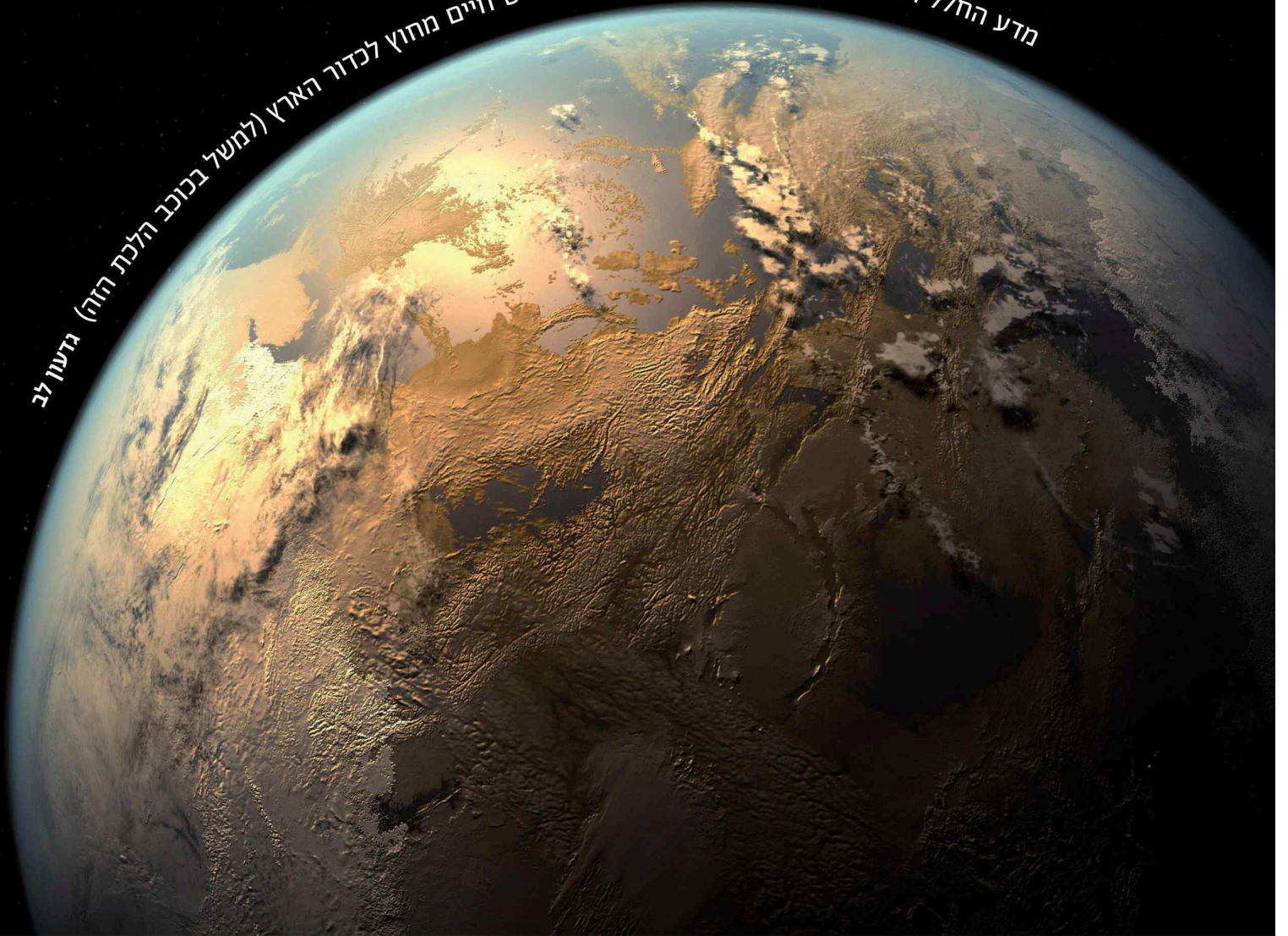


מוסף הארץ

15 05 2026

מדע החלל דוהר קדימה, ובקרוב כנראה נדע אם יש חיים מחוץ לכדור הארץ (למשל במזכב הלכת חוזה) גזעו לב





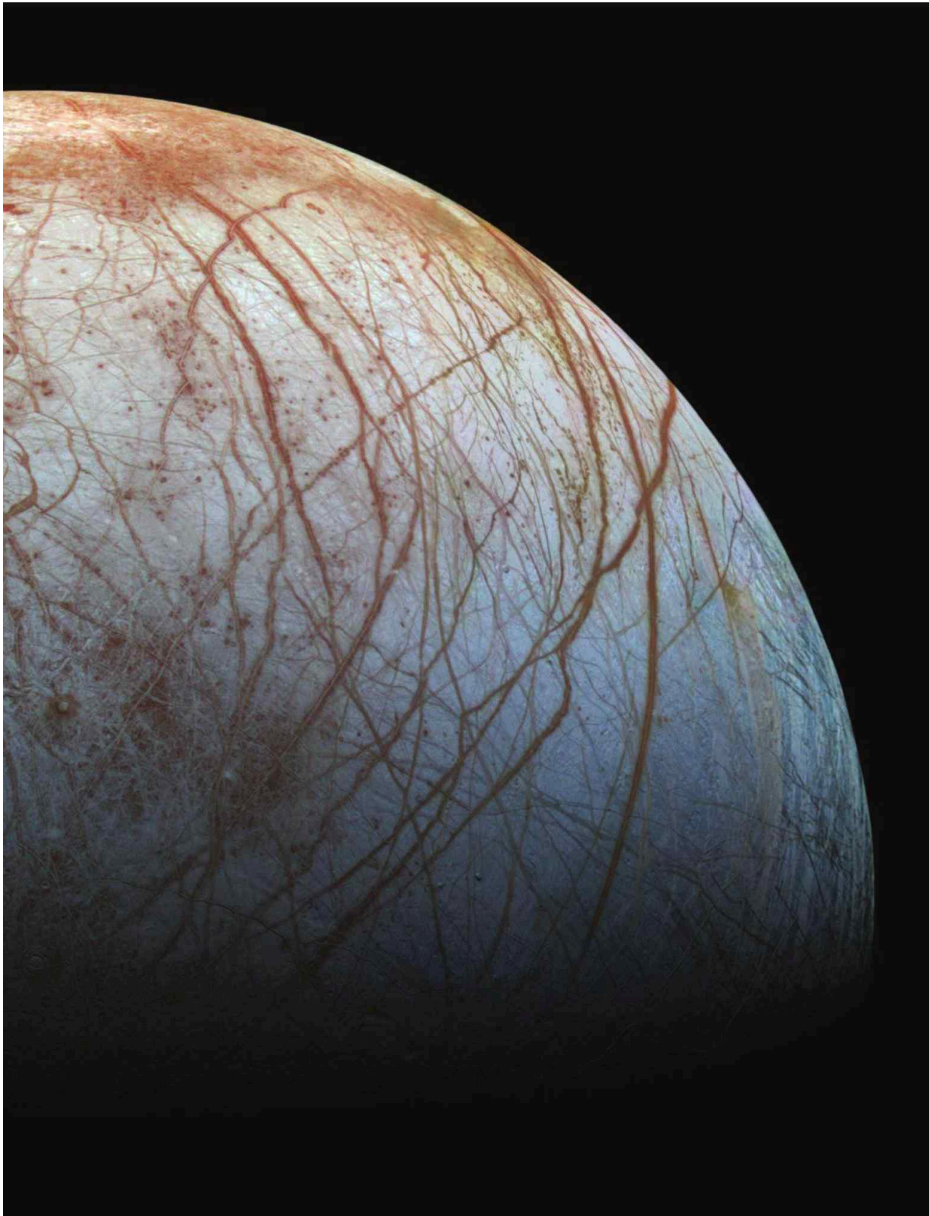
יש אי שם?



