

אריאל כהן

כיצד בחר הרמב"ם את נקודת "העיקר" – ביאורים לחישובים האסטרונומיים בהלכות קידוש החודש

הלכות קידוש החודש נכתבו ע"י הרמב"ם שהיה בר-הסמכא בדורו באסטרונומיה. כסימן לגדולתו אנו מראים כי הוא כתב את הפרקים י"א-י"ט מתוך ידיעה שדבריו יסייעו למי שיבקש לקבוע את ראש החודש באמצעות עדים המדווחים על ראיית חרמש הירח המתחדש. בין דבריו בפרק י"א אנו מוצאים אף פנייה מפורשת ל"חכמי אומות העולם", ונראה שהתכוון לחכמים מוסלמים שומרונים או קראים שחיסרו עבודות בנושא ראיית הירח ושיער שהם ילמדו דבריו על בוריים. הרמב"ם אף מצוין כי הכיר את חיבוריו של אל-בתאני המוסלמי (ר' למשל, Maghout, 1990) וממנו למד על אורך שנת השמש.

רמז לכך שהפרקים י"א-י"ט נכתבו גם לתועלת המוסלמים ניתן למצוא בבחירה של נקודת המוצא, אשר שימשה את הרמב"ם לחישוביו, שהיא השעה 6 לפנות ערב של יום ה' 22 במרץ 1178 (אור ליום ג' בניסן ד'תתקל"ח). החישובים לגבי אפשרות הצפייה של הירח המתחדש במועד זה יכלו לעזור הן לשומרונים בבואם לקבוע את ר"ח ניסן לצורך קביעת יום קרבן הפסח, והן לשכניו המוסלמים בבואם לקבוע מתי הסתיים צום הרמאדאן באותה השנה והתחיל חודש שוואל ועמו החג החשוב ביותר באסלאם – עיד אל-פיטר.

בחלקה השני של עבודה זו נשווה בין המולד הממוצע של הרמב"ם לבין המולד של הלוח העברי ונציג הצעות לביאורים לחישובים של הרמב"ם המתייחסים להגדרה של "הרוחב הראשון" ו"קשת הראייה" לצורך תצפית על חרמש הירח המתחדש. במאמר זה נציג גם כן את האתר: <http://shum.huji.ac.il/~cariel/code/4938.html>, שפותח ע"י המחבר. אתר זה מאפשר סידרה ארוכה של חישובים אסטרונומיים המתבססים על עבודתו של הרמב"ם. בסופו של המאמר נציג דוגמאות של תוצאות שמתקבלות באמצעות האתר, המתייחסות למחזור 28 השנים ומחזור הלוח העברי בן 19 השנים.

1. יום "העיקר"

עד לשנת 1177 התפרנס הרמב"ם מהשקעת כספיו בידי אחיו שסחר באבנים יקרות. לאחר מות אחיו בטביעת ספינתו, החל הרמב"ם להשתמש בידיעותיו המופלגות בכל ענפי המדע לצורך פרנסתו. כעבור שנים אחדות בלבד התפרסם כאחד מטובי הרופאים בקהיר. את ידיעותיו הרפואיות שאב בעיקר מכתבי גלנוס. המשורר הערבי אל-סעיד אבן סינא אלמולך אף כתב עליו:

גלגוס ריפא את הגוף/ והרמב"ם גוף ונפש./ידיעותיו קנו לו שם כרופא הדור/ הוא ידע לשכך את כאב הבערות/לוי באה הלבנה לידיו/ היה מרפא את כתמי פניה...

(וראה: אוריאל לוינגר "רפואה והלכה בהכנתו של הרמב"ם ביד החזקה" אסיא עא-עב, שבט תשס"ג (ינואר 2003) כרך יח, ג-ד)

בשנת 1185 החל הרמב"ם לשמש כרופאו של הוויזר המוסלמי המשנה למלך, ולאחר מכן של המלך צלאח א-דין עצמו. על-כך כתב הרמב"ם במכתב ששלח לטמואל אבן תיכון:

...אני שוכן במצרים (בפוסטאט) והמלך שוכן בקאהרה (קהיר)... אי אפשר לי מבלתי ראותו בכל יום בתחילת היום... כללו של דבר – כל יום אני עולה לאל-קאהרה בהשכמה (=מוקדם בבוקר), וכשלא יהיה שם שום מכשול... אשוב למצרים (=פוסטאט) לאחר חצי היום... ואמצא האכסדראות כולן מלאות גויים ומרביתם, מוסלמים א.כ.ל, בהם חשוב ובלתי חשוב... ושופטים ושוטרים... ואצא לרפאותם... עד הלילה... ואני שוכב פרקן מדוב העייפות.

אולם, לא הייתה לרמב"ם סיבה לצמצם את תרומתו לשכניו המוסלמים רק במדע הרפואה. אנו מבקשים לומר בעבודתנו זו לראשונה, שרמב"ם תרם גם מידיעותיו באסטרונומיה לתועלת המוסלמים והשומרוניים ואת לכך ניתן למצוא בפרקים י"א-י"ט של הלכות קידוש החודש בחישובים האסטרונומיים, המאפשרים להעריך מתי מתחיל חודש הלבנה. לדברינו בחירת התאריך להרגמת חישוביו מצביעה על נכונותו לתרום מידיעותיו באסטרונומיה לשכניו המוסלמים, כפי שעשה בתחום הרפואה. התאריך שנבחר כנקודת המוצא התאים לתאריך בו צריך היה להיקבע החג החשוב ביותר בלוח השנה המוסלמי, הלא הוא העיד-אל-פיטר.

