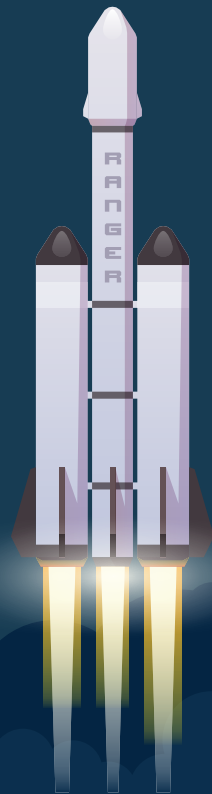


# כישלונות בחוץ

.....  
**אי התאחזים:** כיתות ז'-ט'

**משך השיעור:** 45 דק'

**אומץ להעביר לפני משימת הפעילות:** "יוסטון, יש לנו בעיה"



## רקע

הדרך להגיע ליעדים רחוקים בחלל מסובכת ומורכבת מאוד, לא תמיד מצליחים בפעם הראשונה שמנסים. בדרך כלל לפני כל הצלחה גדולה יש ניסיונות רבים שלא עלו יפה.

כמו בחיים, גם בחלל - לומדים מטעויות. אבל עוד לפני כן, מנסים לחזות סיכונים, תרחישים ותקלות שיכולים להיות בדרך למקום לא נודע: בעיות הקשורות בכוח הכבידה, באלקטרוניקה, בניווט, ועוד, ואפילו בעיות של חברי הצוות שנערך למשימה.

**בשיעור זה נציג לתלמידים פרויקטים מוצלחים בתחום החלל, ונבין דרכם שמאחורי כל הצלחה גדולה יש ניסיונות רבים שלקחם הופק. נספר על הישגים הגדולים שלנו מהמסע של "בראשית" לירח ואפילו ננסה לחזות בעיות גדולות במשימות מורכבות.**



### מטרות



התלמיד **יתאר** שלושה פרויקטים מתחום החלל שעשו כברת דרך ארוכה עד הצלחתם  
 התלמיד **יבחין** בין הצלחה, יעדים, מטרה וכישלון  
 התלמיד **יתאר** דרכים להתמודדות עם משימות חלל מורכבות בעזרת הבחנה בסיכונים הצפויים

### קהל יעד



כיתות ז-ט

### כאן השיעור



45 דקות

### הכנות



מומלץ להעביר לצד מערך הפעילות לפני "וסטון, יש לנו בעיה" [לחץ כאן](#)

זמנים ועזרים	מה עושים	כאן
במצגת - הישגים שונים בתחום החלל כמו "האדם על הירח", "נחתנו על מאדים", "השגנו תמונות מהחלל הרחוק"	משימות חלל: מה עומד מאחורי כל הצלחה של משימת חלל	<b>10 דקות</b>
דיון דרך הסיפור של "בראשית"	המשגה: מה מגדיר הצלחה, מה מגדיר כישלון, מטרה ויעדים. האם כישלון הוא סובייקטיבי או אובייקטיבי? המשמעות של כישלון בתהליכים טכנולוגיים ומחקריים	<b>20 דקות</b>
הצגת משימות חלל: על התלמידים לתאר את הסיכונים שיכולים להיות בדרך. במליאה: לפרוט את הסיכונים למשימות ביניים שיתרמו להצלחה	תרגיל הערכת סיכונים	<b>15 דקות</b>



## סקופית 2:

### "כונן אל הירח, אס אס תחטיא תנחת בין הכוכבים..."

#### מה מעורר בכם המשפט שמופיע במצגת? מה המסר של המשפט הזה מבחינתכם?

תשובות אפשריות: כדאי לקחת סיכון; הכישלון לא צריך להפחיד אותנו; בכל מאמץ אפשר למצוא את ההישג היחסי, וכד'. זהו למעשה קישור ישיר לנושא השיעור שלנו – על כישלונות והצלחות במשימות חלל, ומה אנחנו יכולים ללמוד מהם.

