בס"ד

**הראיה הפיסיקו-תיאולוגית – ניתוח שיטתי**

**מיכאל אברהם**

**תוכן**

פרק א: הראיה הפיסיקו-תיאולוגית בתוך הראיות לקיומו של אלוהים

פרק ב: הראיה הפיסיקו-תיאולוגית

פרק ג: החוק השני של התרמודינמיקה: אנטרופיה כמדד כמותי לסדר

פרק ד: ערעורים ראשונים על הטיעון הפיסיקו-תיאולוגי

פרק ה: אלוהים זה לא הסבר: על שני סוגי הסברים

פרק ו: הערעור מן האבולוציה

פרק ז: הטיעון מן החוקים

פרק ח: האם בתהליך האבולוציוני יש מרכיב אקראי?

פרק ט: מהי מורכבות?

פרק י: העיקרון האנתרופי

פרק יא: התנהלות טלאולוגית בפיסיקה

פרק יב: כמה הערות לסיום: על "כנסיית המדע"

1. **הראיה הפיסיקו-תיאולוגית בתוך הראיות לקיומו של אלוהים**

**סוגי ההוכחות לקיומו של אלוהים[[1]](#footnote-1)**

קאנט, בספרו הגדול **ביקורת התבונה הטהורה,** חילק את הראיות לקיומו של אלוהים לשלושה סוגים: ראיה אונטולוגית, ראיה קוסמולוגית וראיה פיסיקו-תיאולוגית. ראיה אונטולוגית היא ראיה שמבוססת על טיעון לוגי טהור, בלי להניח שום הנחה עובדתית. שני הסוגים הבאים כוללים ראיות שמבוססות על טיעונים שביסודם הנחות עובדתיות כלשהן.

מעבר לשלושת סוגי הטיעונים הללו קיימות דרכים נוספות להגיע לאמונה. יש שרואים בה אינטואיציה פשוטה שלא דורשת הוכחה. מעין אקסיומה. אחרים מגיעים לאלוהים על סמך הראיה מן המוסר (גם היא מוצגת על ידי קאנט, בספר אחר שלו). אחרים מגיעים אליה דרך המסורת שמעבירה אלינו את המידע על ההתגלות של אלוהים לאבתינו או לדור קודם כלשהו. בהמשך דברינו נעמוד על כך שכל טיעון כזה מניח הגדרה שונה למושג אלוהים.

בדיון על הראיה האונטולוגית עמדנו על ההבדל הלוגי בין שלושת סוגי הראיות הללו. הראיה האונטולוגית היא טיעון לוגי טהור, כלומר טיעון לוגי שמבוסס על ניתוח מושגי. אמנם ראינו שם שבבסיס הראיה יש הנחות, אבל הן לא בעלות אופי עובדתי. רוב הביקורת כלפי הראיה ההיא התמקדה באופיה הלוגי הזה. הראיה הקוסמולוגית והפיסיקו-תיאולוגית כן מניחות הנחות עובדתיות, ובונות עליהן טיעון לוגי שמוביל למסקנה העובדתית שיש אלוהים.

כפי שראינו שם, הדרך לתקוף טיעון כזה היא אחת משתיים: או לערער על הנחת היסוד, או לערער על תקפותו של הטיעון (כלומר על נביעת המסקנה מן ההנחות). בכל אופן, בניגוד לראיה האונטולוגית שהתיימרה להיות ראיה לוגית טהורה, מבנה לוגי כמו זה של שתי הראיות האחרות לא טוען לכתר הוודאות. ההנחה שביסודו היא עובדתית, וככזו היא נתונה לאפשרות של ערעור.

מסיבה זו, כאן הויכוח לא יתנהל בין רציונליסטים לאמפיריציסטים. כשיוצאים מעובדה אין מניעה עקרונית לגזור ממנה עובדה אחרת. גם אמפיריציסט יכול להסכים למבנה כזה. ובכל זאת, חשוב להבין שגם בתמונה האמפיריציסטית ישנם מהלכים של חשיבה מעבר לתצפיות. ההכללה המדעית היא הליך שלוקח אותנו מתצפיות פרטיות לחוק כללי, צעד שהוא בעליל לא אמפירי.

**ייחודו של הטיעון הפיסיקו-תיאולוגי**

לפחות אחת מההנחות העובדתיות כאן היא טריביאלית: שהיקום שלנו הוא מורכב. קשה לראות מישהו שיחלוק על כך, אם כי קשה לאמוד מורכבות ולא ניתן לקבוע איזו מורכבות מעוררת כבר קושי ואיזו לא. הנחה נוספת בטיעון הפיסיקו-תיאולוגי היא עקרון הסיבתיות (בגוון מעט שונה מהעיקרון שמונח בבסיס הראיה הקוסמולוגית ובו עסקנו במחברת הקודמת), שאמנם אינו עובדתי טהור אבל שוב קשה לראות מישהו שחולק עליו. לכן מדובר בראיה בעלת עוצמה לא מבוטלת, גם אם לא בוודאות של טיעון לוגי טהור. לא פלא שזוהי הראיה הנפוצה ביותר בספרות התיאולוגית ודומה שגם אצל אנשים מאמינים בכלל.[[2]](#footnote-2)

ובכל זאת, המהלך הלוגי של הטיעון הפיסיקו-תיאולוגי דומה בכמה ממרכיביו המרכזיים לטיעון הקוסמולוגי. גם חלק מהערעורים עליו דומים לערעורים שעלו שם, ומטבע הדברים כמה מהתשובות שניתנו שם רלוונטיות לדיון בטיעון הזה. במקרים אלו לא אחזור על מה שנאמר במחברת ההיא, אלא אפנה אליו. כאן נעסוק רק באספקטים המיוחדים שעולים בהקשר הפיסיקו-תיאולוגי.

לסיום, רק אעיר כאן שבמחברת הבאה תובא גירסה שונה של הטיעון הפיסיקו-תיאולוגי, מזווית הפוכה.

1. **הראיה הפיסיקו-תיאולוגית**

**מבוא: מהי הראיה הפיסיקו-תיאולוגית?**

הראיה הפיסיקו-תיאולוגית מבוססת על ההנחה שדברים מורכבים או מתוכננים לא נוצרים באופן ספונטני, כלומר מעצמם. בניסוח של הכומר פיילי בן המאה ה-19, שחביב כל כך על האתיאיסטים: כאשר אנחנו רואים שעון מוטל על הקרקע, אנחנו לא נניח שהשעון הזה נוצר מעצמו בתהליך טבעי כלשהו, אלא יהיה לנו מובן מאליו שקיים שען שתכנן ויצר אותו. כך גם לגבי העולם שלנו, שהוא אובייקט מורכב הרבה יותר מהשעון, ולכן לא סביר שהוא נוצר מעצמו. המסקנה היא שמישהו יצר אותו.

ניסוח דומה הוצע על ידי האסטרופיסיקאי הנודע פרד הויל, שטען כי הסיכוי להיווצרות מקרית של חיים נמוך מהסיכוי שרוח טורנדו חולפת מעל מגרש גרוטאות תרכיב מן החלקים הזרוקים בו מטוס בואינג שלם. ושוב, טענתו היא שהחיים הרבה יותר מורכבים ממטוס בואינג, ולכן מסתבר שהם לא נוצרו בתהליך מקרי ועיוור. על כורחנו יש מישהו שיצר אותם במכוון.

בשיח על אלוהים והאבולוציה רבים מכנים את הטיעון של הויל בכינוי הלא מחמיא (אך מאד בטוח בעצמו), "הטעות של הויל". זהו חלק מהדמגוגיה האתיאיסטית שמעדיפה תיוגים והשמצות על פני טיעונים שיטתיים (כמו גם עמיתתה הדתית). בהמשך אנסה להסביר היכן ומדוע הם עצמם טועים, ומדוע הויל בהחלט צדק.

באופן כללי יותר עלינו לנסח את הטיעון הפיסיקן-תיאולוגי במבנה הבא:

הנחה א: קיים יקום בעל מבנה מסוים ומיוחד.

הנחה ב: דבר בעל מבנה מיוחד לא נוצר באופן ספונטני (מעצמו. לא על ידי מישהו).

מסקנה: קיים משהו שיצר את המבנה המיוחד הזה. נכנה אותו אלוהים.

כאן כמובן תעלה מייד הטענה שאותו יוצר של המבנה גם הוא עצמו כנראה מיוחד, ולכן גם הוא עצמו דורש עילה לקיומו. ערעור זה יחזיר אותנו לדיון המפורט שערכנו במחברת על הראיה הקוסמולוגית דרך כל ענייני הרגרסיות האינסופיות. הכל ממש דומה גם כאן, ולכן כאן נחסוך את התהליך הזה, ונשנה מייד בהתאם את הנחה ב: דבר בעל מבנה מיוחד מסוג הדברים שבניסיוננו לא נוצר באופן ספונטני. כעת נסיק שקיימת עילה ליקום, ונבחין בין עילה שהיא מסוג הדברים שבניסיוננו שאז התהליך צריך להמשיך לבין עילה שיכולה להיות החוליה הראשונה בשרשרת. החוליה הזאת תוגדר כאן כאלוהים.

**ובכל זאת, הבדל מהטיעון הקוסמולוגי: lex specialis**

ההנחה שדבר מורכב לא נוצר מעצמו היא הנחה של השכל הישר (בפרק הבא נראה שבעצם מדובר בחישוב הסתברותי), ולכן לכאורה היא תקפה ביחס לכל מציאות ולאו דווקא כזאת שמתאימה לניסיוננו. הנחה זו לא נשאבת מהניסיון אלא מהתבונה, וככזו היא רלוונטית לכל העצמים. אם כן, כאן עדיין ניתן להתעקש ולומר שגם אלוהים לא חף מהדרישה הזאת שאם הוא מורכב צריך משהו אחר שייצור אותו.

מאידך, אם נחיל את הדרישה הזאת גם על אלוהים, חזרנו לבעיית הרגרסיה האינסופית. הרי אם כל דבר מורכב זוקק משהו מורכב לא פחות שייצור אותו, אז מה התחיל את הכל? ומצד שני, אם נעצור את הרגרסיה ונניח את קיומה של חוליה ראשונית שעל אף מורכבותה לא זקוקה לסיבה שיוצרת אותה, בזאת ויתרנו על ההנחה שכל דבר מורכב זקוק למרכיב, וכך נפל הטיעון הפיסיקו-תיאולוגי.

דומני שאין מנוס מתמונה מורכבת יותר. כאשר יש שני עקרונות סותרים ששניהם נראים לי סבירים, אעדיף לסייג את האחד או את האחר ולא לוותר לגמרי על אחד מהם. במקרה שלנו, אני לא מוכן לקבל רגרסיה אינסופית, אבל גם סביר מאד להניח שכל דבר מורכב נוצר על ידי משהו או מישהו אחר. אבל שני אלו סותרים, ולכן לכאורה עליי לוותר על אחד מהם. שוב אעדיף לא לוותר אלא לסייג את האחד ולהותיר את שניהם בתוקף. במקרה שלנו אני בוחר להמשיך ולאחוז בהנחה שכל דבר מורכב צריך מרכיב, אבל לסייג אותה. יש כנראה משהו שהוא מורכב ובכל זאת לא זוקק מרכיב (אחרת אני שוב גולש לרגרסיה אינסופית). המשהו הזה הוא החוליה הראשונית בשרשרת הסיבתית שלנו, ואני קורא לו אלוקים.

מדוע בחרתי דווקא במוצא הזה? בספרי **מדעי החופש** הסברתי את העיקרון שקרוי אצל משפטנים lex specialis (העדפת הספציפי). כשיש שני עקרונות סותרים, ואחד מהם כללי יותר מהשני, הספציפי יותר גובר. למשל, אם בהלכה אסור לרצוח, ובו בזמן יש חובה להרוג מחללי שבת, אלו שני עקרונות סותרים. איני יכול לזרוק לגמרי אף אחד מהם, שהרי התורה ציוותה בפירוש את שניהם. לכן אני מסייג את האחד ובכך מאפשר את השני. אי אפשר לסייג את החובה להרוג מחללי שבת, שהרי סייג שלו מבטל אותו לגמרי. זהו עיקרון ספציפי. אבל אפשר לסייג את החובה לא לרצוח ולהחריג ממנה מחללי שבת. במצב כזה נותרים בעינם גם הציווי להרוג מחללי שבת וגם האיסור לרצוח (אם כי מסוייג).

גם במקרה שלנו, אני מסייג את העיקרון שכל דבר מורכב זוקק מרכיב (מחריג ממנו את החוליה הראשונה – אלוהים), וכך מותיר בתוקף גם אותו (אם כי מסוייג) וגם את ההנחה שרגרסיה אינסופית לא אפשרית.

**הגדרת אלוהים לצורך הטיעון הפיסיקו-תיאולוגי**

כבר הערנו בשתי המחברות הקודמות שכל טיעון שמוכיח את קיומו של אלוהים מניח הגדרה כלשהי שלו, ובכל טיעון מדובר בהגדרה אחרת. בראיה האונטולוגית הוכח קיומו של היש השלם ביותר שניתן להעלות על הדעת, ולכן אלוהים הוגדר שם כיש המושלם. בראיה הקוסמולוגית הוכח קיומו של יש שהוא עילת המציאות, וכך הוא הוגדר שם.

ישנם כמה גוונים של טיעונים פיסיקו-תיאולוגיים. כולם יוצאים מהנחה לגבי אופי מסוים של היקום הקיים, ומוכיחים את קיומו של מי שאחראי לו. הראיה מן התכנון יוצאת מהאופי המתוכנן לכאורה של היקום ומוכיחה מכך את קיומו של מתכנן. הראיה מן המורכבות מוכיחה את קיומו של מרכיב או מהנדס שאחראי למורכבות של העולם. הראיה מן ההתאמה מוכיחה את קיומו של מהנדס שדאג ודואג להתאמה בין חלקים שונים ביקום שלנו. כל הטיעונים הללו דומים זה לזה ובעלי אותו מבנה לוגי, ולכן בהמשך הדברים בדרך כלל לא נבחין ביניהם.

שאלת היחס בין היישים השונים שהראיות הללו מוכיחות את קיומם יידון בהמשך במחברת אחרת. ככלל, לא חייב להיות קשר ביניהם, וגם לא כל אחד חייב לקבל את כל הראיות כאחת. מבחינתנו כרגע כל ראיה עומדת לעצמה, וכל אחת מוכיחה את קיומו של היש הרלוונטי מבחינתה.

לסיכום, בטיעון הפיסיקו-תיאולוגי אנחנו מוכיחים את קיומו של מהנדס-על שאחראי על מבנהו המיוחד (המורכב, המתואם, או המתוכנן) של העולם. לכן כאן אלוהים מוגדר כאותו מהנדס-על שתכנן והרכיב את העולם כפי שהוא.

**האופציה של עולם קדום**

כמובן שגם כאן, כמו בטיעון הקוסמולוגי, עומדת ברקע האופציה של עולם קדום. אם העולם הזה תמיד היה כפי שהוא אין צורך להניח את קיומו של בורא. זה לא באמת ערעור על הטיעון. בעצם הטיעון הזה רק חושף עוד הנחה סמויה שקיימת ברקעו של הטיעון הפיסיקו-תיאולוגי, והיא שהמציאות המורכבת שעליה אנחנו מדברים נוצרה בשלב כלשהו (היא אינה קדומה). הערעור מהקדמות בעצם שואל מהי ההצדקה להנחה זו?

נקדים שגם בהקשר הנוכחי התמונה של עולם קדום, או בעצם הערעור הזה על הטיעון הפיסיקו-תיאולוגי, נדחים באותה צורה כמו שראינו במחברת על הראיה הקוסמולוגית: פילוסופית מדובר באינסוף קונקרטי שלא מתקבל על הדעת, ופיסיקלית כבר ידוע לנו שהיקום הוא בעל גיל סופי, כ-14 מיליארד שנה, ולא אינסופי. זוהי ההצדקה להנחה שהעולם שלנו אכן אינו קדום. לא נחזור כאן שוב על כל הדיון.

ובכל זאת, יש נקודה חשובה אחת שעלינו לחדד דווקא בהקשר של הראיה הפיסיקו-תיאולוגית. הטענה היא שגם אם נניח שהתמונה של עולם קדום היא כן אפשרית, אין בכך בהכרח ערעור על הטיעון הפיסיקו-תיאולוגי. במחברת על הטיעון הקוסמולוגי (בסוף פרק ו) עמדנו על ההבחנה בין עקרון הסיבתיות לבין עקרון הטעם המספיק. ראינו שם שעקרון הטעם המספיק רלוונטי גם ליישים קדומים (שלא נוצרו אף פעם). עוד ראינו שם, שבמידה ומדובר ביישים מורכבים ומיוחדים אזי עקרון הטעם המספיק מתבקש כפל כפליים. כשאנחנו רואים מולנו יישות מורכבת ומיוחדת ותוהים מי יצר אותה, או למה היא כפי שהיא, התשובה שהיא היתה כאן מאז ומעולם לא נותנת לנו מענה מספק. עדיין נותרת השאלה מדוע היא כה מיוחדת כפי שהיא? הרי היא יכלה להיות בעלת אינספור צורות אחרות, בוודאי גם פחות מורכבות. אז מה הטעם המספיק לכך שהיא כפי שהיא? עוד הזכרנו שם את שאלת הטעם למיוחדות של חוקי הטבע, שאליה עוד נשוב בהמשך הדברים.

**ניסוח שלם יותר של הטיעון הפיסיקו-תיאולוגי**

מהדיון שנערך עד כאן אנחנו מגיעים לניסוח הבא של הטיעון הפיסיקו-תיאולוגי:

הנחה א: ידוע לנו שהיקום קיים זמן סופי כלשהו, ולכן הוא נוצר (לא היה קיים תמיד).

הנחה ב: ידוע לנו שהוא מורכב/מתואם/מתוכנן.

הנחה ג: ידוע לנו שהוא (או: המורכבות שלו היא) מסוג הדברים שלא נוצרים באופן ספונטני.

מסקנה: היה משהו או מישהו אחר שיצר אותו, כלומר תכנן והרכיב אותו.

חשוב לשים לב שעקרון הסיבתיות אותו אנחנו מניחים כאן (הנחה ג) אינו זהה לגמרי לעיקרון שהניח הטיעון הקוסמולוגי. שם הנחנו שלכל יש קיים מהסוג שבניסיוננו יש עילה שבראה אותו. לעומת זאת, כאן אנחנו מניחים שאם הדבר שקיים הוא מורכב/מתואם יש מי שאחראי למורכבות ולהתאמה הללו. ניתן לומר שהוא סיבתה של המורכבות של העולם, אבל במבט נוסף נראה שבעצם מדובר כאן בעיקרון מעט שונה. כדי לחדד את העניין הזה נעשה פסק זמן קצר להצגת החוק השני של התרמודינמיקה ומושג האנטרופיה.

1. **החוק השני של התרמודינמיקה: אנטרופיה כמדד כמותי לסדר**

**מבוא**

אמנם בהמשך יתברר לנו שאין צורך בחוק השני של התרמודינמיקה כדי לדון בטיעון הפיסיקו-תיאולוגי, אבל מכיון שהוא עולה רבות בדיונים הללו והוא מחדד אספקט חשוב של הטיעון נציג אותו כאן בקצרה.

**החוק השני**

התרמודינמיקה, תורת החום, היא אחד מתחומי היסוד בפיסיקה. החוק השני של התרמודינמיקה קובע שבתהליך שמתרחש במערכת סגורה (שאין בה התערבות חיצונית) האנטרופיה לעולם לא יורדת עם הזמן. כדי להבין את הפשר של מושגים תרמודינמיים כמו אנטרופיה (ואפילו טמפרטורה), ניתן להעמיד אותם על ניתוח סטטיסטי מיקרוסקופי, מה שמכונה מכניקה סטטיסטית. הניתוח הזה מראה שאנטרופיה היא מדד למידת הסדר של המערכת. כך, לדוגמה, אנחנו מכירים תהליכים שבהם עציץ שמונח על הגג נופל לקרקע ומתנפץ לרסיסים. אבל איננו מכירים תהליך שבו אוסף רסיסים על הקרקע עולה לגג ומסתדר לו בצורה של עציץ שלם. ואם תרצו, איננו מכירים גם תהליך כזה שמתרחש על פני הקרקע (בלי להמריא למעלה). אחד המקרים הבסיסיים שהמכניקה הסטטיסטית מנתחת הוא מה שמכונה שם גז אידיאלי, כלומר אוסף של חלקיקים נקודתיים שמצויים במיכל אטום. נניח שבשלב כלשהו אנחנו מרכזים את כולם בפינה אחת של המיכל. כל אחד מבין שתוך זמן קצר הם יהיו מפוזרים באופן די אחיד ברחבי המיכל. לעומת זאת, אחרי שהגענו למצב של פיזור אחיד של החלקיקים במיכל, לא נראה לעולם את כולם מתרכזים בפינה אחת שלו, ולו לשנייה אחת.

כיצד כל זה קשור חוק השני ולאנטרופיה? הזכרנו שאנטרופיה היא מדד לסדר של המערכת. פירוש הדבר הוא שבתהליך טבעי הסדר של מהערכת רק הולך וקטן (ובוודאי לא גדל), כלומר האנטרופיה לא קטנה. המצב של עציץ שלם הוא מסודר יותר מעציץ מנופץ. וכך גם המצב של חלקיקים שנמצאים כולם בפינה אחת של המיכל הוא מסודר יותר מהמצב שלהם מפוזרים אחיד ברחבי המיכל. אם כן, בתהליך לא מבוקר ללא התערבות חיצונית אי הסדר לעולם גדל. אם יבוא מישהו שיארגן את החלקים של העציץ וידביק אותם, הוא כמובן יגדיל את הסדר במערכת. אבל זה נעשה על ידי התערבות מכוונת ולא בתהליך ספונטני וטבעי. לכן החוק השני

**מהי אנטרופיה, וכיצד היא קשורה לסדר?**

 כיצד מגדירים סדר בהקשר זה? רבים יאמרו שמצב של פיזור אחיד במיכל הוא דווקא מסודר יותר. סדר לעניין זה פירושו ייחודיות. מצב מסודר הוא מצב ייחודי. כיצד ניתן לכמת ייחודיות של מצבים? המדד של הפיסיקאים לסדר/ייחודיות של מצב הוא כמות המצבים המיקרוסקופיים השקולים לאותו מצב מקרוסקופי. ככל שיש יותר מצבים מיקרוקופיים שקולים, כל אחד מהם הוא פחות ייחודי, ולכן זהו מצב פחות מסודר.

כדי להבין זאת, נתבונן בדוגמה. חשבו על מיכל בצורה של שרשרת של חללים קוביתיים שבתוכו יש "גז אידיאלי" של חלקיקים קובייתיים בגודל של אחד החללים. נייצג את החלקיק הקובייתי כך: , ואת השרשרת כולה כך: . לצורך ההדגמה, נניח שב"גז" שלנו יש 3 חלקיקים, וה"מיכל" הוא שרשרת באורך 10 תאים.

כעת נגדיר שני סוגי מצבים:

מצב מקרוסקופי – זהו תיאור שנותן לנו כמה חלקיקים יש בכל מקום ב"מיכל" שלנו. נתאר מצב כזה בצורה של ווקטור של עשרה מקומות (שמייצגים מיקום בשרשרת), ובכל אחד מהם יש מספר בין 1 ל-3 (כמות החלקיקים באותו מקום): למשל, הווקטור (1,0,0,0,0,2,0,0,0,0) מתאר מצב מקרוסקופי שבו יש חלקיק אחד במקום השמאלי ביותר ושני חלקיקים במקום השישי משמאל. מצב כזה הוא מקרוסקופי כי הוא לא נכנס לשאלה מה מצבו של כל חלקיק בודד, ומיהו בדיוק החלקיק שנמצא בכל אחד מהמקומות. זהו תיאור של מצב ה"גז" בכללותו, ולא של מצבו של כל "חלקיק" בתוכו.

מצב מיקרוסקופי – זהו תיאור פרטני של מצבו של כל חלקיק. כדי לתאר אותו נשתמש בווקטור של שלושה מקומות (עבור חלקיק 1, 2 ו-3),[[3]](#footnote-3) כשבכל מקום כזה יש מספר בין 1 ל-10 שמתאר את מיקומו של החלקיק הזה. לדוגמה, הווקטור (1,6,6) מתאר מצב שבו חלקיק מס' 1 נמצא במקום 1 (השמאלי ביותר), ושני החלקיקים הבאים נמצאים במקום 6.

כעת קל לראות שיש כמה מצבים מיקרוסקופיים שנותנים לנו את אותו מצב מקרוסקופי. לדוגמה, המצב המיקרוסקופי הבא (6,1,6), מתאים גם הוא למצב המקרוסקפי שתואר למעלה. פשוט החלפנו את מקומותיהן של חלקיקים 1 ו-2. ברמה המקרוסקופית עדיין יש שני חלקיקים במקום 6 ואחד במקום 1, ולכן מצבה המקרוסקופי של השרשרת לא השתנה בעקבות ההחלפה המיקרוסקופית הזאת. כך הוא גם במצב המיקרוסקופי (6,6,1). אם כן, במקרה זה יש שלושה מצבים מיקרוסקופיים שמתאימים לאותו מצב מקרוסקופי.

כאשר שלושת החלקיקים מפוזרים בשלושה מקומות בשרשרת (בחלל המיכל), לדוגמה הווקטור (0,0,0,1,0,0,1,0,0,1) מתאר מצב מקרוסקופי שבו יש חלקיק אחד במקום 4, אחד במ'קום 7 ואחד במקום 10. אנחנו מקבלים את המצב המקרוסקופי הבא: . כמה מצבים מיקרוסקופיים מתאימים למצב המקרוסקופי הזה? 6 מצבים בדיוק. במקום 4 יכול להיות אחד משלושת החלקיקים, במקום 7 אחד משני הנותרים ובמקום 10 יהיה השלישי. לדוגמה, המצב המיקרוסקופי (4,7,10) או המצב המיקרוסקופי (10,4,7) וכן הלאה.

כעת נוכל להבין את המושג סדר או ייחודיות ואת הקשר ביניהם. נתבונן במצב בו כל החלקיקים נמצאים בחלל הימני, כלומר הווקטור המקרוסקופי הוא (0,0,0,0,0,0,0,0,0,3). התיאור הגרפי של המצב הזה הוא הבא: .

כמה מצבים מיקרוסקופיים מתאימים למצב כזה? 1 בלבד כמובן, רק זה: (10,10,10).

אם כן, המצב שבו כל החלקיקים מרוכזים בצד אחד של המיכל הוא מסודר, כלומר ייחודי, יותר ממצב בו הם מפוזרים על פני כולו. כשהם מפוזרים יש לנו 6 מצבים מיקרוסקופיים שקולים ולכן כל אחד מהם הוא פחות ייחודי.

מה יקרה כשיהיו לנו 10 חלקיקים בשרשרת כזאת? המצב הכי לא מסודר (לא ייחודי) הוא כאשר כולם מפוזרים באופן אחיד, כלומר אחד בכל תא. מספר המצבים המיקרוסקופיים שיתאימו למצב המקרוסקופי הזה הוא 10!, כלומר 3,628,800. קיבלנו כמעט ארבעה מיליון מצבים שונים שכולם שקולים, ומשמעות הדבר היא שכל אחד מהם הוא מצב מאד לא ייחודי. לעומת זאת, במצב שכל החלקיקים מרוכזים בצד ימין או שמאל של המיכל (או בכל קוביה אחרת בתוכו) יש רק מצב מיקרוסקופי אחד שמתאים למצב המקרוסקופי הזה. לכן זהו מצב הרבה יותר ייחודי (מסודר). קל להסיק שאם מדובר בעוד יותר מקומות ויותר חלקיקים, רמת אי הסדר (חוסר הייחודיות) ממש משתוללת כשהפיזור הוא אחיד, לעומת מצב מרוכז שהוא לעולם מסודר (ייחודי). ככל שהמערכת גדולה יותר היחס בין המצבים המסודרים והלא מסודרים הרבה יותר גדול, ובמערכת אינסופית אי הסדר הוא אינסופי. ניתן לומר, אם כן, שבגבול האינסופי יש רק מצבים לא מסודרים.

**הסבר מיקרוסקופי לחוק השני של התרמודינמיקה**

כעת נוכל להבין מדוע אם מזהים את הסדר (הייחודיות) של המצב עם האנטרופיה של הגז, אזי החוק השני של התרמודינמיקה הוא תוצאה מובנת מאליה. אם אנחנו מתחילים ממצב שבו כל החלקיקים מרוכזים בצד ימין של השרשרת, וכעת משחררים אותם ונותנים לכל אחד מהם להסתובב באופן חופשי בין המקומות. המצב המקרוסקופי והמיקרוסקופי משתנים כל העת באופן אקראי,[[4]](#footnote-4) והמערכת עוברת בין מצבים מיקרוסקופיים שכל אחד מהם מגדיר מצב מקרוסקופי. מכיון שיש הרבה יותר מצבים מיקרוסקופיים לא מסודרים (שמתאימים להתפלגות אחידה במיכל) מאשר מצבים מסודרים (שהחלקיקים מרוכזים יותר), המערכת כמעט תמיד תהיה במצב לא מסודר כלומר מפולגת בערך אחיד במיכל. במספר חלקיקים אינסופי ואורך שרשרת אינסופי ניתן לומר שהמערכת תהיה תמיד במצב הכי לא מסודר (כי מספר מצביו עצום לעומת כל מצב אחר). לכן בהיעדר יד מכוונת המערכת תמיד תנוע לקראת אי סדר, כלומר תהיה מפולגת אחיד בכל המיכל. זו משמעות הקביעה שמערכת שפועלת באופן ספונטני בלי יד מכוונת הופכת להיות פחות ופחות מסודרת (כלומר במצבים פחות ופחות ייחודיים). גם עציץ מנופץ הוא מצב פחות ייחודי (ולכן פחות מסודר), ולכן מערכת ללא הכוונה חיצונית תעבור ממצב של עציץ שלם למנופץ, ולא להיפך. זוהי הדגמה (פשטנית משהו) לחוק השני של התרמודינמיקה על רגל אחת.

**שתי הערות להשלמת התמונה**

כמובן שאפילו בגז אידיאלי כל חלקיק הוא בעל תכונות מיקרוסקופיות נוספות פרט למיקום שלו (למשל מהירותו), וכדי לנתח את זה עלינו לחזור על התהליך שתיארתי כאן כשהשרשרת שלנו עכשיו היא בעצם טבלה שש ממדית (מה שקרוי אצל פיסיקאים "מרחב הפאזה") שבה כל משבצת מייצגת ערך מסויים של מיקום (בשלושה ממדים) ושל מהירות (בשלושה ממדים). יש מערכות שבהן יופיעו תכונות נוספות ואז התיאור מסתבך עוד יותר. אבל העיקרון שתיארנו כאן על בסיס המיקום בלבד נכון גם במערכות המסובכות יותר.

עוד נעיר כאן שמזווית אחרת ניתן לראות את המצבים המסודרים כמצבים עתירי מידע. עציץ מסודר הוא מצב שיש בו מידע רב יותר (המידע הוא בעצם הסדר המסוים של החלקים שמורכבים יחד) מאשר עציץ מנופץ (שם לא משנה הסדר ולכן כמעט אין מידע רלוונטי), ולכן יש בו פחות אנטרופיה. החוק השני קובע שבתהליך ספונטני לא נגיע למצב בו יש יותר מידע מהמצב ממנו יצאנו. תהליך ספונטני מאבד מידע ולא צובר מידע. מידע נצבר רק בפעולה מכוונת, אבל שיכחה, כלומר אבדן מידע, יכולה להתרחש גם מעצמה. הקשר בין מידע לאנטרופיה הוא עמוק הרבה יותר, וכאן לא אוכל (וגם לא נחוץ) להיכנס אליו.

**בחזרה לטיעון הפיסיקו-תיאולוגי**

מבנים כמו אורגניזמים חיים, והיקום שלנו בכלל, הם מבנים מורכבים מאד (עתירי מידע). עלינו לזכור שלמעלה כבר דחינו את האופציה של עולם קדום (לפחות העולם המורכב שלנו). תיאוריית המפץ הגדול מלמדת אותנו שבראשית היתה נקודת חומר, שלא היו בה חיים ולא מבנים מורכבים, וזה מצב פשוט בתכלית, כמעט חסר מידע.[[5]](#footnote-5) לעומת זאת, כעת אנחנו רואים סביבנו יקום מורכב ומתואם עם מגוון אדיר של צורות חיים. פירוש הדבר הוא שהאנטרופיה הכללית של העולם הלכה וקטנה עם הזמן (הסדר, הייחודיות, או המידע, גדלו). במילים פשוטות, העולם הולך ונעשה מסודר ומורכב יותר עם הזמן, כלומר העציץ המנופץ שלנו הולך ונבנה לאיטו מחלקיו. אבל לפי החוק השני תהליך של הקטנת אנטרופיה לא אפשרי במערכת סגורה, ולכן משמעות הדבר היא שהיקום הוא מערכת פתוחה, כלומר שיש גורם חיצוני שפועל בו ומשפיע עליו, והוא שמקטין את האנטרופיה שלו. בעצם הגורם הזה אחראי להיווצרות הסדר או המידע. הוא שעושה סדר בכאוס הטבעי שהיה אמור להיות כאן. במינוח הזה, הטיעון הפיסיקו-תיאולוגי בעצם מסיק את קיומו של הגורם החיצוני הזה, אלוהים, מתוך הסדר שהלך ונוצר ביקום.

כאן אנחנו מגיעים מחדש לתחליף לעקרון הסיבתיות בהקשר של הטיעון הפיסיקו-תיאולוגי (הנחה ג בניסוח הסופי שלמעלה). על פניו לא מדובר כאן בעקרון הסיבתיות (שלכל התרחשות יש סיבה) אלא במשהו קצת שונה. לא מדובר כאן בסיבה להתרחשות וגם לא בעילה לקיומם של יישים (על ההבחנה הזאת, ראה במחברת על הטיעון הקוסמולוגי). מדובר כאן בקיומו של גורם למבנה מיוחד של משהו. החוק השני מלמד אותנו שהיווצרות סדר צריכה גורם שיוצר את הסדר, והוא עומד כאן במקום הלוגי שעקרון הסיבתיות תפס בטיעון הקוסמולוגי.

