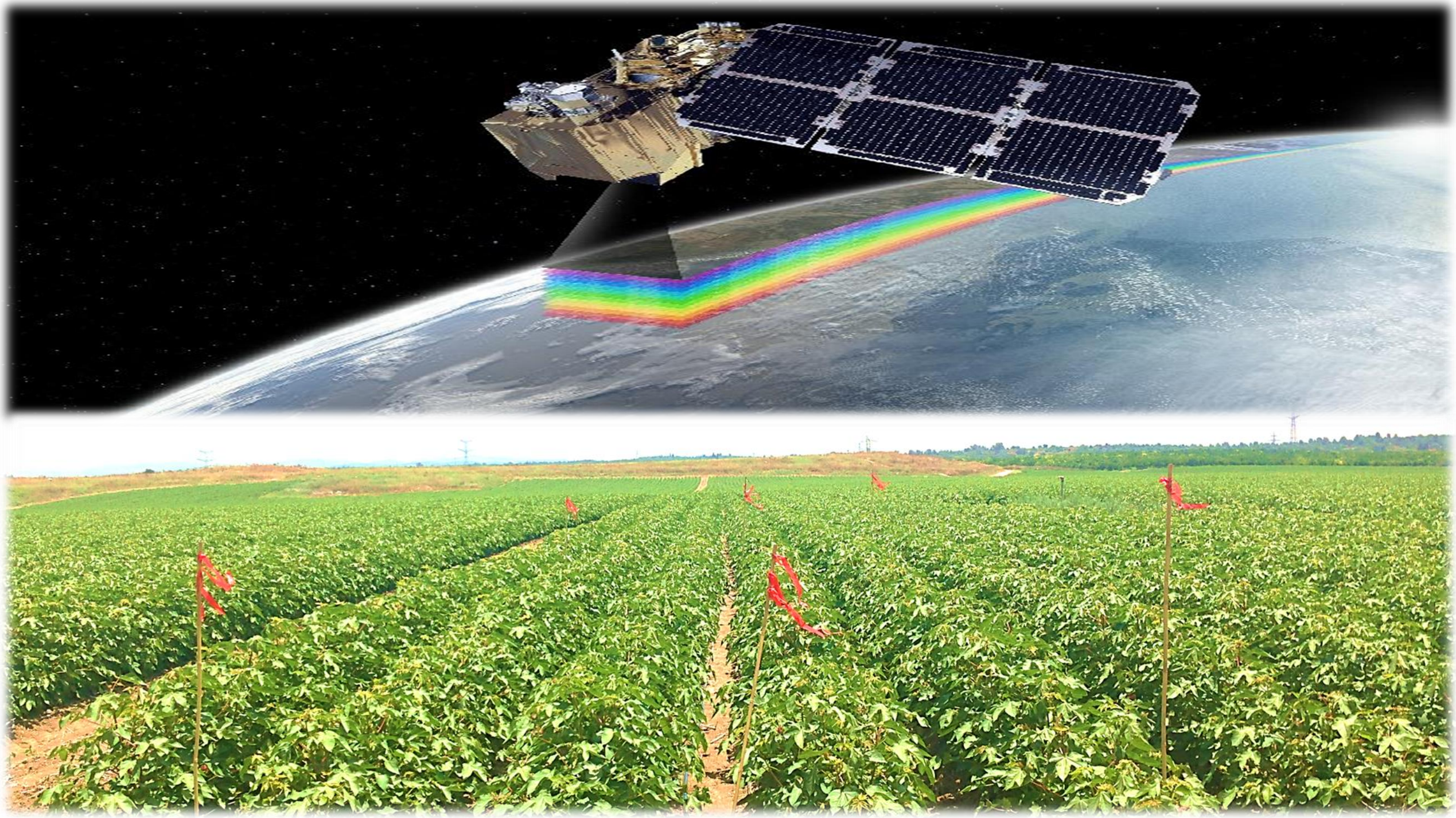


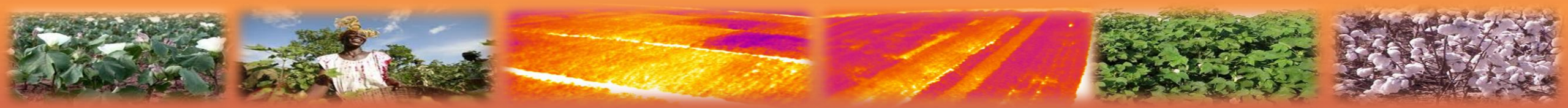
מתודולוגיה למיפוי גובה בשדות כותנה באמצעות טכנולוגיות מידע וחישה מרחוק

יפית כהן, איתן גולדשטיין

דפנה גלזר, ניר אלוני

לב מקלר, ישראל פרמט

אריה בוסק

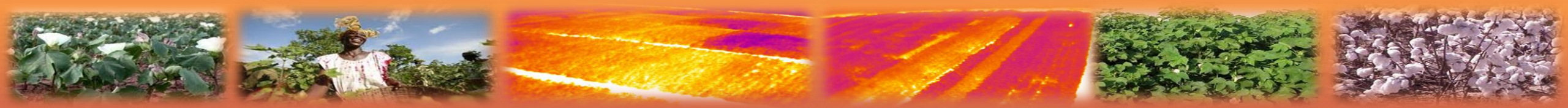


תפיסה עקרונית

השקיה לפי FAO56 : $Irrig = Kc * ET_0$

ET_0 – evapotranspiration

Kc – crop coefficient generally based on the phenology, crop LAI



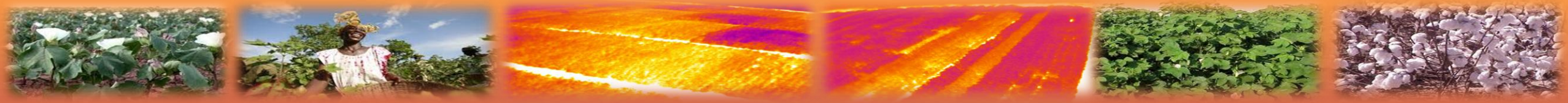
תפיסה עקרונית

השקיה לפי FAO56 : $Irrig = \propto * Kc * ET_0$

ET_0 – evapotranspiration

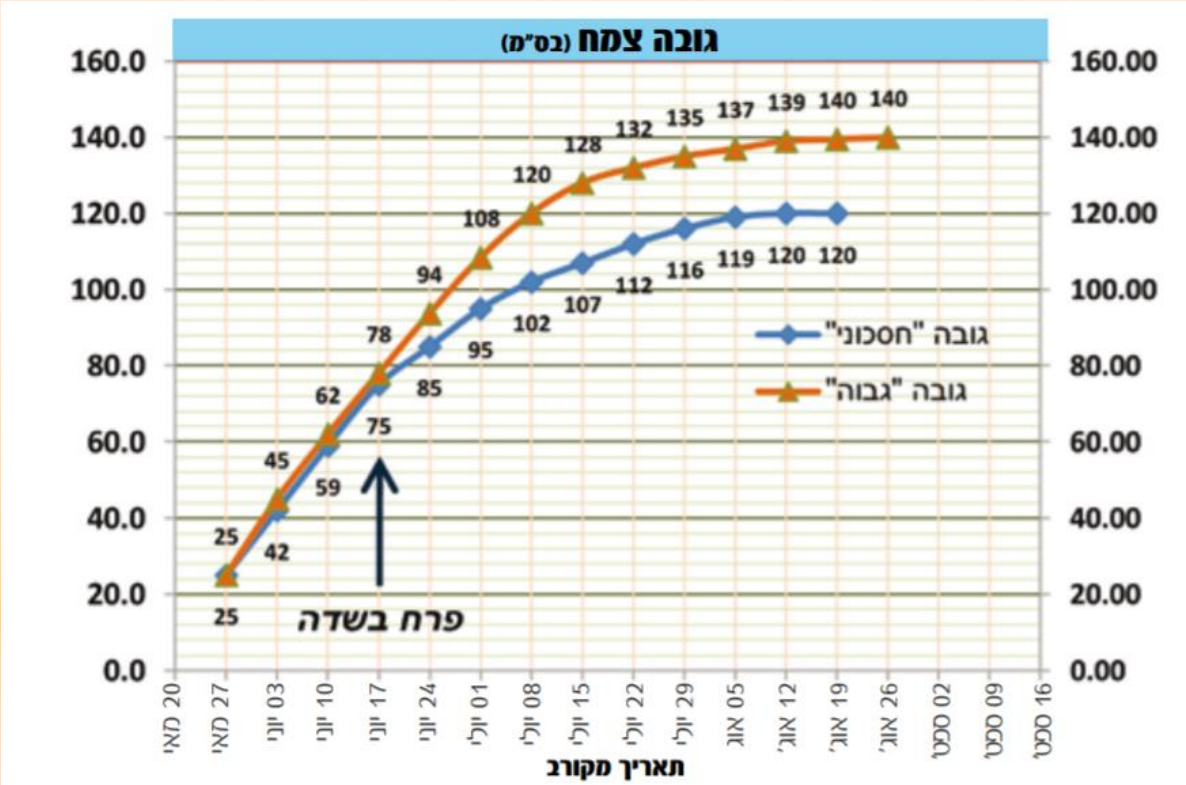
Kc – crop coefficient generally based on the phenology, crop LAI

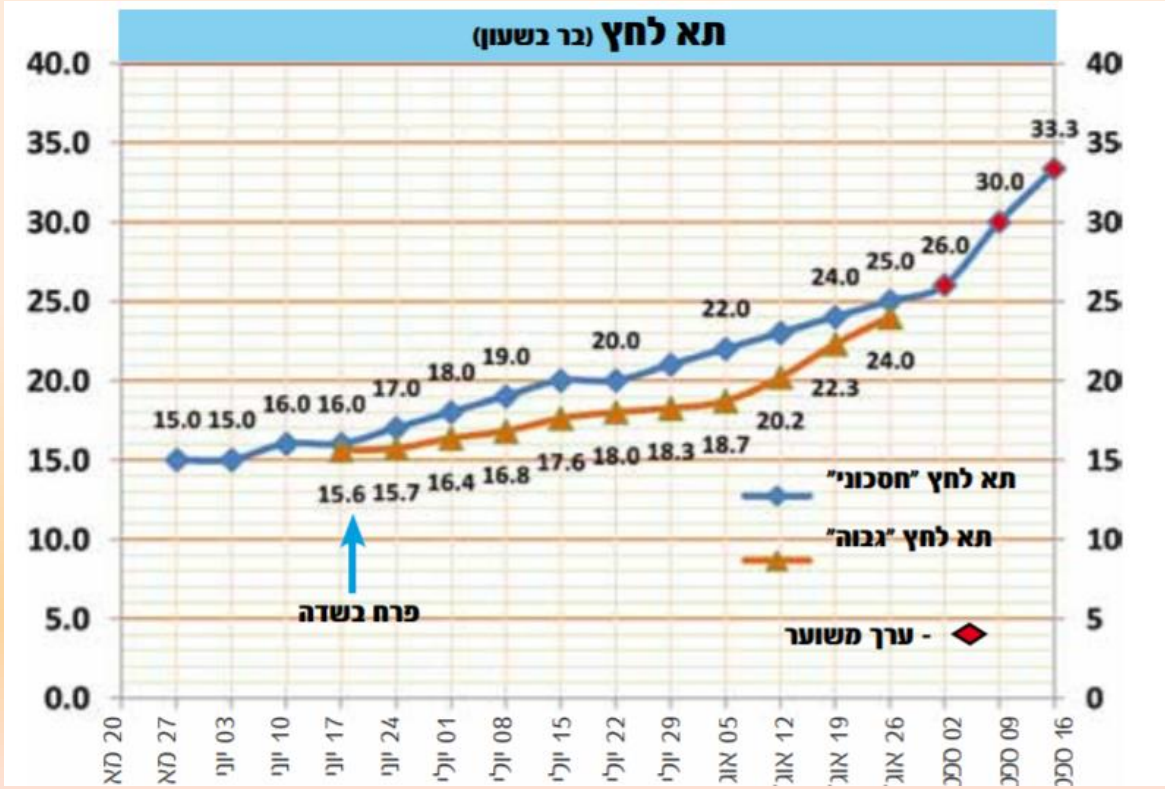
$\propto$ - “water stress” coefficient

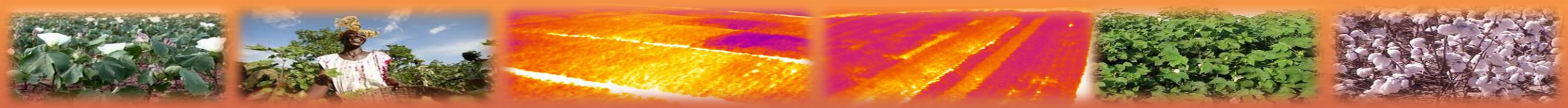


תפיסה עקרונית

השקיה לפי FAO56 : $Irrig = \propto * Kc * ET_0$

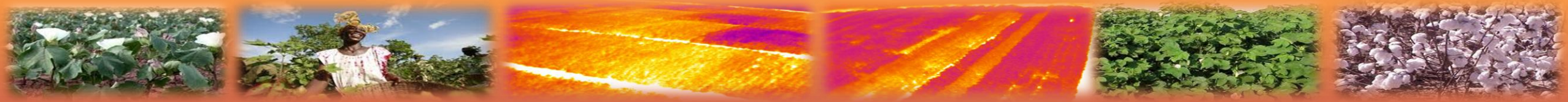






יעדים ארוכי טווח

- מציאת מדדי חישה מרחוק למדדי הניטור של החקלאים
- מיפוי השונות של המדדים הללו:
  - ייצוג נכון יותר של מצב המים החלקה
  - השקיה מדייקת



מטרת המחקר בשנתיים האחרונות

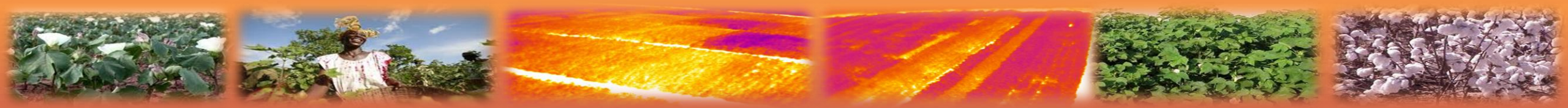
פיתוח מתודולוגיה למיפוי גובה הצמח וקצב צימוח בשדות כותנה בקנה מידה אזורי/ארצי תוך שימוש בטכנולוגיות מידע וחישה מרחוק.

