

אוניברסיטת המלך סעוד  
פקולטת השפות והתרגום  
מחלקת השפות האסייתיות והתרגום  
החוג ללשון העברית

המקצוע 305 עבר  
התרגום בתחומי הטבע  
( הרמה החמישית )

העורך  
ד"ר: איברהים נצר דביקי

ترجمة طبيعية  
د. إبراهيم ديبكي



מה יהיה?

התחזיות בדבר מהירות או קצב ההתפשטות של היקום, משפיעות על התחזיות האפוקליפטיות, והן משתנות כתוצאה ממחקרים אחרונים. פיזיקאים מדארמות: '

האחרון מקאלטק, חישובו כי באם ה"אנרגיה האפלה" המשוערת האחרת לא גמ להאצה גדולה דיה, לא רק המרחק בין הגלקסיות ילך ויגבר, אלא גם הגלקסיות עצמן "תתפוררנה" ואחריהן הכוכבים, כוכבי הלכת, ואחר כך גם המולקולות האטומים והגרעינים, יתפוררו כולו בי"י יומו.

מאחר והרעיון בדבר האצת התפשטות המרחב הועלה לפני שנים ספורות ע"י אסטרונומים הצופים בגלקסיות מרוחקות. היקום המשוער שהתאים למצב זה הורכב כך: 5% בצורת חומר באריוני רגיל (חלקיקי היסוד הבונים את הגרעינים הבונים את האטומים הבונים את המולקולות מהן אנו בנויים), 25% בצורת "חומר אפל" דהיינו בלתי ניתן לצפייה באמצעים ספקטרוסקופיים (לא פולט אור או אנרגיה אחרת במילים פשוטות), והחלק הגדול 70% הוא בצורת "אנרגיה אפלה". לא הרבה ידוע עליה, זו הסיבה בין היתר כי היא מכונה "אפלה", כמו גם החומר "האפל". קוסמולוגיקנים מביאים בחשבון את השפעתה ע"י פרמטר המכונה  $w$ , שהוא היחס בין הלחץ הכללי לצפיפות האנרגיה. השאלה היא מה הוא טיבעה של האנרגיה הזו וכיצד היא מתגברת על המשיכה הכבידתית הכוללת, וגורמת להתפשטות הכללית ומה הוא ערכה. בהתאם למודל הידוע של איינשטיין, ה"קבוע הקוסמולוגי", נובע מהאנרגיה והלחץ של הוואקום הקוונטי הכללי, אוניברסלי, והוא "קבוע של הטבע" קבוע בזמן מרחב. כאן ערכו של  $w$  הוא -1, במודל פופולרי נוסף הנקרא "מודל quintessence", האנרגיה האפלה קשורה לשדה הקוונטי הכללי



המשתנה לקראת איזה ערך סופי. בהתאם למודל זה, צפיפות האנרגיה, והלחץ של האנרגיה האפלה משתנים באיטיות עם הזמן והערך של  $w$  הוא משהו בין 1- ל-  $1/3$ . באם  $w$  קטן מ-  $1/3$  תחול האצה קוסמית. במודל "אנרגיית הרפאים" ("phantom energy") של Caldwell, אין מצב קוואנטי יציב, וצפיפות האנרגיה והלחץ המרחבי המופעלים על היקום ניראים כמתגברים אפילו כאשר הזמן-מרחב עצמו מתרחב (בגז רגיל הלחץ יורד עם ההתפשטות, (לפי תסריט זה  $w$ , ערכו פחות מ-  $-1$ . ההשלכות של קוסמולוגיה חדשה זו הן כי מערכות סגורות עלולות" לצאת מיגדרן" במשך הזמן.

למשל: באם נניח ערך  $w$  של  $-1.5$  היקום ישרוד 35 מליארד שנה, לפני התפררותו. כ- 60 מליון שנה לפני הסוף, גלקסיית שביל החלב תקרע לגזרים, 3 חודשים לפני הסוף מערכת השמש תעלם, 30 דקות לפני הסוף הארץ תתפוצץ, ו- 10 בגובה 19 שניות לפני הסיום האטומים יעלמו. Caldwell (603-646-2742) מציע כי השיקול לקבל מודל זה או אחרים יבוא בשנים הקרובות עם נתונים טובים יותר ממדידות קרינת הרקע הקוסמי, סופר-נובות, ומדידות מגלקסיות נוספות. מה אתה עושה מחר ?



## ארוחות בחלל

רבים בוודאי תוהים לגבי האוכל שאותו אוכלים האסטרונוטים במשך  
השהייה בחלל. האוכל אינו מוגש בשפופרות ואינו דל וחסר מרקם כמו  
שעלולים לחשוב בחשיפה ראשונית. מערכות מזון ופרטי תפריט התפתחו  
באופן מזהיר מאז ימי פרויקט מרקורי. הנה מבט קצר על הדרך שבה  
מערכות מזון ופרטי תפריט התפתחו במשך השנים, מה אסטרונוטים  
אוכלים כעת, ומה שיאכלו כנראה האסטרונוטים בעתיד.

### היסטוריה

האדם האמריקאי הראשון שהיה בתנאי חוסר-משקל מסביב לכדור הארץ,  
ג'ון גלן, טען שמשימת האכילה בחלל הייתה מאוד קלה, אך הוא טען  
שהתפריט אינו מגוון. אסטרונוטים אחרים מפרויקט מרקורי נאלצו  
לאכול קוביות בגודל של נגיסה, אבקות שיובשו בהקפאה, ונוזלים צמיגים  
שנארזו בתוך שפורפרות אלומיניום מיוחדות. הם הסכימו ביניהם שהמזון  
אינו מעורר תאבון כלל ושלחיצת השפופרות אינה נעימה בשעה שאוכלים.  
יתר על כן, מזון באבקות מיובשות שהיה צריך להוסיף להן מים היה קשה  
להרטבה מחדש, ופרורי מזון מיובש יכלו להתפזר ולפגוע במכשירים.

האכילה במשימות "ג'מיני" השתפרה מעט. קוביות בגודל נגיסה כוסו  
בג'לין על מנת למזער עד כמה שאפשר את ההתפוררות, והמזונות  
המיובשים בהקפאה אוכסנו בתוך אריזות מפלסטיק על מנת לעשות את  
ההרטבה יותר קלה. עם השיפור באריזה באו שיפורים באיכות המזון  
ובתפריט. אסטרונוטים של תוכנית ג'מיני יכלו לבחור מנות מגוונות כגון  
הוקטייל שרימפס, עוף עם ירקות, פודינג, ובכלל – הם יכלו לבחור שילובי

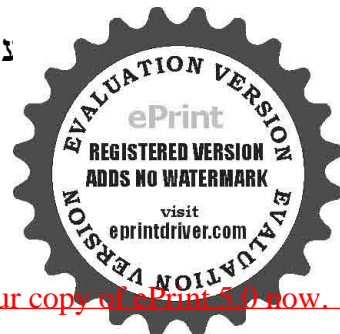
ות כרצונם.



בזמן תוכנית "אפולו" שופרו איכות המזון והטעמים אף יותר. אסטרונוטים של תוכנית אפולו היו הראשונים לקבל מים חמים, אשר עזרו להרטיב מחדש את המזון ביתר קלות ונתנו טעם יותר טוב למוצר המתקבל. הם גם היו הראשונים להשתמש ב"קערת הכף", שהייתה למעשה קונטיינר מפלסטיק שניתן היה לפתוח אותו ולאכול את תוכנו עם כף.

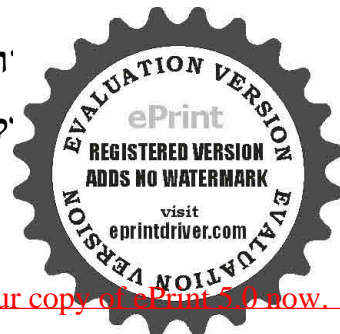
מלאכת האכילה בחלל קיבלה תנופה אדירה בזמן פרויקט "סקיילאב", אשר בניגוד לרכבי חלל אחרים, אפשרה למהנדסים להקצות מקום לחדר אוכל ושולחן. אכילה, בשביל הצוותים של סקיילאב (3 אנשים בכל צוות), הייתה פעולה נורמאלית לחלוטין: תופסני רגליים אפשרו להם למקם את עצמם סביב השולחן ו"לשבת" לאכול. בנוסף למזלג, סכין וכף הרגילים, היו גם מספריים בשביל לחתוך עטיפות מפלסטיק. בגלל שסקיילאב הייתה יחסית רחבה והיה בה שפע של מקום לאכסון, היה בה תפריט מזון רחב למדי: 72 פריטי מזון שונים. היה לה גם מקרר אוכל ופריזר – דבר שלא היה באף רכב לפניה, וגם לא נעשה מאז בשנית.

נרכות מזון במעבורת החלל



סוגי המזון שאנשי הצוות אוכלים על מעבורת החלל הם לא תערובות פלא מוזרות, אלא מזון שמוכן כאן על גבי כדור הארץ. חלק ניכר מהם נמכרים באופן מסחרי על מדפי המכולת. אסטרונאוטים בוחרים לעצמם תפריט משלהם ממגוון רחב של פריטי מזון. ניתנות דיאטות בכדי לספק לכל אסטרונאוט את מאת האחוזים של המינרלים והויטמינים הדרושים להם להתמודד עם סביבה של חלל. מזונות המועלים לחלל בטיסות מאוישות נחקרים ומעובדים במעבדת מערכות מזון חלל אשר במרכז החלל ג'ונסון (JOHNSON SPACE CENTER) ביוסטון. מעבדה זו מאוישת במדעני מזון, דיאטנים, ומהנדסים. שם מוצרי המזון עוברים אנליזות תזונתיות, נערכים מחקרים לגבי השהות באחסנה, נעשות הערכות לגבי עטיפה ואריזה אופטימאלית של דברי המזון, ועוד מחקרים כיוצא בזה. הערכות ומבחני טעימה נעשים עם צוות הטיסה של המעבורת כשמונה עד תשעה חודשים לפני הטיסה. במהלך הפגישות של הערכת המזון, טועמים האסטרונאוטים מגוון של פריטי מזון ומשקאות שיהיו ניתנים לרשותם במהלך הטיסה. אנשי הצוות בוחרים תפריט אישי, ומתכננים את ארוחת הבוקר, הצהריים והערב שלהם, כאשר חטיפים נרשמים כחלק מכל ארוחה. סוגי האוכל כוללים את סוגי המזון שהיו בשימוש עוד לפני המעבורת, מיובשים, מוקפאים, ומוכנים בשיטות שונות לאחסון בחלל, וגם מיני דברים הנאכלים באופן טבעי. פריטים שיש להרטיב מחדש כוללים אוכל ומשקאות. דרך אחת לחסוך במשקל במהלך השיגור עצמו היא להוציא מולקולות מים מפרטי מזון מסוימים. במהלך הטיסה, מים המיוצרים ע"י מכלי הדלק של המעבורת מוספים למזון ממש לפני שאוכלים אותו.

