

בין מדע וטכנולוגיה

טכנולוגיות לחקר

מאדים

עובד על-ידי רות הראל על-פי אתר של
נאס"א

קשר לנושא לימוד:

מערכות טכנולוגיות

ומוצרים

כדור-הארץ והיקום

רות הראל היא מורה
לפיסיקה



החללית MGS (Mars Global Surveyor) מקיפה את מאדים
במסלול כמעט מעגלי, המאפשר סיקור מלא של כוכב-הלכת פעם
בשבעה ימים.



רכב שטח אשר יסייר על מאדים

לאחרונה פרסמה סוכנות החלל האמריקנית
(NASA) תוכנית עבודה לחקר מאדים, המתפרסת
על-פני שנים רבות אל העתיד. היא כוללת פירוט
אמצעים טכניים חדשים, המאפשרים התקדמות בחקר
כוכב לכת זה.

בשלב הנוכחי של פרויקט זה מנסים להמציא ולפתח
טכנולוגיות מתאימות חדשות, ולבחון אותן: תחילה
על-פני הארץ, אחר-כך בחלל, ולבסוף - בטיסות
למאדים. חוקרי NASA מקווים כי האמצעים
החדשים, שייבחנו בכל טיסה כזאת, יתרמו להגברת
ההישגים בטיסות הבאות.

לוויינים (Orbiters)

לוויינים שיחוגו סביב מאדים יסקרו אותו במלואו
ובאופן מפורט ככל האפשר. לשם כך יש לצייד אותם
ב"עיניים" משופרות, כלומר במצלמות בעלות כושר
הפרדה גבוה המזהות פרטים קטנים יחסית. כך
תתקבלנה תמונות איכותיות, שפענחן יספק מידע רב
על מאפיינים שונים של מאדים - גיאוגרפיים,
גיאולוגיים, אקלימיים. תמונות כאלה תאפשרנה לזהות
על-פני מאדים אזורים שיש בהם עניין מדעי מיוחד
למחקר עתידי.

הלוויין זקוק גם לאמצעי תקשורת הולמים שכן עליו
לשגר את התמונות לכדור-הארץ, ויש לתפעל מתוך



חזון לעתיד - גידול צמחים על-פני מאדים בחממה מתנפחת



חללית בדרכה מכדור-הארץ למאדים



רכב נחיתה עתידי, שינחת על מאדים

הלוויין רכבי שטח על-פני מאדים ואמצעי חישה באטמוספירה שלו . מנועים חשמליים המופעלים באנרגיה סולרית ישלטו על תנועת הלוויין. גם פותחה טכנולוגיה חדשה לייצוב יעיל ומדויק של הלוויין, במסלולו המיועד סביב מאדים.

רכבי נחיתה (Landers)

קיימים סיכונים רבים במשטח פניו של מאדים: קניונים עמוקים, הרי געש, מכתשים גדולים וקטנים, שנוצרו בשל התנגשויות מטאוריטים בכוכב-הלכת בעבר . שטחים נרחבים על-פני מאדים הם סלעיים, ושטחים אחרים מכוסים בדיונות חול. לשם נחיתה בטוחה של רכב חללי על-פני מאדים חייב הוא להאט, במשך דקות ספורות ממהירות 21,000 ק"מ בשעה עד לעצירה. כן עליו להיות מוגן בפני סיכוני השטח שתיארנו - אלא אם כן יהיה מסוגל לעוקם. בנחיתה המתוכננת לשנת 2003 ייעשה שימוש בכריות אוויר, שיעילותן כבר הוכחה ב pathfinder - שנחת על מאדים בשנת 1997. לקראת מסעות החקר הצפויים בעתיד עוסקים ב NASA - בפיתוח מערכות משוכללות יותר, שתבטחנה הנחתה "רכה" של מטענים כבדים ומורכבים באתרים על-פני מאדים. מערכות אלה תהיינה מתוחכמות: יהיו בהן מנגנונים של הנחיה עצמית מדויקת לאתרים המיועדים, תוך כדי חישה ותמרוני עקיפה של מכשולים המתגלים ברגע האחרון.

אמצעי תחבורה על-פני מאדים: רכבי שטח

(Rovers) כדורים פורחים, מטוסים

אין די בנחיתה מוצלחת. אם נישאר "תקועים" במקום אחד על-פני כוכב-הלכת, הלא ייתכן שנחמיץ תגליות מסעירות העשויות להימצא אי-שם בסמוך לנו. הניידות היא אפוא מפתח חשוב להצלחה במסע החקר. לשם כך מפתחים ב NASA-אמצעי תחבורה מגוונים: רכבי שטח, כדורים פורחים וגם מטוסים קלים. רכבי שטח ייסעו על פני השטח לשם בחינה של סלעים ודגימות קרקע. אלה של "הדור הבא" (המיועדים למסע בשנת 2003) יהיו משוכללים במידה רבה מקודמיהם: הם יהיו מסוגלים לשאת הרבה יותר מיכשור מדעי, טווח התנועה שלהם במשך יממת מאדים - יהיה גדול לפחות פי 10, וביצועי הרובוט שלהם יהיו מורכבים בהרבה.

