

האוניברסיטה הפתוחה



תורת האבולוציה ותנועת הבריאתנות

יפעת גל

הקדמה לקורס

22005

מהדורה זמנית

פנימי. לא למכירה ולא להפצה

מאי 2001

מק"ט 22005-1-01-5

צוות הקורס

כתיבה יפעת גל

אחראית אקדמית פרופ' שמעונה גינצבורג

ייעוץ מדעי
 פרופ' הנרי אטלן, האוניברסיטה העברית
 פרופ' ימימה בן-מנחם, האוניברסיטה העברית
 פרופ' חוה יבלונקה, אוניברסיטת ת"א
 פרופ' מיכאל פלדמן, מכון ויצמן למדע
 פרופ' רפאל פלק, האוניברסיטה העברית
 פרופ' נתן שרון, מכון ויצמן למדע

עריכה והתקנה ענת אראל-גפני

תוכן העניינים

1. השורשים לצמיחת הבריאתנות מול תורת האבולוציה 4

2. תנועת הבריאתנות 6

3. הפולמוס בין הבריאתנות למדע 9

שאלות 15

תשובות 17

ביבליוגרפיה 22

1. השורשים לצמיחת הבריאתנות מול תורת האבולוציה

העיצוב והפעילות בעולם החי - המבטאים יופי ואלגנטיות, המכוונים לכאורה לתכלית, המגלמים יעילות ותחכום, מורכבות ומגוון מפליא - שאין בנמצא כמותם בעולם הדומם, גויסו כהוכחה ניצחת לקיומו של אל מתכנן ובורא, לכל אורך ההיסטוריה של ההגות האנושית. גדולי הפילוסופים והמדענים העלו את "הטיעון הנובע מעיצוב" (argument from design), וְיִילִיאָם פִּיילִי, התיאולוג בן המאה השמונה-עשרה, היטיב להציגו באופן בהיר ומשכנע כ"היסק להסבר הטוב ביותר", ביצירתו *Natural theology*, שהתפרסמה בשנת 1805. פיילי שאל: כיצד אפשר להסביר את קיומו ופעולתו של שֵׁעוֹן, המורכב מחלקים רבים ומיועד להורות על הזמן? מורכבותו הרבה של השֵׁעוֹן והתאמת עיצובו לתכליתו מובילים להנחה כי הוא פרי יצירתו של מתכנן אינטליגנטי, והסבר זה סביר ומשכנע בהרבה מהאפשרות שהוא נוצר בתהליכים אקראיים. מכאן נובע, כי מאחר שהאורגניזמים החיים עולים במורכבותם ובתחכומם עשרות מונים על יצירי האדם, הרי ברי שההסבר הטוב ביותר לקיומם הוא שהאל תכנן וברא אותם (Paley, 1988).

ואולם, דארווין שינה את הדיאלקטיקה בשאלת הסיבה למורכבותם המופלאה של המינים החיים ולהתאמתם המורפולוגית, הפיזיולוגית וההתנהגותית לסביבתם; הוא נחלץ מהמלכודת הדיכוטומית של אשליית שתי האלטרנטיבות הבלעדיות - תהליך מודע של מתכנן עליון מזה, ותהליך אקראי מזה - בהציעו חלופה חדשה.

דארווין טען כי המינים השונים החיים כיום התפתחו מאבות קדומים משותפים שהיו שונים מהם; כאז כן עתה, תהליך השינוי - האבולוציה - מתרחש בדרך של בררה טבעית. הרעיון, שהמינים אינם ישויות נצחיות אלא תוצר של תהליך אבולוציוני, היה ידוע ומוכר בחמישים השנים שלפני פרסום מוצא המינים¹ של דארווין. העלו אותו מדענים בולטים כמו למארק, שפיתח אותו לתיאוריה שיטתית, גתה - שהיה בין מובילי ה-"Naturphilosophy", סבו של דארווין עצמו, ארסמוס דארווין, וכן צ'מברס וספנסר. ואולם, דארווין ביסס את הרעיון באמצעות עדויות רבות מתחומי חקירה שונים ובעזרת ניתוח קפדני ויסודי שלהן. כמו כן הציע סיבתיות רציונלית לשינוי האבולוציוני בדמותו של מנגנון הבררה הטבעית (שגם אותו הציעו לפניו חוקרים אחרים). ואמנם, התיאוריה הדארווינית התקבלה בהתלהבות בקהילה המדעית ובחוגים המשכילים באנגליה, אבל היא ספגה גם ביקורות קשות מטעמים שונים, ונאלצה להתמודד מול התנגדויות עזות, בעיקר משום היותה בעלת השלכות מרחיקות לכת על תפיסת האדם את עצמו ואת העולם.

הדארוויניזם הפך את התכלית הסופית של כל יצור חי - לשרוד - לסיבת קיומו; ההישרדות, המוצאת את ביטויה בכל היבט של תופעות החיים, הפכה ממטרה לתוצא הכרחי של תהליכים טבעיים, היוצא לפועל בעצם קיומם. ומשנעלמה התכלית ניטל עמה הצורך להניח את קיומו של כוח האחראי להשגת המטרה - יהיה זה כוח ויטלי ייחודי או כוח עליון. ההסבר הדארוויני

1 Darwin, C. (1859). *The Origin of Species* (Norwalk, Ct., 1963)

הרציונלי ערער את אושיות קיומה של הסיבתיות ה"פרסוניפיקטיבית"², זו המעמידה דמות אינטליגנטית בעלת כוחות על-טבעיים כגורם הראשוני לתופעה המוסברת. (סיבתיות "מאנישה" היא אחד ממאפייני המיתוס הבולטים, המבדילים אותו מהמדע.) על-פי התפיסה הדארווינית אין מתכנן לעולם, והוא לא "הטוב שבעולמות האפשריים" - האדפטציות של האורגניזמים החיים אמנם מופלאות אך אינן מושלמות, והן נובעות מתהליך, אשר בהינתן התנאים לקיומו מתרחש בהכרח, ואין בו כל יסוד מודע, מכוון או תכליתי. לאיש לא היה ספק, כי "נזר הבריאה" - האדם - אומץ אף הוא אל חיקם של התהליכים הטבעיים ההכרחיים, אף כי דארווין ייחד לו אך משפט אחד, בסופו של מוצא המינים.³

תפיסות אלה עוררו תגובות של שאט נפש הן מצד אנשי דת, כמו Wilberforce, הבישוף של אוקספורד, והן מצד מדענים רבים בעלי שם, כמו Sedgwick, הגיאולוג מקמברידג', ו-whewell, הפילוסוף וההיסטוריון של המדע. הם דחו את התיאוריה הדארווינית לא רק על סמך ביקורות מדעיות ענייניות, אלא גם משום שראו בהתכחשותה להתערבות האלוהית כסיבה הסופית לקיומם של החיים גישה מטריאליסטית המאיימת על ערכיהם הרוחניים. גם מדענים שקיבלו את עקרונות התיאוריה והיו ליברליים יחסית, כמו הגיאולוג הנודע Lyell והאסטרונום והפילוסוף Herschel, חשו אי-נוחות רבה ביחס לעמדות האלה (Ruse, 1988a).

