. بدین منظور تک تک اعداد را وارد می‌کنیم و بعد از وارد کردن هر عدد دکمه‌ی M+ را فشار می‌دهیم. بدین گونه یک به یک اعداد داخل حافظه‌ی ماشین حساب می‌شوند ( بعد از وارد شدن هر عدد، روی صفحه نمایش می‌نویسد که عدد وارد شده چندمین عدد است). برای نمونه در مثال صفحه ۴۹ به این صورت عمل می‌کنیم:

13 M+ 12.6 M+ 12.1 M+ 11.9 M+ 10.5 M+ 15.5 M+ 11.9 M+ 10.8 M+ 15.6 M+ 15.2 M+ 10 M+ 10.5 M+

محاسبه‌ی عامل تصحیح (CF):

برای به دست آوردن عامل تصحیح نیاز به به دست آوردن مجموع اعداد داریم. برای این کار ابتدا دکمه‌ی SHIFT و سپس دکمه‌ی عدد یک را می‌زنیم. همانگونه که در گزینه‌های روی صفحه‌ی نمایش دیده می‌شود باید دکمه ۲ زده شود تا مجموع اعداد را به ما بدهد. سپس دکمه‌ی مساوی را می‌زنیم تا مجموع اعداد را به ما بدهد. پس به این صورت می‌زنیم:

SHIFT 1 2 =

عدد مورد نظر را با دکمه  $X^2$  به توان دو رسانده و تقسیم بر تعداد کرده و عامل تصحیح را محاسبه می‌کنیم.

محاسبه‌ی SS کل:

در اینجا ابتدا SHIFT را می‌زنیم و سپس دکمه‌ی یک را می‌زنیم و یک بار دیگر هم دکمه‌ی یک را می‌زنیم و سپس دکمه‌ی مساوی را می‌زنیم. عدد روی صفحه‌ی نمایش مجموع توان ۲های اعداد را نشان می‌دهد. این مقدار را از مقدار عامل تصحیح کم می‌کنیم و بدین ترتیب مجموع مربعات کل (SST) به دست می‌آید. پس:

SHIFT 1 1 = - مقدار عامل تصحیح =

محاسبه‌ی SS تیمار:

ابتدا به صورتی که گفته شد حافظه‌ی ماشین حساب را پاک کرد و سپس مجموع تکرارهای هر تیمار را وارد کنیم. برای این کار نیازی نیست که حتماً نتیجه‌ی مجموع تکرارهای یک تیمار را وارد کنیم و می‌توانیم به صورت زیر عمل کنیم (مربوط به مثال صفحه‌ی ۴۹ کتاب):

12.6+12.1+11.9 M+ 13+11.9+10.8 M+ 10.5+10+10.5 M+ 15.5+15.6+15.2 M+

سپس به‌صورتی که گفته شد ابتدا SHIFT و سپس دوبار پشت سر هم دکمه‌ی عدد یک را می‌زنیم و سپس مساوی را می‌زنیم تا مجموع توان دوی اعداد به دست آید. سپس مقدار به دست آمده را بر تعداد تکرار تقسیم کرده و سپس مقدار عامل تصحیح (CF) را از آن کم می‌کنیم. بدین ترتیب مقدار مجموع مربعات تیمار به دست می‌آید. پس:

$$\text{مقدار عامل تصحیح} = \text{تعداد تکرار هر تیمار} \div \text{SHIFT } 1 \quad 1$$

نکته ۱: مجموع مربعات بلوک در طرح بلوک‌های کامل تصادفی و همچنین مجموع مربعات ستون و ردیف در طرح مربع لاتین را هم می‌توان به همان روش محاسبه مجموع مربعات تیمار محاسبه کرد.

نکته ۲: استثنائاً برای محاسبه‌ی SS تیمار در طرح کاملاً تصادفی نا متعادل با توجه به تعداد تکرار نامساوی برای هر تیمار نمی‌توان از این روش استفاده کرد. در دیگر طرح‌ها با توجه به مساوی بودن تکرار برای تیمارها به راحتی می‌توان از این روش استفاده کرد.

