کار با Minitab
محاسبات در Minitab
انجام کار هاي آماري در Minitab
نمودارهاي کنترل
قابلیت فرآیند
آنالیز واریانس
طراحي آزمایشات
رگرسیون
قابلیت اطمینان
کار با نمودارها

آنالیز واریانس يك طرفه
آنالیز واریانس دو طرفه
آنالیز واریانس براي حالتهاي Balanced ANOVA
مشاهده تاثیر فاکتور بر خروجي و اثر متقابل آنها
مشاهده نمودار باقیمانده
آنالیز میانگین

آنالیز واریانس يك طرفه

انجام آنالیز واریانس يك طرفه در Minitab به چند روش مي تواند انجام گیرد،که دوروش آن خاص آنالیز واریانس يك طرفه است ، که در ادامه به بررسي آنها خواهیم پرداخت براي این کار مثال زیر را در نظر بگیرید.

مي خواهیم ببینیم آیا در صدهاي مختلف استفاده از پنبه در قدرت الیاف باهم متفاوت است یا خیر . به همین دلیل آزمایشي را با پنج درصد مختلف پنبه طراحي مي کنیم که در هر کدام پنج نمونه گرفته مي شود، مقدار مشاهده شده قدرت الیاف بصورت زیر مي باشد:

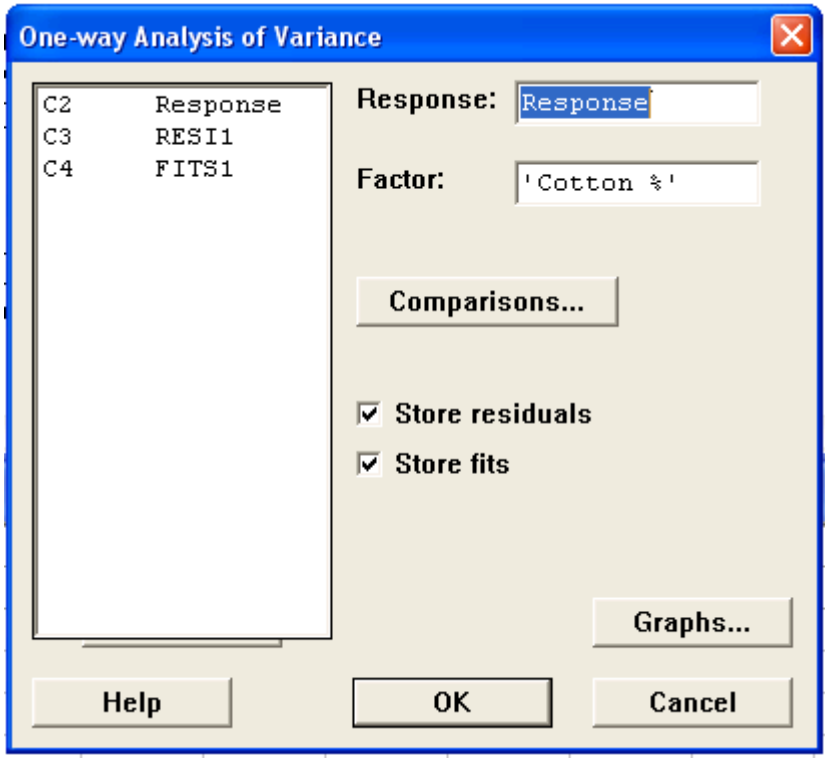
COTTON %	1	2	3	4	5
15	7	7	15	11	9
20	12	17	12	18	18
25	14	18	18	19	19
30	19	25	22	19	23
35	7	10	11	15	11

روش اول

داده ها رادر دوستون وارد نمائيد. درستون اول پنج بار ١٥% و پنج بار ٢٠%و.....را تايپ نمائيد.ودرستون بعدي مقدارهاي مشاهده شده براي هر كدام را وارد نمائيد. حال بصورت زير عمل كنيد:

Stat----------→ANOVA----------→Onewa

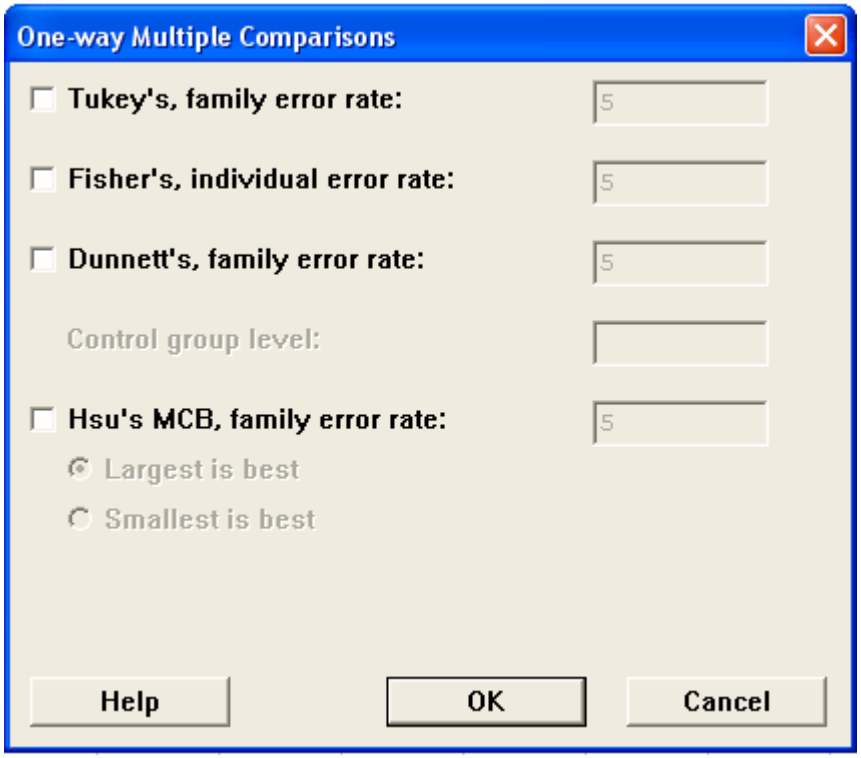
حال در قسمت Response (شكل ٦-١) ستون Response (ستوني كه نتايج را در آن تايپ نموده ايد) وارد نمائيد. ودر ستون Factorستون % Cotton (ستوني كه درصدهاي پنبه را در آن تايپ نموده ايد) را وارد كنيد.



شكل ٦-١

شكل مربوط به آناليز واريانس يك طرفه

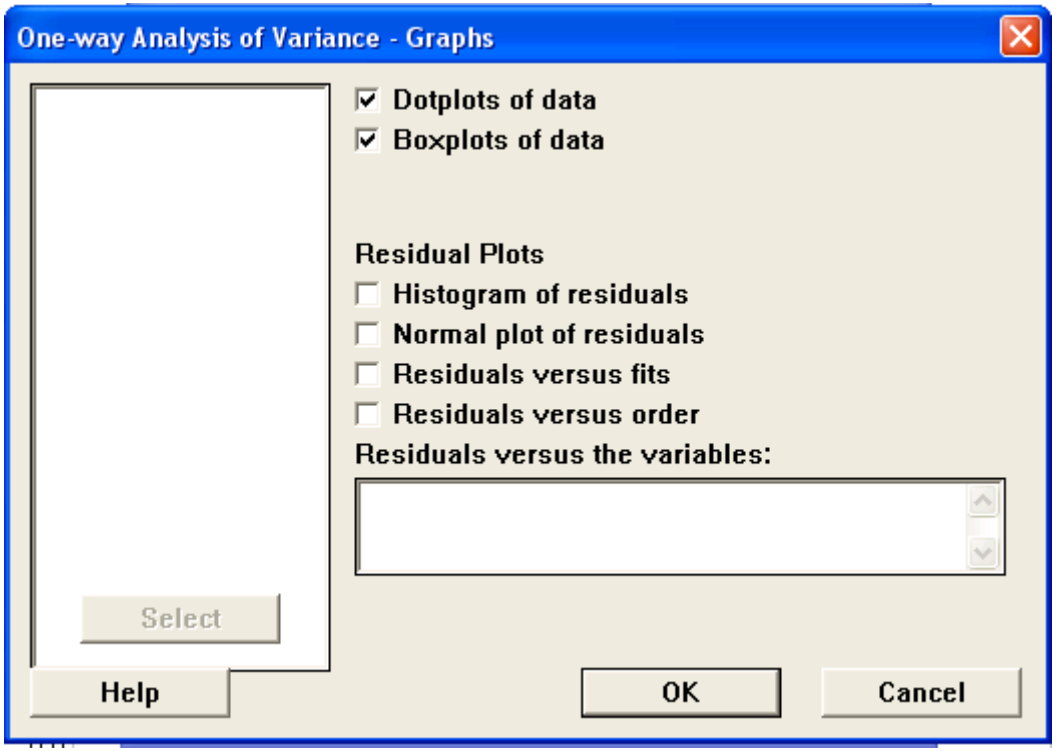
درصورتي كه مايل به انجام تستهاي دودويي بين نمونه هايتان هستيد، درقسمت Comparisons (شكل ٦-٢) تستهاي مورد نظر را انتخاب نمائيد.لازم بـــه ذكر است كه Minitab تستهاي Tukey , Fisher,Dunnett, Hsu را مي تواند انجام دهد . اين تستها براي مقايسه دوتايي نمونه ها مي باشند واگر در بين دومقدار پائين وبالاي ارائه شده عددصفر قرار گيرد يعني نمي توان برابري دونمونه را باهم رد كرددر غير اين صورت مي توان فرض برابري بين دونمونه را رد نمود.



