

תכנית חקר כדור"א מהחלל

תעשיידע בשיתוף משרד המדע
והטכנולוגיה וסוכנות החלל
הישראלית
תשע"ח-תשע"ט

תוכן עניינים



נושא	עמוד
אודות התכנית	3
צוות התכנית	4
ונוס נקודת מבט אישית-חיים רוסו	5
פיתוח מצלמת ונוס-ד"ר יואל פיקסלר	7
חקר כדור"א באמצעות צילומי לוויין-טוביה שפרכר, מנחה אקדמי	12
דברי סיכום לתכנית	14
סיורים ופעילויות ייחודיות	18
תקצירי פרויקטי חקר	19
תמונות	30



בנוסף, התלמידים התנסו בעבודות חקר מן הספרות, התנסות בתוכנת MATLAB, איסוף חתימות צבע בשטח בעזרת ציוד מדידה מתקדם, ניתוח חתימות ותמונות צבע מלוויינים, הרצאות פרונטאליות וביקורים בתעשייה ובאקדמיה.

התכנית מתקיימת לאורך שנתיים, במסגרת כיתות י'-יא', בשעות אחה"צ בבתי הספר, באקדמיה ובתעשייה.

התכנית מבוססת על לוי "ונוס" בפיתוח עמותת תעשיידע, בשיתוף עם משרד המדע והטכנולוגיה וסוכנות החלל הישראלית. הלויין הנושא מצלמה ייחודית שוגר בהצלחה באוגוסט 2017.

התכנית הינה הזדמנות ייחודית לתלמידים מצטיינים להכיר את עולם המערכות החלליות ותופעות פיזיקליות, לתרום לשיפור איכות החיים וניצול משאבי כדור הארץ ולהיות חלק מן הקהילה האקדמית טכנולוגית הבינלאומית שמלווה את פרויקט הדגל "ונוס".

במהלך התכנית עסקו התלמידים בנושאים הבאים: לימוד מבנה החלל, מבנה לוויינים, אתגרים בבניית לוויינים, מבנה מצלמות שונות מן החלל, פיזיקה של חישה צבעית- גילוי חתימות צבע אופייניות של מרכיבים שונים על הקרקע ואלגוריתמים לחילוצם מתמונות לוויין.



אחראית מטעם תעשיידע: לימור חשביה

מנהל התכנית: אייל סוזן

מנחה אקדמי: טוביה שפרכר

יועץ לתכנית: חיים רוטו

רכז קבוצה אורט רחובות: ג'רמי טודלנו

רכז קבוצה מקיף י"ב המעיין ראשל"צ: דב רוטו

רכז קבוצה אמי"ת אמיחי: אלון אלהרר

ונוס נקודת מבט אישית



חיים רוסו, יו"ר תעשיידע

האכזבה באל-אופ הייתה רבה כאשר בשיחות בין סוכנויות החלל נקבע כי הלוויין ומערכות ההנעה שלו יפותחו בישראל בעוד המצלמה תפותח בצרפת. תקוות רבות ירדו לטמיון במחי החלטה אחת.

בתחילת שנות האלפיים סיימה תעשיית החלל הישראלית את הפיתוח של שני הדורות הראשונים של לווייני התצפית המודיעיניים. הלוויינים שייטו בחלל וסיפקו מידע איכותי ביותר. היה ברור כי ידרשו כמה שנים עד שיוחלט על פיתוח דור מתקדם יותר של לוויינים ומצלמות. מצב זה איים על התשתית האנושית המעולה שנבנתה בתעשייה במהלך שני העשורים האחרונים. הצמצום החריף באתגרי פיתוח חדשים איים על היכולת לשמר את הצוותים עבור הפיתוחים העתידיים. יוזמת סוכנות החלל הישראלית לשיתוף פעולה עם סוכנות החלל הצרפתית בפיתוח מערכת ונוס התקבלה בברכה רבה על ידי התעשייה. נוצר כאן פתח למאמץ פיתוחי ברמות הגבוהות ביותר. בחברת אל-אופ, בה שמשתי כמנכ"ל באותם שנים, חלה התארגנות מידית ללמוד את דרישות המערכת ומציאת דרכים להתמודד עם האתגר המרכזי בתכנית - פיתוח מצלמה ספקטרלית ייחודית, כמוה לא פותחו עד אז בעולם. ההסכם עם הצרפתים קבע כי מאמץ הפיתוח ומימונו יתחלק בין הצדדים.

ונוס נקודת מבט אישית-המשך



חיים רוסו, יו"ר תעשיידע

במהלך החודשים הבאים החלו הצדדים בגיבוש הפתרונות. סוכנות החלל הצרפתית פנתה אל תעשיות החלל המתקדמות מאד שבצרפת במטרה לבחור את התעשייה שלה הפתרון הטוב ביותר.

חודשים ארוכים של בדיקת ההצעות הובילו למבוי סתום -אף לא הצעה אחת העמידה פתרון העונה לדרישות המערכתיות. בצר לה פנתה סוכנות החלל הצרפתית לאל-אופ לקבלת הצעה. מהר מאד התברר כי הפתרון המתקדם שגובש באל-אופ אכן עומד בדרישות.

בתוך תקופה קצרה נחתם ההסכם בין הצדדים כאשר אל-אופ במימון הצרפתים מתחייבת להשלים הפיתוח בתוך כשלוש שנים. זאת למורת רוחם ומחאתם של התעשיות הצרפתיות שמצאו עצמן מחוץ לתכנית הדו-לאומית.

סיפור הפיתוח הוא ארוך ומרתק שלא כאן המקום לפרטו. התוצאה הסופית הייתה כמובן, פיתוחה של מצלמה ייחודית העומדת בכל דרישות המערכת. המצלמה

כחלק מן הלוויין, שבמקביל הושלם פיתוחו, שוגרה לחלל ומספקת מידע איכותי לחוקרים לביצוע מחקריהם בתחומי משאבי כדור הארץ.

כאן לא תם הסיפור. מכאן מתחיל הסיפור החינוכי. בעמותת תעשיידע, בדחיפה ותמיכה של כמה מנהלים ומהנדסים באל-אופ, הוחלט למנף את ההצלחה הטכנולוגית מדעית של ונוס גם במישור החינוכי. נבנתה וגובשה תכנית ייחודית עבור תלמידים מצטיינים במסגרתה לומדים התלמידים על תכנית ונוס מכל היבטיה :

מדעי החלל, הנדסת חלל, פיזיקת החישה הספקטרלית ויישומיה. הנה כי כן נסגר המעגל. תכנית הנדסית טכנולוגית שאחת ממטרותיה הייתה לשמר תשתית אנושית הפכה לאמצעי חינוכי מרתק ומושך אשר יבנה את דור המהנדסים והחוקרים הבא אשר יפרצו בעתיד לפסגות חדשות.

חיים רוסו

פיתוח מצלמת ונוס



ד"ר יואל פיקסלר, מנהל הפרויקט

הפסים הספקטרלים, שנבחרו בקפידה על ידי המדענים הישראליים והצרפתים, מאפשרים לבדוק ולבחון נושאים חשובים מאוד לחקלאות, ליערות, למאגרי מים ולאיכות הסביבה.

האתגר הגדול, לנו, המהנדסים בחברת אלאופ, היה לפתח מצלמה שתעמוד בדרישות הגבוהות של המדענים שאם לא כן לא ניתן יהיה לבצע את המחקרים שתוכננו.

פרויקט ונוס יצא לדרך כמיזם משותף של סוכנות החלל הישראלית - סל"ה וסוכנות החלל הצרפתית - CNES לביצוע מחקרים חובקי עולם בתחומי המים, החקלאות, ייעור ואיכות הסביבה, כאשר התצלומים יסופקו ללא עלות כתרומה לאנושות ולחברה.

את הלווין בנתה חברת מבת של התעשייה האווירית ואת המצלמה הספקטרלית פיתחה ובנתה חברת אלאופ מקבוצת אלביט. כמו כן נבנה מנוע חדשני להנעת לווינים ע"י רפא"ל לצורך ניסוי טכנולוגי.

הרעיון היה חדשני וייחודי בכך שהלווין אמור להסתובב במסלול קוטבי הליו-סינכרוני, כלומר, מסביב לקטבים (צפוני ודרומי) ומסונכרן עם השמש. משמעות המסלול היא שאחת ליומיים יחלוף הלווין מעל כל נקודה על פני כדור הארץ באותה השעה (של אותה הנקודה) והנקודה תצולם ע"י המצלמה ברזולוציה גבוהה (יחסית למצלמות אחרות ליישומים דומים) וב - 12 פסים ספקטרלים.

הייחודיות ביכולת לצלם שטח מסויים בתדירות גבוהה (אחת ליומיים), באותה השעה וברזולוציה גבוהה היא ביכולת לבצע "מחקר מדייק" על שטחים וחלקות קטנות ועל התפתחויות ושינויים "מהירים" שקורים בשטח.

פיתוח מצלמת ונוס- המשך



ד"ר יואל פיקסלר, מנהל הפרויקט

כמו כן פותחה מערכת ייחודית לשמירה על טמפרטורה יציבה של הטלסקופ בכל תנאי הטמפרטורה בחלל. לאור הדרישות הגבוהות מהפילטרים של כל פס ספקטרי מביחנת הרוחב (כ - 20 ננו-מטר) ומביחנת האיכות (חדות), פנינו לחברה אמריקאית שמפתחת ומייצרת את כל האלמנטים האופטיים לכל תכניות החלל האמריקאיות. חברה זו לא הצליחה לייצר את הפילטרים על פי דרישתנו ורק לאחר כשנה וחצי הם הצליחו לייצר אותם לאחר שאישרנו שינוי בטכנולוגיית הייצור ללא פגיעה בביצועי הפילטרים.

מכיוון שהאתגרים ההנדסיים בפניהם עמדנו היו חדשים לנו כחברה שפיתחה כבר מצלמות חלליות, הצוות שנבחר לפיתוח המצלמה הייחודית נבחר בקפידה ובו היו האנשים הטובים ביותר והיצירתיים ביותר בתחום החלל. מעבר לפיתוח של המצלמה עצמה נאלצנו לפתח מערכי הרכבה וביחנה יחודיים כאשר השיא הטכנולוגי היה בבניית מעבדה רדיומטרית ייחודית בעולם שתאפשר לנו לבדוק ולכייל את המצלמה בתנאי חלל (ואקום) של כל פס ספקטרי במצלמה בדיוקים מוחלטים גבוהים מאוד (2%) על פי דרישת המחקר. מעבדה זו פותחה על ידי המעבדה הלאומית לפיסיקה של אנגליה בהנחייתנו, הובאה והורכבה באלאופ בשיתוף עם המדענים מאנגליה. יכולת כזו נמצאת בשני מקומות בעולם: אנגליה וארצות הברית. מעבדה זו משמשת כיום מעבדה לאומית לכיול מכשירים ספקטריים בישראל. בעזרת מעבדה זו כיילנו את מצלמת ונוס בתנאי חלל, תהליך שנמשך קרוב לשנה.

במצלמה פותחו מספר מכלולים ייחודיים כגון: מישור מוקד דו-מימדי בעל 12 פסים. תהליך הכיוון שלו במהלך ההרכבה היה מסובך ביותר ולצורך כך פותח מערך לכיוון מישור המוקד ב- 6 צירים בשלט רחוק לכיוון בתוך תא הואקום.