אמנם גם כאן כמו במחברת על הטיעון הקוסמולוגי ניתן לומר שזהו מקרה פרטי של עקרון הסיבתיות. הרי אם כפי שראינו המורכבות הזאת אכן נוצרה, או הולכת ונוצרת (היא לא תמיד היתה), אזי ההיווצרות הזאת היא עצמה התרחשות בעולם, וככזו היא זוקקת סיבה לפי עקרון הסיבתיות. עקרון הסיבתיות עוסק בכל התרחשות, וקובע שהתרחשות זוקקת סיבה. בטיעון הקוסמולוגי ראינו שהעיקרון שקובע את קיומה של עילה ליישים שבעולמנו (וליקום עצמו) גם הוא מקרה פרטי של עקרון הסיבתיות, שכן היווצרות היישים הללו היא התרחשות. כאן אנחנו רואים שבהקשר של הטיעון הפיסיקו-תיאולוגי מי שמשחק את התפקיד הזה הוא החוק השני, וגם הוא מקרה פרטי של עקרון הסיבתיות. הוא קובע שקיימת סיבה להתרחשויות מסוג מסוים, היווצרות של מורכבות, התאמה, או סדר.

**תפקידו של החוק השני בטיעון הפיסיקו-תיאולוגי**

בדיוק בגלל מה שראינו כעת, בדיון על הטיעון הפיסיקו-תיאולוגי אין צורך אמיתי להשתמש בחוק השני של התרמודינמיקה. מה שנדרש לצורך הטיעון אינו אלא האינטואיציה הפשוטה שטמונה מאחוריו, שדבר מורכב לא נוצר באופן ספונטני (מעצמו). את זה כנראה הבינו עוד הרבה לפני שחלמו על התרמודינמיקה, והגרסה המתמטית בה השתמשנו כאן (החוק השני) אינה אלא לבוש מתמטי ומדעי לאינטואיציה הפשוטה הזאת. בעצם הטיעון הפיסיקו-תיאולוגי מניח שדברים מורכבים לא נוצרים מעצמם, או שמורכבות לא נוצרת באופן ספונטני. אחרי שמבינים את הפשר שנותנת לו המכניקה הסטטיסטית, רואים שאין בחוק השני מאומה מעבר לאינטואיציה הזאת. הוא לכל היותר מחדד ומכמת אותה.

כדי לחדד זאת יותר, נראה השלכה אחת של ההבחנה הזאת. החוק השני מדבר על הגדלה (או אי הקטנה) של סך כל האנטרופיה של המערכת המדוברת. אין מניעה מדעית לכך שתצטבר אנטרופיה באיזור מסוים של המערכת, או המיכל (כי האיזור הזה הוא מערכת פתוחה להשפעות משאר המיכל), כל עוד יש פיצוי בהגדלה של האי סדר באיזורים אחרים שלה. יכולים להיות איזורים מסויימים במערכת שבהם האנטרופיה תגדל על חשבון איזורים אחרים. כך, ניתן לבנות בתים באיזור אחד על ידי חציבת אבנים באיזור אחר. במצב כזה, באיזור הבתים הסדר כמובן גדל, אבל הוא קטן באיזור המחצבה (שם אי הסדר גדל). לכן סך הסדר ביקום יכול להישמר, ובכל זאת בתוכו יכולים להיווצר מבנים מורכבים ועתירי מידע (כמו בעלי חיים). אם כן, החוק השני לא מונע היווצרות של בעלי חיים, אלא רק קובע שההיווצרות הזאת באה על חשבון הגדלת הרעש והמהומה בסביבה (בשאר היקום).

האם העובדה הזאת מערערת את הטיעון הפיסיקו-תיאולוגי? בהחלט לא. אם הטיעון היה מבוסס על החוק השני, ייתכן שיש כאן הצעה אלטרנטיבית שמייתרת את המסקנה לגבי אלוהים (הגורם החיצוני). תהליכים בתוך המערכת יכולים לגרום להיווצרות חיים על חשבון אי סדר בשאר חלקיה. אבל כשמסתכלים על זה בעיניים פילוסופיות, עדיין ברור לכל בר דעת שחיים לא נוצרים סתם כך מעצמם. גם לא על חשבון אי סדר בסביבה. האינטואיציה הפילוסופית הזאת נותרת בעינה, והיא הבסיס האמיתי לטיעון הפיסיקו-תיאולוגי.

נזכיר שגם בטיעון הקוסמולוגי לא השתמשנו בחוק שימור החומר אלא באינטואיציה הפילוסופית שלקיומם של יישים (מהסוג שנתון לנו בניסיון) יש עילה. וכך גם טיעון הפיסיקו-תיאולוגי לא באמת מניח את החוק השני של התרמודינמיקה אלא את האינטואיציה הפילוסופית שבבסיסו.

זוהי דוגמה נוספת לכך שכשמנהלים דיון בסוגיא פילוסופית ומתמקדים במישור המדעי אנחנו עלולים לטעות. חוקי המדע הם רף תחתון, תנאי הכרחי אך לא מספיק. מעבר לו, יש אינטואיציות פילוסופיות שיש לקחת גם אותן בחשבון, בפרט כשעוסקים בדיון פילוסופי. אזכיר כאן שראינו דוגמה נוספת לכך בפרק ה של המחברת על הטיעון הקוסמולוגי, שם עסקנו בתיאוריה של אנכסימנדרוס על היווצרות העולם מניגודים. גם שם ראינו שבתהליך כזה אף חוק שימור לא מופר, ולכן התהליך הוא אפשרי מדעית. אבל האינטואיציה הפילוסופית עדיין אומרת שלא סביר שדבר כזה יקרה, ואין לכך סתירה מההיתכנות המדעית. שם כינינו זאת חוק שימור היישות, שהוא חוק בפילוסופיה ולא חוק בפיסיקה. גם בפרק ז שם עמדנו על תופעה דומה בדיון על הויטאליזם. ראה גם בסעיף האחרון של המחברת ההיא (לפני הסיכום) בדיון על אמונה באלוהים כטענה מדעית.

1. **ערעורים ראשונים על הטיעון הפיסיקו-תיאולוגי**

**מבוא**

כאמור, הטיעון הפיסיקו-תיאולוגי הוא עתיק יומין ונפוץ מאד. לא פלא שרבו גם הערעורים עליו, חלקם מההיבטים הפילוסופי ואחרים מהיבטים מדעיים (למשל, הערעור מהחוק השני של התרמודינמיקה שאפשר הצטברויות מקומיות של אנטרופיה שנדון בפרק הקודם). בפרק זה נציג כמה מהנפוצים שבהם.

**מפלצת הספגטי המעופפת ושאר חברים דמיוניים**

אחת מהשאלות הראשונות שעולה תמיד כשמוצג הטיעון הפיסיקו-תיאולוגי היא: מדוע המסקנה היא שדווקא אלוהים הוא זה שהוכחנו את קיומו? הגורם החיצוני שדאג ודואג למורכבות ולהתאמה ביקום יכול בה במידה להיות גם מפלצת הספגטי המעופפת, או כל ישות אחרת. כל אלו הם חברים פרי הדמיון, ולכן אתיאיסטים נוהגים להתייחס לאמונה באלוהים כאמונה בחבר דמיוני. הוא אחד משלל יישויות בדיוניות שניתן להוכיח את קיומן באותה צורה תמהונית (לשיטתם).

שאלה נוספת היא למה להניח שיש רק אלוהים אחד? למה שלא יהיו ארבעה אלוהים, או אלף? עוד שאלה שעולה היא מדוע לא להניח שהוא לא אינסופי אלא רק בעל יכולות מאד חזקות (זה חלק מהערעור של קאנט עצמו על הראיה הזו)? כל מה שאנחנו יודעים הוא שאלוהים יצר את המורכבות וההתאמה של היקום (וגם את היקום עצמו, לפי הטיעון הקוסמולוגי). האם לשם כך דרושות יכולות אינסופיות?

כל השאלות הללו שעולות גם כלפי הטיעון הקוסמולוגי מעידות על חוסר הבנה של הטיעונים הללו (הקוסמולוגי והפיסיקו-תיאולוגי). כל מה שהטיעון הקוסמולוגי מוכיח הוא שקיימת יישות כלשהי שאחראית לקיומו של העולם (עילתו), ומה שהטיעון הפיסיקו-תיאולוגי מוכיח הוא שקיימת יישות שאחראית למורכבות ולהתאמה ששוררים בו. ניתן לקרוא ליישות הזו מפלצת הספגטי המעופפת, אלוהים, יקום פורקן, או בכל שם אחר שנבחר. אפשר אפילו להכריז על פרס למציע השם האטרקטיבי ביותר. אפשר להניח שיש עשרים ושמונה יישים כאלה, ולקשור לכל אחד מהם כתר מיוחד משלו על הראש. כל זה אינו קשור לראיה הפיסיקו-תיאולוגית עצמה. זו טוענת אך ורק את הטענה הבאה: ישנה יישות כלשהי (לפחות אחת) שבראה/מנהלת את העולם, ומכאן שגם יש לה את היכולות (לא בהכרח אינסופיות) ליצור עולם ומורכבות כאלה. הא ותו לא. הטיעונים הללו לא אומרים איך קוראים ליישות הזאת, או שהיא יישות אחת, מה בדיוק מאפייניה ויכולותיה (למעט החסם שהיא מסוגלת ליצור את העולם ואת המורכבות שבו), ובודאי לא טוענים שהיא מצפה מאיתנו להניח תפילין, לכבד הורים, ללכת לכנסייה בכל יום זוגי, או אחת ליובל. הטיעונים הללו גם לא אומרים שהיישות הזאת התגלתה למישהו בעולם הזה (יהא זה בהר סיני, או על המים בכינרת), או שהיא פועלת באופן הגיוני, או אולי לא. כל מה שהטיעונים הללו מלמדים שקיימת יישות כלשהי שאנחנו לא יודעים כלום עליה למעט חסם תחתון על יכולותיה וכוחה (היכולת ליצור את היקום שלנו וכל אשר בו).

בה במידה, ההצעה שחוקי הטבע יכולים להיות בעצמם החוליה הראשונה בשרשרת, כלומר הסיבה שחוללה את המורכבות הזאת, אינה פותרת את הבעייה. כפי שראינו במחברת על הטיעון הקוסמולוגי, חוקי הטבע אינם יישים אלא תיאור של פעולתם של יישים. לכן הם לא יכולים לגרום לשום דבר, אלא לכל היות לתאר את תהליך הגרימה. בתחילת השרשרת חייב להימצא יש כלשהו, ואם חוקי הטבע הם יישים, אז מבחינתנו הם אלוהים. כאמור, לא אמרנו מאומה על טיבו ואופיו של היש הזה, פרט לזה שהוא ישנו ושהוא גרם לכל מה שאנחנו רואים ביקום שלנו. בהמשך נשוב לשאלת חוקי הטבע כמחוללי המורכבות מזווית נוספת.

**מי ברא את אלוהים?**

זוהי שאלה נפוצה נוספת, וכבר עסקנו בה במחברת על הטיעון הקוסמולוגי. שם ראינו שאם ממשיכים את קו המחשבה הזה מגיעים לרגרסיה אינסופית. ובמילים אחרות, גם המערערים לא מציעים מענה לקושי הזה, ולכן הוא לא רלוונטי לדיון שלנו. להיפך, המסקנה היחידה האפשרית היא שבתחילת השרשרת יש חוליה אחת שלא נמצאת תחת ההנחה שחייבת להיות סיבה לקיומה או לאופיה המיוחד. כאן למעלה כבר תיקנו את נוסח הראיה כדי להתמודד עם הערעור הזה, ואמרנו שההנחה שמורכבות לא נוצרת באופן ספונטני רלוונטית גם ליישים מהסוג שנתון לנו בניסיון.

אמנם ניתן לנסח את הערעור הזה באופן שהוא ייחודי לטיעון הפיסיקו-תיאולוגי. ראינו למעלה שמורכבות לא נוצרת באופן ספונטני. הגורם שיוצר את המורכבות הזאת בעצם משקיע בה מידע שקיים אצלו, וכך הוא יוצר אותה. גורם לא אינטליגנטי לא יוכל לייצר דבר מורכב ומתואם, וזה בדיוק גוף טיעון שלנו. אלא שאם זה כך, אז הגורם הזה עצמו צריך להיות בעל מורכבות שהיא לפחות כמורכבות הדבר שאותו הוא מתכנן ומרכיב, שהרי המידע שנמצא אצלו הוא הבסיס למורכבות ביש שהוא יצר (היקום). אם כך הדבר, אזי שוב חזרנו לאותה שאלה: אלוהים הוא יצור מורכב (יש בו מידע אדיר), והשאלה היא מה יצר את המורכבות הזאת? השאלה מי יצר את אלוהים מתורגמת כאן למינוח שרלוונטי לטיעון הפיסיקו-תיאולוגי.

אבל שוב התשובה כאן תהיה אותה תשובה. אם ממשיכים את זה הלאה מגיעים לשרשרת אינסופית, או בעצם למסקנה שהמידע הזה הוא קדמון (נצחי). הוא היה מאז ומעולם. היכן הוא היה? הרי כבר ראינו שלפי הפיסיקה המודרנית היקום שלנו אינו קדמון. אז היכן היה המידע הזה? המקום בו הוא היה ייקרא אצלנו אלוהים. מי או מה יצר אותו? אף אחד. ההנחה שמורכבות לא נוצרת מאליה, או שאין מורכבות קדומה, נכונה רק ליקום שלנו וליישים שבתוכו שיש לנו ניסיון לגביהם. אל לנו ליישם זאת לגבי יישים אחרים. להיפך, חייב להיות יש שלגביו זה לא ישים, שאם לא כן, אנחנו נקלעים בהכרח לרגרסיה אינסופית. בדיוק כמו שראינו בדיון המקביל במחברת על הטיעון הקוסמולוגי. גם החוק השני של התרמודינמיקה שהוא חלק מהפיסיקה אינו ישים על יישים שאינם חקל מהפיסיקה, והאינטואיציה שבבסיסו גם היא לא רלוונטית ליישים טרנסצנדנטליים, ולא יכולה להיות ישימה לגביהם (אם ברצוננו להימנע מרגרסיה אינסופית).

ניתן לנסח זאת ביתר דיוק: אלוהים תמיד היה ולכן עקרון הסיבתיות לא מחייב להניח סיבה קודמת למורכבות שלו. לא היה כאן שינוי של אנטרופיה לאורך הזמן. המורכבות הזאת היתה תמיד. אמנם עקרון הטעם המספיק רלוונטי גם ליישים שהיו קיימים תמיד, אבל הוא מדבר על יישים ולא על מורכבויות. ובפרט הוא מדבר על יישים שזוקקים טעם מחוץ להם עצמם (שאינם טעם לעצמם), אבל אלוהים אינו כזה. הוא סיבת עצמו וטעם מורכבותו.

**ערעורים שנוגעים לטיבה של הלוגיקה: הנחת המבוקש והיעדר וודאות**

ישנו ערעור נוסף על הראיה הפיסיקו-תיאולוגית שעלינו לדון בו. הטיעון הפיסיקו-תיאולוגי מניח שלכל דבר מורכב יש יוצר. אבל, כך טוען המערער הנחוש שלנו, זו אינה אלא הנחת המבוקש. אם לא נניח את ההנחה הזו, לא נצטרך להגיע למסקנה שאלוהים קיים.

טענה זו מבטאת חוסר הבנה עמוק במהותה של הלוגיקה. ראשית, כל טיעון לוגי מבוסס על הנחות. השאלה היא רק האם ההנחות הן סבירות או לא. יתר על כן, כפי שראינו במחברת על הראיה האונטולוגית (ראה שם בפרקים ב וי"א, ובמקורות שהפניתי אליהם שם), כל טיעון לוגי תקף לוקה בהנחת המבוקש. הנחת המבוקש היא מצב בו מסקנת הטיעון נמצאת כבר בהנחותיו. תקפות של טיעון לוגי היא תוצאה של העובדה שאין במסקנה משהו מעבר למה שטמון כבר בהנחות, שאם לא כן המסקנה לא היתה נובעת בהכרח מההנחות, כלומר הטיעון לא היה תקף.

נחזור כעת לדיון שלנו. ביסוד הראיה הפיסיקו-תיאולוגית באמת מונח העיקרון שלכל דבר מורכב שבניסיוננו יש סיבה. הנחה זו אכן כוללת בתוכה במובן הלוגי את הטענה שלעולם יש סיבה (שהרי גם הוא מהדברים שנתונים לנו בניסיון). אבל כפי שראינו זה נכון ביחס לכל טיעון לוגי. אם כן, לכל היותר ישנה כאן האשמה של השיקול הפיסיקו-תיאולוגי בכך שהוא טיעון לוגי. ערעור רלוונטי על טיעון לוגי לא יכול להסתפק בכך שהוא מבוסס על הנחות, אלא לטעון שלפחות אחת מההנחות אינה סבירה.

אם כן, מה שנותר למערער לטעון הוא, שההנחה שדבר מורכב לא נוצר באופן ספונטני אינה סבירה בעיניו. אבל זה טיעון בעייתי, שכן מדובר בהנחה סבירה בהחלט, ודומני שבכל הקשר אחר רוב ככל האנשים מקבלים אותה. צריכה להיות סיבה מיוחדת כדי שנסייג את העיקרון הזה ונאמר שהוא לא רלוונטי להקשר מסויים. בכל אופן, נכון הוא שהראיה הפיסיקו-תיאולוגית פונה אך ורק לאלו שמקבלים את ההנחה הזאת.

מכאן גם ברור שהטיעון הזה לא יכול להוביל בוודאות למסקנה שיש אלוהים. טיעון שמבוסס על הנחות לעולם אינו וודאי. כבר בפרק א עמדנו על כך שהטיעון הקוסמולוגי והפיסיקו-תיאולוגי אינם ניתוח מושגי גרידא (כמו שמתיימר להיות הטיעון האונטולוגי), ולכן הם כלל לא מתיימרים להיות וודאיים. קבלת המסקנה מותנית באימוץ ההנחות של הטיעון.

**ערעור לוגי על מבנה הטיעון**

ישנם אתיאיסטים שיאמרו שהתזה אודות אלוהים לא יותר סבירה מהתזה המנוגדת. אמנם נכון שאין לנו הסבר כיצד נוצרה המורכבות הזאת, אבל ההסבר של אלוהים אינו סביר בעיניהם, ולכן הם מעדיפים להישאר עם התמיהה. יש שיאמרו שנגזר עליהם להישאר בתמיהה (מה שמאד מתאים לערך הספקנות והתהייה שנחשב מאד בעולמנו).

אבל יש כאן בעייה. הרי סכום ההסתברויות של כל האפשרויות צריך להיות 1. יש במקרה זה רק שתי אפשרויות: או שיש אלוהים שאחראי למורכבות ביקום[[6]](#footnote-6) או שלא (כלומר יש הסבר אחר, ולא משנה מהו). כבר ראינו שההסתברות של היווצרות ספונטנית היא אפסית (ראה עוד להלן). ההסתברות (או, נכון יותר, הסבירות) לקיומו של אלוהים לא ניתנת לחישוב, שכן אין לנו מרחב אפשרויות ולא שום כלי לבחון אותה כשלעצמה. אפשר רק להעלות ספקולציות כאלה או אחרת, לכיוון המאמין או האתיאיסטי. כל מה שנאמר בעניין זה לא יהיה שווה הרבה.

אם כן, הדרך היחידה לחשב את הסיכוי לכך שאלוהים הוא שאחראי למורכבות ביקום היא באופן העקיף הבא: הסיכוי שאלוהים קיים הוא בדיוק 1 פחות הסיכוי להיווצרות ספונטנית (שלגביה יש לנו לפחות אינטואיציה).

ואולי בכל זאת יש אפשרות שלישית? כאמור, זה לא ייתכן. הרי שתי האפשרויות שלנו היו או שיש אלוהים או שיש היווצרות ספונטנית. מישהו או משהו אחר שיצר את העולם גם הוא ייקרא אלוהים לענייננו. כבר ראינו שהטיעון הפיסיקו-תיאולוגי לא נכנס לזהותו של הגורם החיצוני שבו מדובר.

**הערה על קנקן התה השמיימי**

יש בנותן טעם להזכיר כאן בקצרה טיעון לטובת האתיאיזם, שהעלה ברטרנד ראסל. רבים מצטטים אותו, שכן יש בו ניחוח משכנע ורציונלי מאד. חשבו על מצב בו מופיע לפנינו אדם, ומודיע לנו שישנו קנקן תה שקוף וקטן שמסתובב סביב הכוכב צדק, ובגלל גדלו ושקיפותו לא ניתן לצפות בו בשום צורה. האם נכון יהיה לומר שמכיון שאיננו יודעים דבר על הקנקן הזה, עמדתנו לגביו מסופקת? ראסל טוען, ובצדק, שאדם רציונלי לא אמור לחשוב כך. אין לנו שום סיבה לקבל אפילו את האפשרות הזו, ולכן סביר לדחות אותה על הסף.

אם כן, ממשיך וטוען ראסל, גם הטענה שיש אלוהים, שאינו חשוף לכלים אמפיריים-מדעיים בגלל מופשטותו, היא טענה דומה. גם לגביה לא נכון לאחוז אפילו בעמדה אגנוסטית (ספקנית), אלא יש לדחות אותה על הסף, ולהחזיק באתיאיזם נחרץ.

מדובר כאן בטיעון שלפחות חלק מהשימושים שנעשים בו הם בעייתיים. הסיבה לסקפטיות לגבי קנקן התה היא שאין לנו שום אינדיקציה (בלתי תלויה בעד שלנו) לקיומו, ולמיטב הערכתנו גם לדובר עצמו אין מידע טוב יותר. לגבי קנקן כזה, גם אני הייתי אתיאיסט. אבל לגבי האמונה באלוהים המצב הוא לגמרי שונה. הרי כאן ישנו הטיעון הפיסיקו-תיאולוגי שמבסס את השערת קיומו, או לפחות שולל את מופרכותה. אם כעת יבוא מישהו ויטען שאלוהים קיים (לדוגמה, הוא יטען כי פגש אותו בהר סיני), לא נוכל לדחות זאת על הסף. זהו כבר רמז להמשך הדרך, מהאלוהים הפילוסופי לאלוהים הדתי, אבל בכך אעסוק במחברת אחרת בהמשך.

1. **אלוהים זה לא הסבר: על שני סוגי הסברים**

**מבוא**

בפרק זה ברצוני לעסוק בערעור מסוג שונה על הטיעון הפיסיקו-תיאולוגי. גם אם אכן המסקנה היא שאלוהים קיים הדבר לא מהווה הסבר לשאלה מי יצר את המורכבות ביקום שלנו. אחרים טוענים אף יותר מכך, שהמסקנה שאלוהים קיים בעצם לא אומרת מאומה. כל עוד לא הגדרנו על מה אנחנו מדברים, מדובר בסוג של נונסנס.

**הערעור: האם אלוהים הוא הסבר?**

את הטיעון הנפוץ הזה אתאר בניסוח שלקוח ממאמר של אליה לייבוביץ:[[7]](#footnote-7)

***החולשה העיקרית של רעיון המתכנן התבוני הינה בכך שאי אפשר לראות בו הסבר כלשהו לתופעה שאותה הוא מתיימר לבאר. את הטיעון המרכזי העומד בבסיסו אפשר להציג כדלקמן: אף אדם בר דעת לא יחשוב שהציורים המופלאים שצייר מיכלאנג'לו על תקרת הקפלה הסיסטינית נוצרו כתוצאה מתהליכים מקריים, ללא כוונה וללא אינטליגנציה. כיוצא בזה - לגבי מטוס האף-16. על אחת כמה וכמה שהסבר כזה מתחייב למערכות ביולוגיות בעולם, שמורכבותן גדולה לעין שיעור.***

***ואולם, היסק זה מבוסס על קל וחומר של שטות. הסברה שיצור תבוני תיכנן את האף-16 מהווה אמנם הסבר מניח את הדעת לקיומה של מערכת מורכבת זו, משום שאנו יודעים על קיומם של מהנדסי אווירונאוטיקה, באופן בלתי תלוי בהכרתנו את המטוס עצמו. המחשבה שיד אדם תבוני ציירה את הקפלה הסיסטינית יש בה כדי להסביר את הציורים, רק משום שיש בידינו ידיעה מוקדמת על קיומם של יצורים שיכולים לתכנן ולבצע ציורים כאלה.***

***לגבי עולם הטבע והיקום אין לנו כל ידיעה מוקדמת על קיומה של תבונה שמסוגלת לתכננו. הסקה מקיומו של העולם המורכב והמופלא על מציאותו של מתכנן תבוני איננה ביאור של התופעה, אלא תוצאה פסיכולוגית שלה.***

**בעיית ההעמדה על הלא מוכר**

לכאורה טענתו צודקת. כיצד אפשר להתייחס לטיעון שמציע יצורים לא מוכרים שמחוללים את התופעות המוכרות כ"הסבר"? כשרוצים להסביר משהו לא מובן, אנחנו מנסים להעמיד אותו על דברים מוכרים. ואילו כאן אנחנו מעמידים את המוכר (היקום) על הלא מוכר (אלוקים).

ראשית, חשוב לציין שאנחנו לא מחפשים הסברים. הטענה הפיסיקו-תיאולוגית לא מציעה הסבר לכלום, אלא גוזרת מההנחות שלה את המסקנה שיש גורם תבוני ברקע. גם לו לא היה בכך הסבר למשהו, אם הטיעון אכן תקף כי אז זוהי המסקנה שעולה ממנו.

אולם טעות יסודית יותר של לייבוביץ נעוצה בכך שהוא לא מבחין בין שני סוגים של הסבר. הסבר בהקשר יומיומי (ולפעמים גם בהקשר מדעי) הוא אכן "העמדה על המוכר". כאשר אנחנו רוצים להבין מדוע נפל מטוס, אנחנו מחפשים תקלה כלשהי במערכות שלו. אם היה סדק בכנף, זהו הסבר לנפילה, שכן התופעה הלא מובנת (נפילת המטוס) מוסברת באמצעות תופעה מוכרת (חוקי הטבע). כך גם נראה הסבר לגאות ושפל במונחי כוח הגרביטציה. לעומת זאת, כאשר ניוטון הסביר את הגאות והשפל לראשונה, הוא עוד לא הכיר את כוח הגרביטציה. הוא נזקק לסוג הסבר שמגלה חוק מדעי חדש, והסבר כזה מעצם הגדרתו הוא הפוך להסבר המקובל: העמדת המוכר (הגאות והשפל) על הלא מוכר (כוח הגרביטציה). פילוסוף המדע, קרל המפל, מתאר את הבנייה של תיאוריה מדעית בסכימה הדדוקטיבית-נומולוגית, לפיה הסבר מדעי לתופעה יכיל חוק כללי שממנו אפשר לגזור בכלים דדוקטיביים את התופעה כמקרה פרטי של החוק הכללי. זוהי בדיוק העמדה על הלא מוכר, שהיא נשמת אפו של המדע.

כאשר אנחנו מסבירים את הפרסקו בתקרת הקפלה הסיסטינית בכך שמישהו צייר אותו, זוהי העמדה על המוכר. אנחנו יודעים שיש אנשים בעלי יכולת לצייר, ולכן אנחנו מצליחים להעמיד את התופעה שבפנינו על חוק מוכר. אולם אם לא היינו מכירים שום צייר, מה היה עלינו לעשות? האם היה עלינו להניח שהציורים הללו נוצרו מעצמם? ודאי שלא. במקרה כזה היינו מניחים שיש גורם לא מוכר לנו שצייר אותם. זהו הסבר שמעמיד את התופעה שניצבת בפנינו (המוכרת) על טענה בדבר משהו לא מוכר.

הסברים של העמדה על המוכר מאפיינים מצב שבו ההיסק אינו מוסיף לנו ידע חדש. במונחי פילוסופיית המדע של תומס קון, זהו מצב של 'מדע תקני', שבו שולטת הפרדיגמה הקיימת, והיא מצליחה לספק הסברים סבירים לכל התופעות הרלוונטיות. לעומת זאת, בשלב שבו הפרדיגמה הקיימת נכשלת אנחנו מחפשים פרדיגמה חדשה (מהפיכה מדעית, במונחיו של קון). במצב כזה רק הסברים של העמדה על הלא מוכר יכולים להצליח. אנו מחפשים פרדיגמה חדשה, לא מוכרת, שתסביר דברים שלגביהם הפרדיגמה הקיימת נכשלה. כך בדיוק המדע מתקדם, מהמוכר אל הלא מוכר. אם כל ההסברים שלנו היו בגדר של העמדה על המוכר, כיצד המדע היה מתקדם? השלבים בהם המדע מתקדם הם בדיוק המצבים שבהם אנחנו מציעים הסבר לא מוכר לתופעות שבפנינו. אחרי שהחוק הלא מוכר הוצע, ניתן לבסס עליו הסברים לתופעות נוספות, וכעת הם כבר בעלי אופי של העמדה על המוכר.

בישיבה בה למדתי היה בחור שחלה בצהבת. לאחר כחצי שנה של אשפוז למקוטעין, הביאו אליו "מכשף" שהניח יונים על טבורו. הללו מתו בזו אחר זו, וראה זה פלא, לאחר כמה ימים הוא חזר לישיבה בריא. כשסיפרתי זאת להוריי, הם לגלגו על המיסטיקה וחוסר הרציונליות של בחורי ישיבה, והמליצו לי בחום לזנוח את צורת החשיבה הזאת. אבל כפי שאמרתי להם לדעתי במקרה זה הם טעו. אדם רציונלי לא אמור להיצמד למה שהוא יודע או חושב אלא להיות פתוח לקבל עובדות חדשות ולחשוב עליהן כדי לבנות לעצמו תמונת עולם רחבה ומעודכנת יותר. אדם רציונלי אמור להיות מוכן לקבל הסברים חדשים של העמדה על הלא מוכר.

מה שהוריי ייצגו בויכוח בינינו הוא לא רציונליות אלא רציונליסטיות. אדם רציונלי מקבל עובדות ואז חושב עליהן. לעומת זאת, אדם רציונליסטי לא מוכן לקבל עובדות שאינן מתאימות לפרדיגמה שלו. זוהי מטפיסיקה, הוא טוען, או העמדה על הלא מוכר. הוא לא מוכן לקבל הסברים מטפיזיים גם במקום שהם מתבקשים, על אף שאין לו הסבר אחר. אם ניוטון או איינשטיין היו רציונליסטים כאלה, במקום להיות רציונליים, לעולם לא היינו מגלים עולמות מדעיים חדשים. היינו דורשים תמיד הסברים של העמדה על המוכר, ומתמידים בפרדיגמה הקיימת ללא מוכנות לסטות ממנה. שמרנות וקיבעון מחשבתי כזה מיוחסים בדרך כלל לחשיבה דתית, אבל מתברר שהם מופיעים לא פחות, ואולי יותר, בשדותיו של האתיאיסט.

**השוואה להסבר מדעי**

הטיעון הפיסיקו-תיאולוגי בנוי כך:

הנחה א: העולם הוא מורכב.

הנחה ב: אף גורם מבין אלו המוכרים לי לא יכול ליצור עולם כזה.

הנחה ג: עולם מורכב לא נוצר מעצמו.

מסקנה: כנראה קיים גורם אחר, שאינו מוכר לי, שיצר אותו. הבה נכנה אותו "אלוהים".

טיעון מקביל לגבי כוח הכבידה (בזמנו של ניוטון, כאשר הוא עוד לא היה מוכר) בנוי כך:

הנחה א: אני רואה לנגד עיני תופעות כמו גאות ושפל, או נפילת עצמים לארץ.

הנחה ב: אף כוח או גורם מבין אלו המוכרים לי אינו יכול לחולל את התופעות הללו.

הנחה ג: לתופעות פיסיקליות חייבת להיות סיבה (הן לא קורות מעצמן).

מסקנה: כנראה יש גורם שאינו מוכר לי עדיין, שהוא המחולל את התופעות הללו. הבה נכנה אותו "כוח הגרביטציה".

בעיני לייבוביץ, הטיעון השני הוא הסבר ואילו הראשון לא. אבל מה בדיוק ההבדל ביניהם? בשני המקרים מוצע לנו משהו לא מוכר שמסביר דברים שאין לנו הסבר אחר עבורם. המבנה הלוגי של הטיעון הפיסיקו-תיאולוגי עומד באותם סטנדרטים לוגיים שבהם עומדת תיאוריה מדעית. גם הוא הולך מהמוכר (היקום) אל הלא מוכר (אלוהים). למען הסר ספק, אינני טוען כאן שאמונה באלוהים היא תיאוריה מדעית. כפי שראינו בסוף המחברת על הראיה הקוסמולוגית, הטענה שאלוהים קיים לא עומדת למבחן הפרכה אמפירי, ולכן היא לא טענה מדעית. אבל כפי שראינו הדרך אליה היא בעלת אותו מבנה לוגי כמו כל הצעה של חוק מדעי חדש.

**ובכל זאת טענה מדעית**

ניתן אולי לומר אף יותר מכך. אם אכן מורכבותו של העולם מצביעה על קיומו של גורם חיצוני שאחראי לכך, אזי מדובר בטענה מדעית. פשוט הניסוי שמעמיד אותה למבחן הפרכה כבר נערך: התבונן ביקום וראה האם הוא מורכב ומתואם או לא. כבר עשינו זאת ולכן גם הסקנו כבר את המסקנה המתבקשת (שיש אלוהים). הדבר דומה לטענה העורב שראיתי אתמול הוא שחור. האם זו טענה מדעית? לא ניתן להעמיד אותה למבחן הפרכה, שהרי כל עורב שאראה היום, גם אם הוא יימצא לבן, אינו בהכרח העורב של אתמול. האם זה מעמיד בסימן שאלה כלשהו את אמיתותה של הטענה הזאת? מבחן ההפרכה שלה נערך כבר אתמול והיא עמדה בו בהצלחה. גם מבחן ההפרכה של התיאוריה על קיומו של אלוהים כבר נערך, ולכן העובדה שכעת לא ניתן לערוך עוד מבחן (פרט לעצימת העיניים ופתיחתן מחדש ולראות האם העולם עדיין מורכב. אבל גם זה רק יפרוך את קיומו של אלוהים כרגע, אבל רגע קודם הוא היה קיים).

