

אסטרונומיה

ביטאון האגודה הישראלית לאסטרונומיה

כרך 37 גיליון 3 סתיו 2011



חדשות

אסטרונומיה בעידן הקרח

המצפה הלאומי של יפן

אסטרואיז Itokawa

צילומים מהמאדים

כוכב הלכת שבתאי

הירח לילדים

סיפור ההוריקן האפל

הסבר שמים

Image Credit: NASA, ESA, the Hubble Heritage (STScI/AURA)-ESA/Hubble Collaboration, and the Digitized Sky Survey 2



אסטרונומיה

ביטאון האגודה הישראלית לאסטרונומיה

תוכן העניינים

מחבר	נושא	עמוד
יהודה סבדרמיש	דבר העורך/מכתבים למערכת	3
יגאל פת-אל	מה באגודה	4
אריה מורג	מה באסטרונומיה	5
סטפן כהן	אסטרונומיה בעידן הקרח	8
אריה מורג	המצפה הלאומי של יפן	14
חיים מזר	אל האסטרואידי Itokawa ובחזרה	17
אריה מורג	שאלות ותשובות	19
חיים מזר	צילומים מוזרים מהמאדים	21
מרים אוריאל	כוכב הלכת שבתאי	22
יגאל פת-אל	הסבר שמים – חלק ב'	28
דנה קוגמן	הפינה הקטנה – הירח	36
יהודה סבדרמיש	סיפור ההוריקן האפל	39
הדר וגדי איידלהייט	תפוזת חלל ענקית	43

מצפה הכוכבים - גן העליה השניה

ת.ד. 149, גבעתיים 53101

טלפון: 03-7314345 TEL. פקס: 03-5214713 FAX

עמותה מס': 58-004-867-6

אתר הבית: <http://www.astronomy.org.il>

ISRAELI ASTRONOMICAL ASSOCIATION, THE
GIVATAYIM OBSERVATORY
P.O.BOX 149, GIVATAYIM, 53191

חברי המערכת

עורך
עורכת מדעית
יעוץ כללי
הגהה עימוד וסידור
יהודה סבדרמיש
ד"ר דיאנה לאופר
ד"ר יגאל פת-אל
גדי איידלהייט
רוזלינד איידלהייט

שער קידמי: ערפילית הצעיף בקבוצת ברבור (עמ' 30).

Credit: NASA, ESA, the Hubble Heritage (STScI/AURA)-
ESA/Hubble Collaboration, and the Digitized Sky Survey

שער אחורי: שבתאי. באדיבות NASA/JPL-Caltech

**לידיעת חברי האגודה, ולמתעניינים: - דמי המנוי לשנה - 150 ₪ בלבד, וכוללים: -
ארבע חוברות אסטרונומיה במחיר של 40 ₪ כל אחת חוברת אלמנך שנתית במחיר של 50 ₪
ובנוסף: - כ- 50 הרצאות שבועיות מדעיות במשך השנה חינם לחברי האגודה ובני משפחותיהם
(מחיר הרצאה לקהל הרחב 25 ₪ כל אחת)
ובנוסף: - הנחות ב: - קניית ציוד אסטרונומי, תצפיות, סופי שבוע, קורסים, ועוד ועוד.
אז למה לחכות?
פנו עוד היום לאגודה הישראלית לאסטרונומיה והיו מנויים**

האגודה הישראלית לאסטרונומיה היא מלכ"ר (מוסד ללא כוונת רווח) שמטרתו להפיץ ידע אסטרונומי ברחבי הארץ. האגודה מופעלת ע"י מתנדבים. אתם מוזמנים לקחת חלק בפעילויות האגודה! מתנדבים מוזמנים לפנות לאהרון:

aron@astronomy.org.il

בעמוד המגזין באתר האגודה תמצאו קישורים ישירים ונוחים למקורות המופיעים במאמרים. כתובת העמוד: <http://goo.gl/hTdMd> (במדויק, יש חשיבות לאותיות גדולות וקטנות), או סירקו את הקוד ישירות למכשיר שלכם:



בימי ג' (למעט בחורף) וה' בשעה 19:30 נערך במצפה הכוכבים בגבעתיים ערב קהל שכולל:

- הרצאה באסטרונומיה ברמה בסיסית
 - הדרכה בפלנטריום – הדמיה של כיפת השמיים
 - תצפית בטלסקופים, במידה ומוזג אוויר מאפשר זאת
- בנוסף, בימי ה' בלבד בשעה 21:30 מקיימת האגודה הרצאות של מרצים אורחים. לפרטים אודות ההרצאות יש להתעדכן באתר האגודה.

מחיר כניסה: 25 ש"ח מבוגר, 20 ש"ח ילד, 15 ש"ח חייל, סטודנט, פנסיונר. כניסה חינם לחברי האגודה.

דבר העורך

עוד חוברת מגיעה לסיומה ועימה מספר חידושים:

מדור חדש ניכנס לחוברת בשם "הפינה הקטנה" שכולו הבאת האסטרטגיה לקהל הרחב בשפה קלה בעיקר לצעירים שבינינו ולא רק. הפעם התרכזנו בסיפורו של הירח. את הרעיון למדור הביאה חברת האגודה דנה קוגמן ונשמח לקבל תגובות בנושא. למדור זה צרפנו את "תפוזת החלל הענקית" של הדר וגדי איידלהייט להנאתכם.

ובנוסף לא החסרנו את מדורינו הקבועים במושא המיתולוגיה, מה באסטרטגיה, שאלות ותשובות, מצפים בעולם, תמונות שדורשות הסבר, מכתבים למערכת ועוד, להנאתכם.

מאמרים מיוחדים שמופיעים הם מאמרו של סטפן כהן על אסטרטגיה בתקופת הקרח, מאמרו של יגאל פת-אל בנושא הסבר השמים וסיפור מדע בדיוני מאת עבדכם הנאמן המספר את סיפורו האפל של ההוריקן הטורקי שהתרחש במאה התשע עשרה במזרח הים התיכון, והמבין יבין.

לסיום, המערכת מאחלת שנה טובה וברוכה לכל חברי האגודה באשר הם.

שלכם יהודה סבדרמיש

עורך

מכתבים למערכת

שלום!

אני גר בבלגיה, ואני רוצה לקבל המגזין, והעלוני מדע, ולפני שאני רושם, אני רוצה לראות דוגמה, ולכן בבקשה אם אפשר לשלוח אלי באימייל דוגמה. תודה רבה יוסף

ליוסף בוקר טוב

תוכל להיכנס לאתר של האגודה הישראלית לאסטרטגיה (בגוגל) ושם סיימה האגודה זה עתה פרויקט נרחב של סריקת מאות חוברות של האגודה החל מתחילת שנות החמישים. תוכל להתרשם ולהחליט אשמח להיות בקשר

ראיתי את החוברת האחרונה, קיץ 2011, וקראתי אותה בהנאה. למעשה בפעם הראשונה רואים שזו חוברת של חובבים היא ידעה להראות בצורה מוצלחת את ההפנינג הגדול שהתרחש ע"י האגודה בליל הליקוי המלא.

חובה דורה

אומנם החוברת האחרונה, קיץ 2011 הייתה מלאה בחומר מסקרן ומעניין אך הביצוע היה קצת כושל בעיקר התמונות המטושטשות שהופיעו בעמוד השער ובעמוד האחורי.

מנחם. ס.

הערת המערכת: המערכת העדיפה לשים בעמוד השער תמונות שצולמו בזמן הליקוי ע"י חברי האגודה עצמם במצלמות הפשוטות שהיו בידם כגון המצלמות בטלפונים הסלולאריים.

מה באגודה - יגאל פת-אל

תצפית רחוב נמל תל אביב במוצ"ש 9.7.2011

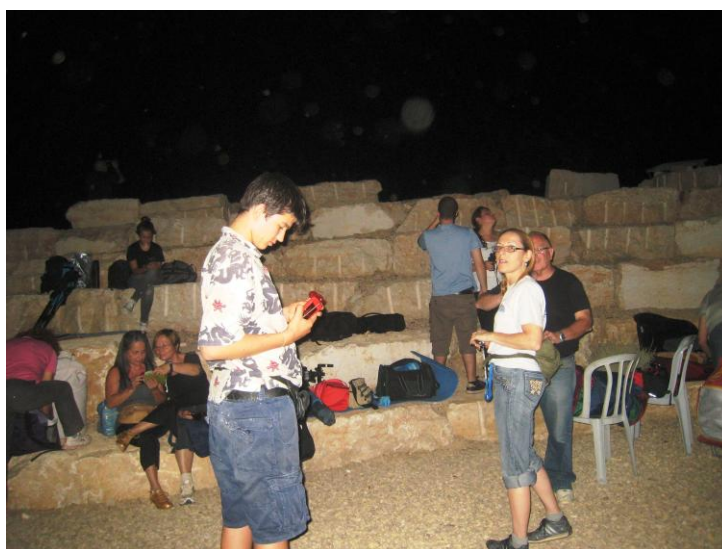
בסביבות השעה 21 הגענו אלה, נדב, מיכל ואהרון, יילנה ויהודה והצבנו שני טלסקופים אל הירח. כבר בתחילה הגיעה קבוצת נכים בעגלות נכים שהתעניינו בתצפית והחברה מהאגודה הראו להם את השמים עם הסברים בהמשך הצטרפו מאות צופים בגילאים שונים כאשר טלסקופ אחד כוון לתצפית עבור הילדים והשני לבוגרים. בגלל מצב השמים התצפית שנעשתה הייתה רק לירח. לקראת חצות התקפלנו משם. כרגיל תצפית מעניינת וכיפית בסביבה היפה של נמל תל אביב.

סריקת חוברת

מיכל לוינשטיין מודיעה: - במזל טוב סיימתי את פרויקט שימור המגזינים של האגודה. כל המגזינים שאותרו מהשנים 1957-2009 הועלו לאתר האגודה. מגזינים חדשים יפורסמו לאחר 'תקופת צינון' של שנתיים. מי שברשותו מגזינים שאינם נמצאים באתר ויכול להעביר אלי קובצי PDF שלהם - יבוא על הברכה. מאחלת לכולם קריאה נעימה ופורייה.

תצפית בק"מ ה-101

בק"מ ה-101 נעשתה תצפית שהוגדרה ע"י חברי האגודה כאחת היפות בשנים האחרונות שביל החלב וקבוצות הכוכבים ניראו לתפארת. יפות במיוחד היו קבוצות עקרב, אוריון הדובה הגדולה והקטנה ועוד.



מה באסטרונומיה – אריה מורג

"שחר" מגיעה ל"ווסטה"

לאחר מסע "נוח", בתווך החלל הבין-כוכבי, במשך כמעט 4 שנים, מגיעה חללית נאס"א שחר (Dawn) למסלול סביב יעדה הראשון, האסטרואיד 4 ווסטה (Vesta). ההגעה ליעד זה מציינת את תחילתו של מחקר, בן שנה, של העצם השני בגודלו מבין העצמים הסלעיים הנעים בין מאדים (Mars) וצדק (Jupiter).



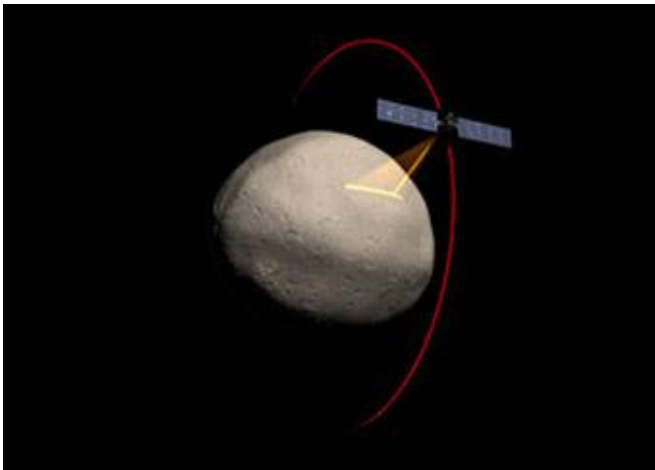
ווסטה בעל קוטר ממוצע של 530 ק"מ. התמונה צולמה ממרחק של 41,000 ק"מ ומציגה פרטים בגודל של כ-4 ק"מ. NASA.

חללית נאס"א שחר צילמה תמונה זאת של האסטרואיד הענק ווסטה, ב-9 יולי 2011.

על-אף שידורי מידע הנדסי מהחללית המאשרים הגעתה ליעד, המועד המדויק של כניסתה למסלול יהיה ידוע רק לאחר שמסת האסטרואיד תיקבע במדויק (מסה גבוהה יותר משמעה שהכניסה למסלול התרחשה מוקדם יותר מאשר המועד המשוער, 16 יולי שעה 13:00 ומסה נמוכה יותר משמעה, כניסה למסלול מאוחרת יותר).

שחר המריאה ליעדיה ב-27 בספטמבר 2007, כשהיא נושאת על סיפונה מצלמות ברזולוציה גבוהה, ספקטרומטרים ומכשירים נוספים, במטרה לחקור את טבעם של שני עולמות זרים – ווסטה ו-צ'רס 1 (Ceres 1). לאחר חקר ווסטה במשך שנה, שחר תפנה לכיוון צ'רס, בערוב 2012. מדענים מאמינים כי שני אובייקטים אלה, אשר נולדו בשנים הראשונות להיווצרות מערכת השמש, נושאים רמזים חשובים אודות היווצרות כוכבי הלכת הארציים.

הידוע לנו אודות ווסטה הוא מדהים, אך לא מושלם. תמונות אותן צילם טלסקופ החלל האבל חושפים שאובייקט זה חטף חבטה כלשהיא, בהיסטוריה המוקדמת של מערכת השמש. מחקרים באמצעות איזוטופים רדיו-אקטיביים של מטאוריטים אשר נחשבו כרסיסים של ווסטה הוכיחו כי האובייקט צמח באינטרוואל שבין 5 ל-15 מיליון שנים, כנראה באותה דרך כמו כוכבי הלכת הארציים. אז הוא התחמם מספיק (עקב דעיכת האיזוטופים הרדיו-אקטיביים בחלקו הפנימי) אשר גרמו להתכה חלקית. החוקרים מאמינים כי לווסטה יש ליבה המורכבת מברזל-ניקל ומעטפת עשירה במתכת מתחת לקליפה הסלעית החיצונית.



התמונה מציגה מתווה אומן של שחר האוגרת נתונים מווסטה. שחר חדרה לשדה המגנטי של ווסטה ב-16 ביולי 2011, והחלה לאגור מידע, באופן שוטף, כאשר הגיעה לגובה של 2,700 ק"מ מפני השטח. (באדיבות נאס"א, NASA).

מדענים ישתמשו במדידות של השפעת ווסטה על תנועת החללית, על-מנת לקבוע את מסת האסטרואיד ולהסיק על התפלגות המסה במרחב הפנימי שלו. ככל ששחר צוללת קרוב יותר ויותר לפני שטח ווסטה, לבצע מדידות אלה, החללית תשדר הביתה כמה מן התמונות הטובות ביותר של האסטרואיד.

תחילה, תרחף החללית בגובה 15,000 ק"מ מפני השטח. אז, באמצע אוגוסט, מערכת ההנעה היונית תקטין את המרחק ביניהם ל-4,500 ק"מ ואחר-כך, ל-200 ק"מ בלבד, בתחילת השנה הבאה. הרזולוציה של התמונות תעלה מ-500 מטר לפיקסל, בסוף יולי, עד כדי 30 מטר לפיקסל, ב-2012.

צוות המדענים של שחר הרחיב את היקף המשימה, ואפילו מתכנן לחפש ירחים.

תצפית על ווסטה

למזלם של הצופים, הגעתה של שחר מתקיימת בזמן שווסטה ניתן לצפייה באמצעות משקפות וטלסקופים. כעת הוא בוחק בקבוצת גדי, בהירות 6.0, כמעט בהירות המכסימלית אליה האסטרואיד מגיע. עבור צופים במחצית הכדור הצפוני, ווסטה מטפס לנקודה נמוכה יחסית, בדרום-מזרח, בחצות, ומטפס גבוה יותר בשעות לפני הזריחה. כמובן, כל טלסקופ חזק ככל שיהיה יחשוף את ווסטה כנקודת אור רגילה – והחללית היא קטנה מדי לאיתור, במרחק כה רב.

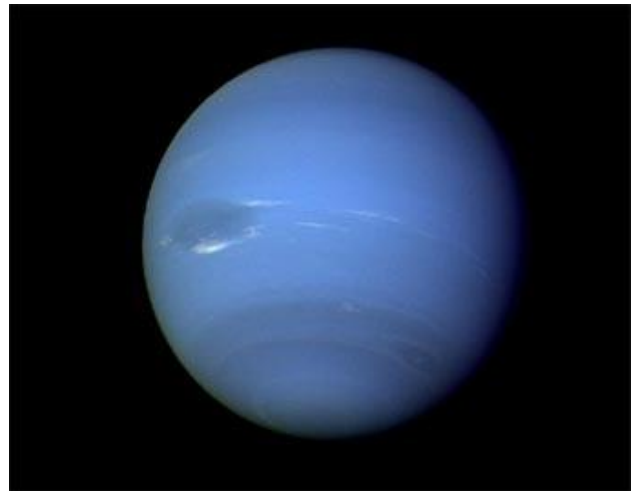
האמת אודות מהירות הסיבוב של נפטון

מאז סיורה המוצלח של וויאג'ר 2 (Voyager 2) לנפטון ב-1989, אסטרונומים מאמינים כי "יום" אחד על הפלנטה הענקית הכחולה, אורך 16 שעות ו-6.5 דקות ארציות. אך, לאחר מעקב אחר שתי צורות בולטות באטמוספירה של נפטון, במשך למעלה מ-20 שנה, הם יצרו הערכה מחודשת להקפה שלמה אחת: 15 שעות, 57 דקות ו-59 שניות.

במבט ראשון, ניתן אולי להסיק כי התצפיות האחרונות סיפקו את הערך המדויק למהירות הסיבוב של נפטון. אך, לא כל המדענים מסכימים לכך. הם טוענים כי השונות בין שתי הערכות הנ"ל מצביעות על-כך ש-165 שנים לאחר גילויה, הפלנטה החיצונית ביותר במערכת השמש עדיין נותרה תעלומה קשה להגדרה.

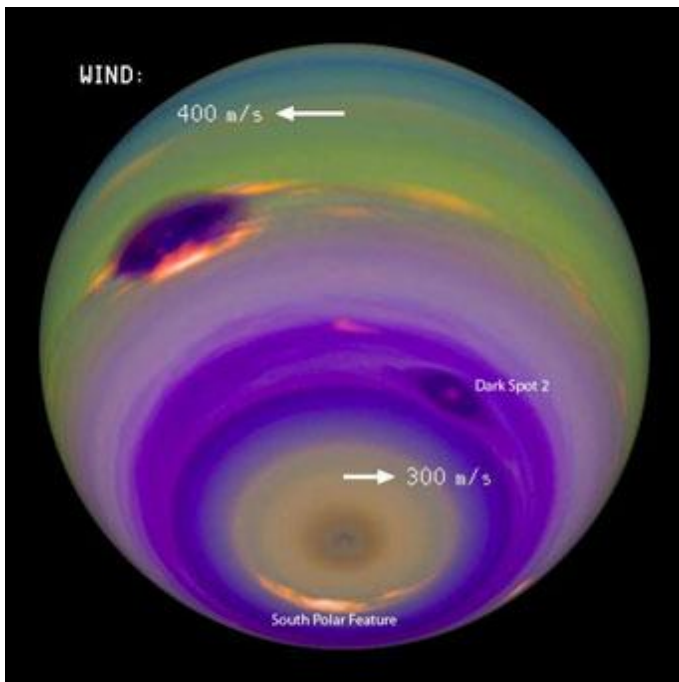
כיצד סובבת פלנטה ענקית

מדידת מהירות הסיבוב של פלנטה ענקית הינה משימה מפחידה. ארבע פלנטות במערכת השמש ידועות כבעלות ליבה קטנה, מוצקה, מוקפת בנוזל ו"מצופה" באטמוספירה דחוסה, בעלת עובי של מאות או אלפי מיילים. פני השטח הנראים הם למעשה שכבות עננים בחלקה העליון של האטמוספירה, ואלה לא תמיד סובבים, באותו שיעור כמו הפלנטה. לדוגמא, עצמים במרחק של 10^9 מקו המשווה של צדק (Jupiter) סובבים את הפלנטה כל 9 שעות ו-50.5 דקות (ידוע כשיעור I של המערכת), כאשר עצמים במרחקים גדולים יותר מקו המשווה, עושים זאת ב-9 שעות ו-55.7 דקות (מערכת II). שני הערכים הם ממוצעים – עצם בודד משוטט באופן בלתי צפוי, בדומה לעננים וסופות על כדור-הארץ.



צילום של נפטון אשר בוצע על-ידי וויאג'ר 2 כאשר חלפה בקרבתו באוגוסט 1989. גז מתאן, אשר לעיתים קרובות "סופג" אור אדום, גורם לגוון הכחול. הכתם הכהה במרכז הפלנטה הינו סופת ציקלון בגודל של כדור-הארץ. NASA.

בשנות ה-50, אסטרונומים אשר עסקו בתצפיות רדיו, גילו התפרצויות אנרגטיות מצדק, החוזרות ונשנות בפרקי זמן קבועים. התפרצויות אלה מייצגות קרינה מן השדה המגנטי של צדק, אשר היה צריך להיות כלוא עמוק בתוך חלקה הפנימי של הפלנטה. נקבע כי הערך, 9 שעות ו-55.5 דקות (מערכת III), הוא הערך המדויק למהירות הסיבוב של צדק.



משימות וויאג'ר אשר חלפו בקרבת ארבעת פלנטות הענק, עזרו לאסטרונומים להשתמש בטכניקה דומה למדידת מהירות הסיבוב של שבתאי (Saturn) (10 שעות, 39 דקות ו-22 שניות), אורנוס (Uranus) (17 שעות, 14.4 דקות) ו-נפטון. אך, ב-2004, הלוויין קסיני (Cassini) הראה כי מתודה זאת אינה חסרת טעויות.

מדידות רדיו של שבתאי הצביעו על עליה ב-1% במהירות הסיבוב, והמדענים לא בטוחים לגבי מה קורה בפנים הפלנטה (נתונים מתוקנים אשר פורסמו ב-2007 ומבוססים על תצפיות מגוונות, מראים על 10 שעות, 32 דקות ו- 35 ± 13 שניות). תופעה זאת מצביעה על-כך שהשדה המגנטי אינו סטטי אלא גולש לצדדים. פנים הפלנטה סובבת וגוררת עימה את השדה המגנטי, אך כתוצאה מרוח השמש וגורמים נוספים לא ידועים, השדה המגנטי אינו מסוגל להתמיד ולעקוב אחר ליבת הפלנטה, ומפגר מאחור.

משמאל: במתווה זו, הגווני והקונטרסט הותאמו כדי להדגיש את הצורות האטמוספיריות של הפלנטה. הרוחות באטמוספירת נפטון עשויות להגיע למהירות הקול ואף יותר. הכתם הכהה הגדול בנפטון שניראה משמאל, מצביע על העצם הבולט ביותר. כמה מהצורות, כולל הכתם הכהה מס' 2 והצורות בקוטב הדרומי, "נעולות" על סיבוב הפלנטה ואפשרו למדענים לקבוע במדויק, כמה זמן אורך "יום" על נפטון. NASA.

במחקר של נפטון נעשה שימוש בתמונות אשר צולמו על-ידי טלסקופ החלל האבל (Hubble Space Telescope) במקום להתבסס על נתוני הרדיו של וויאג'ר. בסריקה של יותר מ-500 תמונות, נמצאו שני עצמים כהים - אותם הניחו כעצם מהקוטב הדרומי וגל מהקוטב הדרומי - אשר סבבו באותה מהירות במדויק, מאז שנות ה-90. הם קבעו כי זהו הערך המדויק של מהירות הסיבוב של הפלנטה. המדענים טוענים כי ערכים אלה מדויקים פי 1,000 מאשר אלה אשר התקבלו ממדידות וויאג'ר, שיפור גדול בקביעת ערך מהירות הסיבוב של נפטון, וזה לא קרה באף אחת מהפלנטות הענקיות בשלושת העשורים האחרונים.

האתגרים הנוכחיים

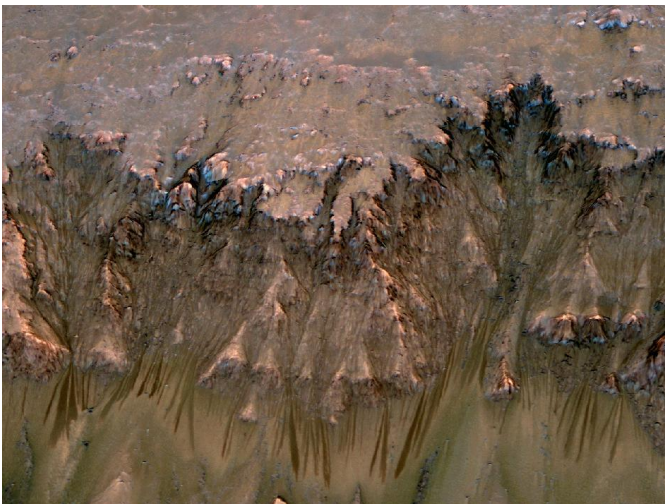
מדעני חלל אחרים מסכימים כי נתונים אלה הם מעניינים ומשובחים, אך הם סקפטיים לגבי הקביעה כי זהו הערך המדויק לסיבוב של נפטון. השוני בתוצאות, הם מאמינים, אינו מפריך את התוצאות של וויאג'ר אך מצביע על כמה מעט אנו יודעים על נפטון.