## סקופית 3:

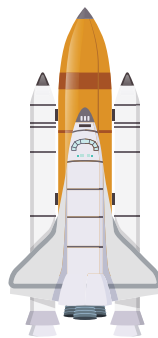
לתעשיית החלל בעולם יש הישגים רבים וגדולים: הצלחנו להנחית רובר על מאדים ולחקור את הכוכב, האדם נחת על הירח, קיבלנו תצלומים מדהימים מהחלל הרחוק בזכות טלסקופ החלל האבל. אבל חשוב לזכור שמאחורי כל משימה כזאת היה תהליך ארוך, תהליך של מחשבה על הדרך, רעיונות יצירתיים לבחירת הדרך, חשיבה ותכנון כיצד עושים מעשה גדול כל כך לאנושות, גדול כל כך מבחינה מדעית.

בכל משימה מעורבים בתהליכים האלו מדענים רבים שחוקרים את תנאי הסביבה, מתמטיקאים שחוקרים את כוחות הכבידה ושינויי לחצים, מהנדסי אווירונאוטיקה, אנשי מחשב, אנשי אקלים, אנשי חלל, אסטרונוטים, טייסים ועוד.

לאורך התהליך עושים הרבה ניסיונות וסימולציות, האסטרונוטים עוברים תהליך מיון קפדני, והכשרה שהיא גם פיזית וגם נפשית.

הפיתוח מלא חששות, ולקראת כל המראה יש הכנות לרוב - תכנון, הכנת האסטרונוטים לתנאי החיים השונים בחלל, וכמובן שלל בדיקות: של האסטרונוטים, של החללית, של התנאים בחלל, של התנאים באתר השיגור, של התנאים בדרך ליעד, בדיקות היתכנות, בדיקות פיזיות, בדיקות מחשב ועוד. כל הניסיונות האלו נעשים כדי לחזות תרחישים ותקלות, לאתר טעויות ולמנוע אותן, ולבדוק את השפעותיהם של פרמטרים רבים שיש במשימה המורכבת.

מאחורי כל משימה גדולה כזו מסתתר עבר, עבר של ניסיונות שלמדנו מהם. בואו נגלה מהם.



## סקופית 4:

להגיע למאדים זו משימה קשה במיוחד. תשע מתוך עשר החלליות הראשונות שהמריאו למאדים נכשלו, ובסך הכול כשלו 23 מתוך 43 השיגורים למאדים.

מאדים, כוכב הלכת הרביעי במרחקו מהשמש, הצית תמיד את דמיונם של בני האדם. בחמישים השנים האחרונות הוא גם משמש יעד מרכזי למחקר, וחוקרים רבים טוענים כי ניתן לקיים עליו חיים.

### חלק מהמשימות שהושקעו בהן משאבים ומאמצים רבים, ולבסוף לא צלחו:

**ביגל 2:** בריטניה ניסתה להנחית "מנחתת" על מאדים, אך הקשר עימה אבד בזמן הנחיתה.

**זונד 2:** גשושית סובייטית שבתמרון בדרך למאדים אבד הקשר עימה.

**יינגהו 1:** גשושית סינית לחקר מאדים. בעקבות תקלה בשיגור היא לא נכנסה למסלול הראשוני.

**מארינר 8:** גשושית אמריקאית שלא צלחה את השיגור.

**מארס אובזרבדר:** גשושית רובוטית של נאס"א. שלושה ימים לפני כניסתה למסלול סביב מאדים אבד עימה הקשר.

**מקפת האקלים של מאדים:** נשרפה במהלך כניסה לאטמוספירה של מאדים.

**נחתת הקוטב של מאדים:** הגיעה למאדים אך באותה שנייה אבד עימה הקשר.

## סקופית 5:

### זונד 2

גשושית סובייטית שנבנתה במסגרת תוכנית זונד. זונד 2 הייתה החמישית שביצעה יעף על פני מאדים. היא נשאה מצלמה בעלת שני ספקטרומטרים בתחום העל-סגול. היו לה שישה מנועי פלסמה ששימשו לתמרון, והיא הייתה הגשושית הראשונה שהשתמשה במנועים מסוג זה. מנועי התמרון נבחנו במשך 70 דקות.

