

## יצחק שוה

# הגדרת שעות זמניות על פי ממצאים היסטוריים וארכאולוגיים של שעוני שמש

מצוות רבות תלויות בשעה של היום. מקובל אצל רוב הפוסקים, שכל השעות המוזכרות בתלמוד הן שעות זמניות, כלומר, שעות המתקבלות ע"י חלוקת משך היום לשתיים עשרה שעות, בין אם היום קצר (בעונת החורף) ובין אם היום ארוך (בעונת הקיץ). אולם, איך קובעים את משך היום? קיימות מחלוקות רבות בדבר והן נזכרות במאמר. החשובה שבהן היא זו שבין אלה (כגון מגן אברהם) הקובעים את משך היום מעמוד השחר עד צאת הכוכבים ובין אלה (כגון הגר"א) הקובעים את משך היום מזריחת החמה עד שקיעתה.

כדי לברר מה הייתה השיטה בזמן התלמוד, סוקר המאמר את שיטות מדידת הזמן מימי קדם עד ימינו. לפני המצאת כל מכשיר שהוא למדידת זמן, היו מעריכים את השעה ע"י הסתכלות בגובה השמש במסלולה מהמזרח עד המערב. שעון השמש הראשון, שהומצא במאה השלישית לפנה"ס, מדד שעות זמניות המשתרעות בין הזריחה לשקיעה, ואלו הונהגו והתפשטו במהרה בכל אזור הים התיכון ומעבר לו מזרחה. שעון כזה התגלה בחפירות בהר הביזנטי. שעון-שמש משוכלל יותר המודד שעות קבועות ושוות הומצא רק במאה השתים עשרה, זמן רב אחרי תקופת התלמוד. לאחר דיון בנתונים שהזכרנו ובעובדות נוספות, מסכם המאמר שבתקופת התלמוד השתמשו בארץ-ישראל, כמו בכל האזור, בשעות זמניות הנמדדות ע"י שעון השמש הראשוני, כלומר שעות המבוססות על משך יום הנמדד מזריחת החמה עד שקיעתה. כל הצעה אחרת לשעות זמניות, אין לה בסיס היסטורי או הגיוני כלשהו.

## 1. תיאור המחלוקות

מצוות רבות תלויות בזמן של היום, הקובע את סוף חלות המצווה או את התחלתה. הזמן נקבע בתלמוד בכל מקרה על ידי ציון חלק מסוים מהיום: הצי, שלישי או רבע, וכדומה, או על ידי ציון השעה הנכונה. אבל באילו שעות מדובר?

\* אני מודה בכל לב לאחי פרופ' יעקב שויקה על הערותיו החשובות והמחכימות, הן ביחס לתוכן המאמר והן ביחס לניסוחו.

יש הסוברים<sup>1</sup> שמדובר בשעות קבועות, כלומר שעות השווות ביניהן (הנהוגות כיום) המתקבלות על ידי חלוקת היממה הממוצעת של כל השנה ל-24 שעות.

אחרים<sup>2</sup> סוברים שמדובר ב"שעות זמניות", כלומר שעות המתקבלות על ידי חלוקת היום, בין אם הוא קצר ובין אם הוא ארוך, ל-12 שעות, וכן לגבי שעות הלילה. כך שאורך השעה משתנה לפי אורך היום או הלילה.

גם אם נקבל דעה אחרונה זו, עדיין יש לדון בשאלה מה היא התחלת היום ומה הוא סופו. גם בכך יש מחלוקת: יש הסוברים<sup>3</sup> שהיום משתרע מעמוד השחר ועד צאת הכוכבים. לצורך זה קובעים את זמן עמוד השחר זמן מהלך ד' מילין לפני הזריחה כדעת ר' יהודה (פסחים צד ע"ב),<sup>4</sup> וזמן צאת הכוכבים כזמן מהלך ארבעה מילין אחרי שקיעת החמה, כדעת רבנו תם, כדי שחצות היום תחול תמיד בסוף שעה שש, גם אם הם סוברים לעניינים אחרים שצאת הכוכבים הוא רק 3/4 מיל' אחרי השקיעה, כדעת הגאונים. כנראה מאותה סיבה אין מי שסובר שהיום משתרע מעמוד השחר עד השקיעה או מהזריחה עד צאת הכוכבים. הסיבה לקביעה זאת של גבולות היום קשורה בהגדרה ההלכתית של היום לקיום המצוות שחובתן ביום והוא מעמוד השחר עד צאת הכוכבים. כלומר מצווה שחובתה ביום אפשר לעשותה אף מעמוד השחר עד הזריחה וכן מהשקיעה עד צאת הכוכבים (אף אם בדיעבד לפעמים).

יש סוברים<sup>5</sup> שהיום משתרע מזריחת השמש ועד שקיעתה.

אך מה ההגדרה המדויקת של זמן הזריחה וזמן השקיעה? לענייני הלכה הקשורים בזריחת השמש, מקובל כידוע להגדיר את זמן הזריחה ברגע שמתחילה להופיע השפה העליונה של דיסקת השמש באופק. ולעומת זאת, לעניינים הקשורים בשקיעה, ההגדרה תהיה סוף היעלמות השפה הזאת באופק. משך זמן זריחת החמה מהתחלת הופעת דיסקת השמש עד הופעת כל הדיסקה וכן בשקיעה, הוא בערך שתי דקות ומשהו. למרות זאת, נחלקו הפוסקים בהגדרת הזריחה והשקיעה בנושא השעות הזמניות.

אם נקבע את זריחת החמה ברגע בו השפה העליונה של דיסקת השמש מתחילה להופיע באופק ושקיעת החמה ברגע ששפה עליונה זו נעלמת באופק<sup>6</sup> או מקיימים את הדרישה של קביעת חצות כאמצע היום, כלומר בסוף השעה השישית בדיוק, אבל סותרים את הדרישה של שוויון היום והלילה באחד בהקופת ניסן ובאחד בתקופת תשרי (ירושלמי ברכות פ"א ה"א), כי

1 הרא"ש, תרומת הדשן, וכנראה הש"ך. וכן אחרונים רבים: פני יהושע, לחם שמים, מור וקציעה, מנחת אלעזר, שולחן הטוהר.

2 רמב"ם, רא"ל עפשטיין מקניגסבורג, קונטרס הראיות, קונטרס ראשון, שו"ת חסד לאברהם, שו"ת אגרות משה. וכמובן כל אלה שהגדירו אורך שעות אלה (בהערות 3, 5).

3 רש"י, תוספות, רמב"ן, רשב"א, מג"א, ב"ח, אליה רבה ועוד רבים.

