



דף שבו ע י

מאת היחידה ללימודי יסוד ביהדות

מספר 153

פרשת בראשית, תשנ"ז

ברכת נשיא האוניברסיטה לפתיחת המחזור החמישי של ה"דף השבועי"

לקוראי ה"דף השבועי" הנני לבשר ש"קרן הנשיא לתורה ולמדע" תוציא לאור ספר שיאגד את כל הגליונות שפורסמו בארבע השנים האחרונות.

עם תחילת המחזור החדש של ה"דף השבועי", ברצוני להודות לכל העוסקים במלאכה, לפקולטה למדעי היהדות, לשכת רב הקמפוס, ובמיוחד לעורך ד"ר אדמיאל קוסמן על מסירותו הרבה. כמו-כן, יבואו על הברכה כל חברי הסגל שתרמו מחכמתם למאמרים מרתקים הנותנים בטוי נאמן לשילוב היחודי של תורה ומדע, שנתברכה בו אוניברסיטת בר-אילן.

אין ספק שהצמאון הרב לגליונות השבועיים של ה"דף השבועי" בבתי כנסת רבים ברחבי המדינה, הוא עדות נאמנה לחשיבותו של מפעל זה.

בברכת כתיבה וחתומה טובה

פרופ' משה קוה

נשיא

ראשית היקום, ראשית החיים וראשית החכמה

אחת השאלות המסקרנות ביותר כל מדען היא: מהי יחידת המידע הקטנה ביותר בשטח מדעי מסוים, שממנה ניתן ללמוד ע"י כללים מדעיים אודות הדיסציפלינה כולה? עפ"י ההבנה הפשוטה, ככל שיחידה זו גדולה יותר הרי שההבנה באותה דיסציפלינה מדעית עדיין לקויה. חכמת המדע היא הקישור בין ה"מיקרו" הקטן ביותר לבין ה"מקרו" הגדול ביותר.

מעשה בראשית על 31 הפסוקים שבו, מתאר בתמציתיות דרמטית גם את ראשית היקום וגם את ראשית החיים הקשורים לשלושת המדעים: הפיזיקה, הכימיה והביולוגיה. אין לדבר אח ורע באף לא מאמר מדעי באחת הדיסציפלינות האלו, אפילו בנושאים פשוטים יותר. אבל מטרתה העיקרית של הפרשה מתמקדת בהעברת המסר הנמצא כבר בפסוק הראשון "בראשית ברא אלוקים את השמים ואת הארץ". יהיו אשר יהיו ההסברים המדעיים על ראשית היקום או על ראשית החיים, התורה מסדירה את יחידת האמונה הבסיסית, שממנה נובעת כל האמונה, והיא "ראשית החכמה". אלוקים ברא את העולם, והוא ראשית החכמה, וממנו נובעות כל החכמות. ואכן, לפי הרמב"ם לימוד חוקי הטבע שהם חוקי האלוקים יקרבונו אלינו. ובלשונו: "ולא יושג אותו מדע אלוקי אלא לאחר מדעי הטבע...". ההתבוננות והחיפוש אחר ראשית היקום דרך חוקי הפיזיקה וראשית החיים דרך חוקי הכימיה והביולוגיה יקרבונו אל ראשית החכמה - אלוקים.

במאמר זה נסקור בקצרה את הבנת המדע כיום את משמעות 'ראשית היקום' וכן את 'ראשית החיים', ונראה שיחידת המידע הקטנה ביותר שממנה נבין את הפיזיקה של היקום כולו - הצטמצמה לכדור מיקרוסקופי זעיר ביותר. לעומת זאת, הביולוגיה עדיין מחפשת את יחידת המידע הקטנה ביותר לראשית החיים. ראשית היקום, לפי ההבנה הפיזיקלית העכשווית, היא המפץ הגדול. היינו, העולם כולו היה דחוס בכדור מיקרוסקופי קטנטן שהתפוצץ. האנרגיה העצומה שהשתחררה בפיצוץ יצרה את כל הגלקסיות ומערכת השמש שלנו. ההישג האדיר של הפיזיקה הוא בזה, שחוקיה מתארים את התפתחות היקום החל באותו כדור זעיר שהתפשט עד שהגיע לממדים של היקום בימינו. מיד לאחר המפץ הגדול היו רק חלקיקים אלמנטריים (כמו פרוטונים, נויטרונים אלקטרונים וכו'), והריאקציות הגרעיניות התרחשו בטמפרטורות של מיליירדי מעלות. לאחר שנייה בלבד, עם התפשטות היקום ירדה הטמפרטורה לכמאה מליון מעלות, ומכאן החלו החלקיקים האלמנטריים ליצור את הגרעינים והחלה הפיזיקה הגרעינית. כשהיקום החל להתפשט יותר, והטמפרטורה ירדה לעשרות אלפי מעלות, נוצרו האטומים המתוארים היטב ע"י ה"פיזיקה האטומית". כשהטמפרטורה ירדה מתחת לכ-2000 מעלות נוצרו המולקולות והתרכובות הראשונות של הכימיה. כאשר

