



# על ספרו של מיצ'ו קאקו "היקום של איינשטיין" ועל הקובץ "רעיונות ודעות" מאת אלברט איינשטיין בעריכת יששכר אונא

חיים הררי, מכון ויצמן למדע, רחובות

ובתגליותיו. פורסמו גם מספר ספרים ביוגרפיים שדנו בצורה משולבת הן בחייו האישיים, הן בתורתו המדעית והן בכל שאר מעשיו והגיגיו. בטרם אתייחס לצמד הספרים החדשים שלפנינו, אפתח ואומר שהמזהיר בספרי העבר מסוג זה הוא, לדעתי, ספרו של הפיסיקאי אברהם פיט "Subtle is the Lord" ובתרגום עברי חופשי ובלתי מדויק, "נפלאות דרכי האל". ספרו החדש של מיצ'ו קאקו, "היקום של איינשטיין", בתרגומה של נורית לוינסון, מצטרף לקבוצה אחרונה זו של ספרים. זהו ספר ביוגרפי, המשלב אל תוך סיפור המעשה הסברים שווים לכל נפש בדבר הבעיות המדעיות אותן תקף איינשטיין. המחבר מתאר בבהירות את תגליותיו, הצלחותיו וכישלונותיו של גיבורו. קאקו הוא חוקר פעיל וידוע בתחום הפיסיקה העיונית של החלקיקים היסודיים, אולם בשנים האחרונות התמסר בכישרון רב לפופולריזציה של המדע ולניסיונות אמיצים ומוצלחים לקרב את פלאי הפיסיקה העכשווית אל הציבור הרחב.

הספר השני שיצא לאור באחרונה נכתב למעשה על-ידי (ניחשתם!) איינשטיין עצמו. ב"רעיונות ודעות" מובא לקט עשיר, לפעמים אולי עשיר מדי, מדבריו וכתביו של אלברט איינשטיין, כמעט על כל נושא שיעלה על דעתכם: על פירוק החימוש ועל חינוך אוניברסיטאי, על הקשר בין מדע ודת ועל פציפיזם, על יהדות ועל מוחו של מתמטיקאי, על גיבורי גטו ורשה ועל קופרניקוס, על שפת המדע ועל מהטמה גנדי. הקובץ תורגם מגרמנית ע"י דוד זינגר ויכין אונא ונערך ע"י יששכר אונא, שגם הוסיף לו הקדמה משלו. יש בו מאה עשרים ואחד קטעים, מהם קצרצרים ומהם ארוכים למדי.

שני הספרים משלימים זה את זה וכמעט שאין חפיפה ביניהם. מעל שתי הכריכות מופיעים, כאילו נדברו ביניהם, רעמת השיער המפורסמת, השפם העבות והמקטרת הבלתי נמנעת. אולם, כראוי וכיאות, איינשטיין המחווה "רעיונות ודעות" בנואמים שלאחר ארוחות ערב, מופיע בחליפה ועניבה בעוד שאיינשטיין העוסק ביקום, עושה זאת בניחותא כשהוא לובש סוודר צהוב. כל מדען מרגיש נוח יותר בסוודר מאשר בחליפה, וגם רוחו של

אין כל צל של ספק בכך שאלברט איינשטיין היה אחד מגדולי המדענים בכל הזמנים; קרוב לודאי שניתן להגדירו כגדול המדענים במאה העשרים ויש האומרים גם שהוא הגדול מכולם בכל ההיסטוריה של המדע. לאמיתו של דבר, אין לתארים אלה משמעות רבה. אין מדובר כאן באולימפיאדה או באירוויזיון ואין דרך מוסמכת לקבוע את מיקומו של מדען בטבלת גדולי הדור.

במובנים מסוימים היה איינשטיין "גאון קונבנציונאלי". כמו כל הפיסיקאים התיאורטיים החשובים, תרומתו העיקרית למדע הופיעה בין גיל 25 ו-40. כמו רבים מגדולי המדענים הוא היה אדם יוצא דופן בהרבה מובנים, הן בילדותו והן בבגרותו, בין אם מדובר באורח מחשבתו ובין אם מדובר בהרגליו האישיים.