4 למעשה, באירופה נוקטים 18 דקות למהלך מיל. יוצא מכאן כי זמן עמוד השחר הוא 72 דקות לפני הזריחה. בירושלים, אלכסנדריה ובגדר נוקטים 22.5 דקות למהלך מיל ומכאן יוצא זמן עמוד השחר 90 דקות לפני הזריחה. כסברה אחרונה מחשבים את הלוחות בירושלים.

5 בעל הלבושים, שלטי הגיבורים, תוספות יו"ט, גר"א, גר"ז, ר"ח והגאונים הראשונים (כך נשמע מדבריהם).

6 כך נוהגים בהישוב הלוחות בירושלים.

הגדרת שעות זמניות על פי ממצאים היסטוריים וארכאולוגיים של שעוני שמש

אז היום יהיה ארוך מהלילה במשך זמן זריחת החמה ומשך זמן שקיעתה (בערך  $2 \times 4 = 4$  דקות).  
ואם נקבע שגם הזריחה וגם השקיעה הן בהתחלת זריחת השמש ותחילת שקיעתה,<sup>7</sup> או בסוף  
הזריחה והשקיעה, כי אז נקיים את הדרישה האחרונה אך נסתור את הדרישה של חצות באמצע  
היום, שכן חצות תהיה כחצי זמן הזריחה (בערך רקה אחת) אחרי שעה שש או לפניה, בהתאם.  
הפתרון ההגיוני לבעיה זו הוא לקבוע, בין בזריחה ובין בשקיעה, את הרגע בו אמצע דיסקת  
השמש עובר באופק,<sup>8</sup> ואז מתקיימות שתי הדרישות. כמובן, מחלוקת זו זניחה בהשוואה למחלוקות  
הקודמות שפורטו לעיל.

לאור כל המחלוקות הנ"ל ולשם יישום נכון של ההלכות התלויות בזמן, יש אפוא צורך לברר  
אם באמת התכוונו בתלמוד לשעות זמניות ואם כן, איך הגדירו שעות אלו. נעיר כאן שבין  
הראשונים שהתייחסו לשאלות אלו היה רמב"ם, שכתב בפירושו למשנה (על פי תרגומו של הרב  
יוסף קאפה, הוצאת מוסד הרב קוק, תשכ"ג): "ודע שכל השעות שנוכרו ככל המשנה אינן אלא  
שעות זמניות. ופירוש זמניות הן השעות אשר שתיים עשרה מהן ביום וכן בלילה ונמצא אמרו עד  
שלוש שעות כאלו אמר עד שיעבור רבע היום בין בתקופת תשרי בין בתקופת טבת ועל דרך זו  
תרון בכלם" (ברכות א, ה). אולם לא טרח להודיע על איזו הגדרה של יום מדובר.

דין מפורט ומקיף על הרעות של הפרסקים השונים בנושא השעות הזמניות נעשה על ידי ר'  
זלמן מנחם קורן.<sup>9</sup> במסקנותיו נוטה המחבר לקבוע את היום מהזריחה עד השקיעה, לצורך חישוב  
השעות הזמניות. בנוסף, הוא ממליץ להגדיר את הזריחה והשקיעה כמעבר מרכז דיסקת השמש  
באופק, מאותן סיבות שהזכרנו לעיל. לא נתעכב כאן על דעות הפרסקים וטעמן, אלא נדון  
בהגדרת השעות הזמניות על פי ממצאים היסטוריים וארכאולוגיים. לצורך זה רצוי בשלב ראשון  
לברוק את התפתחות שיטות מדידת הזמן מימי קדם ועד ימינו.

## 2. שיטות מדידת הזמן בימי קדם

לפני שנים רבות, אולי אלפי שנים, כשלא היו חשמל או מכונות, כשכל העבודות נעשו ביד ולא  
היה אמצעי תאורה נוח ויעיל, האדם חי את עיקר חייו ביום. הוא בוודאי ידע להבחין בין ימי  
הקיץ הארוכים ובין ימי החורף הקצרים. הוא גם שם לב שמסלול השמש בקיץ, ארוך בקיץ  
וקצר בחורף, אך תמיד מן המזרח למערב (איור 1). לא היו כמובן שעונים כלשהם והארם קבע  
בערך את הזמן ביום לפי מצב השמש במסלולה. את אמצע היום הוא זיהה כאשר השמש עוברת  
בנקודה הגבוהה ביותר במסלולה, או כשהצל נראה הקצר ביותר. שיטה מדויקת יותר היא להסתכל

7 ר' ש' אוערבך.

8 עטרת ראש (ר' לוי בר ר' רוד).

כל הנתונים המובאים מהערה 1 עד הערה 8 לקוחים מהספר "הזמנים בהלכה" של חיים פינחס בניש, הוצאת  
מכון כתר תורה רדומסק (תשנ"ו). המעוניין ביותר פרטים לגבי המחלוקות האלו יפנה לחיבור זה.

9 ר' זלמן מנחם קורן, "שיטת בעל תרומת הדשן ובעלי התוספות בענין השעות הזמניות", ספר הויכוח "יד  
יצחק", עמ' 9 עד 76.

על קיר אנכי הפונה למזרח וברגע שהקיר מפסיק להיות מואר, זהו בדיוק אמצע היום (אייר 2). שיטה זו מוזכרת בתלמוד (יומא כח ע"ב): "אמר רב ספרא צלותיה ראברהם מכי משחרי כחלי", כלומר: תפילתו של אברהם של הערב, זמנה כאשר כותל הפונה למזרח מפסיק להיות מואר (ועיין רש"י במקום).

כדאי להזכיר כאן, שהרבה יותר מאוחר, בימי הביניים, בנו בחזית של הרבה בתים מתקן העוזר לקבוע בדיוק את זמן חצי היום (איור 3), כאשר הקו האנכי, המצויד בקיר המתקן, חוצה בדיוק את תמונת השמש העוברת דרך חוד קטן מאוד במסך בצורת דיסק הממוקם במרחק מה מקיר זה. באמצעות מתקנים כאלה היו מכוונים פעם ביום את השעונים המכניים הפשוטים הבלתי מדויקים שהיו בזמנם.