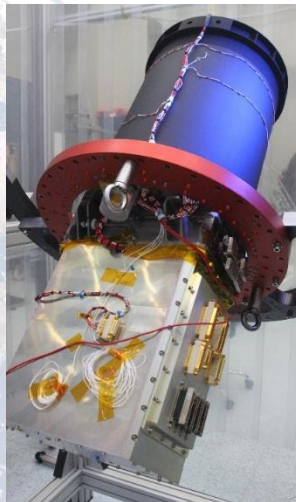
פיתוח מצלמת ונוס- המשך



ד"ר יואל פיקסלר, מנהל הפרויקט



מצלמת ונוס 1



מצלמת ונוס 2

אין ספק שפרויקט זה היה אתגרי ביותר ונדרשו מאמצים גדולים מאוד, הן מדעיים והן טכנולוגים. פיתוח, ייצור, הרכבה, בחינה וכיול של המצלמה, מחתימת החוזה ועד לאספקתה, נמשך 9 שנים. כולנו צפינו בהתרגשות בשיגור של הלוויין לחלל מגינאה הצרפתית בתאריך 2 באוגוסט 2017 בשעה 04:00 לפנות בוקר (לפי התאריך והשעה בישראל) וכניסתו למסלול בדיוק רב. לקח עוד מספר חודשים לבצע את בדיקות וכיולי המערכת (לוויין ומצלמה) במסלול ובחודש יוני 2018 החלה העברת התמונות בצורה סדורה למעל 100 קבוצות מחקר ברחבי העולם לביצוע מחקרים על אתרים ב 130 מדינות, כולל ישראל.

פיתוח מצלמת ונוס-המשך



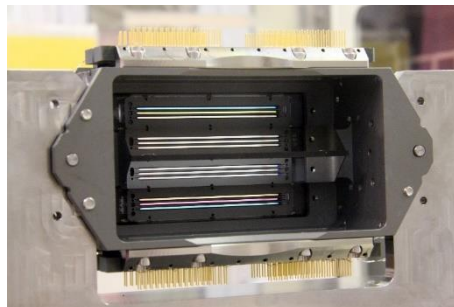
ד"ר יואל פיקסלר, מנהל הפרויקט



חלון עם 3 פילטרים לפני הדבקה לגלאי



גלאי לאחר שהודבק עליו החלון עם 3 פסים ספקטראליים



מישור מוקד עם 12 פסים ספקטראליים

פיתוח מצלמת ונוס-המשך



ד"ר יואל פיקסלר, מנהל הפרויקט



חקר כדור"א באמצעות צילומי לוויין



טוביה שפרכר, מנחה אקדמי

גם נדונות שאלות פרוזאיות יותר, כמו "למה לוויינים לא נופלים חזרה לקרקע אחרי השיגור, ומהם התנאים לכך שנשארים במסלולים סביב לכדור הארץ", "למה לווייני צילום מצלמים בסריקה ולא דו-ממדית כמו המצלמה בטלפון הנייד", ולמה הצמחייה נראית ירוקה כאשר החזר האור העיקרי שלה בתחום האינפרא-אדום", ולמה דווקא משילוב אדום, כחול וירוק מרכיבים תמונה שנראית בצבעים הטבעיים?"

למרות שבטוח לא קל לתלמיד אחרי יום לימודים ארוך, ללמוד שעות נוספות אחר הצהריים, לעקוב בעניו וראש פתוח אחרי הרצאה בנושאים לחלוטין שונים מהחומר הנלמד בשיעורים הרגילים, כמו "הספקטרום האלקטרו-מגנטי", "חתימה ספקטרלית של הקרקע ואיך מודדים אותה", "ומדדי צמחייה לצורך אבחנות שונות בגידולי קרקע". בנוסף, התמודדות עם שפת תכנות MatLab שהיא נכס חיוני לאלה שממשכים ללמוד טכנולוגיה וגמישה והכרחית כדי לתמצת את המידע המבוקש מתוך התמונות הספקטראליות שהלוויין מפיץ.

חקר כדור הארץ מזמין את התלמידים למחשבה ומודעות על כל מה שקורה בקרקע ובמים בכל כדור הארץ. בשלב שכל קבוצת תלמידים מתבקשת להציע מחקר במסגרת פרויקט סופי של הקורס עולות מחשבות כמו "האם אפשר לעקוב אחרי השפעות פיצוץ הכור הגרעיני בצ'רנוביל?", "האם ניתן לראות את ההשפעות של אירועי השריפות הגדולות הקורות ונשנות בקליפורניה שבארה"ב?", או "האם אפשר לעמוד על גודל אסון ההצפות עקב סערת ההוריקן שפגע בניו-אורלינס בארה"ב?" וגם "האם מגרשי הכדורגל של מועדונים מפורסמים בעולם עשויים מדשא אמיתי, או רק מדשא מלאכותי (Astro-Turf)?

למרות שבמהלך קורס של שנתיים לומדים על הטכנולוגיה שמאפשרת ללוויין לצלם באופן שכולל מידע על השאלות האלה, רק כאשר נפגשים עם מגבלות המציאות כמו "מתי בדיוק, ואיפה בדיוק קרה הדבר, והאם אפשר למצוא תמונות מתאימות מלוויינים שונים לפני ואחרי האירוע כדי להבחין בהבדלים (המושג revisit time פתאום מקבל משמעות).

"מה גודל האירוע בקרקע והאם תמונות הלוויין בעלות מספיק רזולוציה אבחנה כדי בכלל לראות את זה?" ונזכרים בהסברים על תכנון אורך המוקד של טלסקופ מצלמת הלוויין על מנת לקבל רזולוציית אבחנה בקרקע בהתאם לגודל תאי הגלאים שבמצלמה.

חקר כדור"א באמצעות צילומי לוויין-המשך



מפי טוביה שפרכר, מנחה אקדמי

ולבסוף חייבים לשתף פעולה ולחלק את העבודה בין התלמידים בקבוצה קטנה, לסדר את המחשבות, ולנסות לנסח באופן ברור מה בדיוק הייתה המטרה של המחקר שערכו, ומה הממצאים והמסקנות, ועוד עם קצת יצירתיות להכין מצגת להציג את עבודתם באופן מובן, ברור ומעניין לאחרים. במסגרת זאת מבקש בהחלט להודות לסוכנות החלל הישראלית ולעמותת תעשיית שאפשרו להשתתף בפרויקט חקר כדור הארץ, ולאנשי הצוות ולרכזים של ישיבת עמית-אמיחי, של ב"ס אורט רחובות ושל תיכון מקיף מעיין בראשל"צ שלקחו על עצמם חלק נכבד מההוראה וכמובן לתלמידים ושאלותיהם כי "מתלמידי השכלתי".

במסגרת העבודה המעבדתית רכשו התלמידים כאמור הכרות ומיומנות בסיסית לעבודה עם תוכנת MatLab ובנוסף איך להוריד תמונות לוויין מתאימות למחקר מהאינטרנט, ולעבד אותם עיבודי תמונות שונות לצורך הצגתם, ולצורך הבלטת התכונות שנחקרות כמו טיב הצמחייה הקרקע או המים. במסגרת סמינר בן יומיים באוניברסיטת בן גוריון המעבדה לחישה מרחוק, קיבלו התלמידים הרצאות מפורטות וגישה למכשירי מדידה אשר מהווים בסיס למדידת חתימות ספקטראלית של קרקע וצמחייה. מחקר שתופס את הדמיון של התלמיד כמו "האם קרינה גרעינית אמורה להשפיע לרעה או דווקא לטובה על הצמיחה שנמצאת באזור שקרה האסון", או "בכמה אחוזים גדלו ערים החשובים בארץ מאז קום המדינה", ודוחף אותם באמצעות האינטרנט לאסוף עוד מידע ופרטים לגבי הנושא שבחר לחקור.



טוביה שפרכר, מנחה אקדמי

במשך 3 השנים האחרונות לימדתי את תכנית חקר כדור"א מהחלל לשתי קבוצות תלמידים ב 3 בתי ספר. אני מסכם 3 שנים של עשייה בהרגשה טובה מאוד: - הייתי מוכרח ללמוד בעצמי נושאים חדשים (בשבילי) ברמה מספיק משכנעת כדי להציג ולהסביר לתלמידים -ראיתי שהתלמידים קלטו יפה מספר רב של נושאי פיסיקה שהם בסיס להבנה של למשל למה לוויין לא נופל, ואיך מצלמה מבחינה בצבעים וכו' - במיוחד תוך כדי ביצוע פרויקט התלמידים נפגשו מצד אחד עם המידע ויכולות הגילוי והחקר שטמון בתמונות לוויין ספקטרליות, ומצד שני במגבלות המציאותיות כמו רזולוציה מוגבלת, תאריכי צילום וזמן בין צילומים של אותו אזור, פסים ספקטרליים קיימים ו/או לא קיימים בלוינים שנים, וקושי למצוא דרך נכונה להצגה והבלטה של נושאי החקר בתמונה (ע"י שיפור תמונה, הצגה בצבעים מלאכותיים או ע"י מפה של מדד צמחייה כמו NDVI

-לא פעם תלמידים הפתיעו אותי בשאלותיהם, וגם בפתרונות וביישומים מקוריים במטלב. יש ואני פשוט נהנתי לראות את התחכומים וההמצאות, ולפעמים את הרעיונות ואיסוף החומר מסביב כדי לעשות מזה פרויקט מחקר. - התלמידים העלו הרבה רעיונות יפים לפרויקטים שלצערי היו מעבר ליכולת (לפעמים שלי ושלהם, לפעמים עקב מגבלות הפיסיקה, למשל גילוי שדות גידול מריחואנה, גילוי מוקשים, גילוי מנהרות, הפיכת טלפון נייד לרדיוספטרומטר ועוד).

לסיכום, נהנתי מהאתגר להשתלט על החומר, מהעמידה לפני תלמידים חכמים, ומהקשר הנחמד שנוצר עם כמה תלמידים. בקיצור: מתלמידי השכלתי!

בתודה לכולם, בברכת קיץ פורה, ולהתראות
טוביה



מפי דב רוסו, רכז מקיף י"ב המעיין

בקרב אנשי החינוך, תחום החלל מוכר כגורם לסקרנות וגירוי מתמיד בקרב בני הנוער. יתרה מכך, אחד מסגולותיו של העיסוק בחינוך לחלל הוא שחבויים בתוכו תחומים מדעיים וטכנולוגים רבים, כך שניתן לקשר אליו בני נוער רבים.

תכנית חקר כדור הארץ, מהווה הזדמנות ייחודית לתלמידים להיות חלק מן הקהילה האקדמית-טכנולוגית הבינלאומית שמלווה את פרויקט הדגל "ונוס" של משרד המדע. באמצעות הרצאות, תהליכים התנסותיים ומשימות חקר, התלמידים מתעמקים ולומדים להכיר את עולם המערכות החלליות באופן כללי, תופעות פיזיקאליות חדשניות העוסקות בתחום של חישה מרחוק, ובאמצעות הכלים אותם רוכשים, שואפים התלמידים לתרום לשיפור איכות החיים וניצול משאבי כדור הארץ. ידע זה מאפשר לתלמידים לקחת חלק פעיל בתהליכי חשיבה המתרחשים בתעשייה, באקדמיה ובמוסדות מחקר אודות שימושים שונים הניתנים לחקר וביצוע מהחלל וכן מערך השיקולים לתכנון ומבנה של מערכות חלליות. צוות התכנית כולל אנשים מובילים מן התעשייה הישראלית בתחומי החלל בכלל ובתחום הצילום המולטי-ספקטראלי בפרט.