### ביגל 2

ביגל 2 הייתה נחתת מחקר שבנתה סוכנות החלל הבריטית. ביגל שוגרה ב-10 בינואר 2003 והחלה בנחיתה במאדים ב-5 בדצמבר. בתהליך הנחיתה על פני הכוכב אבד הקשר עם החללית, והיה חשש שהיא לא שרדה את כניסתה לאטמוספירת הכוכב. בשנת 2015 צילומי MRO איתרו את הנחתת על הקרקע, ונראה שהיא נחתה בהצלחה, אולם לא הצליחה לפרוס את הלוחות הסולאריים.

זונד 2 שוגרה ב-30 בנובמבר 1964. בתמרון שבוצע במאי 1965 ניזוקו הלוחות הסולאריים שסיפקו לה חשמל, וההספק ירד לחצי מהמתוכנן. עקב כך אבד הקשר עם הגשושית. הגשושית חלפה על פני מאדים ב-6 באוגוסט 1965 במהירות של 5.62 ק"מ לשנייה ובמרחק של 1,500 ק"מ מהכוכב.

## עקופית 6:

בדרך לירח לבדה נספרו 53 כישלונות! (מתוך 116 ניסונות)

רוב הכישלונות בהיסטוריית שילוח החלליות לירח לא נבעו מליקויים בכלי הטיס, בחיישנים או ברכיבי התקשורת שלהם. למעשה, ברוב המקרים כל אלה כלל לא קיבלו הזדמנות להוכיח את עצמם: הטיילים פשוט התפוצצו על כן השילוח או זמן קצר לאחר הירי.

כשלים בכלי השיגור הם הסיבה הנפוצה ביותר לאובדן חלליות לירח, כמו גם לכישלונות של פרויקטים אחרים בתחום חקר ומסחור החלל.

### עוד כמה כישלונות:

ריינג'ר 1 ו-2 התפוצצו בעת השיגור

ריינג'ר 3, 4 ו-5 החטיאו את הירח או כשלו בדרך

ריינג'ר 6 נחתה בינואר 1964 ורק אז כשלה

לעומתן, ריינג'ר 7 עמדה במשימה, והייתה הראשונה שהעבירה תצלומים מפני הירח, ביולי 1964

## עקופית 7:

### ריינג'ר 2

ריינג'ר 2 הייתה משימת ניסוי לגשושית הריינג'ר של נאס"א כחלק מתוכנית ריינג'ר, שמטרתה הייתה שליחת גשושיות אל הירח כדי לקבל תמונות קרובות מפניו. ריינג'ר 2 שוגרה כדי לבחון את מערכותיה, לבצע כמה תצפיות מדעיות על קרינה קוסמית, שדות מגנטיים, קרינה וחלקיקי אבק, לחפש "זנב" של גז מימן הנגרר אחרי כדור הארץ.

### ריינג'ר 1

ריינג'ר 1 הייתה המשימה הראשונה בתוכנית ריינג'ר של נאס"א. מטרת המשימה הייתה לבחון את הטכנולוגיות והכלים על הלוויין לפני שיגור משימות אל הירח. מטרה משנית הייתה לבצע מחקר חלקיקים ושדות במרחב הבין-פלנטרי. המשימה הצליחה חלקית בלבד, עקב כשל בשלב האחרון של פעולת המשגר בשלב מאוחר במשימה.

## סקופית 8:

יותר מ-12 שנות עבודה הושקעו בטלסקופ החלל "האבל". אבל ידעתם שהוא נשלח לחלל כשהוא אינו תקין?