בחזרה לימי קדם. כאשר ידעו להכיר את אמצע היום, ידעו כמובן גם לקבוע אם נמצאים בחצי הראשון או האחרון של היום. אולם לשם קביעה באיזה חלק מאותו החצי, ניסו רק לשער לפי הערכת מקום השמש במסלולה: חצי, או שלישי, או רבע וכדומה, של אותו חצי. שיטה אחרת הייתה להעריך את אורך הצל בהשוואה לאורך האדם. מובן ששיטה זאת לא הייתה מדויקת כלל מחמת תלות אורך הצל במסלול השמש, כלומר בעונת השנה. אמנם, נכתבו טבלאות של השעה המשוערת לפי אורך הצל בעונות שונות של השנה, דבר זה מקטין כמובן את גודל השגיאה. לטענת חלק מהחוקרים, עמודי האבן הגבוהים הנקראים "אובליסקים", שהיו מוצבים במרכזי הערים במצרים העתיקה, שימשו להערכת השעה על ידי הציבור (איור 4).<sup>10</sup> ראוי להדגיש שקביעת השעה על ידי עמודים אלה נעשתה בהערכת אורך הצל ולא כיוונו. אובליסקים כאלה הועברו ממצרים לרומא בכיכר הלאטינית, לצרפת בכיכר די לה קונקורד,<sup>11</sup> ושניים מהם בשם "מחט קליאופטרה" הוקמו בלונדון ברציף התמזה ובניו יורק בסנטרל פארק.<sup>12</sup> שעון שמש המבוסס על אורך הצל והנחשב כעתיק ביותר מכל שאר הממצאים למדידת השעה, התגלה במצרים והוא מיוחס לתקופת פרעה תחותמס III, במאה ה-15 לפנה"ס. שעון נייד זה מורכב מפס המטיל את צילו על פס אחר אופקי הניצב לו והמצויד בשנתות מתאימות לציון השעות (איור 5). כדי למדוד בשעון זה, מניחים אותו על משטח אופקי כאשר המוט עם השנתות מכוון בניגוד לכיוון שמש. שעון שמש נייד משוכלל יותר, מהמאה השישית לפנה"ס, התגלה במצרים והוא מצויד בשש מדרגות מכל צד לסימון השעה (איור 6). לא ברור מה היה תפקיד שאר המבנה. יש חוקרים הסוברים שמבנה מכשיר זה, בגלל המדרגות המופיעות בו,<sup>13</sup> מזכיר מזבח שהמלך אחז הִעֲתִיק ממזבח אשורי בדמשק: "וילך המלך אחז לקראת תגלת פלאטר מלך אשור רומשק וירא את המזבח אשר בדמשק וישלח המלך אחז אל אוריה הכהן את דמות המזבח ואת תבניתו לכל מעשהו. ויבן אוריה הכהן את המזבח ככל אשר שלח המלך אחז מדמשק כן עשה אוריה הכהן עד

10 ראה הערה 16.

11 האנציקלופדיה העברית, ערך "אובליסק".

12 מילון וֶבֶסְטֶר.

13 לפי הצעת יגאל ידין, האנציקלופדיה העברית, ערך "שעון, היסטוריה".

הגדרת שעות זמניות על פי ממצאים היסטוריים וארכאולוגיים של שעוני שמש

בוא המלך אחז מדמשק. ויבא המלך מדמשק וירא המלך את המזבח ויקרב המלך על המזבח ויעל עליו" (מלכים ב טז, י-יב). מזבח זה היה כנראה מצויד במעלות (איור 7) ושימש גם לקביעת השעה, כפי שנרמז במקרה הבא: "ויאמר ישעיהו זה לך האות מאת ה' כי יעשה ה' את הרבר אשר דבר הלך הצל עשר מעלות אם ישוב עשר מעלות. ויאמר יחזקיהו נקל לצל לנטות עשר מעלות לא כי ישוב הצל אחרנית עשר מעלות. ויקרא ישעיהו הנביא אל ה' וישב את הצל במעלות אשר ירדה במעלות אחז אחרנית עשר מעלות" (מלכים ב כ, י-יא).

בחלוף הזמן, פותחו שעוני שמש המבוססים על אורך הצל, הרבה יותר משוכללים ומרוויקים. יתרונם בזה שאין צורך לכוונם לרוח מסוימת, לכן הם ניידים, ואמנם זהו גם חסרונם, כי אי אפשר לקובעם על מבנה ולקרוא את השעה מרחוק. סוג זה של שעוני שמש לא יפורט יותר כאן כי הוא חורג מעיקר הנושא.

### 3. שעון השמש הראשוני

כאשר התחילו לחשוב על חלוקה מדויקת יותר של היום לקטעים שווים, פנו כמובן שוב למסלול השמש. אילו אפשר היה לסמן ברקיע שנתות במרחק שווה מן הזריחה לשקיעה על מסלול זה, כי אז היה לנו מכשיר מדויק לקביעת השעה. אלא שזה כמובן בלתי אפשרי, ולכן פנו להרמיה של כיפת הרקיע. ואכן, כומר כשרי בשם ברטוס, שחי באלכסנדריה במאה השלישית לפסה"ג, הגה את הרעיון המבריק לחפור בלוח אבן חצי כדור המציג את כיפת הרקיע.<sup>14</sup> באמצע חצי הכדור קבע מוט אנכי ובקצהו כדור קטן הממוקם במרכז חצי הכדור האבן ומסמל את השמש על ידי הצל שהוא מטיל על חצי הכדור (איור 8). חצי הכדור המסמל את כיפת הרקיע מצויד ב-13 שנתות, בצורת מרידיאנים (כולל שתי שפתי חצי הכדור) במרחק שווה. השמש זורחת תמיד מהאופק במזרח ושוקעת באופק במערב בין בקיץ, בין בחורף. לכן הצל של הכדור הקטן ישתרע תמיד על חצי הכדור מקצה אחד (מרידיאן הזריחה) לקצה השני (מרידיאן השקיעה) המרוחק מהראשון ב- $180^\circ$ , בין שמסלול השמש ברקיע קצר או ארוך. הקו (המרידיאן) המקבל את צל השמש בזריחתה (והוא בשפת חצי הכדור) יסמן את האפס והקו המסמל את שקיעתה (בשפת חצי הכדור הנגדי) יסמן את סוף היום או 12 שעות, בין בקיץ כשהיום ארוך ובין בחורף כשהיום קצר. המספר 12 היה חביב על הקדמונים, בעיקר על הכשדים שהיו בקיאים בתכונה, אולי מפני שהוא נוח לחלוקה בכל המספרים: 2, 3, 4, 6, ואולי מפני שהם הכירו 12 מזלות. סיבה אחרת אפשרית היא המספר המקורב של חודשי ירח בשנה שמשית. בשעון שמש זה היו חרותים בנוסף לקווי המרידיאנים גם שני קווי רוחביים (איור 8) המסמלים את שני מסלולי השמש הקיצוניים בחורף ובקיץ וקו נוסף ביניהם המסמל את המסלול של שוויון אורך היום והלילה, כך שבנוסף לשעות היום אפשר היה להעריך גם את התאריך בשנה לפי מקום צל הכדור הקטן בין הקוים האלה.

14 דימיון זה לכיפת הרקיע אינו מוחלט אלא לפי סימטריה הומוטטית (homotétie), כלומר כמו צילום דרך חור קטן מאוד. במקרה שלנו כשהשמש במזרח, צילה יופיע במערב חצי הכדור ולהפך.

