

בית הספר למדעי הסביבה  
School of Environmental Sciences



הפקולטה למדעי החברה  
ע"ש הרטה ופול עמיר  
The Herta & Paul Amir  
Faculty of Social Sciences



אוניברסיטת חיפה  
University of Haifa  
جامعة حيفا

# דינמיקת צומח לאחר שריפה באמצעות חישה מרחוק

קיריל גנקין<sup>1</sup>, לאה ויטנברג<sup>2</sup>, אלון לוטן<sup>3</sup>, עדו יצחקי<sup>3</sup>, אנה ברוק<sup>1</sup>

<sup>1</sup> מעבדה לספקטרוסקופיה וחישה מרחוק, בית הספר למדעי הסביבה

<sup>2</sup> מעבדה לגאומרפולוגיה, בית הספר למדעי הסביבה

<sup>3</sup> החוג לביולוגיה אבולוציונית וסביבתית

אוניברסיטת חיפה

כנס מחקרי יער ושטחים פתוחים  
היערות והשטחים הפתוחים בלחימה ובשגרה: תמונת מצב ואתגרים ליום שאחרי  
כ"ז באייר תשפ"ד, 4 ביוני 2024

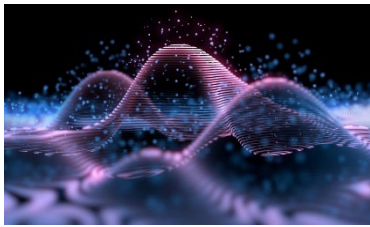


# מטרות המחקר

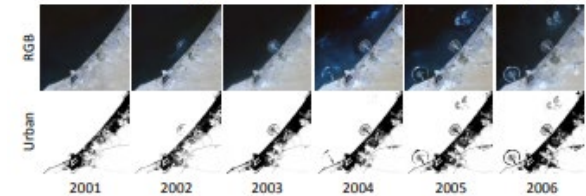
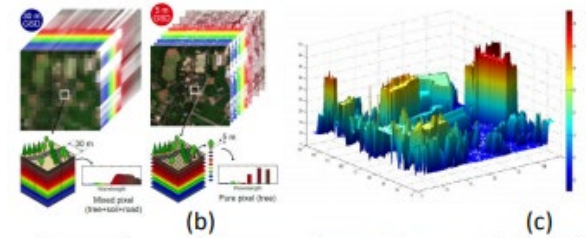
- פיתוח כלי יישומי יעיל ומדויק להערכת מצב הצומח בנקודת זמן עכשווית, לחיזוי מצב הצומח העתידי וקצב התפתחותו בעקבות שריפות, ולהערכת סיכוני שריפה ביערות קק"ל.
- מעקב אחר השתקמות הצומח ותנאי הסביבה וחיזוי תצורות הצומח, על ציר הזמן, בהתאם למדדים השונים (שנה 1)
- בחינת השתקמות תצורות הצומח ומצב היער לאחר שריפה לאורך זמן (שנה 2)
- פיתוח מדדים להערכת סיכוני שריפה ביער (שנה 3)
- כלי זה מיועד לשמש את אנשי המקצוע בקבלת החלטות לגבי הממשק הנדרש כדי לעצב את מבנה היער על פי התצורה הרצויה ועל-מנת להקטין את הסיכון לשריפות בעתיד.

# חישה מרחוק

חישה מרחוק היא תחום מדעי שמתמקד בחילוץ מידע על אובייקט, אזור או תופעה באמצעות קרינה אלקטרומגנטית וללא במגע פיזי עמו.



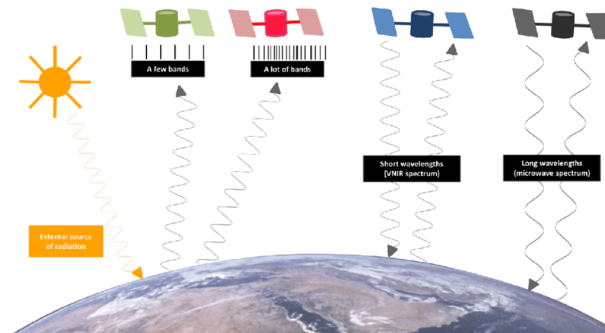
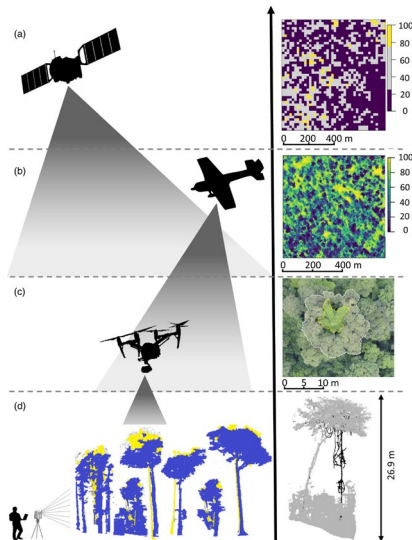
קרינה אלקטרומגנטית  
וסוגי חישה מרחוק



פענוח והפקת מפות

פלטפורמות  
לצילום

סנסורים



# פיתוח כלי יישומי לחיזוי השתקמות הצומח ומצב ביער לאחר שריפות והערכת פוטנציאל הסיכון להתפרצות שריפות ביערות קק"ל

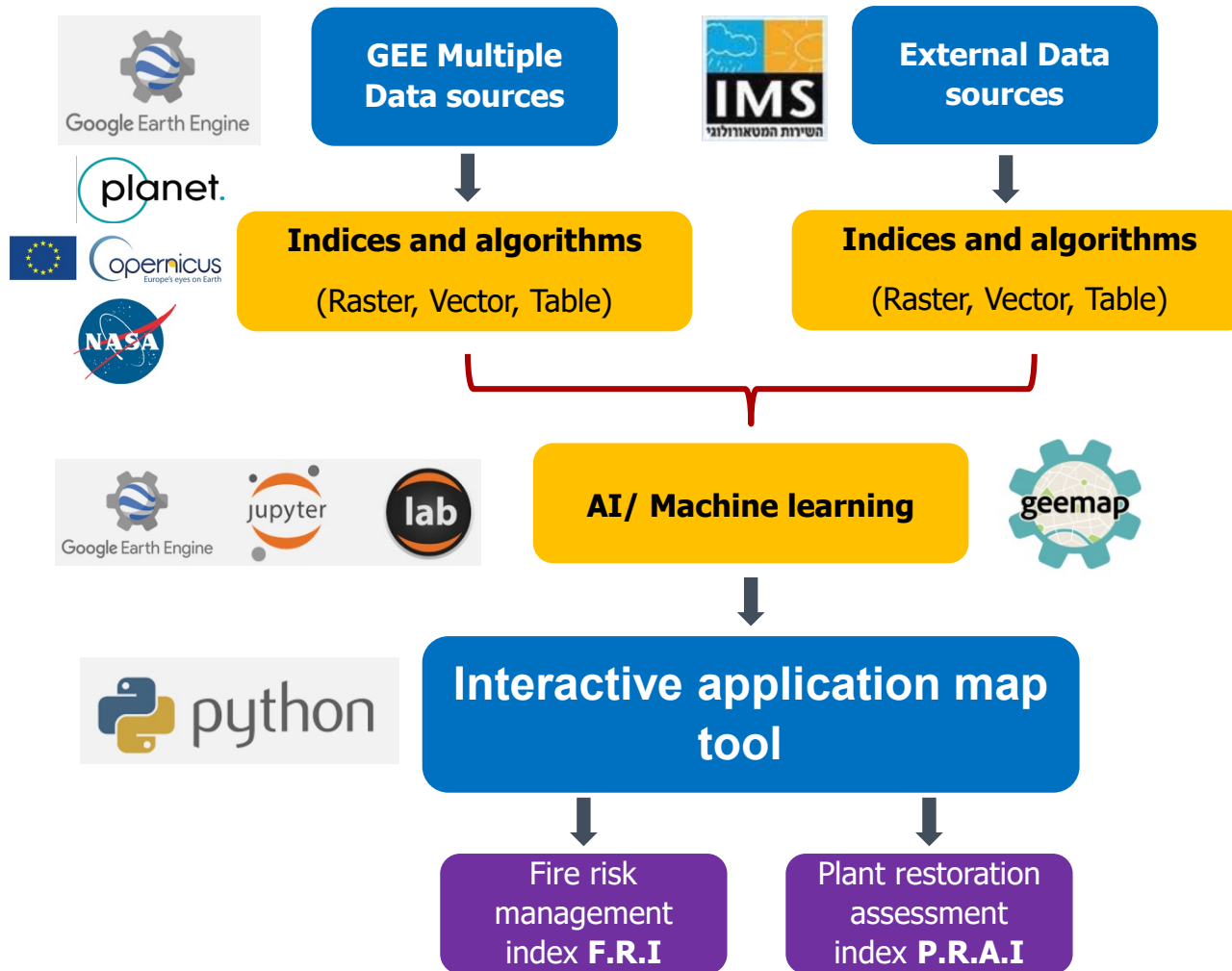
The screenshot displays a web-based GIS application interface. At the top, there is a navigation menu with tabs: "Spatial Layers", "Data Capture", "Planet Spatial Data", "Frames Status", "References", "Help", and "System File". The "Spatial Layers" tab is active, showing a list of layers on the left side:

- ▶ AERIAL ORTOPHOTO
- ▶ THERMAL DATA
- ▶ LIVE METEOROLOGY
- ▶ VEGETATION
- ▶ FOREST BIOMASS
- ▶ TOPOGRAPHY
- ▶ LITHOLOGY
- ▶ SOIL MOISTURE
- ▶ MASTER PLAN

