

"כל העולם כולו פמיני אוקיינוס הוא שותה"

(תענית ט, ב)

מחזור המים - בדברי חז"ל

כָּל-הַנְּחָלִים הַלְכִים אֶל-הַיָּם, וְהַיָּם אֵינָנוּ מְלֵא; אֶל-מְקוֹם, שֶׁהַנְּחָלִים הַלְכִים-שָׁם הֵם שְׂבִים, לְלֶכֶת (קהלת א 7).

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

אמר לו רבי יהושע: והלא פמיני אוקיינוס פלוחין הן.
אמר לו: פפתקין בעבים.

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

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

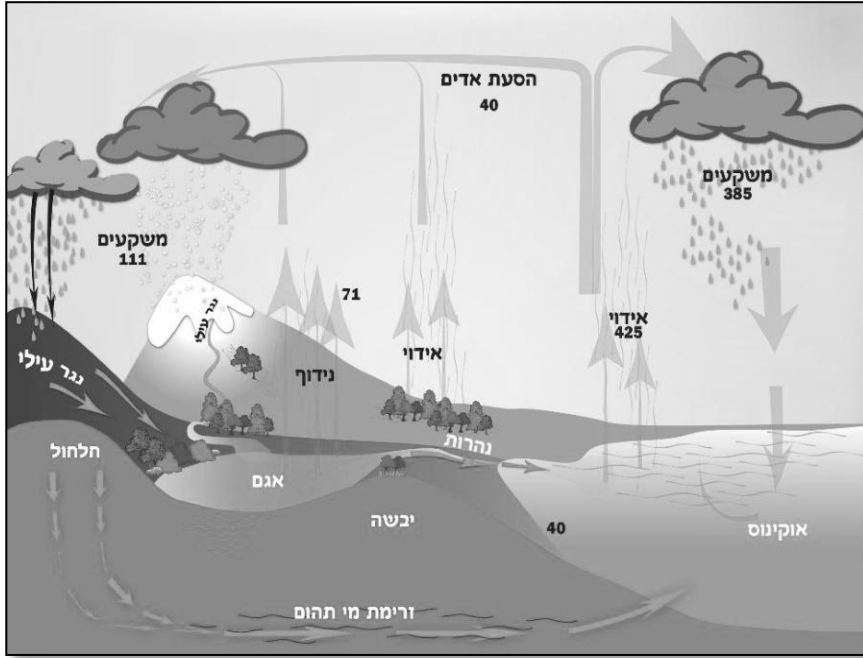
המדרש: העבים פשטיעין את קול צינורותיהן לימים, והימים פשטיעין את קול צינורותיהן לתהומות, ותהום קורא אל תהום להעלות מים וליתן לעבים [...] והעבים שואבין מים מן התהומות [...] ובמקום שיפקוד להם הקב"ה להעלות ולהפטיר, שם פגשימים. מיד הארץ פתעברת וצפחה כאשה אלפנה שהיא מעוברת מזנות, אבל כשירצה הקב"ה לברך צפחה של ארץ וליתן צידן של בריות, פותח אוצרות הטוב שבשמים ופפטיר על הארץ שהן מים זכרים, ומיד הארץ פתעברת ככלה שהיא פתעברת פבעלה הראשון, וצפחה זרע של ברכה, שנאמר: "ויפתח ה' לך את אוצרו הטוב את השמים" (דברים כח 12), וכתוב: "כי יבצל בְּחֹזֶר גְּתוּלָהּ וּבְעֵלוֹף גְּנֻף" (ישעיהו סב 5), וכתוב: "כי פֶּאֶשֶׁר יִרְדַּ הַגְּשֵׁם וְהַשֶּׁלֶג מִן הַשָּׁמַיִם" (ישעיהו נה 1).

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

חשוב לציין כי שני בעלי הפלוגתא רבי יהושע ורבי אליעזר הם תנאים שחיו בארץ ישראל שבה הקשר בין גשם לאספקת מים הוא ברור, מה שלא ברור בסובב הבבלי.

הצגת מחזור המים

מחזור המים בטבע המוכר מודגם באיור 1 בליווי הכמויות המחושבות של נפחי המשקעים והאידיוי על הארץ ועל הימים. הסתכלות זו על המחזור היא פשטנית, שכן אנו רואים מערכת סגורה שלא עוזבים אותה מים ולא נכנסים אליה מים ממקורות אחרים.