יותר מאוחר חתך ברוטוס את כל החלק של האבן מעבר לקו מסלול השמש הארוך, כי הוא היה מיותר (איור 9). בתוצאה מכך, היה הכרח לחבר את הכדור הקטן, המסמל בצילו את השמש, בקצה מוט אופקי, מכיוון שאי־אפשר היה לקבוע מחט אנכית במרכז הכדור. וכך נהיה השעון יותר קטן ויותר קל.

המצאה זו, וכן השעות הזמניות שנמדדו בה, התפשטו מהר בכל הארצות הגובלות בים התיכון, ובהמשך, בכל אזור המזרח התיכון ואף מעבר לו, כפי שנראה בהמשך. ראוי לציין ששעון שמש כזה התקבל על ידי ההמון באופן טבעי כי הוא תיאר את השעות של היום שהם חיו אותו ולא עניין אותם מכשיר לשעות קבועות שלא היה מועיל להם כלל. גם כאשר הומצאו יותר מאוחר מכשירים למדידת שעות קבועות, כגון שעוני מים, שעוני חול או נרות מכויילים וכדומה, השתמשו בהם בעיקר למדידת מרווחי זמן אבל המשיכו להשתמש תקופה ארוכה בשעות זמניות לפי שעון השמש שהיה ברשותם כדי למדוד את הזמן ביום, כי שעון זה מדד את השעות של היום המעשי שהם חיו אותו, בין קצר ובין ארוך.

שעון שמש שתִּיאָרְנוּ, ושִׁאֲפִשֵׁד לְכַנּוּתוֹ בְּקִיצוֹר "שֵׁעוֹן הַשֶּׁמֶשׁ הָרֵאשׁוֹנִי", שׁוֹנָה לְחִלּוּטֵי־ן מִהַשֵּׁעוֹן הַמְשׁוּכְלָל שֶׁהוּמַצָּא הֵרְבָּה יוֹתֵר מֵאוּחֵר כִּאֲשֶׁר גִּילּוֹ אֶת הַטִּיֵּית צִיר סִיבּוּב כְּדוֹר הָאָרֶץ עַל עֲצָמוֹ, לְגַבִּי צִיר סִיבּוּב סִבִּיב הַשֶּׁמֶשׁ (איור 10). שֵׁעוֹן שֶׁמֶשׁ אַחֲרוֹן זֶה, שֶׁנִּקְרָא לוֹ בְּקִיצוֹר "הַשֵּׁעוֹן הַמֵּתְקָדֵם", מוֹרֵד שְׁעוֹת קְבוּעוֹת כִּפִּי שֶׁנִּסְבֵּיר בְּסוּף הַמֵּאָמֵר.

שֵׁעוֹן הַשֶּׁמֶשׁ הָרֵאשׁוֹנִי נִמְצָא גַם בְּצוּרוֹת שׁוֹנוֹת, לְמִשָּׁל מַחַט אֹפְקִית עַל מִשְׁטַח אֲנָכִי שְׁעִלְיוֹ מוּטָל צֵל הַמַּחַט. מוּצָאִים הֵרְבָּה שְׁעוֹנִים כֵּאלֵה חֲרוּחִים עַל קִיר הַפּוֹנָה פְּחוּת או יוֹתֵר דְּרוּמָה, בְּעִיקֵר מֵעַל מוּסְדוֹת חֲשׁוּבִים או כְּנִסְיוֹת. גַּם בְּאֶרֶץ הוֹקְמוּ הֵרְבָּה שְׁעוֹנֵי שֶׁמֶשׁ עַל חֲזִית בֵּית כְּנִסַּת או כְּנִסְיָה או אֶף מִסְגֵּד.<sup>15</sup>

#### 4. תפוצת שעון השמש הראשוני

בשנת 1982 התפרסם ספר מפואר ומקיף על שעוני שמש על ידי מדען בעל שם עולמי בנושאי שעוני שמש ושיטות מדידת הזמן מימי קדם: דֵּה רֹוֶהֶר,<sup>16</sup> חֵלֶק גְּדוֹל מֵהֵנְתוֹנִים הֵיסְטוֹרִיִּים הַכְּתוּבִים לְעִיל לְקוֹחִים מִסְפֵּר זֶה. זֶמֶן קֶצֶר לְפָנֵי הוֹפְעַת הַסֵּפֶר קִיבְּלִיתִי תְּשׁוּבָה בְּכַתֵּב מֵהַמַּחְבֵּר כַּתְּגוּבָה לְשִׁאלַתִּי בְּנוֹשֵׂא תְּפוּצַת הַשֵּׁעוֹת הַזְּמִנִּיּוֹת. לְהֵלֶן, בְּתֵרְגוּם מְצִרְפִּיתִי, קִטְעַ מֵהַמַּכְתָּב:<sup>17</sup>

הַעִיקֵרוֹן שֶׁל שְׁעוֹנֵי הַשֶּׁמֶשׁ הַמְדֵּאִים שְׁעוֹת קְבוּעוֹת כְּלוֹמֵר לֹא־זְמִנִּיּוֹת מְבוֹסָס עַל שִׁפּוּעַ הַמַּחַט בְּעֵלֶת הַצֵּל [בְּהַשׁוּאָה לְכִיּוֹן הָאֲנָכִי, כִּךְ שֶׁתְּהִיָּה] בְּמַקְבִּיל לְזוּוִיֵּית צִיר סִיבּוּב כְּדוֹר הָאָרֶץ. הַשֵּׁעוֹת הַזְּמִנִּיּוֹת הַנִּמְנָוֹת בְּשֵׁתִים־עֶשְׂרֵה בֵּין זִרְחַת הַשֶּׁמֶשׁ לְשִׁקִּיעוֹתָהּ הִיוּ רַק

15 האנציקלופדיה העברית, ערך "שעון, שעוני שמש".

16 René R. J. Rohr, *Die Sonnenuhr*, München 1982. חיבור זה (אול) תורגם לצרפתית (אול) וגם לאנגלית (Dover).

17 זה תרגום של דכריו של רוהר, אם במכתבו ואם בשיחה הטלפונית אתו. התוספות שלי בסוגריים מרובעים.

הגדרת שעות זמניות על פי ממצאים היסטוריים וארכאולוגיים של שעוני שמש

הפתרון הטוב ביותר האפשרי (pis-aller): אירוע היסטורי שפרץ מעומק הזמן כאשר לא ידעו ליצור שעון שמש המספק שעות קבועות (הנהוגות בימינו). רבות נשאלה השאלה אם בימי קדם מישהו חשב לייצר מכשיר המסוגל לספק שעות בעלות אורך שווה על ידי צל הנוצר מהשמש. אולם מכיוון שהשעות הזמניות היו אלה הנהוגות בכל מקום (partout)<sup>18</sup> (כולל האזורים התנ"כיים), ההמצאה לא הייתה מתקבלת ולא הייתה מועילה בדבר.