1.5 מיליארד דולר הושקעו בהאבל, וחודשים ארוכים של בדיקות מקיפות בידי מדענים ומהנדסים. והנה, כמה שבועות לאחר השיגור התגלתה בעיה גדולה: התמונות שהגיעו מטלסקופ החלל לא היו באיכות שלה ציפּו. האבל שלח תמונות לא טובות; מטושטשות, לא בחדות שציפו לה. לאחר בדיקות רבות הגיעו המומחים למסקנה שהטלסקופ נשלח לחלל עם סטייה בעדשה! אחת העדשות החשובות ביותר של הטלסקופ לא הייתה מלוטשת מספיק טוב. מבחינת השולחים - המהנדסים וכלל השותפים למשימה - זו הייתה תקרית נוראית, הם עבדו קשה כל כך כל השנים והתוצאה לא הייתה מספקת. בנאס"א הייתה מבוכה רבה. הפרוייקט היה יקר ביותר ותקלה חמורה כל כך הייתה חייבת להיפתר. הם היו מאוכזבים ונבוכים מאוד. למחרת הופיעו בכל העיתונים כותרות כגון "התקלה הגדולה של הטלסקופ המשוכלל".

במשך שלוש שנים נאלצו האסטרונומים שצפו באמצעות האבל בקבוצות הכוכבים, בגלקסיות, בפלנטות, להיעזר בתוכנות מחשב שונות ומשונות כדי להתגבר על הסטייה. עד שב-1993, בראשונה משלוש משימות התחזוקה שתוכננו מראש, המריאה מעבורת ובה שבעה אסטרונוטים, והם התקינו להאבל מערכת מתוחכמת של מראות נוספות שהורכבו על הטלסקופ. הם לא הסירו את העדשה הישנה, אלא הוסיפו חלקים כדי לשפר את תפקודה. ממש כמו שבני אדם מרכיבים משקפיים כדי לתקן את הראייה.

**תהליך ההרכבה הלא־פשוט עבר בהצלחה, וכיום האבל מעניק לנו את התמונות המופלאות ביותר שהאנושות יכולה לקבל מהחלל.**

## סקופית 9:

תמונות לפני ואחרי התיקון:

### משמאל

תמונה של אותה גלקסיה, אחרי התיקון.

### מימין

לפני התיקון, תמונה מטושטשת של גלקסיה ספירלית.



טלסקופ החלל האבל | מקור: נאס"א

## מהי הצלחה?

### סקופית 10:

ראינו עכשיו כמה דוגמאות להצלחות בחקר החלל שהיו מובנות לנו מאליהן. וכעת ברור לנו שדבר אינו מובן מאליו. כל ההישגים הללו נראו לנו סיפורי הצלחה, וכעת אנו מבינים את המשמעות האמיתית של ההצלחה שלהם – כולם עברו דרך כישלונות ואינספור אילוצים.

אם כן, מי רוצה לנסות להגדיר מה היא בשבילו הצלחה?

כדי לקדם את הדיון ולעורר את דעותיהם של התלמידים נציג היגדים שונים - לבחירתכם:

הצלחה היא כשהתעליתי על עצמי

הצלחה היא כשקיבלתי תעודת הוקרה

הצלחה היא עמידה ביעדים שהציבו לי

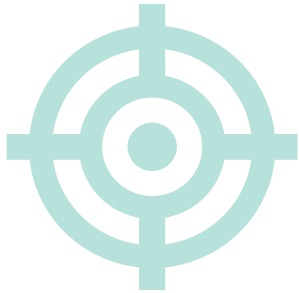
הצלחה היא כשטעיתי אבל למדתי מהטעויות

הצלחה היא עמידה ביעדים שהצבתי לעצמי

הצלחה היא כשהקבוצה שלי השיגה הישג בעקבות רעיון של מישהו אחר מחברי

הצלחה היא כשהשגתי את המטרה גם אם לא למדתי מהדרך

הצלחה היא כשהקבוצה שלי השיגה הישג בעקבות רעיון שהצעתי אני



## סקופית 11:

### דמיון מודרך לתלמידים:

עצמו עיניים ודמיינו שיש מולכם לוח משחק "מטרה".

דמיינו שאתם מכוונים היטב את החץ למרכז, זורקים אותו ממש חזק, והוא כלל אינו פוגע בלוח.

#### מה הרגשתם?

נסו שוב, התרכזו וכוונו את החץ היישר למטרה.

הפעם החץ פוגע! אומנם לא בדיוק בנקודת המרכז, אבל ממש קרוב אליה.