אחד ממדעני וויאג'ר אמנם התרשם מיציבות הצורות והטכניקה החדשה, אך עם זאת אינו מסכים להתבסס על טכניקת הרדיו לקביעת מהירות הסיבוב של פלנטות חיצוניות.

השדה המגנטי של שבתאי אינו ממש צמוד לפנימיותו של הכוכב, והגלישה שנצפתה קשורה לאיזון הקל (1%) של הציר המגנטי של שבתאי מציר הסיבוב שלו. לעומת זאת, השדה המגנטי של נפטון נוטה ב- 47° לעומת ציר הסיבוב, והוא מייצג נאמנה את הסיבוב עמוק בתוכו.

קיימת אחידות דעים בין המדענים כי יש להמשיך ולחקור את הפלנטה נפטון. הערכה כי קיימות יותר פלנטות בגודל נפטון מחוץ למערכת השמש מאשר ענקי גז כדוגמת צדק. משימות כמו קורוט (COROT) ו-קפלר (Kepler) מיועדות למטרה זאת. לצורך התקדמות משמעותית במחקר ענקי הקרח נחוצה משימה לנפטון ו/או אורנוס.

S&T באדיבות



מים במאדים?

חללית MRO הראתה שיתכן ומים זורמים במאדים גם היום. הדבר מתבטא בערוצים המופיעים במאדים במהלך סוף האביב ותחילת הקיץ המאדימי שנעלמים בחורף שם.

יתכן ומדובר על מים מלוחים ברמת מליחות דומה לזו של האוקיאנוסים בכדור הארץ, בעוד מים טהורים יקפאו בטמפרטורות שנמדדו באזורים אלה או שיתנדפו מיד בלחץ האטמוספרי הנמוך הנמצא במאדים.

מדרונות מלאי ערוצים במאדים. צילום, MRO, נאס"א NASA

האם יתכן שלכדור הארץ היו שני ירחים בעבר?

מדען בשם אריק אספוג מאוניברסיטת קליפורניה בסנטה קרוז ומרטין ג'וצי מאוניברסיטת ברן בשווייץ, טוענים שיתכן ובמשך תקופה של מספר מיליוני שנים, זמן קצר מאוד מבחינה קוסמולוגית, סובבו להם בשמי כדור הארץ שני ירחים!

נתגלה אסטרואיד הנע באותו מסלול של כדור הארץ

ידועים האסטרואידים הטרואיאנים הנעים בנקודת לגראנז' במסלולו של צדק. כעת התגלה שקיים אסטרואיד כזה הנע גם בנקודת לגראנז' של כדור הארץ. האסטרואיד 2010 TK7 בקוטר 300 מ' נע באותו מסלול של כדור הארץ וכרגע לא ידועים עליו פרטים רבים. <http://www.space.com/12443-earth-asteroid-companion-discovered-2010-tk7.html>

אסטרונומיה בעידן הקרח - סטפן כהן



Credit: NASA (Public Domain)

האם שורשי האסטרונומיה מצויים בתקופת האבן ?

לפני שנתחיל במסע שלנו אל שורשי האסטרונומיה, ראיתי לנכון לתת סקירה היסטורית של האנושות לפני תחילת הציוויליזציה כפי שהיא מוכרת לנו היום (מיסוד ערים ויצירת הכתב). ובכן, ישנם חוקרים הסבורים כי שורשי האסטרונומיה מוצאים את מקורם בהתמודדות האדם עם סביבתו, למרות שלא הגיעו לידינו עדויות כתובות על תופעות אסטרונומיות מתקופות פרה-היסטוריות, כן נחשפו עדויות על כך שהאדם ככל הנראה צפה והתעניין בשמיים. עדויות אלה הינם, לדוגמה, ציורים שנמצאו במערות או פריטי שנהב ממותה חרוטות. כל חשיבה מדעית צריכה לדעת להעמיד בספק תיאוריות ולבחון אותן, לכן נציג כאן גם הסתייגויות מאחת החוקרות. החוקרים המתעניינים בידע האסטרונומי בתקופה הפליאוליתית עושים שימוש במתודולוגיות שונות לחקר התחום, לוז קונגרדו (Congregado) חוקרת את הציורים מתקופת האבן באמצעות היסטוריית האומנות; החוקרת הצרפתייה שנטל יאגס-וולקיאויז (Jegues-Wolkiewicz) משתמשת במתודולוגיה אנתרופולוגית מורכבת יחד עם חישובים אסטרונומיים ומידע על קבוצות כוכבים; גישת החוקר הגרמני רפנגלוק (Rappengluck) הינה רב-תחומית.

הקדמה: ההקשר ה(פרה) - היסטורי.

עידן הקרח האחרון¹ (מכונה באירופה גם 'Würm', על שם נהר באלפים) השתרע, על פי הערכות, מ-120.000 ועד 10.000 לפנה"ס והגיע לשיאו בסביבות 20.000 לפנה"ס.² שחר ההיסטוריה האנושית החלה ב 50.000 לפנה"ס בערך, אולי ב 100.000 לפנה"ס אך לא לפני כן. לא הרבה השתנה עד 20.000 לפנה"ס, בני האדם פשוט המשיכו לחיות כציידים-לקטים, בדיוק כפי שאבותיהם עשו עד אז. קירות מערות בודדות נצבעו וכלי ציד יעילים נוצרו אך לא היו אירועים שהשפיעו משמעותית על עתיד מסלול היסטורית האנושות.

¹ המונח עידן הקרח מכון בדרך כלל לעידן-הקרח האחרון: בתקופה הגיאולוגית פליסטוקן (Pleistocene) היו ע"פ הערכות ארבע עידני קרח - בין 600.000 ל 10.000 שנה לפנה"ס.

² Hermann Kinder & Werner Hilgemann, *The Penguin Atlas of World History – Vol. 1*, (London: Penguin Books, 1978), page 13.

התקופה הזו (20.000 לפנה"ס בערך), הקרה ביותר בעידן הקרח, ידוע גם בכינויה LGM (Last Glacial Maximum). לפני כן, נוכחות בני האדם על פני כדור הארץ היתה דלה: אותם בני אדם נאבקו בתנאי מזג אוויר ומחיה קשים. החוקר מית'ן (Mithen) מטיב לסרטט לנו איך נראו החיים על פני כדור הארץ באותם ימים: העולם היה רחוק מלהיות מקום סימפטי לחיות בו, היה קר מאוד ויבש, נשבו באופן תדיר רוחות סוערות וסופות. אז, חלק גדול מחצי כדור הארץ הצפוני היה בתרדמת ומכוסה בקרח (בעיקר צפון בריטניה ואמריקה הצפונית).³ המאבק להישרדות ולחיים העסיקו מחשבותיו ורגשותיו גם יחד של האדם ובמאבק הזה, היה עליו לרכוש ידע על התופעות הטבע עד כדי השפעה על חייו ועיסוקיו: ככל שידע יותר על תופעות אלה, כך הרגיש בטוח יותר. בדרך זו, התופעות האסטרונומיות נכנסו לחייו כחלק מסביבתו וכחלק מפעילותו, כך הן משכו את תשומת ליבו. המדע צמח לא כצורך עז בחיפוש אחר אמיתות או ידע אלא כחלק מהחיים ומצרכים חברתיים ספונטניים.⁴

אחרי התקופה הקרה ביותר ולאורך 15.000 שנים מדהימות, התנוצצו מקורות החקלאות, הערים והציוויליזציה. בין 15000 ל 5000 לפנה"ס, רוב קרחוני ענק בעולם נמסו. תהליך זה יצר אזורים רבים הראויים למחיית האדם. בסביבות 5000 לפנה"ס, יסודות העולם המודרני הונחו על ידי התפתחות ארבעת התרבויות הגדולות סביב ארבעה אגני נהרות גדולות בעולם: הנילוס במצרים, הפרת והחידקל במסופוטמיה, האינדוס בהודו והנהר הצהוב בסין.⁵

לפני כ-20,000 שנה החלו קבוצות ציידים-לקטים בדרום מערב אסיה לפתח את החקלאות, ולפני כ-13,000 שנה היא התפשטה גם לאירופה ולשאר רחבי העולם. בתקופה שבין 11.000 ל 9000 לפנה"ס (מערב מהתקופה הפלאוליתית למסוליתית) האדם התחיל לביית חיות והוא החל לחיות סגנון חיים התיישבותיים יותר. בין 8000 ל 5500 שנה לפנה"ס בערך, היה מעבר מהתקופה המסוליתית לתקופה הניאוליתית: באחרונה האדם החל לגדל גידולים חקלאיים, דבר שהביא לירידה בסגנון החיים של ציידים-לקטים נוודים. היה על האדם לבנות בתים כדי לחיות ליד הגידולים, אלה נבנו בדרך כלל במסגרת כפרים וישובים. תחילה, האדם השתמש בכלי אבן, לאחר מכן הוא למד להכין כלים ממתכות שהיו מאוד שימושים בחקלאות, ציד ולחימה. בסיועם של כלי הברזל הצליחו בני האדם להביא את החקלאות לרמה גבוהה ביותר, באופן שאפשר התפתחות ערים: כך נולדה הציוויליזציה. החברה האנושית הגיע לרמת פיתוח תרבותית ומטריאליסטית גבוהה מאחר והחברות יצרו עודף מזון, דבר שאפשר לחלק מהחברה לעסוק בפעילות לא-יצרנית אחרת כגון סחר, אומנות, ניהול ואף לחימה.⁶ אותה ציוויליזציה התאפיינה על ידי הקמת ערים ומדינות, רישום בהיקף רחב במקביל להתפתחות הכתב, התקדמות בתחום האומנות, המדעים והופעת מוסדות חברתיות ופוליטיות מורכבות.

תקופת טרום הלידה של האסטרונומיה.

אין ספק שמאז ימי קדם, בני האדם נהגו להתבונן אל תוך שמי הלילה. הם נתנו שמות לגרמי שמיים עוד טרום הומצא הכתב. הנוודים כיוונו את דרכם באמצעות הכוכבים. עובדי האדמה והרועים למדו ממופעי הירח ומהתנועה השנתית של השמש על פני השמיים את זמני הזריעה ועונות הגשמים. תנועות גרמי השמיים היו שימושיים שנים רבות לפני שהאסטרונומיה הפכה למדע של ממש.⁷

אל מול המדעים האחרים, המדע האסטרונומי מוצא את מקורו בתקופה קדומה יותר בהיסטוריה האנושית. היסטורית האסטרונומיה קשורה בתהליך הצמיחה של האדם מאז שחר האנושות ובמידה גדולה שייכת בזמנים בהם החברה והיחיד, העמל והפולחן, המדע והדת היו יחידות בלתי נפרדות.⁸ היסטוריית האסטרונומיה היא צמיחה של תפיסת האדם את עולמו: באופן אינסטינקטיבי, האדם תמיד הרגיש שהשמיים מעליו היו למקור ויסוד חייו, וזאת במובן עמוק יותר מהאדמה תחתיו. אור וחום באו מהשמיים, שם ישבו האלים אשר שלטו בגורלו וכתבו את מסריהם בכוכבים.

למשך תקופה ארוכה, הקהילה המדעית התנגדה לרעיון שהאדם הפרה-היסטורי עסק באסטרונומיה. אם לשים בצד הויכוח סביב עיסוק זה בתקופת האבן כמדע, למספר חוקרים אין יותר ספק להיקף מודעות האדם הקדמון בתופעות

³ Steven Mithen, *After the Ice – A Global Human History 20.000 – 5000 BC*, (London: Phoenix paperback, 2004), pp 3-9.

⁴ Anton Pannekoek, *A History of Astronomy*, (New York: Dover Publications, 1989), page 19.

⁵ אורן נהרי, **אטלס היסטורי של העולם**, (תל אביב: מפה הוצאת לאור, 2004), עמוד 16.

⁶ Hugh Honour & John Fleming, *A World History of Art*, (London: Laurence King Ltd, 1991), page 34.

⁷ דוד ברגמיני, **היקום**, (גבעתיים: ספריית מעריב, 1974), עמוד 9.

⁸ Anton Pannekoek, Op. Cit., page 17.

האסטרונומיות. עדות לכך היא חשיפת ציורים ופריטים המבטאים התעניינות האדם בשמי הלילה, גרמי שמיים וקבוצות כוכבים.

ניתן לציין את שורשי האסטרונומיה אחורה בזמן עם שחר ההיסטוריה האנושית, בתקופות הפרה-היסטוריות שמהן לא שרדו או לא היה כל רישום כתוב. עם זאת, לדעת רבים, ישנם עדויות המצינות כי תופעות אסטרונומיות משכו את מבטו ותשומת ליבו של האדם הקדמון. אין ספק שיופיו של מחזה השמיים הליליים בתקופה הפרה-היסטורית היו מרהיבים מאחר וזיהום אור והאוויר טרם היו קיימים בהשוואה להיום.⁹ לרובינו אבד הקשר עם השמיים, אך נזכרים במורשת העתיקה שלנו כאשר צבעי השמיים בשקיעה מושכים את מבטינו ואנחנו עוצרים לרגע כדי להתפאר ולהביט בקרני אור האחרונות לפני שהשמש נבלעת על ידי האדמה.¹⁰ האסטרונומיה נחשב למדע העתיק ביותר, ידוע לנו שהוא פותח באופן משמעותי על ידי הבבלים והיוונים, יותר מהכימיה או הפיזיקה.¹¹ יחד עם זאת, אני מעוניין לקחת אתכם עוד קודם לכן, בתקופה של עידן הקרח ולהציג כאן מה שמסתמן כעדויות הראשונות של תצפיות אסטרונומיות, חלקן כבר לפני 35.000 שנים, עוד בתקופה האבן הקדומה.

עם זאת, עלינו להיזהר מהפיתוי להדביק את תבנית תפיסתנו על ממצאים ארכיאולוגיים שנראים לנו כמייצגים את שמי הלילה. חייבים לזכור כי היסטוריית האסטרונומיה הוא מסע בזמן לתקופות בהן התרבויות היו שונות לחלוטין מתרבותנו בה תפיסותינו המחשבתית הינה מודרנית ומערבית בעיקרה: כמו אנתרופולוגים טובים, עלינו לנסות לראות את העולם דרך העיניים והתפיסה שהייתה קיימת אז בתרבויות רחוקות אלה, וזו אינה משימה פשוטה.¹²

מפות שמיים פרה-היסטוריות.

קיימות לא מעט פרשנויות באשר למשמעות ציורים פרה-היסטוריים במערות. רוב ההיסטוריונים מסכימים כי הם היו אמצעי תקשורת אך יש ויכוח סביב מה הם סימלו. חלק מהחוקרים מאמינים כי ציורים אלה היו ביטוי לדרך חיים שלהם אז, אחרים מאמינים כי מטרת הציורים אלה הייתה להביא מזל לקראת מסעות הציד שלהם. אחרים, כגון ד"ר רפנגלואק או ד"ר וולקוויז, סבורים כי הציורים היו יצוג של קבוצות כוכבים קדומים וגרמי שמיים.

1. גילוף משנהב ממותה, דנובה עילית, גרמניה (Ach Valley, Mammoth tusk ivory).

ב-1979, התגלה באזור אלב-דנובה שבדרום גרמניה, בתוך מערה, גילוף קטן (4X14X38 מ"מ) עשוי שנהב ממותה עם איור דמות אדם חרוטה. בצד השני של היצירה, 86 חריצים (יש הסבורים כי צד זה היה אולי לוח זמנים למעקב הריון אישה). לפי השיטה לתיארוך ממצאים פחמן 14, מוערך כי התבליט שייך לתקופה שלפני 32.500 שנה עד 38.000 שנה (התקופה הפלאוליתית). באחד הצדדים של התבליט מופיעה דמות אדם בעל מותניים צרים עם רגליו מפורסות שביניהם נתלה ככל הנראה חרב, וידיים מורמות למעלה. רגל שמאל קצרה יותר מרגל ימין. לפי מיתוסים ידועים המיוחסים לבני אדם מלפני שחר ההיסטוריה, הארכיאולוגים סבורים כי ייתכן שהדמות המופיעה על התבליט מתפללת, רוקדת, או לחלופין מייצגת דמות אלוהית.

לעומתם, ד"ר מיכאל רפנגלוק (Dr Michael Rappenglueck), חוקר גרמני, חושב כי הדמות הינה ציור של קבוצת הכוכבים אוריון שאז אולי נקראה גם ה"צייד". לדעתו, פרשנותו מתחזקת עם העובדה כי המידות היחסיות של הדמות מתאימות לתבנית הכוכבים באוריון, במיוחד המותניים הצרות המתאימות לחגורה המפורסמת בעלת שלושת הכוכבים ורגל שמאל של קבוצה הידועה כקצרה יותר. ה"חרב" על תבנית השנהב מתאימה למאפיין המפורסם שנראה באוריון.¹³

⁹ Ibid, page 19.

¹⁰ Edwin C. Krupp, *Echoes of the Ancient Skies: The Astronomy of Lost Civilizations*, (New York: Dover Publications, 2003), page 3.

¹¹ Bartel Leendert Waerden, *Science awakening II: the birth of astronomy, Volume 2*, (Leyden: Noordhoff International Publishing, 1974), page 1.

¹² Michael Hoskin, *The Cambridge concise History of Astronomy*, (Cambridge University Press, 1999), page 17.

¹³ David Whitehouse, " 'Oldest star chart' found", *BBC News*, January 21st, 2003, retrieved on 26/05/2011 from <http://news.bbc.co.uk/2/hi/2679675.stm>

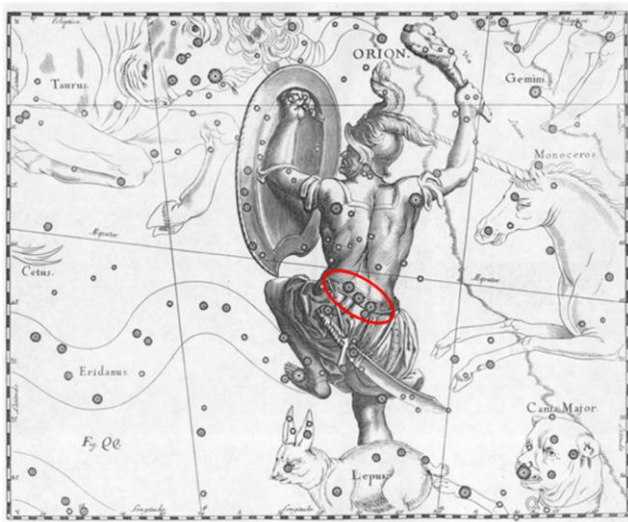
2. מערת לאסקו, צרפת (Lascaux Cave).

בספטמבר 1940, ארבעה נערים חשפו את מערת לאסקו במחוז דורדון (Dordogne) בדרום צרפת. במערה נחשפו מאות ציורים, לרוב של חיות בר – שוורי בר, סוסים ואנטילופות והסברה היא כי הם צוירו לפני כ-16,500 שנים, בתקופה שעידן הקרן היה בתהליך רגרסיה. אחרי מלחמת העולם השנייה, המערה נפתחה לכלל הציבור עד סגירתו ב-1963. תנועות המבקרים במערה החלו לגרום לפגיעה בציורים הפרה-היסטוריים. כיום, אותה מערה סגורה הועתקה כדי לאפשר לציבור להנות מהציורים המרהיבים (הציורים החדשים הועתקו באופן מדויק, עם אותה טכניקה וצבעים של פעם). מערה זו נקראת "לאסקו 2".



איור 1. Lascaux Cave Painting from the Chamber of Bulls (Public Domain)

ייתכן והמערה הייתה מן פלנטאריום פרה-היסטורי בו לראשונה בני אדם ניסו לשרטט מפת כוכבים. בחיפוש אחר קבוצות כוכבים מהתקופה הפלאוליתית, חוקרים קיבלו השראה מהציורים של "חלל השוורים" בכניסה למערה. למרות ששוורי בר רבים צוירו בחלל, עיקר תשומת הלב הופנתה לציור אחד גדול (ראו איור 1). ששת הנקודות מעל כתפי השור זווהו בקבוצת כוכבי הפליאדות. בנוסף, נקודות בצורת V מסביב לעין השור זווהו כצביר הפתוח של היאדות. עין השור מציין את הכוכב אלדברן. מעבר לכך, 4 הנקודות משמאל לראשו של השור מזוהות עם הכוכבים של חגורת קבוצת אוריון (ראו איורים 2, 3).¹⁴



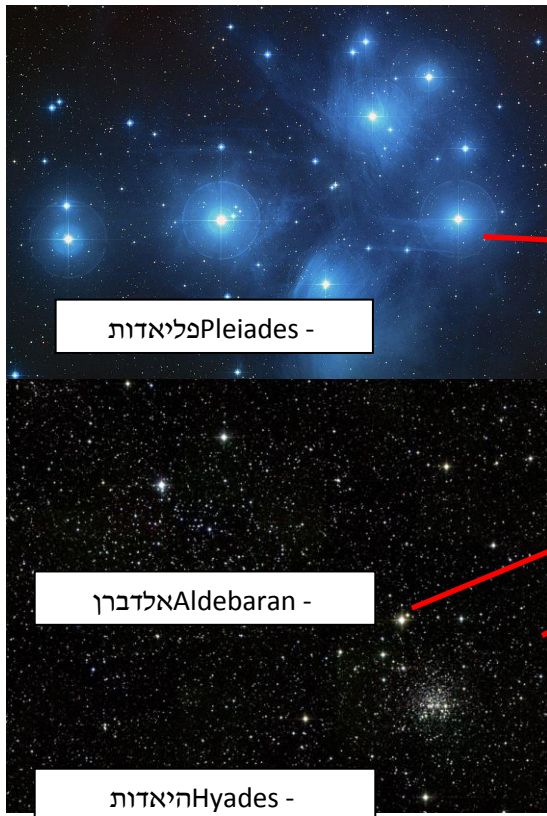
איור 2. Orion & Lascaux Cave Painting (Public Domain)

¹⁴ Emilia Pasztor & A. Priskin, "Celestial symbols revisited. Paleolithic sky lore: fiction or fact?", from **IFRAO Congress**, September 2010, **And** David Whitehouse, "Ice Age star map discovered", **BBC News online**, August 9th, 2000, retrieved on 27/05/2011 from- <http://news.bbc.co.uk/2/hi/871930.stm>

פליאדות –
שבעת הכוכבים

אלדברן –
עין השור

היאדות -
Hyades



איור 3.

Taurus as depicted in Urania's Mirror (London – 1825) & NASA (Pleiades and Hyades) (Public Domain).

3. מערת 'קאוה די אל קסטיי', ספרד. (Castillo Cave)

החוקר רפנגלוק זיהה לדעתו קבוצת כוכבים נוספת על קירות מערה מלפני 12.000 עד 14.000 שנים שנחשפה בהרי 'פיקו דה קסטיי' (Pico de Castillo) שבספרד. באותה מערה מצוי חלק הקרוי "אפריז ידיים" ובו ניתן להבחין במספר נקודות בצורת מעוקלת. לדעתו של החוקר, הציור מסמן את קבוצת הכתר הצפוני.¹⁵ (להמחשה, ראו איור באתר: <http://news.bbc.co.uk/2/hi/871930.stm>, sisters

¹⁵ David Whitehouse, "Ice Age star map discovered", Op. Cit.

4. מפת ירח מאתר קבורה ב'קנוט', אירלנד. (Prehistoric tombs at Knowth, Ireland).

ב-1999, התפרסמה תגלית פרה-היסטורית המזוהה כמפת ירח באתר קבורה באירלנד מהתקופה הניאוליתית. החוקר ד"ר סטוק (Dr Philip Stooke) זיהה את הציור חרוט בסלע במעבר המזרחי המוביל לאתר הקבורה. המקטע במעבר קיבל את הכינוי "ארטוסטט 47" (Orthostat 47) על ידי ג'ורג' אוגן שביצע חפירות ארכיאולוגיות במקום בשנות ה-60 במאה הקודמת. לפי פיליפ סטוק, החלק הימני בציור שעל הסלע הינו לא פחות ממפת ימות הירח (Lunar maria), דבר שמתבהר כאשר עורכים השוואה מול הירח בעין בלתי מזוינת. לפחות עשרות נקודות דומות קופצות לעין.¹⁶

לדעתו, אין כל ספק כי מדובר במפת ירח ומבקש לחזק את טיעונו עם העובדה שניתן לזהות בקלות יחסית את "מארה הומורום" (Mare Humorum) ו"מארה קריסיום" (Mare Crisium). לפני תגלית זו, מפת הירח העתיקה ביותר צוירה על ידי ליאונרדו דה-וינצ'י בסביבות 1505. לפי סטוק, הצורה העגולה של הירח אינה מופיעה בציור מכיוון שהוא צויר במקור על הסלע עם גיר או עם צבעים.¹⁷ (להמחשה, ראו איורים באתר: <http://www.knowth.com/lunar-maps.htm>)

הסתייגויות אל מול עבודת החוקרים.

