

חז"ל באסטרונומיה המודרנית

חז"ל באסטרונומיה המודרנית

חלק א

ביאור מחודש בסוגיית הגמרא בפסחים (צד): 'גלגל קבוע ומזלות חוזרין'

מבוא אסטרונומי לסוגיית הגמרא

לאשר סוגיא זו מיוסדת על אדני חכמת התכונה, ובכדי להבין את הדרך החדשה שסללנו בעז"ה בהבנת הסוגיא תועיל מאוד ידיעה בסיסית בכמה יסודות מחכמה זו, על כן ראינו לנכון בראשית דברינו להציע בפני הקורא סקירה קצרה בענינים אלו, בנושאייה הנוגעים לסוגייתנו. וחילקנוהו לשני פרקים, הפרק הראשון יבאר בקצרה את מהלך השמש וגלגל המזלות כפי שנראה לצופה מכדור הארץ, והפרק השני יבאר את מהלכם כפי מציאות הדברים בחלל החיצון.

עם זאת, ברצוננו להדגיש, שמאחר ועיקר רצוננו להראות באצבע לכל לומד, עד כמה דברי חז"ל והראשונים מדויקים לפי הידיעות האסטרונומיות שישנן בידינו כיום, ולהוציא מליבות הסוברים שדבריהם נאמרו ח"ו שלא בידיעת דברים אלו, לכן טרחנו שביאור הגמרא שנביא להלן יהיה פשוט ומובן בצורה בסיסית עבור כל לומד גם בלא עיון במבוא, והמבוא מיועד רק עבור הרוצים להבין ענין זה בעמקות עם כל פרטיו.

פרק א

מסלול השמש וגלגל המזלות, כפי שנראה לצופה מכדור הארץ

כדור השמים

היום והלילה בכדור הארץ נוצרים כידוע מזריחת החמה ושקיעתה. אם נתבונן ברקיע, נראה שמלבד השמש, גם הירח והכוכבים זורחים ממזרח ושוקעים ממערב כדוגמת השמש. לפני שנבאר כיצד הדברים אכן מתרחשים במציאות, נתמקד תחילה בביאור מהלך גרמי השמים כפי שהם נצפים לעין הרואה מכדור הארץ, ולאחר מכן נביא את התאוריות השונות שנאמרו על מנת להסביר תופעות אלו.

כשאנו מביטים בשמים בארץ ישראל ובסביבותיה¹, אנו רואים את השמים ככיפה על ראשנו, שקבועים בה כוכבים רבים. למעשה, כיפה זו היא חצי מכדור שלם, שחציו נמצא מתחת לפני הקרקע, ואת חציו העליון שמעל לפני הקרקע אנו רואים בצורת כיפה. מבלי להיכנס עדיין להסבר כיצד אכן מתרחשים הדברים במציאות, נשווה את מראה השמים, על מנת לשבר את האוזן, לכדור המסתובב סביב צירו, כשאנו נמצאים על משטח שטוח בפנים הכדור, וכיון שהכדור מסתובב כל הזמן אנו רואים בכל פעם חצי אחר מחלקו הפנימי². שני הצירים שעליהם הכדור סובב נמצאים בצד צפון ודרום, והכדור מסתובב על צירו מכיוון מזרח למערב, ומשלים בכל יום סיבוב.

¹ בארצות אחרות הדברים משתנים. ובסקירתנו התמקדנו אך ורק בדברים הקשורים בסוגיית הגמרא, וכמובן שלא יכולנו להאריך בכל נושאי ענין זה, ולכן לא נבאר פרטים אלו.

² למרות שעדיין איננו נכנסים לצד המציאותי שבדברים, נבאר כאן כיצד אנו רואים בכל פעם חצי שלם מכדור השמים, אף שבעצם הארץ היא כדורית, וכדור השמים מקיף אותה כמו גלד בצל היצוני שמקיף את הגלדים הפנימיים, ואם כן היינו צריכים לראות רק את השטחים הקרובים אלינו, ולא את חציו השלם של הכדור. ההסבר לכך הוא, שכדור השמים גדול לעין ערוך

חז"ל באסטרונומיה המודרנית

נטיית ציר כדור השמים (למעמיקים³)

על אף שאנו רואים שגרמי השמים זורחים במזרח ושוקעים במערב, אין הם מהלכים בקו ישר ממזרח למערב, אלא נוטים תמיד במהלכם מעט לצד דרום, ומצפינים לקראת שקיעתם בחזרה לכוון הנקודה המערבית המצויה בקו ישר עם נקודת זריחתם. ומכאן, שהצירים עליהם מסתובב, כביכול, כדור השמים ממזרח למערב, אינם נמצאים בצד דרום וצפון בקו ישר עם הקרקע שאנו עומדים עליה, אלא בצד צפון הציר גבוה מעט מן הקרקע, ובצד דרום הוא נמצא מעט מתחתיה, ולכן הכוכבים נוטים במהלכם לצד דרום, שכן כדור השמים עקום מעט.

כתוצאה מכך, הכוכב שמיקומו בדיוק בנקודת הציר הצפוני ['כוכב הצפון'], נראה תמיד באותה נקודה בצד צפון ואינו זורח ושוקע לעולם [ביום איננו רואים אותו מפני אור השמש, אך למעשה הוא נשאר תמיד באותה נקודה. וכמו כן שאר הכוכבים נראים כמובן בלילה כביום, אלא שאיננו רואים אותם מהסיבה הנ"ל], שכן הוא ממוקם על הציר הצפוני עצמו, והציר הצפוני נמצא למעלה מפני הקרקע, והכוכבים שקרובים מאוד לציר הצפוני, חגים סביבו באיטיות ומשלימים בכל יום סיבוב קטן סביב הציר, אך גם הם אינם שוקעים לעולם. ורק הכוכבים שרחוקים מספיק מהציר הצפוני הגלוי כל הזמן לעיננו, זורחים כל יום ממזרח ושוקעים במערב, אלא שככל שהכוכב קרוב יותר לציר הצפוני, הוא נמצא זמן רב יותר מעל פני הקרקע, וגם מהירות סיבובו איטית יותר [כפי שניתן לראות בכל כדור המסתובב סביב צירו, שהשטח שקרוב לציר נע במהירות קטנה יותר], וככל שהכוכב רחוק יותר מן הציר, כך גדל משך הזמן שבו הוא נמצא מתחת לפני הקרקע, וגם מהירות סיבובו גדולה יותר.

כתוצאה מהאמור, כוכבים שנמצאים בחצי הדרומי של הכדור נמצאים במשך רוב הזמן מתחת לפני הקרקע, וככל שהם מתקרבים יותר לציר הדרומי, גדל משך הזמן בו הם נמצאים מתחת לפני הקרקע. והכוכבים שנמצאים ממש בציר הדרומי או קרובים אליו מאוד, נמצאים תמיד מתחת לפני הקרקע ואינם נראים כלל (בארץ ישראל וסביבותיה).

גלגל המזלות

כעת נתמקד בשתים עשרה קבוצות הכוכבים המרכיבים את 'גלגל המזלות'. גלגל זה מקיף את כל כדור השמים ממזרח למערב, והוא ממוקם בצורה 'אלכסונית', היינו שחציו האחד של הגלגל נוטה יותר לכוון הציר הצפוני של כדור השמים⁴, ומכאן שהמזלות שנמצאים בחלק זה של הגלגל נמצאים רוב הזמן למעלה מפני הקרקע⁵, ואילו חציו השני נוטה יותר לכוון הציר הדרומי של כדור השמים, ולכן המזלות שבחלק זה נמצאים רוב הזמן מתחת לפני הקרקע.

מיקום המזלות הינו קבוע ואינו משתנה, כשמזל גדי נמצא תמיד בשיא הנטיה הדרומית של הגלגל, ואילו מזל סרטן נמצא בשיא הנטיה הצפונית שלו. ניתן להבין מכך, שאף שגלגל המזלות קרוי 'גלגל', אין לו כל תנועה עצמית, אלא הוא קבוע בכדור השמים בצורה אלכסונית, ומסתובב יחד עם סיבוב הציר של כדור השמים בכללותו, עם כל הכוכבים הקיימים בכדור השמים. שהרי אם היתה לו תנועה עצמית כגלגל, לא

מגודל כדור הארץ, עד שכל כדור הארץ הוא כנקודה זעירה כלפיו, ולכן אנו יכולים לראות בכל רגע חצי שלם מכדור השמים, כשם שאדם שעומד במרכזו של כדור ענקי ריק יכול לראות את כל חציו העליון בבת אחת.

³ קטע זה אינו נחוץ כל כך להבנת סוגיית הגמרא, ומכל מקום הוספנו אותו בכדי שהחומר יובא בצורה מדויקת.

⁴ אמנם למעשה, גם בחלקו הצפוני ביותר, עדיין הוא קרוב יותר לקו משווה השמים [קו הרוחב הרחב ביותר, שנמצא בדיוק באמצע בין הציר הצפוני של השמים לציר הדרומי], מאשר לציר, שהוא קוטב כדור השמים. ונטייתו היא בזווית של 23 מעלות מהקו המשווה השמימי. ומכאן, שלעולם לא נראה את המזלות בצד צפון ממש, שכן הם רחוקים מהציר הצפוני עצמו.

⁵ סיבת דבר זה נתבארה לעיל בקטעים העוסקים בנטיית ציר כדור השמים.

