

חלל

כוכבים בחוץ: איך ייראה המסע לחלל בעשור הבא?

לתפוס את השמיים

טיסות מסחריות, כלי תחבורה מיוחדים, טכנולוגיות לשהייה ארוכה על פלנטות אחרות ואפילו מעלית. העשור הבא יהיה עידן החלל ← זהר בר־אור

84 כתוב בכוכבים

החלל בעשור הבא: חברות פרטיות יציעו טיסות מחוץ לכדור הארץ, חלליות קטנות יסיעו אסטרונאוטים אל תחנת החלל וממנה, האדם יחזור אל הירח ולאחר מכן יצא אל מאדים, ומעלית חלל תיקח אותנו לקומה ה־30 אלף. כיצד יחזור העולם אל חזון כיבוש החלל – ומה יהיה חלקה של ישראל בסיפור הזה | זהר בר אור

בחזרה לעתיד

האדם, הבית, המדינה, העולם, הגלקסיה – כך ייראה העשור הבא. פרויקט מיוחד

חללית זבל |

החלל הוא ביתך, שמור על ניקיונו מאמץ עולמי משותף: פינוי פסולת חלל

פסולת החלל גדלה בשנת 2009 ב־13%, ומהנדסים ומדענים ניצבים בפני אתגר גדול: כיצד לצמצם את הסכנות ללוויינים ולמשימות חלל ממאות אלפי חלקיקי פסולת החלל המשייטים סביב כדור הארץ במהירויות עצומות.

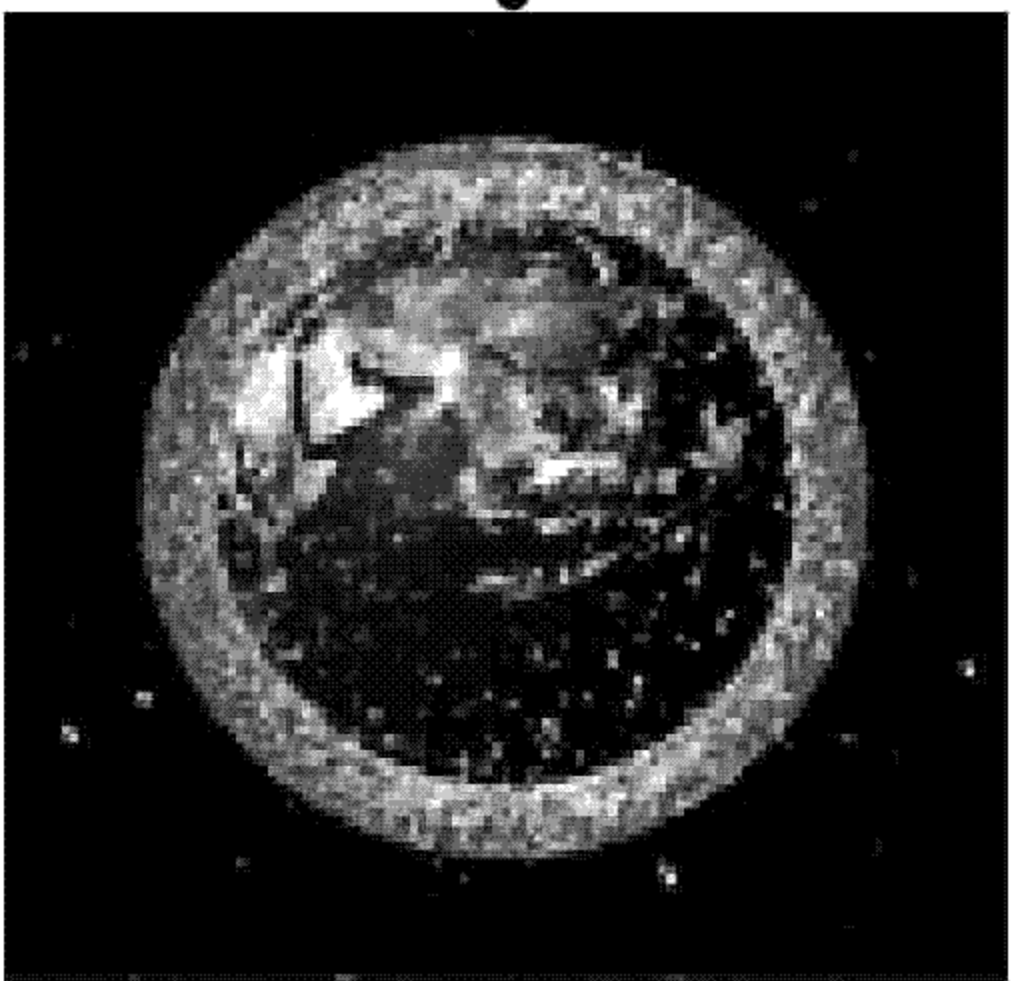
“לא ברור מתי יתחילו לנקות את החלל, אבל ברור לגמרי מדוע זה יקרה”, אומר טל ענבר, ראש המרכז לחקר החלל במכון פישר למחקר אסטרטגי, אוויר וחלל. “מספיק שתהיה התנגשות של חללית מאוישת שתסתיים באסון או שלוויין מאוד יקר ייהרס”.

