

האוניברסיטה הפתוחה



# מכניזם, ויטליזם ואורגניציזם

הקדמה לקורס

דליה איתמר

22003

מהדורה זמנית

פנימי. לא למכירה ולא להפצה

יולי 2002

מק"ט 22003-5083

## צוות הקורס

**כתיבה** דליה איתמר

**אחראית אקדמית** פרופ' שמעונה גינצבורג

**ייעוץ מדעי** ד"ר סנאית גיסיס, אוניברסיטת ת"א  
 ד"ר עתניאל דרור, האוניברסיטה העברית  
 ד"ר דבורה לנג, מוזיאון המדע ע"ש בלומפילד

**עריכה והתקנה** ענת אראל-גפני

הדפסה דיגיטלית – דצמבר 2006

© תשס"ב – 2002. כל הזכויות שמורות לאוניברסיטה הפתוחה.  
 בית ההוצאה לאור של האוניברסיטה הפתוחה, רח' קלאוזנר 16, רמת-אביב, ת"ד 39328, תל-אביב 61392.  
 The Open University of Israel, 16 Klausner St., Ramat-Aviv, P.O.Box 39328, Tel-Aviv, 61392. Printed in Israel.  
 אין לשכפל, להעתיק, לצלם, להקליט, לתרגם לאחסן במאגר מידע, לשדר או לקלוט בכל דרך או בכל אמצעי אלקטרוני, אופטי, מכני או אחר כל חלק שהוא מהחומר שבספר זה. שימוש מסחרי בחומר הכלול בספר זה אסור בהחלט, אלא ברשות מפורשת ובכתב ממדור זכויות יוצרים של האוניברסיטה הפתוחה.

## תוכן העניינים

1.	מבוא 7	
1.1	מעמדה של הביולוגיה ביחס לפיזיקה ולכימיה 7	
1.2	מכניזם 7	
1.2.1	מאפייני התפיסה המכניסטית 8	
1.2.2	סוגיות בלתי פתורות 9	
1.2.3	דת, חילון ומכניזם 10	
1.2.4	מגבלותיו של המכניזם כתפיסה ביולוגית 11	
1.3	ויטליזם 12	
1.3.1	מאפייני התפיסה הוויטליסטית 12	
1.3.2	השילוב בין ויטליזם ומכניזם בעת החדשה 13	
1.4	אורגניציזם 14	
1.5	דימויים כמעצבים תפיסות עולם 15	
1.6	מה ביחידה? 15	
2.	תמונת העולם ביוון העתיקה: דימוי אורגניזמי 18	
2.1	מבוא 18	
2.1.1	הישויות המכוננות של אמפדוקלס 19	
2.1.2	עולם הטבע של אפלטון לפי טימאיוס 20	
2.1.3	עולם הטבע של האטומיסטים 20	
2.1.4	עולם הטבע של אריסטו 21	
2.2	תפיסת החיים של אריסטו: ויטליזם קלסי 26	
2.2.1	הנפש: העיקרון המארגן הפעיל של היצורים החיים 28	
2.2.2	יחסי שלוש הנפשות והגוף 30	
2.2.2.1	הנפש המגדלת (המזינה) 31	
2.2.2.2	הנפש התחושתית-תנועתית 31	
2.2.2.3	הנפש המשכלת (החושבת) 38	
2.2.3	עֶקְרוֹן הרצף, ההיווצרות הספונטנית ושלוש הנפשות הפועלות 40	
2.2.4	מהות היחסים בין המקרוקוסמוס למיקרוקוסמוס 42	
2.2.5	סיכום תפיסת העולם הוויטליסטית של אריסטו 45	
2.3	התרבות ההלניסטית ופילוסופיית הסטואה 47	
2.3.1	עמדתו של גלנוס: פילוסופיה רפואית מייצגת 48	
3.	תיאולוגיה ופילוסופיית הטבע ב"ממלכת" הנצרות מתחילתה ועד שלהי ימי הביניים 51	
3.1	התבססות הכנסייה בימי הביניים המוקדמים 51	
3.1.1	צעדיהם הראשונים של הנוצרים בעולם פגאני ופולורליסטי 51	
3.1.2	מלחמתה של האמת המונותאיסטית האחת במתנגדיה מחוץ ומבית 53	

- 3.1.3 נפילת האימפריה הרומית, התבססות המשטר הפיאודלי והתחזקות הכנסייה 55
- 3.1.4 יחסי דת ופילוסופיה בימי הביניים המוקדמים 56
- 3.1.5 התפתחויות טכנולוגיות, גידול דמוגרפי ורפורמה בכנסייה 57
- 3.1.6 השפעת המורשת ההלניסטית על תרבות האסלאם 58
- 3.2 מהפכים בחברה ובכנסייה בשלהי ימי הביניים 59
- 3.2.1 התפתחות האוניברסיטאות 59
- 3.2.2 התפיסה האריסטוטלית מוטמעת בתיאולוגיה הנוצרית 60
- 3.2.3 ביקורת פנימית על הנצרות האריסטוטלית 62
- 3.2.4 מעיון סכולסטי למחקר אמפירי 63
- 3.2.5 המאבק במינוח 64
- 3.2.6 ערעור סמכותה של הכנסייה 65
- 3.3 סיכום: מיחסי אל-אדם ליחסי אל-טבע – שינוי פילוסופי ומתודולוגי 66
4. תערובת ישן וחדש בתקופת הרנסאנס 67
- 4.1 מבוא: תמורות תרבותיות בתקופת הרנסאנס 67
- 4.1.1 תחיית האמנויות וההומניזם והמסעות לגילוי העולם 67
- 4.1.2 ערעור מעמדה של האמת הכנסייתית האחת 68
- 4.1.3 קריאה ב"ספר הטבע" כדרך בטוחה לגילוי האמת 70
- 4.2 האדם, הטבע והמדע בתקופת הרנסאנס 70
- 4.2.1 תערובת אנימיזם ומכניזם בתמונות העולם של הרנסאנס 70
- 4.2.2 פרצלזוס והפרצלזיאניזם: רופאים אלכימאים 73
- 4.2.2.1 מבוא 73
- 4.2.2.2 המסורת הפרצלזיאנית: שליחות רפואית פרוטסטנטית 74
- 4.2.2.3 התפיסה האלכימית של פרצלזוס וממשיכיו: גרסה פילוסופית נטורליסטית 74
- 4.2.2.4 הרפואה הפרצלזיאנית: כימיה אנימיסטית 76
- 4.2.2.5 חדשנותה של האסכולה הפרצלזיאנית 78
- 4.2.3 טלזיו ופרנל: מעמדה של הנשמה בין ויטליזם אריסטוטלי לתיאולוגיה נוצרית 78
- 4.2.3.1 טלזיו: ויטליסט בעולם אנימיסטי 78
- 4.2.3.2 פרנל ונפש האדם 78
- 4.2.4 ויליאם הרווי 79
- 4.2.4.1 מבוא 79
- 4.2.4.2 מחזור הדם 79
- 4.2.4.3 תפיסתו הפילוסופית של הרווי 80
- 4.3 סיכום: ישן וחדש ברנסאנס 81

5. ייסוד תמונת העולם המכניסטית 83
- 5.1 מבוא : יחסי מכונן ומכונה בין האל והטבע 83
- 5.2 תפיסת החיים במאה ה-17 88
- 5.2.1 תפיסת החיים בעולם מכניסטי 88
- 5.2.2 דקארט וממשיכיו : נציגי המכניזם הרדיקלי 89
- 5.2.3 פרפורמציה ואפיגנזה : ניסיונות ליישב את הקושי ביישום המכניזם הרדיקלי לגבי תופעות החיים 92
- 5.2.4 לייבניץ : מכניזם ותכליתיות 96
- 5.3 סיכום : מכונן, מכונות ויצורים חיים 97
6. יחסי דת והשכלה בעידן הנאורות : השפעת החילון על תפיסת החיים 99
- 6.1 מבוא : נאורות ותבוניות 99
- 6.2 פרפורמציה, אפיגנזה ומכניקה ניוטוניאנית 101
- 6.2.1 טרמבלי ומהפכת הרגנרציה 101
- 6.2.2 מופרטואי : ויטליסט בעל-כורחו 103
- 6.2.3 בופון : מכניסט ניוטוניאני המאמין באפיגנזה 103
- 6.2.4 לה-מטרי : מכניסט רדיקלי ואגנוסטיקן לוחם 105
- 6.2.5 האלר : אורתודוקס ופרפורמיסט 108
- 6.2.6 נידהם : מאמין בבריאה הספונטנית 110
- 6.3 סיכום : תפיסת החיים במאה ה-18 – מכניזם? ויטליזם? שניהם? 110
7. מביולוגיה אוטונומית עד ביולוגיה העומדת על הפיזיקה והכימיה 113
- 7.1 תפיסת הקדמה : גורמים פוליטיים, כלכליים, פילוסופיים ומדעיים 113
- 7.2 תיחום הביולוגיה כמדע נפרד 117
- 7.3 סוגיית הטרנספורמיזם בצרפת : קיבייה ולמארק 120
- 7.4 הבסיס הפילוסופי של שתי האסכולות המרכזיות בגרמניה : פילוסופיית הטבע הרומנטית והאסכולה הטלאו-מכניסטית 123
- 7.4.1 פילוסופיית הטבע הרומנטית 123
- 7.4.2 האסכולה הטלאו-מכניסטית : השקפה מטריאליסטית-ויטליסטית 126
- 7.4.2.1 הדור הראשון של הטלאו-מכניסטים 129
- 7.4.2.2 הדור השני של הטלאו-מכניסטים 129
- 7.4.2.3 תיאוריית התא : ניסיונות ל"טיהור" הטלאו-מכניזם ממטפיזיקה ויטליסטית 132
- 7.4.2.4 פיזיולוגיה מכניסטית בהיבט הוליסטי 135
- 7.4.2.5 כימיה אורגנית : האומנם כימיה ייחודית? 136
- 7.4.2.6 מלחמת חורמה מבית נגד כוח החיים והטלאולוגיה 138
- 7.4.3 לואי פסטר והפרכת היפותזת ההיווצרות הספונטנית 141
- 7.4.4 תיאוריית הטרנספורמיזם של דארווין והסערה שחוללה 142

7.4.5 נפילת הפרדיגמה הטלאו-מכניסטית ועליית הפרדיגמה

הרדוקציוניסטית 146

7.5 סיכום ומבט לעתיד: מתפיסה טלאולוגית לדטרמיניזם סיבתי בביולוגיה 147

ביבליוגרפיה 149

מקורות ראשוניים 150

מקורות משניים 152

## 1. מבוא

### 1.1 מעמדה של הביולוגיה ביחס לפיזיקה ולכימיה

הקורס הנוכחי דן בשלוש תפיסות שרווחו בעבר ועודן רווחות בדבר ייחודו ומאפייניו של היצור החי לעומת העולם הדומם. כל בר-דעת מניח אינטואיטיבית שיצורים חיים הם קטגוריה לעצמה, בעלת מאפיינים המיוחדים רק לה, בעולם הישים שבטבע. לא זו בלבד אלא המדע עצמו הכיר בכך בראשית המאה ה-19, וייחד לישויות האורגניות תחום חקר נפרד, הלא הוא הביולוגיה,<sup>1</sup> בצד התחומים העיקריים האחרים של מדעי הטבע – הפיזיקה והכימיה.

העמדה המקובלת היום, הרואה בביולוגיה תחום דעת העומד בפני עצמו, מעוררת שאלות בדבר מעמדו של מדע החיים ביחס לפיזיקה ולכימיה. האם נכון להעמיד את הביולוגיה על הפיזיקה והכימיה, ולראותה כענף ייחודי הנגזר מהן? לחלופין, היש לראות את הביולוגיה כדיסציפלינה אוטונומית בזכות מאפייניהם הייחודיים של מושאי המחקר שלה, שאינם ניתנים להעמדה על חוקי הפיזיקה והכימיה? ואולי נכון יותר להפוך את המשולש על ראשו, ולהעמיד את הכימיה והפיזיקה על הביולוגיה, תוך זיהוי מאפיינים אורגניים ביקום כולו על כל מרכיביו החיים והדוממים?

סוגיית מעמדו של היצור החי בין הישים השונים שבטבע שימשה במהלך ההיסטוריה ומשמשת עד היום נקודת מוצא לתפיסות שונות ולעתים מנוגדות. להלן שלוש העיקריות שבהן:

- **וִיטָלִיזְם** – מקורו במחשבת העת העתיקה; תפיסה זו הוסיפה להתקיים בגלגולי צורה עד מחצית המאה ה-20.
- **מְכַנִּיזְם** – בא לעולם עם המהפכה המדעית במאה ה-17, עבר שינויים עם הזמן ומשמש עד עצם היום הזה, בגרסתו הרדוקציוניסטית, פרדיגמה שלטת במחקר הביולוגי.<sup>2</sup>
- **אורגניזמים** – זרעו הראשונים החלו לנבט בשלהי המאה ה-19 בתגובה לגישה המכניסטית הרדוקציוניסטית, והוא מייצג מגוון גישות שהמכנה המשותף שלהן הוא הטענה שהגישה הרדוקציוניסטית אינה מסוגלת להסביר את תופעת החיים במלואה. גישות אלה מצויות כיום בשלבי התפתחות מוקדמים יחסית, ויש להניח שהן יצברו תנופה במהלך השנים הבאות.

### 1.2 מכניזם

בחרנו להציג את התפיסה המכניסטית לפני הוויטליסטית הקודמת לה מבחינה היסטורית, שכן היא זו שעל ברכיה התחכנו, ולכן נוח להשתמש בה כנקודת מוצא לדיון בתפיסות האחרות.

1 מיוונית: bios – חיים + logos – לימוד: מדע העולם החי.

2 פרדיגמה (על-פי תומס קון) היא מבנה ידע שליט המשמש מסגרת קונצפטואלית למחקר המדעי המתנהל בתקופתו.

### 1.2.1 מאפייני התפיסה המכניסטית

מקורו של המכניזם הרדוקציוניסטי בשלהי המאה ה-19, אך הוא נשען על מורשת מכניסטית קלאסית שיסודותיה במאה ה-17. הנחת היסוד של תפיסה זו טוענת שהיצור החי הוא מקרה פרטי של עולם החומר, ובתור שכזה אינו שונה בעיקרון מכל יש חומרי אחר ביקום. מכאן נובעת המסקנה שאפשר להסביר את תופעות החיים במלואן באמצעות חוקי הפיזיקה והכימיה. מאפייניה העיקריים של התפיסה המכניסטית הרדוקציוניסטית יוצגו להלן בכמה דוגמאות מן הביולוגיה המוכרת לנו.

ראשית, רוב החוקרים בני זמננו העוסקים בחקר היצורים החיים מניחים מראש שאפשר להסביר את כל מגננוני החיים **במונחים כימיים ופיזיקליים** של אטומים ומולקולות, חומר ואנרגיה. למצער, הם מניחים שניתן להעמיד תופעות חיים מורכבות על תופעות חומריות פשוטות יחסית. את הביולוגיה המולקולרית נוטים החוקרים להעמיד על הכימיה האורגנית, ואת הרגשות והתחושות – על פעילויות מוחיות חשמליות ותגובות הורמונליות; בכך מייצגת הגישה הרדוקציוניסטית **עמדה מטריאליסטית**.<sup>3</sup> הגנטיקאים והביולוגים המולקולריים מעמידים את הפנוטיפ על הגנוטיפ; והסוציוביולוגים מעמידים את האבולוציה של ההתנהגות (לרבות זו האנושית) על הבררה הטבעית, הגורמת שינויים בתדירותם של גנים "אנוכיים" (דוקינס, 1991).

שנית, כאשר אנו מעלים לנגד עינינו את היצור החי, עולה בנו **דימוי** או **מטפורה** של **מכונה** מעשה ידי אדם, שהמבנה של כל רכיב בה מותאם לתפקודו. למשל, רשת הנוירונים שבמוח נדמית לנו למערכת מידע כדוגמת האינטרנט; ובבואנו לפתח מערכות של אינטליגנציה מלאכותית, אנו ממשילים את האינטליגנציה האנושית לתוכנת מחשב. בכל תקופה בהיסטוריה של העת החדשה שימשה מטפורה אותה מכונה שנחשבה אז לשיא הפיתוח הטכנולוגי: במאות ה-17 וה-18 היה זה השעון, ואילו במאה ה-19 – שיאה של המהפכה התעשייתית – מנוע השרפה. כיום ממלא את התפקיד הזה המחשב.

שלישית, אנו משוכנעים **שלכל תופעה יש סיבה** וכי תופעות אינן מתרחשות באופן שרירותי. גם כאשר הסיבות נסתרות מעינינו, אנו מתחקים אחריהן באמצעות מחקר מדעי. יתרה מזו, אנו מאמינים שאם נדע לפרטיהם את תנאי ההתחלה של מערכת, נוכל לנבא במדויק את מצביה העתידיים. במקרים רבים אנו מכירים בקוצר ידנו לעקוב אחר תנאי ההתחלה הספציפיים, ולפיכך מסתפקים בניבויים סטטיסטיים, אך למרות זאת אנו מניחים שביסוד הדברים העבר לבדו קובע את העתיד באופן סיבתי. גישה זו נקראת **דטרמיניזם**, והיא נתקבעה בחשיבה המכניסטית במהלך המאה ה-18.

מאפיין רביעי של הגישה המכניסטית הוא **הבחנה דיכוטומית בין הסובייקט החוקר לאובייקט הנחקר**. ביסוד הבחנה זו עומדת ההנחה, שהסובייקט החוקר אינו משפיע על האובייקט הנחקר

<sup>3</sup> מטריאליזם הוא עמדה פילוסופית הכופרת בקיומה של נפש ומעמידה את כל תופעות הטבע על החומר (matter), ובכללן גם תופעות תחושתיות, נפשיות ורוחניות, המועמדות על פעילות מוחית.



אלא רק צופה בו, מתעד את תוצאות הניסוי או התצפית ומנתח אותן. השאיפה לאובייקטיביזציה של הידע ולעיקורו מכל השפעה אפשרית מצד הסובייקט הייתה אחד המניעים שבגללם הוחלפה **הגישה האיכותית**, שאפיינה את פילוסופיית הטבע לפני העת החדשה, ב**גישה כמותית**. הגישה האיכותית מבוססת על התרשמות החושים הסובייקטיבית של החוקר, ואילו הגישה הכמותית מבוססת על מדידות שהוא מבצע באמצעות מכשירי מדידה מדויקים. אין חשש שמכשירים יושפעו מרגשות וממצבי רוח משתנים שחוקרים אנושיים סובייקטיביים מושפעים מהם; נהפוך הוא: הם נותנים מידע מהימן וקדיר (שניתן לחזור עליו). תוצאות מחקרים ביולוגיים מבוססות אפוא בטבלאות ובעקומות במקום במילים המביעות התרשמות אישית. את החוויות הסובייקטיביות האיכותיות (הניתנות בצבעים, בתחושות וברגשות) אנו מתרגמים אפוא לשפה אובייקטיבית של מספרים, ואלה מוצבים בנוסחאות המבטאות את היחסים ביניהם – תהליך המכונה **מתמטיזציה**.

גישה מטריאליסטית, דימוי של מכונה, סיבתיות דטרמיניסטית, הבחנה בין אובייקט לסובייקט, כימות ומתמטיזציה – כל אלה הם מאפייניה הראשוניים של תפיסת העולם המכניסטית בכללותה, והם חלים גם על חקר היצורים החיים (Dijksterhois, 1961). עליהם נוספת הגישה הרדוקציוניסטית השלטת בזמננו, המעמידה את הביולוגיה על הכימיה והפיזיקה.

### 1.2.2 סוגיות בלתי פתורות

הפרדיגמה הרדוקציוניסטית השתלטה על החשיבה הביולוגית בשנות ה-40 של המאה ה-20. אנשי מדע והוגים מכניסטיים לא מעטים טענו, שאם יצליחו לייצר אורגניזם מלאכותי באמצעות אותם חוקים, זאת תהיה ההוכחה האולטימטיבית שחוקי הפיזיקה והכימיה מספיקים להסבר תופעות החיים. בעשרות השנים שחלפו מאז הצלחנו לבנות מכונות מתוחכמות ומשוכללות באופן מדהים, פיתחנו אינטליגנציה מלאכותית, למדנו לייצר מולקולות וחומרים "חכמים" בטכנולוגיית "ננו", פיתחנו שיטות לבצע שינויים מתוכננים בחומר התורשתי ולעצב אורגניזמים כרצוננו, ופענחנו את הגנום האנושי ואת רצפי הגנים של עוד יצורים ממינים מורכבים ופשוטים. ואף-על-פי-כן, דומה שאנו רחוקים עדיין מרחק עצום מן המטרה הנכספת של "בריאת" יצור חי באמצעים טכנולוגיים.

תחום מחקר משלים המנסה לתקוף את בעיית הרדוקציה בביולוגיה מכיוון אחר הוא חקר סוגיית מוצא החיים. מוסכם על הכל שתהליכי החיים המוכרים לנו מתנהלים, למן השלב הראשון, במסגרת ישות מאורגנת – **התא**. תהליכי החיים מצריכים שיתוף פעולה בין הרמה הגנטית האינפורמטיבית לרמה הביוכימית-מטבולית, ושיתוף פעולה כזה אינו מתקיים באופן טבעי אלא במסגרת התא, שהוא מבנה מאורגן להפליא. ואמנם, היצורים החיים הראשונים היו חד-תאיים. במהלך המאה האחרונה הוצעו היפותזות רבות בניסיון להסביר, במסגרת הפרדיגמה המכניסטית, איך נוצר היצור החד-תאי הראשון. מקצת ההיפותזות הללו מעמידות את החיים על הביוכימיה ומנסות להסביר את השלבים הראשונים בהתפתחות החיים באמצעות תהליכים מטבוליים; לפי ההיפותזות הללו החלבונים הם חומר המוצא של החיים מפני שהם מאפשרים

תיחום מרחב פנימי מן הסביבה החיצונית ויצירת מבנה סגור שבו מתרחשות תגובות ביוכימיות קטליטיות מורכבות. היפותזות אחרות מעמידות את החיים על יכולת השכפול העצמי ומציעות את חומצות הגרעין כבסיס לתהליכי החיים. תיאוריות מתוחכמות יותר מייחסות ל-RNA או לחלבונים את שתי היכולות – הביוכימית-קטליטית והשכפולית גם יחד – בניסיון להתגבר על הצורך להעמיד את החיים על שילוב בין שני המאפיינים. מה שלא הציעה שום תיאוריה רדוקציוניסטית הוא הסבר לשאלה כיצד נוצרה ופעלה לראשונה מערכת האינפורמציה המשותפת, המורכבת מחומצות גרעין ומחלבונים, המרכיבה את התא ופועלת במסגרתו (פריי, 1997).

במה נעוץ אפוא הכישלון? האמנם אין זו אלא שאלה של זמן הנחוץ להתקדמות המחקר הביוטכנולוגי? או אולי יש לדחות את הנחת היסוד המטפיזית, שאפשר עקרונית להעמיד כל יש מורכב על פשוט ממנו, ולקבל את המורכבות כמצב ראשוני, ובתור שכזאת – כבלתי ניתנת להעמדה?

### 1.2.3 דת, חילון ומכניזם

ייתכן שניטיב להבין את הבעייתיות המתוארת לעיל אם נחזור למקורותיה הראשוניים של תפיסת העולם המכניסטית, שהרדוקציוניזם הוא אחת מתולדותיה. כיום אנו תופסים את המדע ואת הדת כשני תחומי דעת בלתי קשורים זה לזה במקרה הטוב (ליבוביץ, 1987), או כמתנגשים זה בזה במקרה הגרוע. על האפשרות האחרונה מעידה המחלוקת בת ימינו בין המדענים, שוחרי האבולוציה, לבין תומכי הבריאתנות (creationism) – מחלוקת הניטשת בעוז לוחמני בארצות-הברית. ואולם, הדיכוטומיה בין מדע לדת היא פרי תהליך ממושך והדרגתי של חילון,<sup>4</sup> שהחל בשלהי המאה ה-17 בפרוס עידן הנאורות וההשכלה באירופה, והגיע לשיאו רק במהלך המאה ה-19. המניע המרכזי של העוסקים בפילוסופיה של הטבע ובחקר צפונותיו במאה ה-17 היה השאיפה לעמוד על גדולת האל הבורא מתוך חקר הבריאה. אותה שאיפה הניעה גם רבים מן ההוגים והחוקרים במאה ה-18 ואף בחלקה הראשון של המאה ה-19.

המושג "מכניזם" מקורו במילה הלטינית Machina, מכונה. הוגי המאה ה-17 אימצו את דימוי המכונה מתוך רצון לבנות תמונת עולם שבה היקום הנברא כולו, וכל ישות טבעית המאכלסת אותו, הם פרי חכמתו העליונה של הבורא (Deason, 1986). כזכור, אחד הדימויים הנפוצים של העולם באותה תקופה היה שעון, והאל נתפס כמעין שען על-טבעי שיצר את השעון האוניברסלי. האדם המשכיל ראה את ייעודו בחקר אופן פעולת השעון. שאלות לגבי אופן יצירתו נחשבו לחכמה עליונה הנסתרת מבינתו של האדם.

ככל שהרחקנו את האל מן המדע ו"טיהרנו" את המדע מסוגיות תיאולוגיות, נותרנו עם תמונה של עולם דמוי מכונה, שאנו מסוגלים להסביר את אופן פעולתו באמצעות חוקי הפיזיקה

4 חילון הוא תהליך של הפיכה לחילוני.

והכימיה, אך אין לנו תשובה מספקת לשאלה כיצד נוצר מלכתחילה. התפיסה המכניסטית מכירה במורכבות הקיימת בטבע, אך מאחר שבמקורה הייתה חייבת להניח במובלע גורם מתכנן, לא פיתחה מעולם כלים מספקים להתמודד עם האפשרות שהארגון והמורכבות שבטבע נוצרו באופן ספונטני. בעיה זו מתעוררת בכל חריפותה כאשר מנסים להסביר את מוצא החיים.

#### 1.2.4 מגבלותיו של המכניזם כתפיסה ביולוגית

חוקרים רבים מאמינים עדיין שפיצוח חידת מוצא החיים באמצעות גישות מכניסטיות הוא רק עניין של זמן. לעומתם, הוגים לא מעטים טוענים שהקושי נעוץ באי-יכולת להפריד את השאלה "כיצד נוצרו החיים לראשונה" מן השאלה "מהו ייחודה של תופעת החיים". לעזרתם הם מגייסים את הטענה, שככל שמעמיק הידע שלנו על המנגנונים האחראיים על תהליכי החיים וההתפתחות, כך הולכים ונחשפים ממדי המורכבות המדהימים של אותם התהליכים ברמות המיקרוסקופיות והמולקולריות. ככל שמתקדם המחקר, מתברר יותר ויותר שההנחה המכניסטית הרדוקציוניסטית, שתהליכים מורכבים עומדים על תהליכים פשוטים מהם אינה עומדת במבחן המציאות לגבי היצור החי. מסתבר שתהליכים מורכבים ברמה היררכית נתונה עומדים על מורכבות שאינה נופלת ממנה ברמות ההיררכיה שמתחתיהן. כיצד נוצרה מורכבות זו מלכתחילה? לדעת אותם הוגים לא ייתכן מענה לשאלה זו במסגרת התפיסה המכניסטית, שכן המורכבות היא תופעה אֶמְרֶגֶנְטִית.<sup>5</sup> כל ניסיון לתת תשובה הולמת לסוגיה זו חייב להציע הסבר להתהוותו הראשונית של המבנה המאורגן הבסיסי, הלא הוא התא, שבו באים לידי ביטוי משולב הגנוטיפ והפנוטיפ.

רובנו התחננו על ברכי הפרדיגמה המכניסטית, ולכן בעינינו היא מייצגת נאמנה את טבעו של היצור החי. בייחוד נכון הדבר לגבי אלה מבינינו האמונים על המדע. אף-על-פי-כן, עלינו להיות ערים לעובדה שכל תפיסה פילוסופית אינה אלא מערך של הנחות יסוד מטפיזיות, שבעד עדשותיהן אנו מתבוננים בעולם ומפרשים את התופעות הנגלות לעינינו. עדשות אלה מבליטות לעינינו מאפיינים מסוימים ומעלימות מהן מאפיינים אחרים.

כזאת היא גם התפיסה המכניסטית בנוגע ליצורים האורגניים: הדוגלים בה אינם מתחשבים בעובדה שהיצורים החיים, יצירי הטבע, הם ששימשו בעבר ומשמים עדיין מודל לתכנון ולבנייה של מכונות, ולא להפך. הגישה המכניסטית גם מסתייגת מנתונים "סובייקטיביים", ומעדיפה לבסס את מסקנותיה על נתונים "אובייקטיביים". בזה היא פוטרת כחסר חשיבות היבט רחב של המציאות – ההיבט הסובייקטיבי החווייתי והישיר. יתרה מזו, ההנחה שמרכיב מסוים במערכת (דהיינו, הסובייקט) נמצא "מחוץ למשחק" אינה עומדת במבחן המציאות כאשר מביאים בחשבון את כל מגוון המרכיבים המשתתפים ביחסי הגומלין שבין האובייקט לסביבתו, במקום "לבדוד" את המרכיב שמבקשים לחקור תוך התעלמות מכל היתר. הגישה המכניסטית אף "כופה" על תופעות הטבע קשרים סיבתיים, בעוד שביקום בכלל וביצורים החיים בפרט קורות תופעות שעד

5 המושג "אמרגנטיות" מקורו במילה האנגלית "emergence", ומשמעותו בהקשר זה הופעה "יש מאין" של תכונות ואיכויות חדשות ובלתי צפויות, בד בבד עם העלייה לרמת היררכיה גבוהה יותר.

כה לא נמצא להן הסבר סיבתי מניח את הדעת. התופעה המרכזית שבהן היא התהוות הארגון והעלייה ברמת הסדר במהלך האבולוציה של היצורים החיים.

### 1.3 ויטליזם

#### 1.3.1 מאפייני התפיסה הוויטליסטית

הארגון הנוצר במהלך ההתפתחות העוברית, יחסי הגומלין המורכבים להפליא בין היצור השלם לחלקיו ובין החלקים לבין עצמם, והאדפטציות המופלאות שלו לתנאי חייו – חידות אלה ניצבו בפני פילוסופי הטבע וחוקריו בכל הדורות. הגישה המכניסטית שתוארה לעיל היא פרי מהפך מושגי שיצא נגד מסורת ששלטה בחשיבה הפילוסופית המערבית מן העת העתיקה עד הרנסאנס, ונתנה תשובות שונות בתכלית לשאלות הגדולות האלה. להלן נפרט את מאפייניה של אותה מסורת מוקדמת:

- היא הציעה תמונת עולם **אורגניזמית** – כלומר, דימתה את הקוסמוס (העולם המאורגן) ליצור חי עצום ממדים, המאופיין במחזוריות של צמיחה, התפתחות וכיליון. כמה מן התהליכים ותופעות החיים, שהתפיסה המכניסטית כה מתקשה לתת להם הסבר מספק, נתפסו במסגרת התפיסה האמורה כמובנים מאליהם.
- הגישה המכניסטית רואה את ה**סיבה** כעיקרון מכונן של העולם, ולפיכך היא **דטרמיניסטית**, ואילו הגישה העתיקה ראתה את ה**תכלית** כעיקרון כזה, ולפיכך הייתה **טלאולוגית**. הגישה המכניסטית הקלסית מייחסת את התכלית לאל ותופסת אותו כישות חיצונית לעולם הנברא; לעומת זאת, המסורת הוויטליסטית ראתה את התכלית כמאפיין אימננטי של החומר עצמו, וייחסה לו דינמיות פנימית האמורה להסביר את הכיווניות המאפיינת את מחזורי ההתפתחות, הצמיחה והכיליון. הסיבות הטבעיות נתפסו כפועלות בשירותה של התכלית.
- המכניזם התאפיין בגישה כמותית ו**אובייקטיבית**, ואילו במסורת הוויטליסטית שימשה תפיסה חושית, איכותית ו**סובייקטיבית** בסיס לפילוסופיה של הטבע.
- במקום גישה **רדוקציוניסטית** רווחה בה תפיסה ה**וליסטית**; גישה זו ראתה את היצור השלם כקודם לחלקיו ומרכזי לעומתם, שכן החלקים קיימים ופועלים כדי להביא לידי מימוש את מלוא הפוטנציאל של השלם, ולכן אי אפשר להעמידו עליהם.

התפיסה המצטיינת במאפיינים הללו נקראת כאמור **ויטליזם**. היא אפיינה את הגותו הפילוסופית של **אריסטו** וניכרה בזה שהוא ייחס **נפש** (psuche)<sup>6</sup> ליצורים החיים לבדם, וראה בה מאפיין מהותי המייחד את טבעם. הוויטליזם העתיק שימש יסוד מוסד ונקודת ייחוס לכל פרשנות ויטליסטית עתידית לגבי תופעות החיים. את גלגולה של תפיסה זו ניתן לראות בפילוסופיית הטבע של הרנסאנס במאות ה-14 עד ה-16, שראתה את הטבע כולו כחדור נשמה,

וכן בפילוסופיה הפנתאיסטית<sup>7</sup> של ברוך שפינוזה, בן המאה ה-17, שראה את הבריאה כהיבט של האל. התפיסה האורגניזמית זכתה לתחייה במאה ה-19 במסגרת פילוסופיית הטבע הרומנטית, שהתריסה נגד השפעותיה השליליות של התפיסה המכניסטית והשלכותיה.

### 1.3.2 השילוב בין ויטליזם ומכניזם בעת החדשה

תמונת העולם המכניסטית, שכללה גם את היצורים החיים, הציבה מאז המאה ה-17 ואילך אילוצים חמורים על החשיבה הביולוגית. מגבלותיה בנוגע להסבר תופעות החיים שנזכרו לעיל (התפתחות עוברית, אדפטציות לתנאי החיים ויחסי גומלין בין מרכיבי האורגניזם) הביאו לעדכונה של המסורת הוויטליסטית עתיקת היום באופן שאפשר לשלבה בתפיסה המכניסטית השלטת. עדכונים אלה התבטאו בין השאר בניסיונות להציע גורמים סיבתיים ייחודיים להתפתחות העוברית ולאדפטציה של יצורים לתנאי חייהם.

כיוון זה התחזק מאוד בתחילת המאה ה-19, כאשר התקדמות המחקר הביולוגי והרפואי חשפה את מורכבותם המופלאה של היצורים החיים. הגישות הללו ייחסו את הכיווניות והתכלית המאפיינות את תופעות החיים לפעולתם הסיבתית של כוחות או עקרונות ויטליים (מושג-על המאגד שמות מגוונים). הוגים בני המאות ה-18 וה-19, כדוגמת מופרטואי, בופון, בלומננדך ופון-פּוּ (Maupertuis, Buffon, Blumenbach, von Baer) ניסו לשלב את הכוחות הללו במערכת המכניסטית הכוללת שעיצבה את תמונת עולמם, וראו אותם כ"חברים לגיטימיים" במשפחת הכוחות שהכירו מן הפיזיקה והכימיה (כדוגמת אדהזיה וקוהזיה, משיכה ודחייה כימיות, מגנטיות, וכמובן – הגרוויטציה של ניוטון).

עם התפתחות הכימיה האורגנית, אפיון החומרים הייחודיים ליצורים החיים וגילוי פעולתם של הזרזים הביולוגיים (האנזימים), תלו חוקרים כדוגמת פון ליביג וברצליוס (von Liebig, Berzelius) את ייחודן של תופעות החיים בחומרים הכימיים הייחודיים הללו. הוגים אלה ורבים אחרים השתדלו ככל יכולתם לבצע את מחקריהם על-פי המתודולוגיה שהתווה המדע המכניסטי. בהקשר זה מעניין במיוחד להזכיר את עבודתו של פֶכְנֶר (Fechner), שפעל בשלהי המאה ה-19 מתוך תפיסת עולם הוליסטית ואמונה שהעולם כולו ניחן בנפש. הוא היה חלוץ בתחום הפסיכופיזיקה, וניסה לכמת תחושות סובייקטיביות ולנסח חוק מתמטי הקושר בין עצמת הגירוי לעצמת התחושה הסובייקטיבית שהוא גורם.

בסופו של דבר הכריע המכניזם הרדוקציוניסטי את הגישות הוויטליסטיות לסוגיהן בשלהי המאה ה-19; הוא התבסס בראשיתו על התורה הקינטית של החום, והמיר את פעולתם של כוחות בגלגולי אנרגיה. בהמשך הראו כימאים כדוגמת בּוּכְנֶר (Buchner; פעל בראשית המאה ה-20) שאפשר ליצור במבחנה חומרים אורגניים שהמבנה שלהם זהה לאלה המיוצרים בגוף החי, ולזרז תגובות ביולוגיות מחוץ לגוף באמצעות זרזים מלאכותיים. במחצית המאה ה-20, עם ניסוח

7 פנתאיזם (מיוונית: pan – הכול + theos – אלוהים) היא השקפה דתית ופילוסופית הרואה באלוהות ישות שאינה עומדת בפני עצמה, ומזהה ישות זו עם היקום על כל הכוחות הפועלים בו.

הסינתזה הניאו-דארווינית שהעמידה את האבולוציה הדארווינית על הגנטיקה המנדלית, ועם ייסוד הגנטיקה המולקולרית, הושלמה השלטת הפרדיגמה הרדוקציוניסטית על החשיבה הביולוגית. הוויטליזם נדחק הצידה, אך הרדוקציוניזם שתפס את מקומו לא הצליח כאמור להסביר את תופעות החיים תוך הישענות על סיבתיות דטרמיניסטית לבדה. את מקומו של הוויטליזם שירד מגדולתו תופסים עתה ניסיונות חדשים, שמקצתם מערערים על הנחות מסוימות של הגישה המכניסטית, ואחרים מציעים לראותה כהסבר חלקי, לא מלא. להלן נמנה אותם.

#### 1.4 אורגניציזם

החל משנות השישים של המאה ה-20, בעקבות הקיברנטיקה (תורת המערכות שהוצעה לראשונה בשנות ה-40), הוצעו תיאוריות המתארות התהוות ספונטנית, לא דטרמיניסטית, של סדר במערכות מורכבות המצויות במצב תרמודינמי רחוק משיווי משקל, כדוגמת זה הקיים ביצורים חיים. כמו כן פותחו תיאוריות הוליסטיות העוסקות במאפייניהן של מערכות מורכבות, וגם הן מתמקדות בהתהוות הדינמית של הארגון במערכת (Prigogine & Stengers, 1985). תיאורטיקנים והוגים כדוגמת **וֹדִינגטון, פּוֹלָנְי, בֶּרְטָלַנְפִי וְלְבּוֹנְטִין** (Waddington, Polanyi, Bertalanffy, Lewontin) מנסים להציע גישות הוליסטיות משלימות למכניזם, המתמקדות ביחסי הגומלין המאפיינים את המבנה המורכב. הגישות הללו זכו לשם הכולל **אורגניציזם**. המכנה המשותף להן הוא השאיפה להדגיש את מאפייניו המיוחדים של היצור החי על סמך הניסיון להתחקות אחר החוקיות המאפיינת את מורכבותו.

הטענה הבסיסית של התפיסות האורגניציסטיות היא שאי אפשר להסביר את התנהגותו של יצור חי ואת תכונותיו אלא אם כן מתייחסים אליו כאל ישות שלמה ומתפקדת, ושההסבר המלא אינו אפשרי באמצעות הפיזיקה והכימיה בלבד. פירוק, ניתוח ורדוקציה אינם מסבירים את תופעת החיים במלואה, שכן היצור החי הוא יותר מסכום רכיביו: יחסי הגומלין המתקיימים בין האורגניזם השלם למרכיביו ובין המרכיבים לבין עצמם, הם חלק מהותי שלו. לטענת האורגניציסטים, עם העלייה מרמת היררכיה נתונה לרמת היררכיה גבוהה ממנה, מתגלות באורגניזם תכונות חדשות שלא היה אפשר לחזותן מראש על סמך חקירת המרכיבים ברמת ההיררכיה הנמוכה. מקצת התפיסות האורגניציסטיות אינן שוללות את החומריות שבתפיסה המכניסטית אלא רק את הרדוקציוניזם הנלווה אליה. היצורים החיים מאורגנים ברמות ארגון אחדות, יש להם תכניות גנטיות שנוצרו במהלך האבולוציה, והתנהגותם מאופיינת בחוקיות ביולוגית. את החוקיות הזאת מנסים ההוגים האורגניציסטיים לנסח.

כמה מן הדימויים המעצבים את התפיסות האורגניציסטיות הם אורגניזמיים ואקולוגיים. דימוי אורגניזמי מדמה את העולם כולו לאורגניזם, ודימוי אקולוגי מדגיש את ההיבטים האקולוגיים המערכתיים של העולם. עקרונות אחרים באים מתחום הפיזיקה החדשה (כדוגמת היותה אינדטרמיניסטית); כמו כן עומדים לנגד עיניהם של האורגניציסטים דימויים של מחשב, סדר ומידע.

## 1.5 דימויים כמעצבים תפיסות עולם

בסקירה שערכנו ראינו את כוחם של דימויים בעיצוב תמונת העולם. ננסה עתה לברר לעצמנו מהו דימוי וכיצד הוא מצליח להשתלט על חשיבתנו.

