

در این قسمت جهت بررسی هم زمان پارامترها از نرم افزار Design Expert استفاده کردیم که روش انجام کار به شکل زیر است:

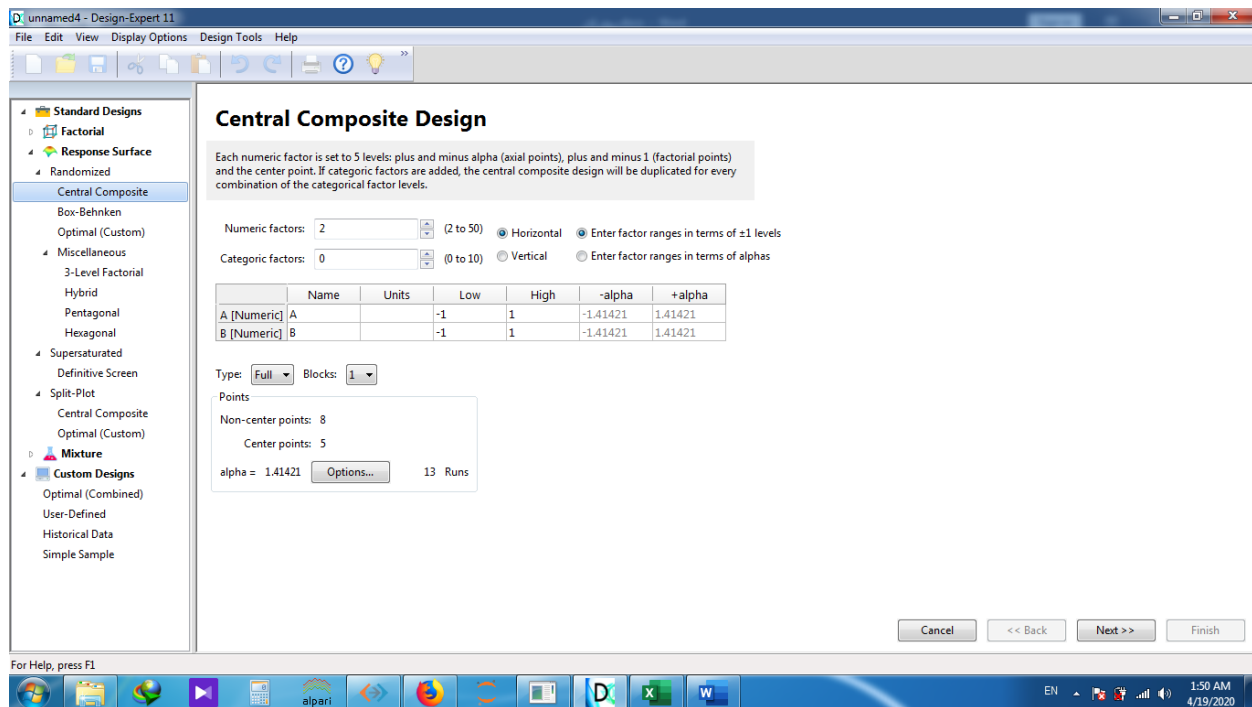
ابتدا مقادیر دبی، شعاع چاه، تخلخل و تراوایی که برای هر کدام مقدار مشخصی از اثر پورسته را قبلا در دو حالت دارسی و غیر دارسی حساب کردیم را نرمال سازی می کنیم.

این نرمال سازی توسط پایتون و بین 0-1 انجام شده است که خروجی به شکل زیر است:

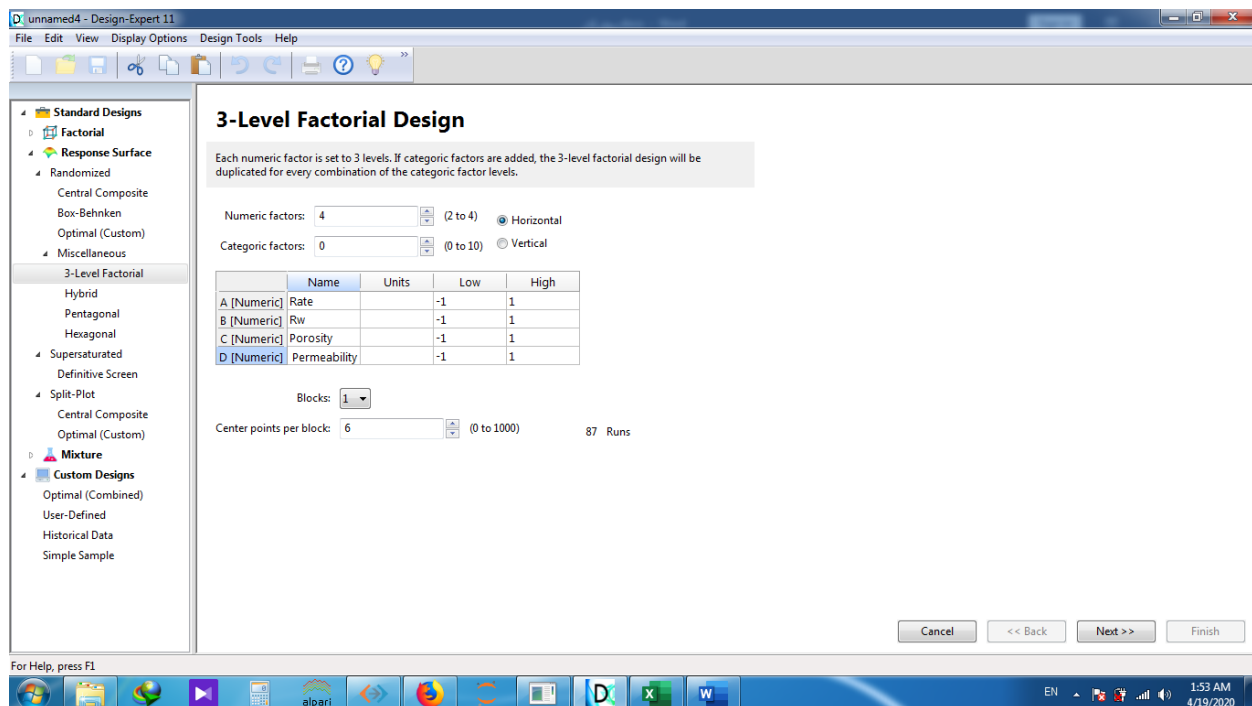
Rate	Rw	Porosity	Permeability	Skin D (bu)	Skin ND (bu)	Skin Darcy (dd)	Skin ND (dd)
0	0.375	0.5	0.3	0.333333333	0	0	0
0.1	0.375	0.5	0.3	0.333333333	0.393053016	0	0.691389599
0.2	0.375	0.5	0.3	0	0.374771481	0	0.349531117
0.3	0.375	0.5	0.3	0.333333333	0.310786106	0	0.711849957
0.4	0.375	0.5	0.3	0.333333333	0.967093236	0	0.688832055
0.5	0.375	0.5	0.3	0.333333333	0.97714808	0	0.662404092
0.6	0.375	0.5	0.3	0.333333333	0.972577697	0	0.624893436
0.7	0.375	0.5	0.3	0.333333333	0.97166362	0	1
0.8	0.375	0.5	0.3	0.333333333	0.962522852	0	0.99488491
0.9	0.375	0.5	0.3	1	1	0	0.989769821
1	0.375	0.5	0.3	0.333333333	0.936014625	0	0.982949702
0.5	0	0.5	0.3	0	1	0	1
0.5	0.375	0.5	0.3	0.5625	0.524017467	0.5625	0.521410579
0.5	1	0.5	0.3	1	0	1	0
0.5	0.375	0	0.3	0	0.11751663	0	0.712468193
0.5	0.375	0.166667	0.3	0.4	0.492239468	0.75	0.226463104
0.5	0.375	0.333333	0.3	0.6	0.780487805	0.5	0.312977099
0.5	0.375	0.5	0.3	1	1	0.75	0
0.5	0.375	0.666667	0.3	0.8	0.292682927	0.75	0.188295165
0.5	0.375	0.833333	0.3	1	0.541019956	1	0.27735369
0.5	0.375	1	0.3	1	0	1	1
0.5	0.375	0.5	0	1	1	1	1
0.5	0.375	0.5	0.3	0.5	0.900757576	0.5	0.43419062
0.5	0.375	0.5	1	0	0	0	0