בפרקים א'-י' מסביר הרמב"ם כיצד לחשב את המולד הממוצע חודש אחר חודש, החל ממולד ניסן של השנה הראשונה ליצירה, שהיה ביום רביעי בשבוע בשעה ט' ותרמ"ב חלקים. מכאן ואילך ייקבע זמן המולד הממוצע ע"י תוספת אורך החודש הממוצע שהוא 29.5 ימים ותשצ"ג חלקים. בהתבסס על העובדה שבכל 19 שנים עבריות ישנם 235 חודשים עבריים ממוצעים ניתן אם-כן לקבוע את המולד של כל חודש נתון בשנה נתונה אחרי היצירה, כאשר את מספר החודשים בתוך כל מחזור של 19 שנים קובעים עפ"י כללי העיבור. כך חישב הרמב"ם את המולד של חודש ניסן בסמוך לנקודת "העיקר" (וראה פרק 2 להלן). חישוב זה ניתן לעשות גם באמצעות האתר: <http://shum.huji.ac.il/~cariel/code/4938.html> המאפשר לקבוע כי "מספר היום היוליאני" (JDN=Julian Day Number) המתאים למולד העברי של חודש ניסן בשנת 1178 לספירה, היה

$$JDN = 2151401.221562$$

מולד זה היה ביום שלישי בשעה 1, 40 דקות וחלק אחד ביום א בניסן ד' תתקל"ח שהוא לפי הזמן האוניברסאלי (UT) יום שני שעה 5 אחר הצהריים, 19 דקות וכ 3 שניות.

כיצד בחר הרמב"ם את נקודת "העיקר"

ראוי לציין כי המושגים של זמן אוניברסאלי והיום היוליאני הלקוחים מן האסטרונומיה המודרנית משמשים כאן רק לצורכי החישוב.

"נקודת העיקר" הסמוכה למולד זה של הודש ניסן משמשת את הרמב"ם בבסיס לחישוביו בנושא הראייה של חרמש הירח המתחדש, מנהג שעבר מן העולם היהודי מאז נקבע הלוח העברי, שהתפרסם ע"י רב סעדיה גאון במאה העשירית לספירה.

אנו נראה כי בחירה זו של מולד ניסן לא הייתה מקרית, והיא מלמדת על ידיעותיו הנרחבות של הרמב"ם בחישובים של "אומות העולם" שנוקקו בפועל לחישוב האפשרות של הצפייה בחרמש הירח המתחדש, לצורך קביעת היום הראשון של חודש הלבנה.

חשוב לציין כי האורך האמיתי של החודש, ממולד אסטרונומי ועד למולד האסטרונומי העוקב, יכול להשתנות, אפילו במהלך שנה אחת, ביותר מ 6 שעות, מעל או מתחת לאורך הממוצע, המשמש לקביעת המולד בלוח העברי הקבוע.

לתופעה זו הקדיש הרמב"ם את הפרקים י"א-י"ט. בתחילה הוא מפרט את ההבדל בין אורך חודש אמיתי לבין אורך חודש ממוצע. לאחר מכן הוא דן ביסודיות רבה בכל הקשור לאפשרות הראייה של חרמש המתחדש של הירח אחרי המולד האמיתי, בהתאם למרווח הזמן עד לשקיעת השמש ובהתאם לנטיית מסלול הירח ביחס לאופק. כל הערכים שפותחו ע"י הרמב"ם בפרקים אלה תורגמו באתר החדש <http://shum.huji.ac.il/~carriel/code/4938.html> למשוואות שבאמצעותן ניתן לחשב את הצפייה בירח החדש על פי המולד הממוצע בכל תאריך עברי, יוליאני (עד 1582) או גרגוריאני.

כדי לענות על השאלה האם ניתן ליחס את הבחירה בתחילת חודש ניסן של שנת 1178 לספירה כנקודת "העיקר" לצרכים המעשיים של אומות אחרות, נמצא (באמצעות המשוואות באתר) מה היה הזודיש המתאים בנקודת "העיקר" עפ"י הלוח המוסלמי.

הלוח המוסלמי החל עם חודש מוחרם בשנת 622 לספירה בתאריך ה 16 ביולי. מספר היום היוליאני של המולד העברי הסמוך לתאריך זה היה :

$$JDN = 1948437.448067$$

מולד זה היה ביום רביעי בשעה 7, 6 דקות 61 חלקים, ביום א' באב ד' שפ"ב, שהוא לפי הזמן האוניברסאלי (UT) יום שלישי שעה 10 בלילה, 45 דקות וכ 13 שניות.

הפרש הערכים של מספר היום היוליאני (JDN) המחולק באורך החודש העברי מלמד כי חלפו 6873 חודשים:

$$(2151401.221562-1948437.448067)/(29.5+793/1080/24)=6873$$

שהם 572 שנים מוסלמיות ועוד 9 חודשים.