אבל היה באיינשטיין משהו בלתי נתפס שהפך אותו, בלשון ימינו, למותג. האם היו אלה רעמת השער והשפם שאיפשרו לזהותו תוך שנייה? האם היו אלה מוזרויותיו השונות? האם היו אלה שתי המהפכות המחשבתיות הדרמטיות שהוביל, בשני חלקיה של תורת היחסות? האם היה זה הפרסום הפתאומי והאדיר לו זכה, עם ביצוע המדידות האסטרונומיות בזמן ליקוי החמה של שנת 1919? האם היו אלה דעותיו ואמירותיו במגוון נושאים לא מדעיים, שפורסמו חדשות לבקרים?

ניתוח קר של כל אחת מאפשרויות אלה יבהיר מיד שאף אחת מהן אינה יכולה להסביר את פרסומו האדיר של איינשטיין. ובכל זאת, עם עובדות אי אפשר להתווכח. אין מדען אחר בהיסטוריה שזכה לפרסום כזה ולהערצה כזאת, ושאת דמותו, רוכב על אופניים או חורץ לשון, מזהה כמעט כל אדם. מבחינה זאת, רק צ'רלי צ'פלין היה יכול להתחרות בו, וכבר סופרה האגדה על האירוע בו נוכחו שניהם ולמשמע הקהל המריע אמר צ'פלין לאיינשטיין: "לי הם מריעים כי הם מבינים אותי ולך הם מריעים כי אינם מבינים אותך".

שני ספרים מתורגמים שיצאו לאחרונה בעברית מוסיפים שני נדבכים לשורת הספרים הארוכה העוסקת באיינשטיין. על איינשטיין כבר נכתבו ביוגרפיות לא מעטות. בנוסף לכך פורסמו ספרי מדע פופולארי רבים שעסקו שוב ושוב בתורתו

פרופסור חיים הררי, פיסיקאי עיוני במכון ויצמן למדע ויו"ר מכון דוידסון לחינוך מדעי

איינשטיין מרגישה, כמובן, טוב יותר בספרו של קאקו מאשר ב"רעיונות ודעות".

אין ספק בכך שאיינשטיין של היקום הוא איינשטיין הנערץ והמדהים בחידושי, בעוד איינשטיין בעל ה"רעיונות ודעות" הוא יהודי חכם, שלפעמים מביע גם דעות שגרתיות, לעתים אומר דברים שאינם בהכרח נבונים ביותר ולעתים אומנם מרתק באבחנה כזאת או אחרת שאינה נוגעת כלל למדע. לעניות דעתי, אילו קראנו רק את ה"רעיונות ודעות", בהשמטת הנושאים הפיסיקאליים המקצועיים המובהקים, ואילו לא ידענו מי הכותב, לא היינו מייחסים לו גדולה יוצאת דופן. ובכל זאת, יש חשיבות היסטורית ויש עניין אינטלקטואלי גם בהגיגים שגרתיים למדי של אדם שהשאיף חותם כזה על האנושות. אישיותו של כל מדען, גדול או בינוני, חשוב או נשכח, היא כמו אישיותו של כל אדם אחר – יש בה רבדים שונים המשפיעים אלה על אלה. אי אפשר לתהות על קנקנו של איינשטיין האדם והמדען, מבלי לעקוב אחר דעותיו, גם אלה העוסקות בנושאי השעה וגם אלה שאינן כלל חדשניות.

