

سیستم N معادله ای زیر (که دارای N مجهول است) را در نظر بگیرید:

$$\begin{cases}
 C_{11}X_1 + C_{12}X_2 + C_{13}X_3 + \dots + C_{1n}X_n = D_1 \\
 C_{21}X_1 + C_{22}X_2 + C_{23}X_3 + \dots + C_{2n}X_n = D_2 \\
 \dots \\
 C_{n1}X_1 + C_{n2}X_2 + C_{n3}X_3 + \dots + C_{nn}X_n = D_n
 \end{cases}$$

می توانیم معادلات فوق را به شکل ماتریسی و بصورت زیر بنویسیم:

$$\mathbf{C} * \mathbf{X} = \mathbf{D}$$

$$\mathbf{C} = \begin{pmatrix} C_{11} & C_{12} & C_{13} & \dots & C_{1n} \\ C_{21} & C_{22} & C_{23} & \dots & C_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ C_{n1} & C_{n2} & C_{n3} & \dots & C_{nn} \end{pmatrix} \quad \mathbf{X} = \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \dots \\ X_n \end{pmatrix} \quad \mathbf{D} = \begin{pmatrix} D_1 \\ D_2 \\ \dots \\ D_n \end{pmatrix}$$

که در آن **C** ماتریس ضرائب، **X** ماتریس مجهولات، و **D** ماتریس معلومات هستند.

یکی از روش های حل اینگونه سیستم معادلات، استفاده از روش **کرامر** می باشد. برای مثال فرض کنید بخواهیم سیستم معادلات زیر را با استفاده از روش مذکور حل کنیم:

$$\begin{cases}
 3X_1 - 2X_2 = -1 \\
 -6X_1 + X_2 = -4
 \end{cases}$$

$$\mathbf{C} = \begin{pmatrix} 3 & -2 \\ -6 & 1 \end{pmatrix} \quad \mathbf{X} = \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \end{pmatrix} \quad \mathbf{D} = \begin{pmatrix} -1 \\ -4 \end{pmatrix}$$

$$X_1 = \frac{\det \begin{bmatrix} -1 & -2 \\ -4 & 1 \end{bmatrix}}{\det \begin{bmatrix} 3 & -2 \\ -6 & 1 \end{bmatrix}} = -1$$

$$X_2 = \frac{\det \begin{bmatrix} 3 & -2 \\ -6 & 1 \end{bmatrix}}{\det \begin{bmatrix} 3 & -2 \\ -6 & 1 \end{bmatrix}} = 2$$

با توجه به اینکه نرم افزار اکسل قابلیت محاسبه دترمینان ها را بدون محدودیت در ابعاد آنها دارد، بنابراین میتوان روش کرامر را بعنوان یکی از راهکارهای حل دستگاه معادلات **N** مجهولی با این قابلیت تلفیق نمود.

**افزودنی (N\*N Equations System)** بر این اساس طراحی گردیده که در زیر به نحوه عملکرد آن اشاره می شود. برای نمونه مسئله ای به شرح زیر را که قبلاً ماتریس های آن را تهیه کرده ایم مورد استفاده قرار می دهیم.

ماتریس ضرایب										متغیرها	مقادیر
60	74	82	90	27	26	24	50	36	68	X1	290
-30	24	99	60	95	38	54	27	42	-67	X2	-269
45	92	67	23	25	-52	14	53	92	71	X3	352
52	20	72	12	-69	13	76	45	56	-59	X4	394
20	61	-42	-62	41	84	29	-48	33	-25	X5	-332
35	-25	70	-22	17	93	47	13	66	-82	X6	229
92	51	61	55	69	36	51	31	25	11	X7	-345
35	44	35	-35	90	-57	-39	-31	73	45	X8	387
20	-51	42	-64	68	-65	-85	-50	90	26	X9	325
29	-97	70	12	-71	-30	73	93	73	-41	X10	331