شكل ٦-٢

شكل مربوط به تستهاي دوتائي

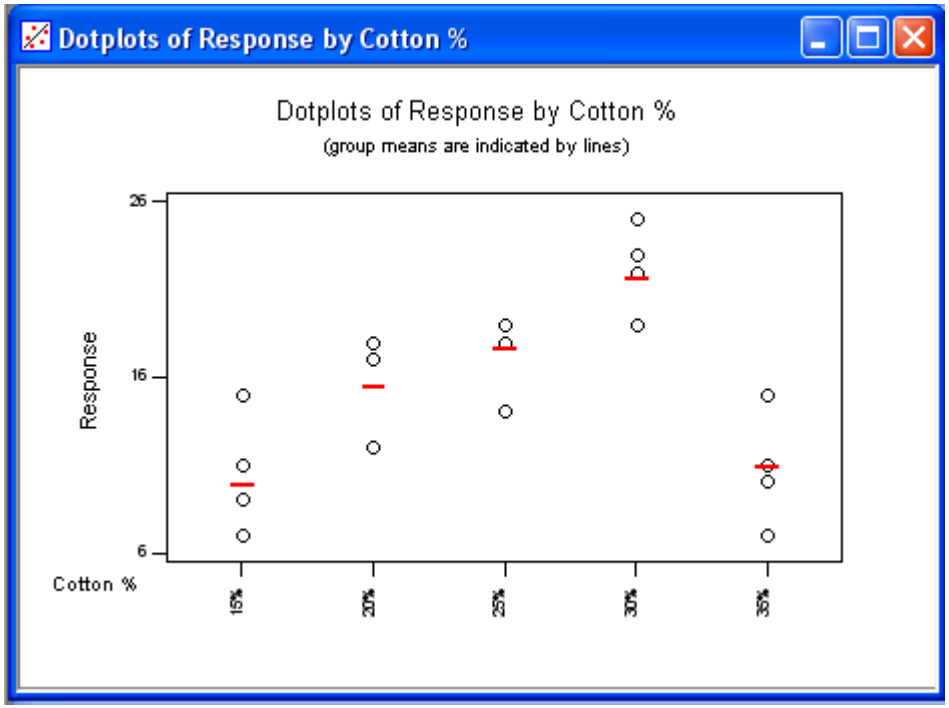
درصورتي كه مايل به ذخيره مقدار باقيمانده ها ومقدار برآوردشده مدل هستيد به ترتيب Store Residuals, Store Fits را چك نمائيد. همچنين اگرمايل بـه كشيدن گرافهايي هستيد (شكل ٦-٣) مي توانيد در قسمت Graph اين كار را انجام دهيد.



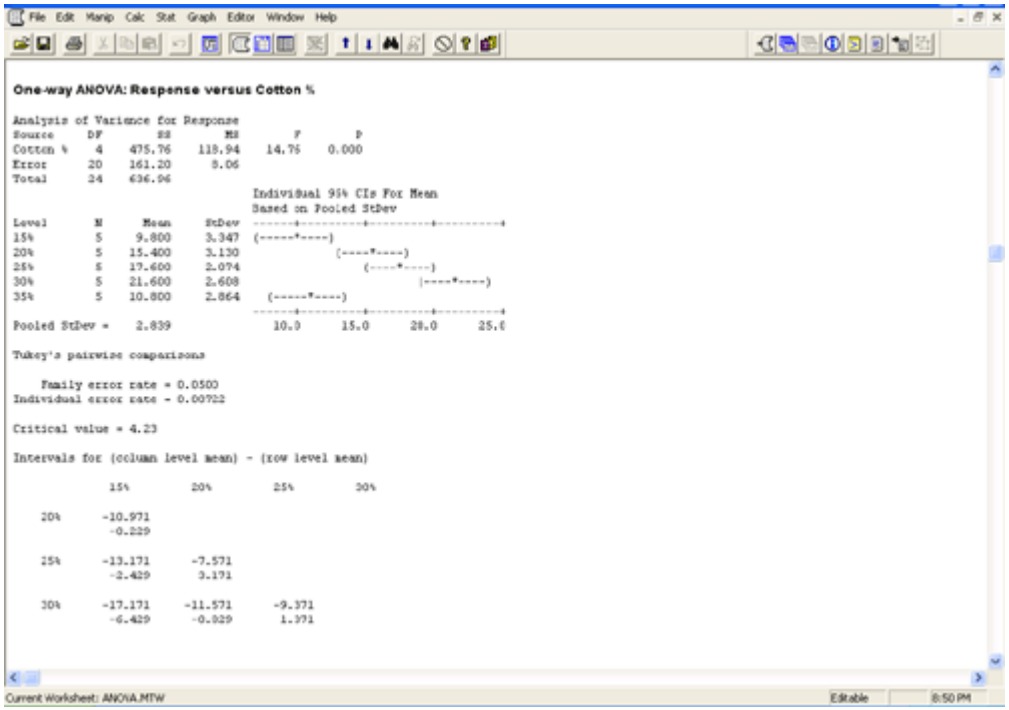
شکل ٦-٣

شکل مربوط به قسمت Graphs

سپس برروي دکمه Ok کليك نمائيد . خروجي نرم افزار بصورت شکل ٦-٤ و ٦-٥ خواهد بود.



شكل ٦-٤ گراف خروجي نرم افزار



شكل ٦-٥خروجي آناليز واريانس يك طرفه را نشان مي دهد.

همانطور كه مشخص است به علت صفر شدن مقدار Pvalue فرض H0يعني برابري ميانگين ها رد مي شود.

روش دوم

دومين روش به اين صورت است كه براي هر سطح فاكتور ستون خاصي را در نظر مي گيريم . براي مثال بالا يك ستون را ١٥% درنظر گرفته ومقادير مشاهده شده آن را در آن ستون تايپ نمائيد . به همين ترتيب براي مقادير ٢٠%و ٢٥% و ٣٠% نيز اين كار را انجام دهيد. سپس بصورت زير عمل نمائيد:

Stat----------→ ANOVA---------→Oneway (Unstacked)

ودرقسمت Response ستونهاي مشاهدات را وارد نمائيد. دراين حالت (Unstacked) فقط مي توانيد دو گراف Boxplots, Dotplots را انتخاب نمائيد. (لازم به ذكر است كه قادر به ذخيره سازي مقدار با قيمانده ها ومقدار بر آورد شده نيز نيستيد همچنين تستهاي حالت قبل را نيز نمي توانيد، انجام

دهيد.) سپس برروي دكمه Okكليك نمائيد.