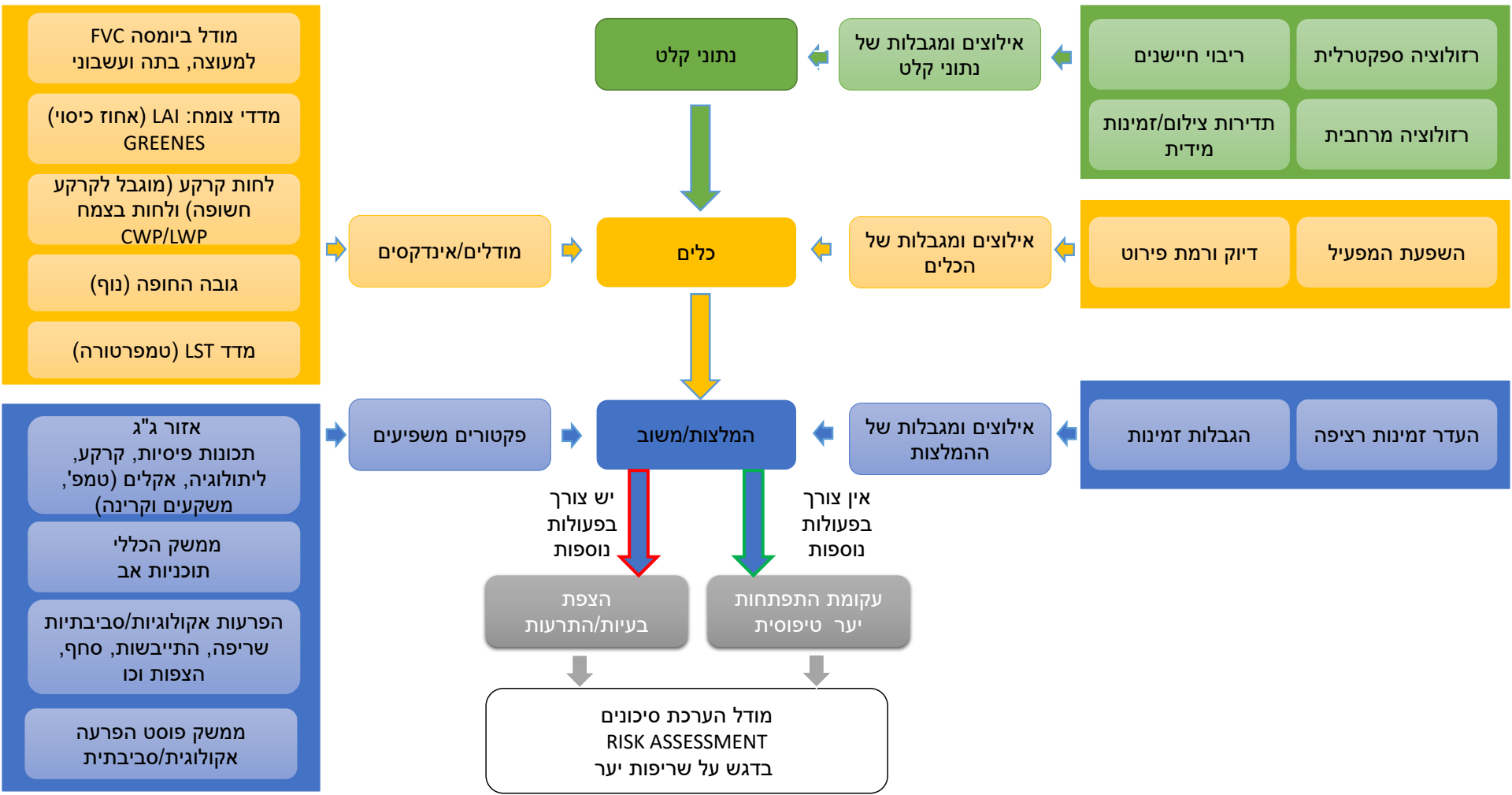
Below the list is a note: "Note: Select layers using menu buttons. Information is displayed in this window. Use map control options to control the map." The main map area shows a satellite-style view of the Mediterranean region, with a grid overlay. A "Spatial layers data" window is open over the map, containing a "Select Region" dropdown menu and three buttons: "Biriya zoom", "Kdoshim zoom", and "Carmel zoom". A "Map Control" tab is also visible. In the bottom left corner, there is a scale bar showing 100 km and 50 mi. The bottom right corner contains the text "ipyleaflet | © OpenStreetMap contributors, Esri". The University of Haifa logo is visible in the bottom left corner.



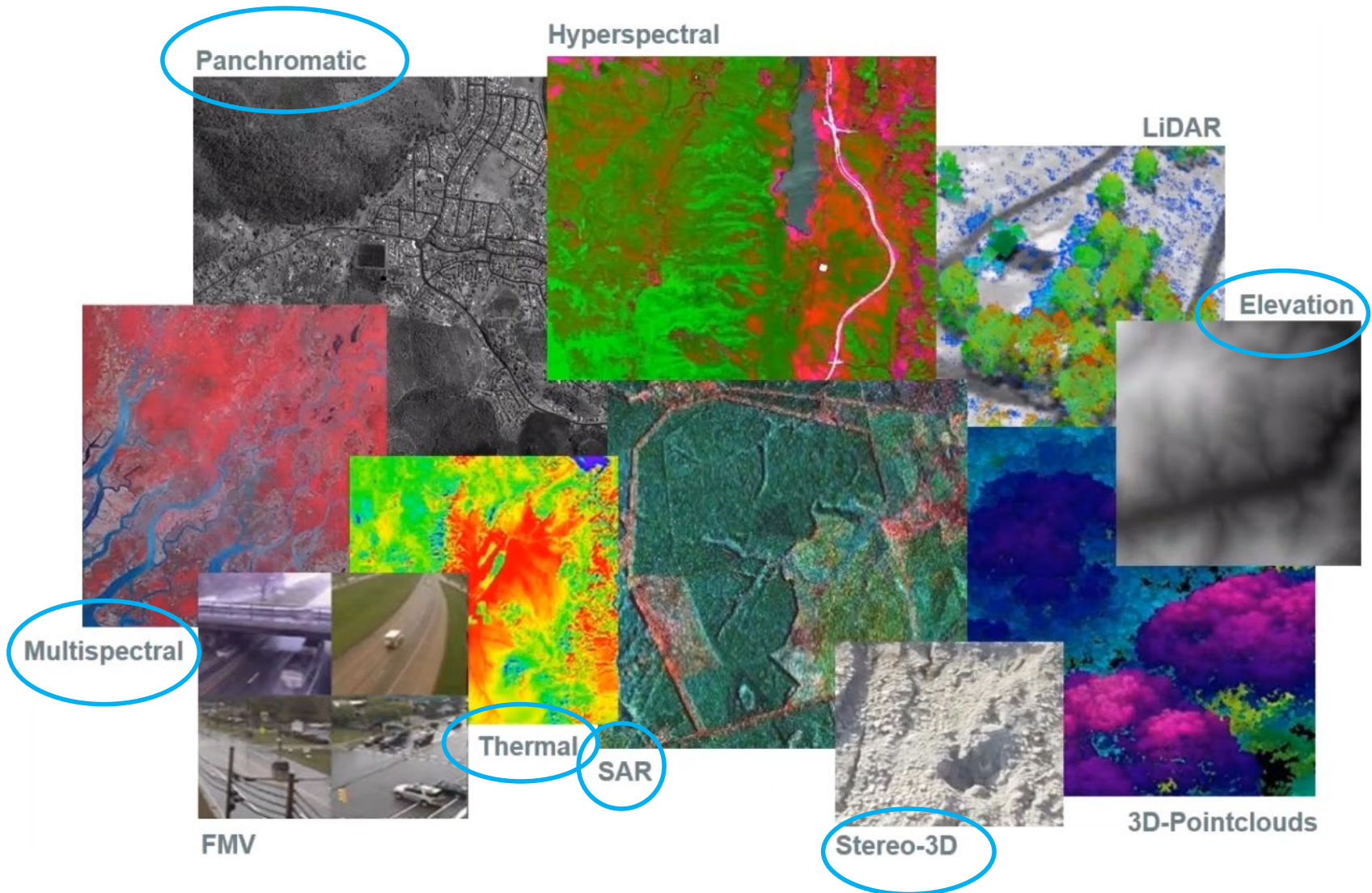
# מבנה המערכת



# מפרט המערכת



# חישה מרחוק כמקור מידע



# נתוני קלט

צילומי אוויר - נתונים פוטוגרמטריים  
(מפ"י/אופק צילומי אוויר וכו')

- אורתופוטו ארצי (רזולוציה גבוהה)
- מודל גבהים DEM (רזולוציה גבוהה)
- LiDAR מוטס

נתוני אקלים  
(ביון מתחנות מטאורולוגיות שמ"ט ומשרד החקלאות)

- טמפרטורה ולחות יחסית חודשית ממוצעת
- משקעים (סכום חודשי במהלך העונה)
- קרינה (עוצמה ומשך ברמה חודשית) ניתן לקבל מ-METEOSAT

נתוני לוויין  
(Copernicus Open access Hub ,GEE ,  
USGS Earth Explorer server)

- Planet
- Sentinel 1
- Sentinel 2
- Landsat 8 OLI/ Thermal Infrared Sensor (TIRS)

מפת קרקעות וליתולוגיה  
(מפ"י, המכון הגאולוגי)

- מפת חבורות הקרקע
- מפת עומק קרקע
- סלע

מפות ממשק ותוכניות אב מפורטות  
(קק"ל)

- אפיון בתי גידול
- סוג היער
- ממשק ...

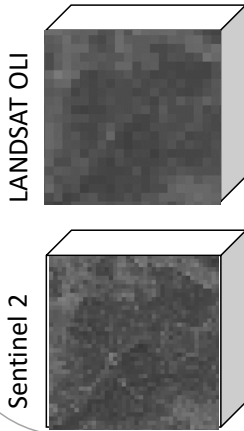
# עיבוד קדם של נתוני לוויין

רשת לחידוד פרמטרים מרחביים

שלמת מידע ספקטראלי בעת חלוקה מרחבית על בסיס אגרגציה של פיקסלים ברזולוציה גבוהה להתאמה עם מידע ברזולוציה גסה

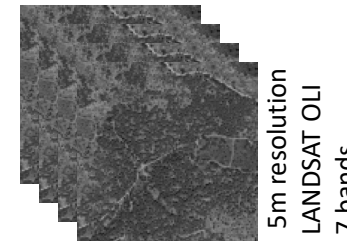
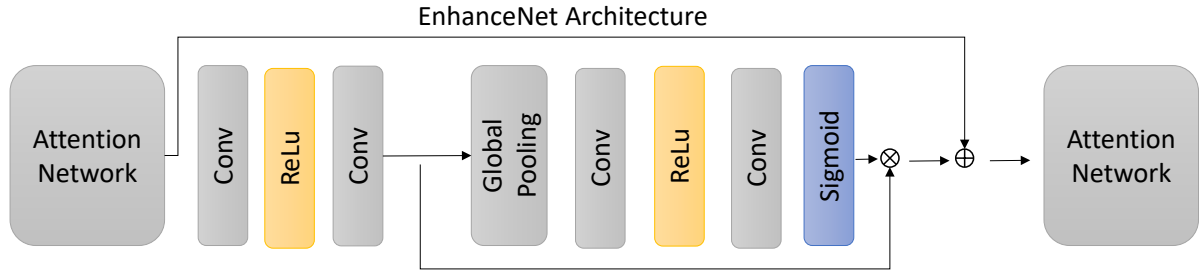
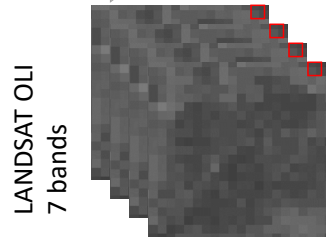
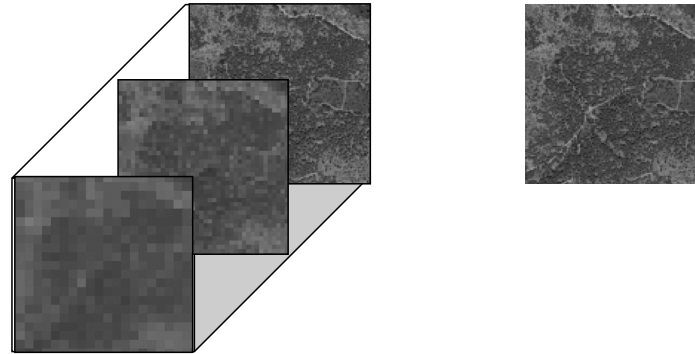
שחזור הדמאות בסדרת זמן/תדירות גבוהה ושחזור מידע ברזולוציה מרחבית אחידה  
Super-resolution Convolutional Neural Network architecture