לאחר קבלת תשובתו זאת, התקשרתי אליו טלפונית ושאלתי: "האם הרעה שפירטת במכתבך מוסכמת או שיש חולקים עליה?" והוא ענה בהחלטיות:

אין כל ספק בכך שהשעות הזמניות היו נהוגות בכל אזור הים התיכון ומעבר לו והיו מבוססות על שעון השמש הפרימיטיבי (שאינו מתחשב בשיפוע ציד סיבוב כדור הארץ). זוהי דעה מוסכמת על כל החוקרים ואין חולק עליה.

על היקף תפוצת שעונים אלה, יוכיח גם הסיפור הבא: אותו מחבר, רנה רוהר, פרסם שנתיים לפני כן מאמר<sup>19</sup> הקשור למקרה מעניין של שעוני שמש. נמצאה בהינדוסטן אבן מפוסלת בסגנון שעון שמש לשעות קבועות עם הטיית הציד כמקובל, אלא שהשנתות לא התאימו כלל לקריאת שעות אלו. מרענים רבים לא הצליחו לפענח חידה זו. והנה רנה רוהר במאמר אחרון זה הוכיח שהשנתות המעוותות מצביעות למעשה על שעות זמניות. וכך הוא מתאר בלשונו הציורית את תוכן המאמר, במכתב המופנה אלי:

והנה קרה שיווני אחד, בורד, שהגיע בעצמו או דרך אביו מהמולדת הרחוקה וחי באזור האינדוס (Indus), ידע כנראה שכדור הארץ מסתובב סביב צירו. עובדה זו הייתה ידועה בימי קדם למספר אנשי מדע יוונים. והוא, היווני, מחליט לבנות חוגה (cadran) וכנראה ידע שכאשר יצייר קווים לסימון השעות על שטח גליל במקביל לצירו שהוא עצמו מקביל לציר סיבוב כדור הארץ, יקבל שעות שוות ביניהן, כפי שאמרת ובשיחה הטלפונית הקודמת, כשישתמש בכל צל המחט ולא רק בקצהו. אבל לשם מה? זה יהיה כאילו רצית, אדוני היקר, להמציא יממה של 30 שעות במקום יממה של 24 שעות. ואז הוא מצא את הדעיין הגאוני להשתמש בחוגה זאת מסוג חדש לחלוטין כך שתסמן שעות זמניות.

סיפור זה מעיד שתפוצת השעות הזמניות לא הייתה מוגבלת לאגן הים התיכון אלא הגיעה עד למזרח הרחוק. סיפור זה גם ממחיש עד כמה היה קשה להכניס לשימוש שעות קבועות בתקופה שכולם השתמשו רק בשעות זמניות.

18 ההרגשה של כותב המכתב.

19 "A Unique Greek Sundial Recently Discovered in Central Asia by René R.J. Rohr", *J. Roy. Astron. Soc. Can.*, Vol. 74, No. 5 (1980)

## 5. שיעון השמש הראשוני בזמן התלמוד

יש הוכחות שגם בארץ ישראל, בתקופת המשנה, השתמשו בשעוני שמש מהסוג הראשוני (כי לא ידעו אז על סוג אחר, ראה בהמשך תאריך המצאת השעונים לשעות קבועות) בדומה לכל הארצות שמסביב. ואכן מדובר במשנה על "מסמר אבן השעות" והכוונה כנראה למחט שצילה מראה את השעות ("הגנומון" ביוונית): "מסמר הגרע טמא ושל אבן השעות טהור" (כלים יב, ד) וכן "מסמר של אבן השעות רבי צדוק מטמא וחכמים מטהרין" (שם, ה). וכן "שלשה דברים רבי צדוק מטמא וחכמים מטהרין: מסמר השלחני וארון של גרוסות ומסמר של אבן השעות רבי צדוק מטמא וחכמים מטהרין" (עדיות ג, ה). אבל אין לנו כל מידע מהמשנה על המבנה של שיעון השמש שהמסמר מחובר בו.

אולם רמב"ם, בפירושו למשנה (עדיות ג, ח) מתאר את "אבן השעות" (לפי תרגומו של הרב יוסף קאפה, הוצאת מוסד הרב קוק, תשכ"ג): "אבן שקובעין אותה בקרקע ועושין בה עגול ובאמצע אותו העגול מסמר עומד בזויות ניצבות ועושין ארכו על הרוב פחות מרובע הקוטר ומסמנים באותו העגול קוים ישרים לפי סדר עשיית הכלים וכותבין על כל קו מהן שם השעה שנעשה לה אותו הקו וכל שמגיע אל אותו המסמר לקו מאותן הקוים נודע כמה שעות עברו מן היום. ושם כלי זה אצל בעלי התכונה אלבלאטה (המרצפת)". אין ספק שמדובר בשיעון שמש ומכיוון שרמב"ם סובר שמדובר בשעות זמניות בכל המשנה (לעיל סוף סעיף 1), מוכרחים להניח שקווי השעות במכשיר זה "לפי סדר עשיית הכלים", מסומנים על הלוח בהתאם.

יותר מזה, ממצא ארכאולוגי חשוב מעיד, בצורה יותר מוחשית, על מבנה אבן השעות: בנימין מזר<sup>20</sup> מוכיח שנמצא בחפירות של הר הבית שיעון שמש מתקופת בית הורדוס (איור 11) התואם בדיוק את תכנון שיעון השמש המשוכלל של ברוסוס (איור 9). אמנם בשיעון זה לא שרד ה"מסמר" (גנומון) העשוי מתכת, שבלה מחמת אורך הזמן שעבר מאז בניית השיעון, אבל השקע באבן המיועד לקבוע המסמר, ברור לחלוטין ותואם את התכנון של שיעון השמש המשוכלל של ברוסוס, דהיינו לקביעת גנומון אופקי. החריטות מאחורי השיעון (איור 11) והאזור בו נתגלה, מעידים ללא ספק שמדובר בחפץ שהיה שייך לאחד הכוהנים או לאחד המבקרים בבית המקדש. העובדה שלא מוזכר בתלמוד שמדובר תמיד בשעות זמניות מובנת היטב, שכן לא היו אז שעות אחרות והם חיו את השעות לפי שיעון השמש הראשוני.

## 6. שיעון השמש המתקדם

אי-אפשר לסיים מאמר על שעוני שמש בלי להזכיר בקיצור נמרץ כמה מושגים עקרוניים או עובדות הידועות היטב על שעוני שמש מתקדמים לשעות קבועות. שיעון שמש כזה תואר לראשונה על ידי המדען הערבי עלי אבולחסן אל מרקשי במאה ה-12. אחרי מסעות הצלב (סוף המאה

20 בנימין מזר, חפירות ותגליות, ירושלים תשמ"ז (1986), עמ' 28.



