

אמצעים ממוחשבים להערכת יבול

רפי לינקר, אליהו קלמן, עודד כהן, גורי מנטין

הפקולטה להנדסה אזרחית וסביבתית

טכניון

מטרת פרויקט

פיתוח מערכת ראיה ממוחשבת להערכת מספר
התפוחים על כל עץ

שלבי העבודה:

- זיהוי תפוחים בתמונה בודדת
- שילוב של התוצאות של מספר תמונות ע"מ לקבל
הערכה ברמת העץ

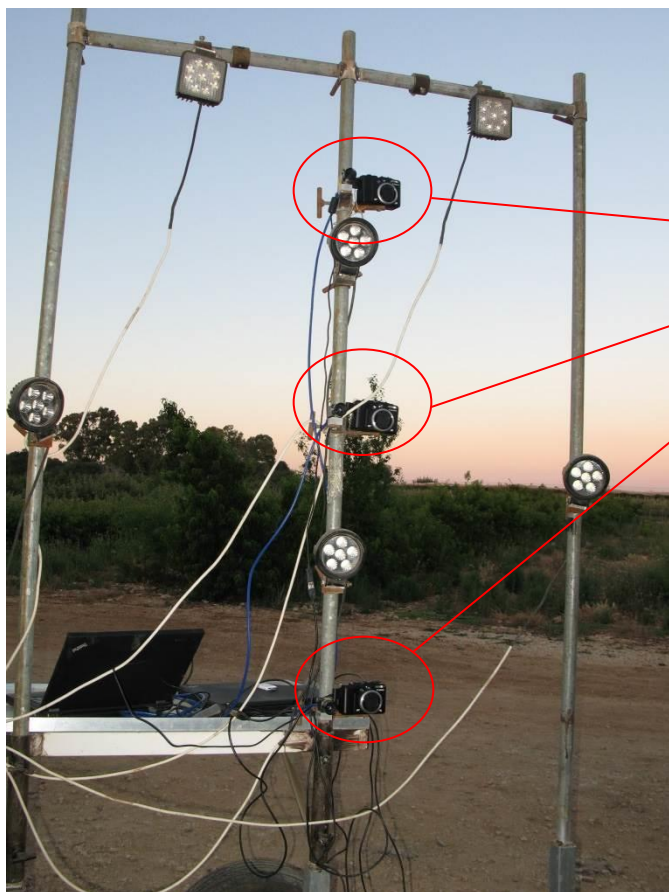
ניתוח של תמונות שצולמו באור יום מורכב מאוד



לכן העבודה התמקדה בצילומי לילה



מערכת הצילום





האם ששת התמונות (או פחות) מאפשרות להעריך את היבול של העץ?

