

מפעל משנה תורה

לכל ידידנו ומוקירנו, שלום וברכה

ספר משנה תורה מקיף את החזון של העם היהודי לפרטי פרטיו, באופן שלם המעורר השראה והמוביל את הלומד להכיר את עולמה השלם של היהדות: החל ממעשה בראשית ומעשה מרכבה, דרך חייו של הפרט, חייו של הציבור בארץ, המוסדות המכוננים של העם: המקדש, המשפט והמלוכה, וכלה בתיאור חי של ימות האידיאל.

מפעל משנה תורה מיסודה של ישיבת אור וישועה בשיתוף עם ישיבת תורת החיים הפיקו מהדורה מחודשת של הספר, מדויקת כפי שיצאה מתחת יד הרמב"ם, ללא צנזורה נוצרית וללא שיבושי הגלות, עם מפתחות כדי לפתוח שערים שכל אדם מישראל יוכל להכיר את החזון היהודי הכה דרוש לכל יהודי. **אנו מאמינים שמהדורה מדויקת זו חובה שתהיה בכל בית יהודי, בדיוק כפי שחפץ הרמב"ם.**

סדרת ביאורי הכיס - שכבר יצאו לאור בשלמות: המדע, אהבה וזמנים, וספרונים נוספים של "לקראת מקדש" ו"פרקי צדקה" - עם הנוסח המדויק, כותרות הפרקים והביאור התמציתי, הולכת ונפוצה. התגובות מעודדות ביותר. נשמח אם תוכלו לסייע בכל דבר שתראו לנכון: בין בהגהה, עריכה או עיצוב ואיורים (ביחוד להלכות שבת, עירובין וקידוש החודש), בין בתרומה כנדבת לבכם. ניתן גם להקדיש שורה ליקירכם, או אף ספר כיס שלם. **היו שותפים לחזון הגדול שראה הרמב"ם למול עיניו, ובהפצתו לקהלים רחבים.**

בברכה ובהצלחה,

העורכים

מפעל משנה תורה

בהוקרה לידידי המפעל חשון תש"ע

**

רבנו משה בן מימון (הרמב"ם)

משנה תורה, ספר זמנים, הלכות קידוש החודש,

סוד העיבור (פרקים יא-יט)

*

מדויק, מנוקד ומבואר

מבאר ועורך ראשי: יוחאי מקבילי

עורכי משנה: ד"ר יחיאל קארה והלל גרשוני

הכין וסידר לדפוס: קובי עציון

איורים: אילן פפיני, יעקב שהם, יוחאי מקבילי

נשמח לקבל תגובות והארות בדוא"ל:

077-4167003 rambam4u@gmail.com,

© כל הזכויות שמורות.

מפעל משנה תורה - זוכה פרס תרבות יהודית לשנת תש"ע

<http://www.mishnetorah.com>

/

נשמח אם תפיצו את הביאור הלאה

נהניתם מהביאור? נשמח לתרומתכם להמשך היצירה

<http://www.mishnetorah.com/shop/details.php?id=25>

רוצים להוסיף ביאורים משלכם? צרו עמנו קשר, וקבלו

ללא תמורה את הנוסח המדויק ביותר!

הנוסח מדויק עפ"י כתבי היד המשובחים ביותר, ומסתמך בראש על עבודתו המפוארת של הרב יוסף קאפח זצ"ל, על עבודת הרב רבינוביץ שליט"א, ועל עבודת מכון ממרא, חילופי הנוסח במהדורת פרנקל ועיון בכתבי יד מעולים. הביאור - עבודת ליקוט ועריכה של הרמב"ם עצמו מכתביו האחרים, ופרשני הרמב"ם והתלמוד. **אי אפשר ללמוד קידוש החודש מתוך מהדורת וילנא הנפוצה בכל מקום, מפאת השיבושים הקשים שבה.**

מפעל משנה תורה

מתוך ההקדמה לכרך ב':

סוד העיבור, חלקן השני של הלכות קידוש החודש, שהרמב"ם מצרפן לכאן, כדבריו "דְרְשׁוּ מֵעַל סֵפֶר יי וּקְרְאוּ, אַחַת מֵהֵנָּה לֹא נֶעְדְּרָה" (ישעיה לז, טז) (קידוש החודש יט, טז), מדגיש את מטרתו של "משנה תורה" לעסוק באופן כולל ושלם, בכל מה שיהודי צריך לעשות ואף במה שראוי שיצטרך לעשות, ולא רק בענייני הכאן והעכשיו. עיקרו של "משנה תורה" הוא הכרת כל התורה כולה כבסיס אמתי להכרת שאיפתה של התורה. אנו מקווים כי בביאורנו אנו מקלים עליכם למלא את המשימה.

השקענו מאמץ מיוחד בביאור הלכות קידוש החודש, ובייחוד בסוד העיבור (החל מפרק יא), בעיקר משום שלומדים רבים נוהגים לדלג עליהן בגלל הקושי להבין אותן. קבענו לעצמנו, כדרכנו בכל מפעלנו, להציג בפני הלומד את ההלכות כשהן נהירות לכל מי שחפץ לדעתן. קשה היה לנו לצמצם את עצמנו במסגרת צרה של ביאור, לא רק מפני שהחומר רב, אלא בעיקר עקב התפעלות הנפש בעקבות הבנת מהלכי השמים תוך צפייה בגרמי השמים והסקת מסקנות ממהלכיהם ויחסיהם, וגם מן הדרך שהגיעו חכמים אל הבנת המערכת כפי כוחם, שהיא מרשימה עד היום, ומאפשרת לחזות תופעות שמימיות חודשים ואף שנים לפני שהם מתרחשים, בדיוק רב ביותר. התפעלות זו אינה מתמצית רק בחישובים הגאומטריים, אלא יש בה כדי להכיר את מעמדו של האדם בעולמו של הקדוש ברוך הוא, לשאוף אל הנצח האינסופי, להתמלא אהבה לדעת את ה', להכיר אותו ולדבוק בו, כשיראה מפעמת באדם לנוכח גילויים מסעירים אלו (ראה יסודי התורה ב,ב; ד,יב).

על השאלה "מה יצא לי מזה?", הרמב"ם משיב: "ומה שאמרתם: מה יצא מזה? כבר באר ר' מאיר בכרייתא ואמר: הסתכל במעשיו, שמתוך כך אתה מכיר את מי שאמר והיה העולם" (ש"ת קג). היום אנו רגילים להשפיל את מבטנו לעבר השעון ולכלכל את מעשינו על פיו, ואילו אבותינו נהגו לזקוף מבטם ולשאת את עיניהם כלפי מעלה, אל השמים. בהפניה זו, ניתנת לאדם הזדמנות למבט עמוק יותר על מקומו. פעמים רבות בהלכות קידוש החודש (מפרק ו והלאה), אין הרמב"ם מביא את דרך החישוב אלא את תוצאותיו בלבד. במסגרת ביאור זה, העדפנו להסביר את הרעיון ואת מגמת החישוב על פני הצגת הדרך המתמטית המלאה. מניסיוננו אנו למדים שקריאה איטית ומדוקדקת בלוויית הביאור מבטיחה בדרך כלל לפחות את ההבנה הראשונית הראויה, ואילו ההבנה המלאה מגיעה לאחר רצון עז ומאמץ הבאים

מפעל משנה תורה

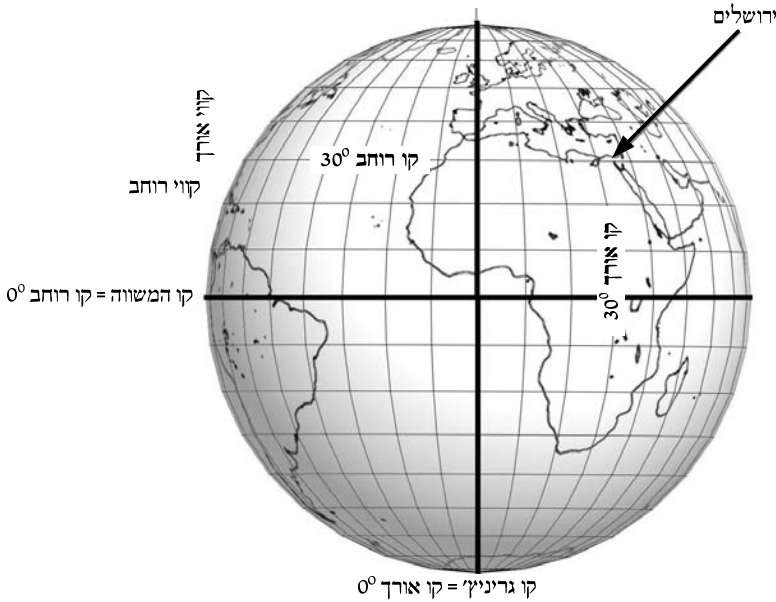
להתאים את התופעות הנראות לעין להסברים שבהלכות הללו. לעתים הביאור אינו אלא ייצוג תיאורי המספרים שתיאר הרמב"ם מילולית או בסימון באותיות (ארבע מאות וחמישה ושמונים; תפ"ה) לסימון בספרות כמקובל היום (485). הבנה מלאה של התהליכים השמימיים, כגון מקום זריחת השמש באופק בכל עונה מעונות השנה או אף בכל יום בשנה אינם מעניינינו של ביאור זה. המעוניין באלה, יוכל למצוא בספרים רבים הנמצאים לכל דורש ואף במקצת מלוחות השנה. מטרתו של הביאור שלפנינו ללוות את הקורא בהמחשות ובביאורים לעניין המצומצם של הלכות אלו: ראיית הירח בלילה הראשון של הופעתו לאחר היעלמותו בסוף החודש. הוספנו איורים לביאור, מתוך רצון להתקרב במעט להנחייתו של הרמב"ם בהסבריו על תנועות גרמי השמים: "וזה לא יתברר במלואו עד שאפשר יהיה לדמותו בשלמות, אלא בשיחה על פה, שיצייר (המבאר) את זה על גבי כדור ויסובבנו, עד אשר יתבאר זה" (ש"ת קלג).

מתוך ההקדמה לפרק ו:

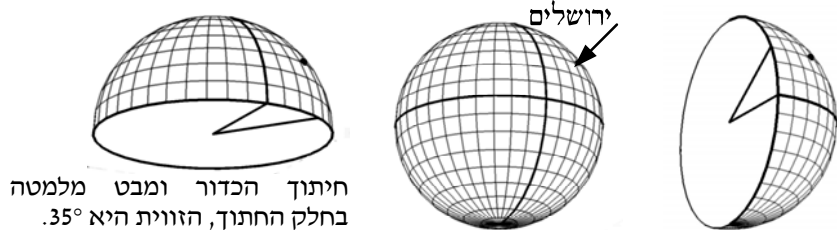
◆ **המולד האמיתי והמולד הממוצע** - על מהלכי הירח והיראותו, ראה לעיל א,ג. הזמן שהירח עובר דרך הקו הדמיוני בין כדור הארץ לבין השמש, המכונה 'התקבצות הירח עם החמה', כי זהו הזמן שבו שניהם נראים "צמודים" מבחינת הצופה מכדור הארץ. נקודת זמן זו היא נקודת השיא קטנות הירח, ומשם ואילך הוא מתחיל "לגדול" מבחינת הצופה. זמן זה נקרא גם "המולד האמיתי" (מולד - מלשון 'לידה', שאז הירח מתחיל להיגלות לעין הצופה). זמן מסוים לאחר מכן ניתן לראות את הירח החדש. מכאן מובן שהמעבר הזה מתרחש סמוך לתחילת החודש העברי, כשהיו מקדשים על פי הראייה. חישוב מועד ה"התקבצות" המדויק על פי מסלולו של הירח הוא משימה מתמטית מורכבת. משום כך הלוח שנתגבש על ידי חכמים קובע את ההתקבצות הממוצעת, שהיא פשוטה לחישוב בחשוואה להתקבצות האמתית, כיסוד לחישוב קביעות החודשים.

◆ **הגדרת היום והלילה**: היממה כוללת את הלילה והיום שלאחריו. לצורך החישובים האסטרונומיים והמינוח המשמש בהלכות אלו, קבענו את היממה כפרק זמן של עשרים וארבע שעות קבועות המחולקות לשני חצאים קבועים בני שתיים עשרה שעות כל אחד: הראשון נקרא 'לילה' והשני נקרא 'יום' (בשונה מן השימושים ההלכתיים במונח שעות זמניות, ראה למשל קריאת שמע א, ט-יא, שבהם משך היום ומשך הלילה משתנים במהלך השנה). לפיכך, "תחילת הלילה" הוא הזמן שבשעון הקבוע שלנו נקרא '6 בערב', שהוא זמן השקיעה הממוצע בשנה, ו"תחילת היום" היא בשעה '6 בבוקר'. לפיכך, "חצי הלילה" הוא בשעה 12 בלילה. "חצי היום" - הוא בשעה 12 בצהריים, לאחר שעברו 18 שעות מ"תחילת הלילה". "שלוש שעות מן היום" הוא בחלוף 15 שעות מ"תחילת הלילה" (12 שעות הלילה, ו-3 שעות מ"תחילת היום"). בהמרה מדויקת יותר לשעות הצפייה בארץ ישראל בזמן הזה, יש לקחת בחשבון שהשעות הקבועות נקבעו לפי שעון קהיר שבמצרים, החל 21 דקות אחר שעון ירושלים. מתוך כך, הזמן האסטרונומי של "תחילת הלילה" חל בשעה 17:17. וראוי להעיר שהמולד המצויין בלוחות של ימינו ומוכרז ברוב בתי הכנסת, שעות הלילה נספרות משעה 6 בערב, וכמו כן נחשבים כל 18 חלקים כדקה אחת.

קווי האורך וקווי הרוחב ומשמעות זוויתיהם.
באיור התחתון ניתן לראות רשת של קווי אורך וקווי רוחב שכל אחד מהם מצייין 10° .



באיורים שלמטה, מתואר הקשר בין הקווים לבין המעלות: המעגלים העוברים בשני חצאי הכדור לאורכו ולרוחבו מחולקים ל- 360° . באיור שבאמצע, סובבנו מעט ימינה את כדור הארץ כדי לתאר את הזוויות. הנקודה מציינת את ירושלים. באיור שממין, ניתן לראות את משמעות קו הרוחב בזוויות: הזווית שקו הרוחב של ירושלים עובר דרכה היא 32° . באיור שמשמאל, ניתן לראות את משמעות קו האורך בזוויות: הזווית שקו האורך של ירושלים עובר דרכה היא 35° .



חיתוך הכדור ומבט מלמטה בחלק החתוך, הזווית היא 35° .

◆ **כדור השמים** - הפשטה של החלל הנראה ככדור בעל רדיוס עצום שמרכזו הוא כדור הארץ. חצי הכדור הנראה לצופה מכדור הארץ נקרא 'כיפת השמים'. גם כיום, אף על פי שידוע שכיפת השמים אינה ממשית, דגם כדור השמים משמש להמחשה ולחישובים מנקודת המבט של הצופה מכדור הארץ כאילו הכוכבים קבועים על כדור זה. יש לתת את הדעת לעובדה שקווי האורך והרוחב הללו יכולים לציין מרחקים זוויתיים בין מקומות, כהפרש בין נקודות הציון של שני המקומות. בדומה לקווי הרשת על כדור הארץ, ניתן לסמן קווי רשת על כדור השמים, ולציין את המרחק הזוויתי על כיפת השמים בין השמש לירח (מרחק זה יסייע לקבוע אם הירח ייראה ביום השלושים של החודש הקודם).

