

הארץ

חוקרים גילו שיטת מזידה מתוחכמת של העולם הקדום

ארכאולוגים ומתמטיקאים גילו איך סוחרים מלפני 3,500 שנה מדדו נפחים. בניגוד לשיטה המודרנית, הם התבססו על צורת כדור. התגלית גם שופכת אור על מעצמות העבר

- [אסף שטול-טראורינג](#)
- 06.07.2012
- 05:05

שיתוף פעולה מתמשך בין ארכאולוגים ומתמטיקאים באוניברסיטת תל אביב חשף שיטת מזידה מתוחכמת שבה השתמשו במשך מאות שנים סוחרים מצרים ופיניקים, החל מלפני 3,500 שנה. החוקרים טוענים כי השיטה - אותה חשפו באמצעות בדיקות שערכו בעשרות כלי חרס שהתגלו בישראל, קפריסין ואתרים אחרים בלבנט - ייחודית בהיסטוריה ושונה באופן משמעותי מהשיטה המטרית המשמשת אותנו כיום.



כשאנו מעוניינים למדוד נפח של גוף, אנו משתמשים בשתי יחידות מזידה שונות הקשורות זו בזו בקשר מובנה - המטר

והליטר. הקשר הזה מבוסס על הצורה הבסיסית של קובייה. לכן, כאשר מחשבים נפח קובייה, שאורך כל אחת מדפנותיה הוא עשרה סנטימטרים, הנפח שיתקבל הוא ליטר אחד, וכך אין צורך בחישובים מסובכים. קשר מובנה זה בין יחידות המזידה מאפשר חישובים במספרים עגולים.

כאשר חוקרים מודרניים בוחנים כלי חרס כדוריים, ששימשו למסחר בשמן, ביין ובמוצרים נוזליים אחרים, עולה השאלה כיצד סוחרים אמדו את כמויות הנוזלים בכלים אלה. עד כה, הניחו החוקרים שבהתחשב בצורה הכדורית של כלי החרס, האומדן לא היה יכול להיות מבוסס על שיטת מזידה מוסדרת כמו השיטה המטרית, אלא על מראית עין בלבד.

"הארכאולוגים המודרניים סברו כי סוחרים העת העתיקה יכלו רק להעריך בעין את תכולת הכלים העגולים מבלי לרוקן אותם", אומר פרופ' יצחק בננסון, מתמטיקאי שהוביל את המחקר יחד עם המתמטיקאית ילנה זפסקי והארכאולוגים פרופ' ישראל פינקשלייין וד"ר יובל גדות.

אולם מתברר שהסוחרים היו מתוחכמים יותר, וגם להם היו שיטות סדורות לאומדן נפחי הכלים. "המחקר שלנו מראה שבמאות ה-14 עד 10 לפני הספירה, המצרים והפיניקים השתמשו בשיטות פשוטות למדידת

הנפח של הכלים הכדוריים, תוך התבססות על יחידות אורך", אומר בנסון, העומד בראש החוג לגיאוגרפיה וסביבת האדם באוניברסיטת תל אביב .

בדומה לשיטה המטרית, התברר שגם בשיטה בה השתמשו סוחרים בתקופת מצרים החדשה וסוחרים פיניקים בתקופות מאוחרות יותר, היה קשר מובנה בין יחידות האורך והנפח. אבל במקום להתבסס על צורת הקובייה, החוקרים גילו להפתעתם ששיטת המדידה הסתמכה על צורת הכדור כבסיס למדידה .

התגלית נחשפה על ידי אנליזה ממוחשבת של מאות כלי חרס שנמצאו באתר החפירה של פרופ' פינקלשטיין במגידו ובאתרים אחרים באזור הלבנט ומצרים. הממצאים פורסמו בכתב העת PLoS ONE.