קבלתה של התיאוריה הדארווינית הייתה כרוכה בשינוי תפיסה מרחיקי לכת נוספים. מלבד המהפך הנטורליסטי ציין הדארוויניזם גם מהפך מושגי וחשיבתי, מתפיסת המין כישות בעלת מאפיינים מובהקים וייחודיים וממשות מציאותית ונצחית בעולם של "צורות" (types או eidos), לתפיסה המדגישה את הווריאציה במין ואת ייחודיותו של כל פרט בו, ומכירה בממשותו (Mayr, 1984). כפי שציין מייר, חוקר האבולוציה הנודע, הייתה זאת תמורה מהפכנית מחשיבה טיפולוגית, המאפיינת את הפילוסופיה האפלטונית ששלטה במאות השבע-עשרה עד התשע-עשרה, לחשיבה אוכלוסייתית, שהדגישה את הייחודיות של כל פרט בעולם האורגני וראתה במינים ישויות דינמיות ומתפתחות בעולם שאף הוא דינמי ומתפתח.

תיאוריית האבולוציה התקבלה על-ידי הקהילה המדעית על אף הרגשות המעורבים שהתעוררו בעקבות השלכותיה הפילוסופיות, ולמרות הביקורות שכוונו בעיקר למנגנון הבררה הטבעית כהסבר לאדפטציות המורכבות של המינים החיים. למעשה, הדארוויניזם נכפה על התודעה המדעית משום שסיפק הסבר מבוסס מבחינה לוגית לאבולוציה של החיים, ומשום שהוא נסמך על עדויות רבות מתחומי חקירה רבים ומגוונים. במהלך כמאה וחמישים השנים שחלפו מאז פרסום מוצא המינים התעצם והתרחב עד מאוד גוף הידע שעליו מבוססת התיאוריה האבולוציונית; היא הפכה למסגרת הקונספטואלית של המחקר הביולוגי, והאבולוציה התקבלה כעובדה היסטורית של החיים.

2 פרסוניפיקציה (personification) היא האנשה, ייחוס תכונות אנושיות לעצמים דוממים או להפשטות, במקרה זה – לסיבתיות.

3 המשפט הוא: "Much light will be thrown on the origin of man and his history", עמ' 444 בספר.

2. תנועת הבריאתנות

אף שבסוף המאה התשע-עשרה התקבלה תורת האבולוציה באליטות המשכילות, הרי שהציבור הרחב, גם זה המשכיל והמשכיל למחצה, נטה אחר דוקטרינת הבריאה. במיוחד נכון היה הדבר לאמריקנים רבים, שבמצוקתם לאחר מלחמת האזרחים הקשה שמו את מבטחם באמונה הדתית והחזיקו בהשקפות שמרניות מאוד. על רקע זה צמחה בארצות-הברית בתחילת המאה תנועה המכונה "בריאתנות" (creationism), המצדדת בבריאת העולם והחיים בידי בורא עליון, כפי שהיא מתוארת בפרק הראשון בספר *בראשית*, שוללת את האבולוציה ומנהלת עמה מאבק רעיוני ופוליטי מתמשך.

יש לציין כי הבריאתנות אינה תופעה ייחודית לנצרות אלא מקובלת גם על חוגים דתיים באיסלאם וביהדות. יחד עם זאת, אנשי דת רבים (כמו הפרוטסטנטים הלוותרניים) מקבלים את תיאוריית האבולוציה, וגם אם לא כן (כמו הקתולים, החלוקים ביניהם בנושא האבולוציה), רואים בתנועה הפוליטית הבריאתנית עירוב מסוכן בין המדינה לדת.

בין הבריאתנים קיים מגוון דעות ניכר: הבריאתנים הקיצוניים תובעים אמונה בסיפור הבריאה המקראי ככתבו וכלשונו, אולם חלקם מאמינים כי האל ברא את העולם ואת החיים לפני פחות מ-10,000 שנה, בעוד אחרים מניחים כי התרחשו כמה בריאות שקדמו לששת ימי הבריאה. בין הבריאתנים הפרוגרסיביים, המפרשים את ימי הבריאה כתקופות זמן ממושכות, ישנם כאלה המאמינים בפעולות בריאה רבות, ואילו אחרים טוענים שהכוח האלוהי שימש רק לבריאת החיים או לבריאת האדם לבדו.

עד מלחמת העולם הראשונה חיפשו הבריאתנים שביל ביניים, שיגשר בין אמונתם לממצאי המדענים. למשל, הועלתה התיאוריה (gap theory) שהתרחשו שני אירועי בריאה, הראשון לפני כמה מיליוני שנים והשני בששת ימי הבריאה, כ-4,000 שנה לפני הולדת ישו; בריאתנים אחרים פירשו את ימי הבריאה כעידנים. בריאתנות פרוגרסיבית זו רווחה בקולגים וכן בסמינרים ללימודי דת ברחבי ארצות-הברית בתחילת המאה (Rice, 1904, ב-Numbers, 1988).

בעקבות המלחמה השתכנע William Jennings Bryan (1860-1925), פרוטסטנטי פרסביטריאני שנחל שלוש מפלות כמועמד המפלגה הדמוקרטית לנשיאות, כי לימוד תורת האבולוציה כעובדה ולא כתיאוריה הוא הגורם לנטישת ערכי הדת ולניוון המוסרי של האומה האמריקנית, והוא המעורר את הצד האנושי האפל שנחשף במלואו כיעורו במלחמה. בריאן הניף את דגלה של הבריאתנות הקיצונית, ששמה לה למטרה לסלק את הדארוויניזם מבתי הספר. התנועה כללה אנשים מתחומי עניין מגוונים ומכל רחבי ארצות-הברית, חלק נכבד מהם משכילים, אם כי רק מיעוטם בעלי תארים אקדמיים מתקדמים, ורובם פרוטסטנטים פונדמנטליסטיים. התנועה פנתה לקבל את תמיכתם של ההדיוטות, שלפי אמונתו של בריאן, רובם המכריע הסכימו עם עמדותיו. עד סוף שנות העשרים כבר נזקפו לזכותה הצלחות פוליטיות מרשימות: בבתי המחוקקים של יותר

מעשרים מדינות נידונו חוקים אנטי-אבולוציוניים, ובארבע מדינות (אוקלהומה, ארקנסו, מיסיסיפי וטנסי) נאסר לימוד האבולוציה בבתי הספר הציבוריים (Numbers, 1988).

משפטו של John Thoma Scopes בשנת 1925, שהואשם בהוראת תורת האבולוציה בבית הספר התיכון שבו עבד, בעיר קטנה בטנסי, היה לאחת הפרשות העגומות בתולדותיה של תנועת הבריאתנות. במהלך המשפט, שנודע אחר כך כ"משפט הקופים", התברר כי מנהיגי התנועה חלוקים בעמדותיהם ואין ביניהם כל הסכמה על תזת הבריאה, והם סירבו לסייע לבריאה, שעמד בראש התביעה. סקופס הודה באשמה אך נקנס באופן סמלי בלבד, ובריאה נפטר כמה ימים לאחר תום המשפט. דעת הקהל והעיתונות, שסיקרה בהרחבה את המשפט, יצאו נגד חוק המדינה שבגינה נשפט סקופס, והצעות לחקיקת חוקים דומים במדינות אחרות נגזו. ואולם, הבריאתנים לא נכנעו אלא הפנו את מרצם ל"טיהור" החינוך מהדארוויניזם ולהקמת ארגונים שנועדו ליצור חזית מאוחדת נגד תורת האבולוציה (שם).

בשנות השישים הפנתה ארצות-הברית משאבים רבים לחינוך מדעי וטכנולוגי (כתגובה לספוטיק ששיגרו הרוסים לחלל); תכניות הלימוד התעדכנו וספרי הלימוד כללו, כמובן, את תורת האבולוציה. הבריאתנים, שלא יכלו להיאלם דום לנוכח מצב עניינים זה, חידשו את מאבקם (Ruse, 1988b).