כדור הארץ במבט מכיוון הירח,
כפי שצולם בחודש שעבר על ידי
צוות החללית ארטמיס 2
צילום: נאס"א / ארפי



המאמץ לאתר חיים מחוץ לכדור הארץ צובר תאוצה.
כל הסימנים מעידים שהתשובה מעבר לפינה
גדעון לב



בפרוואר האחרון שיגר ברק אובמה פצצה לחלל. כשנשאל בפודקאסט אודות חיים מחוץ לכדור הארץ הוא השיב: "הם אמיתיים". אף שהנשיא לשעבר הבהיר בהמשך שלא ראה בעצמו שום עדות לכך קור של חיירים, דונלד טראמפ האשים אותו "בחשיפת מידע מסווג שהוא לא היה אמור למסור".

האמירה של אובמה לא שחררה לחלל ריק. ב-2021 אישר הפנטגון כי ברשותו תיעוד של מעל מאה מקרים שבהם נראו עצמים בלתי מזוהים, וחלקם הציגו יכולות טיסה שלא ניתן להסבירן. התקווה לחשיפתה של מציאות שעולה על הדמיון הארצי תפחה עוד ב-2023, כאשר דיוויד גרוש, קצין מודיעין בכיר ששירת ביחידה בפנטגון שבוחנת תופעות לא מוסברות, העיד בשבועה לפני ועדה בקונגרס. גרוש, שזכה להגנה של חושפי שחיתויות, טען שם כי ממשלת ארה"ב מחזיקה בכלי טיס לא-אנושיים שנלקחו מאתרי התרסקות, וכן בגופותיהם של מי שהטיסו את הכלים (אם כי – ונראה שתמיד יש איזה "אם כי" – גרוש הודה שלא ראה אותם בעצמו). טראמפ הוא לא אחד שיפסיד במירוץ על תשומת הלב העצומה שהנושא זוכה לו. בעקבות האמירה של אובמה, הוא הודיע ברשת החברתית שלו כי "לאור העניין האדיר, הוריתי לשר המלחמה ולמחלקות וסוכנויות רלוונטיות להתחיל בתהליך של זיהוי ושחרור תיקים ממשלתיים הקשורים לחיירים ועצמים בלתי מזוהים".

השמועות על מה שקורה באזור 51 ובמרתפי הפנטגון מזינות חובבי תיאוריות קונספירציה כבר עשרות שנים. נראה שטראמפ הוא הנשיא שהם חיכו לו, האדם המושלם לשחרור מידע סודי שמסתתר – או לא – בארכיוני הממסד הבין-טחוני האמריקאי. אולי כך נגיע, סופסוף, לפתרון אחת החידות הגדולות ביותר של האנושות ושל המדע: האם אנחנו לבד ביקום?

בסוף השבוע האחרון שיחרר הממשל האמריקאי מקבץ ראשון של 161 מסמכים, סרטונים ותמונות. ניתוח שלהם על ידי חוקרים העלה שאף אחד מהעצמים הנצפים אינו יוצא דופן מספיך כדי לחייב מקור חריג. אך התיק הזה טרם נסגר. פרסומים נוספים צפויים להשתחרר בשבועות הקרובים, והתקווה בקרב מחפשי העב"מים היא שהטוב ביותר עוד לפניהם – משום שסביר להניח כי נתונים באיכות גבוהה יותר דורשים יותר אישורים מדרגים גבוהים יותר לפני שהם משוחררים לציבור.

אבל למרות הדרמה, יש סיכוי טוב שאת התשובה לא נקבל מעין בתיקים באפלה, אלא ממחקר מדעי. במקום מפגש עם מישוהו כמו אֶלֶף, סטיץ' או הנוסע השמיני, סביר יותר שנמצא עדויות לקיומו של טחב במרחק שנות אור מאיתנו. במקום קליני גונים – מיקרובים. זה נשמע הרבה פחות מסעיה, אבל ההשלכות עדיין יהיו עצומות.

ממשלות, סוכנויות חלל וקרנות פרטיות משקיעות בשנים האחרונות תקציבי עתק כדי לפתור את חידת החיים בחלל. באפריל אמר מנהל נאס"א החדש, ג'ארד אייזקמן, כי חקר קיומם של חיים מחוץ לכדור הארץ מצוי בלב חלק גדול מהפעילות של הסוכנות. הוא הוסיף שלהערכתו הסיכויים למצוא חיים כאלה הם "גבוהים למדי". אנחנו בעידן הבהלה לחוץ, ואת

בהוצאת אקדמון). "הספר מקיף ומעמיק יותר מכל העבודות הקודמות בנושא", כתב עליו פרופ' מתיו מלקן מ-UCLA במאמר סקירה שפורסם באפריל בכתב העת "International Journal of Astrobiology". "לא האמנתי שהישג כזה יהיה אפשרי".