פסולת החלל מעלה שאלות באשר לבטיחות מסעות החלל בעתיד. בשנה שעברה נאלצה נאס”א לבצע פעמיים תמרונים של חללית רובוטית כדי למנוע התנגשויות, ולאחרונה נאלצה תחנת החלל הבינלאומית לשנות את מסלולה כדי להימנע מהתנגשות עם פסולת רבה שגותרה מניסוי סיני בנשק נגד לוויינים, שבוצע בשנת 2007.

מבחינה טכנולוגית יש הרבה כיווני מחשבה כיצד להתמודד עם פסולת חלל. אחת השיטות היא הטיית לוויינים שיצאו מכלל שימוש ממסלוליהם כך שייפלו בחזרה לאטמוספרה ויישרפו. פתרון אחר הוא שיגור חללית שתפרק לוויינים שיצאו מכלל שימוש ו”תבלע” אותם. אולם כל הפתרונות יקרים מאוד, ואין כיום מי שישלם את החשבון.

נראה כי ייקח עוד זמן עד שנראה חלליות זבל יוצאות למשימות איסוף וניקוי בחלל, אולם ברור כי המדינות הפועלות בחלל יהיו חייבות לתת את הדעת על כך ברצינות רבה יותר בעתיד הקרוב.

הדמיה של הפסולת סביב כדור הארץ. חללית מיוחדת תנקה



הדמיה של אוריון. אל תחנת החלל וממנה

מונית חלל | מי פנוי במאדים? החללית שתשנה את פני התעבורה בחלל

נא להכיר: אוריון, החללית החדשה שמפתחים בנאס”א במסגרת תוכנית “קונסטליישן” לכיבוש של הירח והמאדים. מדובר בדור הבא של חלליות, כלי רכב שמסוגל לשאת עד שישה אנשים, וכן כמות גדולה של ציוד מתחנת החלל ואליה. הטיסות הראשונות שלה לחלל יצאו כבר בעשור הקרוב, בהתחלה למרחקים קצרים, ולאחר מכן למשימות רחוקות יותר. עכשיו נשאלת השאלה: מתי יגיע לחלל גם תחום ההובלות?

מעלית חלל | הקומה ה־30,000 מה שהתחיל כהזיית מדע בדיוני הופך לחזון של ממש

“השאלה שארטסטאנוב שאל את עצמו הייתה הברקה ילדותית של גאונות אמיתית. סתם אדם חכם מעולם לא היה חושב על זה, או שהיה מתייחס לרעיון כדבר שטות. אם חוקי הפיזיקה השמיימית מאפשרים לעצם כלשהו להתקבע בשמיים, האם אין זה אפשרי לשלשל כבל מטה אל פני האדמה, ולהקים מעלית שתחבר את כדור הארץ לחלל?”.