ונות ארוזים ומיובשים כוללים מרקים כגון מרק עוף ומרק פטריות יקרם, תבשילים כגון מקרוני וגבינה ועוף עם אורז, מתאבנים כגון



קוקטיל שרימפס, וארוחות בוקר כגון דגנים וביצה מקושקשת. דגני בוקר מוכנים ע"י אריזת הדגנים באריזה שניתנת למילוי מאוחר יותר במים, ביחד עם חלב רזה מיובש וסוכר, אם צריך. מים מוספים לחבילה רק לפני שהדגנים נאכלים.

החבילה, שניתנת למילוי במים, עשויה מחומר גמיש כדי לעזור בדחיסה של האשפה יותר מאוחר. היא מורכבת מקערית ומכסה עם מתאם שמאפשר הוספת מים מהמטבח. סקוטש שנמצא בתחתית האריזה שומר שהיא תהיה מחוברת למגש האוכל. אחרי שהוספה כמות המים המתאימה, היא מוכנסת לתנור, אם האוכל מיועד להגשה חם, או מחוברת ישירות למגש האוכל אם האוכל מיועד להגשה קר. החלק העליון של החבילה נגזר במספריים או מוסר ע"י סכין, והאוכל נאכל ע"י מזלג או כף. מזונות משומרים מעובדים בחום כדי לגרום להשמדת מיקרואורגניזמים ואנזימים מזיקים. מנות אישיות של מזון משומר כזה נמצאות בשוק המסחרי בפחיות מתכת, או שקיות גמישות מיוחדות. רוב הפרות והדגים, כמו טונה וסלמון, משומרים ונארזים בפחיות. הפחיות נפתחות בפתחה קלה במשיכה החוצה שמושכת את החלק העליון של הפחית. פודינגים נארזים בכוסות פלסטיק. המנות היותר מיוחדות נארזות בכיסונים גמישים. אלה כוללות מוצרים כמו רצועות בקר בפטריות, עגבניות וחצילים, מנות מיוחדות של עוף, והאם. אחרי שהכיסונים מחוממים, הם נפתחים במספריים. המזון נאכל ישר ממכלי האחסון באמצעות סכו"ם רגיל. כמה מנות בשר אינן מעובדות בקרינה, אך הן נגישות לצוות המעבורת. הן נורא דומות למנות שתוארו בפסקה הקודמת, בכך שהן מוכנות לאכילה, ורק דורשות חימום לפני האכילה. פריטים אלו נארזים ע"י כיסונים גמישים.



מזונות כבוטנים, חטיפי גרנולה ועוגיות מסווגים כמזון מסוג טבעי. הם מוכנים לאכילה, נארזים בעטיפות שקופות וגמישות, ניתן לפתוח אותם במספריים והם לא דורשים הכנה נוספת במשך הטיסה.

תוספות לארוחה כוללות אריזות אישיות של קטשופ, חרדל, מיונז, רוטב טאקו, ורוטב פלפל חריף. בקבוקי טפטוף העשויים מפוליאתילן, מכילים בתוכם פלפל נוזלי, ומלח נוזלי. הפלפל מומס בשמן, והמלח מומס במים.

משקאות באים בצורה של אבקה, וכוללים קפה, תה, סיידר תפוחים, מיץ תפוזים ולימונדה. המתאם נסגר לאחר הוספת האבקה. המתאם מכיל אפשרות להתחבר לברז המטבח להוספת מים וגם לקשית שתייה.

כל מזון כלשהו מבושל או מעובד בצורה כזאתי שהוא לא דורש קירור. או שהוא נאכל באופן מידי או שהוא מחומם או שמוסיפים לו מים כדי להיות מוכן להגשה. היוצאים מן הכלל הם פרות וירקות, שאותם יש לאכול במהלך הימים הראשונים או שהם יתקלקלו.

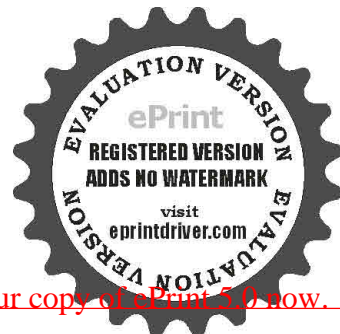
ברגע שהאסטרונאוטים בחרו את התפריט, בערך כחמישה חודשים לפני הטיסה, התפריטים מנותחים מבחינת ערך תזונתי, והמלצות ניתנות לתקן ליקויי תזונה. התפריטים מתוקנים ואז מסופקים לקבלן האוכל ביוסטון, שלושה חודשים לפני הטיסה. המזון נארז ומאוחסן במרכז החלל ע"ש ג'ונסון, בערך כחודש לפני הטיסה. המדפים והקונטיינרים שמחכים למסע נשמרים בקירור.

כשלושה שבועות לפני שיגור, המזון נשלח למרכז החלל שבכף קנדי, פלורידה. שם הוא נשמר בקירור עד שמאוחסן במעבורת עצמה, שניים עד שלושה ימים לפני השיגור. מלבד הארונות והלוקרים עם המזון במגשים, לוקר עם מזון טרי נארז ומועלה על המעבורת במרכז קנדי, ב- 24 עד 36 שעות שלפני השיגור. לוקר זה מכיל מוצרי לחם, ופירות וירקות כגון ירקות, בננות, תפוזים, גזר, ומקלות סלרי.



הארונות שבהם נארז המזון מכילים מגשים הארוזים בסדר שבו הם יוצאו במשימה עצמה. תווית על חזית הלוקר מפרטת על כל תכולתו. רשת בלימה בעלת חמישה חלקים מגינה על המגשים מלצוף החוצה, בעוד היא מאפשרת לראות את תכולת הלוקר.

האסטרונוטים מקבלים שלוש ארוחות מאוזנות, בתוספת חטיפים. האוכל של כל אסטרונוט מאוחסן בתוך המעבורת. הוא מסומן ע"י מדבקה אישית לכל אחד בצמוד לאריזות האוכל שלו. תוספת מוצרי מזון (מעין מזווה, לצורך העניין), המכילה ארוחות לעוד יומיים לכל אדם, מאוחסנת גם כן ע"ג המעבורת. פרטי מזון "מזווה" אלו מובאים למקרה שהטיסה מתעכבת באופן בלתי צפוי, בגלל מזג אוויר רע באתר הנחיתה או בגלל סיבה אחרת כלשהי שלא ניתן היה לצפות אותה.



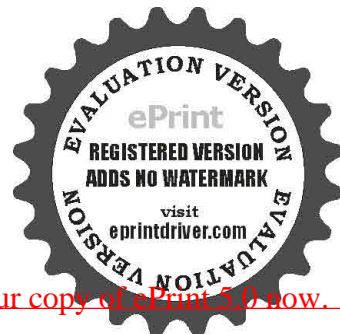
## סעודה על סיפון מעבורת החלל

ארוחות בחלל מורכבות מפריטי מזון מעוררי תאבון, המוכרים ומקובלים על פי רוב, וניתן להכין אותם במהירות ובקלות. ארוחה מלאה לצוות של ארבעה אנשים יכולה להיות מוכנה בתוך חמש דקות. הבאת חלק מפרטי המזון למצב אכיל וחימום נוסף יכולים לקחת עוד כ- 20 עד 30 דקות. בערך הזמן שלוקח להכין משהו מוכן מהמקרר, ולא ממש כמו הזמן שלוקח לבשל ארוחה שלמה.

על סיפון מעבורת החלל, המזון מוכן במטבח הממוקם בסיפון האמצעי של המעבורת. המטבח הוא מבנה מודולארי אשר מכיל ברז מים ותנור. ברז המים משמש להרטיב "מחדש" את המזון, וגם ליצירת משקאות קלים. התנור משמש לחימום המזון לטמ"פ הנכונה.

בזמן ארוחה טיפוסית בחלל, מגש הארוחה משמש להחזקה של מיכלי האוכל במקומם. המגש יכול להיות מחובר לרגליו של האסטרונאוט באמצעות סרט או מחובר לקיר. המגש הופך להיות הצלחת לארוחה, לצורך העניין, בכך שהוא מאפשר לאסטרונאוט לבחור כמה סוגי מזון לאכול בו זמנית. אם לא היה המגש, תוכנו של כל מיכל מזון היה צריך להיאכל בנפרד לפני שפותחים את הבא בתור. כפי שציינו קודם, המגש גם מחזיק את האריזות במקומן ומונע מהן "לצוף".

לאחר הארוחה, מיכלי המזון נזרקים לפח אשפה, מתחת לרצפת הסיפון האמצעי. כלי האוכל והמגשים מנוקים עם מגבונים לחות המחטאות את הכלים.



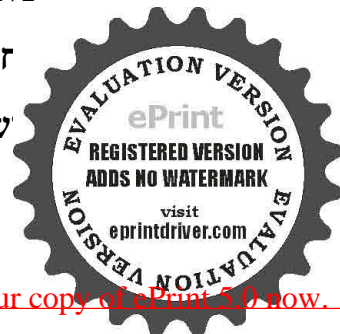
## מערכות מזון בתחנת החלל הבינלאומית

עבור טיסות מעבורת, השלב של תכנון המזון נעשה כשונה עד תשעה חודשים לפני השיגור המתוכנן. עבור תחנת החלל, התפריט לא מתוכנן לפי זמן השיגור של הצוות אלא לפי זמן השיגור של המזון המיועד. באופן כזה, המזון של האסטרונאוטים על תחנת החלל, ברובו, מגיע קצת לפנייהם.

לאסטרונאוטים שבתחנת החלל הבינלאומית יש מחזור תפריט בן 8 ימים, משמע: התפריט חוזר על עצמו כל שמונה ימים. יכול להיות שהמחזור יוגדל כדי לגוון ארוחות. חצי ממערכות המזון הן אמריקאיות וחצי רוסיות. התוכניות מדברות על תוספת של מזון בעתיד גם ממדינות אחרות שחברות בפרויקט, כמו יפן וקנדה. שיטת האריזה עבור תחנת החלל הבינלאומית היא חד פעמית, במגשים שנזרקים מיד עם תום הארוחה. זה פוטר את סוכנות החלל מהצבת מדיח על סיפון תחנת החלל.

כיוון שהכוח החשמלי המגיע לתחנת החלל מופק ממשטחים סולריים, בניגוד לדלק אשר במעבורת החלל, אין עודפי מים שנוצרים על גבי התחנה. מים ממוחזרים מהאוויר בתחנה עצמה, אך לא מספיק לשימוש שוטף במערכות המזון שעל הסיפון. כיוון שכך, אחוז המערכות יבשות שיש "להרטיב מחדש" מכלל המזון יפחת, ואחוז המערכות המשומרות יגדל במשך הזמן. למרות זאת, ניתן להגיד באופן די כללי שמערכות המזון דומות בסוגן למערכות שעל המעבורת, וגם באריזתן ובחומרים שמרכיבים אותן.

