

שם: תום קיסוס  
שם: דן בן עמי

ת"ז: 206018749  
ת"ז: 316333079

מטלת מחשב מספר 1

שאלה 1:

סעיף א:

מטריצה A:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	0.7958	0.5627	0.3559	0.2516	0.1930	0.1561	0.1308	0.1125	0.0987	0.0879	0.0792	0.0720	0.0661	0.0610	0.0567	0.0529	0.0496	0.0467
2	0.5627	0.7958	0.5627	0.3559	0.2516	0.1930	0.1561	0.1308	0.1125	0.0987	0.0879	0.0792	0.0720	0.0661	0.0610	0.0567	0.0529	0.0496
3	0.3559	0.5627	0.7958	0.5627	0.3559	0.2516	0.1930	0.1561	0.1308	0.1125	0.0987	0.0879	0.0792	0.0720	0.0661	0.0610	0.0567	0.0529
4	0.2516	0.3559	0.5627	0.7958	0.5627	0.3559	0.2516	0.1930	0.1561	0.1308	0.1125	0.0987	0.0879	0.0792	0.0720	0.0661	0.0610	0.0567
5	0.1930	0.2516	0.3559	0.5627	0.7958	0.5627	0.3559	0.2516	0.1930	0.1561	0.1308	0.1125	0.0987	0.0879	0.0792	0.0720	0.0661	0.0610
6	0.1561	0.1930	0.2516	0.3559	0.5627	0.7958	0.5627	0.3559	0.2516	0.1930	0.1561	0.1308	0.1125	0.0987	0.0879	0.0792	0.0720	0.0661
7	0.1308	0.1561	0.1930	0.2516	0.3559	0.5627	0.7958	0.5627	0.3559	0.2516	0.1930	0.1561	0.1308	0.1125	0.0987	0.0879	0.0792	0.0720
8	0.1125	0.1308	0.1561	0.1930	0.2516	0.3559	0.5627	0.7958	0.5627	0.3559	0.2516	0.1930	0.1561	0.1308	0.1125	0.0987	0.0879	0.0792
9	0.0987	0.1125	0.1308	0.1561	0.1930	0.2516	0.3559	0.5627	0.7958	0.5627	0.3559	0.2516	0.1930	0.1561	0.1308	0.1125	0.0987	0.0879
10	0.0879	0.0987	0.1125	0.1308	0.1561	0.1930	0.2516	0.3559	0.5627	0.7958	0.5627	0.3559	0.2516	0.1930	0.1561	0.1308	0.1125	0.0987
11	0.0792	0.0879	0.0987	0.1125	0.1308	0.1561	0.1930	0.2516	0.3559	0.5627	0.7958	0.5627	0.3559	0.2516	0.1930	0.1561	0.1308	0.1125
12	0.0720	0.0792	0.0879	0.0987	0.1125	0.1308	0.1561	0.1930	0.2516	0.3559	0.5627	0.7958	0.5627	0.3559	0.2516	0.1930	0.1561	0.1308
13	0.0661	0.0720	0.0792	0.0879	0.0987	0.1125	0.1308	0.1561	0.1930	0.2516	0.3559	0.5627	0.7958	0.5627	0.3559	0.2516	0.1930	0.1561
14	0.0610	0.0661	0.0720	0.0792	0.0879	0.0987	0.1125	0.1308	0.1561	0.1930	0.2516	0.3559	0.5627	0.7958	0.5627	0.3559	0.2516	0.1930
15	0.0567	0.0610	0.0661	0.0720	0.0792	0.0879	0.0987	0.1125	0.1308	0.1561	0.1930	0.2516	0.3559	0.5627	0.7958	0.5627	0.3559	0.2516
16	0.0529	0.0567	0.0610	0.0661	0.0720	0.0792	0.0879	0.0987	0.1125	0.1308	0.1561	0.1930	0.2516	0.3559	0.5627	0.7958	0.5627	0.3559
17	0.0496	0.0529	0.0567	0.0610	0.0661	0.0720	0.0792	0.0879	0.0987	0.1125	0.1308	0.1561	0.1930	0.2516	0.3559	0.5627	0.7958	0.5627
18	0.0467	0.0496	0.0529	0.0567	0.0610	0.0661	0.0720	0.0792	0.0879	0.0987	0.1125	0.1308	0.1561	0.1930	0.2516	0.3559	0.5627	0.7958

מכפלה  $v=Aq$  :

	1
1	10.6759
2	12.4725
3	14.6690
4	15.1121
5	15.2547
6	15.4800
7	16.2812
8	19.0971
9	19.9080
10	17.4553
11	16.0062
12	16.4728
13	15.6996
14	16.8525
15	19.6883
16	20.2387
17	19.0894
18	17.4965

פירוק LU עם pivoting :

מטריצה L:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0.7071	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0.4472	0.7818	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0.3162	0.4472	0.7906	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0.2425	0.2895	0.4563	0.7889	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0.1961	0.2077	0.2980	0.4527	0.7883	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0.1644	0.1597	0.2156	0.2938	0.4519	0.7878	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0.1414	0.1288	0.1669	0.2114	0.2929	0.4510	0.7875	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0.1240	0.1074	0.1354	0.1628	0.2105	0.2919	0.4505	0.7872	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0.1104	0.0919	0.1135	0.1315	0.1620	0.2094	0.2913	0.4501	0.7871	1	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0.0995	0.0801	0.0975	0.1098	0.1307	0.1610	0.2088	0.2909	0.4498	0.7869	1	0	0	0	0	0	0	0
12	0.0905	0.0710	0.0854	0.0940	0.1090	0.1297	0.1603	0.2083	0.2905	0.4495	0.7868	1	0	0	0	0	0	0
13	0.0830	0.0636	0.0758	0.0821	0.0933	0.1081	0.1291	0.1598	0.2079	0.2902	0.4493	0.7867	1	0	0	0	0	0
14	0.0767	0.0576	0.0682	0.0727	0.0814	0.0924	0.1075	0.1286	0.1595	0.2076	0.2900	0.4492	0.7866	1	0	0	0	0
15	0.0712	0.0526	0.0619	0.0653	0.0721	0.0805	0.0918	0.1070	0.1282	0.1592	0.2074	0.2898	0.4490	0.7866	1	0	0	0
16	0.0665	0.0484	0.0567	0.0591	0.0646	0.0712	0.0800	0.0914	0.1067	0.1279	0.1589	0.2072	0.2896	0.4489	0.7865	1	0	0
17	0.0624	0.0448	0.0522	0.0540	0.0585	0.0638	0.0707	0.0795	0.0910	0.1064	0.1277	0.1587	0.2070	0.2895	0.4488	0.7864	1	0
18	0.0587	0.0417	0.0484	0.0497	0.0534	0.0578	0.0633	0.0703	0.0792	0.0907	0.1061	0.1275	0.1585	0.2069	0.2894	0.4487	0.7864	1

מטריצה U:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	0.7958	0.5627	0.3559	0.2516	0.1930	0.1561	0.1308	0.1125	0.0987	0.0879	0.0792	0.0720	0.0661	0.0610	0.0567	0.0529	0.0496	0.0467
2	0	0.3979	0.3111	0.1779	0.1152	0.0826	0.0636	0.0512	0.0427	0.0366	0.0319	0.0282	0.0253	0.0229	0.0209	0.0193	0.0178	0.0166
3	0	0	0.3935	0.3111	0.1795	0.1172	0.0848	0.0657	0.0533	0.0447	0.0384	0.0336	0.0298	0.0268	0.0244	0.0223	0.0206	0.0191
4	0	0	0	0.3907	0.3082	0.1769	0.1148	0.0826	0.0636	0.0514	0.0429	0.0367	0.0321	0.0284	0.0255	0.0231	0.0211	0.0194
5	0	0	0	0	0.3906	0.3079	0.1765	0.1144	0.0822	0.0633	0.0510	0.0426	0.0364	0.0318	0.0281	0.0252	0.0229	0.0209
6	0	0	0	0	0	0.3903	0.3075	0.1760	0.1139	0.0817	0.0628	0.0506	0.0422	0.0361	0.0314	0.0278	0.0249	0.0225
7	0	0	0	0	0	0	0.3901	0.3072	0.1757	0.1137	0.0815	0.0626	0.0504	0.0419	0.0358	0.0312	0.0276	0.0247
8	0	0	0	0	0	0	0	0.3900	0.3070	0.1755	0.1134	0.0812	0.0623	0.0502	0.0417	0.0356	0.0310	0.0274
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3899	0.3069	0.1754	0.1133	0.0811	0.0622	0.0500	0.0416	0.0355	0.0309
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3899	0.3068	0.1752	0.1131	0.0809	0.0620	0.0499	0.0415	0.0354
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3898	0.3067	0.1751	0.1130	0.0808	0.0619	0.0498	0.0414
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3898	0.3066	0.1751	0.1129	0.0808	0.0619	0.0497
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3897	0.3066	0.1750	0.1129	0.0807	0.0618
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3897	0.3065	0.1749	0.1128	0.0806
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3897	0.3065	0.1749	0.1128
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3897	0.3065	0.1749
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3896	0.3064
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3896