חז"ל באסטרונומיה המודרנית

היה מיקום המזלות קבוע, שמזל גדי היה נע עד שהיה מגיע לנטייתו הצפונית של הגלגל, וכן לגבי סרטן להיפך⁶. יש לזכור נקודה זו, שהיא חשובה מאוד עבור ביאור סוגיית הגמרא, וכפי שנבאר בעז"ה בהמשך.

לפי המתבאר לעיל, נמצא שבכל רגע נתון נמצא חצי מגלגל המזלות למעלה מפני הקרקע וחציו מתחת לפני הקרקע [שהרי הוא משתרע על כל כדור השמים, ואנו רואים בכל רגע נתון רק חצי מכדור השמים], ביום כמובן איננו רואים אותו כלל, ואילו בלילה נוכל לראות [ביום שאינו מעונן, וכשאינו אורות שמפריעים וכדומה] ששה מזלות בקשת רחבה ממזרח למערב, כשבכל שעות שוקע מזל אחד במערב וזורח אחר ממזרח. כשהמזלות הדרומיים נמצאים למעלה מפני הקרקע, תהיה הקשת בעלת נטיה דרומית גדולה, ואילו כשהמזלות הצפוניים נמצאים מעל הקרקע, תהיה הנטיה הדרומית מזערית, וכנ"ל.

סיבובה השנתי של השמש בגלגל המזלות

אף שגלגל המזלות אינו מסתובב סיבוב עצמי, חוץ מסיבוב כדור השמים על צירו, וכפי שנתבאר, ישנם מספר גרמי שמים שנעים עליו⁷, שיש להם סיבוב עצמי, והם השמש והירח וכוכבי הלכת. ונבאר את מהלכה העצמי של השמש על פני גלגל המזלות: [אמנם כשהשמש זורחת ביום לעולם איננו רואים את כוכבי המזלות שהיא נמצאת ביניהם, ומפני אורה החזק, אך נוכל לדעת לפי החשבון ששם הוא מיקומם⁸]

עיקר הווית היום והלילה, היינו מהלך זריחת ושקיעת החמה בכל עשרים וארבע שעות, מתבצע על ידי סיבוב כדור השמים על צירו, שהשמש קבועה בו ככל גרמי השמים ומסתובבת ביחד איתו. אך האמת היא, שכדור השמים משלים סיבוב על צירו אחת ל-23 שעות ו-56 דקות בערך, ואילו היממה היא 24 שעות בדיוק⁹. הסיבה לכך היא, שחוץ מתנועת כדור השמים שהשמש קבועה בו ונעה ביחד איתו, היא נעה עוד תנועה איטית בהרבה לכוון ההפוך [ממערב למזרח], מה שגורם לכך שבעצם היא נעה בכוון כדור השמים, אך בפיגור קטן¹⁰, וזוהי הסיבה לכך שהיממה אורכת 4 דקות יותר מסיבוב כדור השמים, שכן היממה נקבעת על פי זריחת ושקיעת השמש, ולא לפי סיבוב כדור השמים סביב צירו, וזריחה ושקיעה זו איטית ב-4 דקות מסיבוב גלגל השמים עצמו.

אחת לחודש מהלכת השמש [במסלולה העצמי ההפוך מכדור השמים, וכפי שנתבאר] אחד חלקי 12 מכדור השמים, ואחת לשנה¹¹ היא משלימה הקפה שלמה. מסלול זה נעשה בדיוק על פני גלגל המזלות, ומכאן שכל חודש חולפת השמש על פני מזל אחד, שתופס שטח אחד חלקי 12 מכלל הגלגל. המזל שהשמש חולפת על פניו באותו חודש, הוא מזלו של החודש.

⁶ וכמו כן, כל שאר הכוכבים, (מלבד השמש והירח וחמישה כוכבי הלכת - כוכב חמה, נוגה, מאדים, צדק, ושבתאי), נמצאים במקום קבוע הכדור השמים, ומלבד סיבוב היומי שנתבאר לעיל אין להם תנועה נוספת. [בדורות האחרונים נתגלו עוד מספר כוכבי לכת, ולא נעסוק בהם במאמר זה. מלבד זה קיימות עוד מספר תופעות משתנות ברקיע שכמובן לא נעסוק בהם, אך נזכיר אותם בקצרה לתועלת המעינים. כוכבי השביט, שמופיעים בפתאומיות לתקופה קצרה ונעלמים לאחר מכן, ועליהם אמר שמואל 'נהירין לי שבילי דשמיא כשבילי דנהרדעא, לבר מכוכבא דשביט דלא ידענא מאי ניהו' (ברכות נח:). מטאורים, והם שרידי כוכבים שנלכדים באוירו של כדור הארץ, ונראים ככדורי אש שנופלים מהשמים. 'נובות' או 'סופרנובות', שהם התפוצצויות רחוקות במרחבי היקום (נצפות בד"כ רק מטלסקופים)].

⁷ הקדמונים ביארו, שגלגל המזלות הינו הגלגל החיצוני, ובתוכו קיימים עוד גלגלים, שמכתיבים את מהלך השמש והירח וכוכבי הלכת.

⁸ לא נכנס כאן לביאור מהלך שאר כוכבי הלכת, שכאמור לעיל, אנו מצטמצמים אך ורק בביאור הנקודות הנחוצות לביאור סוגיית הגמרא.

⁹ למעשה, גם היממה אינה בדיוק 24 שעות אלא לפעמים מעט יותר ולפעמים מעט פחות, ומסיבות שלא ניכנס אליהם. אך בממוצע אורכה היא בדיוק 24 שעות.

¹⁰ הקדמונים המשילו זאת לנמלה שהולכת על גלגל רחים, בכוון הפוך מסיבוב גלגל הרחים. למעשה היא מסתובבת בכוון גלגל הרחים, אלא שהליכתה גורמת לכך שסיבובה יהיה מעט יותר איטי מהגלגל עצמו.

¹¹ 365 סיבובי חמה, שהם 366 סיבובי כדור השמים בכללותו.

חז"ל באסטרונומיה המודרנית

סיבת חילופי עונות השנה (למעמקים)

הקפה זו היא הגורמת לחילופי עונות השנה, שבמהלך החודש שבו שוהה השמש במזל גדי [חודש טבת]¹² והמזלות הקרובים אליו, ברוב הזמן היא מצויה מתחת לפני הקרקע, וכפי שנתבאר לעיל, שהמזלות שנוטים לכוון דרום שוהים פחות זמן למעלה מפני הקרקע, וקרני אורה מחממים את האויר משך זמן קצר יותר. אמנם בחודש בו היא שוהה במזל סרטן הנוטה לכוון צפון, או במזלות הקרובים אליו, היא נמצאת זמן רב יותר מעל לפני הקרקע, וקרניה מחממים את האויר זמן ממושך יותר.¹³

פרק ב

מהלך גרמי השמים כפי מציאות הדברים בחלל החיצון

לאחר שפירשנו את הדברים כפי שהם נראים לצופה על פני כדור הארץ, נבאר כיצד אכן מתרחשים דברים אלו במציאות.

סיבת סיבוב היומי של השמש וכדור השמים

ולמעשה, קיימות שתי שיטות להסביר מה באמת מתרחש בשמים. האחת, שהייתה שלטת בעולם המדעי במשך כאלפים שנה¹⁴, גורסת שהעולם הוא ככדור, והוא ניצב במרכז היקום, ומקיפים אותו גלגלים כגלדי בצל¹⁵. גלגלים אלו הינם שקופים כזכוכית ואינם נראים לעיננו, והכוכבים נעוצים בהם כמסמרים. לפי שיטה זו הארץ איננה זזה ממקומה, אלא הגלגלים הם אלו שמסתובבים סביבה. שיטה זו תואמת את תחושת המציאות הפשוטה של בני האדם, שכפי הנראה להם, הארץ היא זו שעומדת, והשמש והירח ויתר הכוכבים סובבים סביבה.

אמנם במהלך מאות השנים האחרונות, נתקבלה בעולם שיטה חדשה, לפיה סיבוב כדור השמים נגרם כתוצאה מסיבוב כדור הארץ, שבעצם כדור השמים עומד על עומדו, אך כיון שאנו ניצבים על כדור הארץ המסתובב, נראה לנו שהכוכבים הם אלו שזזים, כשם שהיושב במכונית נראה לו שכסאות המכונית עומדים על עומדם, והסביבה החיצונית היא זו שמתחלפת.

סיבת סיבובה השנתי של השמש

גם בביאור סיבובה השנתי של השמש על פני גלגל המזלות נאמרו כמה הסברים. היינו לפי ההסבר הראשון שהבאנו למעלה (שיטת תלמי), שכדור הארץ עומד במנוחה ואילו כדור השמים הוא זה שמסתובב סביבו, ברור שיש לשמש גלגל בפני עצמו שיש לו תנועה נוספת מלבד התנועה שמכתיב לו כדור השמים. אמנם לפי השיטה חדשה, לפיה כדור הארץ מסתובב סביב צירו, ועל ידי כך נגרם סיבוב כדור השמים לעיני הצופים מכדור הארץ, התחבטו המדענים אם השמש מקיפה את כדור הארץ אחת לשנה, ולכן היא מקיפה מידי שנה את גלגל המזלות שמקיף את כדור הארץ, או שבאמת גם השמש אינה משנה את מיקומה כלל, אלא שכדור הארץ מקיף אותה במשך שנה חוץ מסיבובו היומי סביב צירו, מה שגורם שלעיני

¹² בלוח היהודי חודשי השנה נקבעים לפי מולד הלבנה, ומפני כן אינם זהים לחלוטין לחודשי החמה שאורכים מעט יותר. לשם כך מעבריים את השנה מידי פעם, בכדי להשוות בין שנת החמה ושנת הלבנה.