### استفاده از نرم افزار آماری SAS در طرح‌های آزمایشی:

نرم‌افزار آماری SAS یکی از نرم‌افزارهای معتبر در زمینه محاسبات آماری است. در این مطلب به نحوه‌ی انجام تجزیه‌های آماری و خواندن خروجی (output) این نرم‌افزار آماری پرداخته می‌شود.

نحوه‌ی آماده کردن داده‌ها برای نرم‌افزار آماری SAS: با توجه به اینکه نرم‌افزار مانند انسان نیست که به خودی خود هوشمندانه بتواند تشخیص دهد که تیمار و تکرار و هر نوع طبقه‌بندی دیگر به چه شکلی هستند بنابراین باید به‌صورتی گروه‌بندی انجام شود تا نرم‌افزار آماری بتواند داده‌ها را به‌صورت درست گروه‌بندی کرده و تجزیه تحلیل‌ها را به درستی انجام دهد. داده‌هایی که به این شکل گروه‌بندی می‌شوند در تمامی نرم‌افزارهای آماری از قبیل SAS, SPSS, minitab, mstatc و غیره قابل استفاده هستند.

همانگونه که می‌دانید داده‌های مورد استفاده در طرح‌های آماری که با x نشان داده می‌شود، با یک اندیس i برای سطح تیمار و یک اندیس j برای مشخص کردن تکرار مشخص می‌شوند (در داده‌های چند مشاهده‌ای یک اندیس k هم به عنوان شماره نمونه مورد نظر استفاده می‌شود). بنابراین هر کدام از داده‌ها شامل خود عدد (همان x) و اعداد مربوط به گروه‌بندی (همان i و j و k) است. برای نمونه عدد ۱۲/۶ در جدول ۳-۱ صفحه ۴۹ کتاب که مربوط به تیمار A و تکرار ۱ است دارای x=12.6 و i=1 و j=1 است. یا عدد ۱۵/۶ که مربوط به

عملکرد	تکرار	تیمار
12.6	1	A
12.1	2	A
11.9	3	A
13	1	B
11.9	2	B
10.8	3	B
10.5	1	C
10	2	C
10.5	3	C
15.5	1	D
15.6	2	D
15.2	3	D

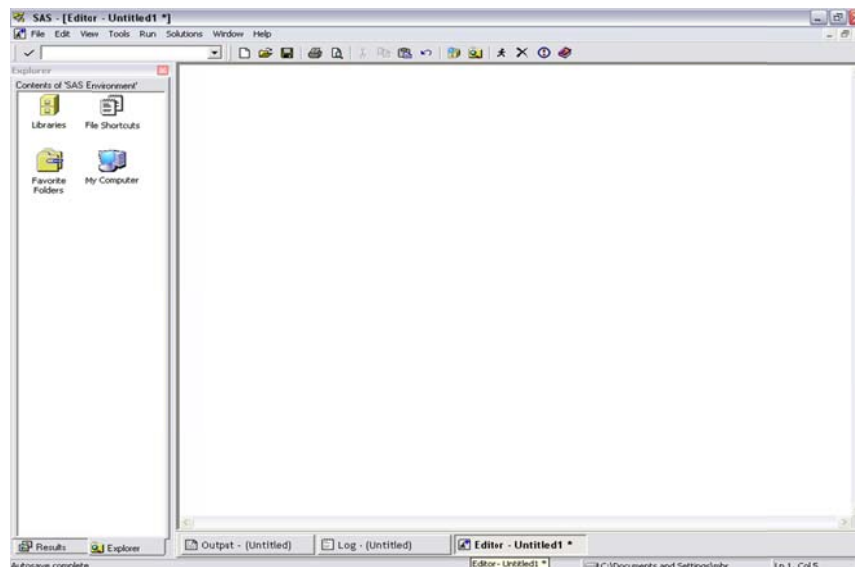
تیمار D و تکرار ۲ است دارای x=15.6 و i=4 و j=2 است. بنابراین هر عدد از یک عدد مربوط به مقدار اندازه‌گیری شده برای آن عدد و اعداد دیگر مربوط به گروه‌بندی آن اعداد تشکیل شده که برای معرفی داده‌ها اعداد مربوط به گروه‌بندی را ابتدا در ستون‌های جداگانه و سپس مقدار عدد را در ستون آخر وارد می‌کنیم. به جای شماره تیمارها می‌توان نام خود تیمارها را وارد کرد. بنابراین اعداد جدول ۳-۱ را به صورت روبرو وارد می‌کنیم:



وزن	تکرار	تیمار
20	1	A
25	2	A
22	3	A
18	4	A
15	5	A
8	1	B
12	2	B
9	3	B
11	4	B
4	1	C
6	2	C
5	3	C

یا داده‌های مربوط به جدول ۷-۳ کتاب که مربوط به یک طرح نامتعادل است به صورت روبرو وارد می‌شود: ←

حال که داده‌ها را وارد کردیم نرم افزار SAS را باز میکنیم. همانگونه که دیده می‌شود در صفحه باز شده سه قسمت دیده می‌شود. EDITOR مربوط به وارد کردن داده‌ها و دستورهای مورد نظر است. LOG نشان دهنده‌ی پروسه‌های انجام شده در کامپیوتر است و در صورت اشتباه در برنامه‌ی وارد شده در EDITOR این اشتباهات به رنگ قرمز در LOG نشان داده می‌شود. OUTPUT هم خروجی تجزیه و تحلیل را نشان می‌دهد.



حال به قسمت EDITOR می‌رویم و دستورات را وارد می‌کنیم. به یاد داشته باشید که در پایان هر خط دستور باید یک سمی کلون (;) زد. قسمت اول مربوط به معرفی داده‌هاست. ابتدا می‌زنیم DATA; سپس نوبت به معرفی نام ستون‌های داده می‌رسد. پس می‌زنیم INPUT T R YIELD; اینجا ما T را برای تیمار، R را برای تکرار و YIELD را هم برای عملکرد وارد می‌کنیم (این اسامی اختیاری است و هر اسم دیگری هم می‌توانیم استفاده کنیم). با توجه به اینکه تیمار را به صورت A,B,C,D وارد کردیم و عددی نیست یک علامت دلار (\$) بعد از T می‌زنیم. سپس می‌زنیم CARDS; و سپس داده‌های وارد شده در اکسل را در محیط برنامه کپی پیست کرده و یک سمی کلون در آخر داده‌ها می‌زنیم. پس به این صورت می‌شود:

```
data;
input t$ r yield;
cards;
A      1      12.6
A      2      12.1
A      3      11.9
B      1      13
B      2      11.9
B      3      10.8
C      1      10.5
C      2      10
C      3      10.5
D      1      15.5
D      2      15.6
D      3      15.2
;
```

پس از معرفی داده‌ها نوبت به وارد کردن دستورها می‌رسد.

برای طرح‌های آزمایشی بعد از وارد کردن اعداد مینویسیم `proc glm;` سپس می‌نویسیم `class t;` و سپس مدل را معرفی می‌کنیم `model yield=t;` و سپس می‌زنیم `run;` پس به این صورت می‌نویسیم:

```
Proc glm;
Class t;
Model yield=t;
Run;
```

بعد از این به منوی `run` رفته و `submit` را می‌زنیم (می‌توان روی عکس آدمک که در حال دوییدن است در بالای صفحه هم کلیک کرد). حال به پنجره `output` رفته و خروجی داده‌ها را می‌بینیم. اگر خروجی چیزی نبود یعنی احتمالاً در یک جای وار کردن دستور اشتباه کرده ایم و برای دیدن اشتباهمان به پنجره `log` رفته و جاهایی را که به رنگ قرمز نوشته می‌خوانیم و می‌بینیم کجا اشتباه شده و آنرا در `editor` درست می‌کنیم.