החודש התשיעי בלוח המוסלמי (1). מוחרם. 2. צפר. 3. רביע אל-אול. 4. רביע א-ת'אני. 5. ג'ומאדא-אל-אולא. 6. ג'ומאדא א-ת'אניא. 7. רג'ב. 8. שעבאן. 9. רמדאן. 10. שוואל. 11. ד' אל-קעדה. 12. ד' אל-חיג'ה) הוא חודש הרמדאן. ובחלוף החודש התשיעי עם הצפייה על

חרמש הירח המתחדש ע"י עדים מסתיים צום הרמדאן ומתחיל החג עיד אל-פיטר. יש להעיר כי ההנחה המקובלת היא שהאורך הממוצע של החודש המוסלמי כפי שהוא נקבע ע"י חכמי האסלאם קצר בחלק אחד (1/1080 של השעה) מהאורך הממוצע של החודש העברי, אך במהלך 6873 חודשים הבדל זה מצטבר לכ 6 שעות בלבד ולכן אין לכך השפעה על קביעת החודש המוסלמי שהחל בסמוך לנקודת "העיקר" של הרמב"ם.

כפי שנראה בסעיף 3, הרמב"ם מציג כדוגמה בחישוביו את אפשרות התצפית 29 ימים לאחר נקודת "העיקר". אך עניין מיוחד יש גם לשימוש בדרך החישוב המוצעת על-ידו לגבי אפשרות התצפית 30 יום לפני נקודת "העיקר". ניתן להניח כי הרמב"ם הציג חישובים אלה לפני שכניו המוסלמים כרי לעזור להם לקבוע כי תחילת צום הרמדאן היה אכן 30 יום לפני תחילת עיד אל-פיטר: השימוש בשיטת הרמב"ם המוצגת בהלכות קידוש החודש מלמד כי 30 יום לפני נקודת "העיקר" היו ערכי "האורך הראשון" בשקיעה ו"קשת הראייה" שווים ל- $16^{\circ} 11' 12''$ ו- $28' 12''$ ¹³, בהתאמה, כפי שניתן לראות גם באמצעות טבלה 2 באתר. עפ"י ערכים אלה והכללים המפורטים בפרק י"ח עולה כי ניתן היה לצפות בחרמש הירח באותו ערב. אם כן חודש הרמדאן של המוסלמים היה באותה שנה בן 30 יום.

לבסוף, הסיכוי שנקודת "העיקר" של הרמב"ם תתאים באופן אקראי לחג החשוב ביותר בלוח המוסלמי, שבו נזקקים בפועל לצפייה בחרמש הירח, הוא 1/12, לפי מספר חודשי השנה בלוח זה. ומכיוון שהרמב"ם נודע בעזרתו הרפואית לשכניו המוסלמים, לא יהיה זה מופרך להניח כי הוא תרם לכול גם מידיעותיו והבנתו בכל שטחי המדע בכלל והאסטרונומיה בפרט.

2. שעת המולד הממוצע של הרמב"ם לעומת המולד של הלוח העברי

בפרק י"א אנו מוצאים כי בנקודת העיקר:

מקום השמש במהלכה האמצעי היה בשבע מעלות ושלושה חלקים ושתיים ושלושים שניות ממזל טלה-סימנן ז' ג' ל"ב.

ובפרק י"ד אנו מוצאים כי:

מקום אמצע הירח בתחילת ליל חמישי שהוא העיקר לחשבונות אלו, במזל שור מעלה אחת וארבעה עשר חלקים וארבעים ושלוש שניות – סימנן א' י"ד מ"ג (ראה ערכי השמש האמצעי ואמצע הירח בטבלה 2 באתר).

באמצעות נתונים אלה ניתן לחשב מתי היה המולד הממוצע, עפ"י המהלך הממוצע של השמש והירח כפי שקבע אותם הרמב"ם. מועד זה של המולד ניתן גם למצוא באמצעות טבלה 2 באתר ע"י שימוש בצעדי הזמן בטבלה ואיפוס הקואורדינטה של "שמש-ירח ממוצעים". הזמן בו הקואורדינטה מתאפסת הוא זמן המולד הממוצע של הרמב"ם.

מולד זה מתקבל בירושלים בזמן העברי של 8 שעות, 18 דקות ו-42 שניות, כלומר בשעה 2

כיצד בחר הרמב"ם את נקודת "העיקר"

ועוד כ 337 חלקים אחר חצות. זמן זה מקדים את שעת המולד של הלוח העברי בשעה אחת, וכ 17 דקות (עד לדיוק של חצי חלק).

מאחר שהאורך הממוצע של החודש והאורך הממוצע של השנה של הרמב"ם קבועים, גם ההפרש בין המולד הממוצע של הרמב"ם לבין המולד העברי הוא קבוע, וניתן למוצאו ע"י איפוס ערכי "שמש-ירח ממוצעים" בטבלה 2, הן בשנת "העיקר" של הרמב"ם, הן בשנת היצירה, והן בשנה זו – 2011.

הפרש זה גדול ב 33 דקות וחלק אחד מההפרש הקיים בין נתוני האלמגסט המותאמים לזמן ירושלים לבין זמני המולד של הלוח העברי.

בחיבורו על הלוח העברי מרגיש ח"י בורנשטיין כי הסיבה להבדל בין מועדי המולד בלוח העברי לבין המולדות הממוצעים של האלמגסט קשורה ברצון של הגאונים לקבוע את יציאת האדם ביום שישי בשבוע, בשעה המדויקת של 8:0000 (8 שעות ו-0 חלקים) בבוקר (וי"ד).

אנו מגיעים, אם-כן, למסקנה כי הסיבה לכך שהרמב"ם השתמש בהפרש גדול עוד יותר התבססה על העובדה שהמולד של הלוח העברי נקבע בקירוב, והוא החליט לשנות זאת בחישוביו כדי להתאים את טבלאות הערכים בהלכותיו לתקופתו.