צילומי לוויין מולטיספקטראלי נתונים ברזולוציה נמוכה משתנה



צילום מלוויין Planet

משמש כשכבת רזולוציה מרחבית גבוהה

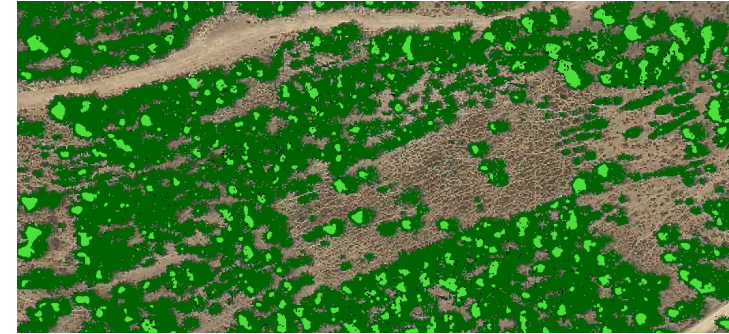
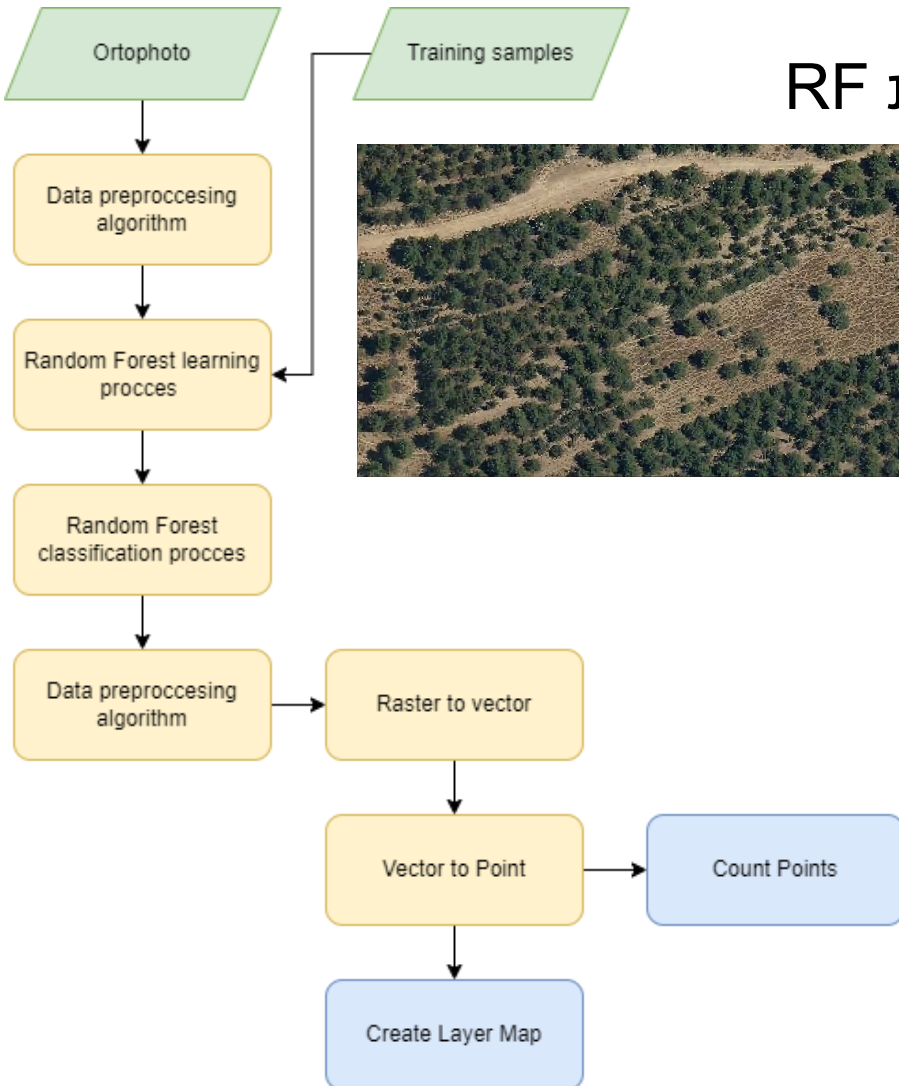


Channel attention residual block



# גילוי וספירת עצים

אלגוריתם מבוסס לימוד מכונה בשיטת RF

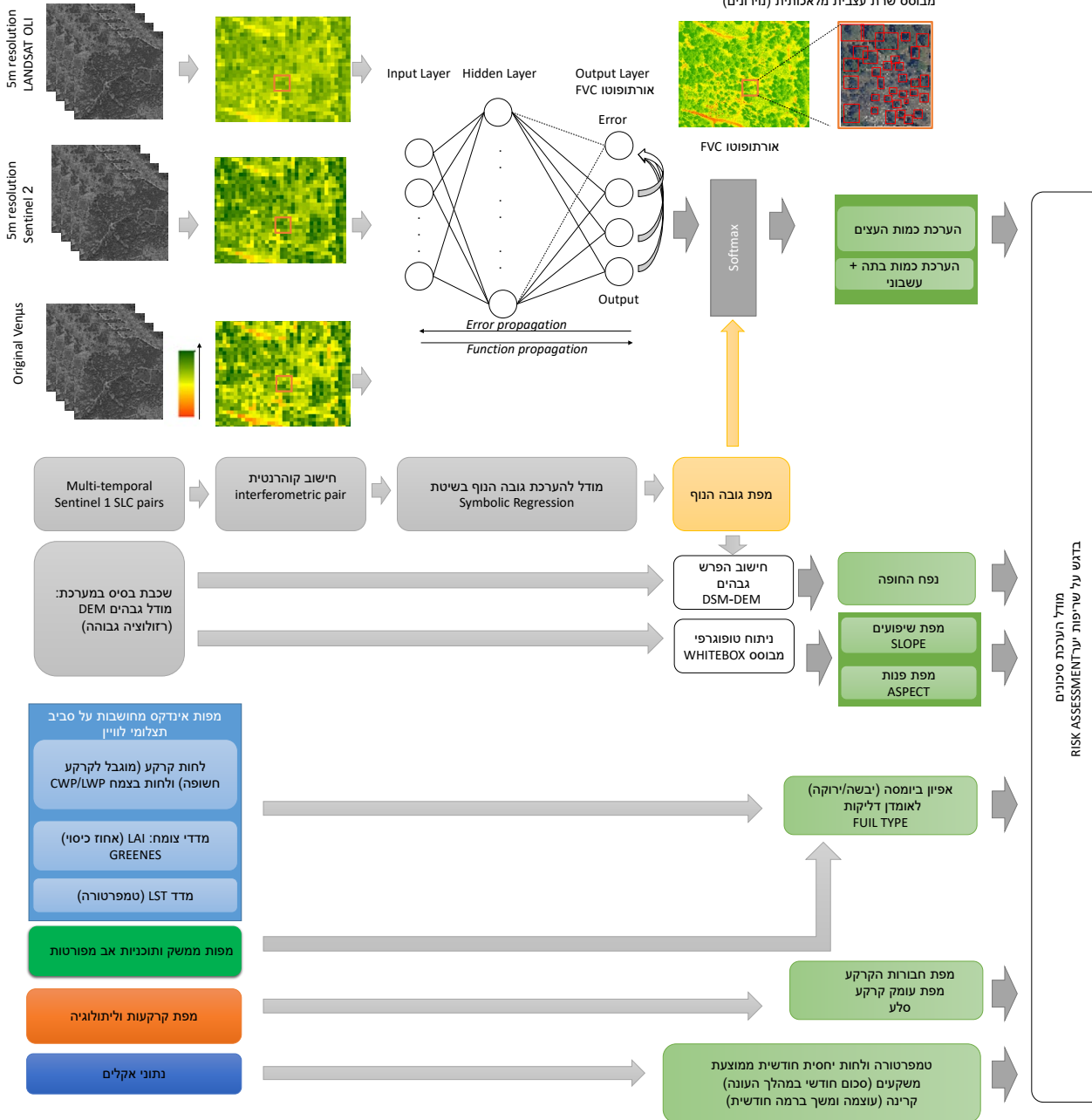


# המערכת (עבור כל הרצה) מפיקה

את התוצרים:

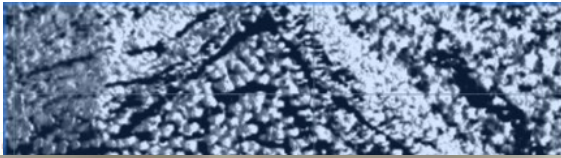
- כמות עצים
- גובה נוף
- נפח החופה
- אפיון ביומסה (כבסיס לאומדן דליקות כעל בסיס יחס ירוק/יבש)
- נתונים טופוגרפיים (גובה, שיפוע ופנות)
- מפת קרקעות וליתולוגיה
- מפות אקלים (טמפרטורה, לחות, משקעים, קרינה. בנוסף לכך המערכת מפיקה דוחות סטטיסטיים אזוריים בשלב "המלצות/משוב: " המפעיל יוכל לטעון למערכת את הדוחות הקודמים ולקבל עקומת התפתחות לאורך תקופת הניטור לחצן נוסף ברכיב זה מאפשר השוואה מרחבית בין מפות סיכון בתקופות זמן נבדקות על בסיס חישוב שינויים במרחב ובזמן.