מה שצריך לעמוד כאן למבחן הפרכה הוא ההנחות של הטיעון: 1. שקיים עולם. 2. שהעולם הוא מורכבב/מתואם. 3. שדבר מורכב מסוגי לא נוצר ספונטנית (אם הוא נוצר) ולא מואצל ספונטנית (בלי טעם מספיק, גם אם הוא מעולם לא נוצר). כל ההנחות הללו הן סבירות, וכל אדם סביר מקבל אותן כאמיתיות. בפרט הנחה 3 שהיא המותקפת ביותר דווקא בהחלט עומד בכל מבחני ההפרכה שנעשים לה כל הזמן בפיסיקה (=החוק השני). קיומו של אלוהים הוא רק יישום ספציפי של החוק הזה, ולכן הוא לא צריך לעמוד במבחני הפרכה. גם כשמחשבים פתרון מסוים של משוואה ידועה בפיסיקה למקרה ספציפי, אף אחד לא דורש מהפתרון הזה לעמוד למבחן הפרכה. לכל היותר התיאוריה שבבסיסו (המשוואה) תעמוד למבחן הפרכה: אם הפתרון לא מתאים למה שקורה בפועל, כנראה שהתיאוריה (או המשוואה) לא נכונה.

לסיכום, קיומו של אלוהים אינו תיאוריה. התיאוריה הרלוונטית היא שמורכבות לא נוצרת מעצמה. אלוהים הוא מקרה פרטי שמיישם את התיאוריה הזאת על היקום כולו, וזה הכל. מי שטוען שהתיאוריה הזאת לא תקפה לגבי היקום כולו, בכך כבר עסקנו במחברת על הראיה הקוסמולוגית כשדיברנו על הפנתיאיזם.

**מה משמעות המושג "אלוהים"?**

טענה דומה לזו הקודמת מתייחסת למשמעותו של המושג אלוהים. בעצם לא הגדרנו אותו ולכן הוא לא אומר לנו מאומה. אנחנו לא יודעים עליו מאומה פרט לכך שהוא פותר לנו את הבעיה של היווצרות המורכבות של היקום. אבל דבר כזה אינו פתרון אמיתי. כשיש לנו בעייה כלשהי לא די לנו באמירה יש פתרון, בלי לתאר את הפתרון הזה, אבל לכאורה זה בדיוק מה שנעשה בטיעון הפיסיקו-תיאולוגי. היתה לנו בעייה מניין צצה (או כיצד נוצרה) המורכבות של היקום (האנטרופיה), והתשובה היא שיש משהו, שאיננו יודעים לומר עליו מאומה, שיצר אותה. האם אמרנו בכך משהו בכלל? האם זה לא סתם משחק מילים?

גם כאן דומה כי הערעור הזה לוקה באי הבנה יסודית. הטיעון הפיסיקו-תיאולוגי לא בא לומר מאומה על מהותו של אותו גורם. הוא בסך הכל מסיק את המסקנה המתבקשת מהנחותיו. אם לכל דבר מורכב צריך להיות גורם חיצוני כלשהו שיוצר אותו, והיקום שלנו הוא מורכב, כי אז חייב להיות גורם חיצוני כלשהו שיצר אותו. אם מכנים אותו אלוהים, או כל שם אחר, זה ממש לא חשוב. בדיוק כפי שראינו לגבי הטענה על כוח הגרביטציה. אם היינו רואים את הציורים בקפלה הסיסטינית ולא היינו מכירים ציירים, זה גופו היה מלמד אותנו על קיומם. מה היינו יודעים על המושג "צייר"? מאומה, פרט לכך שבכוחו לצייר. קיומו של הציור מוכיח שיש מישהו שיכול לצייר אותו. זאת גם אם איננו יכולים לומר עליו מאומה. איך קוראים לו? כיצד הוא מתנהג? האם ומה הוא רוצה מאיתנו? וכדומה.

תאר לעצמך שאתה הולך על שפת הים ומוצא עקבות משונים בחול, משהו שלא ראית מעודך. האם לא היית מסיק מכאן שמשהו או מישהו צעד שם והותיר את חותמו בחול? אמנם אינך יודע לומר עליו מאומה פרט לכך שיש לו צורת עקיבות כזו וכזו, ולכאורה לא אמרת מאומה מעבר לזה שלעקיבות הללו יש סיבה. האם זה הכרחי? בהחלט לא. האם זה מדעי? גם לא (כי איננו יודעים להציע ניבוי שייגזר מההצעה שהיה כאן מישהו שהטביע את העקיבות הללו בחול). ובכל זאת, נראה שמדובר במסקנה הגיונית וסבירה מאד בעיני כל אדם רציונלי. אם כן, כעת אנחנו יכולים לשוב למטוס של פרד הויל או לשעון של הכומר פיילי שתוארו בתחילת המחברת, ולראות שהטיעונים שלהם לגמרי סבירים והגיוניים.

**שתי הערות נוספות**

לסיום הפרק, אביא כאן שתי טענות שהופיעו בטוקבקים לסדרת מאמריי ב-YNET-מדע, שכן הן טיפוסיות ומבטאות סוגי אי הבנה שחשוב לסלק אותם .

אחד המגיבים (דן מת"א) שם טען כי המדע אינו מניח את קיומן של סיבות אלא לכל היותר משער את קיומן ומחפש אותן. אך לדעתי דן טועה עובדתית. אני מזמין את הקוראים לערוך ניסוי. אימרו לאיש מדע שעוסק בחקר תופעות כלשהן, שבעצם הוא משחית את זמנו, שכן התופעות הללו מתרחשות סתם כך מעצמן, ללא כל סיבה. לפי דעתו של דן, איש המדע אמור לענות: "בהחלט ייתכן שאתה צודק ידידי היקר, אבל בוא נבדוק ונראה אולי בכל זאת, באופן מפתיע, נמצא סיבה כלשהי". לעומת זאת, אני טוען שאיש מדע מן השורה יאמר משהו בנוסח: "אל תבלבל לי את המוח עם הזיותיך המיסטיות. שום דבר בעולם לא קורה בלי סיבה".

דומני שכך מתנהלת חשיבה רציונלית ומדעית. בהיעדר ראיה ברורה לכיוון ההפוך, אנו מניחים שדברים מתרחשים בגלל מישהו או משהו שמחולל אותם. למעט מקרים אזוטריים בתורת הקוונטים (שגם בהם לא ברור האם באמת אין סיבה. ראה להלן פרק יא), העובדות הן שתמיד אנחנו תולים אירועים ודברים בסיבות.

יתר על כן, כפי שכבר הזכרתי במחברת על הטיעון הקוסמולוגי, אנחנו לא מוצאים את הסיבות אלא מניחים אוטומטית את קיומן (שהרי כל קשר שנראה לנו סיבתי, יכול להתפרש, כפי שהציע יום, כעקיבה זמנית ותו לא). אנחנו רואים בכך קשר סיבתי בגלל ההנחה האפריורית של החשיבה הרציונלית שלנו, שבדרך כלל דברים לא מתרחשים בלי סיבה. אזכיר שוב שאני לא מדבר כאן על וודאות אלא על סבירות.

מגיב אחר (אסף מחיפה) טען שם: "ההנחה [=של הרציונל המדעי] אינה 'לתופעות פיסיקליות חייבת להיות סיבה (הן לא קורות מעצמן)', אלא: 'מערכות בטבע פועלות עפ"י חוקים מסויימים'...". אבל אסף טועה בכך שהוא מערבב בין שני מושגים שונים: *חוק הגרביטציה* מהווה תיאור מתמטי של אירועים פיסיקליים. אבל *כוח הגרביטציה* הוא יש שמחולל את האירועים הללו. הפיסיקאים לא מניחים רק את נכונותו של *חוק גרביטציה* אלא גם את קיומו של *כוח גרביטציה*. כפי שכבר הזכרתי, החוק לא גורם לשום דבר. כדי להציע הסבר סיבתי לתופעה כלשהי חייבת להיות ברקע יישות כלשהי. אגב, הפיסיקאים מניחים זאת גם בטרם צפו בכוח זה או בהשלכותיו.[[8]](#footnote-8) זוהי אינדיקציה נוספת לכך שמדובר בהנחה אפריורית של החשיבה הרציונלית. רק לאחר מכן הם ניגשים לבחון את הניבויים של התיאוריה המוצעת.

המסקנה היא שהטיעון הפיסיקו-תיאולוגי מקביל לגמרי להיסק מדעי ומתאים לגמרי לדרך החשיבה המדעית. יכול אדם לחלוק עליו, וגם על החשיבה המדעית בכלל. אבל קשה לי להבין את מי שתוקף אותו מכוח החשיבה המדעית עצמה.

1. **הערעור מן האבולוציה**

**מבוא**

הויכוח הנצחי בין מי שמכונים הבריאתנים לבין הניאו-דרוויניסטים, מעורר את הרושם שיש לפחות נקודה אחת שמוסכמת על שני הצדדים: שקיימת סתירה בין אמונה באלוהים כבורא העולם לבין קבלת התמונה הניאו-דרוויניסטית (האבולוציה). בפרק זה אראה ששני הצדדים טועים בכך. אציין כי לשאלה זו הקדשתי ספר שלם, **אלוהים משחק בקוביות**, ידיעות ספרים 2011,[[9]](#footnote-9) ולכן כאן אסתפק בתקציר של הנקודות החשובות.

**התמונה הניאו-דרוויניסטית בקליפת אגוז**

בראשית היה המפץ הגדול, שממנו החל להתפשט היקום (בעזרתה האדיבה של שבירת הסימטריה של ההיגס ה"אלוהי"). לאחר מכן ההתפשטות יוצרת כוכבים וגלקסיות (כוח הגרביטציה מתגבר על שאר הכוחות היסודיים). זו מלווה בהתקררות לטמפרטורה שמאפשרת את קיומנו. בשלב שלאחר מכן, או באופן אקראי (מקרה מוצלח, לדעתו של דוקינס), או בעקבות אביוגנזה (היווצרות של חיים מתוך מציאות דוממת, תחום שנמצא כעת במחקר נמרץ אם כי בינתיים ללא תוצאות ברורות), נוצרו שרשראות החלבונים הראשוניות. מכאן והלאה שם המשחק הוא אבולוציה. בתהליך זה נוצרים מאותן שרשראות חלבון ראשוניות יצורים חיים מסוגים שונים, שהולכים ומשתפרים וגם מתגוונים.

מעניין להציג את התזה הזאת דווקא בלשונו של רבי יוסף אלבו, בעל **ספר העיקרים** (פעל בספרד בתחילת המאה ה-15), בפרק א של המאמר השלישי בספרו הוא כותב:

**כאשר חפשנו עניין הצורות הנמצאות בחומרים וכל הנמצאים השפלים המתהווים, נמצא אותם כולם הולכות מהלך השלמות קצתם לקצת, רוצה לומר ש*הצורה המתאחרת יותר נכבדת מן הקודמות לה, וכאילו החומר מתנועע תמיד בקבלת הצורות ממדרגת החסרון אל מדרגת השלמות*. כי יקבל ראשונה הצורה היותר פחותה, ואחר הצורה היותר נכבדת, ויעלה מדרגה אחר מדרגה... אל היותר שלם... וכמו שבתנועה האחת יהיה כל חלק בעבור החלק הבא אחריו, כן יראה שיהיה העניין במתהווים השפלים, שיהיה כל חלק בעבור החלק הבא אחריו... ההוויה תעלה מדרגה אחר מדרגה, עד שתתעלה באחרונה אל הצורה האנושית... ומה שיורה על שהחומר מתנועע תמיד מן המציאות החסר אל המציאות השלם כפי מה שיתעלה ההתמזגות, הוא - שנמצא האלמוג, שהוא כמו אמצעי בין הדומם והצומח, ונמצא הספוג הימי שאין לו אלא חוש ההרגש בלבד, והוא כמו האמצעי בין הצומח והחי*, ונמצא הקוף שהוא כמו אמצעי בין מיני בעלי החיים ומין האדם***.

אבל זוהי כמובן רק אנקדוטה, שהרי אף אחד לא יטען ברצינות שהרב אלבו הכיר את תורת האבולוציה במאה ה-15. מדובר באינטואיציה מוצלחת שמבוססת כנראה על העובדות ועל התיאור המקראי בתחילת ספר בראשית, שם מוצגת הבריאה כתהליך הדרגתי שמתחיל בדומם עובר לצומח ואחר כך לחי ומגיע לבסוף לאדם.

אם להציג את השלב האבולוציוני באופן יותר קונקרטי ומדויק מדעית, נאמר שבתמונה הניאו-דרוויניסטית התפתחות המינים והיצורים החיים מתנהלת בתהליך שמורכב מיחסים דו-צדדיים בין הגנוטיפ (המבנה הגנטי של היצור החי) לפנוטיפ (הצורה החיצונית שלו שנקבעת על ידי המבנה הגנטי). תהליך זה מורכב משלושה אלמנטים:

1. היווצרות מוטציות. המבנה הגנטי של שרשרת החלבון עובר שינויים שונים מסיבות שונות (בדרך כלל נתפסות כאקראיות), וכך נוצרות שרשראות חלבוניות בעלות מבנים שונים. כל שרשרת כזאת (גנוטיפ) מפתחת יצור חי קצת שונה (פנוטיפ).
2. ברירה טבעית. כל היצורים השונים שנוצרו בעקבות תהליך היווצרות המוטציות עובר מאבק הישרדות עם הסביבה. התוצאה היא שרק אלו שמסוגלות לשרוד טוב יותר (הכשירות יותר) שורדות והשאר נכחדות.
3. גנטיקה. היצורים ששרדו את תהליך הברירה הטבעית מורישים את תכונותיהם לצאצאיהם, וכך התכונות הכשירות יותר עוברות לדורות הבאים.

התהליך התלת-שלבי הזה הוא בעצם חוליה אחת בתהליך האבולוציוני. השרשראות החדשות שנוצרו בעקבות החוליה הזאת כמובן עוברות שוב ושוב את אותם תהליכים תלת-שלביים, מוטציות, ברירה טבעית והורשה גנטית, וחוזר חלילה.

כך עולם החי הולך ומתפתח, ונעשה יותר ויותר כשיר ומשוכלל. משעה שהמפץ הגדול הצליח להגיע בתהליך כלשהו (מקרה, או אביוגנזה) לשרשרת חלבונית פשוטה וראשונית, התהליך התלת-שלבי הזה חזר על עצמו המוני פעמים בהמון מקומות וזמנים בהיסטוריה של היקום שלנו. כל שלב המשיך להתפתח באותה צורה, וכך נוצרו שרשראות גנטיות שונות ומגוונות שכל אחת מהן פיתחה יצורים שונים ומגוונים בהתאמה. התהליך כמובן ממשיך גם בימינו הלאה והלאה.

**איפה בדיוק ההתנגשות?**

השאלה שנשאלת כאן היא מה לכל התמונה הניאו דרוויניסטית ולאמונה באלוהים? במה התיאור המדעי המרתק הזה רלוונטי לדיון שלנו? בעצם, באיזה מובן האבולוציה סותרת את קיומו יותר מהגרביטציה, הכימיה, או תורת החשמל? למען האמת, כמעט ואין קשר. העובדה שיש תיאור תיאורטי של תהליך התפתחות והשתכללות החיים לא אומרת כמעט כלום על שאלות תיאולוגיות. באופן עקרוני, הקב"ה יכול כמובן ליצור את התהליכים הללו, ואף לנהל אותם באופן שוטף על ידי הפעלת החוקים הביולוגיים. העובדה שאנחנו יודעים לתאר את אופני ההתרחשות (שיכולים להיות אופני הפעולה של האלוהים עצמו) אין לה ולא כלום עם שאלת קיומו של אלוקים. לכן די ברור שאין שום התנגשות בין הניאו דרוויניזם כשלעצמו לבין אמונה באלוקים. העובדה שאני יודע להסביר כיצד פועלת מערכת כלשהי, לא אומרת שאין לה מתכנן או מנהל. אם נסביר את אופן פעולתו של מפעל או מכשיר כמו מכונת כביסה, האם זה בהכרח אומר שאף אחד לא יצר אותם או לא מנהל אותם? ההסבר באמצעות חוקים רק מתאר את אופן פעולתו של היוצר או המנהל.

אז על מה הרעש? האם כולם כאן טועים בצורה כה בסיסית? יש לזכור ששני הצדדים, הבריאתנים הפונדמנטליסטיים כמו גם הניאו דרוויניסטים האתיאיסטיים, שותפים לתפיסה שיש כאן סתירה. הם חלוקים ביניהם רק בשאלה באיזו קרן מקרני הדילמה הזאת לבחור, ואיזו מהן לדחות. שניהם מסכימים שאי אפשר לאחוז בשתיהן, ולכן המאמינים בוחרים בקרן האמונה ומשליכים את האבולוציה, והיפוכו של דבר אצל האתיאיסטים. כאמור, אנחנו נראה מייד ששניהם טועים בזה.

המקום היחיד בו יכולה לכאורה להיווצר התנגשות כזאת לא מצוי כלל במישור של האמונה עצמה (כפי שראינו כאן למעלה), אלא אך ורק במישור של הדרכים להגיע אליה. אנשים מאמינים יכולים להגיע לאמונה באלוהים בדרכים שונות ומגוונות. האגף הראשון הוא אלו שהמסורת היא שמביאה אותם לאמונה. באגף השני יש כאלה שמונעים על ידי אינטואיציות דתיות או רגשות רליגיוזיים. באגף השלישי, המקראי, יש שמוצאים במקרא תובנות והשפעה שלא ניתן להתעלם מהן. האגף הרביעי, ההיסטורי, מורכב מאלה שמתרשמים מההיסטוריה (במקרה היהודי: של עם ישראל, כמו שרידותו וחזרתו לארצו). האגף החמישי מדבר על אלוהים כערב למוסר ומוכיחים את קיומו מתוך המוסר (זו הראיה הרביעית במיון הקנטיאני שמלווה אותנו לכל אורך הדרך). ובאגף השישי והאחרון ישנם אלה שמגיעים לאמונה באמצעות טיעונים פילוסופיים שונים (הוכחות). ענייננו כאן אך ורק באלו ששייכים לאגף השישי, הפילוסופי.

אבל גם כאן לא סיימנו את הצמצום. האגף הזה, כמו חבריו, מחולק למפלגות שונות, וכבר ראינו בכל המחברות עד כאן שהן שלוש במספר. עמנואל קאנט, בספרו **ביקורת התבונה הטהורה**, חילק את מגוון הראיות הפילוסופיות לקיומו של אלוהים לשלושה סוגים מרכזיים: ראיות אונטולוגיות – טיעונים אפריוריים מושגיים שמוכיחים את קיומו של אלוהים באמצעות ניתוח לוגי-מושגי. ראיות קוסמולוגיות – שמוכיחות את קיומו של אלוהים מעצם העובדה שהיקום קיים. והראיות הפיסיקו-תיאולוגיות – שמוכיחות את קיומו של אלוהים מתוך התכנון, ההתאמה והמורכבות של היקום. אנו שוב מתמקדים כאן בקטגוריה (המפלגה) השלישית, הפיסיקו-תיאולוגית, ובה בלבד.

אבל גם כאן לא סיימנו. המפלגה הזאת, כמו חברותיה, מחולקת גם היא לסיעות שונות. טיעונים פיסיקו-תיאולוגיים נסמכים על העובדה שהיקום שסביבנו הוא מורכב מאוד, או בעל חזות של משהו מתוכנן, וגוזרים מכך את קיומו של מתכנן או מרכיב. ניתן לחלק את סוגי המורכבות הללו לפי דיסציפלינות מדעיות: יש מורכבויות של עולם הדומם שמתוארות על ידי הפיסיקה והכימיה. אחרות שייכות לעולם החי והצומח ומתוארות על ידי הביולוגיה, הפסיכולוגיה, האנתרופולוגיה והסוציולוגיה. אנחנו עוסקים רק בסיעת הטיעונים שנסמכים על הביולוגיה. אלו הטיעונים הפיסיקו-תיאולוגיים שנתלים במורכבות הגדולה ביותר ביקום – החיים. מתוך כלל המפה התיאולוגית אנו מתמקדים רק בסיעה הזאת, סיעת מדעי החיים, מתוך המפלגה הפיסיקו-תיאולוגית שבאגף הפילוסופי. כאן, ורק כאן, מגיעה נקודה בה הערעור הניאו דרוויניסטי יכול לקבל משמעות. האבולוציה והתמונה הניאו דרוויניסטית בכלל, בעצם פורכות את ההנחה של הטיעון הפיסיקו-תיאולוגי מהסוג הזה.

**מבט מלמעלה על הקונפליקט: האי רלוונטיות התיאולוגית של האבולוציה**

כזכור, דוקינס טוען שהטענה שאלוהים לא קיים היא מסקנה מדעית. לעומתו, בעלי עמדה דתית-פונדמנטליסטית גורסים שבמבט מחויב לאמונה האבולוציה לא יכולה להיות נכונה.

אבל אם נסכם את מה שראינו עד כאן, אז קודם כל ברור ששניהם טועים. אין שום סתירה בין אמונה באלוהים כשלעצמה לבין הניאו דרוויניזם, זאת בניגוד להסכמת שני הצדדים (כזכור, שניהם מסכימים שקיימת סתירה כזאת). כפי שראינו, הניאו דרוויניזם לכל היותר פורך את אחת הדרכים להגיע לאמונה באלוקים, אבל לא בהכרח את המסקנה עצמה. יתר על כן, גם מבין הדרכים להגיע לאמונה באלוהים ראינו שהקונפליקט מתעורר רק באגף הפילוסופי (שהוא אחד מבין דרכים רבות לאמונה). וגם באגף הזה, הקונפליקט קיים רק במפלגה הפיסיקו-תיאולוגית (שהיא אחת משלוש לכל הפחות במיונו של קאנט). וגם בתוכה, הקונפליקט יכול להתעורר רק בסיעת הניסוחים שתולה את המסקנה הפיסיקו-תיאולוגית בהיווצרות החיים ולא במורכבויות אחרות (של דוממים). כל אגף, מפלגה וסיעה כאלה, מורכבים מכמה וכמה ניסוחים וגוונים, כך שמספר הדרכים להגיע לאמונה באלוהים הוא רב מאוד. יש לזכור שלא מדובר כאן במדע, אף שכן מדובר בעובדות. מבחינה קטגוריאלית קיומו של אלוהים היא טענת עובדה. אדם מאמין לא רק מדווח על רגשות ותחושות אלא טוען טענת עובדה: יש אלוקים. הטענה יכולה להיות אמתית או לא, אבל מבחינה קטגוריאלית זו טענת עובדה. ומכיוון שלא מדובר כאן במדע (שהרי אמונה באלוהים לא מנבאת מאומה ולא עומדת למבחן הפרכה אמפירי), בעניין זה כל אדם יכול לאחוז בדרך משלו.

אם כן, גם אם נקבל את הטענות האתיאיסטיות חשוב להבין לאן לכל היותר הן יכולות לקחת אותנו: מבין שלל הדרכים להגיע לאמונה, הניאו דרוויניזם פוסל את הדרך שמתבססת על טיעונים פילוסופיים מהסוג המסוים של פיסיקו-תיאולוגיה, ובתוכה רק את הניסוחים שמתבססים על מורכבות החיים. האבולוציה לכל היותר עשויה לנטרל אחת מתוך קי"ט דרכים לאמונה. לא ממש משמעותי, הלוא כן?! זהו המישור הראשון בו מודגמת אי הרלוונטיות התיאולוגית של האבולוציה.

כעת נניח רק לצורך הדיון את ההנחה הגרועה ביותר, כאילו זוהי הדרך היחידה להגיע לאמונה. גם אז, הניאו דרוויניזם לכל היותר שומט את הקרקע מתחת להוכחה שבטיעון מסוג כזה. האם זה בהכרח פוסל את המסקנה שלו (שיש אלוקים)? ממש לא. לכל היותר זה אומר שכרגע אין לנו הוכחה לקיומו של אלוקים. ומי שלא זקוק להוכחות? אם מישהו רואה בקיומו של אלוהים אינטואיציה יסודית, לא פחות טובה מעקרון הסיבתיות או האינדוקציה ומיסודות החשיבה המדעית בכלל (שהם כולם אפריוריים), או שהוא מגיע אליה באחת מקי"ח הדרכים האחרות, האם קרה משהו לאמונתו? העובדה שטיעון כלשהו אינו תקף, או שאחת מהנחותיו מתבררת כשגויה לא אומרת הרבה על אמתותה של המסקנה שלו. זהו המישור השני שמדגים את אי הרלוונטיות התיאולוגית של האבולוציה.

לא ברור, אם כן, באיזה מובן הניאו דרוויניזם הופך את האתיאיזם לטענה מדעית. הרי הוא אפילו לא הופך אותו לטענה נכונה. אפשר לאמץ את הניאו דרוויניזם על קרבו וכרעיו ולהישאר מאמין אדוק. בה במידה, לא ברור מדוע המאמינים הפונדמנטליסטים חשים צורך כה עז לדחות על הסף את הניאו דרוויניזם (חשוב לציין שזה לא נעשה רק בגלל מישור ההתנגשות 1, כלומר הסתירה מול התיאור המקראי). לדוקינס, חבריו ומתנגדיו, פתרונים.

בעצם יכולתי לסיים את הדיון כאן. השאלה מסולקת בבושת פנים מהדיון. ובכל זאת, למען הקוראים ששייכים לאגף הפילוסופי, ובתוכו למפלגה הפיסיקו-תיאולוגית, ובתוכה לסיעה שסומכת את טיעוניה על החיים, אמשיך ואראה מישור שלישי של אירלוונטיות תיאולוגית של האבולוציה. מתברר שגם חברי הסיעה הזאת לא צריכים להתפטר. כפי שנראה מיד, גם לסיעה זו, שאני הקטן מתכבד להשתייך אליה, יש מקום של כבוד בפרלמנט הפילוסופי שלנו. זהו המישור השלישי של אי הרלוונטיות התיאולוגית של האבולוציה, ומכיוון שהאבולוציה עוסקת רק בו, אקדיש לו את שארית דבריי. בהמשך אנסה להראות שאפילו את התוצאה המינורית הזאת לא מצליח הערעור מהאבולוציה להשיג.

כבר הזכרתי שיש נקודה אחת שלגביה שורר קונצנזוס מופלא בין אלו שאוחזים בפילוסופיה הניאו-דרוויניסטית (האתיאיסטים שמתבססים על הניאו-דרוויניזם) לבין הבריאתנים, והיא שיש סתירה בין התמונה המדעית הניאו-דרוויניסטית לבין אמונה באלוהים כבורא. למרבה הצער אני נאלץ להשבית את השמחה שמתעוררת למשמע ההסכמה הקטנה הזאת. הניאו-דרוויניזם לא מצליח לגרום אפילו את הנזק התיאולוגי הקטן הזה, ובעצם בניגוד לקונצנזוס הנ"ל הוא כלל לא נוגע לדיון התיאולוגי. להיפך, אנחנו נראה בהמשך שהטיעון הפיסיקו-תיאולוגי כנראה עובר אפילו חיזוק מסוים לאור ממצאי הניאו-דרוויניזם, גם זה בניגוד לתפיסתם של הבריאתנים והניאו-דרוויניסטים כאחד. בשורה התחתונה, בפרק הבא נראה שאין כל מניעה מהחזקה באמונה באלוהים בו-זמנית עם תמונה מדעית ניאו-דרוויניסטית, ולמעשה הדבר אפילו מתבקש.

**דחיית הערעור מן האבולוציה: אין הסבר מדעי מלא**

כדי לחסוך בזמן, אני אטפל בכל המכלול הזה ביחד בלי להיכנס כמעט בכלל לפרטים המדעיים. בשלב ראשון ניתן היה להעלות את הטענה שתמונה מטריאליסטית מלאה צריכה להתייחס לכל שלבי התהליך, מהמפץ הגדול והלאה, ולא רק לאבולוציה. לדוגמה, עליה לתאר ולהסביר כיצד נוצרה השרשרת החלבונית הראשונה בלי יד מכוונת? כאן כמובן אין פתרון אבולוציוני, שכן אבולוציה קיימת רק משעה שכבר יש שרשראות חלבון שמשתנות ויוצרות פנוטיפים שעוברים תהליך של ברירה טבעית ותורשה, כפי שתיארתי למעלה. כאמור, יש מחקר אינטנסיבי בנושא האביוגנזה, ודוקינס טוען שמדובר במקרה חד פעמי מוצלח. אבל כל אלו הן הצהרות ולא הצעות. אם בתחום התהליך האבולוציוני יש אכן תמונה מדעית אלטרנטיבית לטענה הבריאתנית בדבר יד האלוהים, כל זה נמצא כרגע בעבודה מדעית. כדי להעמיד ערעור של ממש, על המערער להציע הצעה קונקרטית שניתן להתמודד איתה.

ניתן להוסיף כאן טענה נוספת של בריאתנים רבים, לפיה יש פערים בתהליך האבולוציוני עצמו. יש קפיצות מסוימות בתהליך שהתיאוריה לא מצליחה וכנראה גם לא יכולה להסביר אותן (אלו החוליות החסרות, או השלבים החסרים בתיאור המדעי של התפתחות המינים). יש כל מיני סוגי פערים שונים ומשונים, ולא מעט טיעונים לטובת זה שהם לא ניתנים למילוי, אבל כאן לא ניכנס לכל זה שכן כפי שנראה מייד סוגיית הפערים כלל אינה חשובה לדיון התיאולוגי. בכל אופן, הבריאתנים טוענים שלפחות בנקודות הפער הללו שאין לנו הסבר מדעי עבורן עלינו להסיק שהיתה מעורבות של גורם חיצוני, אלוהים. הויכוח סביב הקפיצות הללו הוא סוער ואלים, ציני, ובעיקר לא ישר. כל אחד מגייס לטובתו ציטוטים חלקיים, שני הצדדים מעלימים מידע רלוונטי כדי שלא יגיע חס ושלום לידי המפלגה היריבה ולידי הציבור, ובשורה התחתונה נראה שאמנם חלק מהפערים הללו ניתן למצוא להם הסבר, אבל תיאוריה מדעית לעולם לא מגיעה למצב של שלימות גמורה. לעולם יש ואולי גם יהיו פערים כאלה. זה מוביל אותנו לסוגיית "אלוהי הפערים".

**god of the gaps**

באשר לערעור מכוח האביוגנזה, אולי בכל זאת ניתן היה לטעון שהפתרון המדעי כבר לא מופרך, ולכן ההכרח בטיעון הפיסיקו-תיאולוגי כבר לא קיים. זו כמובן לא טענה מדעית, שכן ניתן היה לטעון אותה גם לפני שלושת אלפים שנה, שאולי יימצא הסבר מדעי שמייתר את המסקנה לגבי אלוהים. גם במישור של הפערים בתהליך האבולוציוני עצמו ניתן לומר שכמו שסגרנו פערים בידע המדעי בעבר, סביר שגם הפערים הללו יילכו וייסגרו, ולכן אין להוכיח מהם דבר.

זוהי בעצם הטענה הרווחת אודות god of the gaps (אלוהי הפערים). אתיאיסטים רבים טוענים שבאופן קטגורי אין להוכיח את קיומו של אלוהים על סמך פערים בידע המדעי. פערים כאלה יש לצמצם במחקר ולא להסיק מהם מסקנות. בעבר היה חסר לנו המון ידע מדעי, האם קיומו של אלוהים היה הכרחי יותר? עובדה היא שהידע המדעי מתקדם ומתרחב, ולך תדע מה יהיה בעתיד?! אי אפשר לדעת איזה הסבר יימצא ואיזה לא. אם ניוטון, פסטר, לבואזייה, אדיסון, או איינשטיין, שעמדו לפני תופעות לא מובנות (פערים בידע המדעי שלהם) היו מסתפקים במסקנה שאלוהים עשה זאת ולא מבצעים את המחקר המדעי, היום היינו נמצאים במצב הידע המדעי של אדם הראשון. פער בידע המדעי הוא סיבה להעמקת המחקר ולא להסקת מסקנות תיאולוגיות.

אקדים ואומר שאני מקבל לגמרי את הטענה הזאת (ובהמשך נראה שגם היא לא חשובה לדיון). אבל איני יכול להימנע מהערה על כך שהאתיאיזם כן מרשה לעצמו לטעון טענות על סמך פערים, או למרות הפערים. כמו שאי אפשר לדעת מראש שהמחקר לא יצליח להבין משהו, בה במידה אי אפשר דעת מראש שהוא כן יצליח. לכן גם טענה לטובת האתיאיזם מכוח פערים בידע המדעי היא תמוהה. משום מה, הסימטריה הזאת אינה תמיד נר לרגליהם של אתיאיסטים (וגם לא של בריאתנים כמובן, רק לצד השני). להיפך, היה מקום לטעון שאם כעת אנחנו לא יודעים משהו אז המצב הנתון הוא שהידע לא קיים, ולכן חובת הראיה היא על מי שטוען שהפער הזה ייסגר בעתיד. אבל כל אלו הם פלפולי סרק. כשלעצמי אני נוטה לקבל את הטענה שאין להסיק מאומה מבורות, או מחוסר ידע מדעי, לא לפה ולא לשם. או בגלל שהפער בידע ייסגר, ואולי גם אם הוא לא ייסגר זו רק בעייה שלנו. אולי המידע קיים, אלא שאנחנו מסיבות שונות לא נצליח לגלות אותו.

טוב, אז איך מתקדמים? האם הטיעון הפיסיקו-תיאולוגי עצמו אינו הסקת מסקנות מבורות (ולו זמנית)?