דימוי משמעו לחשוב על תחום אחד במונחים מתחום אחר. בדוגמה המכניסטית מדובר בחשיבה על תופעות הטבע במונחים של מכונות. הדימוי מאפשר להבין חלקית תחום התנסות אחד באנלוגיה לתחום התנסות אחר. לדוגמה, דימוי של היד למנוף מסייע להבין כיצד פועלים שרירי היד. ואולם, האנלוגיה המאפשרת לנו לתפוס היבט אחד של אובייקט במציאות במונחיו של אחר מעלימה בהכרח אותם היבטים באובייקט שבהם המשל והנמשל נבדלים זה מזה. במקרה שלנו: בניגוד למנוף, היד היא איבר הנוצר בתהליך התפתחות והתמיינות (דיפרנציאציה), החומרים המרכיבים אותה שונים מאלה של המנוף, מתרחשים בה תהליכים מטבוליים, והיא ישות טבעית – בעוד שהמנוף הוא מעשה ידי אדם. בשל נטייתנו להתעלם מן ההבדלים שבין הדימוי למדומה, השימוש בדימוי עלול להצמיח דמיון מלאכותי בין שני תחומים שבפועל אינם קשורים זה בזה. דוגמה נוספת: היווצרות חיים וירטואליים באמצעות מחשב עשויה להידמות בעינינו לחיים של ממש, תוך שאנו הולכים שבי אחר מאפייני הארגון וההתמיינות הנוצרים באופן ספונטני, בדומה לאלה של יצורים חיים. בד בבד, אנו מתעלמים מן העובדה שהישות הווירטואלית "הקורמת עור וגידים" לנגד עינינו על צג המחשב היא למעשה נטולת חומר, בניגוד ליצור חי אמיתי.

על-פי התזה של לאקוף וג'ונסון (Lakoff and Johnson, 1980), האדם נוטה מטבעו לחשוב על כל תחום באמצעות דימויים (מטפורות). דימויים אלה מושפעים מן התרבות ומעצבים את אופן ראייתנו את העולם. להלן דוגמה אחת מני רבות: במאה ה-18 טבע בנג'מין פרנקלין את האמרה המפורסמת "time is money", תוצר תרבותי של המהפכה התעשייתית. מאז שבאה לעולם אותה אמרה אנו "חוסכים זמן, מנצלים זמן ומבזבזים זמן", בדומה למה שאנו עושים בכספנו (או בכספי הזולת). ההתייחסות לזמן כאל כסף אופיינית לחברה הקפיטליסטית; ספק אם חברות לא טכנולוגיות משתמשות במונחים כאלה ביחס לזמן. בחברה שבה מדמים את הזמן לכסף, אין פלא שהשעון ותכנון הזמן הם גורמים בעלי חשיבות ראשונה במעלה.

במהלך הסקירה ההיסטורית שנערוך להלן. נראה שהדימויים שאפיינו את תפיסת העולם בכלל בתקופות השונות עיצבו באופן מרחיק לכת גם את האופן שבו נתפסו היצורים החיים בפרט. נלמד גם להכיר את השינויים התרבותיים והדתיים שעיצבו את הדימויים המרכזיים הללו ואת השפעתם המכרעת על התפתחות המדע בכלל והרפואה ומדעי החיים בפרט.

## 1.6 מה ביחידה?

- **בפרק 2** נכיר את תמונת העולם האורגניזמית שאפיינה את הפילוסופיה של הטבע ביוון העתיקה. עיקרו של הפרק יוקדש להכרת הקוסמולוגיה של אריסטו ולתפיסתו הווטליסטית-טלאולוגית את תופעת החיים.

- **בפרק 3** נסקור את השתלטות הנצרות על אירופה ואת השפעתה של הכנסייה הקתולית על החיים במהלך אלף וארבע-מאות השנה הראשונות לספירה הנוצרית. ניווכח כיצד התמזגה התפיסה האורגניזמית של העולם העתיק במחשבה התיאולוגית הנוצרית ששלטה בימי הביניים. נראה שהלימוד במהלך תקופה ממושכת זו התבטא בעיקר בפרשנות של כתבים קדושים, ושהכנסייה התנגדה לעריכת תצפיות אמפיריות בטבע.
- **בפרק 4** נסקור בקצרה את התמורות התרבותיות שחלו באירופה בתקופת הרנסאנס, ונכיר את הגות הטבע של תקופה זו, שעירבה ישן וחדש. ניווכח שעיקר החידוש התבטא בגישה אמפירית במקום העיון הסכולסטי של ימי הביניים, אך מחשבת המאות הקודמות, שכללה גם מרכיבים של מאגיה וכישוף, עדיין שלטה בכיפה. נתמקד בתמונות עולמם של שני הוגים מרכזיים בני התקופה – **פָּרָצֶלְזוּס** (Paracelsus) ו**הַרְווי** (Harvey).
- **בפרקים 5 ו-6** נכיר את מאפייניה של תמונת העולם המכניסטית, שהחליפה מאז המאה ה-17 את תמונת העולם האורגניזמית שהנחיל העולם העתיק למחשבת המערב; נתוודע אל המקורות התיאולוגיים שעיצבו תמונת עולם זו, ונעמוד על היחסים המורכבים ששררו בין התיאולוגיה לפילוסופיית הטבע במהלך המאות ה-17 וה-18. נראה כיצד השפיעה האמונה באל על האופן שרופאים וחוקרי טבע ראו את היצורים החיים במסגרת תמונת העולם שנשלטה על-ידי דימוי המכונה. נכיר גם את שתי הגישות המרכזיות במאות ה-17 וה-18 ביחס לסוגיית ההתפתחות העוברית – **פָּרָפּוֹרְמַצְיָה** (ארגון נתון מראש) ו**אֶפִּיגֶנֶזָה** (התגבשות הארגון במהלך ההתפתחות), ונראה באילו אופנים שולבו גישות ויטליסטיות בתוך הפרדיגמה המכניסטית השלטת.
- **בפרק 7** נכיר את הגישות החדשות כלפי חקר היצורים החיים, שהופיעו בשלהי המאה ה-18 ותפסו מקום מרכזי במאה ה-19. נראה שבתהליך החילון שאפיין את עידן הנאורות הצליח גם המדע להשתחרר מהשפעת הדת, לפחות באופן חלקי, ולהגיע למעמד מרכזי בחשיבה התרבותית בזכות עצמו. נלמד שהביולוגיה הוכרה אז כתחום דעת העומד לעצמו, ונכיר את הגישות ההתפתחותיות הפרוגרסיביות שאפיינו את החשיבה הביולוגית (והחברתית) במאה ה-19. נלמד כיצד ניכרו גישות אלה בתיאוריות אבולוציה אחדות, שהמפורסמות בהן היו של **לָמָאָרְק** (Lamarck) ושל **דָּאָרְוִין** (Darwin). נכיר את עיקרי פילוסופיית הטבע הרומנטית שהתפתחה בגרמניה בראשית המאה ה-19. עיקר הפרק יעסוק באסכולה גרמנית ששלטה בחשיבה הביולוגית משלהי המאה ה-18 ועד שנות השישים של המאה ה-19 – אסכולת ה**טֶלָאו-מכניזם**, שהיה בה שילוב של מרכיבים מכניסטיים וויטליסטיים-טלאולוגיים. נלמד כיצד התפתחו במסגרת אסכולה זו תחומי המחקר של הביולוגיה: פיזיולוגיה משווה, אמבריולוגיה משווה וכימיה אורגנית; כיצד פותחה במסגרתה תיאוריית התא וכיצד נאבק הדור האחרון של תומכיה – לשווא – נגד המגמות הוויטליסטיות שליוו אותה. ניווכח כיצד צמחו מתוך האסכולה ה**טֶלָאו-מכניסטית** מתנגדיה המכניסטים הרדוקציוניסטים, שהעמידו את הביולוגיה על התורה הקינטית של החום. בסופו של הפרק נראה כיצד נעשתה הגישה המכניסטית הרדוקציוניסטית התפיסה השלטת למן המחצית השנייה של המאה ה-19.



• **פרק 8** נכיר מעט מן הקשיים שבפניהם ניצבו הוגים וחוקרי ביולוגיה בעלי גישה רדוקציוניסטית בתחילת הדרך, ונציג גישות חלופיות ויטליסטיות ואורגניציסטיות, שרווחו בחשיבה הביולוגית בסוף המאה ה-19 ובתחילת המאה ה-20. נתוודע לקשיים שהאבולוציה הדארווינית נתקלה בהם מתחילת דרכה ועד שנות השלושים של המאה ה-20, ונעמוד על התנאים שהקשו על קבלתה. נספר על מחקריו של גרגור מנדל ונתהה על הגורמים שבגללם התעלמה ממנו הקהילה הביולוגית. נראה כיצד הוכשרה הקרקע לקראת קבלתו בשנת 1900, ונסקור את התפתחות הגנטיקה המנדלית הקלסית בארצות-הברית ואת ההתנגדות שעוררה בקרב חוקרים מארצות אחרות. נעקוב אחר מהלך חילופי הפרדיגמות, שבעקבותיו נוסחה הסינתזה הניאו-דארווינית אשר העניקה לביולוגיה את הבסיס הרדוקציוניסטי. נלמד על התפתחות הגנטיקה והביולוגיה המולקולרית, ונסקור את כיווני המחקר שהתוו. נציג את הקיברנטיקה – תורת המערכות – שבאה לעולם בשנות ה-40 של המאה ה-20, ונכיר את השפעתה מרחיקת הלכת על המחשבה הביולוגית. נתוודע לכמה גישות אורגניציסטיות החולקות על הקביעה שחוקי הפיזיקה והכימיה נותנים הסבר מספיק למורכבות הביולוגית. נסקור את תולדות המחקר הנערך מזה כמאה שנה בסוגיית מוצא החיים, ונעמוד על הקשיים בפיצוח החידה הזאת במסגרת התפיסה הרדוקציוניסטית. לבסוף, נכיר גישות אחדות המערערות כמה מהנחות הפרדיגמה הניאו-דארווינית המכניסטית: **תורת הקוונטים**, המוחקת את ההבחנה בין אובייקט לסובייקט ומערערת על הדטרמיניזם; **תיאוריית הגאיה** האורגניזמית של גיימס לאבלוק ולין מרגוליס, המציגה את הביוספרה כאורגניזם ענק; גרסה ביולוגית של **תיאוריית הכאוס**, הטוענת להיווצרות ספונטנית של סדר וארגון מאי-סדר במערכות מורכבות המצויות מחוץ לשיווי משקל תרמודינמי; וגם **גישה ניאו-למארקיסטית** חדשנית, פרי הגותם של שני חוקרים ישראלים: איתן אביטל וחווה יבלונקה, הטוענת להורשה אפיגנטית של תכונות נרכשות.<sup>8</sup>

## 2. תמונת העולם ביוון העתיקה: דימוי אורגניזמי

### 2.1 מבוא

יוון העתיקה הורכבה מראשיתה מיחידות מדיניות רבות שהיו פזורות בשטחים רבים, מרוחקים זה מזה. מרכזי הכובד של העולם היווני העתיק נמצאו בשטחה של יוון היום לרבות אייה, במערב אסיה הקטנה, במזרח סיציליה ובדרום איטליה. החברה היוונית הייתה מאורגנת במבנים שנקראו "פוליס", מעין ערים או כפרים גדולים, שלכל אחת מהן מוסדות שלטון ומערכת חוקים כתובה משלה. במאות ה-7 וה-6 לפסה"נ התבססו בפוליס משטרים דמוקרטיים מתונים. ערי יוון קיימו ביניהן קשרים, וראו עצמן כחלק מישות הֶלֶנִית גדולה, אך בו בזמן שמרה כל אחת מהן על מידה גדולה של אוטונומיה.

הדת היוונית הייתה פוליטיאסטית – כלומר, מורכבת מאלים רבים, ששכנו בהר אולימפוס שבצפון יוון, וכל אחד או אחת מהם ממונה על תחום שלטון מוגבל וייחודי לו או לה. להוציא את ראש האלים זֵאוס, היה לכולם מעמד שווה, והיחסים ביניהם אופיינו לעתים קרובות בניגודי אינטרסים. האלים נחשבו לנבראים ולא לבוראים, ולא התיימרו להכתיב כללי מוסר לגבי התנהגות בני האדם. נהפוך הוא: הם ביטאו בהתנהגותם את כל החולשות המוסריות האנושיות, והתייחדו רק בכוחות על-אנושיים ובחיי נצח.

הפיזור הגיאוגרפי, השלטון הלא-ריכוזי, המשטר הדמוקרטי והאמונה הפוליטיאסטית – כל אלה יצרו בסיס לפלורליזם פילוסופי ולשיח פורה בין דעות שונות. רבים מן הפולייס פיתחו לעצמן מסורות פילוסופיות ואסכולות משלהן על אודות הטבע, כדוגמת הפילוסופים המילֶטִיִים או האֶלִיֶאֶטִיִים. יחסי הגומלין התרבותיים שהתקיימו בין המרכזים הללו באו לידי ביטוי בחשיפה לדעות אחרות ובהשפעה הדדית. בנוסף לכך אפשר המשטר הדמוקרטי של הפוליס דיאלוגים פוריים בין עמדות פילוסופיות שונות בתוך אותו מרכז. את הדיאלוגים המפורסמים ביותר ניהל **סוקרטס** בכיכר השוק באתונה. (סופו המר של סוקרטס מלמדנו שלחופש הדעות היו גבולות גם ביוון העתיקה.)

שש-מאות השנים שלפני ספירת הנוצרים התאפיינו כאמור בהגות פילוסופית פורייה ביותר על תופעות הטבע. הפילוסופים העלו את הגותם על הכתב, אלא שמרוב הכתובים לא נותרו בידינו אלא קטעים קצרים (פֶּרַגְמֶנְטִים). הם ביקשו לחדור מבעד לתופעות הנראות לעין אל מהות הדברים, ולהבין את התהליכים הטבעיים בעולם ואת העקרונות המרכזיים שעליהם מושתת הטבע. כולם האמינו שאפשר לעשות זאת באמצעות השכל והתבונה, אבל השקפותיהם היו שונות ומגוונות להפליא. ולא רק תמונות עולמם היו שונות ולעתים מנוגדות; גם יחסם לתופעות הנצפות היה שנוי במחלוקת: **אמפדוקלס ואריסטו**, למשל, ביססו את מסקנותיהם על התופעות וראו אותן כבסיס לכל פרשנות; לעומתם **האטומיסטים**, **פיתגורס ואפלטון** ראו בהן צל מטושטש

ולעתים מטעה של האמת, שאותה – כך האמינו – ניתן להשיג באמצעות השכל לבדו. תמונות העולם שהאחרונים ציירו נועדו "להציל את התופעות"<sup>9</sup> ולא להסבירן.

בהשוואה לימינו הייתה אז הטכנולוגיה בחיתוליה. יתרה מזו, הפילוסופים של הטבע ביוון העתיקה לא התבוננו בטבע במטרה לעשות בו שימוש לרווחת האדם אלא כדי להבינו. לעיניהם בלטו תהליכים של שינוי, התפתחות ומחזוריות. תופעת החיים והיצורים החיים הייתה מן הסתם מן הבולטות והמעניינות שראו עיניהם של אותם חכמים קדמוניים. ההתבוננות בהם הביאה אותם להכרה שתהליכי החיים מאופיינים בשינויים סדירים ומחזוריים, ואלה מותאמים לשינויים ולמחזוריות שבטבע הדומם (מחזור המים, עונות השנה, שקיעה וזריחה, תנועות הכוכבים). אין פלא אפוא שהמחזוריות המאפיינת את החיים שימשה לבני התקופה מטפורה לקוסמוס וליוצרו – האל. מטפורה זו גרמה להוגי התקופה להתמקד במאפיינים התפתחותיים, מחזוריים ותכליתיים של תופעות הטבע בכללותן, ולתאר את הקוסמוס בדמות יצור חי עצום ממדים.

### 2.1.1 הישויות המכוננות של אמפדוקלס

**אֵמְפֶדוֹקְלֵס** (Empedocles, circa 500-430 B.C.) ראה את הקוסמוס כמורכב מריבוא חלקים העוברים מחזורי איחוד ופירוק בכוחן של שתי ישויות מרכזיות ומנוגדות – האהבה והמריבה:

אין קץ לחליפות, תמיד לא יחדלון; עתים הכל מתחבר לאחד באהבה ועתים שב כל דבר ונפלג באיבת המריבה. וכאשר הספין האחד לצאת מן הרבים, ושבו הרבים מפירוד האחד, כן נולדים הדברים ואין להם חיי קבע; וכאשר אין קץ לחליפות ותמיד לא יחדלון, כן יעמדו לעולם במחזור. [...] והנה שבו ונפרדו ויצאו רבים מאחד: אש ומים ועפר ורום האוויר שאין לו גבול, ומלבד אלה מריבה המחריבה, הכבדה בכל, ובתוכם אהבה השווה לאורך ולרוחב.<sup>10</sup> (סמבורסקי, 1987, עמ' 66).<sup>11</sup>

גם היצורים החיים, לפי תורתו של אמפדוקלס, נוצרו מצירופים מקריים של איברים בכוחה של האהבה. בעבר נוצרו יצורים מצירופים מוזרים – כמו למשל יצור שחציו שור וחציו אדם; אלא שרק אותם צירופים שהביאו תועלת לבעליהם שרדו, ואילו השאר לא הצליחו להחזיק מעמד ונכחדו. הדברים, לדעת אמפדוקלס, נראים כאילו הם נוצרו למען תכלית, אך לאמיתו של דבר אין זה כך אלא המקריות של צירופי המקרים היא השולטת בכיפה.

9 "הצלת התופעות" משמעה הצעת הסבר ולפיו התופעות הנראות לעינינו, שאינן אלא אשליה, יעלו בקנה אחד עם העולם "האמיתי" (דהיינו האטומים, המספרים הפיתגוראיים או האידיאות האפלטוניות).

10 הרעיון המרכזי המובע בפסקה הוא החליפות המחזוריות שבין איחוד וגיבוש ובין פירוד ופירוק. הביטוי "זאת" משמעותו, בהקשר למשפט, "פעם".

11 שלוש נקודות או טקסט בין סוגריים מרובעים פירושה השמטה או הוספה במקור שממנו נלקחו הציטטות. כשמדובר בכתבים עתיקים, כגון של אריסטו, אין הכוונה להשמטה של המחבר אלא של מתרגמים ועורכים במהלך השנים. השמטות ותוספות של כותבת המבוא מובאות בין סוגריים מרובעים ונטויים.

חשוב להדגיש כאן את שתי האיכויות: האהבה – שבכוחה לחבר ולאחד את הרבים, והמריבה – שבכוחה להפריד את האחד לחלקיו. המטפורה האורגניזמית בתמונת עולמו של אמפדוקלס ניכרת באותן ישויות המאזנות זו את זו – האהבה והמריבה – השאלות מיחסים בין בני אדם.

### 2.1.2 עולם הטבע של אפלטון לפי טימאיוס

הדיאלוג *טימאיוס* של אפלטון (Plato, 428-348 B.C.) עוסק בבריאת העולם ובעקרונות שהנחו את האל בבריאה, ולפיכך מבטאים את מהות הטבע. אפלטון משתמש בדימוי שלהלן בבואו לתאר את העולם הנברא: האל הטוב, השלם והמסתפק בעצמו ביקש ליצור עולם הדומה לטבעו, ועל כן "הכניס שכל לתוך נשמה ונשמה לתוך גוף וכך התקין את הכול. ועלינו לומר אפוא, שעל-פי ההסבר המתקבל על הדעת, נעשה העולם בדרך זו, בהשגחת האל, לחי בעל נשמה, ולפי האמת – משכיל" (אפלטון, 1959, עמ' 532).

האל של אפלטון הוא מופשט, אידיאלי, ואפשר לתפסו באמצעות השכל (לוגוס). ממנו נובעות הישויות המושלמות, המופשטות והמושגיות של כל התופעות בקוסמוס – **האידיאות** – והן מבטאות את הנפש (או המהות, הצורה)<sup>12</sup> האפלטונית. האידיאות פועלות באופן סיבתי על החומר ההיולי (הגולמי, הראשוני) כדי להטביע בו את צורתן ולהביא בכך להתממשותן בעולם הגשמי. (על-פי תפיסתו של אפלטון, האל הוא האידיאה האולטימטיבית, ואופן פעולתו על הגוף תואם את אופן פעולתן של האידיאות על החומר.) מאחר שהחומר אינרטי מטבעו ומגלה התנגדות להיפעלות (שיפעלו עליו), התוצר המתקבל מפעולת האידיאות עליו הוא פגום ובלתי מושלם (זוויותיו של משולש גשמי, למשל, לעולם אינן מגיעות ל-180 מעלות במדויק). אפלטון הניח שהעולם מאורגן (קוסמוס), ולכן לא השלים עם האי-סדירות המתגלה בתופעות הגשמיות וגורמת להן לחרוג מן הסדר המושלם היָאָה ליצירה אלוהית מושלמת. הוא "הציל את התופעות" בראותו בהן ישות משנית, שיקוף חיוור ומוגבל של הישות הראשונית – האידיאות. מעניין לציין כי על אף שאפלטון דימה את הקוסמוס ליצור חי, הוא בנה את יסודותיו האידיאליים על צורות גיאומטריות תלת-ממדיות, שהיו בעיניו הצורות בעלות הממדים האידיאליים.

### 2.1.3 עולם הטבע של האטומיסטים

תפיסת עולם אחרת מזו של אפלטון ייצגו הפילוסופים האטומיסטיים, וביניהם **לויקיפוס** (Leucippus, המאה החמישית לפסה"נ) **דֶמוֹקְרִיטוֹס** (Democritus, circa 460-370 B.C.) ו**אֶפִיקוֹרוֹס** (Epicurus, 341-271 B.C.). האטומיסטים ראו בהוויה שני יסודות: אטומים וריק. האטומים אופיינו כגופיפים חומרניים שאינם ניתנים לחלוקה, זעירים כל כך שאינם נראים לעין. הם נבדלים זה מזה רק בצורה ובגודל, מספרם אינסופי, והם נעים בחלל שממדיו אינסופיים. תנועת האטומים נובעת מעצם טבעם; אין הם זקוקים למניע חיצוני. הם מתנגשים אלה באלה

12 בכתבי אפלטון נפש, צורה ומהות היו מושגים בעלי משמעויות כמעט נרדפות.

תוך כדי תנועה, ועקב כך משנים את כיוון תנועתם ללא הרף. תוך כדי תנועתם והתנגשויותיהם הם מתחברים אלה לאלה, וכך נוצרים כל העצמים החומריים שבטבע.

התנועה השרירותית יכולה להוליד קוסמוסים רבים מספור, ואלה עשויים להתפרק כשם שנוצרו. הדבר הנצחי היחיד בטבע הוא האטומים, שימשיכו להתנועע ולהתנגש אלה באלה עד עולם. האטומטיסטים חשבו שהאטומים – הפשטה פרי המחשבה – הם הישים האמיתיים, ואילו התופעות המקרוסקופיות הנתפסות בחושינו נחשבו בעיניהם לאשליה בת חלוף, פרי האינטראקציות שבין האטומים. כפי שנראה בהמשך, תפיסה זו לא זכתה לפופולריות רבה עד העת החדשה, אבל מצאה אחיזה כעקרון יסוד בתמונת העולם המכניסטית מן המאה ה-17 ואילך, כשהיא לבושה בלבוש מטפיזי חדש, כיאה לתקופה.

על פניו אין כל דמיון בין התפיסה האטומיסטית לתמונת העולם האורגניזמית, ולמרות זאת השתלט הדימוי התרבותי החזק של התקופה גם על הוגה אטומיסטי מושבע, הלא הוא **לוקרציוס** (Lucretius, 96-55 B.C.). ביצירתו הגדולה, *על טבע היקום*, הוא מהלל ומשבח את תורתו של אפיקורוס. עם זאת, בהסבירו את התהליכים בטבע הדומם על סמך התורה האטומיסטית, הוא מאמץ דימויים מן הלשון המשמשת לתיאור תהליכי החיים: "אם חלקיו של עולם וכל איבריו לעינינו / מוות קוצר את כולם, ושנית נולדים הם – סימן הוא / שאדמה ושמים אי-פעם נוצרו ונולדו. / ומכיוון שנולדו – יגוועו למועד וימותו." (לוקרציוס, 1962, עמ' 247).

#### 2.1.4 עולם הטבע של אריסטו

אריסטו (Aristoteles, 384-322 B.C.) היה מגדולי חוקרי הטבע והפילוסופים שהשפיעו על התרבות המערבית. הוא היה תלמידו של אפלטון, אך יצא נגד עיקרי הפילוסופיה שלו. בקורס הנוכחי נקדיש מקום נרחב לתפיסת העולם של אריסטו, ובמיוחד לתפיסתו את תופעת החיים, שכן נודעה להן השפעה מכרעת על תמונות העולם ותפיסות החיים שאפיינו את מחשבת המערב מאז העת העתיקה ועד ימינו; היו שינקו מהן והיו שהתנגדו להן, אך לאורך כל הדרך הן עוצבו על-ידיהן.

אריסטו לא ביקש "להציל את התופעות" אלא לראות בהן את היסוד המוסד לבניית תמונת עולמו. אין בכך תימה, שכן הוא היה חוקר טבע נלהב, והקדיש את רוב זמנו לחקר בעלי חיים וצמחים. הוא הרבה לערוך תצפיות ולאסוף נתונים מן הטבע. לעיני אריסטו בלטה במיוחד הסדירות והמחזוריות של התופעות, והוא לא נזקק "להצילן" באמצעות ישויות שמחוץ להן.

אריסטו בנה תמונת עולם שלמה ולכידה, שכל מרכיב בה קשור קשר בל יינתק למרכיבים האחרים. הוא אמנם לא השתמש כאפלטון בדימוי מפורש של בעל חיים בהתייחסו לקוסמוס, אך החיל מאפיינים אורגניים תכליתיים על הטבע כולו (להלן), וייחס לו חכמה בלתי מודעת המכוונת את מהלך הדברים התכליתי. נדגיש שאריסטו לא ראה את הקוסמוס כיצור חי בעל נפש אלא כישות בעלת מאפיינים שהיום נהוג לייחסם ליצורים חיים בלבד.

הקוסמוס האריסטוטלי הוא יש מאורגן שהיה קיים מאז ומעולם ויתקיים לעד. במרכזו נמצאת הארץ (תפיסה המכונה **גיאוצנטרית**) וסביבה גלגלים (ספירות), שבהם מאורגנים כוכבי הלכת (שהשמש היא אחד מהם) וכוכבי השבת. כל הכוכבים מקיפים את הארץ הנייחת במעגלים קונצנטריים מושלמים, באופן מחזורי. השינוי היחיד שעשוי לחול בהם הוא שינוי רציף של מקומם עקב תנועתם הסיבובית מסביב לארץ. מקורה של תנועה זו באל מניע ובלתי מונע (כלומר, בלתי משתנה ובלתי ניתן לשינוי). אריסטו הבחין הבחנה חדה בין האזור שמעל הירח (השמים) לספירה שמתחתיו, זו הכוללת את הארץ והאוויר שמעליה. את השמים הוא תפס כנצחיים ובלתי משתנים, ואת הארץ כהיפוכם: מקום שמתחוללים בו שינויים ותמורות ללא הרף. ההבדלים התבטאו בראש ובראשונה בחומרים שמהם מורכב כל אחד מן התחומים. השמים מורכבים מחומר אחד, עדין ובלתי משתנה – **אֵתֵר** – ולעומתם הארץ מורכבת מארבעה חומרי יסוד המתגלגלים אלה באלה.

אריסטו אפיין את הטבע בארץ באמצעות ארבע סיבות: (1) סיבה חומרית, (2) סיבה צורנית (מהותית), (3) סיבה תכליתית ו- (4) סיבה פועלת. את המונח **סיבה** (aitia) במשמעותו האריסטוטלית יש להבין כתכונה או כהיבט של טבע האובייקט. להלן נפרט את ארבעת הסיבות על-פי אריסטו.

1. **סיבה חומרית** (חומר, hule): כל העצמים הטבעיים עשויים מחומר; העצמים שבעולם התת-ירחי מורכבים מארבעה חומרים יסודיים (גופים פשוטים, בלשונו של אריסטו): אדמה, מים, אוויר ואש.<sup>13</sup> כל חומר יסודי מתאפיין בשילוב של שתיים מבין ארבע תכונות או איכויות יסודיות – חום, קור, יובש ולחות – שאריסטו קרא להן "מקורות" (arche).<sup>14</sup> **קור ויובש** הם "מקורותיה" של **האדמה**, **קור ולחות** – של **המים**, **חום ולחות** – של **האוויר**, ו**חום ויובש** – של **האש**. היסודות מתגלגלים אלה באלה דרך שינוי האיכויות שלהם ("מקורותיהם"): החלפת **יובש בלחות** הופכת **אדמה למים**, החלפת **קור בחום** הופכת **אדמה לאש**, וכך הלאה. כל העצמים שבטבע מורכבים מארבעת חומרי היסוד הללו או מחלקם, ביחסים שונים.

אריסטו לא הכיר באפשרות שקיים ריק בטבע, וזאת מטעמים תצפיתיים ופילוסופיים. עולם התופעות לימד אותו שכל אימת שנוצר ריק רגעי, הוא מתמלא מיד בחומר. מכאן הוא הסיק שהטבע סולד מן הריק. תופעה זו נראתה לו מובנת מאליה, שכן הריק הוא אין וקיומו של אין נראה לו כסתירה לוגית. הוא הניח אפוא שארבעת היסודות המצויים מתחת לגלגל הירח, והיסוד החמישי המצוי מעליו, ממלאים את כל מרחב הקוסמוס. כמו כן האמין אריסטו

13 את תורת ארבעת היסודות הציע לראשונה אמפדוקלס. משמעות המושג "יסוד" בהקשר זה שונה בתכלית מזו המקובלת בימינו לגבי היסודות הכימיים. כל אחד משלושת היסודות האריסטוטליים – אדמה, מים ואוויר – מייצג אחד משלושת מצבי הצבירה של החומר, במונחי ימינו. האש (שכיום אין רואים בה חומר אלא צורת אנרגיה) נתפסת אצלו כיסוד חומרי רביעי.

14 המושג arche אצל אריסטו פירושו המצב הפוטנציאלי ההתחלתי המשמש נקודת מוצא לתהליך ההתפתחות לקראת האקטואלי, לפני שהחל תהליך המימוש. מילים נרדפות של אריסטו למושג זה הן "עיקרון", "מהות" ו"איכות". בתרגומים שונים מתרגמים אותו גם ל"נקודת מוצא", "ראשית" ו"התחלה".

בקיומו של קוסמוס אחד בלבד. (הוא לא עסק בשאלה מה מצוי מעבר לגלגל הכוכבים, שכן לא הכיר בקיומו של האין.)

2. **סיבה צורנית** (צורה, מין, eidos; באנגלית: form, substance): משמעות המושג "צורה" אצל אריסטו היא מהותו הפנימית או "טבעו" של עצם – מקבץ התכונות העושה אותו למה שהוא, כל מה שמביא לידי ביטוי מלא את תכונותיו. הצורה עושה עצם המורכב מחומר לישות מיוחדת בפני עצמה; לדוגמה, פסל נחושת הוא עצם שחומר נחושת וצורתו פסל. אריסטו ראה את הצורה כישות שאינה ניתנת להפרדה מן העצם החומרי. זאת בניגוד לאפלטון, שראה אותה כישות מופשטת ונפרדת מן החומר הגולמי, הפועלת עליו באופן סיבתי ליצירת העצם החומרי. עד כמה הייתה הצורה מהותית בעיני אריסטו ניתן ללמוד מן העובדה שגם החומרים הפשוטים, היסודיים, אינם אלא פועל יוצא של שילוב הצורות המנוגדות חוס-קור ויובש-לחות בחומר. כלומר, ההטרוגניות האופיינית ליסודות פְּכָאלה מבטאת את הצורות שלהם. כפי שנראה מיד, הצורה ממלאת תפקיד מפתח בתפיסת העולם התכליתית של אריסטו.

3. **סיבה תכליתית** (תכלית, telos): "כל מה שהטבע עושה – לשם תכלית מסוימת הוא עושה. שהרי כשם שביצירות האמנות יש אמנות, כך בדברים עצמם יש עיקרון או סיבה מסוג דומה, אשר באו לנו מן העולם הסובב אותנו, כגון החום והקור." (סמבורסקי, 1987, עמ' 79). אריסטו ראה את הסיבה התכליתית כעיקרון מפתח בקוסמולוגיה שלו. לתפיסתו, היסוד הדינמי טבוע באופן מהותי בכל העצמים החומריים שבטבע. פירושו של דבר שהדינמיות היא צורתם של כל הישים בעולמנו. ואולם, הצורה אינה מתבטאת בתנועה אקראית של הישים אלא מכתובה להם תנועה או שינוי באופן תכליתי, ובעצם השתנות זו הישים מקיימים תנועה טבעית (תנועה המביאה לידי ביטוי את "טבעם" – צורתם או מהותם). על-פי תפיסתו של אריסטו, כל הדברים בעולם חותרים להגיע למקומם הטבעי או להגשמתם המלאה: היסודות הכבדים (עפר ומים) חותרים להגיע למרכז הארץ, שהוא גם מרכז הקוסמוס, ולכן הם נוטים באופן טבעי לנוע בקו ישר כלפי מטה; היסודות הקלים חותרים להגיע למעלה, אל עבר גלגל הירח, ולכן נטייתם הטבעית לנוע בקו ישר כלפי מעלה; ויצורים חיים חותרים להגיע למצב המאפשר ביטוי מרבי לצורתם. כל עצם בטבע עשוי להימצא בשני מצבים: מצב בכוח ומצב בפועל. **בכוח** או **בפוטנציה** (dunamis) הוא מצבו של עצם שעדיין לא הגיע למלוא מימושו, ועליו להשתנות עוד או להימצא בתנועה כדי להגיע לכך;<sup>15</sup> **בפועל** (energeia) הוא מצבו של עצם שהגיע למלוא מימושו. אריסטו מכנה מצב זה בשם "שלמות", "הימצאות בתכלית", "מצב אקטואלי", "מימוש גמור" או "מצב הוויה" (entelecheia). בתחום העצמים הטבעיים בארץ אין שום עצם שלא טמונת בו אפשרויות של השתנות, שכן החומר מכיל בתוכו באופן מהותי אפשרות לשינוי. החומרים המועדים לשינוי יותר מכולם הם ארבעת היסודות, העשויים להתגלגל מאחד למשנהו וגם ללבוש פנים אינספור, אך תנועתם הטבעית מתרחשת לעבר המקומות המיועדים להם על-פי חוקי הטבע.

15 במצב ביניים זה התפתחה כבר יכולת מסוימת, אך היא אינה מתבטאת הלכה למעשה. לדוגמה, לתינוק בן יומו הדיבור הוא בבחינת פוטנציאל בלבד. בשלב מסוים של התפתחותו מופיעה אצלו היכולת לדבר, ובאופן זה מתממש פוטנציאל הדיבור; אך כל עוד הילד ישן או שותק, לא מגיעה יכולת זו לידי ביטוי, ולכן אינה מתגשמת במלואה. רק כאשר האדם מדבר בפועל, מתממשת יכולת הדיבור שלו במלואה.

**הצורה** (המהות, הטבע) נוכחת בעצם גם כשהוא נמצא במצב פוטנציאלי, והיא המעצבת את אופן השתנותו והתפתחותו, עד שבסופו של דבר תתבטא במלואה כשהעצם יגיע למלוא מימושו. הצורה מצויה בעצם בתורת **עיקרון** היוצא מן הכוח אל הפועל, **כאילו** במחשבה תחילה. כל התהליכים המתרחשים בגרעין האלון לקראת צמיחת עץ האלון **כביכול** תוכננו ובוצעו באותו אופן שבעל המלאכה יצר את השולחן, אלא שה"מתכנן" הוא הטבע:

כל פעולה שיש עמה מחשבה תחילה כהרי מעשה הטבע, וכל מעשה הטבע כהרי פעולה שיש עמה מחשבה תחילה, אם אין מעכב. עושים דבר לשם תכלית, ומכאן שגם דרך הטבע היא לשם תכלית. משל לבית, שאילו היה נברא בידי הטבע היה נברא בדמות שהוא נעשה בידי האומן; ואילו היו הדברים הנבראים בידי הטבע נעשים לא בידי הטבע בלבד אלא גם בידי האומן, היו יוצאים מתחת ידו כבדרך הטבע. (סמבורסקי, 1987א, עמ' 80.)

4. **סיבה פועלת** (efficient cause): כדי שנוכל להבין את משמעותה ותפקידה של הסיבה הפועלת בתמונת עולמו של אריסטו, עלינו להבין תחילה את המשמעות שהוא ייחס למושג תנועה (kinesis): "יש ארבעה [אופני] תנועה – תזוזה, השתנות, התנוונות וגדילה." (על הנפש, א, ג 13א406, 23).<sup>16</sup> "תזוזה" היא מעבר בין תנועה למנוחה, או שינוי מקום; "השתנות" היא שינוי מצב (כמו התייבשות, שינוי צבע וכדומה); "התנוונות" היא כליה; "גדילה" היא צמיחה והתפתחות.

אריסטו העניק למושג "תנועה" משמעות נרחבת מזו שאנו נוהגים לייחס לה; עבורו "תנועה" היא מילה נרדפת לשינוי מכל סוג שהוא, לא רק לשינוי מקום. מאחר שכאמור שינוי הוא המאפיין המהותי של מהלך הדברים מתחת לגלגל הירח, הרי שהתנועה היא עקרון יסוד בקוסמולוגיה של אריסטו.

לסיבת התנועה והשינוי קרא אריסטו "סיבה פועלת", והסביר אותה כך: [סיבה] "היא ההתחלה הראשונה של השינוי או של מצב המנוחה, כגון היועץ שהוא סיבת העצה והאב שהוא סיבת היילוד, וכן כל פועל שהוא סיבת הפעול וכל משנה שהוא סיבת המשתנה." (סמבורסקי, 1987א, עמ' 79.)

בקוסמולוגיה של אריסטו נועד תפקיד מרכזי לסיבה הפועלת – להוציא אל הפועל את השינוי הטבעי (או את שרשרת השינויים הטבעיים) המכוון להגשמת התכלית. נדגיש כי המשמעות שאריסטו ייחס למושג זה רחבה מזו שאנו נוהגים לייחס לה כיום; אין זו רק ישות חיצונית הפועלת על ישות אחרת וגורמת בה שינוי, אלא גם יכולת או צורה אימננטית של אותה ישות, המסוגלת להביא להגשמת תכליתה. כדי להבהיר זאת טוען אריסטו שסיבת הבית איננה

<sup>16</sup> נהוג לצטט את אריסטו, על-פי העימוד של בקר, בסדר הזה: שם החיבור, מספר הספר, מספר הפרק (שניהם באותיות), מספר העמוד, העמודה (א או ב) ומספר השורה. לדוגמה: על הנפש, א, ג 13א406, 23 פירושו: החיבור על הנפש, ספר ראשון, פרק שלישי, עמוד 406, עמודה א, שורה 13. המספר הנוסף הוא מספר העמוד בספר שממנו נלקח הציטוט, ובמקרה שבדוגמה – עמוד 23 בתרגום לעברית של לוז. לגבי כל הציטוטים: השמות או תוספות, הקיימות במקור שממנו נלקח הקטע, יובאו בין סוגריים מרובעים, ואילו אלה של כותבת הקורס יובאו אף הם בין סוגריים מרובעים, אבל באות נטייה. הערות שוליים בתוך ציטוטים הן הערות הכותבת ואינן קיימות במקור.



הבנאי אלא אומנות הבנייה – אותה מהות המאפשרת לערמת הלבנים להפוך לבית. שרשרת השינויים המובילים להגשמת התכלית מתרחשת באופן כזה שכל שלב בשרשרת עובר שינוי באמצעות מקור לשינוי, ובהשתנותו משמש הוא עצמו מקור לשינוי השלב הבא אחריו. תהליך ההתפתחות ממצב פוטנציאלי למצב אקטואלי הוא אפוא שרשרת של שינויים, שכל אחד מהם משמש מקור לשינוי שאחריו:

הואיל וכל מה שנע צריך שיהא מונע בידי משהו, הרי אם דבר הנע במקום יונע בידי אחר שגם הוא נע, וגם זה המניע מונע בידי אחר, שאף הוא נע, ושוב זה בידי אחר, וכך הלאה – אז לא ייתכן שאין לזה סוף, אלא צריך שיהא מניע ראשון. [...] המניע הראשון, לא זה המשמש לשם מה,<sup>17</sup> אלא שממנו התחלת התנועה, הוא תמיד ביחד עם המונע-על-ידו; וביחד, משמע שאין דבר החוצץ ביניהם. והוא הדין לגבי כל מניע והמונע-על-ידו. (סמבורסקי, 1987א, עמ' 87.)

בהקשר לכך נציין שאריסטו הבחין בין שני סוגי ישים: ישים טבעיים וישים מלאכותיים, מעשה ידי אדם. בישים הטבעיים מתקיימת תנועה טבעית לקראת הגשמת התכלית, ותנועה זו מוכתבת על-ידי סיבה פועלת צורנית אימננטית. לעומת זאת, בישים המלאכותיים הגשמת התכלית תלויה בסיבה פועלת חיצונית. בדוגמה שהבאנו לעיל אומנות הבנייה, שהיא הסיבה הפועלת להפיכת ערמת הלבנים לבית, מקורה בבנאי ולא בלבנים עצמן. לעומת זאת, תנועת הלבנה כלפי מטה נובעת מסיבה אימננטית – נטייתה הטבעית של הלבנה העשויה אדמה לנוע אל מקומה הטבעי, אל מרכז הקוסמוס.

הסיבה התכליתית משקפת נקודת מבט היוצאת מן המצב האקטואלי (שאינו קיים עדיין הלכה למעשה), וצופה את תהליך ההתפתחות וההגשמה שלו מראש, ואילו הסיבה הפועלת אינה אלא צדו האחר של מטבע התכליתיות: היא משקפת נקודת הסתכלות על התהליך מן הכיוון הפוטנציאלי שלו אל הכיוון האקטואלי.

אריסטו עסק הרבה ב"עקרונות הסיבתיים" המעורבים בשינויים המתרחשים בקוסמוס:

המקור של תנועות אחרות הוא זה המניע את עצמו, המקור לזה הוא הבלתי מונע, והמניע הראשון חייב בהכרח להיות בלתי מונע. אנו חייבים לתפוס זאת לא רק באופן כללי ובתיאוריה, אלא גם במקרים פרטיים ובאובייקטים הניתנים לצפייה חושית. ( *De Motu Animalium*, 698a 9-12, Nussbaum, 1978, p. 24)

אריסטו קבע כאן אפוא עקרון יסוד של התנועה, ולפיו בראשיתה של כל שרשרת שינויים סיבתית חייבת להיות חוליה המקנה תנועה לחוליה הבאה אחריה מבלי שהיא עצמה תעבור שינוי.

