

תורת היחסות

הערות למאמרו של פרופ' אריאל כהן "תוספת השניות לשעון הבינלאומי וחישובי המולד בלוח העברי - הצעה להגדרה בלתי תלוייה של החלק ביחס להגדרת השנייה" בד"ד 24: אדר א תשע"א, עמ' 111-120.

החלק בזמן יחסי ולא קבוע

במאמרו העלה פרופ' כהן את השאלה האם כתוצאה מההתארכות ההדרגתית של היממה יש השפעה על קביעת היום והשעה בהם חל המולד של החודש העברי. לדעת הכותב התשובה היא חיובית והוא מביא לשם כך דוגמה שהתארכות היממה משפיעה לא רק על קביעת השעה המדוייקת של המולד העברי אלא אף על קביעת יום המולד. הדוגמה שהביא הכותב היא: המולד של ראש חודש תשרי של שנת 1972 היה ביום ששי (8.9) בשעה 10 בבוקר (שעה 16 לפי היום העברי) ו 539 חלקים. על-מנת לקבוע את היום והשעה של כל המולדות העוקבים יש להוסיף על כל חודש שחולף, עפ"י הלוח העברי, 29 ימים, 12 שעות, 44 דקות ועוד חלק אחד השווה ל 3 ו 1/3 שניות. כך, אם נרצה לקבוע את המועד של מולד חודש אייר של שנת התשצ"ד (5794), דהיינו 762 חודשים מאוחר יותר, יחלוף פרק זמן של 22,502 ימים, 7 שעות ו 546 חלקים ממולד תשרי של שנת 1972. עפ"י לוחות החישוב של הלוח העברי יחול המולד החדש 5 חלקים (16 שניות ו 2/3 השנייה) אחרי תחילת יום רביעי של הלוח העברי. אולם, מאחר שכבר כיום נוספו לשעון 24 שניות שהן למעלה מ 7 חלקים, חישוב המולד המתבסס על אורך החודש של הלוח העברי יוביל לכך שעפ"י השעה הבינלאומית התוספת של 22,502 ימים 7 שעות ו 546 חלקים בני 3 ו 1/3 שניות כל אחד, תביא לכך שהמולד של חודש אייר בשנת התשצ"ד יהיה כבר ביום שלישי. הרי שהצליח הכותב למצוא (די בדוחק) מקרה ש- 24 השניות תוספת מתחלקות על שתי יממות. ברם הכותב שגה בשתי טעויות בסיסיות ולכן הגיע לקושיתו.

1. הוא הניח שעל מנת לקבוע את המולד עליו להוסיף מאז 1972 לכל חודש 29 ימים, 12 שעות, 44 דקות ועוד 3 ו 1/3 שניות. הוא סמך את דבריו על הרמב"ם במשנה תורה בהלכות קידוש החודש ו, טו: "מולד השנה שיצא בחשבון זה, הוא מולד ראש חודש תשרי. וכשתוסיף עליו א' י"ב תשצ"ג, ייצא מולד מרחשוון; וכשתוסיף על מולד מרחשוון א' י"ב תשצ"ג, ייצא מולד כסליו; וכן לכל חודש וחודש זה אחר זה, עד סוף העולם". אך לא שם ליבו לפתיחת דברי הרמב"ם: "מולד השנה שיצא בחשבון זה...". לא עושים 58 שנים כפול 12 חודש, אלא קודם כל יש לחשב את מניין המחזורים ואחריהם את מניין השנים, ובתוך השנה את ההסט של החודשים. על מנת לעבור בין השנים לא עושים הכפלה של 12 חודש אלא (שם הלכה ח): "כשיהיה עימך ידוע מולד שנה זו, ותוסיף שאריתה על ימי המולד - אם פשוטה היא שארית הפשוטה, ואם מעוברת שארית המעוברת - ייצא לך מולד שנה שלאחריה". הרי שבין השנים יש לעבור בדילוג אחר. ואם עברו יותר מ- 19 שנים הרי שיש לדלג מחזור (שם הלכה יג): "כשיהיה לך ידוע מולד תחילת מחזור, ותוסיף עליו ב' י"ו תקצ"ה, ייצא לך מולד תחילת המחזור שאחרי; וכן מולד כל מחזור ומחזור, עד סוף העולם". הרי שלא כמו שחישב פרופ' כהן הכפלה של 762

