



طرح آزمایشات کشاورزی  
و روش‌های آماری پیشرفته با استفاده از

نرم افزار MINITAB14

Agrisoft.ir

علی اشرف جعفری

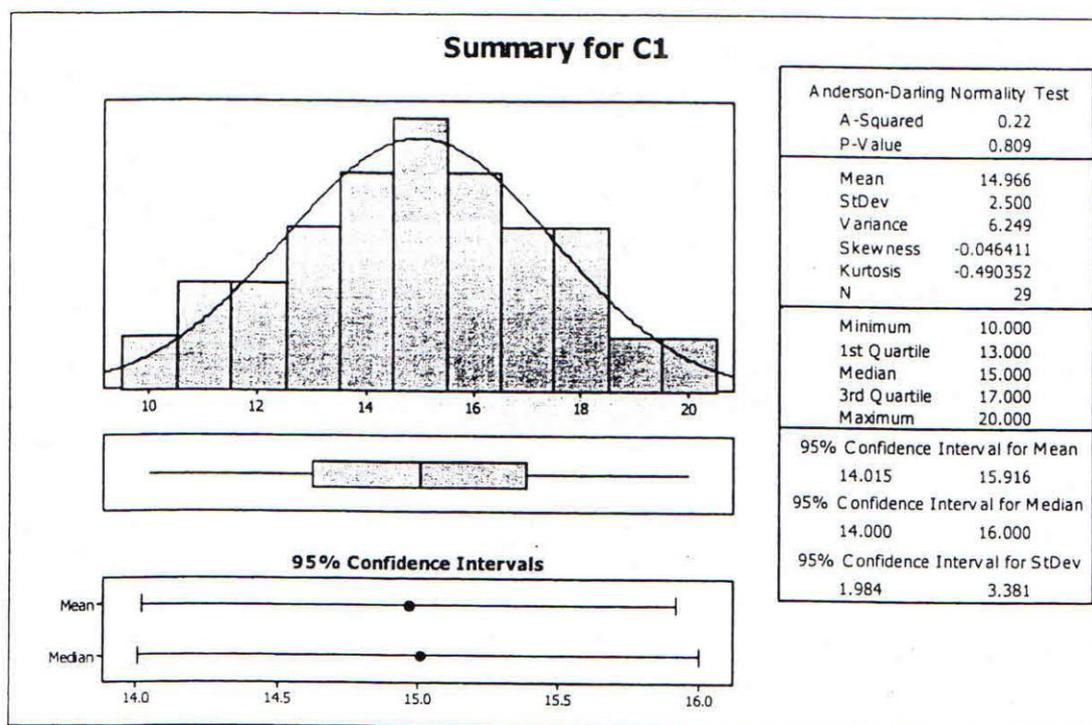
## فهرست مطالب

۳	آمار توصیفی
۴	آزمون نرمال بودن داده ها
۴	اشتباه استاندارد میانگین (mean SE)
۴	حدود اعتماد پارامترهای جامعه
۵	واریانس و انحراف معیار
۶	تبدیل داده ها
۷	آزمون T آزمون نمونه با میانگین
۸	آزمون T برای نمونه های جفتی
۸	فرمول نویسی در MINITAB
۸	کای اسکور
۱۰	انجام تجزیه واریانس ساده
۱۰	الف. روش اول تجزیه واریانس طرح کاملا تصادفی
۱۱	ب. تجزیه واریانس طرح بلوک های کامل تصادفی به روش GLM
۱۲	تجزیه آماری طرح مربع لاتین
۱۳	نحوه تجزیه واریانس طرح مربع لاتین
۱۳	مقایسه میانگین تیمارها (روش توکی)
۱۴	تجزیه طرح دارای بیش از یک مشاهده
۱۵	تجزیه واریانس طرح بلوک با چند مشاهده
۱۵	آزمایشات فاکتوریل
۱۷	تجزیه واریانس طرح فاکتوریل ۲ <sup>۲</sup>
۱۸	تجزیه واریانس طرح فاکتوریل ۲×۳
۱۹	طرح کرت های خرد شده
۱۹	طرح کرت های دو بار خرد شده
۲۲	طرح کرت های خرد شده نواری (بلوک های خرد شده)
۲۴	طرح کرت های خرد شده در زمان
۲۷	طرح کرت های خرد شده در زمان و مکان
۲۷	تجزیه مرکب سری آزمایشات مشابه (combined analysis)
۲۸	الف. تجزیه مرکب بین داده های ۳ سال در مکان ۱
۲۹	ب. تجزیه مرکب بین داده های ۲ مکان در یک سال (سال ۱)
۲۹	ج. تجزیه مرکب بین داده های ۳ سال در ۳ مکان
۳۲	رگرسیون خطی ساده
۳۳	رگرسیون خطی چند مغیره
۳۵	انتخاب بهترین مدل رگرسیونی با استفاده از روش گام به گام (stepwise regression)
۳۵	روش forward selection
۳۶	روش انتخاب بهترین مدل از طریق همه ریزگروهها (best subsets regression)
۳۶	رگرسیون چند نمایی (polynomial)
۳۹	تجزیه پروبیت (probit analysis)