הוא הכיר בעובדה שלא כל התנועות המתקיימות בעולם בפועל מכוונות להשגת תכלית, אלא ישנן גם תנועות הנובעות מגורמים חיצוניים קונטינגנטיים (מקריים, לא מהותיים). תנועה

<sup>17</sup> כאן מדגיש אריסטו כי אין כוונתו למניע הראשון הבלתי מונע, שהוא המניע התכליתי – האל – אלא לגורם הראשון לשרשרת האירועים הסיבתיים הגורמים ומבטאים תנועה.

כזאת הוא כינה **תנועה מאולצת**, ובעיניו היא מתערבת באופן שרירותי במהלכם הטבעי של הדברים. (למשל, אבן ניתקת מקיר, נופלת על ראשו של סוס המוביל עגלה וגורמת את מותו. הסוס היה מיועד להוביל את העגלה ליעד מסוים. האבן הנופלת מנעה באופן סיבתי את הגשמת המטרה.)

אריסטו השתמש תכופות במושג "הכרח" בהקשר לסיבה הפועלת: מאחר שהסיבה הפועלת היא האופן שבו מוגשמת תכליתו של כל דבר, הרי היא הכרחית, שכן בלעדיה לא יוכלו התכליות להתגשם. בהקשר לכך הבחין בין שני סוגי הכרח: הכרח היפותטי והכרח אבסולוטי. **הכרח היפותטי** חל על המציאות שמתחת לגלגל הירח, שבה תנועות מאולצות עלולות להפריע למימוש התכלית. לכן ההכרח קיים כל עוד לא מתערב במהלך הדברים שום גורם שימנע מן התכלית להתגשם. **הכרח אבסולוטי** חל על המציאות שמעל לגלגל הירח, שבה מהלך הדברים סדיר ונצחי ואין שום תנועות מאולצות העלולות לשבש את התנועות המעגליות של הכוכבים.

\* \* \*

עד כאן פירטנו את ארבע הסיבות של אריסטו. נדגיש שכולן בבחינת היבטים שונים של אותה תפיסה קוסמולוגית לכידה, ואינן עומדות כל אחת לעצמה. ביסוד השקפתו של אריסטו נמצאת התכליתיות, המאפיינת בהכרח את כל התהליכים המתרחשים בקוסמוס בכלל ומתחת לגלגל הירח בפרט (בתנאי שאותם תהליכים לא יופרו על-ידי תנועות מאולצות למיניהן). ברעיון התכליתיות טמונים בהכרח השינוי והתנועה; כל הישים החומרניים המאכלסים את העולם הארצי ניחנים בצורה אימננטית (מהות, טבע), שבכוחה להוציא את השינוי הנחוץ להגשמת תכליתיהם מן הכוח אל הפועל, ושבזכותה היצור החי גם מממש בפועל את כל מה שהינו, בהגיעו לתכליתו. הסיבה הפועלת היא האופן שבו מוגשם השינוי המתרחש במעבר ממצב פוטנציאלי למצב אקטואלי.

אין ספק שאריסטו נעזר במודל ההתפתחות של יצורים חיים כדימוי בעת שיצר את תמונת הקוסמוס שלו: הדינמיות האינהרנטית וְקֶרֶוֹן ההתפתחות לקראת תכלית ידועה מראש, שניהם מעלים על הדעת דימוי של טבע הכולל בתוכו באופן בלתי מודע את כל יסודות האינטליגנציה והדינמיות של יצור חי.

## 2.2 תפיסת החיים של אריסטו: ויטליזם קלסי

השקפתו האורגניזמית של אריסטו לא הניאה אותו מלהגדיר את היצורים החיים כקבוצה לעצמה בעלת מאפיין ייחודי – הנפש, ולייחס לאותה נפש תפקידי מפתח בתהליכי החיים. הוא כפר בעמדה הדואליסטית של מורו אפלטון, ולא היה מוכן להכיר בקיומה של נפש בנפרד מן הגוף: "הטענה שהנפש רוגזת זהה לזאת של מי שמדבר על הנפש כאילו היא אורגת או בונה, שהרי עדיף אולי שיטען כי הנפש אינה מרחמת, לְמִדָּה או שוקלת, אלא כי אדם [עושה כן] באמצעות נפשו." (על הנפש א, ד 13408-14, לוז 27). אריסטו אף יצא נגד העמדה

המטריאליסטית של האטומיסטים, שראו את הנפש כמורכבת מאטומים חומרניים, בדומה לכל הגופים החומרניים שבטבע:

[דמוקריטוס טען] כי יש "כדורים [אטומים] שהם בלתי מתחלקים" המתנועעים מפני שנוצרו מטבעם פְּמָה שלעולם אינו נייח, אלא גורר אחריו את הגוף כולו ומניע אותו. ברם אנו נשאל: האם [אטום] כזה הוא אף הגורם למנוחה? שהרי קשה לומר כיצד יעשה כן, [...] אבל באופן כללי לא נראה שהנפש מניעה את בעל החיים באופן זה, אלא באמצעות בחירה כלשהי ופעולה שכלית. (שם, ג 20406-25, לוז 24.)

תחת התפיסה החומרית של הנפש הציע אפוא אריסטו תפיסה צורנית הרואה את כוחה של הנפש בהנעת הגוף כביטוי של בחירה (רצון) ושכל, שהם היבטים המייחדים את היצור החי. הנפש, אליבא דאריסטו, היא **הצורה (המהות)** הייחודית של החומר החי, שבכוחה היש האורגני הוא מה שהינו. מהותו של היצור החי היא אפוא תהליך צורני של התפתחות, פעילות ותנועה המתרחשים בחומר:

הטבע מבחינת הדמות נעלה על הטבע מבחינת החומר. ואם אמנם קיים כל אחד מבעלי החיים ומן החלקים המבניים בתוקף תבניתו ובתוקף צבעו, ייתכן שצודק דמוקריטוס: שכן נראה שהוא ניגש לדבר באופן הבא: הוא טוען שברור לכל אחד מה טיבו של האדם לפי דמותו, כי כביכול מוכר הוא גם לפי תבניתו וגם לפי צבעו. אלא שגם למת יש אותה דמות תבנית, ובכל זאת איננו אדם! נוסף על כך בלתי אפשרי שיד העשויה באופן כלשהו, כגון מברונזה או עץ, תהיה יד, אלא אם כן בשמה בלבד [...] שהרי את פעולתה לא תוכל למלא [...]. ובדומה לאלה גם שום חלק מבני מחלקי המת אינו משהו כזה, כלומר עין או יד. (על החלקים המבניים של בעלי החיים א, 641-29ב641, לורד-ברי 155.)<sup>18</sup>

כאשר היצור מת, לא מתקיימת בו שום פעילות המאפיינת אותו כיצור חי, ולכן מהותו כיצור חי נעלמת על אף שלא חל שינוי במראהו החיצוני. אותו היבט תהליכי ותפקודי של החיים מזוהה אצל אריסטו עם הנפש, ולכן כאשר היצור מת, פירוש הדבר שנפשו מתה: "לעובדה היא שכאשר היא [הנפש] מסתלקת, בעל החיים איננו כבר בעל חיים, וגם אף אחד מהחלקים המבניים איננו נשאר כמו שהיה קודם, אלא בתבניתו בלבד, בדיוק כמו יצורי המיתולוגיה שהפכו לאבן). " (שם, 641א19-22, לורד-ברי 156.)

הנפש האריסטוטלית אינה נתפסת אפוא כישות עצמאית נפרדת מן החומר אלא כהיבט של החומר; כשם שלא ניתן להפריד בין חומר לצורה משום שצורה היא דבר הטבוע בחומר, כך לא ניתן להפריד בין הגוף לנפש.

עמדה זו של אריסטו, שייחסה ליצורים החיים מהות (סובסטנציה) ייחודית המבדילה אותם מהותית מישים המשתייכים לעולם הדומם, זכתה לשם **ויטליזם**. הגרסה הוויטליסטית של

<sup>18</sup> הקטע שלעיל נלקח מספרם של לורד וברי, מבחר מן החיבורים בביולוגיה, שיצא לאור בשנת 1974. הספר כולל כמה חיבורים של אריסטו בתחום הביולוגיה, בחלקם או במלואם. בין היתר כלולים בו: על החלקים המבניים של בעלי החיים, על שינוי המצב אצל בעלי החיים, ועל היווצרות בעלי החיים – המצוטטים בספרנו.

אריסטו שימשה נקודת מוצא לכל התפיסות הוויטליסטיות שבאו אחריה, והיא תיקרא מעתה **ויטליזם קלסי**.

### 2.2.1 הנפש: העיקרון המארגן הפעיל של היצורים החיים

בפתח מסתו על הנפש הציג אריסטו כמה שאלות מנחות לדיון על מהותה של הנפש:

תחילה, אולי, יש לבחון באיזה סוג מהסוגים נכלל נושא [חקירתנו], כלומר, מהו? וכוונתי היא: האם [הנפש] היא דבר מסוים, כלומר ישות – או האם היא איכות או כמות? או שמא היא מהווה אחת הקטגוריות האחרות שאנו מבחינים בהן? וכן, האם היא דבר מהדברים הקיימים בכוח? או האם עדיף שתהיה איזה "מימוש סופי"? [...] וגם זאת עלינו לשקול: האם [הנפש] מחולקת או שהיא ללא חלקים? והאם כל נפש היא בת אותו מין אם לאו? ואם אין [כל נפש] בת אותו מין, האם [נפש] נבדלת [מכל נפש] על-פי מינה או על-פי סוגה? שהרי דומני כי מי שתיארו וחקרו את הנפש עד עכשיו עיינו בנפש האנושית בלבד. ויש להיזהר פן נפסח [גם] אנו [על השאלה]: האם המובן [של "נפש"] אחד הוא – כמו ב"נפש] של בעל חיים? (על הנפש א, א 23א402-7ב402, לוז 16).

במהלך הסעיף הנוכחי ננסה לעקוב אחר התשובות שהציע אריסטו לשאלות האלה. חלקן קיבלו מענה באמצעות הפשר שייחס אריסטו למושג "צורה". כפי שהוזכר לעיל, ל"צורה" האריסטוטלית שלוש פנים:

1. הצורה היא המקור של ההתפתחות שתחול בעתיד, ובמהלכה יעבור האובייקט ממצבו הפוטנציאלי ההתחלתי למימושו בפועל.
2. הצורה מעצבת ומכוונת את השינויים המתרחשים באובייקט במעבר ממצב פוטנציאלי לאקטואלי.
3. הצורה מבטאת את המהות של האובייקט בהיותו במצב אקטואלי או בתכלית, ועושה אותו למה שהינו.

גם לנפש של אריסטו יש אותן שלוש פנים כמו לצורה, ולדידו הנפש היא צורתו של היצור החי:

1. הנפש היא המקור של ההתפתחות.
2. הנפש היא הזרע המעצב (הסיבה התכליתית), המנהיג והמפעיל את הגוף לקראת מימוש תכליתו, מעין מהות חבויה המכוונת את הגוף לקראת מצב ההוויה שלו, ואף היא מתממשת עמו.
3. הנפש היא אף מהותו של היצור בהימצאו בתכלית, והיא מתממשת במבנהו ובפעולותיהם המתואמות של חלקיו השונים, המבטיחים שיוכל לנצל באופן מיטבי את התנאים שבהם הוא חי כדי להתקיים ולהעמיד צאצאים. במילים אחרות, הנפש היא מימוש מצבו האקטואלי (מצב ההוויה) של האורגניזם.

אריסטו הבחין בעיקרון בשלוש רמות היררכיות של תפקוד ופעילות ביצורים חיים. מאחר שלדעתו התפקודים השונים המאפיינים את האורגניזם מואצלים מכוחה של הנפש, ראה אריסטו שלוש רמות תפקוד גם בנפש עצמה:

1. רמת התפקוד הבסיסית, הגופנית-פיזיולוגית של הזנה, גדילה והתרבות, יוצאת אל הפועל מכוחה של הנפש המגדלת (auxetikon).<sup>19</sup> נפש זו משותפת לכל היצורים החיים – צמחים, בעלי חיים ואדם: "אכן בכל [יצור] חי, כלומר בעל נפש, מוכרחה להיות נפש תזונתית מהיווצרו ועד היכחדו. שהרי ב[חי] הנוצר מוכרחות לחול גדילה, בשלות והתנוונות; אך אי אפשר שאלה יחולו בלא תזונה. לכן הכוח התזונתי מוכרח להיות בכל מה שטבעו לגדול ולהתנוון." (על הנפש ג, י"ב 27-24א434, לוז 71).

2. רמת תפקוד גבוהה יותר של תחושה<sup>20</sup> ותנועה (לסוגיה השונים) בתגובה לתחושה. ברמה זו מעורבים תפקודים מנטליים כגון תפיסה, זיכרון, דמיון, רצון, יצר וכדומה, בצד תפקודים גופניים כגון חישה ותנועה, ולכן יש צורך לקשר בין הרמה הנפשית והמנטלית לבין הרמה הגופנית. היבט זה של החיים בא לידי ביטוי בכוחה של הנפש התחושתית-תנועתית, שאותה כינה אריסטו "נשמה" או "רוח" (pneuma).<sup>21</sup> נפש זו משותפת לבעלי חיים ולאדם בלבד:

החישה אינה דבר הכרחי בכל [היצורים] החיים, כי אי אפשר שקיים מישוש בכל [יצור] שגופו פשוט, [...] אולם בעל החיים הוא בהכרח בעל חישה, כי אין שום בעל חיים אשר יכול להתקיים בלעדיו, אם אכן טבע הדברים לעולם אינו יוצר דבר מיותר.<sup>22</sup> שהרי כל מה שנמצא בטבע קיים למען [תכלית] כלשהי, או מהווה את התכונות הנלוות לדברים שהם למען [תכלית] כלשהי. לכן, אם גוף בעל כושר תנועה אינו בעל תחושה, הוא עלול להיכחד ולא יוכל להשיג את התכלית שהיא תפקיד גדילתו הטבעית. כי כיצד ייזון? והרי ל[יצורים] נייחים יש [תזונה] [מ[הסביבה] שבה טבעם לגדול. אבל גופו [של יצור] שאינו נייח, אלא נולד, אינו יכול להיות בעל נפש ושכל, שהם בעלי כושר הבחנה, אם אין לו תחושה. (שם, 28א434-24ב434, לוז 71-72).

19 הנפש המגדלת מכונה בפי אריסטו גם "נפש מזינה" ו"נפש התרבותית"; הוא רואה בגדילה ובהתרבות פועל יוצא של הזנה, ולכן נפש זו מייצגת עבורו אל כלל התפקודים הפיזיולוגיים הקשורים לתפיסתו בהזנה, בגדילה ובהתרבות.

20 הכוונה לתפיסה; כך תרגם לוז. כיום נוהגים להבחין בין תחושה (sensation) לבין תפיסה (perception). על-פי הבחנה זו, בתחושה אין שום יסוד של זיהוי או פרשנות: אני חש במשהו, וסוף פסוק; ואילו התפיסה כוללת כבר זיהוי או פרשנות. אני תופס את הדבר בתור בית, מגדל וכי'. ואולם, אריסטו היה סבור כי בכל תחושה כלול כבר יסוד של זיהוי או פירוש. לדידו, כל תחושה היא תפיסה. (לפי פילוסופיה יוונית, האוניברסיטה הפתוחה, יחידה 8, עמ' 79, הערה 31). ובאשר להבחנה בין חישה לתחושה, האקדמיה ללשון העברית הציעה לתרגם sensing לחישה ו-sensation – לתחושה; כלומר – התחושה היא תולדת החישה. בכל מקרה, מדובר בשתי פנים של אותו תפקוד. אבל בתרגום של לוז, כאמור, ההבחנה בין חישה לתחושה פירושה הבחנה בין חישה לתפיסה.

21 "פנאומה" בשימוש היומיומי פירושה "נשימה"; אריסטו קרא כך לאותה נפש שבכוחה אנו חשים, תופסים, מרגישים ומתנועעים (במילים אחרות: מבצעים את התפקודים המאפיינים ומייחדים אותנו כבעלי חיים). השימוש הזה מעיד שאריסטו ואחרים בני תקופתו ראו זהות בין נשימה לעצם החיים. בהקשר זה מעניינת הקרבה הלשונית בעברית בין המושגים "נשמה" (המקבילה בתפקודיה לפנאומה האריסטוטלית) ל"נשימה" (שהיא התרגום העברי למושג "פנאומה" במשמעותו היומיומית). ניתן לראות גם במושג "רוח חיים" ביטוי לקשר שבין האוויר הגשמי (הרוח) לבין החיים על מורכבותם המנטלית, הרגשית והחומרית. יתר על כן, העובדה ששתי המילים האנגליות wind (החומרית) ו-spirit (המופשטת) מתורגמות בעברית ל"רוח", מעידה אף היא על הקשר הקיים גם בתרבותנו בין הנשימה לנשמה או ל"רוח החיים".

22 בטענו שהטבע לעולם אינו יוצר דבר מיותר מכוון אריסטו ל"עקרון הטעם המספיק" של אפלטון. עיקרון זה קובע, שכל מה שקיים בטבע קיים משום שיש טעם מספיק לקיומו. לגבי דידו של אריסטו, טעם מספיק לקיומו של כל דבר בעולם הוא העובדה שהוא משרת תכלית כלשהי. במקרה של חלק מבני או תפקודי ביצור החי, התכלית היא לשרוד.

3. הרמה הגבוהה ביותר של הנפש היא חשיבה והבנה. זוהי רמה מנטלית טהורה היוצאת אל הפועל בכוחה של **הנפש המשכלת** או **החושבת** (noetikon), המאפיינת את האדם לבדו:

התחושה הבאה מהמושאים המיוחדים [לכל חוש] [...] שייכת לכל בעלי החיים: אבל חשיבה שקולה [...] אין היא נמצאת בשום [יצור] שאין בו גם היגיון. (שם, ג 11ב427-14, לוז 60). ניידות קיימת גם אצל אחרים מבעלי החיים, ואילו השיקול – אצל אף אחד. (על החלקים המבניים של בעלי החיים א, 9-8ב641, לורד-ברי 157).

דוגמה למושאי פעולתה של הנפש החושבת ניתן לראות בדברים האלה: "באופן דומה מצרף [אדם] יחד [מושגים אחדים], אף שהם נפרדים – כמו 'בלתי מדיד' ו'אלכסון'. ואם הוא מתייחס לדברים שהיו בעבר או שיהיו בעתיד, הרי יחד [אתם] הוא חושב על הזמן ומצרף [אותו אליהם]". (על הנפש ו, 2ב430-30א430, לוז 64-65).

## 2.2.2 יחסי שלוש הנפשות והגוף

כאשר אנו קוראים את הטקסטים האריסטוטליים המתארים את היחסים שבין הנפש לגוף, אנו נוטים לתת ליחסים האלה פרשנות סיבתית מכניסטית, שכן אנו מורגלים באורח החשיבה הזה. עלינו לשים לב שאריסטו תפס את הסיבות הפועלות ביחסים שבין הנפש לגוף כאמצעים להגשמת התכלית של התפתחות מן הפוטנציאלי לאקטואלי, ובעיניו הן משניות לתכלית. לכן לא נכון לראות את התהליכים שיתוארו להלן כשרשרת סיבות הגורמות תוצאות מסוימות אלא כשלבים בעיצוב צורני המכוון לתכלית קבועה מראש. גישה זו מכונה **הילומורפית**.<sup>23</sup>

אם כן, לדעת אריסטו אין לראות את הנפש כפועלת באופן סיבתי על החומר או מבצעת בו שינויים, אלא יש לראות את האורגניזם כמבצע את כל תפקודי החיים בכוחה של הנפש, המעצבת באופן צורני את תהליך התפתחותו. אפשר לראות את הנפש כנטייה (**דיספוזיציה**) של האורגניזם להתפתח בכיוון המיועד לו, או – לחלופין – **כעיקרון מארגן** של המרכיבים החומרניים במרחב ובזמן. הגוף מורכב מחלקים חומריים, אלא שצורת ארגונו (או נטייתו) היא תנאי ליכולתם לעשות דברים מסוימים האופייניים להם. כאן באה לידי ביטוי **הגישה ההוליסטית** של אריסטו, שבה הוא מייחד לנפש תפקיד מפתח: הנטייה של חלקי האורגניזם לפעול בצורה מסוימת כזאת ולא אחרת נובעת מן העיקרון המארגן הקובע שהחלקים קיימים למען השלם. השלם הוא המהלך כולו, מנקודת ההתחלה עד נקודת הסיום במוות, לאחר מימוש כל הפוטנציאל הגלום בו במצבו האקטואלי. ארגון כזה, הנותן עדיפות לשלם על פני חלקיו, הוא המהות – הנפש.

שלושת חלקי הנפש שמונה אריסטו מבטאים באופן מדרגי יחסים שמורכבותם הולכת וגדלה בין תפקודי החישה, הרגש והחשיבה לבין תפקודים גופניים. נפנה עתה להכרת שלושת חלקי הנפש ויחסייהם עם הגוף.

23 hylomorphism – מיוונית: hylōs – חומר + morphos – צורה; תפיסה שלפיה הנפש, על חלקיה השונים, היא צורה של החומר החי.

### 2.2.2.1 הנפש המגדלת (המזינה)

באשר לטעם קיומה של נפש זו, אומר אריסטו: "כיוון שהכרחי שכל דבר גדל יבקש לעצמו מזון, ולכולם המזון הוא מן הנוזלי ומן היבש, ומהן נוצרת הרקחה והחילוף באמצעות הפוטנציה של החום – משום כך הכרחי שלבעלי החיים כולם והצמחים [...] תהיה להם נקודת מוצא טבעית של חום, "על החלקים המבניים של בעלי החיים ב, 650א4-8, לורך-ברי 179).

אם כן, הנפש המזינה מכוונת באופן תכליתי את תהליך חילוף החומרים והגדילה באופן כזה: היא משמשת מקור לחום, המהווה מקור לשינויים המבניים בגוף. המזון – הפוטנציאל לגדילה – עובר שינויים בפה ובחלל הבטן: בפעולה של רקחה וחילוף באמצעות חום הוא הופך לדם – מזונם הסופי של בעלי חיים בעלי דם. הדם זורם בצינורות ומזין את כל האיברים, וכך הוא עצמו נעשה מקור הגדילה של החלקים המבניים. המזון עצמו, שמקורו ביצורים חיים אחרים, מכיל את היסודות בצורה שעובדה מלכתחילה על-ידי נפשו של היצור המשמש מזון. הצמחים לוקחים מזון מעובד מן האדמה, ולכן אין להם צורך לעבדו.

התפקודים המתבצעים בכוחה של הנפש המזינה הם חומריים-פיזיולוגיים, ואינם כרוכים בפעילויות מנטליות מודעות. לכן הצגת הנפש כנקודת מוצא ישירה לתהליכי גדילה וחילוף חומרים, כפי שעושה אריסטו, מתיישבת היטב עם עמדתו הרואה בנפש צורה (מהות) של החומר החי.

### 2.2.2.2 הנפש התחושתית-תנועתית

מכוחה קולט היצור החי גירויים מן הסביבה החיצונית ומגיב עליהם באמצעות מה שאריסטו מכנה בשם "תנועה" לסוגיה. תגובות טבעיות לגירויי הסביבה מסייעות ליצור החי לקבל מן הסביבה את החומרים הנחוצים לו, להתחמק מסכנות האורבות לו, לשרוד ולהתרבות, כפי שראינו לעיל.

אריסטו הבחין בין תנועות רצוניות לתנועות לא רצוניות. את עיקר דיונו הקדיש לראשונות, ועליהן אמר:

לגבי תנועה במרחב יש לחקור מהו הדבר המניע את בעל החיים בתנועת הליכה: [...] תנועה כזאת [פועלת] תמיד למען משהו ונלווית לדמיון וליצר. שהרי אין שום [יצור] משנה [את מקומו] מבלי שיהיה בו יצר [אל משהו] או רתיעה [ממשהו], אלא אם כן בכפייה. [...] כך, למשל, לעתים תכופות, כאשר [השכל] שוקל מחשבה מפחידה או מהנה, אין [זה הוא] שמצווה [עלינו] לפחד, אלא הלב – ובאשר למהנה, זהו איזה חלק אחר. (על הנפש ג, ט 14ב432-18; 14ב432-32ב433, לוז 68-69).

במילים אחרות, התנועות הרצוניות מבוצעות בכוחם של הדמיון והיצר, ובראש ובראשונה – בכוח הקליטה החושית והתפיסה.

על-פי אריסטו, המקורות המניעים שבכוחם מתרחשים השינויים הגופניים:

הם הדמיונות, התחושות והמחשבות; כי הרי התחושות קיימות באופן בלתי אמצעי כהשתנויות ממין זה או אחר, ואילו הדמיון והחשיבה יש להם הפוטנציה של הדברים שבמצאיות. שכן באופן כלשהו הצורה שעליה חושבים – צורה של חס או קר, או נעים או מפחיד – היא ממש כמו כל אחד מן הדברים שבמצאיות. ולכן גם אפשר לרעוד ולפחד מתוך מחשבה בלבד. וכל אלה הם מצבים או השתנויות. (שם, 7, 17-24, לורך-ברי 229.)

פירוש הדבר ש"המקורות" עשויים להיות תחושות של שינויים המתרחשים באופן אמיתי בסביבה החיצונית, או לחלופין דמיונות או מחשבות הנשענים על זיכרון של התנסויות בחישה אמיתית שקרו בעבר. אלה וגם אלה מעוררים בנו תגובות רגשיות מסוימות הבאות לידי ביטוי בשינויים גופניים כמו רעד, צחוק וכדומה.

החישה היא השלב הראשון בשרשרת השינויים החלים באורגניזם, שסופה בתנועה (לסוגיה) המתרחשת בחלקים המבניים. היא מתרחשת באמצעות איברי החוש לסוגיהם, בבואם באינטראקציה עם גורמים חיצוניים: "התחושה מתרחשת [...] בעת ש[איבר] מונע ונפעל, כי היא כנראה מעין השתנות שלוי" (על הנפש ב, ה 34ב416, לוז 40), והיא מתאפשרת באמצעות מגע של יסוד חושי הדומה לגירוי החיצוני הגורם להיפעלותו: "פעילות המוחש זהה [לפעילות] התחושה, והן מהוות דבר אחד, אף שהוויית שתיהן אינה זהה." (שם ג, ב 25ב425-26, לוז 57.)

התנועה מתבצעת באמצעות איברי התנועה. שני תפקודים אלה (חישה ותנועה) הם גופניים טהורים, אבל בשלבי הביניים בשרשרת זו מעורבים, כפי שנוכחנו לדעת, שינויים מנטליים ורגשיים: "והרי הנפש מוגדרת על-פי שני הבדלים במיוחד – כלומר, על-פי 'תנועה במרחב' מצד אחד, ועל-פי [הפעולות] 'חשיבה, תבונה וחישה' מצד שני." (שם ג, ג 18א427-19, לוז 59.)

השרשרת הסיבתית המקשרת בין התחושה לתנועה היא זו:

מיד כשה[אדם] חושב שעליו ללכת – הוא הולך, אם לא יפריע שום דבר אחר. שכן המצבים מכינים כראוי את החלקים שהם כלי פעולה, הרצון<sup>24</sup> [מכין] את המצבים, ואת הרצון [מכין] הדמיון; ואילו זה האחרון נוצר על-ידי מחשבה או על-ידי תחושה. וכל זה מיד ובמהירות, משום שהפעיל ומקבל הפעולה הם מטבעם מן הדברים הקשורים זה בזה. (על שינוי המצב אצל בעלי החיים, 7, 17א702-20, לורך-ברי 230.)

בהקשרים המופיעים בטקסט הזה, כאשר אריסטו דיבר על "מצבים", הוא התכוון למצבים גופניים. כשהוא דיבר על החלקים כעל "כלי פעולה", כוונתו הייתה שחלקי הגוף השונים הם המבצעים את פעולת התנועה לסוגיה, שהיא תכלית כל השרשרת המתוארת כאן. על המצבים הגופניים ועל הקשר שלהם לאיברי התנועה אמר:

החלקים המבניים גדלים בגלל החום ומתכווצים שוב בגלל הקור וכך משתנים. [...] וכשמשתנים דברים בתוך הגוף חלקם קטן וחלקם גדל. ולא קשה להבין שחילוף קטן הנעשה בתוך נקודת המוצא גורם מבדלים [הבדלים] גדולים ורבים במרחק רב. כמו למשל [...], אם תהיה בלב השתנות של חום או קור או מצב אחר כלשהו מעין זה, ואפילו אם יהיה זה חלק מבני שמבחינת גודלו הוא

24 המילה היוונית orexis מתורגמת כאן ל"רצון", ואילו בחיבור על הנפש – ל"יצר".



בלתי מורגש – היא תגרום להבדל גדול בגוף על-ידי סומק או חיוורון או רתת או רעד והמנוגדים להם. (שם, 16-15ב701, 32-24, לורך-ברי 229)

אנו רואים אפוא שנקודת המוצא (המקור) לשינויים הגדולים הניכרים לעינו של מי שמתבונן בחלקיו המבניים של היצור החי (רעד, סומק, תנועה ממקום למקום וכדומה) היא שינויים מזעריים של חום וקור, שאי אפשר לצפות בהם ישירות, והם הגורמים להתפשטותם ולהתכווצותם של החלקים המבניים. החום והקור אינם אלא אחד משני צמדי ה"מקורות" של הגופים הפשוטים – דהיינו, ארבעת החומרים היסודיים. בשרשרת הסיבות הפועלות המובילה מן הרצון או היצר (שהוא פונקציה מנטלית טהורה) אל תנועת החלקים המבניים (שהיא פונקציה חומרית טהורה) ישנה אפוא נקודת ביניים קריטית, שהיא נקודת המוצא של החומר (הצמד חום-קור), והיא מקשרת בין הפונקציה המנטלית לזו הגופנית. כפי שנוכחנו, נקודת מוצא זו ביצורים החיים נתונה לשליטתה של הנפש המזינה.

נשאלת השאלה: מה מהותו של הקשר בין המנטלי לגופני? על כך אמר אריסטו:

לפי ההסבר המסביר את סיבת שינוי המצב, הרי הרצון הוא אמצעי הביניים הגורם לשינוי מצב בכך שמצבו משתנה; ובגופות שיש בהם נפש צריך שיהיה גוף כלשהו מעין זה. זה שמצבו אמנם משתנה, אך לא נוצר כך שיגרום לשינוי מצב, מסוגל לקבל פעולה על-ידי פוטנציה זרה.<sup>25</sup> ואילו הגורם לשינוי מצב בהכרח יש לו פוטנציה כלשהי ופוח. ונראה שכל בעלי החיים יש להם נשימה או רוח [pneuma] הטבועה בהם וגם חזקים הם בגללה. (שם, 10 4א703-10, לורך-ברי 230-231).

הפוטנציה ה"מתרגמת" את ההיבט המנטלי של הרצון או של הדחף להיפעלות גופנית באמצעות החום והקור, היא אפוא הרוח – הפנאומה. וכך ראה אריסטו את אופי ה"תרגום" הזה:

ביחס לנושא כמו "מהו הרוגז?", עשויים חוקר הטבע והחוקר של דיונים הגיוניים לתת כל אחד הגדרה שונה. השני [יגדיר את הרוגז] כ"דחף [להשיב] כאב תחת כאב" או כיוצא בזה – ואילו הראשון [יגדירו] כ"רתיחת הדם והחום שבלב". משניהם, יהיה [חוקר הטבע] זה שמביא את החומר כהסבר [לרוגז] ואילו האחר זה [שמביא] את הצורה, כלומר את המובן. אך כיוון ש"מובן" כזה שייך למושא הפעולה, הוא מוכרח להימצא בתוך חומר מטיב מסוים, בכדי שיתקיים [בכלל]. (על הנפש א, א 403-30א403 ב3, לוז 18).

כלומר, ההיבט המנטלי המתבטא ברוגז – דחף הנקמה – אינו אלא תמונת הדברים מנקודת המבט של פילוסוף, ואילו ההיבט הגופני הבא לידי ביטוי ברתיחת הדם והחום שבלב מבטא את ראייתו של חוקר הטבע (או הביולוג בלשון ימינו). מכאן ששני ההיבטים – המנטלי והגופני – אינם אלא נקודות מבט שונות על אותו דבר עצמו, מצד הרוח ומצד החומר. ההיבט המנטלי הוא הצורה הרוחנית או הפנאומה, וההיבט הגופני הוא הצורה החומרית, שאינה אלא הנפש המזינה.

<sup>25</sup> כוונת אריסטו שישנן שתי קטגוריות לגבי גופים, עצמים או מרכיבי גוף. האחת כוללת את אלה המסוגלים להשתנות אך אינם מסוגלים לגרום שינוי בעצמים או במרכיבים אחרים. עצמים השייכים לקטגוריה זו משתנים על-ידי גורם חיצוני ("פוטנציה זרה"). בקטגוריה השנייה כלולים מרכיבים שיש להם פוטנציה אינהרנטית לגרום שינוי מצב בעצמים או במרכיבים אחרים בעקבות שינוי החל בהם. החלקים שמהם מורכב בעל החיים שייכים לקטגוריה השנייה, וזאת בשל הפנאומה המעניקה להם פוטנציה וכוח לגרום שינויים באורגניזם.

אם כן, מהי אותה פנאומה – מה מקום משכנה, מהם מאפייניה וכיצד היא פועלת?

מכיוון שנקודת המוצא נמצאת אצל אחדים בלב, ואצל אחרים במה שאנלוגי לו, לכן נראה שגם הנשימה או הרוח הטבועה בהם נמצאת שם. [...] בכל אופן נראה שהוא [הרוח או הנשימה] מתאים מטבע ברייתו להיות גורם לשינוי מצב ולהוסיף חוזק. פעולותיו של שינוי המצב הן דחיפה ומשיכה, כך שנחוץ שכלי הפעולה יהיה מסוגל לגדול וגם להתכווץ. וכזה הוא הטבע של הנשימה או הרוח. (על שינוי המצב אצל בעלי החיים, 10 703א14-21, לורד-ברי 231).

אם כן, אריסטו מיקם את הפנאומה בלב, כנראה בגלל נטייתו להתפשט ולהתכווץ, בדומה להתפשטות ולהתכווצות הנגרמים מחום ומקור, שלהם ייחס אריסטו את השינויים החלים בחלקים המבניים של הגוף. ההתפשטות (עם השאיפה) וההתכווצות (עם הנשיפה) מאפיינים גם את הנשימה: "כלי הפעולה של הנשימה הוא הריאה, שנקודת המוצא של תנועתה מן הלב, והיא מספקת מקום נרחב לכניסת הנשימה או הרוח בגלל ספיגותה וגודלה. כשהיא מתרוממת זורמת הנשימה או הרוח פנימה, וכשהיא מתכווצת היא יוצאת שוב." (שם, 6 669א14-18, לורד-ברי 203). "שכן הכרח שהחום יצא וייכנס בחזרה תוך התנגדות, ושהאוויר יזרום פנימה. הנה זה כבר מהווה הכרח. והיות שהחום שבפנים יוצר דחיפה, אזי בהתקררו יש כניסת אוויר מבחוץ." (שם, 2 642א36-2, לורד-ברי 161).

סימוכין לעמדתו זו מצא אריסטו במבנה האנטומי של הריאות, הלב ומעברי הדם:

מן הלב מובילים מעברים גם אל תוך הריאה, והם [צניעות הדם] נפלגים באותו האופן עצמו כמו קנה הנשימה, ועל פני כל הריאה הם מלווים את המעברים הבאים מקנה הנשימה, ונמצאים תמיד מעליהם. אמנם אין שום מעבר משותף, אך מפאת צמידותם הם קולטים את הנשימה או הרוח ומעבירים אותה אל הלב. שכן אחד מן המעברים מוביל אל החלל הימני, ומשנהו אל השמאלי. (שם, 17 496א29-34, לורד-ברי 45).

תמיכה נוספת לרעיון שהפנאומה שוכנת בלב מצא אריסטו בעובדה שהלב הוא האיבר הראשון המתעצב במהלך ההתפתחות העוברית. מכך הסיק שהלב חייב להיות ה"מקור" להתפתחות החלקים המבניים המעורבים בשינוי ובתנועה האופייניים לבעלי חיים ואדם:

אם הלב הוא הנוצר ראשון אצל בעלי חיים מסוימים (ובאלה שאין להם לב דבר-מה אנלוגי לו), הרי ממנו צריכה להיות נקודת המוצא. (שם, 1 734ב29-24, לורד-ברי 276). כך גם בעובר: בשעה שכל החלקים המבניים נמצאים באופן כלשהו בפוטנציה, נמצאת נקודת המוצא כבר הרבה קדימה. לכן הראשון שנפרד ויוצא בפועל הוא הלב. [...] כי כאשר מה שנוצר נפרש ונפרד משניהם, צריך שהוא עצמו ינהל את עצמו, ממש כמו ילד שיצא מבית אביו. כך שצריך שתהיה לו נקודת מוצא, שממנה גם אחר כך תהיה אצל בעלי החיים הסדרת הגוף. (שם, 4 740א1-8, לורד-ברי 282).

מעצם הקישור שעשה אריסטו בין הנשימה הפיזית לפנאומה, נעשו "נשימה" (breath) ו"רוח" (spirit) ישות אחת. כך עולה מהצהרתו ש"הנשימה או הרוח הוא אוויר חם". (שם, 2 736א2, לורד-ברי 278). הוא ביסס על קביעה זו את מנגנון הפעולה של הפנאומה, ואמר:

כזה הוא הטבע של הנשימה או הרוח: גם חסר כוח הוא כשהוא מתכווץ, וגם בעל כוח ודוחפני בגלל אותו סוג סיבה, והוא כבד ביחס לדמויי האש אך קל ביחס למנוגדים להם. וזה שעליו לגרום לשינוי מצב צריך להיות כזה; כי הרי הגופים הטבעיים מתגברים זה על זה על-ידי יתר: קל המשקל מוכרע מטה על-ידי הכבד יותר, ואילו הכבד מועלה על-ידי הקל יותר. (שם, 10 א703-28, 20, לורך-ברי 231).

"דמויי האש" הם אותם חלקים גופניים שהיסוד העיקרי המרכיב אותם הוא האש, שכיוון תנועתה הטבעית הוא כלפי מעלה (במקרה של הגוף החי מייצגה של האש הוא החום), ואילו החלקים "המנוגדים להם" הם אותם מרכיבים מבניים העשויים ממים ומאדמה, שכיוון תנועתם הטבעית הוא כלפי מטה. היסוד הנותר, שממנו מורכבת הפנאומה, הוא האוויר; הוא מסוגל להתנגד הן לתנועתה של האש – בהיותו כבד ממנה – והן לתנועתם של המים והאדמה – בהיותו קל מהם. קלות וכובד הן צורות (או "טבע") של החומרים הפשוטים, והן מוקנות להם בכוחם של החום, הקור, היובש והלחות. מאחר שהפנאומה היא ה"מקור" לשינויים בחלקים המבניים, חייב "כובד משקלה" לגבור על כוחם של אותם יסודות חומריים גולמיים שהיא פועלת עליהם.

לכאורה, מתגלית כאן סתירה בעמדתו של אריסטו בין ראיית הנפש כצורה (מהות) של החומר החי (ולא כישות חומרית לעצמה) לבין הצגת הפנאומה כישות העשויה אוויר, שהוא חומר לכל דבר. נוכל אולי ליישב את הסתירה הזאת אם נקרא את דברי אריסטו לא כפשוטם אלא נראה את הפנאומה כ"נקודת מוצא" הגורמת לאוויר שהריאות שואפות לפעול על חלקיו המבניים של הגוף כאשר הוא מגיע ללב. כזכור, אריסטו ציין שהפנאומה מורכבת מאוויר חם, ואנו זוכרים שהאוויר (גם כשהוא קר) מעצם טבעו הוא בעל איכויות של חום ולחות. עובדה זו רומזת לדעתנו לפרשנות שהצענו. כשאריסטו מקנה לאוויר שממנו מורכבת הפנאומה את האיכות החמה, הוא מקנה לו יתר פוטנציה. יש לשער שבהדגשת המהות החומרית של הפנאומה התכוון אריסטו להבליט את התפיסה ההילומורפית לעומת עמדותיהם הדואליסטיות של הפילוסופים, שראו בנפש התחושתית ישות מנטלית המפעילה את החלקים הגופניים באופן סיבתי.

חיזוק לפרשנות זו ניתן לראות במשל הגוף והממשלה ובאופן שאריסטו תפס את מקומה של הפנאומה בתהליך ההיווצרות, כפי שנראה בהמשך:

את בעל החיים יש לראות כאילו היה מעוצב כמו עיר בעלת ממשל מוצלח. בעיר, כאשר מושלט פעם סדר, אין שום צורך בשליט יחיד נפרד החייב להיות נוכח בכל מה שקורה, אלא כל אחד עושה בעצמו את מה ששייך לו כפי שסודר, ודבר בא אחרי דבר בדרך המנהג. בבעלי החיים דבר זה עצמו נעשה בגלל הטבע, ובגלל שכל דבר ודבר נוצר כך שיעשה את עבודתו הוא (במצב הדברים כפי שהוא קיים), כך שאין צורך כלל שבכל אחד מהם תהיה נפש; אך בהיותה קיימת בנקודת מוצא כלשהי של הגוף חיים היתר בדרך הצמידות [אליה], והם עושים את פעולתם הם בגלל הטבע. (שם, 10 א703-29א703, לורך-ברי 232).