ה-11 (עד סוף המאה ה-13) שעונים כאלה התפשטו מהר באירופה, כנראה אחרי המגע עם התוכנים הערבים בארץ-ישראל, או אולי דרך הערבים מספרד. שעונים כאלה מתאפיינים במחט (גנומון) שאינה אופקית ולא אנכית, אלא בזווית מסוימת מחושבת היטב לפי המקום ועבור כל סוג מהסוגים הרבים של שעוני שמש. פרט זה גובע מהזווית של ציר סיבוב כדור הארץ על עצמו ביחס לציר סיבובו סביב השמש (איור 10). ערכה של זווית זו הוא  $27^{\circ} 23'$ . כדי לסמן שעות קבועות חייב הגנומון להיות מקביל לציר סיבוב כדור הארץ על עצמו. איור 10 מסביר גם מדוע בגלל הזווית הזו מסלול השמש בכיפת הרקיע ארוך יותר בקיץ וקצר יותר בחורף.

שעוני שמש לשעות קבועות נבנו בצורות שונות על משטח אופקי, או אנכי, או בתכנונים מסובכים יותר. נזכיר רק את שעון השמש שבנה ר' משה שפירא בתזית בית-הכנסת "הערי חמה" ברחוב יפו, מול מתנה יהודה. לפי זווית המחט על הקיר וכן לפי החלוקה הלא-שווה של סימון השעות, ברור ששעון זה נבנה לשעות קבועות (ולא לשעות זמניות) וזאת, כדרכו של ר' משה שפירא שבנה שעוני שמש שימושיים לזמנו, שטיפלו כבר אז בשעות קבועות, אף על פי שאפשר היה לצפות ששעון שנבנה מעל בית-כנסת, ולכאורה מיועד לשמש את באי שערו, יסמן שעות זמניות דווקא, כי הן הקובעות בענייני תפילה וכדומה.

בתכנון ובנייה נכונים, מכשיר זה יכול להיות מדויק מאוד. אלא שמסיבות הנובעות מפרטים בתנועת כדור הארץ, שאין כאן המקום לפרטם, יש להפעיל תיקון שונה בכל יום מימות השנה.<sup>21</sup> תיקון זה שיכול להגיע עד לתוספת של 14 דקות בתחילת פברואר וחסור של 16 דקות בתחילת נובמבר, נקרא "משוואת הזמן" (איור 12). לא ניתן כאן לתאר את כל השיטות והתכנונים השונים של שעונים אלה שהם רבים מאוד. המעוניין ביותר פרטים על התיאוריה ועל המבנים השונים של שעוני השמש מוזמן לעיין בספרים הרבים שנכתבו בנושא, דוגמת הספר המצוין של רנה רוהר<sup>19</sup> וספרים אחרים.<sup>22</sup> נציין רק מכשיר מדויק מאוד עם חוגה גלילית בעלת ציר המקביל לציר כדור הארץ (איור 13). שעון זה יכול לקבוע את השעה עד לדיוק של דקה (כמובן אחרי התיקון שהזכרנו) ואכן השתמשו בו בצרפת עד סוף המאה ה-19 לכוון זמני הרכבות. נסתפק במה שהבאנו בנוגע לשעוני שמש לשעות קבועות, שהרי עיקר הכוונה במאמר זה היא להגיש למעוניין את המציאות ההיסטורית של השימוש הנפוץ בשעות זמניות והקשר בינן ובין שעון השמש הראשוני המודרן אותן.

21 מבלי להיכנס לפרטים, נזכיר רק שתיקון זה דרוש כדי לבטל השפעת איסודירות קטנה של תנועת כדור הארץ הנובעת משני גורמים:

(א) מסלול כדור הארץ סביב השמש אינו מעגל אלא אליפסה;

(ב) מישור המשווה של כדור הארץ אינו זהה למישור מסלול כדור הארץ סביב השמש.

מספרים מדויקים של משוואת הזמן לכל השנה אפשר למצוא בטבלה 3 בסוף הספר המוזכר בהערה 16.

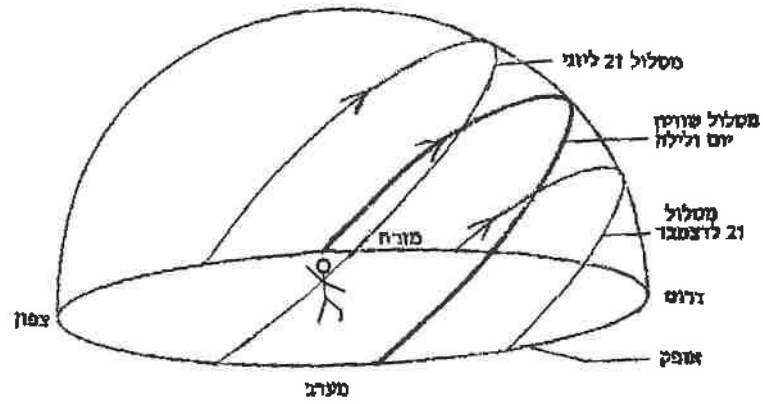
22 חיבור חשוב למי שמעוניין בהיסטוריה של שעוני שמש: Gibbs, *Greek and Roman Sundials*, New Haven and London 1946. חיבור חרש הון בתיאוריה של שעוני שמש: Denis Savoie, *Nouveau traité de gnomonique moderne*, Belles Lettres, 2006.

## 7. מסקנות

המסקנה מכל הדיון הזה היא שההצעה לקשור את השעות הזמניות של התלמוד בורחת השמש ושקיעתה היא הנחה מבוססת על אמת היסטורית ומתועדת היטב. היא גם הגיונית, כי מכשיר למדוד ולהציג שעות כאלו היה קיים וידוע בזמן התלמוד, הלוא הוא שעון השמש הראשוני, המוזכר במשנה בשם "אבן השעות" ושהתגלה גם בהפירות בהר הבית. לעומת זאת, הניסיון לקשור את השעות הזמניות בעמוד השחר וצאת הכוכבים הוא חסר כל בסיס היסטורי (אף על פי שווהי הגדרת היום ההלכתי לקיום המצוות לדעת חכמים). יתרה מזאת, הוא גם אינו הגיני, כי הרי לעמוד השחר וצאת הכוכבים אין הגדרה מוסכמת, מדויקת וחד-ערכית, וגם אם הייתה הגדרה כזאת, לא היה קיים מכשיר בזמן התלמוד המסוגל למדוד את משך הזמן בין עמוד השחר לצאת הכוכבים, יום ביומו, לחלק משך זמן זה לשניים עשר חלקים ולהציג את התוצאה בצורת שעות זמניות.