2. הכותב הניח שיש להוסיף מחודש לחודש 29 ימים, 12 שעות, 44 דקות ועוד 3 ו 1/3 שניות. אך זה לא מה שאמרו חז"ל. הם אמרו להוסיף אי"ב תשצ"ג. חז"ל לא נתנו את שיעוריהם בשניות אלא בחלקים. והגדרת החלק (רמב"ם הלכות קידוש החודש ו, ב): "היום והלילה, ארבע ועשרים שעות בכל זמן, שתים עשרה ביום, ושתים עשרה בלילה. והשעה, מחולקת לאלף ושמונים חלקים". הרי שיש לקחת את השעה הזמנית ולחלק אותה ל-1080. אם כן החלק על פי הגדרתו הוא זמן המשתנה כהשתנות השעה הזמנית, ואיננו 3 ו 1/3 שניות. אם היממה מתארכת, אזי גם החלק, כהגדרתו היחסית של השעה מתוך היממה מתארך בהתאמה, והסתלקה כל הבעיה. הכותב האשים את חז"ל שקבעו זמן מוחלט, וזמן זה אינו מתעדכן בעקבות השתנות אורך היממה. ברם חז"ל לא עשו כך, וקבעו זמן יחסי שאכן יכול להתאים "עד סוף העולם".

למגבלות הדיוק בזמני חז"ל

הכותב מייחס לדברי חז"ל בכמה מקומות במאמר אי-דיוקים חשבונאיים ביחידות של שניות בודדות. כך למשל הוא כתב: "אם בסיס הזמן היה אורך החודש בשנת 1972 הרי שהשימוש באורך המשתנה של החודש היה גורם לתוספת מצטברת במספר השניות הקבועות שצריך היה להוסיף למועד תחילת המולדות בראשית 2009 של מעט יותר מ 1.5 שניות, שהיא תוספת של כחצי חלק אחד קבוע שלם".

חז"ל ביססו את חשבונם על המדידות שהיו בעת העתיקה. כיצד ידעו את אורך החודש? הם התבססו על העובדה שלקוי חמה קורה רק בשעת ההתקבצות. מדידה זו נעשתה בימים עברו על ידי שעון שמש (שפועל רק ביום) שקבע את זמן תחילת הליקוי, זמן סוף הליקוי, וממילא מחצית אורך זמן הלכות שהוא אמצעו. אורך הזמן בין התקבצות להתקבצות מוגדר כחודש של הלבנה. מעתה אם יודעים בדיוק את רגע האמצע של כל אחד משני ליקויי חמה, ואת מספר חודשי הלבנה שחלפו ביניהם, הרי שניתן לחשב את אורך החודש הממוצע. ישנן רשימות בבליות של ליקויי חמה לאורך מאות שנים כבר מתקופת בית שני, ועל פיהם הגיעו התוכנים בזמן העתיק למידת החודש הממוצע, והוא הנקרא חשבון אמצעי.

אמנם כבר הכירו הקדמונים שהזמן החולף בין התקבצות להתקבצות משתנה בין חודשי הקיץ לחודשי החורף בהפרשים של שמונה שעות ויותר. אבל לאורך זמן, הגיעו למידת החודש האמצעית ברמת דיוק גבוהה והיא 29 ימים, 12 שעות ועוד 793 חלקים מ-1080 חלקים לשעה. בזמני השעון הרגיל מדובר ב- 29 ימים, 12 שעות, 44 דקות ו- 3.333 שניות. בזמננו משערים את אורך החודש האמצעי כ- 29 ימים, 12 שעות, 44 דקות ו- 2.9 שניות. ברם כבר בתקופות הראשונים מצאנו שדייקו יותר ממה שהכותב ציטט מדברי חז"ל. בספר מלחמות ה' (מאמר חמישי) מדווח הרלב"ג על תצפיות שהוא ערך: בחלק א פרק סד הוא מחשב את אורך חדשה של הלבנה כקצר מעט מן השיעור שנתנו חז"ל (29 12 793) שהוא 29 ימים 12 שעות 44 דקות ועוד חלק אחד מ-1080. הרלב"ג מציע במקום חלק האחד מ-1080 רק חלק אחד מ-1138, והוא מחשב את הצטברות חסרון זה לאורך תקופות שונות ממש כמו הכותב במאמר שלפנינו. שיעורו של הרלב"ג במידות הזמן שלנו הוא: 29 ימים 12 שעות 44 דקות ו- 3.16 שניות.