כמו במעבורת החלל, משקאות קלים באים בצורה של אבקה. טמ"פ המים שונה מזו שעל מעבורת החלל. שלא כמו במעבורת החלל, המים בתחנת זלל אינם באים גם בצורה מקוררת. חברי הצוות יכולים לשתות משקאות שרים, חמימים או חמים.



כל חברי הצוות יכולים לטעום את מערכות המזון האמריקאיות, ולדרג אותם לפי אלו שהם אהבו ואלו שפחות. לאחר מכן, בזמן אימונים ברוסיה, הם חוזרים על אותו התהליך במזון הרוסי. דיאטנים רוסים ואמריקאים משתמשים במידע זה כדי לתכנן את תפריט המשלחת הקרבה.

ברגע שהמזון הותאם, הצוות משתתף באימון הכולל אכילה ברוסיה. הצוות עורך תיקונים אחרונים, ונערך מקצה שיפורים אחרון לפני האריזה הסופית. החצי האמריקאי של הארוחות מוכן ונארז ביוסטון, ומשם נשלח לפלורידה או לרוסיה, בהתאם למקום שמשם עליו להיות משוגר. הרוסים מכינים את החצי שלהם ומשגרים אותו על חללית "פרוגרס" (PROGRESS). רוב האוכל מאוחסן בחלקים הרוסים של התחנה בארגזי אוכל רוסים. אוכל טרי מגיע אל הצוות כאשר מעבורת או חללית "פרוגרס" עוגנים בתחנת החלל.

אנשי הצוות של התחנה בדרך כלל אוכלים ארוחת בוקר וערב ביחד. אזור הכנת האוכל על גבי החלק שנקרא ZVEZDA משמש להכנת הארוחות. יש לו שולחן מתקפל היכול להכיל 3 אסטרונוטים. על גבי השולחן בנויים מחממים שנועדו לחמם קופסאות שימורים ואריזות אוכל רוסים. כיוון שאוכל אמריקאי לא יתאים לחריצים בשולחן, מחמם בצורת מזוודה משמש במקרים של אוכל אמריקאי. מתאמים הותקנו על-מנת לאפשר במקום "הרטבה" מחדש של המזונות האמריקאים בנוסף לאלה של הרוסים. חבילות משומשות נארזות בשקית, ומוצבות מחדש בתוך ה"פרוגרס", אשר בסופו של דבר יוטס לעבר האטמוספירה של כדה"א ושם יישרף בחדירה לאטמוספירה.



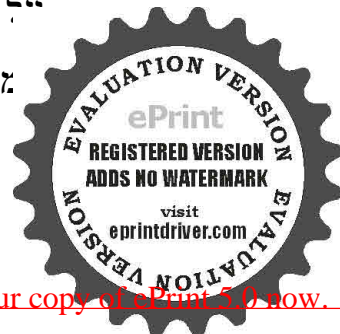
## תזונה ושהייה בחלל

מזון מספק את התזונה לה זקוק האדם על מנת להחזיק את הגוף במצב בריא. השגת מספיק קלוריות, ויטמינים ומינרלים, חשובה לאדם בחלל כמו שהיא חשובה לאדם על הקרקע. מערכת המזון בחלל מספקת מגוון יותר נמוך של חומרים תזונתיים מאשר מה שניתן למצוא במכולת השכונתית. לכן תכנון מקיף נדרש כדי שאסטרונאוטים יקבלו את כל החומרים הדרושים לתזונה נכונה מהמזון אותו הם אוכלים.

החומרים התזונתיים שאותם צריכים האסטרונאוטים הם אותם חומרים כמו בן אדם על כדור הארץ, אבל הכמויות של חלקם משתנות. הם צריכים את אותה כמות הקלוריות עבור טיסה בחלל כמו שאדם על הארץ צריך, בדיוק באותה כמות. רוב הויטמינים והמינרלים שאותם הם צריכים, הם באותן כמויות כמו בכדור הארץ.

כמות הברזל בדיאטה של האסטרונאוט, צריכה להיות פחות מ- 10 מיליגרם ליום, גם אצל גברים וגם אצל נשים. לאסטרונאוטים יש פחות כדוריות דם אדומות בעת שהייתם בחלל. רוב הברזל באופן נורמאלי הולך לכדוריות הדם האדומות, ואם אסטרונאוטים יאכלו יותר ממה שהם צריכים מבחינת כמויות הברזל, ישנה אפשרות שהוא יתאכסן בגוף ויתחיל לפגוע בבריאות.

נתרן וויטמין D משפיעים על העצם. כמות הנתרן בדיאטה של אסטרונאוטים מוגבלת, כיוון שיותר מידי עלול להוביל לפירוק העצם ובעיות בריאותיות נוספות. הגוף מתחיל לייצר ויטמין D כשהעור מתחיל להיחשף לשמש, אבל בחלל המעבורת מוגנת מפני קרינת השמש כדי להגן על האסטרונאוטים מרמות קרינה גבוהות במיוחד. על הקרקע ועל מעבורת, אנשים צריכים ויטמין D לבריאות העצמות. תחליפי ויטמין D



מומלצים לעובדים בתחנת החלל, כיוון שהמזון הרגיל לא מספק כמויות כמו שהם צריכים.

ככל שהגוף מתרגל לחוסר משקל, שינויים פיזיולוגיים מתרחשים. רבים מאלה משפיעים על התזונה, או שנובעים כבר משוני בתזונה. השינויים כוללים אובדן עצם ומסת שריר, שינויים בתפקוד כלי הדם והלב, ושינויים בדם עצמו ובריכוזי נוזלים באזורי גוף שונים. בעוד אכילת מזונות אינה יעילה ככל שעובר הזמן, הימנעות מאכילה יכולה לגרום לשינויים אפילו יותר מרחיקי לכת. אסטרונוטים בדרך כלל מאבדים משקל בהיותם בחלל. יש חשיבות עליונה לוודא שהם צורכים מספיק קלוריות, כיוון שאם הם צורכים מספיק קלוריות סימן שהם צורכים גם חומרי תזונה חשובים, כמו ויטמינים ומינרלים.

עבור השוהים ב – ISS (תחנת החלל הבינלאומית), יש חשיבות גם שהם יתחילו את המשימה בבריאות מעולה, וינסו לשמור על מצב כזה גם בעודם בחלל. לא די בזאת, עליהם לשוב למצב סטנדרטי מיד עם תום הטיסה. חברי הצוות נבדקים מבחינה תזונתית לפני, במהלך, ואחרי הטיסה, כדי להגיע למטרה שציינו למעלה. לפני ואחרי הטיסה, בדיקות דם ושתן נלקחות מאנשי הצוות, בחיפוש אחר כימיקלים שיצביעו על מצבם התזונתי (בריאות העצם, כמות הויטמינים והמינרלים וכו'). במהלך המשימה, חברי הצוות ימלאו שאלון תדירות מזון ממוחשב, שידווח מה אכלו בשבוע שעבר. תוצאות המחשב ישלחו לארץ בדרך אלקטרונית, ומומחי תזונה בכדור הארץ ינתחו את התוצאות מייד וימליצו לכל אחד כיצד לשפר את תצרוכת המזון שלו.

במשך ההיסטוריה, התזונה השפיעה על הגילוי והמחקר, וחקר החלל אינו יוצא מן הכלל. כאשר אורך המשימה גדל משבועות במעבורת



החלל, לחודשים ב – ISS, ואולי אף לשנים אם תצא משימה לכוכב לכת  
אחר, תתחזק חשיבותה של התזונה הנכונה.



## מזון חדשני למשימות עתידיות

שני סוגי מערכות מזון ישמשו למשימות עתידיות לכוכבי לכת אחרים. האחד, יהיה לנסיעה הלוח וחזור לגוף המרוחק, והשני ישמש על פני השטח של אותו כוכב לכת או ירח שעליו ינחתו. הראשון, יהיה דומה לזה של ה ISS, אך יש להוציא מן הכלל מזונות עם חיי מדף של שלוש עד חמש שנים, שבוודאי יזדקקו להם, במיוחד למשימה למאדים. כיוון שכך, החלק הזה של המשימות יהיה דומה למה שמתרחש באופן פעיל במעבורות החלל – אכילה ממארזים מוכנים וחימום דברי מזון בצורה דומה.

מערכת המזון לפני השטח, ירחיים או פלנטאריים, תהיה שונה לגמרי. היא תהיה דומה לדיאטה צמחונית שאדם פלוני מכין לעצמו על כדור הארץ, ללא מוצרי החלב. ברגע שאנשי צוות יגיעו לפני השטח ויקימו לעצמם תנאי מגורים הולמים, הם יוכלו להתחיל לגדל יבולים. יבולים אפשריים שניתן לשתול ולאסוף הם תפוחי אדמה ובטטות, פולי סויה, חיטה, בוטנים, שעועית, חסה, תרד, עגבניות, עשבי תיבול, גזרים, צנוניות, כרובים ואורז. ברגע שהמזון יעובד לצורה שמוכנה לבישול, יוכנו פרטי המזון במטבח שבתוך רכב החלל.

בכדי להיפטר מאריזות משומשות, יש צורך עדיין למצוא שיטות חדשות, כיוון שעל פני כוכב הלכת עליו ינחתו האסטרונאוטים לא יהיו חלליות "פרוגרס). " כמו אלה שמביאות מזון לתחנת החלל, ואח"כ מועמס עליהן הזבל והן נשלחות להישרף באטמוספירה). חומרי האריזה שישתמשו בהם יהיו בעלי מסה פחותה, אך תכונות העמידות שלהם יצטרכו להיות כמו יל אלו שמשמשים בהם כעת במעבורת, כדי לשמור על חיי מדף יוכים .



## מהו מקסימום סולרי?

מדענים הבחינו כי השמש עוברת מחזורים ומשתנה ע"י צפייה בכתמי השמש, החלקים הכהים והקרירים יותר יחסית בשמש. מספר כתמי השמש יכול להיות מדד לפעילות השמש. מספרם הממוצע של כתמי השמש הנראים משתנה עם הזמן, גדל וקטן במחזור קבוע שאורכו נע בין 9.5 שנים ל-11 שנים, 10.8 שנים בממוצע. היינריך שכווב (Schwabe), אסטרונום חובב, היה הראשון שהבחין במחזור זה בשנת 1843. החלק במחזור שבו מספר כתמי השמש הפעילים נמוך נקרא "מינימום סולרי" (minimum solar) ואילו החלק במחזור שבו מספר כתמי השמש הפעילים גבוה נקרא "מקסימום סולרי" (solar maximum). מדענים מאמינים כי המקסימום הסולרי האחרון היה בשנת 2000.

## התפרצויות שמש וענני CME

בזמן שכתמי השמש היוו במהלך ההיסטוריה מדד לפעילות השמש, מאפיינים אחרים של השמש גדלים במספר ועוצמה ביחד עם תנודות במבנה השדה המגנטי של השמש. פליטות הילתיות מאסיביות (CME: Coronal mass Ejections) וכן התפרצויות שמש בעלות אנרגיה רבה הופכות עניין שבשגרה בתקופה של מקסימום סולרי ועוצמתם עולה. התגברות זו של פעילות השמש יכולה להשפיע עלינו, על כדור"א וכן במסלול סביבו, והיא ידועה כמזג-האוויר של החלל.