במסגרת תכנית "חקר כדור הארץ" נגלתה בפנינו הזכות לחשוף תלמידים לנושא של חישה מרחוק בשילוב עם התנסות בטכנולוגיות חדשניות, שיתוף פעולה עם התעשייה ועם האקדמיה תוך טיפוח קשרים חברתיים בין בני נוער העוסקים ואוהבים את התחום.

ביום רביעי 19.6.2019, התקיים מפגש סיכום של התכנית. במפגש הציגו תלמידי התכנית ובפרט שכבה י"א ממגמת אוויר-חלל במקיף י"ב ראשל"צ את התוצרים בפני מנכ"ל סוכנות החלל, מר אבי בלסברגר ויו"ר עמותת תעשיית מר חיים רוסו, בעבר מנכ"ל אלאופ. תוצרי התלמידים התבססו על ניתוח מעמיק ומדעי של תמונות לווייני חישה מרחוק ועסקו בסוגיות סביבתיות וערכיות.

ממחקרי התלמידים ניתן לקבל הבנה טובה יותר של תופעות על פני כדור הארץ כגון: התפשטות מזיקים, זיהומי מים במאגרים, שרפות יער, זיהום ויובש צמחייה, התפתחות זיהום סביב הרי געש ועוד.

התלמידים בתוכנית התנסו בתוכנות מחשב, אשר מקובלות בשימוש במחקרים אקדמיים ובתעשייה, וזאת בכדי להגיע לתוצרים של עיבוד תמונות מהחלל. במטרה להעצים את התלמידים, ביקרו המשתתפים בפרויקט בתעשיות החלל: בתעשייה האווירית ובאלביט-אלאופ, ובכך חוו את עבודתם וסקרנותם של מהנדסים ופורצי דרך בעלי שם עולמי בתחום החלל.



מפי דב רוסו, רכז מקיף י"ב המעיין

היכרות התלמידים עם נושא של "חישה מרחוק" תוך התנסות בכלים ממשיים ליישום, הובילו את התלמידים לשימוש פרויקט חקר-טכנולוגי הקושר את הסביבה אותם הם מכירים בכדור הארץ על ידי שימוש בלוויני חישה מרחוק. ובחלק מהמקרים אף אוששו את תוצאות המחקר שלהם מהיכרותם את הסביבה ברמה האישית.

"חקר כדור הארץ" הוא דוגמא לפרויקט אשר נערך במקביל בשלושה בתי ספר, הביא לאינטרקציה בין תלמידים מבתי ספר שונים סביב נושא החלל כחוט מקשר, בין אם בהחלפת דעות בקבוצת חברתיות או במפגשים מקצועיים. התמדת התלמידים ללימודי חלל נוספים, תגובות התלמידים אשר חולקים שבחים רבים על התוכנית והתהליכים, הגעה לתוצרי מחקר טכנולוגיים-מדעיים הם העדות לתוכנית פורייה, עשירה ומעצימה את תחום החלל לבני הנוער.

סמינר דו-יומי התקיים באוניברסיטת בן גוריון בנגב, תוך שיתוף פעולה עם פרופ' דן בלובמרג- ראש המעבדה לחישה מרחוק והדמאה פלנטרית, סגן הנשיאה והדיקן למו"פ, וסטודנטים המבצעים מחקרים בנושא. ובכך למדו והכירו התלמידים חשיפה למחקרים אקדמיים וקשר צמוד עם האקדמיה, שבא לידי ביטוי גם בהרצאה של המכון להנדסה חקלאית.

הסמינר באוניברסיטת בן גוריון, כלל בתוכו הרצאות על מחקרים אקדמיים עכשוויים של הלוויין ונוס ומיד לאחר מכן, החלו התלמידים לחשוב על אפליקציות מעניינות למשימת ונוס ולפרויקטי הגמר בתכנית. התלמידים ביצעו מדידות ספקטרליות ע"י ספקטומטר תמונה (בדומה למצלמה הקיימת בלוויין).

בהמשך, עבדו במעבדת המחשבים בהנחיית דוקטורנטים, וביצעו תרגילים ברמה אקדמית בנושא חתימות ספקטרליות ואינדקסים, המבוססים על תוצאות המדידות שביצעו יום לפני כן.



מפי ג'רמי טולדנו, רכז אורט רחובות

לסיום, רציתי להודות לאנשים הבאים:
המורים דב ממקיף י"ב ואלון משיבת אמי"ת עמיחי - בלעדיכם
זה לא היה אותו דבר. הנעמתם לי מאוד.
לטוביה - המוח של התכנית. לא מוותר על אף תלמיד ויודע
להעביר את הידע שלו בצורה ידידותית ומעניינת.
אחרונה חביבה, לימור, תמיד כאן לעזור, תמיד רגועה. היה כיף
לעבוד איתך!

ג'רמי טולדנו.

בשלושת השנים האחרונות ליוויתי תלמידים המשתתפים
בפרויקט ונוס. בתחילת השנה הצטרפתי למחזור ב' של התכנית.
הדבר הראשון שבלט בקבוצה זו הוא הידע התיאורטי הגדול של
התלמידים. במהלך השנה הראשונה לימודיהם בתחום הפיזיקה,
החלל, האופטיקה מצד אחד ורכישת מיומנות במטלאב מצד שני
הביאו את התלמידים לרמה גבוהה ומוכנות לשנה השנייה
למחקר.

פגשתי בקבוצת תלמידים שהעריכה מאוד את התכנית שהיא
קיבלה ולא ראו בכך דבר המובן מאליו. כמה תלמידי י"א בארץ
זוכים מדי שבוע ללמוד מטובי המהנדסים בתחום החלל?
כמה תלמידים בארץ לומדים להשתמש במטלאב, התכנה
החשובה ביותר בעולם ההנדסה?

כמה תלמידים נחשפים לעולם האקדמי והמחקר, משתתפים
בסמינר באוניברסיטת בן גוריון, בהרצאות במכון ויצמן, במכון
הוולקני, בתעשייה האווירית, באלאופ?

בקבוצה שאני ליוויתי זכיתי לתלמידים מבריקים במיוחד.
תלמידים אלה פעם אחר פעם הדהימו את מי שפגש אותם וראה
כמה ידע, יצירתיות ודרך ארץ יש להם. במידה רבה הם הביאו
כבוד לבית הספר.

סילבוס התכנית



מס' מפגש	נושא המפגש	תחומי תוכן מרכזיים	מקום
1	כנס פתיחה במבת חלל	הצגת התכנית והצגת תעשיית החלל בישראל	מבת חלל
2	פגישת הערכות צוות פדגוגי		משרדי תעשיידע
3	סקר חקר החלל	סקירה היסטורית, כל בית ספר בנפרד	בתי הספר
4	planet orbits - מבוא לחקר החלל והאסטרונמיה	מבוא לחקר החלל והאסטרונמיה	מכון ויצמן
5	לווינים ומסלולים	הכרות עם מסלולים, תפוקות ויישומים מהחלל	הרצאה משותפת לבתי הספר
6	עקרונות חישה מרחוק	עקרונות חישה הדמאיתית וספקטראלית מהחלל ותחילת עבודה בתכנת המטלב	בתי הספר
7	בנית סקריפט במטלב	בניית סקריפט לחישוב מהירות סריקה 1	בתי הספר
8	סקר ספרות	מבוא לחישה מרחוק	בתי הספר
9	לוויין צילום	מסלול קוטבי ללוין צילום, איזון כח משיכה / כח צנטריפוגלי, מהירות סריקה, צילום בסריקה באמצעות פס סורק, מבנה לוין צילום, מצלמה ללוין וונוס, טלסקופ חללי, מישור מוקד וגלאים למצלמת וונוס	בתי הספר
10	כנס החלל הבינלאומי	הרצאות תוכן במסגרת הכנס	אוניברסיטת תל אביב
11	הרצאת אסטרונאוט	הרצאה ע"י האסטרונאוט זאן ז'ק פבייה	מקיף י"ב המעיין

סילבוס התכנית



מס' מפגש	נושא המפגש	תחומי תוכן מרכזיים	מקום
12	עקרונות חישה מרחוק-המשך	עקרונות חישה הדמאיתית וספקטראלית מהחלל	בתי הספר
13	בניית סקריפט במטלב	סקריפט מהירות סריקה 2	בתי הספר
14	בניית סקריפט במטלב	סקריפט מהירות סריקה 3	בתי הספר
15	בניית סקריפט במטלב	סקריפט כדור מכדרר 1	בתי הספר
16	מבוא לעיבוד תמונה	הכרת ישומים מובילים בתחום החישה הרחוק	בתי הספר
17	סיור לאלאופ	צילום מהחלל	משותף לבתי הספר
18	צילום מהחלל והלוויין ונוס	צילום בסריקה, כיסוי כדור הארץ, הקדמה לאופטיקה, החזר אור / שבירת אור, ארוך מוקד, טלסקופ מראות של מצלמת ונוס	בתי הספר
19	בנית סקריפט במטלב	בניית סקריפט לחישובי כדור מכדרר (2) + גרף נקודות מיקום/מהירות/שיני מסור	בתי הספר
20	מוליכים, אורכי גל, חתימות ספקטראליות	מוליכים למחצא, דיודת פוטון, גלאי דו-מימדי / גלאי שורה, ראית צבעים ע"י עין אנוש, ספקטרום EM ואורכי גל, צבעי אור / פירוק וחיבור, אורכי גל בספקטרום אור השמש, חתימות ספקטראליות של צמחיה, קרקע ומים	בתי הספר
21	בנית סקריפט במטלב	בניית סקריפט לחישובי כדור מכדרר (3) + גרף רצוב מיקום/מהירות + בניית סקריפט לחישובי כדור מכדרר (4) +אנימציה זמן אמת /תוספת GUI פשוט	בתי הספר

סילבוס התכנית



מס' מפגש	נושא המפגש	תחומי תוכן מרכזיים	מקום
22	ראיית צבעים, ספקטרום קרינה, מצלמה ספקטרלית	ראיית צבעים ע"י עין אנוש, ספקטרום קרינה של השמש, אופי ספקטרלי של אור מוחזר, גלאי פוטו, ראית צבעים ע"י מצלמה צבעונית, מסננים ספקטרליים, ראית צבעים ע"י מצלמה ספקטרלית, פסים ספקטרליים במצלמה, תוצרים של מצלמה ספקטרלית חללית	בתי הספר
23	הרצאה החלל ובכלל	למידה על החלל והיקום המקיף אותנו	משותף לבתי הספר
24	צילום בסריקה, מבנה תמונה ותצוגת תמונה במטלב	כיסוי כדור הארץ, צילום בסריקה באמצעות פס סורק, חזרה על פיסיקת מצלמה, חזרה על צבעי אור, שחזור צבעים בתמונה צבעונית, שחזור צבעים בתמונות מפסים ספקטרליים, מבנה תמונה ותצוגת תמונה במטלב, הורדה באינטרנט של תמונות לוויין	בתי הספר
25	הורדת תמונות לוויין ועיבוד במטלב	קריאה ותצוגת תמונת לוויין (2)/פסים ספקטרליים / PAN, RGB	בתי הספר
26	גלאים ומסננים ספקטרליים, צבעים מלאכותיים ומשמעותם	גלאים/מסננים ספקטרליים, פסים ספקטרליים בלוינים שונים, שחזור צבע בצבעים טבעיים, שחזור צבע בצבעים מלאכותיים, משמעות הצבעים המלאכותיים	בתי הספר
27	אירוע סיום מחזור א' של תכנית חקר כדור"א	השתתפות בארוע סיום מחזור ראשון, פגישה עם ראש cnes	מקיף י"ב המעיין
28	מפגש פתיחת שנה	מפגש פתיחה לכל בית ספר+חזרה על החומר שנלמד בשנה שעברה	בתי הספר
29	חזרה על חומר משנה שעברה	חזרה על החומר שנלמד בשנה שעברה-המשך	בתי הספר