$$A_{11} X_1 + A_{12} X_2 + A_{13} X_3 + \dots A_{1n} X_n = D_1$$

$$A_{21} X_1 + A_{22} X_2 + A_{23} X_3 + \dots A_{2n} X_n = D_2$$

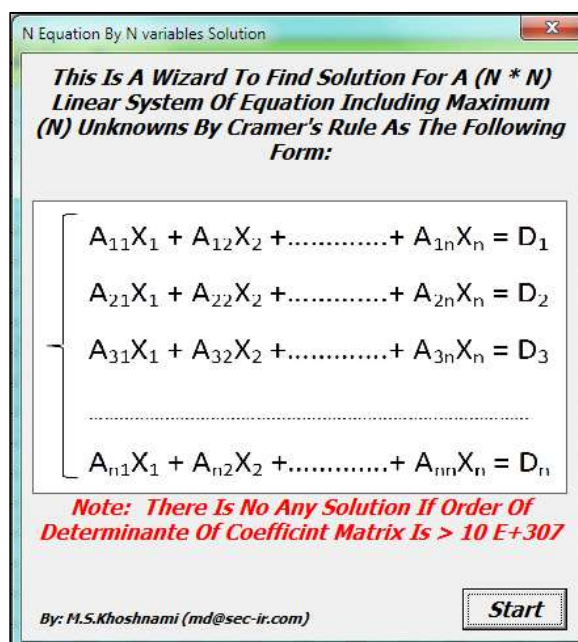
$$A_{31} X_1 + A_{32} X_2 + A_{33} X_3 + \dots A_{3n} X_n = D_3$$

$$A_{11} X_1 + A_{12} X_2 + A_{13} X_3 + \dots A_{1n} X_n = D_4$$

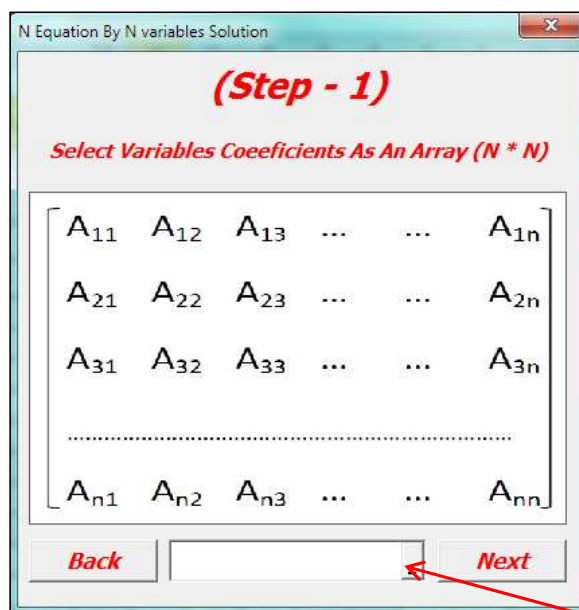
.....

$$A_{n1} X_1 + A_{n2} X_2 + A_{n3} X_3 + \dots A_{nn} X_n = D_n$$

پس از نصب افزودنی منوی اصلی به شکل زیر می باشد.



با کلیک کردن بر روی دکمه **Start** وارد مرحله دریافت اطلاعات خواهیم شد. در این مرحله بایستی ابتدا ماتریس ضرائب را به برنامه معرفی کنیم که پرواضح است بایستی یک ماتریس مربع را که از قبل تشکیل داده ایم با استفاده از تکنیک **Drag** کردن انتخاب کنیم. چنانچه ابعاد ماتریس با یکدیگر متفاوت باشد، برنامه با خطا مواجه شده و به مرحله قبل باز میگردد.



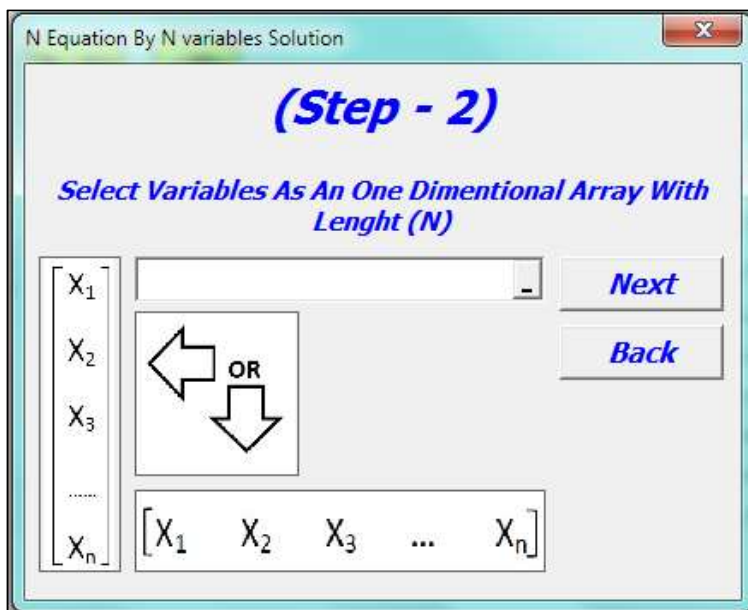
ابتدا بر روی **گزینه انتخاب محدوده** کلیک نموده و محدوده مورد نظر را انتخاب می کنیم.