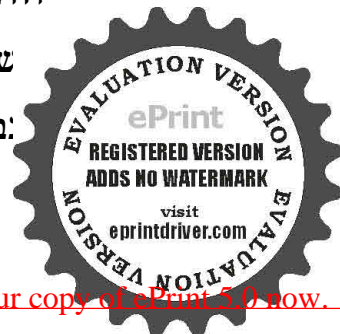
## השפעות על כדוה"א

בדרך כלל השדה המגנטי של כדוה"א מגן עליו מפני רוב הפליטות של השמש, אך בזמן תקופות של פעילות שמש חזקה, סופות גיאומגנטיות יכולות להפיק מראה מרהיב של זוהר הקוטב הצפוני (אורורה בוראליס) וזוהר הקוטב הדרומי (אורורה טרופיקליס). סופות גיאומגנטיות יכולות להפריע לשידורי רדיו ולהשפיע על רשת קווי חשמל: הפצצות אלקטרומגנטיות חזקות עלולות להפריע לשידור של גלי רדיו ולזרימת הזרם החשמלי בחוטי החשמל. מפעילי רדיו מכירים את תופעת המקסימום הסולרי ונאלצים להתמודד עם עלייה בסטטיות שבשידורי הרדיו. לעיתים אותות רדיו נעלמים לגמרי. קווי חשמל יכולים להגיע לעומס יתר עקב הפצצות אלה: במקסימום הסולרי של 1989 נפלו לגמרי קווי החשמל המספקים מתח למחוז קוויבק שבקנדה, עקב סופה גיאומגנטית.

## אינטראקציית מגנטוספירת כדוה"א עם השמש

### שיבוש לווינים

לווינים נמצאים מחוץ לטווח ההגנה של אטמוספירת כדוה"א ולכן הם פגיעים במיוחד לסופות גיאומגנטיות חזקות הנובעות מפעילות השמש. ע"פ פיזיקאי הכוכבים דיוויד דירבורן (Dearborn): "בזמן שחלקיקי הגז האנרגטיים והמואצים באים במגע עם השדה המגנטי של כדוה"א, הם "מחליקים" מסביב לכדוה"א ויוצרים יריעות של זרם (חשמלי - א.א.) והלווינים צריכים להתמודד איתם. לווינים נעים בחלל מאזור בעל מטען שמלי אחד לאזור בעל מטען חשמלי אחר. בזמן שהם חוצים את בולות הללו, פני השטח של הלוויין יכולים לפתע לשנות קוטביות (תוך



כדי תנועה לתוך אזור בעל שדה חשמלי אחר). נוצרת קשת וזרמים חשמליים זורמים בלווין במקומות אסורים. דבר זה עלול להיות רע מאוד ללווין."

בנוסף לשינויי הקוטביות האלה, שיכולים לפגוע באלקטרוניקה עדינה בלווינים, פליטות השמש המוגברות יכולות לגרום לאטמוספירת כדור"א "להתנשף" - דבר הגורם למשיכה מוגברת של מסלולי הלווינים. משיכה זו גורמת לדעיכה מהירה מדי מהמתוכנן במסלולי הלווינים. "סקיילאב" (Skylab), תחנת חלל במשקל של מעל 100 טון, היא דוגמא טובה: היא שוגרה ב-1973 במטרה להישאר במסלול עד שנות ה-80. המטרה העיקרית של סקיילאב, בנוסף למטרות אחרות, הייתה לחקור את השמש. באופן אירוני, עקב פעילות שמש מוגברת, סקיילאב נכנסה לאטמוספירת כדור"א ב-1979 והמטירה שברים מעל האוקיינוס ההודי וחלקים מאוסטרליה המערבית.



## המדריך האסטרונומי השלם לארועי קיץ 2005 -

"אם את רוצה זו רק המלצה לסרט קולנוע שמימי" (שלום חנוך) - המדריך השלם לארועי הקיץ.

חודשי הקיץ והסתיו של 2005 טומנים בחובם מספר הזדמנויות אסטרונומיות מעניינות למדי, ולחלקן אף אין צורך בציוד מיוחד מלבד מקום חשוך. החל ביום הארוך בשנה ב21/6/05 ועד לראש השנה הקרוב (13/10/05) מצפות לנו מספר הזדמנויות שבהן נוכל "להרגיש" את מערכת השמש ואת תנועתנו בה.

ביום שלישי ה21/06/2005 הפרש הזמן שמזריחת השמש ועד שקיעתה יהיה הדגל ביותר במהלך השנה, כלומר משך היום יהיה הגדול ביותר בשנה. מלבד זאת באותו יום השמש תתקרב לנקודה הצפונית ביותר במסעה, ולתושבי "חוג הסרטן" (קו רוחב 23.5) באותו יום השמש תיראה ממש מעל לראש! (אין להסתכל בשמש בעין בלתי מזוינת או דרך כל אמצעי אחר שאינו מיוצר לצורך צפייה בשמש! הסבר נוסף בהמשך המאמר).

האירוע השמימי הבא הוא כזה שמומלץ להציץ אליו גם בימים שלפני ובאלו שאחרי, החל במוצאי שבת ה25/06/2005 ועד ליום שני ה27/06/2005 כוכבי הלכת נוגה שבתאי וחמה יהיו ב"התקבצות" (שבתאי יצטרף ביום שני) אך הדבר היפה באמת הוא דווקא שאם נוסיף ונצפה באירוע גם בימים שאחרי כן נוכל להתרשם מתנועתה המהירה של חמה – כוכב הלכת הקרוב ביותר לשמש מסיים הקפה ("שנה" בחמה) ב88 יממות ארץ בלבד ולכן ניתן לראות אותה לשבועות בודדים בכל הופעה. באותם יאריכים חמה תגיע למרחקה הנראה הגדול ביותר מהשמש ושבועיים אחר יותר לא תיראה. אם נשווה זאת לתנועה האיטית בהרבה של



שבתאי נוכל להתרשם מההבדל שבין כוכב לכת פנימי (חמה ונוגה) וכוכב לכת חיצוני (שבתאי). נוגה מתנהגת בצורה מוזרה בכלל.

בניגוד לחמה שממהרת לשקוע ושבתאי שנפרד מאיתנו לאחר הופעה ארוכה ומרשימה, בגלל תנועת כדור הארץ ונוגה סביב השמש היא תיוותר מעל האופק בשעה שלאחר השקיעה במשך החודשים הבאים. לצופה המצויד בטלסקופ שינוי המופע שלה יתגלה – נוגה תשנה את צורתה מכדור לחרמש כמו הירח.

בעת ביצוע תצפיות בעין בלתי מזוינת ההבדל בין כוכבים ל-כוכבי לכת הוא שכוכבי הלכת "מטיילים" בינות הכוכבים. למעשה למעט חמה, נגה, מאדים, צדק ושבתאי כל שאר ה"כוכבים" הם כוכבים של ממש – שמשות כמו השמש שלנו. חלקם גדולים ממנה עשרות מונים, אחרים קטנים, יש זקנים ממנה ויש כוכבים ינוקא בני מספר מיליוני שנים בודדות. אך בדומה לשמש שלנו הם מאירים, זאת בעוד שכוכבי הלכת רק מחזירים אור מן השמש. אין כל צורך שמידע זה "יציק" למי שצופה בצדק בעין סתם כך. מיקומו של צדק מעט מתחת לגמא בתולה (הכוכב השלישי בבהירותו בקבוצת מזל בתולה) מקל על המעקב אחר תנועתו, מזרחה ומערבה ושוב מזרחה. מה שנקרא "תנועה אחרונית" מצב שבו לפתע כוכבי הלכת משנים את כיוון מהלכם בין הכוכבים לזמן מה ואז "מתעוררים" וחוזרים להלך בכיוון הרגיל. באמצעות משקפת שדה פשוטה יהיה ניתן אף לראות את ירחי צדק במסעם סביבו.

בין ה-13 וה-31 ביולי מעבורת החלל ה"דיסקאברי" מתוכננת לשיגור, במידה וזה לא יתבטל יש בהחלט למה לצפות. מאז התרסקות מעבורת החלל ה"קולומביה" על צוותה ואל"מ אלן רמון ז"ל בניהם לא שוגרו מעבורות. באתר האגודה הישראלית לאסטרונומיה באמצעות אתר heavens-above תוכלו לדעת מתי ולאן יש לצפות כדי לראות מעבורת זלל עוברת בשמיים מעליכם. מומלץ להיכנס לאתר בכל מקרה ולו רק



כדי לצפות במעברי לויינים נוספים (כמו תחנת החלל הבינלאומית וטלסקופ החלל האבל).

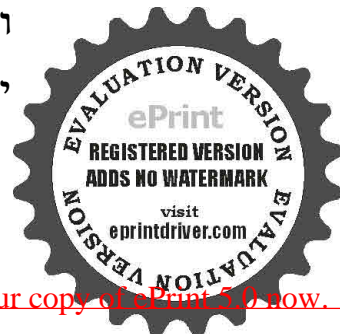
חללית מעניינת נוספת היא ה-MRO החללית בעלת הטלסקופ רב העוצמה ביותר שאי פעם שוגר לכוכב לכת אחר, מועד שיגורה המתוכנן הוא ה-10/08/2005.

אולי אחת התופעות המעניינות ביותר בשמי הלילה היא "כוכבים נופלים" או "מטאורים" גושים זעירים של אבק וסלע נופלים לאטמוספירת כדור הארץ כל הזמן, כמעט לעולם הם לא מגיעים אל פני הקרקע אך אורם כן. כאשר מטאור בגודל גרגר חול פוגע באטמוספירה במהירות של כ-30,000 ק"מ בשנייה התוצאה מרהיבה. בלילה שבין ה-11/08/06 וה-12/08/06 יחזור כבכל שנה מטר הפרסאידיים שנקרא כך משום שבאותו לילה יראו מטאורים רבים שהאזור שיראה כנקודת המוצא שלהם נמצא בקבוצת פרסאוס. מקור הפרסאידיים הוא בכוכב שביט בשם "סויפט טאטל" (Swift-Tuttle נקרא כך על שם מגליו). כדי לצפות במטר מומלץ לצאת מן העיר ולהגיע למקום חשוך ככל האפשר.

אירוע מעניין נוסף הקשור לכוכבי שביט יתרחש מודם יותר, ב-4/07/2005 יום העצמאות האמריקאי רכיב של חללית בשם "פגיעה עמוקה" (Deep Impact) יפגע בשביט טמפל 1 (Tempel 1).

ב-21/09/2005 השינוי כבר צריך להיות ברור, מאז היום הארוך ביותר הימים הלכו והתקצרו, השמש כבר לא כל כך גבוהה בשמיים והזתיו מגיע ועימו יום השוויון, כאשר אורך היום והלילה שווה, מיום זה ועד ה-21/12/2005 הימים יתקצרו עוד ועוד.

