

הטיל שחוזר בו

בדרך לכיבוש החלל נאבקות כיום שתי חברות על פיצוח האתגר הקשה מכולם: החזרת הטיל המשגר לכדור הארץ, לשימוש חוזר • המטרה: להוזיל עלויות. הבעיה: המשימה דומה להחזקת מטאטא על קצה האצבע



המשימה: להחזיר
ששוגר לחלל
שגיא כהן ||| עמ' 6



ג'ף בזוס, Blue Origin, על רקע הטיל שחזר בשלום

כולל את המנוע, והוא המאסיבי, הגדול והיקר ביותר במשגר. לכן הוא גם החשוב ביותר – הוא זה שצריך לחזור ולנחות בכטחה על הקרקע. לכן, ראשית, צריך לתכנן "שלב ראשון" המסוגל לעמוד ב"טראומה" של השיגור, המלווה בכמות אדירה של חום. הרי אם למנוע ייגרם נזק בלתי הפיך במהלך השיגור, מה הטעם לטרוח ולהחזירו לכדור הארץ? שנית, צריך להתמודד עם רגע קריטי נוסף: החזרה לאטמוספירה. בעוד שמשגרים רגילים נשרפים בכניסה חזרה לאטמוספירה, המשגרים הרב-פעמיים נבנים כך, שיהיו עמידים בפני החום והחיתוך האדירים.

אסדה בלהבות

אך הדבר הכי מורכב, לדברי פרופ' גורפיל, הוא להנחית את הטיל בכטחה על קרקע. "צריך להביא את המשגר ליפול בצורה מאוזנת ומאונקת, לניוט אותו במדויק לאזור הנחיתה, להאט אותו ואז להביא אותו לנחיתה יפה על הרגליים, בלי פגיעה חזקה בקרקע, ולייצב אותו מבלי שייפול הצידה. זהו שלב מאוד מאתגר: כמו לנסות להחזיק מטאטא על קצה האצבע."

ואם זה לא מספיק, בחברת SpaceX מאמינים,

מושיים היא המפתח להבאת המין האנושי להתגורר רר בעולמות אחרים.

טראומת השיגור

הרעיון של משגרים רב-פעמיים אינו חדש: כבר בשנות ה-90 החלה נאס"א לפתח פרויקט כזה, אך הוא הופסק בגלל בעיות תקציב. לכן, משימת פי"תוח הטילים האלו עוברת בהדרגה ליזמים פרטיים (כמו חלק גדול מתעשיית החלל). וכך, אם פעם המרוץ לחלל התרחש בין ממשלי ארה"ב ורוסיה, כיום המירוץ למשגר הרב-פעמי מתנהל בין שתי חברות פרטיות השייכות ליזמי-על – SpaceX של אילון מאסק (מייסד טסלה ופיפאל) ו-Blue Origin של ג'ף בזוס, מייסד אמזון. מיזם נוסף בשם "וול" קן" הוקם לאחרונה על-ידי בואינג ולוקהיד מרטין, בשיתוף עם Blue Origin.

גם SpaceX וגם Blue Origin כבר ביצעו ניסויים לאורך השנים האחרונות בטילים רב פעמיים, ורשמו הצלחות מרשימות לצד כשלונות מפוארים.

כפי שמסביר פרופ' גורפיל, ישנם קשיים ומ"כשולים רבים בפיתוח טילים רב-פעמיים, ומדור בר במשימה מורכבת להפליא. כל משגר מורכב ממספר חלקים, המכונים שלבים. "השלב הראשון"

דרמטית בעלויות השיגור לחלל. שהרי כיום, כאשר רוצים לשגר לוויין לחלל, המשגר החד פעמי פשוט מתבזבז: לאחר שהוא נפרד מהלוויין, הוא נשרף בכניסה חזרה לאטמוספירה או מתרסק לים. מאחר שעלות המשגר, ובעיקר המנוע, גבוהה מאוד, זה הופך כל שיגור לחלל לעניין יקר להחריד. תארו לעצמכם, למשל, שמטוס נוסעים (שמחירו, אגב, דומה למשגר "פאלקון 9"), היה יכול לטוס רק פעם אחת. הייתם עולים על טיסה לגניוויורק, ובסופה המטוס היה נזרק לזבל וצריך היה לבנות אחר חדש. מובן מאליו שהטיסות המסחריות היו הופכות ליקרות ולבלתי מושגות בעליל. בפועל, מטוסים עושים כיום עשרות אלפי טיסות במהלך חייהם, והטיסות זולות ונגישות כמעט לכל אדם.