One-way ANOVA: Response versus Cotton %

```
Analysis of Variance for Response
Source     DF        SS        MS        F        P
Cotton %    4    475.76    118.94    14.76    0.000
Error      20    161.20      8.06
Total      24    636.96

                                 Individual 95% CIs For Mean
                                 Based on Pooled StDev
Level       N      Mean     StDev ------+---------+---------+---------+
15%         5     9.800     3.347 (-----*----)
20%         5    15.400     3.130           (----*----)
25%         5    17.600     2.074                (----*----)
30%         5    21.600     2.608                      (----*----)
35%         5    10.800     2.864   (-----*----)
                                 ------+---------+---------+---------+
Pooled StDev =    2.839              10.0      15.0      20.0      25.0

Tukey's pairwise comparisons
```

شكل ٦-٦

خروجي نرم افزار براي حالت Unstacked

ابتداي صفحه

آناليز واريانس دوطرفه

براي انجام آناليز واريانس دوطرفه مثال زير را مورد بررسي قرار مي دهيم.

دوتوليد كننده سه نوع ابزار اتصال توليد مي كنند كه اين ابزارها دريك ماشين الكتريكي استفاده مي شوند. يك مطالعه تصادفي به منظور ارزيابي استقامت ابزارهاي اتصال بصورت زير طراحي شده است . حال بررسي كنيد كه آيا استقامت ابزارهاي ساخت توليد كننده ١با توليد كننده ٢ برابر است يا نه ؟

↓	C1	C2	C3	C4
	MANUFACTURER	MACHINE TYPE	RESPONSE	
9	1	3	17.0	
10	2	1	13.0	
11	2	1	12.0	
12	2	1	11.0	
13	2	2	15.5	
14	2	2	14.5	
15	2	2	15.0	
16	2	3	10.0	
17	2	3	12.0	
18	2	3	13.0	

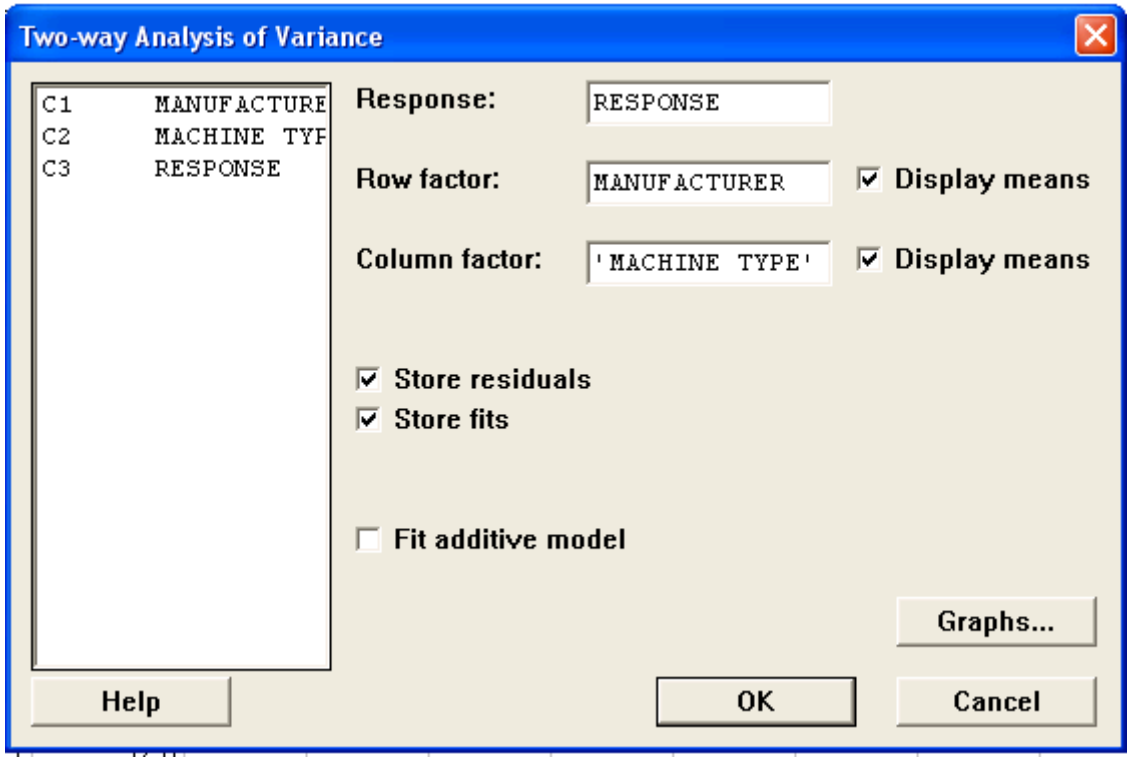
شكل ٦-٧

داده هاي ورودي براي مثال آناليز واريانس دوطرفه

داده ها را بصورت شكل ٦-٧ وارد نمائيد ، سپس بصورت زير عمل نمائيد :

Stat ---------→ANOVA----------→Twoway

درقسمت Response (شكل ٦-٨)متغير Response را وارد نمائيد در Row Factor متغير Manufacturer را وارد نموده ودرقسمت Column Factor ستون Machine Type را وارد نمائيد. براي اينكه ميانگين را در سطح فاكتورهاي ١و٢ ببينيد. Means Display را براي هر دو فاكتور علامت بزنيد. همچنين براي ذخيره شدن باقيمانده ها وهمچنين مقدار بر آورد شده به ترتيب Store Residuals , Store Fits را علامت بزنيد . درصورتي كه مي خواهيد اثر متقابل بين فاكتور ها در نظر گرفته نشود. Fit additive را علامت بزنيد.



شکل ٦-٨

شکل مربوط به آنالیز واریانس دوطرفه

دراین مثال اثر متقابل بین فاکتورها را در نظر گرفته مي شود، سپس برروي دکمه Okکليك نمائيد. خروجي نرم افزار بصورت شکل ٦-٩ خواهد بود.

Two-way ANOVA: RESPONSE versus MANUFACTURER, MACHINE TYPE

```
Analysis of Variance for RESPONSE
Source        DF        SS        MS        F        P
MANUFACT       1    40.500    40.500    47.03    0.000
MACHINE        2    19.444     9.722    11.29    0.002
Interaction    2    21.000    10.500    12.19    0.001
Error         12    10.333     0.861
Total         17    91.278

                          Individual 95% CI
MANUFACT        Mean  ---------+---------+---------+---------+--
1              15.89                              (----*-----)
2              12.89   (----*-----)
                      ---------+---------+---------+---------+--
                           13.20     14.40     15.60     16.80

                          Individual 95% CI
MACHINE         Mean  ---------+---------+---------+---------+--
1              13.00   (-------*-------)
2              15.50                              (-------*-------)
3              14.67                    (--------*-------)
                      ---------+---------+---------+---------+--
                           13.00     14.00     15.00     16.00
```

شكل ٦-٩

خروجي نرم افزار براي آناليز واريانس دوطرفه

لازم به ذكر است درقسمت Graph (بخش Twoway) مي توان گراف هاي زير را انتخاب نمود:

Histogram Of Residual : هيستوگرام باقيمانده ها

Normal Plot Of Residual : نمودار نرمال براي بررسي باقيمانده ها

Residual Versus : نمودار باقيمانده ها در مقابل مقادير مشاهده شده (درصورت تصادفي بودن نبايد روند خاصي داشته باشد.)

Residual Versus fits : نمودار باقيماده ها در مقابل مقادير پيش بيني شده كه در صورت تصادفي بودن نبايد روند خاصي داشته باشد.

ابتداي صفحه

آناليز واريانس براي حالتهاي با فاكتورهاي ١و٢ يا بيشتر—Balanced ANOVA

لازم به ذكر است با ابزاري كه دراينجا مورد بررسي قرار مي دهيم ، مي توانيم آناليز واريانس رابا يك ، دويا چند فاكتور انجام دهيم . براي درك بهتر ايـــــن قسمت مثال انتخاب شده را مورد بررسي قرار مي دهيم.