מספר המצב של A לפי נורמה F:

kappa\_A=124.4730

נורמה 2 של q:

norma2\_q=21.3073

נורמה 2 של v:

norma2\_v=71.0073

נורמה F של A :

normaF\_A=5.5799

### סעיף ב:

שגיאה יחסית (בנרמה 2) של  $q_{\text{tilda}}$  ביחס לווקטור  $q$ :

$$\text{relative\_error\_q} = 1.6674 \cdot 10^{-16}$$

### סעיף ג:

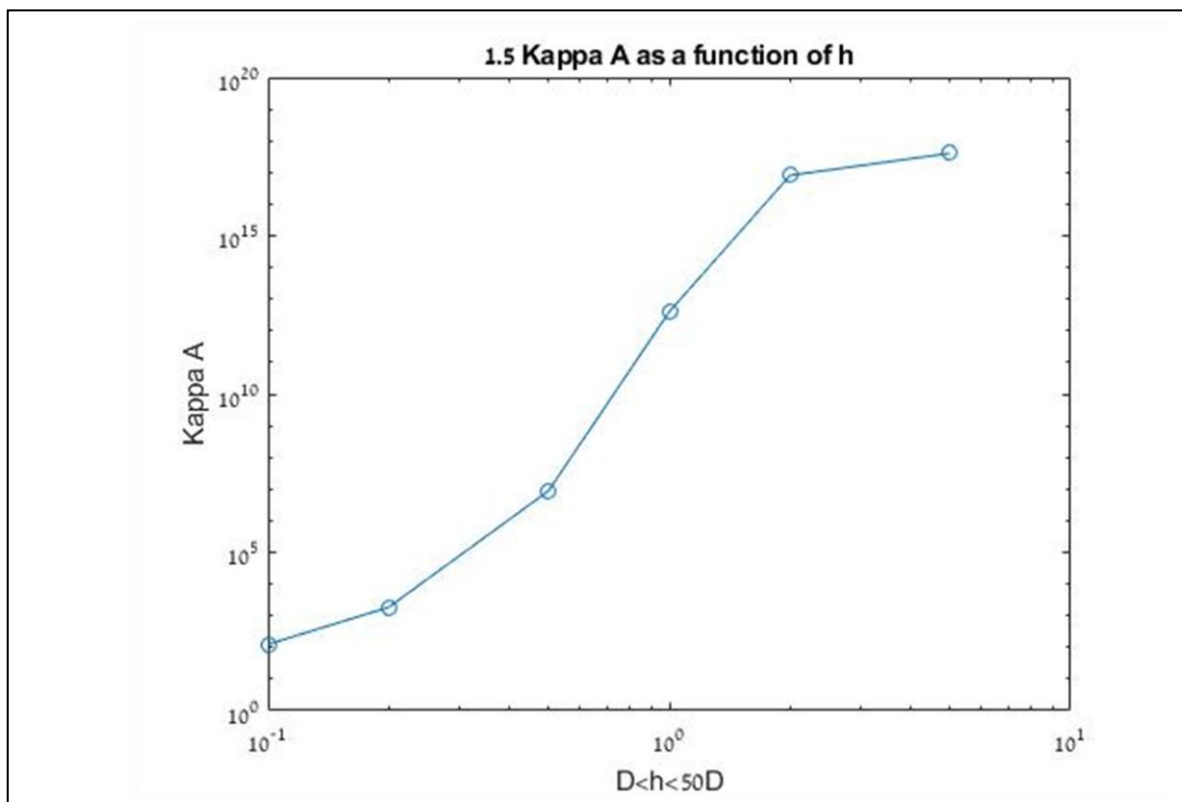
כיוון שנוספה שגיאה לווקטור  $V$  נוצרה שגיאה בווקטור הפתרון  $q$  לכן השגיאה היחסית בווקטור  $q$  היא  
0.031630041182296

### סעיף ד:

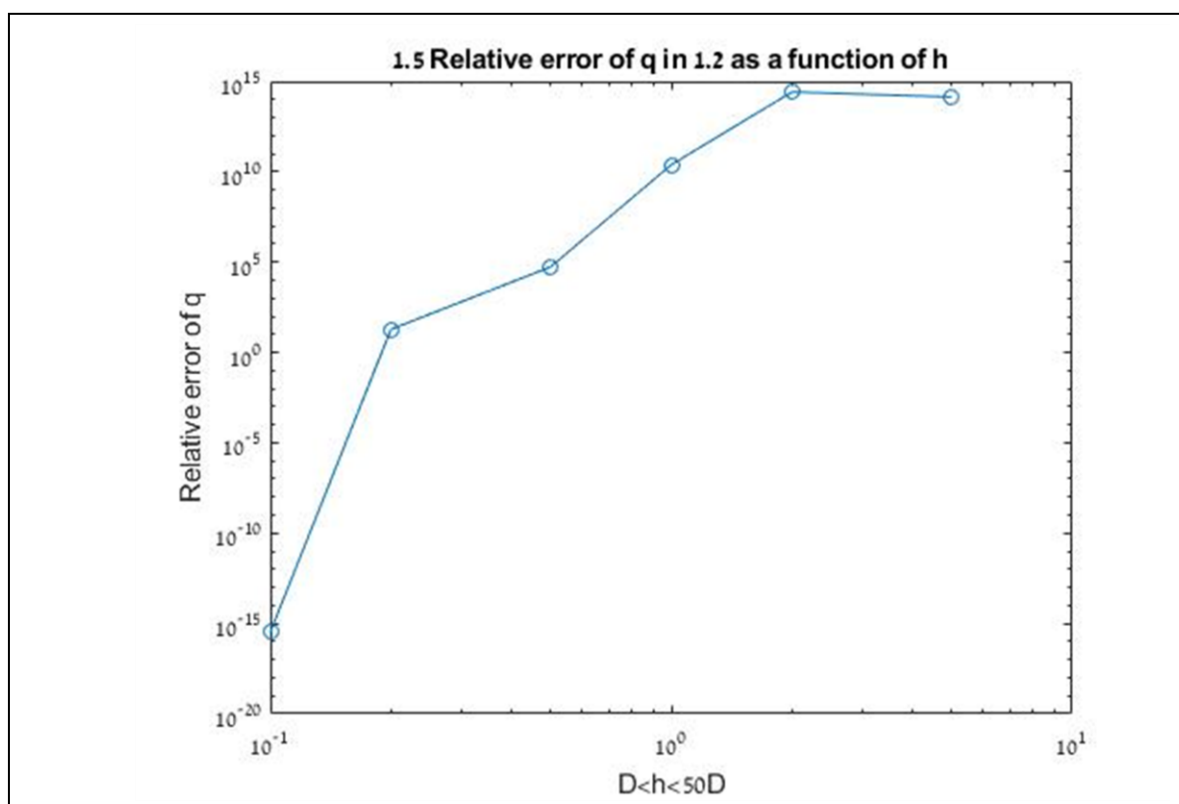
כיוון שנוספה שגיאה למטריצה  $A$  נוצרה שגיאה בווקטור הפתרון  $q$  לכן השגיאה היחסית בווקטור  $q$   
היא כעת 0.134189782503857

### סעיף ה:

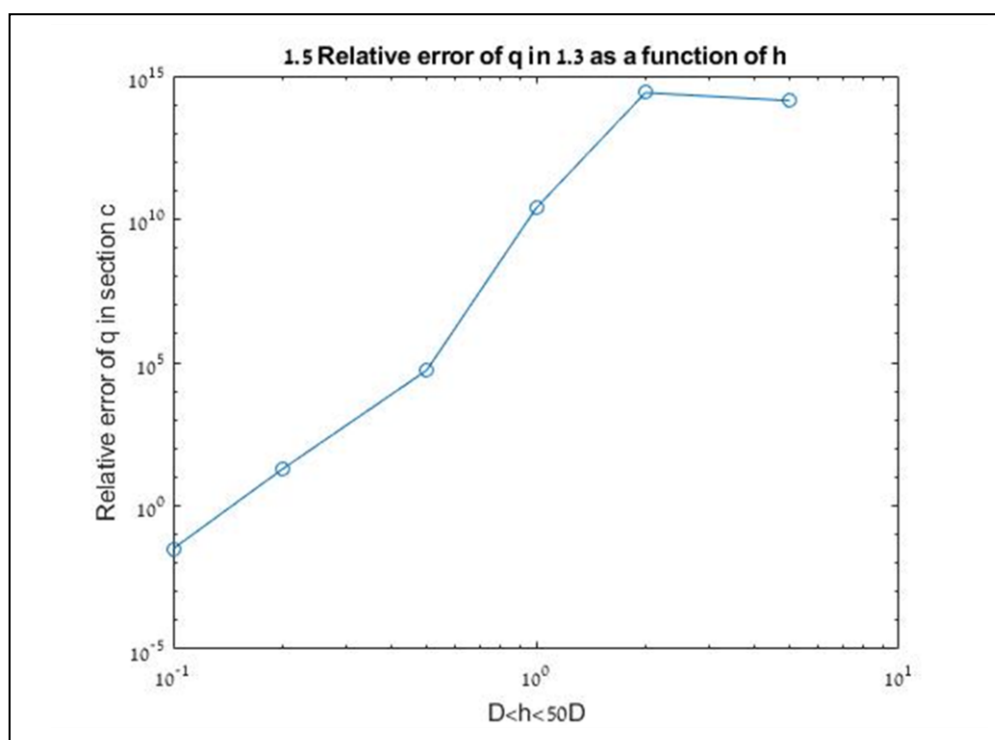
על פי גרף 1: ההתנהגות שהתקבלה היא ככול שהמרחק ( $h$ ) גדל כך מספר המצב גדל.



