



24.31x29.02	1/2	עמוד 20	מקור ראשון - שבת	11/2021	79429524-2
מאגנט - הוצאת ספרי - 25910					

לעולם בעקבות השמש

המהפכה העצומה של קופרניקוס שרדה עד ימינו, תוך שהיא מלמדת את האנושות פרק בצניעות ובהבנת מקומה ביקום. ספר מלומד ומתומצת מביא את סיפורה ומנגיש אותו לכל נפש / גדי איידלהייט /

מפעם לפעם קורה שבהרצאות שאני מעביר, בחלק העוסק בתנועת הארץ סביב השמש, קם מישהו ומעיר שהכול טוב ויפה אבל כדאי לדייק והשמש היא שסובבת את הארץ, שכן כך כתוב בתלמוד. לרוב אני חורק שיניים וממשיך, אולם לעיתים מתפתח דיון ואף ויכוח קטן, ובסופו מישהו אחר אומר שממילא לפי איינשטיין הכול יחסי ולכן לא באמת משנה, או שאי אפשר לדעת מי סובב את מי. אומנם גם טיעון זה שגוי לחלוטין, אולם הוא לפחות מאפשר להמשיך בהרצאה כאשר כל אחד מהצדדים נשאר בעמדתו.

תקריות מעין אלו מלמדות שאף שעברו כמעט 500 שנים מאז שקופרניקוס פרסם את ספרו, עדיין קשה לשנות אמונות ישנות ובפרט שנמצאים להן סמכים בכתיבי הקודש. באופן דומה, רבים מחזיקים עד היום בתורת האסטרונומיה, שגם היא ספגה מכה אנושה מתורת קופרניקוס ונכשלה באופן מוחלט בכל מבחן מדעי, ולמרות זאת היא תופסת מקום נרחב בעיתונות ומפרנסת בכבוד שרלטנים אין ספור.

קשה להפריז בחשיבותה של המהפכה הקופרניקאית, שבישרה את תחילתו של העידן המדעי המודרני, כזה המתבסס על השערות, תצפיות, ראיות, אישוש והפרכה, ולא על רעיונות בלבד. אומנם יש להעיר שקופרניקוס עצמו לא מצא הוכחות ואישור שים לתורתו, הידועה כתיאוריה ההליוצנטרית (השמש במרכז). החישובים לפיה היו מסורבלים אף יותר מאלו של תלמי - התיאוריה הגיאוצנטרית (הארץ במרכז) - ומודלים דומים הוצעו אך נזנחו עוד בזמן היוונים. אולם זה היה הניצן הראשון שערער את היסודות הקדומים שהתקיימו למעלה מ-1,500 שנה ללא שינוי, כזה שאפשר בחינה מדעית של שתי תורות זו מול זו בשנים שיבואו.

באותה שנה מופלאה, שנת 1543, שבה פרסם קופרניקוס את ספרו "דה רבולוטיוניבוס אורביבוס קאילסטיים" - שכותרתו דומה לשם הספר המונח לפנינו (יש גרסאות שונות לתרגום השם) - פרסם אנדראס וסאליוס את ספרו על האנטומיה של גוף האדם. וכך, באותה שנה פרץ הידע המדעי פנימה

שונה זו בדבר מקומו של האדם ביקום, לא התקבלה בקלות באותה תקופה.

דרושה תיאוריה חדשה

כתיבה חדשה על המהפכה הקופרניקאית בעברית מתבקשת ונצרכת. המקורות העיקריים הקיימים בספרות אינם מתורגמים לעברית. ספרו של תומאס קון, "המהפכה הקופרניקאית", תורגם רק בחלקו, כחלק מקורס "הפילוסופיה של המדע" באוניברסיטה הפתוחה, ומספרו של ארתור קסטלר, "הסהרורים", פורסם רק החלק על קפלר, "יוהנס קפלר" (עם עובד, 1970, בתרגום ח. בן עמרם). גם מה שתורגם התיישן, ואינו זמין לציבור הרחב. חשיבות הנושא מצדיקה כתיבת ספר הפונה מראש לקורא העברי, ומעודכן לימינו.