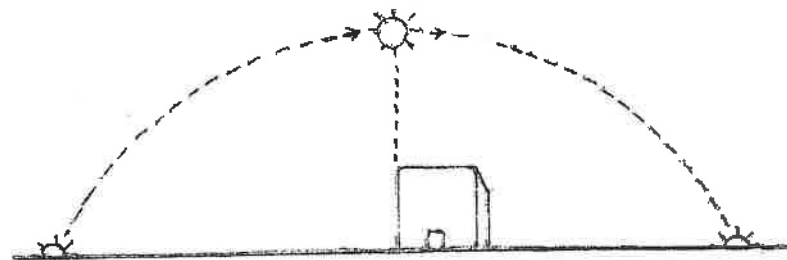
הגדרת שעות זמניות על פי ממצאים היסטוריים וארכאולוגיים של שעוני שמש

## איורים



### איור 1

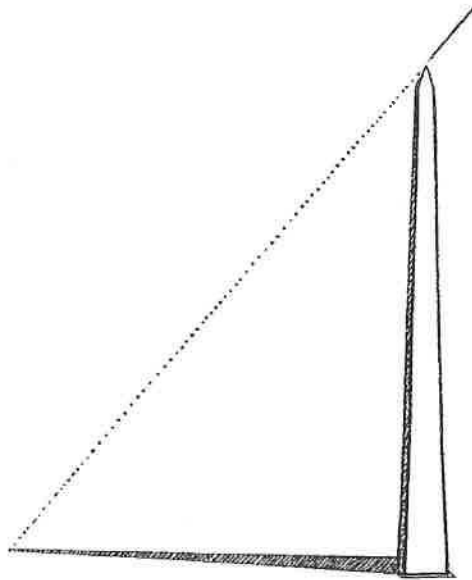
מסלולי השמש הקיצוניים בקיץ ובחורף  
ובניהם מסלול שוויון היום והלילה



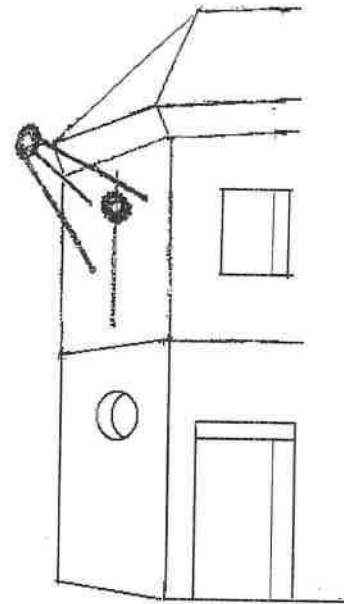
### איור 2

קביעת חצי היום בעזרת קיר אנכי הפונה מזרחה

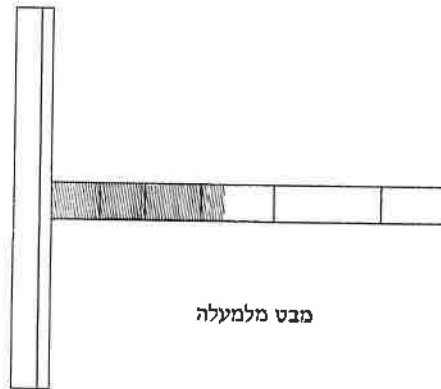
יצחק שוה



איור 4  
קביעת השעה על ידי הערכת אורך  
הצל של אובליסק



איור 3  
קביעת חצי היום על ידי מתקן  
הקבוע על קיר דרומי של בניין



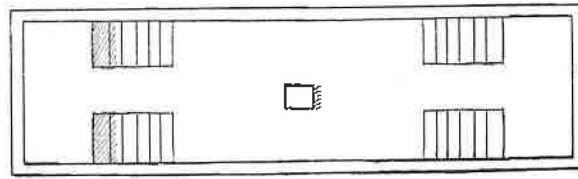
מבט מלמעלה



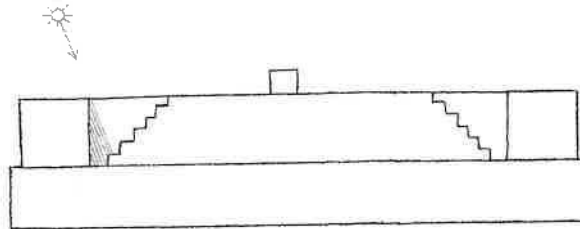
מבט מהצד

איור 5  
שעון שמש נייד מבוסס על אורך הצל  
במצרים במאה ה-15 לפנה"ס

הגדרת שעות זמניות על פי ממצאים היסטוריים וארכאולוגיים של שעוני שמש



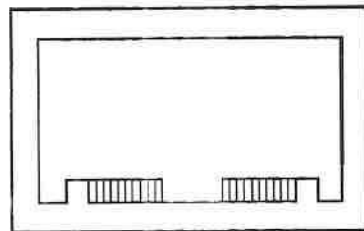
מבט מלמעלה



מבט מהצד

איור 6

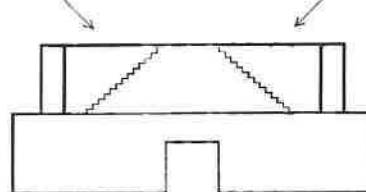
שעון שמש מנוסס על אורך הצל במצרים  
מהמאה השישית לפנה"ס