פותרו שלושה אלגוריתמים לזיהוי תפוחים בתמונות

- האלגוריתם מס' 1 מבוסס על צבע ומרקם

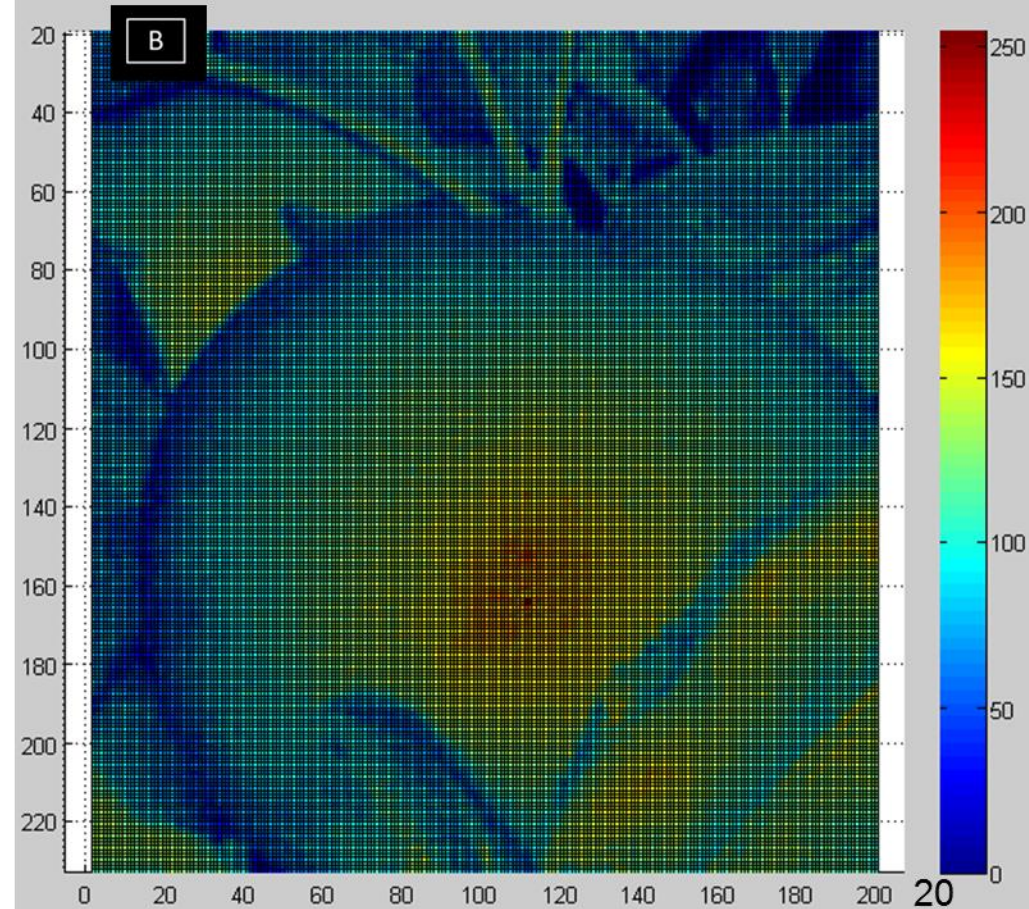


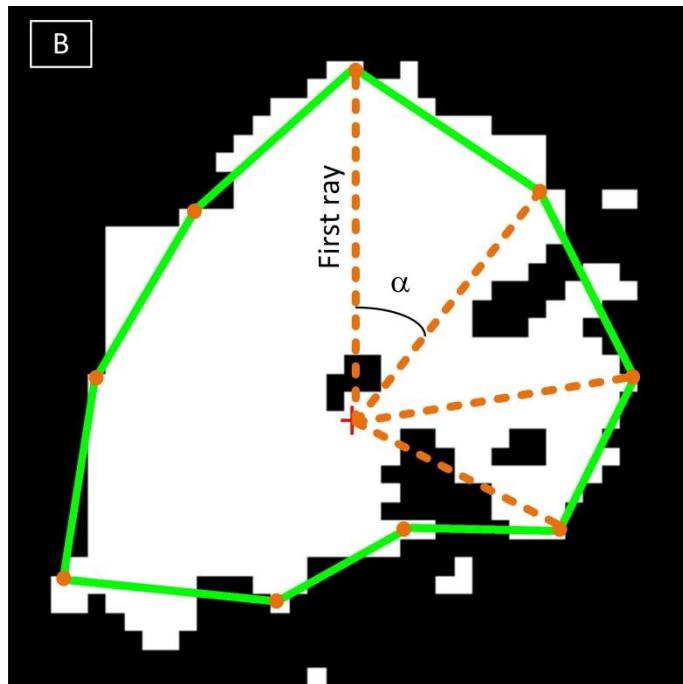
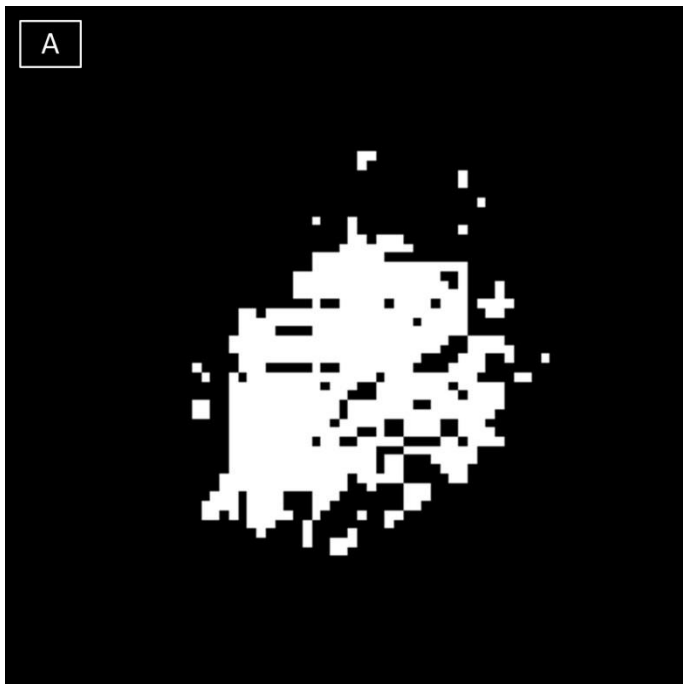
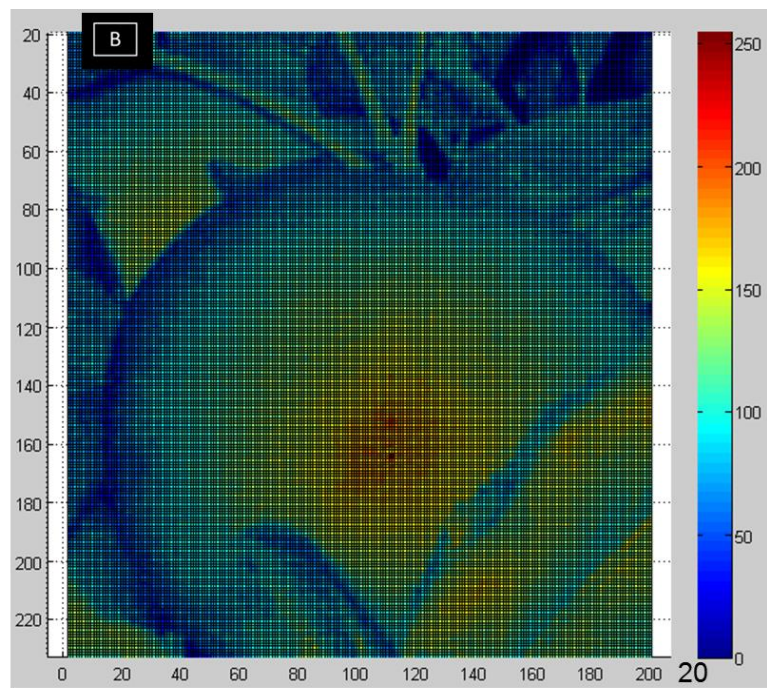
פתחו שלושה אלגוריתמים לזיהוי תפוחים בתמונות