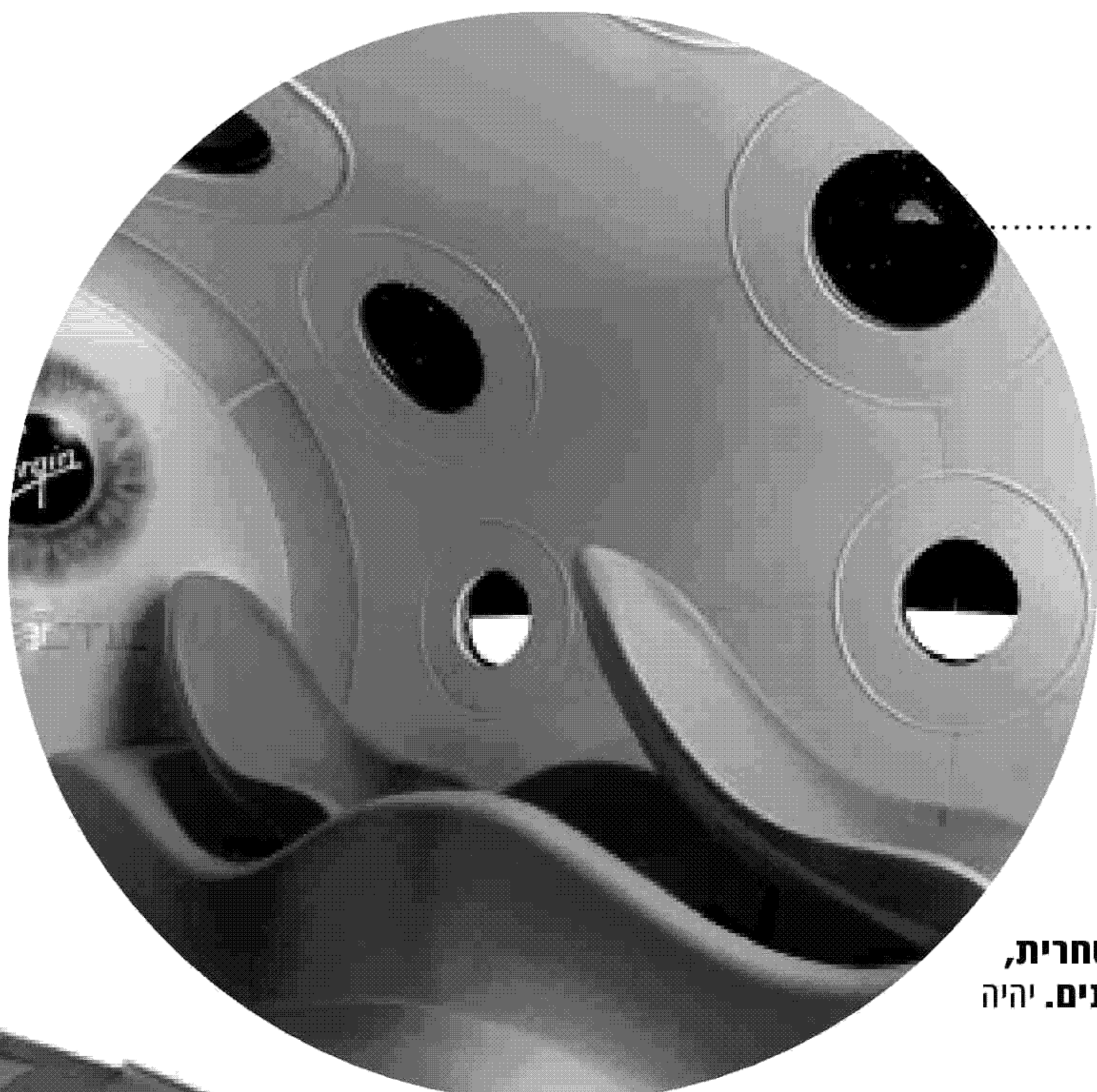
את הדברים האלה כתב ארתור סי קלארק ב־1979 בספרו “מזרקות גן העדן” (תרגום: עומר נבו, הוצאת אודיסיאה) וגם היום, שלושים שנה אחר כך, הם נראים כמשהו בלתי אפשרי. אבל זה לא מפריע למדענים בארצות