ואולם הפעם, שלא כמו בשנות העשרים, הדרך למאבק חקיקתי הייתה חסומה בפניהם, במיוחד לאחר שבית המשפט העליון של ארצות-הברית פסל את החוק האוסר על לימוד אבולוציה במדינת ארקנסו, וקבע כי הוא מנוגד לחוקה האמריקנית, השוללת את תמיכת המדינה בדוקטרינות דתיות. בנוסף, הבריאתנים חשו כי במקומה של הסמכות הדתית, שבה נאחזו עד כה כדי לקדם את השקפותיהם, נחוצה לגיטימציה מדעית למפעלם. כך הגיעה לעולם פזת בריאתנות חדשה - "בריאתנות מדעית" (Scientific Creationism).

הבריאתנים החלו לטעון, כי לא זו בלבד שהמדע אינו סותר את הסיפור המקראי, אלא שהוא מוכיח את אמיתותו; ובה בעת, הוסיפו וטענו, כדברי Henry M. Morris (מהנדס מטקסס שגדל ככפטיסט והיה למנהיג התנועה), כי "מודל הבריאה הוא מדעי לפחות כמו מודל האבולוציה, והאבולוציוניזם הוא דת לפחות כמו הבריאתנות." ⁴ (Barlow, 1994).

ברוח זו הוקמו מכוני מחקר, קולגיים ומוזיאונים, שבהם השתתפו בעלי תארים מתקדמים, שזיהו עצמם כמדענים לכל דבר. ה"בריאתנים המדעיים" החלו לתבוע שוויון בין מודל הבריאה לבין מודל האבולוציה בהערכת דעת הקהל אליהם ובזמן המוקדש להוראתם. הם חיברו והפיצו ספרים, עיתונים וסרטים; בכירי הבריאתנים, מוריס ו-Duane T. Gish (בעל תואר דוקטור לביוכימיה מאוניברסיטת קליפורניה), יזמו דיונים פומביים עם חוקרי אבולוציה, שפעמים רבות התנהלו כזירות אגרוף, שבה מורכבות הטענות המדעיות שמעלים האבולוציוניסטים משחקת לידי

4 מתוך: Morris, H.M. and Parker, G. E. (1982). *What Is Creation Science?* (Master Books, Colorado Springs, CO).

יריביהם הדמגוגיים. בתוך כך המשיכו במסע החקיקתי: בסוף שנות השישים החליטה מועצת החינוך של מדינת קליפורניה על הוראת בריאות לצד תורת האבולוציה בבתי הספר הציבוריים, וגם בתי המחוקקים של מדינות ארקנסו ולואיזיאנה ומועצות בתי ספר שונים אימצו גישה זו.

בשנים האחרונות מתמקד עיקר מאבקם של ה"בריאתנים המדעיים" בתקיפת תורת האבולוציה באמצעות ביקורת על מדעיותה והבאת עדויות מדעיות לכאורה הסותרות אותה. דוקטרינת הבריאה לבשה אדרת חדשה, המסווה היטב את תכניה ומניעה הדתיים, ונדמה כאילו אינה מאיימת עוד על הפרדת הדת מהמדינה אלא יוצאת לכאורה נגד דוגמטיות מדעית ובעד חופש אקדמי. טקטיקה זו סייעה לבריאתנים לשוב ולחדש את מסע החקיקה, וזאת על אף שבית המשפט העליון של ארצות-הברית קבע בפסיקות שונות, כאשר דן בחוקים האנטי-אבולוציוניים שהתקבלו בארקנסו ובלואיזיאנה, כי הבריאתנות אינה אלא דת וכי לימוד הבריאתנות נוגד את החוקה.

כתב העת המדעי *Science* דיווח כי בשנת 1996 נידונה באוהיו הצעת חוק לדרוש ממורים להציג עדויות נגד האבולוציה; באלבמה הוחלט כי ספרי הלימוד בביולוגיה ישאו מדבקת אזהרה, כי אין לראות באבולוציה עובדה והיא אינה אלא תיאוריה שנויה במחלוקת; במחוזות שונים בלואיזיאנה החליטו מועצות בתי הספר לדרוש ממורים להקריא את הסתייגותם מתורת האבולוציה קודם להוראתה; בג'ורג'יה הועלתה הצעת חוק לאפשר למורים להציג תיאוריות אלטרנטיביות לבעיית מוצא החיים; ובטנסי, חמישים ושתיים שנים לאחר משפטו של סקופס, הועלתה הצעת חוק לפטור את המורים מללמד אבולוציה, ומורים רבים בוחרים שלא ללמד מחשש לעורר ויכוחים מיותרים. אף שבמקרים רבים הצעות החוק אינן מתקבלות, הדיונים בהן מתנהלים באווירה שיש בה לגיטימציה לרטוריקה אנטי-אבולוציונית (Schmidt, 1996).

3. הפולמוס בין הבריאתנות למדע⁵

טענותיהם הפוזיטיביות העיקריות של הבריאתנים הן אלה:

- היקום - החלל והזמן, החומר והאנרגיה, וכן החיים, נבראו על-ידי בורא עליון נצחי, יש מאין;
- כל האורגניזמים החיים היום, ואף אלה שחיו אי פעם על פני כדור הארץ, נבראו באותו זמן על-ידי הבורא;
- סוגי האורגניזמים השונים נבראו בצורתם המושלמת, הם קבועים ובלתי-משתנים ולא התפתחו מסוגים אחרים;
- האדם נברא בנפרד מכל שאר האורגניזמים; הוא ורוחו הם תוצרי בריאה ייחודית;
- כדור הארץ והחיים בו הם צעירים יחסית;
- השכבות הגיאולוגיות של כדור הארץ מוסברות באופן הטוב ביותר על-ידי קטסטרופיזם.

לטענות אלה מעולם לא נמצאו כל עדויות התומכות בכולן או בחלקן; אין להן כל יסוד במציאות אלא במיתוס המקראי לבדו. יתרה מכך, אי-ההתאמות הרבות שבין הממצאים האמפיריים לסיפור הבריאה התגלו כבר במאה השמונה-עשרה; בין השאר התברר, כי (בניגוד לצפוי על-פי הסיפור המקראי) תפוצתם של האורגניזמים החיים אינה אחידה, והריבוד השכבתי של המאובנים אינו אקראי - ככל שהשכבות עתיקות יותר כן פוחת הדמיון בין המאובנים לצורות חיים מאוחרות. כמו כן ניכר דמיון רב יותר בין מאובנים מאותה שכבה גיאולוגית באזורים שונים ומרוחקים מאשר בין מאובנים משכבות שונות באותו מקום. אם מניחים את עקרון האחידותיות (uniformitarianism), שלפיו תהליכים הדומים לאלה המתרחשים היום התרחשו גם בעבר, והם שהביאו לריבוד השכבות הגיאולוגיות, הרי מתחייב כי גילו של כדור הארץ גבוה בכמה סדרי גודל מהמתואר בסיפור המקראי.

דארווין הצביע על ממצאים רבים המעידים כי לחיים יש מוצא משותף שממנו הם התפתחו. הוא הדגיש כי המינים אינם ישויות קבועות ונפרדות, שכן בכל מין קיימת וריאציה רבה, ולמינים שונים יש תכונות הומולוגיות - כלומר, תכונות דומות הממלאות תפקידים שונים, כמו מבנה הגפה ביונקים שונים (למשל בעוף, בכלב, בלווייתן ובאדם). עם התקדמות המחקר הלך ונחשף הרצף המתמשך של הקבוצות העיקריות בשכבות הגיאולוגיות השונות (בשכבות עתיקות - דגים, ולאחריהם ברצף הזמן הגיאולוגי - דוחיים, זוחלים, דמויי יונקים ויונקים, המצויים בשכבות המאוחרות ביותר).⁶ כמו כן התגלה כי מידת הדמיון בין מינים באותה יבשת גדולה יותר מאשר בין מינים החיים בתנאים דומים אך ביבשות שונות.