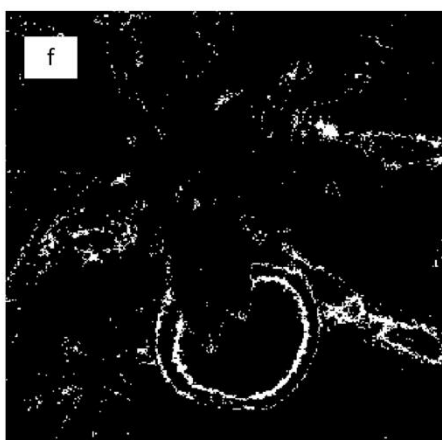
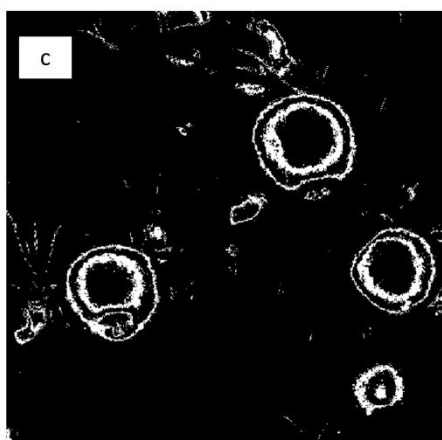
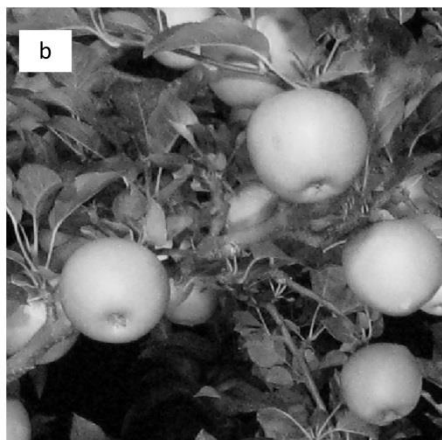
- האלגוריתם מס' 1 מבוסס על צבע ומרקם