در این مرحله وارد برنامه DOE می شویم :

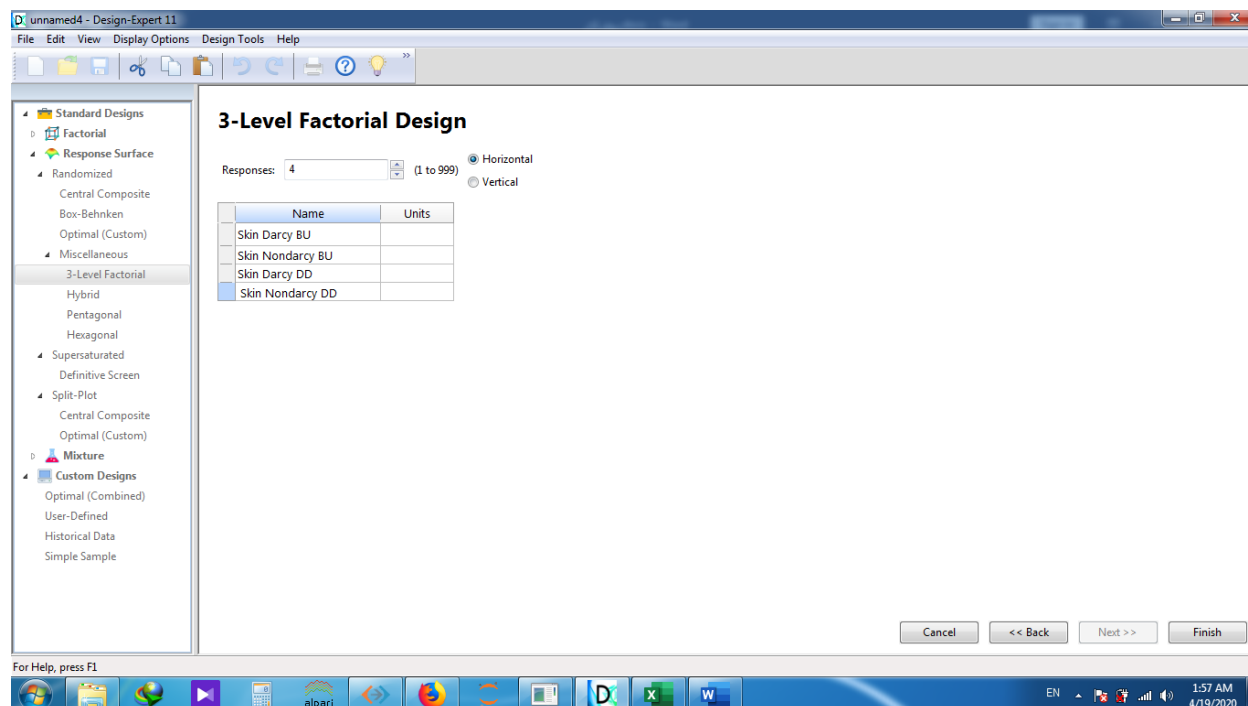
از قسمت response surface و قسمت miscellaneous گزینه 3-Level Factorial را انتخاب می کنیم.