1. **הטיעון מן החוקים**

**דחיית הערעור מן האבולוציה: שייקספיר וחיות אחרות**

כעת נראה שלדיון שלנו אין צורך בכל זה. לצורך הדיון אני מוכן לקבל כבר כעת את ההשערה שהמדע יצליח למצוא הסבר מניח את הדעת להיווצרות החיים ולכל שלבי התהליך מהמפץ הגדול ועד ימינו. וכאמור, גם אני מסכים שאין להסיק מאומה מבורות שיכולה להיות זמנית. טענתי העיקרית היא אחרת לגמרי: מעצם הגדרתו של המדע, כל הסבר מדעי להתפתחות העולם ניתן לנו במסגרת מערכת של חוקי טבע. ההסבר מתאר כיצד קורה התהליך המוסבר לפי חוקי הטבע הידועים לנו. זאת להבדיל מהמתמטיקה שאינה אלא ניתוח לוגי-מושגי אוניברסלי. חוקי המדע שונים מחוקי הלוגיקה והמתמטיקה בדיוק בנקודה זו. חוקי המתמטיקה והלוגיקה נכונים בהכרח ואינם תלויים בתצפית. הם לא יכלו להיות אחרים מכפי שהם. לעומת זאת, חוקי המדע הם תוצאה של תצפיות. בהחלט יכולה היתה להיות מציאות אחרת, שבה חוקי המדע היו שונים לגמרי.

אבל בדיוק מסיבה זו, הסברים מדעיים אינם רלוונטיים לדיון התיאולוגי. הסבר יכול היה להיות בעל משמעות תיאולוגית, כלומר אלטרנטיבה רלוונטית להצעה התיאולוגית שאלוהים הוא האחראי למורכבות בה אנחנו עוסקים, רק אם הוא לא היה נזקק לחוקי טבע, אלא תולדה של ניתוח לוגי-מושגי (כמו הראיה האונטולוגית). אבל זה כמובן לא אפשרי. אם חוקי הטבע היו תולדה של ניתוח לוגי-מושגי גרידא, פירוש הדבר היה שהפיסיקה והביולוגיה וכל שאר תחומי המדע הם ענפים של המתמטיקה, או של הלוגיקה. כמובן שבמקרה כזה המדע לא היה עומד להפרכה אמפירית וגם לא מכיל מידע על העולם (ראה במחברת על הראיה האונטולוגית, פרק יד).

אבהיר זאת דרך דוגמה נפוצה. כדי לחדד את הטיעון הפיסיקו-תיאולוגי הבריאתנים שואלים: מה הסיכוי שקוף שקופץ על מקלדת יוציא מתחת לרגליו באופן אקראי את הצירוף "להיות או לא להיות"? קטן מאד כמובן. ואם נדבר על סונטה שלימה של שייקספיר – הסיכוי כמובן יורד פלאים. ולגבי המורכבות של העולם ומלואו, הסיכוי להיווצרות מקרית הוא אפסי ממש.

והנה, במאמר שהתפרסם בשנות השמונים ב**סיינטיפיק אמריקן**, פורסמה תשובה "ניצחת" לטענה זו. מישהו (הטיעון כה טיפשי שהזכרת שמו כרוכה באיסור לשון הרע. תוכלו למצוא אותו בכל אתר אתיאיסטי) דיווח על תוצאות הניסוי הבא. טלו את הצירוף בן 14 האותיות "להיותאולאלהיות". הסיכוי שהגרלה אקראית של שרשראות באורך כזה תוציא את הצירוף הזה הוא אפסי, יען כי ישנם 2214 צירופים אפשריים. בקצב של המחשב שלו שרשרת כזו צפויה לצאת אחרי כ-200,000 שנים.

אבל אותו אלמוני מתוחכם עשה ניסוי אחר: הוא הגריל את האותיות אחת אחת, ובכל פעם שהוא הגיע לאות הנכונה הוא "הקפיא" אותה, ואז המשיך להגריל הלאה. כלומר המחשב מתחיל להגריל אותיות בודדות (ולא שרשראות). כשהוא מגיע לאות "ל", היא מוקפאת מייד, ואז המחשב ממשיך להגריל אות נוספת. כשהוא מגיע לאות "ה" גם היא מוקפאת, והוא ממשיך הלאה. כך הוא עושה, עד שהוא מגיע לשרשרת המלאה. נחשו כמה זמן לקח למחשב לסיים בצורה הזו? 90 שניות. מחזה שלם של שייקספיר יצא בארבעה וחצי ימים. מפלצת הספגטי חוללה נס, ולאתיאיסטים היתה אורה ושמחה וששון ויקר. הטענה היתה שהטיעון הבריאתני לגבי הקופים שמחוללים באופן אקראי סונטה של שייקספיר לא רלוונטי מפני שהתהליך האבולוציוני (הנמשל) אינו אקראי. יש לו כיוון של השתכללות מתמדת בתהליך התלת שלבי שתואר בתחילת הפרק: מוטציות, ברירה טבעית ותורשה, וחוזר חלילה. אמנם אין יד מכוונת בתהליך כזה, אבל לא מדובר כאן בתהליך שרירותי וחסר כיוון. הצלחתו אינה נס כה גדול כפי שחושבים הבריאתנים. ההדגמה היא על ידי מחול הקופים המבוקר שתואר בניסוי המחשב הנ"ל. מ-200,000 שנה עברנו לכמה עשרות שניות. אז ב-14 מיליארד שנים מחול מבוקר כזה יכול ליצור עולם וצורות חיים מגוונות כפי שאנחנו רואים. אם כן, טוענים הניאו-דרוויניסטים, אין צורך להסיק את קיומה של יד מכוונת כדי להסביר את המורכבות שנוצרה בתהליך הזה.

אני מניח שהפיסיקאים והמתמטיקאים שבינינו משפשפים את עיניהם בתדהמה, לא למראה התוצאות, אלא למראה האיוולת הזאת. אפשר היה להגיע לתוצאה הזאת תוך כמה דקות עם עט ונייר בחישוב הסתברותי פשוט, ולחסוך את זמנם של הקוראים, את החשמל שדרוש היה להפעלת המחשב בניסוי הנ"ל, ואת הפגיעה האקולוגית ביערות ברזיל שגרמה הדפסת המאמר. מה שהסימולציה המרתקת הזאת חשפה בפנינו אינו אלא התגלית המדהימה שאם לא מדובר באקראיות אלא יש גורם חיצוני שדואג שתתקבלנה התוצאות הנכונות, הסיכוי להיווצרותן עולה פלאים והזמן שלוקח לזה לקרות יורד בהתאם. אני יכול לחשוב על ניסוי מתוחכם יותר שהיה עושה זאת הרבה יותר טוב: לכתוב תכנית שתורה למחשב להדפיס את שרשרת האותיות "להיותאולאלהיות". במקרה זה התוצאה היתה מתקבלת תוך מיליוניות שנייה, שכן חישוב לא מאד מסובך יראה לנו שתוך סיבוב אחד היינו מקבלים את התוצאה הרצויה (אם לא, יש לפטר את המתכנת הלא תבוני של המחשב). ובכלל, אם היו מחשבים בזמנו של שייקספיר הוא היה יכול לחסוך לא מעט זמן...

**השלכה לדיון התיאולוגי**

למרבה האירוניה, הניסוי הטיפשי הזה, שקשה להאמין כמה הוא מצוטט באתרים אתיאיסטיים, בעצם מהווה הדגמה *לטובת* הטיעון הפיסיקו-תיאולוגי. הטענה הבריאתנית היא שהסיכוי להיווצרותו המקרית של דבר מורכב הוא אפסי. הניאו-דרוויניסטים עונים שהתהליך אינו מקרי, יען כי יש גורמים שמשפרים פלאים את הסיכוי להיווצרות מקרית (חוקי האבולוציה: משוב, ברירה טבעית וכו'), ובניסוח של דוקינס: "ממתנים את שיפועו של ההר הבלתי סביר".

אבל הפיסיקו-תיאולוג, שואל את עצמו אם אכן קרה תהליך כה בלתי סביר בזמן כה קצר, האם אין זה אומר שהיה כאן מתכנת שפגע קצת באקראיות של התהליך? אם היינו רואים מחשב שמוציא את השרשרת "להיותאולאלהיות" בכמה שניות האם לא היינו מוכיחים מכאן את קיומו של מתכנת ואת העובדה שהתהליך הוא מכוון ולא מקרי?

במילים אחרות, הטיעון הפיסיקו-תיאולוגי שואל מהו הטעם (המספיק) לאותם אילוצים ששיפרו את התהליך? כמו שבדוגמה צריך לשאול מי היה המתכנת (או האם יש מתכנת), כך בנמשל עלינו לשאול מי הוא זה שהתערב בתהליך המקרי של היווצרות היקום והחיים בתוכו ודאג לכך שהוא יגיע בבטחה למטרתו? הסבר באמצעות חוקי טבע אינו אלא אנלוג לאילוצים ששיפרו את הביצועים של תוכנת המחשב שתוארה למעלה. לכן כל הסבר באמצעות חוקי טבע שמסביר מדוע תהליך נדיר ביותר הוא בעצם בעל סיכוי סביר, אינו רלוונטי לדיון שלנו. השאלה הפיסיקו-תיאולוגית תיוותר על כנה, אלא שבמקום לפנות כלפי היווצרות החיים היא תפנה כלפי החוקים ששולטים עליה.

נמשיך את האנלוגיה, וניטול כדוגמה שרשרת חלבונית לא ארוכה, כ-300 קודונים. מכיון שיש כעשרים סוגי חלבון, הרי שמספר הצירופים האפשריים של שרשראות כאלו הוא 20300, מספר עצום לכל הדעות. כעת עולה השאלה כיצד נוצרו דווקא השרשראות ה"חיות", כלומר אלו שמשתכפלות בתהליך החיים? האם סביר שזה היה מקרי כמו קפיצת הקופים על המקלדת בדוגמה שהובאה למעלה, או שמא סביר יותר שהיתה כאן "תוכנת מחשב" שדאגה לכך שזה יקרה מהר יותר? הטיעון הפיסיקו-תיאולוגי טוען שסביר יותר שאכן יש תוכנה כזאת. האתיאיסטים טוענים כנגדו ש"תוכנה" זו היא פשוט חוקי הטבע. אלו הם ה"אילוצים" על ההגרלה בתהליך האבולוציוני, מה שדואג להקפיא תוצאות מוצלחות ולהמשיך הלאה, וכך מתפרק התהליך לשלבים קטנים שסיכוייהם להתרחש גבוהים יותר. אבל אם כך אז אין בכלל מחלוקת: הטיעון הפיסיקו-תיאולוגי לא כופר בכך שיש חוקים שמכוונים את התהליך, אבל כפי שראינו לא פעם החוקים אינם סיבה לכלום. הם תיאור של אופן פעולה כלשהו. השאלה היא מי המחוקק שקבע את החוקים להיות דווקא כאלה (המתכנת שקבע את חוקי ההגדרלה שהובילו אותה לשרשרת "להיותאולאלהיות" במהירות כה גדולה)?

סטיבן גולד, מחוקרי האבולוציה הנודעים, ניסה גם הוא להדגים כיצד תהליך אקראי עשוי להוליך לתוצאה מיוחדת בלי הנחה של מעורבות גורם חיצוני כלשהו. חשבו על שיכור שיוצא מבית מרזח, ומתחיל להתנדנד אקראית על המדרכה. מימינו יש קיר ומשמאלו תעלה. על אף האקראיות ועל אף חוסר מעורבות של גורם חיצוני כלשהו, טוען גולד, בסוף התהליך ברור שהשיכור יהיה מוטל בתעלה. הרי לנו תהליך אקראי שמוליך לתוצאה מיוחדת ומוכתבת מראש, ללא יד מכוונת. ושוב, הדוגמה הזאת זהה לדוגמת הקופים המרקדים שנדונה למעלה, ולכן יש כאן טעות זהה. הרי זוהי בדיוק ההוכחה הפיסיקו-תיאולוגית לקיומו של גורם חיצוני. היה כאן מישהו שיצר את הנסיבות שהובילו את השיכור על כורחו לתעלה. מי שבנה את הקיר ואת התעלה לאורך היציאה מבית המרזח, הוא זה שהוביל את השיכור לתעלה. זה לא קרה אקראית ובלי יד מכוונת. היד המכוונת השתמשה במכניזם כלשהו כדי להוציא לפועל את מטרותיה.

 אם כן, השאלה בה עוסק הטיעון הפיסיקו-תיאולוגי היא מהו הטעם המספיק לקיומם של חוקים אלו? איך הם נוצרו? למה הם כפי שהם? הדבר הייחודי והמסודר כעת אינו המציאות עצמה אלא החוקים ששולטים עליה, אבל אותה שאלה פיסיקו-תיאולוגית עומדת בעינה: אם יש חוקים כה מיוחדים שמובילים ביעילות ובביטחה אל התוצאה המיוחלת (יצירת החיים על כל גווניהם), אז יש גורם כלשהו שמהווה טעם מספיק אליהם, וזהו אלוהים. זהו בעצם טיעון פיסיקו-תיאולוגי שממנו נגיע שוב לגורם תבוני, או יד מכוונת. הדוגמה של תוכנת המחשב רק מדגימה וממחישה את עוצמתו של הטיעון הפיסיקו-תיאולוגי.

**בתוך החוקים ומחוצה להם: הטיעון מן החוקים**

הנקודה הקריטית כאן היא ההבחנה בין טיעון שבתוך החוקים לטיעון שמחוצה להם. ישנו תהליך שאפריורי הסיכוי להתרחשותו הוא אפסי. כעת אנחנו מוצאים חוקים, או אילוצים, שמשפרים משמעותית את הסיכוי הזה (הקפאת האותיות הנכונות, או חוקי הטבע). הטיעון בתוך החוקים אומר שכעת התהליך הוא סביר שהרי החוקים מאפשרים היווצרות ספונטנית של חיים, ולכן שולל את הטיעון הפיסיקו-תיאולוגי שמבוסס על אי סבירות של התהליך. אבל הטיעון שמחוץ לחוקים אומר שהחוקים עצמם הם שמזקיקים אותנו להניח התערבות של גורם תבוני. מה שלא סביר כאן הוא לא התהליך בתוך החוקים, שהרי בתוך החוקים זה אכן מה שאמור לקרות. מה שלא סביר הוא היווצרות החוקים עצמם, שהופכים תהליך לא סביר לסביר. אלו שדואגים לכך שבמקום 200,000 שנה התהליך יסתיים בכמה עשרות שניות.

מי שמקבל את עקרון הטעם המספיק (ולכן טוען את הטיעון הפיסיקו-תיאולוגי), לא מסתפק בהסבר לפי חוקים. ומי שאינו מקבל את עקרון הטעם המספיק, בכלל לא נזקק לערעור מן האבולוציה (כלומר להסבר לפי חוקים), שכן מלכתחילה הטיעון אינו משכנע אותו. המסקנה היא שהסברים על פי חוקים (בתוך החוקים), ובתוכם ההסבר מן האבולוציה, אינם רלוונטיים לדיון הפיסיקו-תיאולוגי בשום צורה.

טלו כדוגמה מכונת כביסה. אנחנו רואים מכונה שפועלת באופן מתואם ומורכב להפליא ישירות אל התוצאה המבוקשת. יבוא כעת האתיאיסט ויאמר שיש סט של חוקים וכללים שלפיהם המכונה מתוכננת ולכן אין כל פלא בכך שהיא עושה את עבודתה. אין צורך להניח שיש כאן יד מכוונת. הטיעון הפיסיקו-תיאולוגי המעודכן ישאל: ומי כתב את החוקים? מי תכנן את המכונה לפי החוקים הללו שיגרמו לה לפעול בצורה כזאת? התיאור על פי החוקים אינו רלוונטי לדיון האם מעורב כאן עוד גורם שאחראי לפעולה המיוחדת של המכונה.

כך גם לגבי מפעל מורכב שפועל בצורה מתואמת להפליא בין כל מחלקותיו ועובדיו. יבוא המאמין ויסיק שכנראה יש מי שאחראי למורכבות הזאת? יש מתכנן ומנהל למפעל הזה. האתיאיסט יטען כנגדו שעל ה קיר רשומים סדרה של חוקים שמורים לכל פועל וכל מחלקה מה לעשות בכל מצב, ולכן אין כל פלא בכך שהמפעל הזה פועל במתואם. אין צורך להניח את קיומו של מנהל ומתכנן. אבל זה כמובן אבסורד, שהרי זה הסבר בתוך החוקים. השאלה היא מי כתב את החוקים, ומי אוכף אותם ומוודא כל העת את קיומם ומונע חריגה מהם? לכל סט של חוקים יש מחוקק ויש מוציא לפועל.

כמובן שגם כאן ניתן להעלות את האפשרות שהחוקים הללו היו מאז ומעולם. הם טבועים בטבע הדברים, וכך היה מאז ומעולם. אבל כבר ראינו שתשובה כזאת אינה מספקת, שכן שאלת הטעם המספיק עומדת בעינה: מדוע החוקים הם בדיוק כפי שהם? הרי הם יכלו להיות אחרים לגמרי. כמעט כל מערכת חוקים מכל טיפוס שהוא לא היתה מובילה להיווצרות חיים. אז למה מערכת החוקים שהיתה כאן מאז ומעולם היא כפי שהיא? למה אין כאן מערכת אחרת, פשוטה יותר? מה עומד בבסיס הייחודיות והסדר שבתוכה?

זוהי גירסה מעודגכנת שונה משהו לטיעון הפיסיקו-תיאולוגי. ניתן לכנות אותה "הטיעון מן החוקים". בעולם שבו יש מערכת חוקים כה מיוחדת כנראה אחראי לה גורם חיצוני כלשהו (המחוקק). מערכת החוקים הזאת מתארת את אופן פעולתו, אבל לא יכולה להיות תחליף להנחה אודות עצם קיומו, בדיוק כמו שהחוקים על הקיר במפעל אינם אלטרנטיבה להנחה שיש מתכנן ומנהל למפעל הזה. הוא זה שכתב את החוקים, והם רק מתארים את אופן פעולתו. ההיפך הוא הנכון, קיומם של חוקים כאלה הוא הוא ההוכחה הכי טובה לקיומו.

**האם השעון של פיילי והמטוס של הויל הם טיעונים של "אלוהי הפערים"?**

טיעון השעון של פיילי פועל על אותו בסיס לוגי. הסיכוי שמשהו מורכב כמו שעון נוצר במקרה הוא אפסי. העולם והחיים הם מורכבים הרבה יותר, ולכן הסיכוי להיווצרותם הספונטנית ודאי אפסי. הדחייה הרווחת של הטיעון הזה היא שהעולם שלנו אינו דומה לשעון (בגלל שיצור חי עובר אבולוציה, בניגוד לשעון).

הוא הדין לגבי "הטעות של הויל". הויל דימה את הסיכוי להיווצרות מקרית של חיים לסיכוי שסופה חולפת מעל מגרש גרוטאות תיצור מהן מטוס בואינג שלם. טענו כנגדו שהוא לא מבין את חוקי האבולוציה ומשמעותם, שכן הם דואגים לכך שהתהליך לא יהיה חסר כיוון, ובכך משפרים מאד את הסיכויים להתרחשותו.

גם כשהבאתי את הדוגמה של גולד (השיכור בתעלה) ואת משמעותה, האשימו אותי שאיני מבין שאין לזה כל דמיון לתהליך האבולוציוני. אבל גם כאן חוסר ההבנה הוא של המאשימים. הם מחפשים הסבר בתוך החוקים, ואני טוען שמישור הדיון הרלוונטי הוא אך ורק מחוץ לחוקים. מי חוקק אותם? (או: מי יצר את הקיר והתעלה?)

בעצם הטענה היא שחוקי הטבע פועלים להגברת הסיכוי להיווצרות "ספונטנית" של חיים (כמו תוכנת המחשב שדאגה להיווצרות השרשרת הרצויה, או כמו הקיר והתעלה שדואגים לכך שהשיכור יגיע לתעלה). אבל זהו טיעון בתוך החוקים. אם היו חוקים אחרים, או שלא היו חוקים כלל, החיים לא היו נוצרים. אם כן, כעת עולה שאלת הטעם המספיק שמחוץ לחוקים: האם האילוצים הללו עצמם (=חוקי הטבע) יכולים להיות מובנים בלי יד מכוונת? למה החוקים הם דווקא כאלה? אם נשוב לדוקינס, השאלה היא: מיהו השען, והאם הוא באמת יכול להיות עיוור? הקורא הנבון ודאי מבחין שהלוגיקה של הויכוח היא אותה לוגיקה. בתוך החוקים צודקים המערערים, אבל טיעוניהם של הויל ופיילי נכונים מחוץ לחוקים, וזה המישור הרלוונטי לדיון. הדיון בתוך החוקים הוא דיון מדעי, הדיון מחוץ לחוקים הוא הרלוונטי במישור התיאולוגי-פילוסופי.

לכן טועים אלו הסוברים שכנגד טיעונים אלו ניתן להעלות את טענת "אלוהי הפערים". בדיון מדעי לא ניתן ללמוד מאומה מקיומו של פער. לכל היותר עלינו להגביר את מאמצי המחקר ולנסות להבין ולסגור את הפער הזה. אבל בדיון הפילוסופי-תיאולוגי שמתנהל מחוץ לחוקים, שם לא מדובר על פער בידע המדעי. זוהי שאלה על המדע ולא בתוך המדע. השאלה היא פילוסופית: איך ייתכן שחוקי המדע הם דווקא כאלה, אבל זה לא דיון מדעי שעוסק רק בשאלה מהם חוקי המדע שמתארים את התהליך.

בניסוח אחר נאמר זאת כך: את הפער שעליו מסתמך הטיעון מן החוקים כנראה לא ניתן יהיה לסגור. זה לא פער מדעי אלא פער מהותי. כשאנחנו שואלים מדוע החוקים הם כאלה ולא פשוטים יותר, הסבר מדעי יוכל לכל היותר להציע מערכת חוקים אחרת שתסביר את המערכת הזאת (שכן כל הסבר מדעי הוא לעולם בתוך חוקים). אבל אז נשאל כיצד קרה שמערכת החוקים היסודית יותר היא כפי שהיא ולא אחרת, פשוטה יותר? המדע מעצם הגדרתו לא יכול לתת מענה לשאלות אלו עד תום, שכן מדובר בשאלות פילוסופיות ולא מדעיות. המקסימום שאליו ניתן לצפות במחקר מדעי הוא שנגיע לתיאוריה שאיינשטין כינה "תיאוריית השדה המאוחד", שמכניסה את כל הפיסיקה, ואולי את כל המדע כולו, לחוק עליון אחד. אבל עדיין נוכל לשאול מה מקורו של החוק העליון הזה? מדוע הוא כה מיוחד וגורם להיווצרות חיים ומורכבויות והקטנת אנטרופיה? זוהי שאלה שלא תוכל לעולם לקבל מענה מדעי, ולכן לגיטימי לטפל בה במישור הפילוסופי ולמצוא לה מענים במישור ההוא. זה ממש לא "אלוהי פערים".

**Fine tuning**

ניסוח חד יותר לטיעון מן החוקים מתבסס על מה שמכונה fine tuning.[[10]](#footnote-10) התוכן המהותי של חוקי הפיסיקה מתמצה בקבועים הפיסיקליים. כל מה שמעבר לקבועים הוא צורה מתיטת של התנהלות, ובדרך כלל היעא נגזרת מניתוח מחושגי. מה שדורש מדידה הוא ערכי הקבועים שמופיעים במשוואות הללו. לדוגמה, העובדה שכוח הגרביטציה יורד בפרופורציה הפוכה לריבוע המרחק בין שתי המסות ניתן (במובן מסוים לפחות) לגזירה מניתוח מושגי של המרחב. אבל לפני ערכו של הכוח עומד קבוע G שקובע בהינתן מרחק וערכי שתי המסות, מה עוצמת הכוח ביניהן. הקבוע הזה נמדד בניסויים וכך קצבו את ערכו. הוא הדין למהירות האור בריק, שגם היא אחד מקבועי הפיסיקה, או הקבוע הדיאלקטרי שקובע ת עוצמת השדה החשמלי בתווך נתון כלשהו, וכך לגבי עוד כמה קבועים נוספים. יש ששה או שבעה קבועים כאלה, וכל מה שמעבר להם הוא צורות מתמטיות ויחסים צורניים בין גדלים פיסיקליים.

טיעון ה-fine tuning מבוסס על כך שערכי הקבועים הם בעצם אלו ששולטים על צורת העולם שלנו. ערכים מעט שונים של אחד הקבועים היו מונעים את היווצרות הכימיה, ובוודאי הביולוגיה, ולכן גם את היווצרות החיים. במצב כזה כל היקום שלנו היה בעצם גולם דומם ופשוט. הסינכרון בין ערכי הקבועים הום מדויק מאד, ורק הוא זה שאיפשר ומאפשר את הצורות המיוחדות שנוצרו בעולם שלנו (הכימיה והביולוגיה, ולכן גם הצומח והחיים).

הטיעון מן החוקים יכול כעת להתנסח באופן הבא: לתיאום כה מושלם בין חוקי הפיסיקה כך שיתאפשרו החיים צריכה להיות סיבה (או טעם). התיאום הייחודי הזה אומר דרשני, וגם הוא כנראה זוקק הסבר מדוע הוא כפי שהוא. זו בעצם צורה אחרת לשאלה מדוע החוקים הם כפי שהם, שעליה בנוי הטיעון מן החוקים.

**על בחינה אמפירית ומשמעותה: דוגמת האביוגנזה**

כדי לחדד עוד יותר את משמעות ההבחנה בין דיון בתוך ומחוץ לחוקים, נחשוב על ערעור נוסף על הטיעון הפיסיקו-תיאולוגי. כבר הזכרתי שבשנים אלו מתנהל מחקר מדעי אינטנסיבי בתחום האביוגנזה (היווצרות חיים מתוך דומם). ישנן עדויות ראשוניות לכך שבמצבים מסויימים (שדומים למה שמכונה "המרק הקדום") יכולים להיווצר חיים באופן ספונטני. רבים רואים בזה ערעור על הטיעון הפיסיקו-תיאולוגי, שכן הוא מניח שחיים לא נוצרים מעצמם (ולכן דרוש גורם חיצוני שאחראי להם). שותפים לתפיסה זו גם ניאו-דרוויניסטים וגם בריאתנים, ולכן הם נלחמים בתוקף להוכיח שהאביוגנזה לא אפשרית מדעית (שוב יש כאן גישה של "אלוהי הפערים" כמובן).

אך כאן שוב ישנה אותה טעות. נניח שאכן נמצא במעבדה היווצרות ספונטנית של חיים. יתר על כן, נניח שגם נבין את החוקים ששולטים על התהליך ונמצא לו הסבר מדעי. האם זה מוכיח משהו? מאומה. הסבר מדעי מתנהל בתוך החוקים, ושם אנחנ מחפשים את החוקים ששולטים על התופעות הנדונות ומסבירים אותן). אבל בדיון התיאולוגי ענייננו הוא בחוקים עצמם. גם אם מצאנו מערכת חוקים שמאפשרת היווצרות ספונטנית של חיים, השאלה היא מי חוקק את החוקים הללו? מי אחראי לכך שיש מכניזם ספונטני שיוצר מורכבות כזאת? הניסוי במעבדה שיצר מול עינינו הנדהמות חיים יש מאין, גם הוא עצמו מתחולל על סמך אותם חוקי טבע ששוררים בעולם. ושוב הטיעון מן החוקים יאמר שאלוהים הוא שאחראי לכך שהחוקים הללו קיימים ופועלים כאן. גם המעבדה היא חלק מהעולם שלנו, וחוקיו חלים גם בה (שאם לא כן, לא היה בה כל טעם. המעבדה באה ללמד אותנו על העולם). לכן בהגדרה שום ניסוי מדעי, מוצלח ככל שיהיה, לא יכול לגעת בשום צורה לדיון הפיסיקו-תיאולוגי. אלו שני מישורי דיון מקבילים, ואין קשר ביניהם.

**סיכום: פילוסופיה ומדע**

המדע לימד אותנו שבראשית היתה נקודה סינגולרית, ומתוכה נוצר מאליו היקום וכל אשר בו: מדינות וערים, ימים והרים, בעלי חיים לסוגיהם, בני אדם, עצים, צמחים, גלקסיות וכוכבים, שמשות וירחים. כל אחד מאלו מורכב, ורבים מאד מתואמים ומשוכללים לפרטי פרטים. מסיבה כלשהי (טעם מספיק כלשהו), יש ברקע מערכת של ארבעה חוקים מדוייקים (הכוחות היסודיים של הפיסיקה) שדואגים לכך שכל זה יתרחש. שיקול שכל ישר אומר שיש כאן יד מכוונת. זהו הטיעון מן החוקים, שהוא גירסה מתוקנת לטיעון הפיסיקו-תיאולוגי.

הסברתי שזה שיקול פילוסופי, לא מדעי. המדע והפילוסופיה פועלים בשתי ספירות נפרדות. יחסנו לטיעון הפיסיקו-תיאולוגי נקבע לפי שיקולים פילוסופיים (עקרון הטעם המספיק ותחולתו). יחסנו לאבולוציה הוא עניין לבדיקה מדעית. אין זיקה בין שני מישורי ההתייחסות הללו. ביקורת על האבולוציה אינה מחזקת את האמונה (כמו שחושבים הבריאתנים), ותיקוף האבולוציה אינו מחליש אותה (כמו שחושבים האתיאיסטים). למי שסובר שהטיעון הפיסיקו-תיאולוגי הוא סביר – האבולוציה אינה מערערת זאת (היא רק מעבירה את הדיון מהסתכלות בתוך החוקים להסתכלות מחוצה להם, ומחיפוש טעם מספיק להתפתחות לחיפוש טעם מספיק לחוקים ששולטים עליה). ואם לדעת מישהו מדובר בטיעון לא סביר, שכן הוא לא מקבל את עקרון הטעם המספיק (את ההנחה שביסוד מערכת מורכבת ומיוחדת צריך לעמוד גורם כלשהו שאחראי לקיומה ופעולתה) – גם אז הוא אינו זקוק לאבולוציה. לסיכום, אין למדע בכלל, ולאבולוציה בפרט, שום תפקיד בדיון הפיסיקו-תיאולוגי.

שאלות של חוסר סבירות בתוך החוקים (כמו ששואלים הבריאתנים שמחפשים את אלוהים בפערים המדעיים, god of the gaps) הן שאלות מתחומו של המדע. ובזה צודקים הניאו-דרוויניסטים בטענת אלוהי הפערים. אם תיאוריה אינה מספקת מבחינה מדעית, יש לחפש אחרת (חוקים אחרים), ויש לעשות זאת בכלים מדעיים. לעומת זאת, השאלות שמחוץ לחוקים (למה החוקים הם כפי שהם, ה-fine tuning) הן שאלות פילוסופיות, ורק הן רלוונטיות לדיון התיאולוגי. את הפער שעליו הן מדברות שום מחקר מדעי, לפחות ככל הידוע לנו כיום, לא אמור ולא יכול לסגור.

1. **האם בתהליך האבולוציוני יש מרכיב אקראי?**

**מבוא**

בפרק זה נחזק עוד קצת את הראיה מן החוקים, על ידי השוואה בין שלושה מצבים: חוקים לוגיים-מושגיים, חוקי טבע, התנהלות אקראית.

**בין חוקי הטבע לחוקי הלוגיקה**

בפרק הקודם ראינו שאם חוקי הטבע היו תוצאה של ניתוח מושגי-לוגי לא היה מקום לראיה מן החוקים. אם חוקי הטבע הם תולדה הכרחית של ההיגיון אין טעם לשאול מדוע הם כפי שהם. כך גם איננו שואלים מדוע 2+3 זה דווקא 5 ולא 17? זה 5 מפני שכשמנתחים את 2 ו-3 ואת פעולת החיבור זה מה שיוצא. אין כאן תצפית, וזה לא יכול היה להיות אחרת. כך גם אין טעם לשאול מדוע שני גדלים ששווים לגודל שלישי שווים ביניהם. זה פשוט כך וזהו. זה לא יכול להיות אחרת. כל הסבר שנציע לחוקים אלו לא ישפר את מצבנו, שהרי אם איננו מקבלים היגיון כהסבר מספיק, על מה יוכל להתבסס ההסבר שאותו כן נהיה מוכנים לקבל? רק חוקי טבע שהם תוצאה של תצפית ולא של היגיון צרוף, זוקקים הסבר. חוקים כאלה יכלו גם להיות שונים ואחרים, ולכן הם ורק הם מעוררים את השאלה מדוע הם דווקא כפי שהם. רק מייחודם ומורכבותם של חוקים כאלה ניתן לגזור את המסקנה שיש ברקע הדברים גורם חיצוני שאחראי לכך שהם כאלה.

**התנהלות אקראית**

בפרק זה נעסוק בסוג שלישי של התנהלות: התנהלות אקראית. אנחנו נראה שגם אם ההתנהלות היא אקראית אי אפשר לשאול מדוע היא כזאת ולא אחרת, ולכן שוב אין בסיס לראיה מן החוקים. כפי שנראה, עלינו לשאול את עצמנו האם התמונה הניאו-דרוויניסטית מכילה מרכיב אקראי, שכן אם יש בה מרכיב כזה היא בהחלט יכולה להוות אלטרנטיבה לטיעון הפיסיקו-תיאולוגי ולייתר את מסקנתו.

טלו כדוגמה הטלת מטבע. נניח שמדובר במטבע הוגנת, ולכן הסיכוי שהיא תיפול על כל צד הוא 1/2. כעת קיבלנו סדרה של חמש פעמים רצופות עץ ואחריהן עוד חמש של פלי. האם הדבר מוכיח משהו? כל עוד התוצאות מתאימות להתפלגות הסטטיסטית אין להסיק מכאן שום מסקנה. ומה אם קיבלנו עשר פעמים רצופות פלי? אם אלו היו ההטלות היחידות זה באמת היה מפתיע, ואולי מחייב אתנו לחשוד שמא המטבע אינה הוגנת. אבל אם היו כבר מאה אלף הטלות, והסדרה המסודרת הזאת התקבלה במקום כלשהו בתהליך הזה, או אז אין לתוצאה הזאת שום משמעות. סביר שבמהלך של מאה אלף הטלות תתקבל גם סדרה של עשר תוצאות זהות ברציפות. התנהלות אקראית מציעה גם היא הסברים משלה למיוחדות. אנו נשוב לנקודה זו בהמשך גם כשנעסוק בעיקרון האנתרופי.