در خروجی ابتدا تعداد داده‌های مورد استفاده در نرم‌افزار و نام و سطوح تیمارهای مورد استفاده در تجزیه آماری را می‌نویسد:

#### The GLM Procedure

##### Class Level Information

Class	Levels	Values
t	4	A B C D

Number of Observations Read	12
Number of Observations Used	12

پس از این جدول تجزیه واریانس را می‌بینیم که شامل `source` یا همان منابع تغییرات، `DF` یا همان درجه آزادی `sum of square` یا همان `ss` (مجموع مربعات)، `mean square` یا همان میانگین مربعات (`ms`) و مقدار `F` است. ستون آخر هم که به صورت `Pr>F` نوشته شده می‌توان با مقدار این ستون سطح معنی‌داری یا غیر معنی‌داری `ms` را مشخص کنیم. برای مشخص کردن معنی‌داری یا عدم معنی‌داری نیازی نیست که به جدول `F` مراجعه کنیم. اگر مقدار `Pr>F` کوچکتر از  $0.01$  بود یعنی `ms` در سطح احتمال یک درصد معنی‌داری است. اگر این مقدار بین  $0.01$  و  $0.05$  بود یعنی مقدار `ms` در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار است و اگر بیش از  $0.05$  بود می‌گوییم `ms` معنی‌دار نیست.

Dependent Variable: yield

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	41.23333333	13.74444444	37.48	<.0001
Error	8	2.93333333	0.36666667		
Corrected Total	11	44.16666667			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	yield Mean
0.933585	4.857193	0.605530	12.46667

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
t	3	41.23333333	13.74444444	37.48	<.0001

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
t	3	41.23333333	13.74444444	37.48	<.0001

برای طرح کاملاً تصادفی نامتعادل هم دقیقاً به همین شیوه عمل می‌کنیم و تفاوتی با طرح متعادل ندارد.

برای مقایسه میانگین‌ها بعد از نوشتن مدل، یک خط دیگر اضافه می‌کنیم. با توجه به اینکه میانگین تیمارها را می‌خواهیم بنویسیم به این صورت می‌نویسیم:

Means t/lsd alpha=0.01;

اینجا مقایسه میانگین به روش حداقل تفاوت‌های معنی‌دار lsd در سطح احتمال یک درصد انجام شد. حال برای نمونه اگر خواستیم مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام دهیم به صورت زیر می‌نویسیم:

Means t/Duncan alpha=0.05;

خروجی مقایسه میانگین‌ها هم به صورت زیر است:

The GLM Procedure

t Tests (LSD) for yield

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.01
Error Degrees of Freedom	8
Error Mean Square	0.366667
Critical Value of t	3.35539
Least Significant Difference	1.6589

Means with the same letter are not significantly different.

t Grouping	Mean	N	t
A	15.4333	3	D
B	12.2000	3	A
B	11.9000	3	B
C	10.3333	3	C

همانگونه که مشاهده می‌شود سطح احتمال مورد استفاده (Alpha)، درجه آزادی خطا (Error Degree of freedom)، میانگین مربعات خطا (Error means square) و مقدار t جدول مورد استفاده برای محاسبه‌ی میزان lsd (Critical value of t) و خود مقدار lsd (Least significant difference) محاسبه شده در قسمت اول خروجی مربوط به مقایسه‌ی میانگین‌ها درج شده. در قسمت دوم میانگین تیمارها به ترتیب از بزرگ به کوچک مرتب شده و نام میانگین‌ها هم در ستون t درج شده است. N هم نشان دهنده‌ی تعداد تکرار برای هر تیمار است. ستون سمت چپ هم که با عنوان (t Grouping) مشخص شده نشان داده‌ها را گروه‌بندی کرده. میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک در گروه‌بندی هستند با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند. ولی اگر هیچ حرف مشترکی نداشته باشند با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند. مثلاً در اینجا تیمار D با میانگین ۱۵/۴۳ در گروه A قرار گرفته و با بقیه تیمارها تفاوت معنی‌داری دارد. ولی تیمار A با میانگین ۱۲ و B با میانگین ۱۱/۹ هر دو در گروه B قرار گرفته و با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند. تیمار B با میانگین ۱۱/۹ و تیمار C با میانگین ۱۰/۳۳ هر دو در گروه C قرار گرفته‌اند و با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند ولی تیمار A با تیمار C با توجه به اینکه هیچ حرف مشترکی در گروه‌بندی ندارند و یکی در گروه B و دیگری در گروه C قرار گرفته با یکدیگر تفاوت معنی‌داری دارند. داده‌های چند مشاهده‌ای:

در اینجا در اکسل برای گروه‌بندی داده‌ها باید در نظر داشت که یک ستون هم برای شماره نمونه اضافه کرد. برای این کار جدول ۳-۱۱ صفحه ۶۳ را در نظر بگیرید. می‌بینیم که در کل ۷۲ عدد را باید وارد کنیم. اینجا سه ستون تیمار (t) تکرار (r) و نمونه (s) را باید وارد

t	r	s	roshd
1	1	1	3.5
1	1	2	4
1	1	3	3
1	1	4	4.5
1	2	1	2.5
1	2	2	4.5
1	2	3	5.5
1	2	4	5
1	3	1	3
1	3	2	3
1	3	3	2.5
1	3	4	3
2	1	1	5
2	1	2	5.5
2	1	3	4
2	1	4	3.5
2	2	1	3.5
2	2	2	3.5
2	2	3	3
2	2	4	4
2	3	1	4.5
2	3	2	4
2	3	3	4
2	3	4	5
3	1	1	5
3	1	2	4.5
3	1	3	5
3	1	4	4.5
3	2	1	5.5
3	2	2	6
3	2	3	5
3	2	4	5
3	3	1	5.5
3	3	2	4.5
3	3	3	6.5
3	3	4	5.5
4	1	1	8.5
4	1	2	6
4	1	3	9
4	1	4	8.5
4	2	1	6.5
4	2	2	7
4	2	3	8
4	2	4	6.5
4	3	1	7
4	3	2	7
4	3	3	7
4	3	4	7
5	1	1	6
5	1	2	5.5
5	1	3	3.5
5	1	4	7
5	2	1	6
5	2	2	8.5
5	2	3	4.5
5	2	4	7.5
5	3	1	6.5
5	3	2	6.5
5	3	3	8.5
5	3	4	7.5
6	1	1	7
6	1	2	9
6	1	3	8.5
6	1	4	8.5
6	2	1	6
6	2	2	7
6	2	3	7
6	2	4	7
6	3	1	11
6	3	2	7
6	3	3	9
6	3	4	8

Dependent Variable: roshd

کنیم. اینجا شش تیمار یک تا شش داریم. بنابراین اسم هر کدام از تیمارها را ۱۲ بار می‌نویسیم. یعنی ۱۲ بار عدد یک ۱۲ بار عدد ۲ و ۱۲ بار عدد سه و به همین صورت تا عدد شش می‌نویسیم. سپس نوبت به ستون دوم که مربوط به تکرار است می‌رسد. در این مثال ما سه تکرار داریم بنابراین جلوی هر کدام از تیمارهای ستون اول چهار بار عدد یک چهار بار عدد ۲ و چهار بار عدد سه را می‌نویسیم و این کار

را برای همه‌ی شش تیمار انجام می‌دهیم. در ستون سوم که مربوط به نمونه است با توجه به اینکه در هر واحد آزمایشی چهار نمونه داریم برای هر تکرار هر تیمار در ستون مربوط به نمونه اعداد یک تا چهار را می‌نویسیم و در ستون آخر مقادیر اعداد را می‌نویسیم. برای داده‌های مثال کتاب به این صورت وارد می‌کنیم:

حال برنامه SAS را باز می‌کنیم. در اینجا به صورت قبل ستونها را معرفی می‌کنیم. فقط باید در نظر داشته باشید که یک ستون مربوط به نمونه هم به نام S اضافه شده است.

```
Data;
Input t r s roshd;
Cards;
```

در زیر این عبارت مقادیر وارد شده در اکسل را کپی پیست کرده در آخر آن یک سمی کلون می‌زنیم و سپس دستورات را به صورت زیر وارد می‌کنیم:

```
PROC GLM;
CALSS T R S;
MODEL YIELD=T R(T);
TEST H=T E=R(T);
MEANS T/DUNCAN ALPHA=.01 E=R(T);
RUN;
```

عبارت  $R(t)$  در مدل نشان دهنده‌ی خطای آزمایشی است و خطای باقیمانده‌ای که در OUTPUT می‌بینیم خطای نمونه برداری را نشان می‌دهد. با توجه به اینکه در SAS به اشتباه مقدار F تیمار را از تقسیم MS تیمار به MS خطا به دست می‌آورد برای درست محاسبه کردن مقدار F که از تقسیم MS تیمار به MS خطای آزمایشی به دست می‌آید عبارت  $TEST H=T E=R(T)$  را در زیر مدل می‌نویسیم. خط بعد هم که مقایسه‌ی میانگین تیمارها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد را نشان می‌دهد. فقط همانگونه که مشاهده می‌شود بعد از مشخص کردن alpha اینجا هم خطای مورد استفاده برای انجام مقایسه میانگین‌ها را با  $e=r(t)$  مشخص کرده‌ایم و گرنه به اشتباه محاسبات مقایسه میانگین‌ها با استفاده از خطای نمونه بردای انجام می‌شود. فقط در اینجا بعد از حال در منوی RUN گزینه‌ی SUBMIT را می‌زنیم و خروجی را نگاه می‌کنیم (نکته: اگر خواستید محتویات صفحه خروجی را پاک کنید کلیدهای CTRL و E را به صورت همزمان فشار دهید). خروجی به صورت زیر است:

The GLM Procedure									
Class Level Information									
Class	Levels		Values						
t	6		1	2	3	4	5	6	
r	3		1	2	3				
s	4		1	2	3	4			
Number of Observations Read									72
Number of Observations Used									72
The GLM Procedure									

Sum of

Source	DF	Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	17	205.4756944	12.0868056	12.94	<.0001
Error	54	50.4375000	0.9340278		
Corrected Total	71	255.9131944			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	roshtd Mean
0.802912	16.70696	0.966451	5.784722

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
t	5	179.6423611	35.9284722	38.47	<.0001
r(t)	12	25.8333333	2.1527778	2.30	0.0186

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
t	5	179.6423611	35.9284722	38.47	<.0001
r(t)	12	25.8333333	2.1527778	2.30	0.0186

Tests of Hypotheses Using the Type III MS for r(t) as an Error Term

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
t	5	179.6423611	35.9284722	16.69	<.0001

The SAS System 09:19 Thursday, May 20, 2004 8

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for roshtd

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.01
Error Degrees of Freedom	12
Error Mean Square	2.152778

Number of Means	2	3	4	5	6
Critical Range	1.830	1.908	1.958	1.993	2.019

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	t
A	7.9167	12	6
A			
A	7.3333	12	4
A			
B	6.4583	12	5
B			
B			
C	5.2083	12	3
C			
C	4.1250	12	2
C			
C			
C	3.6667	12	1

در قسمت مقایسه میانگین‌ها هم مقادیر critical range برای دامنه‌های مختلف همان مقادیر lsr است. به گروه‌بندی داده‌ها توجه کرده و یک بار این کار را با دست انجام داده و این مقادیر را با مقادیر درج شده در جدول کتاب مقایسه کنید و ببینید هر کدام چه چیزی هستند. به گروه‌بندی میانگین‌ها هم توجه کرده و مقایسه میانگین‌ها را به روش دانکن یک بار به صورت دستی انجام داده و با نتایج خروجی نرم افزار مقایسه کنید.