5 ה"בריאתנות המדעית" נוטה להציג את עיקריה באמצעות שימוש בעגה מדעית, אולם היא אינה שונה כלל ועיקר מיסודותיה של הבריאתנות המסתמכת בגלוי על הסיפור המקראי.

6 בספר *Scientific Creationism*, משנת 1974, שנכתב על-ידי צוות ה-ICR (Institute for Creation Research), הארגון המוביל של ה"בריאתנים המדעיים" (שבראשו עומד מוריס), ובו מובאת עמדתם הרשמית, מוסבר הרצף בעדויות המאובנים כעדות ליכולתם הנבדלת של היצורים החיים השונים להימלט מפני המבול (Ruse, 1988a).

הביולוגיה המולקולרית נתנה משנה תוקף להשערת המוצא המשותף, שכן ממצאיה אינם תלויים בעדויות ששימשו את דארווין לביסוסה של ההשערה. השיטות המולקולריות חשפו את ההומולוגיה האוניברסלית של החיים ואת האחידות של מבנה התאים הבסיסי ומרכיבי התא, של העקרונות שעל-פיהם פועלים המסלולים הביוכימיים ושל הצופן התורשתי.

חוקרים מתחומים רבים - גיאולוגים, פלאונטולוגים, ביוגיאוגרפים, סיסטמטיקאים וטקסונומים, חוקרי אנטומיה משווה, אמבריולוגים, ביוכימאים, גנטיקאים וחוקרים מתחומי נוספים בביולוגיה - רכשו במהלך השנים ידע עצום, שהצטרף לתמונה ברורה: גילו של כדור הארץ נאמד בכ-4.5 מיליארד⁷ שנים; העדויות הראשונות לחיים נמצאו בשכבות בנות כ-3 מיליארדי שנים (וההערכה היא כי החיים נוצרו לפני כ-4 מיליארדי שנים); האיקריוטים הראשונים שהתגלו הם בני 1.4 מיליארדי שנים; צורות חיים מורכבות ומתקדמות יותר נמצאו רק בשכבות גיאולוגיות צעירות (הרב-תאיים הראשונים שנתגלו הם בני כ-670 מיליוני שנים). באמצעות המחקרים הפלאונטולוגים מצטמצמים הפערים בעדויות המאובנים, ורצף החיים של כ-3 מיליארדי שנים הולך ונחשף. הידיעות המבוססות הללו הקנו להשערה, כי החיים עברו אבולוציה, מעמד של עובדה.

הבריאתנים נוהגים לבקר את העדויות לאבולוציה של החיים. במרבית המקרים הביקורות נובעות מהתכחשות לקיומן של שפע הראיות לאבולוציה ומאי-הבנה של התיאוריות בתחומי החקירה השונים המספקים ראיות אלה.

כך למשל, הם טוענים כי מעולם לא נמצאו צורות ביניים בין קטגוריות גבוהות של היצורים החיים בעדויות המאובנים (Morris, 1974 ב- Ruse, 1988a; Gish, 1973). העובדות הן כי התגלו צורות ביניים רבות, בין דגים לדוחיים, בין דוחיים לזוחלים, בין זוחלים ליונקים וכן לכל אורך הקו הפרימטי; כמעט כל המאובנים מייצגים צורות ביניים בין צורות חיים קרובות שקדמו להם לבין אלה שבאו בעקבותיהם (National Academy of Science, 1984). כמובן, על-פי תיאוריית האבולוציה אין לצפות כלל לצורות ביניים בין קטגוריות רחוקות, למשל בין דוחיים ליונקים. טענה אחרת של הבריאתנים היא כי מעולם לא נצפתה אבולוציה, ובפרט התהוותו של מין חדש, בעוד שזוהי התרחשות מוכרת מקרוב הן בטבע והן בתהליך הפיתוח המלאכותי של מינים בחקלאות.

על סמך ביקורות מעין אלה מסיקים הבריאתנים כי מעולם לא קרתה אבולוציה. שלילת האבולוציה על-ידי הבריאתנים כמוה כהתכחשות לתפיסת המציאות, כשלילת החשיבה הלוגית, כדחיית הרציונליות.

מכלול טענותיהם האחרות של הבריאתנים מכוון נגד תורת האבולוציה - נגד ההסברים שהיא מעלה לעובדת האבולוציה ונגד מעמדה המדעי. הבריאתנים טוענים כי אין די במוטציה ובבררה

7 מיליארד = אלף מיליון.

הטבעית כדי להסביר את התפתחותם של כל הדברים החיים מאורגניזם יחיד. מאחר שהמוטציות הן אקראיות, נדירות וכמעט תמיד מזיקות - כדברי האבולוציוניסטים עצמם - הן אינן יכולות להביא להתפתחותו של אורגניזם; הבררה הטבעית היא לכל היותר כוח המשמר את הקיים, אין היא מובילה להתפתחות סוגים חדשים של תכונות אלא רק מסלקת את הלא-מתאים (Morris, 1974; Ruse, 1988a). ואמנם, שאלת מהותו של המנגנון המניע את האבולוציה נתונה בחקירה מתמדה מאז עליית הדארוויניזם, אולם אף שכיום מוכרים כמה כוחות שיש ביכולתם להביא לשינויים אבולוציוניים, מרבית החוקרים אינם מערערים על חשיבותה ומרכזיותה של הבררה הטבעית באבולוציה.

דארווין הציע כי הבררה הטבעית היא המנגנון המביא לשינויים אבולוציוניים. ההיפותזה נסמכת על התצפיות הללו: מינים רבים נכחדו; מינים הקיימים כיום מתרבים יותר מכפי שדרוש להם כדי לשמור על קיומם; הצאצאים דומים באופן כללי להוריהם; קיימת וריאציה בקרב הצאצאים; מינים מבויתים השתנו על-ידי בררה מלאכותית. בנוסף, היפותזת הבררה הטבעית מושתתת על שתי הנחות: האחת היא כי הווריאציות עשויות להמשיך ולהשתנות במהלך הדורות; זוהי הנחה אינדוקטיבית שאפשר לבדקה בניסויים. הנחה נוספת היא, שכשירותם או התאמתם של הפרטים לסביבתם קובעות מי מהם ישרוד; הנחה זו היא כמעט אקסיומטית. היסוד הרציונלי האיתן הזה הוא, במידה רבה, המפתח לכוחה ההסברי הגדול של היפותזת הבררה הטבעית.

מעמדה של ההיפותזה הלך והתבסס עם התפתחותן של הגנטיקה המנדלית והמולקולרית, שכן הן הסבירו בהצלחה רבה שני נושאים חשובים שנתרו ללא מענה בחייו של דארווין: מקורן של הווריאציות הגנטיות באוכלוסייה, שעליהן פועלת הבררה הטבעית, וכוחה היצירתי של הבררה הטבעית באבולוציה. נמצא כי הבררה הטבעית יכולה להביא לעלייה בשכיחותם של צירופים גנטיים נדירים, הנוצרים באמצעות מנגנונים גנטיים מורכבים, ובדרך זו עשויות להיווצר תכונות פנוטיפיות חדשות, המשנות את מראה פניה (את ממוצע התכונה) של האוכלוסייה.