סילבוס התכנית



מס' מפגש	נושא המפגש	תחומי תוכן מרכזיים	מקום
30	מפגש פתיחה לשלוש הקבוצות+ הרצאת מומחה	הרצאת פתיחה- הסבר על תוכנית שנתית ויעדים וחזרה על עיקרי השנה הקודמתבראשי פרקים+ הרצאה של אילן פורת מאלאופ על החלל והתפתחות התחום	משותף לבתי הספר
31	הורדת תמונות לוויין ועיבוד במטלב	קריאה ותצוגת תמונות לוויין (3)/ פסים ספקטריים / RGB, PAN, יישום בחירת AOI	בתי הספר
32	הורדת תמונות לוויין ועיבוד במטלב+ חזרה על מושגים שנלמדו בתחום	הורדת תמונות לוין ספקטרליות, חזרה: מבנה תמונה במטלב, שחזור תמונה בצבעים טבעיים או מלאכותיים, שיפור תמונה ע"י מיתחת קונטרסט, שיפור תמונה ע"י מתיחה בעזרת היסטוגרמה, הגדרת וגזרה של אזור עניין, (AOI) שיפור תמונה ע"י חידוד	בתי הספר
33	הורדת תמונות לוויין ועיבוד במטלב	בחירת איזור עניין (AOI) בתמונה, בחירת אותו איזור בכל הפסים הספקטראליים	בתי הספר
34	החזר אור, חתימות ספקטראליות ומדדים	תכונות החזר אור השמש, חתימות ספקטרליות של צמחיה, קרקע ומים, יחס NIR ל RED בהחזר מצמחיה, שיפוע אדום RED EDGE בהחזר מצמחיה, שחזור תמונה מפסים ספקטריים בצבע טבעי, שחזור תמונה מפסים ספקטריים בצבעים מלאכותיים, משמעות הצבעים, הגדרת מד- צמחיה NDVI, הצגת מפת NDVI במטלב	בתי הספר
35	היבטים של שיפור תמונה	שיפור תמונה - מיתחת קומטרסט, חידוד תמונה	בתי הספר
36	סקריפט עיקרי וסקריפט משני במטלב+ חזרה על פקודות שנלמדו במטלב	מבנה סקריפט עיקרי "main", מבנה סקריפט משני "subroutine" חזרה על פקודות מטלב שלמדנו, תהליך יצירת מפת NDVI/ הגדרת צבעים בהתאם לערך, קריאת נתוני חתימה ספקטרלית מתוך קובץ אקסל	בתי הספר

סילבוס התכנית



מס' מפגש	נושא המפגש	תחומי תוכן מרכזיים	מקום
37	מדד NDVI	חישוב NDVI, הצגת מפת NDVI, בחירת צבעים למפת NDVI	בתי הספר
38	עבודה עצמאית בקבוצות חקר	תכנון עצמאי: הגדרת תכונת קרקע לחיפוש באמצעות תמונות וונוס ע"י מדד(ים) צמחיה/ספקטראלי(ים) לפרויקט עצמאי	בתי הספר
39	הצעות לפרויקטי החקר	כל בית ספר מציג את ההצעות לפרויקטים הקבוצתיים	משותף לבתי הספר
40	חלוקה לקבוצות עבודה וכתובת סקריפטים	חלוקה לקבוצות עבודה: 1. כתיבת סקריפט/פונקציה להכנת תמונת לוויין לעיבוד כולל בחירת איזור עניין משותף לכל הפסים הספקטראליים הנדרשים. 2. כתיבת סקריפט/פונקציה לשיפור תמונה כנדרש. 3. כתיבת סקריפט/פונקציה לאלגוריתמים למדד צמחיה/ספקטראלי. 4. כתיבת סקריפט להצגת תוצאות: גרפים של ניתוחים, תמונות בצבעים מלאכותיים. 5. סקריפט המאחד או קורא לכל שאר הסקריפטים ומצרף את הכל לריצה אחד. 6. הגדרה והכנה של קבצי משתנים/מערכים/תמונות input שכל קבוצה צריכה לצורך בדיקת הרצה עצמית.	בתי הספר
41	כתיבת סקריפטים / פונקציות הנדרשים	המשך	בתי הספר
42	שבוע החלל-הרצאת אסטרונוט	הרצאה ע"י האסטרונוט סקוט קאלי	אוניברסיטת תל אביב
43	כתיבת סקריפטים / פונקציות הנדרשים	המשך	בתי הספר

סילבוס התכנית



מס' מפגש	נושא המפגש	תחומי תוכן מרכזיים	מקום
44	סמינר בן יומיים במעבדה לחישה מרחוק (כולל לינה)	פעילות בסבבים לפי חתימה ספקטראלית של צומח, חתימה ספקטראלית של חולות, חתימה ספקטראלית של מים (לאחר קבלת רקע תיאורטי ועקרונות מדעיים)	אוניברסיטת בן גוריון המעבדה לחישה מרחוק
45		התנסות מעשית של התלמידים בציודי מחקר בצורה חזיתית: G.P.S ואיסוף נצ. קרקעיים, חישנים ספקטראליים- מולטי והיפר איסוף נתונים, עיבוד והצגה, חישנים טרמיים-מצלמה ותרמומטרים	
46		מושגי יסוד בעיבוד הדמאות לוין-ארבעת הרזולוציות- הרצאה משולבת המחשה ותרגיל בצוותים על הדמאות ונוס	
47		עיבוד הנתונים שנאספו ביום הקודם בכיתת מחשבים עם תוכנות עיבוד תמונה. שימוש בתכנת SPECTOOL להצגת חתימות ספקטראליות	
48		עיבוד תמונות לוויין ונוס והשוואה לחתימות הספקטראליות שנאספו	
49		הכנת הדו"ח/מצגת סיכום בליווי מנחה אקמי לכל צוות	
50		הצגת הדו"ח המסכם ע"י הקבוצות	
51	כתיבת סקריפטים/ פונקציות הנדרשים	המשך	בתי הספר
52	החללית בראשית	הרצאה על החללית בראשית, המשימה, ניתוחי מסלול ויעדים	בתי הספר
53	כתיבת סקריפטים/ פונקציות הנדרשים	המשך	בתי הספר

סילבוס התכנית



מס' מפגש	נושא המפגש	תחומי תוכן מרכזיים	מקום
54	כתיבת סקריפטים/ פונקציות הנדרשים	המשך	בתי הספר
55	בדיקת הסקריפטים	בדיקת הרצה של כל סקריפט/פונקציה בפני עצמה בהרצה עצמית בעזרת משתנים/מערכים ו/או תמונות input/output להגדרת הממשקים בין הסקריפטים/פונקציות	בתי הספר
56	בדיקת הסקריפטים	בדיקת הרצה של כל סקריפט/פונקציה בפני עצמה בהרצה עצמית בעזרת משתנים/מערכים ו/או תמונות input/output להגדרת הממשקים בין הסקריפטים/פונקציות	בתי הספר
57	הצגה ע"י התלמידים	הצגה ע"י התלמידים: כל קבוצה מציגה ומריצה את הסקריפט/פונקציה המפותח ע"י הקבוצה בפני עצמה עם input/output מתאימים. בדיקת ממשקים בין הסקריפטים/פונקציות, תיקונים אם נדרש. הצגה ע"י התלמידים: כל קבוצה מציגה ומריצה את הסקריפט/פונקציה המפותח ע"י הקבוצה בפני עצמה עם input/output מתאימים. בדיקת ממשקים בין הסקריפטים/פונקציות, תיקונים אם נדרש.	בתי הספר
58	בדיקת ממשקים	בדיקת ממשקים: א. ניסיון הרצה של סקריפט 1 עם סקריפט/פונקציה 2. תיקונים אם נדרש. ב. ניסיון הרצה של סקריפט 2 עם סקריפט 3. תיקונים עם נדרש, וכן הלאה.	בתי הספר
59	בדיקת הרצה כתכנית מאוחדת	בדיקת הרצה כתוכנית מאוחדת: בשימוש כל הסקריפטים. בדיקת ריצה ומעבר בין הסקריפטים באופן חלק. בדיקת משתנים אשר נשארים בזיכרון, מחיקת המיותר. בדיקת זמן הריצה. בדיקת output של כל המידע הנדרש על פי התכנון המקורי. כל קבוצה מקבלת משימת מקצה שיפורים	בתי הספר

סילבוס התכנית



מס' מפגש	נושא המפגש	תחומי תוכן מרכזיים	מקום
60	בדיקת תוצר	בדיקת תוצר: בדיקת תוצאות מבחינת זיהוי תכונות קרקע הנדרשים לגילוי, שימוש במידע הספקטראלית הרלוונטית מול חתימות קרקע, שימוש נכון בשיפור תמונה וצבעים מלאכותיים ע"מ להבליט את התוצר הנדרש	בתי הספר
61	בדיקת הסקריפטים	בדיקת הרצה כתוכנית מאוחדת: בשימוש כל הסקריפטים. בדיקת ריצה ומעבר בין הסקריפטים באופן חלק. בדיקת משתנים אשר נשארים בזיכרון, מחיקת המיותר. בדיקת זמן הריצה. בדיקת output של כל המידע הנדרש על פי התכנון המקורי. כל קבוצה מקבלת משימת מקצה שיפורים	בתי הספר
62	עבודה בקבוצות- הכנת מצגת וכתובת דוח סיכום	חלוקה לקבוצות עבודה להכנת מצגת וכתובת דו"ח סיכום: לגבי המצגת: מספר שקפים, חלוקה לנושאים, הגדרת התוצאות העיקריות להצגה. לגבי הדו"ח: הגדרת תוכן פרקים/נושאים, הגדרת גרפים, הגדרת תמונות, הגדרת הסברים	בתי הספר
63	עבודה בקבוצות- הכנת מצגת וכתובת דוח סיכום	חלוקה לקבוצות עבודה להכנת מצגת וכתובת דו"ח סיכום: לגבי המצגת: מספר שקפים, חלוקה לנושאים, הגדרת התוצאות העיקריות להצגה. לגבי הדו"ח: הגדרת תוכן פרקים/נושאים, הגדרת גרפים, הגדרת תמונות, הגדרת הסברים	בתי הספר
64	אירוע שיא בית ספרי	הצגת עבודות החקר לחברי הקבוצה	בתי הספר
65	הכנה לאירוע סיום	הכנה לפרזנטציות והידוק מסרים	בתי הספר
66	אירוע סיום- תצוגת תוצרים וסיכום התכנית	פרזנטציות תלמידים, חלוקת תעודות למשתתפים וסיכום התכנית	מקיף י"ב
67	ישיבת צוות מסכמת לתכנית	דברי סיכום, פידבק, נקודות לשימור ושיפור(צות, בתי הספר המשתתפים)	משרדי תעשיידע

