

תוכן העניינים

ט	פתח דבר
1	מבוא
	סולם או מעגלים?
	נקודת המוצא: אבולוציה מול "תורת הבריאה"
5	פרק 1: ראשית החיים
13	המעגל הראשון: "הנחת האפס" – העולם לא השתנה מאז בריאתו
14	פרק 2: ראשית המאה התשע עשרה: תכנון מראש ומגמות במבנה עולם החי
27	המעגל השני: "התקופה הצרפתית" – אנטומיה־משווה, גאולוגיה ומאובנים – דמיון בין מינים ומשך הזמן הגאולוגי
29	פרק 3: ז'ורז' קיוויה ו"תורת הקטסטרופות"
37	פרק 4: ז'ופרואה סנט־הילר: אחידות המבנה בעולם החי
46	פרק 5: ז'ן בטיסט למרק: המוצא וההתפתחות של עולם החי
60	פרק 6: צ'רלס לייל: גאולוגיה, אבולוציה ואקולוגיה
73	המעגל השלישי: אבולוציה בדרך הברירה הטבעית – התאוריה, התומכים בה והמתנגדים לה
75	פרק 7: צ'רלס דרווין
86	פרק 8: צ'רלס דרווין: מוצא המינים והברירה הטבעית
97	פרק 9: רוברט צ'מברס ו"עקבות הבריאה"
102	פרק 10: לואי אגסי: מיון עולם החי ותכנית הבריאה
113	פרק 11: אלפרד ראסל ואלאס: מיערות העד לברירה הטבעית
130	פרק 12: תומס הנרי הקסלי: מדען, איש ציבור ולוחם למען עקרונותיו
146	פרק 13: מלחמת הקיום של תורת האבולוציה
164	פרק 14: דרווין: "מוצא המינים"

- 173 פרק 15: דרווין: ברירה זוויגית – מנגנון לאבולוציה של הכרלים בין זכרים לנקבות
- 185 פרק 16: הידע של דרווין ובני דורו על תורשה
- 198 פרק 17: תורשה ואבולוציה לפי אוגוסט ויסמן
- 210 פרק 18: הורשת תכונות נרכשות: מלמרק עד ויסמן
- 218 פרק 19: ארנסט הקל: אונטוגנזה, אבולוציה דרווינית ופילוגנזה
- 227 פרק 20: פרנסיס גלטון: תורשה וסטטיסטיקה
- 238 פרק 21: קרל פירסון: סטטיסטיקה, תורשה, אבולוציה ואאוגניקה
- 249 המעגל הרביעי: תורת האבולוציה במאה העשרים – מראשית מדע הגנטיקה, דרך "הסינתזה המודרנית", עד לאבולוציה "המוליקולרית"**
- 252 פרק 22: גרגור מנדל: מהכלאות בצמחים למדע הגנטיקה
- 261 פרק 23: הוגו דה-פריס ו"תורת המוטציות"
- 268 פרק 24: תומס האנט מורגן: זכוב התסיסה, גנטיקה ואבולוציה
- 277 פרק 25: תחיית התורשה של תכונות נרכשות
- 287 פרק 26: גישה כמותית והבסיס התאורטי לתורת האבולוציה המודרנית
- 298 פרק 27: רונלד א' פישר: התאוריה הגנטית של הברירה הטבעית
- 314 פרק 28: ג'ון ב"ס הלדיין: תהליכים גנטיים באוכלוסיות
- 324 פרק 29: סייוול רייט: תהליכים אקראיים באבולוציה
- 338 פרק 30: תהליכים אבולוציוניים באוכלוסיות בטבע: אקוגנטיקה (ecological genetics)
- 351 פרק 31: תיאודוסיוס דובז'נסקי: מדרזופילה לחברה האנושית
- 362 פרק 32: ארנסט מאייר: "המין הביולוגי" ותהליך ההתמיינות
- 372 פרק 33: ריצ'רד גולדשמידט ו"המפלצות המבטיחות"
- 383 פרק 34: מוטואו קימורה וההיפותזה הניוטרליסטית: אבולוציה ברמה המולקולרית
- 397 פרק 35: פילוגנזה: שחזור ההיסטוריה של עולם החי
- 411 אחרית דבר**
- 413 רשימת מקורות**
- 432 מפתח**

פתח דבר

ראשיתו של ספר זה בסדרת ההרצאות שלי על ההיסטוריה של תורת האבולוציה, שגיבשתי במחלקה לזואולוגיה ושניתנה בהתנדבות לאחר פרישתי לגימלאות החל משנת 2002, אחת לשבוע במשך סמסטר אחד כל שנה. בתחילה לא התכוונתי לכתוב ספר: הכינותי ראשי פרקים בלבד לשם בניית ההרצאות, והרציתי לפי הזיכרון. ככל שהתרכה החומר שקראתי ונקפו השנים, וכדי שלא להחמיץ פרטים חשובים, ריכזתי את ההרצאות בכתב בתקווה להוציא את החומר לאור כספר. חשתי שלא רק לקהל הרחב – אלא גם לסטודנטים ולחברי הסגל באוניברסיטאות ובמחלקות לביולוגיה בפרט – יש ידע מועט ביותר על הרקע שממנו התגבשה תורת האבולוציה לפני דרווין, או על השתלשלות תורת דרווין מאז שפורסמה לראשונה ועד ימינו אנו. ידע זה אינו בנמצא בעברית. ספר זה נועד למלא את החסר.