פרק אחד עשר - הקדמה

◆ **הקדמות ומושגים** - מפרק זה מתחילה תמצית 'סוד העיבורי' - תחזית מראה הירח בכל ליל ראש חודש. לדרך הביאור, ראה בהקדמה לספר זה ובהקדמה להלכות קידוש החודש. הדברים שלהלן מובאים בפשטות הנחוצה ובדיוקים הראויים לסוג זה של ביאור. להשלמת ההקדמות, ראה א"ג, סיבוב הירח ומופעי, ובהקדמות לפרק ו (בייחוד הסימונים המתמטיים).

◆ **מערכת השמים ונקודת המבט** - כדי להסביר את תנועת הכוכבים מנקודת מבטו של הצופה מכדור הארץ, שהכול סובב סביבו, בנו חכמי התכונה (אסטרונומיה) הקדמונים מערכת מורכבת של גלגלים, שהם למעשה גרמים שמימיים כדוריים שקופים, ובהם נמצאים כוכבים הנעים לפי תנועת הגלגל (ראה יסודי התורה ג,א-ח. בביאור נתייחס ליגלגלי כמסלול המעגלי של הכוכב). לפי התפיסה העתיקה, כדור הארץ נמצא במרכז היקום והכול סובב סביבו. לפני כחמש מאות שנה, נשתנתה התפיסה ונקבע שהשמש נמצאת במרכז היקום. והאמת, כבר קבעה תורת היחסות המודרנית שהמרכז הוא הנקודה שאנו רוצים שתהיה המרכז ושהכול תלוי בנקודת המבט. לכן, ההלכות הבאות המובאות מנקודת מבטו של הצופה מכדור הארץ, שנראה לו שהשמש מסתובבת סביב כדור הארץ, תקפות אף בימינו. נוסף על זה, חישובי צפיית הירח מכדור הארץ נעשים לשם הפשטות מכדור הארץ, שהירח סובב סביבו. דגם מערכת השמים במקרה זה אינו משמעותי, ודי בו כדי לחשב את מועד היראות הירח, כדברי רבנו: "אין מטרתנו להודיע צורת מציאות הגלגלים היאך היא, אלא מטרתו להניח תכונה [=מודל, דגם] שבה אפשר שיהיו התנועות סיבוביות ואחידות ותואמות את הנישג לעין, יהיה הדבר כך [במציאות] או לא יהיה" (מו"י ב,בד; וראה להלן יא,ד).

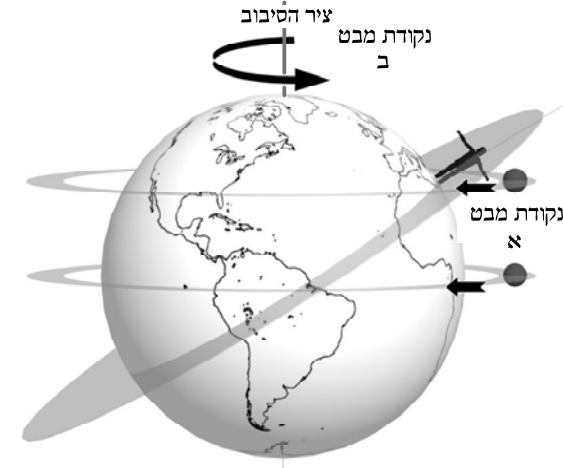
◆ **קווי אורך וקווי רוחב** - שיטת הגדרת המיקום על גבי כדור. שיטה זו משמשת לציון מקום מסוים על כדור הארץ (כגון ירושלים, להלן יא,יז) או לציון מיקום כוכב בכיפת השמים (מיקום השמש והירח בכל הפרקים). האורך הוא הזווית, בין 0° ל- 360° , של אותו מקום, מזרחית או מערבית, כלפי קו ייחוס (בכדור הארץ, קו הייחוס המוסכם כיום הוא קו גריניץ', הנקרא על שם רובע בעיר לונדון שבאנגליה שהוא עובר בו). הרוחב הוא הזווית של אותו מקום במעלות, צפונית או דרומית, ביחס לקו המשווה (בלשון הרמב"ם: "הקו השווה"). ראה איור בעמוד הבא.



איור של כדור הארץ לצורך ציון מקומה של ירושלים (חץ מצביע), ירושלים נמצאת בקו אורך 35 ובקו רוחב 32.

התנועה היומית הנראית של הכוכבים

באיור שלמטה ניתן לראות אדם העומד בירושלים ואת הכוכבים בחלל (מצד ימין). מנקודת מבט של הצופה מכדור הארץ (א' באיור), כדור הארץ נח והכוכבים נעים ממזרח למערב. מנקודת מבט אחרת (ב' באיור), של צופה העומד מחוץ לכדור הארץ, כדור הארץ מסתובב סביב עצמו ממערב למזרח נגד כיוון השעון, והכוכבים נייחים בחלל השמים. ניתן לראות ששתי האפשרויות שקולות להסבר תופעת תנועת הכוכבים.

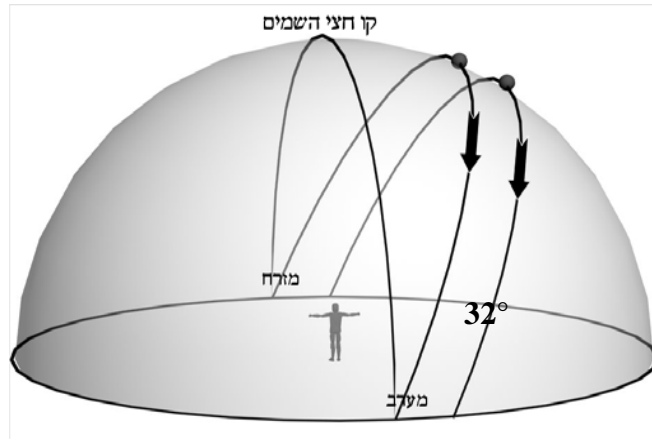


באיור שמימין, מוטה הציר למעלה כדי לאפשר לראות את מישור הצפייה (מישור האופק) של הצופה מארץ-ישראל (לפי אפשרות א'). הכוכב נראה חוצה את השמים ממזרח למערב בזווית התלויה במיקומו של הצופה. אילו היה הצופה נמצא בקו המשווה, היה נראה לו הכוכב חוצה את השמים בדיוק ממזרח למערב. המישור החוצה את השמים מעל לראש הצופה מסומן כטבעת אפורה. זהו קו חצי השמים.



◆ **קו המשווה השמימי** - קו המחבר מנקודת המבט של הצופה את נקודת המזרח באופק עם נקודת המערב. בקו המשווה של כדור הארץ הוא נראה כאנכי לאופק וכעובר בדיוק מעל ראשו של הצופה. לצופה מארץ-ישראל, הנמצאת על קו רוחב 32°, נראים הכוכבים נעים ממזרח למערב בזווית נטייה של 32° (ראה איורים). קו מזרח-מערב הנוטה בזווית הרחבה של הצופה נקרא 'קו המשווה השמימי'.

באיור שבעמוד הבא, ניתן לראות את השמים, הנראים כחצי כדור, מנקודת מבטו של הצופה מארץ-ישראל. מסלול תנועתם היומית של הכוכבים נראה כשהוא מוטה ב-32°.



◆ **מסלולי הכוכבים על כדור השמים** - מבחינת הצופה מכדור הארץ אל כיפת השמים, שלוש תנועות מעורבות בחלל העולם: א) התנועה היומית (זריחת השמש ושקיעתה, הופעת הירח ומהלכו ותנועת הכוכבים במשך הלילה), המוסברת בסיבוב כדור הארץ סביב צירו; ב) התנועה החודשית של הירח (זמן הופעתו בלילה, גודלו ומקום הופעתו), המוסברת בסיבוב הירח סביב כדור הארץ; ג) התנועה השנתית (מיקום השמש בכיפת השמים במהלך השנה ואורך היום) ותופעת העונות (=תקופות) המשתנות (ראה הקדמה לפרק ט), המוסברת בעובדה שהשמש מקיפה את כדור הארץ פעם אחת בכל שנת שמש.

1. התנועה היומית - בתנועה היומית נראים השמש והירח נעים ממזרח למערב, ואילו שאר הכוכבים נראים נעים במשך הלילה. המסלול היומי מוסבר כיום בכך שכדור הארץ מסתובב סביב צירו ומשלים סיבוב אחד במשך כ-24 שעות. ואכן, למי שצופה מכדור הארץ, הכוכבים נראים נעים ממזרח למערב, בניגוד לכיוון הסיבוב (בתפיסה הקדמונית, ההסבר לתנועה היומית היה שכדור הארץ קבוע, והכוכבים שבכיפת השמים, המכונים 'הגלגל המקיף', מקיפים אותו). וראוי לזכור שהן הירח הן השמש נראים לצופה כנעים במהלך היום בקווים מקבילים לקו המשווה השמימי. כדי להתעלם מן התנועה היומית, עלינו לעקוב אחר מקומו של הכוכב בדילוגים של 24 שעות (למעשה, 23 שעות ועוד 56 דקות, כמשכו של סיבוב כדור הארץ סביב עצמו).

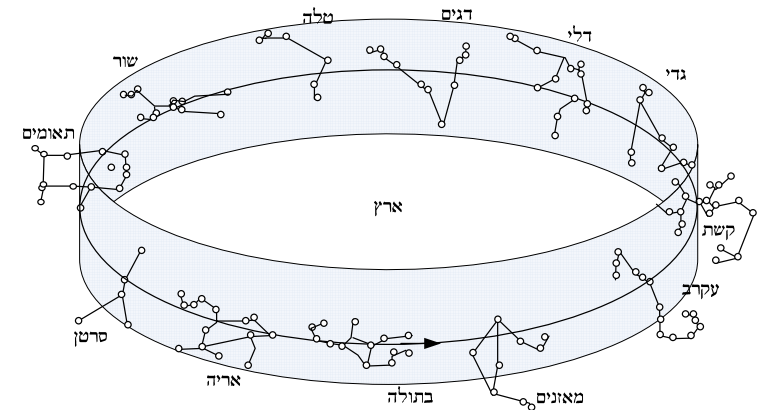
2. התנועה החודשית - בתנועה החודשית נראה לעין הצופה מכדור הארץ רק חלקו המואר של הירח הפונה לכיוון השמש. בתחילת החודש מופיע הירח במערב לאחר שקיעת השמש דק ביותר, ועקב התנועה היומית של הארץ הוא שוקע במערב תוך זמן קצר. מכאן ואילך גודלו של הירח משתנה מיום ליום והוא הולך וגדל עד אמצע החודש (ראה איורים לעיל א, ג). באמצע החודש הירח נראה כעיגול עולה במזרח בתחילת הלילה עם שקיעת השמש במערב, מפני שהירח והשמש מופיעים בכיוונים מנוגדים ביחס לכדור הארץ.

3. התנועה השנתית - בתנועה השנתית ניתן לראות שהשמש זורחת ושוקעת במקומות משתנים במשך השנה ושהמסלול השנתי של השמש נוטה עד כ-5° מן המסלול החודשי של הירח.

◆ **כוכבי לכת וכוכבי שבת** - כל הכוכבים, כולל השמש והירח, מלבד כוכב הצפון, נעים בקווים מקבילים לקו המשווה השמימי. אם נסמן את מיקומם בשעה מסוימת, כגון בשעה 21:00, ונשוב לבדוק את מיקומם לאחר 24 שעות (פחות 4 דקות), נראה שכוכבים רבים מופיעים בדיוק באותו מקום, וכוכבים מסוימים זזו מעט ממיקומם הקודם. הכוכבים שלא נעו נקראים כוכבי שבת, משום שמקומם כמעט ואינו משתנה במשך השנה. בפועל, מקומם משתנה מעט מאוד במשך עשרות שנים (ראה יסודי התורה ג,ז). הכוכבים שנעו, ותנועתם מתבררת כיעצמאית, נקראים כוכבי לכת. מבחינת הצופה מכדור הארץ, כוכבי הלכת הם: השמש, הירח, שבתאי, חמה, מאדים, נוגה וצדק (לפי התפיסה שהשמש ממוקמת במרכז היקום, כדור הארץ הוא כוכב לכת). ציון מקומם של כוכבי הלכת על פני מפת השמים הקבועה (המפה מורכבת מכוכבי השבת) בשעה קבועה בכל יממה מציין את מסלול הכוכב. כך מצוין גם מסלול השמש, הנקרא גם מסלול המזלות או מסלול המְלָקָה, כפי שנסביר להלן, בהקדמות לפרק טז.

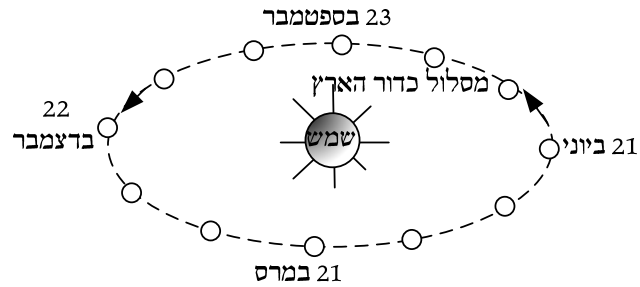
◆ **גלגל המזלות** - דימוי ציורי של 12 קבוצות של כוכבים בכדור השמים, הנראים לעין הצופה מכדור הארץ כנמצאים על רצועה מעגלית שעליה נעה השמש המקיפה את כדור הארץ. חיבור קווים של הכוכבים עשוי להניב, עם דמיון רב, קווי מתאר של צורה מוכרת. כך התקבלו השמות טלה, שור וכו'. כדור הארץ מסתובב סביב עצמו, וכל נקודה בכדור הארץ חולפת על פני גלגל המזלות. לשון אחר: כל קבוצת כוכבים מקיפה את כדור הארץ פעם אחת בכל יום, כלומר פעם אחת בכל 24 שעות, אך ניתן לראות את הכוכבים רק בלילה בגלל אורה העז של השמש המעלים מעינינו את אורם. כל מזל מתפרס על פני 30° (שלושים מעלות) ממעגל השמים המחולק ככל מעגל ל-360°. כל מזל נע ממזרח למערב 30°. נמצא שיש בידנו לקבוע, אף על פי שאין אנו יכולים לראות את השמש על רקע הכוכבים, מהי קבוצת הכוכבים שהשמש נעה "עליה", ובמילים אחרות מהו מזלו של אותו החודש, שהרי אפשר לזהות הן את הקבוצה המופיעה במערב לאחר שקיעת השמש הן את הקבוצה המופיעה במזרח לפני זריחת השמש. מזלות שונים מופיעים בחודשים שונים. כלומר, השמש "נעה" על פני גלגל המזלות כמעלה אחת בכל יום (360° במשך 365 ימים; ראה איור). האסטרונומים ייחסו משמעויות שונות ומשונות למזלות ולכוחם של הכוכבים לקבוע את עתידו של האדם. הרמב"ם התנגד בכל תוקף לעיסוק באסטרונומיה וראה בה סוג של עבודה זרה (תשובה ה,ב; עבודה זרה יא,טז). וראה ביאורנו שם, איגרת לחכמי מונטשפלייר).