مثال :

روش جديدي براي بارگذاري توپهاي نيروي دريايي اختراع شده است . براي بررسي اين روش جديد ومقايسه آن با روش قبلي ، يك محقق نيروي دريايـــي مامور بررسي مي شود اين محقق دوروش را در نظر مي گيرد . همچنين افراد حاضر در آزمايش را در سيستم ،به سه حالت ضعيف ، متوسط وقوي تقسيم بندي مي كند وسه گروه به اين صورت كه هر كدام شامل سه تيم مي باشند را تشكيل مي دهد براي اينكه كدام تيم بايد چه روشي را انجام دهد درهـــر روز براي آن تيم سكه اي پرتاب مي شود كه روش آزمايش را براي آن تيم مشخص مي كند ، به طور ي كه درطول چهارروز هر تيم از هر آزمايش دوبار انجام مي دهد.

واحد آزمايش بر اساس تعداد بارگذاري در دقيقه كه مي توانست شليك شود ، مشخص مي شود . مشاهدات در جدول زير آمده است.

لازم به ذكر است افراد شركت كننده در تيمها از بين تعداد زيادي از پرسنل نيروي دريايي و بصورت تصادفي انتخاب شده اند . حال بايد بررسي شود كه آيـــا فرقي بين روشهاي مختلف بارگذاري وهمچنين تيم هاي مختلف وجود دارد يا خير ؟

مدل رياضي مسئله فوق بصور ت زير خواهد بود :

$$Y = M + M + G + MG + T(J) + MT(j) +$$

فایل Balance Anova.mtw را باز نموده ویا اطلاعات جدول مسئله را بصورت شکل ۱۰-٦ وارد نمائید.

↓	C1-T	C2-T	C3-T	C4	C5
	METHOD	GROUP	TEAM	RESPONSE	
1	Method-1	G-1	T-1	20.2	
2	Method-1	G-1	T-1	24.1	
3	Method-1	G-1	T-2	26.2	
4	Method-1	G-1	T-2	26.9	
5	Method-1	G-1	T-3	23.8	
6	Method-1	G-1	T-3	24.9	
7	Method-1	G-2	T-1	22.0	
8	Method-1	G-2	T-1	23.5	
9	Method-1	G-2	T-2	22.6	
10	Method-1	G-2	T-2	24.6	
11	Method-1	G-2	T-3	22.9	
12	Method-1	G-2	T-3	25.0	
13	Method-1	G-3	T-1	23.1	
14	Method-1	G-3	T-1	22.9	
15	Method-1	G-3	T-2	22.9	
16	Method-1	G-3	T-2	23.7	
17	Method-1	G-3	T-3	21.8	
18	Method-1	G-3	T-3	23.5	
19	Method-2	G-1	T-1	14.2	
20	Method-2	G-1	T-1	16.2	
21	Method-2	G-1	T-2	18.0	
22	Method-2	G-1	T-2	19.1	
23	Method-2	G-1	T-3	12.5	
24	Method-2	G-1	T-3	15.4	
25	Method-2	G-2	T-1	14.1	
26	Method-2	G-2	T-1	16.1	

شکل ٦-١٠

ورود اطلاعات براي مسئله آناليز واريانس با چند فاكتور

حال براي حل اين مسئله بصورت زير عمل كنيد :

Stat ---------→ ANOVA--------→Balanced ANOVA

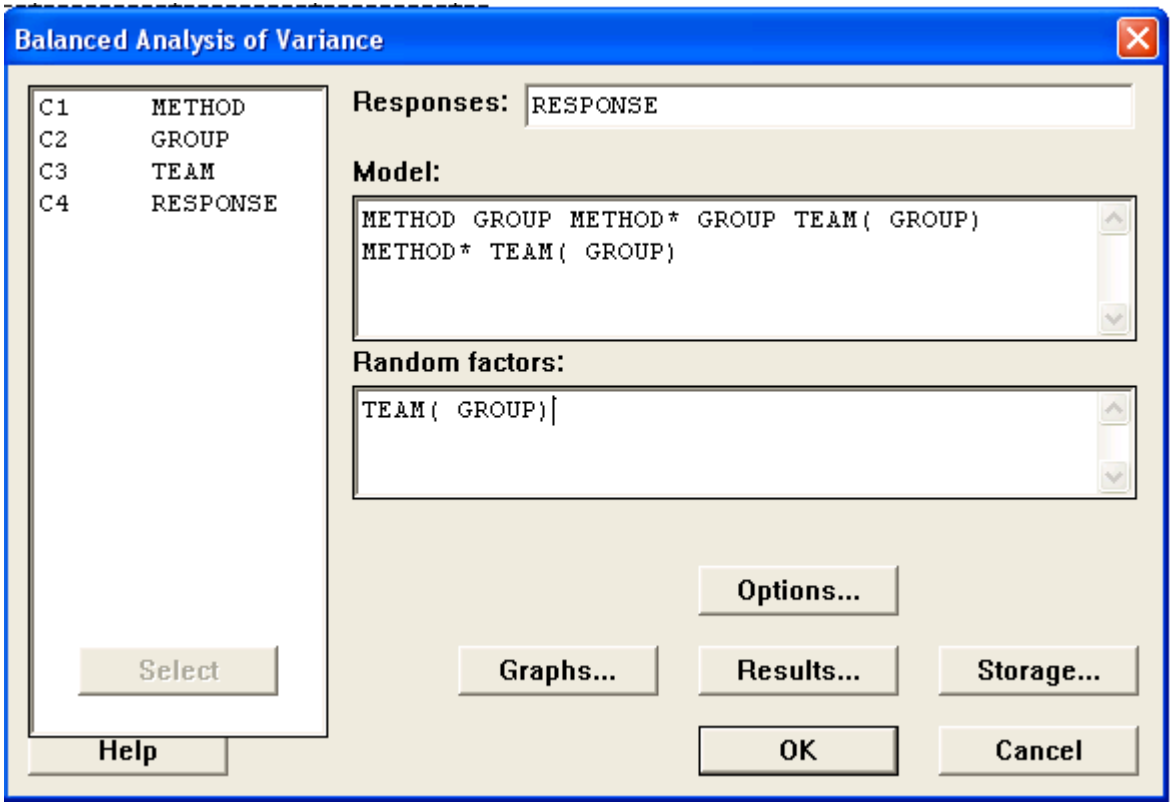
پس از ورود به قسمت Balanced Anova درقسمت Response ، ستون Responseرا وارد نمائيد . درقسمت Model ، مدل گفته شده در بالا را بصورت زير وارد نمائيد :

Methos Group Method * Group

Tearm (Group) Method * Team (Group)

چون دراين مسئله فاكتور Team را بصورت يك فاكتور تصادفي در نظر گرفتيم ، درقسمت Random Factors (Optional) (شكل ٦-١١) عبارت ، Team (Group) را تايپ نمائيد . برروي دكمه Optionsكليك نموده و شكل ٦-١٢ قسمت Use The Restricted From Of

The Mixed Model را علامت بزنيد تا مدل فوق بصورت Restricted Model درنظر گرفته شود . اگر اين قسمت را علامت نزنيد Minitab بصورت پيش فرض Unrestrictsd Model را در نظر مي گيرد ، سپس براي اينكه EMS ، فاكتور ها را ببينيد ، قسمت Display Expected Mean Squares را علامت بزنيد .



شكل ٦-١١

شكل مربوط به مثال بخش Balanced Anova

اگرمايل هستيد ميانگين مقدار مشاهدات را درهر فاكتور ببينيد ، در قسمت Display Means Corresponding To The Terms فاكتور هاي مورد نظر خود را وارد نمائيد.

درقسمت Graphs گرافهاي مورد نظر خود را مي توانيد علامت بزنيد .اين قسمت مانند قسمت Twowayمي باشد . در قسمت storage مي توانيد مقدار Fits و Residuals را علامت بزنيد تا مقدار بر آورده شده مدل ومقدار باقيمانده ها را براي شما در دوستون ذخيره نمايد. در قسمت Manova مي توانيـــد تستهاي مورد نياز خود را علامت بزنيد. Minitab آنها را براي شما انجام دهد، سپس بر روي دكمه Ok كليك نمائيدتا نتيجه را ببينيد.