אם החוקרים המציגים באור חדש את התגליות הארכיאולוגיות הפרה-היסטוריות כעדויות לידע אסטרונומי קדום, וביניהם מרשק (Marshack), רפנגלוק (Rappengluck) ו-וולקיאווז (Wolkiewicz), אזי ד"ר אמיליה פסזור מהונגריה (Pasztor) מסתייגת מטיעוניהם ואף מבקרת אותם.¹⁸ במאמרה, היא מעמידה בסימן שאלה את התפיסה שהחלה עם אלכסנדר מרשק בשנות ה-70 במאה הקודמת בה החלו לפרש אובייקטים פרה-היסטוריים עם נקודות או קווים המסמלים תצפיות כוכבים או גרמי שמיים.

אחד הטיעונים שלה הוא לדוגמה שבמערות לאסקו נמצאו שוורי בר רבים עם ציורי נקודות בקרבם, לכן מדוע דווקא בשור בר אחד הנקודות מסמלות את הפליאדות והיאדות. עוד היא טוענת כי קיים פער באנלוגיה של אלפי שנים בין קבוצות כוכבים מהעולם הקלאסי היווני לבין קבוצות כוכבים פליאוליתיות היפותטיות: אין עדויות מהתקופה הניאוליתית המאפשרות לסגור על פער הזמן הבלתי מוסבר. אמיליה סבורה כי אין מספיק הוכחות חד-משמעיות לידע אסטרונומי בציורי המערות ובפריטים הניידים שנחשפו, אך מוסיפה כי אין זה אומר שהאדם בתקופת האבן לא התעניין בשמיים. לדעתה, ייתכן מאוד שתופעות אסטרונומיות השפיעו רבות עליהם כמו על כל החברות והקהילות האחרות מסביב לגלובוס.

סיכום

אני נוטה להאמין כי בני האדם בחברות הפרה-היסטוריות רכשו רמה מסוימת של ידע אסטרונומי, אך היה זה ככל הנראה תהליך ארוך שמקורו במעמקי ההיסטוריה האנושית. לפי ממצאים ארכיאולוגיים ומקורות כתובים, נדרשו אלפי שנים להופעת קבוצות הכוכבים מגלגל המזלות בתרבות המסופוטמית (הבבלית). כמובן, ניתן להניח אותה השערה לגבי קבוצות כוכבים לא מסופוטמיות, כגון השור שצויר בכניסה למערת לאסקו. אולי לא נדע לעולם באופן וודאי אם הממצאים שהוצגו כאן סימנו באמת תצפיות אסטרונומיות אך אל לנו לדחות זאת על הסף. כמו שאנחנו מתפלאים מפלאי שמי הלילה, אין לי כל ספק שכך גם היה בקרב הקדמונים. קשה לומר אם שורשי האסטרונומיה מצויים בתקופת האבן, אך אני משוכנע כי לפני הופעת הציוויליזציה האנושית והקמת הערים, האדם היה הרבה יותר קרוב, ער וקשוב לטבע וסביבתו, ולכן גם לשמי הלילה...

¹⁶ David Whitehouse, "Prehistoric Moon map unearthed", **BBC News online**, April 22th, 1999, retrieved on 27/05/2011 from-
<http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/325290.stm>

¹⁷ Philip J. Stooke, "Neolithic Lunar Maps at Knowth and Baltinglass, Ireland", **Journal for the History of Astronomy**, XXV, 1994, pp 39-45.

¹⁸ Emilia Pasztor, "Prehistoric Astronomers? Ancient Knowledge Created by Modern Myth" **Journal of Cosmology**, Vol. 14, 2011.

המצפה האסטרונומי הלאומי של יפן - אריה מורג



תקציר

המצפה האסטרונומי הלאומי של יפן (National Observatory of Japan – NAOJ) הינו המרכז למחקר אסטרונומי, ובו אמצעי התצפית המתקדמים ביותר בעולם. בתור מכון פנים-אוניברסיטאי למחקר, מעודדים שימוש חופשי באמצעים אלה, בין החוקרים הרבים ביפן ושיתוף פעולה בינלאומי. מטרות המצפה: לקדם פיתוח האסטרונומיה, אסטרופיזיקה ותחומי מדע סמוכים.

אסטרונומיה הינה אחד המדעים הוותיקים והפעילים ביותר. זאת-אומרת, בני אדם הם בעלי שאיפה בסיסית לחפש את מקורותינו והסיבות לקיומנו על-ידי הבנת והכרת היקום. מאז ביסוס תיאוריית המפץ הגדול כמקור להיווצרות היקום, במאה ה-20, אסטרונומים שאפו לתאר את הדינמיקה של שלבי התפתחות היקום, מייצור החומר, התפתחות כוכבים ופלנטות, היווצרות צורות חיים והופעת בני האדם. המאה ה-21 תהיה התקופה בה יחקרו פלנטות וחיים מחוץ למערכת השמש.

המצפה האסטרונומי הלאומי של יפן משקיעה את המאמצים הגדולים ביותר, כדי לשמש בתפקיד מפתח לביסוס פרדיגמה חדשה להבנת היקום, כדור-הארץ והחיים בכללותם. למטרה זאת, המצפה מוביל תצפיות לעצמים מגוונים, מכדור-הארץ, תוך התחשבות בחוקי היסוד אשר מאחורי העצמים הנצפים יוצאי הדופן, וכן, ופיתוח הטכנולוגיות לתמיכה בפעילויות אלה.

היסטוריה

המצפה האסטרונומי הלאומי של יפן נוסד בשנת 1988 כמכון מחקר אוניברסיטאי, תוך ארגון מחדש של המצפה האסטרונומי של טוקיו אשר בתחום אוניברסיטת טוקיו, מצפה גיאוגרפי וחלק ממכון המחקר האטמוספרי של נגויה (Nagoya). למוסדות אלה היסטוריה ארוכה של שיתופי פעולה.

שנה	אירוע
1888	יסוד המצפה האסטרונומי של טוקיו ע"י הפקולטה למדעים באוניברסיטת טוקיו.
1908	יסוד האגודה האסטרונומית של יפן.
1946	החל פרסום אלמנכים.
1949	יסוד מכון המחקר האטמוספרי באוניברסיטת נוביאמה (Nobeyama) ותחילת התצפיות במצפה השמש בנוריקורה (Norikura).
1960	תחילת תצפיות במצפה האסטרו-פיזיקלי באוקיאמה (Okayama).

1981	הלוויין הינוטורי (Hinotori) החל בתצפיות שמש.
1988	יסוד המצפה האסטרונומי הלאומי של יפן.
1992	הרדיו הליוגרף בנוביאמה (Nobeyama) החל בתצפיות.
1997	הלוויין חלקה (HALCA) החל בתצפיות.
2001	נחתם הסכם שיתוף פעולה בפרויקט אלמה (ALMA) בין אירופה, ארה"ב ויפן.
2007	שוגרה חללית המחקר קאגויה (KAGUYA) לירח והחלה בתצפיות.

דבר המנהל הכללי

בני האדם שאלו את אותה השאלה מאז הזמן העתיק. כיום, אנו מסוגלים לראות את העצמים המרוחקים ביותר באזורים העמוקים ביותר, ביקום.

במרחב העצום של החלל, בני האדם גילו כוכבים רבים, אשר מארחים פלנטות רבות כמו אלה אשר במערכת השמש שלנו. לצערנו, עדיין לא מצאנו פלנטה דומה לכדור-הארץ. אך, לעת עתה, התוודענו לתצפיות עדיין מאד מוגבל ביחס לגודל היקום. יש לנו סיכויים טובים למצוא בעתיד, כוכב לכת דוגמת כדור-הארץ.

אני משוכנע כי קיימים חיים מחוץ לכדור-הארץ ואנו נגלה אותם באמצעות טלסקופים משוכללים. המסתורין של החיים יתגלה על-ידי טלסקופ, לא על-ידי מיקרוסקופ. אם נצליח לזהות חיים מחוץ לכדור-הארץ, נרגיש עשירים בכל עת שנביט לשמיים. חיים קיימים אי-שם ביקום שלנו.

זאת המטרה שלנו. האסטרונומיה במאה ה-21 שואפת להאזין להרמוניה של חיים המגיעה מכל רחבי היקום. אנו תקווה כי אתם חולקים עימנו את ההנאה שבממצאים האסטרונומיים, בעידן החדש. דרך הקישור הבא ניתן להגיע לאתרים השונים בהם מוצגים מתקני המערכת: <http://www.nao.ac.jp/E/about/facilities.html>

פרויקטים

המצפה האסטרונומי הלאומי של יפן אורגן לשלב מערכות פרויקטים בתאום עם הארגון מחדש של מכון המחקר האוניברסיטאי, ב-1 באפריל 2004.

הוגדרה מחדש כל יחידת מחקר – מצפים / מרכזי מחקר – תוך יישום פרויקטים מוגדרים לנושאים ותנאים. היעד להצגת תכנית הפרויקט הוא להגדיר את מטרת המחקר וניסוי המשך ההפעלה.

מערכת הפרויקטים המוצעת מעודדת חלוקה נכונה של משאבים, ברחבי המצפה, הגדרת האחריות והכשירות של מובילי הפרויקט ומשתתפיו ועידוד תכנית מחקר המתמקדת במטרות המחקר על-ידי שיפור בהירות הנושא וחוסר התלות שלו. על-פי יעדי מערכת הפרויקטים, בוצעה רפורמה של המרכז ונוסדו אגפי מחקר חדשים.

תשעת המצפים – הכוח המניע הראשי של המצפה האסטרונומי הלאומי של יפן

- מצפה VLBI במיזוסאווה (Mizusawa) - <http://www.miz.nao.ac.jp/en>
- מצפה הרדיו בנוביאמה (Nobeyama) - <http://www.nro.nao.ac.jp/en>
- מצפה רדיו-שמש בנוביאמה - <http://solar.nro.nao.ac.jp/index.html>
- מצפה שמש - <http://solarwww.mtk.nao.ac.jp/en/solarobs.html>
- מצפה אסטרו-פיסיקלי באוקיאמה (Okayama) - <http://www.oao.nao.ac.jp/en>
- טלסקופ סובארו בהוואי - <http://subarutelescope.org>
- מרכז מחשוב לאסטרו-פיסיקה - <http://www.cfca.nao.ac.jp/index.html.en>
- מרכז המדע, הינודה - (Hinode) - http://hinode.nao.ac.jp/index_e.shtml
- פרויקט המחקר בסלנודסי (Selenodesy)



משמאל: קרן לייזר הנורית מטלסקופ סובארו, לציון מכוון כוכבים מלאכותי בגובה 90 ק"מ באטמוספירה העליונה. המערכת משתמשת בלייזר רב עוצמה, כדי להאיר את שכבת הנתרן באטמוספירה תוך יצירת מכוון כוכבים מלאכותי, הזוהר באטמוספירה העליונה. המערכת משלבת מכוון כוכבים מלאכותי עם מתאם אופטי, המפצה על המערבולות האטמוספיריות. מערכת מותאמת זאת מספקת למכשירים המדעיים תמונות בחדות הגדולה פי עשרה, מאשר מכשירים דומים. מערכת זאת תסייע בזיהוי עצמים חדשים ותבהיר פרטים, בעצמים עמומים, חלשים. מקור סוכנות החלל

Copyright © Subaru Telescope, NAOJ היפנית

שלושת הפרויקטים לפיתוח עתידי של המצפה הלאומי

1. **מצפה אלמה (ALMA: Atacama Large Millimeter/Submillimeter Array)**. טלסקופ אלמה הינו הטלסקופ המתקדם ביותר בעולם, נמצא בהקמה במדבר **אטקמה (Atacama)**, בגובה כ-5,000 מטרים, בצפון צ'ילה.
2. פרויקט **טמה (TAMA)**.
 - א. גלים גרוויטציוניים הם למעשה אדוות **במרחב-זמן**. הקיום שלהם הוכח יל-ידי תצפיות רדיו על פולסרים בינאריים, אך לא הושג, עדיין, זיהוי ישיר.
 - ב. במידה והגלים הגרוויטציוניים יזוהו ישירות, הם יתנו לנו אינפורמציה על היקום, אותה לא נקבל באמצעות תצפיות אסטרונומיות או אופטיות רגילות.
 - ג. המטרה של פרויקט **טמה** לזהות באופן ישיר גלים גרוויטציוניים, על-ידי פיתוח גלאים קרקעיים, אינטר-פרומטר חללי ואינטר-פרומטרים תלת-מימדיים.
3. פרויקט **VSOP-2 במיטקה (Mitaka)** – הצבת מצפה אסטרונומי, בחלל.

שלושה פרויקטים לדור הבא

1. פרויקט **יאסמין (JASMINE)**: משימת הצבת לוויין אסטרו-מטרי למחקר באינפרא-אדום.
2. פרויקט **TMT (Thirty Meter Telescope)**: הדור הבא של טלסקופ גדול במיוחד.
3. פרויקט לאיתור פלנטות מחוץ למערכת השמש.

שלושת המרכזים המאפיינים את המצפה הלאומי

1. מרכז המידע האסטרונומי.
2. המרכז לטכנולוגיה מתקדמת.
3. המרכז לקשר עם הקהל הרחב.

חטיבות המצפה הלאומי

1. החטיבה לאסטרונומיה אופטית ואינפרא-אדום.
2. החטיבה לאסטרונומיה באמצעות גלי-רדיו.
3. החטיבה לאסטרו-פיסיקה של השמש והפלסמה.
4. החטיבה לאסטרונומיה תיאורטית.

אל האסטרואיד Itokawa ובחזרה - מזר חיים

האסטרואיד Itokawa הוא האסטרואיד הקטן ביותר שחללית הגיעה אליו וחקרה אותו. אורכו 600 מטר והוא שייך לקבוצת האסטרואידים אשר במהלך הקפתם את השמש חולפים ליד כדור הארץ. זאת קבוצת האסטרואידים הנקראת קבוצת ה- Neo (Near Earth Objects). החללית שהופנתה אליו הייתה חללית יפנית בשם Hayabusa. היא שוגרה ב-9.5.2003 והגיעה אליו בספטמבר 2005.

Release 051110-6.1 ISAS/JAXA



מראה אסטרואיד איטוקווה כשברקע נראה צל חללית המחקר היפנית הייבוסה שצילמה אותו. (קרדיט ISAS/JAXA)

החללית תוכננה כך שתנוע סביב האסטרואיד במשך שלושה חודשים מספטמבר 2005 עד נובמבר 2005 ובמהלך אותה תקופה תצלם ותמדוד אותו. סך הכול שודרו ארצה 1600 תמונות מפני השטח שלו. החללית הייתה אמורה לרדת עד לגובה של 100 מטר מפני השטח ולשגר לפני הקרקע מספר כדורונים קטנים (Pellets). אלה יפגעו בקרקע וחלק מהאבק שיותז כלפי מעלה ייקלט בתא מיוחד שבחללית ויוחזר ארצה. הנחיתה אמורה הייתה להתבצע ביוני 2007 באוסטרליה. מנייתוח הטלמטריה שנעשה מספר שנים לאחר מכן התברר שמשימה זו כשלה.

בהגיע החללית לגובה 100 מטר מהקרקע היא הייתה אמורה לשגר אל קרקע האסטרואיד רכב זעיר בשם מינרוה. מדובר בנחתת בעלת מבנה גלילי במשקל 600 גרם. לרכב אין גלגלים. הכוונה הייתה שהוא ינצל את התנע של משקולת המצויה בתוכו כדי לעבור ממקום למקום. טכניקה זו חדשה לחלוטין. ברכב היו 3 מצלמות הממוקמות בגובה 5 ס"מ מהבסיס. מצלמה אחת מצויה בצידו האחד של הרכב והיא יכולה לצלם גם כשהרכב מבצע את דילוגיו. בצידו השני של הרכב מותקנות שתי מצלמות היכולות לצפות למרחק של 10-50 ס"מ. שדה הראיה החופף ביניהם יכול לתת תחושה של עומק.

הרזולוציה במצלמות האם בזמן המיפוי הגלובלי הן של 30 מטר לפיקסל ובזמן הירידה לגובה של 100 מטר הרזולוציה היא 1.2 ס"מ לפיקסל. הרזולוציה של מינרוה היא 1 מ"מ לפיקסל עד למרחק של 10 ס"מ. מינרוה מסוגלת לבחון גודל של גרגרי רגולית (גרגרי סלע) המכסים את האסטרואיד. בקצה העליון של הרכב ובקצה התחתון מצויים 6 מדי חום המודדים את חום הקרקע וניתן ללמוד מכך באם פני הקרקע עשויים מחול או שהם סלעיים. הרכב אמנם שוחרר ושידר כי אכן יצא לדרכו, אך הוא אבד.

החללית ניסתה להתקרב פעמיים לאסטרואיד כדי לשחרר את הכדורונים, אך הניסיון כאמור לא הצליח. בדיעבד התברר שבפעם השנייה החללית בעצם נחתה על האסטרואיד ושהתה על פניו חצי שעה.

ממצאי המדידות שנעשו על ידי החללית עצמה הראו שהאסטרואיד הוא שבר מגוף גדול יותר. הוא מקיף את השמש פעם ב-556.36 ימים וזווית הנטייה שלו היא 1.62° . מרחק מסלולו מהשמש הוא בין 1.324 יחידות אסטרונומיות ו-1.695 יחידות אסטרונומיות. צפיפותו היא 2.5 ± 0.3 גרם/סמ"ק והוא מסתובב סביב עצמו פעם ב-12.5 שעות.

ניתן לראות על פניו שברי סלעים בגדלים שונים מגרגרים ועד סלעים שאורכם 50 מטר. חלק מפני השטח חלקים וחלקים אחרים מחוספסים. בחלקים המחוספסים ניתן לראות סלעים שתקועים בו בזווית ישרה. באחד הקצוות אפשר לראות גוש סלע בתצורה מעין מלבנית תקוע בקרקע. תופעה זו יכולה להעיד על כך שבמקום הפגיעה בקרקע הפגיעה מכוסה בחומר דביק, אולי חומר אורגני.

החוקרים הופתעו מהתצלומים הראשונים מהאסטרואיד. התברר שלאסטרואיד אין מבנה הומוגני. הקצוות שלו נראים מעוגלים, כנראה כתוצאה מפגיעת גופים שונים בחלל שפעלו כמו מנגנון ארוי ועיגלו מקטעים שלו. נראה שגופים שונים שפגעו בו השאירו עליו אבק. גם בכך הייתה משום הפתעה. לא ציפו כי גוף שלו כוח משיכה כה זעיר יצליח להחזיק רגולית.

בדיקת צילומים בעלי רזולוציה גבוהה במיוחד, 6 מ"מ לפיקסל, הראו שהאסטרואיד מכוסה בגרגרי חצץ בגודל מילימטרי אמורפיים המצויים באזורים החלקים שלו, מה שהפריך את ההערכה שהאסטרואיד כולו מכוסה בגרגרים. ההערכה היא שאותם חלקים נפרדו זה מזה בתהליך של הנזלה (fluidization) שנגרם על ידי תנודות בהשראת פגיעת מטאוריטים קטנים. כאשר גרגרים מתנדנדים הם "מתנזלים" ונוהגים כמו נוזל גרנולרי (granular fluid).

לחללית היו אמנם הישגים מדעיים לא מבוטלים למרות הכישלונות שלה בהנחתת רכב שטח זעיר ובאיסוף מדגמים, אבל השיבה ארצה הייתה רצופה בבעיות לא מעטות ולא היה זה בטוח בכלל שהיא תעמוד בכך. היה חשש שהחללית לא תשרוד בכלל. התקלה ראשונה התרחשה ב- 31.7.2005 כאשר אחד ממנגנוני הייצוב הפסיק לתפקד והשני הפסיק לתפקד ב- 3.10.2005. החללית נשארה עם מנגנון ייצוב אחד והיה צריך לנקוט בזהירות רבה בזמן פעילותה בקרבת האסטרואיד. היה צורך לדחות את השיבה ארצה ב-3 שנים. ייצוב החללית נעשה באמצעות מאיץ חירום. התעוררו שאלות לגבי המשך השימוש במצבר של החללית. ב-1.12.2005 פקחי הטיסה החליטו להשתמש באנטנת שבח נמוך העובדת בקצב נמוך של 8 ביטים לשניה, למרות שקו הקשר היה חלש ולפעמים היו גם נתקים בתקשורת. בנוסף לכך מערכות הייחוס והפיקוח לא פעלו כראוי. לא היה ברור מה גרם לכך. ההערכה הייתה ששימוש היתר במערכות הכוח עבור היחידות השונות בחללית היו במצב של אתחול (reset), שעה שהטמפרטורות שלהם נפלו בשל התאדות של דלק שדלף ובשל אי טעינת חשמל מהסוללות למערכות שונות של החללית בעקבות ירידת כוח.

מה- 8.12.2005 לא היה קשר עם החללית במשך 6 שבועות בשל הפרעה שגרמה לכך שהאנטנה שלה לא הייתה מכוונת לכדור הארץ. הקשר חודש ב- 23.1.2006 והוא הגיע למלוא היקפו ב- 26.2.2006. התברר שהחללית סבלה מאיבוד כוח וכי מיכל החמצן היה ריק. בנוסף לכך מנועי התמרון נחלשו. בצעד יוצא דופן הוחלט לשלב בין התפקודים החלקיים של המנועים היוניים A ו-B כדי שלחללית יהיה די כוח לשוב ארצה. הוחלט לשלב בין הגורם המנטרל של המנוע היוני A ומקור הכוח של מנוע B. הניסיון אכן הצליח והביא לנחיתה המוצלחת ב- 13.6.2010. התא שאמור היה לאסוף מדגמים מקרקע האסטרואיד נחת בשלום. החלקיקים שבכל זאת נמצאו בתא, כ-1500, הגיעו פנימה שעה שהחללית שהתה על קרקע האסטרואיד

מקורות

- מזר ח. - "ענני אבק וחלקיקים ברצועת האסטרואידים" כל כוכבי אור גליון מס. 3 כרך 20 אפריל-מאי יוני 1993 עמ. 66-67
- Clark S. - "New hope for plucky Japanese asteroid mission" 19.11.2009
<http://www.spaceflightnow.com/news/n0911/hayabusa>
- Clark S. - "Team trying to regain control of troubled asteroid probe" 11.3.2006
<http://www.spaceflightnow.com/news/n0603/11hayabusa>
- Sheriff L. - "New flight control problem for Japan's asteroid probet" 7.10.2005
http://www.theregister.co.uk/2005/10/07/asteroid_altitude/print.html
- image
http://spacenews.dancebeat.info/images/hayabusa_oct4-1.jpg
- Itokawa(minor planet 25143)
<http://www.daviddarling.unfo/encyclopedia/I/Itotawa.html>
- "JAXA unable to restore full-scale operations on a deteriorating Hayabusa" 12.12.2005
<http://www.spacedaily.com/news/asteroid-05zj.html>
- "Latest Itokawa image reveals a strange asteroid with few craters" 12.9.2005
<http://www.spacedaily.com/news/asteroid-05m.html>
- "Minerva explores the surface of ITOKAWA"
<http://www.hayabusa.isas.jaxa.jp/index.html>
- "Scientists find migration regolith on tiny asteroid Itokawa" 22.4.2007
http://www.spacedaily.com/reports/Scientists_Find_Migration_Regolith_On_Ttiny_Asteroid_Itokawa_999.html

הערת המערכת: ניתן להגיע בקלות לקישורים דרך עמוד המגזין באתר האגודה בכתובת: <http://goo.gl/hTdMd> במדויק. יש חשיבות לאותיות קטנות וגדולות.

שאלות ותשובות – אריה מורג

שאלה: היכן המקום הקר ביותר ביקום ?

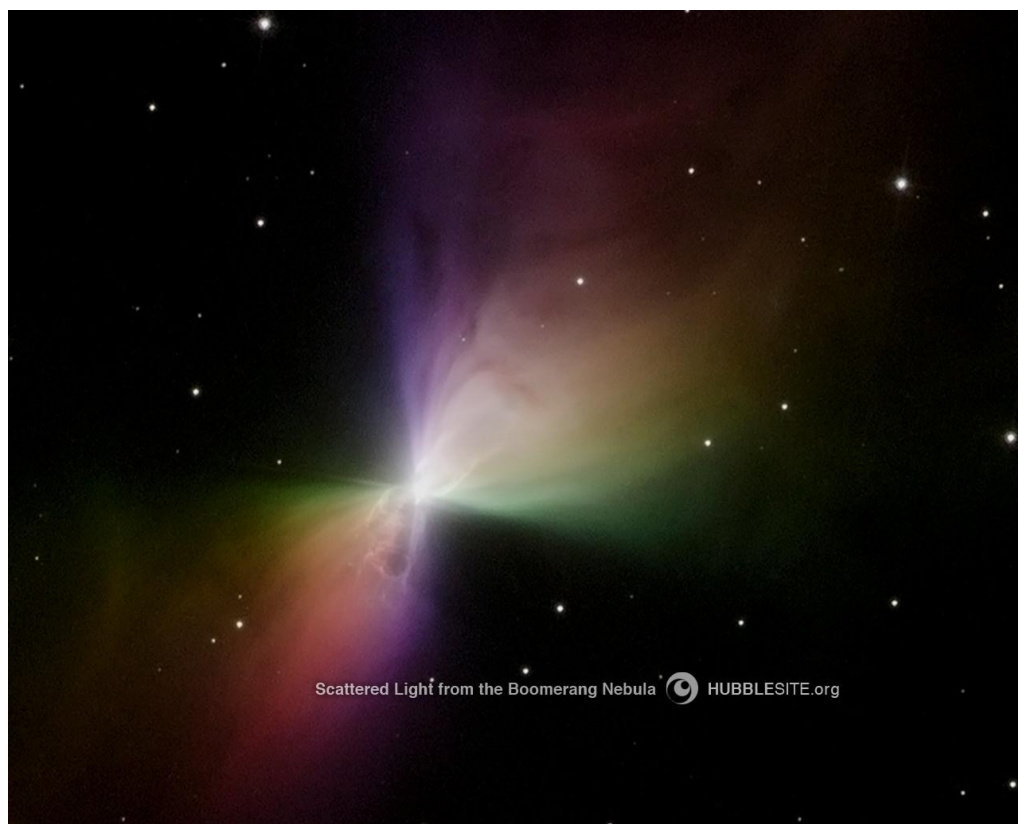
תשובה: המקום הקר ביותר ביקום נמצא בערפילית המכונה בומרנג (Boomerang) – ענן של אבק וגז, במרחק של 5,000 שנות-אור מכדור-הארץ. שוררת במקום טמפרטורה של 272°C -, רק מעלה מעל האפס המוחלט -273.15 ! טמפרטורה נמוכה זאת נוצרת עקב ההתפשטות המהירה של הגז והאבק המתפשטים הלאה מהכוכב הנמצא במרכז הערפילית.