נשוב כעת להיווצרות המינים בתהליך האבולוציוני. אם החיים היו תוצאה שאפשר להתאימה לאקראיות של התהליך האבולוציוני, לפחות אם לוקחים בחשבון את מספר הניסיונות שנעשו בדרך, אזי העובדה שקיבלנו בשלב כלשהו בעל חיים מיוחד (אנטרופיה נמוכה), לא מוכיח הרבה. זה היה צפוי סטטיסטית, ולכן אין כאן סיבה להניח את קיומה של יד מכוונת.

האתיאיסטים הניאו-דרוויניסטים טוענים שאמנם התוצאה שקיימים בעלי חיים שונים היא מאד מיוחדת ומסודרת, אבל בהתחשב בסיכויים לשלבים השונים בתהליך האבולוציוני, ובהתחשב במספר ניסיונות השינוי (מוטציה) שנעשים על כל שרשרת חלבונית ובמספר השרשראות עצמן, בסך הכל מדובר בתוצאה אפשרית מבחינה סטטיסטית שאינה מחייבת את המסקנה בדבר גורם חיצוני שאחראי למה שקיבלנו.

**מה אקראי באבולוציה? דיון ראשוני**

למעלה ראינו שהחוליה הבסיסית בתהליך האבולוציוני מורכבת משלושה שלבים עוקבים: היווצרות מוטציות, ברירה טבעית ותורשה.

היווצרות המוטציות היא תהליך שנתפס על ידי חוקרי אבולוציה כאקראי במידה רבה. זוהי תוצאה של תנאי סביבה, כמו חום או קור שפוגעים ומשנים את השרשרת החלבונית. אבל הפגיעה בשרשרת החלבונית בגלל חום או קור ובפרט מה הפגיעה הזאת תעשה לה, אלו דברים אקראיים.

ומה על הברירה הטבעית? זהו תהליך מורכב, שכן יצור שנוצר בתהליך האבולוציוני יכול להיקלע לאיזור שבו יש נמרים טורפים ולהיכחד, או לאיזור מאתגר פחות ולשרוד. מה קובע האם הסביבה שמולה נלחמת המוטציה שנוצרה תהיה מאתגרת, ועד כמה? לכאורה גם זה עניין אקראי. השאלה האם הוא נולד לאיזור עם או בלי נמרים? כך גם השאלה האם באיזור זה תהיה בצורת, קור מקפיא, אסונות טבע וכדומה. כל המשתנים האקראיים הללו הם שיקבעו בסופו של דבר את תוצאתה של הברירה הטבעית.

השלב השלישי, התורשה, היא לכאורה תהליך דטרמיניסטי שנשלט על ידי חוקים ברורים (חוקי הגנטיקה). אבל גם זה לא פשוט, שהרי יש מרכיב אקראי ברור בתורשה הגנטית. חוקי הגנטיקה רק קובעים את התוצאה הסופית בגדול, או את הסיכויים לכל תוצאה, אבל לא את התוצאה של תהליך הורשה מסוים בו אנו מתעניינים. כשיש להורים תכונות כאלה וכאלה, ניתן לומר מה תהיה התפלגות התכונות הללו אצל צאצאיהם, אבל לא ניתן לומר מה ייצא אצל כל צאצא ספציפי. גם כאן יש מרכיב אקראי.

אם כן, בכל אחד ממרכיבי התהליך האבולוציוני יש מרכיב אקראי לא מבוטל. היכן זה מותיר אותנו מבחינת הטיעון הפיסיקו-תיאולוגי? אנחנו נראה כעת שהמרכיב האקראי שבתהליך האבולוציוני לא פוגע בטיעון מן החוקים, ונעשה זאת בשתי רמות: ראשית, נטען שגם אם יש כאן אקראיות זוהי אקראיות שבתוך החוקים. שנית, נערער על עצם ההנחה שיש בכלל רכיב אקראי בתהליך האבולוציוני.

**אקראיות בתוך החוקים**

כדי להדגים את הנקודה הראשונה, נשוב רגע לניסוי המחשב של "להיותאולאלהיות", ולדוגמת השיכור של גולד. אמנם ההגרלה שנעשית במחשב היא אקראית, אבל היא פועלת בתוך מעטפת של חוקים קשיחים. המסגרת מוכתבת על ידי התוכנה שמקפיאה כל אות "נכונה". לכן גם אם ברור שיש כאן ממד אקראי, אין לראות בזה התנהלות אקראית וחופשית לגמרי. הוא הדין לגבי השיכור שאמנם נע ונד לצדדים באופן לגמרי אקראי, אבל הקיר מצד אחד והתעלה מהצד השני מכתיבים בעצם את התוצאה.

חשבו על מטבע לא הוגנת, שבנויה מראש כך שהסיכוי לקבל "עץ" הוא 70%. כעת אנחנו מטילים אותה מיליון פעמים. בכל פעם אין לדעת מה תהיה התוצאה, שכן יש כאן מרכיב משמעותי של אקראיות. ובכל זאת, ברור שאחרי מיליון הטלות נקבל בערך 700,000 פעמים "עץ" וביתר "פלי". מה שהכתיב את זה לא היה האקראיות אלא המסגרת הקשיחה שבתוכה היא פועלת (מבנה המטבע שמכתיב את "אי ההוגנות" שלה. האקראיות לא השפיעה כלל על התוצאות במישור המקרו אלא רק על תוצאת כל הטלה בודדת לחוד במישור המיקרו. אם כן, הממד האקראי, שכמובן קיים כאן, לא באמת חשוב לניתוח התוצאה במקרו. זו נקבעת על ידי המעטפת שמוכתבת מראש, ובה אין שום אקראיות.

בדומה לכך, ניתן לשאול מה מכתיב את תוצאת התהליך האבולוציוני? אמנם תהליך אבולוציוני ספציפי שמתחיל משרשרת חלבונית נתונה אחת ומתקדם לפי השלבים שתיארנו, יכול להיכשל או להצליח לפי התפלגות הסיכויים האקראית ולפי הנסיבות שנקבעות אקראית. אם כן, האקראיות באמת אחראית על התוצאה של כל אחד מהתהליכים האבולוציוניים. אבל הרי יש המון כאלה. כל שרשרת חלבונית בטבע עוברת תהליך אבולוציוני כזה, ומתפצלת להמון שרשראות שיצאו ממנה (כלומר צאצאים שלה שבעצמם עוברים תהליכים אבולוציוניים). לכן המקרו-אבולוציה, כלומר התוצר בצורת מגוון החיים שמתקבל בכלל היקום, מוכתב על ידי חוקי הטבע ולא על ידי נסיבות ששוררות סביב שרשרת חלבונית מסויימת. המעטפת של החוקים מנווטת את התהליכים הקטנים, שכל אחד מהם הוא אקראי, לכיוון מאד ברור ומוכתב מראש: תהיינה הנסיבות ששוררות סביב שרשרת כזו או אחרת כאשר תהיינה, בסופו של התהליך ברמת המקרו ייווצר מגוון של בעלי חיים, כלומר הקטנת אנטרופיה.

ומזווית אחרת, כל המרכיבים האקראיים בתהליך האבולוציוני שתוארו למעלה, פועלים במסגרת של חוקי הטבע. הם אלו שקובעים את "אי ההוגנות" של התהליך, כלומר שולטים עליו. אם לא היו ברקע חוקי טבע, פיסיקה, כימיה וביולוגיה (וגם פסיכולוגיה וחוקים חברתיים), לא היתה אבולוציה. לכל היותר היה ביקום שלנו כאוס שלא הולך לשום מקום. חוקי הטבע הם שקובעים שנמר טורף יצור חלש יותר, או שחום או קור משפיעים כך או אחרת על שרשרת חלבונית או על יצור חי כלשהו. לכן הם אלו שקובעים את השפעת הנסיבות (האקראיות) על כל שרשרת חלבונית, כמו גם כיצד תיראה תוצאת תהליכי התורשה במקרו (גם אם במיקרו יש אקראיות). המרכיב האקראי מתנועע בתוך המסגרת שמכתיבים החוקים, ממש כמו השיכור של גולד, ורק הצירוף הזה יוצר את החיים ואת המגוון שעליו אנחנו מדברים. לכן התוצר האבולוציוני אינו תוצר אקראי של הסתברות גרידא. בלי חוקי הטבע שקובעים את המעטפת לכל זה התוצר הזה לא היה מתקבל. שוו בנפשכם שביקום היו שוררים חוקי טבע אחרים לגמרי. לדוגמה, שכל חלקיק לעולם מכפיל את מהירותו בכל שנייה, ואחרי עשר שניות חוזר למצבו המקורי. טבע כזה לא היה יוצר שרשראות חלבון, ובוודאי לא היה בו שום תהליך אבולוציוני. לא היו נוצרים בו חיים, לא כימיה, לא ביולוגיה, וגם לא ההתפתחות האבולוציונית שמתרחשת בתוך הפיסיקה, הכימיה והביולוגיה.

אם כן, הטיעון מן החוקים לא נפגע מהעובדה שיש מרכיב אקראי בתהליך האבולוציוני, כל עוד התוצאות במישור המקרו מוכתבות על ידי חוקי הטבע ולא על ידי הסתברות גרידא. במצב כזה השאלה מדוע החוקים הם כפי שהם, כלומר מדוע יש כאן חוקים שיוצרים דברים מיוחדים (מסודרים), נותרת בעינה. החוקים מנווטים את התהליך לתוצרים מאד מיוחדים (כמו החיים), וזה מעורר את השאלה מי המחוקק שחשב על זה ויצר חוקים שיכוונו את התהליכים ה"אקראיים" הללו למחוז חפצו (יצירת מגוון החיים).

עד כאן הנחנו שאמנם יש מרכיב אקראי בתמונה האבולוציונית, אבל הוא פועל במעטפת של חוקי טבע קשיחים, ולכן הטיעון מן החוקים נותר בתוקף. כעת נמשיך ונראה שאפילו זה לא נכון. אין בכלל מרכיב אקראי בתהליכי האבולוציה. אמנם זה לא משפיע על התמונה הכללית, שהרי כפי שראינו גם אם היה מרכיב כזה הטיעון מן החוקים עומד בעינו, אבל בהמשך הפרק נראה בכל זאת שיש השלכה פילוסופית גם לצעד הזה.

**שני סוגי אקראיות**

השאלה בה נפתח את הדיון היא האם יש בכלל בעולם שלנו אקראיות אמיתית?[[11]](#footnote-11) על מה אנחנו חושבים כשאנחנו מדברים על אקראיות? למשל על הטלת קוביה או מטבע. אבל אם נחשוב על הטלת מטבע נבין מייד שאין כאן שום דבר אקראי. אם תתנו לי את המבנה המדויק של המטבע, משקלה, צורתה, צפיפות האוויר, מהירות התחלתית, גובה התחלתי של המסלול, ניתן לקבוע את תוצאת ההטלה בחישוב דטרמיניסטי לגמרי. אלו פשוט חוקי ניוטון. הוא הדן לגבי הטלת קוביה. גם כאן מידע מדויק ייתן לנו את הפאה שעליה תיפול הקוביה בסוף התהליך.

אז למה בניתוח של הקשרים כאלה אנחנו משתמשים בכלים של הסתברות? פשוט מפני שהחישוב הזה הוא מאד מסובך, וגם מפני שאין לנו את כל הנתונים הדרושים במדוייק (קשה מאד לאסוף אותם), ותוצאת ההחישוב לפעמים תלויה בצורה מאד אקוטית בנתונים הללו (רגישות גבוהה לתנאי התחלה וסביבה מוגדרת במתמטיקה ופיסיקה כמצב כאוטי). למרבה הנוחות, מתברר שגם בתהליכים דטרמיניסטיים לגמרי (שאין בהם שום מרכיב של אקראיות) אפשר ומועיל להשתמש בכלים הסתברותיים.

חשוב כאן להבחין בין שני מצבים בהם ניתן להשתמש בכלים הסתברותיים. ישנם מצבים שיש בהם פער אונטי (במציאות עצמה) ויש מצבים שיש בהם פער אפיסטמי (בהכרתנו את המציאות). כדי לחדד את ההבחנה הזאת, נציג אותה במישור ההלכתי.

על פי ההלכה, אם איננו יודעים האם חתיכת בשר שמצאנו ברחוב היא כשרה או לא, הדין נקבע על פי היחס בין מספר החנויות הכשרות ושאינן כשרות בעיר. אם יש בעיר יותר חנויות שמוכרות בשר כשר אזי מותר לאכול את החתיכה הזאת. ההנחה היא שהיא כשרה. אם רוב החנויות מוכרות בשר לא כשר, אסור לאכול את חתיכת הבשר הזאת, שכן ההנחה היא שהיא לא כשרה. זוהי הכרעה סטטיסטית במצב בו חסר לנו מידע. ברור שהחתיכה הזאת באה מחנות מסוימת כלשהי, אלא שאין לנו מידע איזו. במצב שחסר לנו מידע אנחנו עושים שימוש בכלים הסתברותיים. אם היה לנו את מלוא המידע לא היה בהם צורך. כדי לחדד זאת נאמר שהקב"ה שיודע הכל אין לו שימוש בכלי ההסתברות והסטטיסטיקה בהקשרים כאלה. הם מיועדים לאלו שחסר להם מידע.

לעומת זאת, יש בעולם ההלכתי מצבים שבהם הולכים אחרי רוב או כללי ספק לא בגלל היעדר מידע. נוכל לומר שבמצבים כאלה גם הקב"ה עצמו נמצא בספק. טלו כדוגמה, את סוגיית קידושין שלא מסורים לביאה (קידושין סד ע"ב).[[12]](#footnote-12) חשבו על לבן שיש לו שתי בנות: רחל ולאה. כעת בא יעקב לוקח טבעת ומוסר אותה ללבן ואומר: אחת משתי בנותיך מקודשת לי בטבעת זו. אם הוא אמר שרחל מקודשת לו, אלא שלאחר זמן הוא שכח את מי משתיהן הוא קידש, זהו מצב של היעדר מידע. הקב"ה יודע מי זאת, אבל יעקב נמצא בחוסר של מידע. זהו ספק אפיסטמי (הכרתי). אבל מה אם יעקב כלל לא הגדיר איזו מהשתיים? הוא רק קבע שאחת מהן מקודשת לו בלי לקבוע מי זו. במצב כזה יש ספק אונטי. המציאות עצמה לא קבועה, ולא שרק ליעקב חסר מידע אודותיה. במציאות עצמה אין אחת מהשתיים שמקודשת לו. לכן כאן הקידושין הם בספק לגבי כל אחת מהן, אבל אי ההיקבעות היא במציאות עצמה ולא רק בידע שלנו אודותיה. כאן גם הקב"ה בכבודו ובעצמו נמצא בספק. שימוש בכלי הסתברות וספק במצבים אלו אינו רק כדי לעקוף את החישוב האמיתי. כאן אין חישוב אמיתי. במקרים של ספק אפיסטמי יש תשובה נכונה, אלא שאנחנו לא יודעים אותה. במקרים של ספק אונטי אין בכלל תשובה נכונה ברורה. העמימות היא במציאות עצמה. בספרנו, **לוגיקה עמומה בחשיבה התלמודית,** שהוא השנים-עשר בסדרת לוגיקה תלמודית, בחלק הראשון עסקנו בהבחנה הזאת והראינו שלטיפול בסוג המקרים הראשון (האפיסטמי) משתמשים בהסתברות, ואילו לטיפול בסוג השני (האונטי) משתמשים בלוגיקה עמומה (fuzzy logic). אגב, בפרק הרביעי שם הערנו גם על האבולוציה.

**האם יש אקראיות אמיתית בטבע?**

גם בטבע ניתן לשאול בכל מקרה בו משתמשים בכלים הסתברותיים, האם מדובר באי היקבעות אפיסטמית או אונטית. כמו בהלכה, גם בפיסיקה ברוב המקרים מדובר במצב שהוא דטרמיניסטי מצד עצמו אלא שחסר לנו מידע לגביו. אלו המקרים של הטלת קוביה או מטבע שתוארו למעלה. ראינו שבמקרים אלו ההסתברות היא כלי לטפל ולנתח מצבים שלגביהם יש לנו מידע חלקי, והיא בעצם משמשת רק כדרך עקיפין לחישוב הדטרמיניסטי (לפי חוקי הטבע) שביצועו מסובך ולפעמים אולי לא אפשרי (בגלל סיבוכיות של החישוב או תלות חזקה בנתונים שערכיהם המדוייקים לא בהישג ידינו). אבל ברמה העקרונית במקרים אלו יש חישוב דטרמיניסטי שנותן את התוצאה הנכונה. זו נקבעת באופן חד ערכי על פי חוקי הטבע, אלא שהחישוב המפורש קשה לביצוע מסיבות שונות.

מצב אחר בו משתמשים בכלים הסתברותיים הוא מצב שבו יש אי היקבעות אמיתית בטבע עצמו (ולא רק לאקונה במידע שלנו אודותיו). זוהי אי היקבעות אונטית (במציאות עצמה), להבדיל מהקודמת שהיתה אי היקבעות אפיסטמית (הכרתית). במקרים אלו חוקי הטבע לא קובעים בכלל את התוצאה, ולכן גם אין כלל חישוב דטרמיניסטי שמגיע אליה. במצבים כאלה, ההסתברות אינה דרך לעקיפת קשיים בחישוב אלא הדרך היחידה לטפל בהם. המציאות עצמה נקבעת רק באופן סטטיסטי ולא דטרמיניסטי.

האם יש בכלל מצבים כאלה ביקום שלנו? עקרון הסיבתיות קובע שלכל התרחשות צריכה להיות סיבה, ולכן אירוע אקראי, כלומר התרחשות בלי סיבה, אינה אפשרית. משמעותו של עקרון הסיבתיות היא שאין שום אפשרות לאקראיות בטבע שלנו, ולכן שימוש בכלים הסתברותיים לעולם בא לחפות על היעדר מידע. הא ותו לא.

ובכל זאת, יש יוצא דופן אחד בתמונה הדטרמיניסטית הזאת, והיא תורת הקוונטים.[[13]](#footnote-13) לפי פרשנויות מרכזיות (אם כי לא לגמרי מוסכמות) לממצאיה, עולה שבהקשרים קוונטיים יש אקראיות אמיתית בטבע. כשנתבונן במסלול של אלקטרון, ייתכנו מצבים שבהם הוא עובר דרך שני סדקים גם יחד. חשוב להבין, לא מדובר כאן על חוסר במידע שלנו, כלומר שאנחנו לא יודעים לומר דרך איזה סדק הוא עבר. תורת הקוונטים קובעת שהוא עבר דרך שני הסדקים גם יחד. כן החוק עצמו הוא הסתברותי, ולא שההסתברות רק באה לסייע במקרה של מידע חסר.

אמנם המקרים בהם אי ההיקבעות הקוונטית (בעלת האופי האונטי) באה לידי ביטוי הם נדירים מאד. זה קורה רק במערכות קטנות מאד (שמכילות כמה אלקטרונים או כמה אטומים). מדובר בסקאלות של בערך מיליארדית המטר. תא חי או אפילו שרשרת חלבון הם הרבה הרבה יותר גדולים ממה שאנחנו עוסקים בו כאן. מה קורה במערכות גדולות? חוק המספרים הגדולים גורם לכך שהתופעות הקוונטיות "נמרחות", כך שההתנהגות נראית קלסית (ולא קוונטית), כלומר חוקי הטבע הם קשיחים ודטרמיניסטיים. מצבים בהם יש תופעות קוונטיות בסקאלה מקרוסקופית הם כמעט בלתי קיימים. הניסוי המחשבתי שמכונה "חתולו של שרדינגר" מנסה להציע סוג ניסוי שידגים תופעות קוונטיות בסקאלות גדולות, כמו בעל חיים. מדענים עובדים קשה מאד כדי ליצור מצבים כאלה במעבדה ולא מצליחים. חשוב להבין שסקאלות גדולות לעניין זה הן גם אמבה, או מולקולה בינונית, ולאו דווקא חתול.

**מה אקראי באבולוציה?**

אם נשוב כעת לאבולוציה, נראה מייד שהיא מתבצעת בסקאלות הרבה יותר גדולות מהסקאלה הקוונטית, הן ברמת הגנוטיפ והן ברמת הפנוטיפ. משמעות הדבר היא שאין לצפות לתופעות קוונטיות בתהליכים אבולוציוניים. ככל הידוע לנו אקראיות אמיתית קיימת רק בתורת הקוונטים, ולכן בהקשרים אבולוציוניים אין לצפות לאקראיות אמיתית. השימוש בכלים הסתברותיים מבטא סיבוך של החישוב (אי היקבעות אפיסטמית) ולא אקראיות אמיתית (אי היקבעות אונטית).

כאשר נתבונן בתהליך האבולוציוני ברזולוציה גבוהה נראה ששרשרת חלבונית עוברת מוטציה ומשתנה, אבל יש לזה סיבה ברורה ודטרמיניסטית. הפנוטיפ שנוצר כאן גם הוא מוכתב באופן חד ערכי על ידי המבנה הגנטי. הברירה הטבעית שהוא עובר (פגישות עם נמרים, קור או חום קיצוניים וכדומה) גם הם תהליכים שמתרחשים בסקאלות גדולות מאד, ולכן אין בהם אקראיות אמיתית. הנמר מחליט להגיע לכאן בגלל שיש מערכת סיבות דטרמיניסטית שגרמה לו לעשות זאת. הוא הדין לתהליכי מזג האוויר (חום וקור), שגם הם לא מתרחשים בסקאלה הקוונטית, ולכן גם שם חוקי הטבע קובעים באופן חד ערכי את המצב, וההסתברות אינה אלא עקיפה של חישוב שעושה שימוש מפורש בחוקי הטבע, בגלל הסיבוכיות שלו. ההנחה שתהליכים אבולוציוניים משקפים תופעות קוונטיות משולה לכך שאנו פוגשים את חתולו של שרדינגר, שמדענים לא מצליחים לתכנן פגישה איתו במעבדה שנבנית על ידם, יום יום בחיינו באופן מקרי ושוטף. זו כמובן הזיה בלתי סבירה בעליל.

אם כן, צורת ההתייחסות לאבולוציה כאילו יש בה מרכיבים אקראיים היא מטעה. בעצם אין שם אקראיות אמיתית. חוקי הטבע קובעים את כל מה שקורה בתהליך כזה. השימוש בכלים הסתברותיים נעשה רק בגלל הסיבוך והמורכבות של החישוב המלא.

**אקראיות וספונטניות בתורת הקוונטים**

בפרק זה כבר נגענו קצת בשאלת האקראיות בתורת הקוונטים. ראינו שככל הידוע בפיסיקה של ימינו אקראיות אונטית (במציאות עצמה), להבדיל מאפיסטמית (חוסר ידע שלנו על המציאות), קיימת רק בתורת הקוונטים, ובסקאלות הקטנות. הזכרנו גם שהפרשנות הזאת אינה מוסכמת לגמרי. יש חוקרים לא מעטים שמחפשים הסברים דטרמיניסטיים לתורת הקוונטים, דרך תיאוריות של משתנים חבויים (hidden variables) וכדומה. זה כשלעצמו מצביע על כך שהאינטואיציה הסיבתית לא נכחדה בעקבות גילוי תורת הקוונטים. ממצאיה עדיין נחשבים מטרידים, כלומר עקרון הסיבתיות והטעם המספיק עומדים בעינם.

ההנחה היסודית של הטיעון הפיסיקו-תיאולוגי היא שלכל דבר (לפחות מורכב) צריכה להיות סיבה. במחברת על הראיה הקוסמולוגית עסקנו באותו עניין, שכן שם ישנה הנחה של יש צריכה להיות עילה. הבעייה היא שבתורת הקוונטים מדברים על היווצרות ספונטנית של חלקיקים מן הואקום ועל אירועים ללא סיבה.

במחברת ההיא ראינו שלא באמת מדובר על חריגה מעקרון הסיבתיות, שכן עדיין ניתן לדבר על סיבה להיווצרות הזאת. חוקי תורת הקוונטים הם חוקי טבע ולא חוקי לוגיקה. אנחנו יכולים לחשוב על עולם ללא חוקים קוונטיים, כלומר שאינו בעל אופי קוונטי. אין בכך סתירה, ולכן חוקי תורת הקוונטים הם חוקי טבע לא הכרחיים (קונטינגנטיים) שלמדנו אותם מתצפיות אמפיריות. חוקים אלו משקפים אופי מסויים שניתן לעולם שלנו (בגלל שהוא לא הכרחי), ולכן האופי הזה עצמו הוא מעין סיבה לאירועים נטולי הסיבה ולהיווצרויות הספונטניות. בעולם עם ואקום אמיתי, פשוט ריק ללא שום חוקים נוספים ששוררים בו ושולטים עליו, לא היו היווצרויות ספונטניות כאלה. בה במידה, בעולם ריק ונטול חוקים גם לא היו מתרחשים אירועים ללא סיבה. אם כן, אופיו הקוונטי של העולם אומר שלא מדובר בעולם שהוא באמת ריק. יש בו משהו: חוקי הטבע הקוונטיים. האפשרות לחרוג מהסיבתיות היא רק מפני שתורת הקוונטים עצמה גורמת לכך או מאפשרת את זה.

כאמור, הסיבה הזאת אינה סיבה פיסיקלית רגילה, כמו כוח שגורם לתאוצה. במינוח של פיסיקאים נאמר שהסיבה הזאת אינה "לוקלית" (כמו כוח שפועל על גוף), אלא גלובלית: הקוונטיות של העולם היא הסיבה שמחוללת את התהליכים. ניתן להוסיף כאן שכל הפיסיקה, גם זו הקלאסית, אינה מדברת על סיבות.[[14]](#footnote-14) משוואה כמו החוק השני של ניוטון אינה קובעת שהכוח הוא סיבת התאוצה כפי שרגילים לחשוב. היא רק קובעת קשר (בו-זמני) בין כוח לתאוצה. הסיבתיות נמצאת בפרשנות ולא בחוקים עצמם. מבחינת משוואות המכניקה, הכוח הוא לא הגורם להתגברות המהירות, אלא מדובר בשקילות בין שתי אמירות: "על הגוף פועל כוח" ו"הגוף מאיץ". אין שום מרכיב בתיאוריה שעוסק ביחס הסיבתי בין התופעות הללו. אם כן, כמו תורת הקוונטים גם הפיסיקה הקלאסית אינה מתארת תהליך של סיבה ומסובב, אלא רק קורלציה. הסיבתיות היא הנחה של התבונה ולא ממצא מדעי.

בכל אופן, המסקנה היא שחוקי תורת הקוונטים גם הם אינם אלטרנטיבה למסקנה שיש גורם חיצוני כלשהו שמחולל את המורכבות של היקום שלנו. חוקי הקוונטים רק מתארים את צורת הפעולה שלו, כפי שראינו קודם ביחס לכל חוקי הטבע. כפי שכבר ראינו, רק הסבר שמראה שהיווצרות כזאת היא הכרח לוגי (ולא תוצאה של פעולה על העולם שלנו שנתנה לו אופי קוונטי) היתה יכולה לשמש אלטרנטיבה משמעותית בדיון שלנו.

**משמעותה של ההבחנה בין דיון בתוך ומחוץ לחוקים**

כאן ניתן שוב לראות את חשיבותה של ההבחנה בין דיון בתוך החוקים לדיון מחוץ לחוקים. התפיסה כאילו מדובר באקראיות, גם אם היא נכונה (כאמור זו לא פרשנות מוסכמת לתורת הקוונטים), היא הסתכלות בתוך החוקים. אבל בשני הפרקים האחרונים ראינו שאקראיות בתוך החוקים אין לה שום משמעות. הדיון שלנו מתנהל מחוץ לחוקים, ושם אנחנו שואלים כיצד תיתכן היווצרות יש מאין או אירועים מורכבים ללא סיבה. ההסברים הקוונטיים רק מסיגים את השאלה צעד אחד אחורה: כיצד ייתכנו חוקים שמאפשרים היווצרויות ואירועים לא סיבתיים כגון אלה. השאלה היסודית שתעמוד כעת בבסיס הטיעון מן החוקים היא: מיהו הגורם שיצר את חוקי הקוונטים, ודרכם את המורכבויות בעולם שלנו?

**למה זה משנה לנו? בחזרה לראיה מן החוקים**

לאורך הפרק ראינו, וכבר הערנו על כך, שגם אם היה רכיב אקראי בתהליכים האבולוציוניים זה לא היה פוגע בראיה מן החוקים. אז מדוע חשוב להבין שבעצם אין רכיב כזה? הסיבה לכך היא שכעת נוכל להבין שהתמונה המלאה לא רק שאינה פוגעת בראיה מן החוקים אלא בעצם מחזקת אותה.

נחדד יותר את משמעותה של התמונה אותה תיארנו כאן. בעצם מרגע שנוצרה השרשרת החלבונית הפשוטה לראשונה, כל התהליכים האבולוציוניים שהוליכו את היקום לכל מגוון ומורכבת החיים וצורת החיים שמצויות בו, היו דטרמיניסטיים. לא היה כאן בכלל מרכיב אקראי, והחוקים קבעו לגמרי את כל התהליך וכמובן גם את תוצאותיו.

נשוב ונתבונן כעת בראיה מן החוקים. חשבו על מצב בו בפינתו של חדר אטום מונחת חתיכת פלסטלינה קטנה. אנחנו יוצאים מן החדר, וכשאנחנו חוזרים אליו אחרי פרק זמן (סמלי, משהו כמו 14 מיליארד שנה) אנחנו מוצאים שם גן חיות שלם. ממש עולם ומלואו. אנחנו עומדים משתאים מול התופעה, ואז בא האתאיסט המפוכח ומסביר לנו שבחדר הזה שוררת מערכת חוקים מאד מעניינת, שלוקחת חתיכת פלסטלינה ובתהליך דטרמיניסטי שכל שלביו מוגדרים מראש, הופכת אותה למגוון החיים שנמצאים כעת בחדר הזה. אם היה מדובר במשהו אקראי, או לפחות בעל רכיב אקראי, זה היה הרבה פחות מרשים. אולי היתה שם חידה, אבל התשובה עליה היתה הרבה פחות ברורה. אבל אם הדבר קורה באופן מתוכנן וקבוע מראש, כשמערכת החוקים נבנתה כך שחתיכת הפלסטלינה הזאת הופכת בתהליך דטרמיניסטי וחד ערכי לגן חיות, האם זה לא אומר שיש גורם תבוני כלשהו שקבע את מערכת החוקים כך, כדי שהיא תוביל את חתיכת הפלסטלינה ותיצור ממנה את גן החיות?

חשוב להבין שאם מדובר בתהליך דטרמיניסטי, אזי דווקא ככל שהתהליך יותר ארוך ומסובך כך יותר ברור שיש יד שמכוונת אותו. הרי התוצאה בעצם כבר היתה מונחת בתהליך הזה מתחילתו (שהרי אין בו רכיבים אקראיים. הכל קבוע ומתוכנן מראש). מערכת החוקים המופלאה הזאת, שמובילה מצב פשוט בתחילת התהליך למצב מורכב ומיוחד בסופו, לא יכולה להיות פרי המקרה. יש לה טעם מספיק, או גורם חיצוני שיצר אותה, ובאמצעותה את המורכבות והמיוחדות ביקום שלנו. החוקים רק מתארים את אופן פעולתו של הגורם החיצוני הזה. כיצד הוא הקטין אנטרופיה, כלומר כיצד הוא יצר מורכבויות וסדירויות בתהליך לכאורה "ספונטני". אבל ברור שזה לא באמת ספונטני. אין כאן יד מכוונת במובן שאין חריגה מהחוקים, והכל מתנהל מכנית על פיהם. אבל החוקים עצמם מתארים את פעולתה של היד המכוונת הזאת. בדיוק כמו שראינו למעלה בדוגמת המפעל ומכונת הכביסה. המפעל לא פועל באופן ספונטני, אלא על פי החוקים שנכתבו על הקיר בידי המנהל המוכשר שלו. החוקים מתארים את אופן פעולתו של המנהל הזה, ובכל אופן ברור שאין לראות בהם אלטרנטיבה שמערערת על המסקנה שקיים מנהל כזה.

**סיכום: הניאו-דרוויניזם מחזק את הטיעון מן החוקים**

המסקנה היא שהתמונה הניאו-דרוויניסטית לא רק שאינה פוגעת בטיעון הפיסיקו-תיאולוגי, אלא להיפך, היא מחזקת אותו. תיאור של תהליך שבו יש מערכת חוקים קבועה מראש (שלה עצמה אין שום הסבר מדעי, שכן כפי שראינו מדע מסביר בתוך החוקים ולא את החוקים) שמוליכה אותנו מנקודת חומר סינגולרית ופשוטה אל מגוון החיים האדיר שמצוי כיום ביקום, מעיד כאלף עדים על קיומה של יד מכוונת. זו שחוקקה את החוקים הללו.

1. **מהי מורכבות?**

**מבוא**

הנחת היסוד של הטיעון הפיסיקו-תיאולוגי היא שהיקום שלנו מורכב/מיוחד/מסודר, כלומר עתיר מידע (עם אנטרופיה נמוכה). כך גם הטיעון מן החוקים מניח שמערכת החוקים ששולטת על העולם שלנו היא מורכבת/מיוחדת. רבים מערערים על ההנחה הזאת בטענה שאי אפשר להגדיר מורכבות. מורכבות היא בעיני המתבונן ואין לה הגדרה אובייקטיבית. בפרק זה נבחן את הערעור הזה, שברקעו עומדת השאלה כיצד בכלל מוגדרת מורכבות. בפרק הבא נדון בטיעון דומה אך לא זהה.

**מורכבות אפריורי ואפוסטריורי**

אם מישהו היה מנבא מראש (=אפריורי) שבהטלת קוביה נקבל את התוצאה 6, ואכן זו התוצאה שהיתה מתקבלת, או אז הדבר זוקק הסבר. מדוע התקבלה דווקא התוצאה המיוחדת הזאת ולא כל תוצאה אחרת? כאן המיוחדות של התוצאה הוגדרה אפריורי.