- האלגוריתמים מס' 2 ו 3 מבוססים על פיזור האור על

תפוח

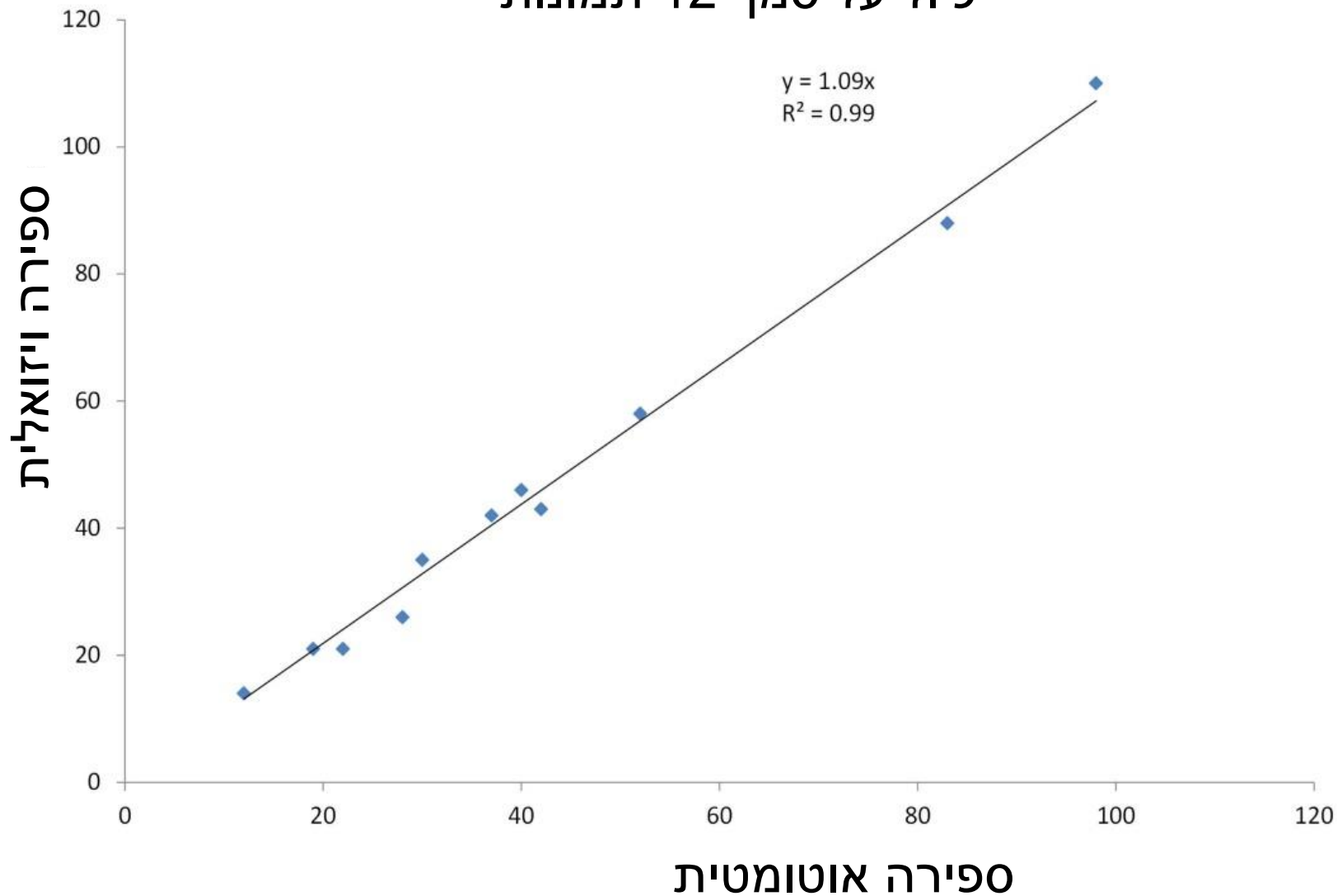






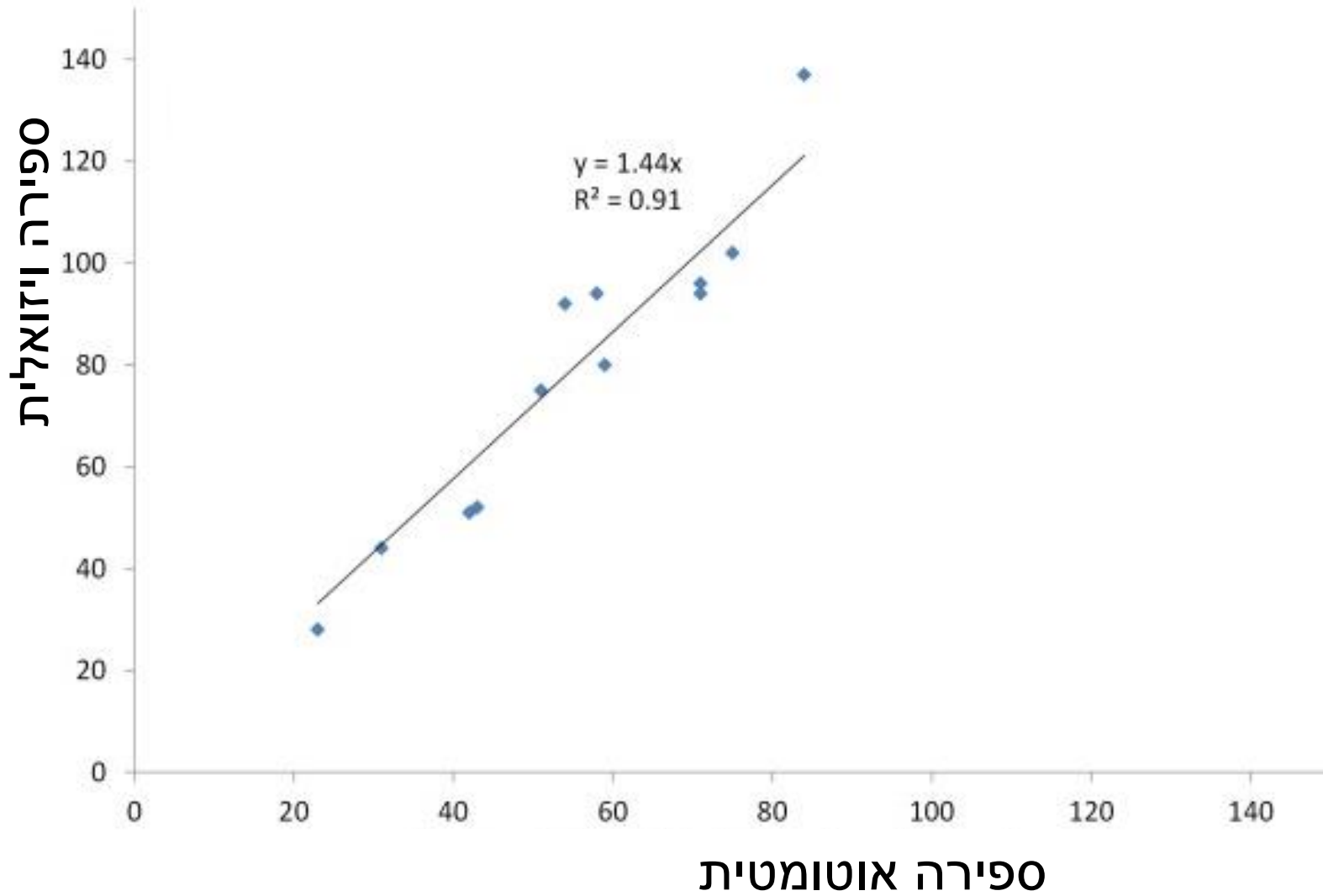