שאלה: כיצד יוצרים כבידה מלאכותית, בספינות חלל ?

תשובה: מחקרים אשר נעשו על-ידי אסטרונומים, אשר השתתפו במשימות ממושכות בחלל, הצביעו על-כך שחוסר המשקל מחליש את השרירים והעצמות. עובדה זאת המריצה את המדענים למצוא דרך ליצירת כבידה מלאכותית, בספינות חלל. עוד לפני שהחלו טיסות החלל צפו מדענים – כמו ורנר פון בראון – את הבעיה. פון בראון הציע לסובב את החללית כך שייווצר כוח צנטריפוגלי, המשפיע על גוף האדם בדומה לכבידה. אך, ניסויים אשר בוצעו בשנות ה-60 וה-70 גילו כי סיבוב החללית במהירות גבוהה מ-2 סיבובים לדקה (rpm) גורמים לבני אדם, הרגשת בחילה. אלה היו חדשות רעות. אם נרצה לייצור כבידה כמו זאת אשר על כדור-הארץ, במהירות סיבוב כה נמוכה כמו 2 סל"ד, קוטר החללית צריך להגיע לכ-450 מטר ! מדענים עדיין מנסים לפתור את הבעיה, אך היו להם גם מספר הצלחות קטנות. מדענים מאוניברסיטת מסצ'וסטס ערכו ניסוי עם תוף, אשר ממדיו מתאימים לאדם ממוצע, אליו יכולים אסטרונומים להיכנס ולחוות כבידה, לתקופת זמן קצרה. מהירות הסיבוב של התוף חייבת להיות גבוהה ממהירות הסיבוב של החללית ועמדה על 23 סל"ד, אך הרגשת הבחילה אצל האסטרונומים, מהווה עדיין בעיה. קיימות שיטות נוספות ליצירת כבידה מלאכותית – לדוגמא, האצת החללית, - לתקופת זמן קצרה – עד להשגת $1g$, אך הפתרון האופטימלי, עדיין רחוק.

שאלה: אם לספינת חלל הייתה כמות דלק אינסופית, מה ימנע ממנה להשיג את מהירות האור ?

תשובה: תורת היחסות הפרטית של אלברט איינשטיין חוזה את יחסי הגומלין בין חומר לאנרגיה, וקובעת כי עם אנרגיה אינסופית, אנו מסוגלים להשיג את מהירות האור, לכל גודל מסה. אך, אפילו עם כמות דלק אינסופית, המנוע הטוב ביותר לא מסוגל להפוך את הדלק לאנרגיה שמישה, בנצילות של 100%. ומכאן, אנרגיה אינסופית אינה ברת השגה. אנחנו נהיה תמיד מוגבלים לתנועה במהירות מתחת למהירות האור.



ערפילית בומרנג. המקום הקר ביותר ביקום. באדיבות: NASA, ESA and The Hubble Heritage Team (STScI/AURA)

שאלה: האם יש רוחות על מאדים ?

תשובה: היות ולמאדים יש אטמוספירה (אם-כי קלושה) המחוממת על-ידי השמש, נוצרים בה הפרשי לחצים המניעים את הרוחות. בעוד אשר על כדור-הארץ הרוחות גורמות לתזוזת המסה של מולקולות האוויר, על מאדים זאת תוצאה של תזוזות נפחיות של הפחמן הדו-חמצני (CO_2) המרכיב העיקרי של האטמוספירה מלווה באבק.-

בשנות ה-50 מדענים הניחו כי השינויים הנצפים על פני מאדים, בהם צפו אסטרונומים, והניחו כי אלה צורות חיים פרימיטיביות, היו למעשה תוצאה של רוחות אשר הפיצו אפר וולקני על פניו של כוכב הלכת. תיאוריה זאת הוכחה כנכונה, חלקית, על-ידי הגששת מרינר 9 (Mariner 9) של נאס"א, אשר החלה להקיף את מאדים בנובמבר 1971. מצלמות הגששת גילו התהוות סערת אבק ענקית אשר הסתירה את פני הפלנטה, במשך מספר שבועות. כאשר הסופה שככה, מרינר 9 גילתה דיונות ענק של אבק, אשר נערמו – על-ידי הרוחות – בתחתית מכתשים.

גששיות אשר באו לאחר מרינר ונחתו על-פני כוכב הלכת, גילו נוכחות של רוחות אשר נעו במהירות של הוריקן, 180 עד 600 קמ"ש, והגיעו עד גובה של 50 ק"מ מעל פני השטח.

אסטרונומים מאמינים, כיום, כי הרוח היא הגורם העיקרי לשינויים גיאולוגיים אשר התרחשו על הפלנטה האדומה.

שאלה: מה גורם לחילופי העונות על כדור-הארץ ?

תשובה: החורף הולך ונעלם בחצי הכדור הצפוני, את מקומו תופס האביב והחורף עובר לחצי הדרומי של כדור-הארץ.

כדור-הארץ מסתובב סביב עצמו, ומשלים סיבוב ביממה. הוא גם מקיף את השמש במשך שנה – 365 ורבע יממות. השמש פולטת קרינת אור חזקה מאד המתפזרת בחלל וחלק קטן ממנה מגיע לכדור-הארץ. מסלול ההקפה של כדור-הארץ סביב השמש הוא בצורת אליפסה ומרחקו מהשמש נע בין 147 מיליון קילומטרים, בנקודה הקרובה ביותר ל-152 קילומטרים, בנקודה הרחוקה ביותר. מתברר, כי שינויים אלה, במרחק כדור-הארץ מהשמש, אינן הגורמים לעונות השנה. במונחים אסטרונומיים הבדלי מרחקים אלה, ממש זניחים. חוץ מזה, כדור-הארץ קרוב ביותר לשמש בחודש ינואר ובחודש יולי הוא בנקודה הרחוקה ביותר. קרינת השמש, עד להגיעה לפניו של כדור-הארץ, עוברת את האטמוספירה. בדרכה היא פוגעת במולקולות האוויר המרכיבות את האטמוספירה ונבלעות בהן או מתפזרות לכל עבר. חלק מהקרינה מצליח להגיע לאדמה או לפני הים, ולחממם. מכיוון שכדור-הארץ הוא כמעט עגול, קרני השמש פוגעות באדמה, בזוויות שונות. בארצות הנמצאות באזור קו המשווה קרני השמש, בשעות הצהריים, יגיעו כמעט במאונך. בארצות הקרובות לקטבים, הקרניים יפגעו בקרקע בזווית גדולה, יחסית.

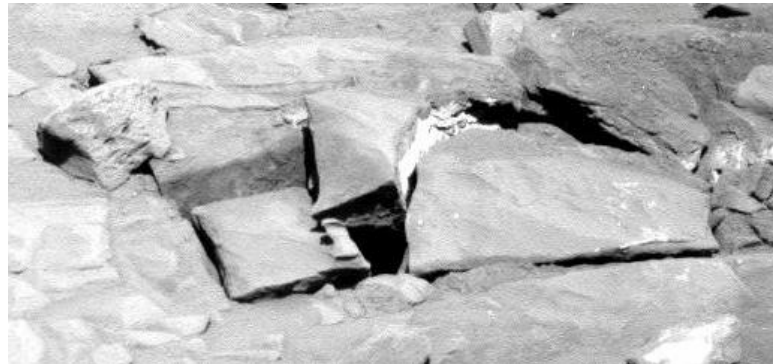
כאשר הקרניים פוגעות בקרקע בזווית, הן יוצרות אליפסה של אור בעלת שטח גדול, יחסית לעיגול הנוצר כאשר הקרניים פוגעות במאונך. כעת, עוצמת האור המגיעה לקרקע נחלשת, מפני שאותה כמות אור מתפרשת על-פני שטח גדול יותר. זאת אחת הסיבות שבאזור קו המשווה חם מאד וככל שמתרחקים לעבר הקטבים, קר יותר. סיבה אחרת היא שקרני השמש צריכות לעבור את שכבות האטמוספירה וככל שהדרך באטמוספירה ארוכה יותר, הקרינה פוגשת בדרכה יותר מולקולות אוויר ועוצמתה נחלשת. ליד הקטבים הקרינה חוצה את האטמוספירה באלכסון. אבל, קיימת סיבה נוספת לחילופי העונות – כמות הקרינה המגיעה לאותו אזור על כדור-הארץ, אינה אחידה במהלך כל השנה. התשובה נמצאת בציר הסיבוב של כדור-הארץ, שהוא למעשה קו דמיוני בין שני הקטבים. מתברר כי הציר הזה אינו עומד בצורה מאונכת – עובדה שהייתה מעניקה טמפרטורה קבועה בכל מקום על-פני כדור-הארץ – אלא, נוטה בזווית של 23 מעלות – כדור-הארץ עומד נטוי כלפי השמש. כתוצאה מכך, בזמן סיבוב כדור-הארץ סביב השמש, כיוון הציר משתנה – במשך מחצית ההקפה, חצי הכדור הצפוני פונה לכיוון השמש יותר מהחצי הדרומי, עקב כך, זווית הפגיעה של קרני השמש באזור זה, קרובות יותר ל-90 מעלות כלומר, הקרינה חזקה יותר ואז גם חם יותר. במחצית השנייה של ההקפה, ז"א בחצי השני של השנה, חלקו הדרומי של כדור-הארץ קרוב יותר לשמש ואז חם שם ובחצי הצפוני, קר יותר. כיוון ציר הסיבוב משפיע גם על אורך היממה: בחצי הכדור בו זווית הפגיעה קרובה לאנך, היום ארוך יותר ופני השטח מתחממים במשך שעות רבות יותר במהלך היממה, וזהו חצי הכדור בו שורר קיץ.

שאלה: שמת לב שבתחילת יולי השמש שוקעת בדיוק בין שני בתים הנמצאים מעבר לרחוב וזה מפריע לי ומסנוור אותי כשאני יושב עם חברים במרפסת שלי. השאלה שלי האם בכל השנה השמש תשקע בין שני הבתים ותסנוור אותי. א. שטיינברג, הרצליה.

תשובה: בתאריך 21.6 שהוא היום הארוך ביותר בחצי הכדור הצפוני, השמש שוקעת בנקודה הכי צפונית שלה ומאז השקיעה תיסוג דרומה עד ליום הקצר ביותר שהוא 21.12. לכן, אם המרחק בין הבתים שם שוקעת השמש אינו גדול אזי קרוב לוודאי שהשמש תסנוור אותך בשקיעה רק בחודשים יוני ויולי לכל היותר.

צילומים מוזרים מהמאדים - חיים מזר

כל הצילומים הם של רכב החלל ספיריט הנמצא אל מאדים ומקורן מ-NASA.



תמונה מספר 1 : יום ספיריט 1500, מה נמצא בתוך הבור?



תמונה מספר 3 : מה זה?



תמונה מספר 2 : יום ספיריט 29, צורה של אום עם חור באמצע לתושבת.



תמונה 5 : אותה תמונה במצלמות אחרות. ראו באתר נאסא לדיון מרתק במיני דגים הנראים דומים לצורה זו.



תמונה 4 : יום ספיריט 527. מי יודע מה זה?

הערת המערכת : התמונות הינן חיתוך מתמונות גדולות יותר וברזולוציה גבוהה. לשם הנוחות, לא הבאנו את הקישורים הישירים לתמונות. אנו ממליצים לפנות לאתר נאסא (דרך עמוד המגזין באתר האגודה בכתובת : <http://goo.gl/hTdMd> במדויק (יש חשיבות לאותיות קטנות וגדולות) ולצפות בתמונות המלאות.

כוכב הלכת שבתאי – מרים אוריאל



שבתאי. הנקודה הכחולה החיוורת היא כדור הארץ. באדיבות NASA/JPL-Caltech. ראו תמונה בגב החוברת

כוכב הלכת שבתאי הוא השישי במרחקו מהשמש והשני ברביעיית כוכבי הלכת של קבוצת הענקים הגזיים.. אם נסתכל על כוכב הלכת עצמו, נראה שהוא קטן מצדק, אולם הטבעות מוסיפות לו נפח והוא נראה כאילו הוא גדול מכוכב הלכת צדק. טבעות רבות אלו יכולות להכתיר אותו בשם "שר הטבעות" על משקל ספריו של גיי. ר. ר. טולקין (J.R.R. Tolkien) הנושאים שם זה. הוא כוכב הלכת המרוחק ביותר, שהאדם יכול לראות ללא שום אמצעי עזר במרחק של 1.5 מיליארד ק"מ.

בימים קדומים הצמידו את שבעת גרמי השמים, שראו בני האדם, לשבעת ימי השבוע; כל גרם שמים נקרא בשם אל ובהתאם נקרא היום על שמו של האל:

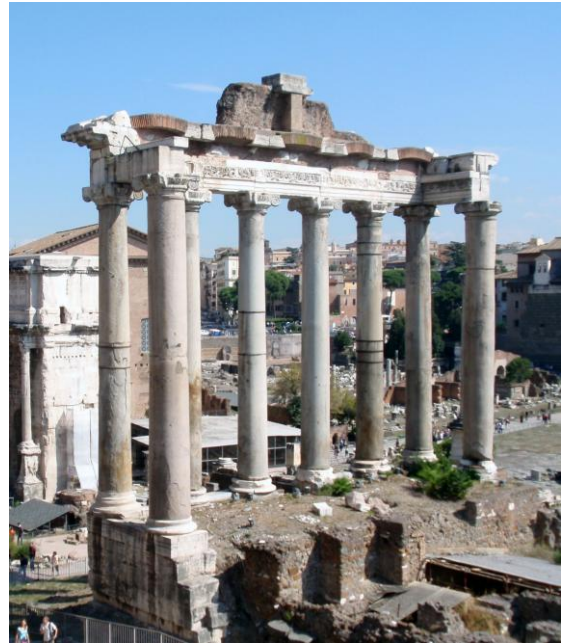
יום ראשון – השמש, יום שני – הירח, יום שלישי – מאדים, יום רביעי – כוכב חמה, יום חמישי – צדק, יום שישי – נוגה ויום השבת – שבתאי, כוכב הלכת הקרוי בעברית על שם השבת ובלועזית על שם האל (Saturday=Saturn's Day). משערים, שבמקורות היהודיים נזכר כוכב הלכת שבתאי בשמו הכנעני - פיון. "וּנְשָׂאֲתָם אֶת סְכוּת מִלְכָּם וְאֶת פִּיּוֹן צִלְמִיכָם כּוֹכַב אֱלֹהֵיכֶם אֲשֶׁר עֲשִׂיתֶם לָכֶם." עמוס ה' 26.

בתלמוד הבבלי (פרק ראשון של מסכת עבודה זרה, דף ו,א גמרא) מוזכר החג שלו - "סטרונייא". במרבית שפות העולם האל נקרא סטורן (Saturn), אך ביוונית שמו כרונוס (Cronus = זמן), האל היווני המקורי. הרומאים אימצו אל זה והטמיעו את תכונותיו ותפקידיו באל, שקיבלו מהאטרוסקים שקדמו להם - סטורן.

האלים היווני והרומאי היו שונים לחלוטין זה מזה. כרונוס היווני היה האל הממונה על הזמן ואילו סטורן האטרוסקי/הרומאי היה אל החקלאות והקציר. המשותף לשני האלים הללו הוא כלי העבודה – החרמש. כרונוס, "סבא זמן", משתמש בחרמש כדי לקצור את נשמות האנשים, שהגיע יומם ואילו סטורן משתמש בחרמש ובמגל, כדי לקצור את הדגן הצומח בשדות.

סטורן שהיה אל נערץ על הרומאים תושבי איטליה עוד מתקופה קדומה, זכה לחגיגה מיוחדת בכל דצמבר בעת מפנה החורף (היום הקצר ביותר בשנה), שחל בדרך כלל ב-25 לדצמבר. החגיגה נקראה על שמו סטורנליה (Saturnalia) ונחשבה כאחת החגיגות החשובות ביותר של העת העתיקה. כאשר הנוצרים הראשונים רצו לחגוג את הולדתו של משיחם, אסרו עליהם הרומאים לעשות זאת. הנוצרים "התחכמו" וקבעו את המועד לעת חגיגות הסטורנליה, כך לא אסר עליהם איש לחגוג ומאז ועד היום חוגגים הנוצרים ברחבי העולם את הולדת משיחם (שנולד קרוב לוודאי בחודש מרץ) ב-25 לחודש דצמבר.

משמו של כרונוס היווני נגזרות מלים הקשורות בזמן: כרונולוגיה (Chronology) – רישום רצף אירועים, או מאורעות היסטוריים על פי סדר התרחשותם. כרוניקל – (Chronicles) – דברי הימים; כרוניקה (chronicle) – קורות; כרוני (Chronic) - מתמשך, שאינו חולף, כמו מחלה כרונית.



מקדש סטורן, בפורום הרומאי, רומה
צילום: מרים אוריאל

שבתאי במספרים

מרחק ממוצע מהשמש	1,433,449,370 ק"מ	9.5 יחידות אסטרונומיות
פריהליון (הנקודה הקרובה ביותר לשמש)	1,353,572,956 ק"מ	
אפהליון (הנקודה הרחוקה ביותר מהשמש)	1,513,325,783 ק"מ	
קוטר	120,000 ק"מ	פי 9.4 מכדור הארץ
נפח	764×10^{14} ק"מ ³	764 כדורי ארץ
מסה	5.7×10^{26} ק"ג	153 כדורי ארץ
צפיפות ממוצעת (משקל סגולי)	0.687 גר"/סמ"ק (מים=1)	
זמן הקפה סביב השמש	29.5 שנים	
זמן סיבוב עצמי	10 שעות ו-34 דקות	
מהירות ממוצעת	9.69 ק"מ/שנייה	
נטית הציר	26.73°	
הרכב האטמוספירה העיקרי:	96% מימן; ~3% הליום; ~0.4% מתאן; ~0.01% אמוניה	

מערכת שבתאי

שבתאי היה האל הראשי של תריסר הטיטאנים, האלים הראשונים שקדמו לאלי האולימפוס ונלחמו בהם על השלטון ביקום. לשבתאי עד היום נתגלו 63 ירחים. הרכבם העיקרי הוא קרח מים. טיטן הירח הגדול ביותר הוא הירח היחיד במערכת השמש בעל אטמוספירה משמעותית המורכבת מחנקן ומתאן בלחץ של 1.5 אטמוספירות. האטמוספירה מכילה אובך אטום של איירוסולים המורכבים מפולימרים של אצטילן. הירחים במערכת שבתאי קרויים על שם הטיטאנים וצאצאיהם. על שם הענקים מן המיתולוגיה היוונית-רומית ומיתולוגיות אחרות. הירחים מן המיתולוגיה הגאלית, האינואיטית (האסקימואית) והנורדית ניתנו לשלוש קבוצות של ירחים כדי להבדיל בין שלושה מסלולים בעלי נטיות שונות ביחס למישור המילקה (לא של שבתאי).

ירחים הנעים במסלול נסיגה (אחורנית), אלו עם נטייה של 90 עד 180 מעלות, נקראים על שם ענקים נורדים, פרט לפיבי (Phoebe), הירח הגדול ביותר, אשר התגלה לפני זמן רב.

קבוצה שנייה של ירחים הנעים באותו מסלול כמו מרבית הגופים במערכת השמש, במסלול הנוטה, בערך, ב-36 מעלות למישור המילקה, קרויים בשמות ענקים גאליים.

קבוצה שלישית של ירחים הנעים במסלול בעל נטייה של כ-48 מעלות, נקראים על שם ענקים ורוחות מן המיתולוגיה האינואיטית.

שמות תצורות קרקע בירחים נבחרים

יאנוס (Janus) ואפימתיאוס (Epimetheus)

יאנוס קרוי על שמו של אל השערים וההתחלות הרומי. האל בעל הפנים הכפולים יכול להביט קדימה ואחורה באותו זמן.

אפימתיאוס קרוי על שם טיטן מן המיתולוגיה היוונית-רומית. אפימתיאוס היה אחיו התאום של פרומתיאוס. השניים פעלו לטובת בני האדם. פרומתיאוס יצר את בני האדם ונתן להם את האש ואפימתיאוס יצר בעלי חיים ולימד את בני האדם שיתוף פעולה ותלות הדדית.

אפימתיאוס בקוטר של 140 ק"מ ויאנוס בקוטר של כ-200 ק"מ הם ירחים לא עגולים מכוסים במכתשים עתיקים החולקים מסלול משותף סביב שבתאי, אם כי לעולם אינם נפגשים.

תצורות הקרקע בירחים אלו נקראות על שמות אנשים מתוך המיתולוגיה של קאסטור ופולוקס (התאומים).

מימס (Mimas)

מימס הוא אחד משבעת הירחים של שבתאי, שהיו ידועים בזמנו של ג'ון הרשל (1847), בנו של ויליאם הרשל אשר גילה את כוכב הלכת אורנוס וגם את הירח מימס. ג'ון הרשל הציע לקרוא לשבעת הירחים הידועים של שבתאי (**מימס**, **אנקלדוס**, **טתיס**, **דיון**, **ריאה**, **טיטאן** ו**יאפטוס**) בשמות של אלים טיטאנים, כמו שבתאי-כרונוס עצמו, שהיה מנהיג הטיטאנים.

קוטרו הוא 500 ק"מ ועל פניו מכתשים - על שם דמויות מספריו של סר תומס מאלורי "מותו של ארתור" המספרים את אגדת המלך ארתור. פרט למכתש הגדול ביותר (130 ק"מ) הנקרא על שמו של ויליאם הרשל, שגילה את הירח הזה.

מימס הטיטן, בנה של גאיה, היה ענק (Giant). הוא ואחיו היו אחים למחצה של כרונוס, רגליהם היו נחשים מכוסים בקשקשי דרקון ונולדו כשהם חמושים כולם. מימס נהרג בידי אחיינו מדרגה שנייה - וולקן (הפייסטוס), שירה עליו ברזל מותך בעת מלחמת האולימפיים נגד הטיטאנים. קניונים - על שם מקומות מספריו של סר תומס מאלורי "מותו של ארתור" וגם מקומות מהמיתולוגיה היוונית הקשורים לענקים מאחר ומימס היה ענק.

אנקלדוס (Enceladus)

נקרא על שם אנקלדוס הענק, אחיו של מימס, שנהרג מחנית אשר השליכה עליו אחייניתו מדרגה שנייה - אתנה (Athena). הוא נקבר באי סיציליה מתחת להר אטנה (Etna). אומרים, שהאש הגעשית הפורצת מן ההר היא הנשימה שלו. רעידות האדמה נגרמות על ידו כאשר הוא מגלגל את הצד הפגוע שלו מתחת להר ולכן קוראים להן "ההתקפה של אנקלדוס".

קוטרו כ-500 ק"מ הוא אחד הגופים הבוהקים ביותר. יש בו פעילות געשית של "גייזרים" של גרגרים ואדי מים. "גייזרים" אלו נצפו באזור הנקרא "פסי הנמר" הקוטב הדרומי שאחראים ליצירת טבעת E סביב שבתאי והירח שוכן בטבעת זו. תצורות הקרקע השונות שעל פני אנקלדוס נקראות על שמות אנשים ומקומות מתוך הספר "לילות ערב".

טתיס (Tethys)

קוטרו 1050 ק"מ, נתגלה על ידי ג'יובני קסיני בשנת 1684, מכוסה במכתשים ועם שבר באורך של כ-100 ק"מ ועומק של כ-4 ק"מ. נקרא על שם האלה הטיטאנית של מקורות המים והפטרונית על טיפול בילדים. נולדה לאוראנוס וגאיה והייתה אחותו/אשתו של אוקיינוס. בין ילדיה הרבים אלי הנחרות החשובים, אלי הנחלים, המעינות, האגמים, והימים. הנימפות ואלי העננים המזינים את הימים. בין צאצאיה ניתן למצוא את אל נהר הנילוס, את סטיקס, שהייתה אלת הנהר בגבול השאול, את אמלתיאה שהניקה את זאוס (יופיטר), את פורטונה אלת המזל והשפע ואת מטיס אמה של אתנה ואשתו הראשונה של זיאוס.

טתיס הייתה האם המאמצת של הרה (יונו) ולפי בקשתה קיללה את קליסטו ובנה ארקס - "הדובה הגדולה" וה"דובה הקטנה", כך שיסתובבו במעגל בשמי הצפון ולא ישקעו לעולם.

תצורות הקרקע על פני טתיס נקראות על שם אנשים ומקומות מהאודיסיאה של הומרוס.

