

כל העולם כולו ממים העליונים הוא שותה

ראשי פרקים
 א. דעת ר' יהושע נראית רחוקה מידיעותינו בטבע
 ב. איזוטופ ושמו דיטריום
 ג. חצי מכל כוס מים שאתה שותה, בא מן החלל
 ד. פשר דבריו של ר' יהושע
 * * *

א. דעת ר' יהושע נראית רחוקה מידיעותינו בטבע

נחלקו ר' אליעזר ור' יהושע מהיכן הארץ שותה (בבלי תענית ט, ב). ר' אליעזר אומר: "כל העולם כולו ממי אוקינוס הוא שותה, שנאמר 'ואד יעלה מן הארץ והשקה את כל פני האדמה' (בראשית ב, 1). ר' יהושע מקשה עליו: "והלא מימי אוקינוס מלוחין הן?" ור' אליעזר משיב: "מתמתקין בעבים". ר' יהושע עצמו אומר: "כל העולם כולו ממים עליונים הוא שותה, שנאמר 'למטר השמים תשתה מים' (דברים יא, א)". לפי הסוגיה, כוונת ר' יהושע היא למים הנמצאים מעל או מחוץ לכדור הארץ.

לכאורה, ידיעותינו הבסיסיות על מקור הגשמים תומכות בדעת ר' אליעזר. הביטוי התמתקותן של המים בעבים מציין את תהליך התאדות מי האוקינוסים בחום השמש, שבעלייתם לגובה הם מתקררים והופכים לטיפות מים. התאדות זו מותירה אחריה, למטה באוקינוסים, את המלחים, וממילא נראה הדבר כאילו התמתקו המים בעבים.

מאיך גיסא, דעתו של ר' יהושע נראית רחוקה מידיעותינו בתחום הטבע. אדרבה, מדידות של לחות (אדי מים) בגבהים שונים של האטמוספירה הנעשות באלפי מקומות יום-יום באמצעות הפרחת בלונים מטאורולוגיים מאשרות בסימוך לפני כדור הארץ (קרקע ומים) הלחות גבוהה יותר; ואילו בגבהים (10-15 ק"מ) ריכוז הלחות (מולקולות מים) יורד באופן ניכר אף ביחס לגזים אחרים המצויים שם, כגון: חמצן וחנקן. אם כן, מה הם אותם מים עליונים אשר מזינים, לדעת ר' יהושע, את הארץ ואת העננים?

ב. איזוטופ ושמו דיטריום

מתברר, מתוך ניתוח של איזוטופ המימן, דיטריום, שכ- 50% מכל המים שבכדור הארץ מקורם הוא כנראה משביטים שפגעו בכוכב הלכת שלנו בעבר. להבנת עובדה זו עלינו לבאר תחילה מהו איזוטופ (ר' עוד בערך איזוטופים באנציקלופדיה העברית).

לכל אטום במערכת המחזורית יש מספר סידורי שנקבע על פי מספר הפרוטונים שבגרעין (וגם מספר האלקטרונים); וכן יש מספר המסה (המשקל האטומי) שנקבע על פי מספר הפרוטונים והנייטרונים שבגרעין האטום. האיזוטופים הם אטומים בעלי אותו מספר סידורי, אבל בעלי משקלים אטומיים שונים. לאיזוטופים יש בגרעיניהם מספר שווה של פרוטונים ומספר שונה של נייטרונים. לדוגמא: לאטום המימן (H) יש פרוטון אחד בלבד בגרעינו, ומשקלו האטומי הוא אפוא 1. מקביל לו איזוטופ הדיטריום (D), שיש לו בגרעינו פרוטון ונייטרון, ולכן משקלו האטומי הוא כפול - 2.

המים הם תרכובת של 2 אטומים מימן ואטום אחד של חמצן - H₂O. אם יוחלפו 2 האטומים של המימן באטומים של דיטריום, נקבל D₂O - חומר זה נקרא: מים כבדים. יש גם איזוטופ של מימן עם משקל אטומי 3, והוא נקרא טריטיום (T), אולם איזוטופ זה איננו יציב, והוא גם רדיואקטיבי, בניגוד לדיטריום. הטריטיום הינו תוצר של פיצוץ גרעיני, וערכים גבוהים שלו שנמצאו במי הגשם אפשרו לאו"ם מאז שנות ה-60 לעקוב אחרי פיצוצים אטומיים אסורים המתבצעים בחלל האטמוספירה. מעקב זה הביא גם למעקב שוטף אחר איזוטופ הדיטריום במי הגשמים, ובכך לעמוד על מקורם.