המהפכה הקופרניקאית אומנם התחילה בקופרניקוס, אבל ממש לא הסתיימה בו. ספרו של פרופ' מוא"ה פותח במבוא קצר המציג את עיקרי התפיסות האסטרונומיות שהיו מקובלות עד אותו זמן, כפי שסוכמו בספרו של תלמי "האלמגסט", שיצא לאור במאה השנייה לספירה. סיכום זה נדרש על מנת להבין איזו תיאוריה בא קופרניקוס לשנות. חוסר שביעות הרצון של קופרניקוס מהמודל של תלמי, שלא התאים במדויק לתיאוריות של אריסטו, אשר נחשבו לאמינות מוחלטות שאינן נדרשות להוכחה כלל (דבר שכמובן אינו אפשרי במדע המודרני), הובילו אותו לעסוק בפיתוח מודל חלופי. המטרה הייתה לתקן את המודל הקיים ולהצליח להעמידו על יסודותיו של אריסטו, אולם מחקריו הובילו אותו למסקנה כי נדרשת תיאוריה חדשה לגמרי, כזו שמערערת את תורת אריסטו אף יותר, ומעמידה את השמש במרכז היקום ולא את הארץ.

קופרניקוס מת בדיוק בעת הדפסת ספרו, ובמשך שנים רבות התיאוריה שלו די עמדה במקום. סיפור התקבלותה, וכך גם ספרו של מוא"ה, ממשיכים דרך שני אישים שונים: קפלר וגלילאו, שכל אחד מהם היה סוג שונה של מדען. קפלר, תצפיתן ותיאורטיקן מדויק, קיבל את רעיונותיו של קופרניקוס והצליח לשכלל את המודל תוך שינוי צורת המסלול

לתוך גוף האדם, והחוצה למעמקי היקום כולו, כקורא תיגר על מכלול הידע הקיים ומזמין את העולם להכיר את המדע החדש והחובק כול - מהדברים הקטנים והקרובים ביותר עד לדברים הגדולים והרחוקים ביותר.

מעבר להיותה אבן פינה בהתפתחות מדעי הטבע, תורתו של קופרניקוס חוללה גם מהפכה פילוסופית בכך שדחקה את האדם ממרכז היקום. אם כדור הארץ אינו במרכז היקום, הרי שגם האדם אינו במרכז היקום. ואם לעוד כוכבים יש ירחים הסובבים אותם, הרי שגם בכך עולמנו אינו ייחודי. גם תפיסה

"האסטרונום קופרניקוס מדבר עם אלוהים". ציור: יאן מטייקו, 1872 צילום: מוזיאון האוניברסיטה של יאגלוניה



על הסיבובים של כדורי השמים
גלגוליה של המהפכה הקופרניקאית
צבי מוא"ה
מאגנט, 2021, 235 עמ'

גדי איידלהייט הוא מרצה לאסטרונומיה יהודית וכללית ומחבר הספר "הפטרה לעניין"



6.66x28.73	2/2	עמוד 21	מקור ראשון - שבת	11/2021	79429523-1
מאגנס - הוצאת ספרי - 25910					

לאליפסה במקום מעגל מושלם, שינוי שפתר באחת את כל הבעיות שהיו בו. ואילו גלילאו, ממציא ויזם, בנה טלסקופ, הביט בו לשמיים ומצא תופעות רבות שכולן תומכות בתיאוריה של קופרניקוס: צורת הירח, מופעי נוגה, ירחי צדק, כתמי השמש, ריבוי הכוכבים ועוד. כל תגלית כזו מפורטת בספר, תוך שהיא מלווה באיור מתאים ובהסבר מדוע התופעה מתיישבת טוב יותר עם שיטתו של קופרניקוס.

פרק נוסף בספר דן בגורלו העגום של גלילאו ומאבקה של הכנסייה בו. נעיר שבנושא זה יצא לאור זה עתה ספר נוסף בעברית, "גלילאו ומכחישי המדע" מאת מריו ליביו (הוצאת אריה ניר, בתרגום עמנואל לוטם), העוסק בהרחבה בפרשה זו. אולם ההתייחסות של מזא"ה לנושא מספקת בהחלט.