תוצאות – זיהוי תפוחים

כיול על סמך 12 תמונות

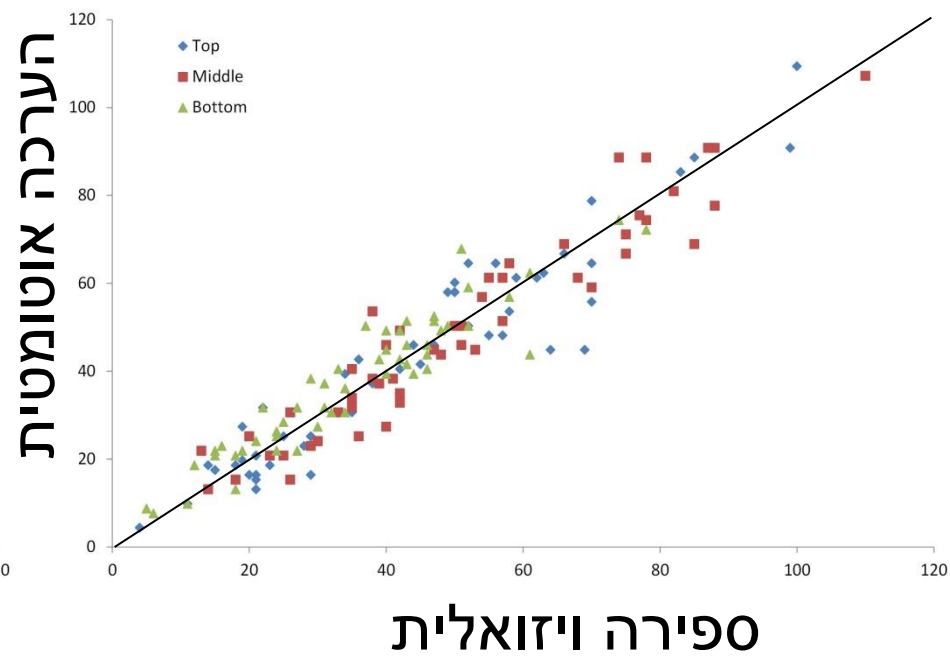
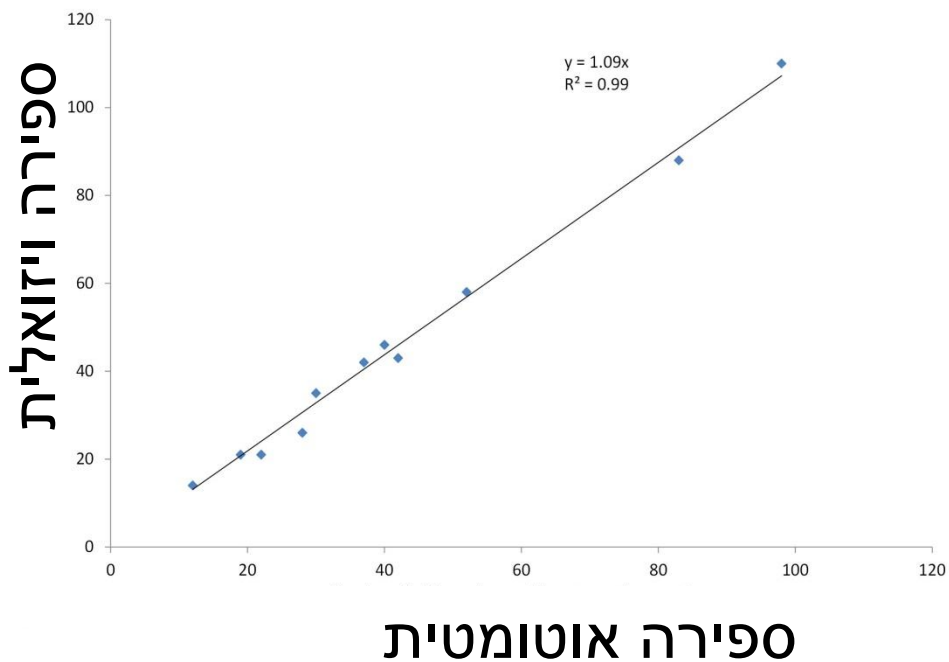