איור 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 3). מים היובנליים הם מים "בראשיתיים" שמצטרפים למחזור בזמן של פעילויות וולקניות, במהלכה מגיעים לפני הכדור נוסף על החומר הוולקני גם מולקולות מים, כך שפני הכדור "הרוויחו" מים. הכרת הדינמיקה של כדור הארץ מלמדת כי כמו שחומר עולה אל פני הכדור בזמן התפרצות וולקנית, יש חומר שיוורד מפני הכדור אל עומק המגמה באזורי הפחתה שבין פלטות (קרום כדור הארץ בנוי מפלטות הנעות אחת כלפי השנייה). יש מקומות שבהם פלטות אלה מתנגשות ויש מקומות שבהם הן מתרחקות או לעיתים מחליקות זו כנגד זו (להרחבה ראו פלכסר, 1993; שובל, 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 שמחזור המים נשמר למרות סגירה זו של המחזור בין

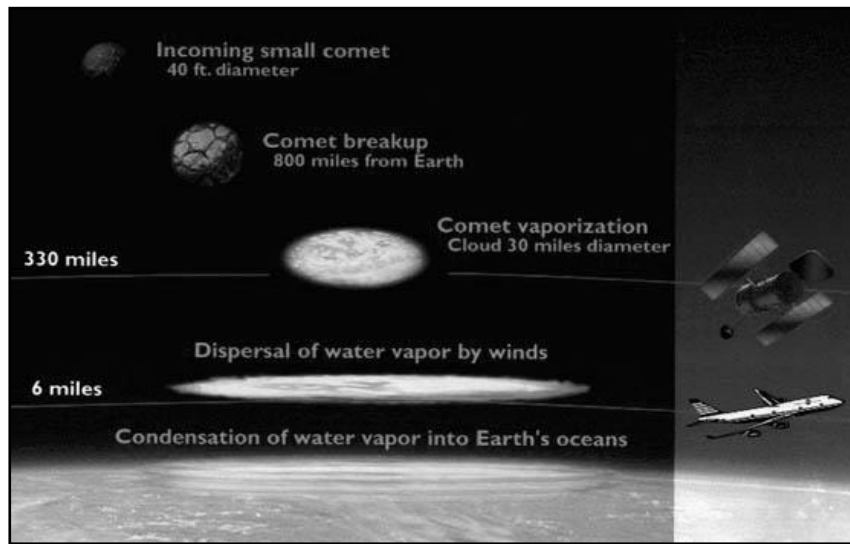
"נשאו נהרות קולם": סוגיות בהידרולוגיה תלמודית

המים האובדים לעומק המגמה והמים הנתרמים מהמגמה? שמירה על המאזן מחייבת תרומה נוספת שלא הייתה ידועה למדע עד לפני שנות דור. כיום ידוע כי גם "השמיים הגבוהים" יכולים לתרום מים "חדשים" למחזור המים. גם עריכת מאזן מלח באוקיינוסים מגלה כי חייבת להיות איזה "פרצה" במערכת מאזן המים. נושא המלח מופיע גם בדברי חז"ל, פרקי דרבי אליעזר פרק ט:

כל הנהרות כשם שהם עהלכין על הארץ הם טובים וברוכים ופתוקים, ויש פהן הנייה לעולם, נכסו לים הם פאורים ופרורים ואין פהם הניה לעולם.

מאזן המלח באוקיינוס נשאר יציב אף שכמות רבה של מים (איור 1) מתאדה ממנו והמלח נשאר. עם כל זאת, מליחות מי הים על פני ציר זמן של עשרות ומאות מיליוני שנים, היא קבועה פחות או יותר (בסביבות 3.3% עד 3.7%). מאזן מלח זה מחייב כי המים "העוזבים" את מחזור המים נושאים איתם הרבה יותר מלח מאשר המים המצטרפים מעומק הכדור או משביטים למחזור המים.

השביטים (Comet) (יאיר, 2000) הם אלה המכונים בלשון העם "כוכב נופל" – חלקיק הנופל מהחלל החיצון אל כדור הארץ. השביטים הם שרידים של כוכבי שביט שעשוים ברובם ממים קפואים, ולאחר כניסתם לאטמוספירה המים הקפואים נמסים ונופלים כטיפות גשם (איור 2).



איור 2: שביט הנכנס לאטמוספירה

שביט בקוטר של כ-13 מטר מתפרק בגובה של כ-1300 ק"מ, בגובה של כ-550 ק"מ אדי השביט יצרו ענן בקוטר של כ-50 ק"מ (Frank, 1999)

מיכה קליין



איור 3: מחזור המים בטבע כמערכת פתוחה המקבלת מים ממי שביטים וממים יובנליים ומפסידה מים לעומק הכדור באזורי הפחתה

(על אובדן מים לחלל אין לנו מידע)
(עישוב: תמי יהושע)

רש"י רואה בשביטים "כוכב היורה כחץ ברקים ממקום למקום וארך כשבט שהוא יורה ונראה כמי שפותח רקיע", ר"ל מטאורים. ובדומה לזה פירש "הערוך": "הכוכב הנראה בשמים מנתר ממקום למקום כאדם השובט בשבט ומורידו על התינוק שמתרה בו, לפיכך נקרא שביט..." (זלקינד, תרצ"ט, פרק ח). גם אביעזר (1993, עמ' 143) מזכיר בספרו את תרומת השביטים למאזן המים בכדור הארץ.

מקורות

- אביעזר, נ' (1993). **בראשית ברא: בריאת העולם על-פי התורה והמדע**. רמת-גן: חדקל.
זלקינד, י"מ (תרצ"ט). **המשנה והתוספתא: מסכת ברכות**. חיפה: אלמנת המחבר.
יאר, י' (2000). עד להתנגשות 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 Lecture, The University of Iowa, Iowa City. Retrieved from <http://smallcomets.physics.uiowa.edu/lecture/>