המסמר האחרון בארון של תלמי

מזא"ה מסיים את ספרו בהוכחות הנוספות שנמצאו לתיאוריה ההליוצנטרית במהלך השנים הרבות שחלפו מאז יצירתה. החשובה בהן היא ההצלחה במדידת שינוי מיקום קל שבקלים לכוכבים רחוקים, תצפית שהתאפשרה מאות שנים לאחר קופרניקוס בזכות בניית טלסקופים מדויקים ומשוכללים יותר. למעשה, פרט זה היה התצפית האחרונה שעדיין התאימה יותר לשיטת תלמי מאשר לשיטת קופרניקוס, ושימשה את מתנגדי קופרניקוס כקרח ההצלה האחרון. אולם כאשר התאפשרו מדידות מדויקות יותר והתגלה כי גם אלו תואמות לשיטת קופרניקוס, היה זה המסמר האחרון בארון המתים של שיטת תלמי. לא שכיום נדרשות עוד הוכחות, אבל אלפי תצפיות של השנים האחרונות, המגלות עוד ועוד כוכבי לכת סביב כוכבים רחוקים, מתאימות היטב לשיטת קופרניקוס.

המחקר המודרני ממשיך את קופרניקוס, וגם המונח "התורה ההליוצנטרית" כבר אינו מדויק. גם גלילאו וגם קפלר עדיין אחוזו בדעה שהשמש היא מרכז היקום, אולם כיום אנו יודעים שיש כוכבים לכל אשר נביט; ושאנו מערכת שמש אחת מתוך מיליארדי מערכות, בגלקסיה אחת מתוך מיליארדי גלקסיות, ואולי אפי' לו ביקום אחד מתוך מיליארדים, ושלאותו יקום כלל אין מרכז. הייחודיות של הארץ והשמש נעלמה כליל, והעולם גדל באלפי סדרי גודל במהלך השנים. כל זה בהחלט מצדיק את הכינוי מהפכה וקריאתה על שם מחוללה, ניקולאוס קופרניקוס. לא נותר אלא לתהות – ונושא זה אמנם מועלה בספר כנקודה למחשבה לקרוא – מה יקרה אם וכאשר יתגלו חיים, תבוניים או לא, בצורה כלשהי, במקום אחר ביקום.

בניגוד לספרים אחרים בהוצאת מאגנס, הוצאת הספרים של האוניברסיטה העברית, הספר אינו מסכם מחקר ואינו מיועד רק לבקיאים בתחום, אלא פונה לקהל הרחב והמתעניין, וגם לחסרי ידע מוקדם. כתיבתו של מזא"ה ברורה וקולחת. הספר קצר וברור, ואינו מכיל אפילו משוואה אחת וגם לא הערות שוליים. אמנם הוא אינו מביא תוצאות ופירוט של מחקרים עצמאיים שמזא"ה ערך אלא מהווה מעין סיכום של הנושא, אולם זהו סיכום מצוין לקורא העברי ומיועד בדיוק עבורו, בכך שהוא כולל למשל התייחסות לרמב"ם ואף למרד גטו ורשה, דבר שכמובן לא תמצאו בספרים בשפות אחרות.

המחבר מזכיר את כל אלו שכתבו לפניו ומצייט מהם, וכך, כדרכו של המדע, בונה נדבך נוסף על הנדבכים הקיימים. ספרו הוא תוספת חשובה ונהדרת למדף הספרים העוסקים באסטרונומיה ובהיסטוריה של המדע, הוא נגיש ומתומצת באופן מופתי, מבלי להחמיץ פרטים חשובים ומבלי להיכביר פרטים מיותרים. אין לי אלא להמליץ עליו בחום לכל המתעניינים בתחום ואף לכל מי שמתעדת לכתוב בנושאים דומים, כדגם כיצד ספר מסוג זה צריך להיכתב. ●