#### מה הרגשתם? שמחה? כעס? עצבים? אכזבה?

סביר להניח ששמחתם, כי ממש השתפרתם מהפעם הקודמת.

תחושת השמחה הזו היא תחושת הצלחה, ממש כמו התחושה שהייתם חווים אילו פגעתם בנקודת המרכז. אומנם התחושה הזו טיפה פחות חזקה, כי לא לגמרי הגעתם ליעד שהצבתם לעצמכם, אבל בהחלט הצלחתם להתקדם מהמצב שהייתם בו בפעם הקודמת.

למשחק הצטרף חבר שלכם. הוא מתרכז ממש לשנייה ומייד זורק את החץ! כבר בפעם הראשונה הוא ישר פוגע בנקודת המרכז!

#### מה אתם מרגישים עכשיו?

#### איך יכול להיות שרק לפני רגע הרגשתם תחושת הישג גדולה, ופתאום התחושה השתנתה?

המצב שלכם אותו מצב - התקדמתם, עשיתם שינוי. אלא שהפעם יש פה ממד של השוואה:

אנו משווים את עצמנו למישהו טוב או מנוסה מאיתנו. לכן ברגע אחד שכחנו שהצלחנו להשיג יעד שלא השגנו לפני כן. שכחנו שהשתפרנו. התחושה הזאת מנמיכה אותנו וגורמת לנו להיות מאוכזבים מעצמנו לשווא. התחושה הזו אינה בריאה לנו, כי היא משבשת לנו את ההבנה שהשתפרנו, הצלחנו, שכללנו את היכולת, השגנו הישג שלא היה לנו קודם.

### כמה דברים שהשגנו:

1. בניסיון הראשון התנסנו. הבנו והסקנו דברים חשובים: איך אנחנו זורקים, מה המרחק שלנו מהלוח, מה העוצמה שנחוצה לזריקת החץ, כמה אנחנו קרובים להשגת היעד.

2. בניסיון השני שלנו הצלחנו! אומנם לא פגענו בדיוק במרכז, אבל התקרבו אליו, הצלחנו לכוון כמו שצריך ולדייק יותר בזריקה שלנו.

### עיבוד:

#### אז מהי הצלחה בשבילכם?

הצלחה היא אינדיוודואלית, אנחנו יכולים להצליח במצב אחד ולאחר ההצלחה שלנו תיראה ככישלון. הצלחה היא בהתאם ליכולות שלנו ולשאיפות שלנו. אנחנו מגדירים לעצמנו מהי הצלחה ואיך אנו רוצים לחוות אותה. הצלחה לא נמדדת במדליות, בגודל הבית שלנו, בלייקים באינסטגרם. היא נובעת בעיקר מתחושה של יעוד ומשמעות. אדם לאחר תאונת דרכים ירגיש הצלחה אדירה כאשר יחזור ללכת, אילו לנו זה נראה מובן מאליו.



## סקופית 12:

### אז מה היא בעצם מטרה?

מטרה היא משהו שאנו רוצים להשיג, תכלית.

על פי רוב, מצב שבו הושגה המטרה מכונה הצלחה, ואילו אי־השגתה מכונה כישלון. יש מטרות לטווח הקצר ומטרות לטווח הארוך.

### מטרה היא המפתח הראשון לכל הצלחה

לא משנה באיזה תחום חשוב לנו להצליח – תחום הלימודים, תחביב, התחום החברתי או כל דבר אחר – השלב הראשון בדרך להצלחה הוא תהליך הגדרת המטרה שלנו ומציאת הדרך שבה אנו רוצים להשיג את היעד. בדרך לכל מטרה גדולה יש שלבים קטנים שצריך לעבור, ממש כמו במשחק החיצים והמטרה שדמיינו מקודם. הצבנו לעצמנו מטרה עיקרית, ובדרך היינו צריכים להציב לעצמנו מטרות ביניים כדי שנוכל לעבור את שלבי ההתקדמות בהתהליך.