אבל אם נטיל סתם קוביה ונקבל את התוצאה 6 אף אחד לא יאמר שקיבלנו תוצאה מיוחדת. אמנם ניתן לומר שיש כאן מיוחדות מפני שזוהי אחת מתוך שש תוצאות אפשריות (הסיכוי לקבל אותה הוא 1/6). אם היינו עורכים הגרלה בין אלפי כרטיסי הגרלה, הכרטיס שהיה זוכה היה מפתיע עוד יותר. הסיכוי שלו לעלות בגורל הוא אחד חלקי מספר הכרטיסים. אז אם זכיתי במיליון שקל במפעל הפיס, האם ניתן לומר שזה מפתיע, או מיוחד? האם זכייתי זוקקת הסבר? הסיכוי לכך הוא מזערי, ולכן לכאורה יש כאן משהו מיוחד שדורש הסבר. מישהו או משהו גרמו לכך שדווקא אני זכיתי, ולא אף אחד אחר. אבל במחשבה שנייה ברור שזה לא נכון. הרי להטלה או הגרלה כזאת חייבת להתקבל תוצאה כלשהי, וכל תוצאה שתתקבל היא מיוחדת במובן זה שהיא אחת מתוך כמה וכמה אפשרויות (ולכן הסיכוי עבורה הוא קטן). אם לא הגדרנו מראש דווקא את 6 מול כל האופציות האחרות כתוצאה מועדפת/מיוחדת, אזי אחרי שהתוצאה כבר התקבלה אין להגדרה כזאת שום משמעות. הגדרת מורכבות אפוסטריורי, כלומר אד הוק, לאחר מעשה, היא לא רלוונטית. מורכבות חייבת להיות מוגדרת מראש ולא לאחר מעשה.

**ערעור על הטיעון הפיסיקו-תיאולוגי**

גם במקום היקום שלנו יכלו להיווצר כל מיני יקומים וכל מיני סוגי חיים, ונוצר דווקא זה שלנו. כל אחד מהיקומים הללו אם היה נוצר היה מורכב ומיוחד (כלומר יחיד מול כל האפשרויות האחרות, ולכן בעל סיכוי מזערי). אחרי שהיקום נוצר הוא נראה לנו מיוחד ומסודר, אבל בעצם הוא לא שונה מהותית מכל צורה מורכבת אחרת שהיתה נוצרת. המיוחדות של היקום שלנו נקבעה על ידינו, ולכן זוהי קביעה אפוסטריורי, לאחר מעשה. אחרי שכבר נוצרו החיים החלטנו שזוהי צורה מורכבת ומיוחדת, אבל להגדרת מורכבות כזאת (אפוסטריורי) אין משמעות. זהו סימון של מטרה אחרי יריית החץ. לכן אין להוכיח מאומה מתהיות על מורכבות שמוגדרת אד הוק.

גם לגבי הטיעון מן החוקים ניתן להעלות פירכא דומה. נניח שאנחנו מגרילים מערכות חוקים באופן אקראי לגמרי. כל מערכת חוקים תייצר יצורים משלה. המערכת ביקום שלנו מייצרת אורגניזמים, כלומר בעלי חיים, אבל כל מערכת חוקים אחרת היתה מייצרת יצורים מורכבים מסוגים שונים. הם היו נראים אחרת לגמרי מאלו המוכרים לנו כאן, אבל הם היו לא פחות מורכבים. לכן הטענה שחיים הם דבר מורכב במיוחד שמביא למסקנה שיש לו יוצר אינה נכונה. אם כל מערכת חוקים יוצרת מורכבויות משלה, כי אז אין שום דבר מיוחד ביקום שלנו שזוקק הסבר, או הנחה שקיים מהנדס שיצר זאת. תיאורטית זה יכול להיות תוצר של הגרלה אקראית לגמרי (הגרלה בין מערכות חוקים). אין כוונתי לומר שהיתה הגרלה של מערכות חוקים (ראה על כך בפרק הבא), אבל זוהי רק אינדיקציה לכך שמערכת חוקים כזאת לא זוקקת טעם מספיק.

עקרון הטעם המספיק אומר שדבר מורכב לא נוצר סתם כך. ראינו כבר שגם אם הוא היה קיים מאז ומעולם – עדיין דרוש טעם מספיק לכך שהוא כפי שהוא ולא אחרת. אבל אם מדובר בתוצאה רגילה לגמרי, אחת מיני רבות, היא לא מעלה תהיות ולכן גם אינה זוקקת הסבר. כך אף אחד לא ידרוש הסבר, כלומר טעם מספיק, לכך שבהטלת קוביה התקבלה דווקא התוצאה 6 ולא משהו אחר. גם זכייה של פלוני בהגרלה לא זוקקת הסבר שכן מישהו היה צריך לזכות בה. רק אם מישהו היה מנבא מראש שפלוני יזכה והוא אכן היה זוכה זה היה זוקק הסבר, שכן כאן המיוחדות הוגדרה אפריורי ולא אפוסטריורי.

**אז מה מיוחד בעולם שלנו? ניסויי cellular automata[[15]](#footnote-15)**

ראינו ערעור שטוען שאין שום דבר מיוחד במערכת חוקי הטבע ביקום שלנו. הם אמנם יוצרים כימיה ומאפשרים ביולוגיה, אבל כל מערכת חוקים תיצור דברים כלשהם. כדי לתמוך בטענה הזו, נעשו לא מעט ניסיונות מחשב מהסוג המכונה cellular automata (אוטומט תאי) שבו מניחים מערכת חוקים נתונה, ולפעמים רק חוק פשוט אחד, ונותנים למערכת לרוץ לאורך זמן ורואים מה נוצר ממנה. לדוגמה, מערכת של משבצות שהכלל הוא שאם שני השכנים שלך הם שחורים אתה הופך שחור. כדוגמה, אחד המודלים הידועים בתחום זה הוא משחק החיים של קונווי. אוטומט זה מתקיים על לוח משבצות דו ממדי, כאשר לכל משבצת שני מצבים: שחור (תא חי) או לבן (תא מת). משבצת שחורה תשאר שחורה בדור הבא אם יש לה שניים או שלושה שכנים שחורים (אחרת היא 'תמות' - ממחנק, כאשר יש לה יותר מדי שכנים, או מ'בדידות', כאשר יש לה מעט מדי שכנים), ומשבצת לבנה תהפוך לשחורה אם יש לה בדיוק 3 שכנים שחורים. כשמחכים מספיק זמן מגלים צורות מאד מעניינות ומיוחדות שנוצרות במערכת כזאת (ראה דוגמאות ב**ויקיפדיה** שם). לאחר מכן משנים את מערכת החוקים ושוב מתבוננים בתוצרים. הניסויים הללו מראים שממערכות חוקים רבות ומגוונות נוצרים אחרי מספיק זמן יצורים מורכבים שונים ומשונים. ואכן, לפעמים מפתיע לגלות עד כמה מערכות חוקים פשוטות מצליחות ליצור תוצרים מורכבים ומיוחדים.

**ובכל זאת, הטיעון הפיסיקו-תיאולוגי**

למרות כל הניסויים הללו, רק מערכות חוקים מאד מסויימות יוצרות תוצרים מורכבים. רוב מוחלט של מערכות החוקים לא ייצרו מאומה, אלא יישארו לרבוץ ללא התפתחות ממשית. נכון שיש לפעמים חוקים פשוטים שיוצרים מורכבות, אבל אלו מערכות נדירות מכלל מערכות החוקים. ניסיונות המחשב הללו דומים לניסוי אותו תיארתי למעלה לגבי "להיותאולאלהיות". הם מבוססים על מערכות חוקים מאד מיוחדות (שמאפשרות הרכבות והתפתחות). אבל אלו רק שבר מזערי מתוך כלל מערכות החוקים האפשריות.

כדי להדגים זאת מעשית (אנחנו הרי אוהבים עובדות, לא ספקולציות), נעשה ניסוי פשוט. נתבונן בתוך היקום שלנו, שבו שוררים חוקי פיסיקה ידידותיים להיווצרות חיים (כימיה וביולוגיה): על כמה מהכוכבים המוכרים לנו (ויש כבר לא מעט כאלה) מצאנו שהתפתחו יצורים, מכל סוג שתרצו, ברמת מורכבות דומה לחיים ביולוגיים (ואני אפילו לא מדבר על תודעה, חשיבה, רצון וכדו')? ככל הידוע עד היום, התשובה היא: 1 בדיוק. רק על הכוכב שלנו נוצרו חיים ויצורים מורכבים. וזה במערכת חוקים מורכבת שיש לה יכולת מוכחת ליצור חיים (על הכוכב שלנו). אז מה נאמר על מערכות חוקים פרימיטיביות יותר. זוהי סטטיסטיקה לא ממצה אך כזו שמצויה בהישג יד, שמצביעה על הסיכוי להיווצרות ספונטנית של יצורים כלשהם בתנאי סביבה אקראיים.

מעבר לזה, גם יצורים מורכבים שנוצרים במערכות כאלה בדרך כלל הולכים כלעומת שבאו. הם נוצרים לכמה רגעים ונמוגים. זה באמת מקרה. אבל במקרה של היקום שלנו הרי נוצרים יצורים מורכבים שרק הולכים ומשתכללים בצורה מאד עקבית ומונוטונית. מה הסיכוי שמערכת חוקים מקרית תיצור יצורים מורכבים יציבים לאורך זמן? קטן מאד כנראה.

יתר על כן, בפרק השני הצענו הגדרה מתמטית למורכבות דרך אנטרופיה. כך נוהגים להגדיר זאת בהקשרים מדעיים, ולכן סביר להשתמש בזה גם בדיון שלנו. במונחים אלו אין ספק שמורכבות של יצור חי היא גבוהה מאד, הרבה יותר מאשר היצורים המורכבים שנוצרים בדינמיקות ממוחשבות של cellular automata. לכן גם אם לא הגדרנו אפריורי שאנחנו מצפים להיווצרות של יצורים חיים, קשה לטעון שאין בהם מיוחדות כי זו הגדרה אפוסטריורי. האנטרופיה שלהם נמוכה, וזה מדד ברור למורכבות וסדר (או מידע).

ומעל הכל, כשהצגנו את הטיעון הפיסיקו-תיאולוגי דרך החוק השני של התרמודינמיקה, עמדנו על המגמה של התהליך. גם אם רמת המורכבות המוחלטת של החיים לא ניתנת להערכה שכן מורכבות היא עניין יחסי, השאלה אותה שאלנו היתה כיצד קרה שבתהליך ספונטני נוצרו יצורים מורכבים ומסודרים כשנקודת המוצא של התהליך (המפץ הגדול) היתה מצב פשוט ללא מידע רב. המגמה הזאת מגדירה מורכבות באופן מוחלט. המורכבות של מגוון החיים שקיים היום גבוהה לאין ערוך לעומת המורכבות של המצב הראשוני (נקודה סינגולרית, או כל המצבים אחריה שקדמו להיווצרות החיים). השאלה לא היתה על הגדרה מוחלטת של המורכבות של אורגניזמים, אלא של המורכבות היחסית שלהם מול המצבים שקדמו להם. היקום הולך ונעשה מורכב יותר ויותר, ולכן אין צורך להגדיר מדדים מוחלטים למורכבות של מצב נתון. די לנו להצביע על המגמה שרמת הסדר עולה עם הזמן, מה שמעיד על מעורבות של גורם חיצוני תבוני.

גם המורכבות לעניין הטיעון מן החוקים ניתנת להגדרה דומה. חוקים מורכבים הם חוקים שגורמים לתהליך מגמתי, שיטתי ועקבי, של הקטנת אנטרופיה, כלומר הגדלת הסדר והשתכללות. הסתכלות על החוקים לא תיתן לנו את זה, כי גם מורכבות של חוקים לא נמדדת במונחי מדדים מוחלטים כלשהם (כאמור, גם זה רק בעיני המתבונן). אבל התבוננות על התוצרים שלהם שהולכים ומשתכללים מעידה על מורכבות וייחודיות שטמונה בחוקים ששולטים על התהליך. וזה הדבר שהטיעון מן החוקים גוזר ממנו את קיומו של גורם חיצוני שיהווה טעם מספיק למערכת החוקים המיוחדת הזאת.

**SETI**

קראתי פעם אנלוגיה מעניינת שמבהירה את בטלותו של הערעור שנדון בפרק הנוכחי. באוניברסיטת ברקלי בקליפורניה מתנהל פרוייקט שמטרתו לאתר חיים תבוניים(!) מחוץ לכדור שלנו (הוא מכונה SETI). הם משתמשים בגלאי רדיו כדי לאסוף אותות רדיו בתדר מסויים, מנתחים אותם, וכך בודקים האם יש יצורים תבוניים שיצרו ושלחו אותם. ברור שיש להם קריטריונים כלשהם לפיהם הם מחליטים האם האות שנקלט מספיק מיוחד כך שנכון יהיה להסיק שעומד מאחוריו גורם תבוני כלשהו.

המערער שלנו צריך היה לפסול את הפרוייקט הזה על הסף, ולהסביר ל"שוטים" שמנהלים אותו שהם מאמינים בחבר דמיוני, או מפלצת הספגטי המעופפת. בעצם אות הרדיו המורכב שלהם הוא כמו פתית שלג או יצור שנוצר בתהליך עיוור של אוטומט תאי. לשיטתו של המערער שלנו, אין דרך להסיק מממצאים ייחודיים כלשהם את המסקנה שיש מאחוריהם גורם תבוני, שהרי באופן מהותי אין הגדרה למורכבות וייחודיות. לשיטתו גם מסר מורכב יכול להיווצר בדרך מקרית ועיוורת (כמו תדרים של פולסאר וכדו').

המסר שאנחנו מקבלים על העולם שלנו, גם הוא סוג של פרוייקט SETI, והאותות שמתקבלים מורכבים שבעתיים מכל מה שבפרויקט ההוא חולמים לגלות. אצלנו הפרוייקט נכשל כל העת, כי אנחנו מסבירים את המורכבויות הללו בהסברים אבולוציוניים ודוחים מכוחם את הטענה שמאחורי המידע הייחודי שמופיע בעולם שלנו עמדת יישות שהיא הטעם המספיק עבורו. לא שההסברים האבולוציוניים לא נכונים, אבל כפי שראינו אלו הם הסברים בתוך החוקים, ולכן הם לא קשורים לשאלה האם יש מי שיצר את החוקים שחוללו את המורכבויות הללו. גם האותות שיתגלו (אם בכלל) בפרוייקט SETI מיוצרים בדרך טכנית כלשהי (כלומר יש אי שם סוג של משדר/מחולל אותות שמייצר ושולח את השדרים הללו). האם כשיתגלו אותות מיוחדים ויביאו את החוקרים למסקנה שעומדת מאחוריהם יישות תבונית ששידרה אותם, המערער שלנו יטען נגדם שהם מאמינים בחבר דמיוני שהרי יש לו הסבר מכני להיווצרות האותות הללו. הוא יסביר להם כיצד פועל המשדר שמחולל אותם וישלח אותם לדרכם. ה"מאמינים" בברקלי ינסו, כנראה ללא הצלחה רבה, לומר לו שהמשדר אינו אלטרנטיבה לקיומו של גורם תבוני שבנה אותו ומשדר דרכו. זו רק הצורה שבה הוא עובד. אבל הניאו-דרוויניסט החללי שלנו יתעקש שיש לו הסבר לפי חוקים מכניים להיווצרות האותות, ולכן אין להסיק מהמורכבות והמידע שבהם שיש אי שם מישהו שידר אותם.

**מורכבות מול "חתימה"**

הערעור מן האבולוציה מבוסס על הטענה שהאבולוציה מספקת לנו מכניזם שיוצר מורכבות בלי התערבות של יד מכוונת. מכאן שיישים או אירועים שנראים לנו מכוונים אינם בהכרח כאלו. לדוגמה, פתית שלג הוא אובייקט מורכב למדיי, ובכל זאת הוא נוצר בתהליך טבעי של קפיאת מים ללא יד מכוונת. כך גם תינוק שנוצר מזרע וביצית ללא יד מכוונת. מכאן ניתן לכאורה להסיק שאין כלל הכרח לראות כוונה ביצירת דבר מורכב. מראית עין של תכנון לא אומרת שבאמת מדובר כאן בתכנון.

המערערים הללו טוענים שאנחנו מניחים שיש יוצר לעצם כלשהו לא בגלל המורכבות שלו, אלא בגלל שהעצם נושא בחובו "חתימה" של היוצר (אולי זה ההבדל בין הראיה מן התכנון ומן המורכבות). נביא שתי דוגמאות שונות לעניין זה, האחת מורכבות לא מתוכננת והשנייה פשטות מתוכננת: א. טענתו של אליה לייבוביץ שהובאה למעלה בפרק ד, שהציורים בקפלה הסיסטינית מיוחסים למיכלאנג'לו רק בגלל שמניסיוננו ציורים נוצרים על ידי ציירים, ולא בגלל מורכבותם. טענתו היתה שמורכבות כשלעצמה, כשאין בה "חתימה", לא מצביעה על יוצר. ב. דוגמה נוספת היא מהדק נייר פשוט, שגם לגביו אנחנו מניחים שיש לו יוצר על אף שהוא לא מורכב בכלל, וזאת רק מפני שיש לנו ניסיון שחוטי מתכת בצורות כאלה נעשים על ידי בני אדם. שוב, יש כאן "חתימה" מוכרת של היוצר, אפילו ללא מורכבות.

**איפה הטעות?**

קשב להבין את הטענה שדבר מורכב יכול להיווצר במקרה, שכן היא מנוגדת לחישובי הסתברות. דבר מורכב הוא משהו נדיר ומיוחד, ולכן פחות סביר שהוא נוצר בלי יד מכוונת. כשאנחנו רואים קוף שקופץ על מקלדת ויוצר סונטה של שייקספיר, שהיא בעליל דבר מיוחד ונדיר, ברור לנו שזה לא מקרי. לא בגלל שאנחנו מכירים את הסונטה הזאת, אלא בגלל המורכבות. אמנם יש סיכוי קטנטן שזה כן מקרה, אבל ההשוואה בין שתי האלטרנטיבות הללו מכריעה לטובת היד המכוונת. זהו עקרון הטעם המספיק ההסתברותי.

גם בדוגמה של המהדק, אם היה מדובר במבנה כה פשוט שהסיכוי להיווצרותו הספונטנית היה מאד גבוה (כמו סתם קו רגיל של חוט מתכת), אז אפילו החתימה לא היתה מוליכה אותנו למסקנה שאדם יצר אותו. אם כן, גם כאן מדובר על השוואה הסתברותית בין שתי אלטרנטיבות. מכניזם החתימה אינו שונה מהותית מעקרון הטעם המספיק.

ומה לגבי פתית השלג, או התינוק? אלו בעליל עצמים מורכבים, ובכל זאת הם נוצרים מעצמם. את זה כבר הסרתי למעלה. הם לא באמת נוצרים מעצמם, אלא בעזרתם האדיבה של חוקי וכוחות הטבע. שוב יש כאן ערבוב בין שאלה בתוך החוקים לשאלה מחוץ לחוקים (ראה בפרק הקודם). מבחינה מדעית ההסבר המכניסטי מספק, וגם אם לא – יש להמשיך ולשכלל אותו בכלים מדעיים. כבר ראינו שאלוהים לא משחק על המגרש המדעי. אבל מבחינה פילוסופית כשאנחנו רואים התרחשות כזאת, ברור שיש יד מכוונת שיצרה חוקים שמכוונים את התהליך אל סופו הייחודי. ושוב, השיקול הוא כמו הסתברותי, אבל מחוץ לחוקים (כמה מערכות חוקים יוליכו מזרע וביצית לתינוק?).

השאלות בדבר הגדרת מורכבות נובעות מהתבונות בתוך החוקים. בתוך החוקים יש הבדל בין מטוס (שנעשה על יד בני אדם, ולא סביר שסופה עוברת תיצור אותו מאליו) לבין פתית שלג, קוף, או תינוק (שם יש חוקים ידועים שמתארים את ההיווצרות הזאת). אבל מחוץ לחוקים כל אלו הם עצמים מורכבים, כי הגדרת המורכבות היא הסתברותית אובייקטיבית לגמרי. במונחי אנטרופיה אין חולק על כך שבגוף חי יש מורכבות עצומה, ובוודאי כשהיא נמדדת מול התחלת התהליך (נקודה סינגולרית של חומר).

לסיום, אציין כי בפרק יא בהמשך אביא סוג אחר של טיעון פיסיקו-תיאולוגי, שמבוסס דווקא על "חתימה" של היוצר ולא על מורכבות.

1. **העיקרון האנתרופי**

**מבוא: מספר הניסיונות**

בפרק הקודם חזרנו לכך שהגדרת המורכבות היא הסתברותית. אם כך, המסקנה שעצם מורכב לא נוצר במקרה תלויה בהנחה נוספת: שמספר הניסיונות ליצירת העצם הזה הוא נמוך דיו. אם הקופים יקפצו על המקלדת 200,000 שנה, אזי גם בלי יד מכוונת יכול לצאת מתחת לרגליהם "להיותאולאלהיות". אם כן, כדי לטעון טיעון פיסיקו-תיאולוגי, כלומר טיעון של טעם מספיק על אירוע או עצם נדיר הסתברותית, יש לוודא שני דברים: גם שמדובר בעצם/אירוע מאד מיוחד, וגם שמספר הניסיונות הרלוונטיים ליצירתו היה נמוך ביחס לייחודיות (האנטרופיה) שלו. ובמקרה של היקום או החיים, הטענה היא שגם אם מדובר באובייקט או אירוע חריג ומיוחד, ייתכן שהתרחשו המון ניסיונות שנכשלו ורק אחד מהם הצליח. זה היקום בו אנו נמצאים, או צורות החיים שסביבנו. אם כן, אין סיבה לחפש לכך טעם מספיק. בשאלה זו עוסק העיקרון האנתרופי.

**העיקרון האנתרופי: ניסוח ראשוני[[16]](#footnote-16)**

המונח "העיקרון האנתרופי" (אנתרופוס, משמעותו אדם)[[17]](#footnote-17) משמש בשתי משמעויות הפוכות. בריאתנים משתמשים בו כדי לטעון שההתאמה של העולם לצרכי האדם מעידה על יד מכוונת. זהו גוון של הטיעון הפיסיקו-תיאולוגי, שאומר שבדיוק ביקום בו אנחנו נמצאים יש די אוויר, מים ומזון, טמפרטורות מתאימות ו\אר תנאים לכך שבני אדם יוכלו להתקיים בו ברווחה. האם זה לא מעיד על יד מכוונת שדאגה לכל זה מראש?

האתיאיסטים, לעומת זאת, מכנים באותו שם עצמו את הערעור על הטיעון הבריאתני. הם טוענים שהטיעון הזה מבוסס על חוסר הבנה: אם לא היתה התאמה כזאת בין היקום לבין בני האדם, כי אז פשוט לא היינו כאן (כי ללא התנאים הללו לא היינו שורדים כאן). יכולתנו להתפעל מה"נס" הזה מבוססת על כך שאנחנו כאן, ואנחנו כאן בגלל שהנס קרה. לא ייתכן שאנחנו נהיה ביקום בלי שישררו בו התנאים לקיומנו, שהרי תנאים אלו הם שמאפשרים לנו להתקיים.

הערעור הזה תוקף את כל הטיעונים הפיסיקו-תיאולוגיים. היווצרות היקום הדומם, השרשרת החלבונית הראשונה (האביוגנזה) והאבולוציה, ובעצם גם את הטיעון מן החוקים. כל הטיעונים הללו מדברים על משהו מורכב ומיוחד (היקום, החיים, החוקים) וטוענים שבבסיסו צריך להיות משהו או מישהו שיצר אותו (טעם מספיק). לפני שניכנס לפירוט, עלינו לבחון את דפוס הטיעון הזה עצמו, ובעצם לתקן אותו.

**דחיית הניסוח הראשוני**

העיקרון האנתרופי האתיאיסטי בניסוח הזה (על אף הפופולריות שלו) לא מחזיק מים. סטיבן הוקינג מתאר אדם שעומד מול כיתת יורים מיומנים שכולם מפספסים את ראשו והוא נשאר בחיים. הוא טוען שאל לניצול להתפלא על כך, שכן לולא הם היו מפספסים הוא פשוט לא היה כאן כדי להתפלא. לפי העיקרון המשעשע הזה כל דבר מוזר שבזכותו ניצלנו כלל אינו אמור להפתיע אותנו כי בלעדיו לא היינו כאן. אך לעומת זאת, אירוע מפתיע שקורה לזולתנו מותר לו לעורר בנו פליאה, שכן במקרה כזה אנחנו היינו קיימים גם בלעדיו.

זוהי כמובן איוולת. מה ההבדל אם האירוע הייחודי קרה לנו או לזולתנו? השאלה היא האם הוא מורכב או לא, ולא למי הוא קרה. אם האירוע מורכב דיו, בין אם הוא קרה לי או למישהו אחר, הוא אומר דרשני.

דוגמה אחרת מביא ריצ'רד סווינבורן. תארו לעצמכם שמישהו חטף אותי כבן ערובה, הכניס אותי לחדר שיש בו 100 מכונות שכל אחת מהן מתוכננת לטרוף חפיסת קלפים באופן אקראי לחלוטין, ואמר לי: "לחץ על הכפתור המפעיל את כל המכונות. אם כל מאת הקלפים שייפלטו, אחד מכל מכונה, יהיו 'לב-אדום', אז תצא לחופשי. אחרת – המכונות יתפוצצו יחד איתך". נניח שאני לוחץ על הכפתור בחיל וברעדה, ומייד נפלטים, ראה זה פלא, 100 קלפי 'לב-אדום'. על פי ההיגיון בביקורת כנגד העיקרון האנתרופי אני לא צריך לתמוה על כך בכלל, שהרי אילו קלפים אלו לא היו נפלטים לא הייתי חי כדי לגלות זאת.

כל בר דעת מבין שטיעון זה חסר טעם לחלוטין, שהרי הסיכוי לפליטת 100 קלפים זהים הוא זעיר ביותר. כאשר מאורע שיש לו חשיבות רבה בעיניי מתרחש וסיכויי התרחשות זו זעירים ביותר, אינני יכול להתעלם מכך, ואני מחפש לזה הסבר כלשהו.

**העיקרון האנתרופי: ניסוח מתוקן**

השימוש הקלוקל הזה בטיעון האנתרופי (הניסוח האתאיסטי שלו) אכן דינו להידחות. אבל ניתן לנסח זאת בצורה נאותה יותר. חשבו שהיו המון הוצאות להורג שבהם כיתת היורים הזו לא פספסה, ומספר הניסיונות הוא מסדר גודל של אחד חלקי הסיכוי שכולם יפספסו. כעת מי שניצל באמת לא אמור להתפלא על כך שדווקא הוא ניצל. סטטיסטית, אם היו מספיק מקרים, אז באחד מהם מישהו היה צריך להינצל, והמישהו הזה הוא אני. אם לא הייתי ניצל לא הייתי נמצא כאן כדי לבכות את מר גורלי. הוא הדין לגבי מקרה הקלפים של סווינבורן, אם היו מכניסים מיליוני אנשים לחדר ומעמידים אותם בפני אותה ברירה, אזי אותו אחד שניצל לא אמור להתפלא. מבחינה סטטיסטית מישהו היה צריך להינצל. בדומה לזה, בפרק הקודם ראינו שאין להתפלא על כך שדווקא אני זכיתי בהגרלת פיס, או שהקוביה נפלה דווקא על 6. סטטיסטית מישהו היה אמור לזכות, ומספר כלשהו היה אמור לצאת מהטלת הקוביה.

אם כן, העיקרון האנתרופי האתיאיסטי בעצם צריך להיות מנוסח אחרת: אם יש אירוע נדיר ומיוחד אין זה אומר בהכרח שהוא זוקק טעם מספיק. אם היו אינספור ניסיונות לחולל אותו, ורק אחד מהם הצליח, גם זה הסבר אפשרי לקיומו. לדוגמה, הטלנו מטבע וקיבלנו עשר פעמים רצופות "פלי". זה אירוע מפתיע לכל הדעות. ההסתברות שלו היא בערך אחד לאלף. אבל בדיוק בגלל זה, אם ערכנו כמה אלפי הטלות ובמהלכן התקבלה סדרה אחת כזאת, זה לא אמור להפתיע אותנו כלל וכלל. אם כן, כדי שטיעון פיסיקו-תיאולוגי יוכל להחזיק מים עליו להניח שתי הנחות: 1. האירוע הוא אכן נדיר ומיוחד. 2. לא היו די ניסיונות לחולל אותו. לכן די בערעור על כל אחת מהן כדי להפיל את מסקנת הטיעון.

זהו הניסוח המלא, והיחיד האפשרי, של העיקרון האנתרופי האתיאיסטי. אלא שאז בעצם מדובר בטענה לא חדשה ולא מאד מתוחכמת. הניסוח שאם הניסוי לא היה מצליח לא יכולנו להימצא כאן כדי לתמוה, היא בעיקר דמגוגיה. כדי לערער על הטיעון הפיסיקו-תיאולוגי די היה לנו בטענה שהיו המון ניסיונות קודמים שנכשלו, ולכן אין פלא שאחד מהם הצליח. כעת נוכל להוסיף את האמירה שלולא ההצלחה לא היינו כאן, ולכן אנחנו דווקא כאן. אך זה מובן מאליו, ולא על כך הויכוח.

אבל מעבר לבעייתיות בהצגת הערעור, לעצם הדיון אכן יש כאן ערעור שזוקק תשובה. כיצד ניתן להסיק ממורכבותו של היקום על כך שיש לו יוצר ושיש לו סיבה או טעם מספיק? הרי ייתכן שהיו המון ניסיונות ונוצרו המון יקומים, ורק בזה שלנו נוצרו חיים. רק כדי לחדד, אם הסיכוי להיווצרות חיים הוא אחד למיליארד אז די לומר שהיו מיליארד ניסיונות שנכשלו ואחד מהם שהצליח. אם כן, אין להתפלא על כך שנוצרו בו חיים. הסתברות לאירוע כלשהו חייבת לקחת בחשבון את מספר הניסיונות. כשאני פוגש מצב בו עשר הטלות רצופות של מטבע נותנות "פלי", זה לא בהכרח אמור להפתיע אותי. אם הדבר קורה איפושהו במהלך מיליון הטלות שונות, אין בכך שום תימה וזה לא מעורר שום קושי שדורש הסבר או טעם.

**הערעור האנתרופי**

תהליך האבולוציה יוצר יצורים מאד מיוחדים. האורגניזמים החיים הם בעלי מורכבות גבוהה (עתירי מידע, או מעוטי אנטרופיה), ולכן הטיעון הפיסיקו-תיאולוגי מסיק שחייב להיות גורם חיצוני שאחראי לכך. הערעור האנתרופי אומר שהיו אינספור ניסיונות ליצור שרשראות חלבונים שונות ומשונות, ורובם הגדול נכשלו. רק מיעוט קטן הצליח, ואלו צורות החיים שאנחנו פוגשים סביבנו. חשבו על כל שרשראות החלבון שנוצרו לאורך ההיסטוריה, שכל אחת מהן עברה ועוברת לאורך השנים תהליכים של התרבות וכל צאצא עובר מוטציות שונות ומשונות וכל אחת מהן נכחדת או שורדת. זה מייצר המוני ניסיונות ליצירת בעלי חיים שונים, ורק מיעוט מבוטל מביניהם הצליח. לכן אל לנו להתפלא שנוצרו חיים כה מורכבים, והדבר לא זוקק חיפוש אחר טעם מספיק.

הערעור הזה קלוש מאד. ראשית, חשבונות שונים שנעשו כדי להעריך את מספר הניסיונות מעלים שאין די בהם כדי להסביר את ההצלחות. אבל מעבר לזה, כבר ראינו שבתהליך האבולוציוני אין כלל אקראיות (הוא מתרחש בסקאלה שבה אין תופעות קוונטיות, ורק בהן יש אקראיות אמיתית). השימוש בכלים הסתברותיים וסטטיסטיים נובע מהמורכבות של החישוב ולא מאקראיות אמיתית שיש בו. בתהליכים שאינם אקראיים אין שום משמעות לערעור האנתרופי. הרי אין כאן הגרלות שנכשלות ומצליחות, אלא תהליך דטרמיניסטי אחד שמייצר אורגניזמים חיים באופן שנקבע על ידי החוקים הדטרמיניסטיים ששולטים על התהליך או לפחות מהווים מעטפת עבורו. לכן שום הסבר סטטיסטי לא יועיל כאן. יש כאן יד מכוונת שיצרה את החוקים שמובילים את המערכת ליצירת מגוון יצורים חיים אדיר.

אבל מעבר לזה, הרי כל התהליך האבולוציוני מתחיל עם השרשרת החלבונית הראשונה. ואיך נוצרה זו עצמה (תהליך האביוגנזה)? הערעור האנתרופי יאמר שהיו ניסיונות שונים ליצור שרשראות חלבונים, שמתוכם רק אחד הצליח, ולכן גם זה לא אמור להפתיע אותנו. אולי שם היו מרכיבים אקראיים באמת, אם כי כשמדובר בשרשרת חלבון, פשוטה וקצרה ככל שתהיה, עדיין מדובר בסקאלות שהן הרבה מעבר לתורת הקוונטים.

ומה על היווצרות היקום עצמו (המפץ הגדול)? אמנם היקום הוא מיוחד, אבל אולי היו המון ניסיונות והמוני יקומים נוצרו, והעובדה שביקום שלנו נוצרו חיים לא צריכה להפתיע אותנו.