הפנאומה השוכנת בלב משמשת אפוא נקודת מוצא לפעולתם של כל איברי הגוף. היא אינה חייבת להיות נוכחת בכל אחד מהם בפועל ממש, אלא מאצילה מכוחה לחלקים המבניים השונים והמגוונים, ומאפשרת לכל אחד מהם לפעול על-פי טבעו. עד כה ראינו כיצד תפס אריסטו את

תפקודה של הנפש התחושתית והפנאומה בבעל החיים המצוי במצב אקטואלי. ואולם, כפי שהזכרנו לעיל, הנפש היא גם המקור ליצור החי העתידי ואף מעצבת את תהליך התפתחותו למען הגשמת ייעודו. לפיכך היא חייבת להיות נוכחת ביצור החי מרגע היווצרותו. הטעם לכך, אליבא דאריסטו, הוא זה:

בגלל ה"טוב יותר" וסיבת ה"למען משהו" – נקודת המוצא של דבר זה היא מלמעלה.<sup>26</sup> כי מכיוון שבקרב אלה שקיימים יש מצד אחד נצחיים ואלוהיים, ומצד שני אלה המסוגלים גם להיות וגם לא להיות, והיפה והאלוהי מטבעו תמיד גורם לטוב יותר אצל המסוגלים; והבלתי נצחי מסוגל גם להיות [וגם לא להיות(!)] וגם לקחת חלק גם בגרוע יותר וגם בטוב יותר; והנפש טובה יותר מאשר הגוף, ואילו בעל נפש מאשר חסר נפש בגלל נפשו, ולהיות [טוב יותר] מאשר לא להיות, ולחיות מאשר לא לחיות – בגלל הסיבות הללו ישנה היווצרות אצל בעלי החיים. כי היות שבלתי אפשרי שטבעו של סוג מעין זה יהיה נצחי, יהיה הדבר הנוצר נצחי באופן שהוא מסוגל לו. אמנם כפרט אין הוא יכול [להיות נצחי] (הרי הווייתו של כל מה שקיים היא ביחס ליחיד ואילו היה כזה, אזי היה נצחי [ממש]) אך מבחינת צורתו הוא מסוגל. לכן קיים תמיד סוג של אנשים, של בעלי חיים ושל צמחים. (שם, ב, 1 23ב731-35, לורד-ברי 271-272).

אם כן, אריסטו ראה באלוהי ובנצחי (דהיינו, בכוכבים המאכלסים את העולם שמעל לגלגל הירח) ישויות נעלות על פני כל הארעי והחולף המצוי מתחת לגלגל הירח. הנפש מקורה בנצחי, ולכן, עבור כל מי או מה ששוכן על הארץ, מבין שתי האופציות – להיות בעל נפש (כלומר, בעל חיים) או חסר נפש (יש דומם) – עדיפה זו הראשונה, המאפשרת לו לקחת חלק בנצחי.

הטבע שואף תמיד להגשים את הטוב ביותר האפשרי (זהו "עקרון השפע" או "עקרון המלאות" של אפלטון), ופועל במסגרת שני אילוצים המוטלים עליו: האחד – שכל הישים החיים שמתחת לגלגל הירח סופם למות, והאחר – שהנפש אינה ישות חיצונית לחומר אלא טבועה בו כצורה. נצחיות הנפש אינה יכולה להתגשם אפוא באמצעות הפרטים בגלל סופיותם הבלתי נמנעת. היא מתגשמת באמצעות הסוג (המין הביולוגי בלשון ימינו), שאינו אלא שרשרת נצחית של הולדות והיווצריות. מקור הנפש של כל אחד מבני הדור החדש היא באביו מולידו: "הרי האומנות היא נקודת המוצא והצורה של הנוצר, אלא שהיא נמצאת בתוך משהו אחר; ואילו שינוי המצב של האורגניזם נמצא בדבר עצמו, והוא בא מאורגניזם אחר שבו ישנה הצורה בפועל." (שם, 1 735 א-4, 2, לורד-ברי 274-275).

קרי: האומנות, "נקודת המוצא" של מעשה האומנות (פסל, כלי או כיו"ב), מקורה באומן – ישות חיצונית למעשה האומנות; ואילו "נקודת המוצא" של האורגניזם – יכולתו להשתנות ממצבו ההתחלתי – קיימת בו עצמו מלכתחילה; מקורה בצורת האב, שאינה אלא הנפש המתבטאת בו בפועל:

<sup>26</sup> מלמעלה – שני פירושים: האחד – מכיוון התכלית; המצב הסופי, שעתיד להתממש רק משיגיע התהליך למצב האקטואלי, הוא זה המכתיב את כיוון התפתחותו. אריסטו תפס את המצב האקטואלי כ"טוב ביותר", שכן רק בו מגיע העצם למלוא התממשותו. פירוש אחר – המושג "למעלה" מצביע על כיוונו של סולם רצף: ככל שהעצמים או הישים מצויים בשלב גבוה יותר בסולם, כן מצבם האקטואלי נעלה, מפותח ומורכב יותר.

ומכאן אפשר להסיק גם איך תורם הזכר להיווצרות, [...] אין זה שום חלק מבני של העובר הנוצר, כמו שגם מתוך החרש לא יוצא שום דבר אל חומר העצים, ואף אינו מהווה חלק מבני כלשהו במה שנוצר ממלאכת החרשות, אלא הדמות והצורה הן הנוצרות ממנו, וזאת באמצעות שינויי המצב בתוך החומר. ונפשו (אשר בה הצורה) ובקיאותו גורמות לשינוי מצב איזשהו בידיים [...] והידיים בכלי העבודה וכלי העבודה בחומר. [...] אם כן: אלה הפולטים זרע תורמים באופן זה להיווצרות. (שם א, 22, 25-9ב730, לורך-ברי 267-268).

מאחר שהגשר בין האב לצאצאו העתידי הוא הזרע, קבע אריסטו בפסקנות: "ברור אם כן שגם יש בו [בזרע] [נפש] וגם שהיא בפוטנציה." (שם ב, 7, 9א735, לורך-ברי 275). מכל מה שנאמר עד כה היינו עלולים לחשוך באריסטו שמא הזניח לחלוטין את קיומו של שותף נוסף לתהליך ההולדה – האם – ולא היא. הוא ייעד לה תפקיד חיוני, אך בהחלט לא שווה ערך לתפקידו של האב: "אפשר לראות כנקודות המוצא של ההיווצרות את הנקבה והזכר; את הזכר כבעל נקודת המוצא של ההיווצרות ושל שינוי המצב, ואת הנקבה כנקודת המוצא של החומר." (שם א, 2, 8-5א716, לורך-ברי 244).

אריסטו הוסיף וקבע:

היות שהסיבה המשנה מצב הראשונה, אשר בה הסבר הדברים וצורתם, היא מטבעה טובה יותר ואלוהית יותר מן החומר, לכן טובה יותר הפרדת המעולה מן הגרוע. [...] הרי מקור שינוי המצב טוב יותר ואלוהי יותר אצל הדברים הנוצרים, ואילו הנקבה היא חומר. והזכר מתקרב אל הנקבה ומתאחד אתה לשם עבודת ההיווצרות, כי דבר זה משותף לשניהם. (שם ב, 1, 10-4א732, לורך-ברי 272).

הצורה נעלה אפוא על החומר, וכדי לשמור על טוהרתה ולמנוע אותה מלהתערב עם החומר הנפסד, הופרדו הזכר והנקבה בבעלי החיים ובאדם, והם מתאחדים רק לצורך מלאכת ההולדה.

אריסטו הקדיש דיון מעמיק לסוגיה מהו מקור החומר שממנו נוצר הזרע (שכן הנפש הגלומה בו חייבת להיות מוטבעת במצע חומרי כלשהו, בהיותה צורתו). הוא הגיע למסקנה שהזרע מורכב מן השארית האחרונה של המזון, שהיא המעולה והמזוככת ביותר. בביטוי "שארית המזון" כיוון אריסטו בעצם לתהליך ה"זיקוק" של המזון במהלך הפיכתו לדם המזין והיוצר את כל החלקים המבניים. הוא תיאר תהליך זה כסילוק הדרגתי של מרכיבים פסולים, בעלי איכות ירודה, עד לקבלת התמצית האיכותית ביותר ההופכת לדם. מתמצית זו, שאותה כינה "השארית האחרונה", נוצר הזרע. את ההקבלה התפקודית שראה בין הדם לזרע ביטא אריסטו כך:

הרי המחשבה והדמיון, כפי שאמרנו קודם, מעלים את הדברים הפועלים על המצבים, כי הם מעלים את צורותיהם של הדברים הפועלים. ומכל החלקים המבניים אלה [הלב ואיבר המין הזכרי] עושים זאת באופן ברור במיוחד, משום שכל אחד משני החלקים המבניים הללו הוא כבעל חיים נפרד; [והגורם לכך הוא שיש להם נוזל חיים]. ביחס ללב ברור מה היא הסיבה: הרי בו ישנן נקודות המוצא של התחושות; וסימן לכך שאף איבר ההולדה הוא כזה: הרי הפוטנציה של הזרע יוצאת ממנו כאילו הייתה בעל חיים כלשהו. [על שינויי המצב אצל בעלי החיים, 11, 26-18ב703, לורך-ברי 233].

אריסטו התייחס בדבריו אלה לשני איברים מבניים מיוחדים במינם ובתפקידיהם: הלב – מקום משכנה של הפנאומה כצורה המתבטאת בפועל, ואיבר המין הזכרי – מקום משכנה של הפנאומה במצבה הפוטנציאלי. הוא ראה בכל אחד מהאיברים האלה מעין בעל חיים לעצמו מפני שלשניהם יש נוזל חיים – הלב מכיל דם המזין ובונה את החלקים המבניים, ואיבר המין מכיל את הזרע, שמקורו באותה שארית מזון ההופכת לדם, והוא למעשה הפוטנציאל הצורני של יצור בן הדור הבא. בשניהם שוכנת הפנאומה, ומכוחה מממשים בעלי החיים והאדם את טבעם המיוחד. נראה שגם כאן ממלאת הפנאומה תפקיד דומה לתפקידה ביצור הבוגר. שם היא ממוקמת בנקודת החיבור שבין ההיבט המנטלי להיבט החומרי של הנפש התחושתית-תנועתית, ואילו בזרע היא בבחינת פוטנציאל בחומר גולמי, שבבוא העת יעצב את דמות הגוף ויבטא את ההיבטים המנטליים של בעל החיים הבוגר.

לסיכום, אריסטו ייחס לנפש התחושתית-תנועתית – הפנאומה – חשיבות מיוחדת במינה כמייצגת את הקשר ההילומורפי שבין המנטלי לגופני. הוא הטיל עליה לייצג את כל מה שנתפס בעינינו כחיים: חישה, תפיסה, רגשות, יצרים, רצונות, שינויים גופניים בתגובה לגירויים, תנועה, נשימה, שינה, ערות, דופק וכיוצא באלה. אמנם הוא סבר שהנפש מייצגת את המהות האלוהית הנצחית, אבל הקפיד להציגה כטבעו של החומר ולא כמשהו הנפרד ממנו ומפעיל אותו מבחוץ. כדי למנוע דיכוטומיה בין התפקודים המנטליים לאלה הגופניים, ביסס אריסטו כל תפקוד מנטלי על ההיבט הגופני שלו, או למצער הראה שקיימת שרשרת סיבתית-תכליתית המקשרת ביניהם. את הזיכרון והדמיון ביסס על חוויות חושיות מן העבר – כלומר, כאלה שנקלטו באמצעות **איברי החוש**). היצר והרצון מיתרגמים באמצעות הפנאומה לשינויי מצב פיזיים של התכווצות והתרחבות, הנגרמים מכוחם של שינויי חום וקור, ואלה משפיעים מכוחם על השתנות החלקים המבניים. אריסטו נזקק לפנאומה לא כ"מקור" לשינויי המצב המנטליים אלא כ"מקור" לעיגונם של אלה בחומר. הוא אף הרחיק לכת וייחס לפנאומה, בכמה מקומות, ישות חומרית המורכבת מאוויר, בניגוד לעמדתו הכללית המקנה לה תפקיד צורני פוטנציאלי ומעצב בתהליך ההיווצרות. ואולם, האתגר הגדול ביותר שעמד בפני גישתו ההילומורפית של אריסטו היה להגדיר את מעמדה של הנפש החושבת.

### 2.2.2.3 הנפש המשכלת (החושבת)

נפש זו חלה על מושאי המחשבה, שהם ישים מנטליים מופשטים: "כמו שכושר החישה מתייחס למוחשים, כך מתייחס השכל למושאי המחשבה", אמר אריסטו. מכיוון שכך, אין הנפש החושבת יכולה להיות צורה של גוף חומרי בדומה לנפש התחושתית, שתחום חלותה הוא ישים מוחשיים:

בכך [השכל] הוא בהכרח בלתי מעורב [בטבע מסוים], כיוון שהוא חושב על כל הדברים, [...] כי אילו היה [לשכל] מראה [משלו], "המשתקף" לפני המושא החיצוני, היה [המראה] מונע [את ראיית המושא] ומכסה את אורו. משום כך אין [לשכל] שום טבע משלו חוץ מזה: שהוא בעל כושר. לכן, כשאני מתכוון לשכל כלדבר שבאמצעותו הנפש שוקלת ומשערת, אין מה שקרוי "שכלה של הנפש" מהווה בפועל אף אחד מהישים בטרם יחשוב עליו. משום כך אין זה סביר ש[השכל] גם מעורב בגוף, כי אז יהיה לו טיב מסוים, כמו קור או חום, ויהיה לו איבר כלשהו, כמו שיש לכושר החישה. אבל אין [השכל] דבר [כזה] במציאות. אכן הגדרה מוצלחת בפיהם של מי שתיארו את הנפש בתור

"משכן הצורות", אף אם לא כולה [דבר כזה], אלא [הנפש] החושבת [בלבד], וכן אין [בה] צורות במימוש סופי, אלא בכוח. (על הנפש ג, ד 18א429-29, לוז 62-63).

הנפש המשכלת היא אפוא צורה טהורה שאינה היבט של גוף חומרי כלשהו. לכאורה, זוהי סטייה חמורה מן התפיסה ההילומורפית לטובת תפיסה אפלטונית דואליסטית. ואולם, תפיסתו של אריסטו על טיב היחסים שבין הנפש החושבת למושאי החשיבה שלה שונה מזו של אפלטון, המניח יחסים של סיבתיות יוצרת מצד הנפש כלפי החומר הגולמי. אריסטו רואה את היחסים הללו כמקבילים ליחסים שבין הנפשות האחרות לחומר שהן צורתן:

והרי בטבע [של כל דבר] בכללותו יש חלק אחד שהוא החומר הנמצא בכל אחד מסוגי [הדברים] ומהווה את כל הפרטים בכוח; וחלק אחר הוא הסיבה [הצורנית], כלומר [אותו גורם] בעל כושר ההפעלה [של הדברים], בהפעילו את כולם כמו האומנות את החומר שלה. מן ההכרח הוא אפוא כי הבדלים אלה ימצאו גם בנפש. ו[אכן] קיים שכל אחד שהוא כמו [החומר], בהקפכו לכל [המחשבות], ו[שכל] שני שהוא [כמו הסיבה], בהפעילו את כל [מושאי החשיבה] כמעין מצב צורני [...] ואכן השכל השני הוא נפרד [מהחומר], בלתי נפעל, בלתי מעורב, ומהווה פעילות על פי ישותו. והרי המפעיל יהיה תמיד דבר נכבד יותר מהנפעל, ו[כן] יהווה את הראשית [הסיבתית] ביחס לחומר. (שם, ה 10א430-19, לוז 64).

במילים אחרות, הנפש החושבת אינה אלא צורה של המחשבות, והיא גורמת להיפעלותן באותו אופן שהנפש התחושתית גורמת להיפעלות איברי החוש. היא אינה נפרדת מן המחשבות אלא יוצרת מקשה אחת עמו, כשם שהנפש התחושתית היא ההיבט הצורני של החומר ואינה נפרדת ממנו. יתרה מזו, על אף שמבחינה צורנית (מבחינת ה"מובן") הנפש המשכלת אינה קשורה לגוף החומרי, בכל זאת היא ממוקמת בו ואיננה ישות טרנסצנדנטית או כזו השוכנת בשמיים: "באשר לחלק של הנפש שבאמצעותו הנפש מכירה דברים ומבינה אותם, יש לעיין בו גם כדבר נפרד [מהגוף] וגם כדבר שאינו נפרד [ממנו] בממדיו, אלא במובנו [בלבד]". (שם, ד 10א429-11, לוז 62).

וזאת משום מה? משום שאריסטו אמנם קבע שהנפש המשכלת היא נצחית, ובניגוד לנפשות ה"נחותות" ממנה אינה מתכלה כשהגוף מתכלה; אבל למרות זאת ראה אריסטו את הנפש המשכלת כצורה עליונה של האדם השלם, ה"כולי" (ההוליסטי), ובתור שכזו – כבלתי נפרדת ממנו:

באשר לשכל, דומה כי הוא נולד בנו כעין ישות קיימת ואינו נכחד. ש[אם לא כן] היה נכחד במיוחד על-ידי חולשת הזקנה. [...] החשיבה ופעולת העיון מתנוונות כיוון שנכחד בפנים איזה [איבר] שונה [מהשכל], ואילו הוא עצמו [נותר] בלתי נפעל. אבל פעולות החשיבה השקולה [...] אינן היפעלויותיו של השכל, אלא של [היצור] שהוא בעליו בתור היות בעליו. משום כך אין היזכרות או אהבה בהיכחד [הגוף] – כי [דברים אלה] לא היו שייכים ל[שכל] אלא ל[יצור] הכללי שנפסד. ואולי השכל הוא איזה דבר אלוהי יותר ובלתי נפעל. (שם, א, ד 19ב408-29, לוז 27).

החשיבה עצמה היא אפוא היפעלות של היצור השלם ולא של הנפש לבדה. השכל המפעיל אותה הוא נצחי ובלתי מופעל, במילים אחרות – בבחינת מניע שאינו מונע:

ואין [השכל המפעיל] חושב לעתים, ולעתים אינו חושב. בהיפרדו [מהגוף], הוא הדבר היחיד המתקיים – ורק הוא אל-מותי ונצחי. אבל אין בו הזכרות כיוון שהוא דבר בלתי נפעל, ואילו השכל בעל כושר ההיפעלות הוא הנכחד. אבל אין אף [יצור] אשר חושב בלא [השכל המפעיל]. (שם ג, ה 22א430-25, לוז 64).

השאלה הנשאלת כאן היא לשם מה נזקק אריסטו לנפש חושבת נצחית וצורנית טהורה, בניגוד לכאורה לעמדתו ההילומורפית? התשובה טמונה בעקרון הסיבתיות הפועלת שלו: ממש כמו בשמים שמעל לגלגל הירח, שבהם המניע הבלתי מונע משמש יסוד לא פעיל המפעיל את תנועת הכוכבים, כך גם בנקודת הראשית של שרשרת ההפעלות וההיפעלויות המובילה להתממשות טבעו של האדם, מן ההכרח שתהיה ישות מניעה שאינה מונעת. ישות זו היא הנפש המשכלת – "משכן הצורות" – ולכן היא חייבת לקחת חלק בעולם הנצחי, שכן הכיליון אצל אריסטו הוא סוג של תנועה ושינוי. אך כשם שהמניע הבלתי מונע הוא ישות אימננטית בעולם העל-ירחי השמימי, כך גם הנפש המשכלת היא צורה אימננטית של האדם כשלם – צורת הצורות, הנפש החולשת על שתי הנפשות הנחותות ממנה, ובאמצעותן – על החלקים המבניים.

באופן זה שימר אפוא אריסטו את התפיסה ההילומורפית שלו גם לגבי הנפש החושבת אף-על-פי שייחס לה נצחיות וצורתיות טהורה.

### 2.2.3 עקרון הרצף, ההיווצרות הספונטנית ושלוש הנפשות הפועלות

כפי שנוכחנו, אריסטו חשב שהוויית החיים במלואה יכולה להתממש רק באמצעות שלושת חלקי הנפש. לפיכך, צמחים, שצורתם היא הנפש הפיזיולוגית, המזינה והמגדלת, יש להם חלק קטן יותר בחיים<sup>27</sup> מאשר לבעלי חיים שצורתם כוללת גם את הפנאומה – הנפש התנועתית. רק האדם לבדו – שצורתו כוללת את הנפש המזינה, את הפנאומה ואת הנפש החושבת גם יחד – מסוגל לממש את החיים במלואם.

השקפה זו של אריסטו היא חלק מרכזי בעקרון הרצף,<sup>28</sup> שאותו תפס כמאפיין יסודי של הטבע. על-פי עיקרון זה הישים שבטבע מסודרים בסולם קווי, שבו מקצת סגולותיו של סוג אחד משותפות לו ולסוג שמעליו, ואין ביניהם הבדל חד. אריסטו טען שהטבע מסרב להתאים את עצמו לכמיהתנו לקווי תיחום ברורים:

הטבע עובר בהדרגה כה גדולה מן הדומם אל החי עד שבגלל רציפותם שוב לא ייתכן להבחין בגבול שביניהם; ויש מין אמצעי השייך לשתי הממלכות. כי הצמחים באים מיד לאחר הדוממים; והצמחים נבדלים זה מזה בשיעור שבו הם לוקחים לכאורה חלק בחיים, כי בהשוואה לגופים אחרים ברור לכאורה שהמחלקה בכללותה יש בה חיים, אבל בהשוואה לבעלי חיים נראה כאילו

27 הביטוי "לוקח חלק בחיים" או "יש לו חלק בחיים" פירושו המידה שבה היצור מבטא את אפיוני החיים, ומקביל לחלקי הנפש של אריסטו. ראה להלן הדיון בעקרון הרצף ובמדרג הישים בטבע.

28 עקרון הרצף נקרא גם "שרשרת ההווייה הגדולה". על גלגוליו של עיקרון זה במהלך ההיסטוריה הפילוסופית של התרבות המערבית אפשר לקרוא בספרו של לאבג'וי (1968).



אין בה חיים. והמעבר מצמחים לבעלי חיים הוא רצוף; כי יכול אדם לתמוה אם צורות ים מסוימות הן בעלי חיים או צמחים, כי רבות מהן מחוברות לסלע והן מתות בהינתקן ממנו. (דזיעות על בעלי החיים ז', 1588ב, לאבג'וי, 1968, עמ' 64.)

בעקרון הרצף של אריסטו מתגלה לנו לכאורה סתירה בין אופני תפיסתו את הטבע: מצד אחד הוא יצר באמצעות הנפש הבחנה קטגורית בין ישים אי-אורגניים ליצורים חיים; מהצד האחר הוא תיאר את המעבר הזה כרצוף, ללא הבחנה קטגורית בין הדרגות. את הסתירה בין שתי התפיסות המנוגדות הללו יישב אריסטו באמצעות ייחוס סוגי נפש שונים לדרגות השונות: בתחתית הסולם מצויים ישים חסרי נפש; מיד אחריהם מופיעים ישים בעלי נפש מגדלת בלבד – צמחים; את השלב הבא בסולם מאכלסים ישים בעלי נפש מגדלת ונפש תחושתית-תנועתית (פנאומה) – בעלי החיים, ואילו בשלב העליון ביותר בסולם מצויים בני האדם, הניחנים בכל שלושת חלקי הנפש: המגדלת, התחושתית-תנועתית והמשכלת.

תפיסה הדרגתית זו באה לידי ביטוי אצל אריסטו גם בהסתכלותו על תהליך ההתפתחות של בעלי החיים והאדם: ידוע שיצורים בוגרים שכבר מממשים את תכליתם התפתחו ממצב פוטנציאלי של זרע, ושהתפתחותם עוצבה על-ידי הנפש. לפיכך הניח אריסטו שה"מקור" לגדילה, להזנה ולהולדה קיים בכל הזרעים, לרבות אלה של הצמחים, ואילו ה"מקור" לתחושה ולניידות קיים רק בזרעיהם של בעלי החיים ושל האדם. בעת ההתפתחות העוברית של בעלי החיים מתממשת קודם כול הנפש הצמחית, המזינה והמגדלת; רק בשלב עוברי מתקדם יותר מתממשים התפקודים הבאים מכוח הנפש התחושתית; והתפקודים המנטליים האנושיים מתחילים להתבטא מכוחה של הנפש המשכלת רק בשלב בוגר יחסית.

בהקשר ההתפתחותי אפשר לראות חוליית ביניים בין עולם הדומם לעולם החי באותם יצורים חיים שאריסטו ייחס להם **היווצרות ספונטנית**<sup>29</sup> באמצעות חום מחומר אי-אורגני כדוגמת בוץ, חומר מרקיב או צמחים, ולא מזרע של אב בן-דמותם:

אותו דבר עצמו כמו אצל הצמחים קורה גם אצל בעלי החיים: כי הרי חלקם מוצאם מזרע צמחים אחרים, ואחרים נוצרים מעצמם, כשמתהווה נקודת מוצא איזושהי כזו. ומבין אלה חלקם קולטים מזונם מתוך האדמה וחלקם נוצרים בתוך צמחים אחרים [...] כך גם אצל בעלי החיים: אחדים נוצרים מתוך בעלי חיים בני אותו סוג מבחינת דמותם, ואילו אחרים מעצמם ולא מבני אותו סוג. ואלה האחרונים חלקם מאדמה נרקבת ומצמחים, כמו שקורה אצל רבים מן החרקים, ואחרים בתוך בעלי החיים עצמם [...]. (דזיעות על בעלי החיים ה', 1539א-16-25, לורד-ברי 81-82.)

ההיווצרות הספונטנית של יצורים מן הבוץ מצביעה על האפשרות שחומר "ירוד" (מבחינת החלק שיש לו בחיים) כמו בוץ, חומר רקב או צמחים, ישמש מוצא להתפתחות יצורים המצויים בעמדה גבוהה יותר בסולם הרצף. ואולם אין לצפות, לדעת אריסטו, שכל סוג בסולם הרצף יוכל להיווצר באופן ספונטני, אלא רק הירודים שביניהם.

29 היווצרות ספונטנית (יוונית: abiogenesis; אנגלית: spontaneous generation) משמעה התהוות והתפתחות של יצורים חיים נחותים מחומר אורגני מרקיב ולא מהורים בני מינם.

את המדרג הקיים בטבע זיהה אריסטו לא רק על-פי הצורה הבאה לידי מימוש במצב ההווה (האקטואליה) ועל-פי מידת החום האופיינית לסוג האמור, אלא גם על-פי דרגת ההתפתחות של הצאצא שהוא מביא לאוויר העולם:

יש לזכור כמה טוב מביא הטבע את ההיווצרות לפי סדר: הרי בעלי החיים הקרובים ביותר לשלב הסופי והחמים יותר מביאים לעולם ולד הנמצא בשלב סופי מבחינת איכותו [...] ואמנם הם מולידים אותם בתוך עצמם חיים מההתחלה. בני הקבוצה השנייה אמנם אינם מולידים אותם בתוך עצמם כשהם בשלב הסופי מההתחלה (כי תחילה הם מולידים ביצה ואחרי כן יש לידת חי), אך כלפי חוץ הם יולדים חי. אחרים אמנם אינם מולידים בעל חיים בשלבו הסופי, אלא מולידים ביצה, אך ביצה זו בשלבה הסופי. ואילו אלה שטבעם עוד יותר קר מטילים אמנם ביצה, אך ביצה שאינה בשלבה הסופי אלא מגיעה לשלב סופי בחוץ [...] הסוג החמישי והקר ביותר גם אינו מטיל ביצים מתוכו, אלא גם מצב זה מתרחש אצלו בחוץ, כפי שאמרנו. כי הרי חרקים יולדים זחל בתחילה; והזחל מתקדם ונעשה דמוי ביצה (הרי מה שנקרא גולם יש לו פוטנציאל של ביצה); ואז נעשה ממנו בעל חיים אשר מגיע לשלב הסופי של ההיווצרות בחילוף השלישי. יש כאלה בקרב בעלי החיים שאינם נוצרים מזרע [...] (על היווצרות בעלי החיים, ב, 1 33א733-33א733, לורד-ברי-272 (273).

בתחתית הסולם נמצאים אפוא אותם בעלי חיים המסוגלים להיווצרות ספונטנית, ואלה נמנים עם הפשוטים וקרי הדם כמו חרקים ואחדים מן הדגים, כפי שמעידות כותרות הפרקים הבאים: "ההיווצרות ספונטנית של חרקים" (דיעת על בעלי-החיים, ה, 32 לורד-ברי 91) ו"הולדת דגים מן הבוץ". (שם, ו, 15 לורד-ברי 102).

#### 2.2.4 מהות היחסים בין המקרוקוסמוס למיקרוקוסמוס<sup>30</sup>

כאשר מעיינים בדברי אריסטו על הקשר שבין המקרוקוסמוס למיקרוקוסמוס, ניתן להבחין בשתי צורות התייחסות. האחת רואה אנלוגיה בין שני העולמות, והאחרת מייחסת למיקרוקוסמוס השפעה צורנית על המיקרוקוסמוס. עדות לתפיסה הראשונה ניתן לראות בדברים שלהלן:

"זכר" אנו קוראים לבעל חיים המוליד לתוך אחר, ו"נקבה" לתוך עצמו. לכן גם מכנים את גוף האדמה בתוך היקום "נקבה" ו"אם" ואילו אל הרקיע והשמש או כל אחד מן האחרים שמעין אלה פונים כאל "מוליד" ו"אב". (על היווצרות בעלי החיים, א, 2 16א716-16א716, לורד-ברי 244).

נקבת בעלי החיים נתפסת כיולדת את בני מינה באמצעות החומר; האדמה, שהיא התגלמות החומר, נתפסת כ"אם כל חי"; ואילו הזכר, אשר על-פי השקפתו של אריסטו תורם את הצורה לצאצאיו, משול לשמים הטהורים, המקנים את הצורה לישים בקוסמוס כולו. האנלוגיה, באופן שבו היא מובאת כאן, היא בבחינת מטפורה.

<sup>30</sup> המקרוקוסמוס האריסטוטלי הוא השמים הנצחיים והבלתי משתנים. במיקרוקוסמוס, בהקשר האריסטוטלי, מצויים היצורים החיים כולם ואף ישים אי-אורגניים, ולא רק האדם.

אנלוגיה אחרת בין המקרוקוסמוס למיקרוקוסמוס, שאינה מטפורית אלא משמשת את אריסטו בבחינת "חוק טבע", היא זו של עקרונות התנועה:

כאן טמון הפתרון לבעיה שהזכרנוה במקום אחר, האפשרות או חוסר האפשרות של פירוק מבנה השמים, בהנחה שהם תלויים במקור שאינו נע. אך במקרה של בעלי החיים, חייב להיות משהו שאינו נע לא רק במובן זה, אלא גם בתוך היצורים האקטואליים הנעים ממקום למקום – אלה [...] המניעים את עצמם (באשר חלק אחד שלהם חייב להיות במנוחה והאחר בתנועה), צריך להיות משהו שכנגדו החלק הנע סומך את עצמו בנועו, כאשר, לדוגמה, הוא מניע אחד מאיבריו; כי חלק אחד נשען על האחר המצוי, למעשה, במנוחה. ( *De Motu Animalium*, 700a 6-11, Nussbaum, 1978, p. ).

(.34)

החוליה הראשונה בשרשרת הסיבות הצורניות המובילות לתנועה חייבת אפוא להיות חוליה שאינה נעה בעצמה אך מעניקה תנועה לחוליה שאחריה. אריסטו הצהיר שוב ושוב שעיקרון זה אינו תקף רק לגבי השמים, שבהם תנועת הכוכבים בספירות שלהם ושלמותם תלויות בקיומו של מניע בלתי מונע כמקור לתנועתם. העיקרון תקף לכל תנועה אקטואלית המתקיימת בפועל בבעלי חיים וגם בגופים שאינם חיים. ואולם, שאותה ישות מניעה ולא מונעת אינה יכולה להיות חומרית אלא צורנית טהורה. במקרוקוסמוס ממלא תפקיד זה האל האריסטוטלי, ואילו במיקרוקוסמוס ממלאת אותו הנפש המשכלת, שיש לה ממד צורני טכנסצנדנטי<sup>31</sup> וממד צורני נוסף שאינו יכול להתממש אלא באמצעות הפרט האנושי האקטואלי.

מהו היחס בין הנפשות השונות שהכרנו בהקשר ליצורים החיים לבין המקרוקוסמוס? על כך ניתן ללמוד מכאן:

זמני ההיריון וההיווצרות והחיים שואפים אצל כולם [...] להימדד באופן טבעי בתקופות. וב"תקופה" אני מתכוון ליום, לילה, חודש, שנה [...] ומלבד זאת גם תקופות הלבנה. [...] כי באלה היא מגיעה להתאם עם השמש: הרי החודש הוא תקופה משותפת לשתיהן. והלבנה היא נקודת מוצא כי יש לה שותפות עם השמש והיא נוטלת חלק באורה, שכן הרי היא כעין שמש נוספת, פחותה. לכן היא תורמת לכל ההיווצריות והמעברים לשלבים הסופיים. כי החום והקור עד למידה יחסית מסוימת ביניהם יוצרים את ההיווצרות, ואחר כך את הכליה. וגבולותיהן, גם נקודת המוצא וגם הסיום, נתונים בשינויי המצב של גרמי השמים הללו. וכפי שאנו רואים שגם הם וגם כל גוף נוזלי עומד או מחליף מקומו לפי שינוי מצב של נשימת הרוחות או עמידתן, ושהאוויר ונשימות הרוח הם לפי תקופת השמש והלבנה – כך הכרחי גם שהדברים הצומחים מהם והנמצאים בהם יעשו כדוגמתם. [...] כי הרי יש חיים כלשהם גם לנשימת הרוח, וכן גם להיווצרות וכליה. ולהקפות של גרמי השמים הללו [השמש והלבנה] יש אולי נקודות מוצא כלשהן. הטבע שואף אפוא למדוד את ההיווצריות והסיומים לפי מידותיהם של אלה [...] (על היווצרות בעלי החיים ד, 10 1777-6א778, לורך-ברי 327-328).

אריסטו מתאר שרשרת היררכית של תמורות צורניות מן המקרוקוסמוס כלפי המיקרוקוסמוס: כוכבי השמים המאכלסים את העולם העל-ירחי, בתנועותיהם המעגליות המושלמות, קובעים

31 טכנסצנדנטי – שהוא מעבר לתחום ההכרה ואינו תלוי בניסיון האנושי.

את עונות השנה בעולם התת-ירחי. אלה באות לידי ביטוי בחילופי חום וקור ובשינויים בנשימת הרוח, הלא היא הפנאומה. מסתבר אפוא שאותן ישויות, שעד כה הכרנון כצורות ייחודיות ליצורים חיים – זו המתפקדת כנפש תזונתית וזו המשמשת נפש תחושתית-תנועתית – מופיעות בשינוי אדרת גם בקוסמוס הגדול בדמות חום הקיץ, קור החורף והרוחות המנשבות בשמים. האם השימוש באותם שמות לשני דברים שבעינינו הם שונים מיסודם הוא בבחינת דימוי, או שאריסטו ראה באמת ובתמים זהות כלשהי בין החום והקור המקרוקוסמיים לאלה המיקרוקוסמיים, ובין הרוח לנפש התחושתית?

כפי שציין אריסטו, שינויי הרוחות מביאים לשינויים במצבו של היס, ומחזורי החיים הצמיחה וההתכלות משתנים אף הם לפי עונות השנה; האם הם רק עושים זאת כמו הכוכבים או עושים זאת בגללם? במשפט הסיום העלה אריסטו את הרעיון שכוכבי השמים על סיבוביהם משמשים נקודות מוצא או פוטנציאלים לשינויי ההתפתחות והכליה המאפיינים את היצורים החיים. מן הרעיון הזה אפשר להסיק שהשינויים המיקרוקוסמיים אינם מחקים את השינויים המקרוקוסמיים אלא נעשים בכוחם – לא באופן ישיר כמובן אלא באמצעות שרשרת השינויים והיפעלויות של החום, הקור והפנאומה, הלא היא הרוח. תמיכה לנאמר כאן ניתן לראות בדברים האלה:

הקדמונים, הראשונים אשר עסקו בפילוסופיה של הטבע, התבוננו בנקודת המוצא החומרית ובסיבה שממין זה: איזו היא ומה טיבה, וכיצד ממנה נוצר הכל, ומה הוא הדבר הגורם לשינוי המצב, כמו למשל ריב או ידידות או שכל או מעצמו; ושיש בהכרח לחומר הנתון טבע כלשהו כזה וכזה, כמו למשל: טבע האש הוא חום וקלות, וטבע האדמה קור וכובד. כך, אם כן, הם "מולידים" גם את הקוסמוס; באופן דומה הם מדברים גם על היווצרות בעלי החיים והצמחים, כמו למשל היות והמים זורמים בתוך הגוף, נוצרת הקיבה וכל כלי הקיבול של המזון ושל השאריות, ובגלל מעבר הנשימה או הרוח נפרצו ונפתחו הנחיריים. האוויר והמים הם החומר לגופים; מן הגופים שממין זה "מעצבים" כולם את הטבע. אם האדם ובעלי החיים הם בטבע, וכך גם חלקיהם המבניים, ייתכן שיש צורך לדבר על הבשר, העצם, הדם, וכל החלקים האחרים כולם. על החלקים המבניים של בעלי החיים א, 1 5640-21, לורד-ברי 154).

החום והקור האריסטוטליים אינם אפוא רק הישויות שאנו חשים בהם. הם גם – ובעיקר – האיכויות (הצורות) המעצבות את טבעיהם של ארבעת היסודות בעולם שמתחת לגלגל הירח, ובתור שכאלה הם משמשים צורה לחומרים כולם, לרבות אלה המרכיבים את היצורים החיים.

מכל האמור עד כאן מצטיירת תמונה מורכבת של יחסים בין היצורים החיים לקוסמוס בכללותו, על מרכיביו השונים: עולם הכוכבים השמימי, העשוי אתר, כל ישותו היא קביעות והעדר שינוי (להוציא תנועת הכוכבים במסילותיהם). כנגדו ניצב העולם התת-ירחי, שבו משתתפים חום, קור, יובש, לחות, כובד וקלות ואף נשימת רוח, ומעצבים את טבעם של ארבעה חומרים – אדמה, מים, אוויר ואש; האחרונים עוברים תמורות אין ספור וגלגולים אלה באלה. את הגופים המורכבים מן החומרים היסודיים הללו במינונים שונים חילק אריסטו לשתי קבוצות, ישים דוממים וישים חיים.

ההבדל הקטגורי בין שני סוגי הישים אינו בחומרים שמהם הם מורכבים, ואף לא באיכויות היוצרות את טבעם של אותם חומרים, אלא ביכולת – או האי-יכולת – של אותן איכויות להפוך לטבע הייחודי המאפיין את תופעות החיים. החום והקור קיימים כצורות גם בישים אי-אורגניים, אך רק בישים אורגניים הם יכולים לעצב תהליכי חילוף חומרים וגדילה. הרוח קיימת גם בעולם האי-אורגני, אך רק בבעלי החיים היא יכולה להיות נפש תחושתית-תנועתית, שכן היא מגיעה אל הגוף מן העולם החיצוני דרך הריאות, מוצאת לה משכן בלב ומשפיעה מכוחה על היווצרות התחושות מן התגובות הגופניות.

באשר לעולם השמימי, הוא בוודאי אינו מושפע מן העולם הארצי אך ללא ספק משפיע עליו, כפי שכבר נוכחנו. הוא משפיע על תופעות הטבע ועל מחזוריות העונות, ובאמצעותם על האיכויות האופייניות לעולם שמתחת לגלגל הירח; אלה מצדן מאצילות מכוח השינוי שלהן על הישים הדוממים והחיים, ומביאות לידי ביטוי את מחזורי ההתהוות והכליה. ובנוגע לאדם, השמים משפיעים עליו באמצעות הנפש החושבת המשתייכת אליהם.

### 2.2.5 סיכום תפיסת העולם הויטליסטית של אריסטו

תפיסת העולם של אריסטו הייתה תכליתית, צורנית (סובסטנציאלית), הוליסטית, אורגניזמית וויטליסטית. הוא האמין שהטבע מעוצב באופן כזה שכל מה שמתרחש בו נועד מטבעו להגשים תכלית. את התכלית מוציאות אל הפועל צורות, שהן היבטים של החומר, אשר בכוחן להביא למימוש את הפוטנציאל הטבעי הטמון בכל חומר – להגיע למצב של הוויה (אנטלכיה).

הקוסמוס האריסטוטלי נחלק לשני חלקים – השמים וספרות הכוכבים שבהם, והעולם שמתחת לגלגל הירח על כל מה שבו. השמים מייצגים את החלק הנצחי, הטהור; הם עשויים אתר, חומר עדין במיוחד, והשינוי היחיד המתקיים בהם הוא תנועה מעגלית מושלמת של כוכבים. המקור הראשוני לתנועת הכוכבים הוא המניע הבלתי מונע. העולם שמתחת לגלגל הירח נתון לתמורות ולשינויים מחזוריים של צמיחה וכיליון, ואלה נועדו להגשים את התכלית של כל יש ויש בטבע. חומרי היסוד הם אדמה, מים, אש ואוויר, והצורות (האיכויות) שלהם הן קור וחום, יובש ולחות.

אריסטו האמין שהקוסמוס הקיים הוא הטוב שבעולמות האפשריים, וכי כל דבר המתקיים בו, יש טעם מספיק לקיומו. לכן, לעמדתו, לא התקיים כל פער בין הרצוי למצוי או בין האפשרי לקיים בפועל. חכמתו הבלתי מודעת של הטבע והתכליתיות שאריסטו זיהה בו הם יסוד הדימוי האורגניזמי שלו. אריסטו הבחין בין יצורים חיים לבין ישים שאינם חיים על-פי קטגוריית הנפש, הקיימת רק ביצורים חיים. הנפש היא הצורה הייחודית המאפיינת יצורים חיים, בנבדל מישים דוממים.