דוגמה נוספת לאי-הבנה בסיסית של הבריאתנים את תורת האבולוציה היא טענתם כי לא ייתכן שהמורכבות המתגלה בחיים היא תוצר של תהליך אקראי כדוגמת הבררה הטבעית. ואמנם, למקרה יש תפקיד נכבד במהלך האבולוציה, אך הבררה הטבעית היא ההפך הגמור ממקרה - היא תהליך של הסתברויות לא שוות. תורת האבולוציה מסבירה את מורכבותן של תופעות החיים באמצעות עקרונות, כוחות ותהליכים נטורליסטיים, ואילו הבריאתנים ממאנים להיפרד מסיבתיות "פרסוניפיקטיבית".

גם מעמדה המדעי של התיאוריה האבולוציונית הוא נושא להתקפותיהם של הבריאתנים. לטענתם, כל הטיעונים שמופנים נגד הבריאתנות - כי היא אינה אלא היפותזה או אמונה החסרה הוכחה, או שהיא תיאוריה המבוססת על אירועים שאינם ניתנים לצפייה, ולכן אינה ניתנת לבחינה מדעית ואין לה היפותזות תצפיתיות, ומשום כך גם אינה ניתנת להפרכה ואין לה כוח ניבוי - כל אלה שרירים וקיימים גם נגד האבולוציה. לפיכך, אין מדובר בוויכוח בין שתי תיאוריות מדעיות

אלא בין שני מודלים אלטרנטיביים - בין שתי מערכות קונספטואליות היפותטיות, המנסות לקשר בין נתונים כדי להסביר את היווצרות החיים.

העמדתה של האבולוציה בעימות חזיתי זה מול הבריאתנות מעלה שאלות נוקבות, כמו: האם האבולוציה היא מדע? האם הבריאתנות היא מדע? ואם לא, מה הן? וכן שאלות כבדות משקל וכלליות על מהותו של המדע ועל ההבחנה בין מדע ללא-מדע.

תיאוריית האבולוציה מעמידה עקרונות כלליים להתפתחותם של המינים החיים. כמו תיאוריות מדעיות רבות, היא מבוססת על טיעונים לא ישירים הנסמכים על העדויות התצפיתיות, אך הכמות הגדולה של הראיות והמגוון העצום שלהן ייחודיים לה. אין היא חסינה משגיאות, וגילויים חדשים מביאים לבחינה מחודשת של טיעוניה. לתיאוריית האבולוציה יש השלכות תצפיתיות שיכולות לחשוף את שקריותה ולהפריכה (אף שקריטריון התיחום של פופר בין מדע ללא-מדע אינו מקובל עוד בפילוסופיה של המדע). כמו כן יש לה כוח ניבויי (גם אם העדויות העתידות להתגלות הן מהעבר).

וחשוב מכל, תיאוריית האבולוציה העניקה למדעי החיים סכמה המאחדת את המגוון העצום של תופעות החיים בנרטיב היסטורי. היא יצרה מבנה גם ללא-ידוע, ובדרך זו עיצבה את החשיבה הביולוגית ונתנה לה כיוון פורה, שהביא לעלייתם של תחומי מחקר תיאורטיים חדשים. במסגרתם מועלות שאלות נוספות, ובעקבותיהן מתפתחות אסטרטגיות ושיטות חקירה חדשות. האבולוציה הפכה את הביולוגיה למדע אחיד, קוהרנטי ופורה.⁸

הסטת הביקורת על תקפותה המדעית של הבריאתנות כלפי האבולוציה היא רק אחת הדוגמאות לדרכם הדמגוגית של הבריאתנים. טיעוניהם רצופים בכשלים פילוסופיים שנועדו להטעות ולתמרן את שומעיהם. הנה עוד כמה דוגמאות אופייניות:

- על סמך קביעתם של הבריאתנים כי הן האבולוציה והן הבריאתנות אינן תורות מדעיות, מסקנתם המפתיעה היא שיש ללמד את שתיהן גם יחד בשיעורי הביולוגיה (Morris, 1974; ב- (Gish, 1973; Ruse, 1988a).
- התפיסה כאילו פסילתה של האבולוציה מאשרת את אמיתותה של הבריאתנות היא בבחינת טעות לוגית חמורה של חוסר הבחנה בין contraries (היגדים המוציאים זה את זה) לבין contradictories (היגדים שאינם פוסלים בהכרח זה את זה); כלומר, ההנחה המוטעית היא שאם הסבר אחד לתופעה מסוימת אינו נכון, יש בכך משום תמיכה לאמיתותו של הסבר אחר, בשעה שהשניים אינם הסברים בלעדיים.

8 כפי שניסח זאת דובז'נסקי, מגדולי חוקרי האבולוציה, באמרתו הידועה:

“Nothing in biology makes sense except in the light of evolution” (Dobzhansky, T. (1973). *American Biology Teacher*, 35:125-129.

- יש הטעיה בטענה כי האבולוציה אינה ניתנת להוכחה משום שאי אפשר להוכיח ולו טענה אחת על מוצא החיים, וזאת מכיוון שידיעתו של התהליך האבולוציוני כלל אינה תלויה בידיעת ראשיתו או ראשית היקום.

- הצגתה של האבולוציה כ"תיאוריה בלבד" עושה שימוש נלוז ברב-משמעות של המונח תיאוריה, שהרי במובנה המדעי תיאוריה היא קבוצה קוהרנטית של הנחות כלליות, המשמשות כעקרונות הסבר לקבוצות של תופעות, ואילו בהקשר היומיומי יש למונח זה קונוטציה של היגד חסר שחר. הבריאתנים נוהגים גם לצטט את פופר, שטען כי הדארוויניזם הוא "תכנית מחקר מטפיזית", ובאופן זה נכשלים כשל פילוסופי נוסף של פנייה לסמכות שאינה רלוונטית; ואולם, לדידו של פופר הפרה-אבולוציוניסט (שאף חזר בו מקביעתו זו על הדארוויניזם; Popper, 1978), אין בתואר "מערכת מטפיזית" קונוטציה של מיעוט ערך או ביזוי. הדבר הבזוי הוא התחזותו של הלא-מדע למדע, ממש כפי שמציגה ה"בריאתנות המדעית".

תופעת הבריאתנות מעוררת בחריפות שאלות על היחסים שבין אמונה לידיעה ובין מיתוס ודת לבין מדע: האם קיים ביניהם קונפליקט יסודי שאין לגשר עליו? ואם כן, האם יש להכריע ביניהם? האם יש להעדיף את המפעל המדעי על פני האמונה הדתית? ואם כן, מדוע? או שמא - אף שהמדע והדת מצויים כל אחד בעולמות נפרדים שאינם ניתנים לגישור - יש מקום לשתי הגישות, כל אחת בעולמה שלה, כל אחת כמציעה הסברים שונים המספקים צרכים שונים? ואולי אפשר וראוי לקיים אינטראקציות בין השיח המדעי לשיח הדתי והמיתי, העשויות להזינם באורח הדדי?

מנקודת ראות היסטורית, וכמובן גם בהקשר לגילוי המדעי, התפתחותם של המיתוס והדת כרוכה יחד עם התפתחות המדע, ושני היבטים אלה של הרוח האנושית לפותים זה בזה בקשרים עבותים ומורכבים (Brooke, 1991). מחד גיסא, תולדות המדע גדושים דוגמאות רבות לעימותים קשים מאוד בין השניים, כמו איסור מטעם הכנסייה הקתולית בתחילת המאה השלוש-עשרה על הוראת כתביו של אריסטו, העלאתו למוקד של גיורדנו ברונו ומשפטו של גלילאו במאה השבע-עשרה. (שתי האחרונות הן נקודות ציון ידועות במאבקה של הכנסייה הקתולית נגד התורה הקופרניקנית, ורק לפני שנים ספורות חזרה בה בעניין זה!) מאידך גיסא, התיאולוגיה עיצבה פעמים רבות קונספציות מדעיות, והייתה מקור השראה להעלאתן של השערות מדעיות. החיפוש אחר חוק וסדר בטבע נגזר מהתיאולוגיה של ימי הביניים: ניוטון למשל ייחס את פעולת כוח הכבידה (גרוויטציה) לאל כל-יכול; Whewell ראה ביכולתו של האדם לגלות את חוקי הטבע ולבטאם באופן מתמטי עדות לזיקה שבין רוח האדם לרוח האלוהית; התיאולוגיה הטבעית השתמשה בידע המדעי כדי לבסס את אמונתה, וגם דארווין העיד על עצמו כי בצעירותו הושפע עמוקות מספרו של פיילי.