¹³ גם לעובדה שמזלות אלו נמצאים בגובה רב יותר ברקיע יש השפעה על חימום האויר, אך אין כאן המקום לזה.

¹⁴ ונקראת 'שיטת תלמי', ע"ש האסטרונום היווני הקדום שייסד אותה.

¹⁵ יש לשים לב לכך שהגלגלים אינם עשויים כגלגלי עגלה, אלא ככדורים חלולים, וכדוגמת גלדי הבצל שהבאנו.

חז"ל באסטרונומיה המודרנית

הצופה מכדור הארץ, יראה כאילו השמש מקיפה את הכדור ולא להיפך. במהלך השנים נתקבלה בעולם השיטה השנייה, לפיה כדור הארץ מקיף את השמש ולא להיפך¹⁶.

ביאור סוגיית הגמרא בפסחים 'גלגל קבוע ומזלות חוזרים'

לאחר שביארנו בקצרה את היסודות האסטרונומיים הנצרכים לסוגייתנו, נצטט את סוגיית הגמרא בפסחים (צד:), הנראית בהשקפה ראשונה תמוהה מאוד, הן למה שנראה לעיני הצופה מכדור הארץ, והן למה שמקובל היום בעולם המדע בביאור הענין, והן למבואר בדברי הראשונים ז"ל במקומות אחרים בענין זה.

וז"ל הגמרא שם: **תנו רבנן, חכמי ישראל אומרים: גלגל (ברש"י: כמין אופן ברקיע שהמזלות נתונים בו, גלגל קבוע ואינו מגלגל, אלא כעין אופן עגלה המונח בקרקע, אבל המזלות מהלכים סביב הילוך מועט, ואין מקיפין את הגלגל אלא כל מזל משמש את החמה נד ממקומו ומוליכו עד חבירו, וחוזר למקומו, לפיכך אין עגלה נראית בדרום ולא עקרב בצפון, שהרי אין מקיפין אלא מהלכין הילוך מועט וחוזרין) קבוע ומזלות חוזרין, וחכמי אומות העולם אומרים: גלגל חוזר ומזלות קבועין. אמר רבי: תשובה לדבריהם - מעולם לא מצינו עגלה¹⁷ בדרום ועקרב בצפון¹⁸ (ברש"י: ואי סלקא דעתך גלגל חוזר ומזלות קבועין נמצא גלגל מוליך ומגלגל המזלות לכל ארבע הרוחות כשם שהוא מגלגל, והיינו כמין אופן ונתון ברקיע חציו למטה מן הרקיע וחציו למעלה מן הרקיע וכשעולה צדו זה שוקע צדו אחר לפי דברי חכמי אומות העולם, שאומרים גלגל חוזר, ולפי דברי חכמי ישראל שאומרים גלגל קבוע - אין לפרש שוקע ועולה אלא במזלות). מתקיף לה רב אחא בר יעקב: ודילמא כבוצינא דריחיא (ברש"י: כברזל התחוב בנקב רחב שברחים, שהשוכב עומד במקומו והברזל חוזר, ואם באת לגלגל השוכב מתגלגל סביב הברזל, והברזל עומד במקומו), אי נמי - כצינורא דדשא (ברש"י: שהדלת סובבת בחור המפתן העליון והמפתן במקומו עומד, ואם באת לגלגל המשקוף הוא מתגלגל סביב הציר והדלת עומד במקומו. וכך הגלגל מתגלגל בפני עצמו ומוליך החמה, והמזלות קבועים בגלגל אחר בתוכו, ואותו הגלגל אינו זו ממקומו אלא גלגל חיצון מוליך חמה על פני כל המזלות, אי נמי - גלגל חמה מבפנים וגלגל המזלות מבחוץ).**

ביאור התמיהה לכאורה על סוגייתנו

בסוגיא מבואר שגלגל המזלות אינו מסתובב – ובמציאות אנו רואים שהוא משלים סיבוב מידי יום

והנה כפי הנראה מפשוטם של דברי הגמרא ופירוש רש"י, לדעת חכמי ישראל גלגל המזלות [שתים עשרה קבוצות כוכבים שמסודרים זה אחר זה בגלגל] שמקיף את כל כדור הארץ, אינו מסתובב כלל, אלא שהמזלות נעים בו תנועה כל שהיא מועטת, היינו 'חוזרין', אך אינם 'מקיפים' את כל הגלגל, ובעצם תמיד נמצאים אותם שישה מזלות למעלה מפני הקרקע, ונראים כקשת גדולה על פני השמים ממזרח למערב, ושישה אחרים נמצאים תמיד למטה מפני הקרקע¹⁹. ודבר זה נראה כמוכחש, הן מהנראה בחוש לצופה מכדור הארץ שגלגל המזלות משלים בכל יום סיבוב שלם מהמזרח למערב, וכל שעתיים זורח מזל אחד

¹⁶ שיטה זו קרויה 'שיטת קופרניקוס'.

¹⁷ ע"פ פשוטם של דברים, הכוונה למזל שור (המשמש בחודש אייר), והוא המזל השני מהמזלות הקיציים שנוטים לצד צפון [הראשון הוא מזל טלה, שרובו נוטה לצד צפון], וכפי שנתבאר במבוא.

¹⁸ עקרב הוא מזלו של חודש חשוון, והוא השני מהמזלות החורפיים שנוטים לצד דרום [הראשון הוא מזל מאזניים, שרובו נוטה לצד דרום].

¹⁹ רש"י היה מוכרח לפרש כאמור, שאין המזלות מסתובבים סיבוב שלם בתוך הגלגל, מפני שרק על פי זה מובן דברי הגמרא, שמביאה ראייה לדעת חכמי ישראל מכך שמעולם לא מצאנו עגלה בדרום ועקרב בצפון, ואם לדעת חכמי ישראל היו המזלות מסתובבים סיבוב שלם בתוך הגלגל, לא היה נוצר שום חילוק בין שיטת חכמי ישראל לשיטת חכמי האומות לענין זה, שהרי לעיני הצופה מכדור הארץ אין הבדל אם הגלגל עצמו מסתובב או רק המזלות שבתוכו.

חז"ל באסטרונומיה המודרנית

ממזרח וכנגדו שוקע אחר במערב, עד שבמהלך שנים עשרה שעות אנו יכולים לראות את כל ששת המזלות שהיו מתחת לפני הקרקע [וכפי שהארכנו בזה לעיל], והן מדברי רש"י עצמם בראש השנה (יא:), שרש"י מאריך לפרש שם שגלגל המזלות משלים סיבוב שלם סביב כדור הארץ מידי יום.

ובתוספות (ד"ה מעולם) עמדו בסתירת רש"י לדבריו בראש השנה, ותירצו בדוחק גדול שלא מדובר כאן על יב' המזלות, אלא על כוכבים אחרים שאכן אינם זורחים ושוקעים. ומלבד שיש להעיר ממשמעות דברי רש"י שנראה שמדבר אודות יב' המזלות, ולא על כוכבים אחרים²⁰, עוד קשה על דבריהם שהרי כל הכוכבים זורחים ושוקעים בכל יום, ולא רק גלגל המזלות, וגם אם נאמר שמדובר בכוכבים אחרים עדיין אינו מיושב.

ישוב התמיהה

חז"ל ידעו את מה שהתגלה לאחרונה, שהגלגל המזלות אינו מסתובב, אלא כדור הארץ הוא זה שמסתובב, וזוהי כוונתם באומרם 'גלגל קבוע'

ונראה בעז"ה לסלול דרך חדשה בהבנת הסוגיא, שחז"ל קיבלו איש מפי איש, עד למשה רבינו מסיני, את הביאור האמיתי במהלך גרמי השמים, ומזה ידעו כבר אז את שנוע לאחרונה בעולם המדע²¹, שבאמת גלגל המזלות אינו זז כלל, ורק מפני תנועת כדור הארץ סביב צירו, נדמה לנו כאילו גלגל המזלות מסתובב, כפי שהיושב במכונית נראה לו שפנים המכונית עומד במקומו, והסביבה היא זו שמתחלפת. ואם כן מתבארים דברי הגמרא על פי פירוש רש"י באופן נפלא כפשוטם, שלדעת חכמי ישראל הגלגל באמת קבוע במקומו ואינו זז. ומכיון שדבר זה היה נראה תמוה מאוד בתקופת חז"ל, ואף אחד לא העלה על דעתו דבר מעין זה, לכן הצניעו את דעתם ואמרו רק שאין לגלגל המזלות שום תנועה, ולא הציעו שום הסבר אחר לכך שאנו רואים את הגלגל מסתובב. אמנם חכמי אומות העולם לא עמדו על סוד זה, ודעתם הייתה כפי השיטה העתיקה, שהארץ עומדת בלא תנועה, וגלגל המזלות מסתובב סביבה, והמזלות קבועים בתוכו כמסמרים.

וכעת נבאר את מהלך הסוגיא לפי ביאור בזה.