ماتریس ضرائب										متغیرها	مقادیر
60	74	82	90	27	26	24	50	36	68	X1	290
-30	24	99	60	95	38	54	27	42	-67	X2	-269
45	92	67	23	25	-52	14	53	92	71	X3	352
52	20	72	12	-69	13	76	45	56	-59	X4	294
20	61	-42	-62	41	84	29	-48	33	-25	X5	204
35	-25	70	-22	17	93	47	13	66	-82	X6	345
92	51	61	55	69	36	51	31	25	11	X7	-345
35	44	35	-35	90	-57	-39	-31	73	45	X8	387
20	-51	42	-64	68	-65	-85	-50	90	26	X9	325
29	-97	70	12	-71	-30	73	93	73	-41	X10	331

$A_{11} X_1 + A_{12} X_2 + A_{13} X_3 + \dots + A_{1n} X_n = D_1$   
 $A_{21} X_1 + A_{22} X_2 + A_{23} X_3 + \dots + A_{2n} X_n = D_2$   
 $A_{31} X_1 + A_{32} X_2 + A_{33} X_3 + \dots + A_{3n} X_n = D_3$   
 $A_{n1} X_1 + A_{n2} X_2 + A_{n3} X_3 + \dots + A_{nn} X_n = D_n$

پس از انتخاب ماتریس ضرائب و کلیک کردن بر روی گزینه **Next** لازم است ماتریس مجهولات را نیز مطابق ماتریس ضرائب به برنامه معرفی کنیم. ذکر این نکته ضروری است که در این مرحله لازم است ماتریس مجهولات

را بصورت یک آرایه یک بعدی به برنامه وارد کنیم. برنامه این قابلیت را دارد که این ماتریس را بصورت یک ستون یا یک ردیف بپذیرد، لیکن بایستی توجه داشت که تعداد آرایه های این ماتریس بایستی برابر **N** باشد. در غیر این صورت با خطا مواجه شده و برنامه ضمن اعلام خطا به مرحله انتخاب ماتریس مجهولات باز میگردد.

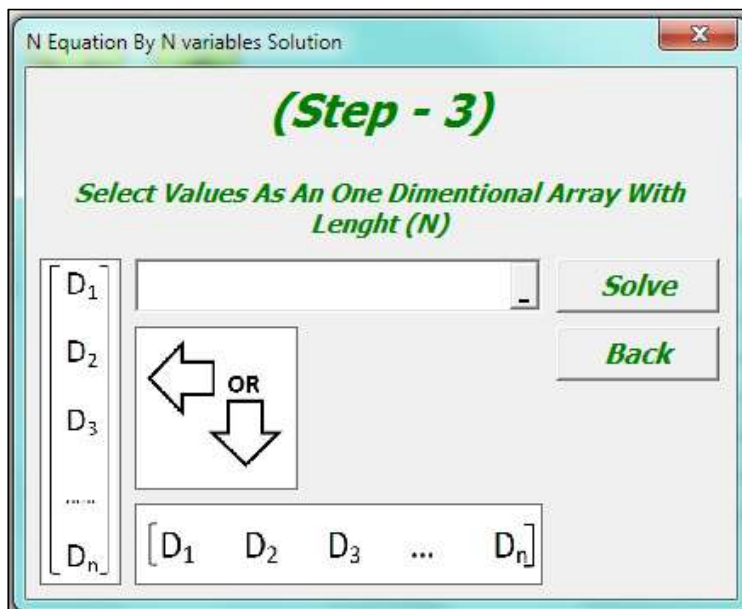


متغیرها	مقادیر
X1	290
X2	-269
X3	352
X4	394
X5	-332
X6	229
X7	-345
X8	387
X9	325
X10	331

$A_{21} X_1 + A_{22} X_2 + A_{23} X_3 + \dots + A_{2n} X_n = D_2$
$A_{31} X_1 + A_{32} X_2 + A_{33} X_3 + \dots + A_{3n} X_n = D_3$
$A_{11} X_1 + A_{12} X_2 + A_{13} X_3 + \dots + A_{1n} X_n = D_4$
.....
.....
.....
.....
$A_{n1} X_1 + A_{n2} X_2 + A_{n3} X_3 + \dots + A_{nn} X_n = D_n$

روش انتخاب ماتریس معلومات نیز دقیقا مشابه با انتخاب ماتریس مجهولات است.