רצועת גלגל המזלות:

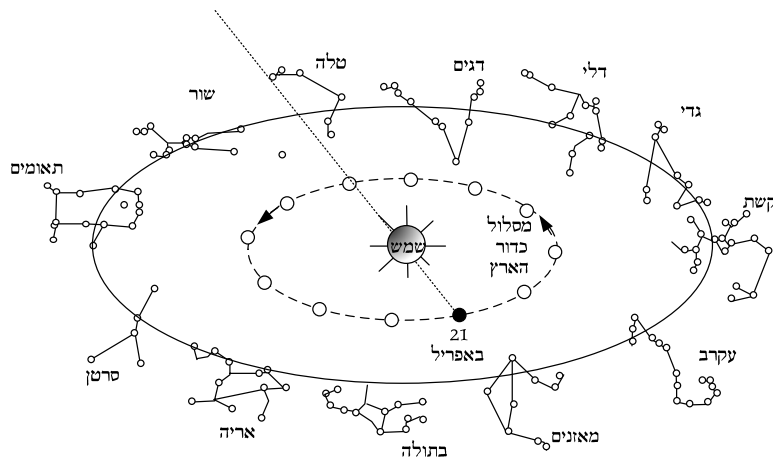


◆ **הצופה והתנועה השנתית**. באיור שלהלן, העשוי לפי תבנית תנועת כדור הארץ סביב השמש, ניתן לראות את השמש במרכז היקום ואת מסלולו של כדור הארץ סביבה (מקווקו) בשנת שמש אחת. השנה מחולקת לארבע תקופות לפי אורך היום והלילה (ראה לעיל, ביאור לפרק ו). התחלות התקופות קבועות בלוח השנה הלועזי: ביום 21 במרס, יום השוויון הראשון, תחילת תקופת ניסן; ביום 21 ביוני, היום הארוך בשנה, תחילת תקופת תמוז; ביום 23 בספטמבר, יום השוויון השני, תחילת תקופת תשרי; וביום 22 בדצמבר, היום הקצר בשנה, תחילת תקופת סבת.

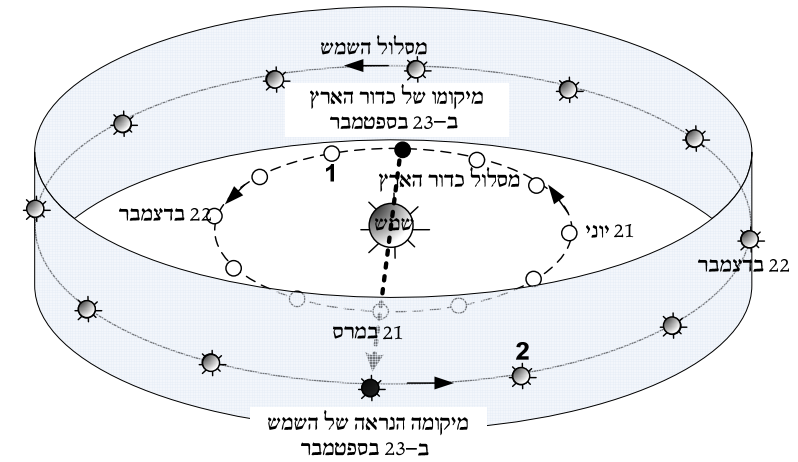
תנועת כדור הארץ סביב השמש. באיור שלמטה כדור הארץ סובב סביב השמש במסלול המקווקו נגד כיוון השעון. שנים-עשר מיקומים מסומנים במסלול זה. תחילות ארבע תקופות השנה מסומנות אף הן.



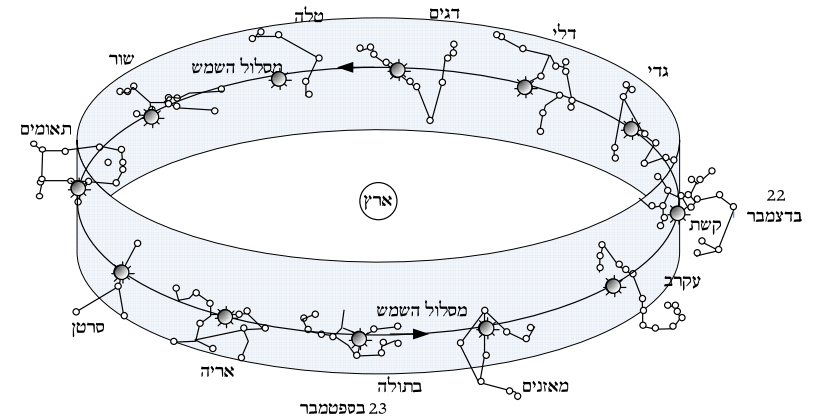
באיור שלמטה השמש ממוקמת במרכז, וכדור הארץ סובב סביבה בכיוון השעון במסלול המקווקו. ברקע השמים (כיפת השמים) רצועה המזלות. מיקומו של כדור הארץ ביום 21 באפריל מסומן. ביום זה השמש נמצאת בסיומו של מזל טלה ובתחילתו של מזל שור, במובן שתואר לעיל בפסקה אודות גלגל המזלות. זו משמעותו של הקו המסומן בנקודות היוצא מכדור הארץ (מסומן כעיגול שחור) עובר דרך השמש אל גלגל המזלות: השמש נראית על רקע תחילת מזל שור.



באיור שלמטה המעבר מדגם שהשמש ממוקמת בו במרכז לדגם שכדור הארץ ממוקם בו במרכז. מנקודת מבטו של צופה מכדור הארץ לכיוון השמש, ניתן לראות את השמש על פני כיפת השמים. חלק מכיפת השמים מצויר, ושנים-עשר המקומות המדומים של השמש כפי שהיא נראית מכדור הארץ ב-12 מיקומיו. נתבונן לדוגמה במיקום השמש לצופה מכדור הארץ ביום 23 בספטמבר, יום תחילת תקופת תשרי. ביום זה השמש נראית על כיפת השמים בקצה הקו המקווקו (העובר ממיקום כדור הארץ דרך השמש לכיפת השמים) כעיגול שחור בעל קרניים. חודש לאחר מכן כדור הארץ נע נגד כיוון השעון למקום המסומן בספרה 1, השמש תיראה אז במקום המסומן בספרה 2. כך במהלך השנה תיראה השמש כאילו 'נעה' ברצועת שמים זו נגד כיוון השעון.

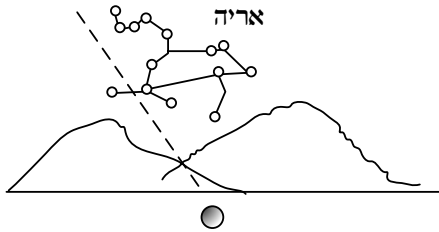


מכאן שניתן גם להציב את כדור הארץ במרכז ואת השמש כנעה על פני רצועה זו. רצועה זו של כיפת השמים נראית זרועה כוכבי שבת. מקבצי הכוכבים הללו וחיבורם בקווים דמיוניים נקראים "מזלות", והרצועה נקראת על שם "רצועת המזלות", ומסלול השמש נקרא "מלקה" (נבאר אותו בפרק טז). האיור למטה מדגים זאת.

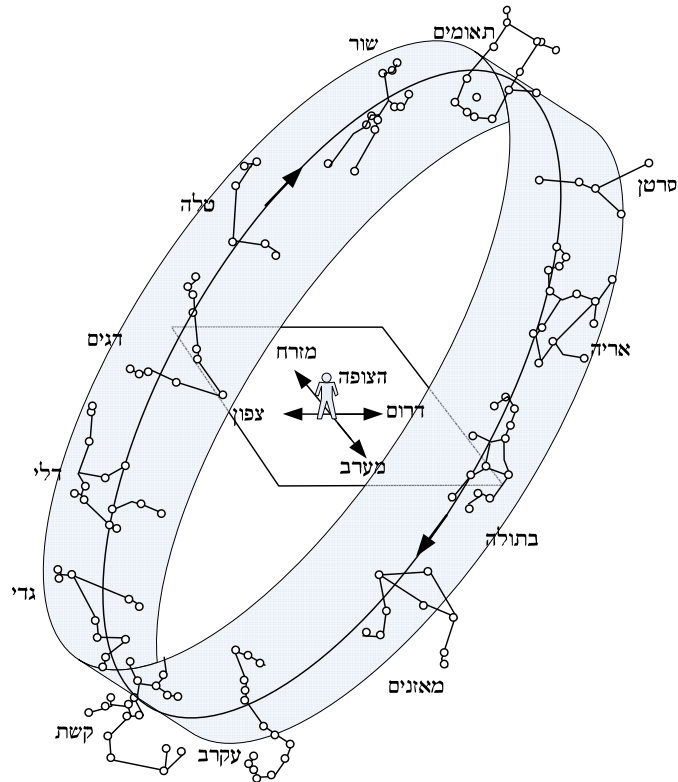


◆ **הצופה והתנועה היומית.** המתבונן כעשרים דקות לאחר השקיעה החל מיום 23 בספטמבר, רואה בשמים במקום שקיעת השמש את כוכבי מזל אריה, אחר ששקע מזל בתולה יחד עם השמש.

המזל הנראה לצופה המביט לכיוון האופק במערב לאחר שקיעת השמש. קבוצת הכוכבים הנראית במערב לאחר השקיעה היא מזל אריה. מכאן ניתן להסיק שהשמש נמצאת במזל בתולה.



המתבונן ברצועת המזלות בלילה רואה בכל נקודת זמן רק חצי רצועה, כלומר שישה מזלות, כיוון שהאדם יכול לראות בכל נקודת זמן רק מחצית מכיפת השמים. בתמונה הבאה נראית רצועת המזלות כפי שהיא נראית לעין צופה מארץ ישראל בהתאם למיקומה של ארץ ישראל בכדור הארץ.



למעלה: מבט של הצופה מארץ-ישראל בגלגל המזלות. הצופה המביט אל האופק בכיוון מזרח רואה את כוכבי המזלות נעים בנטייה המותאמת לקו המשווה השמימי.

פֶּרֶק אֶחָד עָשָׂר

יסודות חישוב
ראיית הירח

מבוא

א לפי שאמרנו בהלכות אלו (לעיל ו,א) **שבית דין היו מחשבין בדקדוק ויודעים אם יראה הירח או לא יראה, ידענו שכל מי שרוחו נכונה ולבו תאב לדברי החכמות ולעמד על הסודות, יתאוה לידע אותם הדרכים שמחשבין בהם עד שידע אדם אם יראה הירח בליל זה או לא יראה.**

ב ודרכי החשבון - יש בהם מחלוקות גדולות בין חכמי הגויים הקדמונים שחקרו על חשבון התקופות והגימטריות, ואנשים חכמים גדולים נשתבשו בהם, ונתעלמו מהם דברים, ונולדו להם ספקות, ויש מי שמדקדק הרבה ולא פגע בדרך הנכונה בחשבון ראית הירח, אלא צלל במים אדירים והעלה חרס בידו.

ג ולפי ארך הימים ורב הבדיקות והחקירות, נודע למקצת החכמים דרכי חשבון זה; ועוד, שיש לנו בעקרים אלו קבלות מפי החכמים וראיות שלא נכתבו בספרים הידועים לכל. ומפני כל אלו הדברים, כשר בעיני לבאר דרכי חשבון זה, כדי שיהיה נכון לכל מי שמלאו לבו לקרבה אל המלאכה לעשות אותה.

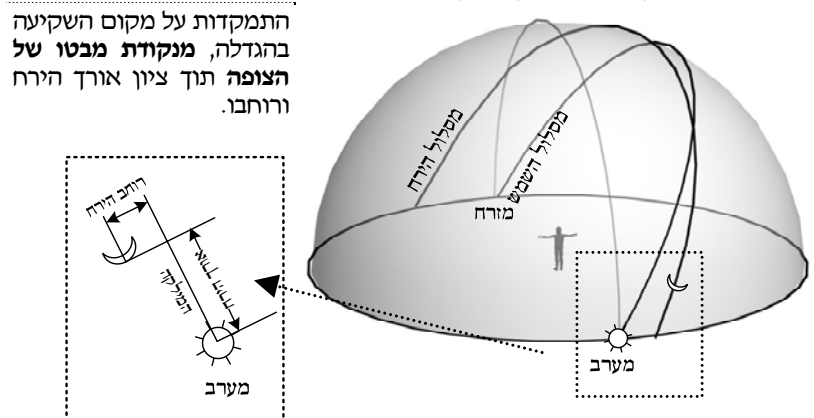
ד ואל יהיו דרכים אלו קלים בעיניך מפני שאין אנו צריכין להם בזמן הזה; שאלו הדרכים - דרכים רחוקים ועמקים הם, והוא סוד העבור' שהיו החכמים הגדולים יודעים אותו, ואינן מוסרין אותו לכל אדם אלא לסמוכים נבונים. אבל זה

(א) רוחו נכונה - דעתו מוכנה. (ב) חשבון התקופות - חישוב מסלולי הכוכבים המקיפים את כדור הארץ בעונות השנה. גימטריות - גאומטריות, הנדסה, חכמת המדידה. צלל במים אדירים והעלה חרס בידו - ביטוי ציורי שמשמעותו: התאמץ הרבה ולא השיג דבר. (ג) ולפי ארך הימים ורב הבדיקות והחקירות - מתוך תצפיות רבות וניסוח נוסחאות מדויקות של תנועת גרמי השמים. נכון - מוכן. שמלאו לבו - שחפץ. לקרבה אל המלאכה לעשות אותה - כלשון התורה בעניין עבודת הקודש במשכן: "ויקרא משה אל בצלאל ואל אהליאב ואל כל איש חכם לב אשר נתן ה' חכמה בלבם, כל אשר נשאו לבו לקרבה אל המלאכה לעשות אתה" (שמות לו, א-ב). (ד) סמוכים - אלו שהוסמכו בארץ-ישראל לדון. הסמכה זו ניתנה מפי רבו של המוסמך, שהוא עצמו נסמך בשלשלת סמיכה המגיעה עד משה רבנו (סנהדרין ד; ראה לעיל א, ה; ד, ט).