הדמיה של מעלית החלל. החזון קורם עור וגידים

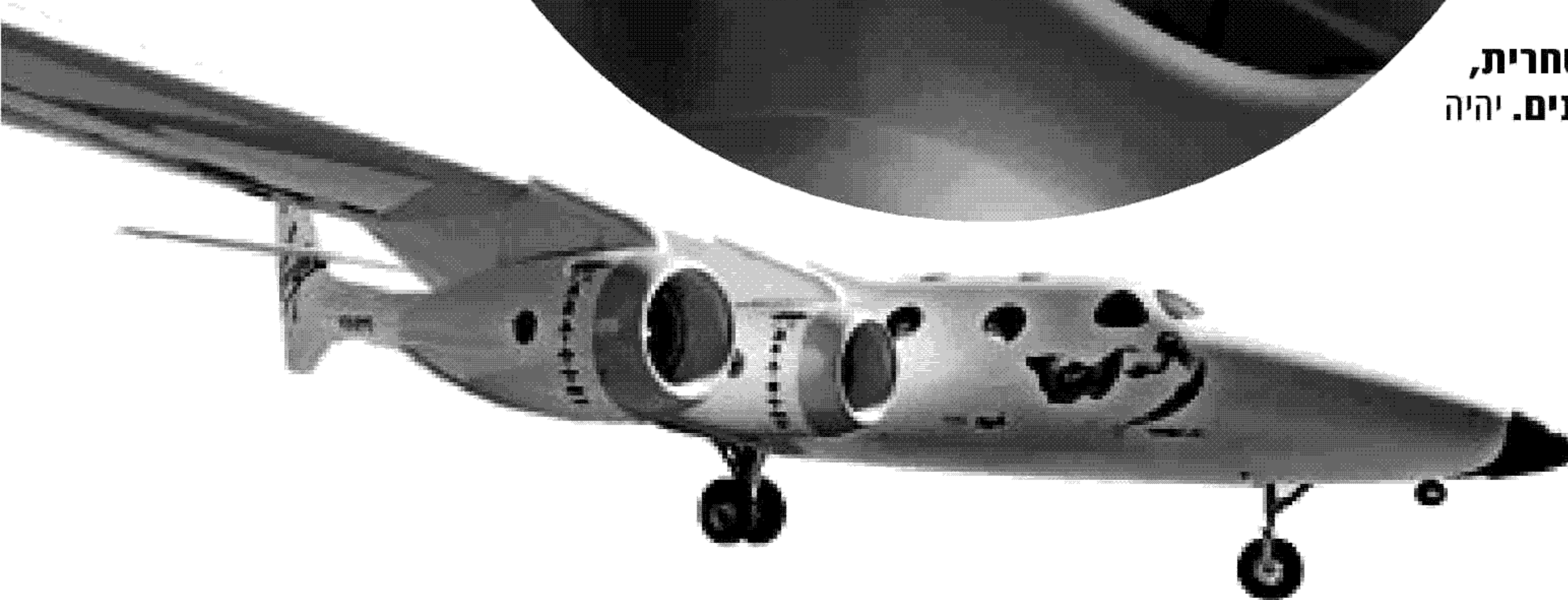


למשוך אותו בחזרה לכדור הארץ. עד כאן זה נשמע די פשוט, אולם ישנן כמה בעיות: ראשית, על הכבל להיות קל ביותר מצד אחד ועמיד מאוד מצד שני, ועדיין לא הצליחו לייצר חומרים כאלה בכמויות גדולות. שאלה נוספת היא כיצד להניע את המעליות למרחק כזה. אחד הפתרונות הוא שימוש בקרני לייזר שישוגרו אל המעלית מן הקרקע. לפני כמה חודשים זכתה קבוצת LazerMotive מסיאטל בתחרות של נאס”א, לאחר שחבריה הצליחו להניע רובוט במעלה כבל אנכי באורך 900 מטרים באמצעות קרני לייזר. אז כנראה ייקח עוד זמן עד שתוכלו ללחוץ על הכפתור שייניק אתכם לחלל החיצון, אבל אולי לשאלה של ארטסטאנוב יינתן מענה בעתיד הלא רחוק.

הברית, ביפן, באירופה וברוסיה לנסות להגשים את החזון, וכיום יותר מתמיד סבורים רבים שמעלית חלל היא ישימה וייתכן כי תיבנה כבר בעשורים הקרובים. כיצד תפעל המעלית? ד”ר רז טמיר, מנכ”ל העמותה ללוויינות זעירה בישראל וראש תחום ננו־לוויינים בתעשייה האווירית, מסביר: דמיינו כדור המחובר לחבל שאותו מסובבים במהירות. החבל יימתח והכדור ישאף להיזרק החוצה. הכוח שדוחף את הכדור החוצה ומייצר את המתיחות בחבל נקרא הכוח הצנטריפוגלי. מעלית החלל תפעל על־פי אותו עיקרון. היא תהיה בנויה מכבל באורך של חמישים עד מאה אלף קילומטרים. צד אחד יעוגן לכדור הארץ, באזור קו המשווה, ובצד השני תהיה משקולת שתאזן את המשקל העצמי של הכבל, שישאף



החללית המסחרית, מבחץ ומבפנים. יהיה גם צוות בידור



תיירות חלל | איפה אתם בפסח? הטיסות המסחריות לחלל אמורות להמריא כבר ב־2011

בתחילת דצמבר, בלילה סחוף רוחות במדבר מוהאבי, נעשה צעד ענקי בדרך להגשמת חלום תיירות החלל המסחרית. המיליארדר הבריטי סר ריצ'רד ברנסון והמהנדס הנודע ברט רוטאן חשפו את החללית המסחרית הראשונה בעולם.

בטקס ההשקה החללית הייתה מחוברת למטוס האם. בטיסה שתתקיים לפי התכנון בעוד כשנה יישא המטוס את החללית על ששת נוסעיה ושני הטייסים לגובה של חמישים אלף רגל. שם הוא ישחרר אותה, ואז ייכנס לפעולה מנוע רקטי, שיניע את החללית עד לקצה החלל - כמאה קילומטרים מעל פני כדור הארץ.