מודל ביומסה Fraction of Vegetation Cover FVC למעוצה, בתה ועשבוני מחובר למודל גובה החופה (נוף) 2) הקשר בין אינדקס FVC מחושב לשילומי לווין לאחר חידוד רזולויה 5 מ' למיפוי עצים בשלב 1 מבוסס שרת עצבית מלאכותית (ניורונים)

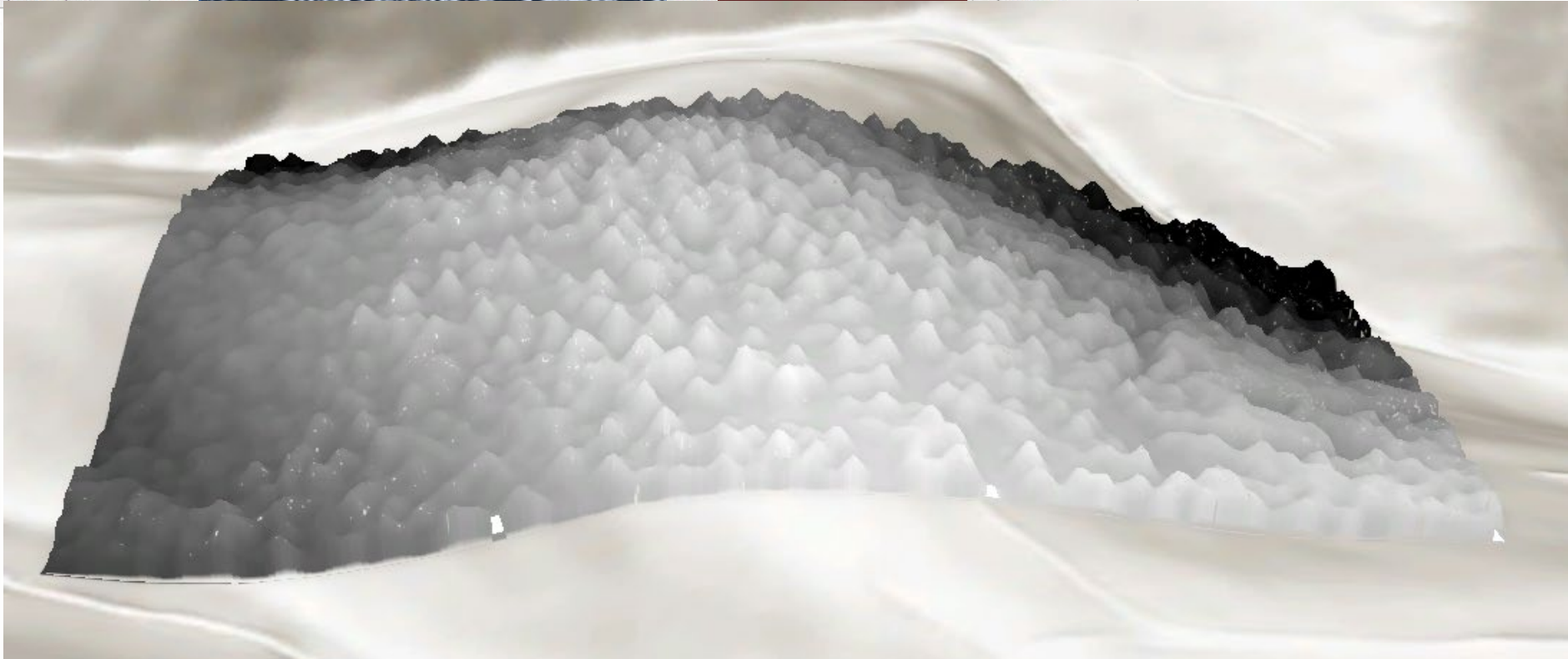


מודל הערכת סיכונים  
RISK ASSESSMENT - ע"ר שירות

# אומדן ביומסה



Spatial Layers | Data | References | Help | System File

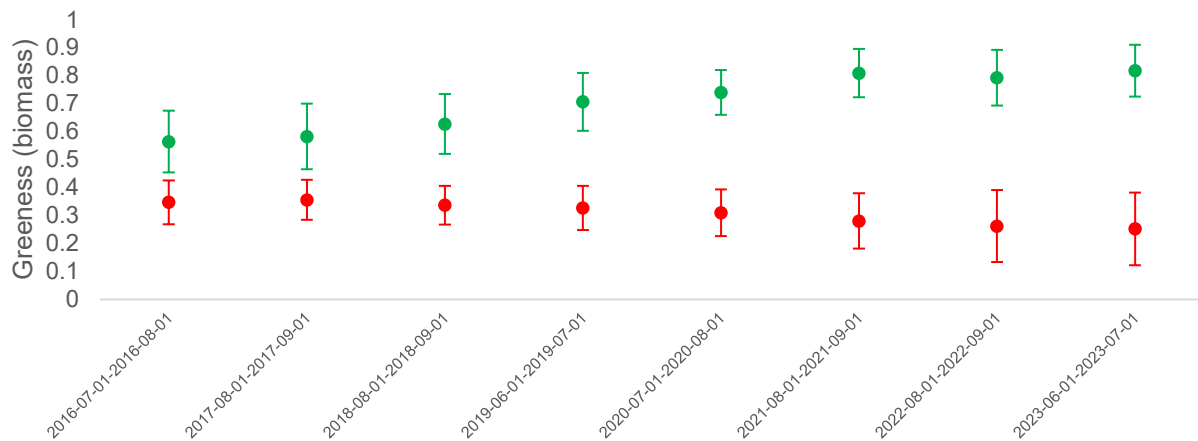
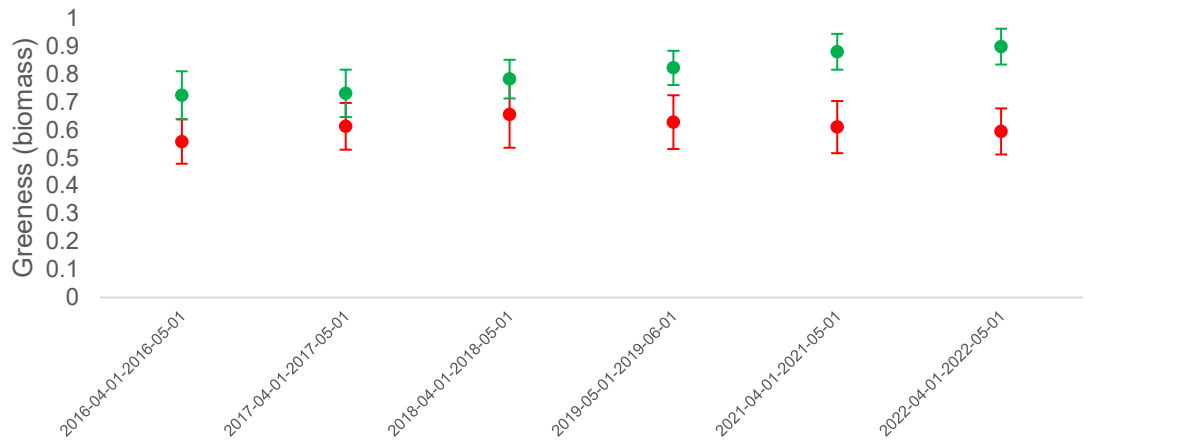
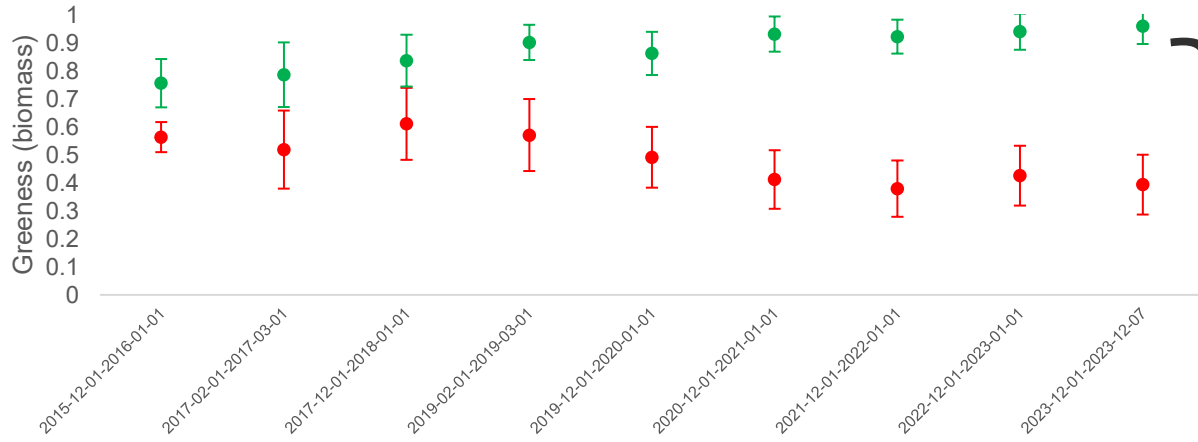