דיון (Dione)

דיון הוא אחד הירחים הגדולים קוטרו 1180 ק"מ. נתגלה על ידי ג'יובני קסיני בשנת 1684. דיון נקרא על שם אלה טיטאנית, אמה של אפרודיטה (ונוס). הוא הירח הרביעי בגודלו של שבתאי. תצורות הקרקע שעל פניו נקראות על שם אנשים ומקומות המוזכרים באפוס המפורסם "האניאדה" (Aeneid) שכתב וירגיליוס. האפוס מספר את סיפורו של אניאס, בנה של אפרודיטה, שנמלט מטריווה והפך לאב הקדמון של הרומאים.

ריאה (Rhea)

זהו הירח חסר האטמוספירה הגדול ביותר של שבתאי קוטרו 1500 ק"מ, נתגלה ב-1672 על ידי ג'ובני קסיני. יש בו שני אזורים השונים מבחינה גיאולוגית. באחד יש מכתשים הגדולים מ-40 ק"מ. באזור השני הנמצא בחלקים מן הקטבים ובקו המשווה יש מכתשים הקטנים מ-40 ק"מ. נקרא של שם ריאה הטיטאנית, אחותו/אשתו של כרונוס, אם האלים האולימפיים. תצורות הקרקע שעל פניו נקראות על שם אנשים ומקומות הלוחים ממיתולוגיות הבריאה ובמיוחד אלו מאסיה.

טיטן (Titan)

זהו הירח השני בגודלו במערכת השמש, אחרי גנימד, הירח של צדק, קוטרו 5150 ק"מ. הוא הראשון מבין ירחי שבתאי שהתגלה. הירח מורכב בעיקר מקרח מים וחומר סלעי. יש לו אטמוספירה סמיכה המורכבת ברובה מחנקן כ-94% ומתאן כ-6%. נקרא שם תריסר הטיטאנים הענקיים ילדי אורנוס וגאיה הורתו/אשתו. כרונוס הטיטן היה שליט הטיטאנים והיקום עד, שבנו זאוס (יופיטר) הוריד אותו מגדולתו. במקום הטיטאנים עלו לשלטון האלים האולימפיים, שזאוס היה מנהיגם. ב-14 בינואר 2005 נחתה על פניו הגשושית הויגנס של החללית קסיני (על-שם כריסטיאן הויגנס, שגילה אותו ב-25 במרץ 1655) אשר שידרה משם נתונים וצילומים.

תצורות הקרקע השונות שעל פניו נקראות בהתאם בשמות הלוחים מעולם הפנטסיה והמדע הבדיוני: **מקומות המחזירים את אור השמש** נקראים על שם מקומות קסומים כמו גן עדן או מחוזות שמימיים הכתובים באגדות, במיתוסים, בסיפורים ובשירים מתרבויות שונות ברחבי העולם. **מכתשים וצורות טבעיות** על שם אלים ואלות החוכמה. **אזורים בהירים** נקראים על שמות איים שאינם עצמאיים מבחינה פוליטית. אוסף איזורים בהירים נקרא על שמות ארכיפלג. **אזורים המכוסים במשטחי לבה** נקראים על שמות אלים ואלות היופי. **תצורות גיאולוגיות הנראות כנהר** קרויים על שמות נהרות מיתולוגיים, או דמיוניים. **איים על פני טיטאן** נקראים על שם איים מהאגדות ומהמיתולוגיות. **אגם, או אגמים על פני טיטן** נקראים על שמות אגמים הדומים להם בצורתם שעל פני כדור הארץ. **ימות** נקראות על שם יצורי ים מהמיתולוגיה והספרות. **ההרים** נקראים על שם הרים ופסגות מהארץ התיכונה, כפי שכתובים בספרי הפנטסיה של הסופר האנגלי טולקין (J.R.R. Tolkien). **צורות שונות כמו כתמים וקשתות** נקראות על שמות ישויות אלוהיות של אושר, שלווה והרמוניה מתרבות העולם. **מישורים ומבוכים** נקראים על שמות כוכבי לכת מסדרת ספרי המדע הבדיוני "חולית", שכתב הסופר האמריקאי פרנק הרברט (Frank Herbert). **חוליות (דינאות)** נקראות על שמות אלים ואלות של הרוח. **משקעים הנהפכים מנוזל לאדים בטרם הגיעו לקרקע** נקראים על שם אלים ואלות של הגשם.

היפריון (Hyperion)

היפריון הוא הירח הראשון שנתגלה, אשר צורתו אינה עגולה, אלא מוזרה, גודלו 360x280x225 ק"מ. רק ב-25 בספטמבר 2005 עברה חללית המחקר קאסיני קרוב מספיק (500 ק"מ) כדי לגלות את מוזרות הירח במלואו. פני השטח מכוסים במכתשים רבים עמוקים וחדים שמקנים לירח מראה של ספוג ענק. החומר הנמצא בתחתית המכתשים מקנה לירח צבע אדמדם.

אחיו הבוגר של כרונוס. היה אל חכם, אשר ערך תצפיות והבין ראשון את תנועת השמש, הירח, הכוכבים ואיך עונות השנה מושפעות על ידי גופים אלו. הוא לא הסתפק בידע עצמי, אלא לימד אחרים עובדות אלו ולכן קראו לו אבי גופים אלו. תצורות הקרקע שעל פניו נקראות על שם אלי השמש והירח.

יאפטוס (Iapetus)

הירח השלישי בגודלו של שבתאי קרוי על שם שמו של יאפטוס, שהיה כנראה האל הטיטאני של אורח חיי בני התמותה, שיצרו בניו. קוטרו 1436 ק"מ והוא מכונה היין-יאנג של הירחים בגלל תופעה מוזרה: חציו האחד בהיר מאוד ואילו חציו השני כהה מאוד. יש החושבים, שהסיבה היא בגלל הירח פיבי המורכב מחומר כהה. יתכן, שבגלל פגיעות ניתז חומר כהה מהירח פיבי והגיע לירח יאפטוס. במשך הזמן הצטבר החומר הכהה וכיסה אזורים ביאפטוס והפך אותם לכהים. יש החושבים, שהחומר הכהה מקורו מתוך הירח עצמו. האזורים הכהים הם כתוצאה מהתפרצויות, שהתיזו את החומר הכהה על פני הירח. גם מסלולו המשופע מאוד של הירח סביב שבתאי הוא תופעה מוזרה לגבי ירחים טבעיים.

יאפטוס היה אביהם של מנויטיאוס (Menoetius) שהיה, כנראה, האל הטיטאני של כעס אלים, פעילות נמהרת ותמותה אנושית. של אטלס, שנשא את כפת השמיים על כתפיו ושל התאומים, שלא השתתפו במלחמת הטיטאנים נגד האולימפיים: אפימתיאוס, יוצר בעלי החיים ופרומתיאוס, יוצר בני האדם.

תצורות הקרקע שעל פניו נקראות על שם אנשים ומקומות מתוך "שירת רולאן" שהיא היצירה הספרותית המשמעותית הקדומה ביותר בשפה הצרפתית. היצירה מספרת על קרב היסטורי די שולי (**קרב רונסבו** (Bataille de Roncevaux)), שבו היכו לוחמי גרילה באסקים את יחידות המאסף של צבא קארל הגדול. ביצירה החליפו את הבאסקים במוסלמים. למכתשים בצד הבהיר ניתנו בדרך כלל שמות צרפתיים ואילו לאלו בצד הכהה ניתנו בדרך כלל שמות של המוסלמים.

פיבי ירח בעל צורה לא אחידה בקוטר של כ-220 ק"מ. משערים שהירח הכהה נוצר במקום אחר במערכת השמש, יתכן שבחגורת קויפר ונלכד בכוח המשיכה של שבתאי. הירח פיבי סובב את שבתאי במסלול הפוך לאלו של ירחי שבתאי וגם לא על אותו מישור. פיבי מגוון מאוד מבחינת החומרים מהם הוא מורכב, רק כדור הארץ מגוון יותר.

המסורת מייחסת את האלה הטיטאנית פיבי, שפרוש שמה הוא: קורנת, זוהרת, לירח. היא נישאה לאחיה הטיטן קואאוס (Coeus) ונולדו להם שתי בנות: לטו, אמם של התאומים ארטמיס (דיאנה) ואפולו, שירשו מסבתם את הקרינה. ארטמיס מזוהה עם הירח ואפולו עם השמש. הבת השניה היא אסטריה (Asteria), אלת הכוכבים, שילדה את הקטה (Hekate) אלת הכשפים והצמחים, פרשות הדרכים. תצורות הקרקע שעל פניו נקראות על שם אנשים הקשורים לפיבי המיתולוגית, או לאנשים ומקומות מתוך הפואמה, שכתב אפולוניוס רודיוס (Apollonius Rhodius) בספרו "ארגונאוטיקה" (Argonautica), המספרת את הסיפור המיתולוגי של גייסון והארגונאוטים, שיצאו למסע בספינה ארגו כדי לקחת את גיזת הזהב.

שבתאי במחקר

גלילאו גליליי היה הראשון שצפה בשבתאי עוד בשנת 1610. אולם, הטלסקופ שלו לא היה מספיק טוב כדי שיוכל להבחין היטב בטבעות ומה שהוא ראה היה "סיר עם אוזניים". הוא חשב שמשני צידי כוכב הלכת הבהוק נמצאים שני כוכבים עמומים המוסתרים חלקית על ידי שבתאי. כריסטיאן הויגנס (Christiaan Huygens) היה זה שבעזרת טלסקופ משוכלל יותר הבין שאלו טבעות הסובבות את שבתאי וב-25 במרץ 1655 גילה את טיטן, הירח הגדול ביותר של כוכב הלכת.

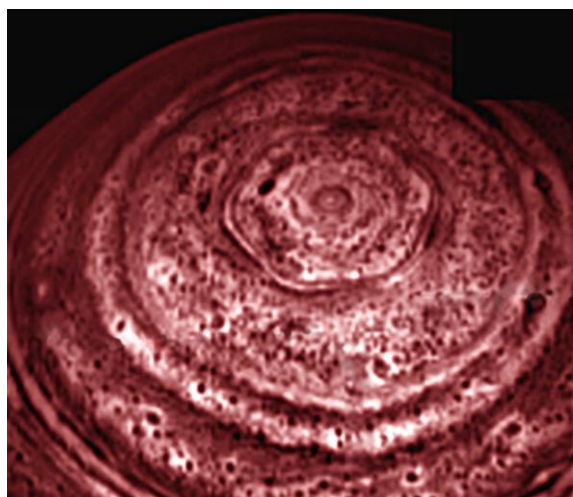
צדק ושבתאי משמשים מעין "שומרי סף" למערכת השמש הפנימית. בעזרת כוח המשיכה שלהם הם לא מאפשרים לגופים לחדור ולהזיק לכוכבי הלכת הפנימיים. יתכן, שחגורת הטבעות המקיפה את שבתאי היא הוכחה לעבודה הטובה, שעושה שבתאי. ראינו זאת אצל כוכב הלכת צדק כאשר השביט שומכר-לוי 9 נלכד בכוח המשיכה שלו, התפרק ל-21 חלקים ונפל עליו בין ה-16 עד ה-22 ליולי, 1994.

אולי הטבעות נוצרו כאשר אחד מירחי הקרח של כוכב הלכת, שהיה בגודל של כ-300 ק"מ לערך, נקרע לגזרים בכוח המשיכה שלו ויצר אותן ויתכן שאורך חייהן הוא רק כ-100 מיליון שנים בלבד. איש אינו יודע את התשובה.

מערכת הטבעות נוטה בזווית של 25.33 מעלות ביחס למישור ההקפה של שבתאי סביב השמש. הן מחולקות לאיזורים נפרדים. הטבעות מורכבות בעיקר מגושי קרח ואבנים בגדלים שונים ואבק. לכל ארבעת כוכבי הלכת הגזיים יש טבעות אך הן אינן גדולות ומפוארות כמו אלו של שבתאי. הטבעות משתרעות לרוחב של כ-62,000 ק"מ אך עובי משטח הטבעות הוא דק החל מ-10 מ' עד 3 ק"מ.

בין הטבעות נמצאים ירחים הנקראים "רועים" המאפשרים לרווחים שבין הטבעות להישאר פתוחים וגורמים לתופעת גלים בטבעות בעת מעברם ברווחים. מדי 15 שנה לערך נעלמות הטבעות מעין הצופה. הדבר תלוי בנטיית הציר של שבתאי הדומה לנטייה שלו ומנקודת המבט שלנו אנו רואים כיצד משנה שבתאי את מיקומו במסע בן 30 השנה סביב השמש. פעם הוא מראה לנו את הטבעות ממבט מלמעלה, שהולך ומשתנה במשך 15 שנה עד שהטבעות נעלמות כליל ואז הוא מגלה לנו את הטבעות מלמטה עד ששוב יעלמו כעבור 15 שנה וחוזר חלילה...

כמו צדק גם שבתאי מסתובב במהירות רבה סביב עצמו, אם כי פחות מהר מצדק, אולם מספיק לעשות אותו פחוס (הוא רחב יותר ב-13,000 ק"מ בקו המשווה ביחס לקוטבים). הסיבוב המהיר גורם לרווחות חזקות המגיעות ל-1800 ק"מ לשעה היוצר על פניו פסים וסערות. אם כי עדינות יותר מאשר הסופות החזקות שעל פני צדק. אחת ל-30 שנה לערך, הוא מקבל כתם לבן גדול על פניו. אך הכתם נעלם ולא מחזיק מעמד כמו הכתם האדום של צדק. הכתם הלבן אמור להראות שוב בשנת 2020 בתקופת מפנה הקיץ (היום הארוך ביותר בשנה).



בקוטב הצפוני שלו קיימת תופעה מוזרה בלתי ברורה של משושה ענק הסובב את הקוטב ויכול להכיל ארבעה כדורי ארץ. אורך כל צלע הוא כ-12,500 ק"מ. המשושה חודר עד 100 ק"מ לתוך האטמוספירה של כוכב הלכת.

בחצי השנה האחרונה משתוללת על פני החלק הצפוני של שבתאי סופה ענקית שאורכה כ-10,000 ק"מ. סופה זו נתגלתה עי ידי Anthony Wesley אסטרונום חובב אוסטרלי.

<http://www.jpl.nasa.gov/news/news.cfm?release=2011-203>

רוחות בקוטב הצפוני של שבתאי כפי שצולמו על ידי החללית קסיני. נאס"א Credit NASA

פיוניר (Pioneer) 11 - בספטמבר 1979 חלפה החללית במרחק של כ-20,000 ק"מ מעל שכבת העננים של כוכב הלכת. התמונות ששידרה החללית לכדור הארץ היו באיכות נמוכה ואי אפשר היה לגלות פרטים מפני שבתאי והירחים אותם צילמה. בנוסף, חקרה החללית את הטבעות ומדדה את הטמפרטורה על טיטן.

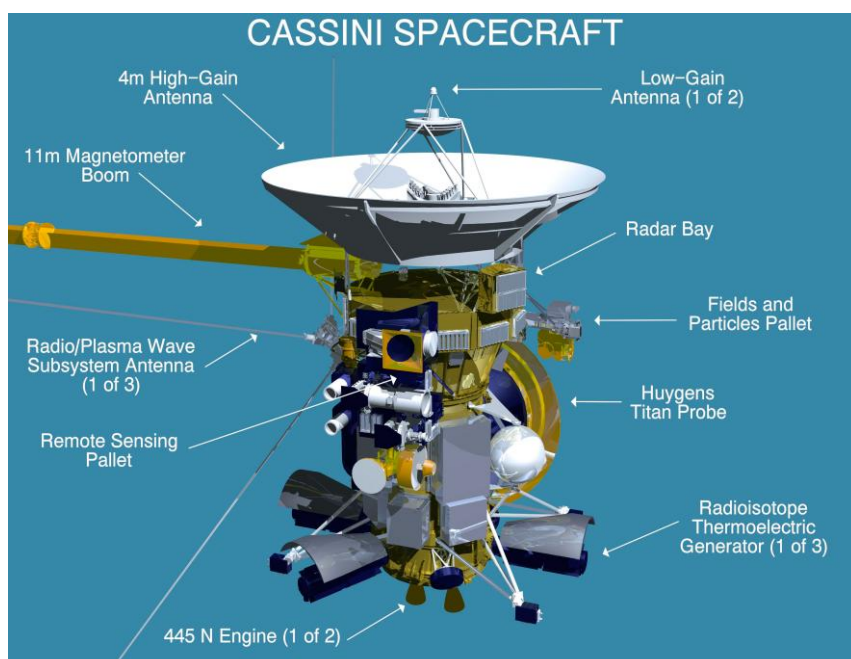
וויאג'ר (Voyager) 1 - בנובמבר 1980 חלפה החללית סמוך לשבתאי ושידרה תמונות באיכות גבוהה של כוכב הלכת, הטבעות והירחים שלו. עתה, אפשר היה לראות, סוף-סוף, פרטים מפני השטח של הירחים. וויאג'ר 1 גילתה את המשושה הענק שבקוטב הצפוני של שבתאי. החללית חלפה קרוב לטיטן, אך לא יכלה לשלוח תמונות בגלל האטמוספירה שלו, שאינה חדירה לקרני אור בתחום הנראה. החללית ניצלה את כוח הכבידה של כוכב הלכת, כדי לשנות את מסלולה ולצאת ממערכת השמש.

וויאג'ר 2 - באוגוסט 1981 המשיכה החללית את המחקר ושידרה צילומים נוספים. אך, בגלל תקלה במצלמה נאלצו לבטל צילומים רבים שהתכוונו לבצע. החללית גילתה ירחים חדשים וגילתה מספר מרווחים בין הטבעות וגם היא השתמשה בכוח הכבידה של שבתאי כדי לשנות את מסלולה לכיוון כוכב הלכת אורנוס.

קאסיני - ב-15 באוקטובר 1997 שוגרה החללית כשהיא נושאת עליה את הגשושית הויגנס, כדי לחקור את שבתאי וירחיו עם דגש על חקר הירח טיטן. ב-24 בדצמבר 2004 נפרדה הגשושית הויגנס מהחללית קאסיני, גלשה דרך האטמוספירה של טיטן אל פני הירח ושידרה לחללית נתונים אותם העבירה לכדור הארץ במשך כ-90 דקות. קאסיני עדיין סובבת את שבתאי ושולחת מידע רב לכדור הארץ על כוכב הלכת, טבעותיו וירחיו.

מיתולוגיה

כרונוס הטיטן היה אל הזמן ושליט הטיטאנים והיקום. כדי להגיע לעמדת כוח זו מרד באביו אורנוס (אורון), סרס אותו בעזרת מגל, שנתנה לו אמו גאיה ונישל אותו מן השלטון. מאז נשאר המגל כסמל ביד כרונוס המנצח. אך מי שפוגע בבני משפחתו רובצת עליו קללה ואמנם הוריו הודיעו לו, שגם הוא יודח מן השלטון על ידי אחד מבניו, כפי שהוא הדיח מן השלטון את אביו. כרונוס החליט לא להסתכן ובלע כל ילד שילדה לו אשתו/אחותו ריאה. לאחר שבלע חמישה ילדים החליטה האם להציל את התינוק השישי, זאוס, ונתנה לבעלה אבן עטופה בחיתולי התינוק. כרונוס בלע את האבן ואילו גאיה מסרה את התינוק לנימפות באי כרתים כדי שיגדלו אותו. במערה תחת ההר אידה ינק הילד חלב מאמלתיאה, נימפה בצורת עז, וכאשר בכה יצאה קבוצת לוחמים להתאמן והכו על מגיניהם כדי להסוות את רעש הבכי. כאשר גדל זאוס, החליט לנקום באביו. הוא בא לעבוד אצלו וכרונוס לא הכיר אותו, כמובן. בהזדמנות, הגיש לאביו את הנקטר, משקה האלים, כשהוא מעורבב בסם הקאה. האב שתה את המשקה והקיא את חמשת הילדים, שבלע קודם בשלמותם. האלים הצעירים, שגדלו בינתיים, פתחו במלחמה, בת עשר שנים נגד הטיטאנים וניצחו בקרב. כרונוס הפסיד את מקומו כשליט לבנו זאוס, בדיוק כפי שאמרה הנבואה ותור האולימפיים הגיע, כאשר בראשם עומד זאוס. כרונוס, אל הזמן, ברח לאיטליה, שם חבר לסטורן אל החקלאות והקציר האטרוסקי/רומי. עם הזמן חיברו הרומאים את שני האלים לישות אחת וקראו לה סטורנוס (Saturnus). האל האחד שמר על תכונות שני האלים וזמן שלטונו נחשב לתור הזהב. בקצה המערבי של הפורום הרומאי הוקם לכבודו מקדש, שנבנה ב-497 לפנה"ס וחודש בין 360 ל-280 לספירה. המקדש שימש כאוצר הציבורי והיה מרכז פסטיבל הסטורנליה, שהחל ב-17 לדצמבר עד שיאו ב-25 לדצמבר. סמליו המאפיינים של שבתאי הם: שעון חול, חרמש ומגל.



מימין: חללית קאסיני וגשושית הויגנס על חלקיהן השונים. באדיבות NASA/JPL-Caltech

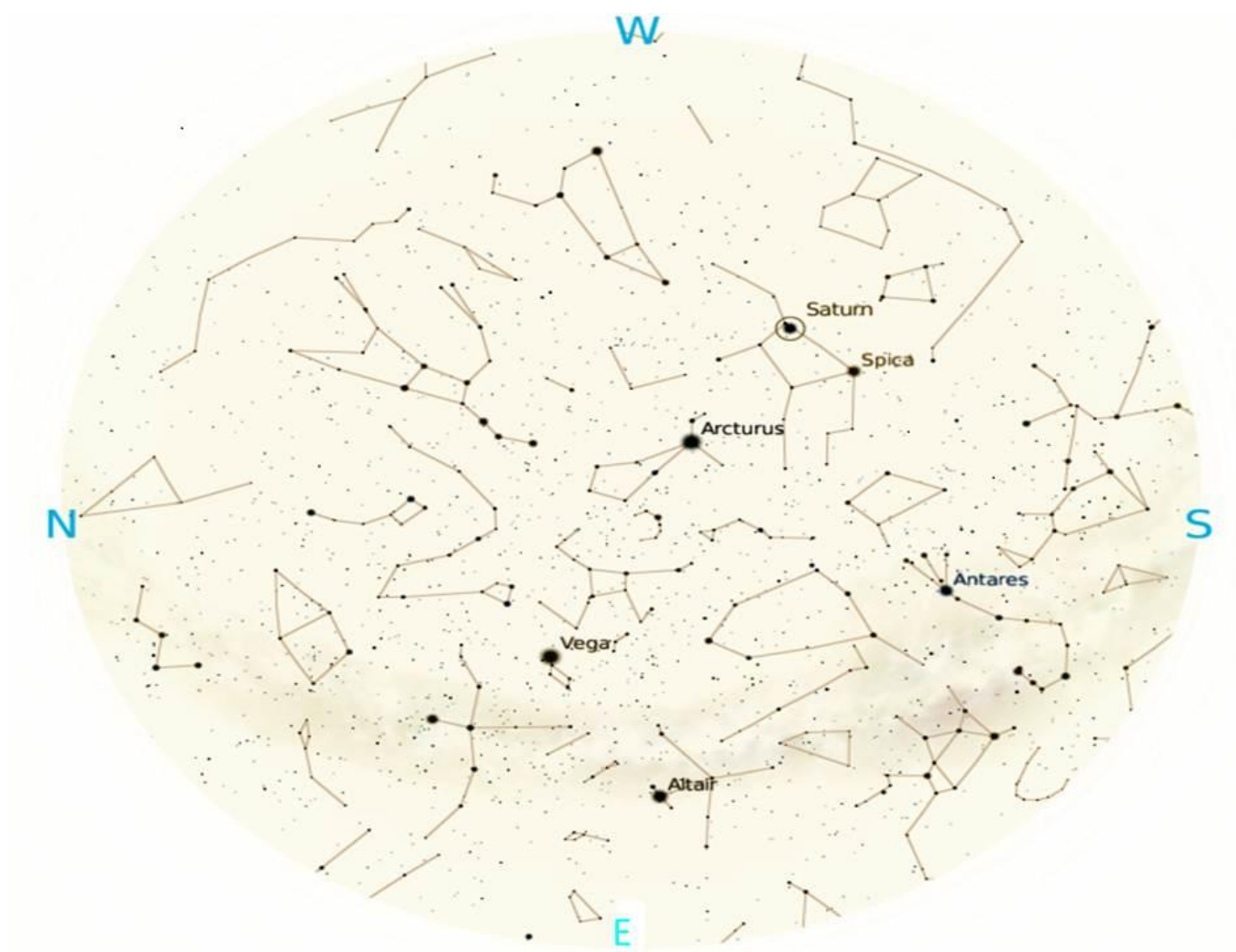
הסבר שמיים

אשר ניתן בתצפית האגודה הישראלית לאסטרונומיה

בפונדק הקילומטר ה-101 בתאריך 6-7/05/2011

חלק ב': שמי הקיץ

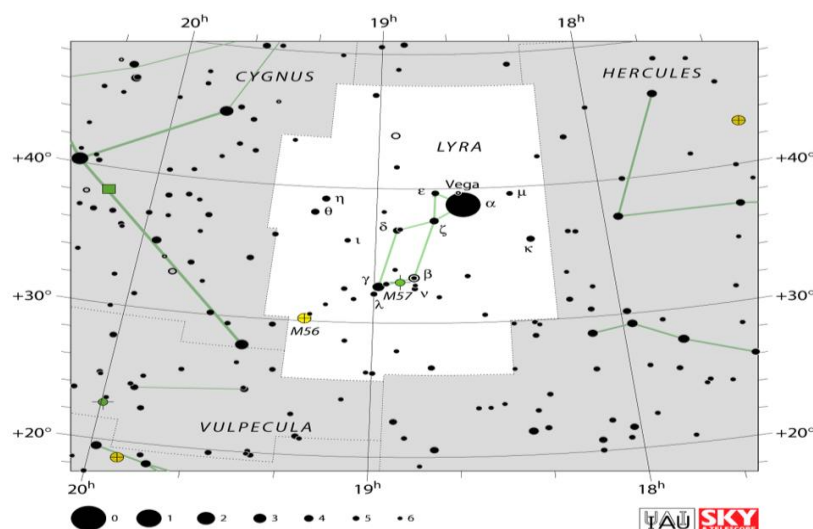
תמליל, הוספת איורים ועריכה: אלה רץ, טל איז'ק