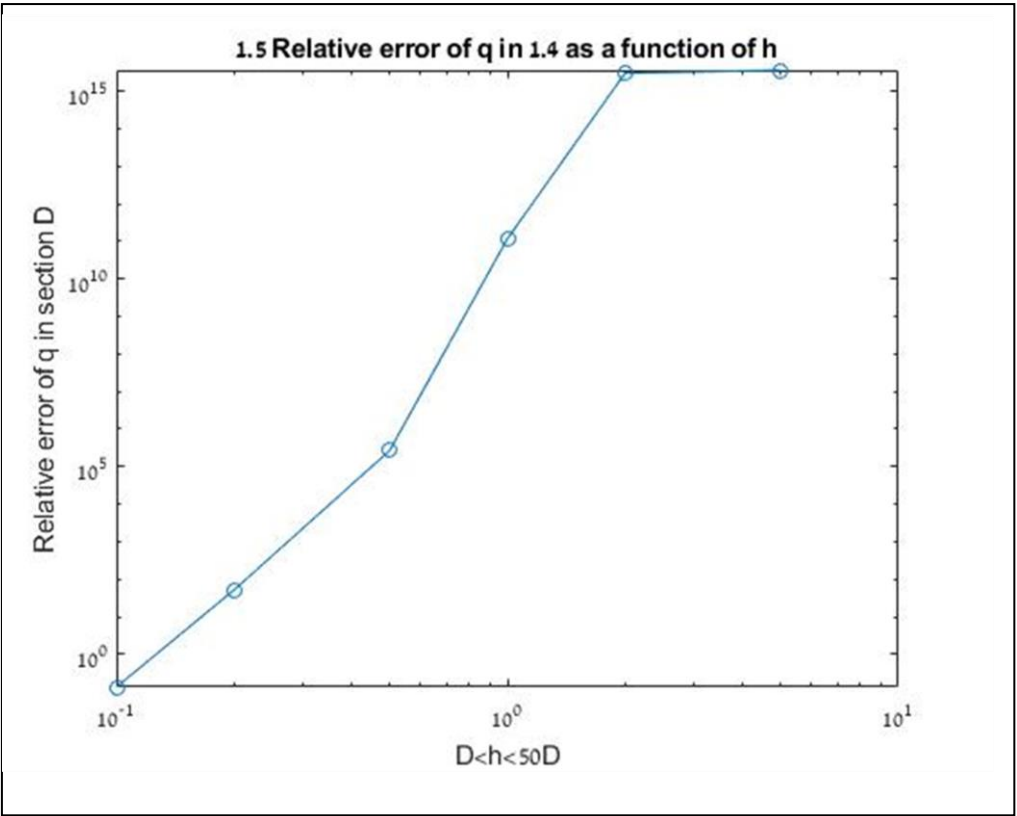
על פי גרף 2: ההתנהגות שהתקבלה היא ככול שהמרחק ( $h$ ) גדל כך השגיאה היחסית גדלה. בנוסף ניתן לראות כי החל מ  $h$  מסויים קצב הגדילה דועך.



על פי גרף 3: ההתנהגות שהתקבלה היא ככול שהמרחק ( $h$ ) גדל כך השגיאה היחסית גדלה.



על פי גרף 4: ההתנהגות שהתקבלה היא ככול שהמרחק (h) גדל כך השגיאה היחסית גדלה. בנוסף ניתן לראות כי החל מ h מסויים קצב הגדילה דועך.