200 m  
500 ft

ipyleaflet | © OpenStreetMap contributors, Google Earth Engine



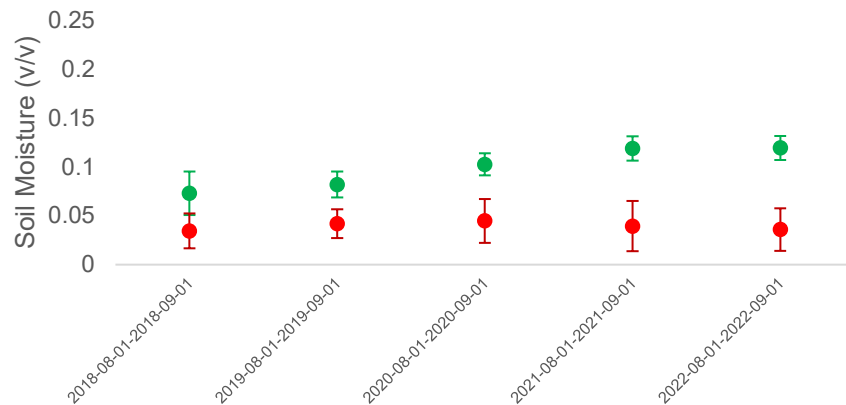
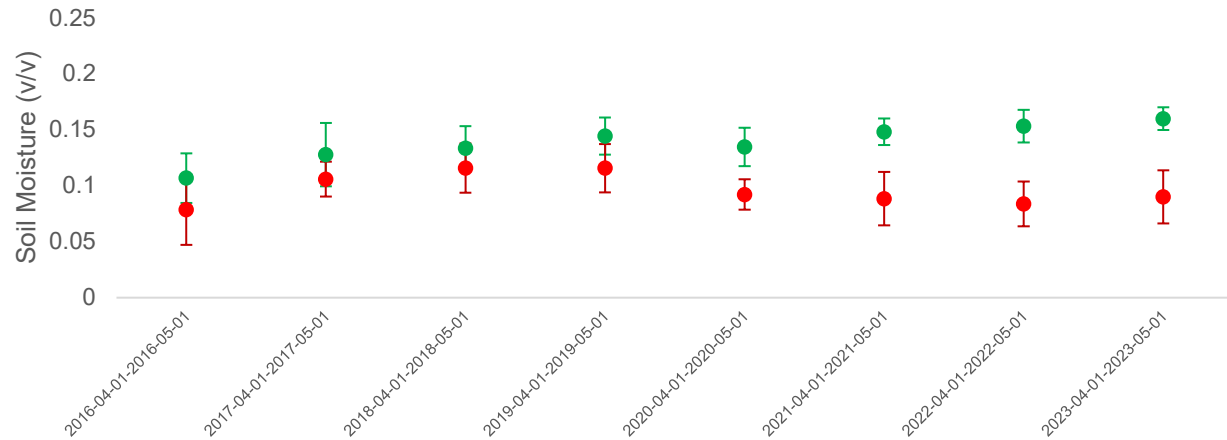
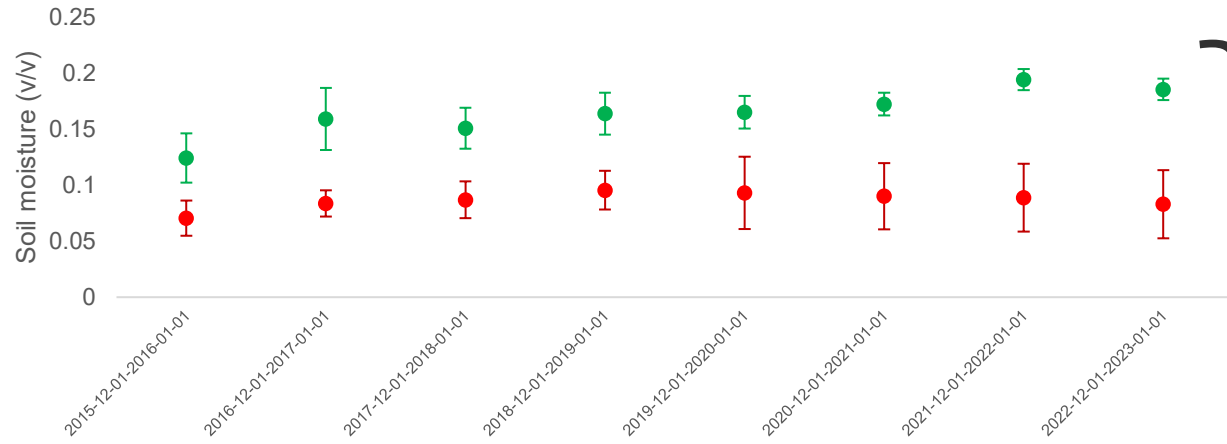
# כיול המודל מול סקר צומח בכרמל







# כיול המודל מול סקר צומח בכרמל

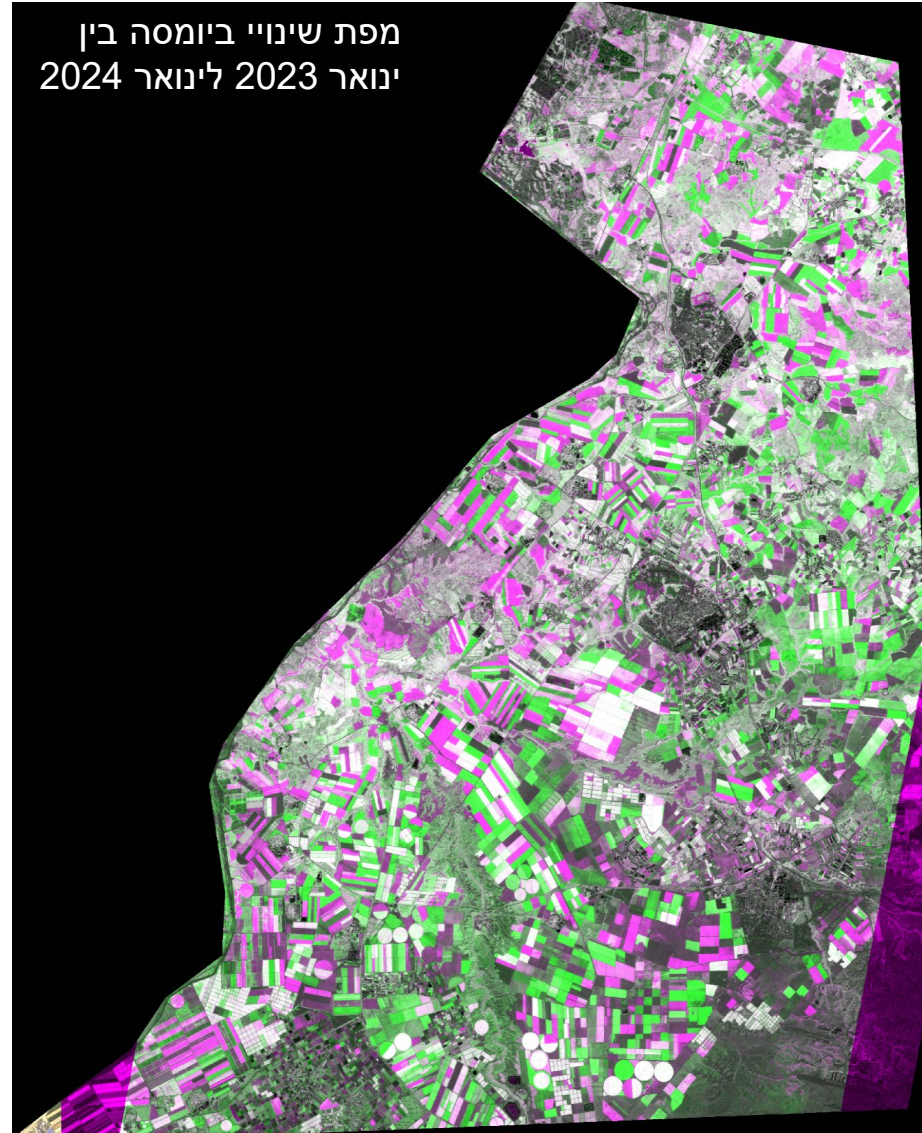


# ביצועי המערכת בזמן המלחמה

מפת שינויי ביומסה בין  
פברואר 2023 לפברואר  
2024



מפת שינויי ביומסה בין  
ינואר 2023 לינואר  
2024





# דרומה לבארי שריפות אקליפטוס וחפירה



הדמאה 2023  
הדמאה 2024  
מפת שינויי על בסיס  
קורלציה  
מפת שינויי ביומסה  
ינואר  
הפרשי ביומסה ינואר  
מפת הפרשי ביומסה  
פברואר  
הפרשי ביומסה  
פברואר

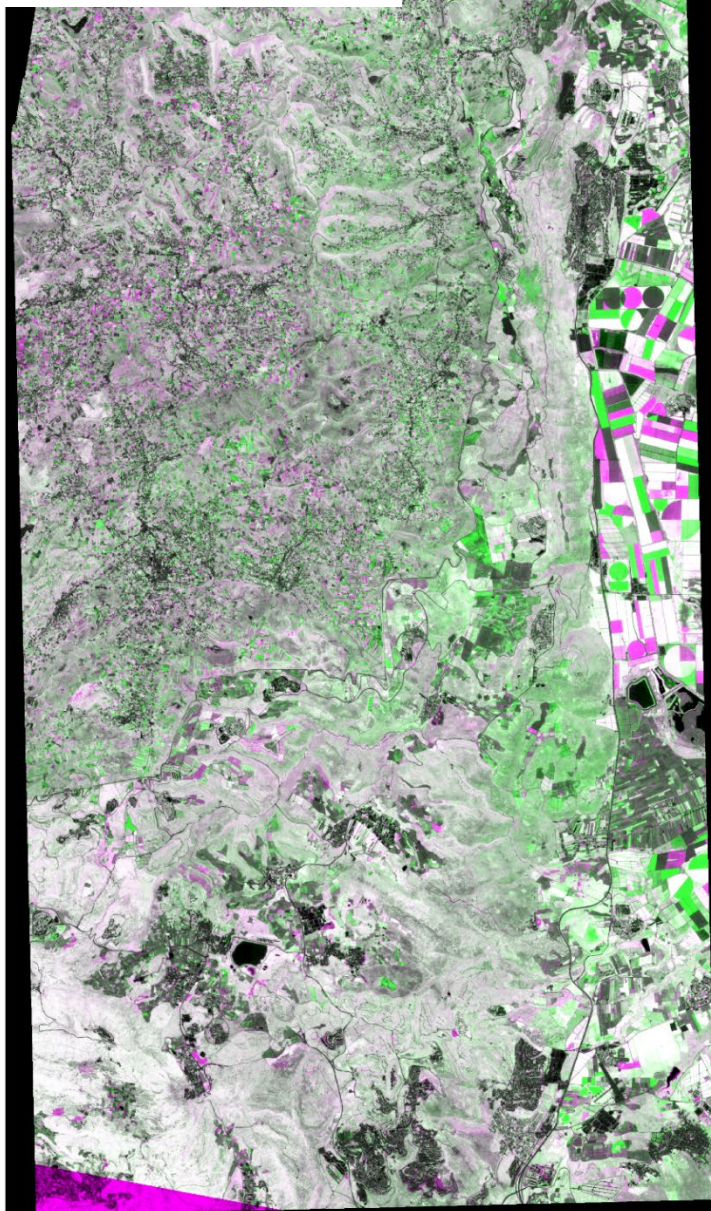
# נזקים מתנועת רק"מ לאקליפטוס



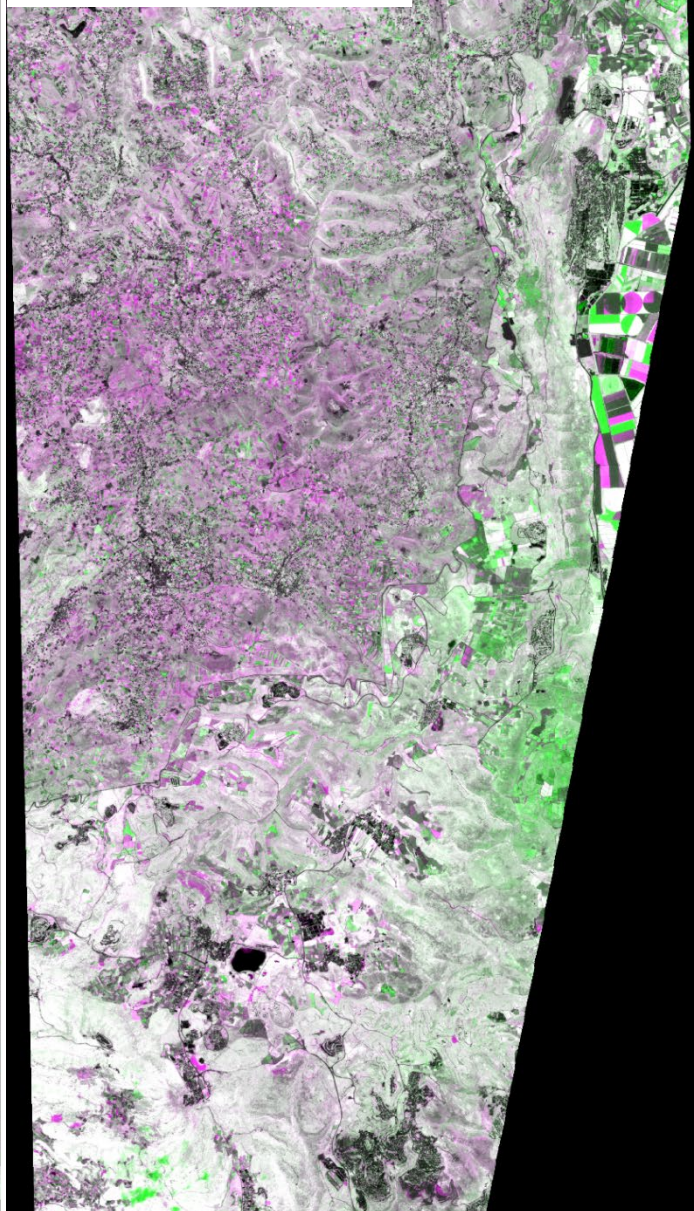
הדמאה 2023  
הדמאה 2024  
מפת שינויי על בסיס  
קורלציה  
מפת שינויי ביומסה  
ינואר  
הפרשי ביומסה ינואר  
מפת הפרשי ביומסה  
פברואר  
הפרשי ביומסה  
פברואר