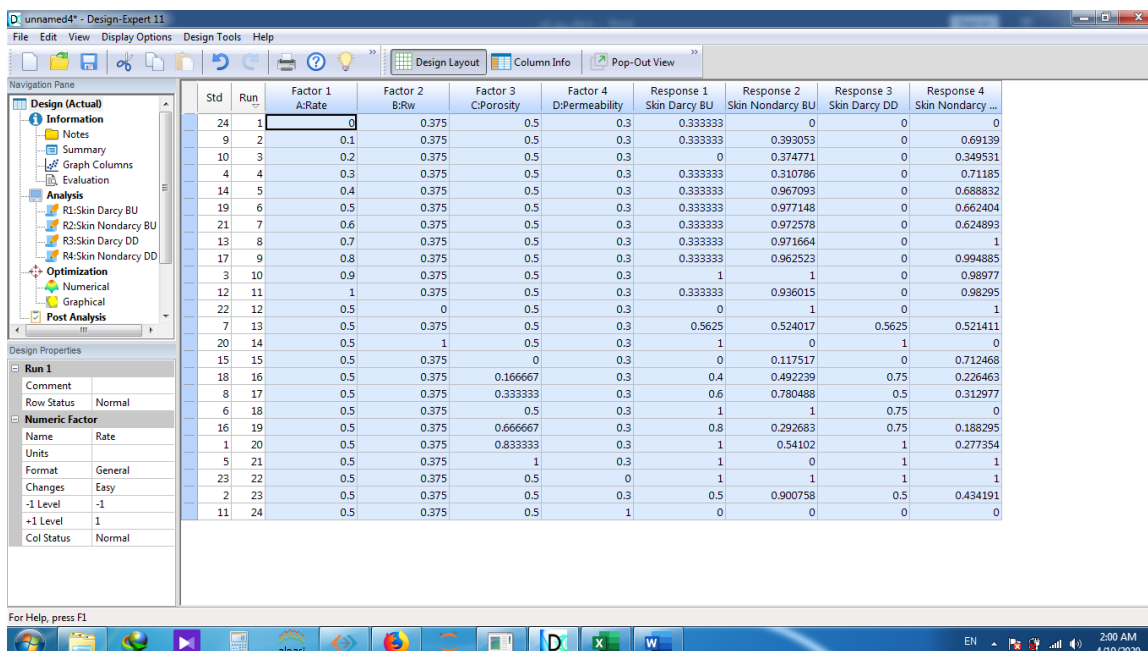
تعداد فاکتورها را روی 4 میگذاریم و برای آن ها عناوین دبی، شعاع، تخلخل و تراوایی را انتخاب میکنیم.  
و مقادیر حداقل و حداکثر را 0 و 1 میگذاریم.



در صفحه بعدی مانند شکل زیر عناوین پاسخ را مشخص میکنیم که در اینجا اثر پوسته در دو حالت دارسی و غیر دارسی و در دو آزمایش ساخت و افت فشار است.



وارد صفحه بعد شده و مقادیر نرمال شده را مطابق تصویر زیر وارد می کنیم. در این صفحه ستونی به اسم std وجود دارد که مقدار آن متغیر است و فقط میدانم مقادیر استاندارد است اما چگونه باید اوردن بندى کم را نمیدانم؟؟؟



در این قسمت از منوی سمت چپ در قسمت summary مطابق شکل زیر میتوان مقادیر وارد شده را مشاهده کرد.

The screenshot shows the Design-Expert 11 interface. The left sidebar contains a tree view with categories like Information, Analysis, Optimization, and Post Analysis. The main window is titled 'Build Information' and contains two tables.

**Build Information Table:**

File Version	11.1.0.1		
Study Type	Response Surface	Subtype	Randomized
Design Type	3 Level Factorial	Runs	24
Design Model	Quadratic	Blocks	No Blocks
Build Time (ms)	6.00		

**Factors Table:**

Factor	Name	Units	Type	Minimum	Maximum	Coded Low	Coded High	Mean	Std. Dev.
A	Rate		Numeric	0.0000	1.0000	-1	1.00	0.5000	0.2187
B	Rw		Numeric	0.0000	1.0000	-1	1.00	0.3854	0.1516
C	Porosity		Numeric	0.0000	1.0000	-1	1.00	0.5000	0.1839
D	Permeability		Numeric	0.0000	1.0000	-1	1.00	0.3167	0.1579

از قسمت آنالیز می توان تک تک مقادیر پاسخ را مشاهده کرد که وقتی روی آن میزنیم تصویر زیر مشاهده می شود .