استفاده از General Linear Model

از General Linear Model . (GLM) هم مي توان براي آناليز واريانس آزمايشهاي Balance, Un Balance استفاده نمود. ولي در صورتي كه آزمايش شما از

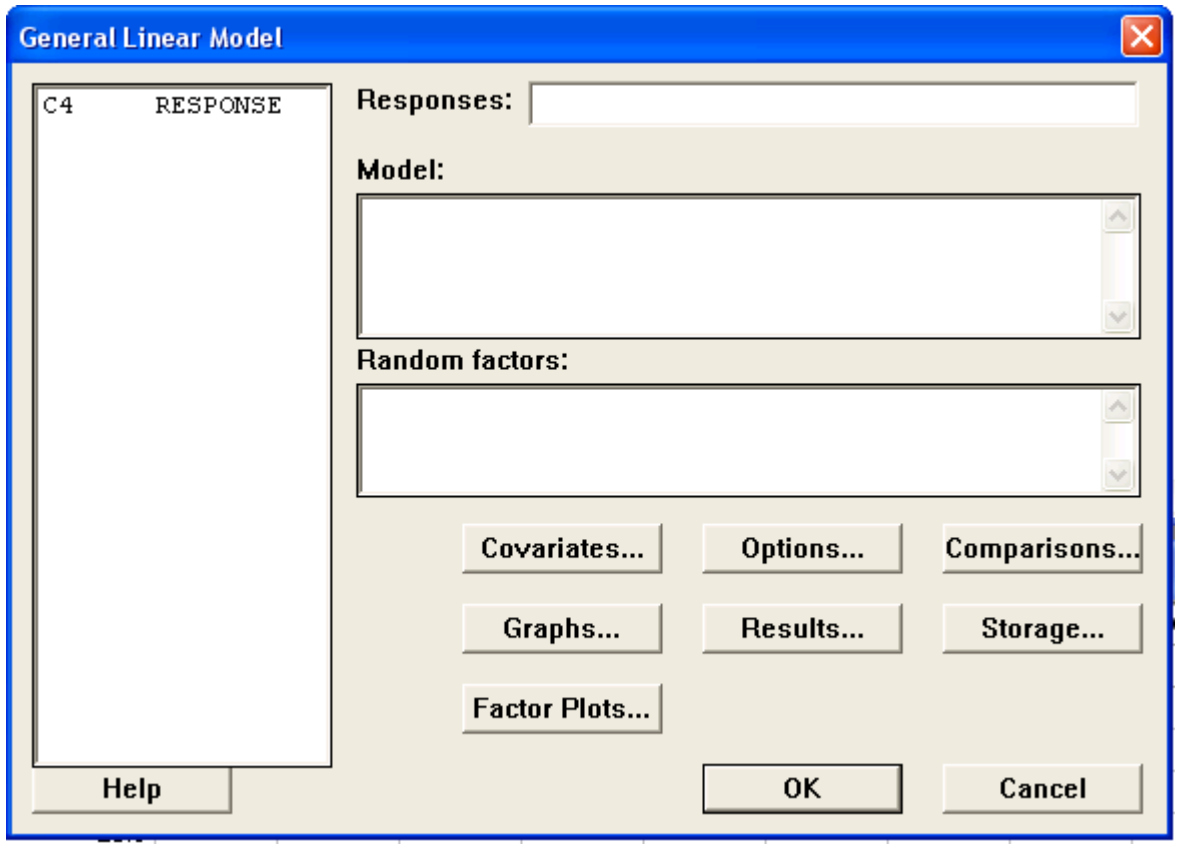
نوع Balanceاست پيشنهاد مي شود كه از همان Anova Balanced استفاده نمائيد. براي آشنايي با اين قسمت از نرم افزار ، مثال ابزارهاي اتصال را بـا GLM حل مي نمائيم . ابتدا فايل فوق را باز نموده وبصورت زير عمل نمائيد:

Stat----------→ ANOVA----------→ General Linear Model

پس از آنكه وارد قسمت GLM شديد . درقسمت Responses ستون Response را وارد نمائيد. ودر قسمت Model مدل زير را وارد نمائيد.

MANUFACTURER MACHINE TYPE

MANUFACTURER*MACHINE TYPE



شكل ٦-١٤ شكل مربوط به GLM

براي ديدن خروجي بر روي دكمه ok كليك نمائيد خروجي نرم افزار بصورت شكل ٦-١٥ خواهد بود.

General Linear Model: RESPONSE versus MANUFACTURER, MACHINE TYPE

```
Factor     Type Levels Values
MANUFACT  fixed      2 1 2
MACHINE   fixed      3 1 2 3

Analysis of Variance for RESPONSE, using Adjusted SS for Tests

Source             DF     Seq SS     Adj SS     Adj MS       F      P
MANUFACT            1     40.500     40.500     40.500   47.03  0.000
MACHINE             2     19.444     19.444      9.722   11.29  0.002
MANUFACT*MACHINE    2     21.000     21.000     10.500   12.19  0.001
Error              12     10.333     10.333      0.861
Total              17     91.278

Unusual Observations for RESPONSE

Obs  RESPONSE       Fit      SE Fit  Residual   St Resid
 16   10.0000   11.6667      0.5358   -1.6667     -2.20R

R denotes an observation with a large standardized residual.
```

شكل ٦-١٥

خروجي نرم افزار براي مثال GLM

بررسي فرضيات آناليز واريانس

-بررسي برابري واريانسها

يكي از فرضيات اصلي آناليز واريانس برابري واريانسهاي جوامعي است كه ما آنها را مورد آزمايش قرار مي دهيم. براي انيكه برابري واريانسها را مورد آزمون قرار دهيم ، مي توانيم از آزمونهاي Levene و Bartlett استفاده نمائيم .

حال براي مثال ابزارهاي اتصال ، مي خواهيم اين فرض را تست نمائيم . براي اين كار فايل فوق را باز نموده وبصورت زير عمل نمائيد:

Stat ----------→ANOVA----------→Homogeneity of varianc

درقسمت Response(شكل ٦-١٦) متغير Responseرا وارد نمائيد. ودر قسمت Factorsفاكتورهاي اين مسئله يعني , MACHINE TYPE MANUFACTURER را وارد نمائيد. سپس در قسمت Storage هر چهار گزينه را علامت بزنيد، لازم به ذكر است كه اين گزينه ها بصورت زير عمل مـي نمايند.