متغیرها	مقادیر
X1	290
X2	-269
X3	352
X4	394
X5	-332
X6	229
X7	-345
X8	387
X9	325
X10	331

$A_{31} X_1 + A_{32} X_2 + A_{33} X_3 + \dots + A_{3n} X_n = D_3$	$D_1$
$A_{11} X_1 + A_{12} X_2 + A_{13} X_3 + \dots + A_{1n} X_n = D_4$	$D_2$
.....	
.....	
.....	
$A_{n1} X_1 + A_{n2} X_2 + A_{n3} X_3 + \dots + A_{nn} X_n = D_n$	

پس از انتخاب صحیح ماتریس معلومات و کلیک کردن بر روی گزینه **Solve** نتیجه حل این سیستم معادلات مطابق شکل زیر در اختیار شما قرار خواهد گرفت.

Equation	Unknown	Calculated Unknown Value	Initial Value	Calculated Value	Diff.
EQ-1 ; + 60X1 + 74X2 + 82X3 + 90X4 + 27X5 + 26X6 + 24X7 + 50X8 + 36X9 + 68X10 = 290	X1 =	-11.30918372	290	290	6.82121E-13
EQ-2 ; -30X1 + 24X2 + 99X3 + 60X4 + 95X5 + 38X6 + 54X7 + 27X8 + 42X9 - 67X10 = -269	X2 =	-3.242146543	-269	-269	6.82121E-13
EQ-3 ; + 45X1 + 92X2 + 67X3 + 23X4 + 25X5 - 52X6 + 14X7 + 53X8 + 92X9 + 71X10 = 352	X3 =	40.20133196	352	352	1.13687E-12
EQ-4 ; + 52X1 + 20X2 + 72X3 + 12X4 - 69X5 + 13X6 + 76X7 + 45X8 + 56X9 - 59X10 = 394	X4 =	-34.1888946	394	394	1.13687E-12
EQ-5 ; + 20X1 + 61X2 - 42X3 - 62X4 + 41X5 + 84X6 + 29X7 - 48X8 + 33X9 - 25X10 = -332	X5 =	-5.186517076	-332	-332	1.36424E-12
EQ-6 ; + 35X1 - 25X2 + 70X3 - 22X4 + 17X5 + 93X6 + 47X7 + 13X8 + 66X9 - 82X10 = 229	X6 =	1.622958415	229	229	4.54747E-13
EQ-7 ; + 92X1 + 51X2 + 61X3 + 55X4 + 69X5 + 36X6 + 51X7 + 31X8 + 25X9 + 11X10 = -345	X7 =	25.0537258	-345	-345	7.38964E-13
EQ-8 ; + 35X1 + 44X2 + 35X3 - 35X4 + 90X5 - 57X6 - 39X7 - 31X8 + 73X9 + 45X10 = 387	X8 =	-12.2612465	387	387	7.95808E-13
EQ-9 ; + 20X1 - 51X2 + 42X3 - 64X4 + 68X5 - 65X6 - 85X7 - 50X8 + 90X9 + 26X10 = 325	X9 =	-25.39603016	325	325	9.09495E-13
EQ-10 ; + 29X1 - 97X2 + 70X3 + 12X4 - 71X5 - 30X6 + 73X7 + 93X8 + 73X9 - 41X10 = 331	X10 =	29.60044404	331	331	9.09495E-13

خروجی نرم افزار شامل: فرم معادلات، مقادیر مجهولات محاسبه شده (**Calculated Unknown Value**)، مقدار اولیه معلومات (**Initial Value**)، مقدار محاسبه شده معادله با استفاده از مقادیر بدست آمده توسط نرم افزار (**Calculated Value**) و اختلاف بین مقدار اولیه و مقدار حاصل از جایگذاری مقادیر بدست آمده در معادلات (**Diff.**) می باشد. هر چقدر مقدار **Diff.** به صفر نزدیکتر باشد نشان دهنده دقت محاسبه مجهولات می باشد.

ذکر این نکته ضروری است که اگر چه نرم افزار اکسل در محاسبه دترمینان محدودیتی بر روی تعداد آرایه ها ندارد، اما با توجه به اینکه بزرگترین عددی که در نرم افزار اکسل قابل تولید است از مرتبه  $1 \times 10^{307}$  می باشد بایستی توجه داشت که در خصوص معادلاتی که ضرائب آنها اعداد بزرگ می باشند، این محدودیت خود را نشان داده و بر این اساس نمی توان انتظار داشت سیستم معادلات را بدون توجه به اینکه **N** چه عددی است با این افزودنی حل نمود.

یادآوری میگردد که این افزودنی از نوع ماکرو می باشد. بنابر این میتوان آن را به نوار ابزار اکسل اضافه نمود. برای آگاهی از نحوه اضافه کردن آن به نوار ابزار، راهنمای مربوطه را دانلود نمایید.