♦ **מהלך הפרקים -** מפתח נושאי הפרקים ומבנה ההלכות (עמי ט-יג) מספק מבט רחב וחשוב להבנת מהלך הפרקים הבאים. היעד שלנו הוא לדעת האם יראה הירח בליל ה-30 של החודש הקודם בשעת הראיה (20 דקות לאחר שקיעת השמש). היראות הירח לאחר המולד תלויה במרחק שבין הירח לשמש בזמן שקיעתה. לאחר מבוא קצר (פרק יא) נחשב את מקומה של השמש (פרקים יב-יג), את מקומו של הירח (פרקים יד-טז), ומתוך כך את המרחק ביניהם (פרק יז). שני הפרקים האחרונים מתארים גורמים נוספים בראיית הירח, כגון מקום הצפייה או אובך האוויר, ומתוך כך שילובו של החשבון האסטרונומי עם ראיית הירח (פרק יח), ולבסוף נחשב את זווית הנטייה של הירח (פרק יט). נתאר את הפרקים יב-יז ביתר פירוט:

ההנחה הראשונית היא שהכוכבים, ובכללם השמש, נעים במסלולים מעגליים. התצפיות המרובות הראו שכדור הארץ אינו במרכז המעגל של השמש. נוסף על כך, מרכז מעגל השמש משתנה בחלל בקצב איטי מאוד (הקשור למושג 'הגובה' בפרק יב). תנועת השמש במעגלה 'מהלך השמש האמצעי' הוא עיקרו של פרק יב. בפרק יג נחשב כיצד נראית השמש בעת שקיעתה לצופה מכדור הארץ ('המקום האמיתי'). מסלולו של הירח מורכב יותר, ההנחה היסודית של האסטרונומים היתה שהירח נע במסלול מעגלי שמרכזו נע על גבי מעגל המקיף את כדור הארץ ('שני מהלכים אמצעיים' של הירח). פרק יד מתאר הנחה זו, ומציג את התיקונים הנדרשים לחישובים של שעת הראיה. עד כה חושבה שעת הראייה כאשר אורך היום והלילה זהים, ויש לבצע תיקוני חישוב לפי שעת השקיעה המשתנה במשך השנה. בפרק טו מתוארים תיקונים להנחה בדבר מסלול הירח, כאשר לקורא תוצג רק התוצאה: מה הם החישובים הנדרשים לדעת את מקום הירח כפי שנראה לצופה מכדור הארץ. עד כאן הנחנו כי המסלול השנתי של השמש והמסלול החודשי של הירח על גבי כדור השמים הוא אותו מסלול. המרחק בין השמש לירח מחושב אם כן על גבי ישר ('אורך' או 'אורך ראשון'). בפרק טז נגלה כי המסלולים אינם מתלכדים והם רחוקים אחד מהשני עד כדי 5°. מיקומו של הירח מורכב מהיטל על מסלול השמש (האורך) והאנך למסלול השמש ('רוחב הירח'). בפרק יז - יעמדו לרשותינו החישובים עד כה בדבר מיקומי השמש והירח ויסייעו לחשב האם אפשרי שהירח יראה. בפרק יז תובא הקדמה נוספת בה יבוארו הדברים בהרחבה. ולבסוף הערה: הבנה מלאה של כל מהלכי השמש והירח מלאכה גדולה היא, כאן באו הדברים בתמצית ההכרחית.

באזור מסלולי השמש והירח על פני כדור השמים. מצוינים גם מיקומי השמש והירח בשעת השקיעה. המרחקים בין מסלולי השמש והירח הוגדלו להמחשה.



החשבון שמחשבין בזמן שאין בית דין לקבץ על הראיה, שאנו מחשבין בו היום - אפלו תינוקות שלבית רבן מגיעין עד סופו בשלשה ארבעה ימים.

ה שָׁמָא יתבונן חכם מחכמי האמות או מחכמי ישראל שלמדו חכמת יון בדרכים אלו שאני מחשב בהם לראית הירח, ויראה קרוב מעט במקצת הדרכים, ויעלה על דעתו שנתעלם ממנו דבר זה, ולא ידענו שיש באותו הדרך קרוב - אל יעלה זה על דעתו, אלא כל דבר שלא דקדקנו בו - מפני שידענו בעקרי הגימטריות בראיות ברורות שאין דבר זה מפסיד בידיעת הראיה ואין חוששין לו, לפיכך לא דקדקנו בו.

ו וכן כשיראה בדרך מן הדרכים הסרון מעט מחשבון הראוי לאותה הדרך - בכונה עשינו זה, לפי שיש כנגדו יתרון בדרך אחרת, עד שיצא הדבר לאמתו בדרכים קרובים, בלא חשבון ארך, כדי שלא יבהל האדם שאינו רגיל בדברים אלו ברב החשבונות שאין מועילין בראית הירח.

גלגל המזלות

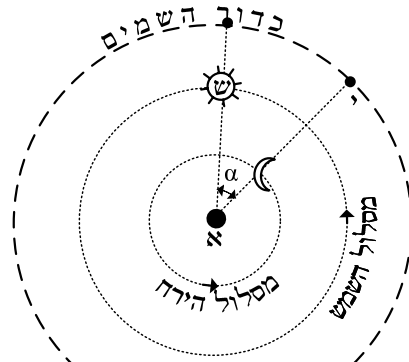
ז העקרים שצריך אדם לידע אותם תחלה לכל חשבונות האצטגנינות, בין לדרכי חשבון הראיה בין לשאר דברים, אלו הם: הגלגל מחלק בשלש מאות וששים מעלות, כל מזל ומזל - שלשים מעלות. והתחלה - מתחלת מזל טלה. וכל מעלה

שאנו מחשבין בו היום - המתואר בפרקים ו-ח. תינוקות שלבית רבן - תלמידים צעירים עד גיל שלוש-עשרה (ראה אישות ב, ג). ה) חכמת יון - האסטרונומיה. "וזה היא חכמת חשבון תקופות ומזלות, וספרים רבים חברו בה חכמי יון" (יסודי התורה ג, ח). שאין דבר זה מפסיד בידיעת הראיה - שאין הקירובים (העיוגולים) המתמטיים הנעשים בהלכות אלו גורמים לאי דיוק בחישוב מועד ראית הירח החדש. ו) חסרון מעט - אי דיוק מזערי, שהוא פחות מן המספר האמתי הנובע מעיוגול המספרים כלפי מטה. לפי שיש כנגדו יתרון בדרך אחרת - הוא מתאזן בעקבות תוספת הנוצרת על ידי עיוגול מספרים כלפי מעלה. ז) העקרים וכו' - עיקרי הדברים מבוארים במבוא לפרק זה. להלן נציין את המעלות וחלקיהן על פי הציונים המקובלים. המעלה מצוינת בעיוגול זעיר מימין למספר, החלק מצוין בגרש מימין לו, והשנייה מצוינת בגרשיים מימין לו, כגון: מעלה ועוד שני חלקים ועוד שלוש שניות - $1^{\circ}2'3''$. (השווה הציונים המתמטיים שבהקדמה לביאור פרק ו). מִחֶלֶק - מחולק. מַעְלוֹת - המעלות ישמשו אותנו למיקום על גבי כדור הארץ, למיקום השמש או הירח בכדור השמים ולציון מרחקים בין השמש והירח על ידי שימוש באורך זוויתי: הזווית שהם נראים בה על גבי כדור השמים לצופה מכדור הארץ. ראה איור בעמוד הבא.

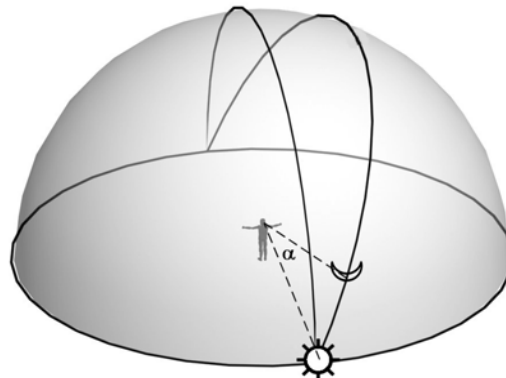
ומעלה - ששים חלקים, וכל חלק וחלק - ששים שניות, וכל שניה ושניה - ששים שלישיות. וכן תדקדק החשבון ותחלק כל זמן שתדצה.

איורים מבארים להלכה ז - אורך זוויתי

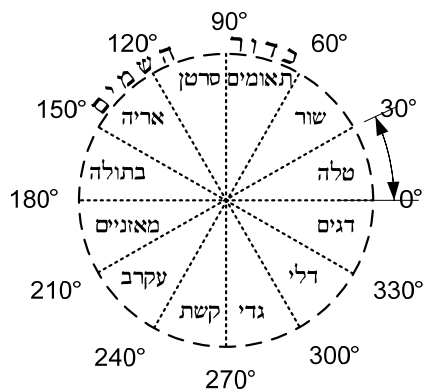
מימין: מבט על המרחק הזוויתי (=האורך גבי כדור השמים במיקומם של שני כוכבים (בדגם שלפנינו הירח והשמש נעים במסלולים מעגליים סביב מרכז כדור הארץ המסומן באות א). המרחק הזוויתי בין השמש ובין הירח (מיקום הירח כפי שהוא נראה על כדור השמים מסומן באות י והיטל השמש מסומן באות ש) הוא הזווית α (האות אלפא ביוונית).



מימין: מבט על המרחק הזוויתי מנקודת מבטו של הצופה בשמים. הירח והשמש נמצאים על אותו מסלול (מסלול השמש נקרא המלקה). זווית α היא המרחק הזוויתי בין השמש (מיקום לאחר שקיעתה במערב) לבין הירח. מרחק זה קובע את האפשרות לראות את הירח.



משמאל: איור מואר להלכות והמעלות ח-ט: המזלות



ח לפיכך, אם יצא לה בחשבון שכוכב פלוני מקומו בגלגל בשבעים מעלות ושלושים חלקים וארבעים שניות - תדע שכוכב זה הוא במזל תאומים, בחצי מעלת אחת עשרה ממזל זה; לפי שמזל טלה שלשים מעלות ומזל שור שלשים, נשאר עשר מעלות ומחצה ממזל תאומים, וארבעים שניות מחצי המעלה האחרון.

ט וכן אם יצא מקומו בגלגל בשלש מאות ועשרים מעלות - תדע שכוכב זה במזל דלי בעשרים מעלה בו; ועל דרך זו בכל המנינות. וסדר המזלות כך הוא: טלה, שור, תאומים, סרטן, אריה, בתולה, מאזנים, עקרב, קשת, גדי, דלי, דגים.

דרך חישוב המעלות

י בכל החשבונות כלם, כשתקבץ שארית לשארית או כשתוסיף מנין על מנין - תקבץ כל מין עם מינו: השניות עם השניות, והחלקים עם החלקים, והמעלות עם המעלות; וכל שיתקבץ מן השניות ששים - תשים אותו חלק אחד ותוסיף על החלקים; וכל שיתקבץ מן החלקים ששים - תשים אותו מעלה ותוסיף אותה על המעלות; וכשתקבץ המעלות - תשליך אותן שלש מאות וששים שלש מאות וששים; והנשאר משלש מאות וששים ולמטה - הוא שתופסין לחשבון.

יא בכל החשבונות כלם, כשתרצה לגרע מנין ממנין - אם יהיה זה שגורעין אותו יתר על זה שגורעין ממנו אפלו בחלק אחד, תוסיף על זה שגורעין ממנו שלש מאות וששים מעלות, כדי שיהא אפשר לגרע זה המנין ממנו.

יב כיצד? הרי שהצריכה החשבון לגרע מאתים מעלות וחמשים חלקים וארבעים שניות, סימן ר' נ' מ', ממאה מעלות ועשרים חלקים ושלושים שניות, סימן ק' כ' ל': תוסיף על המאה שלש מאות וששים - יהיו המעלות ארבע מאות

ט) במזל דלי - שהוא המזל האחד-עשר, המתחיל ב-300°. וסדר המזלות - המתחיל מתקופת ניסן. י) וכשתקבץ המעלות וכו' - חישוב המעלות הוא מעגלי, לכן מבחינת המיקום, נקודה הנמצאת ב-360° היא גם ב-0°. ונקודה הנמצאת ב-361° היא אותה נקודה שב-1°.

רישום מבאר להלכה יב - בסימון מתמטי	וששים, ותתחיל לגרע השניות מן השניות.
100°20'30"	שווה לתוספת של 360°
= 460°20'30"	מעלה אחת שוה 60 חלקים
= 459°80'30"	חלק אחד שוה 60 שניות
= 459°79'90"	ולכן:
100°20'30"	= 459°79'90"
-200°50'40"	= -200°50'40"
	= 259°29'50"

אותו ששים שניות, ותוסיף על השלשים, ונמצאו השניות תשעים. תגרע מהם הארבעים - ישאר חמשים שניות; ותחזור לגרע החמשים חלקים מתשעה עשר חלקים שכבר הרימות מהם חלק אחד ועשיתו שניות, ואי אפשר לגרע חמשים מתשעה עשר; לפיכך תרים מעלה אחת מן המעלות ותעשה אותה ששים חלקים, ותוסיף על התשעה עשר, ונמצאו החלקים תשעה ושבעים. תגרע מהם החמשים, ישאר תשעה ועשרים חלקים. ותחזור לגרע המאתים מעלות מן ארבע מאות ותשע וחמשים מעלות, שכבר הרימות מעלה אחת ועשיתו חלקים, ישאר מאתים ותשע וחמשים מעלות, ונמצא השאר סימנו רנ"ט כ"ט נ'. ועל דרך זו בכל גרעון וגרעון.

מהלכי הכוכבים

יג השמש והירח וכן שאר השבעה כוכבים - מהלך כל אחד ואחד מהן בגלגל שלו מהלך שוה, אין בו לא קלות ולא כבדות, אלא כמהלכו היום כמו מהלכו אמש כמו מהלכו למחר כמו מהלכו בכל יום ויום. וגלגלו שלכל אחד מהם - אף על פי שהוא מקיף את העולם, אין הארץ באמצעו.

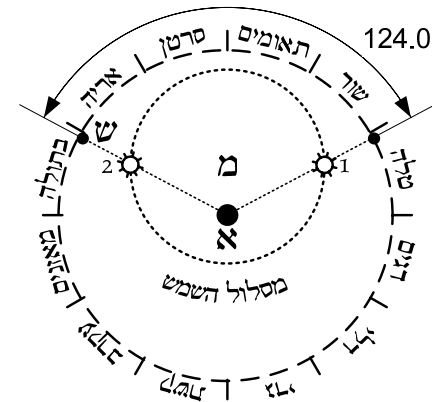
יד לפיכך, אם תערך מהלך כל אחד מהם לגלגל המקיף את העולם שהארץ באמצעו, שהוא גלגל המזלות - ישתנה

יג) שאר... כוכבים - שאר חמשת כוכבי הלכת (כוכב חמה, נוגה, מאדים, צדק, שבתאי) הנראים נעים במסלולם. לשאר כוכבי הלכת מהלך שוה, אין בו לא קלות ולא כבדות - מהירותו קבועה, ואין בה לא האצה ולא האטה. ונגלגלו שלכל אחד מהם וכו' - כדור הארץ נמצא בתוך הגלגלים כולם, אך לא במרכזם. יד) אם תערך וכו' - אף על פי שכל כוכב נע בגלגל (=במסלול) שלו במהירות קבועה, אין המהירות נראית קבועה לצופה מכדור הארץ, משום שמרכז מסלול הכוכב אינו כדור הארץ. לכן מהירותו נראית שונה ("ישתנה הלכו") : הכוכב נראה נע במהירות גבוהה ("יותר על מהלכו") כשהוא סמוך לכדור הארץ, ונראה נע באיטיות כשהוא רחוק מכדור הארץ. דגם זה של מרכז שונה ממרכז כדור הארץ

הלוכו, וּנְמָצָא מֵהֶלְכוֹ בַּיּוֹם זֶה בְּגִלְגַל הַמְזֻלוֹת פָּחוֹת או יֵתֵר עַל מֵהֶלְכוֹ אִמֶּשׁ או עַל מֵהֶלְכוֹ לְמַחֵר.

טו הַמְהַלֵּךְ הַשּׁוֹהֵה שֶׁמֵּהֵלֵךְ הַפּוֹכֵב או הַשֶּׁמֶשׁ או הַיָּרֵחַ בְּגִלְגָלוֹ - הוּא הַנִּקְרָא 'אִמְצַע הַמְהַלֵּךְ'. וְהַמְהַלֵּךְ שֶׁיְהִיֶּה בְּגִלְגַל הַמְזֻלוֹת, שֶׁהוּא פְּעָמִים יֵתֵר וּפְעָמִים חָסֵר - הוּא הַמְהַלֵּךְ הָאֲמִתִּי, וְבוֹ יֵהִי מְקוֹם הַשֶּׁמֶשׁ או מְקוֹם הַיָּרֵחַ הָאֲמִתִּי.