מפת שינויי ביומסה ב8  
ערוצי פלאנט בין פברואר  
2023 לינואר 2024

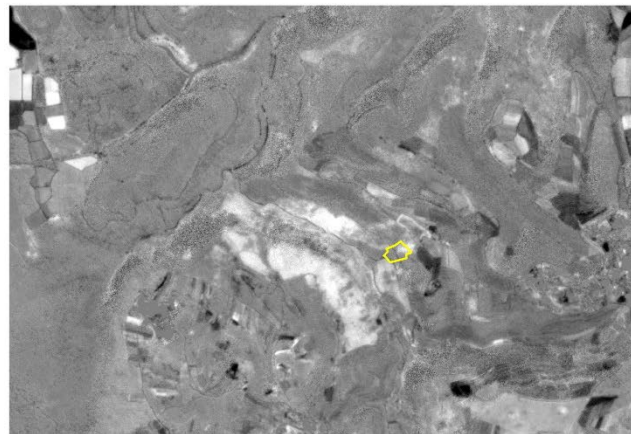
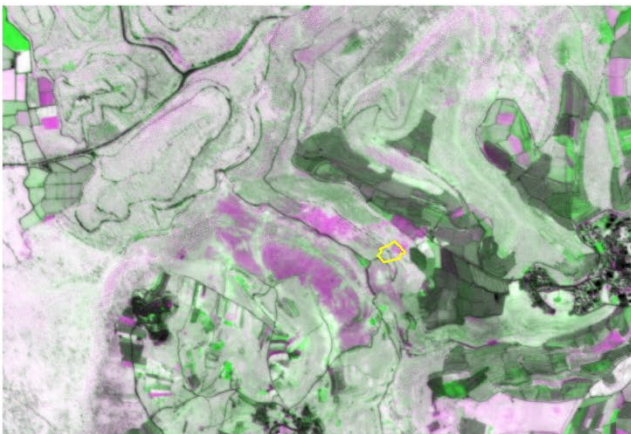
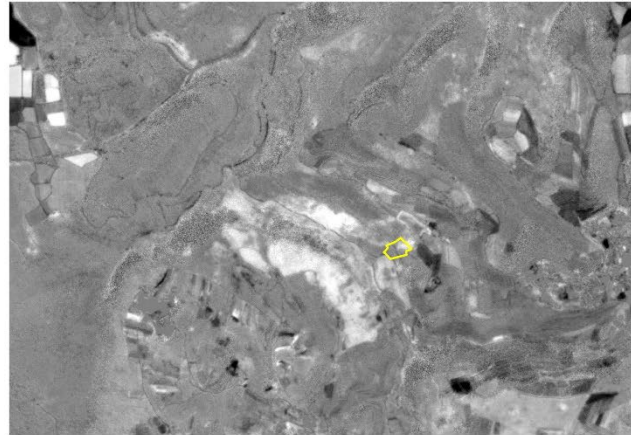
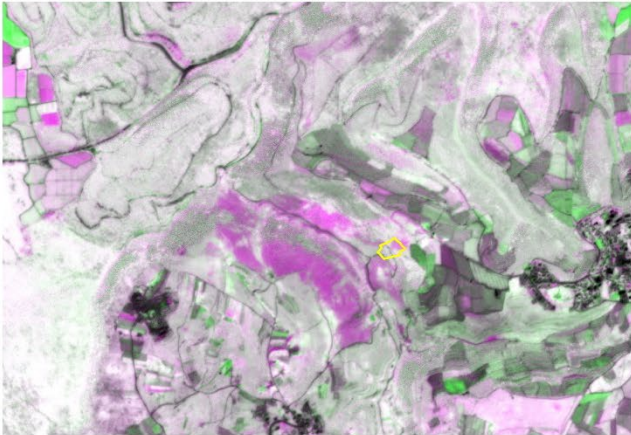


מפת שינויי ביומסה ב8  
ערוצי פלאנט בין ינואר  
2023 לינואר 2024





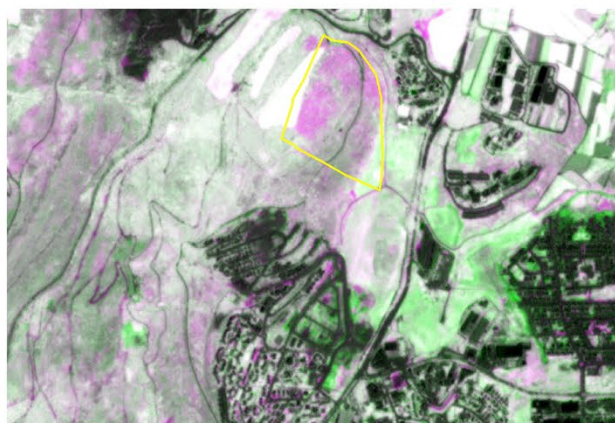
# נפילה טיל ושריפה חוזרת ביער



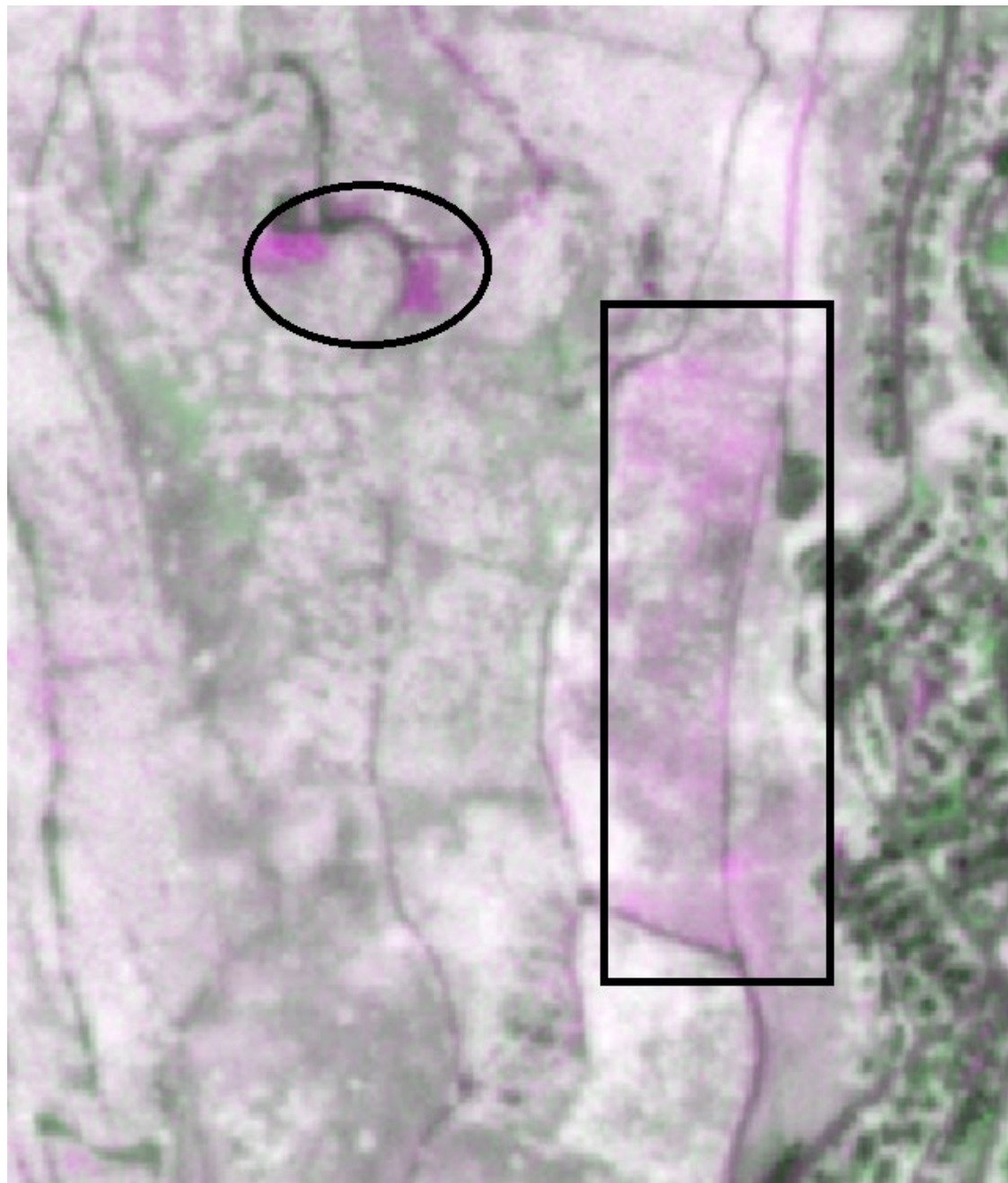
הדמאה 2023  
הדמאה 2024  
מפת שינויי ביומסה ינואר  
הפרשי ביומסה ינואר  
מפת הפרשי ביומסה פברואר  
הפרשי ביומסה פברואר