כבר לא כל כך קיץ, למעשה זה יהיה שיא הסתיו אבל בכל זאת חופש... ום חמישי ה-13/10/2005 ערב ראש השנה התשס"ו מולד הירח, מיקומו יה בדיוק באותו גובה כמו השמש מעל האופק ויווצר מצב שנקרא



"ליקוי חמה" כאשר הירח יסתיר את השמש. רק קצת חבל שמישראל ליקוי החמה לא יהיה מלא, ממרכז הארץ יראו רק מחצית מהשמש נעלמת לה, וככל שנדרים הליקוי יגדל (בחלקים ממצריים לדוגמא הליקוי יהיה מלא או טבעתי). אך כאן המקום לציין שוב שאסור!!! לצפות בשמש ללא עזרי הגנה (ולא, משקפי שמש/זכוכית מפוחמת/דיסקים/עטיפות ממתקים/משקפי רתכים מתחת למספר 14/משקפות/טלסקופים אינם מסוגלים להגן על העין). ממש כשם שלא תאירו לתוך העין עט לייזר דרך זכוכית מפוחמת מומלץ שלא לעשות זאת באמצעות השמש שכן אורה חזק בהרבה. בליקוי ניתן לצפות בכמה אמצעים: 1. משקפיים לצפייה בשמש אשר חוסמות 99.99% מכלל האור הנראה. 2. באמצעות קאמרה אובסקורה- ניתן לקחת קופסת שימורים משושמת, בצידה השלם לנקב חור קטן ובצד השני לשים נייר פרגמנט ולצפות בהשתקפות. 3. להקרין את התמונה באמצעות משקפת אל דף נייר (לא אל העין!). מומלץ מאד לצפות בצלליות של עלים בעת ליקוי חמה, מי שלא יספיק לצפות בליקוי הקרוב יוכל לצפות בליקוי נוסף במרץ 2006.

כבר מעט לפני הליקוי נוכל לצפות בכוכב הכת מאדים אשר יגיע לנקודה הקרובה ביותר לכדור הארץ בשנתיים הקרובות, הוא יהיה בהיר מאד (ובניגוד לשמועות שונות לא יתקרב אפילו לגודלו ובהירותו של הירח) אך כדי להנות מתצפית בו מומלץ להשתמש בטלסקופ.

וכך, עם מעט סבלנות ומנה של שמיים חשוכים תוכלו "לחוש" את מערכת השמש, להכיר את מרכיביה (כוכבי לכת, שביטים ירחים) ולהתקרב לדורות רבים של בני האדם אשר ניסו להבין את התנועה המסתורית של גרמי השמיים. בברכת שמיים חשוכים Clear sky, וקיץ מעניין

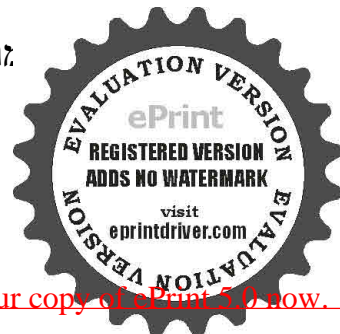


## מערכות שמש אקסטרה סולרית - עבודת מחקר במצפה הכוכבים בגבעתיים

מערכת השמש שלנו קיימת, זאת עובדה, שאין עליה עוררין. השאלה היא האם מערכות דומות קיימות סביב כוכבים אחרים? ואם כן, איך אותן מערכות שמש אחרות נראות? עד לפני מספר שנים לא ידענו, אם אנחנו יוצאי דופן. האם יש, או אין מערך פלנטות סביב כוכבים אחרים? האם המזל האיר לנו פנים, כשיצר את מערכת השמש?

בשנים האחרונות גילינו, שאכן אין אנו יוצאי דופן. עד היום נתגלו כ-136 מערכות שמש שונות ברחבי היקום, עם הזמן, מספר זה גדל ככל שהטכנולוגיה התקדמה. אנו מעריכים, כי מערכות אקסטרה-סולריות קיימות בכל רחבי היקום, ואנו מצפים למצוא עוד בעתיד. עד היום, המאפיין של הפלנטות שנמצאו הוא גודלם, הרוב המוחלט של הפלנטות האקסטרה-סולריות שהצלחנו לגלות מכדור הארץ הוא בגודל הדומה לגודלו של כוכב הלכת צדק, עוד לא הצלחנו לגלות כוכב לכת בגודל הדומה לזה של כדור הארץ.

הכוכב בו אתמקד בעבודה זו הוא הכוכב HD 209458 בקבוצת פגסוס. סביב שמש זו מסתובב כוכב לכת ברדיוס של 1.43 רדיוסי צדק. כוכב הלכת התגלה בשנת 1999 בשיטה המודדת מהירות מוקדית. בהתאם לאפקט דופלר, כוכב הלכת מסתובב סביב הכוכב, ובמצבים מסויימים הוא קרוב אלינו יותר מהכוכב, זה גורם לאפקט הנקרא הסחה לכחול, או אדום כאשר כוכב הלכת רחוק יותר – למעשה, קוי הספקטרום זזים בהתאם זרזק הכוכב. כאשר כוכב הלכת נמצא ביננו לבין כוכב האם שלו, גלי



האור המתקבלים מן הכוכב משתנים מעט ומראים על כוכב לכת המקיף את הכוכב.

לעומת זאת, במחקרי אשתמש בשיטה אחרת לצפייה בכוכב הלכת. כאשר כוכב הלכת מסתובב סביב כוכב האם שלו, בכל מעבר שלו בין הכוכב לביננו הוא יוצר ליקוי, כך, הוא מסתיר חלק מהכוכב. הסתרה זו יוצרת ירידה בכמות האור הנפלט מן הכוכב. לכן, בזמן המעבר אנו אמורים לחזות בירידה זמנית בכמות האור של הכוכב. על ידי ידיעת כמות האור הנחסם על ידי הכוכב וזמן ההסתרה, נוכל להניח את רדיוסו.



## המצפה

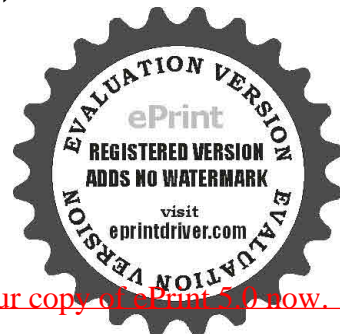
בחשכה, בשעות הכי יפות של היממה, אנחנו פותחים את השמיים בפניכם למסע בין כוכבים. בואו להכיר עולמות אחרים ומרתקים ואולי אפילו תפגשו חיזרים ...  
אז איך מגיעים?  
המצפה ממוקם בגן ציבורי בגבעתיים – "גן העליה השנייה".

## קצת היסטוריה...

מצפה הכוכבים של גבעתיים הוקם בשלהי שנת 1967 על ידי האגודה הישראלית לאסטרונומיה ועיריית גבעתיים. לאחר התלבטויות איזהו המקום המתאים ביותר לבניית מצפה כוכבים, נבנה המצפה על אחת הגבעות הנישאות של גוש דן, גבעת קוזלובסקי בגבעתיים. בעשורים הראשונים להווסדו, היווה המקום מוקד משיכה ל"פריקים" מועטים שבילו לילות כימים בתצפיות מבעד לטלסקופים חובבניים לעיתים מעשה ידיהם. המקום שימש בעיקר את קומץ חברי האגודה הישראלית לאסטרונומיה דאז, למפגשים, הרצאות ותצפיות אסטרונומיות.

## מצפה הכוכבים בגבעתיים

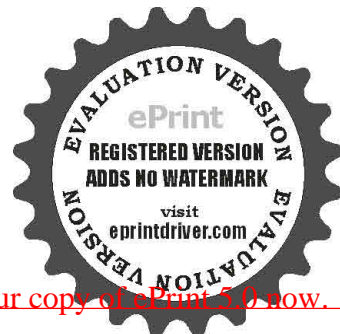
בעשור האחרון ביוזמת עיריית גבעתיים פתח המצפה את שעריו למערכת החינוך הכללית ותלמידים מכל הארץ מבקרים בו ונחשפים למדעי האסטרונומיה. תלמידים בחטיבות העליונות של בתי הספר התיכוניים מקיימים עבודות חקר במדעי האסטרונומיה.



עם השנים המודעות למדעי האסטרונומיה תפסו מקום נכבד יותר בקרב ילדים, בני נוער ומבוגרים. התקשורת, על אמצעיה השונים תורמת רבות למודעות זו והקהל חשוף לאירועי השמיים השונים המתקיימים במהלך השנה.

והיום...

מצפה הכוכבים פתוח מידי יום לפעילויות שונות כגון: ערבי קהל, קבוצות מאורגנות, חוגים, עבודות מחקר, אירועי שמיים מיוחדים ופעילויות שונות של האגודה הישראלית לאסטרונומיה.



### 3 מחקרים ישראלים מבטיחים לטיפול בטרשת נפוצה

המתקדם ביותר: חיסון באמצעות תאי T מומתים, שהגיע לשלב

הניסויים בבני אדם

טרשת נפוצה היא מחלה שתוקפת אנשים צעירים, ובעיקר נשים בגיל הפוריות. בארץ אדם אחד מאלף לוקה במחלה, פי שלושה יותר יהודים ממוצא אשכנזי מאשר יהודים ממוצא מזרחי או ערבים. כיום אין עדיין טיפול שיכול למנוע את הנזקים הקשים שהמחלה גורמת, אך התקדמות משמעותית בדרכי הטיפול עשויה להיות מושגת בזכות טכנולוגיות חדשות. רופאים וחוקרים דיברו על כך כשהציגו את החידושים בתחום זה בשבוע שעבר במרכז הרפואי הדסה עין כרם.

מדובר במחלה אוטו-אימונית, שבמהלכה תאי מערכת החיסון תוקפים את מעטפת חלבוני המיאלין שמבודדת את תאי העצב במוח ובחוט השדרה. מכיוון שלמיאלין תפקיד חשוב בשמירה על סיבי העצב ובהגברת מהירות ההולכה החשמלית בין הסיבים, הרי פגיעה בו משמעה פגיעה גם בהעברת המסרים העצביים.

במחלה נפגעות מערכות נוירולוגיות חשובות. החולים עלולים לסבול משיתוק בגפיים, מאובדן ראייה פתאומי, מחוסר שיווי משקל ומחוסר שליטה על הסוגרים. מהלך המחלה מתאפיין בהתקפים חריפים וביניהם הפוגות או מהלך מתקדם או שילוב של שניהם.

בעשור האחרון נרשמה התקדמות בהבנת מנגנוני המחלה. התברר שתאי מערכת החיסון מסוג T תוקפים את רקמת המיאלין. כבר בשלבים המוקדמים של המחלה חשים למקום תאים הגורמים לתגובה דלקתית, ואלה פוגעים קשות בסיבי העצב המעבירים את האותות העצביים. לכן, זחון מהיר ומוקדם והתערבות טיפולית בשלבים הראשונים הם התנאים

זניעת נזק בלתי הפיך.