סיורים ופעילויות ייחודיות



נושא המפגש	מקום המפגש
כנס פתיחה + חשיפה לתעשיית החלל בישראל	מבת חלל
כנס החלל הבינלאומי+ הסבר על תכניות חלל עתידיות	אוניברסיטת תל אביב
שבוע החלל-הרצאת אסטרונאוט	מקיף י"ב המעיין ראשל"צ
סיור בתעשייה	אלאופ
הרצאת נשים בחלל	מקיף י"ב המעיין ראשל"צ
השתתפות באירוע הסיום של מחזור א' בנוכחות ראש CNES	מקיף י"ב המעיין ראשל"צ
מפגש פתיחה משותף+ הרצאה של אילן פורת מאלאופ	מקיף י"ב המעיין ראשל"צ
שבוע החלל- הרצאת אסטרונאוט	אוניברסיטת תל אביב
סמינר חישה מרחוק	מעבדה לחישה מרחוק, אוניברסיטת בן גוריון
אירוע שיא בית ספרי	כל ביה"ס בנפרד
אירוע סיום התכנית ופרזנטציות תלמידים בנוכחות נציגים מאלאופ וסוכנות החלל הישראלית	בית אלאופ

תקצירי פרויקטי חקר - אורט רחובות



שריפת הכרמל: הפרשי קצב גדילה בין צפון לדרום- אריק גולדשטיין, נרי ניגברג

מטרת הפרויקט

השפעת המיקום (צפון-דרום) על חזרת הצמחייה לאחר שריפת הכרמל מבחינת קצב ומהירות הגידול.

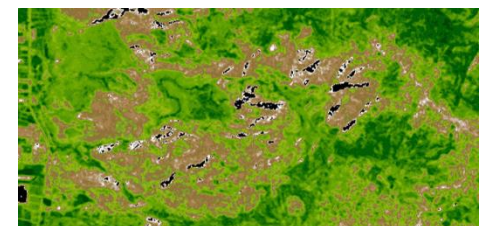
רקע לפרויקט

בשנת 2010 בין 5-2 בדצמבר התרחשה שריפת יער נרחבת בשטח הכרמל. השריפה גבתה את חייהם של 44 בני אדם וגרמה לפינוי של כ-17,000 אנשים מבתיהם.

האסון בכרמל נחשב לשריפה הגדולה ביותר בתולדות מדינת ישראל. לאחר כיבוי השריפה תוך מאמצים לצמצם הנזקים לצמחייה בשטח, היער באזור שוב בשלבי שיקום והתאוששות הצמחייה, ונראו שינויים גדולים ברמות הצמחייה באזור.



הכרמל חודשיים לפני השריפה



הכרמל חודש לאחר השריפה

תיאור הפרויקט

כדי למצוא את הבדלי התאוששות הצמחייה ביער הכרמל הורדנו תמונות לוויין מלווייני לאנדסט, וכתבנו קוד בשפת מטלב שבדק את רמות ה-NDVI באזור. NDVI הוא מדד שמראה בדיוק רב את בריאות הצמחייה באזור. לאחר בדיקת תמונות לוויין מהאזור בכמה נקודות זמן קיבלנו את ערכי ה-NDVI באזור שבעזרתם השווינו בין החלק הצפוני לחלק הדרומי של היער.

סיכום הפרויקט

מן ערכי ה-NDVI שהתקבלו מבדיקת התמונות בכמה נקודות זמן לאחר השריפה נראה שיש הבדל ברמות הצמחייה בין החלק הצפוני לדרומי של יער הכרמל, אך משום שיש אזור מיושב בחלק הדרומי של היער יכול להיות שהערכים הושפעו מכך. יתר על כן, נראה שהחלק הצפוני הושפע מהשריפה יותר מהחלק הדרומי בעקבות מקום התחלת השריפה. בנוסף, הפרשי הזמנים בין התמונות שבהן השתמשנו הוא יחסית גדול, כך שאם היו תמונות עם מרווח זמן קטן יותר היה ניתן לראות את ההבדלים באופן יותר ברור. למחקרים עתידיים היינו רוצים לבחון תמונות עם מרווחי זמן קצרים יותר ולבדוק יותר שטחי יער על מנת לראות האם יש הבדלים משמעותיים של התאוששות הצמחייה בין אזורים שונים ביערות הכרמל.

תקצירי פרויקטי חקר - אורט רחובות



בדיקת מדבור בדרום הארץ - מתנאל גורדון, מאור גורדון

מטרת הפרויקט:

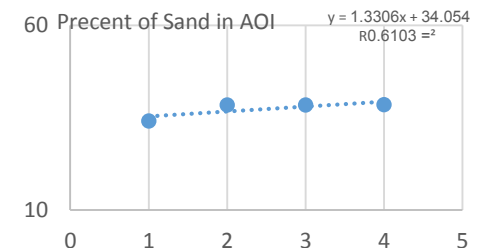
מטרת הפרויקט היא לבדוק את קיומו של תהליך המדבור בדרום הארץ.

רקע לפרויקט:

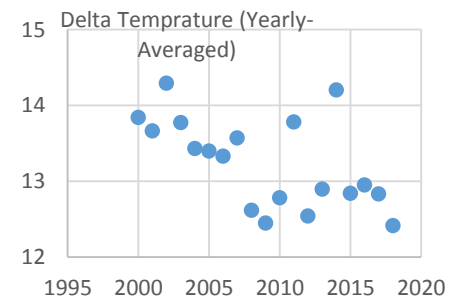
מדבור הינו תהליך בו אזור יבש יחסית הופך להיות צחיח לחלוטין. בתהליך זה אזור עירוני שהוקם באזור מדברי חוזר להיות אזור מדברי. כיום, כ-40% משטחי היבשה בכדור הארץ הם מדבריים, ובהם חיים כ-2 מיליארד אנשים. לתהליך המדבור מאפיינים ברורים:

1. הפרשי טמפרטורה
2. נסיגה של החול המדברי אל האזורים העירוניים
3. ירידה בלחות

ניתן לראות שכמות הקרקע החולית בשטח רק הלכה וגברה (במגמת עלייה) וזוהי הוכחה לכך שקו המדבור מתקדם צפונה. הצלחנו להוכיח ב-93% את קצב התקדמות קו המדבור.



הפרשי הטמפרטורות המקסימלי והמינימלי (לרוב מיוחס לטמפרטורות ביום ובלילה) לא נמצאות במגמה ברורה בשני העשורים האחרונים. על כן, מאפיין מדברי זה אינו מתקיים.



תיאור הפרויקט:

ראשית, צריך למצוא את קו המדבור. הוא נראה ברור לעין המזוינת על מפת ארץ ישראל שכן המאפיין הייחודי שלו הוא הניגודיות היחסית הגבוהה בצפיפות האוכלוסייה. נבדוק את התקיימות המאפיינים **לאורך זמן**, בכמה דרכים: בדיקת תזוזת קו המדבור באמצעות תמונות לוויין מלוויין סנטינל 2 בדיקת הטמפרטורה המקסימלית הממוצעת, הלחות, והפרשי הטמפרטורה באמצעות השירות המטאורולוגי של אוניברסיטת בן גוריון (משנת 2000 עד 2018 קיבלנו מהמאגר 48,139 מדידות לאורך אותה תקופה).

סיכום הפרויקט:

לא ניתן לראות בתוצאות חד משמעיות לגבי תופעת המדבור בבאר שבע. הסיבה לכך היא שמדינת ישראל משקיעה רבות במיגור תופעת המדבור: המצאת הטפטפות, טיהור מי שפכים, ושימוש בטכנולוגיות חדישות מאפשרות את הגדילה של צמחייה באזורים שמועמדים להיות מדבריים.



תקצירי פרויקטי חקר - אורט רחובות



השפעת התפרצות הסכר ברומדינו בברזיל: דוד ודניאל צ'ורנופיסקי

סיכום הפרויקט:

מהתמונות אפשר לראות בברור כי ישנה השפעה ניכרת על הצמחייה באזור לאחר זמן ניכר מהתפרצות הסכר. אנחנו מסיקים שזאת כנראה בעקבות נטישה של האזור וכמות גדולה של מים. לעומת זאת, לאחר זמן קצר מהתפרצות אפשר לראות שיפור מזערי באיכות הצמחייה. מכאן אנו מסיקים שזאת מכיוון שבאזור הייתה מעט הזנחה ואפשר להסביר זאת בעקבות שבייתה שהייתה בתקופה.

תמונה של הסכר מספר ימים לפני ההתפרצות



תמונה של הסכר מספר ימים לאחר ההתפרצות



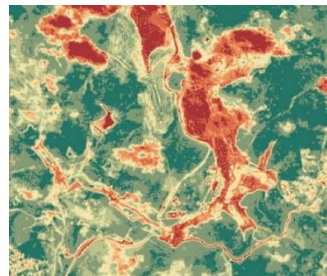
מטרת הפרויקט:

מטרת הפרויקט שלנו הייתה למצוא את השפעת התפרצות הסכר ברומדינו בברזיל על הצמחייה באזור.

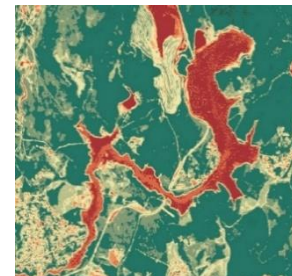
רקע לפרויקט:

סכר ברומדינו, מינס גראיס, ברזיל קרס ב-25 לינואר 2019, כאשר סכר משאבים במכרה הברזל קורגו דו פאיג'או 9 קילומטרים מסכר ברומדינו, נכשל בפתאומיות. הסכר שחרר מפולת בוך שעבר על בתים באזורים מחוץ לעיר, 186 אנשים נהרגו, 122 נחשבים כנעלמים, ו-182 ניצלו בחיים כתוצאה מהקריסה. הבוץ הגיע לנהר פאראופבה, הנהר העיקרי של האזור המספק שליש מאזור מטרופולין בלו הוריוזנטה, המטרופולין השלישי בגודלו בברזיל.