ביאור דברי חכמי ישראל 'גלגל קבוע ומזלות חוזרין'

הכוונה בדברי חז"ל 'מזלות חוזרין' היינו כפי שנודע כיום שיש לכל הכוכבים תנועה במקומם, שאינה נראית מכדור הארץ

לדעת חכמי ישראל גלגל המזלות והמזלות שבו אינם זזים, וכפי שביארנו שכך מקובל במדע כיום. אמנם צריך ביאור מה כוונת חכמי ישראל באומרם 'מזלות חוזרין', שכיון שלדעת חכמי ישראל אין הגלגל מסתובב, וסיבובו היומי נגרם כתוצאה מסיבוב כדור הארץ, אם כן איננו רואים מכדור הארץ לכאורה שום תנועה במזלות, וחזן מסיבוב היומי כל אחד מהם נשאר תמיד באותו מקום.

אמנם מצאנו לפי האסטרונומיה החדישה שקיימת תופעה כזו. ראה בלוח דבר בעיתו להרב מרדכי גנוט שליט"א (שנת תשע"א עמוד 1457): 'לכל אחד מכוכבי השבת קיימת גם תנועה עצמית בגלאקסיה (צביר

²⁰ שכתב שהם משמשים לחמה, דבר המתאים דווקא ליב' המזלות, שמהוים את מסלולה של השמש, וכפי שנתבאר בארוכה במבוא, וכן קשה מדברי הגמרא 'לא מצינו עגלה בדרום ועקרב בצפון', שדברים אלו מתאימים דווקא ליב' המזלות, וכפי שצוין בדברי הגמרא.
²¹ וכפי שביארנו במבוא.

חז"ל באסטרונומיה המודרנית

כוכבים מרוחקים) שלהם, אך היא כמעט ואינה ניכרת לצופה מכדור הארץ. ואם כן נמצאו דברי חז"ל תואמים ומדוייקים עם המציאות שנודעה לנו כיום.²²

[על אף שהדברים אינם נצרכים כל כך להבנת הגמרא כעת, נציין שהשמש כידוע נמצאת כל חודש על רקע מזל אחר (אלא שאיננו רואים זאת, מפני שאורה מכהה את אור הכוכבים), ואחת לשנה היא משלימה סיבוב שלם על פני כל גלגל המזלות²³. וצריך ביאור כיצד נעשה דבר זה לדעת חז"ל²⁴ שהגלגל אינו מסתובב, ורק כדור הארץ מסתובב סביב צירו²⁵. וראה לקמן בביאור דברי רש"י ד"ה אי נמי, שביארנו שרש"י מסביר ברמז ענין זה].

ביאור דעת חכמי האומות 'גלגל חוזר ומזלות קבועין'

לדעתם הארץ אינה מסתובבת, וגלגל המזלות הוא זה שמסתובב סביבה

לדעת חכמי האומות גלגל המזלות עם המזלות הקבועים בו מסתובב ['חוזר'] בכל יום סביב כדור הארץ, ואילו כדור הארץ קבוע במקומו בלא תנועה, וכפי שביארנו במבוא שכן היתה דעת חכמי אומות העולם עד לפני כמה מאות שנים.

[והנה לדעת חכמי האומות סיבוב החמה השנתי נגרם מכך שיש לחמה גלגל בפני עצמו שמסובב אותה אחת לשנה על פני גלגל המזלות, וכפי שביארנו לעיל במבוא שכן היתה דעת חכמי אומות העולם עד לפני כמה מאות שנים. אמנם לדעת חכמי ישראל שגלגל המזלות אינו מסתובב, יש לעיין אם גלגל החמה כן מסתובב, ואחת לשנה הוא משלים סיבוב, או שהסיבוב השנתי של השמש נגרם מסיבה אחרת. וכבר ציינו לעיל שלהלן נבאר שרש"י בד"ה אי נמי מסביר ברמז ענין זה].

ביאור קושית רבי על דעת חכמי אומות העולם 'מעולם לא מצינו עגלה בדרום ועקרב בצפון'

רבי מקשה שאם גלגל המזלות מסתובב, כל מזל היה צריך לנוע במהלך הסיבוב על פני כל הגלגל, ובמציאות אין זה כך

רבי מקשה על חכמי האומות, שלדעת חכמי ישראל שגלגל המזלות אינו זז כלל, מובן היטב מדוע אין המזלות משנים את מיקומם מצפון לדרום או להיפך, שכן גלגל המזלות אינו זז כלל, והוא מקיף את כדור

²² והנה לכאורה נראה ברש"י (ד"ה גלגל) שביאר את ענין 'מזלות חוזרין' באופן אחר, שכתב שלדעת חז"ל תנועת השמש על פני גלגל המזלות נגרמת מכל מזל מוליך את השמש לחבירו. ולכאורה הדבר תמוה, שהרי גלגל המזלות מרוחק מן החמה כמה גלגלים, וכיצד יכולים המזלות להוליך את החמה מאחד לחבירו. וביותר קשה לפי מה שנוכח להלן שדברי רש"י בד"ה אי נמי, שמבואר בדבריו שהמזלות קבועים בגלגל, אמורים לפי דעת חכמי ישראל, ומשמע שאין להם תנועה. ונראה שאין כוונת רש"י שהמזל באמת מוליך את החמה, אלא שכל מזל 'מלווה' את החמה במשך חודש [עוד יתכן שכוונת רש"י בזה לענין רוחני, שדרך המזל נשפע כה בחמה ועל ידו מתחלפים חילופי עונות השנה, ומצאנו בכמה מקומות בחז"ל שנראה שדרך גרמי השמים נשפע שפע רוחני, ראה ברכות נט:; שבת קכט: וקנו. וע"ע ספר יצירה פרק חמישי. גם באומות העולם היה מקובל דבר זה, שעל זה מיוסדת חכמת האסטרונומיה ('החזים בכוכבים'), ומזה נמשכה דעת הטעות של העבודה זרה, כמבואר ברמב"ם (הלכות עבודה זרה פ"א ה"א)].

²³ וראה במבוא שביארנו ענין זה היטב.

²⁴ ולענין מה שכתב רש"י, שהמזלות מעבירים את החמה מאחד לחבירו, ראה בהערות לעיל שהכרחנו שדבר זה לא נאמר מבחינת המציאות האסטרונומית. וביארנו בדרך אפשר, שדבר זה נאמר בשורש הרוחני שבדבר.
²⁵ אמנם לדעת חכמי האומות, כשם שלמזלות יש גלגל שמסובב אותם, כך יש לחמה גלגל שמסובב אותה על פני גלגל המזלות.

חז"ל באסטרונומיה המודרנית

הארץ בצורה אלכסונית [חציו עקום לצד צפון וחלקו לצד דרום]²⁶, וכדור הארץ מסתובב סביב עצמו ממזרח למערב ללא נטיה צפונה ודרומה. אמנם לדעת חכמי האומות שגלגל המזלות משלים בכל יום סיבוב אין אפשרות להבין דבר זה, שהרי אם נסובב גלגל נראה שכל חלק ממנו נמצא במהלך הסיבוב בכל מסלול הגלגל, ואם כן כל מזל ומזל היה צריך להיות בכל המקומות האפשריים במהלך הסיבוב, וכיצד יתכן שהמזלות נשארים במקומות קבועים, חלקם²⁷ נוטים תמיד לצד צפון וחלקם²⁸ לצד דרום. ואף שהגלגל עומד בצורה אלכסונית, חציו נוטה לדרום וחציו נוטה לצפון, מכל מקום כל מזל היה צריך להגיע במהלך הסיבוב היומי סביב כדור הארץ הן לנטיה הדרומית והן לצפונית.

[והנה לעיל במבוא עמדנו כבר בקושיא זו, ותירצנו שגלגל המזלות איננו גלגל אלא כדור, וכעין גלד בצל, ראה שם שביארנו דבר זה היטב, אמנם רבי בקושייתו הבין שלשון 'גלגל' היינו כפשוטו כדוגמת גלגל עגלה²⁹, ואם כן סיבובו של גלגל המזלות [שלפי דעת אומות העולם הוא מסתובב] הוא כגלגל המסתובב, וקשה כנ"ל, שכל מזל צריך להגיע במהלך הסיבוב לכל מקומות המזלות].

ביאור תירוצו של רב אחא בר יעקב בדעת חכמי אומות העולם

מתרץ שגלגל המזלות אמנם 'צורתו' כגלגל, אך אינו מסתובב כגלגל אלא הוא צמוד לגלגל אחר, או שצורתו אינה כלל כגלגל אלא ככדור.

עיקר תירוצו של רב אחא בר יעקב מבוסס על ההבנה שכל שני דברים שהאחד מהם מקיף את השני, אין כל הבדל בין אם החיצוני מסתובב והפנימי עומד על מקומו, או שהחיצוני עומד והפנימי מסתובב סביב עצמו, ובשניהם תהיה התוצאה זהה. וכן ביאר רש"י בדבריו, עיין שם ותראה.

ולפי זה נוכל למצוא אופן שבו לדעת חכמי האומות מציאות הדברים היא בדיוק כפי שהבנו אותם לדעת חכמי ישראל, והחילוק ביניהם הוא רק בשאלה מי זו ומי עומד, ואין שום חילוק אחר. וביאר רב אחא שניתן להסביר שמציאות הדברים לדעת חכמי האומות היא כדעת חכמי ישראל בשני אופנים, ומפני כן חילק את דבריו לשני אפשרויות.

