

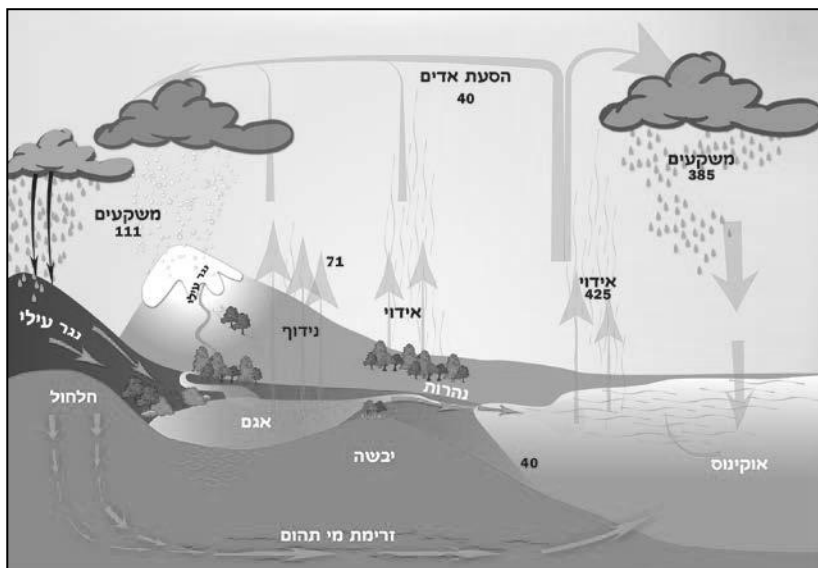
## טַעַר טַנִי - מֵיִם וּנְחָלִים

### "וַיְהִי כַּבְּדִיל, בֵּין מַיִם לְמַיִם" - מַיִם עֲלוּוֹנִים וּמַיִם תַּחְתּוֹנִים

"וַיְהִי רִקִיעַ בְּתוֹךְ הַמַּיִם, וַיְהִי מַבְדִּיל, בֵּין מַיִם לְמַיִם" (בראשית א, ו). "וְאֵד יַעֲלֶה מִן הָאָרֶץ וְהִשְׁקָה אֶת כָּל פְּנֵי הָאֲדָמָה" (בראשית א, ו). "לְמַטַּר הַשָּׁמַיִם תִּשְׁתֶּה מַיִם" (דברים יא, יא).

קריאת פסוקים אלה במקרא מעלה את השאלה: האם יש הבדלה בין "מים למים"? האם יש תכונות אחרות למים העולים מן הארץ למים הבאים מן השמים?

מחזור המים המוכר בטבע מודגם באיור 2.1 בליווי הכמויות המחושבות של נפחי המשקעים והאידיוי על הארץ ועל הימים. הסתכלות זו על המחזור היא פשטנית שכן אנו מתייחסים אל המערכת כמערכת סגורה שמים לא עוזבים אותה ואליה לא נכנסים מים ממקורות אחרים.



איור 2.1: מאזן המים בטבע. המספרים הם ביחידות של אלפי ק"מ מעוקבים לשנה. (עישוב: תמי יהושע)

אולם עיון במדעי כדור הארץ מגלה לנו תמונה מורכבת יותר של מחזור המים, שבה אפשר לראות כי אפשר להתייחס בקנה מידה גדול אל מערכת המים כמערכת פתוחה (איור 2.2).

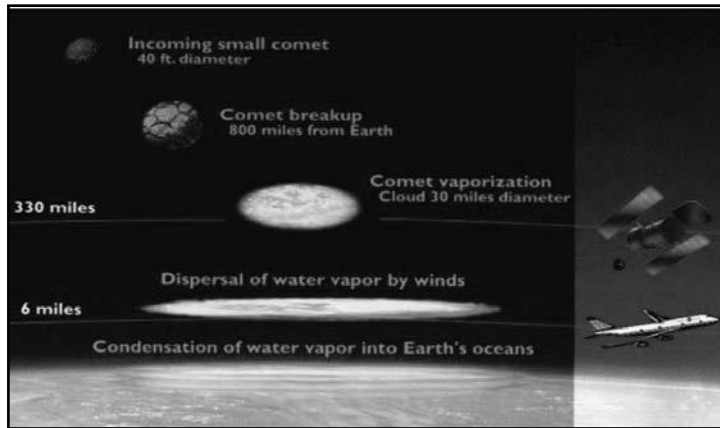


איור 2.2: האזור מראה את מחזור המים בטבע כמערכת פתוחה המקבלת מים ממי שביטים וממים יובנליים ומפסידה מים לעומק הכדור באזורי הפחתה (על אובדן מים לחלל אין לנו מידע).  
(עיצוב: תמי יהושע)

מים היובנליים הגם מים "בראשיתיים" שמצטרפים למחזור בזמן של פעילויות וולקניות, במהלכה מגיעים לפני הכדור בנוסף לחומר הוולקני גם מולקולות מים, כך לפני הכדור "הרוויחו" מים. הכרת הדינמיקה של כדור הארץ מלמדת, כי כמו שחומר עולה אל פני הכדור בזמן התפרצות וולקנית יש חומר שיורד מפני הכדור אל עומק המגמה באזורי הפחתה שבין פלטות. קרום כדור הארץ בנוי מפלטות הנעות אחת ביחס לשנייה. יש מקומות שבהם פלטות אלה מתנגשות ויש מקומות שבהן הן מתרחקות או לעתים מחליקות זו כנגד זו (להרחבה ראו פלכסר, 1992; שובאל, 2006). כך מים הנמצאים בסלע העובר הפחתה חסרים במחזור המים. כמות המים "הנשאבת" אל פנים הכדור באזורי הפחתה, על סמך חישובים מקורבים, גדולה פי 7-20 מכמות המים העולה מעומק הכדור באזורים וולקניים. לכן מאזני מים בכדור הארץ בגישה של מערכת סגורה הם בעייתיים.