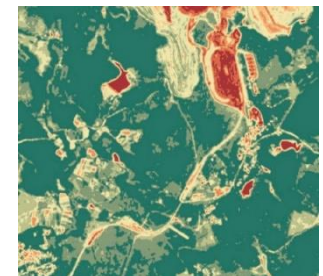
תיאור הפרויקט:



תמונה של הסכר ב-NDVI חודשים לאחר ההתפרצות



תמונה של הסכר ב-NDVI מספר ימים לאחר ההתפרצות



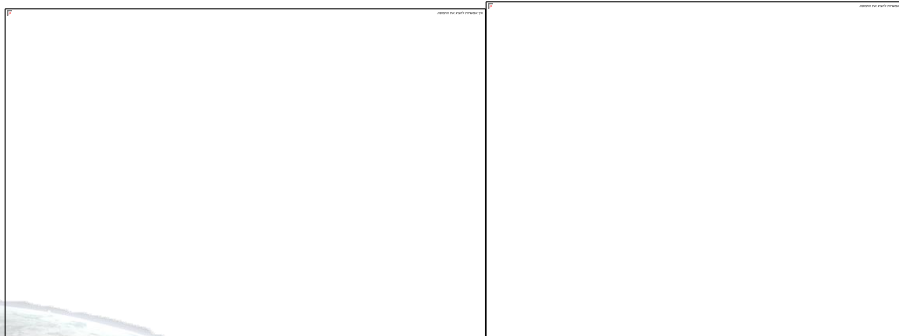
תמונה של הסכר ב-NDVI מעט לפני ההתפרצות

תקצירי פרויקטי חקר - אמית עמיחי



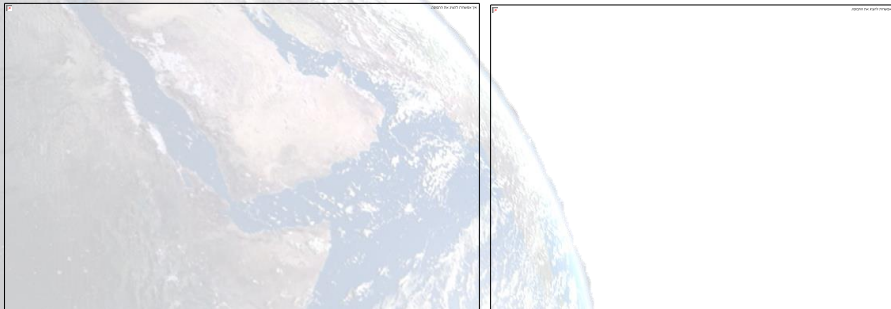
השוואת צמחיה בין ערים- אבי רוזנטל, תבור ליכטר, רפאל טולדנו

מימין- צפת בצבעים טבעיים, משמאל- צפת מפת NDVI



אחוז צמחייה בשטח: 37.79%
ממוצע ה-NDVI: 21.17%

מימין- אשדוד בצבעים טבעיים, משמאל- אשדוד מפת NDVI



אחוז צמחייה בשטח: 14.97%
ממוצע ה-NDVI: 8.02%

מטרת הפרויקט:

השוואה בין מספר ערים בישראל- מיהי העיר "הירוקה" בישראל? (רחובות, צפת, נס ציונה, אשדוד ואילת)

רקע לפרויקט:

צמחים הם תנאי בסיסי לכל מערכת אקולוגית מכיוון שהם מווסתים את כמות הפחמן בסביבה ואת כמות הפחמן הדו חמצני באוויר. מחקרים מראים כי צמחים מפחיתים לחץ נפשי. לצמחייה חשיבות עצומה במרקם העירוני - העצים הם המרכיב החשוב ביותר בגנים ובפארקים ומעצבים את הרחובות והשדרות.

תיאור הפרויקט:

הורדנו תמונות של ישראל שצילם הלויין וונוס בעזרת המדריך שלנו, כתבנו תכנת מאטלב שתבצע את הפעולות הבאות:

1. תקרא את התמונה ותשפר את איכותה
2. תציג אותה על המסך ותאפשר לבחור אזור עניין
3. לאחר בחירת האיזור- תציג תמונה שלו ומפת NDVI של האיזור
4. תציג את אחוז הצמחיה מהשטח של האזור הנבחר ותציג מדד שיכלול את חלקה בשטח ואת איכות הצמחיה (ממוצע NDVI)

השווינו תוצאות והגענו למסקנות

סיכום הפרויקט:

מבין הערים שנבדקו:

צפת במקום הראשון עם ממוצע NDVI של 21%.
רחובות במקום השני עם ממוצע NDVI של 11%.
אשדוד במקום השלישי עם ממוצע NDVI של 8%.

תקצירי פרויקטי חקר - אמית עמיחי



שריפות בשטחים חקלאיים בעוטף עזה- רז סעדיאן ואלעזר רפפורט

מטרת הפרויקט:

בחינה של השטחים בסביבת עוטף עזה(יער בארי)לפני ואחרי שריפות מבלוני תבערה.

רקע לפרויקט:

בלון תבערה הוא בלון מנופח בגז הקל מהאוויר (אוויר חם, מימן או הליום) הנושא חומרי הצתה ובעירה, חומרים דליקים או מטען חבלה. זהו אמצעי לחימה (בדומה לעפיפון תבערה) הנע עם הרוח לאזור המטרה, שבו הבלון נופל או משחרר את אמצעי הלחימה, במטרה להצית שריפה ואף לגרום לנפגעים בנפש.

תיאור הפרויקט:

בשני למאי 2018 פרצה שריפה בסמוך לגבול רצועת עזה שנמשכה כחמש שעות כתוצאה מהפרחת בלוני תבערה מרצועת עזה ע"י מחבלים. בפרויקט שלנו הורדנו תמונות מהלוויין לאנדסט 8 לפני ואחרי השריפה ועיבדנו את התמונות באמצעות מדד ה NDVI שזהו בעצם מדד המשווה בין החזר בספקטרום איפורה אדום הקרוב לבין ההחזר באור הנראה בצבע האדום. תוצאות החישוב מוצגות כמפת מדד- צמחיה.

סיכום הפרויקט:

ניתן לראות כי ישנה פגיעה בכמות ואיכות הצמחייה באיזור יער בארי לפני ואחרי השריפה הגדולה. מתמונות הלוויין שניתחנו ניתן לראות בבירור הבדל המוצג בערכי NDVI שזהו בעצם מדד המשווה בין החזר בספקטרום איפורה אדום הקרוב לבין ההחזר באור הנראה בצבע האדום. תוצאות החישוב מוצגות כמפת מדד- צמחיה.

29.04.2018 (לפני השריפה)

מימין תמונה רגילה, משמאל תמונה ב NDVI
ערך $+0.4$ רמת צמחיה גבוהה

06.05.2018 (אחרי השריפה)

מימין תמונה רגילה, משמאל תמונה ב NDVI
ערך מתחת ל 0.4 פגיעה ברמת הצמחיה

תקצירי פרויקטי חקר - מקיף י"ב המעיין



השפעת התפרצות הר געש על הסביבה - בר דויטש, אלמוג רגב, איתי כהן

מטרת הפרויקט:

מטרת הפרויקט שלנו למדוד איך התפרצות של הרי געש משפיעים על הסביבה של הה מבחינת היבשה, הים והאוויר. בנוסף, בחינה האם תוצאות ההתפרצות הן הפיכות או שמא ישאירו חותם על סביבת ההר.

רקע לפרויקט:

הרקע לפרויקט שלנו הוא שהנושא של השפעת הרי הגעש על הסביבה מאוד מעניין את חברי הצוות, מכיוון שאחד מחברנו זכה לצפות בהתפרצות של הר געש ממקור ראשון אך לא הצליח לראות איך ההתפרצות השפיעה על הסביבה של ההר.

תיאור הפרויקט:

התחלנו במציאת תמונות של סביבת הר געש לפני התפרצותו והצלחנו למצוא אותם באי במלזיה בשנת 2015. מצאנו פילטרים אשר מראים רמות של זיהום אוויר, רמת צמחייה בשטח וזיהום במקורות מים ליד, ובדקנו תמונות לאחר ההתפרצות באותם פילטרים ועשינו השוואה בין שתי הסביבות.

סיכום הפרויקט:

מסקנות הפרויקט הן:

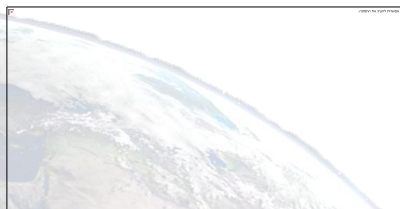
1. הר הגעש השפיע על רמת הצמחייה באזור והשפע שלהם וחיסל את אוכלוסיית הצומח באזורן
2. הר הגעש גרם לזיהום אווירי בהיקף גדול בסביבתו
3. הר הגעש לא גרם לשינויים בים או לזיהום במים לידו
4. הר הגעש השפיעה על צורת היבשה הייתה מסביב להר בעקבות הלבנה נשפכה לכל עבר



ניתן לראות ללא פילטר מיוחד השוואה ברמת זיהום האוויר



הפילטר הצהוב מייצג סדקים באדמה לאחר ההתפרצות



כאן זה מתבטא בפילטר שנועד לזהות רמת זיהום באוויר



הפילטר האדום מייצג את יובש האדמה (רמת מים נמוכה)

תקצירי פרויקטי חקר - מקיף י"ב המעיין



זיהום ימי: חן שמולמן ודויד קרבוט

מטרת הפרויקט:

האם יש החמרה בזיהום המים במפרץ חיפה לאורך השנים? במחקרנו אנו רוצים לבחון כתמי הזיהום במפרץ חיפה כתלות בזמן וזאת על ידי ניתוח תמונות לוויין בספקטרום של האינפרא האדום.

רקע לפרויקט:

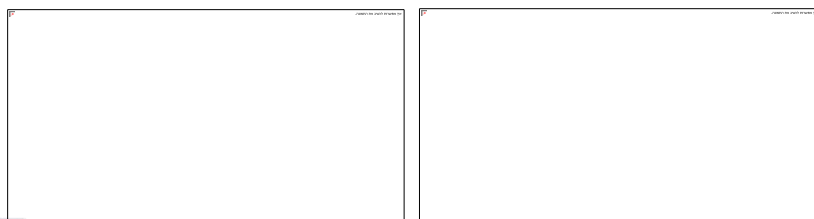
מפרץ חיפה הוא המפרץ הגדול היחידי בחוף הים התיכון של ארץ ישראל, והנחל העיקרי הנשפך אליו הוא הקישון. אזור מפרץ חיפה נחשב לאחד ממוקדי זיהום הסביבה- מים במדינת ישראל בשל ריכוז גדול של מפעלי תעשייה מזהמים, שגם מונעים באנרגיה מזהמת בהתעכב המעבר לשימוש בגז טבעי. בשנים האחרונות החלו להשגיח על הזרמת שפכי התעשייה מן המפעלים שבמפרץ חיפה אל נחל קישון ומשם אל הים במפרץ חיפה. זה מצביע על הפחתה רבת משמעות של החומרים המזהמים המגיעים אל הנחל ואל הים: משנת 1998 עד 2012 פחתה כמות המזהמים השונים בשיעור הנע בין 99.1%-99.85%.

סיכום הפרויקט:

מן התמונות ניתן לראות כי בשנת 2019 חלה עלייה משמעותית בזיהום המים שליד המפעלים שבמפרץ חיפה. אפשר גם להבחין כי לא חל שינוי משמעותי בטמפרטורת המים, שנמצאים על שפת חוף מפרץ חיפה, במהלך תקופה ממושכת של כ-4 שנים. ניתן להמשיך את המחקר בבדיקת זיהום האוויר שבסביבה כתוצאה מפעולות המפעלים. כמו כן, אפשר לבדוק האם יש תקופות מסוימות בשנה בהם יש יותר זיהום סביבתי מהמפעלים, בין אם זה באוויר או במים.

תיאור הפרויקט:

במחקר שלנו בחרנו להתמקד באזור שנמצא ליד מפעל השמן בחיפה:



אפריל 2017

אפריל 2015

אפריל 2013

מפעל שמן



מפעל שמן



אפריל 2019

תקצירי פרויקטי חקר - מקיף י"ב המעיין



נסיגת קרחונים -רומי בולדן ויהונתן יעקובי

מטרת הפרויקט:

מטרת הפרויקט שלנו הייתה למפות ולעקוב אחרי נסיגת קרחונים ונדידתם בים הקרוב לקטבים בעזרת תמונות לוויין מהלוויין סנטינל 2.