# שריפת יער

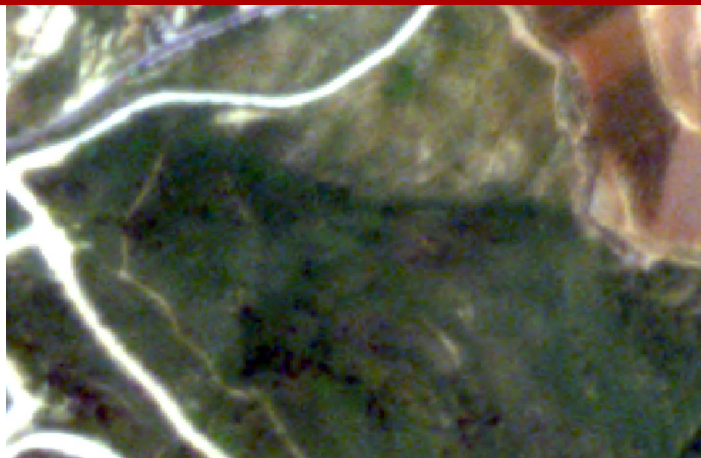


הדמאה 2023  
הדמאה 2024  
מפת שינויי ביומסה ינואר  
הפרשי ביומסה ינואר  
מפת הפרשי ביומסה פברואר  
הפרשי ביומסה פברואר

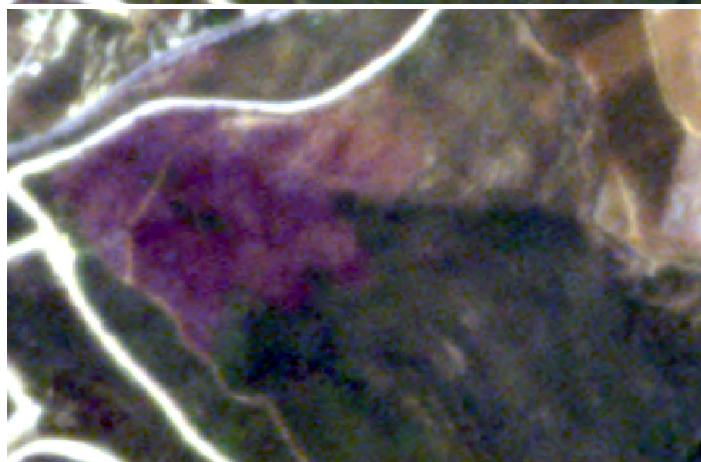


שריפות 10/5/2024  
מול קרית שמונה

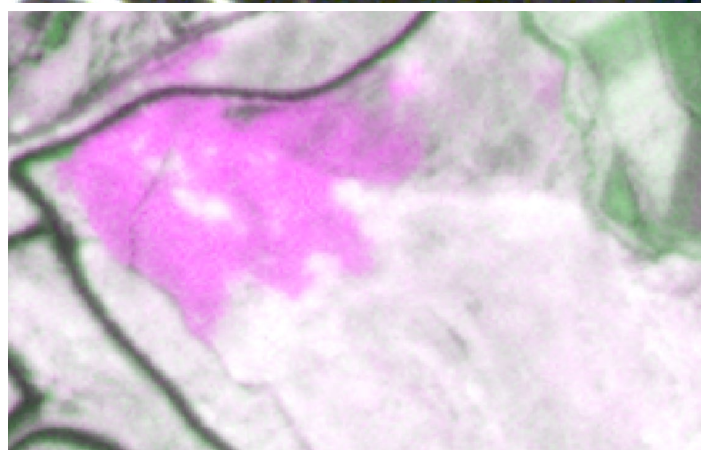




שטח יער בגבול  
עם לבנון 2023



שריפת יער  
בגבול עם לבנון  
2024



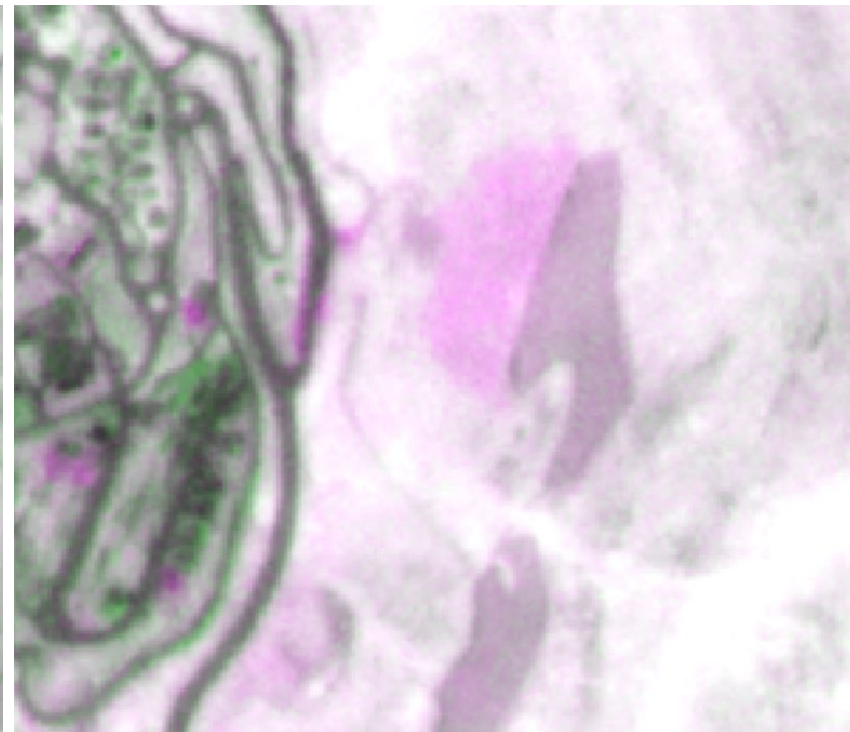
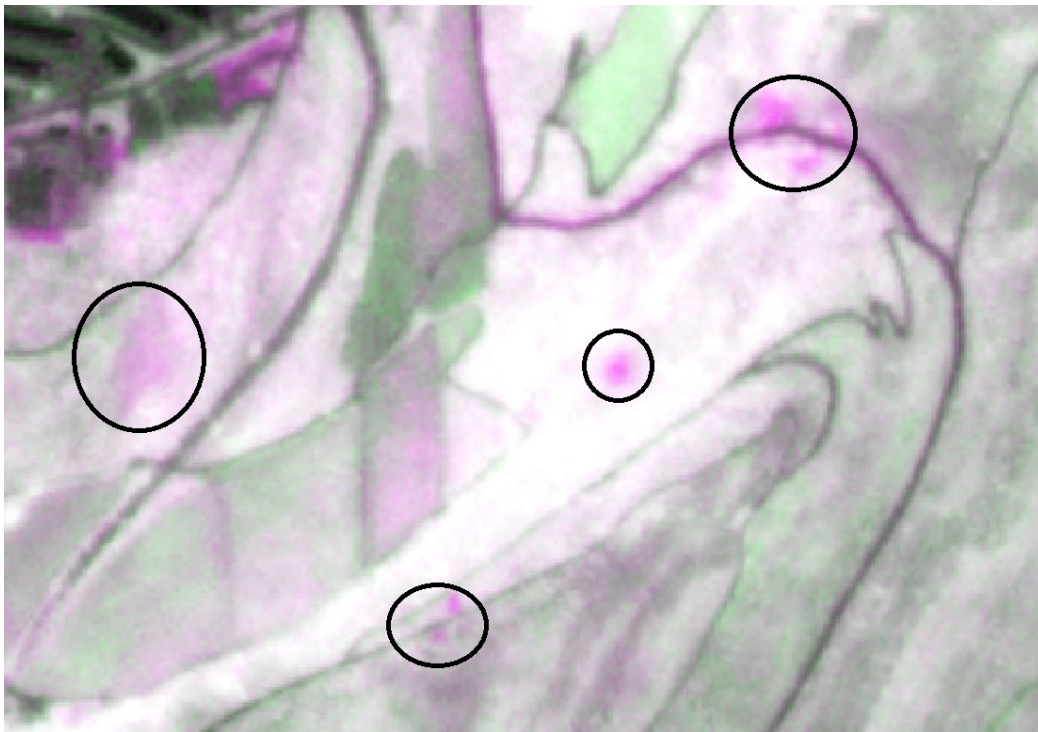
אובדן ביומסה  
בשריפת יער

# שריפה על הגבול

# שינויים תשתיתיים

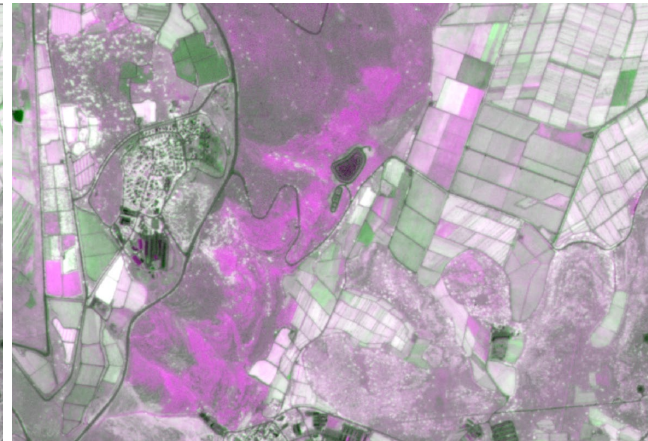
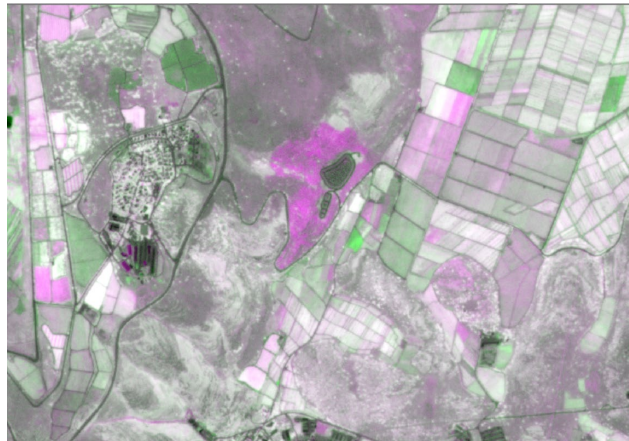
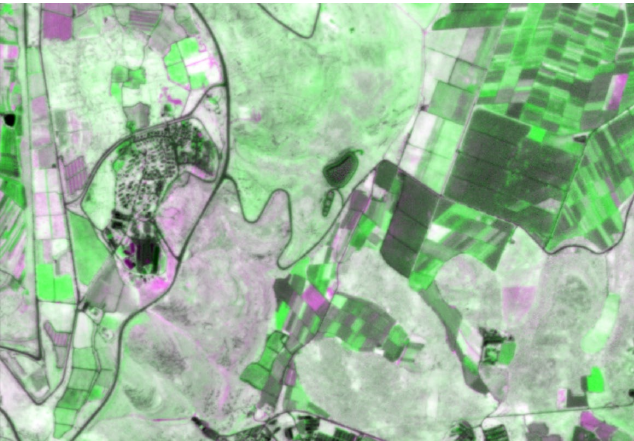
תשתיות נקודתיות

חניונים - קרחות





ואז הגיע 3.6.2024....