א. כבוצינא דרחיאי [גלגל הרחיים], וכוונתו לומר שיתכן אמנם שגלגל המזלות צורתו כגלגל, אמנם סיבובו אינו כסיבוב הגלגל אלא הוא צמוד לגלגל נוסף שמסובב אותו [כשם שברחיים יש שני גלגלים]³⁰, והגלגל הנוסף מסתובב סביב כדור הארץ ממזרח למערב בצורה ישרה, והוא הגורם לסיבובו היומי של כל כדור השמים³¹, וגלגל המזלות נמצא בתוכו, והוא צמוד אליו בצורה אלכסונית – חציו נוטה לדרום וחציו לצפון, ואם כן, אותו גלגל מסתובב ממזרח למערב בלא נטיה צפונה או דרומה, וגורם לגלגל המזלות להסתובב גם כן ממזרח למערב, ולמרות זאת אין המזלות משנים את מקומם הצפוני או הדרומי, שכן גלגל המזלות עצמו אינו מסתובב, וכנ"ל.

ב. כצינורא דדשא [ציר משקוף הדלת], לפי אפשרות זו, אמנם אין גלגל נוסף, אך גלגל המזלות צורתו ככדור [ולא כפי שרבי סבר כגלגל היינו כפשוטו], והמזלות קבועים בו בצורה אלכסונית, אמנם הכדור

²⁶ לעיל במבוא ביארנו שאף שחלקו של הגלגל נוטה לצד צפון, מכל מקום למעשה אנו רואים את המזלות נוטים לכוון דרום, אלא שלפעמים הנטיה הדרומית היא גדולה ולפעמים מזערית, וראה שם שביארנו את סיבת הדבר.

²⁷ היינו המזלות: שור, תאומים, סרטן, אריה, בתולה.

²⁸ היינו המזלות: עקרב, קשת, גדי, דלי, דגים.

²⁹ וכפי שפירש רש"י (ד"ה גלגל), שגלגל הוא כעין אופן עגלה.

³⁰ וראה ברמב"ם בהלכות יסודי התורה (פ"ג ה"ז).

³¹ לעיל ביארנו שכל סיבובו של כדור השמים מעוקם מעט לצד דרום, וכעת לא נתייחס לזה על מנת שלא לבלבל את הלומד.

חז"ל באסטרונומיה המודרנית

עצמו מסתובב ממזרח למערב בצורה ישרה³², ולכן המזלות שקבועים בו משנים את מיקומם רק ממזרח למערב, אך לא מזרח למערב. [דרך זו זהה לאופן שבו ביארנו את דעת חכמי האומות במבוא, ראה שם שביארנו דבר זה היטב].

ביאור דברי רש"י ד"ה אי נמי

כמה תמיהות על מה שנראה בדבריו בהשקפה ראשונה

תחילת דברי רש"י פשוטים להבנה, אמנם המשך דבריו: וכך הגלגל קבוע בפני עצמו וכו' צריכים עיון גדול, שבהשקפה ראשונה נראה שדבריו אמורים בדעת חכמי אומות העולם, אך לפי זה יש בדבריו כמה תמיהות, ונבאר בס"ד.

- א. שכתב שלפי דעתם גלגל המזלות אינו זז ממקומו, וקשה שכבר ביארנו שבאותה תקופה לא היה באומות העולם אי מי שהעלה בדעתו שגלגל המזלות אינו מסתובב סיבוב שלם מידי יום. וגם לפי מה שביארנו, הרי זוהי כל מחלוקת חכמי ישראל עם חכמי האומות, שלדעת חכמי האומות הגלגל מסתובב ולדעת חז"ל אינו מסתובב.
- ב. שמסתפק אם גלגל החמה נמצא בתוך גלגל המזלות או חוצה לו, ונודע שבאותה תקופה היה ברור לכל שגלגל המזלות הוא חיצוני מאוד מגלגל החמה, ומפרידים ביניהם כמה גלגלים³³. ועוד שאם רש"י היה מסתפק לומר שגלגל החמה נמצא מחוץ לגלגל המזלות, כפי שנראה מפשטות דבריו, לא היה מתאים לומר על כך 'אלא גלגל חיצון מוליך החמה על פני כל המזלות', שהרי לפי צד זה נמצאת החמה מאחורי המזלות, ולא על פניהם, שהרי גלגל החמה נמצא מבחוץ לפי הבנה זו, והוא מרוחק מכדור הארץ יותר מן המזלות. יש להוכיח עוד שאין כוונת רש"י באומרו 'גלגל חיצון' לגלגל החמה עצמו, מכך שבהמשך דבריו הוא קורא לאותו גלגל 'גלגל חמה', ואילו כאן הוא כותב 'גלגל חיצון', ומשמע שמוזכרים בדבריו שני גלגלים שונים.
- ג. שכתב שלדעת חכמי אומות העולם גלגל חיצון מתגלגל בפני עצמו, ומוליך החמה, ולדעת חכמי האומות שגרמי השמים קבועים בגלגלים לשון זה אינו מתאים, שנראה מלשון זה שתנועת החמה ותנועת הגלגל אינן אותן תנועות ממש, אלא שכתוצאה מתנועת הגלגל נגרמת תנועת החמה, ולדעת חכמי אומות העולם תנועת החמה ותנועת הגלגל אחד הן.

ישוב דבריו, שמדבר אליבא דחכמי ישראל, ובא לרמוז מדוע לדעת חכמי ישראל נראה לנו שהגלגל המזלות משלים סיבוב בכל יום, וכיצד החמה מקיפה לדעתם את גלגל המזלות כל שנה

ומפני כן נראה לחדש, שדברי רש"י הם נושא חדש, ורש"י בא לבאר כיצד מתבצעת התנועה היומית של החמה והמזלות, שכן לעיל כתב רק שהגלגל אינו מסתובב, ולא ביאר כיצד נעשית אם כן התנועה היומית [כפי שאכן תמהו עליו התוספות ועוד מפרשים, שנראה לכאורה מדבריו שהגלגל אינו מסתובב כלל, דבר

³² רב אחא בר יעקב המשיל אפשרות זו לצינורא דדשא, שהוא ציר משקוף הדלת, מכיון שלפי אפשרות זו כדור השמים מסתובב באופן שווה וישר ככדור הארץ, כשם שהדלת קבועה בציר באופן ישר.

³³ ראה רמב"ם הלכות יסודי התורה פ"ג ה"א. יש להדגיש שסדר הגלגלים היה מפורסם ושגור בפי כל בעבר, וכפי שנוכל לראות משמות ימות השבוע הלועזיים שנקראים על שם סדר הגלגלים. ראה רש"י שבת (קכט: ד"ה דקיימא), פירוש זה ינחמנו על המכילתא (בפסוק זכור את יום השבת).

חז"ל באסטרונומיה המודרנית

שנראה בחוש שאינו נכון]. ועוד בא לבאר כיצד מתבצעת תנועת החמה השנתית³⁴ לפי דעת חכמי ישראל³⁵.

וכיון שרש"י בא לבאר בדעת חכמי ישראל דברים שבאותה תקופה לא היה מי ששיער שכך הם פני הדברים, לכן הצניע רש"י את דבריו וכתבם ברמז, ונקדים שבכל מקום שרש"י מדבר על סיבובו של כדור הארץ, הוא מכנה אותו כ'גלגל', מפני שסיבובו יוצר את העובדה שלעיני הצופים מכדור הארץ נראה שגרמי השמים מסתובבים כגלגל, ובכל מקום שרש"י מדבר אודות גלגל ואינו מפרט את שמו, כוונתו בעצם לסיבובו של כדור הארץ.

הבנה זו מוכרחת היא, כי בלא זה דברי רש"י 'וכך הגלגל מתגלגל בפני עצמו, ומוליך החמה', וכן מה שכתב לאחר מכן 'אלא גלגל חיצון מוליך חמה על פני כל המזלות' אינם מובנים כלל, שאי אפשר לומר שכוונתו לגלגל המזלות, שהרי לאחר מכן כתב שהמזלות קבועים בגלגל אחר, וכן אי אפשר לומר שכוונתו לגלגל שמיוחד לחמה ומוליך אותה עימו, שהרי גלגל זה אינו חיצון אלא פנימי מגלגל המזלות, וגם אינו מתגלגל בפני עצמו [וכפי שכבר עמדנו בזה בתמיהות שתמהנו לעיל]. ועל כרחך שרש"י רומז לנו על גלגל אחר, נעלם, שלא היה ידוע עליו כלל בזמנו.

חלקו הראשון של רש"י – ביאור תנועת כדור השמים היומית לפי חז"ל

כדור הארץ הוא זה שמסתובב, ועל ידי כך נראה כאילו גלגל המזלות מסתובב

ובתחילת דבריו ביאר רש"י כיצד נעשית התנועה היומית של החמה והמזלות, וכתב 'וכך הגלגל מתגלגל בפני עצמו', היינו, כדור הארץ מסתובב סביב צירו, 'ומוליך החמה', על ידי סיבוב זה נוצרת ממילא תנועתה היומית של החמה, 'והמזלות קבועים'³⁶ בגלגל אחר בתוכו, ואותו הגלגל אינו זו ממקומו, גם גלגל המזלות אינו זו ממקומו, ורק הגלגל הסתמי [כדור הארץ הסב על צירו] גורם לסיבובו היומי, כשם שגורם לסיבובה היומי של החמה.