חקלאות – מושג בהתפתחות

אדם ובהמה

אדם ומכונה

אדם ונתונים

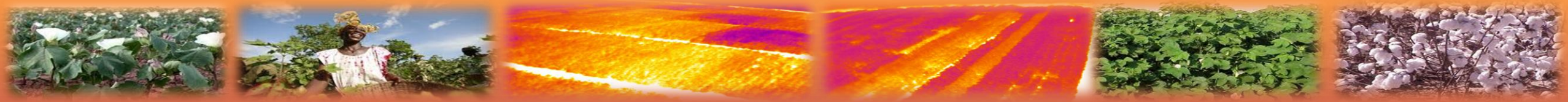


גישה

- במקום ניסויים מבוקרים, שימוש בנתוני איסוף מחקלאים
  - דימותי הלוויין מתאימים מבחינת מאפיינים ספקטראליים, רזולוציה מרחבית וזמן חזרה
  - זמינות של דימותי הלוויין – ללא עלות

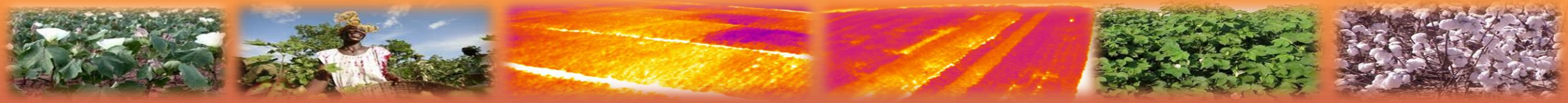
חומר למחשבה:

- זמינות דימותי לוויין מ"ס לשימוש ע"י משתמשי קצה: 50 שנה

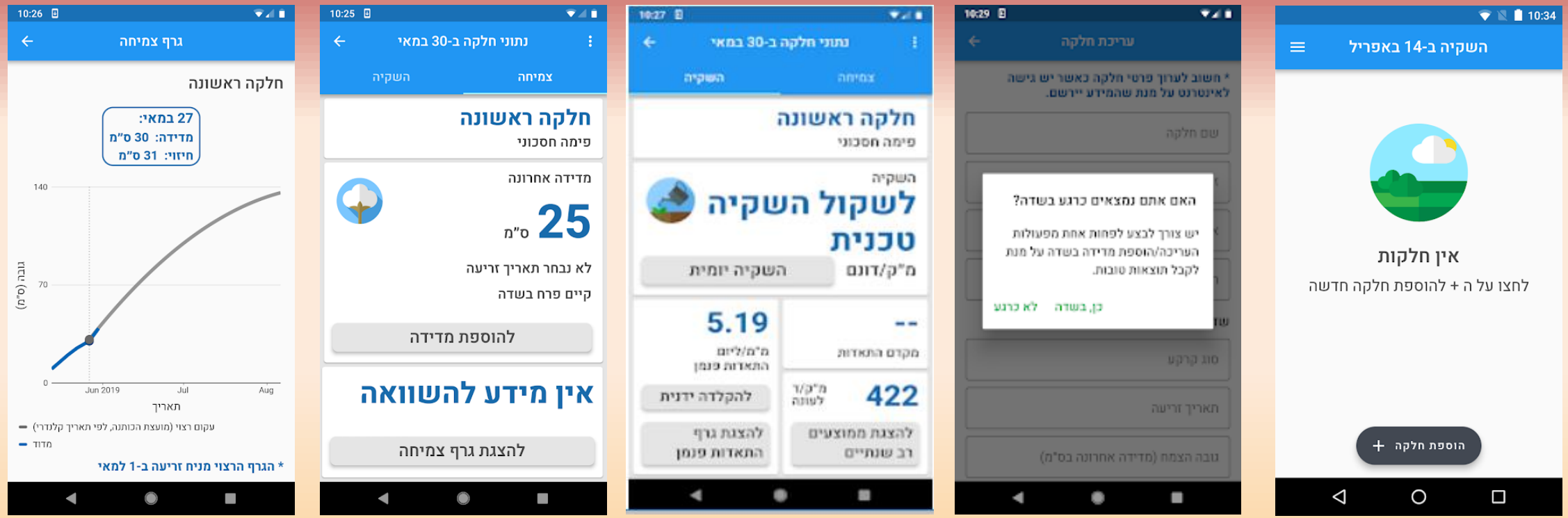


שלבי פיתוח

1) פיתוח אפליקציה לאיסוף נתונים של פרמטרים צמחיים במהלך גידול כותנה;
2) אפיון ויצירה של מאגר נתונים של פרמטרים צמחיים משדות כותנה ברמה אזורית (או ארצית) המתבסס על איסוף נתונים באמצעות האפליקציה;
3) בחינת הדיוק והאמינות של מדדים ספקטרליים מחולצים מדימותי לוויין חינמיים למיפוי ולהערכת גובה הצמח וקצב צימוח בקנה מידה של השדה.



אפליקציה למעקב גובה בכותנה- 2019

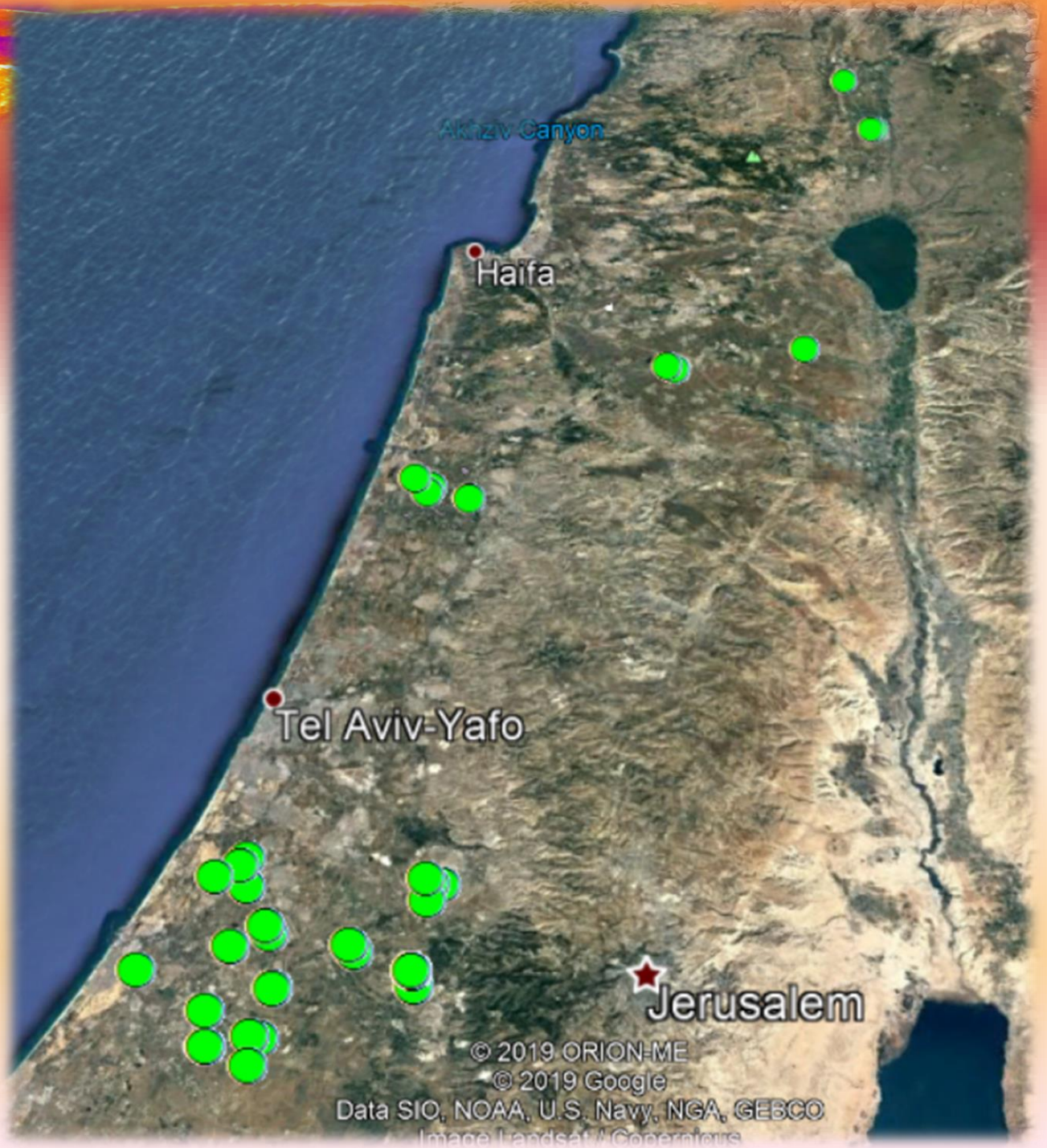


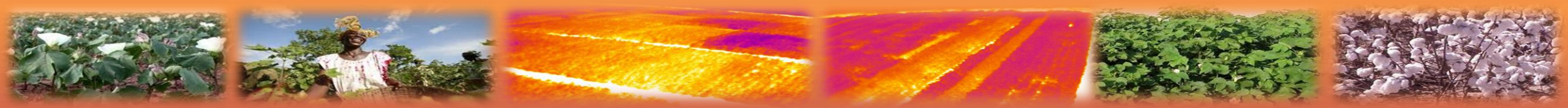
האפליקציה מאפשרת לבצע בקרת השקיה על ידי השוואה של מדידות גובה שמודד ומכניס החקלאי אל מול עקומי גובה רצויים.

במידה שיש סטיה מהקו הצימוח הרצוי משנים את מקדם העקה. מבוסס על ניסיון. אין משוואות.

משתמשים-2019

- 16 משקים
- 60 חלקות
- כ-450 נתוני גובה דרך האפליקציה
- שיאן הכנסת נתונים: איתן סלע (תודה גדולה)
- תוספת נתונים:
  - גיליונות אקסל מצבר קמה ובני דרום
  - גיליונות נתונים מאיתן סלע ומהראל



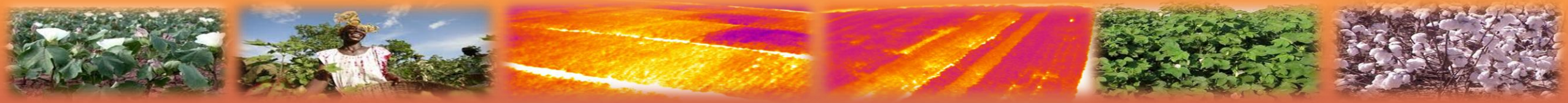


בעיות

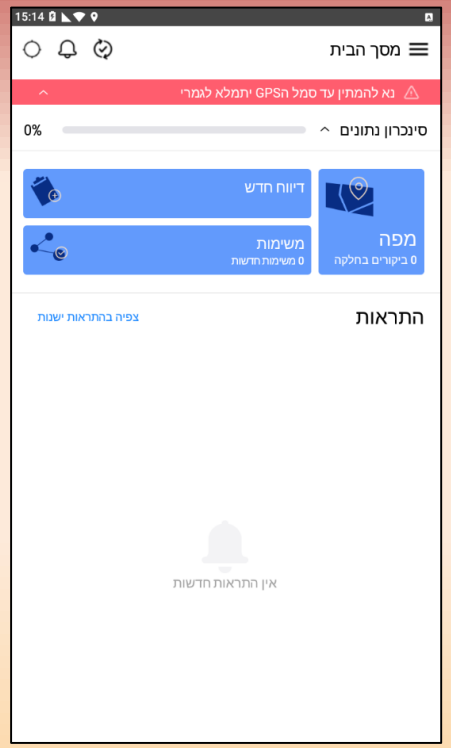
1) בעיות אבטחה: השרת העצמאי שהקמנו נפרץ;
2) בעיות באיתור השדות: מכיוון שסימון הגבולות של השדות לא היה מנדטורי (כדי להקל על השימוש ביישומון) בחלק גדול מהמקרים, טעות השגיאה של המיקום על-פי ה-GPS הטלפוני לא אפשר לנו לאתר את השדה ממנו נאספו הנתונים

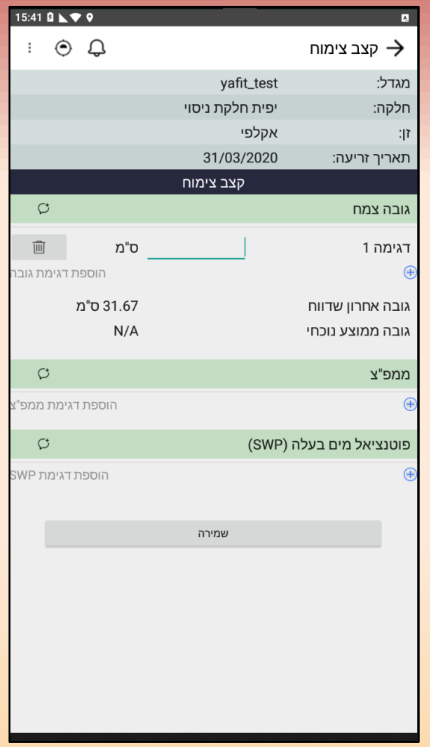
פתרון

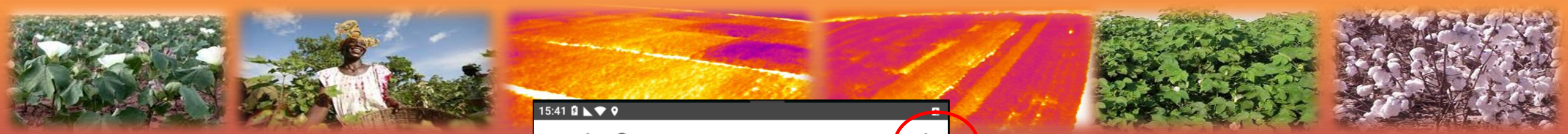
1) חיבור עם חברת אגריטסק: שרת מאובטח, פלטפורמה גיאוגרפית לאיסוף נתונים (מחייבת הכנסת גבולות של שדות לפני הכנסת נתונים).



אפליקציה למעקב גובה בכותנה- 2020

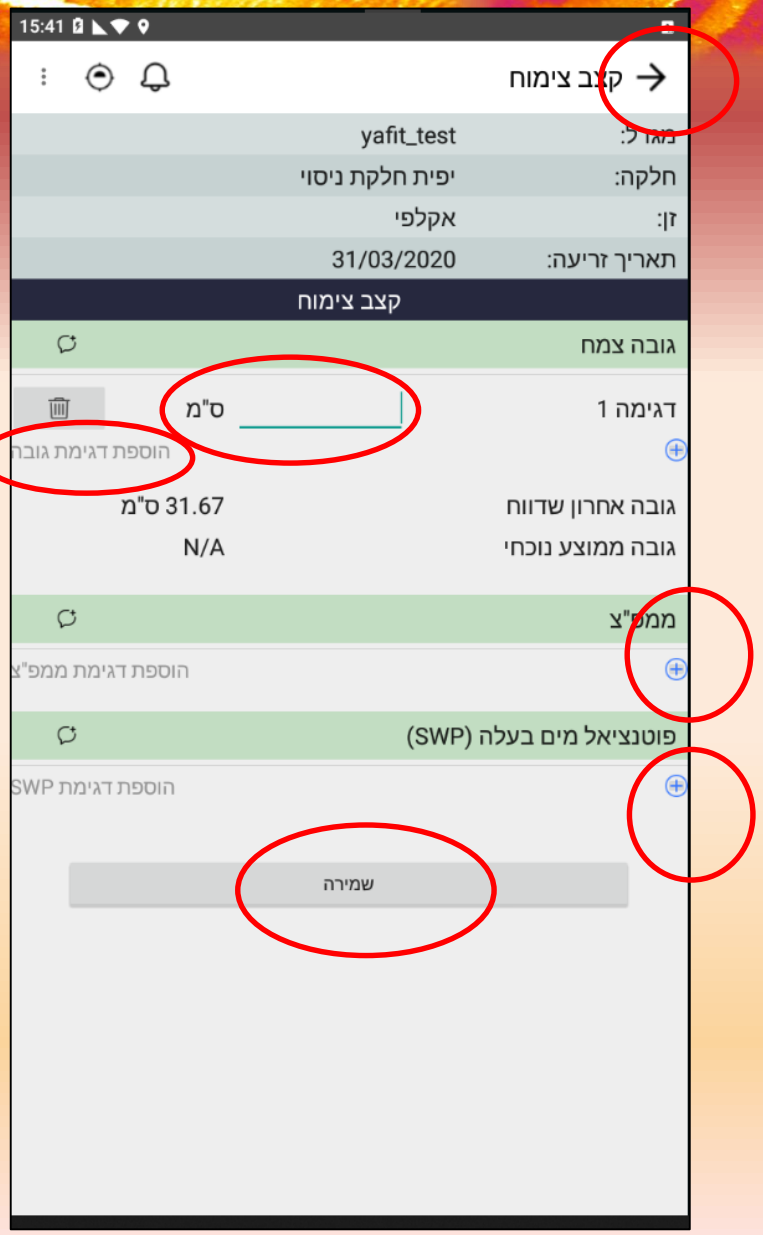






מסך הדיווח

חזרה למסך קודם

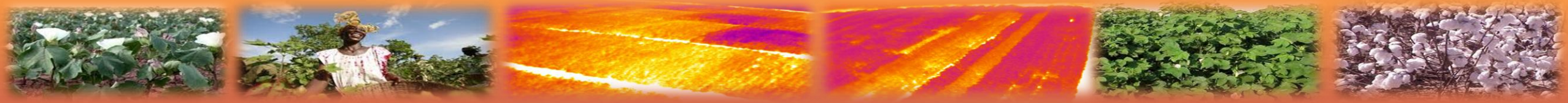


הוספת מדידת גובה

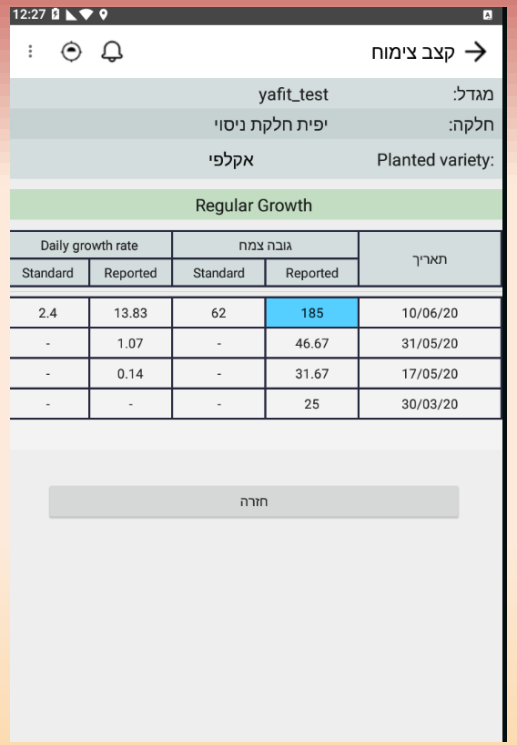
שמירה של הדיווח החדש

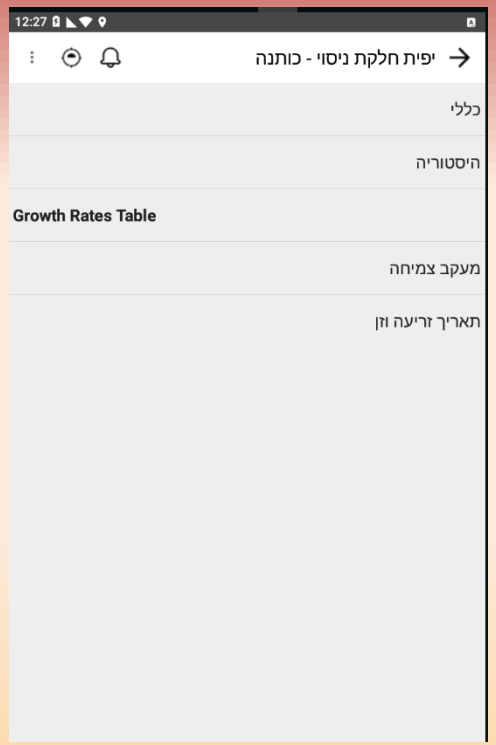
תוספת ביחס ליישומון הקודם:

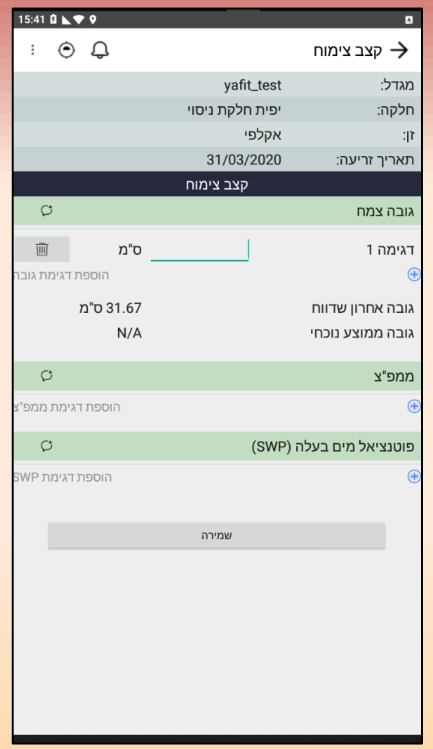
1. ניתן לאסוף גם ערכי ממפ"צ
2. קיים חישוב אוטומטי של קצב צימוח

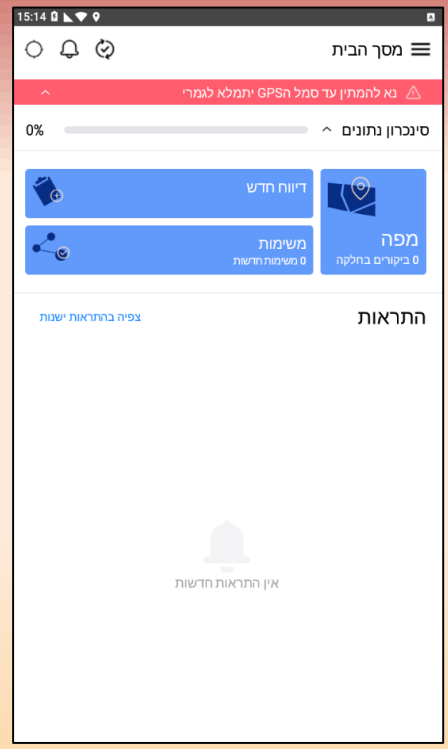


אפליקציה למעקב גובה בכותנה- 2019

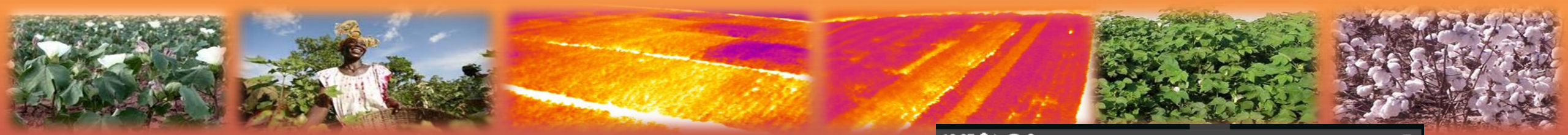








האפליקציה מאפשרת לבצע בקרת השקיה על ידי השוואה של מדידות גובה שמודד ומכניס החקלאי אל מול ערכי גובה רצויים בכל תאריך.

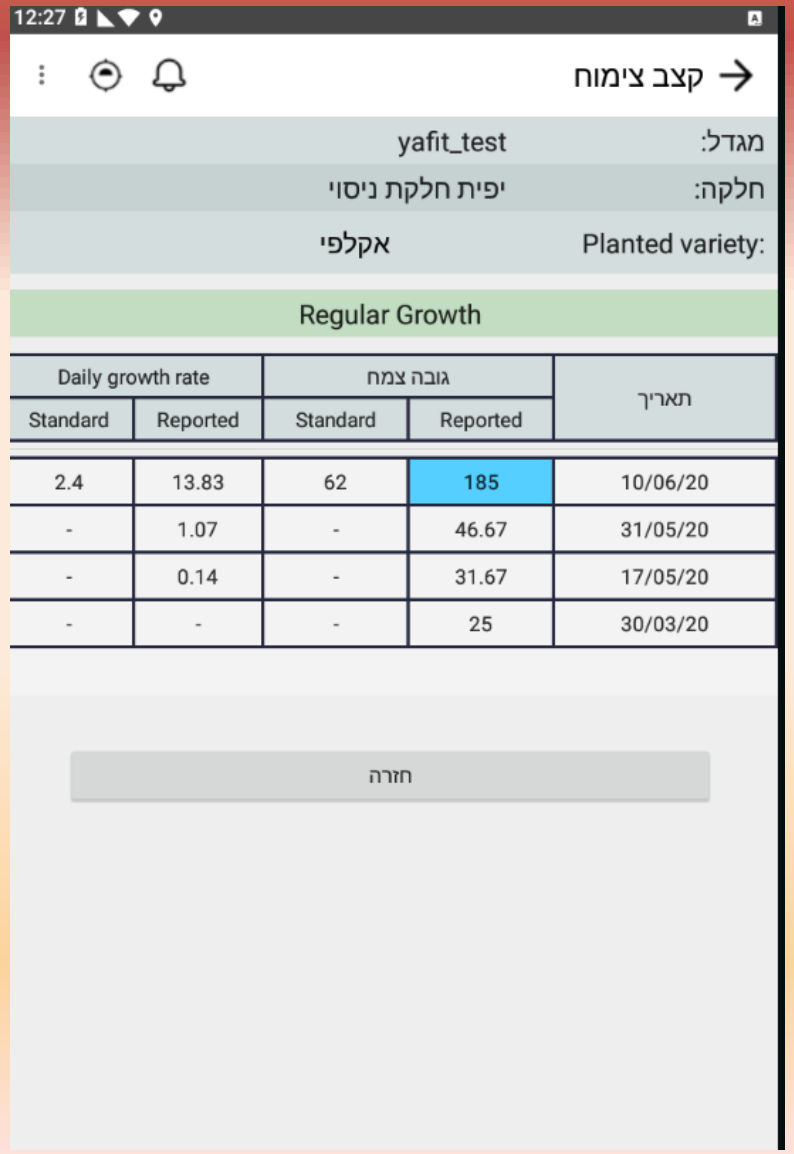


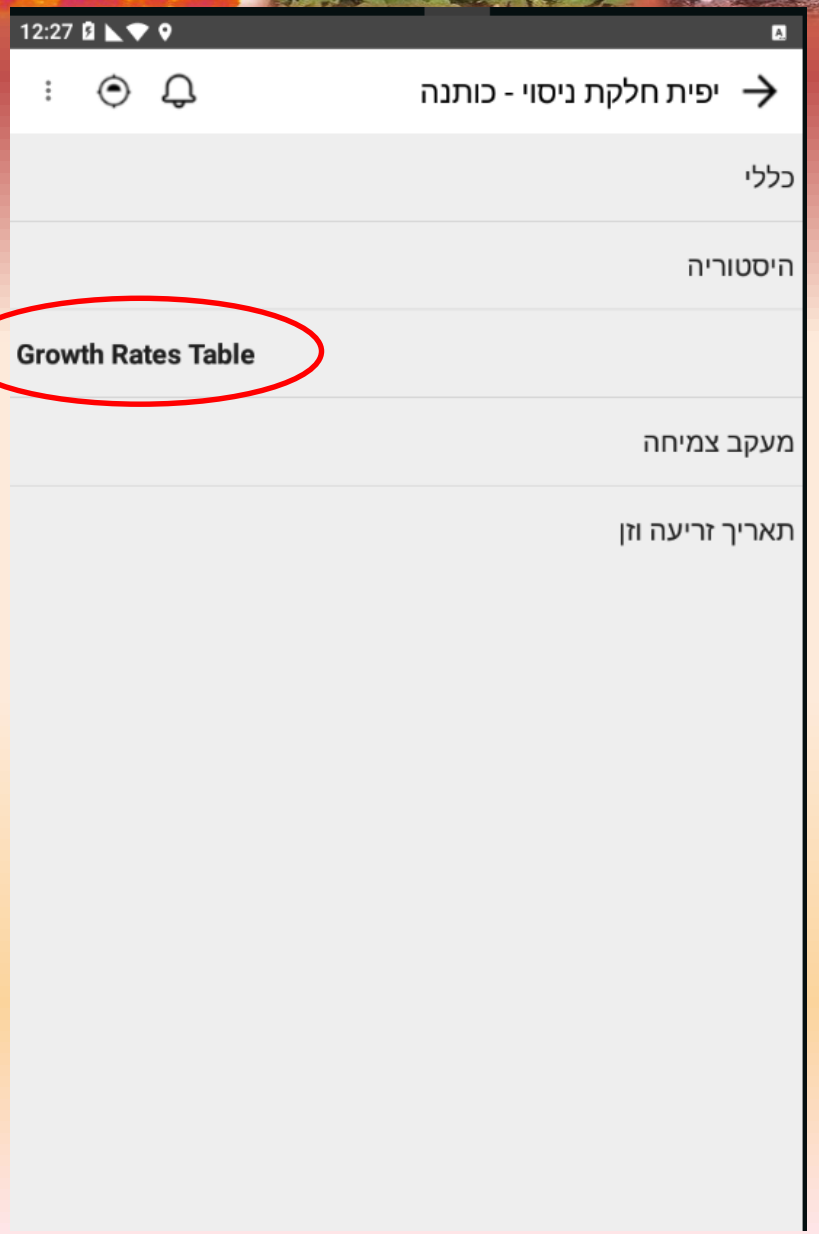
השוואה אוטומטית של גובה הצמח המדוד וקצב צימוח מחושב לעקומים מומלצים:

כחול – ערך גבוה מהרצוי

ירוק – ערך קרוב לרצוי

אדום – ערך נמוך מהרצוי





Agritask

OUR PRODUCT ABOUT US CONTACT US EN SIGN UP

מערכת אינטרנטית

Agritask

Username

Password

Remember me

LOG IN

Forgot your password?