אינני היסטוריון, אבל עסקתי באבולוציה במשך שלושים השנים שהוריתי "גנטיקה של אוכלוסיות" ו"אקוגנטיקה" בפקולטה למדעי החיים באוניברסיטת תל אביב. התעניינתי במיוחד במייסדי התאוריה ובשיקולים שהובילו לגיבושה, כחלק מההכנות לכתיבת ספרי "הכוחות המניעים באבולוציה"¹. דחיפה עזה בכיוון זה העניק לי, ללא ידיעתו, חברי למחלקה, פרופ' בועז מואב המנוח, כשנתן לי במתנה עותק משנת 1874 של ספרו של דרווין "מוצא האדם". בהיותי בשנת שבתון במישיגן הוקסמתי מתצוגת ספריו של דרווין בארון זכוכית גדול שהוצב בכניסה לספרייה האוניברסיטאית שבה ביקרתי לעתים קרובות. באותו זמן לא ידעתי עד כמה רחב היה תחום ידיעותיו של דרווין. בחנות לספרים משומשים מצאתי עותקים של שניים מספריו של דרווין, על ביות בעלי חיים וצמחים² ועל הבעת רגשות בבעלי חיים ובאדם,³ שהיוו התחלה לאוסף ספריו של דרווין ובני דורו בספרייתי הפרטית כיום. ספרייה זו שימשה אותי בהכנת ההרצאות וכמובן בכתיבת ספר זה.

תורת האבולוציה היא השלד שעליו בנויה היכולת שלנו להבין את העולם הביולוגי הסובב אותנו. הגנטיקאי תיאודוסיוס דובז'נסקי כתב לפני שנים רבות כי שום דבר בביולוגיה אינו הגיוני אלא לאור תורת האבולוציה. אין ספק שתורת האבולוציה הייתה מראשיתה אבן דרך בהיסטוריה של התרבות האנושית וגרמה לשינוי מהפכני בהתייחסות לטבע, שיש לו השלכות חשובות על מדעים אחרים ועל הלכי רוח בחברה האנושית בכלל.

1 וול 1985.

2 Darwin 1898a

3 Darwin 1873

כמו כל הישג אנושי אחר בתחום המדעים כמו בתחומי תרבות אחרים, תורת האבולוציה לא נוצרה יש מאין במוחו הקודח של אדם אחד, צ'רלס דרווין. היא גם לא נותרה כפי שצ'רלס דרווין הגה אותה, ועברה שינויים עוד בחייו וגם במאה ושלושים השנים שחלפו מאז מותו. הוגי דעות וביולוגים רבים תרמו לגיבושה של תורת האבולוציה בצורתה המוכרת היום.

היסטוריה איננה מדע אובייקטיבי, והתיאור ההיסטורי שאציג כאן מושפע ללא ספק מהשקפותיי על מהלך האבולוציה. השתדלתי להיות נאמן למקור, והקפדתי לקרוא את כתביהם של הוגי הדעות השונים ולגבש הערכה משלי, ולא להסתמך על סקירות ותיאורים מכלי שני, גם של היסטוריונים טובים ממני. הרביתי לצטט מובאות מן הספרות כלשוני, בתרגום מאנגלית. הדגשתי בהרצאות, ואני חוזר וממליץ לקוראים המתעניינים באבולוציה, לפנות לעבודות המקוריות.

ספרים רבים מספור נכתבו על תורת האבולוציה מאז הופעת ספרו של דרווין "מוצא המינים בדרך הברירה הטבעית" ב-1859. הספר תורגם במשך השנים לשפות רבות, בהן עברית,⁴ אבל מספר הספרים בנושא זה בעברית זעום. אציין כאן את ספרה של חוה יבלונקה שנכתב עבור האוניברסיטה הפתוחה⁵ ואת ספרו של רפאל פלק.⁶ ראויים לציין אסופות המאמרים של סטיבן ג'יי גולד, "מאז היות דרווין",⁷ "בוהן הפנדה"⁸ ו"הידד לברונטוזאורוס"⁹ שפורסמו בעברית. בנושא "ראשית החיים" יש לציין את ספרה של א' פריי שיצא לאור בסדרת "האוניברסיטה המשודרת".¹⁰ מהדורה מעודכנת של ספרי "הכוחות המניעים באבולוציה" לא זכתה לצאת לאור בעברית בגלל שיקולים כלכליים מצד הוצאות הספרים, אבל חלקים עיקריים בו עדיין רלוונטיים היום – עדות לכך היא העובדה שכאשר תרגמתי לאנגלית את הספר, בתוספות ועדכונים כראוי להתקדמות המדע מאז 1985, הוא התקבל לפרסום ויצא לאור בארצות הברית.¹¹ בספר זה הצגתי את התאוריה הכמותית המודרנית של האבולוציה, אבל לא הקדשתי בו מקום לתיאור ההיסטוריה של תורת האבולוציה. חסרון זה בא למלא ספר זה.