חלקו השני של רש"י – ביאור תנועת השמש השנתית לדעת חז"ל

האפשרות הראשונה (שיטת קופרניקוס) – כדור הארץ מקיף את השמש אחת לשנה, ולכן רואים אותה בכל פעם על רקע מזל אחר

ולאחר מכן רומז רש"י בדברי קדשו כיצד מתבצע הילוכה השנתי של החמה על פני גלגל המזלות, וכאן מביא רש"י את שני האפשרויות שביארנו במבוא, ובאפשרות הראשונה נוקט רש"י כשיטת קופרניקוס, שהשמש אינה זזה כלל ממקומה, אלא שכדור הארץ מקיף אותה אחת לשנה חוץ מסיבובו היומי סביב צירו. וזה מה שכתב 'אלא גלגל חיצון מוליך חמה על פני כל המזלות', וכבר הכרחנו לעיל שאין הכוונה לגלגל החמה עצמו, אלא הכוונה היא לסיבובו השנתי של כדור הארץ סביב החמה, ולסיבוב זה קורא רש"י בשם 'גלגל'. והטעם שסיבוב כדור הארץ נקרא בשם 'גלגל חיצון', הוא מפני שלפי זה הוא חיצוני מהחמה והמזלות, ונבאר.

³⁴ וכפי שביארנו בארוכה במבוא, שיש לחמה תנועה יומית ותנועה שנתית.

³⁵ שאמנם כבר ביאר לעיל שלדעת חז"ל תנועת החמה נעשית על ידי המזלות, שמוליכים אותה מאחד לחבירו, אמנם כבר כתבנו (בהערה לעיל) שנראה בכוונת דבריו שהמזל 'מלווה' את החמה, ואינו מוליך אותה בפועל, ואם כן עדיין נשאר עליו לבאר כיצד אכן מתבצעת תנועת החמה.

³⁶ ואף שבדברי הגמרא נתבאר שהמזלות חוזרים, וביאר רש"י שהם מזיזים את החמה, כבר ביארנו שהדברים אינם כפשוטם, ראה מה שכתבנו בזה לעיל.

חז"ל באסטרונומיה המודרנית

לפני שיטת קופרניקוס, הטעם שהחמה נראית בכל חודש על רקעו של מזל אחר, הוא מפני שהחמה נמצאת במרכז, וכדור הארץ מקיף אותה, וגלגל המזלות מקיף את היקפו של כדור הארץ מבחוץ, ונמצא שכשכדור הארץ נמצא לדוגמא **בסמוך למזל גדי**, אנו רואים את השמש על רקע מזל סרטן שנמצא בדיוק בצידו השני של הגלגל, שהרי השמש נמצאת במרכז, וכאשר אנו ניצבים בצד אחד של מעגל גדול ואנו מסתכלים על המרכז, אנו רואים את המרכז כשמאחוריו נמצא הצד השני של המעגל, נמצא שכל פעם אנחנו רואים את השמש על רקע המזל שרחוק מאיתנו יותר מכל מזלות, ולכן רש"י קורא לכדור הארץ גלגל חיצון, שהשמש נראית כל פעם על רקע המזל שהגלגל, היינו כדור הארץ, נמצא הכי חיצון ורחוק ממנו.

האפשרות השנייה – יש לשמש גלגל שמסובב אותה על פני גלגל המזלות במשך שנה

באפשרות השנייה נוקט רש"י, שאמנם התנועה היומית נגרמת כתוצאה מסיבוב כדור הארץ סביב צירו, אמנם תנועת השמש השנתית נגרמת מכך שכדור הארץ נמצא במרכז, והשמש מקיפה אותו אחת לשנה על ידי גלגל, וגלגל המזלות מקיף את גלגל החמה, ולכן השמש נראית בכל חודש על רקע מזל אחר. וזה מה שכתב **'אי נמי גלגל חמה בפנים'**, כאן נוקט רש"י לראשונה במילים 'גלגל חמה', ולא גלגל בסתם, כי עד כעת סבר רש"י שלחמה אין כלל גלגל, וסיבובה לעיני הצופים מכדור הארץ נגרם מסיבובו של כדור הארץ, שלזה קורא רש"י 'גלגל' בסתם. אמנם כעת נוקט רש"י שגלגל החמה נמצא בתוך גלגל המזלות, והוא זה שמסובב אותה על פני גלגל המזלות אחת לשנה, **'וגלגל המזלות מבחוץ'**.

לסיכום

הסיבוב היומי של כל גרמי השמים – לדעת חז"ל נעשה הדבר על ידי סיבוב כדור הארץ סביב צירו, ואילו לדעת אומות העולם גלגל המזלות מקיף את כדור הארץ בכל יום, ומסובב איתו את כל גרמי השמים אחת ליום [ולמרות זאת הם שומרים על מיקומם הקבוע, מהטעמים שנתבאר לעיל באריכות].

הסיבוב השנתי של השמש על פני גלגל המזלות – לדעת חז"ל בביאורו הראשון של רש"י הדבר נעשה על ידי סיבוב השנתי של כדור הארץ סביב השמש, שגורם שבכל פעם נראית השמש על הרקע המזל שנמצא בדיוק מחלקו של גלגל המזלות הרחוק ביותר מכדור הארץ.

לדעת חז"ל בביאורו השני של רש"י – הדבר נעשה על ידי גלגל החמה שמסובב את החמה על פני צידו הפנימי של גלגל המזלות, וכדור הארץ נמצא במרכז, כשהוא מסתובב רק על צירו ואין לו מסלול שנתי.

לדעת אומות העולם – גלגל המזלות מסובב בכל יום את גלגל החמה שמחובר אליו מצידו הפנימי, וחזן מזה יש לגלגל החמה תנועה שנתית סביב גלגל המזלות. וכדור הארץ נמצא במרכז ואינו זז ממקומו כלל.

חלק ב

ביאור מחודש בהמשך סוגיית הגמרא בפסחים (שם) – חמה מהלכת מעל לרקיע'

מבוא לסוגיית הגמרא

כדרכנו בחלק א', ראינו לנכון להציע בקצרה בפני הקורא, את הידיעות האסטרונומיות הנצרכות עבור סוגיא זו.

חז"ל באסטרונומיה המודרנית

ידוע כיום, שתופעות היום והלילה נעשות כתוצאה מהקפתה היומית של השמש סביב כדור הארץ [ובמבוא הקודם ביארנו שלמעשה כדור הארץ מסתובב סביב צירו, ורק לעיני הצופה מכדור הארץ נראה שהשמש היא זו שמקיפה אותו], ולכן חצי הכדור שפונה לכוון השמש מואר מקרני השמש, ואילו חציו השני של הכדור פונה לכוון השני, וכיון שאין קרני השמש מגיעות אליו שורר בו חושך.

אמנם מהשקפה ראשונה בסוגייתנו נראה לכאורה שדעת חכמי ישראל היא שהארץ הינה שטוחה, והרקיע מקיף אותה ככיפה, ותופעת היום והלילה נגרמת מכך שהחמה בשעות היום נכנסת לתוך כיפת הרקיע ולכן קרניה מאירים את העולם, ואילו בשעות הלילה היא יוצאת מתוך כיפת הרקיע ומהלכת מחוצה לו, וממילא כיפת הרקיע מסתירה את קרניה ונהיה לילה. ולפי זה שעות הזריחה והשקיעה שוות בכל העולם והחמה זורחת בו זמנית בכל המקומות ושוקעת מהם, בשונה מהידוע כיום לכל ילד, שישנם חילוקי שעות בין הארצות.

והנה היו שהבינו את דברי חז"ל כפשוטם, וכתבו שדברים אלו מנוגדים למציאות³⁷. וברצוננו לבאר שגם בתקופת חז"ל, שעדיין לא ידעו על יבשת אמריקה שכשאצלנו יום אצלם לילה, היה ברור ומוכח לכל המצוי בענין זה שלא יתכן שהמציאות היא כפי הנראה לכאורה מסוגיא זו. וזאת מכמה הוכחות.

א. אור הירח - כידוע מלוי ומיעוט הלבנה נגרמים כתוצאה מסיבובה החדשי של הלבנה סביב כדור הארץ, שכשהיא נמצאת בדיוק בין כדור הארץ לשמש אנו רואים רק את חלקה החשוך, שהרי ללבנה אין אור עצמי, והיא מקבלת את אורה מן השמש, וממילא צידה של הלבנה שאינו פונה אל השמש חשוך לחלוטין, ולכן איננו רואים אותה כלל (בשעות שלפני מולד הלבנה), ואילו כשכדור הארץ נמצא בינה לשמש אנו רואים רק את חלקה המואר, וכשהלבנה וכדור הארץ מצויים זה לצד זה מול השמש, נראה מכדור הארץ חצי מחלקה המואר של הלבנה וחצי מחלקה החשוך. ניתן לראות בחוש שהלבנה מקבלת את אורה מהחמה, שכן תמיד הזוית המוארת פונה לכוון השמש. וכל זה לא יתכן באם החמה יוצאת בלילה מחלל הרקיע, ו'משאירה' שם את הלבנה לבדה, שאם כן לא היתה יכולה הלבנה להאיר מכוחה.

ואף אם יתעקש אי מי לטעון שהלבנה יכולה לקבל את אורה מן החמה בדרך כל שהיא, גם כשהשמש יוצאת אל מחוץ לרקיע, עדיין היה צריך צידה המואר של הלבנה להשתנות במשך הלילה כתוצאה משנוי מיקום החמה, ולדוגמה, בזמנים בהם מצויה הלבנה בחצות הלילה במרכז השמים, היתה צריכה הלבנה להיעלם לחלוטין, שהרי בשעה זו מצויה השמש [לפי טענה זו] מעל לרקיע בדיוק מעל הלבנה, ואם כן צידה המואר צריך להיות מופנה כלפי למעלה, ולהיעלם לחלוטין מעינינו, שוכני המטה. וברור אם כן, שהשמש אינה משנה את מסלולה לשם.