לאור העובדה כי תנועת הבריאתנות התעצמה והפכה לתופעה אוניברסלית (Numbers, 1988; Schmidt, 1996; Stix, 1997), יש צורך דחוף לבחון את השאלות על היחסים בין דת ומדע - שני ענקי הכוחות שעיצבו את ערכי התרבות בהקשר ההיסטורי, החברתי והפוליטי; יש לקוות כי בחינה כזאת עשויה להביא ליתר הבנה שלהם. מן הראוי גם לשאול על תרומתן של הפילוסופיות

הספקניות והרלטיוויסטיות לצמיחתה של הבריאתנות, המהווה אות אזהרה ברור לסכנה האורבת לפתחם של המדע ושל החשיבה הרציונלית.

שאלות

הערה: שאלות שלידין ריבוע הן שאלות לדיון, והתשובות עליהן אינן מובאות כאן.

■ שאלה 1

פילוסופים רבים טוענים כי יום (Hume) הוא שערער מן היסוד את ה"טיעון הנובע מעיצוב", בחיבורו *דיאלוגים על הדת הטבעית* (Dialogues Concerning Natural Religion), שהתפרסם בשנת 1779. מה הייתה ביקורתו של יום ומה היו הגורמים הפילוסופיים לעובדה שהטיעון לא נזנח בעקבות הביקורת, ופילוסופים ומדענים המשיכו להחזיק בו והוא האריך ימים עד לחיסולו בידי דארווין?

שאלה 2

אילו טיעונים תוכל להעלות כתמיכה לטענתו של פילוסוף הביולוגיה אליוט סוֹבֶר (Elliott Sober), כי הבריאתנות כשלעצמה היא תורה מדעית, הגם שהופרכה?

שאלה 3

הבא דוגמאות לתכונות אופייניות של אורגניזמים חיים, המעידות כי תהליך האבולוציה דומה להטלאה (לתהליך לא מכוון הפועל על הקיים בלבד), ולא לתהליך הנדסי מתוכנן, המייצר מבנים או מכוונות הפועלים ביעילות.

שאלה 4

מהו ההבדל העקרוני בין שתי העדויות שלהלן, ואיזו מהן תומכת יותר בתיאוריה הדארווינית?
 א. הן בני אדם והן קופים מנצלים אנרגיה מהסביבה ומתרבים.
 ב. החומצה הדאוקסיריבונוקלאית (DNA) או החומצה הריבונוקלאית (RNA) משמשות תבנית להרכבתן של חומצות אמיניות לחלבונים בכל היצורים החיים.

שאלה 5

הבריאתנים מתארים את הבררה הטבעית כתהליך אקראי (למשל, מדמים אותה לטורנדו במגרש גרוטאות). הסבר מדוע הבררה הטבעית איננה תהליך אקראי.

שאלה 6

מהי תשובתם של חוקרי האבולוציה על טענת הבריאתנים, כי המורכבות המופלאה של החיים אינה יכולה להיות תוצר של / לנבוע מ מוטציות או של/מ תהליך הבררה הטבעית?

שאלה 7

הבא טיעונים נגד טענת הבריאתנים, כי האבולוציה היא רק תיאוריה שלא הוכחה מעולם.

שאלה 8

הבריאתנים טוענים כי תיאוריית האבולוציה היא מעגלית: בררה טבעית היא הישרדותם של המותאמים ביותר; והמותאמים ביותר הם אלה ששרדו. ומכאן, שאבולוציה באמצעות בררה טבעית היא טאוטולוגיה. מהי התשובה על טענה זאת?

שאלה 9

מהי עמדתך ביחס לטענות שלהלן (הנשמעות גם בקרב מדענים):

- אין ממש בעימות בין חוקרי האבולוציה לבין הבריאתנים; ישנם המאמינים באבולוציה ויש מי שמאמין בבריאה אלוהית.
- בעיית הבריאתנות קיימת רק באזורים מסוימים בארצות-הברית, ועל כן היא אינה מעניינת.
- דת היא תגובה טבעית לשאלות קשות; עלינו לקבל את העובדה כי ישנם אנשים שאינם מסוגלים לקבל ולהבין תשובות מדעיות.

■ שאלה 10

בריאתנים רבים טוענים כי אם אמנם התרחשה אבולוציה, יתרוקנו חיי האדם ממשמעותם ומערכות המוסר יאבדו את יסודותיהם. אילו טיעונים אפשר להעלות נגד טענות אלה? מהי עמדתך בעניין?

תשובות

תשובה 2

השאלה הזאת מעלה את הבעיות העקרוניות, מה נחשב למדעי ומהו קריטריון התייחסות בין מדע ללא מדע, וכן את השאלה, האם קריטריון ההינתנות להפרכה הוא הקריטריון המתאים למדעיות. אם מנית בתשובתך את הטענות הקלאסיים של הפילוסופיה של המדע בדבר בחינות והפרכה, תוך התייחסות לתזות של הבריאתנות - קלעת לכוונתנו.

כפי שתראה במהלך הקורס, סובר עצמו טוען כי ה"טיעון הנובע מעיצוב" ותורת הבריאתנות ניתנים לבחינה: ה"טיעון הנובע מעיצוב" ניתן לבחינה באמצעות עקרון הסבירות (likelihood), שעליו תעמוד בהמשך הקורס, ותורת הבריאתנות מספקת ניבויים הניתנים לבחינה, אך כשבוחנים אותם, הם נמצאים מופרכים. סובר מוסיף וטוען כי הקריטריון של הינתנות להפרכה אינו יכול לשמש כקנה מידה למדעיות, והוא מצביע על כמה מהבעיות שהקריטריון מעורר. כפי שתיווכח בהמשך לימודיך, חלק מבעיות אלה כבר מוכרות לך, ואפשר שהעלית אותן בתשובתך על השאלה (למשל, התזה של דוהם (Pierre Duhem) המדגישה שאפשר לבחון רק אוסף גדול של טענות, ותמיד אפשר להציל היפותזה מהפרכה על-ידי דחייה של אחת הטענות באוסף).

תשובה 3

הנה שני סוגי תכונות כאלה:

א. שרידי האיברים הקדומים המופיעים בחלק מן האורגניזמים אינם מביאים להם תועלת, וקשה להבין מדוע מתכנן אינטליגנטי יתכננם. למשל: עוברי אדם מפתחים סדקי זימים שאובדים במהלך ההתפתחות; עוברי לוויתנים ואוכלי נמלים מפתחים שיניים הנספגות בלסת לפני הלידה. עוד דוגמאות הן המעי העיוור בבני אדם, עמוד השדרה בבני אדם (הדומה מאוד לזה של הקופים אולם איננו מותאם להליכה על שתיים), בוהן הפנדה, פטמות אצל יונקים זכרים, ושרידי עיניים אצל בעלי חיים שוכני מערות שהם עיוורים מטבעם.