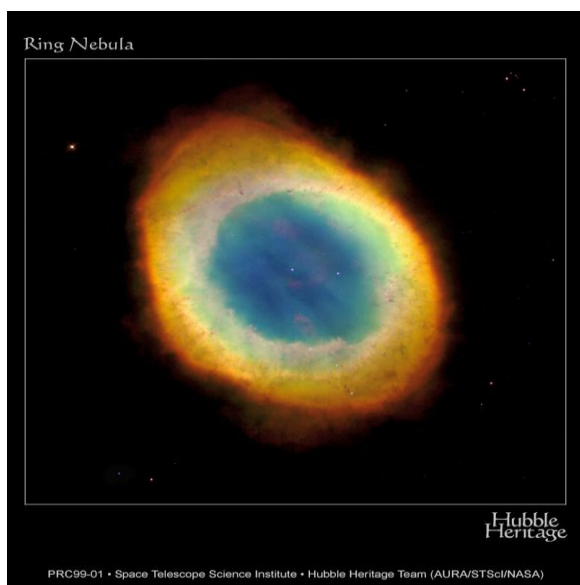
למעלה: מצב השמיים בזמן ההסבר, 7/05/11 בשעה 01:00 (ע"פ תכנת Stellarium)

נבל; בהירויות כוכבים

נעבור לקבוצות קיץ. אנו רואים את משולש הקיץ. אחד משלושת הקודקודים הוא הכוכב וגה [Vega] α – (אלפא) בנבל [Lyra]. מערכת השמש כולה נעה לכיוון הזה (נקרא Apex) במהירות של כ-630 ק"מ לשנייה. וגה הוא כוכב יחסית קרוב לשמש (כ-27 שנות אור), גודלו פי 3-4 מהשמש והוא חם יחסית אליה (צבע לבן-כחול). עד לא מזמן, בהירותו היוותה סטנדרט לכיול ומדידת בהירויות (בהירות 0). באסטרונומיה, ככל שערך הבהירות של כוכב גדול יותר, בהירותו בפועל קטנה יותר, וההיפך. מסביב לוגה ישנה טבעת אבק, ככל הנראה שריד של היווצרות מערכת שמש סביבו. הנבל הוא הנבל של אורפיאוס, שעל פי האגדה הלך לים, ראה שריון של צב וכמה גידים, אותם מתח על השריון והתחיל לנגן. כך למעשה נוצר הנבל. שמו של וגה (לעומת הקבוצה) נגזר מערבית [אל-נאסר אל וקיע] – עיט המכופף את כנפיו ועט על טרפו. הכוכב β בנבל שמו סולחפת או שליית, שהמקור של השם סולחפת בערבית זה למעשה צב. ε (אפסילון) בנבל, הוא הכוכב ה"כפול-כפול": טלסקופ סביר יראה לכם שכוכב זה מורכב למעשה משני כוכבים, אולם בהגדלה גדולה יחסית, נגלה שכל כוכב כזה הוא למעשה צמד של שני כוכבים מאוד צמודים. אם כן, מדובר בכוכב שהוא למעשה ארבעה כוכבים! בנבל ממוקמת גם ערפילית הטבעת M57 – ערפילית פלנטרית, היא התוצר הסופי של כוכב קל (במסה של עד פי 5 מהשמש, לערך) המסיים את חייו ומשיל את שכבותיו לחלל.

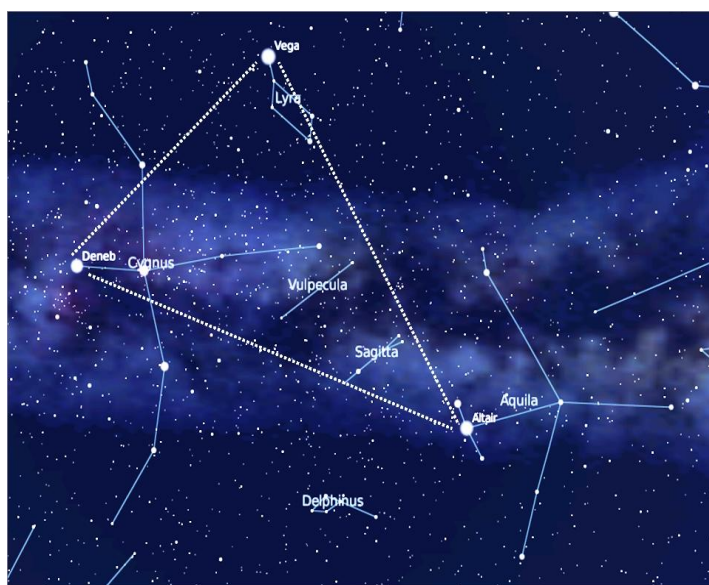


מפת קבוצת נבל [Lyra]. מקור: ויקיפדיה, http://en.wikipedia.org/wiki/File:Lyra_IAU.svg



ערפילית הטבעת, M27 בנבל. מקור: NASA, ESA, and The Hubble Heritage Team (STScI/AURA).

<http://heritage.stsci.edu/1999/01/big.html>

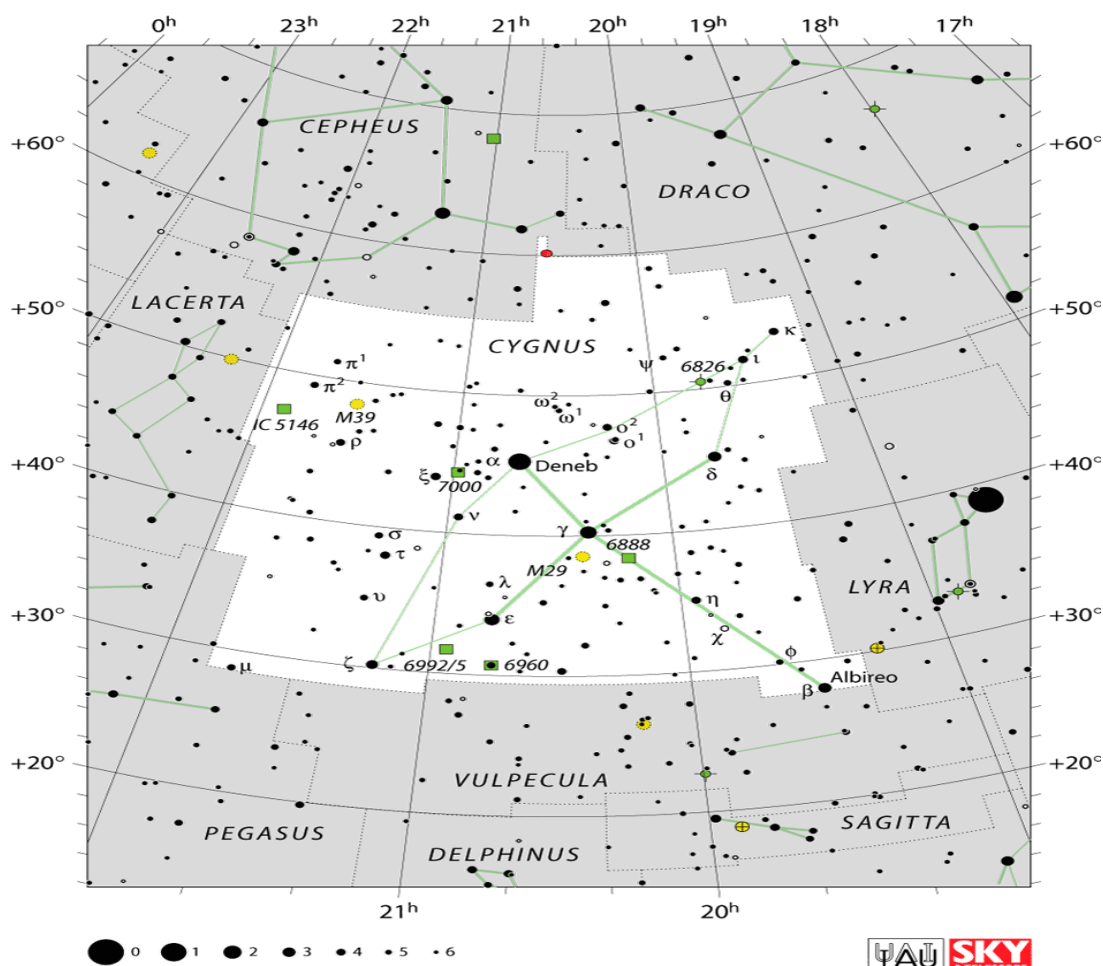


משולש הקיץ (בעזרת תכנת Stellarium).

הקודקוד השני של המשולש נמצא בקבוצת ברבור [Cygnus], או בשמה המודרני הצלב הגדול, דנב זה הכוכב הראשי (α) בקבוצת זו. זהו כוכב מעניין, כי הוא אחד הכוכבים הענקים שאנו מכירים – ענק לבן (ולא אדום) שעוצמת הארתו פי 60,000 מהשמש! הוא גם אחד הכוכבים המרוחקים ביותר שניתן לראות בעין. דנב, דינב א-גי'ה, גי'ה בערבית זה לא ברבור, זה תרנגולת, לערבים שוכני המדבר לא היו ברבורים, אלא היו להם תרנגולות שהיו יותר קרובות לליבם. וזה אלביראו [Albireo], שהשם הערבי שלו מינחיר אל דגי'ה - המקור או הנחיריים של התרנגולת. אומרים שזה הכוכב הכפול היפה ביותר בשמיים, צהוב וכחול, או כתום וכחול. ערפילית הצעיף המפורסמת גם נמצאת בקבוצת הברבור.



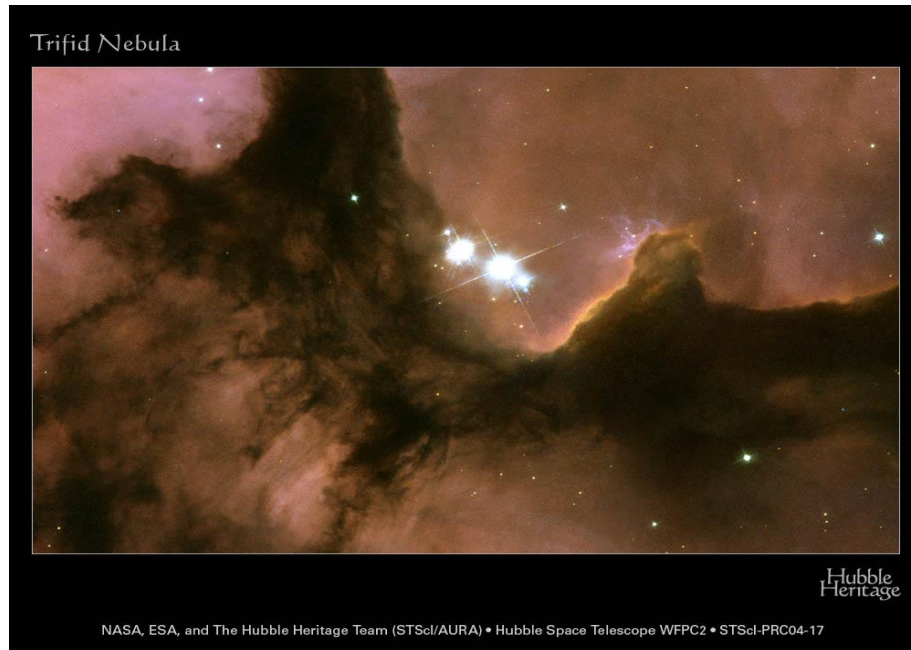
למעלה: ערפילית הצעיף (Veil Nebula), NGC 6992 בקבוצת ברבור. הערפילית צולמה במסגרת הפרויקט Digitized Sky Survey. מסומן המיקום של צילומי טלסקופ החלל האבל (שלושה צילומים קטנים). מקור: NASA, ESA, the Hubble Heritage (STScI/AURA)-ESA/Hubble Collaboration, and the Digitized Sky Survey 2



למעלה: מפת קבוצת ברבור [Cygnus]. מקור: ויקיפדיה, http://en.wikipedia.org/wiki/File:Cygnus_IAU.svg

עננים מולקולריים; ערפיליות

שימו לב ששביל החלב זורם בקבוצת ברבור, מתפצל, מגיע לקבוצת קשת [Sagittarius], שם זה פחות או יותר מרכז הגלקסייה. שביל החלב לא מתפצל באמת, אלא כל האזור הזה הוא ערפילית כהה. שימו לב שגם אין שם כמעט כוכבים. ערפילית כהה זה גוש קר צפוף של מה שנקרא ענן מולקולרי, שנמצא על רקע של שביל החלב וכאילו מפצל אותו לשניים. אם נביט על ערפיליות בקשת כמו לדוגמה M8 [Lagoon Nebula] או M20 [Trifid Nebula], מדובר בגז שהוא למעשה מעורר, כי יש כוכב חם קרוב אליו שמאיר ומעורר את האטומים בגז הזה ואנחנו רואים אותו. מה זה מאיר? האטומים שם הם או מעוררים, כלומר אלקטרונים קופצים בין רמות האנרגיה באטום, או מיוננים, כלומר הם בכלל קופצים החוצה מהאטום. ענן מולקולרי זה גז ואבק הרבה יותר קר, כלומר רוב המולקולות שם הם כמובן מימן. אם נסתכל למשל על M20, נראה שיש ערפילית שהצורה שלה דומה לסמל השלום כמו האות Y, זה ענן מולקולרי קר מאוד, שהטמפרטורה שלו משהו כמו -200°C , או 60-80 מעלות קלווין, אז הגז יכול להיות שם בצורה של מולקולות, לא מיונן, לא מעורר, ולכן הוא גם מאוד צפוף, דחוס.



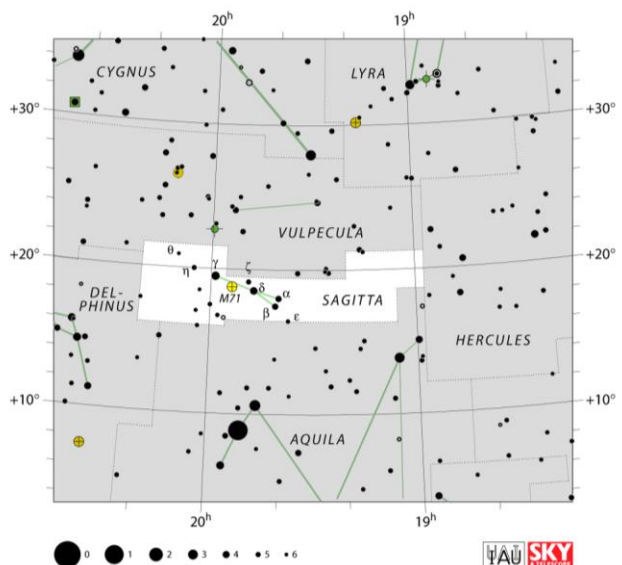
ערפילית ה-Trifid Nebula, M20 בקבוצת קשת. מקור: NASA, ESA, and The Hubble Heritage Team
<http://heritage.stsci.edu/2004/17/index.html> (STScI/AURA).

עית / נשר; חץ; פרומטאוס

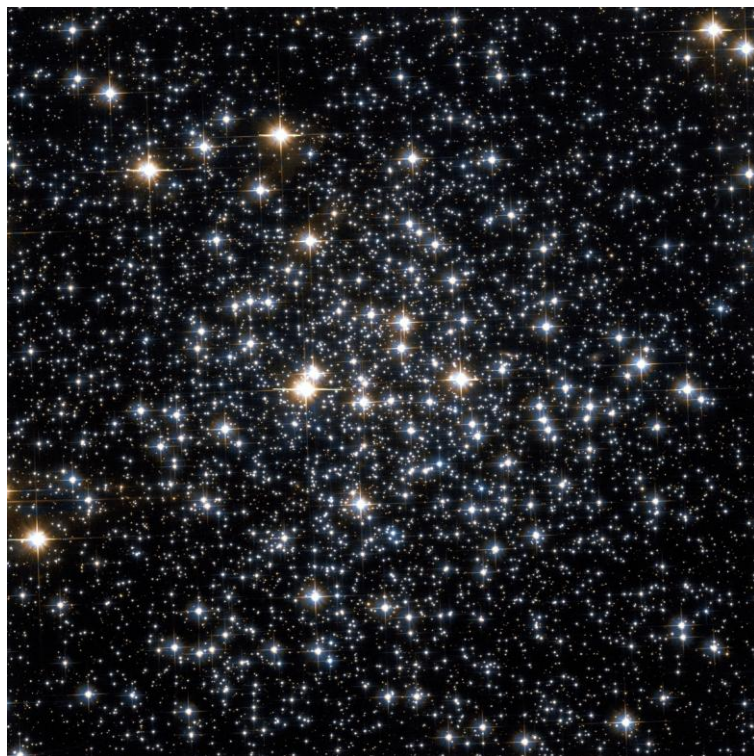
וזה בעל הכנף השלישי בחבורה, ותכף תראו מדוע אמרתי השלישי, אלטאיר [Altair], בקבוצת עית או נשר [Aquila] שנראת כמו עפיפון. לכוכב הזה יש שם פחות מוכר, [דנב אל ארדוף], הזנב של עוף. כאשר יש לנו ברבור שעף לשם, ועוד עית שעף לשם, קבוצת נשר. פה השם של הכוכב מראה שגם פה יש איזה שהוא עוף, כלומר יש לנו פה שלושה כוכבים, שלושה בעלי כנף, שיוצרים את המשולש הגדול של הקיץ.

מפת קבוצת חץ [Sagitta]. הכוכב הבהיר משמאל למטה – אלטאיר [Altair] α בקבוצת נשר [Aquila]. מקור: ויקיפדיה,

http://en.wikipedia.org/wiki/File:Sagitta_IAU.svg



כאן נמצא החץ [Sagitta], ויש לנו סמוך אליו את דולפין [Delphinus], בו יש כוכב כפול יפהפה (γ) (גמא) בדולפין). פה, בקבוצת חץ, יש לנו צביר יפהפה, M71, אחד הצבירים הפתוחים הדחוסים יותר או הכדוריים, יש ויכוח מה הוא. החץ הזה קשור לסיפור על פרומטאוס [Prometheus]. פרומטאוס היה טיטן שנתן לבני האדם את האש, והאלים כעסו עליו מאוד, הם קשרו אותו לסלע של החר, ושלחו את הנשר, או את העיט, שינקר בכבד שלו כל יום, אבל הכבד שלו יתמלא ויתרפא מחדש כדי שהוא יסבול לנצח. הרקולס עבר יום אחד וראה את פרומטאוס הסובל, והוא ירה חץ בעיט, שמנקר בכבד והרג אותו.



צביר M71. מקור: ויקיפדיה,

http://en.wikipedia.org/wiki/File:Messier_71_Hubble_WikiSky.jpg



פרומטאוס הקשור. פסל של Nicolas-Sébastien Adam (1762),

לובר, פריז. מקור: ויקיפדיה,

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/28/Prometheus_Adam_Louvre_MR1745_edit.jpg

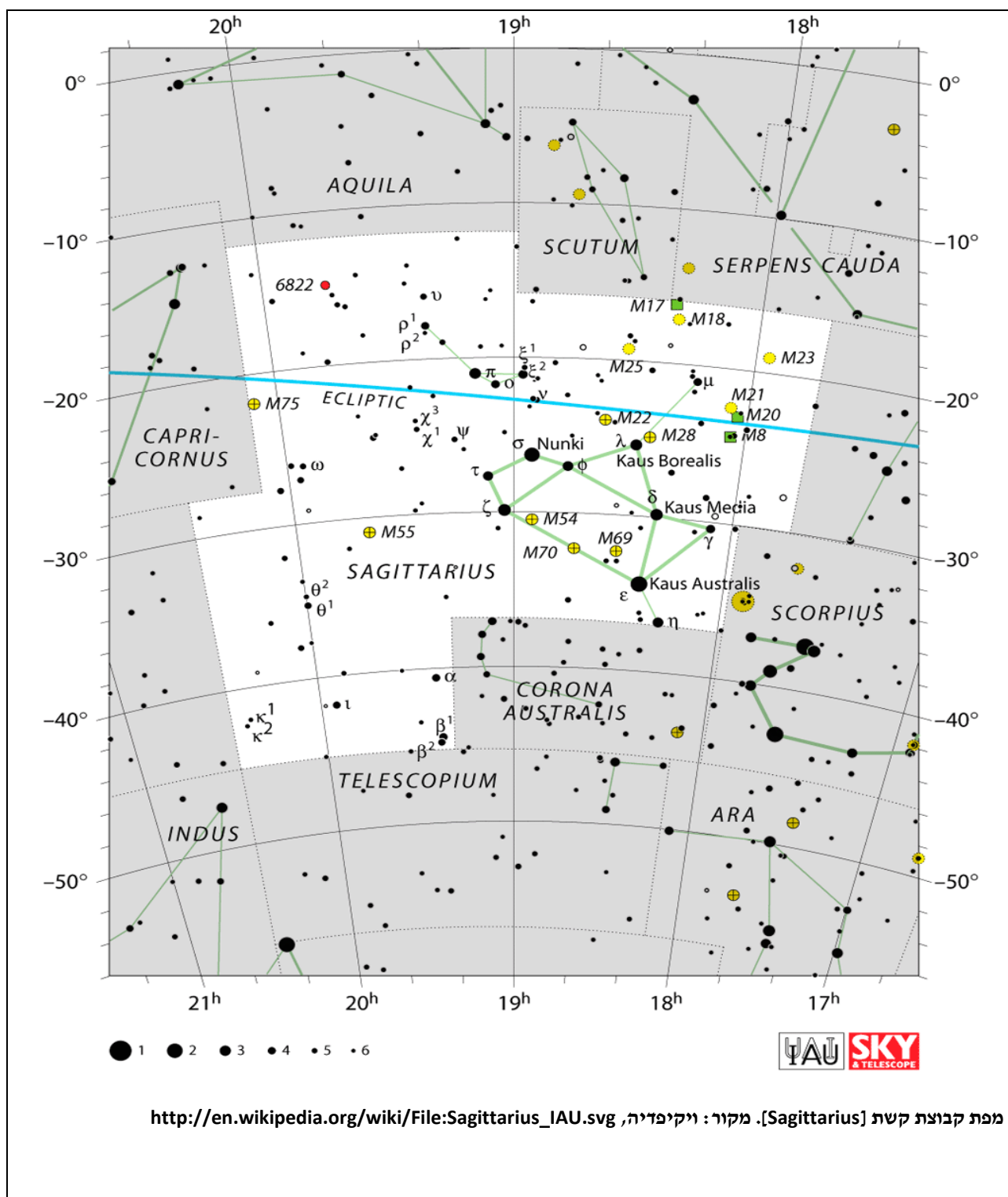
יש עוד סיפור שלפיו הייתה מלחמה עם הקיקלופים, ואחד החיצים שהתרוצצו בסביבה זה החץ הזה. ויש סיפור על הליוס השמש, כאשר פאתיון לקח את המרכבה של אבא הליוס, טייל איתה בשמיים וכשהוא הגיע לאיזור של העקרב, אז זאוס ירה בו חץ והרג אותו, כדי שהקרקע לא תישרף (פאתיון לא ידע לנהוג במרכזה של השמש).

עקרב; קשת; נושא הנחש; אסקלפיוס

שימו לב לעקרב. פה יש צביר כדורי M4 שהוא הצביר הכדורי הקרוב ביותר אלינו, 7,000 שנות אור מאתנו. ופה יש עוד צביר, M80, צביר כדורי קטן, תראו את ההבדל ביניהם. בטלסקופ הגדול של האגודה ניתן לראות את M4 וצמוד אליו, מי שרצה צביר שהוא לא מקטלוג מסיה, יש NGC6144, צביר כדורי הרבה יותר רחוק, וזה יהיה מעניין לראות את שני הצבירים אחד ליד השני.