ذخيره سازي مقدار انحراف معيارStandard Deviations

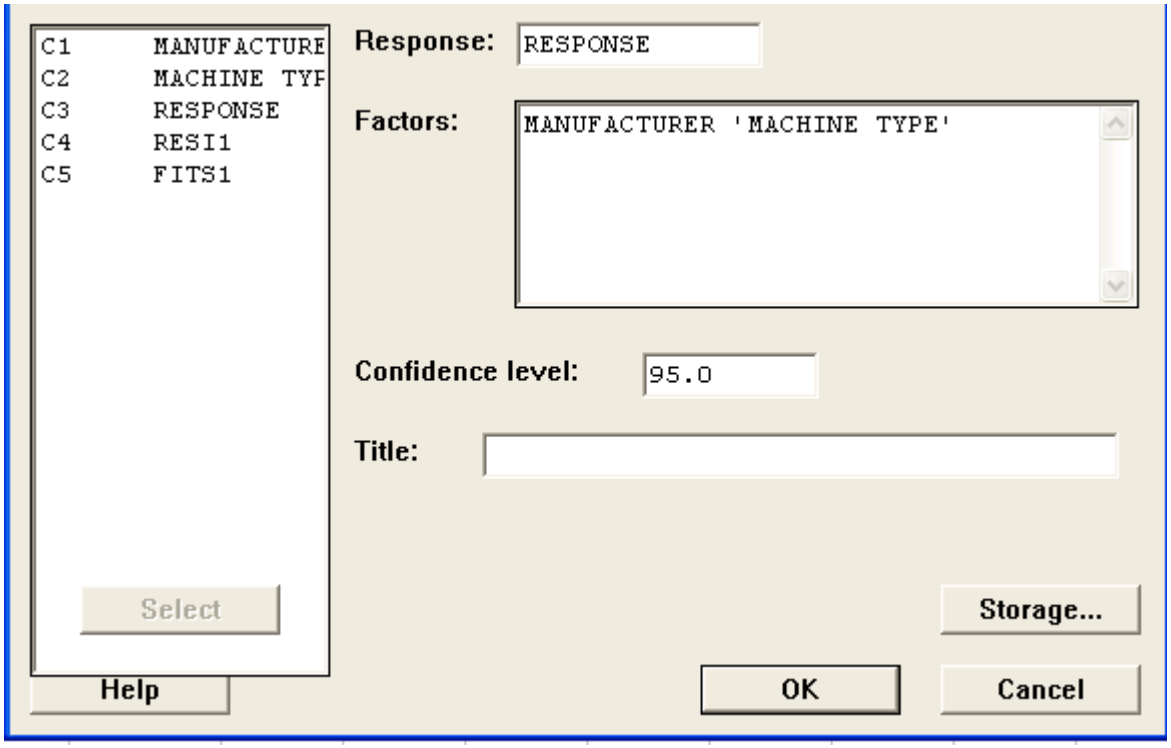
ذخيره سازي مقدار واريانس Variances

ذخيره سازي حدبالاي فاصله اطمينان انحراف معيار

Upper Confidence Limits For Siamas

ذخيره سازي حد پائين فاصله اطمينان انحراف معيار

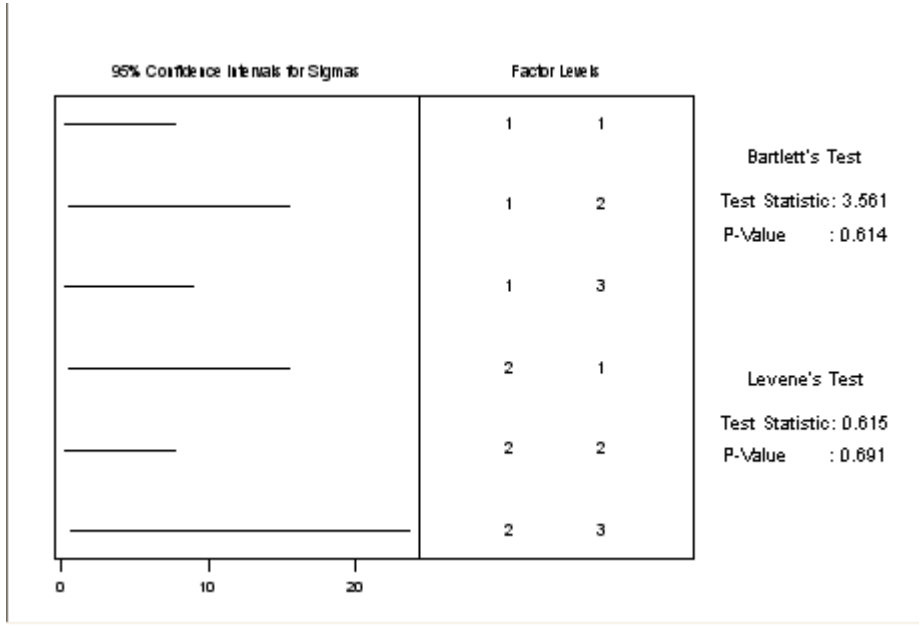
Lower Confidence Limits For Sigmas



شكل ٦-١٦

شكل مربوط به Homogeneity of Variance Test

سپس برروي دكمه Ok كليك نمائيد ، خروجي نرم افزار بصورت شكل ٦-١٧ و ٦-١٨ خواهد بود.



شكل ٦-١٧

خروجي قسمت Homogeneity of Variance

```
Response    RESPONSE
Factors     MANUFACTURER  MACHINE TYPE
ConfLvl     95.0000

Bonferroni confidence intervals for standard deviations

  Lower     Sigma     Upper     N  Factor Levels

0.213577   0.50000    7.7379    3    1    1
0.427154   1.00000   15.4758    3    1    2
0.246617   0.57735    8.9349    3    1    3
0.427154   1.00000   15.4758    3    2    1
0.213577   0.50000    7.7379    3    2    2
0.652488   1.52753   23.6396    3    2    3


Bartlett's Test (normal distribution)


Test Statistic: 3.561
P-Value       : 0.614


Levene's Test (any continuous distribution)


Test Statistic: 0.615
P-Value       : 0.691
```

شکل ٦-١٨

خروجي قسمت Homogeneity of Variance بصورت گرافيکي

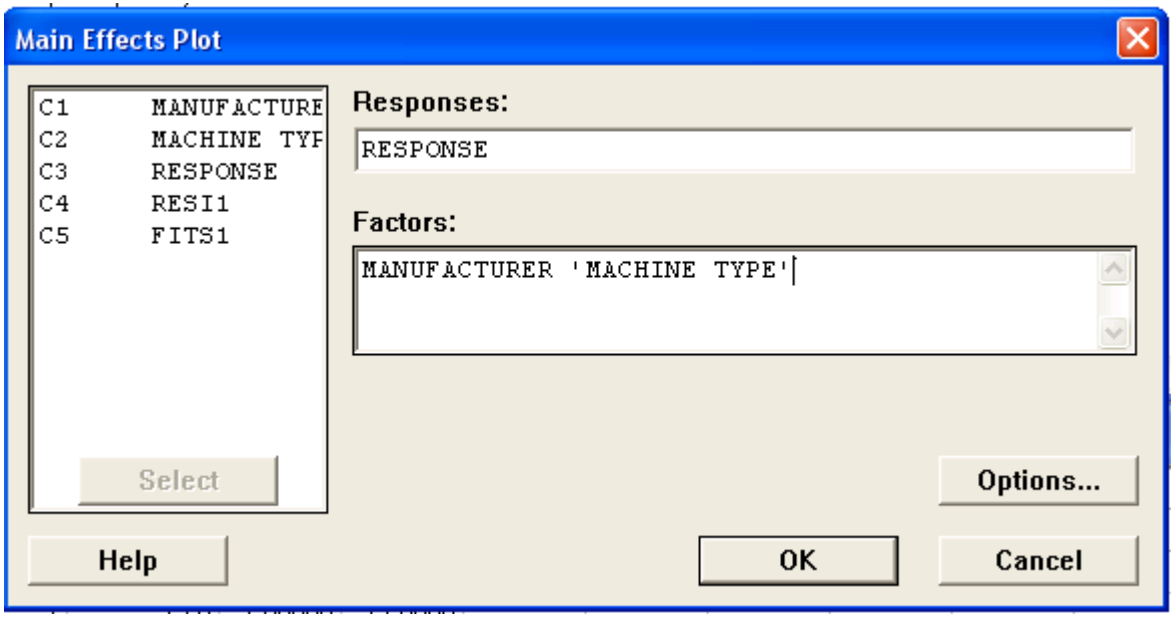
ابتداي صفحه

مشاهده تاثير هر فاكتور به تنهائي بر روي خروجي

براي مشاهده تاثير هر فاكتور بر روي خروجي مي توان بصور ت زير عمل كرد:

Stat----------→ ANOVA----------→ Main Effects Plot

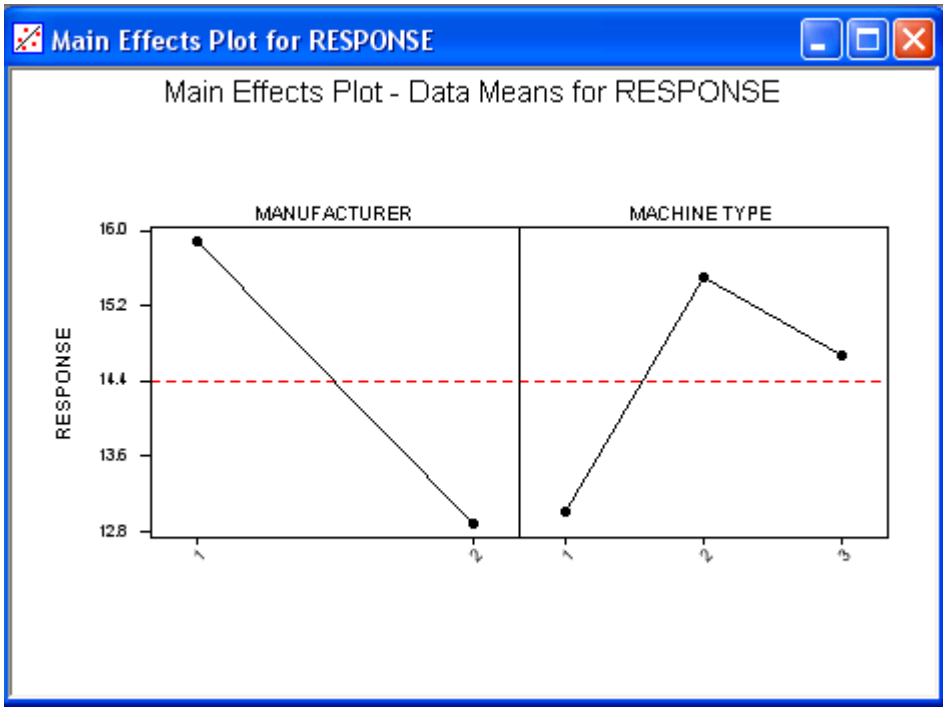
سپس در قسمت Factors (شكل ٦-١٩) فاكتور هاي مورد نظر را وارد نمائيد در اينجا دو فاكتور MANUFACTURER , MACHINE TYPE را وارد نمائيد.



شكل ٦-١٩

شكل مربوط به بررسي تاثير هر فاكتور به تنهائي بر روي خروجي

سپس در قسمت Raw Response Data In ستون RSPONSE را وارد نمائيدوبر روي دكمه Ok كليك نمائيد. خروجي نرم افزار بصورت شكل ٦-٢٠ خواهد بود.



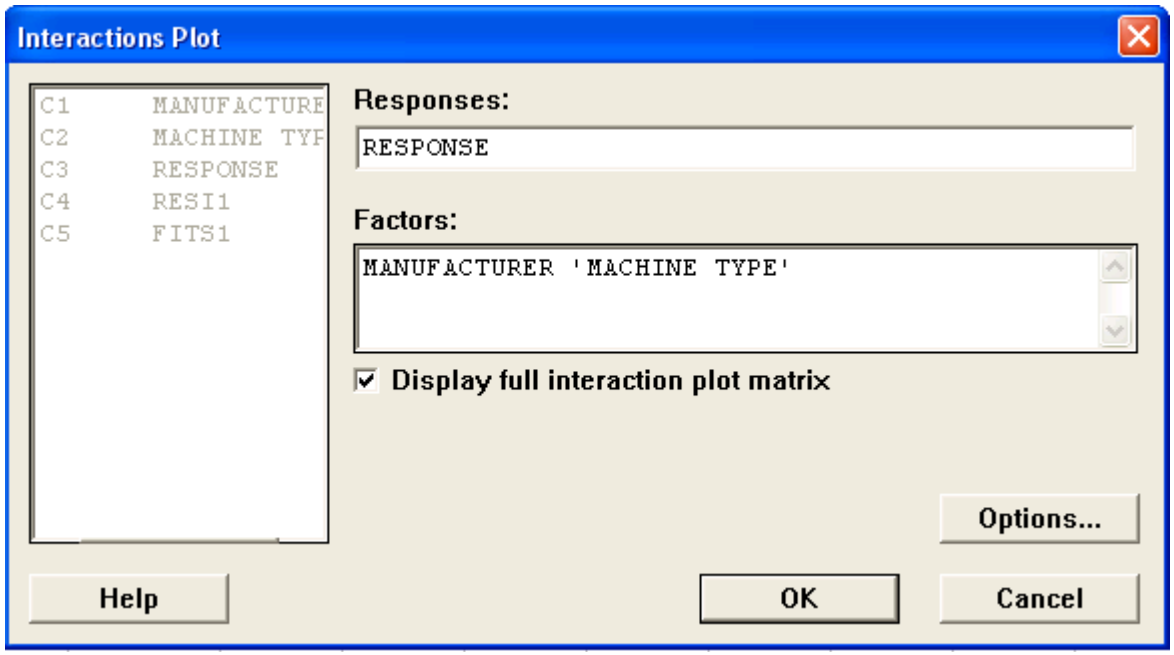
شكل ٦-٢٠ خروجي تاثير فاكتورها به تنهائي بر روي خروجي

مشاهده اثر متقابل فاكتورها

براي ديدن اثر متقابل بين فاكتورها مثال قبل را در نظر بگيريد وبصورت زير عمل نمائيد :

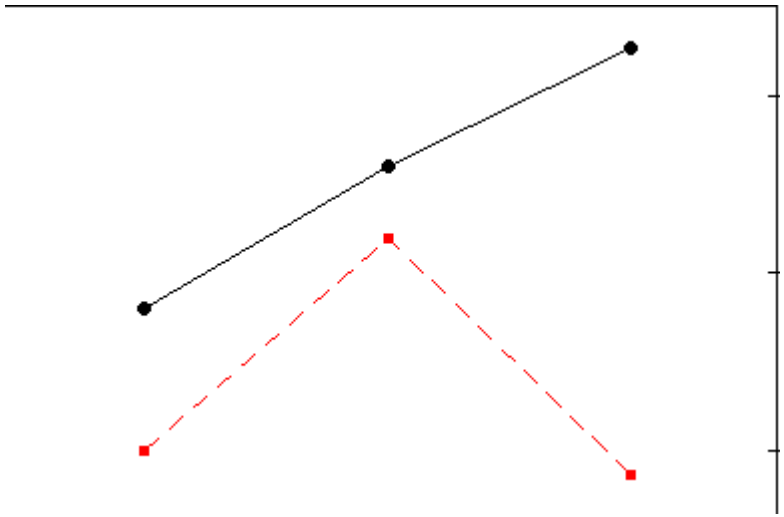
Stat ----------→ ANOVA----------→ Interactions Plot

حال در قسمت Factor(شكل ٦-٢١) فاكتورهاي مسئله كه در اينجا MANUFACTURER MACHINE TUPE هستند را وارد نمائيد. در صورتي كه مي خواهيد همه اثرها را بصورت ماتريسي ببينيد قسمت Display Full Interaltion Plot Matrix را علامت بزنيد لازم به ذكر است اين حالت زماني اتفاق مي افتد كه تعداد فاكتورها از دوفاكتور بيشتر باشد . سپس بر روي دكمه Ok كليك نمائيد. خروجـــي نرم افزار بصورت شكل ٦-٢٢ خواهد بود.



شكل ٦-٢١

شكل مربوط به بررسي تاثير متقابل بين فاكتورها



شكل ٦-٢٣

خروجي نرم افزار براي بررسي تاثير متقابل بين فاكتورها

ابتداي صفحه

مشاهده نمودار باقيمانده بر اساس مقادير پيش بيني شده

براي رسم اين نمودار بصورت زير عمل نماييد:

Stat ----------→ANOVA----------→ Residual Plot

پس از اين كار در قسمت Residuals ستون باقيمانده ها را كه از قبل ذخيره كرده ايد . وارد نمائيد ودرقسمت Fitsنيز ستون پيش بيني شده توسط مدل را وارد نمائيد.

سپس بر روي دكمه Ok كليك نمائيد. در صورتي كه روند خاصي وجود نداشته باشد. داده ها بصورت تصادفي مي باشند . در غير اين صورت داده ها بصورت غير تصادفي مي باشند.واين موضوع بايد چك شود ، خروجي نرم افزار بصورت شكل ٦-٢٤ خواهد بود.