איור מבאר להלכה טו - אמצע המהלך והמהלך האמיתי



המהלך האמיתי - הכוכב סובב סביב כדור הארץ (מסומן א), כשכדור הארץ אינו במרכז הסיבוב (מסומן מ). לכן ייראה הכוכב נע במהירויות שונות. להדגמת דבר זה נתאר לעצמנו את תנועת השמש מנקודה 1 (מימין) לנקודה 2 (משמאל), וכן את תנועתה מנקודה 2 לנקודה 1. שני המסלולים שווים באורכם והשמש עוברת אותם במהירות שווה. יחסית לנקודה מ, המרחק הזוויתי בין שתי הנקודות הוא 180°.

במבט מכדור הארץ ייראה המסלול הראשון כתנועה למרחק זוויתי של 124°, והמסלול השני יהיה 236°. לכן תנועת השמש במסלול הראשון תיראה אטית לעין צופה מכדור הארץ (מרחק זוויתי קצר בזמן נתון). לעומת זאת, תנועת השמש בקשת התחתונה, הנראית ארוכה יותר, נראית מהירה יותר (מרחק זוויתי ארוך בזמן נתון).

נקודות ייחוס בזמן ובמקום

טז כָּכֵר אִמְרָנוּ (לעיל, א-ג) שְׁאֵלוּ הַדְּרָכִים שְׁאֵנוּ מִבְּאֵרִים בְּהִלְכוֹת אֵלוּ אֵינָן אֶלָּא לְחֶשְׁבוֹן רְאִית הַיָּרֵחַ בְּלִבֵּר. לְפִיכֵךְ עֲשִׂינוּ הָעֶקֶר

שֶׁמִּמֶּנּוּ מִתְחִילִין לְעוֹלָם לְחֶשְׁבוֹן זֶה מִתְחַלֵּת לִיל חֲמִישִׁי

ישמש לנו כאמצעי עזר לצפייה בכוכב, אף כי היה ידוע לרבנו כי דגם זה אינו מוכח מדעית (ראה מ"ו"ג ב"א). טו הַמְהַלֵּךְ הַשּׁוֹהֵה - התנועה במהירות קבועה של הכוכב במסלולו המעגלי (כשמרכזו המעגל הוא אותו כוכב). אִמְצַע - ממוצע. וְהַמְהַלֵּךְ שֶׁיְהִיֶּה בְּגִלְגַל הַמְזֻלוֹת וְכו' - תנועת הכוכב נראית לצופה מכדור הארץ על פני כדור השמים במהירות משתנה. ראה איור. כיום, המהירות המשתנה מוסברת בין השאר בכוחות משיכה הדדיים של כוכבים, מסלול הארץ סביב השמש הוא מסלול אליפטי, ולא מעגלי, והשמש אינה נמצאת במרכז המסלול האליפטי, דבר הגורם לחוקי תנועה מיוחדים. טז לְחֶשְׁבוֹן רְאִית הַיָּרֵחַ בְּלִבֵּר - ולא לקביעת זמן המולד. לכן נקבעה נקודת ייחוס ("העקר") אחרת. הָעֶקֶר - נקודת הייחוס שקבענו כנקודת התחלה, שביחס אליה החישובים קלים יותר.

שְׂיֻמוֹ יוֹם שְׁלִישִׁי לְחֹדֶשׁ נִסָּן מִשְׁנָה זו, שֶׁהִיא שְׁנַת שֶׁבַע עֶשְׂרֵה מִמְּחֻזּוֹר ר"ס, שֶׁהִיא שְׁנַת שְׁמוֹנֶה וּשְׁלֹשִׁים וּתְשַׁע מְאוֹת וָאַרְבַּעַת אֲלָפִים לִיצִירָה, שֶׁהִיא שְׁנַת תְּשַׁע וּשְׁמוֹנִים וָאַרְבַּע מְאוֹת וָאַלֶּף לְשִׁטְרוֹת, שֶׁהִיא שְׁנַת תְּשַׁע וּמֵאָה וָאַלֶּף לְחֶרֶבֶן בֵּית שְׁנִי; וְזוֹ הַשָּׁנָה הִיא שְׁאֵנוּ קוֹרְאִים אוֹתָהּ 'שְׁנַת הָעֶקֶר' בְּחֶשְׁבוֹן זֶה.

יז וּלְפִי שֶׁהֲרֵאִיָּה לֹא תִהְיֶה אֶלָּא בְּאַרְץ יִשְׂרָאֵל, כְּמוֹ שֶׁבְּאַרְנוּ (לעיל א, ח), עֲשִׂינוּ כָּל דְּרָכֵי חֶשְׁבוֹן זֶה בְּנוֹיִים עַל עֵיר יְרוּשָׁלַם, וְלִשְׂאֵר הַמְּקוֹמוֹת הַסּוֹכְבִין אוֹתָהּ בְּכֹמוֹ שֶׁשָּׁה שְׁבַעַה יָמִים, שֶׁבָּהֶם רִואִין אֶת הַיָּרֵחַ תָּמִיד וּבָאִים וּמַעֲיִדִים בְּבֵית דִין. וּמְקוֹם זֶה הוּא נוֹטָה מִתַּחַת הַקוֹ הַשּׁוֹהֵה הַמְּסַבֵּב בְּאִמְצַע הָעוֹלָם כִּנְגַד רוּחַ צְפוֹנִית בְּכֹמוֹ שְׁתֵּים וּשְׁלֹשִׁים מַעְלוֹת, עַד חֲמֵשׁ וּשְׁלֹשִׁים וְעַד תְּשַׁע וְעֶשְׂרִים. וְכֵן הוּא נוֹטָה מִמְּצַע הַיָּשׁוּב כִּנְגַד רוּחַ מַעְרָב בְּכֹמוֹ אַרְבַּע וְעֶשְׂרִים מַעְלוֹת, עַד שֶׁבַע וְעֶשְׂרִים וְעַד אַחַת וְעֶשְׂרִים.

מקום השמש במסלולה

מהלך השמש האמצעי

פרק שנים עשר

א מֵהֵלֵךְ הַשֶּׁמֶשׁ הָאִמְצָעִי בַּיּוֹם אֶחָד, שֶׁהוּא אַרְבַּע וְעֶשְׂרִים שָׁעוֹת - תְּשַׁעַה וְחֲמִשִּׁים חֲלָקִים וּשְׁמוֹנֶה שְׁנִיּוֹת, סִימָנָם נ"ט

יום שלישי לחודש ניסן משנה זו - התאריך הוא שעת הראייה בשנת ד'תתקל"ח (1178 לספחה"ס), ביום 22 במרס, שהוא קרוב לזמן שהיום והלילה שווים, ובו מתחילה תקופת ניסן. בשנה זו, היה הרמב"ם בן ארבעים שנה. לְשִׁטְרוֹת - למניין השטרות, שהוא התאריך שכתבו בשטרות ובחוזים, המתחיל בשנת 311 לפנה"ס, השנה שהחל בה שלטון אלכסנדר מוקדון בארץ-ישראל (ראה גירושין א, כז). לְחֶרֶבֶן בֵּית שְׁנִי - היא שנת 69 לספחה"ס. יז) שֶׁשָּׁה שְׁבַעַה יָמִים - לשימוש במרחק גדול זה, ראה ג, טו-טז. וּמְקוֹם זֶה הוּא וכו' - ראה ביאור המושג קווי אורך וקווי רוחב בהקדמת הפרק. ירושלים סומנה בקו רוחב 32° צפונית לקו המשווה (ובדיוק: 31.78°), ובקו אורך 24°, כלפי נקודת ייחוס שנחשבה בזמנם כאמצע העולם שהיה מוכר להם (בלא יבשות אמריקה ואוסטרליה). במיפוי המקובל כיום, ירושלים נמצאת 35.23° מזרחית לקו גרינניץ. עַד חֲמֵשׁ וּשְׁלֹשִׁים וְעַד תְּשַׁע וְעֶשְׂרִים - טווח המקומות במרחק הליכה במשך שישה שבעה ימים מירושלים צפונה או דרומה.

א) מֵהֵלֵךְ הַשֶּׁמֶשׁ הָאִמְצָעִי - מסלול השמש במעגלה. ראה ביאור ואיור, לעיל יא, טו. בפרק זה נחשב את מיקום השמש כפי שהוא נראה לצופה דמיוני הנמצא במרכז מסלולה המעגלי. בפרק הבא נתקן את מיקום השמש, כפי שהיא נראית

רישום מבאר להלכות 2א-1א	
ימים	תנועת השמש במעלות
1	0°59'8"
10	9°51'23"
100	98°33'53"
1000	265°38'50"
10000	136°28'20"
29	28°35'01"
354, שנת לבנה	≈348°55'15"
שנת שמש	360°

ח'. נמצא מהלכה בעשרה ימים - תשע מעלות ואחד וחמשים חלקים ושלוש ועשרים שניות, סימנם ט' נ"א כ"ג. ונמצא מהלכה במאה יום - שמונה ותשעים מעלות ושלוש ושלושים חלקים ושלוש

וחמשים שניות, סימנם צ"ח ל"ג נ"ג. ונמצא שארית מהלכה באלף יום, אחר שתשליך כל שלש מאות וששים מעלות כמו שבארנו (לעיל יא, י) - מאתים וחמש וששים מעלות ושמונה ושלושים חלקים וחמשים שניות, סימנם רס"ה ל"ח נ'.

א*² ונמצא שארית מהלכה בעשרת אלפים יום - מאה שש ושלושים מעלות ושמונה ועשרים חלקים ועשרים שניות, סימנם קל"ו כ"ח כ'.

א³ ועל הדרך הזה תכפל ותוציא מהלכה לכל מנין שתצא. וכן אם תרצה לעשות סימנין ידועים אצלך למהלכה לשני ימים ולשלושה ולארבעה, עד עשרה - תעשה.

א⁴ וכן אם תרצה להיות לך סימנין ידועים מוכנין למהלכה לעשרים יום ולשלושים ולארבעים, עד מאה - תעשה. ודבר גלוי הוא וידוע, מאחר שידעת מהלך יום אחד.

א⁵ וראוי הוא להיות מוכן וידוע אצלך מהלך אמצע השמש לתשעה ועשרים יום, ולשלוש מאות וארבעה וחמשים יום, שהם ימי שנת הלכנה בזמן שחדשיה כסדרם, והיא הנקראת 'שנה סדורה'; שבזמן שיהיו לך אמצעיות אלו מוכנין, יהיה החשבון קל עליך לראית הירח, לפי שתשעה ועשרים יום

לצופה מכדור הארץ. נ"ט ח' - בערך 0°59'8", ובמדויק 0°59'8"19"48", ובו נעשה חישוב מעלות השמש במספר ימים. נמצא שהכפולות כוללות שניות שלישיות ורביעיות, אך בסיכומם השמיט אותם הרמב"ם, מלבד הערך של 10,000 יום, שהוא מקורב. המספר המדויק שרבנו מגיע אליו משמעו ששנת השמש (360°) היא 365 ימים, 5 דקות ועוד 49% שניות, הפרש של כ-4 שניות יותר מן הידוע לנו כיום (1), ערך מדויק יותר ממה שהגיעו אסטרונומים עד לפני מאה שנה (2). (5א) בזמן שחדשיה כסדרם - תשרי מלא מרחשוון חסר, וכן על פי הסדר (לעיל ח, ה).

גמורים מליל הראיה עד ליל הראיה שלחדש הבא, וכן בכל חדש וחדש - אין פחות מתשעה ועשרים יום ולא יתר; שאין חפצנו בכל אלו החשבונות אלא לדעת הראיה בלבד.

א⁶ וכן מליל הראיה שלחדש זה עד ליל הראיה לאותו החדש לשנה הבאה - שנה סדורה, או שנה ויום אחד; וכן בכל שנה ושנה. ומהלך השמש האמצעי לתשעה ועשרים יום - שמונה ועשרים מעלות וחמשה ושלושים חלקים ושניה אחת, סימנן כ"ח ל"ה א'. ומהלכה לשנה סדורה - שלש מאות ושמונה וארבעים מעלות וחמשה וחמשים חלקים וחמש עשרה שניות, סימנן שמ"ח נ"ה ט"ו.

גובה השמש

ב נקדה אחת יש בגלגל השמש, וכן בשאר גלגלי השבעה כוכבים, בעת שיהיה הכוכב בה, יהיה גבוה מעל הארץ כל מאדו. ואותה הנקדה שלגלגל השמש ושאר הכוכבים חוץ מן הירח סובבת בשוה, ומהלכה בכל שבועים שנה בקרוב מעלה אחת. ונקדה זו היא הנקראת 'גבה'.

ב² גבה השמש - מהלכו בכל עשרה ימים שניה אחת וחצי שניה, שהיא שלשים שלישיות. נמצא מהלכו במאה יום - חמש עשרה שניות; ומהלכו באלף יום - שני חלקים ושלושים שניות; ומהלכו בעשרת אלפים יום - חמשה ועשרים חלקים. ונמצא מהלכו לתשעה ועשרים יום - ארבע שניות; ומהלכו בשנה סדורה - שלש וחמשים שניות.

ב³ כבר אמרנו (לעיל יא, טו) שהעקר שממנו ההתחלה בחשבון זה

אלא לדעת הראיה בלבד - כלומר, רצוננו רק לדעת אם ניתן לראות את הירח לאחר הלילה ה-29 כדי לקדש את החודש. במובן זה, מספר אחר של ימים אינו מסייע לחישוב, ואף יום שלושים אינו מסייע לעניין הראייה, שהרי אם לא נראה הירח בלילה זה, בוודאי יראה בלילה הבא. א⁶ שמ"ח נ"ה ט"ו - המספר המקורב. ואילו המספר המדויק קטן ממנו ב-7 שניות והוא 348°55'8". (ב) גבוה מעל הארץ - רחוק מכדור הארץ. סובבת בשוה - נעה במהירות קבועה. ראה נקודה ג באיור שבעמוד הבא. במסלול השמש נקודה זו היא נקודת החיבור בין מרכז כדור הארץ למרכז מסלול השמש, ובה השמש רחוקה מרחק מקסימלי מכדור הארץ. תזוזה האטית מאוד של נקודה זו משמעותה שמרכז מסלול השמש זו במשך השנים. גם כיום ידוע שנקודות הקצה של המסלול האליפטי נעות מעט במרחב הרקיע, וכך גם מיקומי המזלות (יסודי התורה ג, א). (2) שניה אחת וחצי שניה - בקירוב, כפי שהסברנו לעיל בפתחה (יא, ה).

הוא מתחלת ליל חמישי שיומו שלישי לחדש ניסן משנת שמונה ושלשים ותשע מאות וארבעת אלפים ליצירה. ומקום השמש במהלכה האמצעי היה בעקר הזה בשבע מעלות ושלשה חלקים ושתים ושלשים שניות ממזל טלה, סימנן ז' ג' ל"ב. ומקום גבה השמש היה בעקר זה בשש ועשרים מעלות וחמשה וארבעים חלקים ושלשים שניות ממזל תאומים, סימנם כ"ו מ"ה ח'.