אם-כך כיצד ניתן ליישב את הסתירה בין הערך של תחילת תקופת ניסן שמציג הרמב"ם בפרק י' לחישוב המולד לנתונים שהוא מזכיר בפרקים י"א וי"ד? התשובה לכך היא שנתוני הרמב"ם בפרקים י"א וי"ד מתייחסים לירושלים ושעת המולד הממוצע המחושבת על פי הנתונים הללו מתייחסת אף היא לירושלים. לעומת זאת, תחילת תקופת ניסן המתוארת בפרק י' שעל-פיו נוהג הלוח העברי, מתאימה ליישוב במרחק של למעלה מ-19 מעלות אורך מזרחה מירושלים, מרחק העולה ביותר מ 5 מעלות על המרחק שהיה מקובל בתקופתו כמרחק של העיר בגד מירושלים (ראה אל-בירוני, 1000).

לכן הקביעה כי מולד האדם היה בוי"ד אינה מדויקת לפי הרמב"ם, והוא לא התייחס לערך זה בחישוביו שנועדו לתת מענה אסטרונומי מדויק ככל האפשר לשאלה, האם ניתן לצפות בירושלים בתאריך נתון בחרמש הירח המתחדש (וראה פרק 14).

3. ביאור שיש להדגיש בחישוביו של הרמב"ם המתייחסים

למיקום "הראש"

באסטרונומיה יש למושג "חודש" מספר הגדרות שונות המתייחסות כל אחת לתיאור התנועות השונות של הירח:

- החודש הסינודי (או החודש "הכוכבי") מתייחס לתנועת הירח סביב כדור הארץ ביחס לכוכבים רחוקים, בעוד שהחודש הסינודי מבטא את תנועת ההקפה סביב כדה"א ביחס לשמש. חודשי הלוח העברי מבוססים על החודש הסינודי הממוצע, וכן הלוח השומרוני, והלוח המוסלמי.
- החודש האנומאליסטי מציין את הזמן החולף מהרגע בו נמצא הירח בנקודתו הרחוקה ביותר מכדה"א ועד לפעם הבאה בה יימצא באותה נקודה. נקודה זו מכונה ע"י הרמב"ם בשם

"הגובה". אורך התודש האנומאליסטי גדול מאורך החודש הכוכבי ולכן נקודת "הגובה" של הרמב"ם מתקדמת ביחס לכוכבים באותה מגמה כמו כיוון ההקפה של הירח. לעומתו, החודש הדרקוני מבטא את פרק הזמן החולף מהרגע בו הירח חותך במסלול הקפתו בעלייה את מישור התנועה של כדור הארץ סביב השמש (מישור הקרוי בשם מישור המילקה הנוטה ב 5.5 מעלות ביחס למישור המסלול של הירח) ועד לפעם הבאה בה יחתוך הירח מישור זה בעלייה. נקודת החיתוך הזו מכונה ע"י הרמב"ם בשם "הראש".

אורך החודש הדרקוני קצר מהחודש הכוכבי וע"כ נקודת הראש נסוגה ביחס לכוכבים בכיוון מנוגד להתקדמות הגובה.

עבודתו של הרמב"ם המבוססת על הידע המדעי בדורו, ונעזרת במושגי ה"גובה" וה"ראש" לחישוב מיקום הירח האמיתי, נקיה אמנם מפליטות קולמוס, אולם יש להעיר כי החישוב של מקום הירח 29 יום לאחר נקודת "העיקר" (פרק ט"ז), נראה לכאורה שגוי מתמטית, לפי שכדי לקבל את הקואורדינטה של הראש הוא מוסיף תחילה את קצב התקדמות הראש ביחס לכוכבים במקום לגרוע אותו:

בהלכות ה' - ר' מציין הרמב"ם כי מאחר שהראש השתנה במהלך 29 הימים מאז היותו בנקודת "העיקר", הרי שכדי לקבוע את מקומו 29 ימים מאוחר יותר יש לבצע את הפעולות הבאות:

זה הרי שרצינו לידע מקום הראש לתחילת ליל ערב שבת שיומו שני לחודש אייר משנה זו שהיא שנת העיקר—ומניין הימים הגמורים מתחילת ליל העיקר עד תחילת ליל זה שאנו רוצים לידע מקום הראש בו, תשעה ועשרים יום.

ו תוציא אמצע הראש לעת הזאת על הדרך שידעת, והוא שתוסיף מהלכו לתשעה ועשרים יום על העיקר; ייצא לך אמצע הראש מאה ושתיים ושמונים מעלות ותשעה ועשרים חלקים ושבע ושלושים שניות—סימנם קפ"ב כ"ט ל"ז; תגרע אמצע זה משלוש מאות ושישים, יישאר לך מאה ושבע ושבעים מעלות ושלושים חלקים ושלוש ועשרים שניות—סימנם קע"ז ל' כ"ג; וזה הוא מקום הראש, ואל תפנה אל השניות. נמצא מקום הראש, במזל בתולה בשבע ועשרים מעלות ושלושים חלקים; ומקום הזנב כנגרו, במזל דגים בשבע ועשרים מעלות ושלושים חלקים.