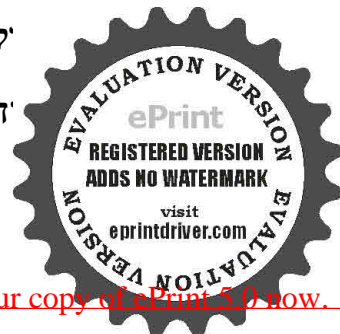


בעשור האחרון גם חלה תפנית בגישה הטיפולית בטרשת נפוצה. במקום דיכוי כללי של מערכת החיסון בעזרת תרופות, משתמשים בחומרים שמדכאים את תאי הדלקת בלבד ובו בזמן מחזקים את התאים המדכאים את תאי הדלקת. עם התרופות האלה נמנות אינטרפרון ביתא וקופקסון (תרופה שפותחה במכון ויצמן). התרופות האלה יעילות בדיכוי התקפי המחלה אך אינן מונעות את הנזק הכרוני.

אחד הכיוונים החדשניים להתמודדות הוא יצירת חיסון בגוף למחוללי המחלה - תאי ה-T המכוונים נגד מעטפת המיאלין. ד"ר רבקה אבולעפיה-לפיד מהמרכז לחקר ביולוגיית האדם במחלקה לרפואה גרעינית בהדסה, השותפה לפיתוח החיסון יחד עם חוקרים ממכון ויצמן ומהדסה, מסבירה: "אנחנו רוצים ללמד את הגוף להיפטר מתאי ה-T המזיקים, כמו שהוא יודע להיפטר מחיידקים, מנגיפים ומגורמי זיהום אחרים. כשהתאים האלה מסתובבים בזרם הדם, הגוף מתייחס אליהם כמרכיבים עצמיים ולא מסוגל לסלק אותם, אבל אם מזריקים אותם מתחת לעור, מערכת החיסון לומדת לזהות אותם כזרים ולהרוג כל תא כזה בגוף החולה".

בשיטה שפיתח פרופ' ירון כהן ממכון ויצמן מבודדים מהדם את תאי ה-T המכוונים נגד חלבוני המיאלין ומגדלים אותם במעבדה בנוכחות החלבונים שנגדם הם מכוונים. במצב כזה תאי ה-T מתרבים, ומתקבלות כמויות גדולות של תאי T שכולם מכוונים נגד המיאלין. כשנאספת כמות תאים גדולה, מנטרלים אותם ומזריקים את התאים המתים מתחת לעור, כתרכיב חיסון.

המחקר נמצא בשלב הניסוי הקליני בבני אדם. קבוצה של 28 חולים משתתפת בניסוי. מרביתם קיבלו את תרכיב החיסון, שהורכב בעבור כל ילד מתאי ה-T שלו. "למרות שהניסוי עדיין נמצא בעיצומו, ועדיין אין דע מי קיבל את התכשיר ומי שייך לקבוצת הביקורת, בחלק מהחולים



חל שיפור במדדים הנוירולוגיים המעידים על חומרת המחלה", אומרת אבולעפיה-לפיד. כמו כן, לדבריה, בכחצית מהחולים נעלמו תאי ה-T המכוונים נגד רקמת המיאלין.

גישה נוספת שנבדקת על ידי חוקרים בהדסה היא השתלת תאי גזע עצביים, שיכולים להתמייין לתאים מייצרים מיילין ולתאי עצב שימלאו את מקומם של תאי העצב הפגועים. תאי גזע עצביים נמצאים במוח ומשמשים שם עתודה לתיקון נזקים ופגיעות, אלא שבמרבית המקרים כמותם אינה מספקת. החוקרים מהדסה בודדו ממוחות של ולדות עכברים את תאי הגזע העצביים ואיפשרו להם להתרבות בכמויות גדולות בתרביות רקמה. את צברי התאים שהתקבלו השתילו במוחות של עכברים חולים במחלה כרונית הדומה לטרשת נפוצה בבני אדם. ההשתלה הביאה לשיפור המדדים הקליניים של המחלה, ובבדיקות פתולוגיות נצפתה ירידה משמעותית בנזק לרקמת המיאלין וירידה בתהליך הדלקתי.

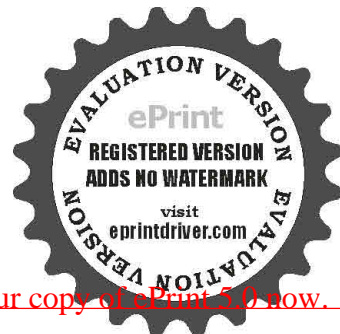
ההנחה היא שתאי הגזע העצביים פועלים במנגנון משולש: הם מתקנים את מעטפות העצבים שנפגעו, מעודדים את המוח להפעיל מנגנוני ריפוי עצמיים, ומדכאים את התהליך הדלקתי ההרסני במוח. השתלת תאי גזע עצביים בבני אדם תחייב עבודה מורכבת של בידודם מתאי גזע עובריים והכוונת התמיינותם לתאים מייצרי מיאלין.

בהדסה מפתחים עוד טיפול חדשני: השתלת תאי גזע ממוח העצם של החולה למערכת העצבים המרכזית שלו (המוח ועמוד השדרה). בשנים האחרונות התברר שתאי הגזע ממוח העצם יכולים לשנות את ייעודם אם מעבירים אותם לאזורים אחרים בגוף. אזור כזה הוא מערכת העצבים. כשתאי הגזע של מוח העצם נמצאים במערכת העצבים הם קולטים אותות שיכולים לגרום להם להתמייין לתאי עצב ולתאים מייצרי מיאלין.

'קרי הדסה הזריקו לרקמת המוח של עכברים הנגועים במחלה דמוית ש'ת נפוצה תאי גזע ממוח העצם שלהם. התאים נדדו לאזורים הפגועים



במוח העכברים, כנראה על סמך אותות שהם קלטו מאזורי הנזק, והתמיינו לתאי עצב ותאים מייצרי מיאלין. כעבור חודשיים התברר ש-95% מסיבי העצב אצל העכברים שעברו השתלה היו תקינים, לעומת 40% בעכברים בקבוצת הביקורת שלא עברו השתלה. ייתכן שהתאים המושתלים שמרו על סיבי העצב מפגיעה או, לחלופין, תיקנו בהם את הנזקים. מכיוון שהבעיה הקשה בחולי טרשת נפוצה היא הנזק הבלתי הפיך שלא ניתן לתיקון באמצעים הקיימים כיום, אלה תוצאות מעודדות.



## עד מתי יכולים החיים להימשך?

אם טיעונו של קלאוזיוס בדבר "מות החום" של היקום הוא תקף, הרי שהחיים ביקום הם תופעה זמנית. יצירה והשתמרות של סדר הן אפשריות רק כל עוד האנטרופיה של היקום עולה, וכשזו תגיע לערכה המרבי יהיה זה גם "קץ העולם" של ההתהוות והסדר.

אך אפשר אולי לטעון, שהרחבתו של קלאוזיוס את תחולתו של החוק השני של התרמודינמיקה ליקום כולו איננה לגיטימית. אמנם, בדומה למערכת סגורה, שום דבר איננו נכנס ליקום או יוצא ממנו. אולם המערכות, בטבע, שמהתנהגותן הסקנו את חוקי התרמודינמיקה, הן מערכות סופיות, בעוד שהיקום יכול להיות אינסופי.

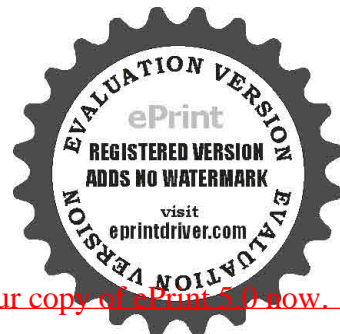
נחשוב לדוגמה על מודל של יקום אינסופי, המורכב מאטומים ומתיבות, באופן הבא: האטומים נמצאים בתוך תיבות בגודל מסוים, שנכנה אותו "גודל"

1, "כך שבכל תיבה יש מספר סופי שלהם. התיבות בגודל 1 נמצאות בתוך תיבות גדולות עוד יותר ("גודל 2"), כך שבכל תיבה בגודל 2 יש מספר סופי של תיבות בגודל. התיבות בגודל 2 נמצאות בתוך תיבות בגודל 3, וכן הלאה.

נניח כעת שברגע מסוים, כל רמה של התיבות נמצאת במצב של אנטרופיה נמוכה מערכה המרבי, כלומר שהפיזור של האטומים בתוך התיבות בגודל 1, והפיזור של התיבות בגודל N בתוך התיבות בגודל N+1, אינו אחיד. נניח גם שיחסי הגדלים של התיבות הם כאלו, שהזמן שבו מגיעות התיבות בגודל N+1, מהמצב התחילי למצב שיווי-המשקל של פיזור אחיד של יימר גדול פי מספר מסוים, נאמר מיליון, מהזמן שבו מגיעות התיבות ודל N לשיווי משקל כזה; המספר המדויק איננו חשוב לענייננו, בתנאי



שיהיה גדול מ-1. במערכת התיבות שלנו, כל רמה של גודל מגיעה למצב של שיווי-משקל תוך זמן סופי. אולם מכיוון שיש אינסוף רמות כאלו, היקום כולו איננו מגיע לעולם לשיווי משקל. מכאן, שלפחות עבור יקום "פרקטלי" כזה, שבו כל רמת גודל דומה לזו שמעליה, אין טיעונו של קלאוזיוס תקף: האנטרופיה איננה מגיעה בשום רגע לערך מרבי כלשהו, והיא יכולה להמשיך ולעלות לאין קץ.