נתוני שדה

Test Map

גובה, קצב צימוח וממפ"צ - גרף

גובה, קצב צימוח וממפ"צ - טבלה

גובה, קצב צימוח וממפ"צ - טבלה

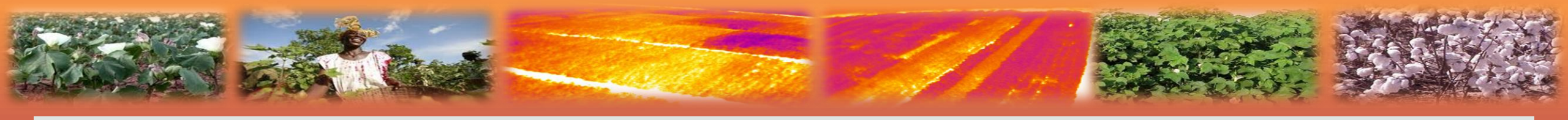
זן ותאריך זריעה

NDVI

NDVI גרף - ממוצע

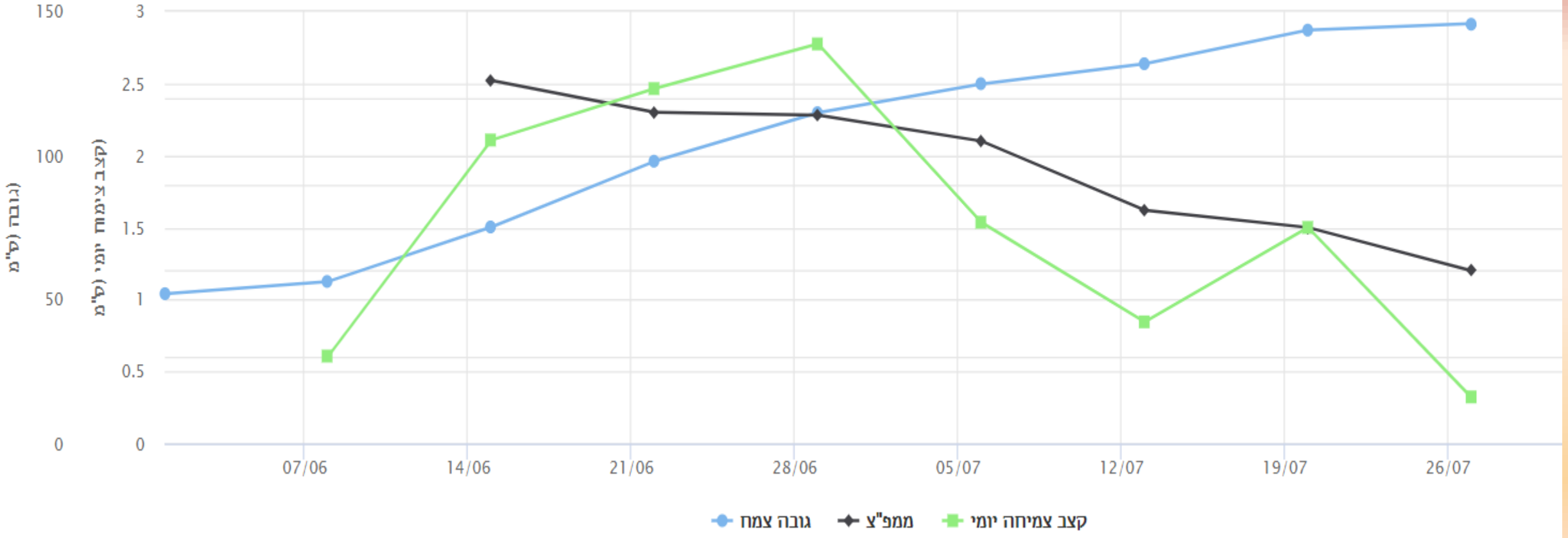
NDVI גרף - סטטיסטיקות

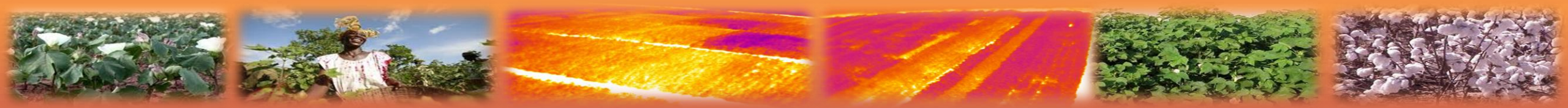
NDVI מפת



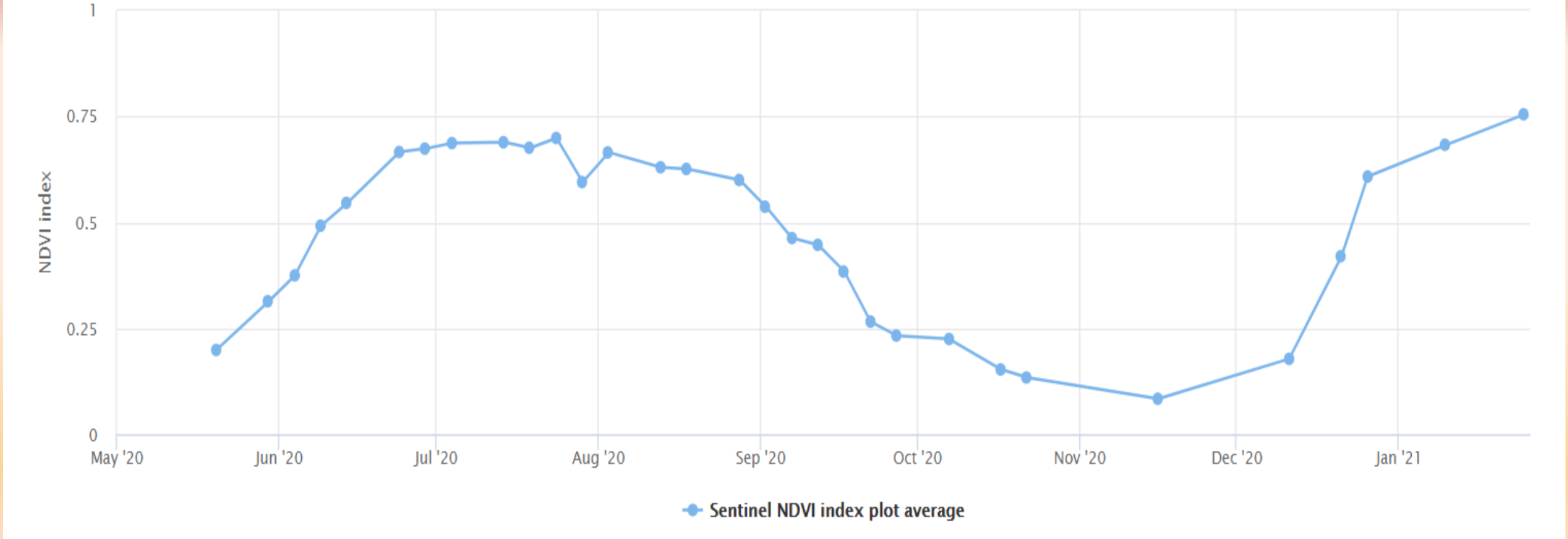
קו ישר

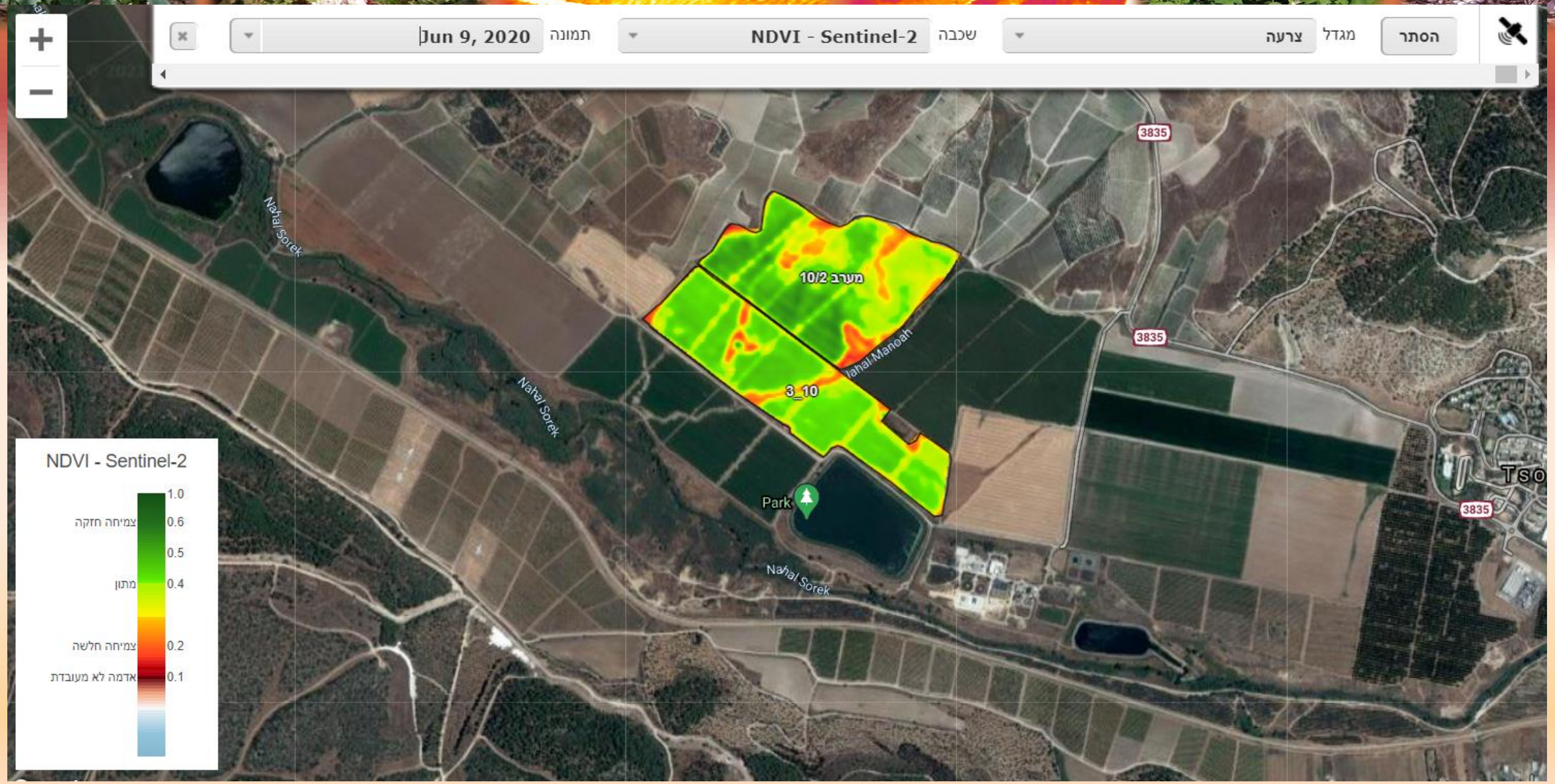
נבחרו 3 מתוך 3





NDVI לאורך העונה



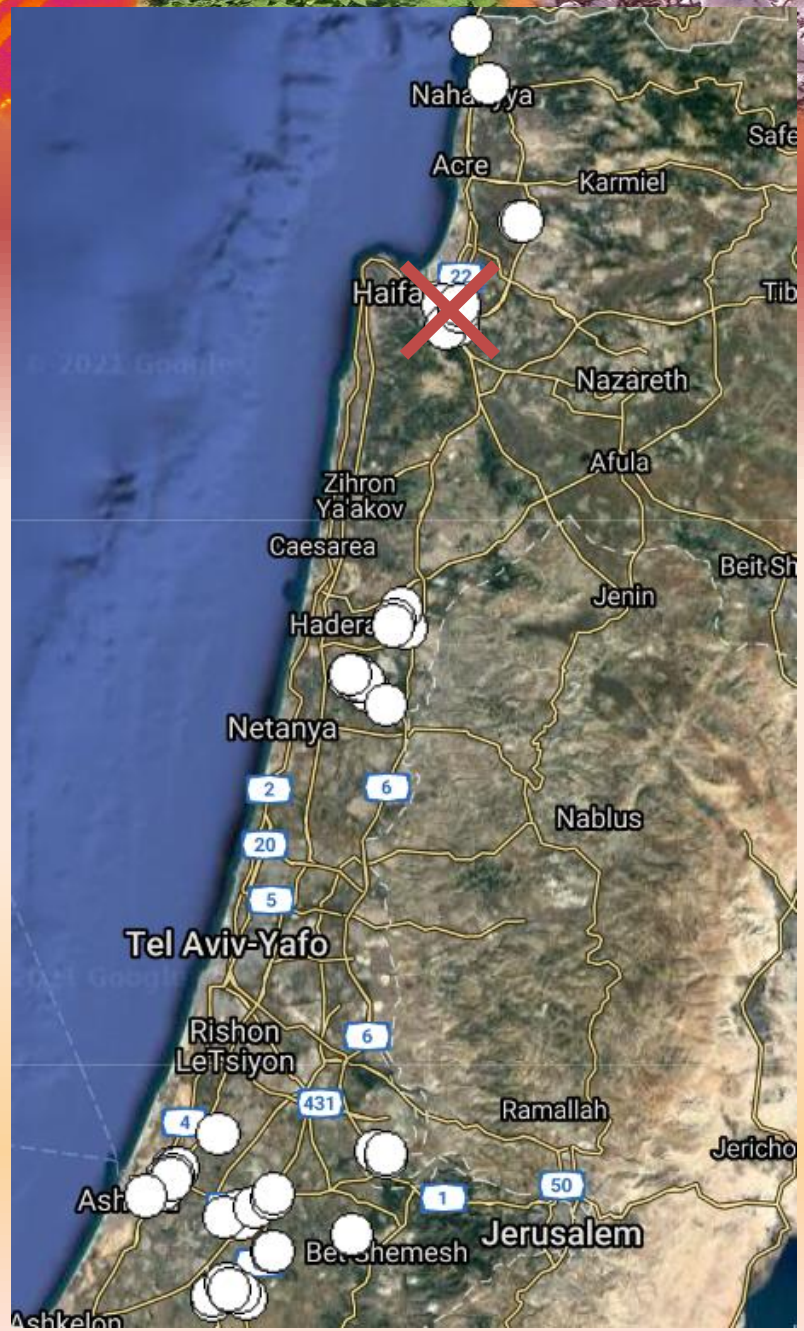

הסתר
מגדל
צרעה
שכבה
NDVI - Sentinel-2
תמונה
Jun 9, 2020
מערב 10/2
3_10
Nahal Manoah
Nahal Sorek
Park
3835
NDVI - Sentinel-2
1.0
0.6
0.5
0.4
0.2
0.1
צמיחה חזקה
מתון
צמיחה חלשה
אדמה לא מעובדת

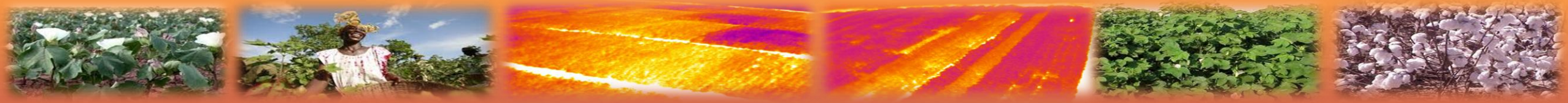
משתמשים-2020

- 11 משקים
- 44 חלקות
- כ-450 נתוני גובה דרך האפליקציה
- תוספת נתונים:

– גיליונות אקסל מצבר קמה, יבנה, שדות מחקר בגילת ובג'ורג'יה (ארה"ב) – תוספת משמעותית לנתונים