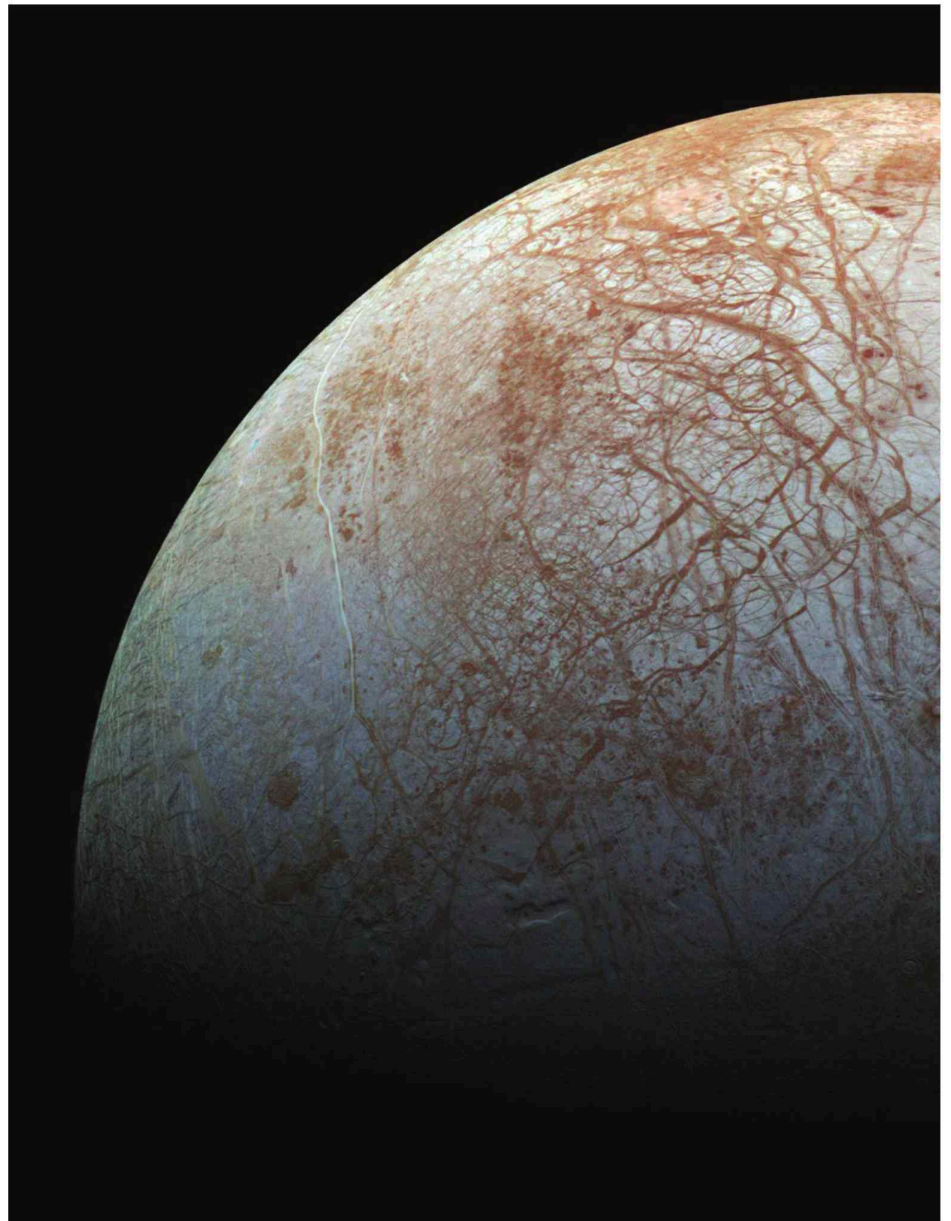
מחמאה גדולה, אך היא מחווריה כנגה עם זריחת החמה בהשוואה לכבוד שחלק לוונדל הזמר טונה. הראפר סימפל בשיר "אין בינינו חלל" משפט מהרצאה של האסטרופיזיקאי – "כמה אנשים חושבים שזה על גבול המדע הבדיוני, אבל יש הרבה מאוד מדע לא בדיוני שמכין אותנו לענות על השאלה שהאדם שאל את עצמו מאז ומתמיד – האם אנחנו לבד?"

בשיחה עם מוסף הארץ אומר ונדל, יורד האגודה הישראלית לאסטרוביולוגיה, שהתשובה לשאלה הקוסמית היא ככל הנראה "לא" מהדהד.

תפקיד המערב הפרוע ממלאים מרחבי הקוסמוס. סרקו את השיער ולבשו משהו יפה – האנושות יוצאת לחפש חברים.

חיפוש אחר סימני חיים מחוץ לכדור הארץ הוא ענף מחקר חדש יחסית, המכונה "אסטרוביולוגיה". כדי למצוא חיים, צריך קודם כל למצוא מקומות שבהם חיים עשויים להתקיים. לשם כך משתמשים מדענים בטכנולוגיות חדשות שמאפשרות לזהות אפילו מולקולות באטמוספירה של כוכבי לכת שנמצאים מרחק שנות אור מאיתנו.

את אחד הטקסטים החשובים על אסטרוביולוגיה, "Life in Space", חיברו פרופ' עמרי ונדל ופרופ' יוסף גיל מהאוניברסיטה העברית (תמצית של הספר פורסמה לאחרונה בעברית,



לפיזיקה. מאז התקדמה הטכנולוגיה פלאים. טלסקופ החלל ג'יימס ווב של נאס"א, ששוגר ב-2021, כבר מאפשר להבחין בגוונים עדינים של ה"צל" ולחלץ מהם מידע על עולמות רחוקים. כאשר כוכב לכת חולף מול השמש שלו, חלק קטן מאור השמש עובר דרך שכבות האטמוספירה של כוכב הלכת בדרכו לטלסקופ. במהלך המעבר הזה האטמוספירה בולעת חלק מאורכי הגל של האור בהתאם להרכבה הכימית, דבר היוצר חתימה ייחודית שמאפשרת להסיק אילו מולקולות וגזים נמצאים בה. לפני שבוע דיווחו חוקרים ב"Nature Astronomy" כי באמצעות ווב הצליחו לראשונה גם לגלות מאפיינים של פני השטח של כוכב לכת מחוץ למערכת השמש.