## מגמות, התרחשויות, וחידושים

### 1. תרופה לשפעת?

מי מאיתנו לא התנסה באותה רעה חולה התוקפת את מקומותינו מדי חורף - השפעת. 30 עד 40 מליון חללים הותרה בעקבותיה מגפת השפעת שפשטה בעולם לאחר מלחמת העולם הראשונה. במאה השנים האחרונות היו חמש התפרצויות כלל עולמיות של המחלה, בנוסף להתפרצויות מקומיות רבות בכל שנה. עד היום עמדה הרפואה חסרת אונים לעומת גורם המחלה - נגיף האינפלואנזה, ועיקר הטיפול התרופתי התמקד בסימפטומים של המחלה. כיום, תודות למאמציהם של מספר חוקרים גרמנים, עולה לראשונה אפשרות לטיפול תרופתי הנוגד ישירות את פעולת הנגיף, והחידוש הוא כפול - מדעי ורפואי. השלב הראשון בפעולתו של הנגיף היא התקשרות לחלבונים ספציפיים בקרום התא המותקף; האנזים סיאלידאז (הנמצא במעטפת הנגיף) חיוני להתקשרות ראשונית זו. במידה ונקשר בהצלחה עובר הנגיף לשלב השני: הזרקת החומר הגנטי שלו לתא המותקף. החידוש המדעי הוא בכך שלאחר שהחוקרים למדו באופן מדויק, על ידי קריסטלוגרפיה של קרניא-, את המבנה התלת-מימדי של חלבוני מעטפת הנגיף, הם תכננו וייצרו חומרים היכולים לעכב ביעילות את פעולת האנזים ולכן גם את הדבקת התא המותקף על-ידי הנגיף. טכנולוגיה זו של ייצור חומרים ביואפקטיביים "לפי הזמנה" היא ראשונית מאוד, אך גם מבטיחה ביותר; היא עומדת בניגוד גמור לשיטת הנסוי והטעייה המאפיינת חלק ניכר מהמחקר התרופתי (כרגיל סורקים תרכובות כימיות רבות עד שמתבייתים על כזו שאפקטיבית - אם בכלל), ויכולה לקצר במידה רבה את פרק הזמן העובר מזיהוי גורמי מחלה ועד לייצור מרים מתאימים כנגדם. למרות שהאפקטיביות שלהם הוכחה כבר

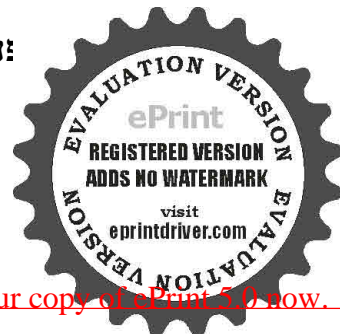


בבעלי-חיים (כלומר בבעלי-חיים היכולים לחלות בשפעת "אנושית"), חשוב לזכור כי בעבר לא צלחו נסיונות לעכב (באופן תרופתי) את פעולת הסיאלידאז בגוף האדם. גם כיום לא ברור האם החומרים החדשים יעילים כנגד האנזים הנגיפי מחד ובלתי רעילים לגוף האדם מאידך, ובכל מקרה הדרך לטפול אפקטיבי בבני-אדם עוד ארוכה.

אם אינכם מכירים שם שובר שיניים זה, אתם בחברה טובה - מעטים, גם בקרב מומחים לדבר, מכירים אותו. זהו שמו המדעי של היונק החדש הראשון שהתגלה מזה 50 שנה! מין זה לא היה מוכר כלל למדע לפני קיץ 1992, עת נמצאו בפארק הלאומי וו-קוואנג שבויאטנם עצמות, גולגלות ועורות של מיספר בעלי-חיים ואמדובר ביונקבלתי מוכרים. מגלי

השרידים, חוקרים ויאטנמים ואחרים, בחנו אותם בחינה מדוקדקת בלתי מוכר למדע! בעוד שאת מיספר חסרי-החוליות, בעיקר חרקים, שטרם נגלו למדע, אומדים במליונים, הרי מפתיע מאוד לגלות כי ישנן עדיין פינות על פני כדור-הארץ שבהן מסתובבים בעלי-חיים גדולים (יונקים) בלתי מוכרים. לאחרונה אירע גילוי כזה בשנת 1937, עת נתגלה באינדונזיה הקופריי, שאף הוא כמו המין החדש (שטרם זכה לשם פופולארי) שייך, מבחינה טקסונומית, לאותה המישפחה עליה נמנים הבקר, העיזים, והאנטילופות. יש לקוות כי גורלו של "שובר-השיניים" הנ"ל יהיה טוב יותר מזה של הקופריי, שבשנת 1937 אמדו את גודל אוכלוסייתו ב-1000, אך לאחרונה נצפה בטבע ב-1986, וקרוב לוודאי כי נכחד. לתגלית החדשה חשיבות מעבר לערך המדעי והאקולוגי שבעצם התגלית - יתכן והמין החדש ניתן לביות או שיש לו תכונות גנטיות היכולות לשפר את תפוקת חיות המשק שלנו, ולכך ערך כלכלי וחברתי רב. החוקרים מאמינים, על סמך עדויותיהם של ציידים מקומיים, כי נותרו

!חות כמה מאות פרטים בטבע.



## צורת כדור הארץ ושדה-הכבידה שלו

אחד הפרמטרים החשובים בחישוב מסלול לווינים בחלל הוא שדה-הכבידה שמפעיל כדור-הארץ על הלוויין. בכדי לחשב את מסלולי הלווינים במדויק צריך היה מצד אחד לשפר את המודלים החישוביים (השפעות צורת כדור הארץ, שינויים בכבידה ובשדה המגנטי וכו') ומצד אחר - לפתח טכנולוגיה שתעקוב אחר מסלולי הלווינים בחלל. שילוב של שני מקורות ידע ומידע אלה, הביא לראשונה בשנת 1959, את תמונת האגס של כדור-הארץ (ראה תמונה 3). הדרישה למידע מדויק ומפורט יותר הביאה לשילוחם של לווינים גיאופיסיים וגיאודטיים, כדוגמת לוויין Seasat, אשר איפשר את מדידת הגובה של פני המים באוקיאנוסים, באמצעות מערכת מכ"ם שהותקנה בו (ראה תמונה 4). דוגמה אחרת היא הלוויין Magsat המוצג בתמונה 5, המבצע מדידות של השדה המגנטי על פני כדור-הארץ. תמונת השדות המגנטיים והגרווימטריים של כדור-הארץ, כפי שנקבעה בעזרת לווינים, מוצגת בתמונות 6 ו-7. ברור שהשינויים בשדות-הכבידה והמגנטיות ובצורת כדור הארץ, מקורם בתהליכים טקטוניים בתוך הכדור, אשר גורמים לחלוקת-מסה לא-סימטרית על פניו. אי-ההומוגניות וחוסר-הסימטריה בכדור-הארץ מתבטאים גם בתופעת התנודה של ציר-הסיבוב (polar wobble). כבר במאה הקודמת גילו את התופעה ואולם בעידן-החלל הצליחו לקבל מדידות הרבה יותר מדויקות, אשר הצביעו, לדוגמה, על העובדה שציר-הסיבוב נע סביב ציר-הסימטריה האורכי של כדור-הארץ, במחזור של 14 חודשים. תוצאות של מדידות אתר-הקוטב בין השנים 1976 ל-1981 מוצגות זמונה. למדע הגיאופיסיקה אין עדיין הסבר ברור לזמן-המחזור של 14

דשים.

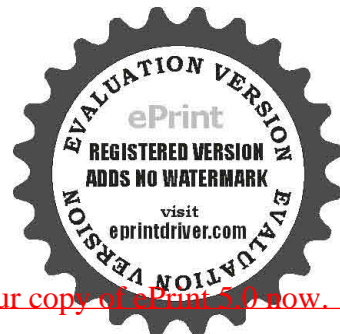


8 גם מהירות-הסיבוב של כדור-הארץ אינה קבועה. המידע הגיאולוגי מצביע על-כך שמהירות-הסיבוב קטנה עם-הזמן, כתוצאה מהשפעות של כוחות-המשיכה המופעלים על כדור-הארץ ע"י הירח והשמש. קיימים גם שינויים לא-קבועים באורך-היום בסדר-גודל של מספר מילישניות. תצפיות שנערכו באחרונה, בעזרת הלוויין הגיאופיסי Geodynamic LAGEOS (Satellite Lazer) מראות התאמה בין השינויים באורך-היום לבין השינויים במומנט הזויתי של האטמוספירה של כדור-הארץ. מקור-ההתאמה עדיין אין לו הסבר שמקובל על קהילת החוקרים.

### מדידות בטכניקות-חלל

הזכרנו לעיל את העובדה ששיפור המודלים התאורטיים בחישוב מסלולי הלווינים התאפשר כתוצאה מיכולתנו לעקוב אחר הלוויין. אחת מצורות המעקב היעילות ביותר היא באמצעות קרן-ליזר. על-פי טכניקה זו, נורית קרן-ליזר מתחנה על-פני כדור-הארץ אל הלוויין, ונמדד זמן מסעה של קרן האור מהתחנה ללוויין ובחזרה. כאשר מתבצעות מדידות כאלו מתחנות-מעקב אחדות בכדור-הארץ, ניתן לחשב בדיוק טוב את מקומו (או ליתר דיוק מסלולו) של הלוויין. על-מנת לאפשר את המדידה הותקנו בלווינים רבים מחזירי-אור מיוחדים.

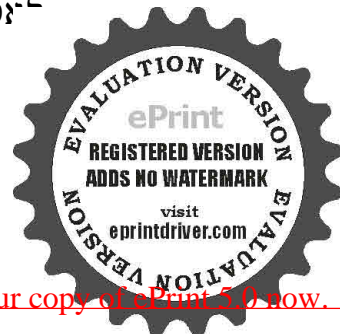
כיום, כאשר מסלולי הלווינים ניתנים לחישוב מדויק למדי, אפשר להשתמש במידע אודות מקום-הלוויין בצורה הפוכה. דהיינו, על-פי מדידת המרחק בין התחנה העוקבת ללוויין, בזמן נתון (המתקבל ממדידת זמן-המסע של קרן-הליזר מהתחנה אל הלוויין ובחזרה), אפשר לאתר במדויק את מקום התחנה על פני כדור-ארץ.



באמצע שנות-השבעים נרתמו NASA ומוסדות מדעיים במדינות אחרות ליישום שיטת-המעקב אחר לווינים באמצעות ליזר - גם במדידת התנועה היחסית שבין הלוחות הטקטוניים של קרום הארץ. פעילות זו נועדה לקדם במידת-האפשר את המחקר הקשור בחיזוי רעידות-אדמה חזקות. לצורך זה שוגר לוויין מיוחד, LAGEOS, למסלול סביב כדור-הארץ, במרחק של כ-5,900 ק"מ. הלוויין הוא כדור, בקוטר של 60 ס"מ, שבו נעוצות כ-250 מראות (ראה תמונה 9). הגובה הרב והמישקל הסגולי הגבוה של LAGEOS מבטיחים לו מסלול-תנועה יציב, כמעט מעגלי, סביב כדור-הארץ. כל תפקידו של הלוויין לשמש מחזיר-אור של קרן ליזר, הנשלחת אליו מכדור-הארץ.

רשת של תחנות מעקב-ליזר הוקמה על פני כדור-הארץ, והן מודדות ברציפות את המרחק בינן לבין הלוויין, בכל פעם שהוא עובר מעליהן. הואיל ומסלול הלוויין ידוע ומדויק, הרי שממדידת זמני-המסע של קרן הליזר אפשר לקבוע את מיקומה של תחנת-מעקב אחת, יחסית למקומה של תחנת-מעקב אחרת, ואת מקום התחנות במערכת קואורדינטות חללית כולשהי.

מדידות שבוצעו בין השנים 1972 ל-1979 משני צידיו של שבר סן-אנדריאס בקליפורניה (המרחק בין תחנות-המעקב כ-900 ק"מ) מראים שהלוח הפסיפי נע צפונה ביחס ללוח צפון-אמריקה, בקצב של +8-2 ס"מ בשנה. שיעור התזוזה שהוערך מנתונים גיאולוגיים הוא 5.5 ס"מ בשנה בלבד. ייתכן שאם נצליח להבין טוב יותר את מקורו של ההבדל בהערכות קצב-התזוזה על פני שבר סן-אנדריאס, נצליח להבין – ואולי לחזות - את רעידות-האדמה המתרחשות על פני שבר גיאולוגי זה ועלולות לגרום לזסונות כבדים בקליפורניה.