ברקעם של שני הספרים כאחד עומדת השאלה הנצחית של השליש האחרון של חיי איינשטיין. איינשטיין חי שבעים ושש שנים, מ-1879 עד 1955. אם נחלק אותן בצורה שרירותית לשלושה חצאי יובל, נמצא שבעשרים וחמש שנותיו הראשונות נבטה, צמחה והבשילה גדולתו. בעשרים וחמש השנים הבאות הוא גילה את כל תגליותיו החשובות, ובראשם תורת היחסות המיוחדת (1905), תורת היחסות הכללית (1917) והתופעה הפוטו-אלקטרית שהיא אחת מאבני היסוד של תורת הקוונטים (1905). באותו חצי יובל אמצעי לחייו, פרסם גם את כל שאר עבודותיו החשובות. כמה מתגליות נוספות אלה לכשעצמם, היו מספיקות כדי להגדירו כמדען דגול גם אילו לא הייתה תורת היחסות באה לעולם. בחצי היובל האחרון לחייו, שבו היה איינשטיין כבר המפורסם במדעני תבל, תרומתו למדע הייתה צנועה או אפסית או אפילו שלילית, על פי דעות שונות. אותה תקופה אחרונה בחייו של איינשטיין היא התקופה בה פרסם את עיקר רעיונותיו ודעותיו בענייני דיומא ובנושאים שאינם מדעיים. זוהי גם התקופה בה עבודתו המדעית הייתה, בלשון עדינה, שנויה במחלוקת.

בספרו של מיצ'ו קאקו, טוען המחבר שבאותה תקופה, על אף כשלונותיו של איינשטיין, הוא הניח את היסודות העמוקים להתפתחויות בפיסיקה שאירעו זמן רב לאחר מותו, בסוף המאה העשרים. אם נכונה טענה זו, הרי שבערוב ימיו הקדים איינשטיין את בני דורו, חזה את העתיד והניח את היסודות למהפכות מחשבתיות נועזות חדשות. אני מרשה לעצמי להטיל ספק בנכונותה של הטענה.

גולת הכותרת של עבודתו המדעית של איינשטיין בעשורים האחרונים לחייו, היה הניסיון למצוא את "תורת השדה

המאוחד". כאשר איינשטיין היה בשיא גדולתו, ברבע הראשון של המאה העשרים, היו ידועים רק שני כוחות יסודיים בטבע: הכוח האלקטרומגנטי, שהעיסוק בו הוביל את איינשטיין אל תורת היחסות המיוחדת, וכוח הכובד (הגרביטציה), שהול'ך את איינשטיין אל פסגת גאוניותו, הלוא היא תורת היחסות הכללית. בשנות השלושים של המאה העשרים, כאשר איינשטיין כבר, נאמר בזהירות, קפא על שמריו, התגלו שני כוחות יסודיים חדשים – הכוח הגרעיני החזק האחראי לחיבורם ולהידוקם של החלקיקים בתוך גרעין האטום, והכוח הגרעיני החלש האחראי, בין השאר, לתהליכים בהם מופקת האנרגיה האדירה בתוך השמש ובתוך הכוכבים. האתגר הגדול המלווה את הפיסיקה מזה כשבעים שנה הוא הרצון למצוא קשר בין כל הכוחות האלה. כשם שבמאה התשע עשרה התברר שהחשמל, המגנטיות והאור אינם תופעות נפרדות ובלתי תלויות, אלא הן שלוש פנים של אותה תופעה – הכוח האלקטרומגנטי, כך גם עתה אנו מקווים לגלות שכל הכוחות היסודיים הידועים לנו כיום קשורים אלה לאלה.

איינשטיין התעלם בעבודתו לחלוטין משני הכוחות הגרעיניים החדשים שנתגלו בשנות השלושים והתעקש לחפש אך ורק קשר בין שני הכוחות ה"ותיקים" שהיו ידועים בצעירותו – הכוח האלקטרומגנטי וכוח הכובד. במשימה זו הוא נכשל כשלון חרוץ. אולם כישלונו האמיתי היה לא רק באי יכולתו לפתור את הבעיה שהציג לעצמו, אלא גם באי יכולתו, באותה עת, לשאול את השאלה הנכונה.

