

הנושא: ארכימדס, כנסיות בירושלים, ממשלת יוון, והאספנים

הוכן ע"י: אבינעם מן.

תקציר: המאמר סוקר את פועלו של ארכימדס בתחומי המדע השונים בעקבות מכירתו של ספר עתיק בו הופיע כתב יד המתאר חלקים מתרומתו המדעית. הספר הוא ספר תפילות. לצורך הכתיבה השתמשו, שימוש חוזר בקלף מיוחד. הטקסט הקודם שמצוי על גבי דפי הספר תואם את כתביו של ארכימדס ובחלקם כאלה שלא מוכרים ממקור אחר.

מילות מפתח: היסטוריה של המתמטיקה, ספר עתיק, ארכימדס, שיטת ארכימדס, ארטוסתנס, קלף, הנדסה, גיאומטריה, הנדסת המרחב, גיאומטריה המרחב, גוף, גופים, כדור, חתך, גליל, נפח.

החומר פורסם במסגרת: על"ה 24, אדר תשנ"ט, מרץ 1993, עמודים 20-22.

החומר מכיל בנוסף לעמוד הפתיחה: 3 עמודים.



ארכימדס, פנסיות בירושלים, ממשלת יוון, והאספנים

אבינעם מן

האוניברסיטה העברית בירושלים

עד כאן על אודות המוכר והקונה, אך מהו הספר? בצורתו הנוכחית זהו כתב יד בן 174 עמודים על קלף, כנראה מהמאה השלוש-עשרה, של ספר תפילות מכיוון שקלף הוא חומר יקר, לקח הכותב ספר קודם, שנראה לו לא מעניין, מחק את הכתוב בו, והשתמש בקלף שימוש חוזר אולם כפי שקורה לעתים קרובות בפלימפסקט (זה הכינוי לקלף שנעשה בו שימוש חוזר כזה), אפשר להבחין, במאמץ, בטקסט הקודם מתחת לקיים טקסט קודם זה הוא המעניק לספר הנדון את עניינו וערכו הרב מדובר בכתב יד מהמאה העשירית, המכיל רבים מכתבי ארכימדס, ביניהם אחד (יעל גופים צפים) שטקסט יווני מקורי שלו לא היה ידוע קודם אך העניין הרב ביותר הוא בחיבור שלא היה ידוע כלל עד שנתגלה הפלימפסקט בראשית המאה שלנו חיבור זה הוא מכתב של ארכימדס לארטוסטנס (הספרן של ספריית אלכסנדריה המהוללת ומדען נודע בזכות עצמו) ובו ארכימדס מסביר את שיטת העבודה שלו, וכיצד גילה את רוב תגליותיו המתמטיות הגדולות

ארכימדס (212-287 לפנה"ס) חי רוב ימיו בעיר סירקוז שבסיציליה שנת מותו ידועה לנו בדיוק, כי נהרג בעת כיבוש סירקוז על-ידי הרומאים במלחמה הפונית השנייה, ומלחמות, שלא כחיי מדענים גדולים, זוכות לתיעוד מדויק יש מסורת שלפיה הוא מת בגיל שבעים וחמש, ומכאן שנת לידתו ההיסטוריון הרומאי ליוויוס כותב שנהרג בידי חייל אשר קצף על בקשתו של ארכימדס שלא יטשטש את סרטוטי המעגלים שלו בחול

כמורים למתמטיקה נתקלנו כולנו, לצערנו, באותם תלמידים אשר דומה ששאיפתם העיקרית בחיים היא להגיע ליום שבו יוכלו לזרוק את ספרי המתמטיקה מהם והלאה, אולי אפילו להעלותם באש לתלמידים אלה יכולים אנו לומר היום שלא ימהרו, לפני זמן לא רב נמכר ספר מתמטיקה ישן במכירה פומבית בניו יורק בשני מיליון דולר

מי האיש המוכן להוציא סכום כזה על פריט כה מוזרי זהותו נשמרת בסוד, כל מה שנמסר הוא שהוא, או היא, אמריקאי, ושאינו ביל גייטס וכפי שאמר הבלש הפרטי בסרט פופולרי בשעתו, כאשר נתבקש למצוא צעירה שהדבר היחיד הידוע עליה הוא ששמה איננו אדולף, 'זה עוזר'. זהותו של המוכר הייתה אף היא חסויה בתחילה, אך עתה נודע שהוא רופא פריזאי שירש את הספר מסבו המכירה התקיימה לאחר שדחו את בקשת הפטריארכיה היוונית אורתודוקסית בירושלים לבטלה, בטענה שהספר יקר המציאות הוא רכוש הפטריארכיה ונגב ממנה בשעתו בית המשפט בניו יורק קבע שהספר נמצא בידי המוכר כדן, לפי חוק צרפתי, שמקורו כנראה עוד בימי הקיסר הביזנטי יוסטיניאנוס, האומר, שפריט הנמצא ברשותו של פלוני במשך שלושים שנה ללא ערעור, הוא רכושו החוקי של אותו פלוני.