ב. לקוי הלבנה - כדור הארץ אינו מסתיר בד"כ את אור השמש מהירח [אפילו באמצע החודש, שכפי שנתבאר לעיל, כדור הארץ נמצא אז בין החמה והלבנה], מפני שהירח נמצא כמעט תמיד מעט מעליו או מעט מתחתיו, וממילא אין כדור הארץ מסתיר ממנו את אור השמש. אמנם כשכדור הארץ נמצא בדיוק בין השמש לירח נגרם 'ליקוי לבנה', בו נחשכת הלבנה. מתופעה זו ניתן גם כן להוכיח שהחמה יורדת בשקיעתה מתחת לפני הקרקע, ולא עולה אל למעלה מהרקיע, שאם היתה המציאות כך לא היה כדור הארץ חוצץ כלל בין השמש והירח.

³⁷ ויש שכתבו שדברים אלו אינם כפשוטם, והם מרמזים לענינים רוחניים, ראה באר הגולה למהר"ל (באר ו פרק ג). אמנם יש להעיר על זה קצת, שהרי הגמרא מביאה את דעת חכמי אומות העולם החולקים על חכמי ישראל, ועוד מוסיפה להוכיח כדברי חכמי אומות העולם, ואם מדובר כאן אודות ענינים רוחניים, במה נחשבת דעתם של חכמי אומות העולם בענינים אלו, והרי 'תורה בגוים אל תאמין', וצ"ע.

חז"ל באסטרונומיה המודרנית

ג. **תופעת הנשפים** - אור החמה אינו נעלם בשקיעתה, אלא פוחת והולך בהדרגה משך זמן ארוך³⁸. ואם החמה היתה יוצאת מפנים הרקיע על ידי חלון, מיד בשקיעת החמה היה צריך לרדת בפתאומיות רוב האור, שהרי השמש נכנסת אז לחלון שמסתיר את רוב אורה, ובמציאות אין כמעט הבדל בכמות האור בין הדקה לפני השקיעה לדקה אחריה.

ד. **אחידות גובהה של השמש** - ידוע שמכל מקום בעולם שנסתכל ממנו על השמש בחצות היום, נראה אותה בדיוק מעל לראשו. והנה אם היה העולם שטוח והרקיע מקיף אותו ככיפה, היו צריכים היושבים במזרח לראות את החמה מעל ראשם **בזריחתה**, והיושבים במערב **בשקיעתה**, ובמציאות אנו רואים שמכל מקום רואים את החמה במרכז השמים בדיוק באמצע היום, ומוכרח שלכל מקום ישוב ישנה זריחה משלו, קרי - העולם עגול³⁹.

מלבד זאת, קיימות עוד ראיות רבות נגד המשתמע מפשוטה של סוגייתנו, ועל כן מהנחוץ לבאר את הסוגיא באופן שונה מהנראה ממנה בתחילת העיון.

ביאור סוגיית הגמרא 'חמה מהלכת מעל לרקיע'

לאחר שביארנו את ההכרח לבאר סוגיא זאת באופן שונה מהנראה ממנה בהשקפה ראשונה, נצטט את לשון הסוגיא, ונבאר את הדרך המחודשת שסללנו בעז"ה בביאורה, באופן שתבאר היטב כפשוטה לפי הידוע בחכמת התכונה.

וז"ל הגמרא שם: **חכמי ישראל אומרים: ביום חמה מהלכת למטה מן הרקיע** (ברש"י: זורחת על הארץ כאשר אנו רואין, ובלילה למעלה מן הרקיע זורחת ואינה נראית למטה), **ובלילה למעלה מן הרקיע. וחכמי אומות העולם אומרים: ביום חמה מהלכת למטה מן הרקיע, ובלילה למטה מן הקרקע. אמר רבי: ונראין דבריהן מדברינו, שביום מעינות צוננין** (ברש"י: אין לך מים נובעין שאינו צונן ביום יותר מבלילה, ואף על פי שמי נהרות חמין הן ביום בחום הקיץ הוא - זה מפני שרחקו ממקום נביעתן ונתחממו בחום העולם, אבל תכף נביעתן הן צונן ביום, לפי שהחמה גבוהה מהן) **ובלילה רותחין** (ברש"י: שהחמה מחממתן תחת הקרקע, תדע, שבעלות השחר אתה רואה עשן על הנהרות).

ביאור מחלוקת חכמי ישראל עם חכמי אומות העולם

ונראה לומר, שדעת חז"ל היא בדיוק כפי הידוע לנו כיום, שכתוצאה מסיבוב היומי של כדור הארץ סביב עצמו, נגרם לעיני הצופה סיבוב יומי של השמש סביב כדור הארץ. וביאור ענין הרקיע, היינו גלגל המזלות המקיף את כל מסלולה של השמש. ואם כן, ביום כשהחמה נמצאת [לעיני הצופה] מעל הארץ, נמצא הרקיע מעליה והיא מתחתיו, אמנם בלילה, שאז השמש מקיפה את הכדור מתחת לפני הקרקע, נמצא [מנקודת מבטו של הצופה מכדור הארץ] הרקיע מתחת לשמש, שהרי הוא מקיף את כדור הארץ והשמש סביב סביב, ואם כן כשהשמש יורדת אל מתחת לפני הקרקע, היא מהלכת מעל הרקיע, היינו גלגל המזלות

³⁸ משך הזמן תלוי במספר גורמים, ובהם עונות השנה והמיקום על פני כדור הארץ, וראה בספר 'הזמנים בהלכה' שהאריך בזה. ³⁹ לכאורה יש להשיב על זה מהסוגיא בפסחים צד, שמבואר שם שכל הישוב מתרכז תחת נקודת מרכז כיפת השמים [שכיפת השמים עצומה בגדלה, עד שכל מקומות הישוב תופסים חלק קטן מאוד ממנה], וזהו הטעם שמכל מקומות הישוב רואים את השמש בחצות היום במרכז כיפת השמים. אולם במקומות מרוחקים מאוד שרגל אדם לא הגיעה אליהם, באמת רואים את החמה מעל ראשיהם בזריחתה או בשקיעתה. אמנם האמת היא שגם במקומות הישוב ניתן לראות שבכל ישוב יש חצות משלו, שמציאות בכל כמה עשרות קילומטרים זמנו המדויק של חצות זו בכמה דקות, ואם כן גם בזמן חז"ל יכלו למדוד [עם שעון שמש] את זמנו המדויק של חצות במקום אחד, ולסמן על כך למקום מרוחק, והיו יכולים לראות שבמקום המרוחק עדיין לא הגיע חצות, או שכבר עבר זמנו קודם לכן.

חז"ל באסטרונומיה המודרנית

שתחת כדור הארץ, שכבר ביארנו שחצי מגלגל המזלות נמצא מתחת לקרקע, וכיון שהוא מקיף אותה מבחוץ נמצא שהוא מתחתיה.

אמנם לפי זה צריך ביאור, שהרי לכאורה זוהי בדיוק דעת חכמי אומות העולם, ובמה נחלקו על חכמי ישראל. והביאור בזה היינו שחכמי העולם נוקטים שהחמה מהלכת **מתחת לקרקע**, היינו בצמוד אליה, שסוברים שמסלולה הלילי של השמש אינו עגול ומרוחק מן כדור הארץ כמו ביום, אלא לאחר שקיעתה משתנה מסלולה והיא מהלכת בקו ישר בצמוד לקרקע כדור הארץ שמעל מסלולה [וכבר מצאנו כעין זה, שמסלולה של השמש אינו ממש מעוגל, בגמרא בתמיד (לא:), שמבואר שם שלדעת זקני הנגב מסלול השמש אינו מעוגל בדיוק, אלא בחצות היא מתקרבת לכדור הארץ מעט יותר⁴⁰], אמנם דעת חכמי ישראל הייתה שהחמה מהלכת **למעלה מן הרקיע**, היינו בצמוד אליו ובריחוק עצום מכדור הארץ, כשם שביום היא רחוקה ממנו מאוד.

המחלוקת אם חמה מהלכת למעלה מן הרקיע תלויה במחלוקת אם הגלגל קבוע או חוזר

וכיון שזכינו בביאור זה, יתברר לנו שמחלוקת חכמי האומות עם חכמי ישראל אם החמה מהלכת מעל לקרקע או מתחת לקרקע תלויה במחלוקתם הקודמת אם גלגל קבוע או סובב, שאם נאמר שגלגל קבוע, ולפי ביאורנו שהתנועה היומית נעשית רק מסיבוב כדור הארץ סביב צירו, כיצד תוכל השמש להתקרב או להתרחק, והרי היא אינה זזה כלל [עכ"פ בתנועתה היומית] ממקומה, וסיבובה נגרם רק מסיבוב כדור הארץ סביב צירו. מה שאין כן לדעת חכמי אומות העולם שהשמש היא זו שמסתובבת סביב כדור הארץ, יתכן בהחלט לומר שמסלולה אינו עגול בדיוק אלא מתיישר בחלקים ממנו.