## واریانس و انحراف معیار

انحراف معیار جذر واریانس است و انحراف معیار نمرات برابر با 2.5 است. در واقع به ما می گوید پراکندگی داده ها از میانگین چقدر است. Mean  $\pm$  2.50 در اینجا واریانس نمرات برابر با 6.25 است

Stat>Basic Statistics>Graphical Summary



در آزمون نرمال بودن داده ها (آزمون Anderson-Darling) اگر P-value معنی دار باشد نشاندهنده این

است که داده ها نرمال نمی باشند

**Skewness** چولگی یا عدم قرینه بودن نمودار را نشان می دهد. اگر ضریب چولگی صفر باشد نشاندهنده قرینه

بودن دو سمت نمودار می باشد. اگر ضریب منفی باشد چولگی به سمت چپ و اگر ضریب مثبت باشد چولگی

به سمت راست است

**Kurtosis** بلند و کوتاه بودن میانگین (peak) توزیع را نشان می دهد. اگر ضریب Kurtosis صفر باشد

نشاندهنده طبیعی بودن ارتفاع نمودار می باشد. اگر منفی باشد قله نمودار در زیر منحنی قرار می گیرد و اگر مثبت

باشد قله نمودار بالاتر از منحنی نرمال قرار می گیرد.

در جدول تجزیه واریانس کرت های دوبار خرد شده معمولاً اثرات B و AB با یک اشتباه Eb آزمون ولی در Minitab اثر Rep با Rep\*B و اثر AB با Rep\*A\*B آزمون می شود بنابراین لازم است اثرات Rep\*B و Rep\*A\*B با هم پول شوند (آنها را بر اساس DF بصورت میانگین در آوریم و مجدداً برای این دو اثر F را محاسبه نماییم). در این صورت جدول تجزیه واریانس بصورت زیر خواهد بود

Source	DF	SS	MS	F	P
Rep	2	1.17	0.58	1.00	0.523 x
A	2	72.17	36.08	123.71	0.00
Rep*A	4	1.17	0.29	1.00	0.50
B	1	36.00	36.00	92.31	0.02
A*B	2	6.17	3.08	27.13	0.03
Rep*A*B	6	2.34	0.39	0.88	0.51
C	1	11.11	11.11	33.33	0.00
A*C	2	0.39	0.19	0.58	0.57
B*C	1	0.11	0.11	0.33	0.57
A*B*C	2	0.39	0.19	0.58	0.57
Error	12	4.00	0.33		
Total	35	135.00			

#### طرح کرت های خرد شده نواری (بلوک های خرد شده) Split Block design:

این طرح وقتی بکار می رود که فاکتور A نیاز به کرت های بزرگ داشته باشد مثل عمق شخم، آبیاری، سمپاشی در طول یک بلوک. علاوه بر این، وقتی که اهمیت اثر متقابل AB برای محقق بیشتر باشد از این طرح استفاده می شود. فرض کنید فاکتور A آبیاری ۳ سطح (۷، ۱۰ و ۱۴ روز یکبار) و فاکتور B عمق شخم (۱۰، ۲۵ و ۴۰ سانتی متر) باشد آزمایش در ۴ بلوک اجرا شده است اگر عملکرد تیمارها به شرح زیر باشند طرح را تجزیه نمایید پس از تشکیل ماتریس داده‌ها فاکتور A و B هر کدام در ۳ سطح مشخص می کنیم. و عملکرد را در ستون آخر وارد می کنیم و سپس تجزیه واریانس را انجام می دهیم نحوه تجزیه واریانس طرح Split Block برای تجزیه از دستور زیر استفاده می کنیم

Stat>Anova>GLM

در صفحه ظاهر شده برای Respons عملکرد و در قسمت مدل برای فاکتور ها مدل متناسب با طرح می نویسیم  
Block A Block\*A B Block\*B A\*B

به عبارت دیگر منابع تغییرات را در مدل می نویسیم

در طرح بلوک های خرد شده ۳ نوع اشتباه داریم لذا برای آزمون هر یک از منابع با اشتباه خود لازم است بلوک را بعنوان فاکتور تصادفی در نظر بگیریم یا بعبارت دیگر در محل Random Factor بلوک را انتخاب کنیم در اینجا برای دیدن نمودار اثرات متقابل Interaction effects می توان مشابه آزمایشات فاکتوریل از دستور

Stat > ANOVA > Interactions Plot

استفاده کنیم. پس از ظاهر شدن جدول بجای Response عملکرد Yield را می نویسیم.