וזה בדיוק מה שטילים רב פעמיים יכולים לעשות למסע לחלל: הם עשויים להוזיל את עלותו של שיגור בודד מעשרות מיליוני דולרים לפחות ממיליון דולה, ולהפוך אותו לעניין נגיש ופתוח בהרבה.

"עלויות השיגור מונעות כיום גישה לחלל מהרבה מאוד גורמים, כמו סטארטאפים או גורמי אקדמיה", אומר פרופ' פיני גורפיל, ראש המכון לחקר החלל בטכניון. "לכן יש לחץ להוריד את עלויות השיגור בצורה משמעותית". סוכנויות חלל וצבאות ישמחו על האפשרות לשגר לחלל לוויינים בקצב מהיר הרבה יותר ובעלויות מופתיות. וההוזלה של השיגורים תאפשר גם תיירות חלל: ברכישת כרטיס טיסה, אנשים (עשירים בעיקר) יוכלו לבלות כמה שעות בחלל ולחזור.

בטווח הארוך, החזון דמיוני הרבה יותר. SpaceX כבר הכריזה, כי הפיכתם של המשגרים לרב-שי

שגיא כהן



ב-21 בדצמבר 2015 נרשם רגע היסטורי בתולדות מסעי החלל. טיל "פאלקון 9" מתוצרת חברת SpaceX האמריקאית, המריא מקייפ קנוורל, פלורידה, כשעליו מועמסים 11 לוויינים קטנים. ההמראה עברה בשלום. זמן קצר לאחר מכן, הטיל שיחרר את הלוויינים למסלול נמוך סביב כדור הארץ, ואז – נפל בחזרה. הוא הנמיך גובה בריחוף איטי ואנכי מעל המנחת, עד שהרגליות נגעו בקרקע וייצבו את הטיל. תשע דקות לאחר רגע ההמראה, המנועים כבו. הנחיתה הושלמה בהצלחה. בחדרי הבקרה זינקו עשרות טכנאים ומהנדסים ממקומם, מחאו כפיים, התחבקו ושאגו משמחה. "ברוכה השבה בייבי", צייץ בטוויטר יום-העל אילון מאסק, מייסד SpaceX. לאחר מכן אמר: "זהו רגע מהפכני. הנחיתה הייתה כמעט מושלמת. אני עדיין בהלם".

על מה כל ההתרגשות? לאורך עשרות שנים נעשו מאמצים טכנולוגיים כבירים לפיתוח משגרים (טילים) רב-פעמיים, כלומר כאלה שמסוגלים להביא לחלל חלליות או לוויינים, ואז לחזור ארצה בכטחה ולהמריא פעמים נוספות. הניסוי המוצלח של SpaceX היה הפעם הראשונה אי פעם, שמשגר אכן מצליח להמריא, לשחרר לוויינים לחלל – ולחזור בכטחה לקרקע.

כמו מטוס חד פעמי

למה צריך את זה? כי משגר רב פעמי, כזה שניתן להשתמש בו שוב ושוב, הוא המפתח להוזלה

פרופ' פיני גורפיל, ראש המכון לחקר החלל בטכניון: בתוך חמש שנים יהיו כבר כל המשגרים למסלול נמוך, רב-פעמיים; עד 2030 יגיעו גם המשגרים הרב-פעמיים המתאימים לשיגורים למסלול גבוה