**שאלה 2:**

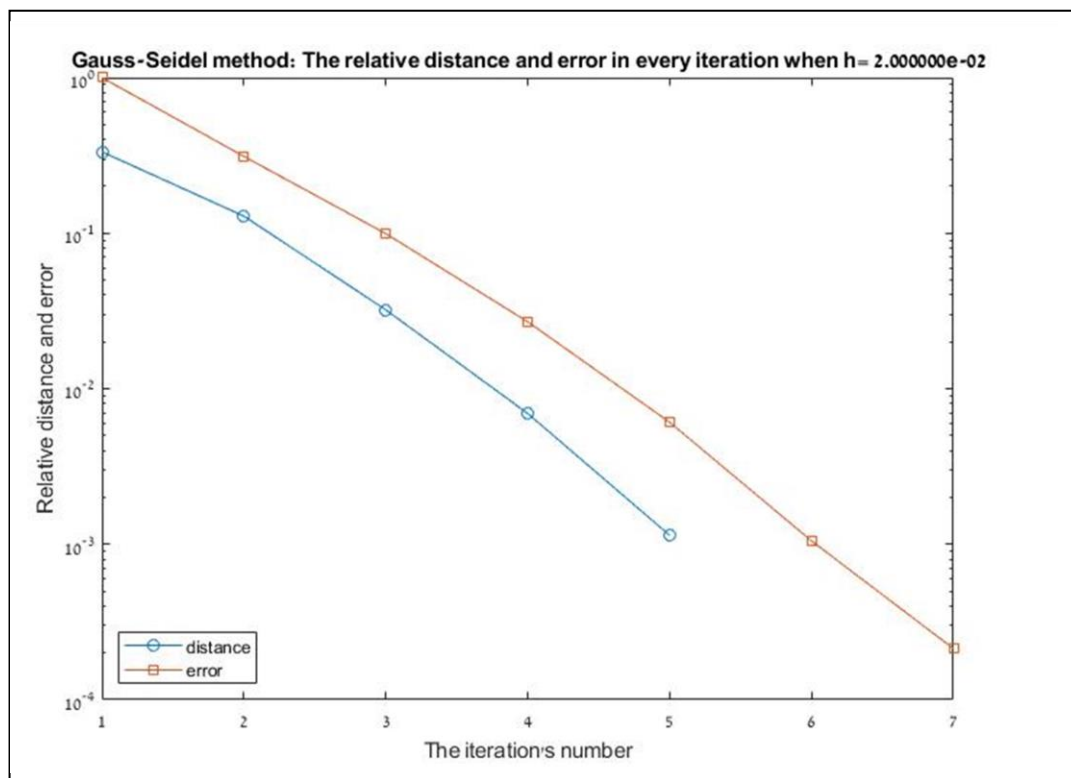
**סעיף א:**

**מטריצה A:**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	3.9789	0.7803	0.3959	0.2647	0.1987	0.1590	0.1326	0.1136	0.0994	0.0884	0.0796	0.0723	0.0663	0.0612	0.0568	0.0530	0.0497	0.0468
2	0.7803	3.9789	0.7803	0.3959	0.2647	0.1987	0.1590	0.1326	0.1136	0.0994	0.0884	0.0796	0.0723	0.0663	0.0612	0.0568	0.0530	0.0497
3	0.3959	0.7803	3.9789	0.7803	0.3959	0.2647	0.1987	0.1590	0.1326	0.1136	0.0994	0.0884	0.0796	0.0723	0.0663	0.0612	0.0568	0.0530
4	0.2647	0.3959	0.7803	3.9789	0.7803	0.3959	0.2647	0.1987	0.1590	0.1326	0.1136	0.0994	0.0884	0.0796	0.0723	0.0663	0.0612	0.0568
5	0.1987	0.2647	0.3959	0.7803	3.9789	0.7803	0.3959	0.2647	0.1987	0.1590	0.1326	0.1136	0.0994	0.0884	0.0796	0.0723	0.0663	0.0612
6	0.1590	0.1987	0.2647	0.3959	0.7803	3.9789	0.7803	0.3959	0.2647	0.1987	0.1590	0.1326	0.1136	0.0994	0.0884	0.0796	0.0723	0.0663
7	0.1326	0.1590	0.1987	0.2647	0.3959	0.7803	3.9789	0.7803	0.3959	0.2647	0.1987	0.1590	0.1326	0.1136	0.0994	0.0884	0.0796	0.0723
8	0.1136	0.1326	0.1590	0.1987	0.2647	0.3959	0.7803	3.9789	0.7803	0.3959	0.2647	0.1987	0.1590	0.1326	0.1136	0.0994	0.0884	0.0796
9	0.0994	0.1136	0.1326	0.1590	0.1987	0.2647	0.3959	0.7803	3.9789	0.7803	0.3959	0.2647	0.1987	0.1590	0.1326	0.1136	0.0994	0.0884
10	0.0884	0.0994	0.1136	0.1326	0.1590	0.1987	0.2647	0.3959	0.7803	3.9789	0.7803	0.3959	0.2647	0.1987	0.1590	0.1326	0.1136	0.0994
11	0.0796	0.0884	0.0994	0.1136	0.1326	0.1590	0.1987	0.2647	0.3959	0.7803	3.9789	0.7803	0.3959	0.2647	0.1987	0.1590	0.1326	0.1136
12	0.0723	0.0796	0.0884	0.0994	0.1136	0.1326	0.1590	0.1987	0.2647	0.3959	0.7803	3.9789	0.7803	0.3959	0.2647	0.1987	0.1590	0.1326
13	0.0663	0.0723	0.0796	0.0884	0.0994	0.1136	0.1326	0.1590	0.1987	0.2647	0.3959	0.7803	3.9789	0.7803	0.3959	0.2647	0.1987	0.1590
14	0.0612	0.0663	0.0723	0.0796	0.0884	0.0994	0.1136	0.1326	0.1590	0.1987	0.2647	0.3959	0.7803	3.9789	0.7803	0.3959	0.2647	0.1987
15	0.0568	0.0612	0.0663	0.0723	0.0796	0.0884	0.0994	0.1136	0.1326	0.1590	0.1987	0.2647	0.3959	0.7803	3.9789	0.7803	0.3959	0.2647
16	0.0530	0.0568	0.0612	0.0663	0.0723	0.0796	0.0884	0.0994	0.1136	0.1326	0.1590	0.1987	0.2647	0.3959	0.7803	3.9789	0.7803	0.3959
17	0.0497	0.0530	0.0568	0.0612	0.0663	0.0723	0.0796	0.0884	0.0994	0.1136	0.1326	0.1590	0.1987	0.2647	0.3959	0.7803	3.9789	0.7803
18	0.0468	0.0497	0.0530	0.0568	0.0612	0.0663	0.0723	0.0796	0.0884	0.0994	0.1136	0.1326	0.1590	0.1987	0.2647	0.3959	0.7803	3.9789

$$: V=Aq$$

	1
1	20.7682
2	17.8200
3	34.9638
4	26.8997
5	26.5429
6	26.3249
7	19.0777
8	43.6718
9	50.7035
10	26.3931
11	18.3182
12	36.0351
13	17.7921
14	22.4579
15	47.2842
16	45.5890
17	35.6706
18	47.4268



מספר האיטרציות שנדרשו הוא 7, השגיאה היחסית באיטרציה האחרונה היא 0.0002131.



סעיף ב:

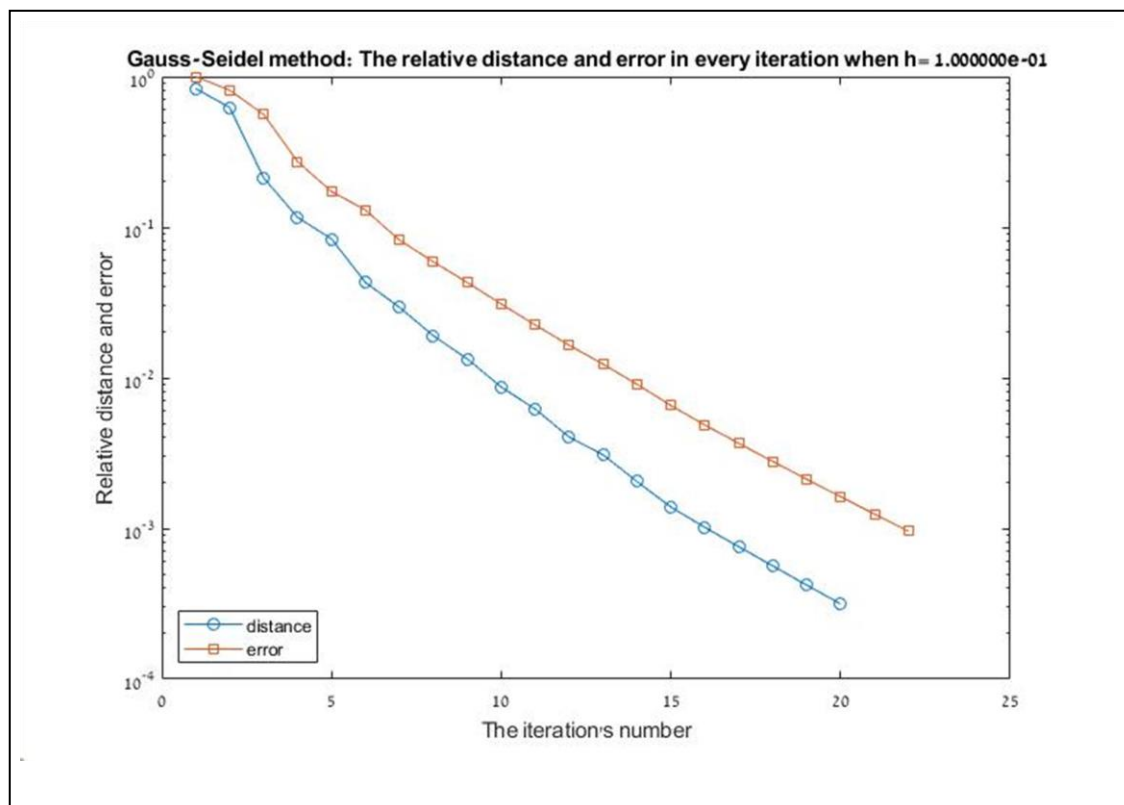
עבור  $h=Delta$

מטריצה A

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	0.7958	0.5627	0.3559	0.2516	0.1930	0.1561	0.1308	0.1125	0.0987	0.0879	0.0792	0.0720	0.0661	0.0610	0.0567	0.0529	0.0496	0.0467
2	0.5627	0.7958	0.5627	0.3559	0.2516	0.1930	0.1561	0.1308	0.1125	0.0987	0.0879	0.0792	0.0720	0.0661	0.0610	0.0567	0.0529	0.0496
3	0.3559	0.5627	0.7958	0.5627	0.3559	0.2516	0.1930	0.1561	0.1308	0.1125	0.0987	0.0879	0.0792	0.0720	0.0661	0.0610	0.0567	0.0529
4	0.2516	0.3559	0.5627	0.7958	0.5627	0.3559	0.2516	0.1930	0.1561	0.1308	0.1125	0.0987	0.0879	0.0792	0.0720	0.0661	0.0610	0.0567
5	0.1930	0.2516	0.3559	0.5627	0.7958	0.5627	0.3559	0.2516	0.1930	0.1561	0.1308	0.1125	0.0987	0.0879	0.0792	0.0720	0.0661	0.0610
6	0.1561	0.1930	0.2516	0.3559	0.5627	0.7958	0.5627	0.3559	0.2516	0.1930	0.1561	0.1308	0.1125	0.0987	0.0879	0.0792	0.0720	0.0661
7	0.1308	0.1561	0.1930	0.2516	0.3559	0.5627	0.7958	0.5627	0.3559	0.2516	0.1930	0.1561	0.1308	0.1125	0.0987	0.0879	0.0792	0.0720
8	0.1125	0.1308	0.1561	0.1930	0.2516	0.3559	0.5627	0.7958	0.5627	0.3559	0.2516	0.1930	0.1561	0.1308	0.1125	0.0987	0.0879	0.0792
9	0.0987	0.1125	0.1308	0.1561	0.1930	0.2516	0.3559	0.5627	0.7958	0.5627	0.3559	0.2516	0.1930	0.1561	0.1308	0.1125	0.0987	0.0879
10	0.0879	0.0987	0.1125	0.1308	0.1561	0.1930	0.2516	0.3559	0.5627	0.7958	0.5627	0.3559	0.2516	0.1930	0.1561	0.1308	0.1125	0.0987
11	0.0792	0.0879	0.0987	0.1125	0.1308	0.1561	0.1930	0.2516	0.3559	0.5627	0.7958	0.5627	0.3559	0.2516	0.1930	0.1561	0.1308	0.1125
12	0.0720	0.0792	0.0879	0.0987	0.1125	0.1308	0.1561	0.1930	0.2516	0.3559	0.5627	0.7958	0.5627	0.3559	0.2516	0.1930	0.1561	0.1308
13	0.0661	0.0720	0.0792	0.0879	0.0987	0.1125	0.1308	0.1561	0.1930	0.2516	0.3559	0.5627	0.7958	0.5627	0.3559	0.2516	0.1930	0.1561
14	0.0610	0.0661	0.0720	0.0792	0.0879	0.0987	0.1125	0.1308	0.1561	0.1930	0.2516	0.3559	0.5627	0.7958	0.5627	0.3559	0.2516	0.1930
15	0.0567	0.0610	0.0661	0.0720	0.0792	0.0879	0.0987	0.1125	0.1308	0.1561	0.1930	0.2516	0.3559	0.5627	0.7958	0.5627	0.3559	0.2516
16	0.0529	0.0567	0.0610	0.0661	0.0720	0.0792	0.0879	0.0987	0.1125	0.1308	0.1561	0.1930	0.2516	0.3559	0.5627	0.7958	0.5627	0.3559
17	0.0496	0.0529	0.0567	0.0610	0.0661	0.0720	0.0792	0.0879	0.0987	0.1125	0.1308	0.1561	0.1930	0.2516	0.3559	0.5627	0.7958	0.5627
18	0.0467	0.0496	0.0529	0.0567	0.0610	0.0661	0.0720	0.0792	0.0879	0.0987	0.1125	0.1308	0.1561	0.1930	0.2516	0.3559	0.5627	0.7958