גם הרמב"ם ביצע מדידות ועשה חישובים בעצמו. הוא כתב בהלכות קדוש החודש יד, ב: "מהלך אמצע הירח ביום אחד, שלוש עשרה מעלות ועשרה חלקים וחמש שלושים שניות - סימנס י"ג י" ל"ה. נמצא מהלכו בעשרה ימים, מאה ואחת ושלושים מעלות וחמישה וארבעים חלקים וחמישים שניות - סימנס קל"א מ"ה נ'... ונמצא שארית מהלכו בתשעה ועשרים יום, שתיים ועשרים מעלות ושישה חלקים ושש וחמישים שניות - סימנס כ"ב ו' נ"ו. ונמצא שארית מהלכו בשנה סדורה, שלוש מאות וארבע וארבעים מעלות ושישה חלקים ושלוש וארבעים שניות - סימן להם שמ"ד כ"ו מ"ג. ועל דרך זו, תכפול לכל מניין ימים או שנים שתוצאה". אם ידוע לנו מהלך הירח, ומהלך השמש (שם יב, א) ניתן לחשב את אורך החודש. ההפרש בין מהירות הירח לזו של השמש הוא המדד של קצה התקדמות של הירח לפני השמש. ברגע ההתקבצות המרחק באורך ביניהם הוא אפס. במשך החודש הירח מתקדם לפני השמש עד שהוא מסיים היקף שלם ונמצא שוב בנקודת הקיבוץ כאשר הירח מתקדם לפני השמש 360° .

מהלך הירח האמצעי ביום אחד: $13^{\circ} 10' 35'' 01''' 48''''$

מהלך השמש האמצעי ביום אחד: $0^{\circ} 59' 08'' 19''' 48'''' -$

הפרש המהירות = התקדמות הירח על השמש ביום אחד: $12^{\circ} 11' 26'' 42'''$

הפרש הזמן בין התקבצויות: $360^{\circ} / (12^{\circ} 11' 26'' 42''')$

שהוא 29 ימים 12 שעות 792 חלקים ועוד קרוב ל-4/5 של החלק. במידות שלנו נמצא אורך החודש של הרמב"ם 29 ימים 12 שעות 44 דקות ו-2.63 שניות. הרי שחז"ל כבר ידעו על אי הדיוק החישוב אורך החודש הממוצע, והתגלית של הכותב על תוספת חצי חלק שלם אין בה בכדי להפתיע את מי שמצוי בספרות חז"ל בתחום.

הפרדת הדת מהמדינה

קוראי בד"ד גם הופתעו מאימויו של הכותב על הנחיצות לקיים במדינת ישראל שתי מערכות נפרדות של השעון – מערכת אחת מוחלטת הכפופה להחלטת ממשלת ישראל בחוק קביעת הזמן משנת 1992, והמערכת השנייה, המערכת ההלכתית, שתהיה תלויה בחלקי היממה ושערכי יחידותיה ישתנו עם הזמן. הרי לנו הצדקה נוספת להפרדת הדת מהמדינה, אפילו על השעה לא יכולים להסכים.

אך גם כאן, אין בדבריו של פרופ' כהן ממש אם לוקחים בחשבון את לוח השעות הזמניות של הדת מול השעון הקבוע של המדינה. וכי כיום מנהלים שתי מערכות שעונים לקביעת זמן כניסת שבת או זמני התפילות? בוודאי שלא. הזמן היחסי של חז"ל מתורגם לזמן המוחלט המקומי. כך גם ביחס לזמני המולד ושאר זמני הלוח שהוזכרו במאמר הנ"ל.