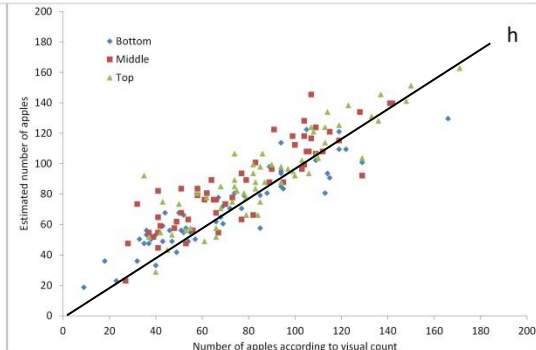
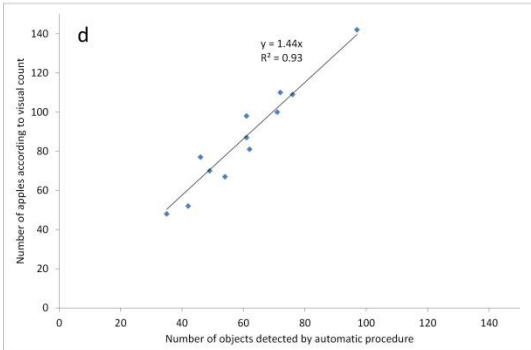
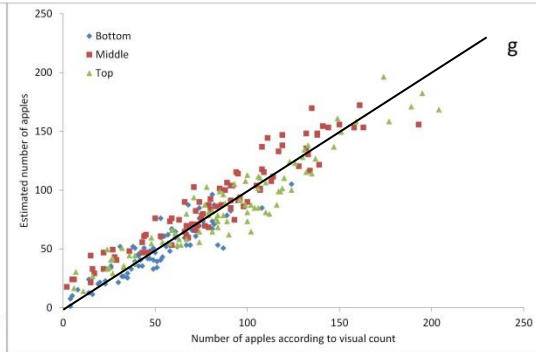
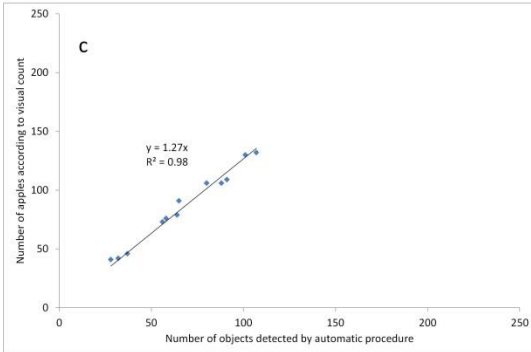
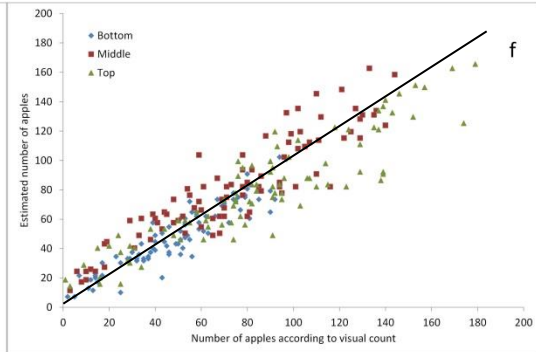
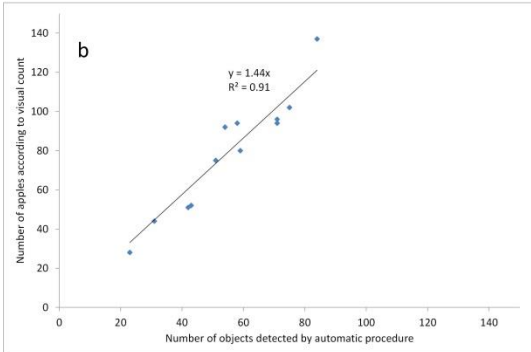
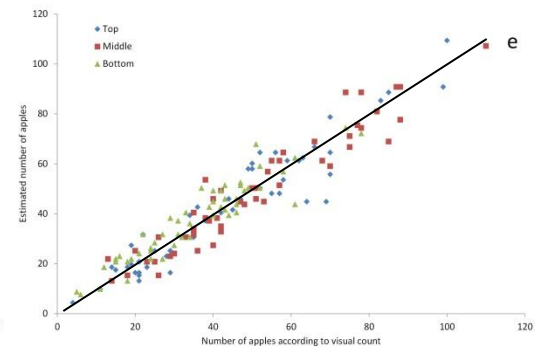
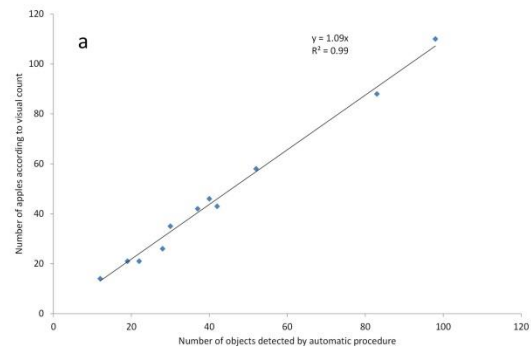
תוצאות – זיהוי תפוחים