ג. חצי מכל כוס מים שאתה שותה, בא מן החלל

פרופ' עקיבא בר-נון העביר סידרת הרצאות בקול-ישראל בשלהי תש"ס, אותן הכתיר בשם: "חצי מכל כוס מים שאתה שותה, בא מן החלל".¹ למסקנה זו הגיע לאחר שהשווה את ריכוזי הדיטריום במים ארציים לאלו שנמצאו במים של כוכבי שביט, העשויים ברובם הגדול מקרח. היחס שבין ריכוזי הדיטריום לריכוז מימן נמצא גבוה יחסית במים ארציים ($D/H \approx 1.5 \cdot 10^{-4}$), בקירוב פי 3 מאשר בשמש. ההסבר שניתן לכך היה באחוז הגבוה (כ- 50%) של מים שנוסף לכדור הארץ על ידי שביט הקרח, אשר להם ריכוז שהוא בקירוב פי 2 מערכו במי כדור הארץ ($D/H \approx 3.3 \cdot 10^{-4}$).

השוואה של שכיחות איזוטופים אחרים של הגזים האצילים ארגון, קריפטון וכספון בשביטים, לערכים המתאימים על כדור הארץ, הובילה גם היא לאותה מסקנה בדיוק: קרוב לחצי ממימי כדור הארץ מקורם מחוץ לפלנטה שלנו. הם הגיעו אלינו קרוב לוודאי בהתנפצות של כוכבי שביט על כדור הארץ.

ומה עם החצי השני? מקורו במים בגושי סלע שיצרו את כדור הארץ, ואשר ריכוזי הדיטריום שם היה נמוך בהרבה, בדומה לריכוזו בשמש. העולה מכך הוא ששכיחותו של הדיטריום נקבעת על פי שקלול של מים מקומיים וכ- 50% של מי שביטים.

ד. פשר דבריו של ר' יהושע

דומה שבעקבות זאת ניתן לפרש את דבריו של רבי יהושע: "כל העולם כולו ממים עליונים הוא שותה" - היינו, 50% מהמים שעל כדור הארץ מקורם במים עליונים, שהגיעו אלינו באמצעות כוכבי השביט. בהמשך הגמרא בתענית (ט, ב) הוקשה על ר' יהושע מהפסוק "ואד יעלה מן הארץ", הפסוק שעליו נסמך ר' אליעזר. ר' יהושע מתרץ זאת באומרו: "אלא מה אני מקיים 'ואד יעלה מן הארץ'? מלמד, שהעננים מתגברים ועולים לרקיע ופותחין פיהן כנוד ומקבלין מי מטר, שנאמר 'זקו מטר לאדו' (איוב לו, כז)". רש"י פירש 'זקו' משורש יציקה - הרקיעים יוצקים מים לתוך העננים.

הכוונה איננה שתופעת יציקת מים זו קורית בכל פעם שיש עננים במרום. על כך יעיד הפסוק הקודם באיוב שם - "הן אל שגיא ולא נדע מספר שָׁנָיו ולא חֶקְרָה", שהמשכו הוא הפסוק שצוטט בגמרא: "כִּי יִגְרַע נְטִיף מִיָּם זֶקוּ מִטֵּר לְאֲדָמָה" - תופעה זו, שבה נוצקו מים לעננים, לא נדע מספר שניה, כיון שהיא אירעה לפני זמן רב ביותר.

אלו הם דברי רבי יהושע: אותם עננים העולים לרקיע (אדים העולים בחום השמש מן האוקינוסים) מעורב בהם כ- 50% מים שנוצקו להם מרקיעים גבוהים יותר.

1 דבריו התפרסמו כמאמר (T, Owen, & Nun-Bar, Volatile Contribution from Icy Sattelites) בספר Origin of the Earth and Moon בהוצאת Univ. of Arizona Press. שנת 2001.