בתחילת 2026 שיגרה נאס"א טלסקופ חלל נוסף – פנדורה. טלסקופ זה יצפה בכ-20 כוכבי לכת, שעל פי הממצאים של ג'יימס ווב הם המורעמדים הטובים ביותר להיות בעלי תנאים לקיום חיים. כך ניתן יהיה אולי לזהות עקבות של מים ומולקולות אורגניות באטמוספירה של אחת האקסופלנטות הנבחרות, וכן לדייק תצפיות של ווב לגבי הרכב פני השטח של כוכבי הלכת. "פנדורה מתמקד זמן ממושך בכל כוכב לכת", מסביר ונדל. "זה משהו שאי אפשר לעשות עם ווב, כי זמן הצפייה בו מאוד יקר".

תקווה נוספת למחפשי החיים יספק מכשיר בעל השם הענייני להפליא – טלסקופ גדול במיוחד (Extremely Large Telescope או E.L.T.). זהו הטלסקופ הגדול ביותר שנבנה אי פעם – המראה שלו תהיה בקוטר של קרוב ל-40 מטר, לעומת כ-10 מטר של הטלסקופ הגדול ביותר הפועל היום. הוא אמנם נמצא על כדור הארץ ולא בחלל, אבל בזכות המראה הגדול הוא צפוי להיות בעל יכולת איסוף אור שתעלה על זו של ווב.

"אחוז האור שמסתגל דרך אטמוספירה של כוכב לכת קטן מאוד בהשוואה לכמות האור שמגיעה מהכוכב עצמו", מסביר ונדל. "אם למשל אסטרונום חוצן יבטי עלינו, הוא יראה פי עשרה מיליון יותר אור שנפלט ישירות מהשמש שלנו לעומת מה שעובר דרך האטמוספירה של כדור הארץ. לכן צריך לאסוף הרבה אור כדי להיות רגישים לחלק הקטן הזה". E.L.T., שאותו בונה סוכנות החלל האירופית בעלות של כ-1.6 מיליארד דולר, אמור להתחיל לפעול ב-2029.

אך הפרויקט המסעיר ביותר את החושים בחורצנים הוא טלסקופ החלל ננסי רומן. טלסקופ זה כולל דיסקה, שהיא מכשיר חלל נפרד שירחף במרחק כמה מאות קילומטרים מהטלסקופ עצמו. בתיאום מדויק עם מראת הטלסקופ, הדיסקה תסתיר את הכוכב שלעברו פונה הטלסקופ, כדי

לכת דומה לכדור הארץ, שגם נמצא במרחק דומה מהשמש שהוא מקיף. הבן-דוד הרחוק (1,400 שנות אור) קיבל את השם הרומנטי Kepler-452b. כיום ידועות מעל 6,000 אקסופלנטות, מהן כמה עשרות הדומות לכדור הארץ. משום שהאמצעים לראות מערכות שמש אחרות מוגבלים, התגלו אקסופלנטות רק במרחק של עד כאלף שנות אור מאיתנו. גודל הגלקסיה שלנו, לשם השוואה, הוא מאה אלף שנות אור. כוכבי לכת אינם מפיקים אור בעצמם. משום כך ניתן לזהותם רק אם במסלול תנועתם הם חורפים בדיוק בין הכוכב שלהם ובין כדור הארץ – אז הם מופיעים כנקודת צל זעירה על פני הכוכב. אלא שרק 2% מכוכבי הלכת חולפים כך, ולכן רובם נותרים חבוים מעינינו. זיהוי הנקודה הזעירה הראשונה (ב-1995) זיכה שני אסטרונומים חדיי-עין בפרס נובל

"בתוך עשור או שניים אני מעריך שיימצאו עדויות לקיום חיים כלשהם מחוץ לכדור הארץ", הוא אומר. "כדור הארץ לא מיוחד בשום צורה. הסיכוי שרק פה נוצרו חיים מכל מיליארדי כוכבי הלכת בגלקסיה הוא נמוך, ואם נסתכל על היקום כולו, אז בכלל".

הערכה כזו היתה נחשבת בעבר להימור פרוץ. היום היא הקונסנזוס המדעי בזכות שורה מסחררת של תגליות. עד תחילת שנות האלפיים, עצם קיומם של כוכבי לכת מחוץ למערכת השמש שלנו ("אקסופלנטות") נחשב ליוצא דופן – פשוט כי כמעט לא ראינו כאלה.

גם אחרי שפלנטות חוץ-שמשיות החלו צצות בשמי הלילה, חוקרים טענו שכוכבי לכת קטנים כמו כדור הארץ הם אנומליה נדירה, שכן הכוכבים שהתגלו היו בעיקר כוכבי לכת ענקיים הדומים לזדק. רק ב-2015 נמצא לראשונה כוכב



ליצור מעין ליקוי חמה מלאכותי. כך ניתן יהיה לצפות לראשונה בכוכבי לכת שלא חולפים על פני הכוכב שלהם – אותם 98% חבוים. שיגור הטלסקופ, שעלותו מוערכת ב-4.3 מיליארד דולר, צפוי להתרחש בספטמבר הקרוב.

שלל משימות החלל הללו יאפשרו לגלות באטמוספירה של אקסופלנטות סוגים חדשים של מולקולות או לזהות בוודאות גדולה יותר סוגים שכבר זוהו. כך למשל, לפני כשנה התגלתה בכוכב הלכת K2-18b מולקולה של גופרית שבכדור הארץ מיוצרת רק על ידי מערכות חיות. הדבר הביא חוקרים, וכלי תקשורת נלהבים בעקבותיהם, להכריז כי "נמצאו סימנים לקיום חיים חוצניים". אולם בתוך כמה שבועות ההייפ גווע, שכן התברר שתוצאות התצפית לא היו מובהקות מספיק מבחינה סטטיסטית. "הטלסקופים החדשים יוכלו לעשות את זה טוב יותר", מבטיח ונדל.

מה תהיה תגלית גדולה בעיניך?

"למשל חמצן באטמוספירה של אקסופלנטה, שזה משהו שטרם התגלה. אם יגלו כוכב לכת עם חמצן בכמות גדולה כמו שיש בכדור הארץ, זה משהו שלא נוכל להסביר אותו כלי תהליך כמו פוטוסינתזה. זו תהיה פריצת דרך אדירה".

