

## **הסיבות הטכניות להתרסקות של החללית בראשית**

ב-22 בפברואר 2019 שוגרה החללית הישראלית "בראשית" במטרה להיות החללית הישראלית הראשונה שתנחת על הירח. במהלך הנחיתה, לאחר שהחללית התקרבה לאזור נחיתה מישורי מגובה של כ-30 ק"מ ובמהירות של כ-6,000 קמ"ש, היא התייצבה בכיוון הנחיתה והחלה להאט בעזרת המנוע הראשי. בגובה של כ-15 ק"מ, לאחר בדיקת מערכות קריטיות ("נקודת האל-חזור"), התקבלה ההחלטה הסופית להמשיך בנחיתה ללא אפשרות לבטל, אך בשלב זה החלו להופיע מספר תקלות שיצרו שרשרת אירועים והובילו בסופו של דבר להתרסקות החללית.

### **רצף האירועים**

1. במהלך תהליך הנחיתה (לאחר הכניסה לשלב ה"אל חזור"), **מד תאוצה אחד (IMU) הפסיק לפעול**.
2. **הצוות החליט להפעיל מחדש את המד שכבה כדי להימנע מסיכון שהמד השני יפסיק לעבוד גם הוא**.
3. בגלל האופן שבו החללית תוכננה, **הפעלת המד שכבה גרמה להפסקה רגעית של פחות משנייה בקבלת הנתונים ממד התאוצה התקין**.
4. בעקבות המחסור בנתוני תאוצה, **המחשב זיהה תקלה חמורה וביצע אתחול עצמי (ריסטרט)**.
5. **באתחול, נמחקו ההרחבות החשובות מהזיכרון הזמני (RAM), ולקח כחמישה אתחולים עד שההרחבות נטענו מחדש**.
6. **בכל אתחול המנוע הראשי כבה**, משום שהוא היה תלוי בפעולה רציפה של המחשב.
7. הייתה תקלה נוספת ידועה מראש, **שהמנוע הראשי נזקק לשני מקורות מתח שונים כדי להידלק מחדש**, אך לאחר האתחולים החוזרים, רק מקור אחד היה זמין, ולכן **המנוע הראשי לא הצליח להידלק שוב**.
8. ללא המנוע הראשי, החללית איבדה את יכולת הבלימה והמשיכה ליפול במהירות לעבר הירח, **החללית התרסקה על פני הירח במהירות של יותר מ-3,000 קמ"ש**, כשהמנועים הקטנים שומרים על הכיוון אך לא מסוגלים להאט את הנפילה.

### **סיבות נוספות להתרסקות:**

1. **החללית נבנתה בתקציב נמוך יחסית (100 מיליון דולר)**, דבר שהוביל לשימוש ברכיבים זולים יחסית, **רכיבים שלא נבדקו בחלל**, ולכן הסבירות לנחיתה מוצלחת הייתה נמוכה מאוד מלכתחילה.
2. **תקלה במצלמות "עוקבי הכוכבים"**. נגרמה ככל הנראה כתוצאה מכך שחלקיקי אבק נפלו על מגיני המצלמות בזמן ההפרדה של החללית מטיל השיגור. האבק גרם להחזרת אור ("סינוור") ולכך שהמצלמות לא הצליחו לזהות כוכבים באופן ברור. בעיה זו גרמה לקושי מאוד על ניווט ומעקב מדויק אחר מיקומה של החללית לאורך כל המשימה.
3. **החללית סבלה מאתחולים חוזרים של המחשב המרכזי עוד לפני הנחיתה**, ככל הנראה בעקבות חשיפה מוגברת לקרינה בחלל, מה שהוביל לדחיית תמרונים מתוכננים ויצר קשיים משמעותיים בשליטה בחללית לאורך כל הדרך לירח.
4. **מערכת ההצתה של המנוע הראשי תוכננה להתבסס על שני מקורות מתח**, התגלתה תקלה במערכת זו לפני השיגור. הצוות ההנדסי הכיר את התקלה אך לא הספיק לתקן אותה לפני השיגור, ולכן כשהיה צריך להפעיל מחדש את המנוע הראשי במהלך הנחיתה, המערכת נכשלה והמנוע לא נדלק שוב.