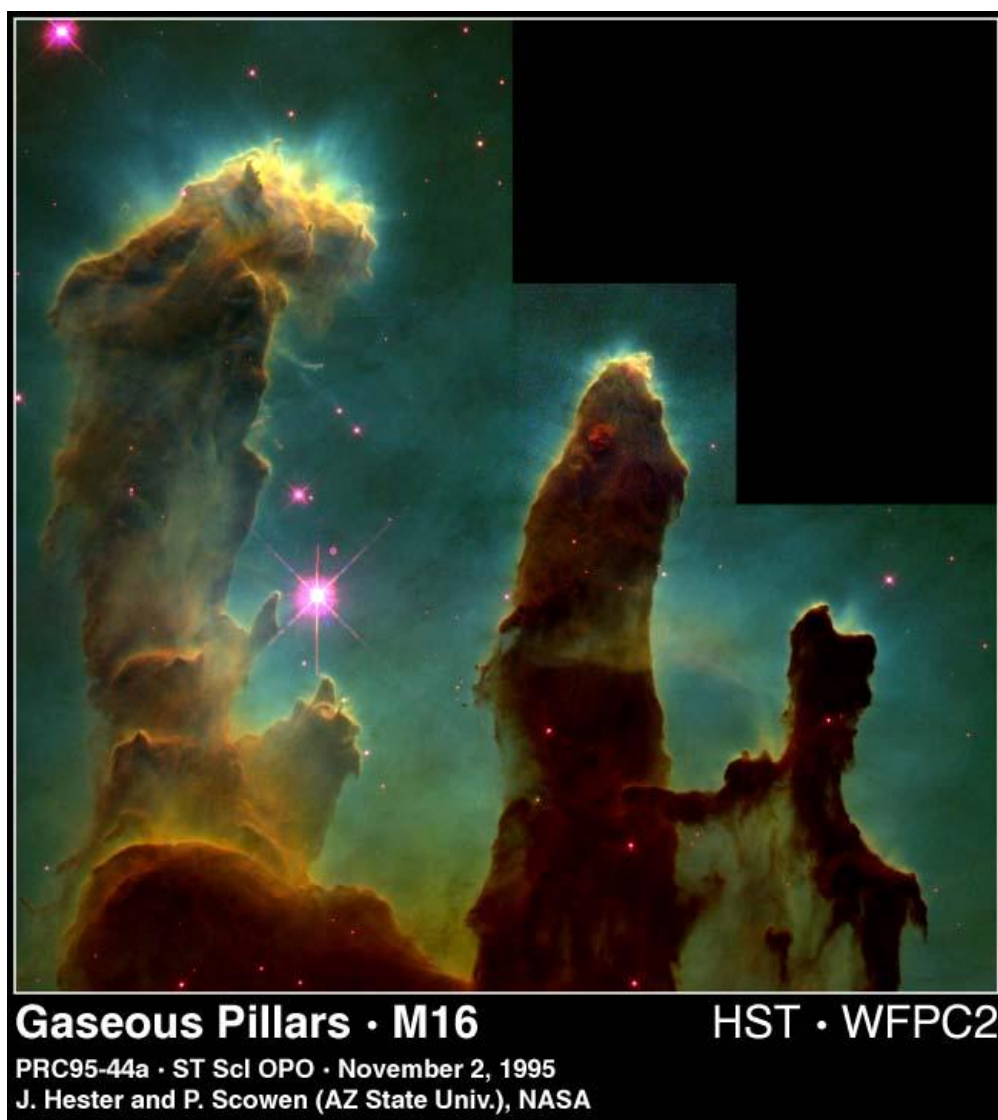
שימו לב שעקרב זה המזל הדרומי ביותר. כשהשמש נמצאת בעקרב זה שיא החורף. למעשה, השמש לא עוברת בקבוצת עקרב לגמרי, אלא רק בקצה שלה, היא נמצאת בה רק שבוע, ורוב הזמן נמצאת בקבוצת נושא הנחש בכלל. היא עוברת מבתולה לעקרב, עוברת בנושא הנחש. פה זה האיזור המפורסם של Ophiuchus. השמש ממשיכה לקבוצת קשת, גדי, דלי וכדומה.

אתם זוכרים את הקנטאור, חצי אדם, חצי סוס? הקשת [Sagittarius] הוא גם קנטאור. אגב, α ו- β שלו הם כוכבים חיוורים מאוד, בקושי רואים אותם. יש את הקנטאור הזה שיורה לפה, ויש את הקנטאור הזה שיש לו חנית, והוא משפך למעשה את הזאבה. זו קבוצת זאבה, והיא משופדת על החנית, אלו שתי קבוצות מחוברות, הקנטאורוס והזאבה. באטלס של היגינוס (Gaius Julius Hyginus, 64 BC-17 AD) רואים זר פרחים במקום החנית, כשלא ברור מה הרקע של הסיפור. יש כאן ערפיליות M17 (Nebula) ו-M16 (Eagle Nebula) מעליה.



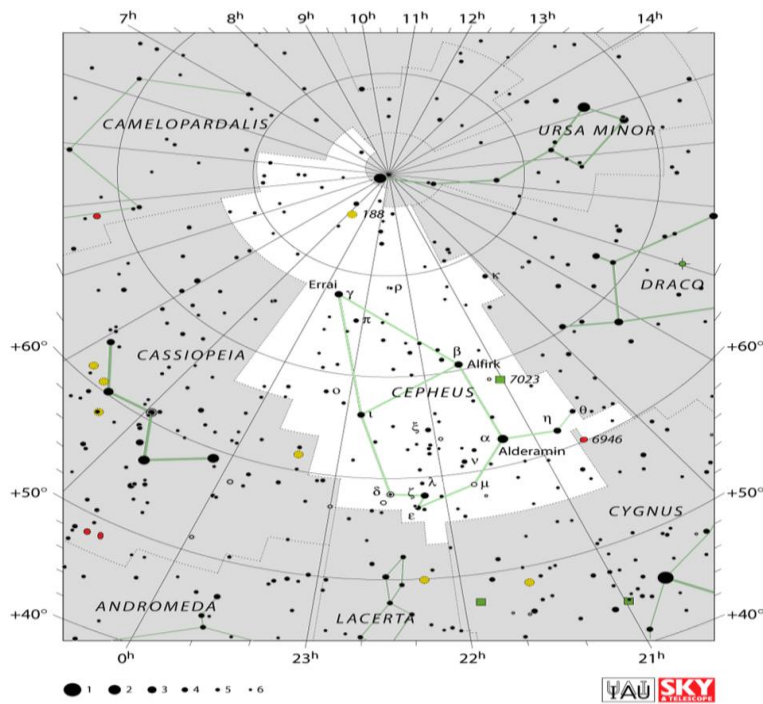
עמודי הבריאה, אותו צילום מפורסם של טלסקופ החלל האבל, גם נמצא כאן. צביר כדורי M22, הוא צביר הרבה יותר יפה מ-M13 אבל הוא נמוך עבור צופה מישראל, לכן הוא לא נראה כל כך מרשים. ערפילית M8 (LagoonNebula) גם נמצאת כאן.

הנה קבוצת נושא הנחש [Ophiuchus]. בקבוצה הזאת יש המון צבירים כדוריים: M10, M9, M12, M14, M19. הנה הזנב, יש נחש אחד, ויש נחש שני שהוא הראש שלופף את נושא הנחש. נושא הנחש היה אסקלפיוס [Asclepius], אל הרפואה, שהיה כל כך מוכשר שלמד להחיות מתים, ועל זה זאוס הרג אותו ושם אותו כקבוצת נושא הנחש בשמיים (נחש – סמל הרפואה – הקבוצה היחידה המורכבת משני חלקים, חצוייה לשניים ע"י נושא הנחש). האדס, אל השאול, לא אהב אותו, כי ברגע שבאו הרופאים, יש לו פחות פרנסה, כי פחות אנשים מתים.



“עמודי הבריאה” בערפילית הנשר בקבוצת קשת. מקור: NASA, ESA, STScI, J. Hester and P. Scowen (Arizona State University).

<http://heritage.stsci.edu/2005/12b/supplemental.html>



מפת

ויקיפדיה,

מקור:

[Cepheus].

קפאוס

קבוצת

http://en.wikipedia.org/wiki/File:Cepheus_IAU.svg

כאן נמצאת קבוצת קפאוס [Cepheus]. קפאוס היה בעלה של קסיופאה [Cassiopeia], שזוהתה כרגע, ושניהם היו המלכים של אתיופיה, כאשר המילה "קסיופאה" זה כנראה משהו שקשור ליפו, חושבים כך כי מול יפו יש את סלע אנדרומדה. אנדרומדה [Andromeda] הייתה הבת של קפאוס וקסיופאה, וזה מראה גם למה לוותן לא זרח. כל האיזור של הים, שמכיל את קבוצת דגים, לוותן, דלי, דג דרומי, כל הקבוצות האלה עדיין לא זרחו. יש בקפאוס כוכב כפול יפהפה, δ (דלתא) קפאוס, זה גם כוכב שמשנה את הבהירות שלו, כוכב פועם. הוא מתפשט, מתכווץ, זה קורה כי מתחת לפני השטח שלו יש שכבה של הליום מיון שפועם כמו בוכנה, כמו שסתום, וגורם לכוכב לפעום. קפאידים, כוכבים משתנים, קרואים על שם הכוכב הזה. זה כוכב הארגמן (Garnet Star), μ (מיו) קפאוס, כוכב אדום, שסביבו יש ערפילית ענקית שאי אפשר לראות אותה בעין, אלא רק בצילומים בחשיפה ארוכה.

פה, בקפאוס, יש את NGC188, אחד הצבירים הצפוניים ביותר, נמצא קרוב לקוטב השמימי הצפוני. ציר כדור הארץ מצביע פחות או יותר לכיוון הזה, זה כוכב הצפון. אגב, היפרכוס [Hipparchus] גילה שציר כדור הארץ עושה סיבוב (נקיפה, Precession), היום ציר כדור הארץ מצביע לכוכב הצפון, אבל בעוד 13,000 שנים הוא יצביע לנגה. היוונים לא ראו שום חשיבות בפולריס, כי הוא לא היה כוכב הצפון, סתם כוכב נידח. עכשיו הוא נמצא קרוב לקוטב הצפוני וקל לנו למצוא את הצפון לפיו.



היפרכוס מניקאה (חי בסביבות 120 - 190 לפנה"ס),

אסטרונום, מתמטיקאי וגאוגרף הלניסטי. מקור:

http://en.wikipedia.org/wiki/File:Hipparchos_1.jpeg

תסתכלו בעין על הכוכב הזה בקבוצת גדי [Capricornus]: אתם רואים כאן שני כוכבים, אחד ועוד אחד מעליו בשעה 1. זה α בגדי, הוא נקרא אל-גדי, הגדי. זהו כפול אופטי.

פה נמצאת קבוצת מגן [Scutum]. זה סיפור מהעת החדשה, הקבוצה נקראה על שמו של מלך פולני מהמאה ה-17 שניצח בקרב על הטורקים. זו הקבוצה היחידה שאין מאחוריה מיתולוגיה עתיקה. פה נמצא אחד הצבירים שרואים יפה במשקפת, M11 או צביר הברווז.

הירח – דנה קוגמן

הירח הוא הלווין הטבעי היחיד של כדור הארץ. הוא נקרא גם *לַבְנָה* או *סֶהר* בעברית. הוא משלים מסלול סביב כדור הארץ מדי 27.3 יום. (מתוך ויקיפדיה)

מהו גודלו של הירח ומרחקו מכדור הארץ? קוטרו של הירח הוא 3,474 ק"מ, מעט יותר מרבע מזה של כדור הארץ. דמיון הגודל בין כדור הארץ והירח שלו הוא נדיר. הירח הוא גם גרם השמיים הקרוב ביותר לכדור הארץ, והמרחק הממוצע בין מרכזו למרכז הארץ הוא בין 384,403 ק"מ לבין כ-405 אלף ק"מ. גודלו של הירח וקרבתו לכדור הארץ, יוצרים תנאים ייחודיים של יציבות בכדור הארץ: נטיית ציר הסיבוב של כדור הארץ ביחס למישור המילקה היא יציבה, וכך גם עונות השנה ותופעת הגאות והשפל (תוסבר בהמשך).

בשל הקרבה בין הירח לכדור הארץ, הירח הוא גרם השמים היחיד שבני אדם נשלחו אליו ושדרכה עליו רגל אנוש. זמן הטיסה אליו הוא בערך 65 שעות.

פיצד מאיר הירח? הירח אינו מאיר בכוחות עצמו, אלא מחזיר את האור שהוא מקבל מן השמש. החזרת אור השמש בידי הירח משנה את תנאי התאורה בלילה והדבר מצריך בעלי חיים שפעילים בלילה להסתגל למגוון תנאי תאורה. בהשוואה לזמן הופעתו של ירח מלא, במולד הירח (כשלא רואים ירח) האור קלוש ביותר. אור הירח עשוי להיות חשוב גם בתכנון מבצע צבאי. אנשי צבא מצוידים בלוח המורה על שעות הזריחה והשקיעה של הירח בכל לילה.

בירח ניתן לצפות בקלות גם ללא טלסקופ או משקפת ואף להבחין במכתשים הרבים שעליו. קל מאוד להבחין בו במהלך הלילה, אף לעיתים ניתן להבחין בו גם במהלך היום.

כוח המשיכה על הירח: כוח המשיכה על פני הירח קטן בהרבה מזה שעל פני כדור הארץ (פשיטית ממנו). לכוח זה יש השפעה רבה על החיים על פני כדור הארץ. הוא יוצר את התופעה של גאות ושפל. כוחות הגאות והשפל גורמים לשינויים בגובה פני המים על פני כדור הארץ. בזמן גאות מי האוקיינוסים מתרוממים לכיוון הירח.

פיצד נוצרו המכתשים על הירח? על פני השטח של הירח ניתן להבחין במכתשי פגיעה. מכתשים אלו נוצרו כאשר אסטרואידים ושביטים התנגשו בפני השטח של הירח. בסך הכול קיימים על פני הירח למעלה מחצי מיליון מכתשים בקוטר של יותר מקילומטר.

מדוע ניתן לראות הבדלי גוונים על הירח? המישורים הכהים שבהם ניתן להבחין על פני הירח נקראים ימות. כמעט כל הימות הן למעשה מישורים גדולים של לבה שנוצרה בהתפרצויות געשיות. הלבנה שהתפרצה זרמה לאזורים נמוכים (אגני פגיעה) שנוצרו בעקבות התנגשויות של מטאוריטים או שביטים. אזורים בהירים על פני הירח נקראים רמות, משום שהם גבוהים יותר מרוב הימות. כמה רכסי הרים בולטים בצידו הקרוב של הירח שוכנים בסמוך לאגני פגיעה ענקיים. בניגוד לכדור הארץ, לא ידועים הרים גדולים בירח שנוצרו כתולדה של אירועים טקטוניים (נדידת יבשות).

ממה מורכב הירח? הירח מורכב ממספר שכבות נפרדות: קרום, מעטפת וליבה (גרעין). החוקרים משערים שמבנה זה נוצר בעקבות תהליך של שקיעת מינרלים באחד האוקיינוסים של הירח, זמן קצר לאחר שנוצר לפני 4.5 מיליארד שנה. הקרום של הירח מורכב בעיקר מחמצן, סיליקון, מגנזיום, ברזל, סידן ואלומיניום. העובי של הקרום הוא בערך 50 ק"מ.

בשלביו היווצרית של הירח, גוף ענקי פגע בו וגרם להתכה של המעטפת ולהתפרצויות של בזלת על פני הימות של הירח. במעטפת של הירח מתרחשות רעידות אדמה, כ-1000 ק"מ מתחת לפני השטח. רעידות האדמה קורות בכל חודש והן קשורות ללחצי גאות ושפל. ליבת הירח היא פנראה קטנה והרדיוס שלה כ-350 ק"מ או פחות מכך.

מים על הירח?! הפגזתו הממושכת של הירח בשביטים ומטאוריטים תרמה פנראה כמויות קטנות של מים לפני הירח. אם אכן כך, אור השמש גרם לפירוק של רוב המים הללו ליסודות שמרכיבים אותם - חמצן ומימן. מרבית החמצן והמימן דלפו לחלל במהלך הזמן, בגלל כוח המשיכה החלש של הירח. יחד עם זאת, קיימים כמה מכתשים סמוך לקטבים של הירח שלא נחשפים מעולם לאור השמש, ומצויים בחשכה תמידית (אחד המכתשים הללו נקרא מכתש שקלטון). מולקולות של מים אשר נמצאות במכתשים אלו יכולות להיות יציבות למשך פרקי זמן ארוכים. ואכן, בסוף 2009, נאס"א הודיעה שנמצאו מאגרי מים גדולים באזור הקוטב הדרומי של הירח.

ומה לגבי אטמוספירה על הירח? אף על פי שמקובל לחשוב שהירח נטול אטמוספירה, זה לא מדויק. לירח אטמוספירה דלילה מאוד שמורכבת בעיקר ממימן, הליום, גיאון וארגון, וכן כמויות קטנות יותר של חומרים אחרים כמו פחמן דו-חמצני, ראדון, מתאן, אמוניה, עקבות של חמצן וכמות אפסית של אדי מים. לחוקרים קשה לקבוע אם האטמוספירה הולכת ומדלדלת או שיש לה מספיק מסה כדי להחזיק עוד עשרות אלפי שנים? ייתכן כי בעבר היה הירח בעל אטמוספירה משמעותית.

הַבְּדֵל הַטֶּמְפֶּרְטוּרוֹת הָעָצוֹם בֵּין הַיּוֹם (100 מַעֲלוֹת צֶלְזִיּוּס) לַלַּיְלָה (170- מַעֲלוֹת צֶלְזִיּוּס) בִּירַח. הַבְּדֵל זֶה גוֹרֵם לַאֲטֹמוֹסְפֵירָה לְהִסָּחֵף לְכִיוּן הַצֵּד הַקָּר שֶׁל הַיָּרֵחַ. הַגָּזִים קוֹפְאִים וְשׁוֹקְעִים לְקֶרֶקֶע, וְיוֹצְרִים לַחֵץ שְׂמוּשָׁךְ אֵלָיו אֶת הַגָּזִים שֶׁל הָאֶזֶר הַחֹם.

נְקוּדָה לְמַחְשָׁבָה...

עַל בְּסִיס הַמִּידָע שֶׁקִּרְאתֶם, הָאֵם נִיתֵן לְחַשׁוֹב עַל הַקִּמָּת מוֹשְׁבוֹת עַל הַיָּרֵחַ, וּמָה נִיתֵן יִהְיֶה לַעֲשׂוֹת עַל מְנַת לְמַמֵּשׁ אֶת הַרְעִיוֹן?

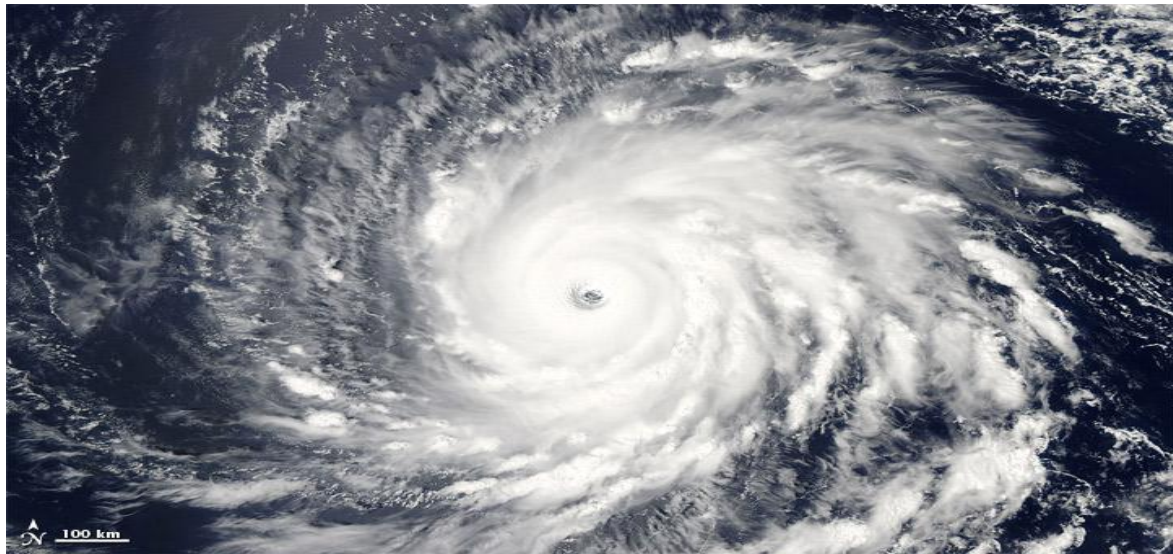


Image Credit: NASA

צילום של כדור הארץ מהירח על ידי האסטרונאוטים של החללית אפולו 11

סיפור ההוריקן האפל שפקד את הסולטאנות

העותומאנית - סבדרמיש יהודה



שמעורבת כאן בקשה אפילו מאישיות חשובה יותר (הסולטאן?) ואמין ידע שאסור לו לאכזב. הוא ידע שרבים תולים בו עיניים ומחכים למוצא פיו לעודדו או חלילה (יש גם כאלה) להכשילו.

אבל אנו כמובן נחזיק לו אצבעות ונאחל לו רק הצלחה!

כולם ניגשו למקומותיהם ונעמדו מסביב לשולחן. על הקיר נפרסה מפה גדולה של מזרח הים התיכון, כשחיצים מראים את כיווני הרוחות ועוצמתם.

אכן סערה גדולה בהיווצרותה.

אל החדר ניכנס וזיר המדע חמור סבר, וכולם נמתחו במקומותיהם. וזיר המדע סימן לכולם לשבת. הוא הביט בנוכחים ולאמין אף נידמה היה שהוא ראה חיוך קטן כשמבטו של הוויזר חלף על פניו.

וזיר המדע לגם מים מכוס קטנה שהייתה מונחת לפניו והחל מיד בדבריו:

ובכן רבותי, לא לחינם קראתי לכם לבוא לכאן, הנה זה מגיעה לאיזורנו סופה גדולה ששכנינו הנאורים ממערב נוהגים לקרוא לה "הוריקן" האין זה כך מיסטר ג'ורג'?, שאל וזיר המדע בפנותו אל שגריר האימפריה הבריטית שישב מעברו השני של השולחן. אכן היו אלו ימים של תהילה ושלום, ושיתוף הפעולה המדעי והמדיני בין הסולטאנות למדינות בסביבתה היה הדוק ופורה

ואו... יס, יס, ..., אכן, זה כך, ענה לו ג'ורג', הוריקן ממש, כמעט כמו אצלנו באימפריה.

כדי שיבינו הקוראים את מה שהתפתח בהמשך, אני חייב לציין שכבר מהרגע הראשון, ג'ורג' הנ"ל לא מצא חן בעיני ידידנו משכבר הימים, שליח הסולטאן, אמין, וזאת בלשון המעטה. משהו בחושיו אמר לו שיש להישמר מתגובותיו של השגריר הנ"ל, ומשמץ השחצנות שנישמע "כמעט" מדבריו.

אבל נחזור לעניינינו. וזיר המדע המשיך בנאומו.

ובכן כפי שאתם שמים לב, אנו רואים כאן במפה הגדולה שלפנינו את כיווני הרוחות וגם את עוצמתן. אנו רואים

סיפורנו מתחיל באחד מאותם הימים הרבים, חמים ולחים שעטו על הסולטאנות הטורקית. במשרדו המרווח באחד מארמונות הסולטאן ישב איסמט, וזיר המדע הסולטאני במבט חמור סבר, כשהוא מביט במידע הזורם אליו דרך הטלגרף. מזג האוויר הזועף ברחבי האימפריה הטורקית היה בראש מעייניו כעת.

עליכם להבין שהסולטאנות של המאה התשע עשרה הייתה משופעת ברשת קווי מסחר בכל רחבי האימפריה וספינותיה הגיעו אף לאמריקה, סין ויפן הרחוקות. היה צורך רב באזהרת היוצאים לשייט על סערות צפויות. על כן, בכל רחבי האימפריה, ובמקומות רבים בעולם, נמדדו מהירות הרוחות, טמפרטורות ולחץ האוויר, והכול נשלח ברשת הטלגרף המעולה אל ארמון הסולטאן, הישר לידי של וזיר המדע ולשיפוטו.

אכן, באותו יום וזיר המדע היה מודאג. זה עתה שירטטו עוזריו הרבים על מפה גדולה את כיווני הרוחות והלחצים והמסקנה הייתה וודאית - צפויה סערה גדולה אי שם ברחבי מזרח הים התיכון.

מתוך מודעות לחומרת הבעיה, זימן וזיר המדע אל שולחנו את מיטב המדענים והשליחים, לדון בנושא הבוער, כלומר הסערה הצפויה.

אחד המוזמנים אל חדר הישיבות הסולטאני היה אמין, שליח הסולטאן, שמאז הצטיינותו בארגון קבלת הפנים לרכבת של הסולטאן, בניתוח התפתחות חמורי הסולטאנות ומאז התגברותו על הבעיה הקולניארית של ייצור ופיתוח הפיתה הסולטאנית, היה אמין נשוא הערצתם ומבטי הקנאה של שליחי הסולטאן הרבים באשר הם, שראו בו כוכב עולה בשמי המזרח. הייתה זו הפעם הראשונה שאמין עמד לתפוס את מקומו שם, בשולחן המדע בקרב כל המדענים וניכר היה שהוא נרגש. כל אותו לילה שלפני הישיבה לא עצם אמין את עיניו ורק קרא ממייטב הספרים והאנציקלופדיות כהכנה ליום הגדול. והנה היום הזה הגיע. אמין הביט בגאווה בשלט הנושא את שמו, "אמין", ממש בין השלטים של סבגי וסלים ולא רחוק מהשלט "איסמט" של וזיר המדע. הייתה זו בקשתו האישית של וזיר המדע לצרפו לשולחן, ויש רומזים

שמדובר כאן ברוחות בעוצמה של כמאה ושלושים קמ"ש, ממש הוריקן גדול בהיווצרותו.