גישתו של אריסטו כלפי הנפש הייתה הילומורפית – כלומר, הוא ראה את הנפש כהיבט של הגוף ולא כישות נפרדת ממנו. את תפקידה של הנפש בגוף חילק אריסטו לשלושה היבטים: מקור לכל התמורות העתידות להביא למימוש הפוטנציאל של היצור החי בהיותו בנקודת הראשית שלו;

עיצוב התמורות המכוונות להגשמה תכליתית של פוטנציאל זה; וביטוי צורני של טבע היצור, העושה אותו למה שהינו בהיותו במצב הוויה. גם הנפש עצמה מחולקת לשלושה חלקים: **נפש מגדלת-מזינה** – אחראית להזנה, לחילוף חומרים, לצמיחה ולהתרבות, ומשותפת לצמחים, לבעלי החיים ולאדם; **נפש תחושתית-תנועתית** – אחראית לתחושה, לתפיסה, לדמיון, ליצר, לרגשות ולשינויים הגופניים המתרחשים בעקבותיהם, ומשותפת לבעלי החיים ולאדם; ו**נפש משכלת-חושבת** – אחראית על השכל והחשיבה השקולה, ואותה ראה אריסטו כייחודית לאדם. הנפש המשכלת היא צורה טהורה ומקורה נצחי ובלתי מתכלה, אבל היא מתממשת בפועל רק באמצעות בני האדם החושבים. רק הווייתן של שלוש הנפשות גם יחד מקנה ליצור חלק מלא בחיים.

הנפש נוכחת ביצור החי מרגע היווצרו. הנקבה מייצגת את המקור החומרי, ואילו הזכר מייצג את הצורה, או הנפש, של היצור העתיד להתפתח. טבעו של היצור החדש יתגשם באופן תכליתי בכוח הזרע. הנפש (המזינה והתחושתית-תנועתית) כלה עם התכלות הגוף שהיא צורתו, אך נצחיותה מובטחת באמצעות תהליך הרבייה, שבו מעביר כל אב את נפשו לצאצאיו באמצעות הזרע. כך נשמרת נצחיות הנפש באמצעות כל סוג של יצורים חיים.

אריסטו ייחס חשיבות עליונה לנצחיות הנפש, שכן שרשרת השינויים באורגניזם מוכתבת על-ידי התכלית ומתממשת באמצעות הנפשות השונות. בשרשרת זו כל מרכיב צורני העובר תמורה משרה שינוי ותנועה בחוליה הבאה אחריו. ההשתנות היא צורנית ואימננטית, ואינה נובעת מסיבות חיצוניות לחומר. בראש השרשרת חייבת להיות צורה מניעה אך בלתי מונעת. צורה זו היא הנפש החושבת.

בעיניו השלם הנתון במצב ההוויה מעניק פשר תכליתי לפעולת כל החלקים ולהתפתחותם ממצב פוטנציאלי למצב של התגשמות מלאה, ולכן הוא קודם לחלקים. בתהליך ההגשמה ההדרגתית ממלאת הנפש, על חלקיה השונים, תפקיד מפתח.

אריסטו תיאר את הטבע כמסודר בסולם קווי רציף מן הישים האי-אורגניים, דרך צמחים, בעלי חיים ועד לאדם. במסגרת אמונתו זו הוא הניח שיצורים נחותים מסוימים נוצרים באופן ספונטני מן הבוץ או מחומר מרקיב.

את היחסים בין המקרוקוסמוס למיקרוקוסמוס ראה אריסטו כאנלוגיים, ובעיקר סבר שהמיקרוקוסמוס משפיע על המיקרוקוסמוס. אריסטו דירג את שרשרת ההשפעות כך: העולם השמימי, העל-ירחי, משפיע על צורות העולם התת-ירחי: חום, קור ונשימת רוח, ואלה מצדן משפיעות על שינויים בתופעות הנראות לעין, הן בעולם האי-אורגני והן בקרב היצורים החיים.

תמונת העולם האריסטוטלית שימשה בסיס למחשבה הפילוסופית המערבית עד המאה ה-17, ומרכיבים מסוימים ממנה השתמרו במחשבה הביולוגית עד עצם היום הזה.

### 2.3 התרבות ההלניסטית ופילוסופיית הסטואה

במאה ה-4 לפסה"נ כבש אלכסנדר מוקדון<sup>32</sup> חלקים ניכרים מצפון אפריקה ומאסיה. יורשיו, שליטי האימפריה שישד, הביאו עמם את התרבות ההלנית (היוונית) אל העמים שהיו נתונים לשליטתם, והפכו את הפולחן הדתי לדת המדינה. יחד עם זאת, העמים שיוון שלטה בהם המשיכו לקיים גם את פולחניהם המקוריים. התרבות הממוזגת נקראה "ההלניסטית", ואלכסנדריה שבמצרים שימשה מרכזה. במהלך המאה ה-3 לפסה"נ השתלטה רומא בהדרגה על שטחים הולכים וגדלים בדרומו של אותו אזור, במזרחו, בצפונו ובמערבו, ויסדה אימפריה אדירה. היא אימצה אל חיקה את התרבות ההלניסטית, על סדרי הממשל המפותחים שלה ועל דתה, והפכה את הדת היוונית לפולחן הרשמי השליט. בימיה של האימפריה הרומית פרח הפלורליזם הפילוסופי, שפיתח והפיץ את תפיסות העולם ההלניסטיות.

תורת הנפש האריסטוטלית עברה במסגרת העולם ההלניסטי שינוי משמעותי באמצעות אסכולת הסטואָה, שזכתה להשפעה ניכרת באלכסנדריה מן המאה ה-3 לפסה"נ עד סוף המאה ה-2 לסה"נ, והשפעותיה ההגותיות לא פסקו על ימינו. מייסדה של האסכולה היה זֶנוֹן מְקִיטִיוֹן (Zenon 336-264 B.C.). בתחילת דרכה אימצה אותה אסכולה תורה זו כלשונה, אך לימים ערכה בה שינוי משמעותי. האמונה הבסיסית של הסטואים הייתה דטרמיניסטית ומיסטית. הם האמינו שכל מאורע מתרחש בהתאם לחוק, ושבני האדם חייבים להבין את החוקים השולטים בטבע כדי לחיות עמו בהרמוניה. בדברם על חוקים התכוונו בני האסכולה להשפעתם הסדירה של כוכבי השמים על המתרחש בארץ, מתחת לגלגל הירח, ועל ההרמוניה המתקיימת בין שני תחומי הקוסמוס. הם האמינו אפוא שהמפתח להרמוניה בין האדם ליקום טמון בהשגת ידע אסטרונומי.

הפילוסופים הסטואים גרסו שהישות המאפשרת את הארגון באובייקטים מורכבים היא הפנאומה. הוגי הסטואה ראו את הפנאומה כישות חומרית המורכבת מן היסודות אוויר ואש, היסודות הקלים והעדינים. היא מתפשטת באופן מתמשך דרך חלקיו של הגוף המאורגן, מאחדת את היסודות הכבדים – מים ועפר – שמהם מורכבים כל הגופים שבטבע, והופכת אותם לישויות לכידות.

הפנאומה משמשת בסיס להרמוניה בין חומרי היסוד שבטבע, ומאחר ש לדעת אריסטו היא מסבירה את המאפיינים הייחודיים של היצורים החיים, היא מייצגת את **עקרון החיים**, הלא הוא הנפש. אלא שאריסטו ראה את הפנאומה כאיכות המייחדת את בעלי החיים משאר הישויות שבטבע, ואילו בני אסכולת הסטואה ראו את הפנאומה כאיכות המאפיינת את הקוסמוס כולו (שנתפס כזכור כישות אורגניזמית). הפנאומה הקוסמית הזאת, **רוח העולם**, נחשבה כמקור לפנאומה האינדיווידואלית של הישים השונים בעולם, ולכן כל האובייקטים שבטבע, אורגניים ואי-אורגניים, נחשבו לחיים.<sup>33</sup>

<sup>32</sup> אלכסנדר מוקדון היה תלמידו של אריסטו לפני שיצא למסע הכיבושים שלו.

<sup>33</sup> על-פי הסטואה, "רוח העולם" מורכבת מאש לבדה, ואילו הפנאומה של ישים אינדיווידואליים מורכבת כאמור מאש ומאוויר.

הפנאומה – רוח העולם – יצרה את הקשר הברור שבין השמים לארץ ובין המקרוקוסמוס למיקרוקוסמוס. ייחוס הנפש לטבע כולו מסמך מעבר מהתפיסה הוויטליסטית האורגניזמית שייצג אריסטו לתפיסה **אָנִימִיסְטִית**.<sup>34</sup> התפיסה הוויטליסטית האורגניזמית ראתה את האורגניזם כמטפורה לקוסמוס המאורגן והמשתנה בשאיפה להגשמה תכליתית, אך סברה שלקוסמוס – בשונה מהאורגניזם – אין נפש. לעומתה, התפיסה האנימיסטית ראתה את הקוסמוס כיש אורגני בעל נפש חיה ממש.

### 2.3.1 עמדתו של גלנוס: פילוסופיה רפואית מייצגת

**גָלְנוֹס** (Galen, 200-130 B.C.) היה רופא יווני שהשפיע השפעה מכרעת על הרפואה והאנטומיה במשך כ-1800 שנה. הוא טען שהידע מצטבר, והטמיע במשנתו את תורותיהם של **הִיפּוֹקְרָטֵס** (Hippocrates, המאה ה-5 לפסה"נ) ושל אריסטו. בהיותו רופאו של קיסר רומא, **מָרְקוּס אֶאֱוֶרְלִיּוּס** (Marcus Aurelius, 180-121 B.C.), שהיה אחד ההוגים הסטואיים הגדולים, הושפע גלנוס מן הפילוסופיה הסטואית, והשפעה זו מיוצגת במשנתו הפיזיולוגית. תורתו הונצחה במורשת התרבותית של ימי הביניים, ככל הנראה בזכות הכמות העצומה של חיבוריו. מכל מקום, עובדה זו כשלעצמה תרמה לביסוסן של תפיסות אריסטוטליות וסטואיות בדורות שאחריו.

כמו אריסטו היה גם גלנוס חוקר בגישה אמפירית, והסתמך במידה רבה על תצפיות ועל נתיחות. אנטומיה הייתה אחד מעיסוקיו המרכזיים, אך משום שנאסר עליו לנתח גופות של בני אדם, ניסה להקיש על מבנה הגוף האנושי מנתיחת בעלי חיים, בעיקר קופים וחזירים, בהנחה שגופם אינו שונה עקרונית מגוף האדם. הוא עבד גמנתח של גלדיאטורים, וגם ההתנסות הזאת הקנתה לו כמה מידיעותיו באנטומיה. חיבורו החשוב והמשפיע ביותר על הדורות שאחריו נקרא על **תועלת חלקי גוף האדם**. בחיבור זה תיאר כל חלק ואיבר, והסביר איך הוא בנוי באופן שישמש את מטרתו המיוחדת. בתיאוריה האנטומית-פיזיולוגית שלו על מחזור הדם ניכרות השפעות אריסטוטליות וסטואיות.

גלנוס הבחין בין שלוש דרגות של הנפש, הפנאומה: **נפש טבעית** – מקומה בכבד ותפקידה להזין את הגוף לצורך גידולו; **נפש ויטלית** – מקומה בלב; ו**נפש חיה** או **אנימלית** – מקומה במוח. גלנוס האמין שהנפש האחרונה מתפשטת בכל הגוף דרך צינורות חלולים של עצבים, ובאמצעות תהליך של משיכה (אטרקציה) משרה בחלקי הגוף תחושתיות ותנועה. לא קשה לזהות את מקורותיה האריסטוטליים של תפיסת הנפש הגלנית: הנפש הטבעית לדידו מקבילה לנפש המזינה של אריסטו, הנפש הוויטלית מקבילה לפנאומה האריסטוטלית, ואילו הנפש החיה מקבילה לנפש התחושתית (ראה להלן). גלנוס ראה היררכיה בין שלושת חלקי הנפש האלה: הנפש הוויטלית משמשת עיקרון (arche)<sup>35</sup> של הנפש החיה, וזו משמשת עיקרון לגוף.

34 המושג אנימיזם מקורו במילה anima – נפש בלטינית; המילה animal היא למעשה תרגום של "בעל נפש".

35 מתקופתו של גלנוס ועד לרנסאנס תורגמה המילה היוונית arche ל"עיקרון" (principle).



בדומה לסטואים האמין גלנוס שהנפש האנושית מקורה ב"רוח העולם", וכי ברמה האנושית הפנאומה היא הנושאת אותה. גלנוס הניח שהפנאומה נכנסת לגוף באמצעות פעולת הנשימה, ומתערבת בדם המיוצר בכבד מן המזון. כשהיא נישאת עם זרם הדם במצב של נפש טבעית, היא מזינה את חלקי הגוף ומסלקת את הפסולת הנוצרת בהן. הדם עתיר הפסולת מגיע דרך הוורידים אל החדר הימני של הלב. משם הוא עובר אל הריאות, ובתוכן הוא מזדקק מן הפסולת שהצטברה בו, וממשיך בדרכו בחזרה לכבד. מנה קטנה של דם עוברת ישירות מן החדר הימני של הלב אל החדר השמאלי דרך נקבים זעירים ובלתי נראים. מנה זו מתערבת שם עם אוויר הבא ישירות מן הריאות כדי ליצור נפש ויטלית הנחוצה לחיים עצמם, ונפש זו מגיעה עם הדם הזורם בעורקים אל כל חלקי הגוף. טרנספורמציה ברמה הגבוהה ביותר מתרחשת בדם בהגיעו למוח, במקום שבו הנפש האנימלית עוברת תהליך מיוחד בבואה במגע עם העצבים.

תורת הנפש האריסטוטלית זכתה כאן לפיתוח אנטומי ופיזיולוגי מפורט יותר משל אריסטו עצמו, אך הפיתוח הזה הסתמך במידה רבה על אותם עקרונות: תפיסת עולמו של גלנוס היא תכליתית, כפי שניתן לראות מכותרת חיבורו, על תועלת חלקי גוף האדם. לדוגמה, הוא הניח שהמזון המגיע לכבד מן המעיים הופך לדם הזורם לכל מקום בגוף כדי לסייע לגדילתם ולהתפתחותם של האיברים השונים. הריאות משמשות דרכי מעבר ל"רוח העולם", הנכנסת אל הגוף ויוצאת ממנו.

למרות הדמיון הרב, חשוב להצביע על הבדלים חשובים בין אריסטו לגלנוס, ולהבליט את ההשפעות הסטואיות על אופן חשיבתו. כזכור, הסטואים ייחסו את מקור הנפש החיה האינדיווידואלית ל"רוח העולם", ומזה משתמעת הפרדה בין הנפש לגוף. זהו שינוי משמעותי מגישתו של אריסטו, שראה את הנפש כהיבט של החומר וכבלתי נפרדת ממנו. ומאחר שמדובר בישויות נפרדות, חייבים להסביר את האינטראקציות שבין הנפש לגוף באופן סיבתי. תפיסה זו החליפה את תפיסת אריסטו, שראה את היחסים שבין הנפש לגוף כשרשרת היפעלויות של החומר על-ידי צורותיו המהוות היבטים מסוימים שלו. התפיסה הסטואית החדשה משתקפת בכמה אופנים בתורתו הפיזיולוגית של גלנוס:

א. אריסטו ראה את הפנאומה כהיבט מסוים של הנפש התחושתית-תנועתית, זה המאפשר את פעולת היצר או הרצון, שהם מאפיינים מנטליים, על הגוף. לעומתו הבחין גלנוס בין הנפש התנועתית ("הנפש הוויטלית") לנפש התחושתית ("הנפש החיה") ברמה הפיזיולוגית והתפקודית כאחת. הוא מיקם את מקור הנפש הוויטלית בלב ואת מקור הנפש החיה במוח, ובזה הבחין בין ההיבט הגופני להיבט המנטלי של התחושה-תנועה, אותה הבחנה שאריסטו עשה מאמץ כה גדול לבטלה בצאתו מנקודת מבט הילומורפית. מכיוון שכך, נדרש גלנוס לתת הסבר סיבתי לאופן שפעילות מנטלית גורמת שינויים גופניים. לשם כך הוא הציע מודל של "השפעות", שעל-פיו הנפש האנימלית גורמת תחושה ותנועה בגוף באמצעות משיכה.

ב. גלנוס הסביר את מיזוגה של הנפש הבאה מבחוץ עם הגוף ואת השפעתה עליו באמצעות מעברה בצינורות הדם ובצינורות החלולים של העצבים. אמנם הוא הצהיר שהנפש האנימלית היא מקור הנפש הוויטלית, ושזו האחרונה היא מקור הנפש הטבעית (או הגוף), אבל התיאור

הפיזיולוגי שלו אינו עולה בקנה אחד עם קביעה זו. התמורות שעוברת הפנאומה במהלך המסלול שהיא עושה בגוף אמנם משפיעות על הגוף, אך לא פחות מכך גם מושפעות ממנו. אריסטו, לעומתו, הקפיד לתאר שרשרת היפעלויות לינארית שמקורה בנפש וסופה בגוף.

ההיבטים החדשים בתורתו הפיזיולוגית של גלנוס ביטאו נקודת מפנה חשובה במערכת היחסים שבין הגוף לנפש, והייתה לכך השלכה בהמשך.

גלנוס אימץ את תורת ארבע הליחות של היפוקרטס. על סמך ארבעת היסודות של אמפדוקלס פיתח היפוקרטס, עוד לפני אריסטו, תורה המבוססת על ארבע ליחות (או מרות) המרכיבות את גוף האדם: מרה שחורה (גלגול של אדמה), מרה צהובה (גלגול של אוויר), מרה לבנה (גלגול של מים) ומרה אדומה, הדם (גלגול של אש). כל אחת מארבע הליחות הללו מושפעת כמובן מן האיכויות המתאימות (קור, חום, יובש ולחות). סוד הבריאות הטובה והמזג הנוח והמאוזן טמון באיזון נכון בין ארבע הליחות. הפרת אותו איזון עדין מתבטאת במחלה ומשפיעה על המזג: אדם ששולטת בו המרה השחורה נוטה לדיכאון (melancholic); אדם הנשלט על-ידי המרה הצהובה הוא מהיר חימה (choleric); מי ששולטת בו המרה הלבנה הוא איטי ואדיש (phlegmatic); ומי ששולט בו הדם הוא חם-מזג ואוהב חיים (sanguine). הייתה זאת תפיסה פסיכוסומטית של מחלות, וממנה נגזר שכדי לרפא את החולה, יש להשיב על כנו את האיזון שבין הליחות בגופו. גלנוס נהג לעשות זאת באמצעות שיקויי צמחים.

הנה כי כן, הפילוסופיה הרפואית נגזרה במידה רבה מתפיסת העולם האריסטוטלית והשתלבה בה, ומאחר שהרפואה היא תחום מעשי מבוקש, נעשתה התפיסה האריסטוטלית פופולרית ביותר ברחבי העולם המוסלמי, היהודי והנוצרי מאז שקיעת תרבות העת העתיקה. השינוי שעשו הסטואים בתורת הנפשות של אריסטו הקל עליה להיקלט בדוגמה התיאולוגית הנוצרית, כפי שנראה בפרק הבא. הפנאומה תורגמה למונח הלטיני spiritus, ונתפסה בה כנפש לא חומרית של העולם, הנכנסת אל האורגניזם עם לידתו ועוזבת אותו עם מיתתו כדי להצטרף למאגר השמימי של הנפשות. על-פי הדוגמה הנוצרית, הנפש היא האחראית על כלל הפעולות המנטליות והרגשיות של האדם. הנפש האחראית על תפקודי החיים קיבלה את השם anima, וההיבט השלישי של היצור החי – הגוף עצמו – נקרא soma.

### 3. תיאולוגיה ופילוסופיית הטבע ב"ממלכת" הנצרות מתחילתה ועד שלהי ימי הביניים

#### 3.1 התבססות הכנסייה בימי הביניים המוקדמים

##### 3.1.1 צעדיהם הראשונים של הנוצרים בעולם פגאני ופולריסטי

במאות ה-1 עד ה-3 לספירה נהו תושבי הפרובינציות של האימפריה הרומית אחר כתות ואמונות רבות; ואחת מהן הייתה הנצרות, שנוסדה באותה תקופה. דת המדינה הייתה כזכור הדת היוונית של אלי האולימפוס, אבל שליטי האימפריה גילו סובלנות כלפי הדתות והמסורות של העמים שהיו נתונים לשלטונם. אחד הטעמים למדיניות זו היה החשש, שאם ינסו לעקור אמונות ופולחנים מושרשים, עלול הדבר לערער את נאמנותם של הנתינים החדשים לשלטון. טעם אחר היה היסוד הפוליטי-איסטי של האמונה היוונית, שאפשר לאלים ואלילים רבים "לשלוט בעולם" זה בצד זה, כל אחד ואחת בתחומו, על טקסיו ופולחניו.

סובלנותם של הרומאים אפשרה לאמונות השונות להשפיע זו על זו, ועם הזמן אף נוספו לאלי האולימפוס המסורתיים עוד אלים מן המזרח הקרוב והרחוק. בהקשר לאחרונים התפתחו באימפריה הרומית, החל ממחצית המאה ה-2, כתות מסתורין שקיימו פולחנים שלא עמדו בסתירה לפולחן המדינה. בין היתר עבדו את האלים המצרים אֵיסיס ואוסיריס, אלי יוון דֶמֶטֶר ודִיוֹנִיסוֹס, מיתרֶס מן המסורת האירנית-ההודית, קִיבְּלָה החתית ותמוז הכנעני. המקור המשותף לכל אותם פולחנים היה מיתוס על אלים שמתו וקמו לתחייה, שהיה נפוץ במזרח והתקשר למחזוריות החקלאית.

בקרב המשכילים רווחה תפיסה מורכבת יותר של האלוהות; בהשפעת האסכולות הפילוסופיות של התקופה האמינו רובם בקיומו של אל עליון אחד, שהוא מקור החיים וסדרי היקום. את האלים המסורתיים הם תפסו כהתגלמות היבטים שונים של אותו אל עליון, או כישויות נחותות הכפופות לו. במאה ה-2 חיפשו משכילים ובורים כאחד קשר אישי יותר עם האלוהות והסברים רוחניים לחוויה הדתית.

גם האמונה היהודית על פולחנה, על אף התנגדותה לפגאניות, נהנתה מן הסובלנות הרומית בזכות היותה דת עתיקה ומכובדת. לעומתה הייתה הנצרות דת חדשה עם מסר חד-משמעי, ולפיו מצויה באמתחתה האמת האחת והיחידה – זו של המשיח הצלוב – והיא אמורה להחליף כל אמת אחרת. כדי למצוא מסילות ללבו של קהל המאזינים, ניסו הנוצרים הראשונים לדבר אל העם בשפה המוכרת לו. לפיכך השתדלו לקשור את המיתוס הנוצרי על האל שירד מן השמים, התגשם כאדם, נצלב ועתיד לחזור אל האדמה באחרית הימים, עם המיתוסים המסורתיים הדומים לו.

בפנותם אל השכבה המשכילה ואל הפילוסופים ניסו הנוצרים הראשונים להלביש את אמונתם בלבוש פילוסופי רווח. בסופו של הפרק הקודם ראינו כיצד השתמשו לצורך זה בתפיסות הפילוסופיות הסטואיות. על-פי סיפור הבריאה המופיע בטימאיוס, האל הוא יש אידיאלי, מופשט מבחינה פילוסופית, מושלם ולכן מסתפק בעצמו; אך אותו אל החליט בטובו לברוא עולם ועשה זאת בהכניסו שכל לתוך נשמה ונשמה לתוך גוף, שהוא החומר ההילי, הקדמון.<sup>36</sup>

פילוסופים יוונים פגאניים שפעלו באלכסנדריה מיזגו תפיסות אפלטוניות עם מרכיבים מתפיסות העולם המיסטיות ההרמטיות (ראה להלן) והפיתגוראית<sup>37</sup> לכלל תפיסה אחת, וקראו לה "ניאו-אפלטוניזם". אחד ההוגים החשובים שפיתחו תורה זו היה **פלוטינוס האלכסנדרוני** (Plotinus, 205-270).

על-פי התזה של פלוטינוס, העיקרון הראשוני (האל או האלוהות)<sup>38</sup> הוא אחד ואינסופי. הוא נמצא מעל ל"יש" ול"טוב", הגם שלעתים הוא מזוהה עם הטוב. הוא פועל ויוצר ללא הפוגה בלי שהוא עצמו יעבור השתנות, תנועה או התמעטות. האלוהות מתבטאת בכל דבר בעולם, אבל הישים המואצלים<sup>39</sup> מן האלוהות אינם זהים לה: שלמותם הולכת ופוחתת ככל שהם מתרחקים ממנה, אף-על-פי שכולם עשויים בצלמה.

שרשרת ההאצלה של פלוטינוס היא זו: מן העיקרון הראשון שופע השכל (לוגוס, logos), שהוא העתק מושלם של "האחד" – האל. השכל הוא אידיאה, הוא הדרגה העליונה ביותר שהאדם יכול להגיע אליה. הנפש שאינה גשמית עשויה בצלמו של השכל, ומתייחסת אליו כיחס השכל לאל. היא נמצאת בתווך בין השכל לעולם התופעות: מוארת באורו של השכל אך בה בעת נתונה במגע עם העולם. הנפש נוטה להתאחד עם העולם הגשמי; היא מסוגלת להישמע לשכל או לנטות אחר החושים ולאבד את עצמה בתוך המוגבל והסופי. היא מניע ומונע גם יחד, ומולידה את העולם הגשמי. עם זאת, יש לה חלק בנפש העולם, ולכן היא שייכת לעולם התבונה ומסוגלת לחזור אל השכל ולזכות בהארה. כדי להגיע לאל, ל"טוב" העליון, לא די במחשבה בלבד; הכרתו אפשרית

36 רעיונותיו של אפלטון לגבי האל ובריאת העולם, שבאו לידי ביטוי בדיאלוג טימאיוס, יושבו עם סיפור הבריאה המקראי על-ידי הוגה תיאולוגי בשם אוגוסטין הקדוש (Saint Augustin 354-430), שנודעה לו השפעה עמוקה וארוכת טווח על הדוגמה הנוצרית.

37 הפיתגוראים היו תלמידיו של פיתגורס מסאמוס, שחי במאה ה-6 לפסה"נ (וטבע את "משפט פיתגורס" הידוע בגיאומטריה); הם הקימו כת פילוסופית מיסטית, שהשפיעה עמוקות על הפוליטיקה ביוון באותה תקופה. הפיתגוראים האמינו כי הנשמה, שמקורה אלוהי, מתגלגלת בגופם של בני אדם, חיות וצמחים. בכוחה של הנשמה לחזור למקורה הנעלה, אבל לשם כך צריך האדם לשמור על טוהר גופו, לקיים מצוות ואיסורים ולחיות באַסְקֵטיות (סגפנות) גמורה. עיקר הטיהור יושג באמצעות לימוד ועיון, מתמטי בעיקרו, שכן הפיתגוראים האמינו כי העולם מיוסד על המספר ועל היחסים שבין מספרים, ופיתחו תורה המעמידה את תופעות הטבע על המספרים ומייחסת להם את ההרמוניה המתגלית בתופעות.

38 "העיקרון הראשוני" הוא מושג הדומה במשמעותו ל"מניע הבלתי מונע" של אריסטו. ה"צורה" האריסטוטלית התגלגלה במהלך הדורות ב"עיקרון" (principle), המעצב את מה שנמצא מתחתיו ברמות ההיררכיה.

39 הַאֲצֵלָה פירושה היווצרותן של דרגות הַיְשׁוּת השונות ממקור ההויה האחד באמצעות נביעה הכרחית ואל-זמנית (בהבחנה מבריאה יש מאין בנקודה מסוימת בזמן); כל אחת מדרגות הַיְשׁוּת הנובעת אפוא מן המקור הראשוני. בלועזית: אַמְנֵצִיָה; מונח מקביל בקבלה ובפילוסופיה היהודית: אצילות.

רק במצב של פסיביות מוחלטת, כאשר הנפש מבודדת את עצמה ונמצאת במצב של ריכוז עצמי מלא.<sup>40</sup>

תפיסה ניאו-אפלטונית זו של האל עלתה בקנה אחד עם תפיסת האל המקראי, אשר צר צורות בתוהו באמצעות אקט הבריאה (שבא לידי ביטוי בדיבור האלוהי), וגם עם בריאת האדם בצלם אלוהים באמצעות האצלת "נשמה" או "נפש".

התיאולוג הנוצרי ויקטוריוס גיוס מְרִיוס נחשב לבעל התרומה המכרעת ל"ניצור" הניאו-אפלטוניזם – כלומר, הכללתו בדוגמה הנוצרית. בלבושה הנוצרי תפסה הדוקטרינה הניאו-אפלטונית את האל כ"אחד" הנצחי והבלתי-מוגבל, ה"שכל" קיבל מעמד של spiritus (רוח), ה"נפש" – מעמד של anima ו"הגוף" – מעמד של soma.<sup>41</sup> הרוח נחשבה לישות בת-אלמוות המקשרת בין האל לאדם ומייצגת את היסוד התבוני שבו. באשר לבעלי החיים, הם נחשבו למשוללי רוח, ולנפשם (anima) נועד התפקיד לפקח ישירות על תחושותיהם ועל תנועתם. הצמחים נתפסו כבעלי נפש מזינה ומתְּרָבָה בלבד. עקבות הנפש האריסטוטלית ניכרים כאן.

לנוצרים דוברי הלטינית הייתה גישה לכתבים לטיניים בלבד. בנוסף לטימאיוס של אפלטון ולכתבים ניאו-אפלטוניים, תורגמו ללטינית רק חיבורים מעטים של גלנוס, והם שימשו אפוא יסוד לפרדיגמה הרפואית ששלטה ברחבי ממלכת הנצרות (וגם מחוצה לה) עד המאה ה-16. כתבי גלנוס נחשבו לסמכות בכל הנוגע לרפואה, ורופאים נהגו על-פי ההוראות המפורטות בכתביו בלי לחקור, לבדוק ולבצע תצפיות או ניסויים בבעלי חיים או בחולים.

### 3.1.2 מלחמתה של האמת המונותאיסטית האחת במתנגדיה מחוץ ומבית

מתחילת דרכם האמינו הנוצרים שכשם שישנה אמת אחת ויחידה, יש גם אל אחד ויחיד. הנצרות הקדומה ניסתה להתחפש בדמות דתות ואמונות מקובלות, אך – כאמור – פסלה את דת אלי האולימפוס ואת כתות המסתורין. היא הייתה מוכנה לפרש ולשנות את האמונות הרווחות כדי שיתאימו לאמונותיה, אך בשום פנים ואופן לא קיבלה את הדברים כפשוטם.

<sup>40</sup> התפיסה הניאו-אפלטונית שלטה במאות ה-3 עד ה-6 לספירה. היא התחדשה בתקופת הרנסאנס, ואז הודגשו היבטיה המאגיים. הפילוסופים האנגלים בני המאה ה-17 הדגישו את היבטיה התבוניים.

<sup>41</sup> כאשר מושג "מקבל מעמד", הוא נכלל בתזה רחבה יותר ונעשה חלק ממנה. לשם כך עליו לעבור שינוי משמעותי. הנפש (psyche) של אריסטו היא צורה (חלק בלתי נפרד) של הגוף ומאפיינת (בהיבטים מסוימים) גם צמחים ובעלי חיים. הנפש הנוצרית anima מאפיינת רק את האדם ומואצלת לו על-ידי האל. פירוש הדבר שאין היא היבט של הגוף אלא משהו נפרד ממנו, בן-אלמוות. אפשר אולי להקביל אותה לנפש החושבת האריסטוטלית, אבל גם זאת בעירבון מוגבל, שכן לדעת אריסטו גם הנפש הזאת יכולה להתממש רק באמצעות האדם השלם. לא כך על-פי התפיסה הנוצרית, המעניקה לנפש קיום אוטונומי. גוף האדם לא נזכר במפורש אצל פלוטינוס, אבל נזכר בו עולם החומר הארצי, שגוף האדם הוא חלק ממנו.

המסר של הנצרות האורתודוקסית מיסודו של פאולוס<sup>42</sup> היה זה: החטא הקדמון, האכילה מעץ הדעת, ביטא את מרדנותו של אדם הראשון כלפי האל, והטיל דופי מוסרי בכל יוצאי חלציו. הוא מקור הרוע והסבל עלי אדמות, ובעטיו ראויים כל בני האדם לרשת גיהנום לאחר מותם ולהיות לדיראון עולם. ישו, שהוא פן של האל, התגשם בבשר ודם וירד אל האדמה כדי למות בייסורים על הצלב ולכפר בסבלו על חטאו של המין האנושי. העובדה שנעלם מקברו שלושה ימים לאחר שנקבר, והתגלה לחבריו השליחים, היא ההוכחה הניצחת שהוא אכן האל המשיח. המפתח הבלעדי לגאולתם של בני אדם נבחרים טמון בנכונותם להאמין באלוהותו של ישו ובכפרתו על אותו חטא, ובנכונותם לקבל את חסדו – כלומר, לדבוק בנצרות.

הנצרות האורתודוקסית דרשה ממאמיניה מחויבות מוחלטת מבחינת האמונה, הפולחן וההתנהגות המוסרית, ויצאה נגד מנהגים שרווחו בחברה הלא-נוצרית, כגון הומוסקסואליות, ניאוף וגירושין. עקב התנגדותם של הנוצרים לדת השלטת החלו השלטונות במאה ה-3 לרדוף אותם קשות, והרדיפות הסתיימו במקרים רבים במותם של קדושים-מעונים (מרטירים), שהעדיפו למות על קידוש דתם מאשר להציל את חייהם על-ידי כניעה והפניית עורף לאמונתם.

בשיא תקופת הרדיפות לא מילאו הנוצרים את תפקיד הנרדף בלבד, אלא ניהלו בעצמם רדיפות נגד זרמי אמונה שהתפשטו באותה תקופה, ואשר היו קרובים לנצרות האורתודוקסית אך חלקו עליה בנוגע למידת אחריותו של האדם למעשיו. הסכנה החמורה ביותר נשקפה לנצרות האורתודוקסית מן הזרם האריאני, שחלק עליה בסוגיית אלוהותו וטבעו של ישו, ודחה את רעיון השילוש הקדוש.

לתקופת הרדיפות הקשה בא הקץ בשנת 312, כשעלה קונסטנטינוס לשלטון, כבש את רומא והיה לקיסר החלק המערבי של האימפריה. קונסטנטינוס האמין שניצחונו בקרב בא לו מפני שקיים צו שנצטווה בחלום – להטביע את אות צלב בכל אחד מלוחמיו. ניצחונו היה בעיניו הוכחה חותכת לאמיתותה של הדת הנוצרית. בעקבותיו הפך למגן הנצרות והכתיר אותה לדת המדינה תוך דחיקתן של הדתות האחרות. כעבור זמן השתלט קונסטנטינוס גם על חלקה המזרחי של האימפריה, לאחר שהביס קיסרים מתחרים, ונעשה לקיסר היחיד של האימפריה, שנהפכה שנהפכה לקיסרות הביזנטית. קונסטנטינוס הגדול עסק מאז ואילך בניית עיר הבירה קונסטנטינופול, שהייתה שאותה קבע לבירתה החדשה והנוצרית של הקיסרות, ובחידוש אחדותה של הנצרות תוך קביעתהגדרת "הדעה הנכונה" ועיקרי האמונה הנוצרית ותוך דיכוי האריאניזם.<sup>43</sup>

משנעשתה הנצרות הדת השלטת, התפנו הנוצרים לחזק את אחיזתם בלב המאמינים, והפכו את מות הקדושים – שִׁנְפוֹץ בתקופת הרדיפות נגדם – למיתוס פולחני. הם הפיצו בקרב העם הפשוט

42 פאולוס (Paulus), שאול הטרסי, הוא בן הדור השני של השליחים; הוא היה הראשון שקרא להפנות את בשורתו של ישו אל כל העמים ולא רק אל היהודים, כפי שביקש ישו.

43 בתקופה המדוברת היו לקיסרות הביזנטית חמישה פטריארכים, והם שישבו באלכסנדריה, בירושלים, באנטיוכיה, בקונסטנטינופול וברומא.

את האמונה שהקדושים מסוגלים לחולל נסים, וכי שרידי עצמות, מלבושים או כלים של קדוש זה או אחר, שנמצאו בכנסייתה של קהילה כלשהי, הם ערובה להתרחשותם של נסים שייטיבו את גורלם. אמונה זו חוללה סחר פרוץ בשרידי קדושים, וזה תרם מצדו לביסוסה של אותה אמונה בקרב הציבור הרחב והנבער.

### 3.1.3 נפילת האימפריה הרומית, התבססות המשטר הפיאודלי והתחזקות הכנסייה

באמצע המאה ה-4 החלה באסיה ובאירופה נדידת עמים רבתי, ובעקבותיה התנפלו שבטים גרמאנים ברבריים על חלקה המערבי של האימפריה וקעקעו אותה. האימפריה התפוררה בהדרגה, ועמה שקעה גם תרבות העולם העתיק. עם שקיעתה נגרם לכנסייה משבר קשה, שלוה במחלוקות רבות. בסופו היא התחלקה לשני חלקים: החלק המזרחי נשלט על-ידי הפטריארכיה של קונסטנטינופול, והמערבי – על-ידי הפטריארכיה שברומא. מכאן ואילך יתמקדו הדיון בתולדותיה של הנצרות במערב אירופה.

הקיסרות הריכוזית וארגונה נעלמו, והשטחים שהיו בשלטונה התחלקו עתה למחוזות ולחבלי ארץ מצומצמים ומפורדים יחסית, כל אחד תחת מרותו של מלך אחר. גם הערים הלכו והצטמקו, ואת מקומן תפסה תרבות חקלאית. החוקים שחוקק השלטון הרומי איבדו את תוקפם ולא נאכפו עוד, ועקב כך ניטלה ההגנה מן התושבים והמלכים.

כדי לפתור את בעיית הביטחון האישי, החלו המלכים למסור חלקות קרקע גדולות (פאודום) לידי אצילים בתמורה להתחייבות מצדם לשמש להם צבא ולתמוך בהם בעניינים פנימיים. כל אציל שהיה נתון ישירות למרותו של שליט גבוה ממנו במדרג נעשה באותו אופן אדון לאצילים נחותים ממנו. כך יצר לעצמו כל אדון, באמצעות התחייבות חוזית, צבא אצילים היררכי שהיה נתון למרותו. בתחתית המדרג ניצבו הפועלים החקלאיים והאריסים, שגם זכויותיהם וחובותיהם הוגדרו ועוגנו באמצעות הסכמים. כך נוצרה **החברה הפיאודלית** – חברה שפערי המעמדות בה גדולים והסטטוס של חבריה קבוע. ההסכמים שבהם עוגן המבנה הזה הבטיחו את חירותם היחסית של הצדדים הנוגעים בדבר.

הכנסייה ניצלה את העדר השלטון הריכוזי, והציעה למאמיניה לחסות בצלה של מטרייה אמונית מאוחדת. כמו כן דאגה להגדיל את מספרם של המאמינים ככל שיכלה. ראשית, יצאה למסע שנועד לנצח את השבטים הברבריים שהצטרפו לאוכלוסייה. וכיוון שהיו בורים ועמי ארצות, הציעה להם אמונה חלופית, שלעתים קרובות לא נבדלה כלל מאמונתם המסורתית: שמות האלילים הפגאניים שעבדו הוחלפו בשמותיהם של קדושים נוצריים, וגם חגיהם וטקסיהם האליליים קיבלו שמות נוצריים. הכנסייה העדיפה להרחיב את תחום שלטונה באופן כמותי במקום לשפר את איכות האמונה; לפיכך הציגה לקהל מאמיניה דרישות מזעריות, ואפשרה להם להמשיך ולקיים פולחנים פגאניים במסווה נוצרי, ובלבד שיקבלו על עצמם את מרותה.<sup>44</sup>

44 דוגמה לפולחן פגאני שהנצרות אימצה הוא המנהג שרווח באירופה בתקופת החורף, לצאת ליערות ולתלות על העצים קישוטים כדי לרצות את האלים שיעזרו לבני האדם לשרוד את החורף הקשה. מנהג זה הוא המקור לאשוח של חג המולד, שמכניסים הביתה ותולים עליו קישוטים ומנורות. מהסיבה הזאת גם שונה מועד הולדתו של ישו, שחל ביוני (בקיץ), והועתק לדצמבר (בחורף). (יוסף ומריה מנצרת שהו בבית לחם בגלל מפקד האוכלוסין

עם זאת, המסר שהעבירה הכנסייה למאמיניה החדשים העניק פשר ומשמעות לחיים הקשים שהיו מנת חלקם של רוב בני האדם באותם הימים, ולכן היה בו ממד של נחמה: לאדם יש היסטוריה – היה לו עבר וצפוי לו עתיד. העבר החל עם בריאת אדם וחווה ושהותם בגן העדן, המשיך בחטא הקדמון, בגירוש מגן העדן ובמניעת הגאולה, והסתיים עם הופעתו של ישו עלי אדמות וצליבתו – שכיפרה על אותו חטא קדמון. ישו אפשר אפוא בעיקרון את העתיד, את גאולתם של המאמינים. העתיד יתממש ביום הדין, שבו יתגלה ישו המשיח שנית, החוטאים ייענשו לתמיד והמאמינים יזכו בחסותו לחיי אושר בעולם הזה. את חייו של המאמין, קשים ככל שיהיו, הציגה הכנסייה כתקופת מעבר אל חיי נצח, שעשויים להיות טובים לאין שיעור מחיי העולם הזה אם אך יקיים המאמין כמה דרישות שיבטיחו את גאולתו. הגאולה מותנית באופן מוחלט באמונה בישו ובכפרתו, ואמונה זו חייבת להתבטא בשישה סקֶרְמֶנְטִים (sacraments) – טקסים דתיים – שהכנסייה מעניקה למאמיניה ומחייבת אותם להשתתף בהם: טבילה, וידוי, נישואין, מיסה<sup>45</sup> וקבורה נוצרית. הגאולה אפשרית אך ורק במסגרת הכנסייה.