אבל גם אם נדע שבכוכב לכת כלשהו יש באטמוספירה חמצן ואפילו מים בכמות גדולה – לא נוכל לקפוץ לבדוק. האקסופלנטה הקרובה ביותר אלינו חגה סביב הכוכב פרוקסימה קני טאורי – יותר מארבע שנות אור מאיתנו, שפירושן 70 אלף שנות טיסה עם הטכנולוגיה שיש בידינו כיום. בהצלחה עם לבקש סוכר מהשכנים. הסיכוי הגבוה ביותר ממש להחזיק חייזר, ביד או במבחנה, נמצא בירח אירופה החג סביב צדק. כבר לפני כ-50 שנה התגלה שהירח מכוסה בקרח, ובהמשך נמצא שיש תחתיו אוקיינוס. ההערכה היא שעובי הקרח באירופה הוא 10-30 ק"מ ועומק האוקיינוסים כ-100 ק"מ – כלומר יש בו יותר מים מאשר בכדור הארץ, למרות שגודלו דומה לזה של הירח שלנו. תצפיות של גיימס ווב על אירופה מולקולות אורגניות פשוטות, דבר התומך באפשרות שיש שם חיים.

בשנים האחרונות זוהו סילוני אדים (גייזרים) שמתפרצים מפני הירח דרך הקרח. בזכותם אין צורך לנחות על אירופה ולקדוח בקרח כדי לבחון אם האוקיינוסים מכילים חיים. "הגייזרים יוצרים טבעת של אדי מים סביב אירופה, כך שמספיק לעבור דרכם", אומר ונדל. הגשושית אירופה קלייפר, ששוגרה ב-2024, צפויה להגיע לירח הקרח באפריל 2030 ולדגום שם את המים.

באקט של אופטימיות קוסמית (או של יצירתיות יתר במחלקת השיווק) הצמידו אנשי נאס"א לגשושית לוחית מתכת קטנה, ועליה ייצוגים חזותיים של גלי הקול של המילה "מים" ב-103 שפות, כולל עברית. מי יודע, אולי מיהו שם יצליח לפענח. "אם יימצאו באירופה חיים זו תהיה כנראה התגלית הכי גדולה של המאה ה-21", אומר ונדל. "קשה לדעת אם נגלה משהו, אבל כל חקר של טריטוריה לא מוכרת יכול להביא להפתעות".

ונדל מדגיש שאין לדעת איזו צורה תהיה לחוצנים שיתגלו, אם יתגלו. "אנחנו מחפשים מתחת לפניס", הוא אומר. "אנחנו מחפשים חיים שדומים לאלה בכדור הארץ, כי איננו יודעים איך לחפש דבר אחר. אבל יכולים להיות חיים

פרופ' עמרי ונדל. "אנחנו מחפשים צורות חיים שדומות לנו, אבל יכולים להיות חיים שלא מבוססים על מים אלא על אמוניה למשל. הם יהיו שונים לגמרי ממה שאנחנו מכירים"

ציילום: דוד ברכ

מוחלטת (שזכתה לכינוי "השתיקה הגדולה"). אולי בכל זאת אנחנו לבד? או לבד עם חיידקים (שזה עדיין, בסופו של דבר, ממש לבד). המדען הבולט ביותר שמחזיק בתפיסה שיש חיים תבוניים ביקום, אולי אפילו ממש פה ליד דינו, הוא האסטרופיזיקאי מהרווארד פרופ' אבי לייב. בשיחת וידיאו עם מוסף הארץ מביט לייב בלגלוג מהול בתימהון במאמצים הקדחתניים ועתירי התקציב לאתר חתימות חיים פשוטות ברחבי הגלקסיה.

"בתוך הקהילה האקדמית האסטרונומים מת' מקדים בחיפוש אחר חיידקים", אומר כוכב הרוק והילד הרע של האסטרונומיה. "הסיבה פשוטה. כשכדור הארץ התקרר החיים הראשונים היו חיידקים, או כנראה שחיידקים מאוד נפוצים. אבל כשאתה יוצא לבליינד דייט הפרטנרים הנ' פוצים הם בינוניים. האידיאולוגיה שלי בדייטים היתה לא לחפש מה שנפוץ, אלא לחפש משהו יותר חכמה ממני, כי אני יכול ללמוד ממנה". פעם בעשור מפרסמת ועדה מיוחדת לאסטרונומיה ואסטרופיזיקה של האקדמיה הלאומית למדעים בארה"ב את המלצותיה לכיווני מחקר והשקעה בתחום בעשר השנים הבאות. הדוח האחרון, שפורסם ב-2021, שם דגש על חיפוש חתימות חיים והמליץ להשקיע 11 מיליארד דולר בפייתוח טלסקופ חלל בשם Habitable Exoplanets Observatory, שיועד לחיפוש כוכבי לכת דמויי ארץ.

"הטלסקופ הזה יחפש חתימות כימיות של חיים פרימיטיביים", אומר לייב בחוסר התלהבות מופגן. "מדובר במשהו שמאוד קשה לעשות, ולכן הוא דורש 11 מיליארד דולר. אבל גם אם נראה חמצן או מתאן או גזים שונים שבכדור הארץ נוצרו על ידי חיים, זה עדיין לא יהיה ברור חד-משמעית שמקורם ביצורים חיים, כי אולי הם נוצרו מתהליכים גיאולוגיים. ההמלצה של הוועדה היא להשקיע את כל הכסף בכיוון הזה ולא להשקיע דבר בחיפוש אחר חתימות טכנולוגיות של תרבויות חוצניות, וזה לדעתי לא חכם. צריך להשקיע בשני הכיוונים כי לא יודעים איזה מהם יניב פירות".

אם עד עתה החיפוש אחר חתימות טכנולוגיות גיות זרות נעשה בעיקר על ידי הקשבה לאותות שמגיעים מרחוק, לייב מציע להתמקד בחיפוש אחר עצמים טכנולוגיים זרים במערכת השמש ואפילו בכדור הארץ. "הטענה היא שעצמים כאלה הם נדירים מאוד", הוא אומר, "אבל אם מחפשים דברים אפילו למצוא אותם סביב פרחים. באותו אופן, יכול מאוד להיות שעצמים כאלה מתרכזים באזורים שמתאימים לחיים – כמו האזור של כדור הארץ".