The screenshot shows the Design-Expert 11 interface with the 'Transform' dialog box open. The dialog box has a list of transformation options on the left and a preview area on the right.

**Transformation Options:**

- ☒ None
- ☐ Square Root
- ☐ Natural Log
- ☐ Base 10 Log
- ☐ Inverse Square Root
- ☐ Inverse
- ☐ Power
- ☐ Logit
- ☐ Arcsine Square Root

**Preview Area:**

Example Residuals vs. Predicted

No Transform (λ = 1)

$y' = y$

Use with a typical response.

Response ranges from 0 to 1.  
Ratio max to min not computed (range contains 0).

A ratio greater than 10 usually indicates a transformation is required. For ratios less than 3 the power transforms have little effect.

Options

در این قسمت در سربرگ transformation همان گزینه none را میزنیم.

وقتی وارد سربرگ Anova طبق شکل زیر می شویم ، مدل ما آنالیز شده و عبارت analyzed کنار پاسخ مربوطه در سمت چپ نمایان می شود.

همین کارها را برای دیگر پاسخ ها تکرار میکنیم تا analyzed کنار اسم آن ها نمایان شود.

**ANOVA for Linear model**

Response 4: Skin Nondarcy DD

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
<b>Model</b>	1.68	4	0.4188	5.48	0.0042	significant
A-Rate	0.6656	1	0.6656	8.70	0.0082	
B-Rw	0.5077	1	0.5077	6.64	0.0185	
C-Porosity	0.0252	1	0.0252	0.3293	0.5728	
D-Permeability	0.4842	1	0.4842	6.33	0.0210	
<b>Residual</b>	1.45	19	0.0765			
Lack of Fit	1.21	16	0.0755	0.9258	0.6144	not significant
Pure Error	0.2447	3	0.0816			
<b>Cor Total</b>	3.13	23				

Factor coding is Coded.  
Sum of squares is Type III - Partial

The Model F-value of 5.48 implies the model is significant. There is only a 0.42% chance that an F-value this large could occur due to noise.

P-values less than 0.0500 indicate model terms are significant. In this case A, B, D are significant model terms. Values greater than 0.1000 indicate the model terms are not significant. If there are many insignificant model terms (not counting those required to support hierarchy), model reduction may improve your model.

**Fit Statistics**

	Std. Dev.	Mean	C.V. %	R <sup>2</sup>	Adjusted R <sup>2</sup>	Predicted R <sup>2</sup>	Adeq Precision
	0.2765	0.5571	49.64	0.5356	0.4378	0.2832	8.1787

The Predicted R<sup>2</sup> of 0.2832 is in reasonable agreement with the Adjusted R<sup>2</sup> of 0.4378; i.e. the difference is less than 0.2.

Adeq Precision measures the signal to noise ratio. A ratio

**Coefficients in Terms of Coded Factors**

Factor	Coefficient Estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High	VIF
Intercept	0.7469	1	0.2833	0.1540	1.34	
A-Rate	0.7779	1	0.2637	0.2260	1.33	1.0000
B-Rw	-0.9800	1	0.3803	-1.78	-0.1840	1.00
C-Porosity	0.1799	1	0.3135	-0.4763	0.8362	1.0000
D-Permeability	-0.9190	1	0.3652	-1.68	-0.1546	1.00

The coefficient estimate represents the expected change in response per unit change in factor value when all remaining factors are held

در تصویر فوق در قسمت Anova و قسمت سمت راست پایین می توان coded equation و actual equation را مشاهده کرد که تفاوت آن ها گویا این است که coded برای پیش بینی مقادیر دیگر قابل استفاده است.