כיול על סמך 12 תמונות



תוצאות – זיהוי תפוחים





תוצאות – זיהוי תפוחים

Images		Dataset			
		2013 (156 images)	July 2014 (258 images)	Aug 2014 (258 images)	2015 (156 images)
Bottom camera	Number of apples according to visual inspection	1832	4264	4569	3945
	Relative estimation error, %	1.61	-1.25	-4.24	1.43
Middle camera	Number of apples according to visual inspection	2605	6551	7404	4490
	Relative estimation error, %	-2.86	10.39	5.42	11.77
Top camera	Number of apples according to visual inspection	2276	7473	7885	5062
	Relative estimation error, %	7.4	-6.55	-3.87	5.43
Total	Number of apples according to visual inspection	6713	18288	19798	13497
	Relative estimation error, %	0.35	0.79	0.56	6.37

תוצאות – זיהוי תפוחים

		Dataset	
		2013	July 2014
Number of apples according to visual inspection		6713	18288
Algorithm #3	Relative estimation error, %	0.35	0.79
	Std of estimation error, apples	6.96	15.39
Algorithm #1	Relative estimation error, %	0.45	1.21
	Std of estimation error, apples	10.52	16.8
Algorithm #2	Relative estimation error, %	0.00	-0.86
	Std of estimation error, apples	10.78	17.02

תוצאות – הערכת יבול



$$Y_k = \alpha(B_{1,k} + B_{2,k}) + \beta(M_{1,k} + M_{2,k}) + \gamma(T_{1,k} + T_{2,k}) + \lambda$$

$$Y_k = \alpha B_{1,k} + \beta M_{1,k} + \gamma T_{1,k} + \lambda$$

כיול הפרמטרים (עבור כל סט תמונות בנפרד) על סמך
נתוני אמת מ 20 עצים

תוצאות – הערכת יבול

צילומים משני הצדדים

Model		All three cameras		Bottom & middle cameras only		Bottom & top cameras only		Middle & top cameras only	
	Actual yield	Rel error yield %	Std of yield error	Rel error yield %	Std of yield error	rel error yield %	Std of yield error	rel error yield %	Std of yield error
1	10678	7	138	7	168	8	139	10	151
2	9858	6	134	18	174	8	135	1	160
3	10712	-8	158	-2	198	-8	165	-8	170
4	10828	2	147	9	180	4	151	5	160
5	11078	1	154	-4	181	0	157	2	167
6	12066	-12	132	-17	163	-13	135	-13	146
7	11327	-1	180	0	189	2	175	5	157
8	11895	8	160	10	196	10	164	9	153
9	11742	-3	176	-3	200	-2	169	-2	175
10	10409	0	160	-6	181	0	162	0	164