בעולם כבר פועלות כיום כמה קבוצות המנסות לכבוש את תחום החלל המסחרי. בשנת 2004, מטוס החללית האחר שתכנן רוטאן היה לחללית הפרטית הראשונה שהגיעה לקצה החלל. לאחר מכן פנה אל רוטאן ברנסון, מייסד חברת התעופה וירג'ין אטלנטיק וחברת התקליטים וירג'ין, עם תוכנית לבנות חללית נוסעים מסחרית.

ובכל זאת, חלום החלל הוא לפי שעה עסק לעשירים בלבד, וטיסות מסחריות במחיר השווה לכל נפש עדיין רחוקות. תיירי החלל הראשונים שילמו בזמנו עשרות מיליוני דולרים עבור התענוג. אצל ברנסון ורוטאן המחיר אמנם זול בהרבה, אבל עדיין מדובר בעסק יקר. עם זאת כ־300 איש כבר שילמו 200 אלף דולרים כל אחד כדי להיות הנוסעים הראשונים של חברת וירג'ין גלקטיק.

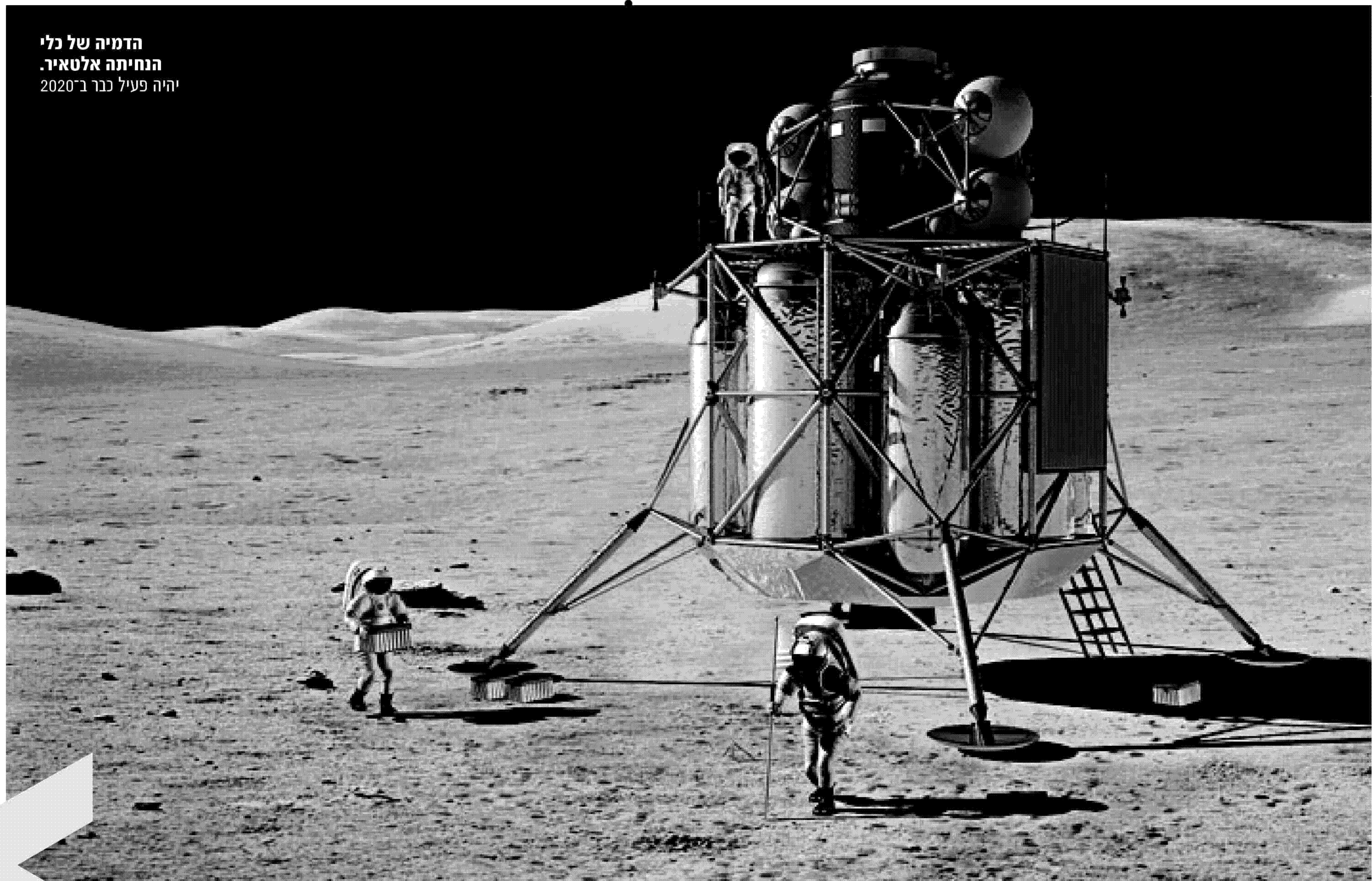
לפי שעה אין תאריך מדויק לטיסות החלל המסחריות הראשונות, אולם בוויירג'ין גלקטיק מקווים להתחיל בטיסות מבחן בתחילת השנה הבאה, כשהטיסות המסחריות הראשונות אמורות להמריא לחלל ב־2011.