ומה באשר לטיעון מן החוקים? הוא מבוסס על כך שמערכת של ארבעה חוקי פיסיקה יסודיים עם ערכים מדוייקים ומתואמים של קבועי הפיסיקה (שסטיה קטנה בערכו של כל אחד מהם היתה מונעת את קיומן של הכימיה והביולוגיה, ולכן גם חיים ואבולוציה, fine tuning) הם מיוחדים, וככאלה הם דורשים הסבר, או טעם. זהו הניסוח האנתרופי הבריאתני, שחוקי הטבע מתאימים בדיוק להיווצרותנו וקיומנו. הערעור האנתרופי האתיאיסטי טוען שהיו אינספור היווצרויות של מערכות חוקים, ולכן אין פלא שאחד מהם יצא מורכב דיו כדי ליצור חיים. וכזכור, אם אחד מהם הצליח במובן הזה, אז אין פלא שאנחנו נמצאים דווקא בו. ביקום עם מערכות חוקים שהן תוצאה של ניסיון לא מוצלח לא יכולנו להימצא.

**מסיבה התה האתיאיסטית**

ההנחה שהיו אינספור ניסיונות קודמים של יקומים עם חוקי פיסיקה אחרים, היא הנחה בעייתית מאד. לפי הצעה זו, אמורים להתקיים במקביל לנו אינספור יקומים שונים משלנו (שהרי מספר מערכות החוקים האפשריות הוא אינסופי), שבכל אחד מהן שוררים חוקי פיסיקה אחרים. אף אחד מאיתנו לא ראה אותם, וכנראה גם לא יכול לראות אותם. זוהי המצאה אד הוק רק כדי להיחלץ מהמיצרים הפיסיקו-תיאולוגיים. זה ממש מקרה של קנקן התה השמיימי של ראסל (ראה למעלה בסוף פרק ד), אך הפעם הוא מסובב את כוכבו של האתיאיסט. הוא ממציא קנקני תה שאף אחד לא ראה אותם, רק כדי לחמוק מהצורך לחפש עילה ליקום.

למעשה, בצורה כזאת ניתן לדחות כל טיעון לגבי אירוע לא סביר. לדוגמה, מי שיראה את שברי העציץ המנופץ שלנו חוזרים ומורכבים מעצמם לעציץ שלם, או את הצלתו הפלאית של הנדון למוות, או שמא את הסופה של פרד הויל שמרכיבה מטוס משבריו, יוכל תמיד לומר שכנראה היו אינספור ניסיונות שכשלו (אף שלא ידוע לנו על אף אחד כזה), ואנחנו פשוט צופים בזה מהם שהצליח. אין לנו מה להתפלא מאירועים כאלה.

נראה זאת כעת מזווית שונה. כדי לענות על הטיעון מן החוקים האתיאיסט מייצר אינספור יקומים (או סיטואציות) שונים ומשונים, שבכל אחד שוררים חוקי פיסיקה אחרים, וכנראה נוצרים בהם יצורים שונים ומשונים שהם תוצרים (אבולוציוניים?) של חוקי הטבע ההם. מה שמייחד את כולם הוא שאף אחד לא ראה אותם, אבל מסיבה מובנת מאליה: לא ניתן לצפות בהם (הם שקופים). קנקני התה שמונחים על השולחן האתיאיסטי מאפשרים לערוך את מסיבת התה של הכובען המטורף של לואיס קרול. זוהי האלטרנטיבה ה'רציונלית' וה'חסכונית' לאמונה באלוקים.

אבל גם אם קיימים יקומים שונים ומשונים כאלה שבכל אחד מהם שוררים חוקי טבע אחרים, מה מונע מאיתנו להניח שברבים מהם נוצרו יצורים שונים שלא העלינו על דעתנו. למשל, פיות או שדים, ואולי אלוהימים. הרי גם אם חוקי הטבע שלנו לא מכירים ואולי גם לא מאפשרים את קיומם של אלו, החוקים ביקומים האחרים בהחלט יכולים לאפשר זאת. יש לזכור שכדי להצדיק סטטיסטית את המורכבות של היקום שלנו, עלינו להניח שנוצרו אינספור יקומים עם אינספור מערכות חוקי טבע, שהן שונות לגמרי מזו שלנו. אם כך, איבדנו לגמרי את היכולת לטעון משהו על מה אפשרי ומה לא אפשרי שיתקיים במציאות ההזויה שלנו. האתאיסט יורה כאן לעצמו ברגל.

למעשה, אנחנו לא מכירים שום מכניזם של היווצרות של עולמות, או של מערכות חוקים שונות. המערער האנתרופי לא רק טוען שהיו היווצרויות של יקומים ומערכות חוקים שונות, אלא שיש בכל למכניזם של היווצרות של מערכות חוקים או יקומים. אבל לא מוכר לנו מכניזם כזה. משעה שאפשרות קיומו עלתה, נפעיל את המתודה המדעית גם לגביו. כעת נוכל לשאול מה מאפיין אותו, אלו חוקים שולטים בו, ולבסוף לסגת אחורה ולשאול גם לגביו את השאלה פיסיקו-תיאולוגית: מי עמד בבסיס החוקים ששולטים על המכניזם ליצירת מערכות חוקים ויקומים? בשורה התחתונה, כל מה שלא נאמר (פרט לאקראיות מלאה) לא יכול להתחמק מהטיעון הפיסיקו-תיאולוגי.

1. **התנהלות טלאולוגית בפיסיקה[[18]](#footnote-18)**

**מבוא**

פרק זה מסיים את הדיון בראיה הפיסיקו-תיאולוגית. אני אציג כאן טיעון מעט שונה מאלו שראינו עד כאן, אך הקורא יוכל לראות שמדובר בגוון של טיעון פיסיקו-תיאולוגי. במינוח שראינו למעלה בסוף פרק ט, אנו נדבר כאן על ראיה מכוח "חתימה" של היוצר (כמו בדוגמת המהדק) ולא ראיה מכוח מורכבות גרידא.

**הסברים טלאולוגיים וסיבתיים**

במחברת על הראיה הקוסמולוגית בסוף פרק ו הבחנתי בין עקרון הסיבתיות לעקרון הטעם המספיק. הזכרתי שאחד ההבדלים ביניהם נוגע לציר הזמן, כלומר שעקרון הסיבתיות דורש שהסיבה תופיע לפני המסובב, ואילו עקרון הטעם המספיק דורש טעמים ולאו דווקא סיבות, וטעם יכול להופיע גם אחרי הדבר שמוסבר על ידו. בפרק זה נעסוק בהסברים טלאולוגיים שנכון להתייחס אליהם בעצם יותר כטעמים מאשר כסיבות.

אריסטו נהג להסביר תהליכים פיסיקליים במונחים של תכליות. האבן נופלת לארץ "מפני שהיא שואפת" לחזור למקום שבו היא נוצרה. אריסטו ראה בסיבה התכליתית (שנעוצה בטבע הדברים) את הסיבה העיקרית שמניעה דברים בעולם. תפיסה זו רווחה מאוד בימי הביניים, ואומצה אז על ידי רבים מהוגי הדעות ואנשי המדע. אלו נטו לתת הסברים לתהליכים פיסיקליים במונחי מטרות ומגמות שהעצמים הפיסיקליים "רוצים" להשיג. ההסברים היו במונחים של "כדי", או "למען", ולא במונחי "בגלל", או "מפני".

החל מגלילאו גליליי והפילוסופים הרציונליסטים (בעיקר שפינוזה), החלה להתפשט התפיסה הסיבתית. היום מקובל לחשוב שהפיסיקה המודרנית מצביעה על כך שתורתו של אריסטו שגויה גם במובן היסודי הזה. התהליכים מתנהלים באופן סיבתי ולא תכליתי, כלומר אירועים מתרחשים "בגלל" אירועים שקדמו להם, ולא "למען" משהו שיגיע אחריהם. תפיסה סיבתית זו מכונה לעתים "מכניסטית", שכן התהליך הפיסיקלי מוצג בה כתוצאה מכנית של משהו שקדם לו (סיבתו).

אמנם עד ימינו אלה קיימת הרגשה שככל שאנו עולים במדרג המדעים, מהפיסיקה והכימיה של הדומם כלפי הביולוגיה של החי והאדם, ואחר לסוציולוגיה ומדעי החברה וכן הלאה, כך ההסברים המדעיים נעשים יותר ויותר תכליתיים ולא סיבתיים. בביולוגיה נהוג עד היום להסביר את התנהלותם של איברים בגופנו דרך מטרותיהם. הכליה, למשל, מיועדת לטהר את הדם. קיומה מוסבר על ידי המטרה שלה, טיהור הדם. בפסיכולוגיה אנו מסבירים פעולה של אדם דרך המטרות שאותן הוא רוצה להשיג. האדם פועל כפי שהוא פועל כדי להשיג כבוד, כדי להפחיד, כדי להתחבב, כדי להדחיק או להתחמק וכדומה. אבל גם במישור הפיסי אנו אומרים שהאדם מושיט את ידו לטלפון ומחייג כדי לשוחח עם חברו, ולא מפני שידיו קיבלו פקודה מהמוח לעשות זאת (גם הפקודה הזאת ניתנת מפני שהוא רוצה לשוחח עם חברו). האירוע המאוחר (השיחה) הוא סיבתו של האירוע שקדם לו (החיוג), ולכן מדובר בהסבר תכליתי-טלאולוגי. במדעי החברה ההסברים ברובם הם תכליתיים. בכלכלה, למשל, ירידה ועלייה של שערים בבורסה נובעת מציפיות ומטרות עתידיות של אנשים ושל גורמים כלכליים שונים. אסטרטגיה של מדינה או אדם מתוארת פעמים רבות במונחים של מה כל אלו רוצים להשיג, ולא תמיד במונחים סיבתיים (מה גרם להם לפעול כך או אחרת).

**המיתוס הסיבתי**

התמונה שתוארה עד כאן היא במידה רבה מיתוס. יש בו אי הבנה מסוימת של המדע האריסטוטלי, וחוסר מודעות למשמעותן של תוצאות רבות של הפיסיקה המודרנית. בהמשך הפרק אנסה להפריך את המיתוס הזה, ולעמוד על משמעויות העומק של שתי התפיסות המטא-מדעיות הללו.

לפי המיתוס הזה, בתפיסתנו המדעית העכשווית ההסברים התכליתיים במקרה הגרוע לא אומרים מאומה, ובמקרה הטוב פשוט אינם נכונים. לעיתים תשמעו הודאה במקצת, כלומר שבמקרים אחדים אכן יש במדע הסברים טלאולוגיים, אבל מייד מוסיפים שזוהי כמובן רק אנקדוטה. ההסבר האמיתי הוא זה הסיבתי, והטלאולוגיה היא רק צורת ניסוח או התייחסות. אמנם ראינו שככל שאנחנו מטפסים במעלה המדרון מהדומם אל החי, מהפיסיקה אל הביולוגיה, הפיזיולוגיה, ואחר כך אל הרוח, כלומר אל הפסיכולוגיה והסוציולוגיה, ההסברים נעשים יותר ויותר תכליתיים (טלאולוגיים). אך שוב רבים יאמרו לכם שזהו רק סגנון דיבור. כשאני אומר שאדם כלשהו שלח את ידו לטלפון כדי לקבוע עם ידידו פגישה למחר, תליתי את המעשה העכשווי במשהו עתידי. אבל לשיטתם בעצם לכל מה שאדם עושה יש הסבר סיבתי. נוח לנו לעיתים לראות זאת כפעולה שמוּנעת ממגמה עתידית או לצורך עתידי כלשהו, אבל זו לא האמת המהותית.[[19]](#footnote-19)

ככלל, ניתן לומר שהמגמה המדעית בימינו היא שיותר ויותר תחומי מדע הולכים ונעשים סיבתיים, ונוטשים את המינוח הטלאולוגי. דוגמה מובהקת לתהליך זה היא תיאוריית האבולוציה, שבעצם מהותה היא היפוך של תיאורים תכליתיים לתיאוריים סיבתיים. למשל, השוטון של החיידק (סוג משוט שהחיידק משתמש בו כדי להתקדם בתוך נוזל, וכך גם בתא זרע שמתקדם לקראת הביצית) מתואר במינוח טלאולוגי כמה ש"נועד" להביא את החיידק אל המזון. אבל בתיאוריית האבולוציה זה מתורגם להסבר סיבתי. השוטון לא "נועד ל-" אלא "נוצר מ-", או "מופעל על ידי". אנו מצליחים לתאר את היווצרות השוטון, וגם את אופן פעולתו, בצורה סיבתית (כימיה ופיסיקה) בלי להיזקק לשאלה לשם מה הוא נוצר, לאן הוא חותר, או מה ייעודו. כך אנו יכולים לטעון שהמבנים המורכבים והתכליתיים לכאורה שאותם אנו רואים בעולם שסביבנו אינם באמת תכליתיים, אלא רק נראים כך. למעשה, הם תוצרים של תהליך סיבתי, שאותו יצרה האבולוציה. יש להם גורמים ולא מטרות. כך גם אמצעי מיגון של בעל חיים שמתואר תכליתית כמשהו שמיועד להגנה עליו, עובר תרגום אבולוציוני מנגנון שמתאר כיצד שרד רק אותו בעל חיים שפיתח את מנגנון ההגנה הזה. אציין כי הלמרקיזם, שהוא גוון אבולוציוני שקדם לדרווין, נדחה מפני שהוא מבוסס על תהליכים תכליתיים ולא סיבתיים. האבולוציה מסבירה שכל התכליתיות לכאורה היא כסות לתהליך סיבתי כפי שתיארתי בפרקים למעלה.

אמנם כבר הערתי שההסבר הזה יכול להיות מספק ברובד המדעי, אך ברובד הפילוסופי כמה וכמה קשיים נותרים בעינם. בדוגמת המפעל, אף על פי שאפשר להציע להיווצרותו תיאור סיבתי, אנחנו לא נימנע מהמסקנה שיש לו יזם ומתכנן, מי שהניע את התהליך הסיבתי הזה. היזם רואה מולו את העתיד ומעצב את ההווה כדי להשיג את העתיד הזה. כאמור, דיון זה רלוונטי למישור המטא-מדעי, או הפילוסופי, ולא למישור המדעי. בפרק זה ברצוני לעשות עוד צעד אחד הלאה ולטעון שגם במישור המדעי, לפחות בתחום הפיסיקה, ההסברים לא נעשים יותר סיבתיים כפי שאנשים רבים (כולל רוב המדענים) חושבים אלא דווקא יותר תכליתיים.

**שתי משמעויות שונות לטלאולוגיה**

ראינו שככל שמתקרבים למישורי הרוח ההסברים נעשים יותר ויותר טלאולוגיים. אחת המשמעויות שנוטים לתת לתופעה הזאת היא שהרוח לא מונעת בצורה סיבתית אלא בצורה תכליתית, כלומר לא "מפני ש" אלא "לשם ש", ליעד כלשהו. לכן ככל שאנחנו מתקרבים לעולם הרוח ומתרחקים מהחומר, כך ההסברים נעשים טלאולוגיים. החומר מתנהל באופן סיבתי, בעוד הרוח מתנהלת באופן תכליתי. הרוח היא מכוּונת מטרה ומתנהלת באופן מתוכנן ומגמתי, ואילו החומר אינו "מתכנן" מאומה ואינו "שואף" לדבר.

אך צריך כאן להיזהר מערבוב בין שתי משמעויות שונות של הטלאולוגיה. באומרנו שהאבן "שואפת" לחזור לכור מחצבתה אין כוונתנו לומר שיש לה רצון לעשות זאת, או שיש לה אפשרות להחליט שלא לעשות זאת. גם אריסטו כנראה הבין שהאבן לא מחליטה על כך מרצונה החופשי, שכן בחירה כזו (אם אנחנו מאמינים בחופש הרצון והבחירה כמובן) היא אכן תכונה של הרוח (האנושית?) בלבד. השימוש של אריסטו במינוח טלאולוגי כלפי תהליכים בדומם משמעותו היא שתיאור התנהלותם יכול להינתן במונחי תכליות במקום במונחי סיבות. לאבן אכן אין ברירה אלא "לחזור לכור מחצבתה", אבל בכל זאת נוח ונכון לתאר את תנועתה למטה במינוח של "כדי", ולא במינוח של "בגלל". החוק הוא בעל אופי טלאולוגי, אבל הוא יכול להיות לגמרי דטרמיניסטי, כלומר לא תלוי בהחלטות של האבן. פשוט מה שקובע (חד ערכית ודטרמיניסטית) את התנועה הוא התכלית ולא הסיבה. התיאור התכליתי של תנועת האבן הוא דטרמיניסטי לגמרי, אלא שאופיו שונה מזה של תיאור סיבתי בכך שהוא פונה לעתיד ולא לעבר.

ובכל זאת, הטלאולוגיה נתפסת בדרך כלל כצורת הסבר שקשורה לתפיסות לא מטריאליסטיות (כלומר דואליסטיות, שגורסות כי בעולם יש חומר ורוח), ואולי אף תיאיסטיות (שמאמינות באלוהים). זו כנראה אחת הסיבות למלחמה הנחרצת שמתנהלת בדורות האחרונים כנגד ההסברים הטלאולוגיים בכל תחומי המדע, ולראיית ההסברים הסיבתיים כסוג ההסברים היחיד שראוי לכינוי "הסבר מדעי". הסיבה לכך היא שגם אם האבן עצמה אינה יכולה להחליט לאן לנוע, העובדה שהתיאור של נפילתה לקרקע הוא תכליתי אומרת שיש כנראה גורם אחר שקבע או קובע לאבן את תכליתה. עצמים שנעים לקראת תכלית, גם אם הם עושים זאת שלא מתוך בחירה (אולי דווקא משום שהם כפויים לכך), נראים כמשהו שמונע על ידי גורם חיצוני כלשהו. הגורם החיצוני הזה הוא שקובע להם את התכלית וגורם להם (בכפייה) לנוע לקראתה. מתבקש לכנות את הגורם הזה "אלוהים", ולהערכתי זוהי הסיבה לכך שאנשים שונים נרתעים כל כך מהסברים טלאולוגיים.

מזווית אחרת אפשר לומר שלהתרחשות חומרית אמורה להיות סיבה. התרחשות לקראת תכלית ("כדי" ולא "בגלל") היא התרחשות ללא סיבה גורמת, וככזו היא סותרת את עקרון הסיבתיות. לכן גם אם נציע תיאור תכליתי, ולו דטרמיניסטי, להתרחשות טבעית כלשהי, עדיין ברקע הדברים בהכרח מונחת סיבה כלשהי, ואם היא לא נמצאת בטבע הדברים הרי היא תוצאת פעולתו של גורם אחר שמחוץ לפיסיקה. ושוב, מטריאליסטים לא אוהבים גורמים שמחוץ לפיסיקה (בפרט אם קוראים להם "אלוהים").

**תזכורת על מקורה של התפיסה הסיבתית**

ההתעקשות הסיבתית תמוהה שבעתיים אם ניזכר במה שפגשנו כבר למעלה (ראה לקראת סוף פרק ח) שהמשוואות בפיסיקה קובעות ברוב המקרים רק קורלציה, או שקילות, אבל לא יחס סיבתי. ראינו שם שכשהחוק השני של ניוטון קובע יחס ישר בין הכוח שפועל על גוף לבין התאוצה שלו, אין שם ולו רמז לשאלה מיהי הסיבה ומה המסובב. זוהי פשוט שקילות בין כוח לתאוצה. זו עצמה הערה ראשונה על המיתוס הסיבתי לגבי תפיסתו הסיבתית של המדע המודרני. אמנם נכון לכאורה שהוא לא מדבר בשפת התכליות, אבל גם לא בשפת הסיבות. הפשר הסיבתי הוא לכל היותר פרשנות אפשרית למשוואות (במישור הפילוסופי), אך בהחלט לא ממצא מדעי. אנחנו אלו שמפרשים את החוק השני של ניוטון כך שצד אחד של המשוואה (הכוח) הוא הסיבה, והצד השני (התאוצה) הוא התוצאה. במשוואה אין ולו רמז קלוש לכך.

כדי לחדד זאת יותר, נחשוב לרגע על שני עצמים בעלי מסה שנמצאים במרחק מסויים זה מזה. לפי חוק הגרביטציה של ניוטון הם מפעילים כוח זה על זה. המשוואה של ניוטון קובעת קשר בין הכוח (והתאוצה שהוא מפתח) לבין גודל המסות והמרחק ביניהן. אבל המשוואה שוב קובעת כאן יחס סימולטני, כלומר ערכי המסות ברגע מסויים קובעים את ערך הכוח ברגע מסויים. קשה לראות באחד סיבה ובשני תוצאה. מבחינת המשוואה של ניוטון, בה במידה הכוח יכול להיות סיבתם של ערכי המסות. אמנם בתורת השדות המצב משתנה. שם לא מוכנים לקבל את המושג פעולה ממרחק (=action at a distance), ולכן מתארים את התפתחות הכוח לאורך הזמן. הכוח מתקדם מכל אחת מהמסות על חברתה, ואחרי זמן (קצר מאד) הוא מגיע ופועל עליהן. כאן כבר נשברת הסימולטניות של המשוואה, והמסות קודמות בזמן לפעולת הכוח. לכאורה כאן כבר מתבקש לראות במסות את הסיבה ובכוח את התוצאה, שהרי הוא מופיע מאוחר יותר. אבל גם זה לא מדוייק, שכן הקדימה הזמנית עדיין לא קובעת יחס סיבתי. בפרק החמישי של ספרי מדעי החופש עמדתי על כך שיחס סיבתי מכיל שלושה רכיבים: הקדימה הזמנית (הסיבה לפני המסובב), ההתנייה הלוגית (אם מתרחשת הסיבה אז מתחולל המסובב) והגרימה (בגלל הסיבה לכן קורה המסובב). לכן גם אם רואים במשוואות את הקדימה הזמנית ואת ההתנייה הלוגית, עדיין הפרשנות הסיבתית היא פילוסופית (אנחנו מחליטים שהמסות הן סיבת היווצרותו ופעולתו של הכוח, כלומר שיש כאן גם גרימה). היא לא עולה מהמשוואות עצמן.

**האם אפשר לתרגם הסבר תכליתי להסבר סיבתי ולהפך?**

אפשר "לתרגם" רבים מן ההסברים הטלאולוגיים משפה תכליתית לשפה של סיבות ולהיפך. האדם מושיט את ידו לטלפון לא כדי לשוחח עם חברו, אלא מפני שהיה קיים בו רצון לשוחח עם חברו. הרצון לשוחח, שהוא התרחשות קודמת, הוא שגרם להושטת היד למכשיר. כך אפשר לראות את ההסבר הזה כסיבתי ולא כתכליתי. ובכל זאת, חשוב להבין שגם האופן הזה אינו מתאים להתנהלות של יש חומרי. בשורה התחתונה יש כאן מכוּונוּת לקראת מטרה עתידית, תכלית, דבר שאינו נתפס כאופייני להתנהלות של יֵשים חומריים. אבנים אינן מפתחות רצון לעשות משהו בעתיד, ולכן גם אם נתאר רצון כלשהו כסיבה לתנועתן, הדבר לא ייתפס כסביר. אפשר לראות זאת כך: אמנם יש רצון שמהווה סיבה לפעולה, אבל מהי סיבתו של הרצון? מה גרם לו להתחיל בתהליך של שיחת טלפון? האירוע העתידי. אם כן, גם אם לפעולה הפיסית יש סיבה, לסיבה שלה (הרצון) יש רק תכלית. בניסוח אחר ניתן לומר שהרצון במהותו הוא היפוך של התכלית לסיבה. אם כן, האמירה שמי שגרם לי לערוך את שיחת הטלפון הוא הרצון שלי לשוחח, אינה פותרת את הבעיה העקרונית. השאלה היא כיצד הרצון עושה את התכלית לסיבה, והאם ייתכן שדבר כזה ייעשה על ידי יש חומרי ובתוך יש חומרי. ועוד לא דיברנו על השאלה מה מעורר אצלנו את הרצון? הרי גם לכך חייבת להיות סיבה, ובסוף התהליך אנחנו מגיעים כך או כך מהעתיד לעבר (שכן השרשרת הסיבתית הזו מתחילה באירוע העתידי).

בסוף המאה השמונה-עשרה פרצו בסערה הסברים טלאולוגיים לפיסיקה לתקופה קצרה. ראינו כבר שהמכניקה של ניוטון וגליליי היא סיבתית באופייה. ישנם כוחות שגורמים לתאוצה של הגוף שעליו הם פועלים. התנועה היא תוצאה של פעולת כוח על הגוף, ולא מימוש של "שאיפה" לקראת משהו. אולם לגרנז', מתמטיקאי ואסטרונום צרפתי יליד איטליה (1813-1736), פיתח ניסוח אלטרנטיבי למכניקה של ניוטון, שבו במקום תיאור של כוחות שגורמים לתאוצות, אנו משתמשים בפונקציות פעולה.[[20]](#footnote-20) מדובר בפונקציות של המקום והזמן, שמתוכן אפשר לחלץ את מסלול התנועה על ידי שיקולים מתמטיים של מינימיזציה של הפונקציות הללו. המסלול שאותו עובר גוף כלשהו הוא המסלול שיגרום לפונקצית הפעולה לקבל ערך מינימלי. לכן לפעמים מכנים זאת עקרונות של "פעולה מינימלית".

הדוגמה הידועה והפשוטה ביותר לעיקרון כזה היא העיקרון של פייר דה-פֶרמָה באופטיקה. האופטיקה הגיאומטרית עוסקת בתיאור תנועתן של קרני אור ישרות. מתברר שכאשר קרן אור כזאת עוברת מתווך (מדיום) אחד לתווך אחר, לדוגמה כאשר קרן אור עוברת מאוויר למים, קו ההתקדמות שלה נשבר (ראו בשרטוט למטה).[[21]](#footnote-21) החוק שמתאר את היחס בין זוויות השבירה הוא "חוק סנל". זהו התיאור ה"סיבתי" לתהליך הזה. אם נתונה זווית הכניסה של הקרן לקו הגבול, כלומר זווית הפגיעה בקו המעבר בין האוויר למים, נוכל לחשב מתוכה באמצעות חוק סנל את זווית היציאה של הקרן אל המים. בהסתכלות הזאת מדובר בתהליך סיבתי, שכן פגיעת קרן האור במיים, והאופי השונה של התווך בו פוגעים (המים) לעומת התווך שממנו מגיעים (האוויר) "גורמים" לקרן האור לסטות ממסלולה.

שבירה של קרן אור, שמתוארת על ידי חוק סנל.n מסמן את מקדמי השבירה (פי כמה קטנה מהירות האור בתווך הזה ממהירות האור בריק) במים ובאוויר. זוויות הכניסה והיציאה מסומנות ב-. P היא נקודת היציאה של הקרן ו-Q היא נקודת הסיום של המסלול.

פרמה הראה שלאותו תהליך עצמו אפשר להציע תיאור תכליתי, באמצעות פעולה מינימלית. עקרון פרמה קובע כי קרן אור לעולם תנוע בין שתי נקודות נתונות במסלול שבו זמן תנועתה הוא הקצר ביותר. הצורה המקובלת להדגים זאת היא לחשוב על מצב שבו מציל שניצב בנקודה P רואה אדם שטובע בים בנקודה Q, והוא כמובן רוצה להגיע במהירות הגבוהה ביותר מ-P לנקודת הטביעה Q. ברור שהוא צריך לרוץ על החוף ואחר כך לשחות בים, וברור שמהירות הריצה שלו גבוהה ממהירות השחייה שלו במים. לכן לא נכון עבורו לעשות זאת לאורך הקו הישר שמחבר את שתי הנקודות, אלא עדיף לנוע במסלול שיהיה ארוך ככל האפשר על היבשה והקצר ביותר במים. מאידך, ברור שלהעאריך מאד את המסלול על היבשה זוהי הארכה של האורך הכולל של המסלול והיא יכולה להאריך את זמן ההגעה. מתברר שהמסלול שבו על המציל לרוץ הוא קו ישר שנשבר בקו המים, בדיוק כמו הקו האדום בתמונה שלמעלה. זווית השבירה תלויה כמובן בשאלה מה יחס המהירויות בין הריצה לשחייה. ככל שהריצה מהירה יותר ביחס לשחייה, הזווית תהיה כזאת שקטע המסלול שעל החוף יהיה ארוך יותר.

עקרון פרמה קובע כי קרן אור שתרצה לנוע בין שתי הנקודות הללו תנוע במסלול זהה לזה של מציל, והזווית תיקבע לפי היחס בין מהירותה באוויר לעומת מהירותה במים (שהיא נמוכה יותר), ולכן קו ההתקדמות שלה יהיה שבור כפי שראינו לגבי המציל. אם כן, היחס בין זוויות התנועה בשני האזורים, שנקבע באופטיקה הגיאומטרית על ידי חוק סנל, יכול להיקבע על פי חישוב המסלול שייתן זמן תנועה מינימלי. במקרה זה הזמן שלוקח לעבור את המסלול הוא עצמו פונקציית הפעולה של הבעייה, שהמינימום שלה קובע את המסלול. עקרון פרמה הוא תיאור פשוט ביותר, שכולל את אוסף כל החוקים של האופטיקה הגיאומטרית (חוק סנל, חוקי ההחזרה וכדומה).

חשוב להבין שהתיאור של פרמה הוא טלאולוגי, שכן תנועת האור מתוארת במונחי "בחירה" במסלול הקצר ביותר. ושוב, אין הכוונה שהאור באמת "בוחר", או שיש לו אופציה להחליט לנוע לאט יותר, אלא שתנועתו מתוארת במונחי תכליות ולא במונחים של סיבות. הוא נע בזוויות אלה "כדי" (למזער את הזמן), ולא "בגלל" (שבירה שנוצרת מהפגיעה בגבול בין האוויר למים).

כמובן, כפי שתיארנו למעלה, ישנו גם תיאור "סיבתי" לתנועת האור, כלומר לחוקי האופטיקה הגיאומטרית. האור מתקדם בקו ישר לפי כיוון ההתקדמות הראשוני שלו, וכשהוא פוגש בקו מעבר בין תווכים שבהם מהירות ההתקדמות שלו משתנה, ההתנגשות עם התווך החדש גורמת לשבירה של קו ההתקדמות. זהו תיאור סיבתי, ואפשר להוכיח שהוא שקול לחלוטין מבחינה מתמטית לתיאור התכליתי. כל מסלול שיֵצא מחישוב באמצעות הניסוח הסיבתי, יהיה זהה למסלול שיֵצא מחישוב באמצעות עקרון הפעולה (הזמן, בדוגמה זו) המינימלית של פרמה.

עד כאן באשר לחוק פרמה באופטיקה. לגרנז' הציע תיאור תכליתי דומה לכל חוקי המכניקה. במקום לדבר בשפה הניוטונית שעוסקת בכוחות שמניעים ומאיצים גופים, אנחנו מדברים על גופים ש"בוחרים" מסלולים שבהם פונקציית הפעולה תקבל ערך מינימלי. במקרה זה הפונקציה אינה הזמן אלא גודל אחר שקרוי לגרנז'יאן או המילטוניאן (יש כמה ניסוחים אפשריים), והוא קשור בצורות שונות לאנרגיה של הגוף.

אמנם הפריחה הטלאולוגית בפיסיקה היתה זמנית וקצרה, ומיד אחר כך שקע הזרם הזה בחזרה לתהום הנשייה. לפחות מבחינה תודעתית, הסיבתיות חזרה לשלוט בפיסיקה ביד רמה, מאז ועד ימינו. כשתשאלו פיסיקאים הם יאמרו לכם שמדובר באנקדוטה מתמטית, ותו לא. החוקים הם סיבתיים, אבל המתמטיקה מאפשרת להציג תיאור טלאולוגי שקול שנותן את אותן תוצאות. בהחלט מעניין, אבל לא מהותי.

**מי משני התיאורים נכון יותר?**

העובדה שתחום כלשהו נכבש על ידי הסברים סיבתיים אין פירושה שההסבר התכליתי נדחה. שני ההסברים קיימים, אלא שבהיעדר אילוץ אנחנו מעדיפים את ההסבר הסיבתי. זאת בגלל ההנחה (הפילוסופית) שחומר דומם אמור לנהוג באופן סיבתי ולא תכליתי. בעצם יש כאן שילוב של עקרון הסיבתיות ביחד עם ההנחה הפיסיקלית שסיבה לתהליך פיסיקלי חייבת להיות סיבה חומרית-פיסיקלית.

כעת עולה השאלה איזה תיאור הוא הנכון יותר, הסיבתי או הטלאולוגי? כפי שכבר ראינו, במובן הפיסיקלי אין לשאלה זו כל משמעות. שני התיאורים הם שקולים לחלוטין, ותוצאות החישוב בשניהם הן זהות. לשניהם אותה יכולת הסברית לתחומים הנדונים, והניבויים שלהם זהים גם הם. לכן אין משמעות מדעית לשאלה מי מהם "נכון" יותר מבחינה פיסיקלית. אולם אין זה אומר ששאלה זו היא חסרת משמעות לגמרי. יש לה בהחלט משמעות פילוסופית. משמעותו של ההבדל בין שני סוגי ההסבר היא בעיקר בהקשר של דיונים על אודות מטריאליזם ותיאיזם. כפי שהערנו למעלה, מן ההסבר תכליתי עולה "ריח" של גורם שמכוון את ה"בחירה" שעושים העצמים הדוממים (הוא בוחר בעבורם ומכוון אותם).

כאמור, בין פילוסופים ואנשי מדע מקובל לחשוב היום שההסבר הסיבתי הוא הנכון יותר, וקיומו של הסבר שקול טלאולוגי אינו אלא אנקדוטה מתמטית. זהו תיאור אחר, שקול לחלוטין, ואין לו משמעות פיסיקלית או פילוסופית. על פניו, לא ברור מדוע אלה פני הדברים. מהו הבסיס לבחירה בהסבר הסיבתי על פני עמיתו הטלאולוגי? יתר על כן, כפי שראינו בדוגמה של עקרון פרמה, ההסבר הטלאולוגי הוא פשוט וכללי יותר, שכן מדובר בעיקרון כללי אחד שמסביר את כל האופטיקה הגיאומטרית. לעומת זאת, התיאור הסיבתי הוא מורכב ומסובך יותר, שכן יש בו אוסף של כמה חוקים שאין קשר ישיר ביניהם. משום מה, דווקא ההסבר המסובך, זה הסיבתי, זוכה להיתפס כאמיתי, וההסבר הפשוט יותר, הטלאולוגי נראה לרבים כקוריוז מתמטי.