وارسته	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
A	850	1000	985	1680	1885	1560	1620	1715	1865
B	805	945	1015	1485	1500	1795	1010	1375	1295
C	1055	1155	1090	1205	1345	1490	1460	1390	1510
D	770	1045	920	1315	1590	1490	640	615	740
E	1015	1050	710	1405	1270	1575	1085	1225	1170

مکان ۲ سال ۱			مکان ۲ سال ۲			مکان ۲ سال ۳			
وارسته	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
A	1340	1680	1320	1140	1035	1175	1425	1505	1505
B	1460	1620	1300	1215	1310	1335	780	725	715
C	1165	1140	925	1360	1245	1230	900	1120	1260
D	1310	1440	1165	1390	1315	1200	670	320	245
E	1130	1050	1210	1200	1185	1165	1400	1450	1265

مکان ۳ سال ۱			مکان ۳ سال ۲			مکان ۳ سال ۳			
وارسته	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
A	1950	1880	1520	1155	760	1040	1350	1210	875
B	1730	1870	1685	1555	975	1045	770	550	575
C	1625	1565	1490	1155	1140	990	840	820	730
D	1570	1320	1525	1005	960	775	270	195	420
E	1390	1530	1470	975	1260	1040	900	915	750

داده های جدول بالا را برای صفحه MINITAB به شرح زیر مرتب می کنیم

Loc	Year	Var	Rep	Yield	Loc	Year	Var	Rep	Yield	Loc	Year	Var	Rep	Yield
1	1	A	1	850	2	1	A	1	1680	3	1	A	1	1620
1	1	B	1	805	2	1	B	1	1485	3	1	B	1	1010
1	1	C	1	1055	2	1	C	1	1205	3	1	C	1	1460
1	1	D	1	770	2	1	D	1	1315	3	1	D	1	640
1	1	E	1	1015	2	1	E	1	1405	3	1	E	1	1085
1	1	A	2	1000	2	1	A	2	1885	3	1	A	2	1715
1	1	B	2	945	2	1	B	2	1500	3	1	B	2	1375
1	1	C	2	1155	2	1	C	2	1345	3	1	C	2	1390
1	1	D	2	1045	2	1	D	2	1590	3	1	D	2	615
1	1	E	2	1050	2	1	E	2	1270	3	1	E	2	1225
1	1	A	3	985	2	1	A	3	1560	3	1	A	3	1865
1	1	B	3	1015	2	1	B	3	1795	3	1	B	3	1295
1	1	C	3	1090	2	1	C	3	1490	3	1	C	3	1510
1	1	D	3	920	2	1	D	3	1490	3	1	D	3	740
1	1	E	3	710	2	1	E	3	1575	3	1	E	3	1170
1	2	A	1	1340	2	2	A	1	1140	3	2	A	1	1425
1	2	B	1	1460	2	2	B	1	1215	3	2	B	1	780
1	2	C	1	1165	2	2	C	1	1360	3	2	C	1	900
1	2	D	1	1310	2	2	D	1	1390	3	2	D	1	670
1	2	E	1	1130	2	2	E	1	1200	3	2	E	1	1400
1	2	A	2	1680	2	2	A	2	1035	3	2	A	2	1505
1	2	B	2	1620	2	2	B	2	1310	3	2	B	2	725
1	2	C	2	1140	2	2	C	2	1245	3	2	C	2	1120
1	2	D	2	1440	2	2	D	2	1315	3	2	D	2	320
1	2	E	2	1050	2	2	E	2	1185	3	2	E	2	1450
1	2	A	3	1320	2	2	A	3	1175	3	2	A	3	1505
1	2	B	3	1300	2	2	B	3	1335	3	2	B	3	715
1	2	C	3	925	2	2	C	3	1230	3	2	C	3	1260
1	2	D	3	1165	2	2	D	3	1200	3	2	D	3	245
1	2	E	3	1210	2	2	E	3	1165	3	2	E	3	1265
1	3	A	1	1950	2	3	A	1	1155	3	3	A	1	1350
1	3	B	1	1730	2	3	B	1	1555	3	3	B	1	770
1	3	C	1	1625	2	3	C	1	1155	3	3	C	1	840
1	3	D	1	1570	2	3	D	1	1005	3	3	D	1	270
1	3	E	1	1390	2	3	E	1	975	3	3	E	1	900
1	3	A	2	1880	2	3	A	2	760	3	3	A	2	1210
1	3	B	2	1870	2	3	B	2	975	3	3	B	2	550
1	3	C	2	1565	2	3	C	2	1140	3	3	C	2	820
1	3	D	2	1320	2	3	D	2	960	3	3	D	2	195
1	3	E	2	1530	2	3	E	2	1260	3	3	E	2	915
1	3	A	3	1520	2	3	A	3	1040	3	3	A	3	875
1	3	B	3	1685	2	3	B	3	1045	3	3	B	3	575
1	3	C	3	1490	2	3	C	3	990	3	3	C	3	730
1	3	D	3	1525	2	3	D	3	775	3	3	D	3	420
1	3	E	3	1470	2	3	E	3	1040	3	3	E	3	750