אגב, ברנסון החליט לשלב בין אהבת התעופה, החלל והמוזיקה שלו, והחתים את להקת שפנדאו בלט הבריטית (הזכורה בעיקר מהלהיט "גולד") להופעת רוק ראשונה בחלל. למקרה שיהיה משעמם בדרך.

כלי נחיתה חדש | חוזרים לירח כלי הנחיתה הקרקעי שיאפשר שהייה של שבוע על פני הירח

לפני ארבעים שנה עשה ניל ארמסטרונג את הצעד הראשון על הירח ומאז עושה רושם שהירח סבל מתקופת יובש לא קצרה. עכשיו בנאס"א רוצים לחזור לשם - ולכמה שיותר זמן. לצורך זה המציאו שם את אלטאיר, כלי נחיתה חדיש שמסוגל לשאת ארבעה אסטרונאוטים (בניגוד לשניים בלבד שהתאפשרו בעבר) ולספק להם צורכי מחיה לשבוע (בניגוד ליום־יומיים שהתאפשרו בעבר). מעבר לכך, תהיה גם האפשרות לנשיאת משא במקום צוות גדול, ובדרך זו להנחית על הירח מבנים שישמשו לבניית מוצב של קבע. האלטאיר אמור להתחיל לפעול ב־2020.

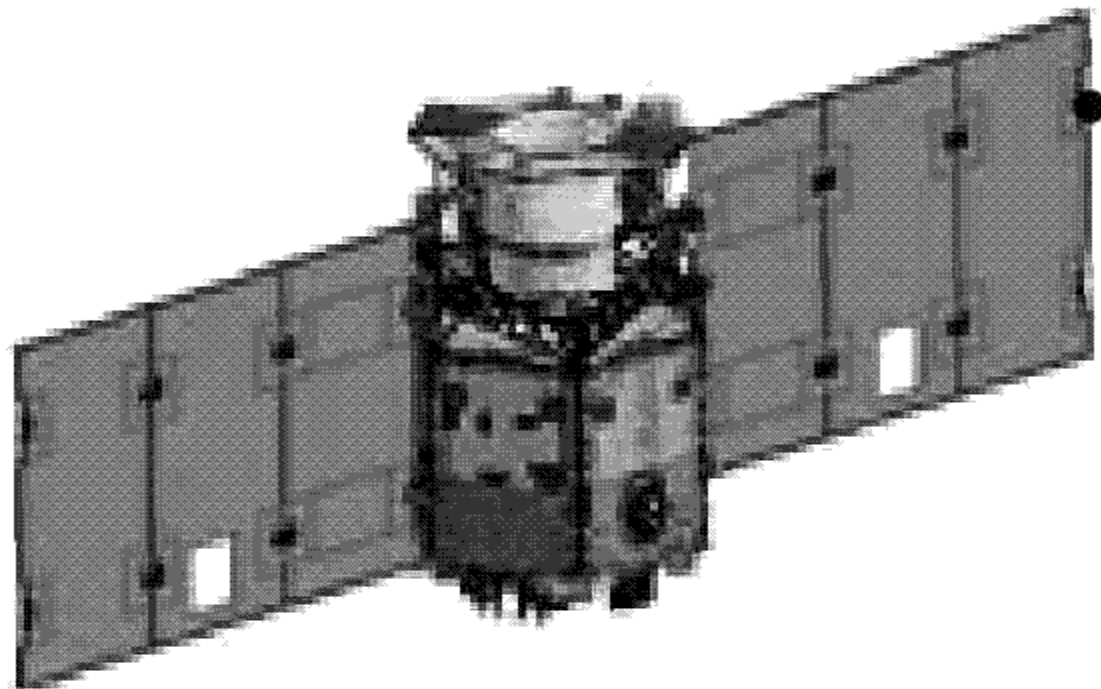
**הדמיה של כלי
הנחיתה אלטאיר.**
יהיה פעיל כבר ב־2020