כדי לממש את את שלטונה על המאמינים הנתונים למרותה, הקימה הכנסייה היררכיה של אנשי דת: כמרים, בישופים וארכיבישופים, ולכל תפקיד דרגות משנה. הדרג הנמוך בהיררכיה, הכומר, בא במגע ישיר עם קהל המאמינים. תפקידם הרשמי של הדרגים הגבוהים היה להעניק לאותם מאמינים את הסקרמנטים. מעבר לתפקיד זה הם עסקו בביסוס מעמדה הפוליטי של הכנסייה כנגד המלכים שעמדו בראש השלטון החילוני. בשל העדר הריכוזיות נאלצה הכנסייה לנהל מאבקי כוח עם כמה שליטים במקביל. בסופו של דבר היא נחלה ניצחון באירופה המערבית (מערבה לאיטליה), ויסדה שם את הכנסייה הקתולית בראשותו של האפיפיור, שהגדיר את עצמו כנציגו של פטרוס הקדוש עלי אדמות. מאחר שהכנסייה הקתולית הייתה ריכוזית ובעלת כוח רב, בניגוד לשלטון החילוני, היא כונתה "ממלכה נוצרית".<sup>46</sup>

### 3.1.4 יחסי דת ופילוסופיה בימי הביניים המוקדמים

ראינו שהכנסייה ביססה את יחסו של האדם לאלוהים בעיקר על אמונה מיסטית המושתתת על סיפורי נסים, אמונות תפלות וטקסים פגאניים בלבוש נוצרי. הדבר התאפשר מפני שאוכלוסיית המאמינים רובה ככולה (לרבות האצילים הפיאודליים) הייתה משוללת השכלה. לא נעשו ניסיונות לשכנע את הקהל הפוטנציאלי להאמין באמצעות השכל. ביטוי ליחס הזה ניתן לראות בדברי אוגוסטין הקדוש: "אין כל צורך להזדעק אם המאמין הנוצרי יהיה בור באשר לכוחם ולמספרם של היסודות... די לו לנוצרי שיאמין כי הסיבה היחידה של כל הדברים הנבראים [...] היא טובו של הבורא." (Lindberg, 1986, p. 31).

שערכו הרומאים באותה שנה, ובגללו חויבו התושבים לחזור למקומות מושבם המקוריים. המפקד נערך תמיד בקיץ, כדי להקל על האנשים את התנועה ממקום למקום.)

45 מיסה (לטינית: missa) הטקס הדתי המרכזי בכנסייה הרומית-קתולית, הנערך לזכר סעודתו האחרונה של ישו עלי אדמות. במהלכו מחלקים למתפללים לחם ויין, המסמלים את גופו ודמו של ישו.

46 לעומת זאת, באירופה המזרחית (מיוון ומזרחה) נחלה הכנסייה מפלה מידי השליטים החילוניים. הכנסייה המזרחית הביזנטית הייתה כפופה לשליטים החילוניים עד שהטורקים כבשו את ביזנטיון במאה ה-15.



בימי הביניים המוקדמים התקיימו מוסדות השכלה רק במנזרים, ולפיכך מנתה שכבת המשכילים אנשי כנסייה בלבד. חלק מן המשמשים בקודש הקדישו את מרצם וזמנם לעיון בסוגיות תיאולוגיות, במטרה לגבש דוקטרינה לשיפור היחסים שבין האדם לאל ולגאולת הנפש בעולם הבא. העיון בפילוסופיית הטבע נחשב בעיני הכנסייה לעיסוק משני לכל היותר.

בעת העתיקה חוברו כתבים פילוסופיים רבים ומגוונים; רק מעטים מן הטקסטים הללו תורגמו ללטינית בראשית ימיה של הכנסייה. חלק הארי של המורשת התרבותית מן התקופה שלפני הנצרות לא הגיע אפוא לידי הכנסייה אלא בימי הביניים המאוחרים. מבין אותם טקסטים שכן תורגמו, בררה הכנסייה בקפדנות והתירה רק את אלה שתוכנם התיישב עם ה"אמת" של כתבי הקודש. מסיבות אלה הייתה התיאולוגיה עד אז חסינה באופן יחסי מהשפעת הפילוסופיות של העת העתיקה.

עיון שכלתני בשאלות תיאולוגיות נעשה נפוץ משלהי המאה ה-8 ואילך. הסוגיות המרכזיות שאנשי הדת עסקו בהן נֶסְבוּ על מאפייני האל: חכמתו, היותו כל-יכול, נצחיותו, טובו וכיו"ב. הלימוד והעיסוק בסוגיות פילוסופיות ותיאולוגיות במטרה ליישב ביניהן היה עיוני גרידא, והסתמך על הכתובים ועל פירושים בכלים לוגיים דדוקטיביים. צורת לימוד זו נקראה סְכוּלְסְטִיקָה, והיא הונהגה במהלך ימי הביניים ונחשבה לשיטת הדיון המרכזית בשאלות תיאולוגיות ופילוסופיות. כדוגמה לכך ניתן להביא את עמדתו של הפילוסוף והתיאולוג הצרפתי פייר אָבֵּלְרֵ (Pierre Abailard, 1019-1142), שנחשב לגדול הסכולסטיקנים. הוא כתב חיבור בשם Sic et non (כן ולא), שנועד לסלק את הסתירות מן האמונה. לדעתו, ייתכן שתוכן האמונה מנוגד לניסיון וחורג מדרך הטבע, אבל לא ייתכן שהוא מנוגד להיגיון. אין אפוא צורך להשתית את האמונה על האמת האמפירית אלא על התקפות הלוגית של מסקנות הנובעות מטעונונים המופיעים בכתבים קדושים (ואשר על כן נחשבים אמיתיים).

הטקסט העיקרי שעליו התבססו שאלות האמונה היה כמובן כתבי הקודש: התנ"ך והברית החדשה. כתבי הקודש דנים בחלקם הגדול ביחסים שבין האדם לאל. כשיש בהם התייחסות לטבע, היא נועדה בעיקר להדגים לקורא את כוחו הבלתי מוגבל של האל ואת התערבותו העל-טבעית במאורעות הרגילים (כגון בריאת העולם, המבול, חורבן סדום ועמורה וקריעת ים סוף – בברית הישנה; נס היין, נס הדגים וההליכה על המים – בברית החדשה). ואכן, הטקסטים הללו, המדגישים את ההיבט הנסי של האמונה, נוצלו כדי לחזק את אמונתו של האדם בכוחו הבלתי מוגבל של האל.

### 3.1.5 התפתחויות טכנולוגיות, גידול דמוגרפי ורפורמה בכנסייה

במאה ה-7 התרחשה באירופה מהפכה חקלאית, שבמסגרתה החלו להשתמש בצפון אירופה במחרשת ברזל כבדה הרתומה לשמונה שוורים (במקום במחרשת עץ). השימוש במחרשה זו ייעל ופישט את עבודת החריש. החל מן המאה ה-8 הונהג בחקלאות מחזור זריעה שנתי, שהביא

לניצול יעיל יותר של הקרקע. בהמשך הוחלף השור בסוס הזריז ממנו, וברגלי הסוס נקבעו פרסות ברזל. עקב כך גדלו שטחי העיבוד והיבולים במידה משמעותית, ואפשרו להזין יותר פיות. השימוש בשמונה שוורים להפעלת המחרשה הצריך שיתוף פעולה בין האיכרים והגביר את הלכידות החברתית. באותו הזמן התפתחה גם טחנת קמח המונעת על-ידי זרימת מים ואינה מצריכה עבודה של בני אדם או בהמות. הודות לכל אותם שכלולים השתפר המצב הכלכלי באירופה, ואוכלוסייתה גדלה ב-90% בין המאה ה-10 למאה ה-13.

אפשר בהחלט שהיה זה השיפור במצבה הכלכלי של האוכלוסייה שהביא במאה ה-11 לדרישה גוברת לרפורמה באמונה מצד שכבות אוכלוסייה שלא נמנו עם אנשי הכנסייה, כאשר יש קמח, מתפנה הראש לעסוק גם בענייני תורה ואמונה. המאמינים טענו כלפי הכנסייה שפרנסיה עסוקים בעיקר בעניינים פוליטיים ובצבירת עצמה כלכלית, ומזניחים את האמונה האמורה להיות תכליתם העיקרית. הם דרשו מאנשי הממסד הדתי רמה מוסרית משופרת והתנהגות ההולמת את מעמדם ותפקידם. בעקבות הרפורמה הזאת נוסדו מסדרים שנועדו לדאוג לענייני האמונה של חבריהם, ומסגרות חדשות של נזירות ממוסדת הכשירו את חניכהן לספק שירותים רוחניים למאמינים הפשוטים. הרפורמה הביאה להתחזקות האמונה, ועדיין התמקד עיקר הדיון באמונה ביחסים שבין האדם לאל.

הכנסייה ניצלה את ההתעוררות הרוחנית כדי להשתלט גם על האבירים הפיאודליים, שהיו עסוקים במלחמות בינם לבין עצמם ולא התעניינו בנושאים רוחניים. היא תיעלה את האנרגיות האלימות של האצילים נגד מטרה ראויה – הכופרים המוסלמים ששלטו בירושלים ובארץ הקודש כולה. במאה ה-11 החלו מסעי הצלב, והם כוונו לא רק נגד הכופרים המוסלמים אלא גם נגד מינים מבית.<sup>47</sup> הכנסייה רתמה לצרכיה את האלימות והמלחמה, ואלה היו אמורות לחזק את האמונה ואת הנאמנות, ואגב כך גם להרחיב את גבולות ממלכת הנצרות.

### 3.1.6 השפעת המורשת ההלניסטית על תרבות האסלאם

מיעוט התרגומים של טקסטים יווניים ללטינית מנע כאמור השפעות פילוסופיות אפשריות של תרבות העת העתיקה על תפיסת העולם הנוצרית. לעומת זאת, בעולם המוסלמי, שהשתלט במאה ה-8 על המזרח התיכון, על מצרים ועל צפון אפריקה היה המצב שונה. במהלך השנים שלאחר ההשתלטות תרגמו פילוסופים ערבים טקסטים רבים של פילוסופיה יוונית, שייצגו תפיסות ניאו-אפלטוניות, אריסטוטליות והרמטיות, פירשו אותם מחדש וביססו עליהם את האסטרונומיה, את הרפואה ואת הפילוסופיה.<sup>48</sup> האסלאם נעשה מרכז ללימוד התפיסות הפילוסופיות המיסטיות שמקורן הלניסטי.

47 "מין" הוא אדם שהוטבל לנצרות, אבל החזיק בעמדות חריגות שלא היו מקובלות על הכנסייה. "כופר" הוא אדם שלא הוטבל לנצרות (יהודי או מוסלמי).

48 גם הוגים יהודים שחיו תחת שלטון האיסלם הושפעו מן הפילוסופיה ההלניסטית. החשוב שבהם היה הרמב"ם.

תחום פילוסופי מרכזי שהפילוסופים המוסלמים עסקו בו היה **אלכימיה**.<sup>49</sup> על אף שמקורות האלכימיה אינם יווניים דווקא, הטמיעו בה אנשי ההגות והרופאים המוסלמים עקרונות אריסטוטליים וגלניים. החשוב שבהם הוא עקרון הגלגול (טרנספורמציה) של ארבעת חומרי היסוד באמצעות שינוי האיכויות המעצבות אותם. במאה ה-8 נוספו אליהם שבע מתכות היסוד: זהב, כסף, כספית, נחושת, ברזל, בדיל ועופרת. האמונה בעקרון הטרנספורמציה הביאה את העוסקים בתחום להניח שאפשר להפוך את המתכות הפשוטות, כמו ברזל ונחושת, למתכות יקרות כגון כסף וזהב, באמצעות שינויים באיכויות המרכיבות אותן. האלכימאים האמינו שהאיכויות "חום" ו"קור" מאפיינות את שטח פני המתכת, ואילו האיכויות "לחות" ו"יובש" מאפיינות את פנימיותה. הם הניחו שהעלאת האיכויות הפנימיות אל פני השטח תביא להשגת המטרה הנכספת – דהיינו, יצירת כסף וזהב ממתכות פשוטות. כמו כן האמינו שאיכויות מיוחדות – שכונו "כספית", "גפרית" ו"מלח" – מעצבות את צורתיהן (מהותן) של המתכות השונות על-פי היחסים שביניהן, וכי יחסים מושלמים בין האיכויות השונות יקנו למתכת איכות של זהב.

מאחר שהאלכימאים לא הצליחו להשיג את מטרתם בשיטות הרגילות, הם החלו להאמין שהדבר מותנה בהשפעתו של חומר מסתורי מיוחד, אשר הכנתו והשימוש בו מצריכים הכשרה מיוחדת וידיעת סודות מסוימים בעולם הטבע והרוח. ההיבט המאגי של העיסוק באלכימיה הושפע מכמה זרמים מיסטיים דתיים – ניאואפלטוני וניאואפיתגוראי. האיכות שתגרום לשינוי המיוחד זכתה לשמות רבים ושונים, כגון "אבן החכמים", "אבן הפילוסופים", "אבן אש" וכו', והחיפוש אחריה נעשה היעד המבוקש של האלכימאים. שם אחר של אותה ישות מסתורית – "סם החיים" (elixirium vitae) – ניתן לה בשל האמונה שהיא מסוגלת להפוך חומר דומם לחומר חי הלוקח חלק בתהליכים כגון היריון, לידה, גידול וצמיחה, מחלה ומוות. מתפיסה זו נבעה האמונה שהמתכות עשויות לשמש אמצעי ריפוי בצד תמציות הצמחים ששימשו ברפואה הגלנית.

בהשפעת פילוסופיית הסטואה הדגישו הפילוסופים של האסלאם את טבעו האנימיסטי של הקוסמוס. לפי אנלוגיית המקרוקוסמוס-מיקרוקוסמוס האמינו האלכימאים המוסלמים שהפיכתן של מתכות פשוטות לזהב היא אנלוגית לפיתוח האישיות. ההתפתחות הפילוסופית והתרבותית בממלכת האסלאם הייתה עתידה להשפיע על הנצרות רק במאה ה-12, כפי שנראה להלן.

## 3.2 מהפכים בחברה ובכנסייה בשלהי ימי הביניים

### 3.2.1 התפתחות האוניברסיטאות

השיפור במצב הכלכלי באירופה הביא להתחזקות הערים ולעליית המעמד הבינוני מקרב בני המעמד הנמוך שעסקו באומנות ובמסחר. עם התפתחות התאגידים העירוניים התפתחו במהלך

49 אלכימיה = אֶל – ה' הידיעה (ערבית) + chyma – נוזל (יוונית) = הכימיה.

המאה ה-12 באופן הדרגתי גם אוניברסיטאות (בלטינית: התאגדות) – אגודות של מורים, תלמידים או מורים ותלמידים כאחד. רבות מהן התפתחו מבתי ספר שליד מנזרים וכנסיות. התפתחות האוניברסיטאות זכתה לעידודם של האפיפיורים ושל הרשויות החילוניות גם יחד. באירופה קמו שני מרכזים חשובים: בבולוניה שבאיטליה התפתחו לימודי המשפטים, ובפריז – לימודי הפילוסופיה והתיאולוגיה. אוניברסיטאות נוספות הוקמו בערים סְלֶרְנו ונפולי שבאיטליה; מונפֶלְיֶה, אורְלֶאן וטולוז שבצרפת; אוקספורד וקיימברידג' שבאנגליה וסלמנקה שבספרד. רובן, לרבות אוניברסיטת פריז, הוקמו ונהלו בחסות הכנסייה, ואוכלוסייתן נמנתה רשמית עם הכמורה. לעומתן, אוניברסיטת בולוניה הייתה חילונית, ומוריה ותלמידיה לא היו כמרים. הלימודים המתקדמים באוניברסיטאות הללו כללו אמנויות, משפטים, תיאולוגיה ורפואה.

מציאות חדשה נוצרה באירופה במאה ה-12: הודות להתפתחות הערים, המסחר ומרכזי ההשכלה האוניברסיטאיים, התהדק המגע בין חלקי אירופה השונים ובין אירופה לעולם האסלאם ולביזנטיון, והמשכילים האירופים נחשפו לידע שהתפתח בתרבות האסלאם. עקב כך גברו ההתעניינות והרצון לרכוש ידע במדעי הטבע, במתמטיקה, ברפואה ובאלכימיה; והפילוסופים חיפשו מתודולוגיה הגיונית ליצירת המבנה הדוגמטי של האמונה הנוצרית. אנשי התקופה שאפו לרכז ולגבש את הידע בכל התחומים, ולהציג בצורה שיטתית הן את החוק והן את עיקרי האמונה. האוניברסיטאות ענו על הצרכים האלה.

### 3.2.2 התפיסה האריסטוטלית מוטמעת בתיאולוגיה הנוצרית

בעקבות המגעים שנוצרו עם העולם המוסלמי, הוצפה אירופה בתרגומים של כתבים פילוסופיים מן העת העתיקה מערבית ללטינית, בליווי פרשנותם. מן החשובים ורבי השפעה שבהם היו כתבי אריסטו, שעסקו בפילוסופיית הטבע, בלוגיקה ובמטפיזיקה וקיבלו פרשנות מוסלמית. תפיסת העולם הניאו-אפלטונית שנגזרה מטימאיוס פינתה את מקומה לקוסמולוגיה האריסטוטלית, וזו עיצבה את תמונת העולם בימי הביניים המאוחרים.

הצורך להתמודד מבחינה תיאולוגית עם החומר הפילוסופי העצום בכמותו ובאיכותו הביא להטיית מרכז הכובד העיוני משאלות של יחסי האל והאדם לשאלות של יחסי האל והטבע, ולראשונה נעשתה הבחנה בין סוגיות תיאולוגיות משני הסוגים. המאפיין האלוהי שזכה לתשומת לב מוגברת בימי הביניים המאוחרים היה האל כבורא על חשבון האל כמשגיח וכגואל. מראשית המאה ה-13 עד המאה ה-16 (כ-300 שנה), התבססה תכנית הלימודים המדעית של האוניברסיטאות על פילוסופיית הטבע ועל הלוגיקה של אריסטו.

לפי הקוסמולוגיה האריסטוטלית, הארץ – מוקד כל החולף והמתהווה – נמצאת במרכז הקוסמוס, והשמים – המושלמים, הטהורים והבלתי משתנים לנצח – מקיפים אותה. מבחינות מסוימות תאמה קוסמולוגיה זו את התפיסה התיאולוגית שמיקמה את האל ואת העולם הבא בשמים, ואת האדם הבלתי יציב – בארץ. גם הסדר ההרמוני שהשתקף מתמונת העולם

האריסטוטלית התיישב היטב עם ההנחה שביסודו עומדת ישות בוראת עתירת חכמה. התמונה האריסטוטלית המסודרת של העולם בלטה עוד יותר לעומת תפיסת העולם האטומיסטית, שלפיה הסדר נוצר מתנועות אקראיות של אטומים, הנעים בריק אינסופי מאז ועדי עד. אין תמה אפוא שהכנסייה בימי הביניים דחתה את האטומיזם וראתה בו כפירה בעיקר. ואולם, גם הנחות מסוימות של הפילוסופיה האריסטוטלית גרמו לה קשיים תיאולוגיים לא מעטים. עיקר הקושי נבע מהמיזוג שעשה אריסטו בין האפשרי לקיים: הטבע כפוי מעצם ישותו להגשים במלואו את כל הפוטנציאל הגלום בו. במילים אחרות, בהעדר גורמים קונטינגנטיים המתערבים במהלך התקין של הדברים, אין בעיקרון שום מצב פוטנציאלי שאינו מתממש הלכה למעשה. מכאן נבעו כמה מסקנות:

- הקוסמוס האקטואלי הוא גם היחיד האפשרי באופן פוטנציאלי.
- המצב הקיים בפועל התקיים מאז ומעולם וימשיך להתקיים לנצח; מעולם לא אירע אקט של בריאה.
- תכלית הפעילות המחזורית בטבע אינהרנטית לו; הפונקציה היחידה של האל היא להיות המניע הבלתי מונע (הסיבה) של אותה פעילות.

מסקנות אלה לא עלו בקנה אחד עם דמות האל המונותאיסטי: צמצום יכולתו של האל לכלל סיבה תכליתית ופועלת למהלך הדברים ההכרחי – מבלי שתהיה לו יכולת בחירה, הכרעה או השפעה על המהלך הטבעי של הדברים – הייתה מנוגדת לחלוטין לתפיסה הנוצרית. זו התבססה כזכור על תמונת אל כל-יכול, המתערב באופן על-טבעי במהלך הדברים בעולם כל אימת שעולה הרצון מלפניו. גם ראיית האל כחלק מן הקוסמוס ולא כקודם לו בזמן ובמהות לא תאמה את התפיסה הנוצרית, וגרעה בצורה בלתי נסלחת מכוחו של האל, שהמושג **בורא** (Creator) נחשב לאחד מתארי המרכזיים.

בין שנראתה מושכת ובין שנתפסה כגורם המאיים על שלמות האמונה הנוצרית, לא היה אפשר להתעלם מהקוסמולוגיה האריסטוטלית, וההתמודדות עמה הציבה אתגר אינטלקטואלי עצום לתיאולוגים הנוצרים. התמודדות זו סללה את הדרך להטמעתה בדוגמה הכנסייתית, אך גם סיפקה את הטיעונים הסכולסטיים שגרמו בסופו של דבר נזק גדול לאותה דוגמה: עם התערערות הקוסמולוגיה האריסטוטלית במאה ה-16, ניחתה מכה קשה על הכנסייה שהפכה אותה לאחד מעיקרי האמונה הנוצרית.

הטמעתה של הפילוסופיה האריסטוטלית בדוגמה הנוצרית נזקפה בראש ובראשונה לזכותו של **תומס אַקווינַס** (Thomas Aquinas, 1225-1274), מגדולי התיאולוגים והפילוסופים הנוצרים בימי הביניים. שיטתו ההגותית נחשבה בעיני הכנסייה לסינתזה המושלמת ביותר של המחשבה הנוצרית. תומס הקדוש ראה בתיאולוגיה את המדע הנעלה ביותר בגלל הסתמכותה על ההתגלות האלוהית. ללא ההתגלות, טען, יהיו האמיתות הפילוסופיות בלתי שלמות ופגומות. עם זאת, אקווינס אימץ בהתלהבות רבה את הפילוסופיה, והעריך את אריסטו כגדול הפילוסופים מכיוון שהצליח להעפיל למרומי המחשבה האנושית ללא הסעד של ההתגלות. אקווינס טען שכאשר מבינים נכונה את הפילוסופיה, לא תיתכן סתירה בינה לבין התיאולוגיה האמונית. מכאן נובע

הצורך למצוא את הפרשנות הנכונה לכתבי אריסטו, זו אשר תעלה בקנה אחד עם התיאולוגיה. אמר ועשה. הפירוש שלו לתורת אריסטו ברוח התיאולוגיה הוא מלאכת מחשבת, שהפכה את המשנה האריסטוטלית לנכס צאן ברזל של התרבות המערבית למשך דורות.

בשאלת מקורם של היצורים האורגניים נתגלעה סתירה בין סיפור הבריאה התנ"כי לבין האמונה האריסטוטלית בדבר נצחיותם של העולם ושל מיני היצורים. תומס אקווינס שילב בין עקרונותיו של אוגוסטין הקדוש לאלה של אריסטו, וטען כי האל ברא כל מין כקבוע ונצחי. הוא הדגיש את מעורבותו הישירה של אלוהים בהיווצרותם של יצורים חיים, ובמיוחד של בעלי החיים המפותחים.

### 3.2.3 ביקורת פנימית על הנצרות האריסטוטלית

תומס אקווינס ראה את הפילוסופיה ככופה לאמונה, אך היו גם חוגים נוצריים שהטיפו לקבלת תורת אריסטו כפשוטה. האורתודוקסים השמרנים יצאו נגדם בחמת זעם, והוקיעו וביקרו קשות את צמצום יכולתו של האל בתמונת העולם האריסטוטלי. כדי לשמור על כל-יכולתו של האל, הפכו האורתודוקסים את הקוסמוס האריסטוטלי היחיד **בהכרח** לקוסמוס יחיד באופן **קונטינגנטי**: הם העניקו לאל את החירות העקרונית לברוא עולמות רבים ככל שיחפוץ ואת הזכות לעשות זאת שלא בכפוף לחוקי הטבע אלא לנקוט לשם כך התערבות נסית. במציאות שבה נאסרה כל פרשנות אסטרונומית שלא עלתה בקנה אחד עם הדוגמה הנוצרית, ערכו האורתודוקסים ניסויי מחשבה על יקום מרובה עולמות. את תפיסת הטבע של ריבוי עולמות ייצגו הוגים חשובים כ**ויליאם מאוקם** (William of Ockham, 1280-1349), **ג'ון בורידן** (John Buridan, 1295-1358) ו**ניקול מאורם** (Nicole d'Oresme, 1323-1382).

השקפה זו הייתה עלולה לערער את הקוסמומולוגיה האריסטוטלית, שכן תפיסתו התכליתית של אריסטו עמדה על קיומה של הארץ האחת במרכז הקוסמוס. כזכור, "הגופים הפשוטים" (דהיינו ארבעת היסודות האריסטוטליים) נוטים מטבעם לנוע לעבר מקומותיהם הטבעיים ביחס למרכז הקוסמוס, הלא הוא מרכז הארץ. תפיסה זו נועדה לתת בסיס פילוסופי לתופעות המוכרות מהניסיון, שמוצקים ונוזלים (אדמה ומים) נעים בקו ישר כלפי מטה – אל המרכז, ואילו גזים (אוויר) ואש נעים בקו ישר כלפי מעלה – מן המרכז. אם אין מרכז מוגדר, אי אפשר להסביר את חתירתם של ארבעת היסודות הללו אל מקומותיהם הטבעיים בקוסמוס. הנחת ריבוי העולמות לוותה מטבע הדברים באמונה באפשרות קיומו של ריק בין העולמות, וזאת בניגוד לתפיסה האריסטוטלית, שטענה כי הטבע סולד מן הריק.

לגבי סוגיית בריאת המינים, התיאולוגים פירשו את סיפור הבריאה ברוח הדברים שלעיל, כסדרה של מעשי נסים אלוהיים, וייחסו לאל כוח בלתי מוגבל ליצור התחלות חדשות של כל סוגי היצורים, ככל שיחפוץ. הרעיון האריסטוטלי בדבר ההיווצרות הספונטנית כביכול של יצורים חדשים קיבל אפוא פרשנות תיאולוגית של בריאה מחודשת, לא ספונטנית, אלא פרי התערבות אלוהית.

הביקורת שתוארה לעיל כלפי האריסטוטליות התפיסה האריסטוטלית התנהלה על-פי מיטב המסורת הסכולסטית: אפשר היה להניח כל הנחה, ולו הדמיונית ביותר, מבלי שתוכח אמיתותה באמצעות עימות עם התופעות; היא נבחנה אך ורק לפי כללי הדדוקציה.

#### 3.2.4 מעיון סכולסטי למחקר אמפירי

כנגד שיטת הביקורת הסכולסטית נשמעה הטענה, שמה שמכוון את המהלך התקין של האירועים בעולם אינו אירועים נסיים על-טבעיים אלא התופעות החוזרות ונשנות וחוקי הטבע הקבועים. ועל התופעות והחוקים הללו אפשר ללמוד לא מהעלאת רעיונות ספקולטיביים אלא מהתבוננות בטבע. בכך הוצעה חלופה לשיח הסכולסטי הדדוקטיבי המבוסס על הנחות שמקורן בטקסטים: **מחקר אמפירי** המחפש ביסוס בהתבוננות בטבע עצמו. השאלה מהי הדרך הלגיטימית להגיע אל האמת נעשתה אקטואלית לא פחות מן האמיתות שעמדו למבחן.<sup>50</sup>

השפעת הפילוסופיה על העיון התיאולוגי ניכרה גם בניסיון לתת פירוש מדעי, המתיישב עם חוקי הטבע, לסיפור בריאת העולם ולמאורעות יוצאי דופן אחרים המסופרים בתנ"ך. סוגיות תיאולוגיות נדונו בכלים היפותטיים ומתמטיים, והמתמטיקה שימשה בעיקר לעיון בשאלות על האינסוף. במאה ה-14 זכתה המתמטיקה ליישום כה רחב בסוגיות תיאולוגיות עד שהיה אפשר לטעון כי התיאולוגיה נהייתה מדע כמותי.

תחום פילוסופי-מעשי נוסף, שנגזר מבחינות מסוימות מתפיסת העולם האריסטוטלית, היה האלכימיה – שהגיעה אף היא הגיעה לאירופה באמצעות תרגום הכתבים הערביים ללטינית. הסכולסטיקאים הגדולים **אלברטוס מגנוס** (Albertus Magnus, 1208-1280), **רוג'ר בייקון** (Roger Bacon, 1241-1294) ותומס אקווינס חקרו בעיון את התרגומים הלטיניים של ספרי האלכימאים הערביים, והגיעו למסקנה שהאלכימיה עשויה לתת תוצאות ממשיות, אם כי יש להביא בחשבון גם אפשרות של אחיזת עיניים. האלכימיה שימשה תורה פילוסופית ותיאולוגית **אוקולטית**.<sup>51</sup> שלוש האיכויות "כספית", "גפרית" ו"מלח" נחשבו מקבילות לאיכויות הסטואיות ולישויות הנוצריות (ראה טבלה). זרמים דתיים וקבליים חלחלו עמוק לתוך ההגות האלכימית, והעבודה המחקרית הגדולה שנערכה במסגרתה נחוותה כהתנסות דתית.

50 משהוטה מרכז הכובד משאלות שעניינן יחסי האל והאדם לאלה שעניינם יחסי האל והטבע, נוצרה הבחנה בין שני תחומי עיון: התיאולוגיה הוסיפה לעסוק ביחסי האל והאדם, והפילוסופיה התמקדה ביחסי האל והטבע.

51 occultism (מלטינית: cultus, occulere) – לכסות, להסתיר; "תיאולוגיה אוקולטית" היא תורה דתית העוסקת בנסתר ובעל-טבעי, ומאמינה באפשרות להשפיע על האירועים בעולם באמצעים מאגיים שבהם מעורבים האל וישויות על-טבעיות נוספות.

ישות נוצרית	איכות סטואית	איכות אלכימית
spiritus	pneuma	כספית
anima	psuche	גפרית
corpus	soma	מלח

מלבד תחום עיסוק אזוטרי וסודי הייתה האלכימיה גם תחום דעת ניסויי, שהתבסס בראש ובראשונה על ניסויים שבוצעו במעבדה. אגב החיפוש אחר הסודות המסתוריים הומצאו שיטות ומכשירים לשקילה, לזיקוק ולעיבוד של חומרים שונים, ופותחו מתודות להפקתם. בעוד הנזירים עוסקים בספקולציות על יכולותיו העל-טבעיות של האל, השתמשו האלכימאים בידע שרכשו במטרה להשיג שליטה על הטבע באמצעים טבעיים ועל-טבעיים.

האלכימיה ביטאה אפוא תפיסה האנימיסטית של הטבע, וזו השתלבה היטב עם האמונה בהיווצרות ספונטנית של יצורים חיים מחומרי רקב וחום השמש. למרות סיפור הבריאה התנ"כי, לא העז איש לפקפק מבחינה תיאולוגית בעובדה שההיווצרות הספונטנית היא חלק מתופעות הטבע, שכן האל יצר חומר בעל כוחות פעילים המסוגלים להצמיח מעצמו חיים.

### 3.2.5 המאבק במינות

בעקבות התפתחות האוניברסיטאות והפלורליזם הפילוסופי שאפיין אותן, גדל מספר המשכילים בחברה; הכנסייה ראתה בכל אלה איום על סמכותה. חשיבה פורייה ותצפיות אמפיריות בטבע היו עלולות להוביל למסקנות שאינן עולות בקנה אחד עם הדוגמה הנוצרית. כל נוצרי שהשמיע דעות חריגות נחשב כאמור למין, והיה עליו להיענש עד שיחזור בו מסטייתו האמונית. למלחמה במינות היו שתי מטרות: לצאת למלחמת חורמה נגד פְּתוֹת נוצריות שכפרו בפרשנותה של הכנסייה לכתבי הקודש, ולשלוט באוכלוסייה הנוצרית באמצעות הטלת מורא.

במאות ה-11 וה-12 הסתפקה הכנסייה בהטלת עונשים כמו חרם ומניעת סקרמנטים, אבל במאה ה-13 התחזקה מגמת המינות עד כדי כך שהכנסייה ראתה לנכון לפתוח בהליכים אלימים כדי לשרשה. את המטרה הראשונה הגשימה באמצעות מלחמה ממוסדת: בשנת 1208 יצא מסע צלב מיוחד למלחמה בקתארים שחיו ופעלו בצרפת, והצליח להשמידם. מסעות צלב נוספים הצליחו לדכא תנועות מתבדלות אחרות. לשם המטרה השנייה יסדה הכנסייה את האינקוויזיציה הקדושה, שנועדה להגיע לכל קהילה וקהילה, לאסוף אינפורמציה באמצעות דיווחים והלשנות של חברה, ולערוך חקירה שתוביל את הנאשם במינות להודות באשמתו ולהתחרט. במהלך המאה החמירה הכנסייה את האמצעים שנקטה כדי להשיג הודאות מן הנאשמים, ועודדה שימוש בעינויים פיזיים; גם העונשים שהוטלו על הסרבנים נעשו אכזריים יותר – העלאה על המוקד.<sup>52</sup> מאחר שהכנסייה הגדירה כמינים רק נוצרים שהוטבלו, לא נועדה האינקוויזיציה

52 הכנסייה עצמה הופיעה בציבור כמי שנאסר עליו לשפוך דם או לגרום עינויים גופניים, ולכן היא מסרה את הקרבנות לרשויות החילוניות, בליווי צו אפיפיורי להוציא אל הפועל את גזרי הדין המתבקשים.



באופן רשמי לטפל בכופרים (מי שלא הוטבל לנצרות) – יהודים ומוסלמים. ואולם, מקרב קהילות של יהודים ולא-נוצרים אחרים שנוצרו ונטבלו בכפייה (האנוסים) טיפלה הכנסייה באותם אנשים שקיימו את פולחנם המקורי בסתר.

האמצעים שנקטה הכנסייה הניבו פרי, והיא שלטה באוכלוסייה שלטון ללא מצרים. במקביל ניהלה מאבק נגד השלטון החילוני, והעמידה אותו בצלה. מעולם לא הייתה הכנסייה כה חזקה, עשירה ומשכילה כפי שהייתה במאה ה-13.

### 3.2.6 ערעור סמכותה של הכנסייה

שלטונה המוחלט של הכנסייה התערער בשלהי המאה ה-13. הצרות באו מחוץ ומבית: במחצית המאה נכבשה ירושלים הצלבנית בידי המוסלמים, ובסופה נכשלו סופית מסעי הצלב, והמדינה הצלבנית נפלה בידי הממלוכים. במקביל תכפה והתחזקה הביקורת על האפיפיורים: במקום להיות מנהיגיו הרוחניים של העולם הנוצרי, הם נעשו שליטים מן השורה – אנשים הפועלים ממניעים תועלתניים ופוליטיים. מלחמות הצלבנים, השימוש התכוף בנשק חם, בחרם ובהדחה, והעושר העצום של הכנסייה – כל אלה חיזקו ואיששו את הטענות הללו. בתוך הכנסייה עצמה גברו המלחמות הפנימיות בין הקרדינלים, וכישלונות חוזרים בבחירת אפיפיור ראוי הביאו לתוהו ובוהו בממסד הכנסייתי. בתי המלוכה של אנגליה וצרפת, שהתחזקו מאוד באותה תקופה, ניצלו את המשבר העמוק בממסד הכנסייתי וכפו עליו את מרותם. כך איבדה הכנסייה את עליונותה על השלטון החילוני.

משלהי המאה ה-13 עד אמצע המאה ה-14 נקלעה אירופה למשבר חמור בגלל שרשרת אסונות טבע: בתחילה באו שיטפונות ובעטיים היו היבולים דלים שנה אחר שנה, והתוצאה – רעב כבד התפשט ביבשת. כעבור כמה עשרות שנים השתוללה מגפת דבר נוראה במשך חמש-עשרה שנה, והשמדה שליש מאוכלוסיית אירופה. כל אלה הפכו את קערת הרווחה החומרית על פיה.

תחילת המאה ה-14 הייתה אפוא תקופה גרועה לעם ולמוסד האפיפיור כאחד. ואולם, דווקא היחלשות הכנסייה הביאה לתחייתה של התפיסה ה**אנתרופוצנטרית** העתיקה, שהעמידה את האדם במרכז היקום – אחד ממאפייניו של ההומניזם (ראה להלן). במאה ה-15, עם ההתאוששות מן המשבר הכלכלי והדמוגרפי, החלה באיטליה תקופת הרנסאנס, שהתאפיינה בפריחת האמנויות ובהומניזם. על כס האפיפיור עלו פטרונים גדולים של האמנות, והם הקדישו את עיקר מרצם לטיפוחם של ציירים, פסלים ומשוררים.

המוסר הנוצרי והרוחניות היו מן האפיפיורים והלאה, ולא מעטים משליטי הכנסייה ניהלו חיי נהנתנות ופריצות. בשנת 1514 נזקק האפיפיור לֵיאֵו ה-10 לכסף כדי לסיים את בנייתה מחדש של כנסיית פטרוס הקדוש ברומא. לשם כך הכריז על **אינדולגנציה** – מכירת שטרי מחילה לכל המרבה במחיר. היה זה הקש ששבר את גב הגמל והוביל למרד נגד הכנסייה.

### 3.3 סיכום: מיחסי אל-אדם ליחסי אל-טבע – שינוי פילוסופי ומתודולוגי

במהלך ימי הביניים החליפה הנצרות בהדרגה את מגוון התפיסות הפגאניות, מורשת התרבות ההלניסטית, והשליטה תחתיהן תפיסת אמת שאין בלתה – זו של כתבי הקודש (הברית הישנה והחדשה) – על סיפורי הנסים שלה ועל בשורתה. נפילת האימפריה הרומית פוררה את השלטון החילוני, והקלה על השתלטות הנצרות הקתולית על אירופה המערבית כדת מאחדת המיועדת לכל אדם. באמצעות סיפור הנפילה, הכפרה, ההתגלות והגאולה הצפויה לעתיד לבוא, הביאה הכנסייה נחמה לקהל המאמינים והעניקה פשר ומשמעות לחיים הקשים שהיו מנת חלקם. כדי לטעת אמונה בלב צאן מרעיתה, נעזרה הכנסייה במידה רבה בסיפורי נסים ובאמונות תפלות. בצד הנחמות והסיפורים היה גם איום מוסווה – הגאולה אפשרית אך ורק במסגרת הכנסייה, המעניקה למאמיניה את הסקרמנטים הנחוצים. בראשית דרכה עסקה הכנסייה בעיקר בהבניית היחסים שבין האדם לאל, והקפידה לצייר דמות של אל משגיח וגואל תוך הזנחת ההיבט המשלים של האל – יחסיו עם הטבע כבורא. גם הדיון התיאולוגי הסכולסטי במנזרים נערך באותו קו.

במאה ה-8 השתלט האסלאם על מרכזי התרבות ההלניסטית שבאלכסנדריה, והחל להטמיע את מחשבת העת העתיקה ולנצלה לפיתוח המתמטיקה, הרפואה, האלכימיה והפילוסופיה. רבים מן הכתבים העתיקים תורגמו אז מיוונית לערבית. באותה עת התרחשה באירופה הפיאודלית מהפכה חקלאית שהביאה לפריחה כלכלית, לגידול דמוגרפי עצום, לייצוב השלטון החילוני ולהתפתחות מחודשת של הערים והמסחר. במאה ה-12 התבטאו שינויים אלה בהתפתחות אוניברסיטאות, ואלה שירתו בעיקר את אנשי הכמורה והמעמד הבינוני, שהיו צמאים להשכלה. התפתחות המסחר הביאה את אוכלוסיית הערים למגע עם המוסלמים, ועד מהרה הגיעו למערב תרגומים עשירים ומגוונים לערבית של חיבורים פילוסופיים מהתקופה ההלניסטית. החשובים שבהם היו כתבי אריסטו.

תרגום כתבי אריסטו ללטינית, ונכונותה של הכנסייה להכלילם בלימודי הפילוסופיה באוניברסיטאות, הניבו שינויים משמעותיים בתחומי העיון של התיאולוגיה, והיטו את מרכז הכובד שלה משאלות על יחסי האל והאדם לשאלות על יחסי האל והטבע. מהעיונות שתי השיטות הפילוסופיות החשובות – התיאולוגית והטבעית – ומהניסיון ליישב ביניהן, צמח פלורליזם של דעות ועמדות. שיטות החקירה השתנו: הגישה האמפירית שאפיינה את הרפואה ואת האלכימיה תפסה את מקומה בצד הסכולסטיקה הדוקטיבית, גישה מתמטית כמותית החליפה את הגישה האיכותית-סובסטנציאלית של אריסטו, והונחו היסודות למדע חדש, העתיד לתפוס, מן המאה ה-17 ואילך, את מקומה של פילוסופיית הטבע במתכונת שהכרנו עד כה.

ירידת קרנה של הכנסייה מן המאה ה-14 ואילך, ונהייתם של ראשיה אחר תענוגות העולם הזה (גופניים ואסתטיים כאחד), סללו אף הן את הדרך למהפכה אשר הולידה את התקופה המכונה "העת החדשה".

## 4. תערובת ישן וחדש בתקופת הרנסאנס

### 4.1 מבוא: תמורות תרבותיות ברנסאנס

#### 4.1.1 תחיית האמנויות וההומניזם והמסעות לגילוי העולם

בני תקופת הרנסאנס (מלטינית: renaissance – תחייה) נהגו לסמן גבול חד בין ימי הביניים לימינו, ולהציג את שתי התקופות כניגוד מוחלט: "חשכת" ימי הביניים לעומת "האור" ותחיית התרבות של הרנסאנס.<sup>53</sup> ואכן, תור הרנסאנס ו"תור הנאורות" שאחריה הצטיינו בתמורות תרבותיות, חברתיות, פוליטיות ודתיות מרחיקות לכת. ואולם, עיון מעמיק יותר בתפיסות העולם של בני התקופה מעלה, שמבחינות רבות נכון לראות את הרנסאנס כזמן מעבר בין ימי הביניים לעת החדשה. במהלך הרנסאנס נוצרה תמונת עולם חדשה במטרה גלויה להחליף ישן בחדש, אבל כל עוד לא הושלמה אותה תמונה לפרטיה, שימשו בה חדש וישן בערבוביה.