הטמפרטורה ירדה מתחת ל-100 מעלות צלזיוס נוצרו מולקולות המים, כדור הארץ התמצק, ונוצרה הביוכימיה והביולוגיה. זהו קיצור תולדות המדע של היקום מהפיזיקה דרך הכימיה עד לביולוגיה. אנו מבינים את חוקי הפיזיקה עד לאנרגיות מאוד גבוהות (טמפרטורות של מיליוני מיליארדי מעלות), בגלל המאצעים שגורמים לחלקיקים האלמנטריים להגיע למהירויות גבוהות ביותר. בתכנית העולמית של המאצץ הגדול ביותר הנמצא ב-CERN הצליחו לאחרונה לגלות את החלקיקים (W^- ו- W^+) היוצרים בהתנגשות באנרגיות של מיליון מיליארד מעלות את האלקטרונים. התכנית של CERN היא לבנות מאצץ גדול עוד יותר כדי לבדוק את תאוריית "סימטריה העל", שמתוכה אמורים לקבל את כל החלקיקים האלמנטריים הידועים. לסיכום ענין זה, הפיזיקה יודעת להסביר את העולם הדומם של היקום החל בשבריר קטן של שנייה לאחר המפץ הגדול.

אם נניח את תקפותם של חוקי הפיזיקה במפץ הגדול עד למרחקים השואפים לאפס (אנרגיות השואפות לאין-סוף), נקבל את ראשית היקום, שהיא בריאת העולם. במקרה זה, השאלה הבסיסית כיצד נוצר היקום "יש מאין" היא מחוץ לשאלות שהפיזיקה מסוגלת להשיב עליהם. במיוחד, מה היה לפני בריאת העולם? וכיצד נוצרה האנרגיה האין-סופית במפץ הגדול? אם נקשה: תאוריית המפץ הגדול מבוססת על תורת היחסות של אינשטיין שהיא תאוריה קלאסית בלבד - אינה לוקחת בחשבון את תורת הקוונטים - במקרה זה בריאת העולם נוצרה ע"י שינוי קוונטי פתאומי באנרגיה של היקום. גם לפי גישה זו לא יהיה מענה לשאלה מה היה לפני השינוי הקוונטי הזה?

לאור זאת, עמדת חז"ל על מה שהיה לפני הבריאה קובעת, שראשית החכמה קודמת לראשית הבריאה. כמאמר הפיוט שבתפילה "אדון עולם אשר מלך בטרם כל יציר נברא". עמדה זו איננה תלויה בכך שהבריאה הייתה קלאסית או קוונטית ... "אדון העולם" מלך על העולם לפני הבריאה, והוא אחראי לבריאה כפי שמלמד אותנו הפסוק הראשון בפרשה.

נעבור לראשית החיים. מהו ה"אקוויולנט הביולוגי" של "המפץ הגדול"? התשובה לכך ללא ספק היא: יצירת החיים. האם ניתן להבין את המעבר מהכימיה לביולוגיה של התא החי על מגוון הקודים הגנטיים הנמצאים למשל במולקולות ה-DNA? כידוע, גילוי מולקולת ה-DNA המעבירה את הקוד הגנטי מדור לדור זכתה את הפרופסורים פרנסיס קריק וג'יימס ווטסון בפרס נובל על מה שנחשב לפיסגת הביולוגיה המולקולרית. כיצד נוצר ה-DNA? מהי היחידה הקטנה ביותר של אטומים, שממנה התפתחו החיים עד שהגיעו ל-DNA? (מכאן עד להבנת ה"מקור", לדוגמא תפקוד מוח האדם, הדרך מאוד ארוכה, כמובן). למרבה הפלא, מהגוף החי הקטן ביותר, החיידק, ועד לחיות הגדולות ביותר - צורת השכפול התאי המצוי ב-DNA זהה. עיקרון זה נקרא "הזהות של הביוכימיה". לאחר המפץ הגדול כאשר הטמפרטורות בעולם ירדו, וכדור הארץ הפך מנוזל צמיג לגוף מוצק המוכר לנו כיום, נמצאו סלעים עתיקים שהאורגניזמים שנמצאו בתוכם מלמדים על השכפול הגנטי בתקופות הקדומות, שבהם החלו החיים על פני כדור הארץ. מתברר שהשכפול הגנטי זהה מאז ועד ימינו.