**ANOVA for Linear model**

Response 4: Skin Nondarcy DD

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
<b>Model</b>	1.71	4	0.4288	7.09	0.0011	significant
A-Rate	0.1222	1	0.1222	2.02	0.1713	
B-Rw	0.4868	1	0.4868	7.75	0.0148	
C-Porosity	0.8984	1	0.8984	12.44	0.0024	
D-Permeability	0.4252	1	0.4252	7.03	0.0157	
<b>Residual</b>	1.15	19	0.0605			
Lack of Fit	0.9061	16	0.0566	0.7005	0.7284	not significant
Pure Error	0.2425	3	0.0808			
<b>Cor Total</b>	2.86	23				

Factor coding is Coded.  
Sum of squares is Type III - Partial

The Model F-value of 7.09 implies the model is significant. There is only a 0.11% chance that an F-value this large could occur due to noise.

P-values less than 0.0500 indicate model terms are significant. In this case B, C, D are significant model terms. Values greater than 0.1000 indicate the model terms are not significant. If there are many insignificant model terms (not counting those required to support hierarchy), model reduction may improve your model.

The Lack of Fit F-value of 0.70 implies the Lack of Fit is not significant relative to the pure error. There is a 72.84% chance that a Lack of Fit F-value this large could occur due to noise. Non-significant Lack of Fit is good -- we want the model to fit.

**Fit Statistics**

	Std. Dev.	Mean	C.V. %	R <sup>2</sup>	Adjusted R <sup>2</sup>	Predicted R <sup>2</sup>	Adeq Precision
	0.2801	0.5571	50.28	0.6358	0.5356	0.2832	8.1787

The Predicted R<sup>2</sup> of 0.2832 is in reasonable agreement with the Adjusted R<sup>2</sup> of 0.5356; i.e. the difference is more than 0.2. This may indicate a large block effect or a possible problem with your model and/or data. Things to consider are model reduction, response transformations, outliers, etc. All empirical models should be tested by doing confirmation runs.

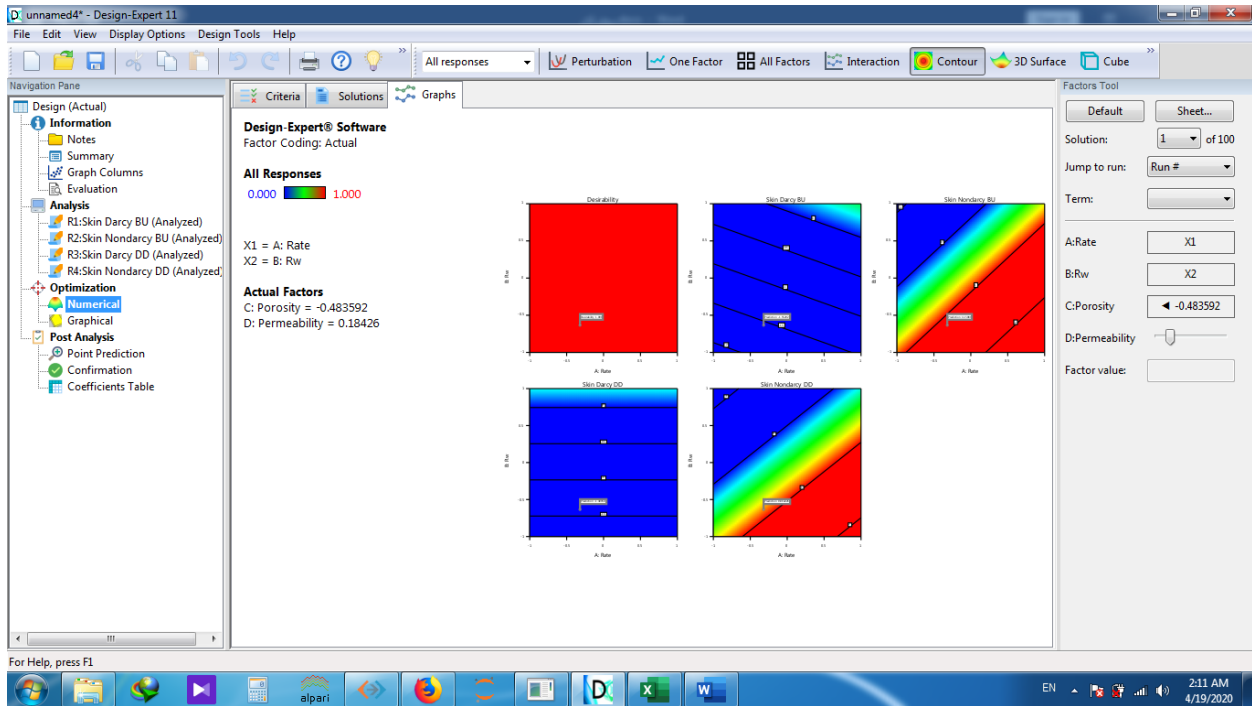
Adeq Precision measures the signal to noise ratio. A ratio greater than 4 is desirable. Your ratio of 10.827 indicates an adequate signal. This model can be used to investigate the design space.