גם הדוגמאות מתיאוריית האבולוציה שהוזכרו למעלה, הן לכאורה דוגמאות מאותו טיפוס. האבולוציה מציעה תיאור סיבתי למה שנראה תכליתי. השוטון מתואר כתהליך של סיבה ומסובב, ותיאור זה מוצג כחלופה להסבר הטלאולוגי-תכליתי. אולם, כפי שראינו שם, במובן הפילוסופי זו אינה חלופה של ממש. הרי התהליך כולו עדיין דורש ביאור. כיצד תהליך עיוור מרכיב שלבים בזה אחר זה באופן שיוצר מפעל מתוכנן היטב, מורכב ותכליתי בעליל? ראינו שלפחות במישור הפילוסופי, הטלאולוגיה חייבת ללוות את ההסברים הסיבתיים.

אמנם, שלא כמו במקרה של האופטיקה, בהקשר הביולוגי ברור שלפחות במישור המדעי ההסבר הסיבתי הוא מלא ומקיף יותר, שכן הוא מציע מנגנונים מפורטים, ומספק לנו תחזיות להתרחשויות בנסיבות אחרות. ההסבר התכליתי במקרה זה אינו אלא סיסמה (החיידק מתקדם לפירור "כי" הוא רוצה לאכול אותו. אין כאן הסבר ופירוט, אלא קביעה בעלמא). אם כן, נראה שהסיבתיות דחקה את רגלי הטלאולוגיה בתחום הביולוגיה. אמנם במישור הפילוסופי ראינו שמדובר בשני מישורי הסבר שאינם סותרים זה את זה. המנגנון הסיבתי מתאר את אופן הוצאת המטרה והתכלית אל הפועל. זהו ההסבר כיצד המתכנן ויוזם המפעל בונה אותו שלב אחר שלב. אנחנו מתארים את התפתחות השלבים הללו לפי החוקים שאותם המתכנן עצמו קבע. אם כן, במישור הפילוסופי, שהוא היחיד שרלוונטי לשאלת הבחירה בין שני סוגי ההסבר השקולים, דווקא לא סביר לוותר על ההיבטים הטלאולוגיים של התהליך גם במקרה של השוטון. בתחום הפיסיקה נראה עוד מעט שהמצב הוא אפילו יותר חד-משמעי.

למעשה, ההישג המדעי היסודי במסגרת העימות הזה הוא מציאת הסברים סיבתיים לכל תהליך שהוסבר עד אותה עת במונחים טלאולוגיים. עובדת קיומו של הסבר סיבתי נתפסת כמספיקה, ועושה את ההסבר הטלאולוגי לאנקדוטה חסרת משמעות של ממש. לכל היותר יש לה משמעות פרקטית, כסוג של פיקציה מועילה, אך לא יותר מכך. אולם עלינו לשים לב שהמדע בדרך כלל לא הוכיח שההסבר הסיבתי הוא הנכון, כמו שאין בו שום אינדיקציה לעצם התפיסה הסיבתית כשלעצמה (לעקרון הסיבתיות). המדע לכל היותר הוכיח שקיים ניסוח סיבתי שקול להסבר הטלאולוגי, ולהלן נראה שגם זה לא בכל המקרים.

אם כן, התיאור ההיסטורי שהצענו למעלה, שלפיו ההסברים הסיבתיים כובשים את תחומי המדע בזה אחר זה, אינו תיאור מדויק לגמרי. לכל היותר אפשר לומר שיותר ויותר תחומים זוכים לקבל גם הסבר סיבתי השקול להסברים התכליתיים. עדיין ההסבר התכליתי אינו מופרך, וגם לא נמצא שגוי. נכון הוא שבתחומים אלו כבר אין הכרח כעת לקבל את הטלאולוגיה, והסיבתיות יכולה להיות אופציה חלופית או משלימה.

כפי שנראה כעת, דווקא בפיסיקה, מדע החומר הדומם, זה שלכאורה שקוע עמוק ביותר בתוך התחום הסיבתי, ישנם יותר ויותר תחומים שבהם אין בכלל חלופה סיבתית, והתיאור הטלאולוגי הוא היחיד שקיים בזירה (ולא רק שהוא ההסבר הפשוט יותר, כמו שראינו בדוגמת האופטיקה).

**כוח ופוטנציאל: פיסיקה קלאסית ומודרנית**

במכניקה הקלאסית אנחנו מכירים שני סוגי תיאור לתנועת גופים. התיאור הניוטוני הוא תיאור באמצעות כוחות שגורמים לתאוצות ולתנועות. לדוגמה, כאשר כדור מונח על מדרון, כדור הארץ מפעיל עליו כוח משיכה (כבידה), וכוח זה מניע אותו כלפי מטה. זהו תיאור סיבתי בעליל. אולם במקביל לתיאור הזה, כל תלמיד מתחיל במכניקה מכיר את התמונה של הפוטנציאלים. אותו כדור נע כלפי מטה, "מפני" שהאנרגיה הפוטנציאלית שלו בנקודה התחתונה היא נמוכה יותר מזו שיש לו למעלה, והוא "שואף" להגיע לנקודה עם הפוטנציאל הנמוך ביותר. זהו תיאור טלאולוגי, שכן הכדור "בוחר" כביכול (זה על כורחו כמובן) לנוע לנקודה שבה הוא יהיה בעל הפוטנציאל הנמוך ביותר.

רבים לא שמים לב לכך, אך התמונה של הפוטנציאלים היא תיאור טלאולוגי של המכניקה.[[22]](#footnote-22) אמנם גם כאן התמונה עדיין שקולה לגמרי לתמונה הסיבתית. הכוח ניתן לחישוב מתוך הפוטנציאל, וגם את הפוטנציאל אפשר לחשב מתוך הכוח, ולכן יש כאן שני הסברים שקולים, ונראה שלפחות מבחינה מדעית אין דרך להכריע איזו תמונה נכונה יותר, ואולי אין כלל משמעות לשאלה מי מהן נכונה יותר, שכן במדע נכונות פירושה ניבויים שמתממשים, וזה קורה בשני הניסוחים בשווה. נציין עוד כי פונקציית הפעולה של לגרנז', שהיא אבן הבניין היסודית של התמונה הטלאולוגית בפיסיקה, באמת מבוססת על אנרגיות ופוטנציאלים.

נכון הוא שאם נכניס את גורם החיכוך, או מה שקרוי "כוחות לא משמרים", לא יהיה לנו תיאור פשוט של המכניקה באמצעות פוטנציאלים, וניאלץ לדבר על כוחות בלבד. אך ידוע בפיסיקה –שחיכוכים אינם מופיעים אלא בטמפרטורה גבוהה, ואילו בטמפרטורה אפס, כאשר הפיסיקה ה"טהורה" היא הרלוונטית, אין חיכוכים. לכן בעצם החיכוכים אינם תופעות טבע בסיסיות לצורך הדיון שלנו. התופעות בטמפרטורה שונה מאפס, הקרויות "לא משמרות" (אנרגיה), הן תוצאה של מיצוע מתמטי של גודל שקרוי "פונקציית החלוקה", שבעצמה נבנית מתוך הרכבה של מצבים שונים של המערכת בטמפרטורה אפס (כלומר באמצעות פוטנציאל ואנרגיה, ולא באמצעות כוחות), ולכן בעקיפין גם בבסיסה של תופעה זו ניצב תיאור טלאולוגי.

התופעה מחריפה עוד יותר כאשר אנחנו ממשיכים להתקדם לפיסיקה המודרנית. המכניקה היא תחום עתיק יחסית (בן כמה מאות שנים, מאז גליליי וניוטון), אולם מכניקת הקוונטים, שפותחה במאה העשרים, ותורת השדות (הקוונטית והקלאסית), ניתנות להצגה בתיאור טלאולוגי בלבד. התמונה הפיסיקלית בתחומים אלה משתמשת אך ורק בפוטנציאלים ולעולם לא בכוחות. בתורת הקוונטים ובפיסיקה המודרנית אין כלל שימוש טבעי במושג "כוח", ואפשר לתאר אותו רק באופן מלאכותי ורק בעבור מקרים מסוימים מאוד. אם כן, בתורת הקוונטים מופיע רק תיאור טלאולוגי, ואין לו כלל מקבילה סיבתית.

בהתחשב בעובדה שכפי הידוע כיום המכניקה הקוונטית היא היסודית יותר, וזו הניוטונית אינה אלא יישום מקורב שלה לגופים גדולים דיים, ובהתחשב בעובדה שלפחות בתמונת העולם הרדוקציוניסטית כל המציאות כולה (הכימיה, הביולוגיה, ויש שיאמרו גם הפסיכולוגיה והסוציולוגיה) אינה אלא יישום של המכניקה (במובן של כוחות ותנועות) על מערכות גדולות ומורכבות, הרי שבעצם אנחנו מגלים כאן שדווקא במאה השנים האחרונות ישנה נסיגה בתהליך ההשתלטות של התפיסות הסיבתיות על הפיסיקה. הטלאולוגיה הולכת ותופסת, בשקט-בשקט, מקום מרכזי בפיסיקה המודרנית, ובמקרים הבסיסיים ביותר אנחנו מגלים שאפילו אין בנמצא תיאור סיבתי חלופי. יש רק תיאור טלאולוגי, ולכן אנחנו אפילו לא צריכים לשאול מי מהשניים נכון יותר. נזכיר כי גם במקרים שקיימת אופציה סיבתית, זו אינה אלא אופציה אחת משתיים, ואין כל הכרעה מי מהשתיים מתארת נכונה את המציאות (אין לשאלה זו שום מובן, לפחות במישור המדעי).

אז מה יותר נכון כאן? במקום שבו יש רק אופציה אחת, קשה לדבר על שאלה כזו. מה שנכון הוא הדבר היחיד שקיים, כלומר ההסבר הטלאולוגי. מה יאמרו במקרים אלו חסידי הסיבתיות? אם במקום שיש שני הסברים הם בוחרים בחירה שרירותית בהסבר הסיבתי, ומתייחסים להסבר הטלאולוגי כאנקדוטה, מה הם יכולים לומר במקרים שבהם אין כלל הסבר סיבתי? אם ההסבר הטלאולוגי הוא רק אנקדוטה חסרת חשיבות פיסיקלית, פיקציה מועילה, אז מהו התיאור האמיתי במקרים אלו? הרי כאן אין בידינו תיאור אחר.

אם כן, לעומת התמונה שאותה תיארנו קודם, הקו שמפריד בין הסברים סיבתיים להסברים תכליתיים לא באמת נע כל העת מלמטה (הדומם) למעלה (לחי ולחברתי). דווקא במדעי הדומם ישנה התפתחות הפוכה, הגם שאפילו פיסיקאים לא תמיד שמים לב לתופעה הזאת. המיתוס של השתלטות הסיבתיות רווח מאוד גם אצל פיסיקאים בני ימינו, אך כפי שראינו כאן מדובר במישור התודעתי יותר מאשר במישור המדעי.

**קיומו של אלוהים: הראיה מן הטלאולוגיה**

בספרי **מדעי החופש** הדיון בטלאולוגיה נגע לשאלת חופש הרצון מול הסיבתיות. אם במדעי האדם ההסבר השולט הוא התכליתי בעוד שבדוממים אנחנו מדברים בשפה סיבתית, זה יותר מרמז לכך שיש באדם משהו שונה, מעבר לפיסיקה. אבל כאן ענייננו הוא בשאלת קיומו של אלוהים. ראינו שעם השנים מתגלה בפנינו אט אט אופיה הטלאולוגי של הפיסיקה. האם יש לעניין זה משמעות פילוסופית? האם זה מעיד משהו על אלוהים?

כפי שהערתי בתחילת הפרק, הרתיעה של רבים מהסברים טלאולוגיים נובעת כנראה מכך שלמרות הממצאים ששבים כל העת וטופחים על פניהם הם עדיין לא מוכנים לוותר על עקרון הסיבתיות. למרות שבתחומים שונים של הפיסיקה העכשווית אין הסבר פיסקלי אלא תיאור טלאולוגי (תורת הקוונטים), ובתחומים אחרים (אופטיקה גיאומטרית) יש שתי אופציות אבל זו התכליתית פשוטה ומשכנעת יותר, עדיין הם משוכנעים שלכל אירוע פיסיקלי צריכה להיות סיבה. לכך בהחלט מתבקש להסכים, שכן כפי שראינו עקרון הסיבתיות הוא הנחה אפריורית של התבונה ולא ממצא אמפירי. אבל הם גם מניחים שהסיבה הזאת צריכה להיות פיסיקלית ולא משהו בעל אןפי אחר, וכאן יש לנו בעייה. במקומות בהם יש לנו שתי אופציות של הסבר, סיבתית וטלאולוגית, ואפילו כשהטלאולוגית היא הפשוטה והסבירה יותר, ניחא. אבל מה עושים עם ההקשרים של הפיסיקה המודרנית, שבהם יש רק תיאור טלאולוגי? לכאורה אין מנוס מוויתור על עקרון הסיבתיות, לפחות בהקשרים אלו.

אבל כפי שראינו יש עוד אופציה, והיא משאירה את הנחת הסיבתיות על כנה. ניתן לוותר על כך שלעולם הסיבה לאירוע פיסיקלי חייבת גם היא להיות פיסיקלית. יש מערכות פיסיקליות שלפחות במישור הפיסיקלי מתנהגות כאילו הן נעות לקראת תכלית ולא מחמת סיבה. הדרך היחידה להשאיר את הנחת הסיבתיות על כנה היא לוותר על ההנחה שהסיבה חייבת להיות פיסיקלית. אם קרן האור, או חלקיק קוונטי, מתנהלים כאילו הם נעים לקראת מטרה ולא מחמת סיבה, ובפרט אם ברור שאין להם יכולת להכריע לנוע או לא לנוע למטרה זו, מתבקש לחשוב שיש גורם אחר שמניע אותם ומשתמש בהם למטרותיו. הוא רוצה שקרן האור תנוע במסלול המהיר ביותר, או שהחלקיק ינוע באופן שממזער את הפונקציונלים ששולטים על מסלולו.

זה כמובן לא הכרחי לגמרי. ייתכן שיש סיבה פיסיקלית ואולי אפילו נגיע מתיישהו לתיאור סיבתי מלא של תורת הקוונטים, אבל כל עוד אין לנו תיאור כזה קשה לשלול על הסף את ההצעה שיש גורם חיצוני שמניע את הדברים לייעודיהם, בוודאי לא על בסיס של חשיבה מדעית.

התנהלות טלאולוגית בפיסיקה אין לה בהכרח משמעות תיאיסטית או פילוסופית (לפחות אם מוכנים לקבל התנהלות תכליתית ללא צורך בגורם שמציב את התכליות ומכוון לקראתן). עקרונית, ייתכן שזהו תיאור אחר של תהליך דטרמיניסטי, ואולי באמת לכל זה יהיה פעם הסבר סיבתי. ועדיין התנהלות טלאולוגית מובהקת של הפיסיקה היסודית ביותר שלנו בהחלט יכולה לכוין אותנו למסקנה שיש גורם כלשהו שמחולל זאת. זה ודאי לא פחות סביר מהספקולציה של "אתיאיזם מן הפערים", שתולה הכל בתגליות מדעיות עתידיות שיציגו בפנינו את התמונה הסיבתית השלימה.

ומה אם נשתכנע שאכן ממצאי תורת הקוונטים מורים לנו שהנחת הסיבתיות לא נכונה, ולכאורה היושר האינטלקטואלי מחייב אותנו לא להתעקש ולוותר בכלל על הנחה זו. במקרה כזה נראה לכאורה שהטיעון הפיסיקו-תיאולוגי נופל, שכן הוא מבוסס על ההנחה שלכל דבר צריכה להיות סיבה. אבל כבר ראינו (גם במחברת על הטיעון הקוסמולוגי וגם כאן) שלא נכון לומר שהיווצרות ספונטנית של חלקיקים מהואקום היא אירוע ללא סיבה. תורת הקוונטים היא הסיבה לכך. ביקום שהוא ואקום אמיתי לא היו נוצרים חלקיקים סתם כך באופן ספונטני. אם כן, הויתור על עקרון הסיבתיות הוא מאד לא סביר. כפי שראינו (לקראת סוף פרק ח כאן למעלה), לכל היותר עלינו לוותר על ההנחה שהסיבה צריכה להיות לוקלית.

**איזה סוג טיעון זה?**

די ברור מדוע הראיה מן הטלאולוגיה היא סוג של טיעון פיסיקו-תיאולוגי. היא יוצאת מאופי מסויים של היקום (שחלקים בפיסיקה שלו הם בעלי אופי טלאולוגי), ומסיקה מכאן מסקנה על קיומו של אלוהים. במיון של קאנט (ראה למעלה בפרק א) זהו טיעון פיסיקו-תיאולוגי מובהק. אמנם, כפי שכתבתי בתחילת הפרק, כאן מדובר בראיה מן ה"חתימה" ולא מן המורכבות. זהו אולי גוון קצת שונה של ראיה מן התכנון, שכן הבסיס הוא אופי מסויים של היקום שנראה כמו "חתימה" של מתכנן, או מפקד ששולח את הסרים למרותו לעשות פעולות למטרות מסויימות, כלומר קובע עבורם יעדים. הם אולי נעים באופן סיבתי: המפקד פקד עליהם לעשות זאת, אבל סיבתם לא נמצאת אצלם אלא בגורם שמחוצה להם. יתר על כן, המפקד עצמו פועל כאן באופן טלאולוגי, כלומר קובע יעדים. זה לגמרי מקביל למה שראינו לגבי הרצון האנושי. הוא מהווה סיבה לפעולות שונות שלנו, אבל הוא עצמו פועל באופן טלאולוגי (הופך יעד, או תכלית, לסיבה).

1. **כמה הערות לסיום: על "כנסיית המדע"**

**מבוא**

במחברת זו עסקנו בראיה הפיסיקו-תיאולוגית ובערעורים שונים עליה. כפי שהגדיר זאת קאנט, ראינו שסוג הראיה הזה מבוסס על הנחה עובדתית בדבר טבעו של מה שקיים (היקום). בפרק זה נוסיף עוד כמה הערות לסיום.

**על אמונה, מדע ורציונליות**

לכל אורך הדרך ראינו שהדיון הפיסיקו-תיאולוגי מתנהל באופן דומה למדיי להיסק מדעי, שכן בשני ההקשרים אנחנו מסיקים מסקנות בדרך של הכללה ושימוש בהנחות אפריוריות שלנו מתוך תצפיות אמפיריות. עוד הערנו שלמרות האמור לעיל הדיון מתנהל במישור הפילוסופי ולא במישור המדעי, ולכן גם מסקנת הטיעון (שיש אלוהים) אינה טענה מדעית, שכן היא לא ניתנת להפרכה אמפירית.[[23]](#footnote-23) ההכרעה לגבי עקרון הסיבתיות ועקרון הטעם המספיק מצויה כולה במישור הפילוסופי. כך גם לגבי ההכרעה בין הסבר סיבתי לתכליתי.

ראינו שמי שלא מקבל את המסקנה חייב לוותר על משהו מההנחות בדרך אליה. ואם מדובר בהנחות של החשיבה הרציונלית, אזי ויתור על האמונה יש בו ממד לא רציונלי. ניתן לראות זאת כדבקות לא רציונלית באמונה האתיאיסטית. התמונה שמתקבלת כאן היא הפוכה למה שמקובל לחשוב, כאילו אמונה באלוהים אינה רציונלית והאתיאיזם – כן.

מאידך, בה במידה עלינו לנפץ את המיתוס ההפוך כאילו אמונה באלוהים מחייבת וודאות, או משהו שנמצא מעל החשיבה הרציונלית. התמונה שהוצגה כאן מורה לנו שהאמונה אינה אלא מסקנה ככל מסקנה אחרת שאנחנו מקבלים באמצעות החשיבה הרגילה שלנו. ומכאן שהיא גם לא חפה מספיקות ואי וודאות. בספרי **אמת ולא יציב** עמדתי על הטעות ועל הנזק שיש בזיהוי בין אמת לוודאות, ושהזהות השגויה הזאת היא שעומדת הן בבסיס הפלורליזם הספקני והן בבסיס הפונדמנטליזם.

**"כנסיית המדע"**

בעבר שרפה הכנסייה את אנשי המדע שהעזו להעלות את החלופה הסיבתית-מדעית במקום לתלות הכל ביד האלוהים, ואילו היום חלק מהעולם המדעי ועובדיו סביבו מתנהלים כאילו היו חלק מ"כנסיית המדע" ש"שורפת" (מטפורית) את מי שמעז להעלות את האופציה הטלאולוגית ואת הטיעון הפיסיקו-תיאולוגי. בשני המקרים מדובר בשיקול אפריורי, לא מדעי ולא אמפירי. כדאי להיכנס לאתרים של הטפה דתית ולהשוות את רמת השיח והדיון ואת מידת ההקשבה וההתנשאות למה שמצוי באתרים אתיאיסטיים. זה דומה מאד. בשני הסוגים יש כוהנים יודעי כל שההדיוטות מצטטים אותם. יש אמיתות שניתנו מפי הגבורה ושעליהן אין לחלוק, ויש פנאטיות ודוגמטיות למכביר.

מכיון שהויכוח הזה כולו מבוסס על הנחות היסוד פילוסופיות ולא על תצפיות וממצאים מדעיים, התחושה לגבי הפנאטיות וה"כנסייתיות" רק מתחזקת. הדיון בתופעת הטלאולוגיה הוא דוגמה מובהקת לדרך קבלת הדוֹגמות ה"מדעיות", המתבססות לפעמים בדרכים שאינן כה שונות מאלו שבהן התקבלו הדוֹגמות הכנסייתיות, מתוך התעלמות, לעתים בוטה, מהמציאות עצמה, ודבקות בהנחות יסוד אפריוריות שמקורן כנראה בשכינה.

**דוגמה: המהפיכה הקופרניקאית**

דוגמה נוספת לתופעה זו היא המהפכה הקופרניקאית. הכנסייה האמינה אמונה דוגמטית בתפיסה הגיאוצנטרית, ולפיה הארץ נמצאת במרכז היקום, והיקום כולו סובב סביבה. זו היתה התפיסה העתיקה, עד זמנו של קופרניקוס. קופרניקוס הציע מהפכה של ממש, ולפיה השמש נמצאת במרכז, וכוכבי הלכת, בהם גם הכוכב ארץ, סובבים סביבה. היום מוצגת התפיסה הכנסייתית העתיקה (שאף הביאה לשריפתם של כופרים אחדים שהאמינו בתפיסה ההליוצנטרית) כדוגמה לקבלת החלטות דוגמטית ולהיעדר פתיחות לרעיונות חדשים.

אך יש לשים לב שהדוֹגמה השלטת היום, שלפיה השמש נמצאת במרכז והארץ סובבת סביבה, גם היא רק דוֹגמה. מבחינה מתמטית אין כל משמעות להבחנה בין שתי התמונות הללו. אם עצם א מסתובב סביב עצם ב, זה אינו אלא תיאור התנועה מנקודת מבטו של מי שניצב על עצם ב. אולם אם יוצב מישהו אחר על העצם א, הוא יתאר את אותו מצב עצמו בשפה אחרת, כאילו עצם ב מסתובב סביב עצם א, ודווקא עצם א הוא שנח במרכז. אין תשובה אובייקטיבית (מבחינה קינמטית) לשאלה מיהו העצם הנח ומי העצם המסתובב מבין השניים. חשוב להבין, המצב הוא לא שאין לנו יכולת וידע לקבוע את התשובה הנכונה, אלא שזוהי שאלה חסרת משמעות במישור הפיסיקלי. אין לה בכלל תשובה מדעית ומתמטית "נכונה".

אמנם קיימות הבחנות פיסיקליות דינמיות בין התמונות הללו (להבדיל מהקינמטיקה שלא מאפשרת להבחין ביניהן) באמצעות כוחות מדומים ושאר תופעות דינמיות. אבל חשוב להבין שמדובר בהגדרות לצורך הטיפול המדעי ולא בקביעות עובדתיות פשוטות. גם הגדרות אלו הן עניין לשרירותיות. הגדרה קינמטית אובייקטיבית לקביעת מרכז הסיבוב ה"נכון" פשוט לא קיימת.

קופרניקוס לא באמת גילה שהארץ סובבת סביב השמש, אלא מצא תיאור אלטרנטיבי למערכת השמש שהוא יעיל ונוח יותר מן התיאור שקדם לו. הוא הציע לנו לנסות ולצאת מנקודת המבט הטבעית שלנו, כמי שניצבים על הארץ, ולאמץ באופן מתמטי מערכת קואורדינטות, שמרכז הצירים שלה ממוקם כאילו היינו ניצבים על השמש. מתברר שמנקודת המבט הזאת התמונה היא פשוטה ונוחה הרבה יותר, ולכן יש היגיון מדעי רב לאמץ את מערכת הייחוס הזאת לצורך חישובים שונים ולצורך הבנת התמונה ביתר פשטות. אך זוהי שאלה של נוחות, ולא של קביעה אובייקטיבית כלשהי. בעצם היום עדיין נכון לומר שהשמש סובבת סביב הארץ בדיוק כמו שנכון לומר שהארץ סובבת סביב השמש. הכול תלוי היכן נקודת הייחוס (ראשית הצירים) שלנו.

הדבר דומה לאדם שנמצא בתוך רכבת נעה. הוא רואה מכוניות שעומדות לידו כאילו הן נעות לאחור, מפני שמנקודת מבטו הן באמת נעות. רק אם נתייחס אליהן מנקודת המבט של כדור הארץ, כלומר של הרציף, נראה שהרכבת היא שנעה והמכוניות דווקא עומדות. אז מי צודק? שני הצדדים צודקים. הכול תלוי בנקודת הייחוס. אין דבר כזה "גוף פלוני נע" או "גוף פלוני נח". עלינו לומר זאת אחרת: "גוף פלוני נע, או נח, ביחס למערכת או ביחס לגוף אלמוני". כל תנועה או מנוחה אמורה להיות מוגדרת ביחס למערכת ייחוס. אין תנועה או מנוחה אובייקטיביות, אלא רק ביחס למערכת צירים נתונה.

ועל אף כל זה, כמעט כל אדם משכיל יאמר לכם היום בבטחה שקופרניקוס גילה את האמת, דהיינו שהארץ מסתובבת סביב השמש, כלומר הוא הראה שהתפיסה הכנסייתית הדוגמטית היתה שגויה. אך כאמור גם זו אינה אלא דוֹגמה. כיצד נוצר רושם כזה בציבור? זוהי דוגמה לתופעת "כנסיית המדע", שבמסגרתה המדע ומאמיניו הדוגמטיים מנסים להשיב לכנסייה כגמולה, ובאותם כלים. הם פועלים באותן שיטות כמעט כדי להשריש את האמונות החדשות מבית מדרשם באופן לא פחות אבסולוטי, דוגמטי ונחרץ, מקודמותיהן הכנסייתיות.

1. ראה על כך בפרק השני של ספרי **אלוהים משחק בקוביות**. [↑](#footnote-ref-1)
2. לדיון מפורט (שלא הושלם לגמרי) בראיה זו, ראה סדרה של שישה מאמרים שלי באתר **YNET-מדע**, האם אמונה באלוהים היא רציונלית? הראשון פורסם בתאריך 14.7.2011 והאחרון בתאריך 21.8.2011. [↑](#footnote-ref-2)
3. אנחנו מניחים כאן שהחלקיקים הם בעלי זהות קשיחה ולכן ניתן למספר אותם. זה לא בהכרח נכון (בפרט בתורת הקוונטים), אבל כאן די לנו בזה לצורך ההמחשה. [↑](#footnote-ref-3)
4. יש כאן לא מעט הנחות לגבי הדינמיקה האקראית (מה שמכונה הנחת הארגודיות), אבל לצורך ההדגמה וההמחשה די לנו בזה. [↑](#footnote-ref-4)
5. לאור מה שתיארנו בסעיף הקודם חשוב להבהיר שבמצב ההתחלתי לא מדובר בנקודת חומר שמרוכז כולו בנקודה אחת בחלל, שהרי ראינו למעלה שזה דווקא מצב מאד מסודר. החלל עצמו היה אותה נקודה, והיא "כולה" היה מלאה בחומר. לכן זה מצב פשוט ביחס למצב של היקום שאנחנו רואים. [↑](#footnote-ref-5)
6. וכאמור, איננו נזקקים לשאלה מיהו אותו אלוהים. הראיה עוסקת בקיומו של יש כלשהו שאחראי לקיומו של היקום, יהא אשר יהא. לכן במרחב האפשרויות שמתואר כאן האפשרות שיש אלוהים היא אחת ולא כסות לאפשרויות רבות. [↑](#footnote-ref-6)
7. ראה על כך ביתר פירוט בנספח האחרון לספרי **אלוהים משחק בקוביות.** [↑](#footnote-ref-7)
8. ולכן משקיעים מיליארדי דולרים בחיפוש אחרי גרביטונים (החלקיקים שנושאים את כוח הגרביטציה). אם הגרביטציה היתה רק חוק תיאורי ולא כוח ממשי, לא היתה סיבה להניח את קיומם של גרביטונים, ובוודאי שהסיכוי הזה לא היה מצדיק השקעות כה אדירות. לכן ברור שפיסיקאים לא רק משערים את קיומן של סיבות אלא מניחים זאת בפועל. הם כמובן יכולים לטעות, ורום גם מודעים לזה, אבל אין זה נכון שמדובר בהשערות בעלמא. [↑](#footnote-ref-8)
9. ראה גם במאמרי, מבט שיטתי על יחסי אבולוציה ואמונה, בתוך ספר **תורה ומדע** בהוצאת מכון לב (עומד לצאת בשנת 2016). המאמר עוסק בעיקר באירלוונטיות של האבולוציה לדיון התיאולוגי. [↑](#footnote-ref-9)
10. דומני שמי שהעלו אותו לראשונה בצורתו זו, היו פרד הויל ואדווין סלפטר. ראה על כך בקצרה במאמרו של יקיר שושני, **גליליאו** 135. [↑](#footnote-ref-10)
11. בשאלה זו עסקתי בפירוט רב בספרי **מדעי החופש**. מוקדשים שם כמה פרקים לשאלה האם יש פערים של אקראיות או אי היקבעות בפיסיקה. ההבחנה בין אי היקבעות אונטית ואפיסטמית שתידון מייד מפורטת שם בפרק העשירי. [↑](#footnote-ref-11)
12. עסקתי בזה בהרחבה בפרק העשירי של ספרי **מדעי החופש**, ראה שם באינטרמצו החמישי. ראה גם בהרצאה שנתתי במכון שטיינזלץ בירושלים, שם עסקתי בסוגיה התלמודית עצמה. ניתן לצפות בהרצאה ברשת: [<http://www.hashefa.co.il/home/artdetails.aspx?mCatID=68393&artID=9600>.](http://www.hashefa.co.il/home/artdetails.aspx?mCatID=68393&artID=9600) [↑](#footnote-ref-12)
13. בפרק העשירי של ספרי **מדעי החופש** הדברים מוסברים בצורה בהירה ומפורטת יותר. [↑](#footnote-ref-13)
14. ראה על כך בפרק החמישי של ספרי **מדעי החופש** (בעיקר בחלק ב של הפרק). [↑](#footnote-ref-14)
15. ראה ע' 'אוטומט תאי', ב**ויקפדיה**. [↑](#footnote-ref-15)
16. לתיאור פשוט ובהיר, ראה על כך במאמרו של יקיר שושני, **גליליאו** 135. מופיע בשני חלקים ב-YNET-מדע, כשהשני מתאריך 27.2.2011. [↑](#footnote-ref-16)
17. אין לערבב את המונח אנתרופי (שנכתב בתי"ו, ובאנגלית ב-th) עם המונח אנטרופיה (שנכתב בטי"ת, ובאנגלית ב-t). [↑](#footnote-ref-17)
18. פרק זה מבוסס על נספח ד בספרי **אלוהים משחק בקוביות**, ראה גם הארה 22 בספרי **את אשר ישנו ואשר איננו**. [↑](#footnote-ref-18)
19. הדברים כמובן נוגעים בטבורם בשאלת הדטרמיניזם, ודנתי בכך באריכות בספרי **מדעי החופש**. [↑](#footnote-ref-19)
20. הביטוי המתמטי המדויק יותר הוא פונקציונלים. פונקציה רגילה מקבלת כקלט מספר, ומוציאה כפלט מספר אחר. פונקציונל מקבל כקלט פונקציה, ומוציא כפלט מספר (או פונקציה פשוטה יותר). למען הפשטות התעלמתי מההבחנה הזאת בגוף הדברים. [↑](#footnote-ref-20)
21. השרטוט לקוח מ**וויקיפדיה**. [↑](#footnote-ref-21)
22. הטענה הזאת אינה כה פשוטה, שכן מדובר במינימום מקומי. אם לפני הגוף ישנה הגבהה של הפוטנציאל, שאחריה נמצא מינימום נמוך יותר, הגוף לא יוכל לעבור את הגבעה שלפניו, והוא יישאר במקומו. הגוף אינו חופשי לבחור את נקודת המטרה שלו כרצונו. אך זו אינה מגבלה מהותית כלפי הטענה שמדובר כאן בתמונה שהיא טלאולוגית באופייה. הגוף שואף להגיע לנקודת המינימום המוחלט אבל יש מחסום בדרכו שמפריע לו להגיע אליה. בתורת הקוונטים אפילו המגבלה הזאת מוסרת, שכן הכדור יכול לעבור דרך מחסום הפוטנציאל (זה מה שמכונה אפקט המינהור, tunneling). [↑](#footnote-ref-22)
23. אמנם הערנו בסוף פרק ה שניתן להתייחס לקיומו של אלוהים כמידע שידוע כבר, ולכן מדעיותו לא רלוונטית. זו טענה שלא ניתנת להפרכה מפני שכבר ידוע שהיא נכונה, כמו טענה על עורב שכבר ראיתי בעבר שהוא שחור. זו לא טענה מדעית כי היא לא ניתנת להפרכה, אבל האם מישהו יפקפק בה בגלל חוסר מדעיותה? [↑](#footnote-ref-23)