רקע לפרויקט:

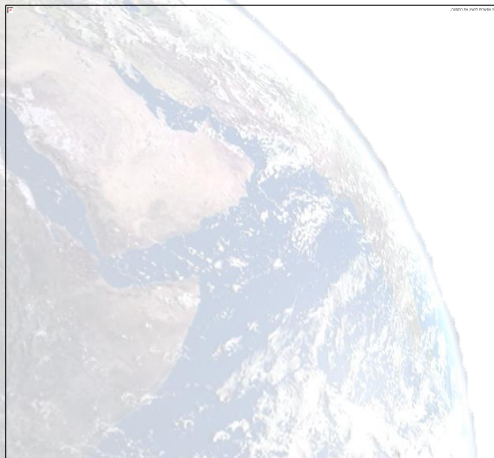
הרקע והרעיון לפרויקט שלנו הגיע לאור הכתבות והחדשות שמופיעות בשנים האחרונות בנושא ההתחממות הגלובלית בכלל ונדידת הקרחונים בעקבות כך בפרט. לאור ההתחממות הגלובלית, נוצרה תופעה של נדידת קרחונים בקטבים שמשפיעה על היבטים רבים בסביבה כמו מפלס המים באזור והחיים של בעלי החיים באזור.

תיאור הפרויקט:

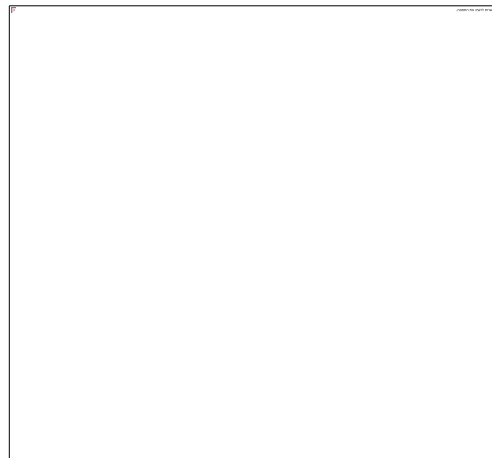
את המעקב בחרנו לעשות בעזרת תמונות לוויין המציגות את כמות הקרחונים ונדידתם לאורך השנים באזורים הללו בעזרת הלוויין סנטינל 2 ובעזרת הפילטר Snow/Clouds המשתמש בפסים B12, B11, B02 בלוויין.

סיכום הפרויקט:

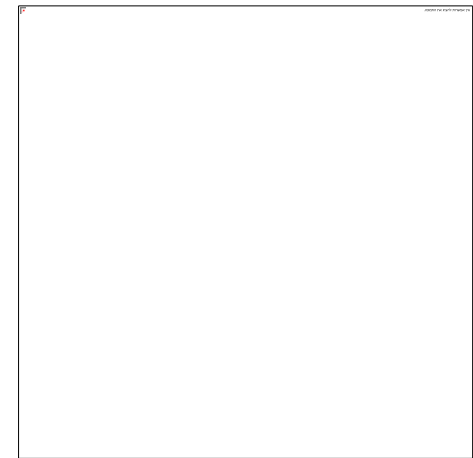
לפי התמונות שבדקנו לאורך השנים, נראה שישנה עלייה ניכרת בהיקף נדידת הקרחונים בשנים האחרונות המשפיעה רבות על הסביבה הארקטית באופן ישיר ועל העולם כולו באופן עקיף.



2018-היקף נדידת הקרחונים גדל באופן דרסטי



2016- ניתן לראות נדידת קרחונים מסוימת



2015- הפילטר מציג בצבע לבן כמות גדולה של קרחונים

תקצירי פרויקטי חקר - מקיף י"ב המעיין



השריפה בכרמל - מקסים סיוזוננקו וכפיר אחאי

מטרת הפרויקט:

לפרויקט שלנו מספר מטרות:

1. לבדוק את השפעת השריפה בכרמל על גידול הצמחייה על גידול הצמחים בהרים בחיפה.
2. להעריך גודל אזור נשרף.
3. לעקוב אחרי שיקום וחיידוש הצמחייה בכרמל.

רקע לפרויקט:

השריפה בכרמל שמכונה גם "אסון הכרמל" הייתה השריפה הכי גדולה שראתה מדינת ישראל שהתרחשה מה-2 לדצמבר עד 6 לדצמבר 2010 ובה 25,000 דונם ובה מיליוני עצים עלו באש. לשריפה היו השפעות סביבתיות גדולות באזור הכרמל ולכן רצינו לראות את השפעות אלה מהלוויינים בחלל.

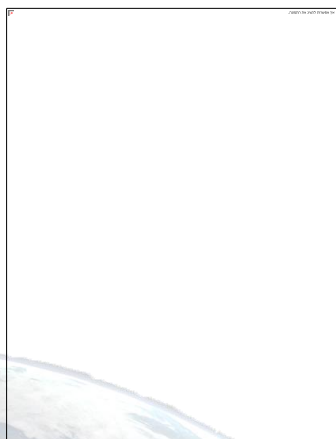
תיאור הפרויקט:

בפרויקט שלנו השתמשנו באתר האינטרנט Land Viewer שממנו אספנו תמונות לוויין מתארכי השריפה באמצעות הלוויין לנדסאט 5 אשר שוגר לחלל בשנת 1984 והפסיק את פעילותו בשנת 201 הלוויין 3.

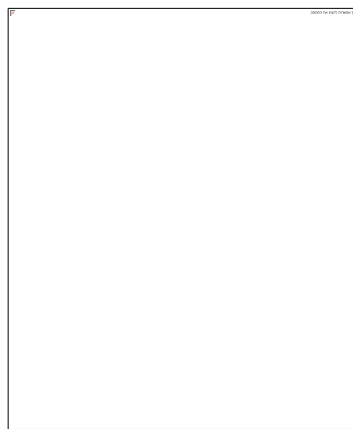
על מנת לבחון את הנזק הנגרם לצמחייה עשינו שימוש בפילטר Normalized (difference vegetation index) Ndvi אשר מסוגל לזהות את מידת הצמחייה באזור המצולם וביצענו השוואה בין תמונות של אזור הכרמל לפני התחלת השריפה, בזמן השריפה, ומיד אחרי סיומה.

סיכום הפרויקט:

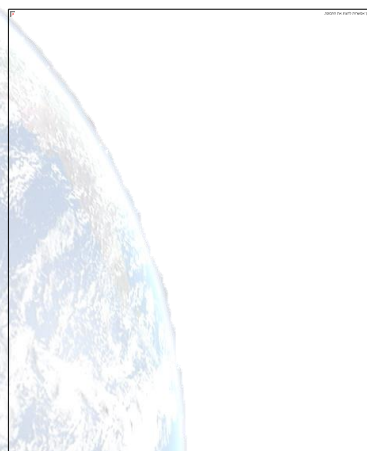
לפי תמונות הלוויין ופילטר Ndvi ניתן לראות כי בעקבות השריפה ביערות הכרמל שיעור גדול של צמחייה נשרף ושאכן מדובר באסון טבע חמור ביותר שעקב התרחשותו שיקום מוחלט של היער ייקח זמן רב מאוד.



אזור הכרמל בזמן השריפה



אזור הכרמל לפני השריפה



אזור הכרמל לאחר השריפה

תקצירי פרויקטי חקר - מקיף י"ב המעיין



זיהום המים במפרץ חיפה- נטלי ליטבק ואורית יגר

מטרת הפרויקט:

מטרת הפרויקט שלנו הייתה לבדוק את רמת זיהום המים במפרץ חיפה-גדילה או דעיכה בשנים 1999-2019 עקב שפכי מפעלי התעשייה השוכנים באזור.

רקע לפרויקט:

אזור חיפה הוא המזוהם ביותר בארץ, כאשר מקור הזיהום העיקרי הוא התעשייה הפטרוכימית.. למרות המצב השורר באזור משנת הבדיקה הראשונית שלנו (1999) ברצוננו לבדוק האם נראו שינויים במצב זיהום המים במפרץ חיפה ובאילו שנים. כל זאת על מנת לבדוק האם השינויים שנעשו בפעילות התעשייתית בקרבת הנמל במהלך 20 שנים אלו, אכן השפיעו על הקטנת הזיהום או על גדילתו.

תיאור הפרויקט:

ראשית, בדקנו במקורות אינטרנטיים למיניהם את המדובר על מצב זיהום המים במפרץ חיפה במהלך השנים 1999-2019. לאחר מכן, לפי מקורות אלו גילינו עובדה מרתקת: ניטור הזרמת שפכי התעשייה מן המפעלים השוכנים סמוך לחלקו האחרון של נחל הקישון אל הנחל ומשם אל הים במפרץ חיפה מצביע על הפחתה ניכרת בכמות החומרים המזהמים המגיעים אל הנחל ואל הים. לאור העובדה אשר מצאנו, בדקנו את הנאמר על ידי תמונות הלוויין לנדסאט 7. על מנת לבדוק את רמת זיהום המים עשינו שימוש בפילטר NDWI-Normalized Difference Water Index. פילטר זה עושה שימוש בקרני אינפרא אדום ובאור הנראה- הירוק כדי לשפר את הנוכחות של תכונות כאלה.

בעזרת רזולוציית הפילטר ניתן להבחין בין:

- מים צלולים אשר להם יש את החזרה הגדולה ביותר בחלק הכחול של הספקטרום הנראה- תכלת מודגש.
- לעומת זאת, למים עכורים יש החזרה נמוכה יותר (כחול כהה=פחות צבע מוחזר).

סיכום הפרויקט:

לאור תמונות הלוויין לנדסט 7 ניתן להבחין כי קיימת דעיכה משמעותית בכמות השפכים בקרב הנמל- בזכות הממצאים ניתן לראות כי כיום המים צלולים ונקיים יותר וניכר כי זיהום המים פחת באופן משמעותי. לכן, ניתן להסיק שהשינויים שנעשו בקרב המפעלים התעשייתיים בקרבת הנמל אכן שיפרו את המצב, ולכן יש לעודד אותם להמשיך בדרכם על מנת להגיע למצב היעיל ביותר.

פילטר NDWI



4.12.1999

מפרץ חיפה



פילטר NDWI



26.05.2019

מפרץ חיפה



תקצירי פרויקטי חקר - מקיף י"ב המעיין



מציאת כתמי נפט באוקיינוס- יותם סגב, רועי ויה ואפק אלימלך

מטרת הפרויקט:

מטרת הפרויקט שלנו הייתה לזהות זיהומי נפט באוקיינוס על מנת שהגורמים המוסמכים יוכלו לנקות ולטהר זיהומים אלו.

רקע לפרויקט:

בשנים האחרונות הזיהום הסביבתי הולך וגובר והמודעות לשמירת הטבע והאוקיינוסים בפרט גוברת גם היא. בעלי חיים רבים נפגעים פגיעה בלתי הפיכה, והנזק לכדור הארץ הוא נזק לטווח ארוך. זיהומי הנפט פוגעים קשות במערך האקולוגי הסביבתי וההשלכות על כדור הארץ הינן רבות ומגוונות. מזיהום זה נפגעים קשות בתי הגידול של מיני עופות רבים, בעלי חיים ימיים כדוגמת לווייתנים, דולפינים, דגים, סרטנים ועופות דוגמת שקנאים.