$V=A*q$

	1
1	10.6759
2	12.4725
3	14.6690
4	15.1121
5	15.2547
6	15.4800
7	16.2812
8	19.0971
9	19.9080
10	17.4553
11	16.0062
12	16.4728
13	15.6996
14	16.8525
15	19.6883
16	20.2387
17	19.0894
18	17.4965



מספר האיטרציות שנדרשו הוא 22 והשגיאה היחסית באיטרציה האחרונה היא 0.000958

עבור  $h = \Delta/2$

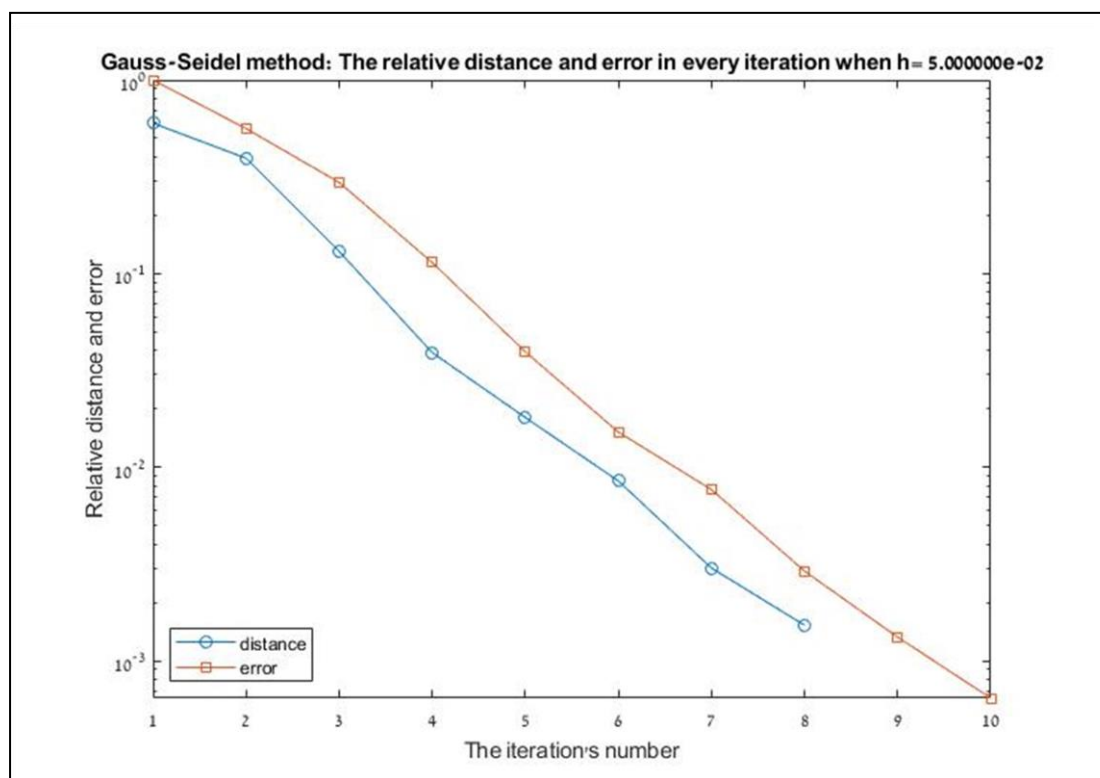
מטריצה A:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1.5915	0.7118	0.3860	0.2616	0.1974	0.1584	0.1322	0.1134	0.0993	0.0883	0.0795	0.0723	0.0663	0.0612	0.0568	0.0530	0.0497	0.0468
2	0.7118	1.5915	0.7118	0.3860	0.2616	0.1974	0.1584	0.1322	0.1134	0.0993	0.0883	0.0795	0.0723	0.0663	0.0612	0.0568	0.0530	0.0497
3	0.3860	0.7118	1.5915	0.7118	0.3860	0.2616	0.1974	0.1584	0.1322	0.1134	0.0993	0.0883	0.0795	0.0723	0.0663	0.0612	0.0568	0.0530
4	0.2616	0.3860	0.7118	1.5915	0.7118	0.3860	0.2616	0.1974	0.1584	0.1322	0.1134	0.0993	0.0883	0.0795	0.0723	0.0663	0.0612	0.0568
5	0.1974	0.2616	0.3860	0.7118	1.5915	0.7118	0.3860	0.2616	0.1974	0.1584	0.1322	0.1134	0.0993	0.0883	0.0795	0.0723	0.0663	0.0612
6	0.1584	0.1974	0.2616	0.3860	0.7118	1.5915	0.7118	0.3860	0.2616	0.1974	0.1584	0.1322	0.1134	0.0993	0.0883	0.0795	0.0723	0.0663
7	0.1322	0.1584	0.1974	0.2616	0.3860	0.7118	1.5915	0.7118	0.3860	0.2616	0.1974	0.1584	0.1322	0.1134	0.0993	0.0883	0.0795	0.0723
8	0.1134	0.1322	0.1584	0.1974	0.2616	0.3860	0.7118	1.5915	0.7118	0.3860	0.2616	0.1974	0.1584	0.1322	0.1134	0.0993	0.0883	0.0795
9	0.0993	0.1134	0.1322	0.1584	0.1974	0.2616	0.3860	0.7118	1.5915	0.7118	0.3860	0.2616	0.1974	0.1584	0.1322	0.1134	0.0993	0.0883
10	0.0883	0.0993	0.1134	0.1322	0.1584	0.1974	0.2616	0.3860	0.7118	1.5915	0.7118	0.3860	0.2616	0.1974	0.1584	0.1322	0.1134	0.0993
11	0.0795	0.0883	0.0993	0.1134	0.1322	0.1584	0.1974	0.2616	0.3860	0.7118	1.5915	0.7118	0.3860	0.2616	0.1974	0.1584	0.1322	0.1134
12	0.0723	0.0795	0.0883	0.0993	0.1134	0.1322	0.1584	0.1974	0.2616	0.3860	0.7118	1.5915	0.7118	0.3860	0.2616	0.1974	0.1584	0.1322
13	0.0663	0.0723	0.0795	0.0883	0.0993	0.1134	0.1322	0.1584	0.1974	0.2616	0.3860	0.7118	1.5915	0.7118	0.3860	0.2616	0.1974	0.1584
14	0.0612	0.0663	0.0723	0.0795	0.0883	0.0993	0.1134	0.1322	0.1584	0.1974	0.2616	0.3860	0.7118	1.5915	0.7118	0.3860	0.2616	0.1974
15	0.0568	0.0612	0.0663	0.0723	0.0795	0.0883	0.0993	0.1134	0.1322	0.1584	0.1974	0.2616	0.3860	0.7118	1.5915	0.7118	0.3860	0.2616
16	0.0530	0.0568	0.0612	0.0663	0.0723	0.0795	0.0883	0.0993	0.1134	0.1322	0.1584	0.1974	0.2616	0.3860	0.7118	1.5915	0.7118	0.3860
17	0.0497	0.0530	0.0568	0.0612	0.0663	0.0723	0.0795	0.0883	0.0993	0.1134	0.1322	0.1584	0.1974	0.2616	0.3860	0.7118	1.5915	0.7118
18	0.0468	0.0497	0.0530	0.0568	0.0612	0.0663	0.0723	0.0795	0.0883	0.0993	0.1134	0.1322	0.1584	0.1974	0.2616	0.3860	0.7118	1.5915



$$:V=A*q$$

	1
1	13.4589
2	14.7665
3	20.2868
4	19.0540
5	18.8660
6	18.8024
7	18.2414
8	26.2636
9	28.5574
10	20.8520
11	17.6326
12	21.6026
13	17.1761
14	19.3568
15	27.5445
16	27.9432
17	24.9346
18	25.5670