ב. האדפטציות המתגלות בחיים הן בדרך כלל פתרונות פתלתלים ומוזרים הנשענים על רכיבים ישנים, והן מעידות על העובדה שהתפתחו בתהליך שהוא שונה בתכלית מפיתוח הנדסי, מתוכנן ומכוון מראש ליצירת תוצר. (כזכור לך, אדפטציה היא תכונה מורכבת שעוצבה על-ידי הבררה הטבעית והמקנה לאורגניזם התאמה לסביבתו - כלומר, משפרת את כשירותו לעומת פרטים החסרים את האדפטציה).

בהקשר זה ראוי אולי לציין במיוחד שני סוגים של תכונות: תכונות הומולוגיות ותכונות אנלוגיות. ה**הומולוגיה** היא תכונה המשותפת לשני מינים או יותר, עם שינוי או ללא שינוי, שמקורה באב קדמון המשותף לאותם מינים, והיא איננה ממלאת בהכרח אותו תפקיד במינים השונים (המוצא כופה את הפתרון על התפקוד - אילוץ של המוצא). דוגמה להומולוגיה היא הגפה ביונקים שונים כגון הלווייתן, האדם, הכלב, הסוס והעטלף. גם הצופן הגנטי האוניברסלי הוא דוגמה להומולוגיה.

אנלוגיה היא תכונה המשותפת לשני מינים או יותר, שאיננה קיימת באב הקדמון המשותף להם (התפקוד נכפה על המוצא - אילוץ של התפקוד). למשל: כנפי הציפור, העטלף והחרק נבדלות ביניהן מבחינות רבות, והן מודיפיקציות של מבנים שנמצאו באבות הקדומים.

תשובה 4

שתי העדויות מעידות על תכונות המשותפות למינים חיים שונים. ההבדל העקרוני הוא בכך, שהאָיָה הראשונה מתייחסת למאפיין יסודי של החיים באשר הם, ואילו השנייה מתארת מאפיין שרירותי, המעיד על קרבה גֵאָולוגית.

ההבדל הזה עשוי להתבהר באמצעות אנלוגיה מתחום השפה: יש כללי תחביר המשותפים לשפות שונות, אך אי אפשר להסיק מהם על מוצא משותף של אותן שפות; ולעומת זאת, שמות המספרים בצרפתית, באיטלקית ובספרדית דומים מאוד, ומכיוון שהשמות האלה נבחרו באופן שרירותי, הרי שהדמיון מהווה ראָיָה חזקה למקורן המשותף של אותן השפות (לטינית).

תשובה 5

תיאור הבררה הטבעית על-ידי הבריאתנים כהליך אקראי מעיד בדרך כלל על אי-ההבנה המדעית שלהם (וכן על בלבול מושגים מתורת האבולוציה השכיח אצלם, בעיקר בין בררה, מוטציה, ווריאציה). תהליך אקראי הוא תהליך שבו יש לאפשרויות שונות אותן הסתברויות. בררה טבעית היא תהליך של הסתברויות לא שוות, ולכן היא איננה תהליך אקראי.

חוקרי האבולוציה מתארים את המוטציות כאקראיות, אך אקראיות זו **אין** פירושה שלכל המוטציות יש הסתברות שווה לקרות; כמו כן, אין משמעה שלמוטציות אין גורמים פנימיים וחיצוניים מוגדרים, ואין פירושה שקיימת הסתברות שווה למוטציה ולמוטציה המחזירה; התרחשות המוטציות תלויה במיקומן בגנום, בסוג התא, במצבו הפיזיולוגי של התא ובתנאי הגידול.

המוטציות הן אקראיות רק במובן זה שהן אינן מכוונות על-ידי הסביבה, ואין קשר הכרחי וצפוי מראש בין המוטציה לבין השינוי הפנוטיפי (השינוי הפנוטיפי עשוי להיות אדפטיבי או לא אדפטיבי). קיימים תהליכים אקראיים - סחף גנטי אקראי, סְגָגָציה, רקומבינציה - המביאים לווריאציה, אך הבררה אינה נמנית עמם. על-פי התיאוריה הניטרליסטית, אם לאללים שונים יש כשירות שווה, אזי השינוי בתדירותם הוא אקראי - כלומר, נובע מסחף גנטי אקראי.

תשובה 6

טענותיהם של הבריאתנים, כי מוטציות אקראיות או בררה טבעית לא היו יכולות לגרום אדפטציות, מעידות על אי-הבנתם את מנגנוני המוטציה והבררה טבעית. בררה טבעית איננה יכולה לפעול לבדה, אלא רק על וריאציה הקיימת באוכלוסייה; השילוב בין מנגנונים שונים,

הגורמים וריאציה תורשתית באוכלוסייה (שמקורה הראשוני הוא מוטציה), לבין בררה טבעית **הוא** שמביא להתפתחות אדפטציות.

לעתים תכופות שואלים הבריאתנים כיצד ייתכן שאדפטציות מורכבות, כדוגמת העין, ייווצרו בתהליך הדרגתי ואיטי, כפי שמתחייב מן העובדה שהמוטציה היא אירוע נדיר ביותר. על כך עונים הדארוויניסטים כמה תשובות:

- א. השאלה עצמה מטעה, שכן אין צורך להניח שאדפטציות מורכבות נוצרו בשלב אחד, באמצעות כמה וריאציות שהתרחשו בו בזמן; גם שיפורים קטנים המתהווים בשלבים, בתהליך איטי והדרגתי, עשויים להעניק לאורגניזם יתרון אדפטיבי משמעותי.
- ב. מבנים שהתפתחו באופן הדרגתי כאדפטציות מסוימות (במהלך התפתחותי שבו לשיפורים קטנים היה יתרון סלקטיווי) עשויים לעבור הסבה לתפקידים אחרים כאשר הם כבר מורכבים. כך, למשל, סבורים כי נוצות העופות התפתחו כאדפטציות לשמירה על חום הגוף, ורק לאחר מכן עברו הסבה לתעופה.
- ג. ייתכן שכל אחד ממרכיבי המערך האדפטיבי המורכב עבר אבולוציה עצמאית, ורק בשלב מאוחר חברו המרכיבים יחד למערכת אחת, שבה קיימת תלות הדדית בין המרכיבים.

תשובה 7

ראשית, יש להפריד בין עובדת האבולוציה לבין התיאוריה על המכניזמים שלה. הממצאים הרבים שנאספו מתחומי חקירה רבים ומגוונים העלו את תיאוריית האבולוציה לדרגת עובדה. לעומת זאת, ההסברים על המנגנונים שבאמצעותם התרחשה האבולוציה שנויים במחלוקת.

שנית, יש לציין כי למונח "תיאוריה" יש - מחוץ למדע - קונוטציה של רעיון שאין בו יסוד ממשי. הבריאתנים משליכים את הקונוטציה הזו על המדע (ומנצלים את חוסר ידיעתם של שומעיהם, שאינם אָמונים על המדע ועל המושגים הנהוגים בו). אלא שבמדע יש למונח "תיאוריה" משמעות ברורה, ייחודית ורבת משקל: תיאוריה משמעה קבוצה קוהרנטית של הנחות כלליות המשמשות כעקרונות הסבר לקבוצות של תופעות; התיאוריה היא מאבני היסוד של המפעל המדעי.

הוכחה במובן המתמטי אפשרית רק אם ניתן להגדיר פורמלית את העולם שבו פועלים; בעולם הממשי אנו חייבים לעסוק רק ברמות מסוימות של ביטחון, המבוססות על ראיות תצפיתיות.

באופן כללי, תיאוריות במדע מקבלות הכרה כאשר הן פותרות בעיות ומספקות תשובות נכונות ופוריות. אין ספק כי תיאוריית האבולוציה היא אחת התיאוריות המדעיות הפוריות ביותר.