Factor            Type            Levels    Values  
 Loc                fixed            3    1; 2; 3  
 Year                fixed            3    1; 2; 3  
 Rep(Loc Year)    random         3    1; 2; 3  
 Var                fixed            5    A; B; C; D; E

Analysis of Variance for Yield

Source	DF	SS	MS	F	P
Loc	2	2207029	1103515	40	0.000
Year	2	236711	118356	4	0.029
Loc*Year	4	6354535	1588634	58	0.000
Rep(Loc Year)	18	491390	27299	2	0.088
Var	4	2187170	546793	32	0.000
Loc*Var	8	3179849	397481	23	0.000
Year*Var	8	172372	21546	1	0.283
Loc*Year*Var	16	1075476	67217	4	0.000
Error	72	1241043	17237		
Total	134	17145576			

S = 131.289    R-Sq = 92.76%    R-Sq(adj) = 86.53%

## انتخاب بهترین مدل رگرسیونی با استفاده از روش گام به گام STEPWISE REGRESSION

همانطور که در تجزیه همبستگی ممکن است برخی صفات با عملکرد رابطه نداشته باشند. در تجزیه رگرسیونی نیز ممکن است برخی متغیرها تاثیری معنی داری روی تابع نداشته باشند. البته در رگرسیون چند متغیره چون اثرات متقابل در بین متغیرها وجود دارد ممکن است یک متغیر در کنار برخی متغیرها معنی دار و در کنار متغیرهای دیگر معنی دار نباشد به همین جهت لازم است متغیرهای مهمی که تاثیر معنی داری بر روی عملکرد دارند انتخاب کنیم. یک راه برای حذف کردن متغیرهای غیر ضرور استفاده از آزمون معنی دار است. آنهایی که معنی دار باشند در مدل باقی خواهند ماند.

در رگرسیون گام به گام می توان در طی مراحل نسبت به حذف یا افزودن متغیرها برای انتخاب مدل نهایی اقدام نمود. در رگرسیون گام به گام ابتدا مهمترین متغیر با بیشترین مقدار **b** وارد مدل می شود. در Minitab علاوه بر روش استاندارد گام به گام (روش حذف و اضافه متغیر) می توان از روش **forward** (صعودی=افزودن متغیر) و روش **backward** (نزولی=کاستن متغیر) نیز استفاده نمود.

در مدل گام به گام در ابتدا همه متغیرها وارد مدل می شوند و آنهایی که معنی دار نباشند از مدل حذف می شوند (ممکن است بخواهیم برخی متغیرهای مهم ولو اینکه معنی دار نباشند نیز انتخاب کنیم برای اینکار در جدول آنرا مشخص می کنیم. برای اینکار از دستور زیر استفاده می کنیم

Stat > Regression > Stepwise.

بجای **Response** متغیر تابع (عملکرد) را قرار می دهیم و بجای **Predictors** متغیرهای مستقل **X1** تا **X4** قرار می دهیم. در صورت تمایل با استفاده از **Method** می توان از روش **Forward** استفاده کرد در این روش نیز هر بار یک متغیر افزوده می شود تا زمانی که هیچکدام معنی دار نباشند. در روش **Backward** در این روش ابتدا کل متغیرها وارد مدل می شوند و سپس متغیرها مرحله به مرحله کم می شوند تا زمانی که هیچ متغیر معنی داری باقی نماند با استفاده از **Methods** و انتخاب یکی از روش گام به گام در اینجا نیز کل متغیرها ابتدا وارد مدل می شوند در این صفحه دو گزینه **Alpha to enter** و **Alpha to remove** ج.د دارد که براساس آن سطوح متغیرها را حذف یا اضافه می نماید

### روش Forward selection

Forward selection. Alpha-to-Enter: 0.25

Response is Yield on 4 predictors, with N = 13

Step	1	2	3
Constant	117.57	103.10	71.65
X4	-0.738	-0.614	-0.237
T-Value	-4.77	-12.62	-1.37
P-Value	0.001	0.000	0.205
X1		1.44	1.45
T-Value		10.40	12.41
P-Value		0.000	0.000
X2			0.42
T-Value			2.24
P-Value			0.052
S	8.96	2.73	2.31
R-Sq	67.45	97.25	98.23
R-Sq(adj)	64.50	96.70	97.64
C-p	138.7	5.5	3.0