לעומת זאת הקביעה המופיעה בהלכה ב': "מהלך שווה יש לזה הראש, שאין בו לא תוספת ולא גירעון; והוא הולך במזלות אחרנית מטלה לדגים לדלי, וכן הוא סובב תמיד", מתאימה לידע האסטרונומי דהיום, לפיו נע הראש בכיוון מנוגד לכיוון תנועת אמצע הירח. ולכן כעבור 29 ימים מאז שהחל את דרכו מנקודת "העיקר" ("ואמצע הראש בתחילת ליל חמישי שהוא העיקר, היה מאה ושמונים מעלות ושבעה וחמישים חלקים ושמונה ועשרים שניות—סימנם ק"פ כ"ז כ"ח"), יימצא הראש בקואורדינטה של ק"פ נ"ז כ"ח פחות א' מעלות, ל"ב דקות של מעלה וט' שניות של מעלה ("ונמצא מהלכו לתשעה ועשרים יום, מעלה אחת ושניים ושלושים חלקים ותשע שניות—סימנם א' ל"ב ט"), דהיינו במעלה קע"ט כ"ה י"ט.

כיצד בחר הרמב"ם את נקודת "העיקר"

בהלכה ו' הוסיף הרמב"ם את תנועת הראש במקום לגרוע אותה ולאחר מכן הוא מבאר שהוא מבדיל בין המושג של "אמצע הראש" למושג של "מקום הראש". "אמצע הראש" הוא המושג המשמש לתנועת הראש בכיוון מנוגד לכיוון תנועת הירח ואילו "מקום הראש" הוא הערך של 360 מעלות מחות "אמצע הראש". ע"כ הוא מוסיף לאמצע הראש את שיעור ההתקדמות ההפוכה ולאחר החישוב הוא מפחית את התוצאה מ 360 כדי לקבל את המקום האמיתי של "מקום הראש". כיום, השימוש בשני מושגים נפרדים אלה אינו קיים בחישובים האסטרונומיים וככל החישובים מופיע רק "מקום הראש".

4. דוגמאות לשימוש בטבלאות האתר לחישוב תאריכים במחזורי של 28 ו-19 שנים

מבוא

בדוגמאות אלה נשווה את התאריכים הקדם-יוליאניים תוך שימוש בכללי הלוח היוליאני עם התאריכים העבריים עפ"י כללי הלוח העברי שנקבעו באלף הראשון לספירה. לתאריכים אלה נודעת חשיבות במסורת היהודית הנוגעת בעיקר למחזור 28 השנים ולקביעת המולדות הממוצעים החל משנת היצירה.

חישוב מחזור 28 השנים – זמן "ברכת החמה" המבואר בפרק ט' אשר מבוסס על אורך השנה היוליאנית, עומד מול הלוח העברי הנוהג כיום ואורך השנה העברית המתוארת בפרק י'. בחינה של שני לוחות אלה, צעד אחר צעד, מתאפשרת באמצעות האתר. בחלקים הבאים נביא דוגמאות לחישובים על בסיס פרקים ט' וי'.

בחלק הראשון (המתייחס ליציאת מצרים) ובחלק החמישי נבאר באמצעות האתר את האמונה שהייתה מקובלת שכאשר מחזור 28 השנים מתחיל בערב הפסח (י"ד בניסן), יש באירוע זה כדי לבשר על אירוע חשוב בחיי האומה. החלק החמישי עוסק בשאלה מתי בפעם האחרונה ייתכן צירוף כזה של תחילת מחזור 28 השנים והתאריך י"ד בניסן, בהסתמך על הדיון בשני הלוחות בחלקים הקודמים:

בחלק השני נבחנת השאלה מתי חוברו הפרקים ט' וי' (כל אחר בנפרד) המשמשים לחישוב מחזור 28 השנים מחד והתאריכים העבריים מאידך. האתר עוסק גם בשאלה האם המולדות של הלוח העברי מתאימים למולדות הממוצעים המשמשים את הרמב"ם לחישוב אפשרות הצפייה של הירח. שאלה זו נבחנת בחלק השלישי של פרק זה.

החלק הרביעי מיוחד ללוח העברי הנוהג כיום, והוא עוסק בהשוואת התאריכים העבריים במחזור 19 השנים לתאריכים הגרגוריאניים.

החלק האחרון מיועד להדגשת ההבדל בין הלוח העברי המתואר בפרק י' לבין הלוח המתואר בפרק ט', ככל שהדבר נוגע לסדר העיבור, לפי שבלוח המתואר בפרק זה מחזור 19 השנים אינו מתקיים.

4א. מחזור 28 השנים ויציאת מצרים

ביום רביעי בבוקר י"ד בניסן ה'תשס"ט, 8 באפריל עפ"י הלוח הגרגוריאני, 26 במרץ עפ"י הלוח היוליאני שנת 2009, עם תחילתו של מחזור של 28 שנים התקיימה "ברכת החמה". מקורה של ברכה זו הוא במסורת שהחמה נבראה בתחילתו של המחזור הראשון, מחזור המאופיין על-ידי שנים בנות 365 ימים ו 6 שעות כל אחת ושראשיתו היא ע"כ באותו היום ובאותה השעה בשבוע. בדרשה שנשא הגאון מאוסטרובצא זצ"ל לקראת יום רביעי 26 במרץ עפ"י לוח היוליאני בשנת 1925, 3 מחזורים של 28 שנה קודם למחזור שהחל ב-2009, שחל גם הוא בתאריך י"ד בניסן, ציין הרב כי צירוף זה של תחילת מחזור 28 השנים וערב הפסח הוא צירוף מיוחד בעל משמעות המבשרת על גאולה: עפ"י חישוביו ברכת החמה בתקופת יציאת מצרים התרחשה גם היא בערב פסח.