ניצחון חכמי אומות העולם – בטענה מסוימת בלבד

ומתוך זה יתבאר לנו שמה שאמר רבי שנראים דבריהם מדברינו, אין הכוונה שבאמת רבי מצדיק את חכמי אומות העולם, שהרי במחלוקת הקודמת רבי השיב את חכמי אומות העולם לטועים, ומחלוקת זו תלויה הרי במחלוקת הקודמת, אלא כוונתו לומר, שיש פרט אחד שיותר מובן לפי דעת חכמי אומות העולם, שלפי חכמי ישראל לא מובן מדוע המעיינות מתחממים בלילה, ואי אפשר לומר שהשמש גורמת לכך, שהרי היא רחוקה מתחתית כדור הארץ הרבה מאוד, אמנם לדעת חכמי אומות העולם יש הסבר בדבר, שכיון שהשמש נמצאת בלילה בצמוד לתחתית כדור הארץ, מתחממים המעיינות בגלל חומה. וראה בשיטה מקובצת לכתובות יג: בשם רבינו תם, שנקט גם כן שלא ניצחו חכמי אומות העולם במחלוקת זו אלא בטענותיהם, אך האמת עם דעת חכמי ישראל. ולפי ביאורנו, זכינו כיום שבשתי מחלוקות חכמי אומות העולם עם ישראל נתגלה שהצדק עם חכמי ישראל.

ראיה לכך ש'נראין דבריהם', יכול להיות בפרט מסוים בלבד, ואין זה מחייב שהאמת כדבריהם

ומצאנו בעז"ה ראיה ברורה שהלשון 'נראין דבריהם' משמעו רק שפרט מסוים מיושב יותר לפי זה, מדברי המדרש רבה (בראשית פרשה ו), שמביא גם כן מחלוקת זו, ומביא שם בשם רבי יוחנן שנראין דברי אחת מן השיטות בימות החמה, ודברי השיטה השנייה בימות הגשמים (ראה שם הדברים בנמוקיהם), ומוכח שמשמעות לשון זה איננה הצדקת צד מסוים בהחלט, שאם כן כיצד מזכה רבי יוחנן שטרא לבי תרי, שהרי ודאי אין מציאות החמה והרקיע משתנים מעונה לעונה, ועל כרחך שאין הכוונה אלא שפרט מסוים מתבאר טוב יותר לפי אפשרות אחת, ופרט אחר לפי האפשרות השנייה.

⁴⁰ והוכיחו את סברתם זו מכך שבשעת הזריחה ניתן להביט בחמה בנקל, ואילו בשעות הצהריים אין אפשרות להסתכל בה מעוצמת אורה, ועל כרחך שבשעות אלו היא מתקרבת בהרבה לארץ, עיין שם.

חז"ל באסטרונומיה המודרנית

בענין עובי הרקיע

בגמ' (פסחים צ"ד): רבי יהודה אומר **עוביו של רקיע** אחד מעשרה ביום, תדע כמה מהלך אדם בינוני ביום, עשר פרסאות, ומעלות השחר עד הנץ החמה ארבעת מילין, משקיעת החמה ועד צאת הכוכבים ארבעת מילין, נמצאת **עוביו של רקיע** אחד מעשרה ביום.

והנה כדי להבין את דברי הגמ' כאן, יש להקדים להביא מש"כ בגמ' (ברכות ב'), וממאי דהאי ובא השמש ביאת השמש, והאי וטהר, טהר יומא. דילמא ביאת אורו, ומאי וטהר, טהר גברא. אמר רבה בר רב שילא, א"כ לימא קרא ויטהר, מאי וטהר, טהר יומא. כדאמרי אינשי, איערב שמשא ואדכי יומא. במערבא הא דרבה בר רב שילא לא שמיע להו, ובעי לה מיבעיא, האי "ובא השמש" ביאת שמשו הוא, ומאי וטהר טהר יומא, או דילמא ביאת אורו הוא, ומאי וטהר, טהר גברא, והדר פשטו לה מברייתא, מדתני לה בברייתא סימן לדבר צאת הכוכבים, שמע מינה ביאת שימשו הוא, ומאי וטהר, טהר יומא.

והגרסאות בגמ' זו מרובות, אבל בין לגאונים ובין לרש"י ובין לתוספות, וכן לשאר הראשונים, מסקנת הגמרא ברורה לכל כי תיבות "ובא השמש" הנאמר בתורה, הכוונה היא ל"צאת הכוכבים", כשמחשיך "אור" היום, ולא למושג של שקיעת גוף השמש מהאופק.

ומגמרא זו משמע שהיה ספק לחז"ל בפירוש התיבות של "ובא השמש", האם כוונת התורה לשקיעת גוף השמש מהאופק, או הכוונה לשקיעת "אור" השמש. ויש להבין למה הסתפקו בכך?, הרי לכאורה הפירוש המילולי נראה בפשטות שהכוונה היא לשקיעת גוף השמש, ומדוע היה הוה אמינא לפירוש על "אור" השמש, וזהו גם המסקנה, וא"כ מה ראו חז"ל על ככה לנטות מהפשטות.

והנה כשנתבונן בחשכת הלילה רואים אנו את הירח המאירה קצת את החושך, ע"י שמקבלת קרני אור מהשמש הנמצא מולה מתחתינו, ונשאלת השאלה מדוע השמש מאירה לנו רק את גוף הירח, ולא את הדרך עד לירח, כמו פנס פרוג'קטור שנראה קרן האור שלו בחשכת הלילה, וכן מדוע לא נראה לנו קרני אור השמש הנמצאים סביב הירח.

אבל התשובה היא פשוטה! כי קרני השמש מאירים רק כאשר הם פוגעים בגוף מסויים, ולא כשהם עוברים בחלל ריק, ולכן רק הירח עצמו מואר, ולא הדרך אליו, וגם לא סביבו. וא"כ גם ביום היה צריך זריחת השמש להאיר רק את האדמה שתחתינו ולא יותר, והשאר היה אמור להיות חשוך, וא"כ מדוע אנו רואים אור גם במקום מוצל, וגם בחדר סגור שחלוננו פונה לצפון, אבל גם לזה תשובה ברורה, "האטמו-ספירה"! שהיא שיכבת חמצן שיצר הקב"ה כדי לקיים בכדור הארץ חיים תקינים ונוחים סביב כל כדור הארץ. ונקראים "אידיים הקיטורים" בלשון הרמב"ם (ריש משניות ברכות), ובאבן עזרא (בראשית א'-ו') כתב: וזה הרקיע הוא האויר, עכ"ל. וברד"ק (בראשית א'-ו') כתב וז"ל: **רקיע**, וכו', **והוא האויר הסובב את כל כדור הארצי**, עכ"ל הרד"ק. והמלבי"ם (שם) כתב: ועל כן האמת יורה דרכו, שהעיקר הוא שהרקיע הזה הוא אשר קראוהו חכמי הטבע בשם עיגול הנשימה [אטמוספירה] עכ"ל.

ומכל הנ"ל יוצא לנו כי אור השמש לבד ללא אטמוספירה אינו מאיר לנו כלל, ואטמוספירה לבד ג"כ אינה נותנת שום אור, אלא רק הציורף של שניהם יחד הוא הנותן לנו בס"ד אור בהיר, (ולכן אור הפרוג'קטור המאיר בתוך אטמוספירה יכולים לראות את קרן האור שלו, אבל בלי אטמוספירה אין קרן אור). ומעתה מובנת הסתפקות הגמרא בריש ברכות, על הפירוש המילולי של "ובא השמש" האם הוא מביאת גוף השמש מהאופק שלנו, או ביאת השמש מהאטמוספירה שלנו, שאז נעלם האור מעינינו, ומסקנת חז"ל ש"ובא השמש" היא סילוק השמש מהאטמוספירה שלנו, שאז הוא סילוק ה"אור" וצאת הכוכבים.

ומעתה נשאלת השאלה מהו עובי האטמוספירה המקיפה את כדור הארץ, כי אילו היה האטמוספירה עד הירח הרי פשוט שלא היה לנו חושך כלל, ואם היתה עובי האטמוספירה בשיעור קטן, הרי שהיה מחשיך לנו היום אחר שקיעת השמש במהירות, ועל זה אמר לנו רבי יהודה, כי עובי הרקיע הוא אחד מעשרה ביום, ורבי יהודה אומר לנו תדע, היינו ראייה ברורה מן המציאות, שמשקיעת גוף החמה

חז"ל באסטרונומיה המודרנית

באופק עד הסתלקות האור מעובי הרקיע, נמשך כשיעור הילוך ד' מיל, שהוא אחד מעשרה ביום. שאז מתחילים לראות את הכוכבים הבינונים.

ונראה שרבי יהודה דיבר בקו המשוה דוקא וביומי ניסן ותשרי, שהרי תוס' (זבחים נ"ו. ד"ה מנין) כתב, דבפרק מי שהיה (פסחים צ"ד.) משמע דמשתשקע החמה עד צאת הכוכבים ד' מיל, וחשיב ליה **במדידת היום**, עיי"ש. וידוע שבמדידת כדור (הארץ) מול כדור (השמש) כדי שהמדידה תהיה נכונה ומדויקת חייבת להיות המדידה באמצע הכדור דוקא, וא"כ בהכרח שדברי רבי יהודה הוא על הימים השווים (דניסן ותשרי) וכן על קו המשוה ורק אז המדידה מדויקת, וכל בעלי התכונה מדברים על סוף הנשף שאז השמש נמצאת 18 או 19 מעלות תחת האופק (ובמאמר לחוד יתבאר בס"ד מה הם הכוכבים הבינונים לפי חז"ל, וגם הבדלי גישות בין רבותינו הראשונים לביאור דברי רבי יהודה, האם הקובע הוא צאת הכוכבים, או ד' מיל).

מאמר זה התפרסם בקובץ עץ חיים חוברת כ'

ובגלל תקלה טכנית חסר חלק מהחומר, להערות והארות :

הרב מגדל אייזנברג 057-3186557 או 02-5386557