המטרה היא כלי למדידה, להישג. אם השגנו את המטרה שהצבנו לעצמנו, סימן שעמדנו ביעדים שהצבנו לעצמנו, סימן שהצלחנו.

אנו יכולים גם לחוות תחושת כישלון לצד תחושת הצלחה, אם הצלחנו ביעדים שהוצבו בדרך למשימה שלא צלחה.

## תראו הערכת סיכונים:

## סקופית 13:

הציגו לתלמידים את הסרטון הבא: לחצו על התמונה במצגת

[לחץ כאן](#)

זהו סרטון שפרסמה חברת "ספייס אקס".

ספייס אקס היא חברה פורצת דרך במובנים רבים; היא הראשונה (ועד כה היחידה) שהצליחה להנחית שלב ראשון של טיל במדויק ולהשתמש בו שוב לשיגור. היא מפעילה את הטיל החזק ביותר כיום, פאלקון כבד. היא משפרת ומשדרגת את מוצריה כל הזמן באופן נועז וחדשני, ועם זאת מחירי השיגור שלה זולים בהרבה ממחירי השיגור של רוב הרקטות האחרות הקיימות כיום. למעשה ספייס אקס היא יצרנית המשגרים הגדולה בעולם, עם 21 שיגורים של פאלקון 9 בשנת 2018 ומספר שיגורים דומה שמתוכנן ל־2019.

למה לדעתכם ספייס אקס פרסמה את הסרטון הזה?

לאחר מכן הסבירו להם:

למה ספייס אקס מתגאה ברצף הכישלונות הזה? ספייס אקס מבינה שלא צריך להסתיר את הכישלונות ואת הניסיונות שלה, כל ניסיון הוא אבן בדרך שמובילה להצלחה הגדולה שלה. בזכות הרגעים האלו שראיתם בסרטון ספייס אקס למדה לייצר בסופו של דבר משגר רב־פעמי פורץ דרך שמשנה את פני התעשייה.

## סקופית 14:

כולנו מכירים את החללית "בראשית", החללית הקטנה שלנו שנשלחה לירח וכמעט הגיעה אליו.

בתכנון של החללית שלנו לקחו המון סיכונים. היו מי שחשבו שהיא כלל לא תצליח להשתלב במסלולים, היו מי שלא האמינו שהשיגור יצליח, אבל למרות כל החששות והסיכונים שלחנו חללית לירח... אומנם היא לא הצליחה לנחות על הירח, אבל הגענו להישג אדיר!

החללית הישראלית "בראשית" ניסתה לנחות על הירח. אילו הצליחה, ישראל הייתה עושה היסטוריה ונהיית המדינה הרביעית שנחתה על הירח (עד כה נחתו עליו רק ברית המועצות, ארצות הברית וסין). גם אחרי הכישלון להנחית את "בראשית" על הירח, אנו יודעים שהיא הגיעה להישג מכובד: היא הצטרפה למועדון יוקרתי מאוד של חלליות שהתרסקו על הירח.

### הישגיה ההיסטוריים של "בראשית":

החללית הראשונה שיצאה לירח ביוזמה פרטית, לא ממשלתית

החללית הקלה ביותר במשקלה

פותחה ונבנתה בעלות ותמיכה נמוכה: 100 מיליון דולר בלבד, לעומת מיליארדי דולרים בפרויקטים דומים

עשתה את המסע הארוך ביותר עד לירח, 6.5 מיליון ק"מ

## סקופית 15:

בתמונה שלפניכם יש את המסלול שבראשית עברה בדרך לירח, זהו מסלול מורכב מאד והארוך ביותר שנעשה על מנת להגיע לירח.

מי יכול לומר מה האתגרים המורכבים שהיו בתכנון החללית "בראשית", כלומר מה הקשיים והסכנות שניצבו בדרכה לירח?