Tecsar

לוויין מיוחד לצורכי צילום מכ"ם, ששוגר בינואר 2008. היתרון של צילום המכ"ם הוא יכולתו לפעול בכל מזג אוויר, ביום ובלילה, ולראות גם דרך עננים. מדובר בלוויין שנועד לשימושים צבאיים



פריקט ונוס

שיתוף פעולה בין ישראל לצרפת שמטרתו שיגור לוויין מדעי קטן שיישא מצלמה מיוחדת שפותחה בישראל, שתבצע תצפית על כדור הארץ לצורכי חקלאות וסביבה

גלקסיה כחול-לבן

ישראל דורגה השנה במקום התשיעי מבין עשר מדינות בעולם הפועלות בחלל. בתקציבים זה לא משתקף

אסטרטגי, אוויר וחלל. "הבעיה בתחום התשתיות היא לא טכנולוגית אלא כלכלית".

בסוכנות החלל הישראלית דורשים שהממשלה תעלה את ההשקעה לכ-150 מיליון דולרים לשנה לתחום האזרחי-מסחרי. במקביל, הם מציעים, תוקם קרן הון סיכון שתתמחה בחלל ותפעל בהיקף של כ-1.5 מיליארד דולרים למשך כמה שנים. הממשלה, כך מוצע, תשתתף בקרן בהיקף של כ-50%. ד"ר צבי קפלן, מנהל סוכנות החלל הישראלית, אומר כי השקעה בסדר גודל כזה עשויה להניב יצוא של כ-5 מיליארד דולרים בשנה.

לתעשיית חלל פעילה יש ערך מוסף גבוה מבחינת התרומה הכלכלית למשק. "זה תחום שיש לו תרומה למדינות ברמה האסטרטגית", אומרת ד"ר דפנה גץ, חוקרת במוסד שמואל נאמן, שהובילה מחקר בתחום. "עובד ממוצע בתחום זה מרוויח כ-500 אלף דולרים בשנה, לעומת כ-200 אלף שמרוויח עובד בתחום ההיי-טק". מכון פישר יקיים ב-27-28 בינואר 2010 את כנס החלל הישראלי הראשון כדי לדון בבעיות האלה. בינתיים, אפשר להתנחם בהישגים הרבים של תעשיית החלל הישראלית. הנה כמה מהם.

כבר ב-1957 הבין ראש ממשלת ישראל דוד בן-גוריון את חשיבות כיבוש החלל. באותה שנה שוגר הלוויין הראשון בעולם, הספוטניק, על-ידי ברית המועצות, ובן-גוריון דיבר על כך כשפתח את מושב החורף של הכנסת.