כללי הלוח העברי הקבוע נוסחו ונקבעו צעד אחר צעד כאלף הראשון לספירה, החל מן המאה הרביעית. השימוש בכללי הלוח מאפשר למצוא את התאריכים העבריים החל מבריאת העולם (אע"פ שעד לקביעת הכללים נקבעו ראשי החודשים והשנים המעוברות אר-הוק). מכל מקום כך נהג הרב מאוסטרובצא.

עפ"י המסורת בין אדם הראשון ליציאת מצרים מפרידות 2448 שנים, שהן 87 מחזורים של 28 שנה ועוד 12 שנה. על כן ברכת החמה אליה התייחס הגאון מאוסטרובצא לא הייתה בשנת יציאת מצרים אלא בשנת 2437 למולד תוהו (2436 שנה אחרי בריאת המאורות), וע"כ, יש להניח, כי הגאון מאוסטרובצא התכוון לומר שברכת חמה החלה בערב הפסח מבשרת על גאולה שתתרחש במהלך המחזור.

באמצעות האתר ניתן לראות כי י"ד בניסן בשנת 2437 בלוח העברי היה בתאריך היוליאני של 26 במרץ שנת 1323 CE – שהיא שנת 1324 BCE. תאריך זה ה 26 במרץ, החוזר על עצמו בכל 3 השנים של המקרים לעיל, אכן מתאים ליום של תחילת תקופת ניסן בתחילת תקופת המשנה כשסברו שיש 365.25 ימים בשנה. באותה תקופה היה מקובל על חכמי האסטרונומיה ביוון, בכל ומצרים וכן על חכמי ישראל כי האביב של השמש האמיתית מתחיל ב 24 במרץ היוליאני והאביב הממוצע (תקופת ניסן) מתחיל ב 26 במרץ. נדגיש כי חוסר הדיוק של אורך השנה היוליאנית (365.25 ימים) גורם לתאריך היוליאני של 24 במרץ להתרחק מהאביב האמיתי ביממה כל 127 שנים. אך שומרי המסורת של ברכת החמה שמרו גם על התאריך היוליאני המקורי של תחילת האביב שהיה מדויק בתקופה בה החלה המסורת של "ברכת החמה", ועל כן ניתן להעריך מתי החלה מסורת זו כפי שנעשה בסעיף הבא.

4ב. מולד ניסן בשנת היצירה – מתי חוברו המקורות על-פיהן הסתמך הרמב"ם

בפרקים ט' וי'?

היום של תחילת מחזור 28 השנים הכולל את יציאת מצרים היה במספר היום היוליאני של 1237916.652083. יצירת המאורות הייתה 87 מחזורים של 28 שנים לפני-כן, שהם 889749

כיצד בחר הרמב"ם את נקודת "העיקר"

יום. נמצא אם כן שייצירת המאורות ארעה במספר היום היוליאני (JDN) השווה ל-348167.65208. באמצעות הטבלה באתר ניתן לראות כי מספר יום יוליאני זה היה ביום רביעי כ"ב באדר, שנה 1 ליצירה (שנה א' למולד תוהו), 26 במרץ שנת 3759 CE – (3760 BCE). ואמנם המולד הראשון של ניסן עפ"י פרק ט' חל 7 ימים ושעות אחדות מאוחר יותר. עפ"י הלוח העברי הקבוע א' בניסן חל ביום חמישי, 8 ימים מאוחר יותר.

מאידך, עפ"י פרק י', העוסק בשנה העברית המתאימה ללוח העברי דהיום, המולד הראשון היה כבר ביום הראשון של תקופת ניסן ולא 7 ימים מאוחר יותר כנאמר בפרק ט'. על-מנת להבין את ההבדל של 7 הימים בין שני הפרקים נציין כי השנה העברית של הלוח הקבוע (פרק י') קצרה מן השנה היוליאנית (פרק ט') בשיעור המצטבר ליממה במשך 315 שנים.

נוסף על כך, הלוח העברי הקבוע בניסוחו הראשון נוצר במאה הרביעית, באותה תקופה כבר קבע עולם המדע כי האביב של השמש האמיתית מתחיל ב 21 במרץ היוליאני ותקופת ניסן ב-23 במרץ (כדי להמחיש את ההפרש של היומיים נציב בטבלה 2 של האתר את השמש האמיתי, כלשון הרמב"ם, בקואורדינטה של 0 מעלות בכל שנה שהיא, ולאחר מכן נאפס את הקואורדינטה של השמש האמצעי באותה השנה, הפרש הזמנים שנקבל בין שני האירועים יהיה קרוב ליומיים). בכך תיקן עולם המדע את התאריכים שהיו מקובלים במאה הראשונה למניין האזרחי.

במאה התשיעית לספירה כבר ידע אל-בתאני (שאת עבודותיו באסטרונומיה הכיר הרמב"ם כמפורט, ב-Obermann, 1956) כי האביב האמיתי התחיל במאה זו בתאריך ה-17 במרץ היוליאני. תקופת ניסן של השמש הממוצעת התחילה אס-כן, במאה העשירית ב-18 במרץ.

ולכן אם בתקופת רב סעדיה גאון במאה ה-10 לספירה התבססו על תאריך זה של תחילת תקופת ניסן, בחישוב לאחור יוצא שבשנת היצירה החלה תקופת ניסן, עפ"י חישוביהם, בתאריך היוליאני 2 באפריל, תאריך שהוא 15 ימים (15 = 3759 שנים) משנת היצירה ועד לתחילת המניין האזרחי ועוד כ-950 שנים [עד לתקופת סעדיה גאון] המחולקים ב 315 אחרי התאריך היוליאני של תחילת האביב במאה ה-10.