### חמישה אתגרים עיקריים במסע לירח:

1. שלב השיגור, שהוא שלב עתיר סיכונים
2. איתור מקום החללית וקיום קשר עימה לכל אורך הדרך שלה לירח
3. עמידתה של החללית בתנאים הקיצוניים בחלל, ניווט מורכב (ללא GPS)
4. שלב לכידת הירח - השלב שבו החללית צריכה לעבור מהקפות של כדור הארץ להקפת הירח. לצורך כך על החללית להגיע למקום הנכון, בזמן הנכון, במהירות ובכיוון המתאימים, וזאת כדי שכוח הכבידה של הירח ילכוד אותה והיא תיכנס כך למסלול היקפי
5. האתגר האחרון הוא המורכב ביותר - נחיתה רכה על הירח

## סקופית 16:

בנקודה הזו "בראשית" התרסקה על הירח!

האם היא הגיעה לירח?

כן

האם היא עמדה במשימה שלה?

לא

האם זהו בכל זאת הישג?

דברי הראל לוקר, יו"ר התעשייה האווירית:

"התעשייה האווירית, יחד עם SpaceIL, בנתה את החללית הישראלית הראשונה, 'בראשית', אשר הצליחה להגיע למרחק 400 אלף ק"מ מישראל ולמפתן הירח. מדובר בהישג טכנולוגי אדיר למדינת ישראל אשר נכנסה למועדון של שבע המעצמות שהגיעו לקרבה כזו לירח. הפרוייקט ארך שמונה שנים ותרם רבות לתעשיית החלל הישראלית, שהיא אחת המובילות בעולם. החלל הוא מרחב עצום, מסעיר ומעורר השראה. התעשייה האווירית היא מוקד הידע הלאומי בישראל בטכנולוגיית החלל והיא תמשיך להוביל את מדינת ישראל להישגים טכנולוגיים בתחום זה. עובדי ומהנדסי התעשייה האווירית, עובדים יומם וליל על פיתוח טכנולוגיות לטובת המדינה ובטחונה. עבורם השמיים אינם הגבול, הם רק ההתחלה."

## סקופית 17:

מהי הצלחה?

**"הצלחה היא מסע של עשייה עקבית לעבר מטרה משמעותית שהוגדרה מראש. הצלחה נוצרת בכל רגע בו אנחנו מביאים תשומת לב מלאה למה שאנחנו עושים, אפילו לפעולה 'הקטנה' ביותר." (יואב זילכה)**

הצלחה אינה נמדדת רק בסימון "וי" על המטרה הסופית שהצבנו לעצמנו. הצלחה נמדדת ביעדים שהשגנו במשימה, בדברים שלמדנו בדרך לתוצאה.

עלינו להתייחס לפעולות שלנו, לצעדים שאנו עושים, לבדוק כמה אנו משקיעים; עלינו לחשוב עליהם ולהשיג יעדי ביניים, וכשאנו טועים – לנתח את הטעויות וללמוד מהן. זוהי הצלחה.

## סקופית 18:

בואו ננסה להבין כיצד אנחנו יכולים לנהל את הסיכונים שלנו לפני משימה גדולה. איך לוקחים משימה גדולה ומנסים לעמוד בה? איך לדעתכם הייתם פועלים?

### המטרה: להקים מושבה של חמישה אנשים לפחות על הירח.

מהן הפעולות שהמשימה מצריכה?

מה הסיכונים שצריך להביא בחשבון במשימה?

איפה יכולות להיות נקודות תורפה של המשימה?

מהם השלבים שהייתם עוברים בדרך למילוי המשימה?

לאילו תתי-משימות הייתם מחלקים את המשימה?

### ניתן לשאול שאלות מנחות כדי להגיע למקד את הדיון:

כמה אנשים יהיו במשימה?

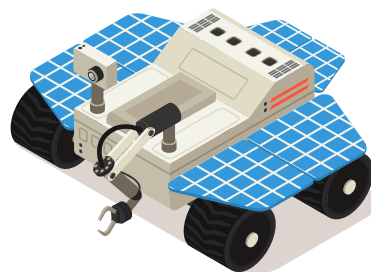
מה יהיו בעלי התפקידים של המשתתפים במשימה?

איך תשלחו את צוות המשימה לירח?

איך הצוות יצליח להסתדר יחד בשהות על הירח?