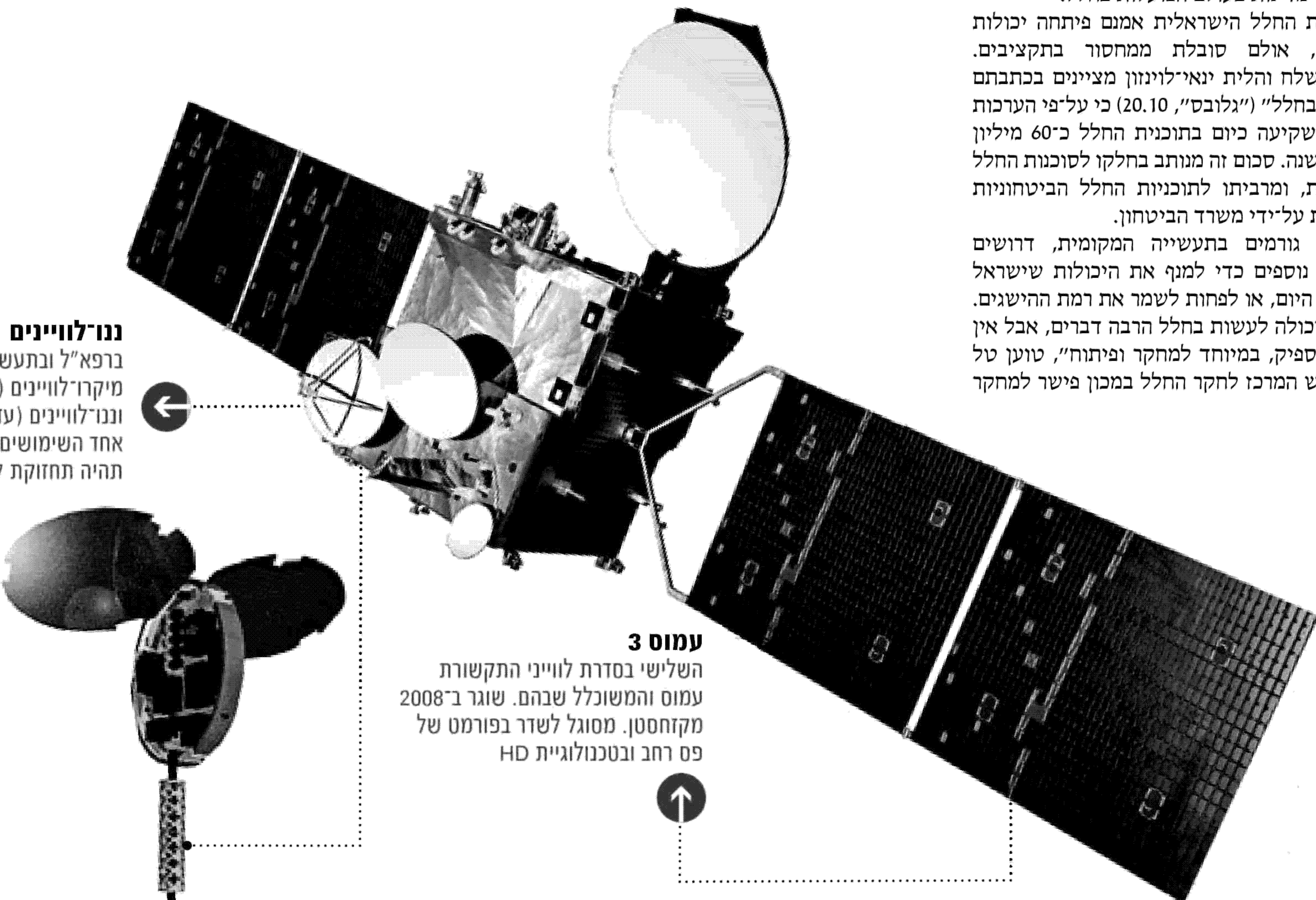
ב-5 ביולי 1961 שיגרה ישראל את רקטת שביט 2. עד אז רק שתי מדינות בעולם שהציבו לוויין בחלל - ארצות הברית וברית המועצות. שביט הייתה אמנם רק רקטה מטאורולוגית שהגיעה אל שולי החלל, ולא לוויין של ממש, אך ההישג היה עצום.

תוכנית החלל של ישראל נוסדה בסוף שנות ה-70 ואושרה על-ידי מנחם בגין ביוני 1981. ב-1983 הוקמה סוכנות החלל הישראלית (סל"ה), ובספטמבר 1988 הצטרפה ישראל למועדון היוקרתי של מדינות הפועלות בחלל, עם השיגור העצמאי של הלוויין הישראלי הראשון, אופק 1. ישראל הייתה אז למדינה השמינית בעולם שהשיגה יכולת כזאת. מאז, במשך עשרים שנה, לא הצליחה אף מדינה להצטרף למועדון היוקרתי למרות ניסיונות רבים. האחרונה שהצליחה בכך היא איראן, ששיגרה לוויין קטן בפברואר 2009.

במדד התחרותיות בחלל של חברת המחקר והייעוץ Futron דורגה השנה ישראל במקום התשיעי מבין עשר מדינות בעולם הפועלות בחלל.

תעשיית החלל הישראלית אמנם פיתחה יכולות מרשימות, אולם סובלת ממחסור בתקציבים. שמוליק שלח והלית ינאי-לוינזון מציינים בכתבתם "אבודים בחלל" ("גלובס", 20.10) כי על-פי הערכות ישראל משקיעה כיום בתוכנית החלל כ-60 מיליון דולרים בשנה. סכום זה מנותב בחלקו לסוכנות החלל הישראלית, ומרביתו לתוכניות החלל הביטחוניות שמנוהלות על-ידי משרד הביטחון.

לטענת גורמים בתעשייה המקומית, דרושים תקציבים נוספים כדי למנף את היכולות שיש לישראל צברה עד היום, או לפחות לשמר את רמת ההישגים. "ישראל יכולה לעשות בחלל הרבה דברים, אבל אין תקציב מספיק, במיוחד למחקר ופיתוח", טוען טל ענבר, ראש המרכז לחקר החלל במכון פישר למחקר



עמוס 3

השלישי בסדרת לווייני התקשורת עמוס והמשוכלל שבהם. שוגר ב-2008 מקזחסטן. מסוגל לשדר בפורמט של פס רחב ובטכנולוגיית HD

ננו-לוויינים

ברפא"ל ובתעשייה האווירית מפתחים מיקרו-לוויינים (עד מאה קילוגרמים) וננו-לוויינים (עד עשרה קילוגרמים). אחד השימושים האפשריים שלהם תהיה תחזוקת לוויינים גדולים יותר