מספר האיטרציות שנדרשו הוא 10 והשגיאה היחסית באיטרציה האחרונה היא 0.0006417  
 ככול ש  $h$  קטן ככה השגיאה היחסית קטנה יותר וסדרת התוצאות מתכנסת מהר יותר (במספר יותר  
 קטן של איטרציות)

## סעיף ג:

### מטריצה A

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	3.9789	0.7803	0.3959	0.2647	0.1987	0.1590	0.1326	0.1136	0.0994	0.0884	0.0796	0.0723	0.0663	0.0612	0.0568	0.0530	0.0497	0.0468
2	0.7803	3.9789	0.7803	0.3959	0.2647	0.1987	0.1590	0.1326	0.1136	0.0994	0.0884	0.0796	0.0723	0.0663	0.0612	0.0568	0.0530	0.0497
3	0.3959	0.7803	3.9789	0.7803	0.3959	0.2647	0.1987	0.1590	0.1326	0.1136	0.0994	0.0884	0.0796	0.0723	0.0663	0.0612	0.0568	0.0530
4	0.2647	0.3959	0.7803	3.9789	0.7803	0.3959	0.2647	0.1987	0.1590	0.1326	0.1136	0.0994	0.0884	0.0796	0.0723	0.0663	0.0612	0.0568
5	0.1987	0.2647	0.3959	0.7803	3.9789	0.7803	0.3959	0.2647	0.1987	0.1590	0.1326	0.1136	0.0994	0.0884	0.0796	0.0723	0.0663	0.0612
6	0.1590	0.1987	0.2647	0.3959	0.7803	3.9789	0.7803	0.3959	0.2647	0.1987	0.1590	0.1326	0.1136	0.0994	0.0884	0.0796	0.0723	0.0663
7	0.1326	0.1590	0.1987	0.2647	0.3959	0.7803	3.9789	0.7803	0.3959	0.2647	0.1987	0.1590	0.1326	0.1136	0.0994	0.0884	0.0796	0.0723
8	0.1136	0.1326	0.1590	0.1987	0.2647	0.3959	0.7803	3.9789	0.7803	0.3959	0.2647	0.1987	0.1590	0.1326	0.1136	0.0994	0.0884	0.0796
9	0.0994	0.1136	0.1326	0.1590	0.1987	0.2647	0.3959	0.7803	3.9789	0.7803	0.3959	0.2647	0.1987	0.1590	0.1326	0.1136	0.0994	0.0884
10	0.0884	0.0994	0.1136	0.1326	0.1590	0.1987	0.2647	0.3959	0.7803	3.9789	0.7803	0.3959	0.2647	0.1987	0.1590	0.1326	0.1136	0.0994
11	0.0796	0.0884	0.0994	0.1136	0.1326	0.1590	0.1987	0.2647	0.3959	0.7803	3.9789	0.7803	0.3959	0.2647	0.1987	0.1590	0.1326	0.1136
12	0.0723	0.0796	0.0884	0.0994	0.1136	0.1326	0.1590	0.1987	0.2647	0.3959	0.7803	3.9789	0.7803	0.3959	0.2647	0.1987	0.1590	0.1326
13	0.0663	0.0723	0.0796	0.0884	0.0994	0.1136	0.1326	0.1590	0.1987	0.2647	0.3959	0.7803	3.9789	0.7803	0.3959	0.2647	0.1987	0.1590
14	0.0612	0.0663	0.0723	0.0796	0.0884	0.0994	0.1136	0.1326	0.1590	0.1987	0.2647	0.3959	0.7803	3.9789	0.7803	0.3959	0.2647	0.1987
15	0.0568	0.0612	0.0663	0.0723	0.0796	0.0884	0.0994	0.1136	0.1326	0.1590	0.1987	0.2647	0.3959	0.7803	3.9789	0.7803	0.3959	0.2647
16	0.0530	0.0568	0.0612	0.0663	0.0723	0.0796	0.0884	0.0994	0.1136	0.1326	0.1590	0.1987	0.2647	0.3959	0.7803	3.9789	0.7803	0.3959
17	0.0497	0.0530	0.0568	0.0612	0.0663	0.0723	0.0796	0.0884	0.0994	0.1136	0.1326	0.1590	0.1987	0.2647	0.3959	0.7803	3.9789	0.7803
18	0.0468	0.0497	0.0530	0.0568	0.0612	0.0663	0.0723	0.0796	0.0884	0.0994	0.1136	0.1326	0.1590	0.1987	0.2647	0.3959	0.7803	3.9789

$$:V=A*q$$

	1
1	20.7682
2	17.8200
3	34.9638
4	26.8997
5	26.5429
6	26.3249
7	19.0777
8	43.6718
9	50.7035
10	26.3931
11	18.3182
12	36.0351
13	17.7921
14	22.4579
15	47.2842
16	45.5890
17	35.6706
18	47.4268

שיטת יעקובי אינה מתכנסת, מכיוון שהאלכסון של מטריצה A אינו דומיננטי לכן שיטה זו לא תוכל להתכנס כי זה הוא תנאי הכרחי להתכנסות.

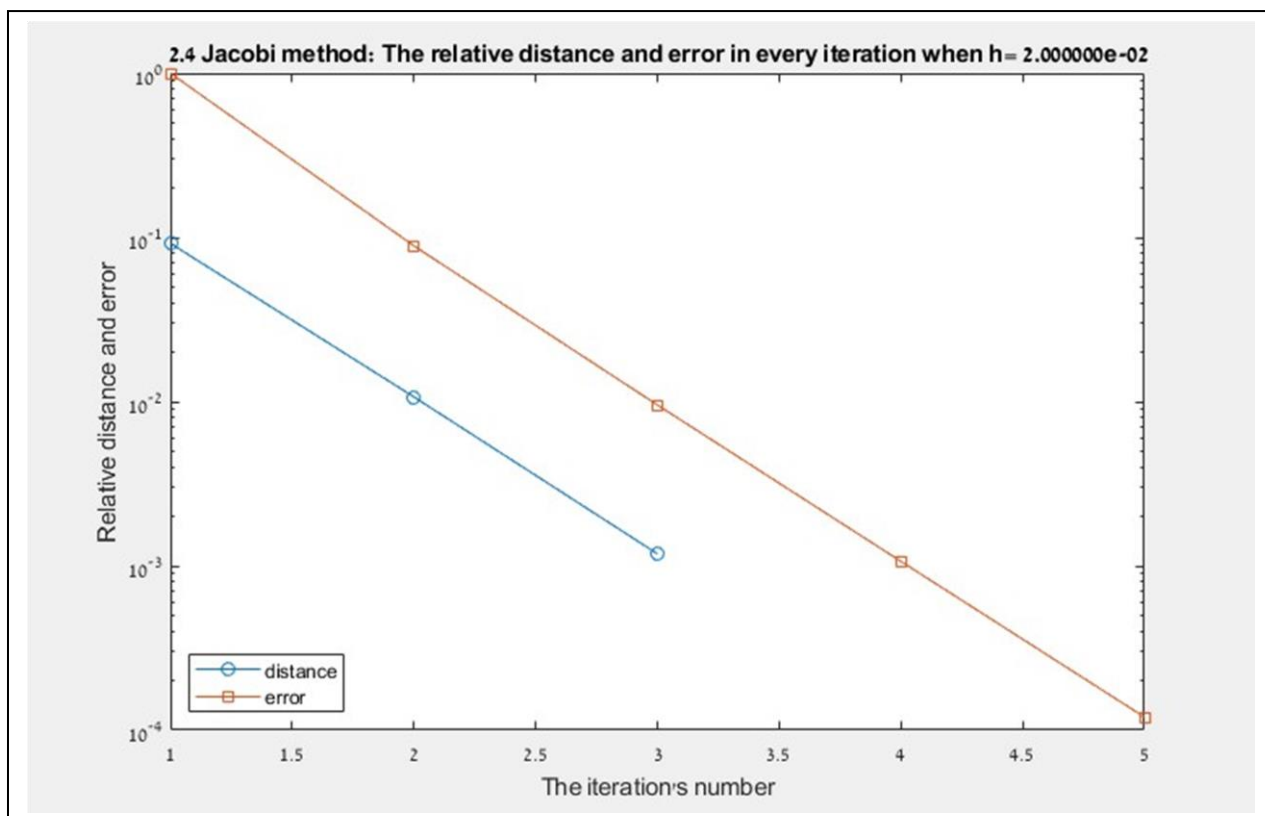
# סעיף ד:

## מטריצה A:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	198.9437	7.6517	1.9697	0.8803	0.4961	0.3178	0.2208	0.1623	0.1243	0.0982	0.0795	0.0657	0.0552	0.0471	0.0406	0.0354	0.0311	0.0275
2	7.6517	198.9437	7.6517	1.9697	0.8803	0.4961	0.3178	0.2208	0.1623	0.1243	0.0982	0.0795	0.0657	0.0552	0.0471	0.0406	0.0354	0.0311
3	1.9697	7.6517	198.9437	7.6517	1.9697	0.8803	0.4961	0.3178	0.2208	0.1623	0.1243	0.0982	0.0795	0.0657	0.0552	0.0471	0.0406	0.0354
4	0.8803	1.9697	7.6517	198.9437	7.6517	1.9697	0.8803	0.4961	0.3178	0.2208	0.1623	0.1243	0.0982	0.0795	0.0657	0.0552	0.0471	0.0406
5	0.4961	0.8803	1.9697	7.6517	198.9437	7.6517	1.9697	0.8803	0.4961	0.3178	0.2208	0.1623	0.1243	0.0982	0.0795	0.0657	0.0552	0.0471
6	0.3178	0.4961	0.8803	1.9697	7.6517	198.9437	7.6517	1.9697	0.8803	0.4961	0.3178	0.2208	0.1623	0.1243	0.0982	0.0795	0.0657	0.0552
7	0.2208	0.3178	0.4961	0.8803	1.9697	7.6517	198.9437	7.6517	1.9697	0.8803	0.4961	0.3178	0.2208	0.1623	0.1243	0.0982	0.0795	0.0657
8	0.1623	0.2208	0.3178	0.4961	0.8803	1.9697	7.6517	198.9437	7.6517	1.9697	0.8803	0.4961	0.3178	0.2208	0.1623	0.1243	0.0982	0.0795
9	0.1243	0.1623	0.2208	0.3178	0.4961	0.8803	1.9697	7.6517	198.9437	7.6517	1.9697	0.8803	0.4961	0.3178	0.2208	0.1623	0.1243	0.0982
10	0.0982	0.1243	0.1623	0.2208	0.3178	0.4961	0.8803	1.9697	7.6517	198.9437	7.6517	1.9697	0.8803	0.4961	0.3178	0.2208	0.1623	0.1243
11	0.0795	0.0982	0.1243	0.1623	0.2208	0.3178	0.4961	0.8803	1.9697	7.6517	198.9437	7.6517	1.9697	0.8803	0.4961	0.3178	0.2208	0.1623
12	0.0657	0.0795	0.0982	0.1243	0.1623	0.2208	0.3178	0.4961	0.8803	1.9697	7.6517	198.9437	7.6517	1.9697	0.8803	0.4961	0.3178	0.2208
13	0.0552	0.0657	0.0795	0.0982	0.1243	0.1623	0.2208	0.3178	0.4961	0.8803	1.9697	7.6517	198.9437	7.6517	1.9697	0.8803	0.4961	0.3178
14	0.0471	0.0552	0.0657	0.0795	0.0982	0.1243	0.1623	0.2208	0.3178	0.4961	0.8803	1.9697	7.6517	198.9437	7.6517	1.9697	0.8803	0.4961
15	0.0406	0.0471	0.0552	0.0657	0.0795	0.0982	0.1243	0.1623	0.2208	0.3178	0.4961	0.8803	1.9697	7.6517	198.9437	7.6517	1.9697	0.8803
16	0.0354	0.0406	0.0471	0.0552	0.0657	0.0795	0.0982	0.1243	0.1623	0.2208	0.3178	0.4961	0.8803	1.9697	7.6517	198.9437	7.6517	1.9697
17	0.0311	0.0354	0.0406	0.0471	0.0552	0.0657	0.0795	0.0982	0.1243	0.1623	0.2208	0.3178	0.4961	0.8803	1.9697	7.6517	198.9437	7.6517
18	0.0275	0.0311	0.0354	0.0406	0.0471	0.0552	0.0657	0.0795	0.0982	0.1243	0.1623	0.2208	0.3178	0.4961	0.8803	1.9697	7.6517	198.9437

$$:V=A*q$$

	1
1	625.2203
2	282.7162
3	1.2452e+03
4	685.2821
5	671.0039
6	658.6811
7	113.1724
8	1.4845e+03
9	1.8762e+03
10	503.2073
11	97.7056
12	1.2271e+03
13	90.6395
14	300.6450
15	1.6788e+03
16	1.5109e+03
17	939.7532
18	1.8462e+03



כעת האלכסון כן דומיננטי ולכן שיטת יעקובי מתכנסת לאחר 5 איטרציות והשגיאה באיטרציה האחרונה היא 0.00012

### שאלה 3:

סעיף א:

מטריצה A :

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	0.0796	0.0792	0.0780	0.0762	0.0739	0.0712	0.0682	0.0652	0.0621	0.0591	0.0563	0.0535	0.0509	0.0485	0.0463	0.0441	0.0422	0.0403
2	0.0792	0.0796	0.0792	0.0780	0.0762	0.0739	0.0712	0.0682	0.0652	0.0621	0.0591	0.0563	0.0535	0.0509	0.0485	0.0463	0.0441	0.0422
3	0.0780	0.0792	0.0796	0.0792	0.0780	0.0762	0.0739	0.0712	0.0682	0.0652	0.0621	0.0591	0.0563	0.0535	0.0509	0.0485	0.0463	0.0441
4	0.0762	0.0780	0.0792	0.0796	0.0792	0.0780	0.0762	0.0739	0.0712	0.0682	0.0652	0.0621	0.0591	0.0563	0.0535	0.0509	0.0485	0.0463
5	0.0739	0.0762	0.0780	0.0792	0.0796	0.0792	0.0780	0.0762	0.0739	0.0712	0.0682	0.0652	0.0621	0.0591	0.0563	0.0535	0.0509	0.0485
6	0.0712	0.0739	0.0762	0.0780	0.0792	0.0796	0.0792	0.0780	0.0762	0.0739	0.0712	0.0682	0.0652	0.0621	0.0591	0.0563	0.0535	0.0509
7	0.0682	0.0712	0.0739	0.0762	0.0780	0.0792	0.0796	0.0792	0.0780	0.0762	0.0739	0.0712	0.0682	0.0652	0.0621	0.0591	0.0563	0.0535
8	0.0652	0.0682	0.0712	0.0739	0.0762	0.0780	0.0792	0.0796	0.0792	0.0780	0.0762	0.0739	0.0712	0.0682	0.0652	0.0621	0.0591	0.0563
9	0.0621	0.0652	0.0682	0.0712	0.0739	0.0762	0.0780	0.0792	0.0796	0.0792	0.0780	0.0762	0.0739	0.0712	0.0682	0.0652	0.0621	0.0591
10	0.0591	0.0621	0.0652	0.0682	0.0712	0.0739	0.0762	0.0780	0.0792	0.0796	0.0792	0.0780	0.0762	0.0739	0.0712	0.0682	0.0652	0.0621
11	0.0563	0.0591	0.0621	0.0652	0.0682	0.0712	0.0739	0.0762	0.0780	0.0792	0.0796	0.0792	0.0780	0.0762	0.0739	0.0712	0.0682	0.0652
12	0.0535	0.0563	0.0591	0.0621	0.0652	0.0682	0.0712	0.0739	0.0762	0.0780	0.0792	0.0796	0.0792	0.0780	0.0762	0.0739	0.0712	0.0682
13	0.0509	0.0535	0.0563	0.0591	0.0621	0.0652	0.0682	0.0712	0.0739	0.0762	0.0780	0.0792	0.0796	0.0792	0.0780	0.0762	0.0739	0.0712
14	0.0485	0.0509	0.0535	0.0563	0.0591	0.0621	0.0652	0.0682	0.0712	0.0739	0.0762	0.0780	0.0792	0.0796	0.0792	0.0780	0.0762	0.0739
15	0.0463	0.0485	0.0509	0.0535	0.0563	0.0591	0.0621	0.0652	0.0682	0.0712	0.0739	0.0762	0.0780	0.0792	0.0796	0.0792	0.0780	0.0762
16	0.0441	0.0463	0.0485	0.0509	0.0535	0.0563	0.0591	0.0621	0.0652	0.0682	0.0712	0.0739	0.0762	0.0780	0.0792	0.0796	0.0792	0.0780
17	0.0422	0.0441	0.0463	0.0485	0.0509	0.0535	0.0563	0.0591	0.0621	0.0652	0.0682	0.0712	0.0739	0.0762	0.0780	0.0792	0.0796	0.0792
18	0.0403	0.0422	0.0441	0.0463	0.0485	0.0509	0.0535	0.0563	0.0591	0.0621	0.0652	0.0682	0.0712	0.0739	0.0762	0.0780	0.0792	0.0796

