**התרסקות חללית בראשית**

**הקדמה:**

לאחר השיגור ההיסטורי למדינת ישראל ב-22 בפבואר 2019, בצעה החללית בראשית מספר תמרונים מוצלחים שהכניסו אותה לאחר כמה תמרונים למסלול סביב הירח.

מטרת העל של החללית ושל עמותת **Space IL התחילה בתחרות של** Google Lunar X Prize לאחר ביטול התחרות, העמותה המשיכה בדרכה לפיתוח החללית **הישראלית הראשונה,** והקטנה ביותר שתוכננה לנחות על הירח עד היום. שתנחת על הירח בנחיתה רכה, לאסוף נתונים לטובת המחקר המדעי, ולשלוח חזרה לכדור הארץ תמונות ווידאו בחדות גבוהה.

**תהליך הנחיתה:**

המתכנתים של **Space IL תכננו תהליך נחיתה אוטונומי שיתחיל להאט את מהירות החללית כ- 1700 מטרים לשניה עד כמעט לאפס ולאפשר לחללית לנחות. כדי לאפשר זאת בערך בגובה של 25 ק"מ מעל הירח הופעלו מנועי המשנה נגד כיוון התנועה כדי לאפשר לחללית לרדת בצורה מתונה. זמן הנחיתה המשוער היה כ-20 דק' כאשר בשלב האחרון אם הכל היה הולך כשורה ב5 מטרים האחרונים היו מנועי החללית מפסיקים לפעול, ו"צוללים" את 5 המטר האחרונים ב2.5 שניות לערך.**

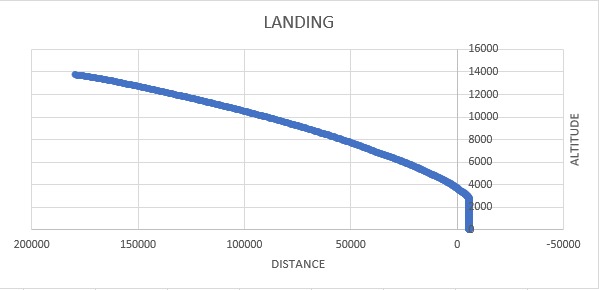
**תהליך ההתרסקות:**

**המערכת האוטונומית נכנסה לפועלה בגובה כ-25 ק"מ לביצוע הנחיתה,**

**בגובה של כ-14 ק"מ מעל פני הירח התגלתה תקלה ברכיב הIMU שתפקידו למדוד תאוצה לכן הכריז על תקלת ניווט, ובמקרה כזה הוא תוכנת לאתחל את עצמו. לאחר מס' שניות אבד התקשורת הטלמטריה עם החללית, לאחר 4 ק"מ ללא נתונים כ 10 ק"מ מעל פני הירח חזר התקשורת והמנוע הראשי כבה. בגלל שבוצע אתחול של אחד המתכנתים לIMU וכשל בתכנון הרכיבים גרמו לאתחול של המערכת 5 פעמים. ולכן עד טעינת עדכון התוכנה במלואה המנוע היה מחובר למקור מתח בודד ולא הופעל. ניתן לראות זאת לפי תאוצות החללית (למרות נתוני הטלמטריה שמראים אחרת), זה קרה כי בתכנון היה אמור להיות 2 מקורות מתח ובזמן ביצוע האתחול היה רק מקור מתח בודד. בשלב זה היה חשוב שהמנוע הראשי יפעל כל הזמן להאט את הנחיתה, לכן בהעדר המנוע הראשי ניתן לראות ע"פ נתנוי הטלמטריה שישנם בסרטון שהחללית עוברת מ0.6 מעלות ל34.3 מעלות ונופלת באוריינטציה אלכסונית לעבר הירח, מיד לאחר שהמנוע הראשי חזר לפעול (בפועל ולא לפי הטלמטריה) גרם לחללית להתהפך.**

**בשלב זה החללית הייתה במרחק 149 מטר מהקרקע במהירות אופקית של 946.7 m/s ומהירות אנכית 134.3 m/s מה שלא השאיר לה סיכוי והחללית התרסקה על הקרקע במהירות של כ3000 קמ"ש.**

**הפרויקט שלנו:**

לקחנו את הנתונים של החללית מהשידור הלייב בערוץ כאן ומאתר דוידסון, הם כוללים נתונים משלב תחילת הנחיתה עד השלב בו החללית הגיעה לגובה 13 ק"מ בערך בו התחילו הבעיות וניסינו לנתח אותם במלואם ולהבין את התכנון של הנחיתה, ניתן לראות את קובץ הניתוח (נקודות מיוחדות במסלול הנחיתה.xlsx). סימלצנו את הנחיתה שהמהנדסים שיערו שתתבצע על ידי חלוקה לנקודות יעד שונות שהחללית צריכה להגיע אליהם וע"י חישובים פיזיקליים וכח המנועים עזרנו לחללית להגיע לנקודות יעד אלו ולבצע את הנחיתה כפי שתוכננה (מהירות אופקית, מהירות אנכית, גובה, זוית שואפים ל0) עם כמה שיותר דלק. את הנתונים לקחנו ו"שפכנו" לקובץ csv (our-output.csv) ולפנינו התוצאות.

ניתן לראות שהתחלנו בערך ב14 ק"מ בצורה כזאת שהמהירות האנכית האופקית והזוויתית מתפקידם לאזן את החללית בצורה איטית כלפי מטה מצד אחד,

מצד שני מכיוון שבירח אין חיכוך אנחנו צריכים לתת רק גז כלפי מעלה ובאזור 4 ק"מ סובבנו את החללית למצב אנכי שבו התאוצה האופקית שואפת ל0 ורק בולמים עם הרבה כח מהמנועים את כוח המשיכה של הירח והתאוצה האנכית של החללית משם הפעלנו מנועים שינחית אותנו בצורה נכונה ובטוחה.

**סיכום:**

**למרות ההתרסקות כבוד גדול למדינת ישראל ולנו בתור סטודנטים להנפיק דו"ח כזה שלומד אירוע היסטורי של מדינתנו.**

מדו"ח שהנפיקו **Space IL הרבה טענות על שחיקת הצוות בתמרונים,** חסכון מרבי בעלויות ורכיבים שלא נבדקו עולים מהטענות שלהם.

אנחנו מאמינים בחוכמה שבדיעבד יכלו לעשות את זה בהרבה יותר טוב וכנראה גם נשיא **Space IL** מוריס קאהן כי יוקם פרוייקט חדש בראשית 2 כשהיעד שלה הוא הירח.



**מדינה קטנה חלומות גדולים**

מגישים :

נתנאל דוידוב 208252684  
מקסים מרמר 334013968  
אור שמש 203640768