האם אתה יכול לומר לנו כמה זה בקשרים, שאל השגריר הבריטי, תוך שהוא ניכנס לדבריו של וזיר המדע?



אי נוחות ניכרה בקרב הנוכחים. אין זה נהוג להפריע לנציגו של הסולטאן בדבריו, אפילו אם זה נעשה ע"י נציג בריטניה הגדולה. וזיר המדע חיפש בין הניירות המונחים לפניו.

- אני רואה שהנתון שביקשת לא נמצא כאן אבל, אין בעיה, אם זה חשוב לך, נביא לך את זה מהמשרד

ובדברו סימן הוויזר לאחד העוזרים להביא את הנתונים

אמין הרים את ידו

כבוד הוויזר ברשותך אני יכול לענות לו?

בבקשה בבקשה, תענה!

שבועים קשר. ענה אמין בפנותו אל השגריר הבריטי.

-או, יס, יס, הוריקן קטן, ענה השגריר בשמץ של ביטול.

זה כבר היה מרגיז. להגיד שאחת הסופות הגדולות בסולטאנות בשנים האחרונות היא סתם הוריקן קטן זה כבר באמת מרגיז. בינתיים חזר העוזר עם הנתונים ואכן מאה ושלושים קמ"ש הם כשבעים קשר!

וזיר המדע חיך אל אמין שלנו והפעם היה זה חיוך שנראה לעיני כל. אמין היה מאושר.

ובכן כפי שאנו רואים, המשיך וזיר המדע, אכן אלו כשבעים קשר, ומעוצמת הרוחות אנו מבינים שזו סופה ממש גדולה!

לכולם בחדר הישיבות היה ברור שלמעשה דברים אלה נגעו לדבריו המעליבים של השגריר הבריטי "הוריקן קטן". ואכן וזיר המדע הסולטאני ידע לשמור על כבוד הסולטאן והסולטאנות.

אבל השגריר הבריטי כדרכם של הבריטים הוסיף ושאל:

וכיצד אתם יודעים זאת?

יודעים מה?

את עצמת ההוריקן?, היקשה הבריטי.

קולות רחש עברו בקרב הנוכחים. ממש מורת רוח מההתנהגות הבוטה של השגריר הבריטי. אולם וזיר המדע היסה את הקולות

-אני מתפלא עליך כבוד השגריר שאתה שואל שאלה טיפשית כגון זו, הרי בכל רחבי האימפריה הבריטית שלך מכירים את נוסחת הגרביטציה של ניוטון האחראית לכל כוח וסיבוב בשמיים, ומכיוון שגם ההוריקן הוא בשמים, כל מה שעליך לעשות זה להציב את הנתונים בנוסחה, ולראות שזה מתאים למהירות הסיבוב של העננים והרוחות.

מבטי חיוך ניכרו בפני הנוכחים סביב השולחן. אכן, הוכיח כאן וזיר המדע את הידע המדעי הנרחב הצבור בתוך האימפריה העותמאנית.

וזיר המדע ניגש אל הלוח ורשם את נוסחת הגרביטציה של ניוטון ולידה את נוסחת הכוח הצנטריפוגלי וביניהם כתב את סימן השוויון, ופנה להסביר:

$$F = \frac{M1 * M2}{R^2} * G = M2 * \frac{V^2}{R}$$

כוח צנטריפוגלי כוח גרביטציה

- אם עדין זה לא ברור, מצד שמאל יש לנו את נוסחת כוח הגרביטציה שנכתבה ע"י הגאון הבריטי ניוטון. כוח הגרביטציה הוא הגורם לסיבוב ההוריקן. כוח זה שווה לכוח הסיבוב שהוא הכוח הצנטריפוגלי מבוטא ע"י הנוסחה הימנית שגם היא כידוע נקבעה ע"י ניוטון. שני הכוחות האלה אמורים להיות שווים מכיוון שההוריקן לא מתפרק אלא אחרי סיבובים רבים, לכן, כל מה שצריך לעשות בכדי לראות את עצמת ההוריקן, לשים בנוסחה את נתוני המהירות של הרוחות, את נתוני המרחק למקום הרוח, ומיד נקבל את כמות עננים, גשם ברד שלג, וכו' של ההוריקן. אנחת רווחה נשמעה מקרב הנוכחים בשולחן.

השגריר היה מופתע וניגש להתייעץ עם עוזרו. ואילו וזיר המדע ניגש להמשיך. אלא שהשגריר ביקש שוב את רשות הדיבור ואמר:

-מצטער אבל נוסחת הגרביטציה היא לא הדבר שמסובב את ההוריקן,

-למה?, שאל הוויזר בפליאה

כי פשוט אין שם מספיק חומר שזה יעבוד, כל החומר בהוריקן, הגשמים הברד השלג והעננים, לא מספיקים. לשם כך צריך הרבה יותר חומר כדי שזה יעבוד. מצטער, נוסחת הגרביטציה של ניוטון לא עובדת כאן! צר לי, אבל זה לא גרביטציה.

וזיר המדע נילחץ ואגלי זיעה החלו לבצבץ במצחו,

-אתה בטוח בכך? מלמל

-יס, יס, נוסחת הגרביטציה של ניוטון לא מתאימה כאן. היא מתאימה לשמש ולכוכבי הלכת. מצטער, זה לא גרביטציה של ניוטון!

בחדר הושלך הס. כעת ניתן היה כבר לשמוע את הרוחות שהחלו להתחזק בחוץ. האם נתגלה המדע בסולטנות בטיפשותו חלילה?. האם יוכל כעת השגריר הבריטי לגחך על המדענים הטורקים "הפרימיטיביים" של הסולטאן?

הראשון שהתעשת היה אמין. הוא הרים ידו ושאל,

כבוד הוויזר, האם אני יכול לענות לנציג בריטניה הגדולה במקומך לשאלה פשוטה זו?

-ודאי, ודאי!, ענה לו הוויזר, שמח לחבל ההצלה שהושלך אליו.

א-א...לא, וודאי שלא!, ניוטון צודק כבר למעלה ממאתיים שנה, וודאי שהנוסחה נכונה!

אתה רואה!, אמר שליח הסולטאן תוך שהוא מביט בגאווה בכולם.

החיך חזר לפני הנוכחים. גם וזיר המדע חיך בנימוס והוסיף:

וודאי שזה כך, מה השגריר חושב, שאני אומר סתם דברים? אמין המשיך:

אולי חסר לך חומר, כבוד השגריר, אבל הוא שם!, לא נבטל נוסחה הקיימת מאות שנים, של גדול המדענים, בבריטניה ובעולם כולו, כי אנו לא מוצאים קצת חומר.

השגריר לא ויתר.

אבל אם יש לנו עוד חומר למה אנו לא רואים אותו.

כי הוא בלתי נראה, ענה לו אמין במעט חוסר סבלנות, והוסיף, אני מציע לקרוא לחומר הזה חומר אפל.

אבל העקשנות הבלתי מתפשרת של האימפריה הבריטית נראתה כאן במערומיה. השגריר עדין לא ויתר!

ולמה לא מרגישים אותו?

אמין הביט בשגריר בסלחנות.

כי הוא בלתי רגיש!, ענה לו אמין בנימוס

אז למה לא מריחים אותו? הוסיף והיקשה השגריר

- כי אין לו ריח!, ענו כולם במקהלה לאחר שתפסו את הפרינציפ.

קולות גיחוך וזילזול החלו להישמע מסביב לשולחן. אמין הביט משועמם בשגריר האימפריה של הוד מעלתה המלכה.

השגריר הביט בלוח, ושוב הביט על אמין והוסיף:

אבל היינו צריכים להרגיש את החיכוך שלו.

אבל אין לו חיכוך!, צעקו כולם, והגיחוכים הפכו לצחוק רועם.

השגריר הבריטי היה נוהג בחכמה אם הוא היה מוותר כעת ושומר במקצת על כבודו וכבוד האימפריה הבריטית, אבל אתם חושבים שהוא ויתר?, לא ולא!, ואולי טוב שכך כי מיד התגלתה לנוכחים חכמתו הרבה של אמין שבתשובתו הבאה הביא לתגלית לא פחות חשובה מאשר תגלית החומר האפל!

אבל בואו לא נרתום את העגלה לפני החמורים, ונאפשר לשגריר הבריטי לשאול את שאלתו:

אני עדין לא מבין משהו, הוסיף השגריר, הרי ידוע שסופות ההוריקן בסופו של דבר מתפרקות, אז אולי תסביר לי מר אמין, איך בסופו של דבר, למרות כל הגרביטציה הנוצרת מחומר אפל וחומר רגיל, ההוריקן בכל זאת מתפרק מעצמו?.

אכן, ממש בריטים עקשנים! אמין שמר על איפוק:

אין לי שום בעיה עם זה, ענה לו אמין, כשהוא מנסה לשמור על טיפת כבוד לשמע שאלתו הטיפשית של הבריטי,

זה רק מוכיח שבהוריקן ומסביבו יש בנוסף לחומר האפל, גם הרבה אנרגיה- אנרגיה אפלה שהיא תפרק אותו, ו...תאיץ אותו, ו...תימרח אותו, ו...תברבר אותו ו... ו... זה ברור..., עוד שאלות?

לפני שאספר לכם את דברי החכמה אותם עמד להגיד אמין, אני חייב להסביר לכם את טיבו של חבל הצלה זה. הרי מרגע זה וזיר המדע כבר לא יכול להפסיד. תמיד אפשר יהיה להאשים את אמין בכל דבר רע שיקרה כאן, וכולם ובראשם וזיר המדע יצאו צחים כשלג. ואם כמובן התשובה שייתן אמין תהיה טובה, אז בכלל יהיה טוב לכולם. ממש, חבל הצלה לתפארת!

אנו נחזיק לאמין אצבעות בסיכון הרב שלקח על עצמו ונאזין לדבריו.

אמין פנה אל השגריר.

כבוד השגריר רם המעלה של האימפריה הבריטית אני מבין שעשית חישובים בנושא, אמור לנו בבקשה על פי נוסחת ניוטון, לאיזה חלק מהסופה מספיק החומר שבה?

אולי לעשרה אחוזים.

ואתה בטוח שלא שכחת שום חומר באף מקום?

- לא, לא שכחתי, ובדקתי את כל החומר בהוריקן. החומר לא מספיק.

אמין העביר מבטו על פני כל הנוכחים, ואמר בחיך ובנימוס:

ואם אני אומר לך, כבוד השגריר, שאם הוויזר החכם שלנו אומר שיש שם עוד חומר אז הוא נמצא שם!!, וזה שלא מצאת אותו ברחבי ההוריקן זה לא אומר שהוא לא קיים, זה רק אומר שלא חיפשת היטב?



ניכר היה שהתשובה החלה למצוא חן בעיני הנוכחים ובראשם כמובן וזיר המדע.

אבל חסר המון חומר! קרא השגריר כשהוא מתאפק לא להרים את קולו.

אז מה?, קרא אמין, הוא נמצא שם ורק לא מוצאים אותו, ותוך זמן קצר ימצאו אותו. ותרצה או לא תרצה הגרביטציה מסובבת את ההוריקן ממש כמו שהיא מסובבת את כל כוכבי הלכת בשמים!

אבל זה לא הגיוני, המשיך וטען השגריר והפעם הגביר את קולו.

- לא הגיוני!?, קרא אמין בפליאה, רגע..., אולי אתה חושב שהנוסחה, נוסחת הגרביטציה של ניוטון, שפועלת בכל היקום, התגלית המדעית הבריטית הגדולה ביותר מאז ומעולם, היא לא נכונה?, האם אתה טוען חלילה שניוטון אפנדי, הגאון הבריטי מאז ומעולם, טעה!?!?

הסולטאן, שקיבל גם את תפקיד עוזרו הראשי של וזיר המדע הסולטאני, ובנוסף, ויש אומרים שזה לא פחות חשוב, נוצרו להם אז גם החומר האפל והאנרגיה האפלה שהם פתרון הפלא לכל, אם צריך מוסיפים חומר אפל, ואם יש יותר מידי אז מוסיפים אנרגיה אפלה, וכך, אפילו אפשר להוכיח את... כל מה שרוצים, תרופת פלא לכל מזורי היקום, אח, איזה מדע נפלא!

ומאז ועד היום, מחפשים המדענים את החומר והאנרגיה האפלים, כבר עשרות שנים, באדמה למטה ואף בשמים למעלה. האמת! לא בהצלחה יתרה, כי קשה מאוד לגלות דבר שהוא בלתי נראה, אי אפשר להרגיש אותו, אין לו טעם וריח ואין לו חיכוך.

מחפשים כבר שמונים שנה את החלקיק שבונה אותו, אבל לא מוצאים אז עושים מאיצים גדולים, ואחר כך- אדירים, ובתכנון יש יותר אדירים, ו.... לא מוצאים. אבל החומר והאנרגיה האפלים הם בטח קיימים, מביטים עלינו מכל הכיוונים, משחקים איתנו מחבואים, וצוחקים עלינו, ברור שהם קיימים, זאת יודע כל מדען נורמלי.

פה ושם נשמעים לפעמים קולות מחאה של כמה מדענים הזויים ומנוודים, שלא מסכימים לרעיון המסה והאנרגיה האפלים, אבל רוב המדענים מסתכלים עליהם בשמץ של זלזול וסלחנות.

לא כולם, עדין יש מעטים שתומכים בהם, למשל החמורים העותמאנים הנועזים, שמעדיפים לצעוד בשדות לא אפלים ולאכול תבן ממשי ולא אפל, אבל, מה מבין חמור במרק פירות,

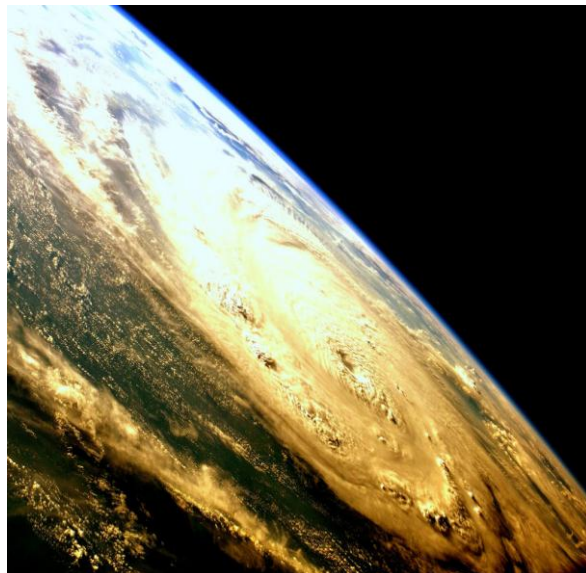
ובכלל, מי שואל אותם!

הערה

למען הסדר הטוב! הוריקן הוא סופה טרופית הידועה גם בשמות ציקלון או טייפון, בהתאם לאזור הגאוגרפי בו היא מתרחשת. היא סוג של שקע ברומטרי בקוטר של כחמש מאות ק"מ. המכיל עננים סופות ברקים ורוחות חזקות. מקור האנרגיה של הסופה הוא שחרור חום כמוס מהתעבות המים בשכבות הגבוהות של האטמוספירה לכן הסופה חייבת להיות מעל האוקיינוסים כמקור של מים חמים- כעשרים ושש מעלות צלזיוס לפחות.

(הערת מערכת: הדעות המובעות בסיפור בדיוני זה הן על דעת הכותב בלבד ואינן מייצגות את הדעה הקוסמולוגית המקובלת).

(תמונות הגלקסיות וההוריקנים במאמר- באדיבות נאס"א, Credit NASA).



הנוכחים הביטו במבטי גיחוך בשגריר הבריטי.

השגריר הביט בלוח, חישב את מה שחישב ואחר הוסיף בקול שקט:

-במחשבה שנייה, אם מוסיפים חומר אפל ואנרגיה אפלה וכמה צריך, אז באמת שהכול מסתדר והחשובים נכונים.... קצת בריד אפל, ו...קצת גשם אפל.. ואולי קצת שלג... אפל או לא...., ונכון... לפעמים צריך גם קצת אנרגיה אפלה, ו... החישוב מסתדר. אכן נוסחת הגרביטציה של ניוטון היא זו המסובבת את כל העולם כולל גם את ההוריקנים.... איך יכולתי לחשוב אחרת... והחשובים ממש תואמים את התוצאות... כן, אני גאה בניוטון!, ובדברו, הצטרף גם חיכו של ג'ורג', השגריר הבריטי של הוד מעלתה המלכה, לחיכם של הנוכחים.

-אם כך, נדמה לי שסיימתי, אמר אמין, שהשתדל לשמור על ארשת פנים רגועה, וחזר לשבת.

אי-משם, מבין העננים האפלים, הציצה לה שמש חביבה, וחייכה גם היא אל אמין והנוכחים.

-אז אם הכול מובן, אמר וזיר המדע הסולטאני, אני פוקד לקשור את האוניות בכל הנמלים של הסולטאנות, כאן, במזרח הים התיכון, ושכל הספינות ימנעו מלשוט בים ביומיים הקרובים, ו... אמין, גש אלי בבקשה, אני רוצה שתעזור לי כאן.

וכך, באותה פגישה גורלית אצל וזיר המדע הסולטאני, נוצרה ידידות נפלאה, רבת שנים בין וזיר המדע ובין אמין, שליח

תפזורת החלל הענקית: הדר וגדי איידלהייט

<http://gadieid.blogspot.com>

נ	ז	ק	ו	ל	ו	מ	ב	י	ה	מ	י	י	נ	ז	א	מ	ש	ב	י	ט
ו	ס	ק	י	נ	י	פ	ה	ר	י	פ	ס	ו	מ	ט	א	ו	ר	נ	ו	ס
ט	ר	ד	ל	ט	י	ט	א	נ	ו	ס	ט	ה	י	ס	ק	ל	ג	י	ו	ו
פ	צ	ה	נ	י	פ	ש	פ	ו	ה	נ	ב	ל	ט	ל	ו	ס	נ	ל	י	ק
נ	ו	ת	ד	ה	ס	י	ו	ג	ב	א	ר	ר	א	ז	י	מ	ו	ס	א	י
ל	ו	ל	פ	ו	נ	ט	ל	ה	מ	ש	ו	ש	ה	ה	ח	ו	ר	פ	ג	נ
י	ק	מ	ר	ק	ב	ו	ו	ק	ח	נ	ג	ג	א	ר	י	נ	ט	ו	ר	ר
ק	ט	ס	ר	י	ש	ה	ט	ט	א	ו	מ	י	מ	נ	ט	ר	ס	ט	מ	פ
ו	כ	י	י	נ	ס	מ	ה	ו	ק	י	נ	ג	ר	ל	פ	ק	מ	נ	ע	ו
י	צ	ט	מ	ו	ל	ז	ט	ג	י	ב	ר	ק	ע	ת	ד	ח	ר	י	ח	ק
פ	ל	נ	ט	ה	פ	י	ד	צ	ד	נ	ס	פ	י	ק	ה	ק	א	ק	ו	פ
ת	י	ל	ל	ח	מ	י	א	ר	ס	ו	כ	א	י	ר	ו	פ	ה	ה	ר	ד
ר	ו	ט	ס	ק	ש	ר	א	א	ו	נ	ל	ל	ל	ר	ו	א	ת	נ	ש	י
מ	ט	א	ו	ר	ו	פ	י	ה	ל	ו	ב	ה	ו	ד	ע	י	ד	ט	ח	א
ג	ס	ה	מ	ח	ל	ר	נ	ר	ו	ר	ג	ק	ה	ר	ב	ד	מ	ק	ו	ו
ש	ו	ק	ש	ת	ש	ט	י	ו	ג	י	ד	מ	פ	ד	ז	ר	י	ה	ר	ר
מ	י	ד	א	מ	ה	נ	מ	ד	ר	כ	ו	י	ו	א	מ	ק	נ	ה	מ	ט
ש	ו	ר	ט	ס	ק	א	ג	כ	ז	ד	ל	ח	ב	ס	י	ו	ג	ב	ג	ס
ב	ז	ס	ר	א	י	י	נ	ש	ט	י	י	נ	ו	ו	ג	ט	ר	ו	נ	א
ת	ל	מ	י	ו	צ	נ	צ	ס	ת	מ	ד	ר	ס	א	ד	ו	נ	ד	ה	נ
א	ב	ג	ט	ר	נ	ד	י	ו	ר	ו	ג	י	ח	ס	ל	ל	ו	ה	נ	ט
י	א	ל	ו	י	ק	ק	נ	י	ו	ס	ל	ג	י	ר	י	פ	ט	ג	ו	א
ר	ה	ק	נ	ו	צ	ב	י	ר	ב	ת	ו	ל	ה	פ	ו	ק	ס	ל	ט	ר
ה	י	ר	א	נ	ר	נ	ר	י	ר	ב	ק	ס	י	ד	נ	ב	ו	מ	ס	ס
ט	פ	ו	א	ל	י	ל	ג	ס	ב	ל	ח	ה	ל	י	ב	ש	י	ל	א	ה

אישים - 10 שמות

חלליות/משימות - 13 שמות

מושגים כלליים - 18 מושגים

גלגל המזלות - 12 מילים

מקומות - 4

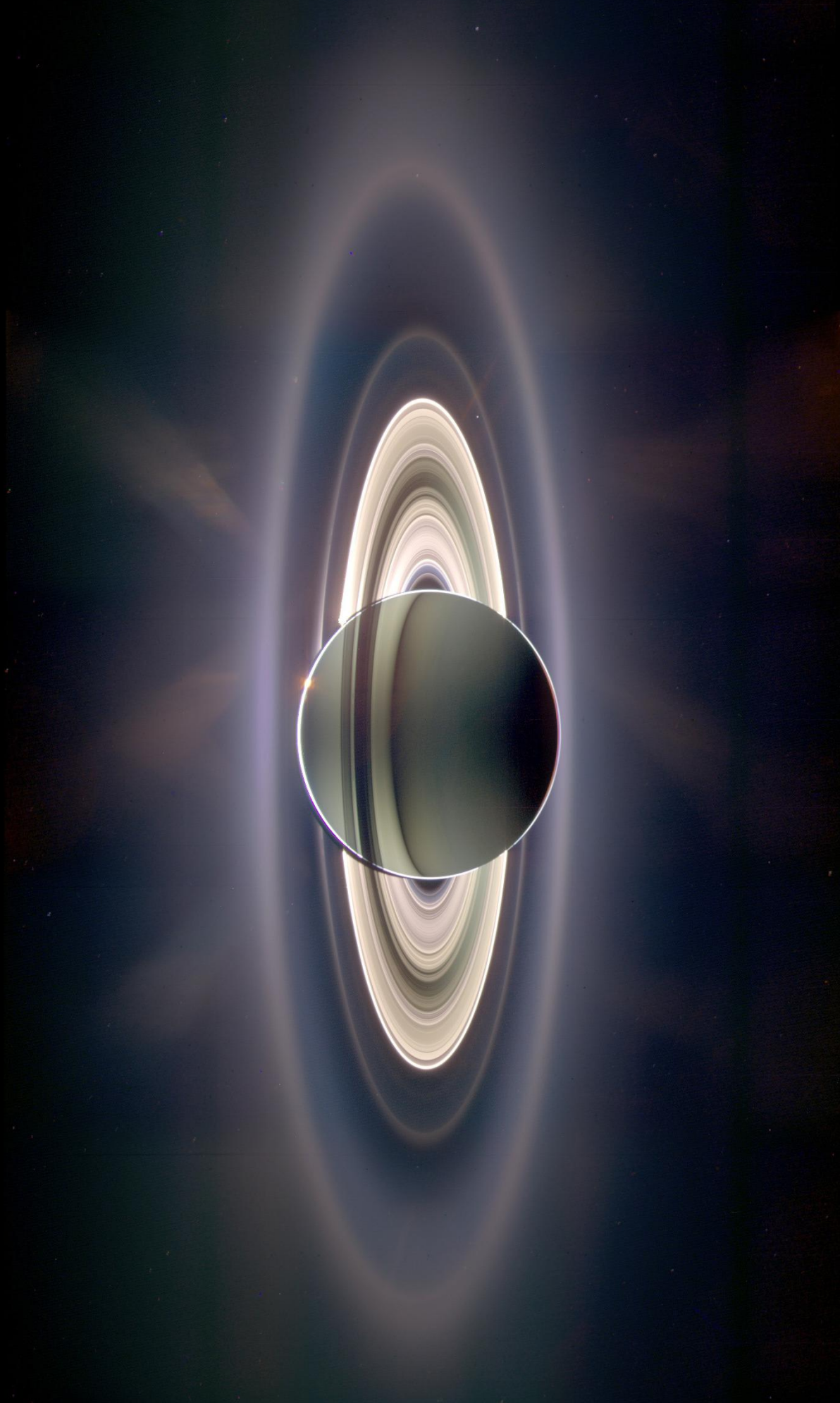
מספר המילים מחולקות לקטגוריות:

כוכבים - 13 מילים

כוכבי לכת - 8 מילים

ירחים אסטרואידים ושאר ירקות - 14

קבוצות כוכבים נוספות - 10



Courtesy NASA/JPL-Caltech

כוכב הלכת שבתאי כפי שצולם על ידי חללית קאסיני בשנת 2006. הצילום נעשה כאשר החללית בצילו של שבתאי (והווה מעין ליקוי חמה). צד הלילה של שבתאי מואר בזכות החזרי אור ממערכת הטבעות שלו. הנקודה החיוורת הכחלחה על שפת הטבעות החיצוניות היא כוכב הלכת ארץ.