הספר כתוב פרקים-פרקים בלתי תלויים. הדבק המחבר אותם הוא המחשבות על ההתפתחות ההדרגתית של עולם החי שהגו אנשים שונים. אין בכוונתי לספר סיפור, אלא להתוות בקווים כלליים את האבולוציה של תורת האבולוציה, לאור אבני דרך חשובות

4 דרווין 1941.
5 יבלונקה 1995.
6 פלק 1989.
7 גולד 1995.
8 גולד 1990a.
9 גולד 1994.
10 פריי 1995.
11 Wool 2006

פתח דבר | א

במהלך גיבושה. לא את "התקדמות" תורת האבולוציה משלביה "הפרימיטיביים" עד לצורתה המקובלת היום ("המודרנית" או ה"פוסט-מודרנית") אני מבקש להדגיש, אלא להציג כל אחד מהוגי הדעות על רקע המחשבות שהיו רווחות בזמנו בציבור הרחב ובקרב המדענים, ולהבליט עד כמה היו רעיונותיו חדשניים באותה תקופה. אינני חושב לנכון לשפוט את הרעיונות האלה לפי מידת קרבתם לרעיונות המקובלים בימינו – מה גם שבשנים הבאות המושגים המקובלים עשויים להשתנות, כפי שההיסטוריה מלמדת אותנו. העובדה שהספר נכתב כסדרת הרצאות חייבה אותי להוסיף, בפרקים המאוחרים יותר, קטעי קישור והפנייה אל הפרקים הקודמים. בעריכה השתדלתי לצמצם את הקישורים האלה עד למינימום, אבל לא השמטתי אותם כתזכורת לקורא. הספר בנוי בארבעה מעגלים, כל מעגל מקיף הוגי דעות שונים. דברי קישור בפתח כל מעגל נועדו לחבר את הפרקים הנפרדים למסכת אחת.

כאמור, הרביתי לצטט קטעים חשובים בשם אומרם. תרגמתי אותם מאנגלית במדויק ככל יכולתי (בחומר שנכתב במקורו צרפתית נעזרתי בתרגומים לאנגלית שהופיעו במקורות שאותם ציטטתי). הקטעים האלה מופיעים בספר בפורמט שונה, מסומנים במספרים, ומקור הציטוט מופיע בהערות שוליים בתחתית העמוד. הקורא המעוניין יפנה אל רשימת הספרות המקיפה בסוף הספר. גם הערות שלי או של אחרים, ששילובן בטקסט היה פוגם ברצף הנושאים, מובאות כהערות שוליים.

במאה העשרים פנתה תורת האבולוציה פנייה חדה לכיוון התאורטי-המתמטי. לא ניתן, לדעתי, לספר על תרומתם לתורת האבולוציה של כמה מגדולי החוקרים במאה העשרים ללא היכרות, ואפילו שטחית, של הבסיס המתמטי שהניחו חוקרים אלה. לכן צירפתי את פרק 26, ובו חלק מהניסוחים האלגבריים הנדרשים להבנת התאוריה. כדי להקל על אלה מהקוראים שהחומר ידוע להם (או שאינם מעוניינים בו), הכנסתי חומר זה ל"מסגרות" שאפשר לדלג עליהן בעת הקריאה.

אני חייב תודה למאייר אריאל לייב-ליאוניד פרידמן, שבעטו הקלה סייע בידי לגוון במידת מה את החומר. תודה מיוחדת מגיעה לקהל שומעי, שדברי העידוד שלהם הניעו אותי לשוב ולהציע את סדרת ההרצאות בכל שנה מחדש. ראיתי בכך מחמאה כשבין השומעים היו גם חברי סגל ממחלקות שונות באוניברסיטה, כמה מחבריי למחלקה, ואפילו מי שהיו מוריי באוניברסיטה ופרשו מזמן לגימלאות. תודה נוספת אני חייב ל"קרן הגימלאים של אוניברסיטת תל אביב" על השתתפות בהוצאות הפקת הספר.

לסיום, אין לי אלא להצטרף למחאתו של דייוויד קוואמן,¹² על כך שכיום אפשר לקבל תואר בביווגיה אבולוציונית באוניברסיטאות אמריקניות (ומותר לי להוסיף בצער, גם באוניברסיטאות ישראליות) בלי לקרוא אף שורה אחת מ"מוצא המינים" של דרווין.