**Coefficients in Terms of Coded Factors**

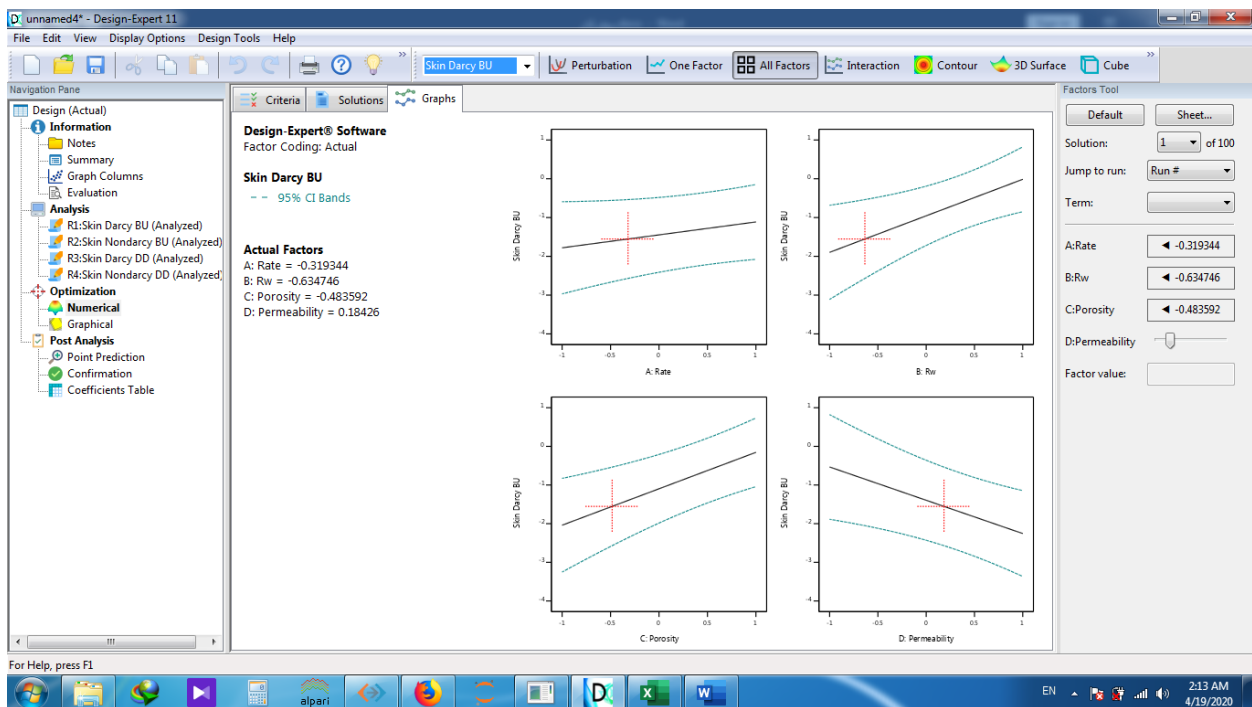
Factor	Coefficient Estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High	VIF
Intercept	0.7469	1	0.2833	0.1540	1.34	
A-Rate	0.7779	1	0.2637	0.2260	1.33	1.0000
B-Rw	-0.9800	1	0.3803	-1.78	-0.1840	1.00
C-Porosity	0.1799	1	0.3135	-0.4763	0.8362	1.0000
D-Permeability	-0.9190	1	0.3652	-1.68	-0.1546	1.00