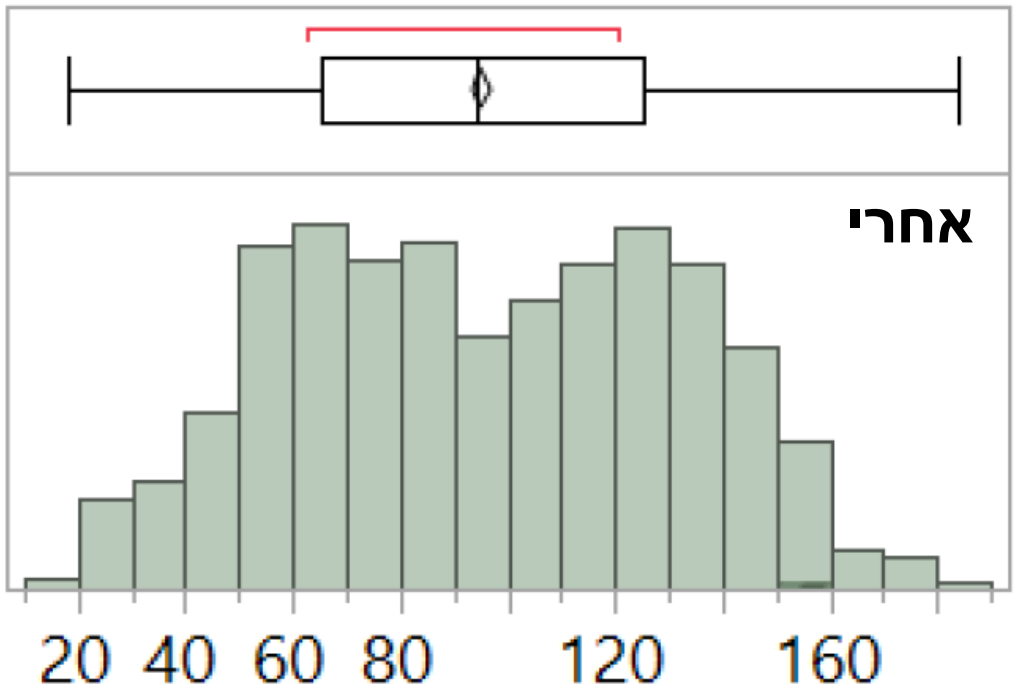
– גיליונות נתונים מאיתן סלע





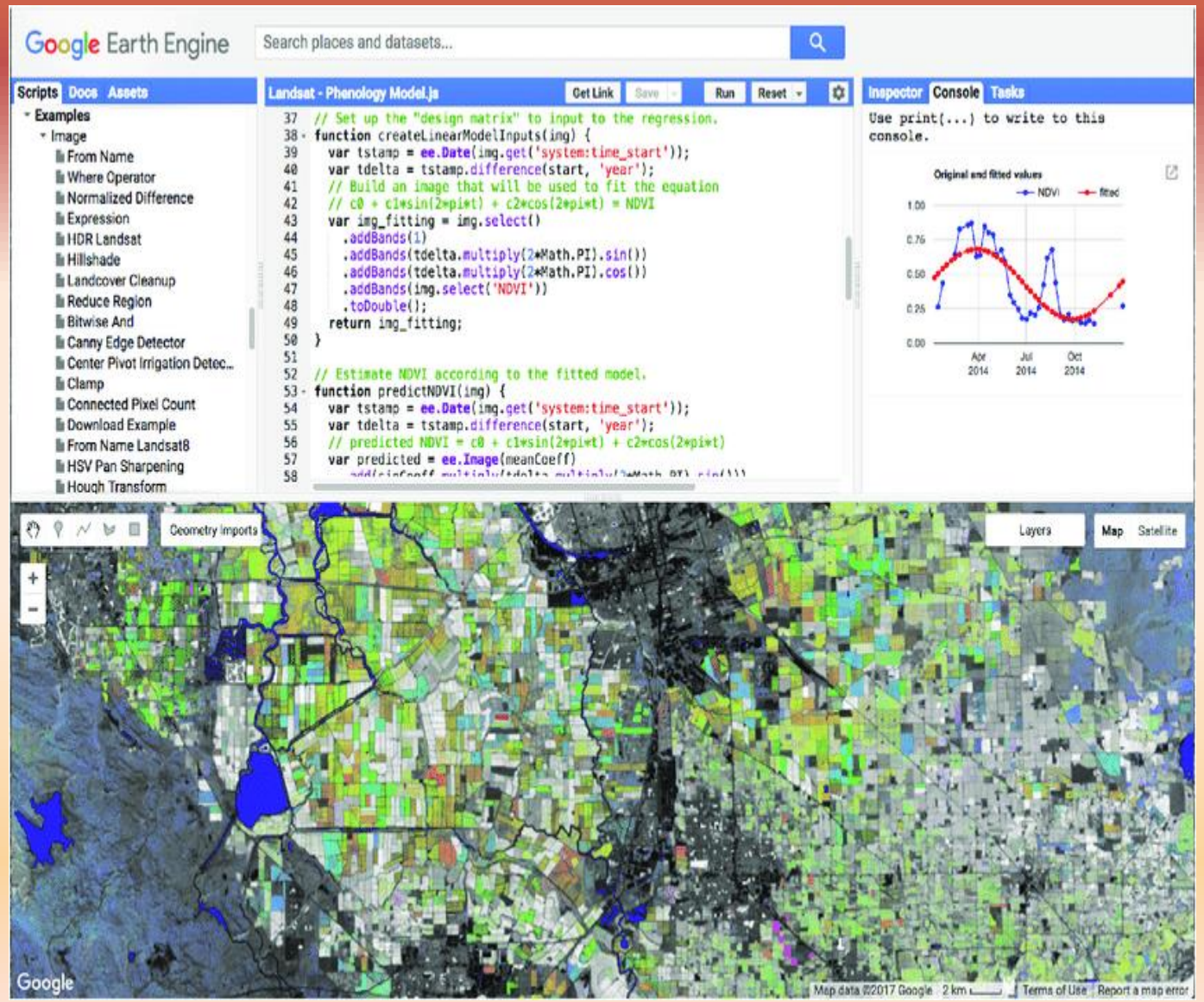
התפלגות הנתונים

סה"כ 1591 מדידות – לאחר ניקוי (בעיות של מיקום בעיקר בשנת 2019) – נותרנו עם 1350



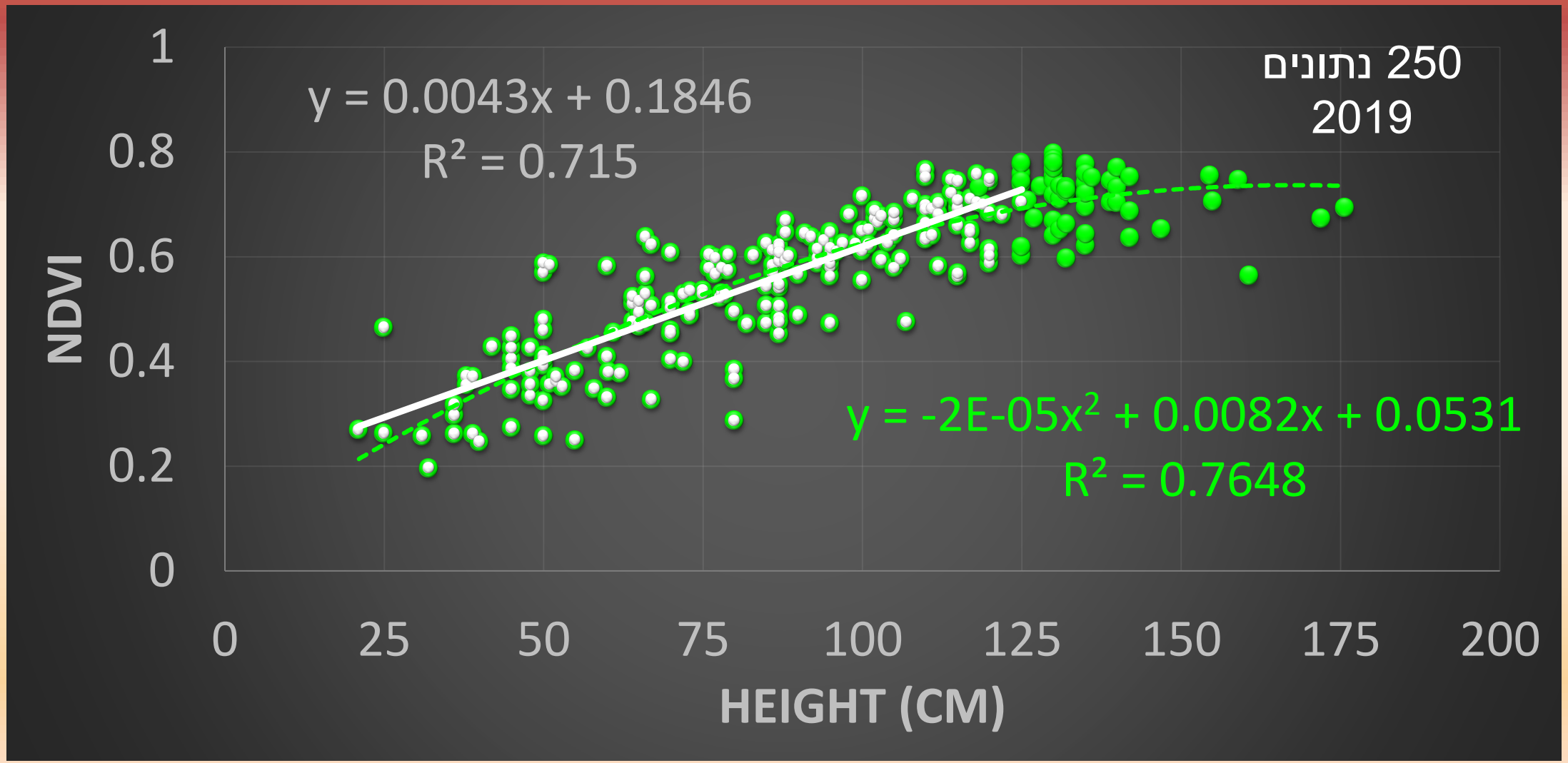
GEE – google earth engine

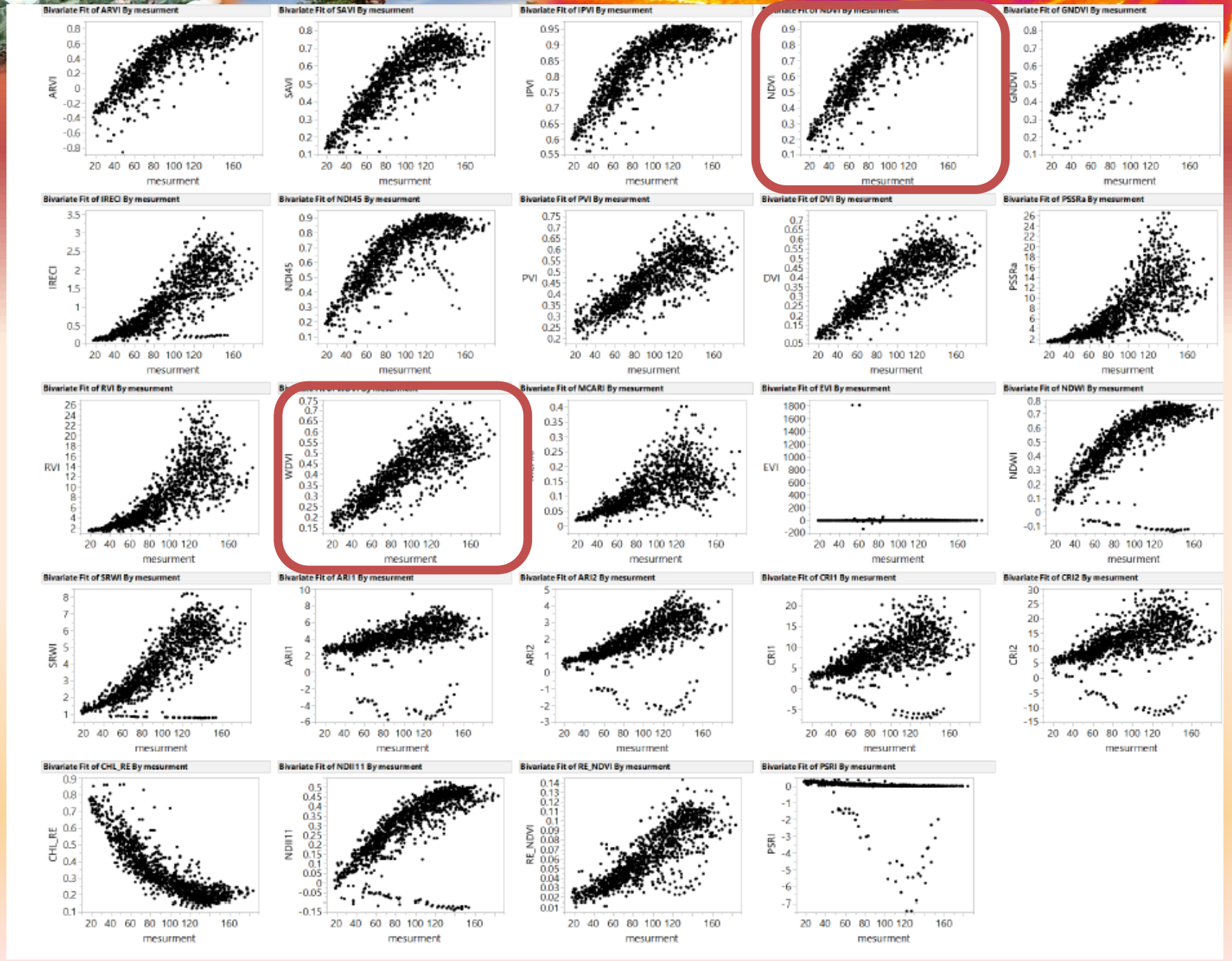
- Planetary-scale geospatial analysis for everyone
- Input:
  - Plot borders
  - Sentinel-2 images
- Output:
  - NDVI every 5 days



RGB	RED EDGE		NIR		Water
CRI1 ARI1	CHL_RE ARI2 PSRI RENDVI	IRECI PSSRA CRI2 MCARI	EVI IPVI NDVI DVI RVI	SAVI ARVI WDVI PVI NDI45 GNDVI	NDWI SRWI NDI11
2	8		11		3

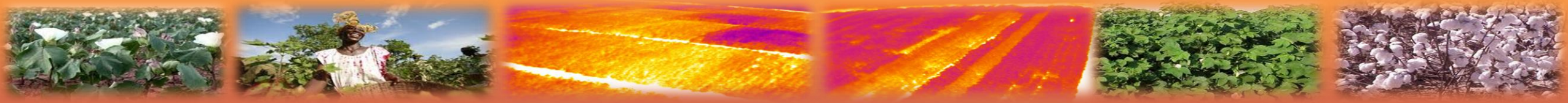
גובה מול NDVI





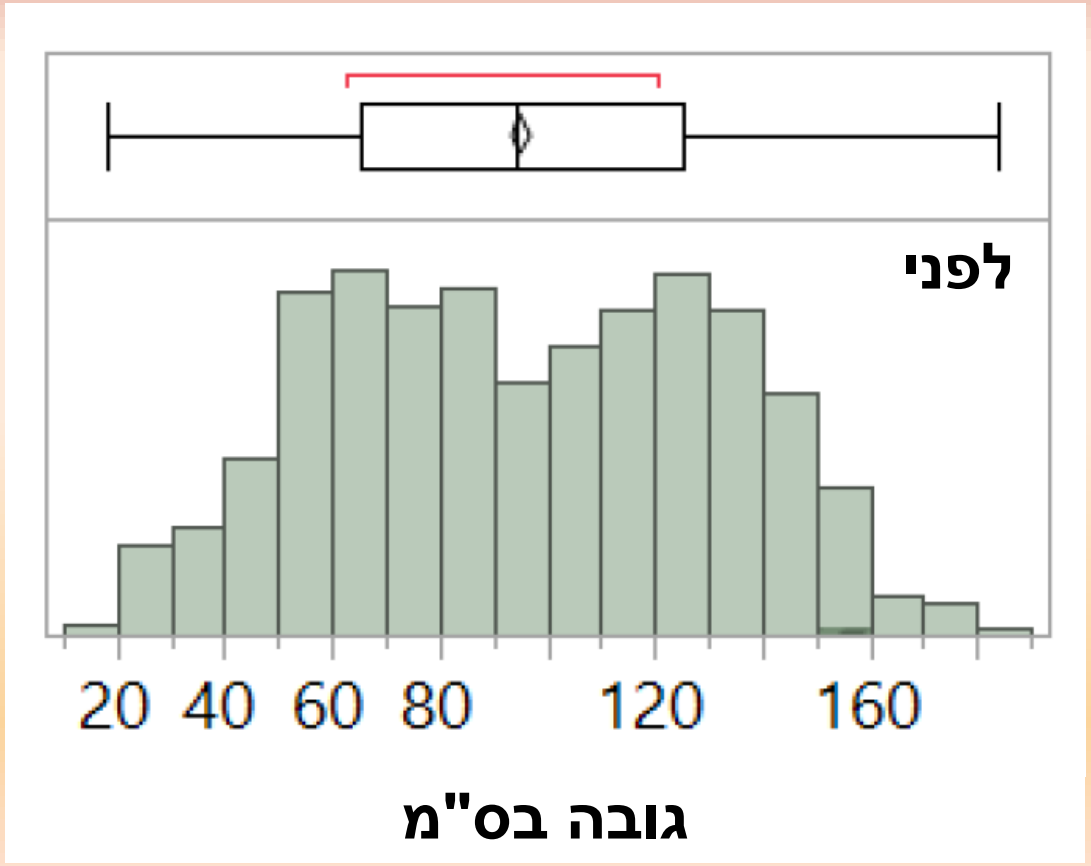
התאמות ליניאריות בין מדדים ספקטראליים ובין גובה

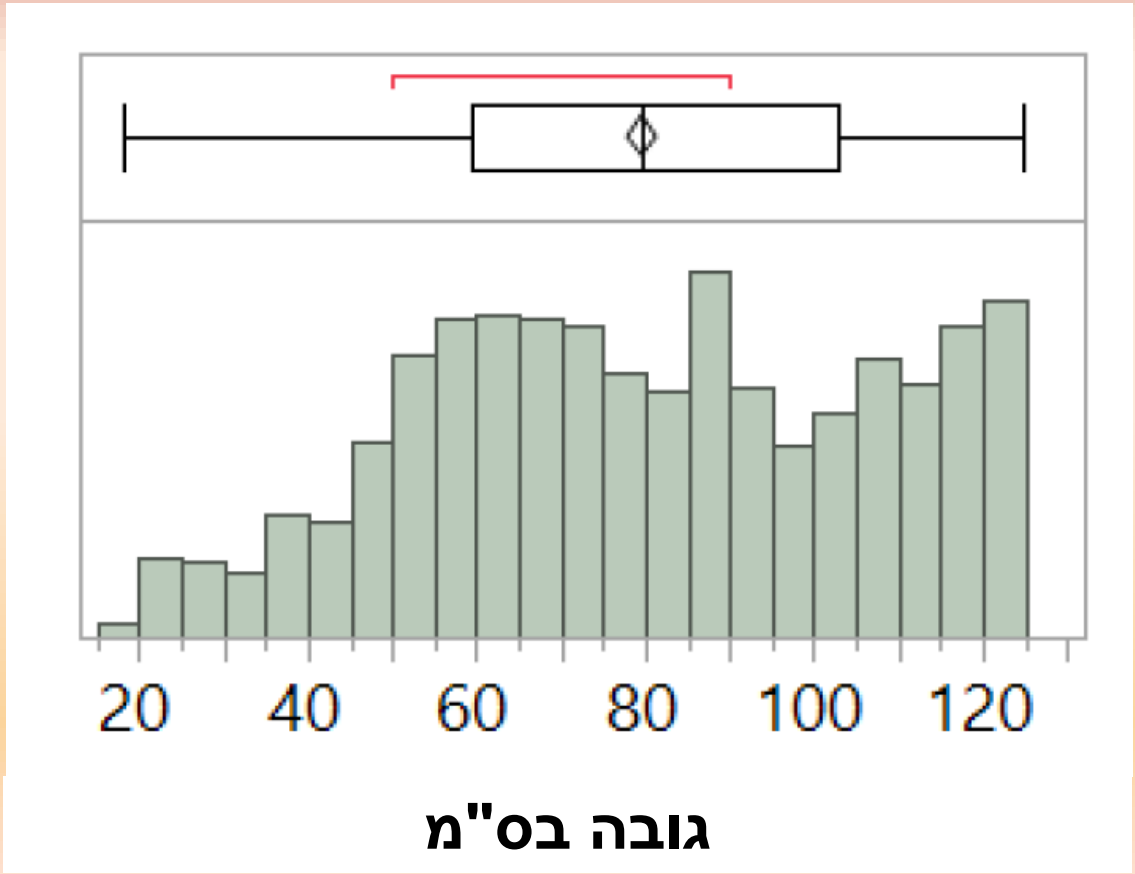
Weighted Diff VI (WDVI): NIR – S X Red
S=0.5