אילו פתרונות טכנולוגיים תציעו כדי שהפרויקט יצלח את התנאים הפיזיקליים הקשים על הירח - טמפרטורות קיצוניות וקרינה למשל?

כיצד הייתם מציעים לבנות את המושבה?



## סקופית 19:

**המטרה: הבאת משאב טבע מהירח לכדור הארץ ללא התערבות אדם.**

מהן הפעולות שהמשימה מצריכה?

מה הסיכונים שצריך להביא בחשבון במשימה?

מהן נקודות התורפה של המשימה?

מהם השלבים שהייתם עוברים בדרך למילוי המשימה?

לאילו תתי-משימות הייתם מחלקים את המשימה?

**ניתן לשאול שאלות מנחות כדי למקד את הדין:**

מה שולחים למשימה כזו?

מה מפתחים? חללית? רובוט?

מה יהיה מסלולם? מה המהירות?

איך תקבעו את הפרמטרים השונים לתנועת החללית עד לירח ובירח בהתאם לכח הכבידה?

מהו המשאב שתביאו?

איך תביאו אותו?

איפה ואיך תאחסנו אותו?

## סקופית 20:

**המטרה: שליחת בני אדם לשהות של חמישה ימים על מאדים.**

מהן הפעולות שהמשימה מצריכה?

מה הסיכונים שצריך להביא בחשבון במשימה?

איפה יכולות להיות נקודות תורפה של המשימה?

מהם השלבים שהייתם עוברים בדרך למילוי המשימה?

לאילו תת־משימות הייתם מחלקים את המשימה?

**ניתן לשאול שאלות מנחות כדי למקד את הדיון:**

כמה זמן לוקח להגיע למאדים?

מי האנשים שייקחו חלק במשימה?

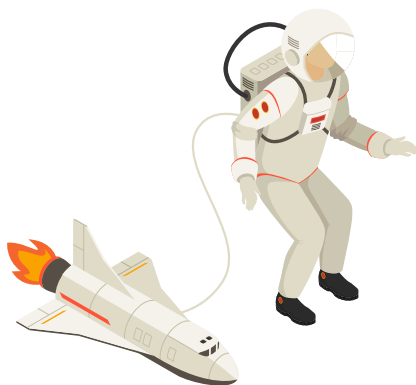
מה צריך לקחת לשהות של חמישה ימים במאדים?

מה הם תנאי החיים על מאדים?

איך תיראה החללית?

האם הם יצאו לשטח?

כמה חמצן הם יצטרכו לקחת? כמה דלק?



## סיכום:

## סקופית 21:

בשיעור זה ראינו כי הצלחות טכנולוגיות מלוות בדרך כלל בתהליך ארוך שבו מובאים בחשבון פרמטרים רבים וסיכונים רבים, לפעמים יש לעשות הכנות מוקדמות ולפעמים ללמוד תוך כדי תנועה.

כל שלב בתהליך הוא חלק מהתמונה, והשלב הסופי הוא השלב שבו על פי רוב אנו נמדדים במבט מן החוץ. אך זהו איננו בהכרח החלק המרכזי בתהליך. אנו, שעברנו את התהליך כולו, יכולים לנתח את הפעולות שביצענו, את כל השלבים שעברנו, ולהתגאות בהם.

**בדיוק כמו התרסקות החללית "בראשית":** ישראל עברה את מסלול המכשולים בדרך לנחיתה בחלל, התמודדה עם תקלות רבות והשיגה הישג אדיר. אומנם את מקצה הסיום היא לא צלחה, אך האם פירוש הדבר כישלון? האם זה אומר שלא השגנו דברים בדרך? הרחבנו את תעשיית החלל בישראל, שלחנו את החללית הקטנה ביותר שנשלחה אי פעם, עשינו זאת בעזרת יוזמה פרטית ולא ממשלתית, התמודדנו עם ניווט ללא GPS, ועברנו מכשולים רבים בדרך. הצלחנו לגעת בירח.

**המשימה לא הצליחה, אבל ההישגים שלנו שם. כיוונו לירח, נגענו גם בכוכבים :)**