סימניו הראשונים של הרנסאנס הנצו באיטליה במאה ה-14. במהלך שתי המאות שלפני כן הלכו הערים האיטלקיות והתעצמו מבחינה כלכלית וצבאית על אף הקשיים הכלכליים ומגפת הדבר. לכל עיר היה מושל משלה, ולא היה שלטון מרכזי. בפירנצה, בירת חבל טוסקנה, תפסה את השלטון שושלת סוחרים ובנקאים עשירה בשם **דה-מדיצ'י** (De Medici). המשפחה תמכה בעם הפשוט במאבקיו נגד אצולת הממון, וסייעה לו לשפר את מצבו הכלכלי ולזקוף את קומתו. **קוזימו מדיצ'י** (Cosimo Medici, 1389-1464) היה הראשון מבני השושלת שטיפח את האמנות ונהיה פטרון לגדולי האמנים של התקופה. הוא הקים את הספרייה הציבורית הראשונה ואת האקדמיה האפלטונית בפירנצה, ויורשיו המשיכו ברוח אותה מסורת. כפי שכבר נוכחנו, האפיפיורים עצמם הושפעו מרוח התקופה והצטרפו לחיי הנהגות ולטיפוח האמנות. באווירה שנוצרה נחלש מאוד כוחה המוסרי של הכנסייה באיטליה בעיני השכבה המשכילה, וזו טיפחה יחס שלילי כלפי תמונת העולם הנוצרית. במיוחד התנגדו המשכילים לתפיסת "החטא הקדמון", שלפיה האדם הוא חוטא מטבעו ועל כן נמצא בשפל מוסרי וזקוק לחסד האל לשם גאולתו. לא פחות מכך נקעה נפשם של המשכילים משיטת הפלפול הסכולסטי שהייתה נהוגה באוניברסיטאות.

על רקע זה התפתחו **תפיסות הומניסטיות**; הן הופיעו לראשונה באיטליה במאה ה-14, ובמהלך המאה ה-15 וה-16 התפשטו לארצות צפון אירופה. תפיסות אלה העמידו את האדם במרכז העולם והשיבו לו את כבודו האבוד. כמקור השראה פנו המשכילים ההומניסטיים אל התקופה הקלסית של יוון ורומי, שאותה הם ראו כ"תור הזהב" של האנושות. בשאיפתם להחיות שוב את תור הזהב, הם פנו לכתבי העת העתיקה ותרגמו יצירות ספרות ופילוסופיה רבות ללשונות אירופה במטרה להפכן למופת ולמקור השראה. התנועה ההומניסטית שינתה את תכנית

53 אנשי הרנסאנס הם שטבעו את הכינוי "ימי הביניים"; לדידם אלף השנים שחלפו מן העת העתיקה ועד תקופתם היו חסרות חשיבות ונטולות התרחשויות ראויות לציון.

הלימודים באוניברסיטאות, והעמידה במרכז החינוך את הרטוריקה, הדקדוק, ההיסטוריה, השירה והפילוסופיה של המוסר.<sup>54</sup> הלימוד של כל אלה נשען על מורשת המקורות הקלאסיים. כתבי יד תורגמו מלטינית ללשונות הדיבור של הארצות השונות, כמו גרמנית וצרפתית. מהפכה רבתי חוללה טכניקת הדפוס, שהובאה מסין והוכנסה לאירופה במאה ה-15. השילוב של התרגום וההדפסה אפשרו להפיץ את הרעיונות ההומניסטיים ברחבי אירופה, ולהועידם לאנשים משכילים שלא היו בהכרח אנשי דת ולא למדו לטינית, לשם הרחבת השכלתם.

במקביל הביאה התפתחות המסחר לריבוי מסעות מעבר לים, ובספנות הוכנסו לשימוש אמצעי ניווט חדשים-ישנים: המצפן, האצטרולב ולוחות האפמרידים.<sup>55</sup> המכשירים הללו אפשרו את המסעות הגיאוגרפיים של המגלים הגדולים במהלך המאה ה-15. האיטלקי **וסקו דה גמה** (Vasco da Gama ?-1524) הקיף את אפריקה והגיע להודו בסוף המאה ה-15. **קריסטופר קולומבוס** (Cristobal Colon, 1451-1506), איטלקי אף הוא, יצא בחסות מלכי ספרד למסע מערבה במטרה להגיע להודו בלי להקיף את אפריקה; הוא הגיע ליבשת אמריקה אך לא ידע עד יום מותו שגילה יבשת חדשה. הפורטוגזי **פֶרְנָן מַגֶּלָן** (Fernand Magellan, 1480-1521) היה הספן הראשון שמצא מעבר מן האוקיינוס האטלנטי לאוקיינוס השקט, חצה את האוקיינוס השקט ובסופו של דבר הצליח להקיף את העולם. מן הנמנע להפריז בחשיבות המסעות הללו ובהשלכותיהם מרחיקות הלכת מן הבחינה הדתית, הפוליטית, הכלכלית, החברתית והמדעית. היריעה תקצר מלעסוק ברובן במסגרת זו, ואנו ניגע רק באחדות הנוגעות לענייננו.

#### 4.1.2 ערעור מעמדה של האמת הכנסייתית האחת

לכאורה לא איימו המסעות לגילוי העולם על הכנסייה; נהפוך הוא – הם זימנו לה אוכלוסיות חדשות שיכלה להמירם לנצרות ולפרוש עליהם את חסותה. ואולם, בעקבות המסעות התברר שתמונת העולם האריסטוטלית שהכנסייה אימצה כדוגמה רחוקה מלהיות נכונה. במהלך ימי הביניים הזדהתה הכנסייה עם האמת האחת הזאת. במסגרת העיון הסכולסטי היה מותר לערוך ויכוחים לוגיים ולהעלות בהם רעיונות שונים, אך אלה נבדקו ונבחנו בעין קפדנית; חלקם נדחו, ואלה שהתקבלו נעשו חלק מאותה אמת ולפיכך מזוהים עם הכנסייה. כך היה גם ביחס לתמונת העולם האריסטוטלית: אמת אחת, מעצם טיבה, אינה יכולה לסבול חלופות לצדה. תרבות הרנסאנס הייתה חלופה שכזו, ולכן נראתה בעיני הכנסייה כאיום רציני על מעמדה. תמונת העולם שנפרשה בפני כל בעקבות התגליות הגיאוגרפיות ערערה את תמונת הקוסמוס האריסטוטלי, ונמצאה אפוא מחלישה את סמכותה של הכנסייה שאימצה אותה כדוגמה. הנה כי כן, אותו מקור כוח, שביסס את שלטונה האבסולוטי של הכנסייה במשך מאות שנים, נעשה לה לרועץ.

54 תחומים אלה נקראים עד היום "מקצועות הומניסטיים".

55 הסינים השתמשו לראשונה במצפן במאה ה-11. אצטרולב הוא מכשיר למדידת גובה השמש מעל קו האופק. הוא הומצא כבר בעת העתיקה, והשתמשו בו החל מן המאה ה-2 לפסה"נ; לבני תקופת הרנסאנס הוא הגיע מן הערבים, ששכללוהו במאה ה-11 והשתמשו בו למדידות אסטרונומיות. אפמרידים הם לוחות שנה ובהם נתונים מפורטים על מצבם של כוכבים בעתיד ועל מועדיהם של ליקויי חמה ולבנה; הם פותחו במאה ה-15.

ההכרה באפשרות שתיתכן יותר מאמת אחת הייתה חייבת להתעכל לאטה כדי שהשלכותיה יגיעו למלוא עומקן והיקפן. בשלב הראשון, כפי שראינו, נתן הפלורליזם הכשר למרוד נגד המתודולוגיה הסכולסטית שהכתיבה מורשת ימי הביניים, ובמידת האפשר גם נגד ההנחה שהמטפיזיקה האריסטוטלית היא הדרך הלגיטימית הבלעדית לפרש את התופעות. את שיאו של המהפך הזה חולל **ניקולאוס קופרניקוס** (Nicoleus Copernicus, 1473-1543), שהציע תפיסת עולם **הליוצנטרית**<sup>56</sup> במקום התפיסה האריסטוטלית ה**גיאוצנטרית**. שינוי זה סימן את תחילתה של המהפכה המדעית, שהייתה עתידה לשנות את תמונת העולם, את המדע ובסופו של דבר גם את פני העולם עצמו. האסטרונומיה הייתה חוד החנית של השינוי, אך הוא ניכר גם בתחומי דעת אחרים.

הכנסייה עשתה כל שביכולתה כדי לחזור ולהשליט את סמכותה על המתמרדים נגדה, ולא בחלה באמצעים שעמדו לרשותה, כמו מוסד האינקוויזיציה, אבל הצלחתה הייתה חלקית בלבד. במקומות שבהם נחלשה השפעתה, גבר כוחו של החידוש. מכל מקום, המכה הניצחת שניחתה על הכנסייה באה מתוכה. בתגובה על שחיתות האפיפיורים, שהגיעה לשיאה עם מכירת האינדולגנציות, פרש הכומר הגרמני **מרטין לותר** (Martin Luther, 1483-1546) בשנת 1520 מן הכנסייה באקט של מחאה (protest), שעיקרו ערעור על סמכותה להכריע בענייני אמונה. בד בבד עם עזיבת הכנסייה יסד לותר זרם חלופי שנקרא **הזרם הפרוטסטנטי**. הוא שם לו למטרה לתקן (reform) את האמונה, ומכאן שמה של התנועה – **רפורמציה**. הפרוטסטנטיות התפשטה בתחילה בגרמניה, ומשהצטרפו אליו אנשי דת אחרים כמו **ג'ון קלווין** (John Calvin, 1509-1564) ו**אולריך צווינגלי** (Ulrich Zwingli, 1484-1531), התבססה גם בשווייץ, בהולנד, בסקנדינביה, בסקוטלנד ובמדינות נוספות. באנגליה ניצל המלך **הנרי השמיני** את חולשתו של האפיפיור, פרש מן הכנסייה הקתולית ויסד את **הכנסייה האנגליקנית** שבראשה עומד המלך. גם במסגרת כנסייה זו הייתה השפעת הפרוטסטנטיות הקלוויניסטית גדולה.

הזרם הפרוטסטנטי, שכפר כאמור בזכות הכנסייה לקבוע מסמרות בענייני אמונה, טען שהמאמין הנוצרי אינו זקוק לתיווך פרשני מִטֶעֶם כדי להגיע לאמת האמונית, ושכתבי הקודש פתוחים בפני כל אדם המבקש להכיר בגדולתו של האל. לראשונה יכלו להתקיים בתוך המסגרת הנוצרית הרחבה אמיתות חלופיות לאמת הכנסייתית האחת. בעצם ההכשר שנתנו הפרוטסטנטים למאמינים לפרש בעצמם את כתבי הקודש הם פתחו פתח לפלגנות. ואכן, עד מהרה התרבו הכתות והזרמים הפרוטסטנטיים, וההתפצלות נמשכה במהלך העת החדשה כולה. גם הכנסייה הקתולית השתנתה בתגובה לרפורמציה, והשינוי התבטא בין השאר בהיווצרות מסדרים חדשים, שכל אחד מהם פירש אחרת את כתבי הקודש. משנוצרה מציאות שהתקיימו בה פרשנויות שונות זו בצד זו, הלכה לעולמה האובייקטיביות, שנשענה בהכרח על ההנחה שיש רק אמת אחת. פרשנות היא פעולתו של הסובייקט המפרש, ולכן אינה יכולה לטעון לאובייקטיביות. דרך המוצא מן המצר הייתה לפנות אל הטבע הדובר בעובדות ולא במילים, בניסיון למצוא בו את האמת.

56 לפי התפיסה ההליוצנטרית השמש היא כוכב שבת ונמצאת במרכז הקוסמוס, ואילו הארץ היא כוכב לכת הסובב סביבה.

### 4.1.3 קריאה ב"ספר הטבע" כדרך בטוחה לגילוי האמת

הפרוטסטנטים פסלו אפוא מכל וכל את מתודת העיון הסכולסטי ועמה את הקביעה שהמפתח הבלעדי לגילוי האמת העליונה מצוי בכתבי הקודש. כחלופה לסכולסטיקה הם עודדו את המתודה האמפירית ואת חקר הטבע, באמונה שקריאת "ספר הטבע" – שנכתב על-ידי האל באמצעות אקט הבריאה וחוקי הטבע שחקק – היא דרך לגיטימית נוספת להגיע אל האמת (מלבד פרשנות הספרים הקדושים). אחד מראשי המטיפים נגד המסורת הכנסייתית שהייתה נהוגה באוניברסיטאות היה הפילוסוף האנגלי **פֶרְנַסִּיס בֵּיקוֹן** (Francis Bacon, 1561-1626). בחיבורו *Novum Organum* התווה מתודולוגיה אינדוקטיבית שיטתית לחקר הטבע; הוא האמין שאפשר לרכוש ידע על הטבע רק אם מתחקים אחר הסיבות לתופעות. בייקון ראה שתי מטרות עיקריות בחקר הטבע:

- קריאה ב"ספר הטבע" במטרה ללמוד מן הבריאה על גדולת הבורא.
- גילוי סודות הטבע כדי לרכוש ידע מדעי ולהשיג שליטה על הטבע, להגדלת רווחתו החומרית של האדם. לביטוי רעיון חשוב זה טבע בייקון את האמרה "ידע הוא כוח". בכך נתן אור ירוק למחקר מדעי יישומי, שהחליף במידה מכרעת את העיונים הפילוסופיים-תיאולוגיים העקרים של ימי הביניים.

השימוש במתודה האמפירית גרם כשלעצמו לגידול עצום בכמות המידע שעמד לרשות הפילוסופים. עליו נוסף הידע שהחל לזרום מאזורי העולם שנתגלו לבני אירופה המשכילים באותם הימים. התעורר צורך דחוף לסווג את הידע הרב ולמיינו, ואגב כך להחליט על אילו עקרונות מדעיים ראוי לבססו. הנטייה לדחות את הפרשנות הכנסייתית, שהייתה אריסטוטלית ביסודה, גרמה לפילוסופים לחפש הסברים חלופיים לתופעות טבע שונות. בעצם הערעור על בלעדיותה של הקוסמולוגיה האריסטוטלית כדרך לביאור התופעות, קועקעו יסודותיה של השיטה המאחדת מבחינה מטפיזית את הקיים עם האפשרי. הסדקים שנוצרו בה היו עתידים להביא בסופו של דבר לקריסתה ולהחלפתה בהדרגה בתפיסת עולם מכניסטית; אבל התהליך הושלם רק במחצית המאה ה-17.<sup>57</sup> בתקופת הביניים התקיימה תערובת של ישן וחדש.

## 4.2 האדם, הטבע והמדע בתקופת הרנסאנס

### 4.2.1 תערובת אנימיזם ומכניזם בתמונת העולם של הרנסאנס

תמונת הטבע של הרנסאנס הושפעה עמוקות מתפיסות מיסטיות שרווחו בעולם העתיק ונדעו לבני התקופה בזכות מפעלי התרגום של חיבורים מן העת העתיקה. התפיסה השלטת, שכונתה

<sup>57</sup> הפיזיקה הניוטוניאנית אמנם החליפה בשלהי המאה ה-17 את תמונת העולם האריסטוטלית האורגניזמית, והשליטה תחתיה תמונת עולם מכניסטית פרדיגמטית, אבל היא לא הצליחה לסלק לחלוטין את שרידי האריסטוטליות מן הכימיה, האלכימיה, הרפואה וחקר היצורים החיים. יתרה מזו, ניוטון עצמו עסק באלכימיה.

**הפילוסופיה הנטורליסטית של הרנסאנס**, הייתה ניאו-אפלטוניסטית בעיקרה. היא הדגישה את ההיבטים המאגיים של **התפיסה ההרמטית**, שהוטמעו בה בעקבות תרגום היצירה בת שמונה-עשר כרכים, *Corpus Hermeticum*, מיוונית ללטינית.<sup>58</sup>

אחד ההיבטים של ההרמטיציזם היה תפיסה אנימיסטית, שלפיה העולם הוא אורגניזם חי ונושם בפועל, ויש בו נשמה המטביעה צורות בחומר התת-ירחי באמצעות הכוכבים והפלנטות. נשמת העולם ממלאת את היקום כולו ויוצרת "ערוץ תקשורת" בין האדם האינדיווידואלי (המיקרוקוסמוס) לגרמי השמים (המקרוקוסמוס). באמצעות ערוץ זה יכול האדם להשפיע על הקוסמוס באמצעים מאגיים. אחת המטרות החשובות של האדם העוסק בכישוף (כדוגמת האלכימאי) הייתה לתקן "קלקולים" בעולם החומרי באמצעות הזנתו בנשמה (pneuma, spiritus) הבאה מעולמות עליונים. כוחות מאגיים של משיכה (אטרקציה) נחשבו לכוחות ויטליים שבאמצעותם אפשר להשפיע על כוכבי לכת ולכוון את השפעותיהם על הארץ. אמונה זו התבססה על ההנחה הניאו-אפלטונית שהנפש (anima) היא חוליית ביניים בין הגוף (soma) לרוח ולשכל (spiritus), ומסוגלת לתקשר עם שניהם. הנחה פילוסופית זו התבססה מצדה על ההשערה המטפיזית, שיחסי האל והטבע מאופיינים בהתערבות על-טבעית מתמדת באמצעות סוכנים על-טבעיים כגון נשמות, רוחות וכיו"ב. תפיסה פילוסופית זו, שהאדם (המיקרוקוסמוס) יכול להשפיע על המקרוקוסמוס, התיישבה היטב עם הגישה ההומניסטית, שהעמידה את האדם במרכז היקום.

תמונת עולם אנימיסטית-הרמטית זו מילאה תפקיד חשוב במחשבת הרנסאנס. אפילו פילוסופים וחוקרי טבע המסמלים בעינינו את החדשנות בהתגלמותה הושפעו מהשקפות הרמטיות. קופרניקוס, לדוגמה, בחר לבסס את ההיפותזה ההליוצנטרית שלו כך: "במרכז הכל דרה השמש. מי, במקדש נעלה זה, ימקם את האור במקום אחר או טוב יותר מאשר זה שממנו הוא יכול להאיר את כולו באופן סימולטני? לכן, אין בכך כל רע שאחדים מכנים אותה מאור העולם, אחרים – שכלו ואחרים – מושלו." [הרמס] טריסמגיסטוס קרא לה האל הנראה". (Debus, 1978, p. 82).

**ג'ורדנו ברונו** (Jordano Bruno, 1548-1600), אחד מתומכיו הנלהבים של קופרניקוס, ביסס את תמיכתו על אמונות הרמטיות. לדבריו, תנועת הארץ מסביב לשמים מעידה שהארץ חיה.<sup>59</sup> כך עשה גם **ויליאם גילברט** (William Gilbert, 1544-1603), שחקר את תכונותיה של האבן השואבת, הלא היא המגנט. המגנט הובא לעתים קרובות כדוגמה לפעולתן של ישויות על-טבעיות של סימפתיקה ואנטיפתיקה, שנתפסו כפועלות מרחוק, והשפעתן גורמת לגופים להתקרב או להתרחק זה מזה. אופן פעולתו של המגנט הוא דוגמה מצוינת לסוג זה של השפעות. לדעת גילברט, משיכת

58 המושג "תפיסה הרמטית" נגזר משם היצירה, שחברה ביוונית במצרים, כנראה במאה השנייה או הרביעית לספירה. מקורה באמונה שהיתה קשורה באל המצרי תחות שכונה "הֶרְמֵס טְרִיסְמֵגִיסְטוֹס" (Hermes Trismegistos) בעקבות זיהויו עם האל היווני הרמס. ה-*Corpus Hermeticus* יוחסה לתחות, והיא עוסקת באסטרולוגיה, במאגיה ובאלכימיה. האמונות הפילוסופיות של התורה ההרמטית הן: האלוהות בראה את הקוסמוס והיא מתגלית בו; האל הוא בלתי נודע ובלתי ניתן להשגה; המקום הטבעי שיועד לאדם הוא מעמד הביניים שבין הארצי והאלוהי, ולפיכך חטאו הקדמון הוא תשוקתו להתאחד עם החומר ולחלופין – להשתחרר ממנו ולהתאחד עם השמימי; השגת האל עשויה לבוא באמצעות הארה מיסטית; יש לגולל נשמות.

59 בניגוד לדעה המקובלת, שהכנסייה העלתה את ג'ורדנו ברונו על המוקד בשל דבקו בתפיסה ההליוצנטרית, הסיבה להעלאתו על המוקד הייתה אמונתו ההרמטית ועיסוקו בכישוף

המגנט או דחייתו מדגימה את פעולת **הכוח האנימיסטי** (anima motrix) הנוכח ביקום. הוא אמנם לא קיבל את תמונת העולם ההליוצנטרית של קופרניקוס, אך האמין שהארץ סובבת סביב צירה בזכות הכוח האנימיסטי הגלום בה בהיותה מגנט ענק.

גם האסטרונום הידוע **יוהנס קפלר** (Johannes Kepler, 1571-1630) טען שהפלנטות מוחזקות במסלוליהן באמצעות אותו כוח אנימיסטי הנובע מן השמש. אנליזה מתמטית של פעולת הכוח הזה הביאה את קפלר לניסוח החוק השני שלו, הקובע שהקו המחבר את כוכבי הלכת עם השמש עובר בזמנים שווים על פני שטחים שווים. חשוב לציין שאותה ישות אנימיסטית מסתורית קיבלה אצל קפלר ממדים כמותיים מדידים. בכך עשה קפלר צעד חשוב לקראת הפיכת הישויות האנימיסטיות ל"כוחות" שאפשר לנסחם ניסוח מתמטי במסגרת תפיסת עולם מכניסטית, כפי שניווכח בפרק הבא.

נטייתו של קפלר לבטא את ההרמוניה של הקוסמוס ביחסים מתמטיים לא הייתה זרה לפילוסופיית הטבע האנימיסטית שעיצבה את תפיסת עולמו. גם הגישות הניאו-אפלטוניות והפיתגוראית שמהם צמחה העמידו את היקום על יחסים מתמטיים והעניקו להם כוח מאגי. ההיבטים המאגיים דבקו באפלטוניות לקראת קצה של העת העתיקה. תפיסת העולם של אפלטון עצמו הייתה כזכור גיאומטרית, אך נקייה מהיבטים מאגיים.

בין אנשי הרנסאנס היו פילוסופים וחוקרי טבע שהעדיפו לאמץ היבטים מתמונת העולם האפלטוני המקורית. אחד החשובים שבהם היה **גליליאו גליליי** (Galileo Galilei, 1564-1642); הוא סבר, כאפלטון לפניו, שהאמת אינה מצויה בתופעות הנצפות אלא באידיאות מושלמות שרק השכל לבדו יכול לתפוסן, והתופעות החומריות החושיות אינן אלא צל חיוור שלהן. הממשות האידאית של העולם הייתה חייבת לדידו להיות מתמטית. אמונה זו הובילה את גליליאו להבחין בין איכויות ראשוניות של עצם – שנתפסו כאובייקטיביות, מתמטיות ובלתי משתנות, לבין איכויות משניות – שנחשבו סובייקטיביות, מוחשיות ובנות שינוי. הוא טען כי אף-על-פי שאנו חשים ישירות איכויות כמו טעם, ריח, צבע וקול, איכויות אלה אינן אלא אשליות שאפשר להסבירן באמצעות האיכויות הראשוניות – גודל, צורה, כמות ותנועה. האיכויות הראשוניות פועלות על החושים, ובדרך זו מעוררות את האשליות החושיות המתבטאות באיכויות המשניות.

אפלטון האמין שהאידיאות ניחנו בצורה גיאומטרית מושלמת, אך גליליאו העדיף לדבוק בתורה אחרת, שאף היא היתה מנוגדת להנחה האריסטוטלית שהאמת נמצאת בתופעות עצמן. הוא אימץ את האטומיזם, שאליו התוודע בעקבות תרגומי כתביהם של דמוקריטוס, לוקרציוס והוגים אטומיסטיים נוספים.

תחום המחקר המרכזי שגליליאו עסק בו היה כידוע תנועת הגופים. בניגוד לעיונים הפילוסופיים שהוצגו לעיל, היה זה מחקר אמפירי. גליליאו אימץ אמנם את תמונת העולם הקופרניקנית, אך



עולם המושגים והתפיסות שבתוכו ניסה לנווט את דרכו, בדומה לאחרים בני תקופתו, נשאר עדיין אריסטוטלי.<sup>60</sup> דוגמה לכך ניתן לראות בתורת התנועה שאימץ.

לפי תורת התנועה של אריסטו, גוף מבצע תנועה מאולצת רק כל עוד פועל עליו גורם חיצוני המניע אותו. על-פי תפיסה זו אי אפשר להסביר מדוע כדור הנורה מתותח ממשיך בתנועתו האופקית גם לאחר שהתותח הפסיק להשפיע עליו. בימי הביניים המאוחרים הוצע פתרון לסוגיה זו בדמות **תורת האימפֶטוס**, שלפיה גורם התנועה מעניק לגוף הנע "אימפֶטוס" – תנועה – הממשיך להניעו קדימה. לפי תפיסה זו התנועה היא מעין איכות שאפשר להקנותה לגוף עד שהיא נעשית מעין "צורה" שלו (במובנה האריסטוטלי של המילה).

פילוסופיית הטבע האנימיסטית ראתה כאמור את המקרוקוסמוס כולו כיצור חי; תפיסה זו הובילה לראייה מעניינת של האנלוגיה בין מכוונת לאנשים. תקופת הרנסאנס הצטיינה בין השאר בהתפתחות טכנולוגית עצומה. במהלך המאה ה-16 נבנו מכוונת רבות, וקבוצה חדשה של "ישים" נוספה אל תופעות הטבע המוכרות – מכשירים ומכוונת מעשה ידי אדם. שעונים מכניים משוכללים הוצבו במרומי מגדלי העיריות בערים רבות. השעונים כללו מנגנונים מתוחכמים שבאמצעותם נערכה בכל שעה עגולה, עם צלצול השעון, מעין הצגת תיאטרון בובות אוטומטי. דמויות השליחים, מלאכים או קדושים מפורסמים הגיחו אי משם ונעלמו בתום ההצגה. במסגרת תפיסת העולם האנימיסטית נחשבו לא רק יצורים חיים אלא גם מכוונת כבעלי נפש חיה, לא כל שכן שעונים שבהם מככבות דמויות אנושיות ומלאכיות. השימוש במטפורות מכניסטיות להסבר תופעות בתחום הפיזיולוגיה מקורו בתפיסת העולם האנימיסטית הזאת: מאחר שגם המכוונת נחשבו ליצורים חיים, נעזרו הפילוסופים בעקרונות פעולתן כדי להסביר תופעות בגוף החי.

## 4.2.2 פרצלזוס והפרצלזיאניזם: רופאים אלכימאים

### 4.2.2.1 מבוא

**תְּאֹפֶּסְטוֹס**, המכונה **פְּרַצְלֶזוֹס** (Paracelsus, 1493-1541), נחשב לאחד מגדולי הרופאים בתקופת הרנסאנס. הוא גרם מהפך מושגי ברפואה כשיצא במוצהר נגד הרפואה הגלנית המסורתית והציע שיטה רפואית חלופית, שלימים נקראה **יטרוכימיה** (מיוונית: iatros, רופא). היטרוכימאים סברו שהכימיה צריכה לשרת את הרפואה, וריכזו את מרב מאמציהם בהכנת תרופות ובכתיבת ספרי מרשמים. פרצלזוס דחה את שיטת ההסתמכות על אותוריטה, שהרופאים המסורתיים דבקו בה מבלי לטרוח ולבדוק באופן אמפירי את יעילותה, והציע את שיטת הניסוי תחתיה. הוא עצמו חקר את המחלות שנפוצו בקרב עובדי המכרות בגרמניה, ואת ממצאיו פרסם בספר הראשון שנכתב אי פעם בתחום הרפואה התעסוקתית. בהיותו בן דור הרפורמציה ופרוטסטנטי אדוק באמונתו, בז פרצלזוס לרופאים הקתוליים בוגרי האוניברסיטאות, המנופחים מחשיבות עצמית, שנהגו לדבר עם חוליהם בלטינית (שלא הבינו), והסתירו את בורותם מאחורי חזות ידענית.

<sup>60</sup> עולם המושגים האריסטוטלי התקיים עד שקם ניוטון והציע פיזיקה חדשה ועמה עולם מושגים חלופי.

במהלך חייו לא זכה פרצלזוס להכרה ראויה, אבל אחרי מותו, משנפוצו כתביו ברחבי אירופה, קנה לו מעריצים וממשיכים רבים, ואלה המשיכו לפתח את תורתו וייסדו את האסכולה המכונה **פרצלזיאנית**.

#### 4.2.2.2 המסורת הפרצלזיאנית: שליחות רפואית פרוטסטנטית

הרפואה הפרצלזיאנית התמרדה נגד הרפואה המסורתית והתנגדה לה מהבחינה הדתית והתרבותית לא פחות מאשר מהבחינה המהותית והמתודולוגית. כפרוטסטנטים נאמנים גרסו הרופאים הפרצלזיאנים שעבודת האל והאמונה בו מחייבת אותם להתמסר לטיפול בכל אדם, וראו את הרופא כמי שהאל הטיל עליו שליחות קדושה.

הפרצלזיאנים שמו להם למטרה להילחם ברפואה מטעם, האריסטוטלית-גלנית, ששלטה באוניברסיטאות ברחבי אירופה. לדידם היה אריסטו כופר, ופילוסופיית הטבע שלו נגדה את האמונה הנוצרית על-פי הפרשנות הפרוטסטנטית. הם טענו שהשפעתו העקיפה על הרפואה, באמצעות גלנוס, הייתה הרסנית. לדעתם, רופא אמיתי ימצא את האמת בשני ספרים אלוהיים: כתבי הקודש וספר הטבע. כתבי הקודש היו לדעתם מקור הסמכות האלוהית, ומלבדם שאבו את הידע שלהם מתרגומים חדשים של כתבים הרמטיים וניאו-אפלטוניים שעסקו באלכימיה.<sup>61</sup> הכימיה – ולא האסטרונומיה או הפיזיקה – שימשה עבורם מנוף לחקר הטבע. פרצלזוס הסביר את תהליך הבריאה כהתפתחות כימית של הטבע.

#### 4.2.2.3 התפיסה האלכימית של פרצלזוס וממשיכיו: גרסה פילוסופית נטורליסטית

תפיסת העולם של פרצלזוס ובני האסכולה שלו הייתה אנימיסטית, כמיטב מסורת פילוסופיית הטבע שאפיינה את תקופתם. אשר על כן, הם לא הבחינו בין ישויות אי-אורגניות ליצורים חיים, ותיארו את כל תופעות הטבע ואת ניסיונותיהם במעבדה במונחים מתחום תהליכי החיים. בכתביהם תיארו את השינויים שעוברות מתכות כשינויים אורגניים, שכן המתכות היו בעיניהם יצורים חיים ממש. הן **צומחות בבטן האדמה**, באופן אנלוגי להתפתחות העובר ברחם או בביצה. **צמיחת המתכות** תוארה במונחים כמו **הבשלה**, **עיכול**, **היווצרות**, **התרבות**, **התפתחות**. לאדמה קראו **אמא אדמה** (terra mater), וכל דבר המצוי **בבטנה** נתפס כחי השרוי בתהליך של התפתחות עוברית. המתכות מתרזות **בעורקים** ו**בוורידים** שבבטן האדמה, ומבשילות **מזרעים**. כמו עובר, הן עוברות **שלבי התפתחות** אחדים: מתכות פשוטות ו"בנות השחתה"<sup>62</sup> כמו ברזל נתונות בדרגת התפתחות מוקדמת, ואילו מתכות "אצילות" כמו כסף מתקרבות לשלב הסיום של ההתפתחות, ששיאו בהיווצרות זהב. הפרצלזיאנים ראו את תפקידם כאלכימאים בזירוז התהליכים הטבעיים המתרחשים בטבע. על כן הם קברו מתכות בערמות של דשן אורגני כדי לספק להן את התנאים המתאימים להתפתחות באמצעות ניצול החום האורגני. באיוריהם תוארה אש הכבשן של

<sup>61</sup> בפרק הקודם ראינו שתומס אקווינס וסכולסטים אחרים חקרו את האלכימיה והשתמשו בה לצורך פלפולים תיאולוגיים סכולסטיים, אך השימוש בה במסגרת הכנסייה לא שירת בשום פנים צרכים מעשיים. החידוש בתקופת הרנסאנס היה בחזרה לעיסוק פעיל באלכימיה, ולגבי פרצלזוס – באימוץ האלכימיה כמתודה רפואית, וזאת בעקבות אלכימאים מוסלמים.

<sup>62</sup> מאז לְבּוֹאֲזֵה (Lavoisier, 1743-1794) מוסברת "השחתה" המתכות כחמצון.

המעבדה **כתרנגולת דוגרת**. בראותם את עבודתם כיעוד בעל משמעות דתית-מוסרית, האמינו האלכימאים הפרצלזיאניים כי אותו תהליך מעבדתי של "הבשלת" המתכות שהם מבצעים מלווה בתהליך היטהרות של האלכימאי עצמו.

לא רק תופעות הקשורות במתכות הובנו בהקשר של התפיסה האנימיסטית אלא גם תופעות גיאולוגיות: פעילותם של הרי געש ומעיינות חמים נובעת מאש במרכז האדמה. במושג "אש" לא התכוונו האלכימאים לאש אמיתית (שכן הם ידעו כי זו איננה אפשרית בהעדר אוויר) אלא לחום – אותו עיקרון (נקודת מוצא) אריסטוטלי אורגני האחראי לתהליכי עיבוד המזון והגדילה, כדוגמת תהליך התסיסה (fermentation), שבו נוצר חום באופן ספונטני בערמה של דשן אורגני.

המעבדה האלכימית נתפסה כאנלוגית ליקום כולו, ולפיכך התפרשו תופעות גיאולוגיות ומטאורולוגיות במונחיה. **תומס טים** (Thomas Tymme) טען למשל שהבריאה לא הייתה אלא מיצוי, הפרדה, סובלימציה והרכבה כימיים. לדעת אלכימאים פרצלזיאניים אחרים, נביעת מעיינות נגרמת מזיקוק נוזלים תת-קרקעיים. ברק ורעם הוסברו כהתרכבות של אדי גפרית ותרכובות חנקן הגורמת פיצוץ בדומה לאבק שרפה.

בסקירת עקרונות האלכימיה כבר אמרנו שאפשר לראותה כגלגול של תורת ארבעת היסודות האריסטוטלית. התורה שהציע פרצלזוס הייתה אפוא בבחינת "אותה גברת בשינוי אדרת", שכן תחת האיכויות (הצורות) האריסטוטליות הוא אימץ את שלושת העקרונות (איכויות, צורות) האלכימיים החלופיים – עקרון הכספית, עקרון הגפרית ועקרון המלח. החומרים הטבעיים נתפסו אמנם כמורכבים מארבעת היסודות האריסטוטליים (אדמה, מים, אוויר ואש), אך באלה שולטים שלושת העקרונות.

תורתו של פרצלזוס, ממש כמו זו של אריסטו, ייצגה תפיסה איכותית (סובסטנציאלית) של הטבע. דוגמה יפה לכך ניתן לראות אצל האלכימאי המוביל **ז'אן בֶּגִין** (Jean Beguin, 1550-1620), שהגדיר את שלושת העקרונות כך: **עקרון הכספית** מקנה לחומר נוזליות, חומציות וחדירות כמו של אתר, וליצור החי הוא מקנה תחושתיות, תנועתיות, כוח וצבעוניות. עקרון הכספית הוא ישות המקבילה לנפש התחושתית-תנועתית של אריסטו, הפנאומה.<sup>63</sup> **עקרון הגפרית** הוא מעין צורי (שֶׁרָף) עדין המעניק לחומר איכויות של שמנוניות, צמיגות ודליקות, ומשמר את חומם הטבעי של גופים. עקרון הגפרית הוא האמצעי לצמיחה, לגדילה ולהשתנות וגם מקור הריחות. יש בו היכולת להשלים בין ניגודים שכן הוא מחבר בין הנוזליות הכספיתית למוצקות המלחית.<sup>64</sup> עיקרון זה הוא המקבילה האלכימית לנפש המזינה של אריסטו. ולבסוף, **עקרון המלח** מקנה לחומר יובש, מליחות ומוצקות, והוא מקביל לאיכויות (הצורות) שאריסטו ייחס לטבע האי-אורגני.

<sup>63</sup> הפנאומה האריסטוטלית, המייצגת את הנפש התנועתית-תחושתית, הפכה במהלך ימי הביניים לרוח (spiritus), שזוהתה עם הנפש החושבת של אריסטו (nous). היא חזרה במסגרת התורה האלכימית הפרצלזיאנית למעמדה המקורי, בלבוש עקרון הכספית.

<sup>64</sup> היכולת למזג בין שני העולמות מקבילה לתפקידה של ה-anima הניאו-אפלטונית, המסוגלת להתחבר לעולם הנצחי הרוחני וגם לעולם הארצי הגופני.

הפרצלזיאנים בחרו כאמור להציג את השיטה הגלנית-האריסטוטלית, המבוססת על ארבע האיכויות האריסטוטליות (חום, קור, יובש ולחות), כמנוגדת לשיטתם – המבוססת על שלושת העקרונות: גפרית, כספית ומלח. הם אף דחו את תורת הליחות הגלנית במסגרת דחייתם הכוללת את תפיסת העולם האריסטוטלית. ואולם, הניגוד בין השיטה הגלנית לאלכימית לא היה הכרחי: במהלך ימי הביניים הן חסו בתרבות האסלאם זו בצד זו תוך השלמה הדדית.

יחד עם זאת, למרות הדמיון שבין עקרונות האלכימיה הפרצלזיאנית לתורת הנפשות האריסטוטלית, אכן קיים ניגוד עקרוני בין שתי האסכולות, והוא אינו מתבטא בהשקפות תיאולוגיות אלא בתפיסת העולם. תפיסת העולם של אריסטו הייתה אורגניזמית-ויטליסטית, ולכן הבחין בין ישויות אי-אורגניות ליצורים חיים, וייחס נפש רק לאחרונים. לעומתו, האלכימאים החזיקו בתפיסת עולם אנימיסטית, ולכן לא הבחינו בין הישים הדוממים ליצורים החיים, וייחסו עקרונות (נפשות) גם לישויות שאריסטו סיווגן כאי-אורגניות.

#### 4.2.2.4 הרפואה הפרצלזיאנית: כימיה אנימיסטית

הרפואה הפרצלזיאנית התבססה על הפילוסופיה הנטורליסטית האנימיסטית בשילוב עם עקרונות האלכימיה. גם השקפת העולם האנימיסטית התבטאה באנלוגיה בין המיקרוקוסמוס (למשל, מחלה התוקפת את האדם) למקרוקוסמוס. מבחינה מטפיזית התבססה האנלוגיה הזאת, כאמור, על אי-הבחנה עקרונית בין תהליכים "כימיים" לתהליכים "ביולוגיים", ועל הנטייה להסביר את כל התהליכים במיקרוקוסמוס במונחים של האחרונים. אם כן, האדם נתפס כשיקוף או כהעתק (replica) של היקום, וכל חלקי היקום מיוצגים בו. הפרצלזיאניים האמינו שהיקום והאדם משפיעים זה על זה, והניחו שתיתכן ביניהם השפעה מרחוק (סימפתיה ואנטיפתיה).

הרופאים הגלניים הניחו כזכור שמחלות נובעות מהפרת האיזון שבין הליחות. לעומתם, הרופאים היטרוכימיים (הפרצלזיאניים) התאפיינו בחשיבה מטפורית; לדעתם גורמי המחלה הם **זרעים** המגיעים ממקור חיצוני, חודרים לגוף עם האוויר, המזון או המשקה, ומתיישבים באיברים ספציפיים.<sup>65</sup> כשם שעורקי מתכת **צומחים מזרעי** מתכת באדמה, גם **זרעי** המחלה **צומחים** בגוף תוך שהם נלחמים **בעיקרון הוויטלי** של האיבר הספציפי שבו הם שוכנים. הפונקציה של אותו גורם ויטלי אנלוגית לעבודת האלכימאי – דהיינו, להפקת חומר טהור מחומר גולמי באמצעות זיקוק במעבדה. באותה מידה היא אנלוגית גם לפעולתה של הנפש המזינה האריסטוטלית, המזקקת את המזון הגולמי והופכת אותו לדם המזין את הגוף.

האלכימאים הפרצלזיאניים ראו אנלוגיה בין חשיבות האוויר לאש וחשיבותו לחיים: הם האמינו שמנות אוויר בעלות איכות גפריתית ואיכות מלחית עשויות להתחבר כדי ליצור רעמים וברקים

<sup>65</sup> ייתכן שהתיאור שלעיל נראה לאחדים מכך מתאים לתיאור ההתפתחות של מחלה עקב חשיפה לחיידקים או לנבגים מן הסביבה החיצונית – ולא היא: אותם "זרעים" שפרצלזוס מדבר עליהם מקורם כימי ולא אורגני, אלא שאין הוא מבחין קטגורית בין חומר אורגני לאי-אורגני; לדידו המיקרוקוסמוס כולו ניתן באיכויות אורגניות.

באטמוספירה או מעיינות חמים באדמה; באותו אופן הן עשויות להגיב בתוך הגוף כאשר הן נשאפות, ולגרום מחלה המאופיינת באיכויות של חום ושרפה. גם תפיסה זו מדגימה את אופן ראייתם את הקשרים שבין המיקרוקוסמוס למקרוקוסמוס.