שני עצמים שעשויים לדבריו להיות כאלה הם אומואמואה ו-3I/ATLAS. מדובר בגופים בין-כוכביים – כלומר שהגיעו לכאן מחוץ למערכת השמש. אומואמואה (בהוואית: "שליח ראשון ממרחקים") נצפה ב-2017 והיה הגוף הראשון שאסטרונומים זיהו כי מקורו מחוץ למערכת השמש. המסתורין סביבו גבר לאור התנהגותו החריגה – בין היתר הנתבי שלו לא נקבע לפי כוח המשיכה של השמש, ובשונה משביטים רגילים הוא האיץ דווקא בעת שהתרחק מהשמש ולא כשהתקרב אליה. אנומליות כאלה הובילו את לייב להציע שמדובר בגוף מלאכותי מתרבות חר' צנית – אולי חללית ריגול שבאה לרחרח כאן.

שלא מבוססים על מים אלא על אמוניה למשל, ולא על פחמן אלא צורן. אלה יהיו חיים שונים לגמרי מכל מה שאנחנו מכירים".

זה מגיע אפילו רחוק יותר. כל הכימיה האורגנית על כדור הארץ קשורה לכוח האלקטרומגנטי. אנחנו יצורים חשמליים. אבל ונדל מציין שחיים עשויים אולי להתבסס גם על כוחות טבע אחרים – כוח הכבידה, הכוח הגרעיני החזק או הכוח הגרעיני החלש. "בכדור הארץ לבדו יש מגוון עצום של חיים", אומר החוקר. "אז אפשר לדמיין איזה מגוון יש ביקום".

עם כל הכבוד לזיהוי חתימות של חמצן ומים באטמוספירה מרוחקת, ואפילו למציאת חיידקים או פלנקטון באוקיינוסים של אירופה – ויש כבוד – הדבר שבאמת מעניין אותנו הוא צורות חיים תבוניות. נסו למכור לחברת הפקה תסריט על חיידק שנשכח בכדור הארץ ויוצר חברות עמוקה עם ילד בודד שמנסה לעזור לו לחזור הביתה.

האסטרונום האמריקאי פרופ' פרנק דרייק יום ב-1960 את פרויקט SETI (Search for extraterrestrial intelligence), שמטרתו חיפוש אחר תרבויות טכנולוגיות ביקום, באמצעות ניסיון לזהות אותות רדיו שהגיעו מהן. הוא גם פיתח את "נוסחת דרייק" לחישוב מספר התרבויות התבוניות ביקום.

מדובר במשוואה פשוטה שכופלת מספר רב של גורמים, כמו למשל הסיכוי לקיומם של כוכבי לכת באזור סביב הכוכב שלהם שמאפשר קיום מים נוזליים. במשוואה יש גורם ביולוגי קריטי עלום – הסיכוי שעל כוכב לכת עם תנאים כמו בכדור הארץ יתקיימו חיים. "זה משהו שאנחנו לא יודעים", מודה ונדל. "אולי זה מאוד נדיר ואולי לא. מכאן החשיבות של מציאת חיים, אפילו פשוטים. אם נגלה שחיים התפתחו במקום נוסף, נוכל לקבוע שכדור הארץ לא מאוד מיוחד ונדיר".

גורם עלום אחר בנוסחה הוא הסיכוי להתפתחות חיים תבוניים וטכנולוגיים מחיים פרימיטיביים. "אנחנו יודעים היום שיש הרבה מאוד כוכבי לכת עם תנאים מתאימים, ואיננו מכירים סיבה שלא יתפתחו במקומות כאלה חיים", אומר ונדל. "בכדור הארץ הופיעו חיים פרימיטיביים לפני כארבעה מיליארד שנה – יחסית מהר אחר-רי שנוצרו תנאים מתאימים. מצד שני לאורך רוב תולדות כדור הארץ התקיימו פה רק יצורים חד-תאיים. חיים רב-תאיים מורכבים התפתחו בסך הכל לפני כחצי מיליארד שנים, וטכנולוגיה הופיעה רק לפני מאות שנים בודדות – הרף עין במנוחים אבולוציוניים. לכן ייתכן שזה נדיר".

נחזור ל-SETI. אחרי יותר מ-60 שנות האזנה קשובה, כל מה שהאנושות שמעה הוא דממה





קיימות אינספור עדויות על גופים לא מוזהים שטסים בצורות בלתי מוסברות, אולם הן כולן אנקדוטליות. כך הדבר גם בנוגע ל-161 העדויות ששיחרר הממשל האמריקאי השבוע. "כמו בכל סיפור בלשי, אפשר לפתור את התעלומה באמצעות ראיות באיכות גבוהה", אומר לייב. "העדויות מהפנטגון לא סיפקו מידע מדויק, אבל אם נדע את המרחק מהעצמים האלה, את מהירותם ואת התאוצה שלהם, נוכל לענות על השאלה אם אחד מהם חורג מהיכולות של טכנולוגיות מעשה ידי אדם".

פרויקט גלילאו מנסה להשיג תצפיות מדעיות אמפיריות של תנועה חריגה כזו. עד כה הוקמו לשם כך כמה מצפים ברחבי ארה"ב, שכל אחד מהם מורכב ממערך של שלוש יחידות תצפית, המנטרות "משולש שמים" שגודל צלעותיו 10 ק"מ. אחת מיחידות התצפית אגב הוקמה על ראש אודיטוריום הספירה בלאס וגאס – כמימורנו של בעלי המקום, המיליארדר גיימס דולאן.

מה צפוי לדעתך בשנים הקרובות?

"אם יש לממשלה האמריקאית נתונים יוצאי דופן שנאספו לאורך עשרות שנים – אולי נראה אותם. זו דרך אחת לגלות משהו חדש. דרך שנייה היא טלסקופים שצפויים לגלות עשרות עצמים בין-כוכביים. אם אחד מהם יראה סימנים יוצאי דופן אולי נשלח אליו משימה שתצלם אותו מקרוב, או תנחת עליו ותביא חומרים

הטלסקופים החדשים ורבי העוצמה צפויים לגלות עוד עשרות רבות כאלה. לייב מתכוון לפקוח עליהם עין. מקרה יוצא דופן שלייב חוקר הוא של מטאור שפגע בכדור הארץ ב-2014 ואשר ניתוח של מהירותו רמז שגם הוא אולי הגיע מחוץ למערכת השמש. לפני כשלוש שנים יצא לייב במשלחת לאוקיינוס השקט, לאזור שבו זיהו את הפגיעה.