מאז שנות השבעים, זמן רב לאחר פטירתו של איינשטיין, התחילה התקדמות מעניינת לקראת פתרון הבעיה של איחוד הכוחות היסודיים בטבע. מיצ'ו קאקו עצמו ומדענים אחרים עימו, תרמו לתחום חדש בפיסיקה הנקרא "תורת המיתרים". עפי" תורת המיתרים, החלקיקים היסודיים ביותר אינם עצמים נקודתיים שגודלם אפס, אלא מיתרים זעירים. זוהי תורה מרתקת, בעלת סיכוי להוביל את המדע למחוזות חדשים לגמרי. אולם האמת חייבת להיאמר שעד לרגע זה, כל גדולתה של התורה היא ביופיה האסתטי, בעוצמתה המתמטית, וביכולתה להימנע מסתירות פנימיות הקיימות בתורות אחרות. מה שהתורה החדשה לא הצליחה לעשות, הוא לעמוד "בבחינת הבגרות" של כל תיאוריה מדעית: להסביר תוצאות של ניסויים שבוצעו ולנבא תוצאות של ניסויים אחרים שיבוצעו בעתיד. המילה האחרונה לגבי התיאוריה החדשה, לכאן או לכאן, טרם נאמרה. אולם לטעון שיש בה, ולו גרעין קטן, מחזונו של איינשטיין – זוהי הגזמה רבה.

קאקו מקדיש את החלק האחרון של ספרו לסקירה מעניינת של התורות החדשות, תוך ניסיון שאינו משכנע במיוחד, לייחס לאיינשטיין את ראיית הנולד. בכך חולשתו הגדולה של הספר. אולם, אם נתייחס לספר זה כאל שני ספרים שונים – יהיו שניהם

מוצלחים למדי. הספר האחד מתאר בצורה מעניינת את חייו של איינשטיין ומסביר בצורה יפה את תרומתו המדעית. הספר השני, קצר יותר, עוסק בתורת המיתרים ובניסיונות העכשוויים למציאת המאחד בין הכוחות היסודיים בטבע, ועושה זאת, עד כמה שאפשר, בצורה העשויה להיות מובנת לקורא שאינו פיסיקאי. יש כאן, למעשה, שני ספרים טובים בכריכה אחת, כמו שני סרטים בכרטיס אחד. חבל רק על הניסיון המאולץ והבלתי מוצלח לטעון שהספר השני הוא תולדה של הראשון. לגבי כישלוננו של איינשטיין בניסוח תורת השדה המאוחד - אין ויכוח גדול. אולם קיים ויכוח, שאולי אף פעם לא יוכרע, לגבי תרומתו לתורת הקוונטים. ומעשה שהיה, כך היה: הפיסיקה של חצי היובל השני לחיי איינשטיין הביאה לאנושות שלוש מהפכות מחשבתיות אדירות: הראשונה - תורת היחסות המיוחדת בה ערך איינשטיין רביזיה מוחלטת של מושג הזמן, ניסח מחדש את כללי המכאניקה וגילה את היכולת להפוך חומר (או מסה) לאנרגיה ולהיפך, על-פי שער החליפין המבוטא ע"י המפורסמת שבנוסחאות המדע  $E=mc^2$ . המהפכה השנייה, גם היא יצירתו של איינשטיין, היא תורת היחסות הכללית ששינתה את כל מושגינו לגבי כוח הכובד, הגיאומטריה של המרחב והקשר ביניהם. המהפכה השלישית, אולי הנועזת מכולם, היא תורת הקוונטים. ראשיתה בעבודות רבות חשיבות של הפיסיקאי הגרמני מקס פלאנק ושל איינשטיין עצמו, המשכה בתגליותיו של נילס בור מדנמרק ושיאה בתגליות חברות המדענים הצעירים הייזנברג, שרדינגר ודיראק בשנות העשרים של המאה העשרים. בניגוד לשני חלקיה של תורת היחסות שהיו "קניינו הרוחני" הבלעדי של איינשטיין, היו לתורת הקוונטים כמה וכמה אבות, מיילדים ושושבינים. איינשטיין היה אחד מהם. אך משעבר את גיל החמישים, הוא הכריז מלחמה על כמה מהפרשנויות של תורת הקוונטים. המפורסמת מכולם היא הצהרתו "אלוהים אינו משחק בקוביות". בכך ביטא איינשטיין את תגובתו העוינת לפירוש ההסתברותי של תורת הקוונטים. הוא לא רצה להשלים עם עיקרון אי הוודאות שהוא מרכיב מרכזי בתורה. התנגדותו של איינשטיין, הסתירות הפנימיות שהוא ניסה (ללא הצלחה) לגלות בתורת הקוונטים והמאמצים שהוא השקיע בהתקפות עליה, עכבו את התפתחותה (לטענת מבקריו), לא שינו דבר (לטענת אחרים) או חיזקו את יסודותיה ע"י כך שאילצו את מפתחיה לבסס טוב יותר את טענותיהם. כך או כך, איינשטיין שהיה בגיל 26 אחד מהאבות המייסדים של תורת הקוונטים, הפך, שלושים שנה מאוחר יותר, למי שניסה, ללא הצלחה, להפיל אותה אל הקרשים. קאקו בספרו, "היקום של איינשטיין", רואה את תרומתו, גם בנושא זה, בחיוב רב.