מקובל לחשוב כי ארכימדס למד בצעירותו באלכסנדריה שבמצרים, מרכז המדע בתקופתו. בכתבות עיתונאיות לרגל המכירה הפומבית תואר ארכימדס כאסטרונום, פיזיקאי ומהנדס, אך כמעט שלא הוזכר כמתמטיקאי אינני יודע בזכות מה הוא נחשב לאסטרונום בכתביו מוזכרת רק תצפית אסטרונומית אחת שביצע, ניסיון למדוד את הקוטר הנראה של השמש (הוא מזכיר את אביו, פידיאס, כאסטרונום ידוע) שמו כמהנדס נובע ממשאבת המים שהמציא, הידועה כבורג ארכימדס, ומהמכשירים שבאמצעותם התגוננה סירקוז מפני הרומאים חודשים רבים המנופים שטלטלו באוויר את ספינות הרומאים שהתקרבו לחומה, ובליסטראות מכוונות היטב ששברו את התרנים והמשוטים של הספינות המרוחקות יותר לפי מקור מאוחר ולא אמין במיוחד, אף בנה-ארכימדס מראות ענק שריכוזו את קרני השמש על ספינות הרומאים והעלו אותן באש

אולם, מספר לנו פלוטרכ, ארכימדס ראה במכשירים אלה רק 'צעצועים', ואילו את מחקריו התיאורטיים במתמטיקה ופיזיקה ראה כפסגת עבודתו כפיזיקאי ידוע ארכימדס הודות לחישובי מרכז הכובד ושיווי המשקל שלו, וכמייסד ההידרוסטטיקה אחד מחוקי ההידרוסטטיקה נתגלה על ידו בזמן שערך, כהרגלו, ניסויים תוך כדי רחצה באמבטיה, ומרוב התלהבות קפץ ארכימדס מהאמבטיה ורץ עירום ברחובות העיר כשהוא צועק. 'אאוריקה אאוריקה' ('גיליתי, גיליתי') אשר למתמטיקה, מתברר משיטת ארכימדס (כך נקרא בדרך כלל המכתב לארטוסתנס), שארכימדס גילה רבים ממשפטי המתמטיים החשובים בצעירותו באלכסנדריה ביישמו 'שיטה מכנית', המסתמכת על חישובי שיווי משקל, ושהיום אנו רואים בה את הצעד הראשון בפיתוח החשבון האינטגרלי אף כי היסטוריה אלטרנטיבית אינה בנמצא, איני יכול להתאפק מלהעיר כי אילו לא נעלם חיבור זה מעיני המלומדים במשך כאלף שנה, הייתה ההיסטוריה של המתמטיקה נראית אחרת שיטתו המכנית של ארכימדס מתבססת על ראיית הכדור, לדוגמה, כאוסף של חתכים מישוריים בניסוי מחשבתי ארכימדס 'מאזן' כל חתך כזה (עגול) מול חתכים של גופים אחרים, ומגיע למסקנה כי נפח הכדור הוא ההפרש בין הגליל החוסם את הכדור לבין נפח החרוט החסום באותו

גליל המתמטיקאים של המאות השש-עשרה והשבע-עשרה לא היססו להשתמש בשיקולים מעין אלה, עוד לפני שבוסס המושג 'גבול', אך ארכימדס עמד היטב על-חוסר הדיוק בדרך זו, והתייחס אליה כדרך לנחש את התוצאה הנכונה, אך לא כשיטת הוכחה מדויקת בספרו הראשון 'על חישוב שטח הפרבולה', הוא נותן שתי הוכחות למשפט הבא שטח מקטע פרבולי הוא בשליש יותר משטח משולש עם אותו בסיס וקדקוד ההוכחה הראשונה עדיין שומרת על האופי המכני, אף כי בצורה מתמטית מדויקת, בעוד שהשנייה שונה לגמרי ואין בה שום אלמנט פיזיקלי בספריו האחרים, כגון חישובו הידוע של נפח הכדור ושטח פניו, אין כבר כל התייחסות לשיטה המכנית אך ב'שיטה' מסביר ארכימדס כיצד באמצעותה גילה לראשונה מהו נפח הכדור. תגלית זו כה נחשבה בעיניו עד שציווה לחרות על קברו ציור של כדור וחרוט חסומים בגליל