ידיעות אחרונות

רוצים לצפות בסרטון ההתרסקות? היכנסו לאפליקציה

להורדה
APP STORE |
GOOGLE PLAY |

תצלומים: SpaceX

אילון מאסק, Space X, על רקע הטיל שהתפוצץ בנחיתה

הראשון הוא Blue Origin לבין של זה של SpaceX: הראשון הוא תת-מסלולי, ומסוגל להגיע לגובה של 100-120 ק"מ. הוא לא מסוגל ולא מיועד להביא לוויינים או חלליות למסלול סביב כדור הארץ. הוא כן מיועד לקחת בעתיד כלי טיס מאוישים לטיסות תיירותיות קצרות בחלל. מסיבה זו הוא קטן, רחב ואיטי יותר. מה שהופך אותו לקל להנחתה, יחסית למשגר של SpaceX, שהוא סיפור אחר לגמרי: הפאלקון 9 הוא משגר מסלולי, שמגיע לגובה של עד 1,000 ק"מ, ומסוגל להביא לוויינים למסלול סביב כדור הארץ. לכן, הוא גדול, רב עוצמה וארוך יותר – והמשימה להנחתו בחזרה מורכבת יותר. Blue Origin, אגב, עוברת גם במרץ כבר שלוש שנים על משגר מסלולי משלה.

בכל מקרה, צריך להביא בחשבון שמשגרים מסלוליים אלה מסוגלים כרגע לקחת לוויינים רק למסלולים נמוכים: כלומר, הם מיועדים לשיגור של לווייני תצפית או מזג אוויר. ואכן, רוב השיי גורים שנעשים כיום בעולם הם לגבהים כאלה. עם זאת, כדי לשגר לווייני תקשורת וכלי חלל מאוישים, מדובר – שוב – באתגר מורכב בהרבה. אלה צריכים להגיע לגובה של 36 אלף ק"מ. לכן המשגר הוא גדול ומאסיבי, כך שהרבה יותר קשה להפוך אותו לרב-פעמי.

פרופ' גורפיל מעריך, שבתוך חמש שנים כל המשגרים הפרטיים המיועדים למסלול נמוך כבר יהיו רב-פעמיים; ואילו עד 2030 יגיעו גם המשגרים הרב-פעמיים, המתאימים לשיגורים למסלול גבוה. כשזה יקרה, חזון כיבוש החלל שמאסק ובזוס רואים לנגד עיניהם, יהפוך אמיתי מאי פעם. ■

sagi-c@yedioth.co.il

ההנחתה המשגר לא צריכה בכלל להיות על קרקע יציבה, אלא בלב ים (!): על מנת מיוחד וקטן המוצב על ספינה אוטונומית, בלתי מאוישת. היתרונות הם בטיחותיים – למנוע פגיעה באזור מאוכלס – אבל יותר חשוב, הספינה האוטונומית יכולה לשוט לעבר המשגר, "לקצר" מרחקים וזמן, ולהמתין לו בנקודה המתאימה. עם זאת, כפי שהסביר מאסק עצמו, זה מוסיף לא מעט למורכבות התהליך: הרבה יותר קשה להנחית טיל על ספינה מאשר ביבשה, שכן המנחת קטן יותר, וכמובן, זו כל הזמן, בגלל הגלים.

ואכן, SpaceX רשמה עד כה כמה כישלונות פוֹטוגניים למדי, האחרון שבהם לפני שבועות ספורים בלבד, בניסיון להנחית את "פאלקון 9" על מנחת בלב ים. הסרטונים שפורסמו מהאירוע מרהיבים: הטיל נוחת בהצלחה על האסדה, אך רגע קל לאחר מכן לא מצליח להתייזב, נופל הצידה ועולה בלהבות.

רק מסלול נמוך

המרוץ לחלל בין מאסק לבזוס נמצא בשיאו, וכמו בכל מרוץ, מעורבים בו לא מעט אגו ותחרות – מי יצליח לעשות זאת קודם.

אף ש־SpaceX של מאסק רשמה בדצמבר 2015 הצלחה היסטורית בשיגור לחלל, Blue Origin היא זו שהייתה הראשונה, רק חודש לפני כן, לשגר ולהנחית בהצלחה טיל רב פעמי בשם "ניו שפרד". ב־22 בינואר "ניו שפרד" שוגר שוב, הגיע לגובה של 100 ק"מ, עזב לרגע קל את האטמוספירה, ואז חזר לנחית תה אנכית מוצלחת – ובכך רשם רגע היסטורי נוסף, והפך למשגר הראשון שביצע שתי המראות ונחיתות. עם זאת, חשוב לעשות הברלה בין המשגר של



"פאלקון 9" רגע לפני ההתרסקות



"ניו שפרד" נוחת בבטחה