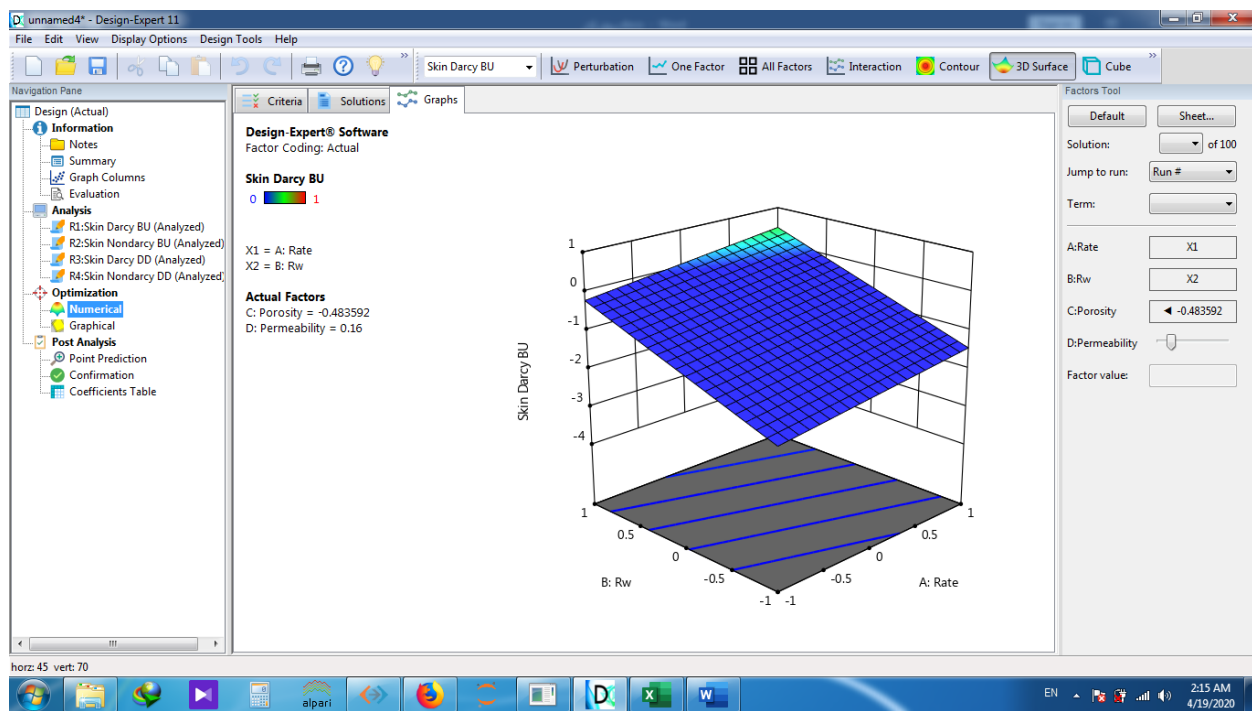
The coefficient estimate represents the expected change in response per unit change in factor value when all remaining factors are held

سپی وارد بخش optimization از قسمت چپ می شویم و گزینه numerical را میزنیم.



از قسمت وسط صفحه بالا می توان پاسخ های مختلف را انتخاب کرد و به کمک گزینه های نمایش مختلف نمودار های بدست آمده را مشاهده کرد.





همین کارها رو برای ضریب جریان غیر داری و ضریب آشفته‌گی تکرار میکنیم