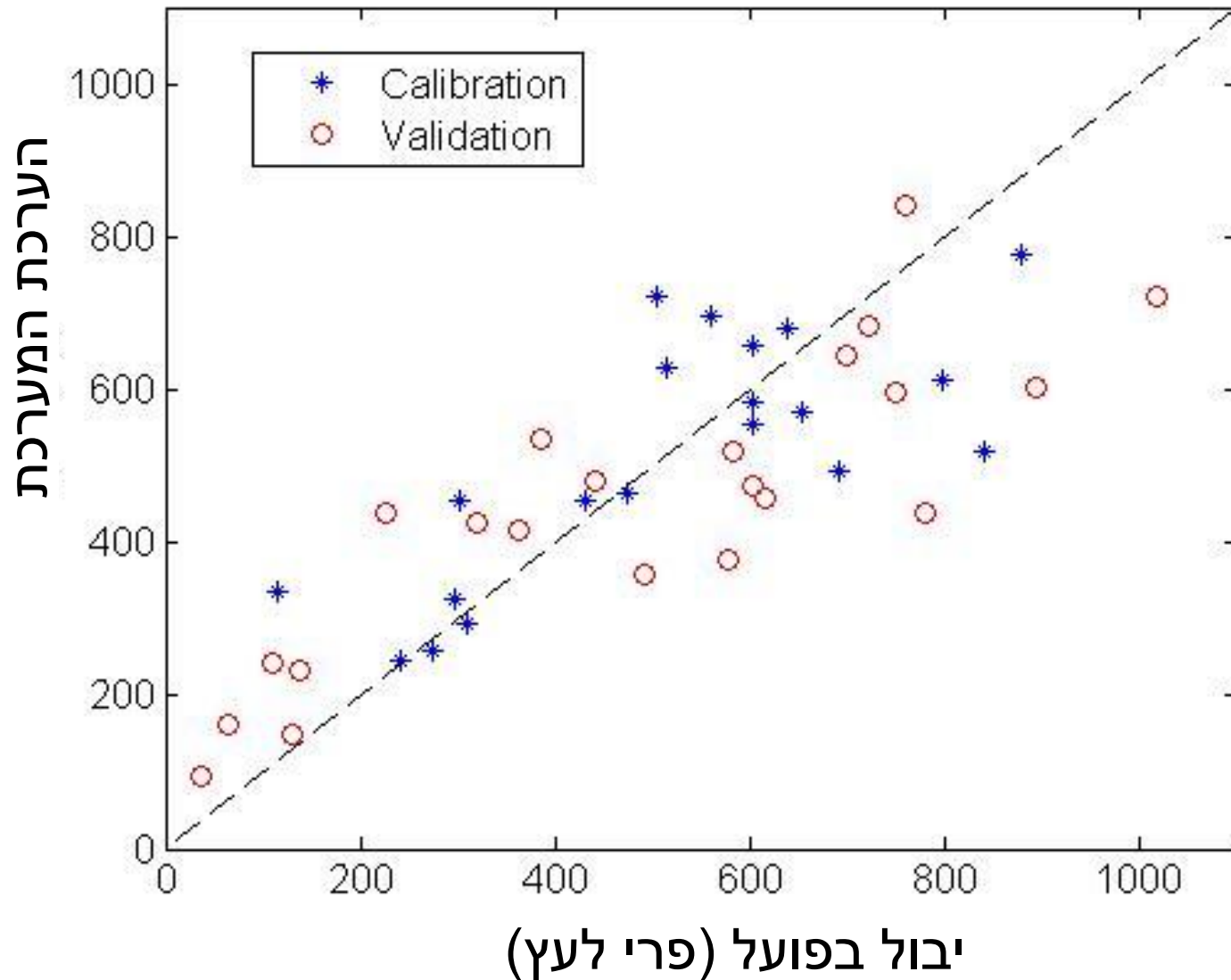
תוצאות – הערכת יבול

צילומים מצד אחד בלבד

Model	Actual yield	All three cameras		Bottom & middle cameras only		Bottom & top cameras only		Middle & top cameras only	
		Rel error yield %	Std of yield error	Rel error yield %	Std of yield error	rel error yield %	Std of yield error	rel error yield %	Std of yield error
1	10678	5	164	4	189	5	158	11	149
2	9858	7	146	12	180	8	145	5	165
3	10712	-8	171	-3	193	-7	170	-7	185
4	10828	0	166	5	178	4	159	7	170
5	11078	1	169	-4	175	-1	164	-1	182
6	12066	-10	137	-13	162	-10	133	-11	153
7	11327	-8	181	-2	176	-5	171	-5	172
8	11895	4	185	7	216	4	184	8	185
9	11742	-11	168	-9	184	-9	158	-8	175
10	10409	3	153	-1	174	4	147	2	168

תוצאות – הערכת יבול

תוצאות ברמת העץ הבודד



סיכום

- פותחו שלושה אלגוריתמים לזיהוי וספירת תפוחים בתמונות RGB.
- כיול כל אלגוריתם דורש נתוני אמת עבור 12 תמונות.
- אין הבדל משמעותי בין ביצועי האלגוריתמים השונים.
- שילוב לינארי של התוצאות מהתמונות השונות מאפשר הערכה של היבול הכולל עם שגיאה של כ 10% או פחות.
- דרושים נתוני אמת של כ 20 עצים לכיול המערכת.
- ניתן להסתפק בצילומים מצד אחד של השורה.

תודה
לצוות בחוות מתתיהו