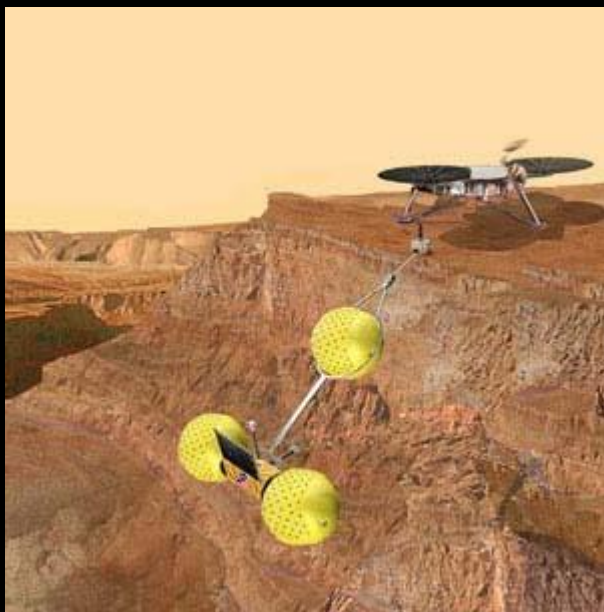
פני מאדים אינם כלל וכלל נוחים לתחבורה. על אף השכלולים למיניהם יהיה אפוא טווח התנועה של רכבי השטח מוגבל. לפיכך יהיה צורך בכלי תחבורה מוטסים - כדורים פורחים ומטוסים קלים - שאינם מושפעים מן המהמורות והמכשולים שעל פני הקרקע. אלה יוכלו לצפות במרחבים גדולים על-פני כוכב הלכת, וצילומיהם יהיו חדים ומפורטים הרבה יותר מאלה של מצלמות הלוויין. כדורים פורחים ורובוטים מוטסים יוכלו להקיף את מאדים פעמים רבות במשך מסע חקר (שיארך חדשים אחדים), ולבצע מגוון צילומים איכותיים.



חלופה אפשרית בין-פלנטרית: שימוש במפרישי שמש



ניסוי עתידי: בדיקת יכולת הצמיחה באדמת מאדים



הבאת דגימות

ניתן ללמוד הרבה מתוך צילומים ומדידות המתבצעים על-פני מאדים, אולם אין תחליף להבאת דגימות של קרקע וסלע ממאדים אל הארץ, לשם בחינתן בטכניקות מדעיות ובמכשירים מתוחכמים הניתנים להפעלה רק כאן. הבאת דגימות כאלה הן אתגר טכני ניכר. דרושים אמצעים, הנשלטים מרחוק, לחפירה ולנטילת דגימות מתוך האתרים המבוקשים. כמו-כן יש להבטיח המראה מפני מאדים והתחברות עם חללית האם החגה במסלולה סביבו.

מחקר למעמקי מאדים

כיום פני מאדים צחיחים לגמרי, אולם בעבר זרמו עליהם מים, וייתכן שבמחצית הצפונית של כוכב הלכת אף נקווה מעין אוקיינוס. עקבות למים קדומים אלה התגלו בתצפיות ממסלול הלוויין, וסירוי שטח בוודאי יחשפו עובדות נוספות בנושא זה. אולם החוקרים שואפים ליותר מכך: הם מבקשים "ללכת בעקבות המים" ולחקור האמנם נמצאים מים כיום במעמקי כוכב הלכת.

תצפיות מוקדמות ממסלול הלוויין, באמצעות מכ"מ, עשויות לחדור לעומק קילומטרים אחדים מתחת לפני השטח. אם יתגלו בדרך זו סימנים למים באתר מסוים, מתבקשים צעדים נוספים: ייש לנחות באתר זה, ולהפעיל שיטות של חישה סייסמית ואלקטרומגנטית לשם זיהוי מיתחם האקוויפר (מאגר המים התת-קרקעי) המשוער. אחרי-כך יש לקדוח לתוך מיתחם זה, לעומק קילומטרים אחדים ולבדוק אם אמנם מצויים בו מים (במצב נוזלי), ואולי אף סימני חיים! משימה זו אינה קלה, ואולם היא חיונית - הן לחקר האפשרות לקיום חיים על מאדים (בהווה או בעבר), והן כדי לדעת אם ניתן להסתמך על משאבי מים במאדים לצורך תכנון מסעות חקר מאויישים בעתיד.

גלאי חיים

חיפוש חיים, על-פני מאדים או במעמקיו, הוא אתגר עצום למחקר. כאן אין די בגישות המקובלות לזיהוי חיים על-פני הארץ. עלינו להביא בחשבון כי ייתכן שחיים על-פני מאדים התפתחו בצורה שונה מאשר בארץ, ולפיכך אולי יש להם מאפיינים שונים בתכלית מאלה המוכרים לנו כיום עוסקים מדענים בפיתוח שיטות גילוי המתייחסות לטווח נרחב של אפשרויות חיים. יש להניח כי אלה יכללו אמצעי הדמיה בכושר-הפרדה גבוה (ברמה מיקרוסקופית), מכשור לניתוח של צורות ומבנים במגוון אורכי-גל, וחיישנים לגילוי עקבות כימיקלים העשויים להיות מעורבים בתהליכי חיים.

תקשורת מתקדמת

הידע הרב שיצטבר בחקר מאדים יעמוד לרשותנו רק

הדמיה של רכב - שטח המורד בעזרת גלגלים מתנפחים אל קניון במאדים

אם נצטייד במערכות תקשורת מתקדמות. אלה יבטיחו זרימה רצופה של מידע - נתונים בשפע עצום! - ממאדים אל צמתי המחקר שעל-פני הארץ. בתכניות ארוכות-הטווח לתקשורת כלולים לווייני תקשורת שיחוגו סביב מאדים ואולי אף מערכת אינטרנט המקשרת בין כוכבי-הלכת.

אתרי אינטרנט

http://www.mss.com/mars_images
<http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/mars/>
<http://mars.jpl.nasa.gov/mgs>
<http://clickworkers.arc.nasa.gov/top>

יממת מאדים) זמן סיבוב מאדים על צירו) נקראת "סול" וארוכה רק במקצת מן היממה הארצית: 24 שעות, 37 דקות ו- 23 שניות .