ארכיאולוגים יודעים לומר כי יחידת הנפח ששימשה את המצרים בתקופה הזו היתה הקאט (hekat), השווה ערך לכ-4.8 ליטר. ואחת מיחידות האורך המקובלת היתה האמה המלכותית (royal cubit) שאורכה כ-52 סנטימטר. כאשר החוקרת ילנה זפסקי החלה למדוד את ממדי כלי החרס ביחידות המצריות במקום היחידות של השיטה המטרית, נחשף לפתע קשר מובנה בין ההקאט לאמה: לכלי חרס כדוריים שהיקפם היה אמה מלכותית אחת, היה נפח של חצי הקאט .

הקשר שהתגלה בין שתי יחידות המדידה מרשים יותר מכפי שהוא נראה במבט ראשון של אדם המורגל בשיטה המטרית: כפי שהיחידות המטריות מתחלקות בעשר ובמאה, בשיטה המצרית היחידות מתחלקות בשתיים. אם כן, כפי שסנטימטר או מילימטר נחשבים מספרים עגולים, ולא שברים אקראיים, גם חצי הקאט נחשב על ידי המצרים מספר עגול. לכן, החוקרים טוענים שהקשר שהתגלה בין יחידת האמה לבין ההקאט הוא קשר מובנה, שאיפשר מדידת נוזלים בכלי החרס העגולים .

"ככל שידוע לנו, זאת הפעם הראשונה בהיסטוריה שבה שיטת מדידה כזאת מופיעה", אמר בנסון. "כולם הניחו שאם תהיה שיטת מדידה של נפחים בעת העתיקה, היא תהיה מבוססת על הקובייה, כמו בשיטה שלנו. לכן אף אחד לא חשב על זה". אמנם השיטה המצרית כוללת שיטת מדידה המבוססת על הקובייה, אבל זו מוגבלת למדידת נפח אדמה בחפירות. מעבר לכך - בנמלים ובשווקים, בהם הסוחרים השתמשו בכלים מעוגלים - השיטה המקובלת למדידת הנפח היתה מבוססת על צורת הכדור. עם זאת, הקשר בין יחידות האורך ליחידות הנפח המצריות לא היה מבוסס על נוסחה כזו או אחרת; למצרים לא היתה היכולת המתמטית הזאת. שתי היחידות פותחו ביחד, ביחס זה לזה, כך שבגדלים מסוימים הם קיימו קשר מובנה של מספרים עגולים .

החוקרים רצו לוודא שהקשר שהתגלה בין יחידת האמה המלכותית ליחידת ההקאט אינו קשר מקרי, וייתכן שהגדירו אותו על ידי צרכים מסחריים או פיזיולוגיים. כך למשל, גודלי כלי החרס, ששימשו בין היתר גם לשתיית בירה, עשויים היו להיקבע על ידי יכולת הקיבולת של השותים. אך כשהחוקרים השוו את כלי החרס המצרים והפיניקים לכלים ממוצא אשורי, לא התגלו קשרים דומים בין יחידות המדידה .

הארכיאולוגים מציינים שהם התרשמו מהעובדה שהשיטה המצרית אומצה על ידי סוחרים פיניקים גם לאחר נפילת הממלכה החדשה של מצרים, שהיתה הגורם הדומיננטי באזור, עד שהתמוטטה בשלהי המאה ה-12 לפנה"ס. "מצאנו שכלי ה'טורפדו' - קנקנים גבוהים וצרים שהועמסו על ספינות הפיניקים במאה ה-8 לפנה"ס, הכילו נוזלים אותם ניתן היה למדוד במספר שלם של הקאטים", אמר ד"ר יובל גדות. "כשהאשורים כבשו את האזור הם הביאו שיטות מדידה משלהם, והשיטה המצרית נעלמה בהדרגה ."

"אנו מתעניינים בסטנדרטיזציה בעולם העתיק", הסביר פרופ' פינקלשטיין. "שיטות מדידה סטנדרטיות מייצגות מערכות ביורוקרטיות, ומשקפות השפעות פוליטיות ותרבותיות. השימוש בשיטה המצרית מראה על עוצמתה של מצרים באזור לאורך תקופת זמן ."