ואכן 2 באפריל הוא יום רביעי כנאמר בפרק י', והמולד של חורש ניסן של הלוח העברי חל באותו היום בשעה 3 ועוד 642 חלקים אחר חצות.

המסקנה היא כי המקור עליו התבסס הרמב"ם בהצגת נתוני פרק ט' חובר בתחילת תקופת המשנה ואילו פרק י' חובר, ככל הנראה, על סמך מקור מתקופת הגאונים, כ-800-900 שנה מאוחר יותר מהמקור של פרק ט'.

44. המולד הממוצע של הרמב"ם עפ"י תנועות השמש והירח המתוארות בפרק י"א

ואילך בהשוואה למולד של הלוח העברי

באמצעות טבלה 2 באתר ניתן גם לאפס את הקואורדינטה של "שמש-ירח ממוצעים" שהוא המולד הממוצע של הרמב"ם. מולד זה מתקבל בירושלים בזמן העברי של 8 שעות, 18 דקות ו-42 שניות, כלומר בשעה 2 ועוד כ-337 חלקים אחר חצות. זמן זה מקדים את שעת המולד של הלוח העברי בשעה אחת, וכ-17 דקות (עד לדיוק של חצי חלק).

הפרש זה גדול ב 33 דקות וחלק אחד מההפרש הקיים בין נתוני האלמגסט לבין זמני המולד של הלוח העברי. ח"י בורנשטיין, טוען שההפרש בין נתוני האלמגסט לבין הלוח העברי, נובע מהמחלוקת בין סעדיה גאון לבין בן-מאיר, כשהגאונים רצו להדגיש את חשיבותה של יהדות בבל ועל כן בחרו כשעת מולד אדם (מולד תשרי) את השעה העגולה 8:0000 בבוקר ביום ששי (וי"ד בלוח העברי), ואילו חכמי א"י ביקשו לקבוע את השעה 3:0000 בבוקר של יום רביעי כשעה העגולה של מולד ניסן בשנת היצירה (ולא ד"ט תרמ"ב כבלוח העברי כיום). שני מועדים אלה קרובים לערכים של האלמגסט בכבל ובירושלים, בהתאמה.

על כן ניתן להניח שהרמב"ם ידע כי לערכי המולדות הממוצעים העבריים אין משמעות אסטרונומית של ערכים ממוצעים אמיתיים לעיר ירושלים, והם ערכים מקורבים בלבד.

וכדי שלחשוביו תהיה משמעות מעשית-אסטרונומית הוא נזקק לערכים ממוצעים מדויקים. ראוי לציין כי בתקופתו של פתולמי היו הערכים הממוצעים שונים בכמחצית השעה ולכן הערכים של האלמגסט מתייחסים לערך הממוצע האסטרונומי בו דבק פתולמי. ההבדל של 33 הדקות בין המולדות של הרמב"ם לבין המולדות של האלמגסט נובע מכך שהערך של אורך החודש הסינודי - 29.5 ימים ו-793 חלקים, שונה אמנם כיום רק בכמחצית השנייה מאורכו המקובל ע"י הקהילה האסטרונומית, אך גם הברל קטן זה מצטבר במהלך 1000 השנים שהפרידו בין פתולמי לרמב"ם לכמה עשרות דקות (ההפרש תלוי בזמן, ובמהלך האלף הראשון לספירה היה אף נמוך ממחצית השנייה).

אם כן, מפרק י"א ואילך השתמש הרמב"ם בערכי מולד ממוצעים שונים מהערכים של פרקים ט' ו"י משום שרצה שטבלאות הערכים יתאימו לצפייה בפועל בתרומש הירח בתקופתו.

44. התאריך העברי והאזרחי במחזור של 19 שנה

הטבלה הראשונה באתר מאפשרת לכל אחד לבחון באיזו מידה חוזר התאריך העברי ומתלכד עם התאריך האזרחי (הגרגוריאני) במחזור של 19 שנים. אם נבחר כדוגמה, את יום הולדתו של נשיא מדינת ישראל, חתן פרס נובל, שמעון פרס, שחל ביום כ' באב שנת ה' תרפ"ג (5683 MAM), 2 באוגוסט 1923, נראה בעזרת הקשה על "19 ימי הולדת" כי ביום הולדתו ה 19 היה 2 באוגוסט ביום י"ט באב. לעומת זאת בשנת 2018, לאחר 5 מחזורים של 19 שנה, יהיה ה-2 באוגוסט בתאריך כ"א באב.

הסיבה לתנודות אלה איננה קשורה בהכרח להבדל בין אורך השנה הגרגוריאנית לבין אורך

השנה העברית, המצטבר ליממה בממוצע רק לאחר כ-231 שנים ((365.2425-365.246822206)/1), אלא לעובדה שהתאריך העברי מושפע בטווח הקצר של 19 שנה מ"דחיות" שאינן כלולות בלוח האזרחי דוגמת דחיית "לא אד"ו ראש".