החוקר וצוותו השתמשו במזחלת שנגררה על קרקעית האוקיינוס ובעזרת מגנט אספו משם גרגירים מתכתיים מותכים. בניתוח שנעשה במעבדה בהרווארד התגלה ש-10% מהגרגירים היו עם הרכב כימי ששונה מזה שנמצא במערכת השמש. "השאלה היא אם זה עצם טבעי, או משהו טכנולוגי", אומר לייב. "אין לנו מידע על זה כי אספנו רק שברים מאוד קטנים, אבל אני מתכנן לעשות מסע נוסף כדי לנסות לאתר חומרים גדולים יותר".

את שלל הפעילויות שלו לאיתור עצמים טכנולוגיים מהחלל מאגד לייב ב"פרויקט גלילאו" שייסד, שממומן על ידי תרומות מגופים כמו קרן טמפלטון (שלפי לייב שמה את החיפוש אחר חתימות טכנולוגיות בראש סדרי העדיפויות שלה) ומתורמים פרטיים. לצד בחינת עצמים בין-כוכביים וחיפוש שרידי התרסקויות באוקיינוסים, הפרויקט גם מנסה לנטר עצמים חוצניים פעילים בשמי כדור הארץ.

לפני כשנה זוהה 3I/ATLAS וגם הוא הפגין מאפיינים חריגים לטענת לייב – בין היתר בהרכבו הכימי ובאופן שבו החזיר אור, שהיו שונים משבטים מוכרים במערכת השמש. "גם אסטרונומים אחרים צופים בעצמים האלה, אבל הם חושבים שאלה רק סלעים", אומר לייב. "אני מתעניין בהם כי אם יש אנומליות אולי זו אינדיקציה למשהו טכנולוגי". לייב יצר סקאלה שמדרגת עצמים בין-כוכביים: 0 פירושו שמדובר בעצם טבעי לחלוטין ו-10 שמדובר בעצם ממקור טכנולוגי מחוץ לכדור הארץ. אומאומאה ואטלס קיבלו שניהם דירוג 4.

אף שהקהילה המדעית נחרה בכוז נוכח הרעיונות הספקולטיביים של לייב, הוא לא ישן בשקט – ולא בגלל המוניטין שלו. "אם יהיה ביקור של טכנולוגיה זרה באזורנו זה יכול לסכן את האנושות", הוא אומר. "לכן הסקאלה הזאת חשובה. שירותי הביון ב-11 בספטמבר או ב-7 באוקטובר התעלמו ממה שהיה כי הוא נראה עם הסתברות נמוכה. אבל אם יש משהו עם הסתברות נמוכה שהתממשות שלו תהיה בעלת השפעה גדולה על החברה, צריך להתייחס אליו ברצינות. לכן גם אם רוב העצמים הבין-כוכביים הם כנראה טבעיים, ההשפעה על האנושות יכולה להיות כל כך גדולה שצריך לבדוק אותם היטב".

עד היום וזהו שלושה עצמים בלבד שבוודאות הגיעו לאזורנו מחוץ למערכת השמש, אבל

מיליארדי שנים. אבל כשאנחנו מביטים בטלסקופים שלנו או מקשיכים לאותות רדיו אנחנו נתקלים בשקט מצמרר, לא רואים דבר. יהיו שיגידו שאנחנו כן רואים, למשל עצמים בלתי מוסברים שמגיעים למערכת השמש ואפילו לכדור הארץ.

"הקונסנווס המדעי הוא שגופים בין-כוכביים שראינו הם חתיכות אבן וקרח. אפשר גם להגיד שכל מיני מקרים של 'תיקים באפלה' הם עדויות לקיום חיים, אבל הן לא משכנעות. אחד הדברים הכי חזקים בכל סיפור העב"מים הוא שמי שא" מורים לראות אותם הם אנשים כמוני, שצופים בטלסקופים, ואנחנו לא רואים כאלה. אם חיזורים היו מגיעים לפה, הם היו קלים לזיהוי. למה שיתחבאו? עבורם אנחנו פחות מעכברים במעבדה. האם אנשים שעובדים במעבדה מסתירים את עצמם מהעכברים?"

לואיס נטול היסוסים בנוגע לבדידתנו הקוסמית. "הייתי מהמר על הבית שלי שאנחנו המין התבוני היחיד", הוא אומר. "בנוגע לחיידקים יש הרבה אי-ודאות, אז פה לא הייתי מהמר על הבית שלי – אשתי היתה הורגת אותי – אבל אני מוכן להמר על המכונת. בלי המכונת אנחנו יכולים לחיות. כמוכן, כשמדברים על חיזורים רוב האנשים לא מתעניינים בחיידקים, אלא בתרבויות תבוניות".

ההשלכות הן מרחיקות לכת. "עלינו להכיר בכך שאנחנו לא חיים בסתם מקום אקראי ביקום", אומר לואיס. "ולא רק זאת, אולי אין עוד אף מין בגלקסיה או אפילו ביקום כולו שיכול להרהר על עצם קיומו ולנסות להבין איך היקום פועל".

קצת מדכא לחשוב שבני אדם זה הדבר הטוב ביותר שהיקום כולו הצליח להפיק. יש מקרים שבהם זה לא בדיוק נראה כך.

"אני מסכים. גם אני בן אדם, עם אותם קשיים, בעיות ודעות קדומות כמו כל אחד אחר. אבל אני מנסה להחזיק את המחשבה שכולנו נמצאים פה יחד, על הסלע האחד הזה, וצריך לנסות לשפר את הדברים. אני יודע שזה לא ממש קורה, אבל אני בכל זאת אופטימי לגבי הדורות הבאים".

באחד הרגעים המתוקים בשיחה לואיס אומר, באלה המילים: "אז העדויות באופן בסיסי מציעות שאנחנו לגמרי...". בדיוק אותו רגע חלפו ברקע במהירות שני ילדים. המשפט נקטע ולואיס התנצל, "סליחה, יש לי ילדים שמ" תרוצצים פה".