תשובה 8

הפתרון לבעיית הטאוטולוגיה טמון בהבנת משמעותם של המושגים אדפטציה (adaptation) וכשירות (fitness), ובהכרת שינויי המשמעות שחלו בהם.

עבור דארווין היו המילים *fitted*, *adapted*, *suitable*, מילים נרדפות, שמשמעותן איננה אלא הפוטנציאל לשרוד (בשל יתרון אדפטיבי לעומת פרטים אחרים באוכלוסייה). את המונח "בררה טבעית טבע דארווין באנלוגיה ובניגוד ל"בררה מלאכותית". ולאס (Alfred Russel Wallace), האיש שהעלה את רעיון הבררה הטבעית באופן בלתי תלוי בדארווין, הוטרד מאי-ההבנות הרבות שגרם המונח בקרב קוראי *מוצא המינים*. לדעת ולאס, הפרסוניפיקציה של התהליכים הטבעיים, שבה עשה דארווין שימוש נרחב, הביאה לתפיסה טלאולוגית של הבררה הטבעית, תפיסה המניחה שקיימת איזושהי תודעה האחראית לבררה (קיום "בורר", selector). ב-1866 כתב ולאס לדארווין, כי לדעתו הביטוי "survival of the fittest", שטבע ספנסר כביטוי נרדף ל"בררה הטבעית" בספרו משנת 1864, *Principles of Biology*, יוכל לתאר באופן מדויק יותר את התיאוריה ולמנוע אי-הבנות. ב-1866, בהשפעת ולאס, זנח דארווין את המונח "בררה טבעית" לטובת הביטוי של ספנסר (והשתמש בו בספרו *Variation of Plants and Animals under Domestication* [1868] ובמהדורה החמישית של *מוצא המינים* [1869]). בכתביו הבאים השתמש דארווין לסירוגין בשני הביטויים - של ספנסר ושל - כנרדפים. לשימוש בביטוי "survival of the fittest" היו בדיעבד השלכות חברתיות ופוליטיות מרחיקות לכת.

יש להדגיש כי משמעם של אדפטציה או כשירות אצל דארווין לא היה הישרדות, אלא **הפוטנציאל** לשרוד, בזכות יתרון אדפטיבי, לעומת פרטים אחרים באוכלוסייה.

עם התפתחות הגנטיקה של אוכלוסיות, הוגדרה הבררה הטבעית כשינוי בתדירויות של גנים באוכלוסייה, והועלתה הדרישה לאמוד ולכמת את האדפטציה או הכשירות. הכשירות נאמדה ביכולת ההישרדות וההתרבות של פנוטיפ או גנוטיפ מסוים. אחר כך הפך אומדן זה להגדרת המונח "כשירות". כך נעשתה המשמעות האפריורית של המונח "כשירות" (הפוטנציאל לשרוד) למשמעות אפוסטריורית (הישרדות בפועל), ובעטיה נולדה **בעיית הטאוטולוגיה**. זוהי אפוא פסידו-בעיה.

נציין כי פופר העלה גרסה מתוחכמת יותר של הבעיה. הוא טען שכל מצב שבו מין מתקיים עולה בקנה אחד עם ההסבר של דארווין, משום שאם מינים אלה לא היו מותאמים לסביבתם, הם לא היו קיימים. פופר טען כי אנו מגדירים אדפטציה כדבר שדי בו לקיום בסביבה מסוימת. אליבא דפופר, לתיאוריה הדארווינית אין כוח הסברי, שכן אין היא מוציאה דבר מכלל אפשרות, והכל אפשרי לפיה.

לדעתנו (ולדעת רבים אחרים) פופר טועה: ראשית, לתיאוריה האבולוציונית יש כוח ניבויי והסברי גדול מאוד; שנית, אדפטציה היא מונח פונקציונלי סטטיסטי ולא לוגי אפריורי, וניתן לאמוד אותו רק באופן אפוסטריורי.

- אפשר לנסח את התיאוריה באופן לא טאוטולוגי, כפי שעשה זאת דארווין:
- בכל דור נולדים פרטים רבים שרק חלק מהם יכול לשרוד ולהתרבות;
 - הפרטים נבדלים ביניהם בהתאמתם לסביבה;

- חלק מהגורמים להבדלים באדפטציה הם תורשתיים ;
- מכאן נובעת המסקנה, הדדוקטיבית כמעט, כי הפרטים האדפטיביים ביותר הם בעלי הסיכוי הרב ביותר לשרוד ולהתרבות.

יחד עם זאת, מושג האדפטציה וההסברים האדפטיביים אכן מעוררים בעיות משני סוגים עיקריים : (1) האם די בבררה הטבעית כסיבה לתהליכים אבולוציוניים? (2) מהו מעמדם וכוחם של הסברים היסטוריים? זאת מאחר שכדי לתת הסבר מדעי מספק לקיומה של תכונה כלשהי באוכלוסייה, נחוץ ידע רב בנוסף להסברים האדפטיביים (ידע על הפילוגנזה של המין ועל תפוצתו, על השפעתה של התכונה ברמות הארגון השונות, ועוד).

תשובה 9

- הטענות האלה משקפות את הפילוסופיות הספקניות והרלטיביסטיות השולטות בתרבותנו :
- הטענה כי יש המאמינים באבולוציה ויש המאמינים בבריאה אלוהית, משמעה שלכל רעיון ולכל שיטה יש מעמד שווה בהשגת ידע ;
 - הטענה כי בעיית הבריאתנות רחוקה מאיתנו ולכן אין צורך לעסוק בה, פירושה שלרעיונות כשלעצמם אין חשיבות ;
 - הטענה כי יש מי שאינו מסוגל לקבל ולהבין תשובה מדעית, משמעה שלכל אחד האמת שלו, ויש מי שאמונתו חזקות ממנו, שולטות בו, נקבעות באופן דטרמיניסטי (ביולוגי או תרבותי). זוהי דוגמה לרלטיביזם המוביל לדטרמיניזם.

ביבליוגרפיה

- Barlow, C. (ed.), (1994). *Evolution Extended* (The MIT Press, Boston, Mass.).
- Brooke, J.H. (1991). *Science and Religion* (Cambridge University Press).
- Gish, D.T. (1973). "Creation, Evolution, and the Historical Evidence". In Ruse, M. (ed.), *But Is it Science?* (Prometheus Books, New York, 1988), pp. 266-282.
- Kitcher, P. (1982). *Abusing Science*. (The MIT Press, Boston, MA.).
- Mayr, E. (1984). "Typological versus population thinking". In Sober, E. (ed.), *Conceptual Issues in Evolutionary Biology* (The MIT Press, Boston, MA.), pp. 14-17.
- National Academy of Sciences. (1984). *Science and Creationism* (The National Academy, Washington, D.C.).
- Numbers, R.L. (1982). "The creationists", in Ruse, M. (ed.), *But Is It Science?* (Prometheus Press, New York), pp. 227-256.
- Paley, W. (1805). "Natural theology", in Ruse, M. (ed.), *But Is It Science?* (Prometheus Books, New York), pp. 46-49.
- Popper, K. (1978). "Natural selection and the emergence of mind". *Dialectica* **32**, 339-355.
- Ruse, M. (1988a). "Scientific creationsim". In *But Is It Science?* pp. 257-265.
- Ruse, M. (1988b). "Prologue: a philosopher's day in court". In Ruse, M. (ed.), *But Is It Science?* (Prometheus Books, New York), pp. 13-35.
- Schmidt, K. (1996). "Creationist evolve new strategy". *Science* **273**, 420-422.