ההבדל בין אורכי השנה בשני הלוחות מתבטא בטווח הארוך יותר ואכן אחרי 380 שנה (20 מחזוריים של 19 שנה) כבר יהיה ה-2 באוגוסט של שנת 2303 בתאריך העברי י"ז בתמוז, כפי שניתן להיווכח באמצעות הטבלה (ראה דיון בנושא זה בא. כהן, בד"ד 20, התשס"ח). נעיר כי בהשוואת תאריכי הלוח העברי עם התאריך האזרחי יש לזכור כי שעות הלילה בין השקיעה לחצות מתאימות ליום עברי בשבוע שונה מהיום בשבוע של הלוח האזרחי, ולכן אם שעת הלילה איננה ידועה, יש להבטיח (ע"י שינוי השעה) שהיום בשבוע העברי ישתווה בטבלה ליום האזרחי.

4. מחזור 28 השנים וחבלי משיח באחרית הימים

השימוש בצעדי זמן של מחזור 28 השנים באתר מאפשר לבחון בנקל מתי החל מחזור ברכת החמה ביום רביעי בבוקר בתאריך העברי של י"ד בניסן. לאחר שנקבע את נקודת ההתחלה באתר בתחילת תקופת ניסן בשנת היצירה ניווכח כי אכן, כפי שנתפרסם (ראה למשל, מ. ויינברג, התשס"ט) היו עד לשנת 2009 ובכלל, על בסיס הלוח העברי הקבוע, 12 אירועים של ברכת החמה ביום רביעי ערב פסח (עפ"י הטבלה באתר היו אירועים כאלה בשנים: 1821, 1905, 2437 [תזילת המחזור של יציאת מצרים], 2521, 3137, 3753, 3837, 4369, 4453, 5069, 5685 | 5769 ליצירה). באמצעות טבלה 2 באתר ניתן לקבוע כי לאחר 2009 יהיו עוד 11 אירועים מסוג זה, ואולם בעקבות ההבדל בין אורך השנה של ברכת החמה לאורך השנה העברית, הצידוף האחרון יהול בשנת 10781 ליצירה.

למחשבי הקיצין נציין כי אחרי שני האירועים הבאים (בשנים 6301 ו-6385 ליצירה) יתחיל מחזור של 28 שנים בערב הפסח בחלוף 7000 שנה ליצירה. לכל מי שרוצה לראות בצירוף זה סימן לגאולה נצטט את הדעה המוזכרת בתלמוד הבבלי במסכת סנהדרין דף צ"ז ע"ב: "ואין הקב"ה מחדש את עולמו אלא לאחר שבעת אלפים שנה".

14. סדר העיבור עפ"י פרק ט' של הלכות קידוש החודש

כאשר אורך השנה הוא 365.25 יום ואורך החודש הוא 29.5 ימים ועוד 973 חלקים, כמפורט בפרק ט', 235 חודשים אינם שווים ל 19 שנות חמה ולא ניתן לשמור על סדר העיבור בתוך כל מחזור קטן של 19 שנה ויש להחליפו. זאת ניתן להסיק ישירות מדרך החישוב של תחילת תקופת ניסן ביחס למולד ניסן המפורטת בפרק ט'. בצירוף הנ"ל של אורכי החודש והשנה נוצרים מחזוריים גדולים בני 483 ו-502 שנים (לפי סדר של 483, 502, 483 וחזור חלילה) כמפורט במאמר, כהן, ה'תשס"ד. סדר העיבור, בתוך כל מחזור קטן של 19 שנה, המשתנה בחלוף מחזורי שנים אלה בני 483 ו-502 שנים אלה, נדון בהרחבה במאמר, כהן, ה'תשס"ג.

ביבליוגרפיה

- al-Biruni, 10-11th century AD, *The Chronology of Ancient Nations* (Edited [Leipzig, 1878] and Translated by E. Sachau), London, 1879.
- Maghout, K., *al-Battani : un grand astronome et mathématicien arabe*, Bull. *Études Orient.* 41(42) (1989/90), 55-58.
- Ptolemy, Claudius, 2nd century; *Ptolemy's Almagest* (Translated and Annotated by Gerald J. Toomer), Princeton University Press, 1998.
- Obermann, J. (Ed.), *The Code of Maimonides: Sanctification of the New Moon* (Translated by S. Gantz, and Annotated by Neugebauer), Yale University Press; New Haven, CT, 1956.

בורנשטיין, ח"י; "מחלוקת רב סעדיה גאון וכן מאיר", ורשה: תרס"ד

וינברג, מ', תשס"ט; "כרכת החמה", <http://www.kipa.co.il/jew/show.asp?id=32414>

כהן א', תשס"ג; "מוצא הלוח העברי על-פי אל-חואריזמי והרמב"ם", בתוך: י' אשל (עורך), מחקרי יהודה ושומרון, יב, המכללה האקדמית יהודה ושומרון, אריאל, עמ' 361-370.

כהן א', תשס"ד; "מחזורים אסטרונומיים בני מאות שנים שבקיומם האמינו באלף הרביעי והחמישי לבריאה – והשפעתם על הכרונולוגיה היהודית", בתוך: י' אשל (עורך), מחקרי יהודה ושומרון, יג, המכללה האקדמית יהודה ושומרון, אריאל, עמ' 331-343.

כהן א', תשס"ו; ראה הנספח המדעי של הספר: "מסע אל ההיסטוריה של האסטרונומיה – מסע באובזקיסטן בעקבות תרומותיהם של אל-חואריזמי אל-בירוני ואולוג'ק ומצפה הכוכבים בסמרקנד", 180 עמ'.

כהן א', תשס"ח; "מחזור תאריכי הלוח העברי מול הלוח הגרגוריאני והתלכרות תאריכי החודש והיום בשבוע בשני הלוחות". בד"ד – בכל דרכיך דעתו, 20, 55-66.