כדאי להעיר שהטענה המופיעה בכמה ספרי היסטוריה, שארכימדס נעזר בחישוביו הגיאומטריים במדידות ממש, למשל, 'עלידי שקילת צורות גיאומטריות כדי להעריך את שטחן או נפחן, מבוססת כנראה על אי-הבנת 'השיטה', וראייתה כמתייחסת לניסויים בעליל

ארטוסתנס, מכותבו של ארכימדס, היה צעיר ממנו שמו זכור עד היום בינפח של ארטוסתנס, שיטה להכנת רשימות של מספרים ראשוניים על סמך תצפיותיו נתן הערכות לחיקוק כדור הארץ (ליוונים הקדמונים היה ברור כי הארץ היא אכן כדור), למרחקי השמש והירח מהארץ, לגודל השמש, ועוד

נחזור לכתב היד אותו נזיר שעשה בו שימוש חוזר גזר את הדפים הכפולים שמחם היה מורכב הספר לשניים באמצעם, וחזר וקיפלם לשניים כתוצאה מכך מופיעות השורות של כתב היד המקורי היום כתובות אנכית, לא אופקית כמו כן לא נשמר סדר העמודים המקורי. הספר שנכתב במקורו בקונסטנטינופול (היום איסטנבול) הגיע למנזר מרסבא ליד בית לחם, ובמאה התשע-עשרה לספריית הפטריארכיה היוונית בירושלים על קיומו נודע ברבים בשנת 1899 עם פרסום קטלוג של ספריית הפטריארכיה. בשנת 1906 עיין בו באיסטנבול י"ל הייברג, המוציא לאור של כתבי ארכימדס, ולמרות מחיקת הטקסט המקורי

להניח שגנב היה מוסיף ציורים אלה לרוע המזל, נמצאים הציורים על חלק מעמודי 'השיטה' הייברג אינו אומר דבר על ציורים אלה, וכנראה שציורים אלה טרם הופיעו בזמן שהייברג ראה את כתב היד

בעקבות הפרסום על המכירה הפומבית גייסה ממשלת יוון, נוסף על תמיכתה בתביעת הפטריארכיה לבעלות, תרומות לשם רכישת הספר והחזרתו, והקונסול היווני בניו יורק השתתף במכירה הפומבית, אך ללא הצלחה. בדיוק באותה שעה שעניי העולם היו מכוונות אל גיון גלן החוזר שנית לחלל, טיפס מחיר כתב היד הקדום ביותר של כתבי גדול המדענים בעולם העתיק במהירות, תוך דקה וחצי, מסכום התחלתי של 480,000 דולר לשני מיליון, ובמחיר זה חזר ועבר לידי אספן פרטי אנונימי. הבעלים החדש הבטיח לאפשר חקירה מדעית של הפלימפסט

והשינויים שתוארו למעלה, הצליח לקרוא את רוב הטקסט השנה, לרגל הוצאת כתב היד למכירה פומבית, צולמו כמה מעמודיו באור אולטרה סגול, ועברו סריקה ספרתית. התברר כי שיטות אלה מאפשרות הבחנת פרטים רבים, בפרט בדיאגרמות, שהייברג, המצויד רק בזכוכית מגדלת, לא הצליח לראות בשנות העשרים הועברה ספריית הפטריארכיה לאתונה, ללא הפלימפסט, אשר כפי שהוברר עתה, נמכר לאספן צרפתי לטענת הפטריארכיה, נעשתה המכירה ללא אישור, והמוכר דאז גנב את כתב היד לטענת חברת כריסטיס, מבצעת המכירה הפומבית, הייתה המכירה המקורית כדין כריסטיס מצביעה על ארבעה ציורי אוונגליסטים, הנמצאים על עמודים שהושארו ריקים על-ידי המעתיק המשני, ואשר ללא ספק נוספו במאה שלנו, כנראה מתוך רצון להעלות את ערך הפלימפסט קשה