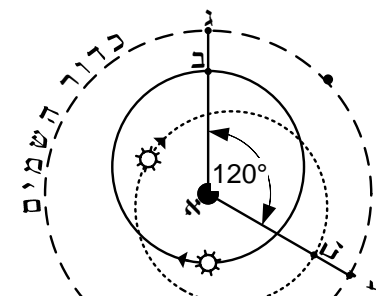
מקום השמש האמצעי

4 כשתרצה לידע מקום השמש במהלכה האמצעי כל זמן שתרצה, תקח מנין הימים שמתחלת יום העקר עד היום שתרצה, ותוציא מהלכה האמצעי באותם הימים מן הסימנין שהודענו, ותוסיף הכל על העקר, ותקבץ כל מין עם מינו, והיוצא הוא מקום השמש במהלכה האמצעי לאותו היום.

5 כיצד? הרי שרצינו לידע מקום השמש האמצעי בתחלת ליל השבת, שיומו ארבעה עשר יום לחדש תמוז משנה זו, שהיא שנת העקר, מצאנו מנין הימים מיום העקר עד תחלת יום זה שאנו רוצים לידע מקום השמש בו מאה יום. לקחנו

רישום מבאר להלכה ב	
ימים	תנועת גובה השמש במעלות
10	0°00'1"30"
29	4"
100	15"
354	53"
1000	2'30"
10000	25'0"

איור מבאר להלכה ב2 - גבה השמש



נקודה ב באיור, הנמצאת על מסלול השמש השלם, היא הנקודה הרחוקה ביותר מכדור הארץ (א) על פני מסלול השמש. נקודה ג, שהיא היטל נקודה ב על גלגל המולות, היא נקודת גובה השמש. לאחר כ-7890 שנה, מסלול השמש נע סביב כדור הארץ ב-120°, והוא מיוצג באיור בקו מקווקו בנקודת הגובה החדשה - ג', שגם היא נעה ב-120°.

33 העקר - נקודת הייחוס שקבענו כנקודת התחלה (לעיל יא, טו). ומקום השמש - 7°3'32" (טלה הוא המזל הראשון). ומקום גבה השמש - 86°45'8" (תאומים הוא המזל השלישי; תוספת של 2x30 מעלות).

אמצע מהלכה למאה יום, שהוא צ"ח ל"ג נ"ג, והוספנו על העקר, שהוא ז' ג' ל"ב - יצא מן החשבון מאה וחמש מעלות ושבעה ושלשים חלקים וחמש ועשרים שניות, סימנם ק"ה ל"ז כ"ה, ונמצא מקומה במהלך אמצעי בתחלת ליל זה במזל סרטן בחמש עשרה מעלות בו ושבעה ושלשים חלקים ממעלת שש עשרה.

6 והאמצע שיצא בחשבון זה - פעמים יהיה בתחלת הלילה בשוה, או קדם שקיעת החמה בשעה, או אחר שקיעת החמה בשעה. ודבר זה - לא תחוש לו בשמש בחשבון הראיה, שהרי אנו משלימים קרוב זה כשנחשב לאמצע הירח.

7 ועל הדרך הזאת תעשה תמיד לכל עת שתרצה, ואפלו אחר אלף שנים; שתקבץ כל השארית ותוסיף על העקר - יצא לך המקום האמצעי. וכן תעשה באמצע הירח ובאמצע כל פוכב וכוכב, מאחר שתדע מהלכו ביום אחד כמה הוא, ותדע העקר שממנו תתחיל, ותקבץ מהלכו לכל השנים והימים שתרצה ותוסיף על העקר, ויצא לך מקומו במהלך אמצעי. וכן תעשה בגבה השמש: תוסיף מהלכו באותם הימים או השנים על העקר, יצא לך מקום גבה השמש לאותו היום שתרצה.

קביעת עיקר שונה

8 וכן אם תרצה לעשות לך עקר אחר שתתחיל ממנו חוץ מעקר זה שהתחלנו ממנו בשנה זו, כדי שיהיה אותו עקר בתחלת שנת מחזור ידוע או בתחלת מאה מן המאות - הרשות בידך. ואם תרצה להיות העקר שתתחיל ממנו משנים

55 במזל סרטן - שהוא המזל הרביעי, "105°37'25"=7°3'32"+98°33'53". (ב6 והאמצע - מקום השמש במסלולה. שיצא בחשבון זה - ראה לעיל הגדרת היום והלילה בהקדמה לפרק ו. המיקום הממוצע של השמש נקבע לשעה יש בערב' בשעון הקבוע שלנו. זמן זה הוא על פי העיקר שנקבע סמוך לזמן שהלילה והיום שווים, ואז זמן 'שש בערב' הוא חן 'תחילת הלילה' ורן זמן השקיעה. במשך השנה יש הבדל באורך היום: ארוך בקיץ וקצר בחורף. לכן שעת השקיעה עשויה להיות מוקדמת או מאוחרת בכמה דקות. לא תחוש לו בשמש בחשבון הראיה - מיקום השמש משנתה מעט במשך שעה (פחות ממעלה אחת ב-24 שעות), ולכן כשאנו מחשבים בקירוב, ההפרש זניח. משלימים קרוב זה - במשך שעה שינוי מקום הירח הוא גדול יחסית (יותר מ-13 מעלות ביום). דבר זה דורש תיקון לזמן המדויק של השקיעה, שהרי הירח מופיע כ-20 דקות לאחר זמן השקיעה המדויק. תיקון זה יתואר להלן (יד, ה-ו).

שְׁעָבְרוּ קָדָם עֶקֶר זֶה אוּ לְאַחַר כִּמָּה שָׁנִים מֵעֶקֶר זֶה - הַדְרָךְ יְדוּעָה.

ב, כִּיצַד הִיא הַדְרָךְ? כִּכְר יְדַעַת מֵהֵלֶךְ הַשֶּׁמֶשׁ לְשָׁנָה סְדוּרָה, וּמֵהֵלֶכָה לְתַשְׁעָה וְעֶשְׂרִים יוֹם, וּמֵהֵלֶכָה לְיוֹם אֶחָד. וְדָבָר יְדוּעַ שֶׁהַשָּׁנָה שְׁחַדְשִׁיהָ שְׁלָמִים הִיא יִתְרָה עַל הַסְדוּרָה יוֹם אֶחָד, וְהַשָּׁנָה שְׁחַדְשִׁיהָ חֲסָרִין הִיא חֲסָרָה מִן הַסְדוּרָה יוֹם אֶחָד, וְהַשָּׁנָה הַמְעַבְרָת: אִם הָיוּ חֲדָשִׁיהָ כְּסֻדְרָם - תִּהְיֶה יִתְרָה עַל הַשָּׁנָה הַסְדוּרָה שְׁלָשִׁים יוֹם; וְאִם הָיוּ חֲדָשִׁיהָ שְׁלָמִים - הִיא יִתְרָה עַל הַסְדוּרָה אֶחָד וְשָׁלֹשִׁים יוֹם; וְאִם הָיוּ חֲדָשִׁיהָ חֲסָרִין - הִיא יִתְרָה עַל הַסְדוּרָה תַשְׁעָה וְעֶשְׂרִים יוֹם.

ב10 וּמֵאַחַר שֶׁכָּל הַדְּבָרִים הָאֵלוּ יְדוּעִים, תּוֹצִיא מֵהֵלֶךְ אֲמֻצֵעַ הַשֶּׁמֶשׁ לְכָל הַשָּׁנִים וְהַיָּמִים שֶׁתִּרְצֶה, וְתוֹסִיף עַל הָעֶקֶר שְׁעִשְׂיָנוּ, יֵצֵא לָהּ אֲמֻצֵעָה לְיוֹם שֶׁתִּרְצֶה מִשָּׁנִים הַבָּאוֹת, וְתַעֲשֶׂה אוֹתוֹ הַיּוֹם עֶקֶר; אוּ תִגְרַע אֲמֻצֵעַ שֶׁהוֹצֵאתָ מִן הָעֶקֶר שְׁעִשְׂיָנוּ, וְיֵצֵא לָהּ הָעֶקֶר לְיוֹם שֶׁתִּרְצֶה מִשָּׁנִים שְׁעָבְרוּ, וְתַעֲשֶׂה אוֹתוֹ אֲמֻצֵעַ עֶקֶר. וְכֹזֶה תַעֲשֶׂה בְּאֲמֻצֵעַ הַיָּרֵחַ וּשְׂאֵר הַכּוֹכָבִים, אִם יִהְיוּ יְדוּעִים לָהּ. וְכִכְר נִתְבָּאֵר לָהּ מִכָּל דְּבָרֵינוּ, שֶׁכֶּשֶׁם שֶׁתִּדְעַ אֲמֻצֵעַ הַשֶּׁמֶשׁ לְכָל יוֹם שֶׁתִּרְצֶה מִיָּמִים הַבָּאִים, כִּךְ תִּדְעַ אֲמֻצֵעָה לְכָל יוֹם שֶׁתִּרְצֶה מִיָּמִים שְׁעָבְרוּ.

פֶּרֶק שְׁלֹשָׁה עָשָׂר

מְקוֹם הַשֶּׁמֶשׁ בִּיחֹס לְצוּפָה

מַסְלוֹל הַשֶּׁמֶשׁ

א אִם תִּרְצֶה לִידַע מְקוֹם הַשֶּׁמֶשׁ הָאֲמִתִּי בְּכָל יוֹם שֶׁתִּרְצֶה - תּוֹצִיא תַחֲלָה מְקוֹמָהּ הָאֲמֻצֵעִי לְאוֹתוֹ הַיּוֹם עַל הַדְרָךְ שֶׁבְּאַרְנוּ (לְעִיל יב, א-ב), וְתוֹצִיא מְקוֹם גְּבֵה הַשֶּׁמֶשׁ, וְתִגְרַע מְקוֹם גְּבֵה הַשֶּׁמֶשׁ מִמְּקוֹם הַשֶּׁמֶשׁ הָאֲמֻצֵעִי, וְהַנִּשְׁאָר הוּא הַנִּקְרָא 'מַסְלוֹל' (ב10) שֶׁכֶּשֶׁם שֶׁתִּדְעַ וְכו' - כֶּשֶׁם שֶׁאֲפָשֵׁר לְקַבּוֹעַ עֵיקֶר בַּעֲתִיד, כִּךְ אֲפָשֵׁר לְחַשֵּׁב עֵיקֶר שְׁחַל בַּעֲבָר.

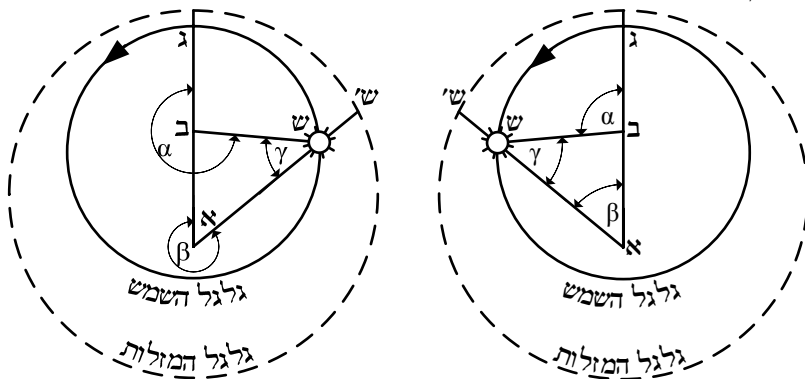
א) מְקוֹם הַשֶּׁמֶשׁ הָאֲמִתִּי - בִּפְרָק הַקּוּדָם חִישְׁבֵנוּ אֶת הַמַּסְלוֹל הַמְקוּרָב שֶׁל הַשֶּׁמֶשׁ כִּשְׁהִיא נֹעָה עַל פְּנֵי הַיָּקֶף מֵעַגֵל בְּמַהִירוֹת קְבוּעָה (=מְקוּמָה אֲמֻצֵעִי), וְאֵילּוּ בִּפְרָק זֶה נִחְשַׁב אֶת מְקוֹם הַשֶּׁמֶשׁ הַנִּצְפָה מִכְדוּר הָאֶרֶץ, וְהוּא 'מְקוֹם הַשֶּׁמֶשׁ הָאֲמִתִּי', הַנוֹבַע מִסְטִיית כְדוּר הָאֶרֶץ מִמְרָכּוּ מֵעַגֵל הַשֶּׁמֶשׁ.

הַשֶּׁמֶשׁ.

ב וְתִרְאֶה כִּמָּה מַעְלוֹת הוּא מַסְלוֹל הַשֶּׁמֶשׁ: אִם יִהְיֶה הַמַּסְלוֹל פְּחוּת מִמָּאָה וּשְׁמוֹנִים מַעְלוֹת - תִּגְרַע מִנֵּת הַמַּסְלוֹל מִמְּקוֹם הַשֶּׁמֶשׁ הָאֲמֻצֵעִי; וְאִם יִהְיֶה הַמַּסְלוֹל יֵתֵר עַל מָאָה וּשְׁמוֹנִים מַעְלוֹת, עַד שְׁלֹשׁ מֵאוֹת וּשְׁשִׁים - תּוֹסִיף מִנֵּת הַמַּסְלוֹל עַל מְקוֹם הַשֶּׁמֶשׁ הָאֲמֻצֵעִי; וְמָה שִׁיְהִיָּה אַחַר שֶׁתּוֹסִיף עָלָיו אוּ תִגְרַע מִמֶּנּוּ - הוּא הַמְּקוֹם הָאֲמִתִּי.

איורים מבארים להלכה ב - מנת המסלול

מנת המסלול היא ההפרש בין מיקום השמש במסלולה לבין מיקומה כפי שהיא נראית לעין הצופה מכדור הארץ. באיור שלמטה מסומנת השמש במעגלה הממוצע בזווית α (הנקראת 'מסלול השמש' או 'המסלולי'), המחושבת בין נקודת הייחוס ('גובה השמש', באיור שלפנינו, הגובה 0°) לבין מיקומה האמצעי, כפי שחישבנו בפרק הקודם. לעין הצופה מכדור הארץ (הנמצא בנקודה א'), נראית השמש בזווית β (הנקראת 'המקום האמיתי'). על פי חוקי ההנדסה, באיור מימין $\alpha < 180$ ולכן: $\beta = \alpha - \gamma$, והזווית γ נקראת 'מנת המסלול'. באיור שמשמאל $\alpha > 180$ ולכן: $\beta = \alpha + \gamma$. את הזווית γ אפשר לחשב באופן הנדסי מראש עבור כל זווית α ולסדר את התוצאות בטבלה, כמובא להלן בהלכה ד.



שיקוף של האיור מימין.

השמש במעגלה הממוצע בזווית α

ג וְדַע, שְׂאִם יִהְיֶה הַמַּסְלוֹל מָאָה וּשְׁמוֹנִים בְּשׂוּה, אוּ שְׁלֹשׁ מֵאוֹת וּשְׁשִׁים בְּשׂוּה - אֵין לוֹ מְנָה, אֲלֵא יִהְיֶה הַמְּקוֹם הָאֲמֻצֵעִי הוּא הַמְּקוֹם הָאֲמִתִּי.