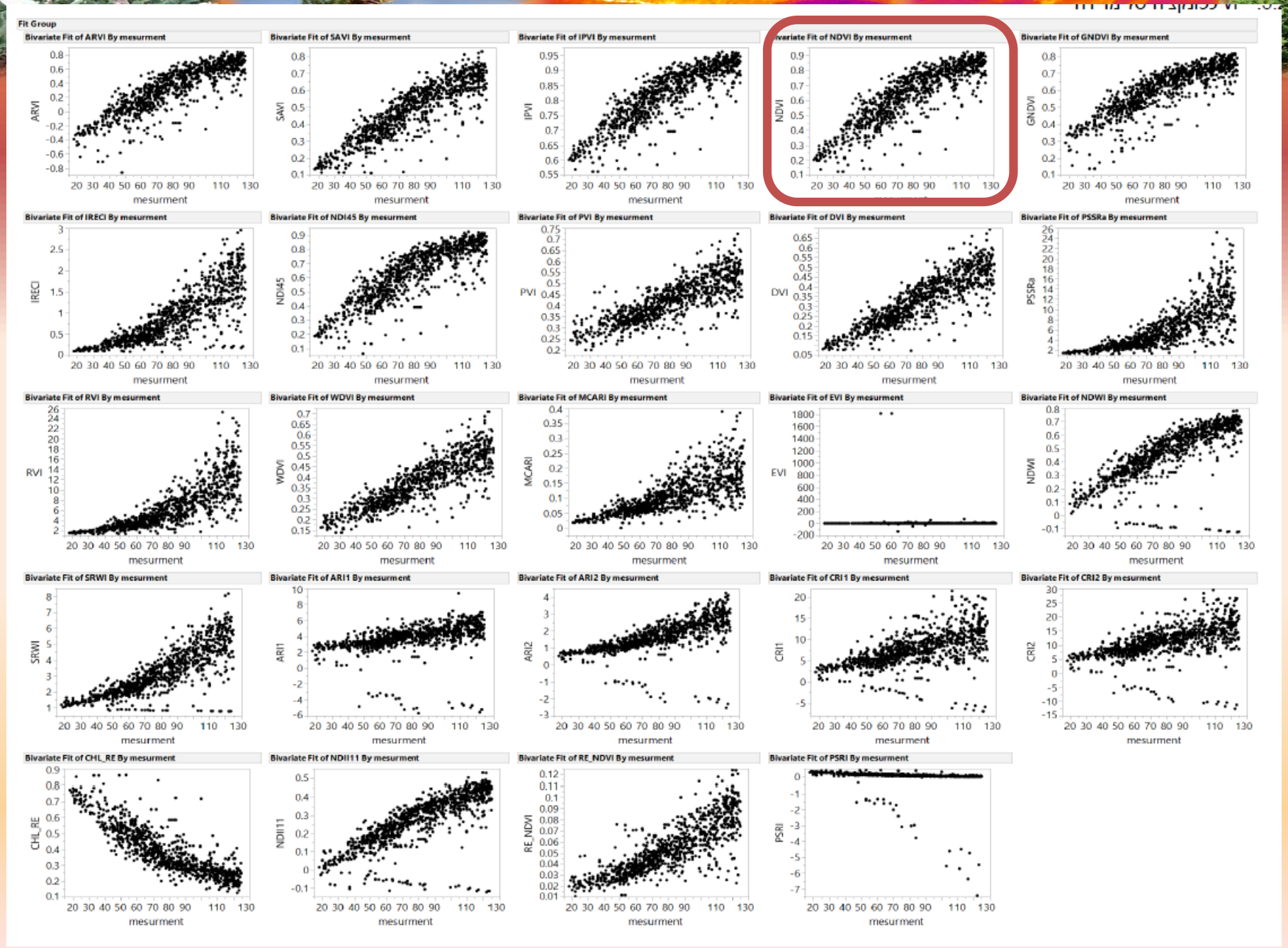


התפלגות הנתונים

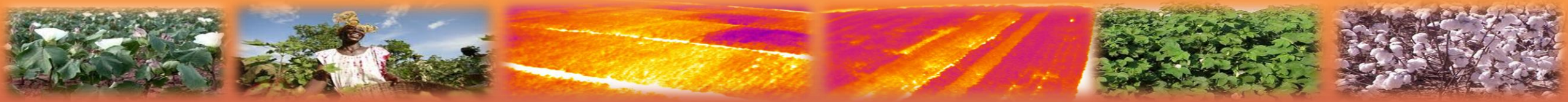
1350 מדידות – לאחר הורדה של מדידות מעל 125 ס"מ נותרנו עם 1009



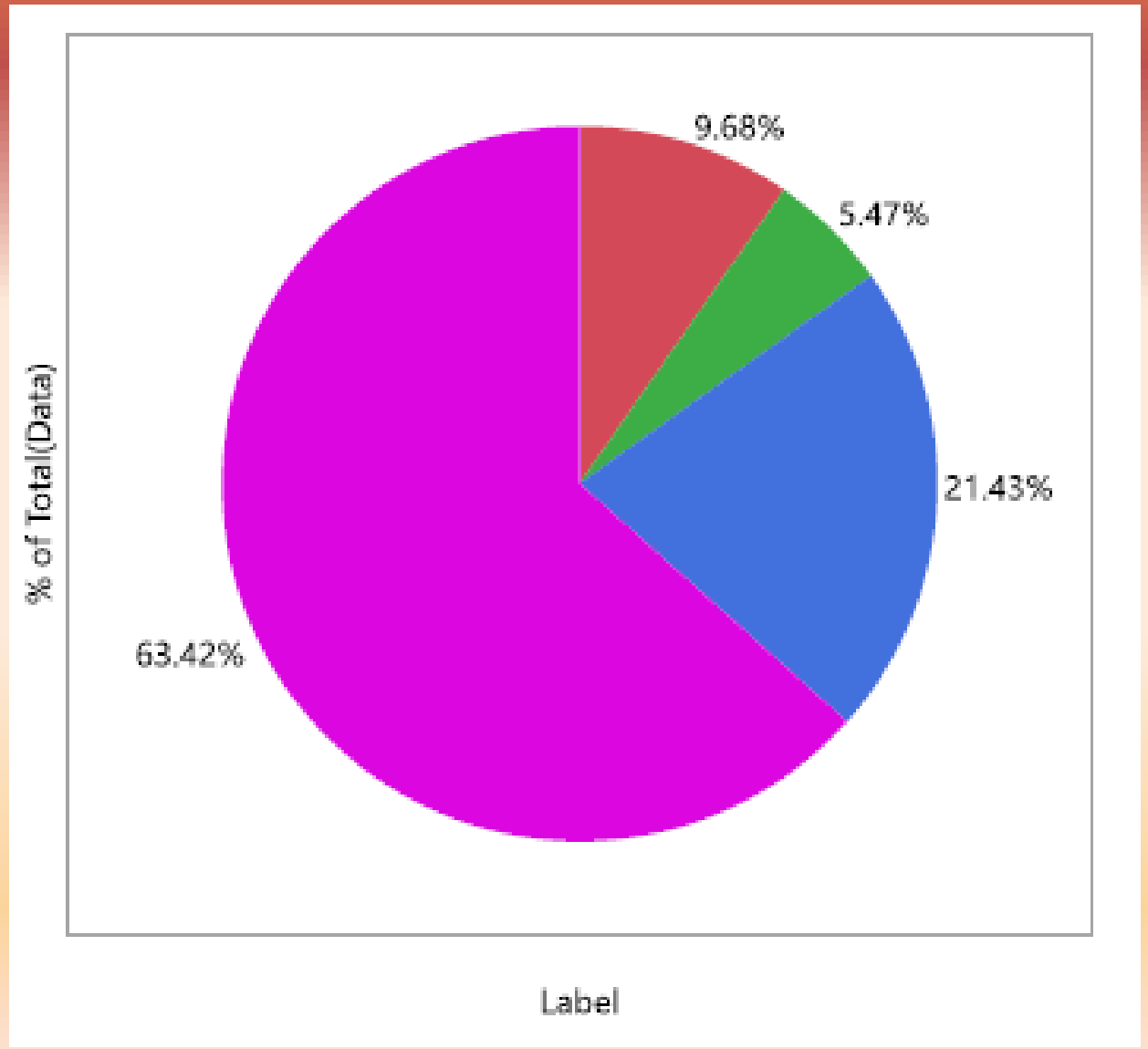




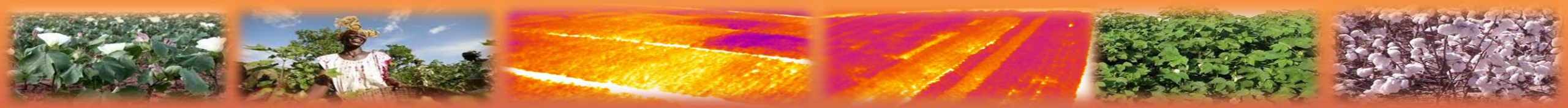
התאמות ליניאריות בין מדדים ספקטראליים ובין גובה



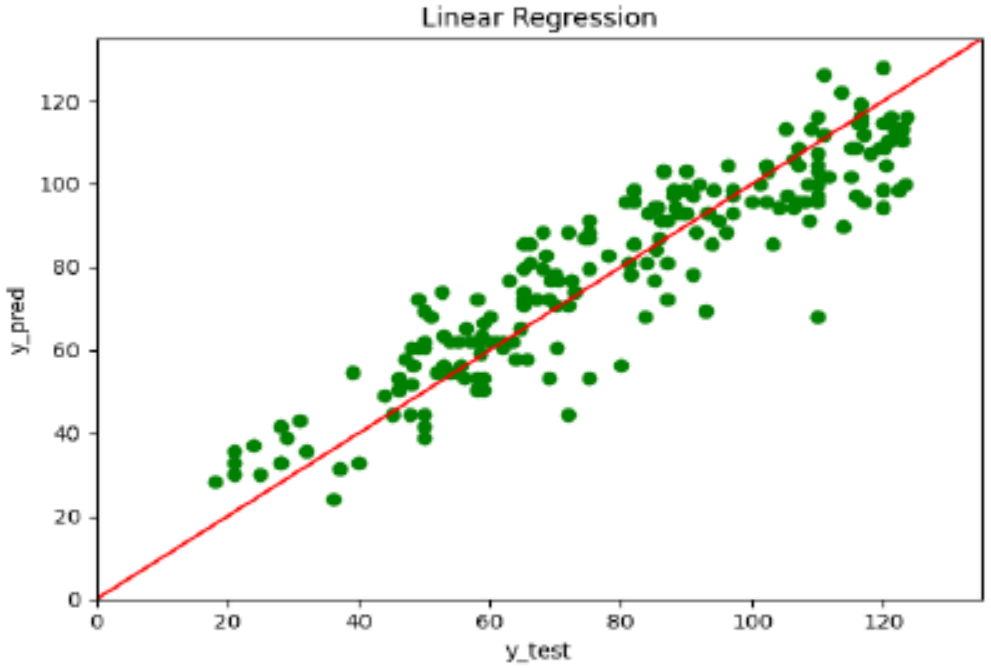
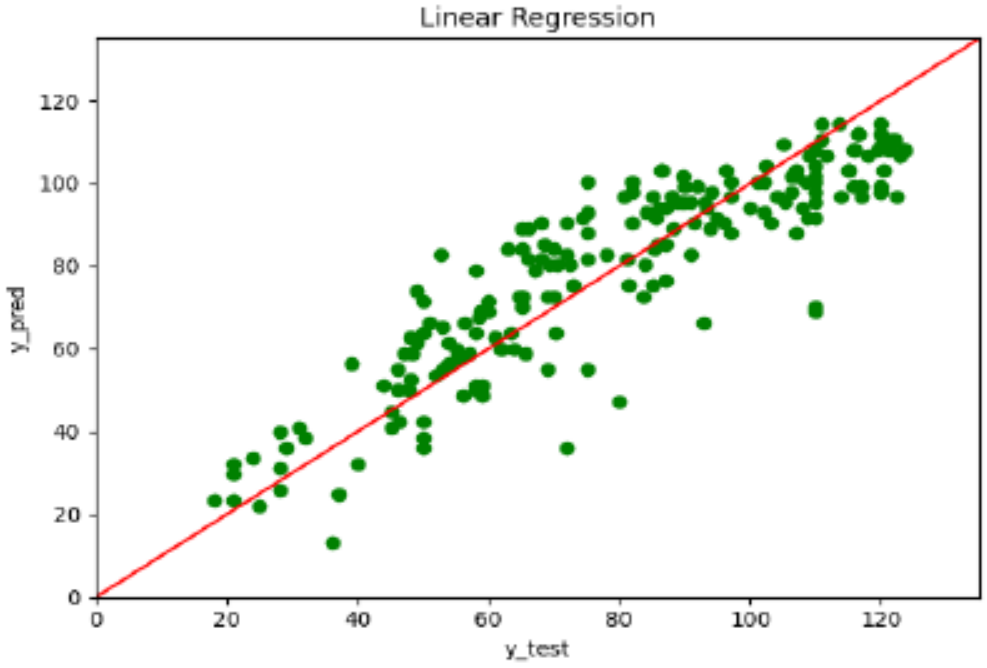
סיכום שלב ניקוי הנתונים לפי גורם

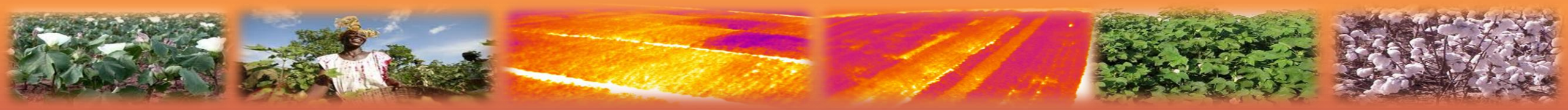


- Valid
- Above 125 cm
- Clouds
- Location

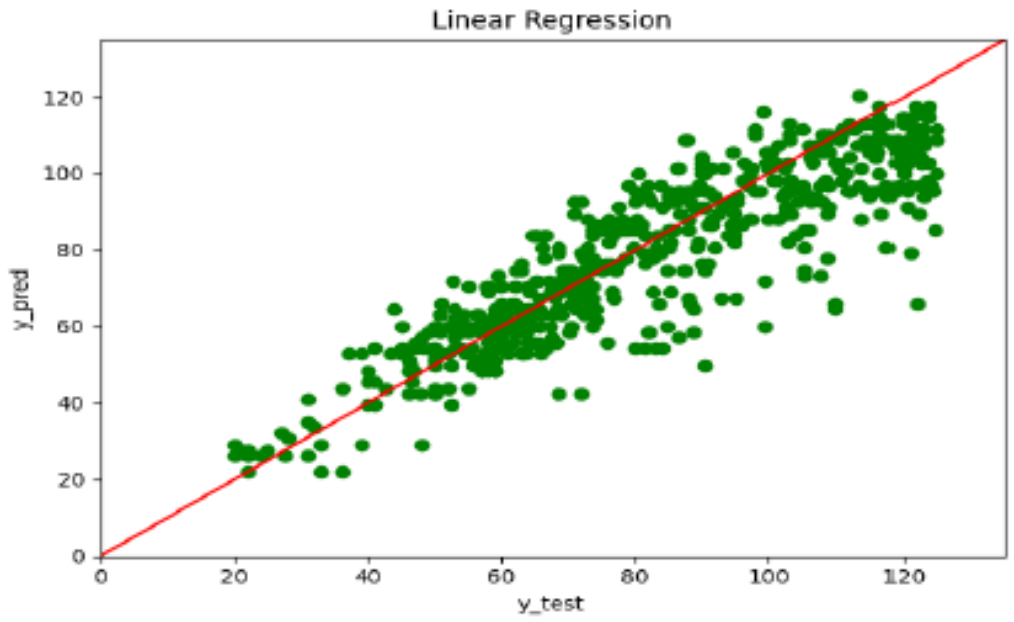
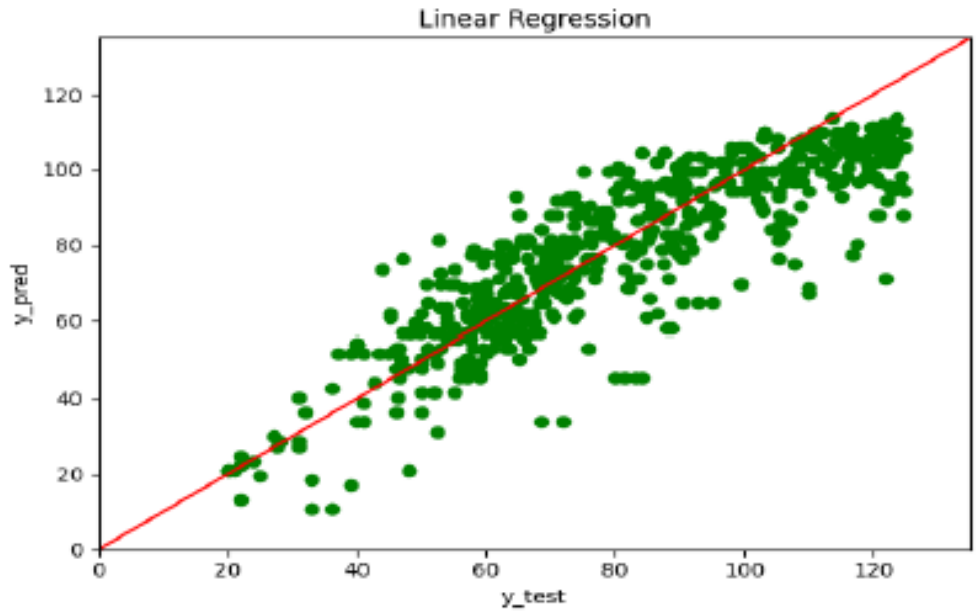


רגרסיה ליניארית 80 : 20 – תוצאות ואלידציה

VI	SAVI	NDVI
PLOT		
RMSE	11.47	12.56
R^2	0.83	0.79



רגרסיה ליניארית, 2019 : 2020

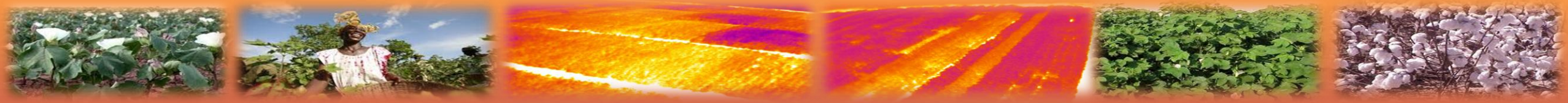
VI	SAVI	NDVI
PLOT		
RMSE	12.38	13.1
R^2	0.76	0.73