כיצד אם כן נוצרו החיים הראשוניים? התורה מספרת לנו שהחיים הראשוניים נוצרו בימים, ואכן דבר זה מתאים להבנה המדעית שנרכשה. הקרינה הקוסמית בעולם עם התמצקות כדור הארץ הייתה מפרקת את כל התרכובות הכימיות, ולכן הכימיה יכלה להיווצר אך ורק באזור מוגן מקרינה, כלומר, בתוך הים. כך גם מובן מדוע החיים הימיים קדמו לחיים היבשתיים, שיכלו להיווצר בתקופה מאוחרת יותר עם ירידה נוספת משמעותית של הטמפרטורה ביקום. אגב, גם בימינו, יש עדיין שאריות חלשות של אותה קרינה קוסמית שנותרת מהמפץ הגדול, והיא נמדדה ע"י פזינאס ווילסון שזכו בפרס נובל ב-1978 על התגלית המהפכנית של מאה זו, מדידת בריאת העולם. מהו אם כן מקור החיים? שתי גישות קיצוניות מנוגדות דנות בכך. פרופ' קריק ממצא ה-DNA (המצאת המאה בביולוגיה) אומר: "מקור החיים נראה כמעט כנס, צריך לקיים כל כך הרבה תנאים כדי להתחיל אותם ...". מאידך, פרופ' מילר אומר: "אני חושב שלא למדנו עדיין את הטריק הנכון. כאשר נמצא את התשובה, נראה שהיא כה פשוטה שנאמר כיצד לא חשבנו על כך קודם..."

מעניין לציין, שבשנת 1953 חשב העולם כולו שמילר (בהיותו סטודנט מבריק) הצליח לפענח את סוד החיים, כאשר בניסיון מרתק שבו חיקה במיתקן זכוכית סגור את האטמוספירה העוטפת את כדור הארץ הכניס את הגזים מיתן, אמוניה ומימן וכן כמה ליטרים של מים כחיקוי של האוקיינוסים ע"פ כדור הארץ, והעביר ברק חשמלי דרך המיתקן. הוא הצליח לקבל את חומצת הגרעין, שהיא הבסיס לתא החי. כל זה היה חודשים אחדים לפני גילוי ה-DNA ע"י ווטסון וקריק. היום ברור, שנדרשת בו-זמנית גם חומצת גרעין וגם חלבונים הנמצאים ב-DNA על מנת ליצור תא חי המשכפל את עצמו. ע"כ לא ברור, כיצד נוצר ה-DNA מיחידה קטנה יותר, שאינה מכילה את חומצת הגרעין והחלבונים בו זמנית. שאלה זו נוהגים לכנות "פרדוקס החיים". היינו, שאלת המעבר מהכימיה האורגנית לביולוגיה המולקולרית של התא החי היא שאלת המאה. האם חוקי הביולוגיה, של אוסף מולקולות המשכפל את עצמו ומתרבה כמו ב-DNA, קיימים במרחקים יותר קטנים?

כיון שלא נמצא פתרון מניח את הדעת יש שהתייאלו מעצם החיפוש, ונטו להאמין שהחיים הראשוניים והביוכימיה הונחתו על כדור הארץ מהחלל ע"י מטאורים שהתנגשו בו. גם אם הסבר זה נכון, הוא אינו פותר את החידה כיצד נוצרה הביוכימיה במטאורים. מחקרים אחרים מנסים למצוא ביוכימיה ע"פ המאדים

הקפוא, מתוך אנלוגיה לאנטרסקטיקה הקפואה ע"פ כדור הארץ, ששם נמצאו חיידקים קפואים מהתקופה הקדומה.