שְׁבָאֲרָנוּ (לעיל יב, ב); וְתוֹצִיא מְקוֹם גְּבַהַּ הַשֶּׁמֶשׁ לַעַת הַזֹּאת - יֵצֵא לָךְ סִימָנוּ פ"ו* מ"ה כ"ג; וְתִגְרַע מְקוֹם הַגְּבַהּ מִן הָאֲמָצְעִי - יֵצֵא לָךְ הַמְסָלוֹל שְׁמוֹנָה עֶשְׂרֵה מַעְלוֹת וּשְׁנַיִם וַחֲמִשִּׁים חֻלְקִים וּשְׁתֵּי שְׁנִיּוֹת, סִימָנָם י"ח נ"ב ב'. וְאֵל תִּקְפִּיד בְּכָל מְסָלוֹל עַל הַחֻלְקִים, אֲלָא אִם יִהְיוּ פָחוֹת מִשְׁלֹשִׁים אֵל תִּפְנֶה אֲלֵיהֶם, וְאִם הָיוּ שְׁלֹשִׁים אוֹ יִתֵּר תַּחֲשַׁב אוֹתָם מַעְלָה אַחַת, וְתוֹסִיף אוֹתָהּ עַל מְנִין מַעְלוֹת הַמְסָלוֹל. לְפִיכֵךְ יִהְיֶה מְסָלוֹל זֶה תִּשַׁע עֶשְׂרֵה מַעְלוֹת, וְתִהְיֶה מְנָתוֹ עַל הַדֶּרֶךְ שְׁבָאֲרָנוּ שְׁמוֹנָה וּשְׁלֹשִׁים חֻלְקִים.

י ולפי שהמסלול הזה

רישום מבאר להלכה י	מקום השמש הממוצע	105°37'25"
	חיסור מנת המסלול	-0°38'0"
	מקום השמש האמיתי	=104°59'25' ≈ 105°

הִיא פָּחוֹת מֵמֵאָה וּשְׁמוֹנִים, תִּגְרַע הַמְנָה,

שְׁהִיא שְׁמוֹנָה וּשְׁלֹשִׁים חֻלְקִים מֵאֲמָצְעַת הַשֶּׁמֶשׁ, יִשָּׂאֵר מֵאָה וְאַרְבַּע מַעְלוֹת וְתִשַׁעַה וַחֲמִשִּׁים חֻלְקִים וַחֲמִשׁ וְעֶשְׂרִים שְׁנִיּוֹת, סִימָנָם ק"ד נ"ט כ"ה. וְנִמְצָא מְקוֹם הַשֶּׁמֶשׁ הָאֲמִתִּי בְּתַחֲלַת לַיִל זֶה בְּמִזֵּל סֶרְטָן, בְּחֲמִשׁ עֶשְׂרֵה מַעְלוֹת בּו פָּחוֹת שְׁנִיּוֹת. וְאֵל תִּפְנֶה אֵל הַשְּׁנִיּוֹת כָּלֵל, לֹא בְּמְקוֹם הַשֶּׁמֶשׁ וְלֹא בְּמְקוֹם הַיָּרֵחַ וְלֹא בְּשָׂאֵר חֲשֹׁבוֹנוֹת הָרְאִיָּה, אֲלָא חֻקֵּי עַל הַחֻלְקִים בְּלִבָּד. וְאִם יִהְיוּ הַשְּׁנִיּוֹת קְרוֹב לְשְׁלֹשִׁים - עֲשֵׂה אוֹתָם חֻלְקִים וְהוֹסִיפוּ עַל הַחֻלְקִים.

יום התקופה האמיתי

יא ומאחר שתדע מקום השמש בכל עת שתדעה - תדע יום התקופה האמיתי כל תקופה שתדעה, בין תקופות הבאות אחר עקר זה שממנו התחלנו בין תקופות שעברו משנים קדמוניות.

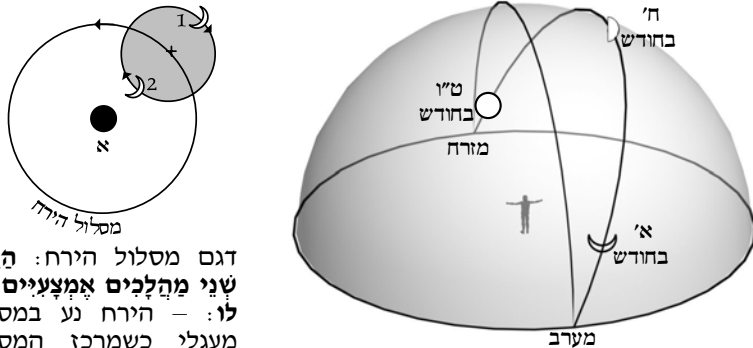
סימנו פ"ו - בחלק מכתבי היד כתוב: כ"ו, והוא לפי מזל תאומים, וגרסתנו לפי מזל טלה. ואל תקפיד... על החלקים - אלא עגל אותם. ותהיה מנתו על הדרך שבארנו - מנת מסלול למעלה 19° נמצאת בין מנת מסלול למעלה 10°, שהיא 20', לבין מנת מסלול למעלה 20°, שהיא 40', כלומר לכל מעלה 2'. ומכאן שלמעלה 19° - שמונה ושלשים חלקים. (יא) יום התקופה האמיתי - ימי המעבר של התקופות, מפני שלצופה מכדור הארץ אין אורך התקופות שווה. תחילת התקופות כבר הובאה (לעיל א, ט), ואפשר לחשב היכן מקומה האמיתי של השמש על גלגל המזלות הנראה לעין הצופה מכדור הארץ.

פָּרֵק אַרְבַּעַה עָשָׂר מְקוֹם הַיָּרֵחַ בַּמְסָלוֹל

אמצע הירח

א הירח - שְׁנֵי מְהַלְכִים אֲמָצְעִיִּים יֵשׁ לוֹ: הַיָּרֵחַ עֲצָמוּ מְסַבֵּב בְּגִלְגָּל קָטָן שְׂאִינוּ מְקִיף אֶת הָעוֹלָם, וּמְהַלְכוּ הָאֲמָצְעִי בְּאוֹתוֹ הַגִּלְגָּל הַקָּטָן נִקְרָא 'אֲמָצְעַת הַמְסָלוֹל'. וְהַגִּלְגָּל הַקָּטָן עֲצָמוּ מְסַבֵּב בְּגִלְגָּל גָּדוֹל הַמְקִיף אֶת הָעוֹלָם, וּמְהַלְךְ אֲמָצְעִי זֶה שְׁלֹגְלָגֵל הַקָּטָן בְּאוֹתוֹ הַגִּלְגָּל הַגָּדוֹל הַמְקִיף אֶת הָעוֹלָם - הוּא הַנִּקְרָא 'אֲמָצְעַת הַיָּרֵחַ'.

איורים מבארים להלכות א-ב - מסלול הירח והופעתו



דגם מסלול הירח: הירח שני מהלכים אמצעיים יש לו: - הירח נע במסלול מעגלי כשמרכזו המסלול מקיף את כדור הארץ. כך הבינו חכמי קדם מדוע הירח נראה נע במהירויות שונות, עתים אטי (בנקודה 1 - כשמסלולו רחוק מן הארץ ובכיוון נגדי למסלול הקפתו את כדור הארץ), ועתים מהיר (בנקודה 2 - כשמסלולו קרוב לכדור הארץ ובאותו כיוון).

מסלול הופעת הירח. באיור שלמעלה ניתן לראות את מקומו של הירח בתחילת הלילה. במשך הלילה הירח נע ממזרח למערב. בתחילת החודש (א' בחודש) הירח מופיע בתחילת הלילה קרוב למערב ומשך היראותו קצר. ברבע החודש (ח' בחודש), הירח מופיע באמצע השמים ומתקדם במשך חצי לילה לכיוון מערב. באמצע החודש (ט"ו בחודש), בתחילת הלילה הירח מופיע במזרח ומתקדם לכיוון מערב. בהמשך החודש, הירח מופיע רק בהמשך הלילה.

♦ פרק יד - הקדמה: בשני הפרקים הבאים נתמקד בתנועת הירח. מטרת פרק זה לעמוד על מקום הירח בהופעתו הראשונה בחודש (20 דקות לאחר שקיעת השמש). תנועת הירח - המתבונן על הירח בכל יום בשעה מסוימת החל מתחילת החודש, יראה את הירח נע יותר מ-12° בכל פעם (360° בפחות מ-30 יום) לכיוון מזרח. ראה איור ימני בעמוד זה. במשך הלילה יראה הירח נע במסלול ממזרח מערב על קו המשווה השמימי עד להיעלמותו במערב. (א) הירח - התבוננות בתנועות הירח מגלה כי מהירות הירח משתנה. החכמים הקדמונים, שהניחו שגרמי השמים נעים במעגל, בנו את תיאור מהלכו של הירח כסובב במעגל קטן שמרכזו מעגל קטן הנע סביב כדור הארץ. ראה איור שמאל. זהו דגם משוער. בפרק הבא נשתמש בדגם משוכלל יותר. כיום ידוע שהירח סובב את כדור הארץ במסלול אליפטי. יחד עם זאת, הדגם העתיק מדויק מספיק לצורך צפיית מופע הירח הראשונה.

מהלך אמצע הירח ביום אחר - שלש עשרה מעלות ועשרה חלקים וחמש ושלשים שניות, סימנם י"ג י' ל"ה. ב נמצא מהלכו בעשרה ימים - מאה ואחת ושלשים מעלות וחמשה וארבעים חלקים וחמשים שניות, סימנם קל"א מ"ה נ'. ונמצא שארית מהלכו במאה יום - מאתיים ושבע ושלשים מעלות ושמונה ושלשים חלקים ושלש ועשרים שניות, סימנם רל"ז ל"ח כ"ג. ונמצא שארית מהלכו באלף יום - מאתיים ושש עשרה מעלות ושלשה ועשרים חלקים וחמשים שניות, סימנם רי"ו כ"ג נ'. ונמצא שארית מהלכו בעשרת אלפים יום - שלש מעלות ושמונה וחמשים חלקים ועשרים שניות, סימנם ג' נ"ח כ'. ונמצא שארית מהלכו בתשעה ועשרים יום - שתים ועשרים מעלות וששה חלקים ושש וחמשים שניות,

רישום מבאר להלכות א-ב	ימים
תנועת אמצע הירח במעלות	
13°10'35"	1
131°45'50"	10
237°38'23"	100
216°23'50"	1000
3°58'20"	10000
22°6'56"	29
344°26'43"	354

סימנם כ"ב ו' נ"ו. ונמצא שארית מהלכו בשנה סדורה - שלש מאות וארבע וארבעים מעלות וששה ועשרים חלקים ושלש וארבעים שניות, סימן להם שמ"ד כ"ו מ"ג. ועל דרך זו תכפל לכל מנין ימים או שנים שתמצא.

אמצע המסלול

רישום מבאר להלכות ג-ד	ימים
תנועת אמצע המסלול במעלות	
13°3'54"	1
130°39'	10
226°29'53"	100
104°58'50"	1000
329°48'20"	10000
18°53'4"	29
305°0'13"	354

ג ומהלך אמצע המסלול ביום אחר - שלש עשרה מעלות ושלשה חלקים וארבע וחמשים שניות, סימנם י"ג ג' נ"ד. נמצא מהלכו בעשרה ימים - מאה ושלשים מעלות ותשעה ושלשים חלקים בלא שניות, סימנם ק"ל

ל"ט. ונמצא שארית מהלכו במאה יום - מאתיים ושש ועשרים מעלות ותשעה ועשרים חלקים ושלש וחמשים שניות, סימנם רכ"ו כ"ט נ"ג. ונמצא שארית מהלכו באלף יום

(ב) שארית מהלכו - אחרי שמחסרים כפולות של 360°.

- מאה וארבע מעלות ושמונה וחמשים חלקים וחמשים שניות, סימנם ק"ד נ"ח נ'. ונמצא שארית מהלכו בעשרת אלפים יום - שלש מאות ותשע ועשרים מעלות ושמונה וארבעים חלקים ועשרים שניות, סימנם שכ"ט מ"ח כ'. ונמצא שארית מהלכו בתשעה ועשרים יום - שמונה עשרה מעלות ושלשה וחמשים חלקים וארבע שניות, סימנם י"ח נ"ג ד'.

אמצע הירח לשעת הראייה

ד ונמצא שארית מהלכו בשנה סדורה - שלש מאות וחמש מעלות ושלש עשרה שניות בלא חלק, סימנם ש"ה י"ג.

מקום אמצע הירח היה בתחלת ליל חמישי שהוא העקר לחשבונות אלו, במזל שור מעלה אחת וארבעה עשר חלקים וארבעים ושלש שניות, סימנם א' י"ד מ"ג. ואמצע המסלול היה בעקר זה ארבע ושמונים מעלות ושמונה ועשרים חלקים ושתים וארבעים שניות, סימנם פ"ד כ"ח מ"ב.

מאחר שתדע מהלך אמצע הירח והאמצע שהוא העקר שעליו תוסיף, תדע מקום אמצע הירח בכל יום שתמצא על דרך שעשית באמצע השמש. ואחר שתוציא אמצע הירח לתחלת הלילה שתמצא - התבונן בשמש ודע באי זה מזל הוא.

ה אם היתה השמש מחצי מזל דגים עד חצי מזל טלה - תניח אמצע הירח כמות שהוא. ואם תהיה השמש מחצי מזל טלה עד תחלת מזל תאומים - תוסיף על אמצע הירח חמשה עשר חלקים. ואם תהיה השמש מתחלת מזל תאומים עד תחלת מזל אריה - תוסיף על אמצע הירח שלשים חלקים. ואם

(ד) התבונן בשמש וכו' - כאן נתייחס לבעיה שעלתה לעיל (יב,ג). בכל החישובים בפרקים אלו אנו מתייחסים לתחילת הלילה בשעה שש בערב, הזמן שניתן לראות בו את הירח בזמן המבוקש, שהוא "לאחר שקיעת החמה בכמו שלש שעה" (להלן, הלכה ו). אם כן, החישוב תקף לימים שהיום והלילה בהם דומים באורכם, והשקיעה סמוך לשעה שש בערב. ביתר ימי השנה, יש להוסיף או לגרוע על המיקום שאנו מקבלים כמה חלקי זווית כדי לפצות על ההפרש באורכו של היום. (ה) אם היתה השמש - רבנו מביא כדרכו רשימת טווחים עם ערכים ממוצעים, לא את דרך החישוב במדויק. יש לזכור כי 30 חלקים (שהם חצי מעלה) במיקום הירח שקולים לזמן של כשעה, שהרי הירח נע במשך 24 שעות כ- 12 מעלות (לעיל, הלכה ב).

תהיה השמש מתחלת מזל אריה עד חצי מזל בתולה - תוסיף על אמצע הירח חמשה עשר חלקים. ואם תהיה השמש מחצי מזל בתולה עד חצי מאזנים - הנח אמצע הירח כמות שהוא. ואם תהיה השמש מחצי מאזנים עד תחלת מזל קשת - תגרע מאמצע הירח חמשה עשר חלקים. ואם תהיה השמש מתחלת מזל קשת עד תחלת מזל דלי - תגרע מאמצע הירח שלשים חלקים. ואם תהיה השמש מתחלת מזל דלי עד חצי דגים - תגרע מאמצע הירח חמשה עשר חלקים.

ו ומה שיהיה האמצע אחר שתוסיף עליו או תגרע ממנו או תניח אותו כמות שהוא - הוא אמצע הירח לאחר שקיעת החמה בכמו שליש שעה באותו הזמן שתוציא האמצע לו, וזה הוא הנקרא 'אמצע הירח לשעת הראיה'.

איור מבאר להלכה ו - אמצע הירח לשעת הראיה. התיקון למיקום הירח. לפי זמני השנה, יש להוסיף על המיקום שאנו מקבלים או לגרוע ממנו חלקי זוויות כדי לגשר על הפער באורך היום



ו בכמו שליש שעה - הירח הראשון נראה רק כ-20 דקות לאחר השקיעה, כשעצמת השמש הולכת ופוחתת והחשכה מאפשרת את ראיית הירח הדק לזמן קצר (ממספר דקות ועד לשעה) בטרם ייעלם במערב. ראה איור בעמוד זה.