ابتداي صفحه

آناليز ميانگين Analysis of Means

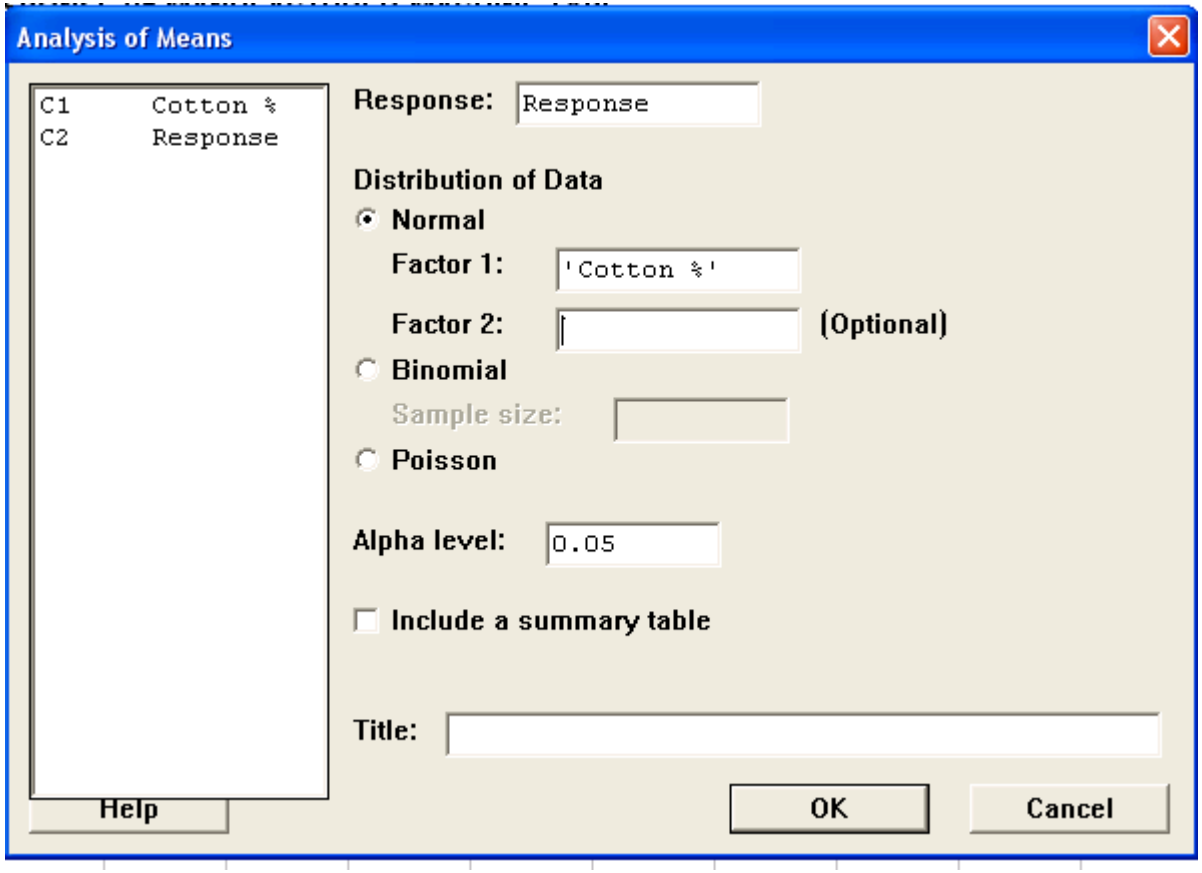
آناليز ميانگين يك روش گرافيكي براي تست برابري ميانگين هاي چندين جامعه مختلف مي باشد. آناليز ميانگين براي تاثير فاكتورهاي ثابت بكار مي رود نرم افزار Minitabمي تواند تاثير حداكثر ٢فاكتور را مورد ارزيابي قرار دهد شكل گرافيكي خروجي تقريبا مانند نمودارهاي كنترل عمل مي نمايد وبراي ميانگين يك حد بالا و يك حد پايين بدست مي آورد . بديهي است اگر ميانگين نمونه اي بالاتر از حد بالاي تصميم ويا پايين تر از حد پايين تصميم قرار بگيرد (حد UDL و LDL بر اساس جدول خاص آناليز ميانگين محاسبه مي شود) يعني ميانگين آن جامعه با بقيه متفاوت است وفرض برابري آن با بقيه رد مي شود ، ايـــن حالت در مقايسه با تستهاي Comparison Test از قبيل Duncan, Tukey , LSD ...

بسيار ساده تر مي باشد . لازم به ذكر است كه فرض اصلي در آناليز ميانگين اين است كه داده ها از جامعه اي نرمال آمده اند واين فرض مشابه فرض مورد استفاده در آناليز واريانس مي باشد البته در آناليز ميانگين مي توان داده ها را با استفاده از توزيع پواسن وبينم نيز تقريب زد.

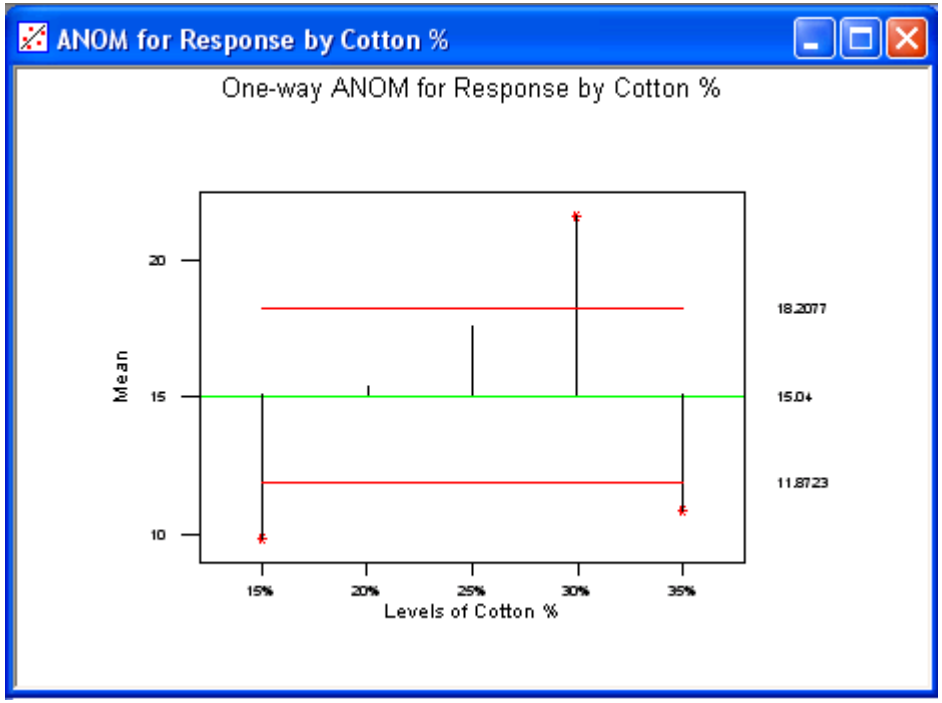
براي يادگيري بهتر ANOM مثال قدرت كشـشي پنبه را مورد بررسي قرار مي دهيم . ابتدا فال ANOVA.MTW راباز نموده و بصورت زير عمل نمائيد:

Stat--------→ ANOVA--------→ Analysis of Means

درقسمت Response (شكل ٦-٢٥) ستون Response را وارد نمائيد. سپس در قسمت Factor 1 تنها فاكتور اين مسئله % Cottonدر صد پنبه را وارد نمائيد.اگر قسمت Include a summary tableرا انتخاب نمائيد . Minitab يك جدول براي اطلاعات داده هايتان تهيه مي نمايد (دراينجا اين قسمت انتخاب نشده است) سپس براي ديدن خروجي بر روي دكمه Okكليك نمائيد . خروجي نرم افزار بصورت شكل ٦-٢٦ خواهد بود.



شکل ٦-٢٥ شکل مربوط به آنالیز میانگین



شكل ٢٦-٦

خروجي نرم افزار براي بررسي آناليز ميانگين ANOM

ابتداي صفحه

ابتداي فصل <=======> محاسبات در Minitab