תוך כדי כתיבת שורות אלו, הכריזו באופן דרמטי מדעני סוכנות החלל האמריקאית על אפשרות של גלוי מאובנים של אורגניזמים מיקרוסקופיים חד-תאיים בתוך סלע מטאוריטי עתיק שנקרע מהמאדים (כתוצאה מהתנגשות עזה עם גוש סלע אסטרואידי שפגע בו) והגיע במשך הזמן לכדור הארץ. גם אם יתברר שגילוי זה נכון, לא ברור אם אורגניזמים עתיקים אלו הגיעו למאדים מכדור הארץ או להיפך. בכל אופן אין גילוי זה פותר את שאלת מקור החיים.

מחקרים מתקדמים הגיעו לאחרונה למסקנה, שלמרות שהכימיה הראשונית נוצרה במים, הרי הביוכימיה והביולוגיה הראשונית המורכבים ממולקולות ארוכות יכלו להיווצר רק על פני משטח (כי במים יכולות להיווצר רק שרשרות מולקולריות קצרות). העדויות החדשות של החוקרים מראות, כי השלבים הקריטיים של ראשית החיים התרחשו בשלוליות בוציות, כנראה על שפת הים של האוקיינוסים שכיסו את כדור הארץ לאחר ירידת הטמפרטורה ביקום והתמצקותו. עובדה מדעית זו מתאימה היטב לקביעת התורה, שראשית החיים נוצרה מהאדמה (בראשית ב יט): "ויצר ה' אלוקים מן האדמה כל חית השדה ואת כל עוף השמים..." וכן (בראשית ב ז): "וייצר ה' אלוקים את האדם עפר מן האדמה ויפח באפיו נשמת חיים".

השאלה אם החיים נוצרו דרך תהליכים כימיים ביולוגיים הידועים לנו כיום על סקלות גדולות מה-DNA היא ללא מענה. העובדה שפרופ' FERRIS הוא עורך כתב-עת הנקרא "מקור החיים והאבולוציה של הביוספירה" היא עצמה מגלה את הבעייתיות של הנושא. כאשר מבינים דבר-מה, אין עורכים כתב-עת עם מספר עצום של מאמרים כל שנה. משום כך לא נמצא, למשל, כתב-עת על תורת ניוטון או על תורת היחסות של אינשטיין. תורות אלו מובנות ומקובלות.

למרות כל זאת שאלת השאלות היא: מהו החזון המדעי הנועז ביותר? התשובה המפליגה ביותר היא שהפיזיקאים יצליחו לאשש את חוקי הפיזיקה עד לנקודת ראשית היקום, המפץ הגדול, והביוכימאים יצליחו להראות שהביולוגיה נוצרה מהכימיה (שהתפתחה מהפיזיקה) ויצליחו ליצר תא חי במעבדה. אם זה יקרה, נגיע "ליום הגדול" של המדע, שהצליח לאחד את שלושת המדעים הפיזיקה, הכימיה והביולוגיה למדע אחד! במקרה זה ירשום לעצמו המדע הישג נדיר של הסברת היקום הדומם והחי מיחידת מידע המצטמקת לנקודה גאומטרית!

כיוון שסיכויי הגשמתו של חלום זה הם אפסיים, הנני מציע לשמוע לעצתו של אחד מגדולי הפילוסופים של המדע THOMAS KHUN, המציע ללמד תנ"ך במחלקות לביולוגיה באוניברסיטאות ... בכל מקרה, העובדה המדעית נותרה בינתיים בעינה. המעבר מבריאת העולם - המפץ הגדול, ליצירת החלקיקים האלמנטריים, הוא מחוץ לתחום הפיזיקה הנסיונית; והמעבר מהכימיה לביולוגיה של התא החי הוא אף ענין מסתורי יותר. המסר, אם כן, של פרשת בראשית הוא, שבאופן בלתי תלוי בשאלה מהי ראשית היקום, ומהי ראשית החיים מבחינה מדעית, הקב"ה הוא ראשית החכמה, והוא ברא את שניהם. לא לחינם קבעו רבותינו בתחילת סידור התפילה את הפסוק המופנה לאדם המחפש את ראשית החכמה: "ראשית חכמה - יראת ה'" (תהלים קיא י'). אל לו ליהודי לתלות את קבלת דברי הפסוק הזה בהבנת יתר הדברים הראשיתיים.

פרופ' משה קוה
נשיא

הדף מופץ בסיוע קרן הנשיא לתורה ולמדע