רגרסיה רבת-משתנים

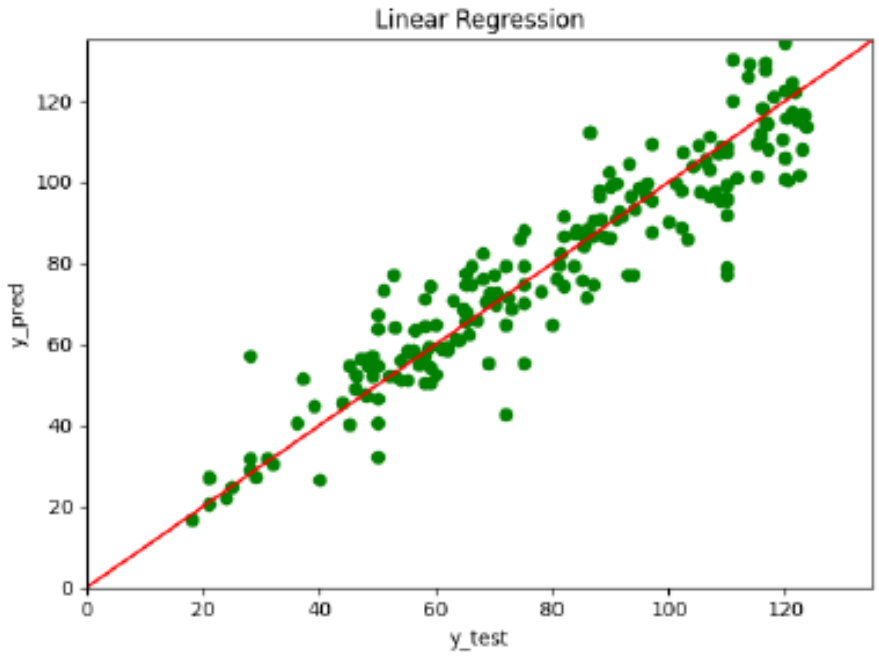
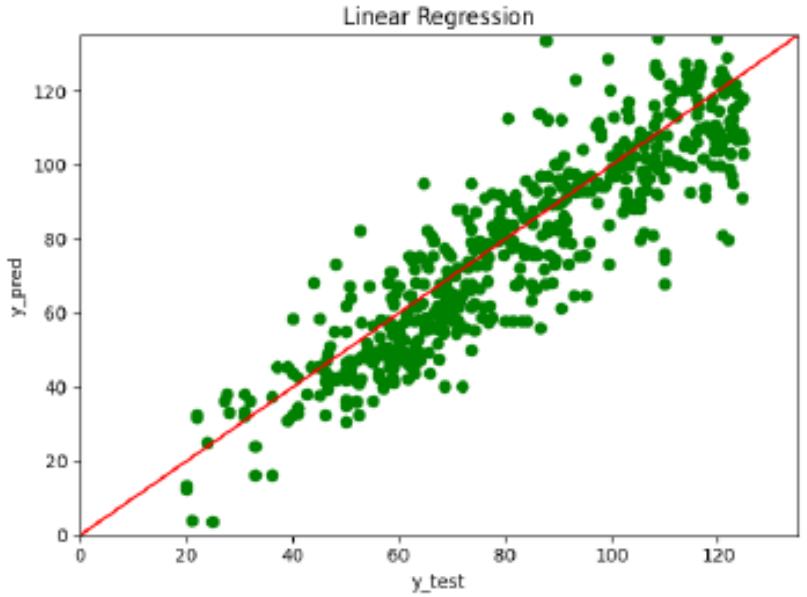
Source	LogWorth	PValue
NDII11	15.690	0.00000
NDWI	13.318	0.00000
IRECI	4.656	0.00002
RVI	3.226	0.00059
SRWI	2.979	0.00105
ARVI	2.655	0.00221
NDI45	1.898	0.01265
PSSRa	1.628	0.02358
RE_NDVI	1.366	0.04302
PSRI	1.242	0.05727
ARI2	0.987	0.10295
MCARI	0.712	0.19391
EVI	0.491	0.32282
SAVI	0.315	0.48379
CHL_RE	0.192	0.64285
GNDVI	0.154	0.70175
CRI2	.	.
CRI1	.	.
ARI1	.	.
WDVI	.	.
DVI	.	.
PVI	.	.
NDVI	.	.

- דוקא שני המדדים החשובים ביותר מתבססים על ערוצי בליעות מים
- השלישי מתבסס על ערוץ קצה האדום
- NDVI בתחתית הסולם

RGB	RED EDGE		NIR		Water
CRI1	CHL_RE	IRECI	EVI	SAVI	NDWI
ARI1	ARI2	PSSRA	IPVI	ARVI	SRWI
	PSRI	CRI2	NDVI	WDVI	NDI11
	RENDVI	MCARI	DVI	PVI	
			RVI	NDI45	
				GNDVI	

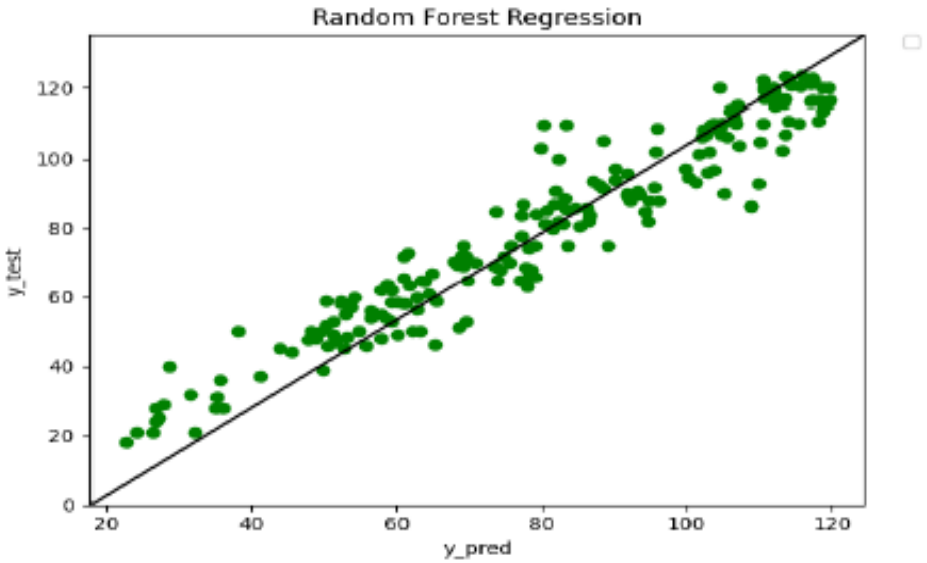
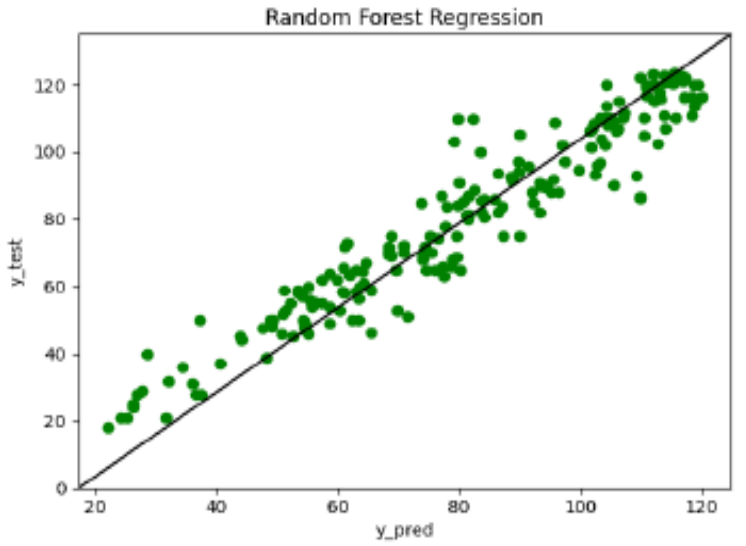


רגרסיה רבת-משתנים, 80 : 20 , תוצאות ואלידציה

Train/test	Random 20/80	Yearly 2019/2020
PLOT		
R^2	0.87	<0
RMSE	9.83	50<

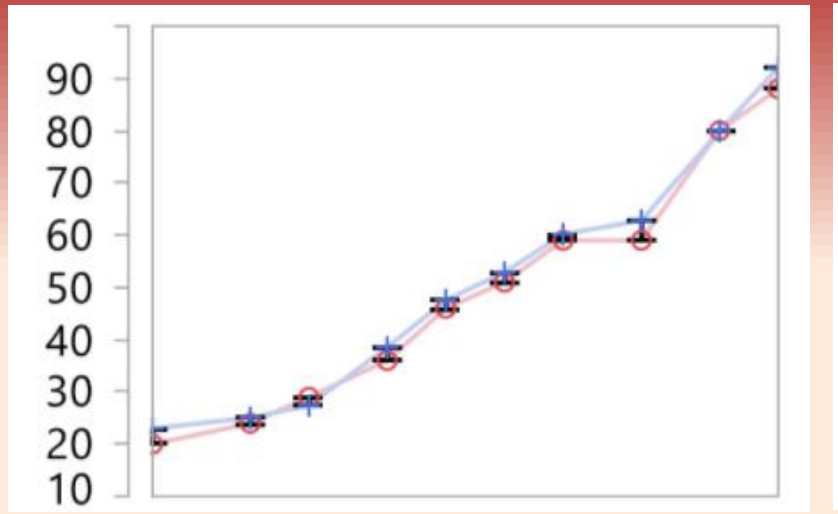
טעות נמוכה יותר ב-1.6 ס"מ (שיפור של 15%)

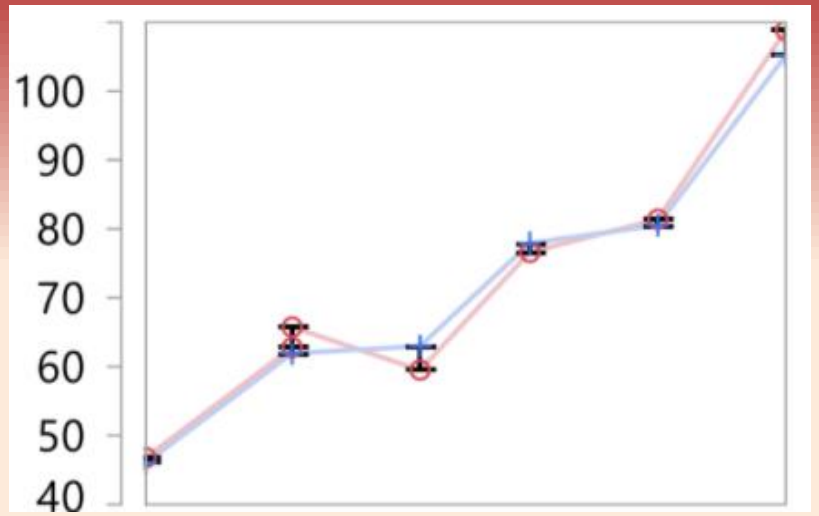
Random-Forest (80:20)

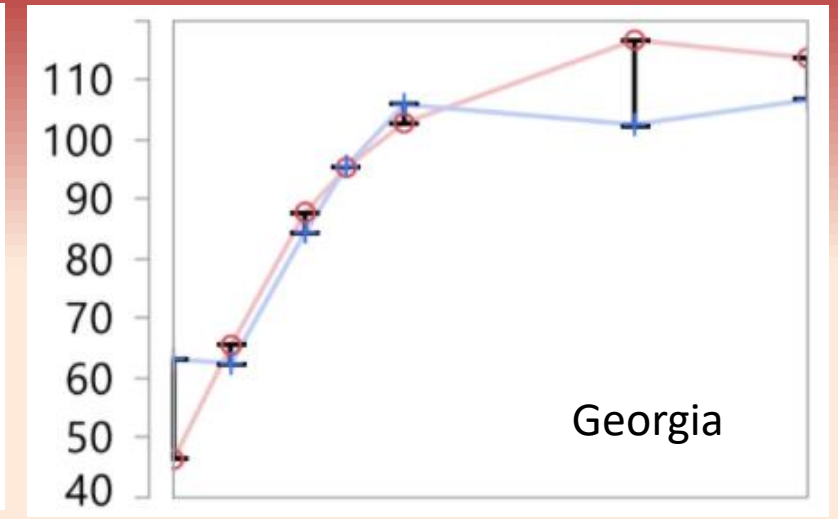
VI	רק אלו מSTEPWISE	כל הVI
PLOT		
R^2	0.92	0.92
RMSE	7.88	8.05

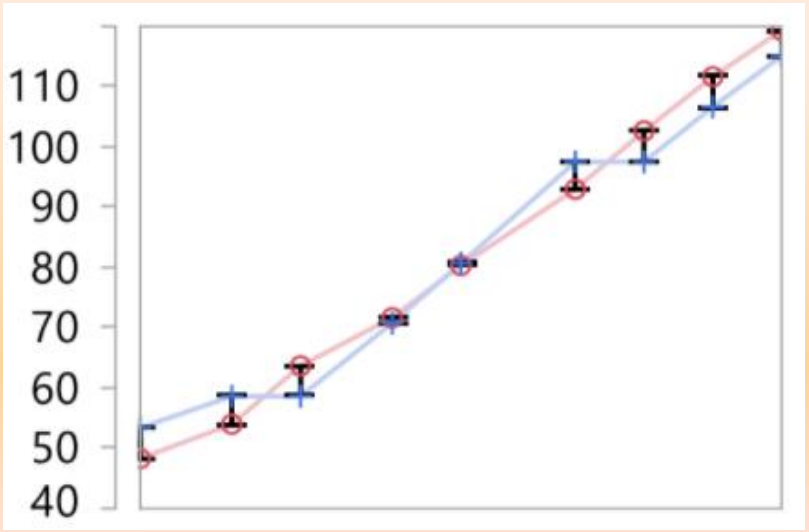
טעות נמוכה יותר ב-3.5 ס"מ (שיפור של 31%)