מבט מלמעלה

שמש מהצדדים  
עד הצהרים

שמש מהצדדים  
עד הערב

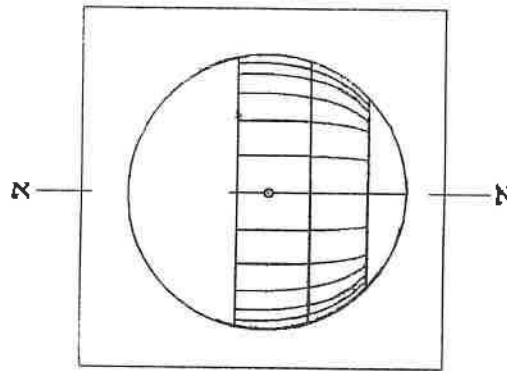


מבט מהצד

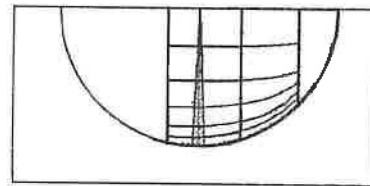
איור 7

מזבח אחז לפי הצעת יגאל ידן

יצחק שוה

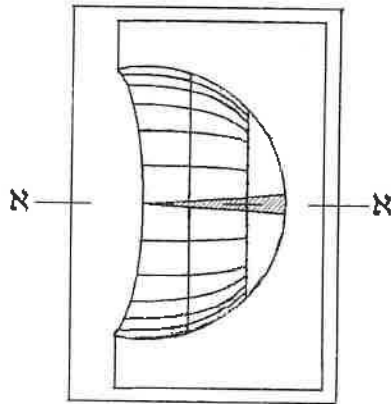


מבט מלמעלה

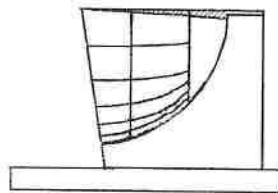


חתך אנכי לפי אא

איור 8  
שעון שמש של ברוסוס



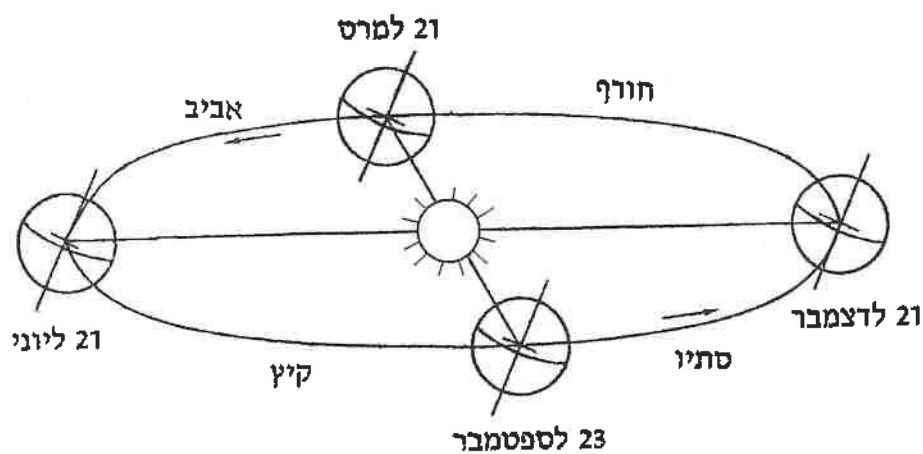
מבט מלמעלה



חתך אנכי לפי אא

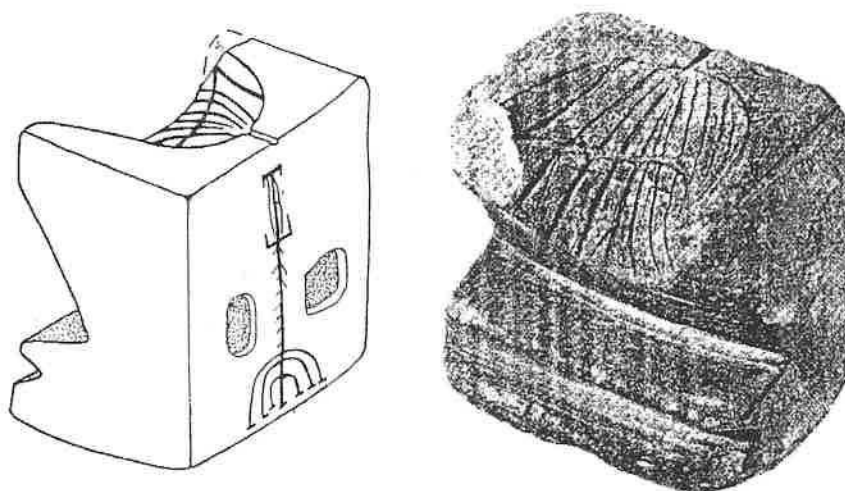
איור 9  
שעון שמש של ברוסוס משופר

הגדרת שעות זמניות על פי ממצאים היסטוריים וארכאולוגיים של שעוני שמש



איור 10

תנועות כדור הארץ סביב עצמו וסביב השמש

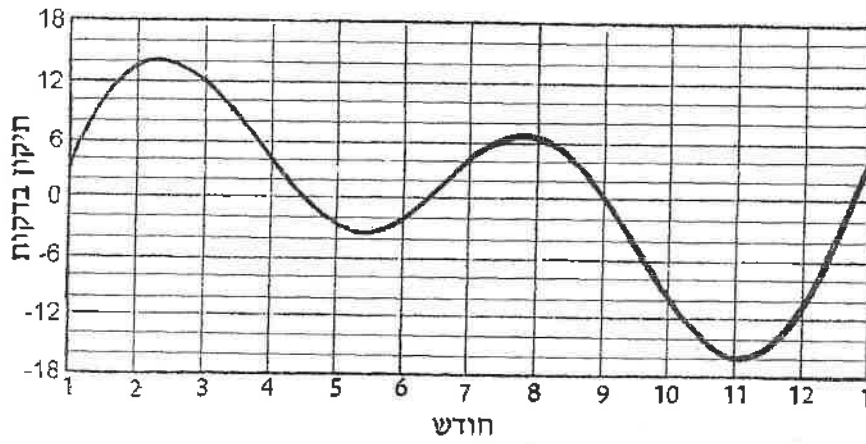


איור 11

אבן השעות שנמצאה בחפירות הר הבית

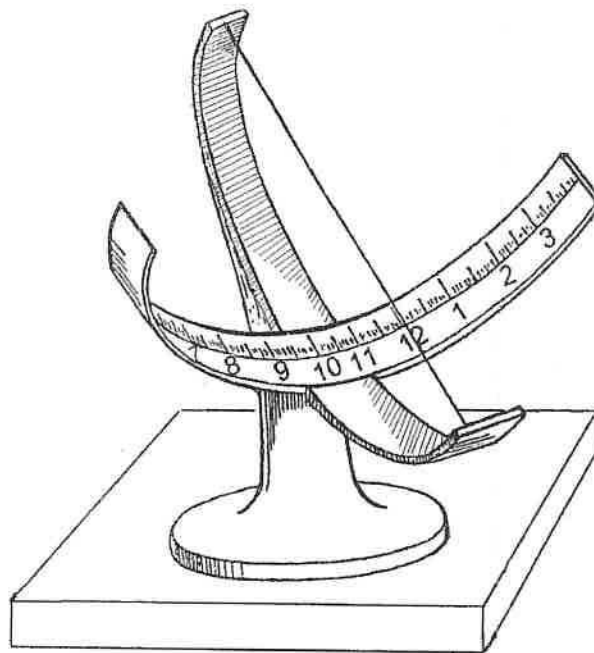
(מתוך: בנימין מזר, חפירות ותגליות: מסות בארכיאולוגיה של ארץ-ישראל, מוסד ביאליק, ירושלים תשמ"ז).

יצחק שוה



איור 12

משוואת הזמן לתיקון קריאת שעון השמש



איור 13

שעון שמש מדויק עם חוגה גלילית  
בעלת ציר מקביל לציר סיבוב כדור הארץ