# الترجمة العربية



## علاج جديد يقضي على الأنفلونزا إلى الأبد

يعمل علماء على صناعة لقاح يعطي الحماية مدى الحياة ضد جميع أنواع الأنفلونزا وذلك بحقنة واحدة.

ويحتاج حاليا المرضى وكبار السن إلى حقنات سنوية ضد الأنفلونزا، كما لم يتم التوصل بعد إلى حقنة ضد أنفلونزا الطيور.

غير أن شركة أكامبيس لتكنولوجيا علم الأحياء في كامبريدج في بريطانيا أعربت عن أملها في أن يستهدف اللقاح مختلف التغيرات الإحيائية التي تسمح للأنفلونزا بمهاجمة الجسم الإنساني.

لكن العمل لا يزال في مرحلة مبكرة، ولن يتم اختبار اللقاح على البشر قبل سنوات.

يذكر أن الأنفلونزا تؤدي إلى مقتل حوالي أربعة آلاف شخص في بريطانيا كل شتاء.

أما عالميا، فيموت حوالي ٥٠٠ ألف شخص سنويا من هذا المرض.

وقد حذر خبراء من احتمال أن تؤدي أنفلونزا الطيور إلى مقتل ما بين ٢٩ و ٤٠ مليون شخص إذا تمكنت من التغيير الإحيائي والانتشار من شخص إلى آخر.



وتعمل الحقنات الحالية المضادة للأنفلونزا عبر إعطاء المناعة لمادتين من البروتين في الجسم، وهما هايماغلوتين ونيورامينيدز، واللتين تتواجد على سطح فيروس الأنفلونزا.

غير أن هاتين المادتين في تغيير إحيائي دائم، ما يعني أن على الأطباء العمل باستمرار على صناعة لقاحات جديدة للحاق بها.

ويعمل العلماء في الولايات المتحدة ومعهم باحثون بلجيكيون لتكنولوجيا علوم الأحياء على إيجاد طعم مضاد لمادة أخرى من البروتين تسمى إم ٢، ولا تتغير.

ويعتقد هؤلاء العلماء أن اللقاح في حال نجاحه بإمكانه حماية الإنسان ضد جميع أنواع الأنفلونزا.

غير أن خبراء شددوا على اعتقادهم أن العمل ما زال في مرحلة مبكرة جدا وقد يستغرق وقتا كثيرا.

يذكر أن الطعم لم يتم تجريبه إلا على الحيوانات، ويؤكد العلماء أنه لن يتم تجريبه على البشر قبل سنوات.



## الأسود في طريقها إلى الانقراض

حذر خبير بالأحياء البرية من أن أعداد الأسود انخفضت بنسبة تصل إلى حوالي ٩٠ بالمئة خلال العشرين سنة الماضية بما يهددها بالانقراض في القارة الأفريقية.

وطبقا لما قاله لورانس فرانك المتخصص في علم الأحياء البرية في جامعة كاليفورنيا فإن هناك حاليا حوالي ٢٣ ألف أسد مقارنة بحوالي ٢٠٠ ألف منذ عشرين سنة مضت.

واستنادا إلى دراسة أجريت في كينيا قال فرانك إن الأمل الوحيد للحفاظ على الأسود والحيوانات المفترسة الأخرى هو تعايش الانسان والحيوانات البرية مع بعضهم البعض.

وقال كلير وولرستين من الصندوق الدولي لرفاهية الحياة البرية لبي بي سي إن المشكلة ستزداد سوءا لأن أعداد الشعب الكيني ستتضاعف خلال الاثني عشر سنة المقبلة. انخفاض أعداد الحيوانات البرية

ونقلت مجلة نيوزاينتست عن الدكتور فرانك قوله: "لا يقتصر الأمر على الأسود فقط بل إنه يتعدى ليصل إلى انخفاض أعداد جميع الحيوانات المفترسة في أفريقيا."

وقد انخفضت أعداد الكلاب البرية إلى ما بين ٣,٥٠٠ إلى ٥ آلاف كلبا كما أن هناك حاليا أقل من ١٥ ألف فهد.



ويقول فرانك: "يعرف الناس أخبار الفيلة والغوريلا والكركدن لكنهم لا يدركون أن آكلات اللحوم الكبيرة هذه تقترب من حافة الانقراض".

وألقى الدكتور فرانك باللائمة في انخفاض أعداد الحيوانات المفترسة على الأشخاص الذين يقومون بقتل هذه الحيوانات حماية لقطعان الماشية، حيث قال: "اعتاد الناس على قتل الحيوانات المفترسة لكن قتل هذه الحيوانات يتسبب في دمار كبير سواء عن طريق الرماح والدروع أو البندقية والسموم التي يمتلكها كل شخص حاليا".

وقد أفنعتة الدراسة التي أجراها في منطقة ليكيبيا في كينيا أن الحيوانات المفترسة والمزارعين يمكن أن يتعايشوا في سلام.

ويمكن أن تقلل طرق الحماية المتطورة والكلاب تعرض الحيوانات المفترسة إلى الهجوم بشكل كبير.

لكن عندما يقتل كل أسد ماشية تبلغ قيمتها حوالي ٢٠٠ جنيه استرليني في العام بما يساوي بقرة واحدة أو ثلاثة خراف فإن "الطلاق والسم عادة ما يكون أرخص من العناية الجيدة".

ويشير الدكتور فرانك إلى إن الحل الوحيد بالنسبة للسكان المحليين يتمثل في كسب الأموال من الحيوانات المفترسة إما عن طريق السياحة أو من خلال رياضة الصيد، حيث يقول: "في لاكيبيا يمكنك عمل مليون دولار في السنة بإطلاق النار على الحيوانات التي تتسبب في مشاكل والتي ب أن تقتل على أية حال".



## زلزال في مختبر

تمكن فريق علماء من خلق نموذج لزلزال عميقة داخل أحد المختبرات. وفي الطبيعة تقع الزلازل العميقة على بعد مئات الكيلومترات تحت سطح الأرض.

وقد مكنت نتائج تجارب أجراها العلماء من التعرف على أصل بعض أكثر الزلازل عنفا.

وتقع غالبية الزلازل ضمن الكيلومترات ما بين الثلاثين والمائة الواقعة في قلب الأرض. ويتميز هذا الجزء بأنه بارد والضغط فيه ضعيف، مما يجعل صخوره هشة، ولذلك فإنه حين تسقط صخوره فجأة، يؤدي ذلك إلى وقوع زلازل.

أما الزلازل العميقة فتقع على مسافة تتراوح ما بين مئة و ٦٥٠ كيلومترا من تحت سطح الأرض.

وفي هذه المنطقة تتميز الصخور بالحرارة حيث تتدفق الصخور المنصهرة فوق بعضها البعض بدلا عن إحداث الرجات المسببة للزلازل.

لكن تلك الصخور المنصهرة تتعرض لضغط شديد، ولذلك فإنه حين تقع الزلازل العميقة، تكون الطاقة الناجمة عنها هائلة.



## تفاعلات كيميائية

ويشار إلى أن أضخم زلزال من هذا النوع كان قد وقع عام ١٩٩٤ على مسافة ٦٠٠ كلم من سطح الأرض وبلغت قوته ٨,٣ درجة على مقياس ريختر.

لكن بعض العلماء يقولون إنه يتعين ألا تقع الزلازل العميقة نتيجة لتدفق الصخور المنصهرة فوق بعضها البعض.

وبرأيهم فإن هذا النوع من الزلازل ينجم عن العديد من التفاعلات الكيميائية التي تقع في مناطق التقاطب.

ويحصل هذا التقاطب نتيجة لتحرك الطبقات التكتونية نحو بعضها البعض.

وقد أجري هذا البحث الأخير في مختبر فيزياء معادن الجليد والصخور بجامعة كوليج لندن.

وهذه هي أول مرة يتمكن فيها العلماء من توليد ومراقبة الزلازل العميقة في المختبر، حيث وفروا نفس الضغط والظروف الموجودة في أعماق الأرض السحيقة.

وتبين لهم من حيث المبدأ أن هناك قابلية لتحقيق النظرية القائلة بأن التشعب يقود إلى قيام الأنشطة الزلزالية في الأعماق.



وقال الدكتور ديفيد دويسون الذي قاد هذا البحث في جامعة كوليج لندن إن فهم حقيقة ما يقع في أعماق الأرض سيطور فهم العلماء للأنشطة التي تقع داخل الأرض.

وأضاف في تصريح لبي بي سي نيوز أونلاين أن " الزلازل التي تقع على أعماق سحيقة ومتوسطة تعد صنف زلازل هاما ومحيرا. ويمكن أن يساعد فهمها على التعرف على ما هو باق في حكم المجهول من الطبقات التكتونية".

ومضى موضحا أنه "بالرغم من أن نظرية الطبقات التكتونية تقوم على أسس متينة، فإننا ما زلنا بعد أربعين عاما لم نتعرف على القوى التي تحرك هذه الطبقات".



## زلازل القرن العشرين

أتت الزلازل والهزات الأرضية على مدى القرن الماضي على أرواح مئات الآلاف من سكان المعمورة. ولم يحدّ التطور التكنولوجي من الخسائر بالأرواح إلا قليلاً

ويقدر خبراء الزلازل الرقم السنوي للخسائر، التي طالت بني البشر جرّاء الزلازل خلال القرن العشرين، بنحو عشرة آلاف ضحية. لكن المعدل انخفض قليلاً خلال الثماني عشرة سنة الماضية ليصل الى ثمانية آلاف

ويعزى ذلك الى احتمال أن بلدان العالم بدأت تحتاط عن طريق بناء مساكن أكثر أماناً

وتشير الإحصاءات إلى أن عدد الزلازل المسؤولة عن معظم الوفيات محدود، فمثلاً في عام ثمانية وتسعين سبب زلزالان الأول في أفغانستان بقوة ست درجات وتسعة أعشار الدرجة، والآخر في طاجيكستان شدته ست درجات وعشر الدرجة نحو سبعين بالمئة من عدد ضحايا الزلازل في ذلك العام

إلا ان أقوى زلزال خلال السنة نفسها كانت شدته ثمان درجات وثلاثة أـشار الدرجة، غير انه لم يؤذ أحداً نظراً لوقوعه تحت المحيط بين تراليا والقطب الجنوبي



ويرى العلماء إن الأبنية هي قاتلة البشر وليست الزلازل نفسها، وان التوجه نحو أبنية لا تتأثر بهزات الأرض حدّ من الخسائر بالأرواح بالرغم من الزيادة بعدد سكان كرتنا الأرضية

لكن ارتفاع الكثافة السكانية في المدن يجعل من العسير توفير مساكن مأمونة من الانهيار في البلدان المتطورة، فما بالك بالبلدان الفقيرة إضافة إلى أن رداءة نوعية البناء والمواد المستخدمة فيه تسبب سرعة انهيار المباني وتساهم في رفع أرقام الضحايا .