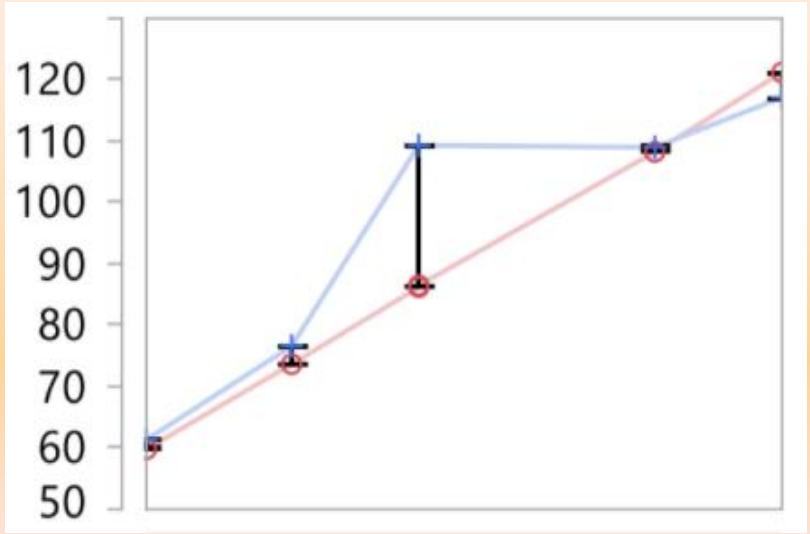
מדוד מול מחושב, חלקות בודדות

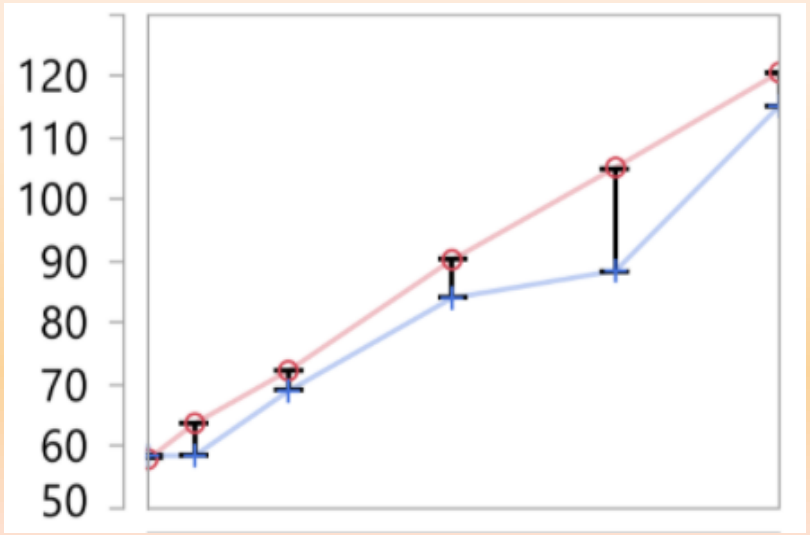




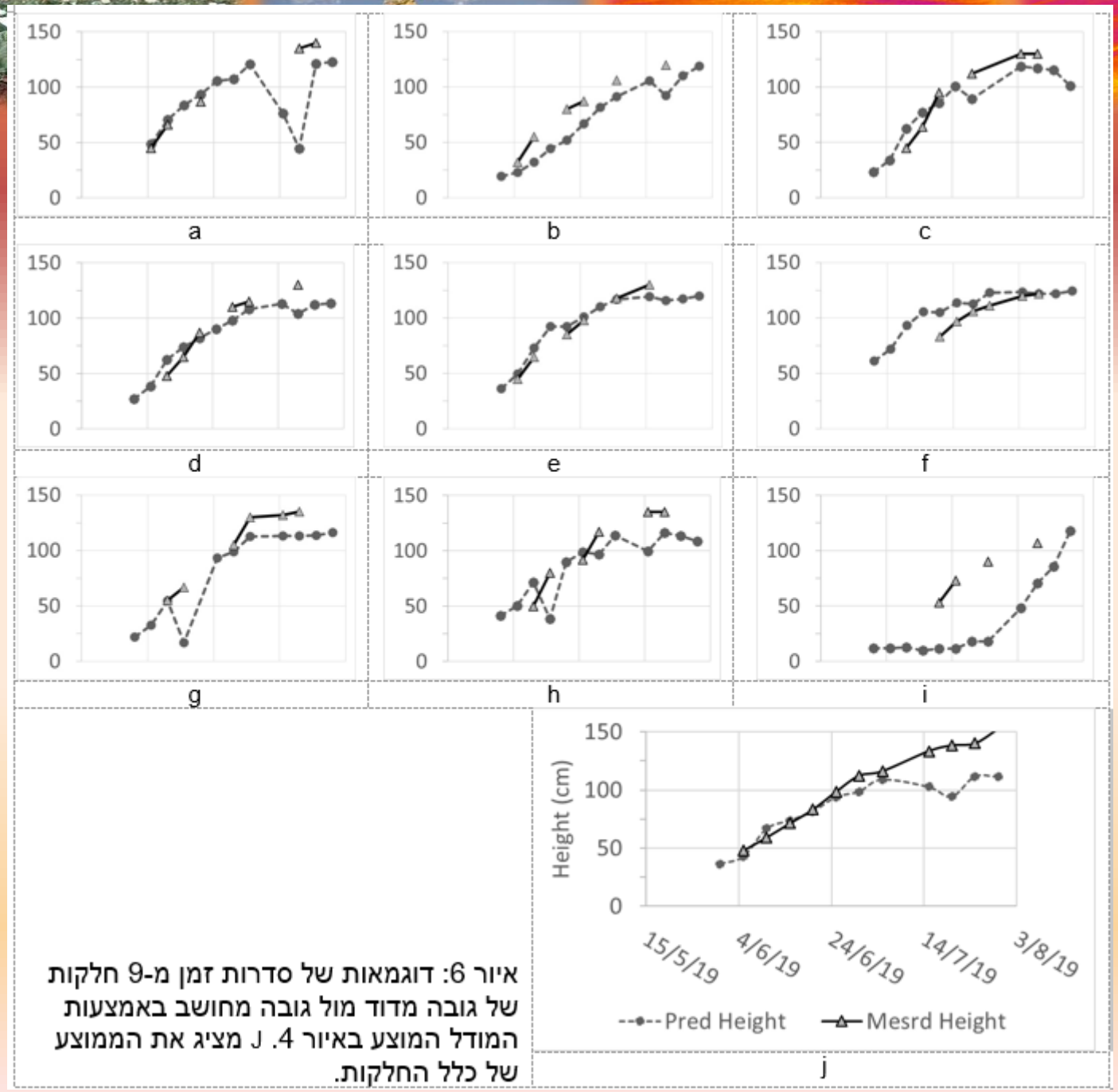








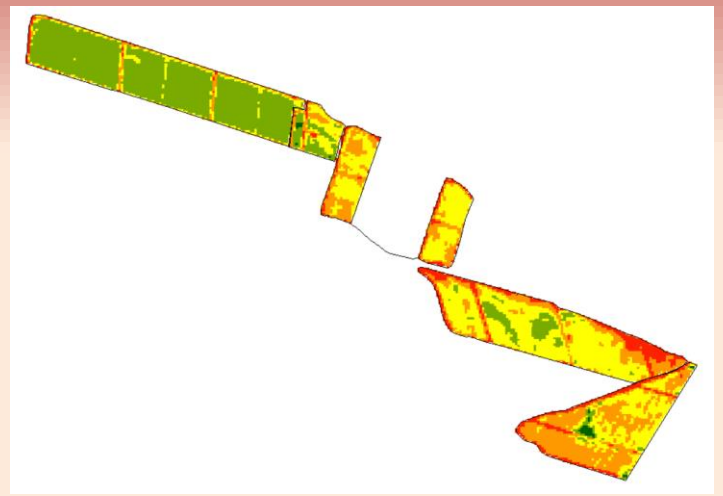
מדוד מול מחושב, חלקות בודדות



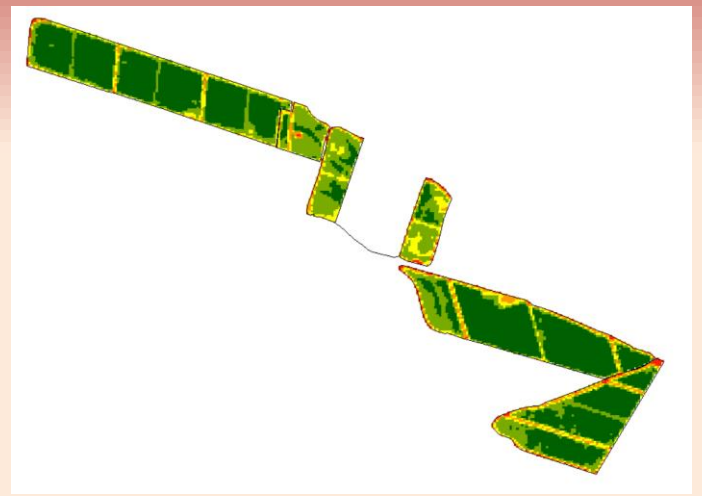
איור 6: דוגמאות של סדרות זמן מ-9 חלקות של גובה מדוד מול גובה מחושב באמצעות המודל המוצע באיור 4. J מציג את הממוצע של כלל החלקות.

- ברב המוחלט של המקרים, סדרות הזמן של המדוד והמחושב **מתאימות**,
- רעש בגין עננות
- רעש בגין כיול רדיומטרי
- רוויה
- דימותי הלוויין מספקים סדרת זמן עקבית ופעמים רבות בעלת **תדירות גבוהה** יותר מהמדידות הידניות.

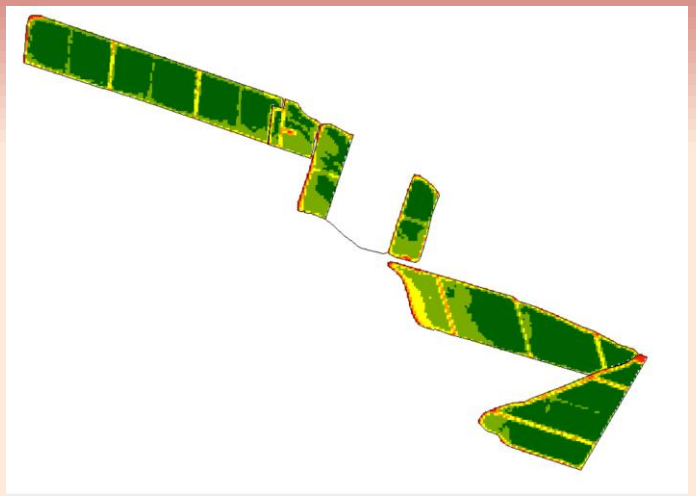
מיפוי מרחבי



10.6.2019

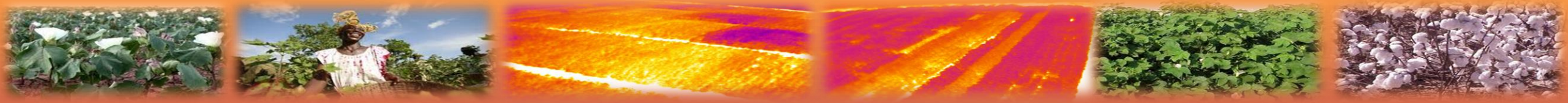


5.7.2019

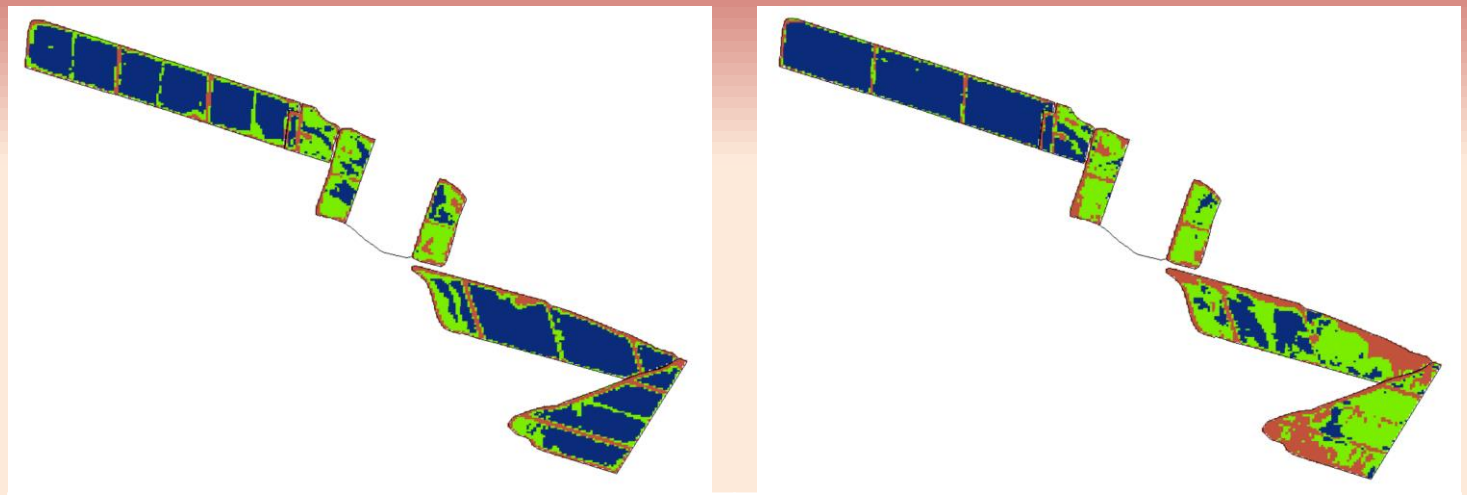


25.7.2019

מפות גובה של שדות על בסיס המודל. סדר הערכים (עולה):
אדום, כתום, צהוב, ירוק בהיר וירוק כהה. החלוקה היא יחסית לאותו מועד (natural breaks)



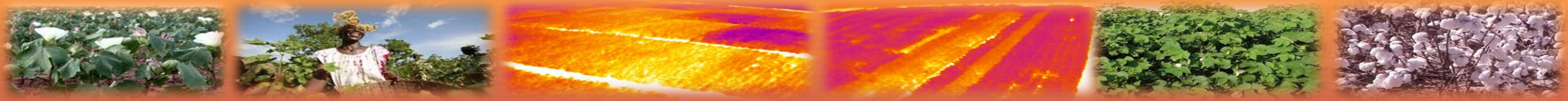
קבלת החלטות להשקיה



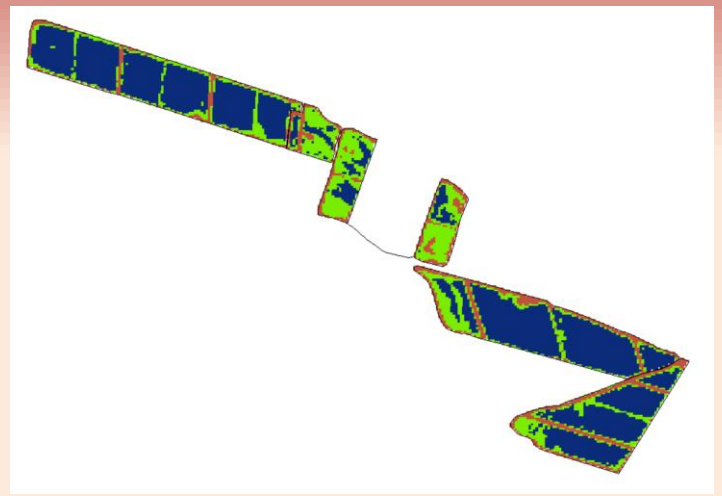
5.7.2019	10.6.2019

מפת עזר לקבלת החלטות **חום: מתחת לטווח הרצוי, ירוק: בתוך הטווח הרצוי, כחול: מעל לטווח הרצוי.**

הטווח הרצוי נקבע 10% מעל ומתחת לגובה של 62 ו-110 ס"מ, שהם הגבהים המומלצים בתאריכים 10.6 ו-5.7 בהתאמה



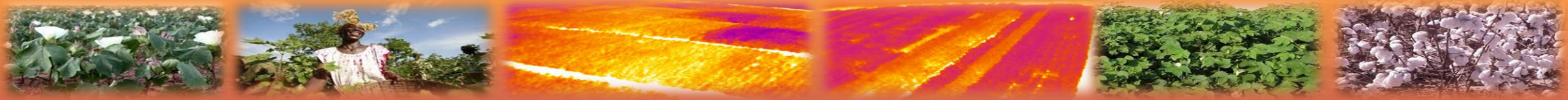
סיכום



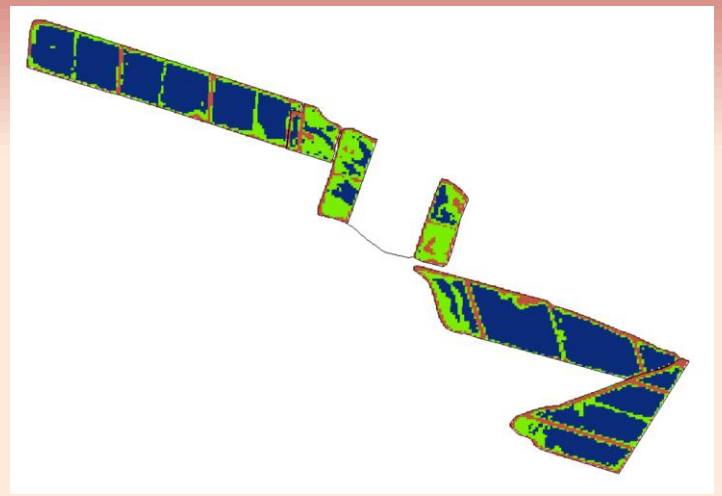
שימוש בגישה מבוססת נתונים מאפשרת להעריך גובה צמח כותנה בצורה טובה.

רגרסיה רבת משתנים הצביעה על יתרון לאינדקסים מבוססי ערוצי בליעה של מים וקצה האדום.

שימוש בשיטות של לימוד מכונה משפרות את הביצועים בהשוואה לרגרסיה לינארית חד או רבת משתנים (הקטנה הטעות מ-11.5 ל-7.8 ס"מ, שיפור של 30%)



המשך

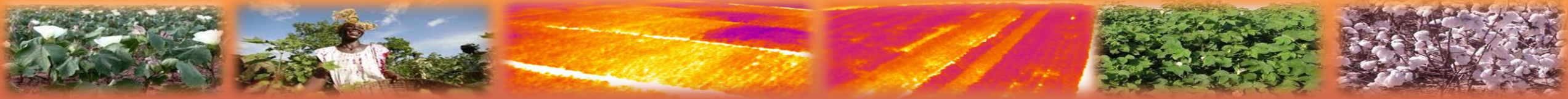


שימוש בטכניקות עיבוד של סדרות זמן להחלקת הרעשים הנובעים מכיול רדיומטרי והשלמת פערים עקב עננות ל:

1. הערכה רציפה של גובה
2. לאפשר הערכה של קצב צימוח

זאת על מנת להפוך את השיטה ככלי בקבלת החלטות השקיה.

בחינת דיוק המודל במיפוי השונות: הכוונת השקיה מדייקת



תודות

איתן סלע, אבי, אורי, יגב, עוז, אילן, ניר, גלי, הראל, נעם, אשר, שלומי, אלי ועוד ועוד מגדלים שהצטרפו למסע

לדוד וייסמן, אלינה בר-טל מולי זקס – אפליקציה 2019

הראל גריוולט וניצן גרף – ניתוח נתונים 2019

מקורות של התמונות

- https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/c-missions/copernicus-sentinel-2