נשאלת כמובן השאלה כיצד ייתכן כי מחזור המים נשמר אף על-פי שהמים האובדים באזורי הפחתה רבים מהמים הנתרמים בזמן פעילות וולקנית. שמירה על המאזן מחייבת תרומה נוספת שלא הייתה ידועה למדע עד לפני שנות דור. כיום ידוע, כי גם "השמים הגבוהים" יכולים לתרום מים "חדשים" למחזור המים. גם עריכת מאזן מלח באוקיינוסים מגלה, כי חייבת להיות איזו "פרצה" במערכת מאזן המים. מאזן המלח באוקיינוס נשאר יציב אף שכמות רבה של מים (איור 2.1) מתאדה ממנו והמלח נשאר. עם כל זאת מליחות מי הים, על פני ציר זמן של עשרות ומאות שנים, היא קבועה פחות או יותר (בקירוב 3.3% עד 3.7%). מאזן מלח זה מחייב כי המים "העוזבים" את מחזור המים נושאים אתם הרבה יותר מלח מאשר המים המצטרפים מעומק הכדור ו/או משביטים למחזור המים.

השביטים (יאיר, 2000) הם אלה המכונים בלשון העם "כוכב נופל" – חלקיק הנופל מהחלל החיצון אל כדור הארץ. השביטים הם שרידים של כוכבי שביט שעשויים ברובם ממים קפואים, ולאחר כניסתם לאטמוספירה המים הקפואים נמסים ונופלים כטיפות גשם (איור 2.3).



איור 2.3: שביט הנכנס לאטמוספירה בקוטר של כ-13 מטר מתפרק בגובה של כ-1250 ק"מ. בגובה של כ-550 ק"מ אדי השביט יצרו ענן בקוטר של כ-50 ק"מ. (Frank, 1999)

### מקורות המים - בדברי חז"ל

ר' אליעזר אומר: כל העולם כולו ממימי אוקיינוס הוא שותה שנאמר "ואד יעלה מן הארץ והשקה את כל פני האדמה".

אמר לו רבי יהושע: והלא מימי אוקיינוס מלוחין הן.

אמר לו: ממתקין בעבים.

ר' יהושע אומר: כל העולם כולו ממים העליונים הוא שותה שנאמר "למטר השמים תשתה מים" (תענית ט, ב).

אנו קוראים על מחלוקת בהבנת מחזור המים. ר' אליעזר "מחזיק" בהבנת מחזור המים המוכר של אידוי מן הימים ומן המשקעים היורדים מהעבים ואילו ר' יהושע רואה מקור נוסף והוא ממים עליונים. את ההבנה כי מחזור המים בטבע אינו מערכת סגורה, אלא יש לו קשר לשמים העליונים מצד אחד ולעומק הכדור מצד שני, אפשר לקרוא במדרש המובא בפרקי דרבי אליעזר (פרק ה):

המדרש: העבים משמיעין את קול צינורותיהן לימים,

והימים משמיעין את קול צינורותיהן לתהומות

ותהום קורא אל תהום להעלות מים וליתן לעבים...

והעבים שואבין מים מן התהומות...

ובמקום שיפקוד להם הקב"ה להעלות ולהמטיר, שם מגשימים.

מיד הארץ מתעברת וצמחה כאשה אלמנה שהיא מעוברת מזנות,

אבל כשירצה הקב"ה לברך צמחה של ארץ וליתן צידן של בריות, פותח אוצרות הטוב שבשמים וממטיר על הארץ שהן מים זכרים,

ומיד הארץ מתעברת ככלה שהיא מתעברת מבעלה הראשון, וצמחה זרע של ברכה,

**שנאמר: "יפתח ה' לך את אוצרו הטוב את השמים", וכתוב: "כי יבעל גחור בתולה  
יבעלון בנין". וכתוב: "כי כאשר ירד הגשם והשלג מן השמים" וגו'.**

המדרש מציג שני ערוצים להבנת צמיחת הזרעים: הערוץ "הארצי-גשמי" והערוץ  
"השמימי-רוחני". האם יש לצמח הבדל בין ערוצים אלה? בדומה אפשר לשאול, האם יש  
הבדל בין מי מחזור המים לבין מים "מהשמים" או מים יובנליים? האם אפשר למצוא  
"סימון" כלשהו למקור המים? אלה כיווני המחקר העתידי.

### **מקורות**

יאיר, י' (2000). עד ההתנגשות הבאה... על שביטים, על מטאורים ועל התנגשויות  
במערכת השמש. **אאוריקה**, 10, 10-15.

פלכסר, ע' (1992). **גיאולוגיה: יסודות ותהליכים** (מהדורה שנייה). ירושלים: אקדמון.  
שובאל, ש' (2006). **צפונות כדור הארץ**. רעננה: האוניברסיטה הפתוחה.

Frank, L. A. (1999). *Small comets and our origins: The ecstasy and agony of the  
scientific debate*. Paper presented at the Sixteenth Annual  
Presidential Llecture, The University of Iowa, Iowa City. Retrived  
from <http://smallcomets.physics.uiowa.edu/lecture/>