איינשטיין עצמו, ב"רעיונות ודעות", פחות בטוח בכך. גם אני. את הביקורת הספרותית המשכנעת ביותר על הקובץ "רעיונות ודעות" כותב איינשטיין עצמו, בין שורות הספר. ככל שהוא מתרחק מנושאי הפיסיקה, הוא צנוע יותר ומקפיד להדגיש שאין לו יתרון בנושאים אלה על כל אדם אחר המביע דעתו. מאידך - ככל שהנושא קרוב יותר למדע עצמו, הרעיונות בהירים יותר, מוצקים יותר ומשכנעים יותר.

כאשר אנו קוראים הרבה על הפציפיזם של איינשטיין ואחר כך למדים על מכתבו המפורסם אל הנשיא רוזבלט בדבר הצורך לפתח נשק גרעיני, איננו יכולים להימנע מלנווד בראשנו. לאמיתו של דבר, גם הוא מתנצל בצורה מתפתלת למדי. מבלי להיכנס כלל לשאלות של "פציפיזם - בעד או נגד" ו"נשק גרעיני - בעד או נגד", הרי ברור שאי אפשר להיות בעד שניהם. ואם יטען מישהו, כפי שטוען איינשטיין, שהוא בדרך כלל פציפיסט אבל הוא מוכן לנטוש את עקרונות הפציפיזם כאשר אין ברירה אחרת, הרי ברור שכמעט כל אדם נורמלי יסכים לדעה זו. הרי כל מי שיוצא למלחמה טוען שאין לו ברירה אחרת, בין אם הוא צודק ובין אם אינו צודק.

גם חלק מדברי איינשטיין על חינוך, על היהדות, על הציונות ועל הסוציאליזם לוקים בחסרון שלצערי הרב הוא נפוץ בין מדענים. חשיבה לוגית מובילה אותנו לעתים קרובות לפסקנות, לפעמים לקיצוניות, ובדרך כלל לשחור או ללבן ולא לאפור. אבל מה לעשות, החיים צבועים בהרבה אפור ובמעט מאוד שחור או לבן.

בסופו של דבר, פולחן איינשטיין מצביע על תכונה אנושית נדושה למדי. אין אנו מסתפקים בכך שהוא גדול מדעני המאה העשרים ומגדולי המדענים בהיסטוריה. אנו משתוקקים לייחס לכל מילה שלו ולכל רעיון שהגה, בכל נושא שהוא, חשיבות, תבונה, עומק וראיית הנולד. אני מציע להתפשר - נעריך את המדען הדגול ואת פועלו ברבע המאה בה שינה את פני האנושות בתגליותיו, ונתייחס לכל השאר כאל פרשת חייו של אדם מיוחד במינו, צנוע למדי, מעניין, חכם, אבל לא על-אנושי.

באוניברסיטת רוקפלר בניו-יורק, אחד ממסודות המחקר המובילים בעולם, בו עובדים מספר חתני פרס נובל, יש מועדון בו מתכנסים המדענים לשיחה ולמשקה לאחר שעות העבודה. על אחד הקירות שם תלויה קריקטורה. שני שוכני מערות משוחחים ביניהם, כאשר השלישי יושב בפינה ומתעסק בכמה גזרי עץ. אומר האחד לשני: "בסדר, אז הוא המציא את האש. אבל מה הוא עשה מאז?" מגיע לאיינשטיין שלא נדרוש ממנו גאונות יומיומית עד שעתו האחרונה.

**תהודה**