דטרמיננטה של המטריצה A:

$$\det_A = 1.7761 \cdot 10^{(-107)}$$

פתרון  $q\_tilda$   
הממזער את השארית  
נורמה 2 של ווקטור  $v$ -)  
 $(Aq$ :

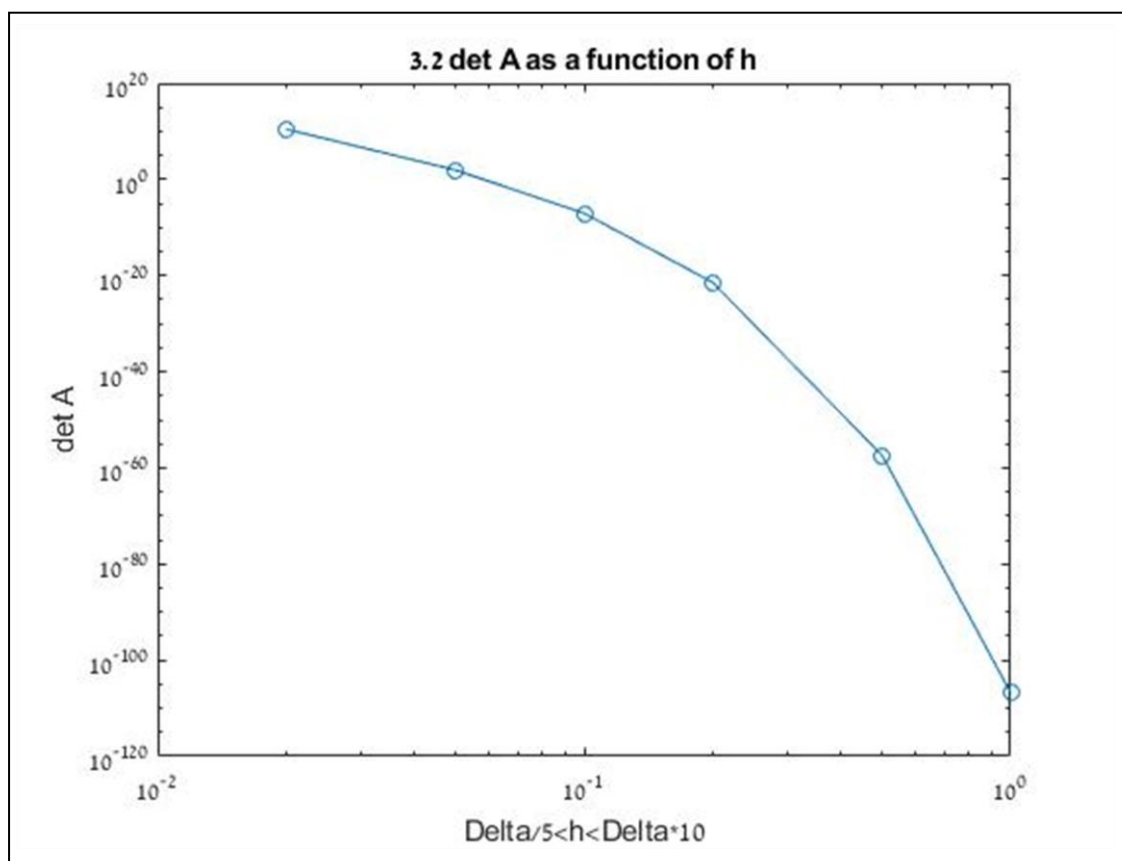
	1
1	66.7016
2	-153.1707
3	161.0346
4	-15.9443
5	21.1761
6	-25.9421
7	-30.5204
8	67.4106
9	-9.7346
10	-39.1978
11	-3.6818
12	-17.5661
13	-8.3250
14	-16.8873
15	-8.7628
16	11.0835
17	4.2683
18	10.8445

$V=A*q$ :

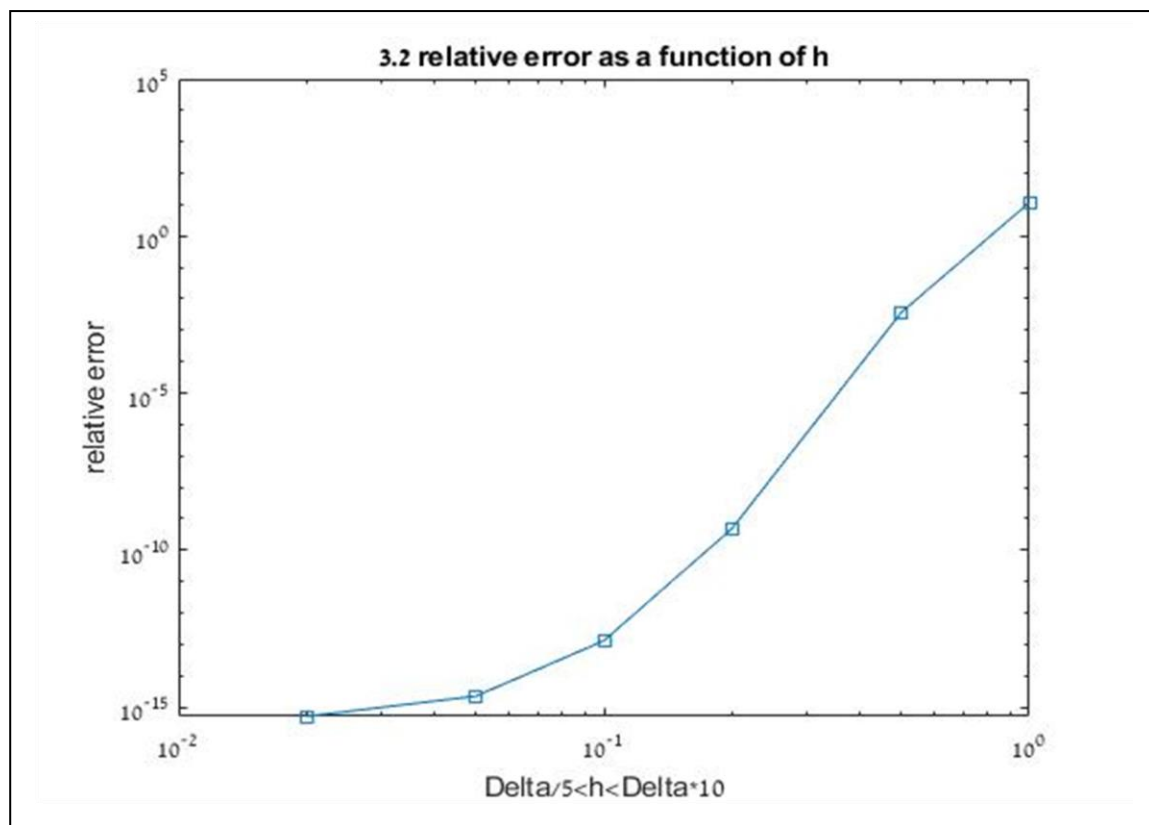
	1
1	4.1644
2	4.3220
3	4.4717
4	4.6107
5	4.7364
6	4.8464
7	4.9388
8	5.0121
9	5.0654
10	5.0978
11	5.1091
12	5.0990
13	5.0673
14	5.0137
15	4.9382
16	4.8411
17	4.7236
18	4.5880

השגיאה היחסית של הווקטור  $q\_tilda$  ביחס לווקטור  $q$  היא 11.6178 (גם הווקטור  $q\_tilda$  וגם השגיאה היחסית יצאו לנו שונים בין מחשבים שונים, ככל הנראה כי הדטרמיננטה של  $A$  מספר מאוד מאוד קטן)





ככול שהמרחק (h) גדל כך גם הדטרמיננטה של המטריצה קטנה.



ככול שהמרחק (h) גדל כך גם השגיאה היחסית גדלה

התנהגות זו מתרחשת מכיוון שבשיטה זו מקרבים את הווקטור q בשיטת הרבועים הפחותים, שיטה זו מועילה בעיקר כאשר המטריצה לא הפיכה או כאשר הדטרמיננטה קרובה לאפס, בשיטה זו נוכל לקרב את הווקטור q בקירוב טוב יותר ע"י כך שלא נצטרך לבצע הפיכה של המטריצה דבר שעלול לגרום שגיאות חישוב גדולות (בגלל המספרים הקטנים שהמחשב מעגל או מאבד משמעות).

לכן כאשר הדטרמיננטה יותר קטנה הדיוק של של הווקטור q יהיה גדול יותר ולכן השגיאה היחסית תהייה קטנה יותר.