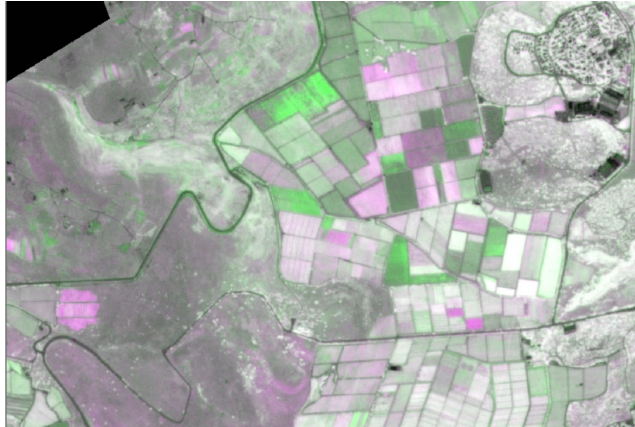
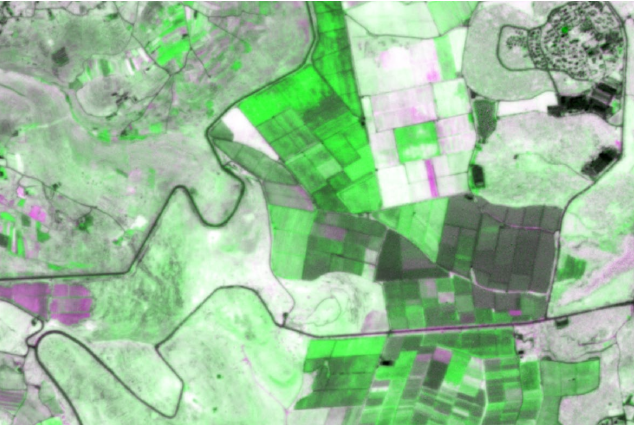
02.2024

05.2024

06.2024



ואז הגיע 3.6.2024....



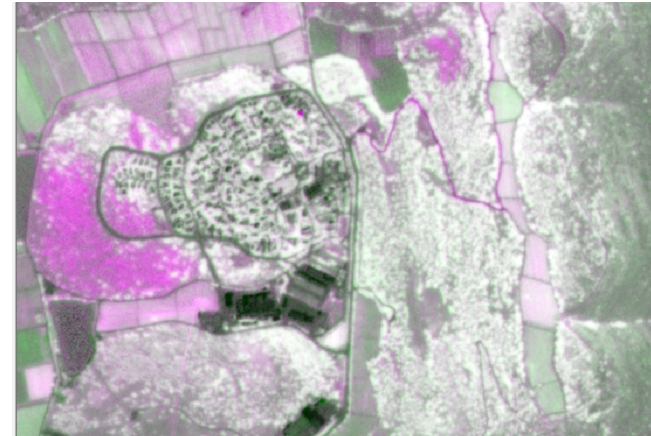
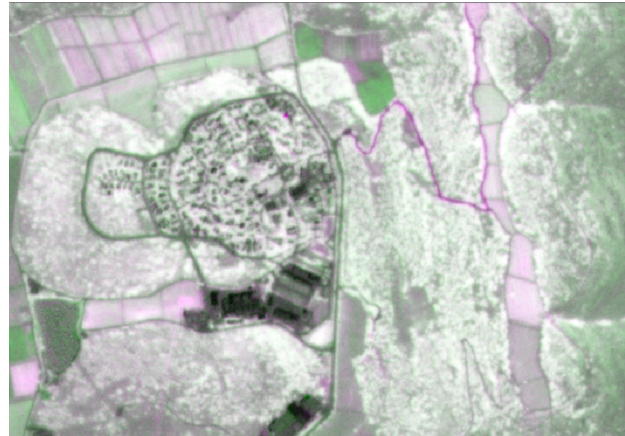
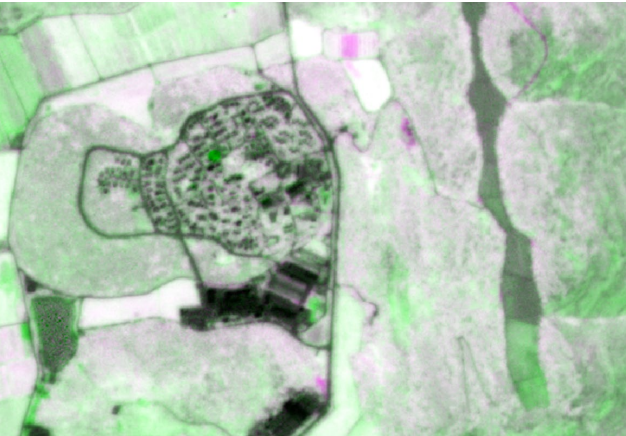
02.2024

05.2024

06.2024



ואז הגיע 3.6.2024....



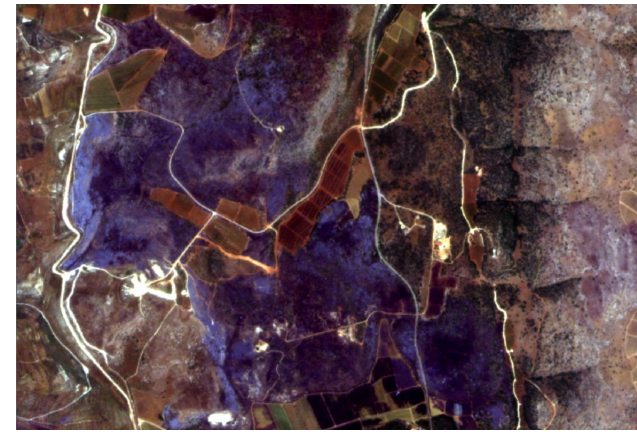
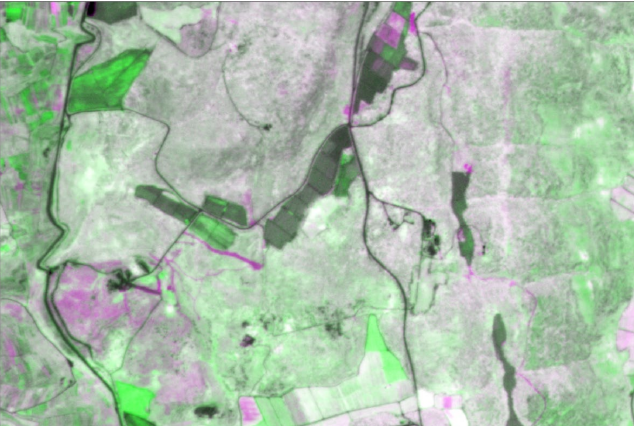
02.2024

05.2024

06.2024



# ואז הגיע 3.6.2024....



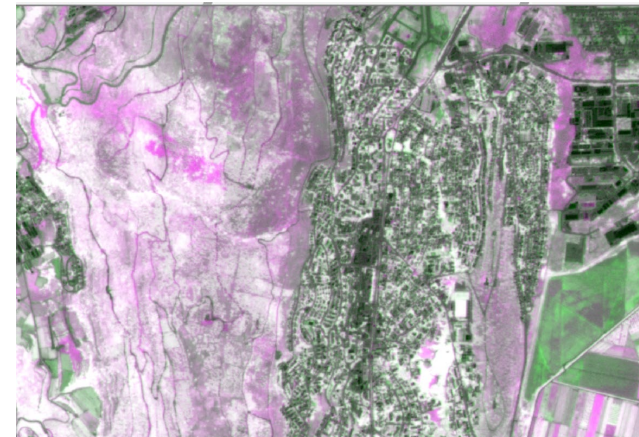
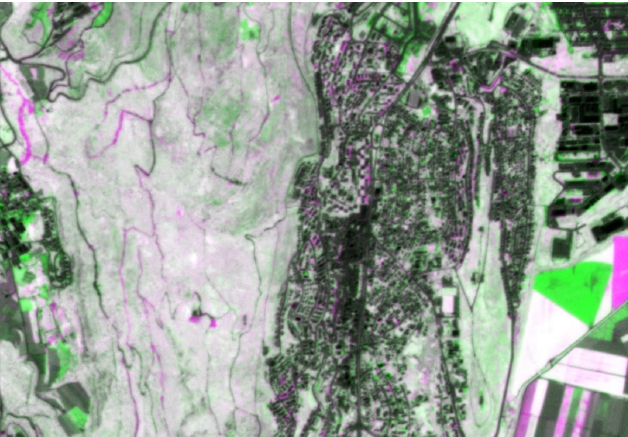
02.2024

05.2024

06.2024



ואז הגיע 3.6.2024....



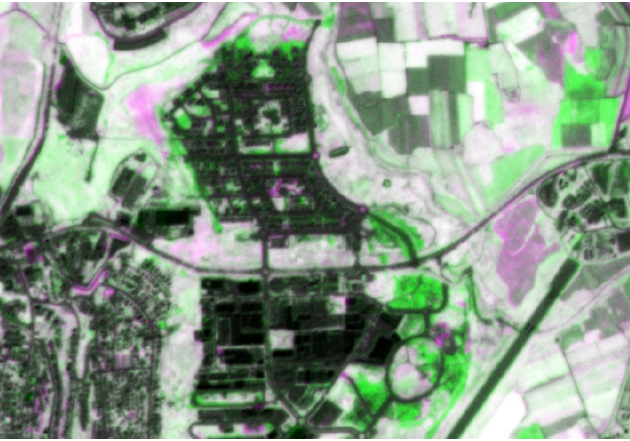
02.2024

05.2024

06.2024



# ואז הגיע 3.6.2024....



02.2024

05.2024

06.2024



בית הספר למדעי הסביבה  
School of Environmental Sciences



הפקולטה למדעי החברה  
ע"ש הרטה ופול עמיר  
The Hertha & Paul Amir  
Faculty of Social Sciences



אוניברסיטת חיפה  
University of Haifa  
جامعة حيفا

# תודה מיוחדת

ד"ר מיכאל ספרינצין

מהנדס יער, אזור נגב מערבי

מרחב דרום, קק"ל

מר מור אשכנזי

ממשק יער להתגוננות מאש ושיקום לאחר שריפות

אגף הייעור, קרן קימת לישראל

ד"ר שני הוהטין-בליץ

רכזת מחקר וקשרי חוץ

אגף הייעור, קרן קימת לישראל

# תודה על ההקשה!

**אנה ברוק**

מעבדה לספקטרוסקופיה וחישה מרחוק

בית הספר למדעי הסביבה

abrook@geo.haifa.ac.il



120 שנה של חזון ועשייה



קרן קימת לישראל  
K K L - J N F