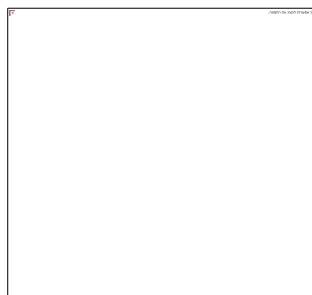
תיאור הפרויקט:

בעבר לא היה אפשרי כמעט למצוא כתמי נפט באוקיינוס בגלל שטחו העצום וחוסר הטכנולוגיה הנדרשת לכך. כיום, הדבר פשוט בהרבה משום שקיימות תוכנות רבות המאפשרות השתמשות בתמונות לוויין. לוויינים אלו מצלמים בפסים ספקטריים רבים המאפשרים הפרדת נפט ממים נקיים ובצורה זאת להצביע על זיהומים שונים בכדור הארץ. בפרויקט שלנו השתמשנו בלוויין לאנדסאט 7, ונוס ותכנת Land Viewer.

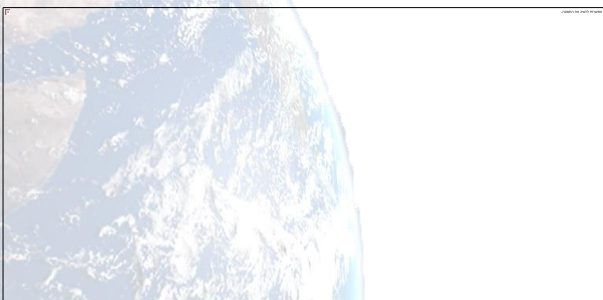
סיכום הפרויקט:

ניתן להסיק מפרויקט זה כי כיום פגיעות הנפט הפכו לסיכון משמעותי לסביבת האוקיינוס ועם זאת בעזרת טכנולוגיות חדשות ניתן לתת מענה על זיהומים ופגיעות ובכך לאתר במהרה ולטפל בהן. מעבר לכך, לפי ראות עינינו, יש לנקוט באמצעי ביטחון כאשר מתעסקים עם חומרים מזהמים בסביבות טבעיות כדי למנוע פגיעות עתידיות.

בתמונה רואים צילום של הלוויין
בו השתמשנו אשר עובד על ידי
land viewer



תוכנת הורדת צילומי
הלוויין אשר מפרידה
פסים ספקטריים

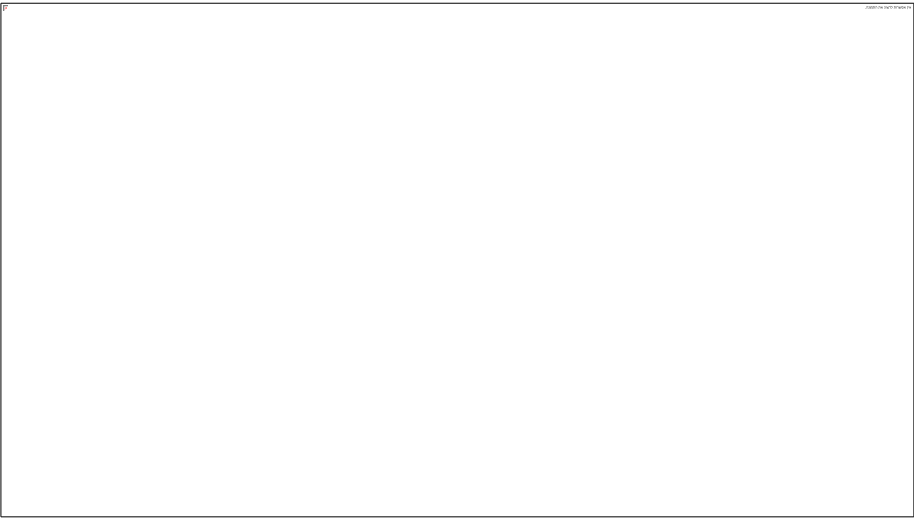


חיים רוסו וסגן ראש סוכנות החלל הצרפתית - חתימת חוזה ונוס

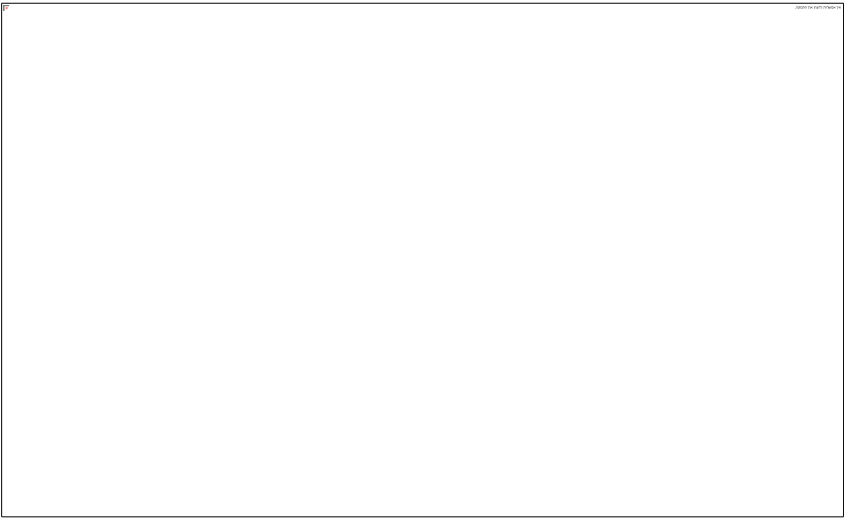


מסירת לוויין ונוס בתעשייה אווירית

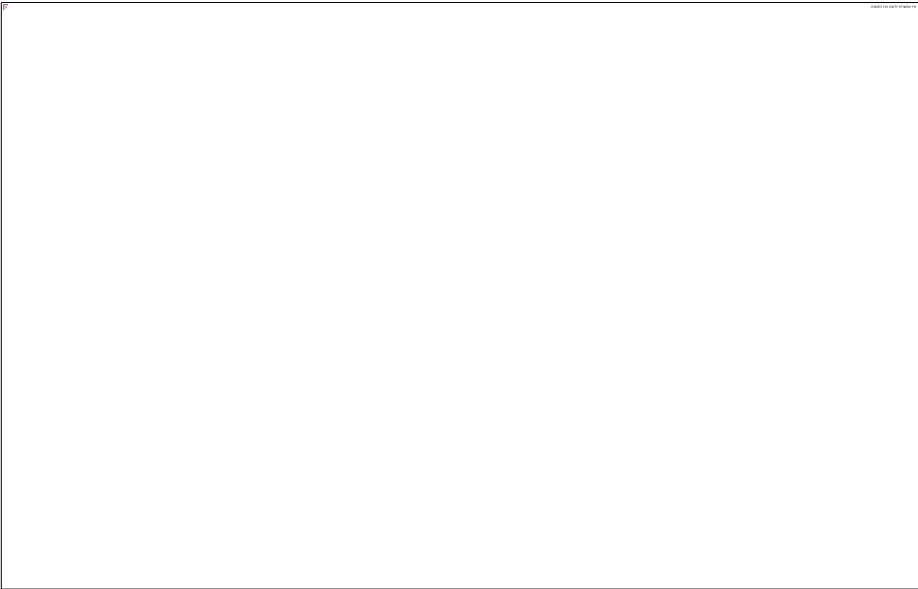
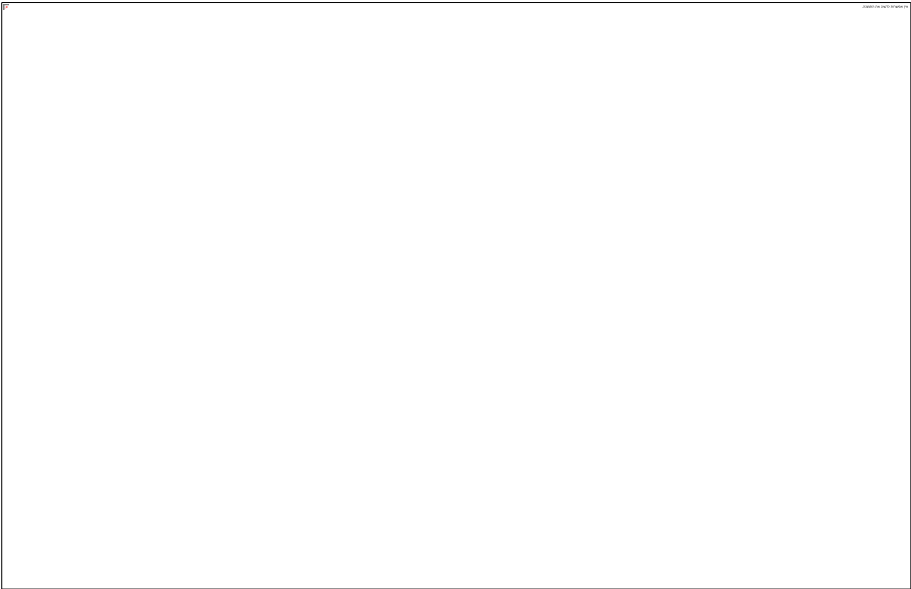
הרצאה במכון ויצמן



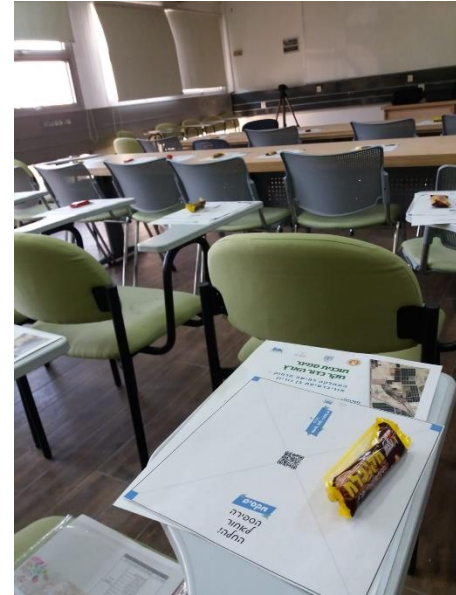
הרצאה על הלווין וונוס



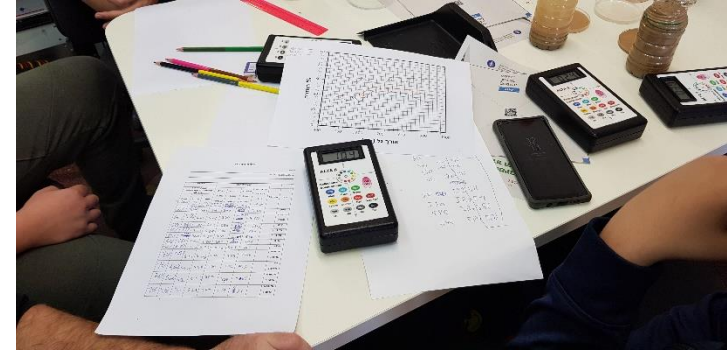
הרצאה אילן פורת אלאופ



סמינר במעבדה לחישה מרחוק- אוניברסיטת בן גוריון



סמינר במעבדה לחישה מרחוק- אוניברסיטת בן גוריון



סמינר במעבדה לחישה מרחוק- אוניברסיטת בן גוריון



אירוע סיום התכנית- פרזנטציות תלמידים בבית אלאופ