ואולי זה העניין. האנושות עסוקה כל כך בבדידותה, מנסה למצוא משהו אחר, משהו יותר משהו מעבר, איוו משמעות נסתרת, שחורגת ממה שנראה לנו פשוט ויומיומי. אבל מציאות חיינו היא לא פשוטה, ובהשוואה למה שקורה בספטי-ליוני כוכבי הלכת – רחוקה שנות אור מלהיות "יומיומית". יש לנו כל מה שצריך כדי לא להיות לבד, במובן עמוק הרבה יותר מה"לא לבד" שחיים חוצניים, מורכבים ככל שיהיו, יוכלו לתת לנו.

"משמעות החיים היא להיות בחיים", כתב המורה הרוחני הפילוסוף אלן ווטס. "זה כל כך מובן מאליו וכל כך ברור וכל כך פשוט. ולמרות זאת, כולם ממחרים כה וכה בכהילות רבה, כאילו הם חייבים להשיג משהו מעבר לעצמם". אולי הגיע הזמן להירגע

"אנחנו לא יודעים אם יש כוכבי לכת שבאמת דומים לכדור הארץ. תיאוריית 'כדור הארץ הנ' דיר' מצביעה על מאפיינים של כדור הארץ שע" שויים להיות יוצאי דופן ביותר, כמו הימצאות של ים ויבשה, ירח גדול שיוצר מחזורי גאות-שפל ועוד מגוון מאפיינים של הארץ ושל מערכת הש" מש שאולי לא משתחררים בכל אותם כוכבי לכת חוץ-שמשיים דומים לכאורה. נקודה קריטית שנייה היא שכאשר לוקחים מספר קטן מאוד מאוד מאוד, גם אם מכפילים אותו במספר גבוה מאוד מאוד, עדיין מתקבל מספר זעום. אם ההסתברות לקיום חיים ובמיוחד חיים תבוניים היא מאוד מאוד נמוכה, זה אולי לא משנה שיש המון כוכבי לכת. זו אחת המסקנות של מאמר שלי ושל פרופ' דייוויד קיפינג מאוניברסיטת קולומביה. צריך להיזהר כשמשחקים את משחק המספרים".

אחת הטענות שמעלים המאמינים בחיים חוציים היא שהחיים על פני כדור הארץ הופיעו מהר מאוד (מי שמתקשה לעמוד ב-20 שנות של טון של נתניהו אולי יתנחם בכך ש"מהר מאוד" במונחים קוסמיים זה כמה מאות מיליוני שנים). קיפינג אומר על כך שמדובר בטעות שכיחה בהבנה סטטיסטית ומציע ניסוי מחשבה מעניין. נניח שניקח מיליון אנשים, הוא אומר, ונגעל כל אחד מהם בתא כלא. לאף כלא אין מושג על היתר ול" כל אסיר ניתנת דקה בלבד לפרוץ את דלת התא לפני שיוצא להורג. ניתן לפרוץ את המנעול, אבל זה לוקח בממוצע 100 שעות של ניסיונות אקראיים. כשהדקה מסתיימת מתברר שאסיר אחד הצליח להימלט. אם נשאל אותו "כמה קשה היה לפרוץ את המנעול?" הוא יענה "זה היה פשוט מאוד, הצלחתי בתוך כמה שניות". הנמשל ברור. החיים אמנם הופיעו במהירות על פני כדור הארץ, אבל יש לשים לב לכך שהם הופיעו רק פעם אחת, ציין המשורר והעיתונאי עודד כרמי. לשם כך כל היצורים החיים בכדור הארץ חולקים את אותו אב קדמון משותף ואת אותה ביולוגיה. אם הופעה ספונטנית של חיים ("אביוגנוזה") היתה עניין נפוץ למדי, היה מקום לשער שהדבר היה מתרחש כמה פעמים לאורך מיליארדי שנות קיום הארץ, ועל פני האדמה היו מתקיימים יצורים מכמה שושלות נפרדות. אותו הדבר נכון לגבי חיים תבוניים-טכנולוגיים.

גיים. מבין מיליארדי המינים של בעלי חיים שהתקיימו על פני כדור הארץ לאורך כל תולדותיו (99% מהם כבר נכחדו) – רק אחד הצליח לפתח טכנולוגיה. לפי החישובים הסטטיסטיים של לואיס וקיפינג, חיים טכנולוגיים הם אכן נדירים להחריד ביקום. "בגלקסיה שביל החלב הופיעו שמשות חמישה מיליארד שנים לפני שהשמש שלנו נולדה", אומר לואיס. "אם בכוכבי הלכת סביב השמשות הללו התפתחו חיים תבוניים, הם היו אמורים ליישב את הגלקסיה לפני

לכדור הארץ שנוכל לבחון. יש פה עתיד מאוד מעניין. ויש גם את הפרויקט שלנו, שאולי ימצא שרידים של איוו חללית שיצאה מכלל שימוש – כזו שצפויה לקרות בשלב כלשהו לוויאג'ר למשל – והתנגשה בכדור הארץ. אם אגלה משהו כזה החיים שלי היו שווים את כל הזמן שהשקעתי בתחום. זה יהיה כמו ביאת המשיח, רק שהמשיח במקרה הזה בא מכוכב אחר, לא מכדור הארץ".

יושבים שנים מחכים שמישהו יבוא. משקיעים מיליארדים. צופים. מאזינים. אבל אולי הוא לא יבוא, לא יטלפן, לא קיים. באופן מפתיע, התפייסה הזאת הפכה לחריגה בנוף האקדמי. אחד ממתי המעט שמחזיקים בה הוא האסטרופיזיקאי פרופ' גריינט לואיס מאוניברסיטת סידני. "אנחנו לא מבינים היטב את האופן שבו החיים התפתחו", הוא אומר בשיחת וידיאו. "יש לנו תקווה שמה שקורה כאן יכול לקרות גם על כוכבי לכת אחרים, אבל אין מאחורי התקווה הזאת שום תיאוריה. יש אפשרות שאנחנו המקום היחיד שבו חיים התפתחו".

ביקום יש שני טריליון גלקסיות, ספטייליון שמשות, ומספר גדול עוד יותר של כוכבי לכת. זה נראה כמעט מובן מאליו שחלק לא מבוטל מכוכבי הלכת יהיה דומה לכדור הארץ ושהחיים יופיעו שוב ושוב ושוב.