◆ (שייך לעמוד הבא) פרק טו - הקדמה: הקדמונים, שתיארו את תנועות המערכת השמימית, מצאו שהדגם המתואר בפרק הקודם אינו מדויק דיו ושתצפיותיהם על הירח סוטות ממנו. התיקון בפרק זה מבוסס על דגם יותר משוכלל, אף על פי שתיאורו של דגם זה אינו נזכר בפרק. עיקרו של פרק זה אינו תיאור המודל (ראה איור בעמוד הבא) אלא את סדר הפעולות החישוביות שמטרתן לתקן את מיקום הירח ביחס לצופה. להלן תמצית סדר הפעולות: א) המרחק = אמצע השמש פחות אמצע הירח (הלכה א). המרחק הכפול = המרחק כפול שתיים. ב) המסלול הנכון = אמצע המסלול ותוספת לפי המרחק הכפול (הלכה ג). ג) מקום הירח האמיתי = אמצע הירח בתוספת או בהפחתת מנת המסלול (הלכות ד-ו).

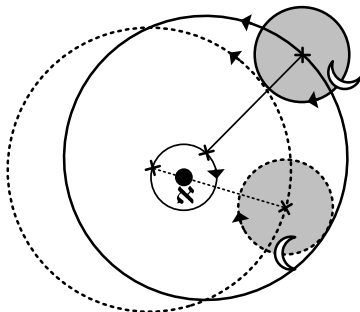
פרק חמשה עשר

מקום הירח ביחס לצופה

המרחק הכפול

א אם תרצה לידע מקום הירח האמיתי בכל יום שתראה - תוציא תחלה אמצע הירח לשעת הראיה לאותו הלילה שתראה, וכן תוציא אמצע המסלול ואמצע השמש לאותו העת, ותגרע אמצע השמש מאמצע הירח, והנשאר תכפל אותו, וזה הוא הנקרא 'מרחק הכפול'.

איור מבאר להלכה א - דגם מסלול הירח



ראה הקדמה לפרק בעמוד הקודם. הדגם המתוקן של מסלול הירח. מסלול הירח - הירח נע במסלול מעגלי כשמרכז המסלול מקיף מעגל סביב לכדור הארץ. באיור מוצגים שני מצבים לדוגמה של מיקום הירח, אחד בקו שלם ואחד בקו מקווקו. בפרק זה לא נאריך לתאר את הדגם, ורק נעסוק בתיקון הנובע מדגם זה.

ב וכבר הודענו (לעיל יא, א-ג) שלא באנו בכל אלו החשבונות שעשינו בפרקים אלו אלא לדעת ראית הירח. ולעולם אי אפשר שיהיה מרחק זה הכפול כליל הראיה שיראה בה הירח אלא מחמש מעלות עד שתים וששים מעלות, ואי אפשר שיוסיף על זה ולא יגרע ממנו.

המסלול הנכון

ג והואיל והדבר כן, התבונן במרחק זה הכפול: אם יהיה המרחק הכפול חמש מעלות או קרוב לחמש - אין חוששין לתוספת, ולא תוסיף כלום. ואם יהיה המרחק הכפול משש מעלות עד אחת עשרה מעלות - תוסיף על אמצע המסלול מעלה אחת. ואם יהיה המרחק הכפול

התוספת על אמצע המסלול	המרחק הכפול בין הגבולות
0°	0°-5°
1°	6°-11°
2°	12°-18°
3°	19°-24°
4°	25°-31°
5°	32°-38°
6°	39°-45°
7°	46°-51°
8°	52°-59°
9°	60°-63°

משתים עשרה מעלות עד שמונה עשרה מעלות - תוסיף על אמצע המסלול שתי מעלות. ואם יהיה המרחק הכפול מתשע עשרה מעלות עד ארבע ועשרים מעלות - תוסיף על אמצע המסלול שלש מעלות. ואם יהיה המרחק הכפול מחמש ועשרים מעלות עד אחת ושלשים מעלות - תוסיף על אמצע המסלול ארבע מעלות. ואם יהיה המרחק הכפול משתיים ושלשים מעלות עד שמונה ושלשים מעלות - תוסיף על אמצע המסלול חמש מעלות. ואם יהיה המרחק הכפול מתשע ושלשים מעלות עד חמש וארבעים מעלות - תוסיף על אמצע המסלול שש מעלות. ואם יהיה המרחק הכפול ממש וארבעים מעלות עד אחת וחמשים מעלות - תוסיף על אמצע המסלול שבע מעלות. ואם יהיה המרחק הכפול משתיים וחמשים מעלות עד תשע וחמשים מעלות - תוסיף על אמצע המסלול שמונה מעלות. ואם יהיה המרחק הכפול מששים מעלות עד שלש ושלשים מעלות - תוסיף על אמצע המסלול תשע מעלות. ומה שיהיה אמצע המסלול אחר שתוסיף עליו מעלות אלו - הוא הנקרא 'מסלול הנכון'.

מקום הירח האמיתי לשעת הראייה

ד ואחר כך תראה כמה מעלות הוא המסלול הנכון: אם היה פחות ממאה ושמונים מעלות - תגרע מנת המסלול הזה הנכון מאמצע הירח לשעת הראייה. ואם היה המסלול הנכון יתר על מאה ושמונים מעלות, עד שלש מאות ושלשים - תוסיף מנת זה המסלול הנכון על אמצע הירח לשעת הראייה. ומה שיהיה האמצע אחר שתוסיף עליו או תגרע ממנו - הוא מקום הירח האמיתי לשעת הראייה.

ה ודע, שאם יהיה המסלול הנכון מאה ושמונים בשוה, או שלש מאות ושלשים בשוה - אין לו מנה, אלא יהיה מקום

(ד) פחות ממאה ושמונים מעלות - כלומר אם הירח נמצא בגלגל הקטן בזווית הקטנה מ-180° (ראה באיור לעיל יד, א), הירח האמיתי נראה אחר 'אמצע הירח', ולכן יש לבצע פעולת חיסור. אם הירח נמצא בזווית הגדולה מ-180°, הירח מקדים את 'אמצע הירח', ולכן יש לבצע פעולת חיבור. תגרע מנת המסלול - תוצאות חישוב מנת המסלול יובאו להלן בהלכה ו.

הירח האמצעי לשעת הראייה הוא מקומו האמיתי.

ו וכמה היא מנת המסלול? אם יהיה המסלול הנכון עשר מעלות - תהיה מנתו חמשים חלקים. ואם יהיה המסלול הנכון עשרים מעלות - תהיה מנתו משהו מעלה אחת ושמונה ושלשים חלקים.

רישום מבאר להלכה ו			
המסלול הנכון	מנתו	המסלול הנכון	מנתו
10°	0°50'	100°	5°08'
20°	1°38'	110°	4°59'
30°	2°24'	120°	4°40'
40°	3°06'	130°	4°11'
50°	3°44'	140°	3°33'
60°	4°16'	150°	2°48'
70°	4°41'	160°	1°56'
80°	5°0'	170°	0°59'
90°	5°5'	180°	0

ואם יהיה שלשים - תהיה מנתו שתי מעלות וארבעה ועשרים חלקים. ואם יהיה ארבעים - תהיה מנתו שלש מעלות וששה חלקים. ואם יהיה חמשים - תהיה מנתו שלש מעלות וארבעה וארבעים חלקים. ואם יהיה ששים - תהיה מנתו ארבע מעלות וששה עשר חלקים. ואם יהיה שבעים - תהיה מנתו ארבע מעלות ואחד וארבעים חלקים. ואם יהיה שמונים - תהיה מנתו חמש מעלות. ואם יהיה תשעים - תהיה מנתו חמש מעלות וחמשה חלקים. ואם יהיה מאה - תהיה מנתו חמש מעלות ושמונה חלקים. ואם יהיה מאה ועשר - תהיה מנתו ארבע מעלות ותשעה וחמשים חלקים. ואם יהיה מאה ועשרים - תהיה מנתו ארבע מעלות וארבעים חלקים. ואם יהיה מאה ושלשים - תהיה מנתו ארבע מעלות ואחד עשר חלקים. ואם יהיה מאה וארבעים - תהיה מנתו שלש מעלות ושלשה חלקים. ואם יהיה מאה וחמשים - תהיה מנתו שתי מעלות ושמונה וארבעים חלקים. ואם יהיה מאה וששים - תהיה מנתו מעלה אחת וששה וחמשים חלקים. ואם יהיה מאה ושבעים - תהיה מנתו מעלה אחת ותשעה וחמשים חלקים. ואם יהיה מאה ושמונים בשוה - אין לו מנה, כמו שאמרנו (לעיל, ה), אלא מקום הירח האמצעי הוא המקום האמיתי.

ז ואם יהיה המסלול הנכון יתר על מאה ושמונים מעלות – תגרע אותו משלש מאות וששים ותדע מנתו כדרך שעשית

במסלול השמש.

וכן אם יהיו במנין

המסלול אחדים עם

העשרות – תקח מן

היתר שבין שתי

המנות כפי

האחדים; כדרך

שבארנו במסלול

השמש במנות שלו

(לעיל יג, ח), כך תעשה

במסלול הנכון

במנות שלו.

דוגמה

ח כיצד? הרי

שרצינו לידע מקום

הירח האמתי

בתחלת ליל ערב

שבת, שיזמו שני

לחדש איר משנה זו

רישום מבאר להלכה ח	
תוציא אמצע השמש תחלה לליל זה -	
אמצע השמש בשעה שש בערב	7°3'32"
בליל העיקר (לעיל יב, 3ב)	
הוסף את מהלך השמש האמצעי	+28°35'1"
ב-29 יום (לעיל יב, 6א)	
אמצע השמש בשעת הראייה	35°38'33"
בליל ב' באייר	
ותוציא אמצע הירח לשעת הראייה לעת זו וכו' -	
אמצע הירח בשעה שש בערב	31°14'43"
בליל העיקר (לעיל יד, ד)	
הוסף את מהלך הירח האמצעי	+22°6'56"
ב-29 יום (לעיל יד, ב)	
תוספת תיקון לשקיעה	+0°15'
מאוחרת בחודש זה (לעיל יד, ו)	
אמצע הירח בשעת הראייה	53°36'39"
בליל ב' באייר	
ותוציא אמצע המסלול לעת זו וכו' -	
אמצע מסלול הירח בשעה שש	84°28'45"
בערב בליל העיקר (לעיל יד, ד)	
הוסף את מהלך אמצע	+18°53'4"
המסלול ב-29 יום (לעיל יד, א)	
אמצע מסלול הירח בשעת	103°21'46"
הראייה בליל ב' באייר	
תגרע אמצע השמש מאמצע הירח וכו' -	
מקום אמצע הירח	53°36'39"
החסר את אמצע השמש	-35°38'33"
המרחק ביניהם	17°58'6"
המרחק הכפול	35°56'12"

שהיא שנת העקר, ומנין הימים הגמורים מתחלת ליל העקר

עד תחלת ליל זה שאנו רוצים לידע מקום הירח האמתי בו

תשעה ועשרים יום; ותוציא אמצע השמש תחלה לליל זה -

יצא לך אמצעה חמש ושלושים מעלות ושמונה ושלושים

חלקים ושלוש ושלושים שניות, סימנם ל"ה ל"ח ל"ג; ותוציא

אמצע הירח לשעת הראייה לעת זו - יצא לך אמצעו שלש

וחמשים מעלות וששה ושלושים חלקים ותשע ושלושים

שניות, סימנם נ"ג ל"ו ל"ט; ותוציא אמצע המסלול לעת זו -

ז) אם יהיו... אחדים עם העשרות - כלומר כאשר מנת המסלול היא מספר ביניים. ח) שני לחדש איר - זהו מזל שור.

יצא לך אמצעו מאה ושלוש מעלות ואחד ועשרים חלקים

ושש וארבעים שניות, סימנם ק"ג כ"א מ"; תגרע אמצע

השמש מאמצע הירח - ישאר שבע עשרה מעלות ושמונה

וחמשים חלקים ושש שניות, וזה הוא המרחק; תכפל אותו -

יצא לך המרחק הכפול חמש ושלושים מעלות וששה וחמשים

חלקים ושתיים עשרה שניות, סימנם ל"ה נ"ו י"ב; לפיכך

תוסיף על אמצע המסלול חמש מעלות, כמו שהודענו (לעיל, א),

ויצא לך המסלול הנכון מאה ושמונה מעלות ואחד ועשרים

חלקים. ואין מקפידין על החלקים במסלול, כדרך שבארנו

בשמש (לעיל יג, ט).

ט ובאנו לחקר על מנת זה המסלול הנכון, שהוא מאה

ושמונה - נמצאת מנה שלו חמש מעלות וחלק אחד. ולפי

שהמסלול הנכון היה פחות ממאה ושמונים, תגרע המנה

שהיא חמש מעלות וחלק אחד מן אמצע הירח - ישאר

שמונה וארבעים מעלות וחמשה ושלושים חלקים ותשע

ושלושים שניות. תעשה השניות חלק, ותוסיף על החלקים -

ונמצא מקום הירח האמתי בשעה זו במזל שור בשמונה

עשרה מעלות וששה ושלושים חלקים ממעלת תשע עשרה,

סימנם י"ח* ל"ו. ועל הדרך הזה תדע מקום הירח האמתי בכל

עת ראייה שתראה מתחלת שנה זו שהיא העקר, עד סוף העולם.

ט) נמצאת מנה שלו וכו' - על פי הטבלה שבהלכה ו, 108° הוא בין מנת 100 (שהיא 5°08') ובין מנת 110 (שהיא 4°59'), כך שבעשר מעלות יש הפרש של 9 חלקים, שהם בערך חלק למעלה, ונמצא שמנת 108° שווה ל-5°01'. סימנם י"ח* - החל ממזל שור. ויש כ"י שכתוב בהם מ"ח, והכוונה החל ממזל טלה.

♦ פרק טז - הקדמה: מישור השמש ומישור הירח - עד פרק זה, מערכת הכוכבים שלנו קבעה את כדור הארץ במרכזו, ומסביבו נעים במסלולם השמש והירח על פני מישור משותף. דבר זה מאפשר להסתכל על המסלולים בצורה דו-ממדית. אולם במציאות המישור שנמצא בו מסלול הירח חוצה את המישור שנמצא בו מסלול השמש בזווית של כ-5° (5.145°). נקודות החיתוך של שני המסלולים נקראות ראש וזנב. ראה איור. הזווית בין שני המישורים קבועה, אך המישורים אינם קבועים זה ביחס לזה. אם נתייחס למישור השמש כקבוע, נראה שמישור הירח נע תנועה סיבובית (ביחס לציר המאונך למישור השמש) ועובר דרך כדור הארץ במהירות קבועה. דבר זה גורם כמובן לתנועתן המתמדת של נקודות הראש והזנב סביב מסלול השמש. מסלול השמש נקרא 'מלקח', משום שעל הקו הדמיוני שמש-ירח-ארץ עשויים להתרחש ליקויי מאורות: בתחילת החודש, כשהירח נמצא בין השמש לבין כדור הארץ, יהיה זה ליקוי חמה, מפני שהירח מסתיר את השמש; ואילו באמצע החודש, כשהארץ נמצאת בין השמש לבין הירח, יהיה זה ליקוי ירח, כיוון שכדור הארץ מטיל את צלו על הירח.