אפשר לזהות מאפיינים גלניים באמונתם של אנשי האסכולה הפרצלזיאנית מתחילת המאה ה-17. הם האמינו ש"אוויר מלחי" קשור בעקרון חיים הנחוץ לאדם; לעתים זוהה כוח חיים זה עם נשמת העולם (spiritus mundi). הם ניחו כי לאחר שהנשמה מוצתה מכלל האוויר שבריאיות, היא מאצילה את מהותה הוויטלית לדם העורקי. מהטעם הזה שללו הפרצלזיאנים את הנוהל של הקזת דם, שכן לדעתם הוא מפחית מכוח החיים המהותי של החולה. כזכור, גלנוס הסביר שהפנאומה הנקלטת בנשימה נושאת את "נשמת העולם", ובהתערבה עם הדם היא יוצרת את שלוש הנפשות המקנות לאדם את כוח החיות. כפי שנכחנו, גלנוס שאל את הרעיון הזה מן הסטואיקנים. כזכור, לפי תמונת העולם של הסטואיקים יש קשר אנלוגי ופונקציונלי בין "נשמת העולם" המקרוקוסמית לבין האדם המיקרוקוסמי; השפעה זו ניכרת גם בפילוסופיה הנטורליסטית של הרנסאנס.

שרידים לתפיסות אריסטוטליות נראים ב"מתכון" שהציע פרצלזוס להכנת עובר אדם מנוזל הזרע הזכרי בתוספת דם אדם. הוא טען שהזרע מעניק לדם את האיכות הוויטלית הנחוצה כדי להפוך את החומר האורגני ליצור אנושי. כזכור, בשעתו ראה אריסטו את הזרע ואת הדם כנוזלי החיים, ולדעתו הם ניחנו באיכויות ויטליות מיוחדות במינן מאחר שהם נקודות המוצא לגדילה ולהתפתחות. מקורם החומרי של הדם והזרע בשארית האחרונה של המזון המזוכך. כאלכימאי ראה פרצלזוס את תפקידו לפתח שיטת מחקר שתאפשר לבצע גם במעבדה את תהליכי ה"הבשלה" המתקיימים בטבע.

שיטת הריפוי של הרופאים היטרוכימיים-הפרצלזיאניים התבססה על מתן מינונים מבוקרים של תרופות כימיות, על-פי העיקרון האומר ש"דומה מרפא דומה"<sup>66</sup>. הם חקרו רעלים בהנחה שהרעל שגרם למחלה עשוי גם לרפאה אם יינתן במינון ובצורה המתאימים.

הצורך להתאים את מינון התרופה לחולה חייב את הרופאים הללו לשקול ולמדוד את חומרי הגלם של התרופות, והנוהל הזה הביא אותם להתייחס לחומר התייחסות כמותית. תורתם נשענה גם על עיקרי הפילוסופיה הנטורליסטית של הרנסאנס, הרוויה היבטים מיסטיים, ואלה הודגשו לאור עיסוקם באלכימיה. אף-על-פי-כן דחו הרופאים הפרצלזיאניים תורות אוקולטיות או נוצריות שהדגישו את המשמעות הסמלית של מספרים ואת היחסים ביניהם, והעדיפו על פניהם את תפיסת העולם האיכותית.

66 בלטינית: *similia similibus curenter*; עיקרון זה משמש עד היום ברפואה ההומאופתית.

#### 4.2.2.5 חדשנותה של האסכולה הפרצלזיאנית

חידושיה העיקריים של האסכולה היטרוכימית-הפרצלזיאנית לא התבטאו בתפיסת העולם דווקא אלא בראש ובראשונה במתודולוגיה – בהסתמכות על מחקר אמפירי ועל מדידה כמותית. מאחר שהרפואה היא מדע יישומי, קרה לעתים שהשינוי בתרופות הניב גם תוצאות טובות יותר לחולים. המחקר הכימי השיטתי ורחב הממדים הניב כמות עצומה של מידע, והניסיון לסווג ולמייין את השפע הזה סייע למהפכה הכימית שהייתה עתידה להתרחש בשלהי המאה ה-18.

תרומתם העיקרית של אנשי האסכולה הפרצלזיאנית למהפכה המדעית שעמדה בפתח הייתה שלילת תוקפה של תפיסת העולם האריסטוטלית, שעליה הכריזו בריש גלי. לנו, בני המאה ה-21, נראית שיטתם רוויה ברעיונות אריסטוטליים וגלניים, ואילו הם עצמם – וכמוהם בני דורם – התמקדו בשינויים הנראים בעינינו כשינויי ניואנס, וראו בהם מהפך מהותי. בכך סייעו הפרצלזיאנים לקריסתה של הפרדיגמה השלטת, ופינו מקום לזו שירשה אותה.

#### 4.2.3 טלזיו ופרנל: מעמדה של הנשמה בין ויטליזם אריסטוטלי לתיאולוגיה נוצרית

##### 4.2.3.1 טלזיו: ויטליסט בעולם אנימיסטי

**טֵלְזִיו** (Telesio, 1509-1587) יצא מן הפילוסופיה הנטורליסטית האנימיסטית של הרנסאנס, אבל הכניס בה שינוי רב-משמעות: הוא הבחין קטגורית בין יצורים חיים לישים אי-אורגניים. נימוקו להבחנה זו היה שהאחרונים נוצרים מאדמה או מן השמש, ואילו הראשונים נוצרים מעצמם או מזרעיהם, ולכן הם יצורים נעלים יותר. בעקבות גלנוס טען טלזיו שצמחים ובעלי חיים נוצרים מחיבור בין גוף לנשמה (pneuma) שמקורה באל, אך בהתאמה עם אריסטו תפס את הנשמה כישות חומרית העשויה מחומר עדין מאוד. היא מתחברת אל הגוף באמצעות הזרע, וזה משפיע על חלקיו השונים של הגוף ומעניק להם תנועתיות והתפתחות. השקפתו של טלזיו הייתה אורגניזמית-ויטליסטית ולא אנימיסטית, שכן הוא לא תפס את הטבע כולו כיצור חי, וכמו אריסטו בשעתו ייחס נפש ליצורים חיים בלבד ולא לעולם כולו.

##### 4.2.3.2 פרנל ונפש האדם

הדיון הפילוסופי לא היה מנותק כמובן משאלות תיאולוגיות. אחת החשובות שבהן הייתה הקשר שבין האלוהות הרוחנית, הנשמה והאדם. הרופא הידוע **ז'אן פֶרְנֵל** (Jean Fernel, 1497-1558) הציע את הרעיון שהנשמה היא ישות חומרית המקשרת בין הישות הרוחנית – האל – לבין הישות הגופנית של האדם, ומגשרת על הפער שביניהם. הנשמה היא הישות הגשמית המיקרוקוסמית המקבילה לישות הרוחנית האלוהית המיקרוקוסמית. ראוי לשים לב להבדל המהותי בין השקפתו של פרנל לזו של טלזיו: בעוד שהאחרון (בדומה לאריסטו) ייחס את הנשמה (pneuma) ליצורים חיים בכללותם (צמחים ובעלי חיים), פרנל העניק אותה לאדם לבדו, ובכך ביקש להבליט את הקשר הרוחני הייחודי הקיים בין האל לאדם, בהתאם להשקפה הנוצרית.

## 4.2.4 ויליאם הרוי

### 4.2.4.1 מבוא

**ויליאם הרוי** (William Harvey, 1587-1657) היה רופא אנגלי שלמד באוניברסיטת פדואה שבאיטליה. הוא התחנך על ברכיהן של המשנה האריסטוטלית והמשנה הגלנית, שנלמדו באותה אוניברסיטה. עם זאת, בהיותו אנגלי בן המאה ה-17, הושפע הרוי עמוקות גם מתורתו של פרנסיס בייקון, שדיבר כזכור על קריאה ב"ספר הטבע" וגילוי סודותיו כדי ללמוד על גדולת הבורא ולתרום לרווחתו של האדם. שילוב זה הביא את הרוי להעניק למשנה האריסטוטלית הטלאולוגית פשר חדש בהשפעת המתודולוגיה של פרנסיס בייקון, על רקע תמונת העולם המכניסטית שהלכה והתגבשה בימיו.

### 4.2.4.2 מחזור הדם

הרווי הציע מודל של זרימת הדם על סמך נתיחות רבות שערך בכלבים, בצפרדעים בנחשים ובעוד מיני בעלי חיים. המודל שלו סתר באופן עקרוני את המודל הפרדיגמטי הגלני שהיה מקובל עדיין בתקופתו:

- א. גלנוס הניח שזרימת הדם **אינה מחזורית** אלא מתחילה בכבד ומסתיימת באברי הגוף השונים: מן הכבד אל הלב, ממנו אל הריאות ואל המוח, ומם אל איברי הגוף השונים, שם הוא נספג. לעומתו, הרוי הניח שזרימת הדם **מחזורית**: הדם יוצא מן החדר השמאלי של הלב דרך אבי העורקים אל כל הגוף, ובהמשך חוזר מאיברי הגוף באמצעות הוורידים אל העלייה הימנית של הלב, ממנה אל החדר הימני ומשם לריאות; מן הריאות חוזר הדם אל העלייה השמאלית של הלב וממנה לחדר השמאלי, וחוזר חלילה. הדם אינו נספג אפוא באיברים ואינו נוצר מן המזון בכבד, אלא זורם במחזוריות, שוב ושוב.<sup>67</sup>
- ב. גלנוס הניח שהדם המגיע לחדר הימני של הלב עובר אל החדר השמאלי דרך נקבים זעירים במחיצה בין שני החדרים. לעומתו הניח הרוי שהדם אינו מגיע ישירות מן החדר הימני אל החדר השמאלי של הלב, אלא עובר קודם דרך הריאות.<sup>68</sup>
- ג. גלנוס הניח שהתרחבות חדרי הלב (הדיאסטולה) היא התנועה הממלאת את הלב בעצמה ובחיות והיא **נקודת המוצא התכליתית** לזרימת הדם. הרוי טען לעומתו שהתכווצות הלב (הסיסטולה) היא המזרימה את הדם אל העורקים ודרכם אל הגוף, והיא **הכוח המניע** לזרימה המחזורית.
- ד. גלנוס לא התייחס לתפקודם של **מסתמי הלב** – אלה שבפתחי העורקים היוצאים ממנו ואלה שבוורידים. הרוי הסביר שהמסתמים מסדירים את הזרימה החד-כיוונית של הדם. את פעולת הלב על מסתמיו תאר הרוי כך: "ממבנה הלב ברור שהדם זורם באופן קבוע דרך

<sup>67</sup> באמצעות חישובים של כמות הדם המצויה בגוף כולו לעומת כמות הדם היוצאת מן הלב בכל פעימה, ביקש הרוי להוכיח למתנגדיו שהדם זורם במחזוריות, ובכל פעם חוזר ללב ושוב מזורם ממנו (ראו Westfall, 1977, pp. 89).

<sup>68</sup> בעצם הפריך כבר וסאליוס (Vesalius, 1514-1564) את הנחתו של גלנוס בדבר הנקבים שבין חדרי הלב, ועוד חוקרים שקדמו להרווי גילו פרטים שונים של מערכת הדם. הרוי הוסיף ממצאים משלו, ובעיקר בנה את התמונה המחזורית הכוללת של זרימת הדם ואת מנגנון פעולתה. (ראו Debus, 1978, pp. 63-66)

הריאות לאבי העורקים כמו על-ידי שני מסתמים של משאבה שתפקידה להעלות מים." (Westfall, 1977, p 90).

הדואליות שבתמונת עולמו של הרווי מתבטאת בפשר האריסטוטלי המובהק שנתן למנגנון הזה בבואו להציג את תפקידו של מחזור הדם בתהליך החיים: הוא ראה את מערכת הדם כמכונה הבנויה ופועלת לתפארה, שקיומה נועד לשרת תכלית שאינה מכניסטית; לדם עצמו העניק איכות ויטלית:

וכך, ככל הנראה, הוא [עקרון החיים] מגיע לעבור בגוף באמצעות תנועת הדם, וכך החלקים השונים ניזונים, מטופחים ומזורזים באמצעות האיכות היותר חמה, "נדיפה" (vaporous), "רוחנית" (spirituous) ומושלמת, כפי שאוכל לומר – הדם הנעלה: אשר באופן מנוגד לכך בבואו במגע עם חלקים אלה, מתקרר, נקרש ואם ניתן לומר כך, נחלש: כאשר הוא חוזר לממלכתו הלב כאילו למקורו או למשכן הפנימי ביותר של הגוף, על מנת להחלים שם ולחזור למצבו המצוין או המושלם, כאן הוא מחדש את נוזליותו, ומקבל מנת חום טבעי – מלא עצמה, נמרץ, מעין אוצר של החיים, מתמלא מחדש ב"נפשות" (spirits), ניתן לומר – בצרי, ואז הוא שוב מתפשט [בגוף]. (Ibid, ) (p. 91)

#### 4.2.4.3 תפיסתו הפילוסופית של הרווי

הרווי ראה את האל כבורא העולם. הוא האמין שההתערבות האלוהית העל-טבעית בעולם הסתיימה עם תום ששת ימי הבריאה, ושהבריאה האלוהית מתבטאת בחקיקת חוקי טבע המסדירים את כל התהליכים המתרחשים בו. לכן דחה את ההנחה של פילוסופיית הטבע של הרנסאנס, שישויות נסתרות ומסתוריות מנהלות את העניינים בעולם. עבורו, ממש כמו עבור אריסטו, ההסבר טמון בתופעות עצמן, ולכן המתודה שהתאימה בעיניו לחקור את האמת הייתה המתודה האמפירית; בעניין זה הושפע בעיקר מפרנסיס בייקון. הרווי יצא חוצץ נגד פילוסופים כדוגמת פרנל, שטענו לחומריות הנשמה. טיעונו נשענו במידה רבה על העובדה שאיש מהם לא הצליח להראות באופן ניסויי את קיומה החומרי של אותה ישות. מה שאינו ניתן לתצפית ניסויית – טען הרווי – אין הצדקה להסביר באמצעותו שום דבר, שכן המילים המייצגות אותו אינן מצביעות על דבר הקיים במציאות, ולכן הן מילים ריקות.

במקום הפירוש החומרי לנשמה חזר הרווי לתורת האיכויות של מורו הרוחני, אריסטו. את הנפש תפס כאיכות ייחודית של הדם, המבחינה אותו מחומר אי-אורגני פשוט המורכב מארבעת היסודות החומריים. זאת רק כל עוד הדם זורם בוורידים ומשתייך לגוף החי. את התפיסה הוויטליסטית האיכותית המקורית של אריסטו ביסס על תצפית: הדם הזורם בעורקים הוא נוזלי, אדום וחי, ואילו דם שיצא מן הגוף והפסיק להשתייך אליו מאבד את חיותו, נעשה חום, נפרד למרכיב נוזלי (מים) ולמרכיב מוצק (אדמה) ונקרש; במילים אחרות, נעשה מחומר חי לחומר דומם.

אריסטוטלי אדוק ככל שיהיה, הרווי חי בעולם שמורשתו נוצרית מונותאיסטית. בהתאם לכך הוא ראה את האל – ולא את הטבע שברא – כסיבה ראשונה לכל השתלשלות הסיבות הטבעיות



הפועלות בעולם. האל הוא מקור התכלית שבטבע, ואילו הסיבות הפועלות הן אמצעים – סיבות משניות להגשמתה של תכלית זו.

מן הראוי להבחין בין משמעות הסיבה הפועלת אצל אריסטו לבין משמעותה אצל הרווי: לדעת אריסטו הסיבה הפועלת מבטאת את מהלך ההיפעלויות הטבעי המוביל מן הפוטנציאל להגשמה האקטואלית, ואילו הרווי ראה אותה כ"סיבה משנית", הפועלת מכוחו העל-טבעי של האל כדי להגשים את התכליות שהוא כופה מבחוץ על הטבע; זוהי ראייה מכניסטית.

בדומה לטלזיו הבחין הרווי קטגורית בין הטבע האי-אורגני לטבע החי, אך הבחנתו שונה מהותית מזו של טלזיו: לדעתו, האל העניק לחומר המרכיב את היצורים החיים, ולו בלבד, יכולת אימננטית לפעול באופן תכליתי להגשמת תכניותיו של האל. באשר לטבע האי-אורגני, הוא מופעל אך ורק באמצעות סיבות משניות חיצוניות שמקורן בסיבה הראשונה – האל. בהתאם להשקפתו הסביר הרווי את מחזור הדם באמצעות שרשרת של סיבות פועלות; אבל השרשרת הסיבתית הזאת קיימת **כדי** לאפשר את ביצוע תפקודיו התכליתיים החיוניים של הדם, שמבחינתו של הרווי הוא הנפש. על כך הוא אומר: "נראה כי הדם אינו שונה במאומה מן הנפש, או למצער צריך להיחשב לאיכות זו [...] ולכן, אנו מגיעים לאותה קביעה כאשר אנו אומרים שהנפש היא הדם, או הדם עם הנפש, או הנפש עם הדם, אכן מבצעים את כל הפעולות בבעל החיים." (Bono, 1990, pp. 382-383)

ויליאם הרווי ניצב אפוא ברגל אחת בתמונת העולם החדשה, בעוד רגלו האחרת נטועה עדיין בתפיסות העבר. הוא דחה את החשיבה הספקולטיבית של הפילוסופיה הנטורליסטית, שהתבססה על ההנחה בדבר מעורבות פעילה של האל בעולם. במקומה הציע את התזה שהעולם פועל באופן סדיר על-פי החוקים שחוקק האל כשברא אותו. במקום עיון סכולסטי ביקש לבסס את קביעותיו על התופעות באמצעות מחקר אמפירי. אבל את ממצאיו האמפיריים בתחום הפיזיולוגיה פירש במושגים השאולים מתפיסת עולם איכותית: החומר החי ניחן במאפיינים ויטליים האמורים להסביר את הפעילות ואת התנועה המקיימות את תהליכי החיים, מבלי שנוכל לרדת לחקר מנגנון פעולתם.

### 4.3 סיכום: ישן וחדש ברנסאנס

אפשר שהחידוש המרכזי של הרנסאנס היה הפלורליזם, שהחליף את האמת הנוצרית האחת ששלטה במהלך אלף שנות ימי הביניים, אבל הפלורליזם לא היה בבחינת חידוש אמיתי שהרי השתייך למורשת העת העתיקה. אלמנט ישן-חדש נוסף – ההומניזם – הביא לתחייתה של תרבות יוון ורומי, וחידש את הקשר הישיר בין האדם לטבע. קשר זה התגלם באמנות הפלסטית, בספרות, בשירה ובפילוסופיית הטבע הניאו-אפלטונית. גם התפיסות הפילוסופיות של התרבות ההלניסטית נחשבו לחידוש, אך למעשה ייצגו תפיסות עולם עתיקות מזו של תרבות ימי הביניים. בכל זאת לא הייתה תרבות הרנסאנס העתק מדויק של התרבות העתיקה: בעוד שהוגי העולם העתיק התייחסו לטבע מבחינה עיונית וניסו להבינו מבלי להשפיע עליו, עסקו אלכימאי

הרנסאנס בפרקטיקה, שנועדה להשפיע על הטבע באמצעות מאגיה. האפשרות להעניק לכתבי הקודש פרשנויות שונות בעקבות התרגומים החדשים של כתבים עתיקים, התמוטטות האותוריטה הכנסייתית באמצעות הרפורמציה ויצירת מציאות המאפשרת פרשנויות שונות לכתבי הקודש – כל אלה גרמו להוגי הרנסאנס לפנות אל המחקר המדעי כדרך לגילוי האמת באמצעות ספר הטבע.

פרצלזוס והרווי מייצגים לדעתנו את הפלורליזם של התקופה ביחס לטבע, שכן יש קווים משותפים לשניהם בהקשר זה: כמחדשים דחו שניהם את המתודולוגיה הסכולסטית, ועמה – לפחות במוצהר – תפיסות מסוימות של הפרדיגמה הגלנית. שניהם ביססו את מחקריהם על תצפיות וניסויים והסתמכו על שיקולים מתמטיים מעשיים. עם זאת, שני הרופאים הללו נשענו באופן כזה או אחר על מורשת העבר, ובזה מתגלה הבדל משמעותי ביניהם: פרצלזוס התחבר למורשת העבר הקרוב (שהמשיך להתקיים גם בתקופתו), ופעל בעולם אנימיסטי גדוש ישויות מסתוריות המתערבות בטבע באמצעים מאגיים. לעומתו, הרווי דחה מורשת זו מכל וכל, והתחבר מחדש לאריסטוטליות העתיקה, המקורית. ייתכן מאוד שהרקע השונה של שני הרופאים השפיע על עמדותיהם: פרצלזוס למד כזכור בעיקר אלכימיה, ולכן אימץ השקפות שהיו מקובלות במסגרתה; ואילו הרווי, הפיזיולוג האנגלי הרציונלי, רכש את השכלתו הרפואית בבית-ספר לרפואה אוניברסיטאי מכובד, ולכן אימץ את תמונת העולם שעליה התחנך.

## 5. ייסוד תמונת העולם המכניסטית

### 5.1 מבוא: יחסי מכונן ומכונה בין האל והטבע

עוד לפני המאה ה-17 ובמהלכה התרחש מהפך מדהים בתפיסת העולם והטבע – תמונת עולם אורגניזמית בת כאלפיים שנה – שדימתה את המקרוקוסמוס לישות בעלת נפש, ובמאה ה-16 אף ראתה את המכונות כיצורים חיים – פינתה את מקומה לתפיסה שדימתה את היקום למכונה אדירת ממדים, ואת היצורים החיים בו – למכונות מיקרוקוסמיות בצלמו ובדמותו. הדימוי והמדומה הוחלפו זה בזה. כדי להבין איך קרה המהפך המטפיזי הזה, עלינו להתוודע לתמורות הדתיות והפוליטיות שחלו באירופה משלהי המאה ה-16 ובמהלך המאה ה-17.

בעקבות הרפורמציה נשמטה הקרקע מתחת לאמת התיאולוגית האחת והיחידה, ובאה לעולם מציאות שאפשרה לכל כת ולכל זרם, פרוטסטנטי או קתולי, להסביר תופעות על-פי דרכו. ואולם, שום זרם ושום כת לא הכירו בזכות קיומן של הכתות והזרמים האחרים: הסובלנות והפלורליזם היו מהם והלאה.

מאחר שהרפורמטורים שללו מן הכנסייה את ההכשר להעניק למאמינים את האמצעים לגאולה, הוטלה משימה זו על כתפיו של כל מאמין ומאמין. הזרמים הפרוטסטנטיים לסוגיהם לא ראו בקיום כמה סקרמנטים תנאי מספיק לגאולה. משביטלו את סקרמנט הווידוי, הם שללו מן המאמינים את האפשרות להביע חרטה ולקבל מחילה על חטאיהם. כל מאמין נדרש אפוא לחיות חיים של קדושה, ולעבוד את האל מתוך משמעת קפדנית יום-יום ושעה-שעה. חמורות במיוחד היו הדרישות מצד הכתות הקלוויניסטיות: הן דרשו מכל אדם לראות במשלח ידו שליחות אלוהית, שאותה עליו למלא בחריצות ובהתמדה על הצד היותר הטוב ביותר. כמו כן גזרו על המאמינים להתנזר מהנאות החושים ולחיות חיי נזירות בעולם הזה (להוציא כמובן את הפרישות המינית, שחייבה את הנזירים הקתוליים).

מעמדו של האדם, שזכה לעליית מדרגה במסגרת ההומניזם של הרנסאנס, הידרדר במסגרת דוקטרינת הגזרה הקדומה הקלוויניסטית לשפל גדול עוד יותר מזה של ימי הביניים.<sup>69</sup> על-פי תפיסה נוצרית זו, האדם מצוי מעצם הווייתו בתחתית המדרגה המוסרית בשל החטא הקדמון, ואפילו חיי קדושה ואמונה אין בהם כדי לזכך אותו מחטאו. האל בוחר באופן שרירותי את המעטים שאותם יגאל, ואילו השאר ינחלו אבדון ויהיו לדיראון עולם. אמונה ומידות מוסריות טובות אינן ערובה לגאולה אלא לכל היותר בבחינת רמז שהאל נוטה חסד למאמין, שכן אמונה וחסידות אינן סגולותיו של האדם עצמו אלא נובעות מחסדו של האל. האדם נצטווה לעבוד את האל לשם תהילת האל, ונאסר עליו לצפות לגמול על כך, שכן לא אלוהים קיים למען האדם אלא האדם קיים למען אלוהים.

<sup>69</sup> עקרון הגזרה הקדומה מקורו בפאולוס, ולאחר מכן אימץ אותו אוגוסטין הקדוש, אבל רק במסגרת הקלוויניזם נעשה דוקטרינה שהפכה לאתיקת חיים.

בשנים הראשונות לרפורמציה עסקו מנהיגי הכתות הפרוטסטנטיות השונות בהכנסת קהילות רבות ככל האפשר תחת כנפי אמונתן. בדרך כלל, אם אציל פיאודלי המיר את דתו, הלכו בעקבותיו גם כל הכפופים לו. הפרוטסטנטים זכו להצלחה גדולה בארצות כמו גרמניה, הולנד וסקוטלנד שבצפון אירופה. בצרפת הקתולית נוצר מיעוט הוֹגְנוּטִי גדול וחזק, שהשתייך לזרם הפרוטסטנטי. באנגליה שימרה הכנסייה האנגליקנית את הממסד הכנסייתי, ודמתה יותר לכנסייה הקתולית מאשר לפרוטסטנטית. גם בתוכה קמה תנועת התנגדות, שדרשה לטהר ברוח הקלוויניזם את הממסד הכנסייתי ואת האמונה; זרם זה נקרא פּוּרִיטָנִיזְם (מלשון pure, טהור). מלבדו קמו עוד כתות וזרמים פרוטסטנטיים מחוץ לכנסייה האנגליקנית. תוך שהם שוקדים להגדיל את קהל מאמיניהם, דאגו הפרוטסטנטים לעצב את אורח חיים הנכון בקרב קהילות המאמינים, וחלקם לא בחלו בשום אמצעי כדי לכפות על עדת הכפופים להם חיים של צניעות וסגפנות.

השתלטות התנועה הפרוטסטנטית על קהילות רבות במדינות השונות לא התקבלה בלא תגובה. מסוף המאה ה-16 עד אמצע המאה ה-17 התנהלו באירופה מלחמות דמים רצופות בין קתולים לפרוטסטנטים ובין זרמים שונים של פרוטסטנטים. בגרמניה התנהלה מלחמת שלושים השנה העקובה מדם בין הקתולים, הלותרנים והקלוויניסטים. באנגליה לחמו האנגליקנים נגד הקתולים, ולא תמיד גילו סובלנות כלפי הפוריטנים. באמצע המאה ה-17 פרצה מלחמת אזרחים בין האנגליקנים לקלוויניסטים. במהלך המלחמה הוצא המלך צ'רלס ה-I להורג בפקודת הפרלמנט, שנשלט אז על-ידי פוריטנים בראשותו של אוליבר קרומוול. קרומוול השליט על האוכלוסייה משטר רפובליקני למשך כמה שנים, ואילץ אותה לקיים אורח חיים קלוויניסטי נזירי ומחמיר. בצרפת משל באותה עת החשמן רִישְׁלִייה, וכפה על העם הצרפתי ביד ברזל את עיקרי האמונה הקתולית. הוא נלחם מלחמת חורמה נגד ההוגנוטים ומוטט אותם. מלחמות הדת הללו גרמו להקצנת העמדות הדתיות ולכפייה הולכת וגוברת על בני האדם, שכן כולם נשלטו על-ידי זרם אמוני זה או אחר. שלטון הדת ומלחמות הדת נמשכו עד שלהי המאה ה-17, בפרוש תקופת ההשכלה והנאורות.

אופי היחסים בין האל לאדם עיצבו במידה רבה את דמותו של האל, ומהם נגזרו גם יחסיו עם הטבע. על-פי האמונה הקתולית, האל משגיח על המאמין, אך גם המאמין שותף פעיל בגאולתו באמצעות הסקרמנטים שהכנסייה מעניקה לו. כך גם הצטיירו יחסיו של האל עם הטבע בתמונת העולם שצייר תומס אקווינס: האל הבורא משתף פעולה עם הכוחות הפעילים הנתועים בטבע האריסטוטלי עצמו. בתקופת הרנסאנס הגיעה דמות אל זו לשיאה, והאדם ראה את עצמו שותף לאל לא רק בגאולת נפשו אלא אף בתיקון "קלקולים" בטבע.

לעומת זאת, הכנסייה הפרוטסטנטית לגווניה עיצבה תמונת אל כל-יכול השולט שלטון מוחלט בגורלו של האדם. היא מנעה מן המאמין את האפשרות והזכות לשתף פעולה עם האל למען גאולת נפשו. גם ביחסיו עם הטבע נתפס האל כשליט כל-יכול על הבריאה, ומי שמאמין שהאל משתף פעולה עם טבע בעל כוחות משלו, גורע מכוחו של הבורא. שלטון האל המוחלט על האדם והטבע כאחד היה לעיקרון מרכזי של הדוגמה הפרוטסטנטית, בניסוחם המפורש של לותר

וקלווין. דוגמה זו דחתה כל רעיון שממנו אפשר להבין כי יסוד כלשהו בבריאה ניהן בכוחות אימננטיים שמקורם אינו באל. מחד גיסא, התפיסה הפרוטסטנטית הנמיכה את מעמדו של האדם ביחס לאל, אך מאידך גיסא היא נתנה אור ירוק ואף עודדה את חקר הבריאה כדרך לעבודת האל ולהאדרת שמו.<sup>70</sup>

התפיסה התיאולוגית השפיעה כמובן על פילוסופיית הטבע. אחת המוטיבציות המרכזיות של העוסקים בה הייתה לגלות את סודות הבריאה ואת החוקים המסדירים את ההרמוניה בטבע כדי להביא הוכחות מן התכנית (argument from design) לגדולת המתכנן האלוהי. הפילוסופים של הטבע היו חלוקים בנוגע למהותם המדויקת של יחסי האל והבריאה. דעה אחת גרסה שאלוהים הוא האדריכל שתכנן את העולם באמצעות חוקי הטבע שחוקק, אבל מרגע שסיים את מלאכתו, העולם פועל ללא צורך בסיועו הפעיל.<sup>71</sup> דעה אחרת טענה שהאל ברא את העולם יש מאין (ex nihilo), באמצעות הדיבור האלוהי, ולכן כל קיומו של היש בעולם תלוי ברצונו המתמשך ובהתערבותו הפעילה והמתמדת, שתכליתה שימור הקיים.

ויכוח מר וקשה ניטש בנושא זה בין הפילוסוף הגרמני הנודע גוטפריד וילהלם לייבניץ (Gottfried Wilhelm Leibniz, 1646-1716) לאייזיק ניוטון (Izaak Newton, 1642-1727).<sup>72</sup> לייבניץ ראה את אלוהים כבורא ומחוקק, שאינו מתערב ישירות במהלך הדברים בעולם שברא, ואילו ניוטון טען להתערבות אלוהית מתמדת בעולם כדי לשמור על ההרמוניה ועל כמות התנועה בו:

אנו נתקלים בתנועה בכמות מעטה מאוד לבד מזו המיוחסת לאותם עקרונות פעילים. ואלמלא אותם עקרונות היו הארץ, הפלנטות, כוכבי השביט, השמש וכל הדברים המצויים בהם מתקררים וקופאים והופכים למסה לא פעילה; וכל תהליכי הריקבון, ההיווצרות, הצמיחה והחיים היו פוסקים, והפלנטות וכוכבי השביט לא היו נשארים במסלוליהם. (Deason, 1986, p. 184).

מן הראוי שנתעכב מעט על משמעות הביטוי הניוטוניאני **עקרונות פעילים**, ובשינוי המשמעות שחל במושג "עיקרון" מאז אריסטו. אצל אריסטו עיקרון היה "איכות" או "צורה" – מאפיין אימננטי של החומר, טבוע בו, "מקור" פנימי (arche), שבכוחו החומר מגשים את ייעודו ומבטא את טבעו. לעומת זאת, בתפיסת העולם המכניסטית של ניוטון ה"עקרונות הפעילים" כבר לא היו אימננטיים לחומר אלא כפויים עליו מבחוץ על-ידי הישות האלוהית; ניוטון קרא להם **כוחות**. למשל, הגודל F (כוח) בחוק הראשון שלו ( $F = ma$ ) אינו רק גודל מתמטי המבטא את הקשר שבין המסה (m) של גוף לתאוצה (a) שלו, אלא גם ישות מטפיזית פעילה. ישות זו מקורה אלוהי, והיא מאיצה את תנועתו של גוף חומרי ביחס פרופורציוני הפוך למסה של הגוף. ה"צורה" (form) האריסטוטלית במשמעותה היוצרת והמעצבת קיבלה אפוא משמעות של **כוח** (force),<sup>73</sup> ובלבוש זה עוד ניתקל בה במשמעויות ויטליסטיות.

70 אחרי הרפורמציה עודדו את המחקר המדעי לא רק הפרוטסטנטים אלא גם זרמים קתוליים מסוימים.

71 כזכור, נתקלנו בתפיסה זו אצל ויליאם הרואי, בן המאה ה-17.

72 לייבניץ ונושא דברו של ניוטון, סמואל קלרק (Samuel Clarke, 1675-1729), ניהלו חליפת מכתבים בנושא זה ובנושאים אחרים, הקשורים לתפיסת היחסים שבין האל והעולם. ראה על כך בספרו של Alexander, 1970.

73 הוגי התקופה כינו את כוח התנועה בשם vis viva.

ראש וראשון לכוחות אלה היה כוח הכבידה (גרוויטציה) לפי הגדרת ניוטון, ששלט על היקום כולו. בניגוד לכוחות מכניסטיים רגילים, המופעלים על-ידי גופים בבואם במגע עם גופים אחרים, הכבידה היא כוח הפועל ממרחק. לכבידה ניתנו שני הסברים חלופיים: כוחות אימננטיים של החומר או מקור אלוהי הפועל על הגופים מבחוץ. ברור לחלוטין באיזו משתי האלטרנטיבות בחר ניוטון. גם "עקרונות פעילים" שמקורם ברנסאנס, כדוגמת המגנטיות ועקרונות של משיכה ודחייה, הפכו במסגרת תמונת העולם המכניסטית לכוח מגנטי ולכוחות משיכה ודחייה כימיים.

נשוב לוויכוח שבין לייבניץ וניוטון. שני ההוגים ניצלו בטיעוניהם את **דימוי השעון**. לייבניץ טען נגד ניוטון, שתיאור האל כשען, החייב לחזור ולמתוח את קפיצי השעון שתכנן ובנה כדי שיפעל, מצמצם את כוחו האומניפוטנטי של האל. השען האלוהי, טען לייבניץ, נעלה לאין ערוך על זה האנושי, והתכנון האלוהי הוא כה מושלם שאינו מצריך התערבות נוספת.<sup>74</sup>

כזכור, הגישה ההומניסטית בעת העתיקה וגם בתקופה הרנסאנס העמידה את האדם במרכז היקום, ותיארה את המקרוקוסמוס במונחים אנושיים. תפיסה זו נקראת **אנתרופוצנטרית**, והיא נסוגה עם ירידת מעמדו של האדם עקב השתלטות האמונה ותפיסת העולם הפרוטסטנטית. ואולם, האדם ניחן בגאונות שגם הדת המחמירה ביותר לא יכלה לגזול ממנו – יכולתו לתכנן ולבנות מכשירים ומכונות מלאכת מחשבת. ראיית האל בדמות ארכיטקט יוצר ואת המקרוקוסמוס בדמות מכונה השיבה לאדם מעט מכבודו האבוד. רמת המורכבות והארגון של היקום גדולה כמובן לאין ערוך מזו של מכונה מעשה ידי אדם, אך בעיקרון הוא נמשל למכונה, שכל חלק בה בנוי ומאורגן לבצע פעולה המפעילה בשרשרת סיבתית את כל יתר החלקים, כדי שהמכונה כולה תגשים את התכלית שלשמה נבנתה. תפקידו של חוקר הטבע לגלות כיצד חלקי המכונה מאורגנים ומפעילים זה את זה, וכיצד התנועה הראשונית מועברת מחלק לחלק. דימוי המכונה הניח כמובן מאליו שישנו מתכנן שהתכלית ידועה אך לו. מבני האדם נשללו היכולת והרשות לרדת לחקר תכלית האל, אך ניתנה להם היכולת ואף ההצדקה לחקור את אופן פעולת המכונה, במטרה להבין את המנגנונים הסיבתיים המניעים אותה.

ביסוד הדימוי החדש עמד מהפך במעמדה של הסיבה התכליתית: אצל אריסטו היא הייתה בלתי נפרדת מן החומר, ואילו לפי התפיסה המכניסטית היא נעשתה אלוהית ולפיכך מובדלת ממנו. אליבא דאריסטו, תפקידה של הסיבה התכליתית להוציא אל הפועל את תכלית הטבעית הטבועה בחומר, ואילו בגישה המכניסטית היא ממונה על מימוש התכלית האלוהית. ומאחר שתכלית זו נסתרת מעיניהם של בני תמותה, לא נותר להם אלא להתמקד בחקר הסיבות הפועלות. מחשבת העת החדשה רוקנה אפוא את החומר מכל איכויותיו הפעילות, וראתה אותו כישות אדישה המופעלת על-ידי שרשרת סיבות חיצוניות, שהראשונה בהן היא האל. התנועה לא נתפסה

74 השאלה בדבר אופן ההתערבות האלוהית בעולם ומידתה הייתה עתידה לתפוס מקום מפתח בתהליך החילון של המדע במהלך המאות ה-18 וה-19, כפי שנראה בהמשך.

עוד כמרכיב אימננטי של החומר אלא כמשהו שחוקי הטבע כופים עליו מבחוץ.<sup>75</sup> הצורה (האיכות), שאחת ממשמעויותיה במחשבת אריסטו הייתה פעילות תכליתית להגשמת יעד, פינתה מקומה להגדרת מצבו של החומר לפי מאפיינים הניתנים למדידה כמותית. ביטוי לכך כבר ראינו אצל קפלר, גלילאו וניוטון. ואכן, חוקי הטבע, המבטאים את ההרמוניה האלוהית, נוסחו מכאן ואילך בשפה מתמטית; הגישה המתמטית נועדה לתאר את החוקים שעל-פיהם התנועה (שמקורה אלוהי) משנה את מצב החומר.

זכורה לנו מן הפרק הקודם עמדתו של גלילאו כלפי האיכויות המשניות של החומר. תפיסה זו השתלטה במאה ה-17, ומצאה ביטוי גם אצל **רֵנֶה דְּקָארְט** (René Descartes, 1596-1650), בספרו *הגיונות על הפילוסופיה הראשונית*. דקארט העמיד את האיכויות החומריות הנתפסות בחושים במקום משני, רוקן את החומר מכל הפוטנציות שייחסו לו אריסטו וממשיכיו, והותיר אותו עם תכונה אחת בלבד – **התפשטות**. את תנועת החומר ייחס דקארט לאל; הוא האמין שהעולם קיים כפי שהוא ואינו מתפרק לחלקיו הודות למעורבותו המתמדת של האל, המחזיק את כל החלקים יחד ומניע אותם באופן שיקיימו את ההרמוניה המופלאה של הבריאה.

גם השאלה מהן היחידות הבסיסיות של החומר העסיקה את פילוסופי הטבע בני המאה ה-17 כחלק מתמונת העולם התאיסטית שלהם. מצד אחד, הם הכירו את תמונת העולם האריסטוטלית-האפלטונית המסורתית, שגרסה עולם מלא שאין בו ריק. מהצד האחר, ראינו שכבר הוגי הרנסאנס חזרו ל**אטומיזם**, שנחשב בימי הביניים לכפירה בעיקר. במהלך המאה ה-17, תוך כדי בחינה נוקבת של כל אמונות העבר ועדכון תמונת העולם, שוב נשקל רעיון האטומיזם כהסבר חלופי לתפיסת העולם האריסטוטלית. מי שהעלה את הרעיון היה **פייר גָּסְנְדִי** (Pierre Gassendi, 1592-1655), והוא הלבישו בלבוש תאיסטי כיאה לתקופה. גסנדי טען שהחומר כולו מורכב מחלקיקים (corpuscles) פסיביים, חסרי תכונות איכותיות, והאל הוא שכופה עליהם את התנועה. הודות לחוקי הטבע שחוקק האל, מתבטאת תנועת החלקיקים בהרמוניה המופלאה של הטבע. את התפיסה הזאת אימצו גם **רוברט בויל** (Robert Boyle, 1627-1691) ו**איזיק ניוטון**, והיא הייתה עתידה להשתלט על המדע.

לסיכום, התפיסה המכניסטית, שהלכה והשתרשה בעת החדשה, התאפיינה בכמה היבטים הכרוכים אלה באלה כמרכיביה של תמונה כוללת:

- היקום נתפס כמכונה שכוון האל.
- החוקיות השולטת בטבע היא סיבתית, והסיבה הראשונה היא האל.
- היחסים שבין החומר לתנועה הם מתמטיים.
- מאחורי הסיבות לשינויים בטבע עומדים כוחות.
- המבנה היסודי של הטבע הוא אטומי.<sup>76</sup>

<sup>75</sup> חוקי הטבע נתפסו באותה תקופה כדיבור אלוהי שהטבע מציית לו. המתודה האמפירית, בניגוד לסכולסטיקה, נועדה לנסח הכללות שהן חוקי הטבע. באמצעותה יכול האדם התבוני לחשוף את החוקים שהכתיב האל לטבע.

<sup>76</sup> שני המאפיינים האחרונים – קיומם של כוחות האחראים לסיבות ותפיסה אטומיסטית – לא היו משותפים לכל ההוגים המכניסטיים בני המאה ה-17. דקארט ולייבניץ התנגדו לשתיהן, אך בהיותן תפיסות ניוטוניאניות, הן היו עתידות לתפוס את מקומן כחלק בלתי נפרד מתמונת העולם המכניסטית לקראת סוף המאה ה-17, עם השתלטות הפיזיקה הניוטוניאנית על החשיבה המדעית.

## 5.2 תפיסת החיים במאה ה-17

### 5.2.1 תפיסת החיים בעולם מכניסטי

אריסטו, שהנחיל לתרבות המערבית את תמונת העולם האורגניזמית, היה ביסודו "ביולוג" (אם נשתמש במושג אנכרוניסטי), וחקר בעלי החיים העסיק אותו יותר מכל תחום מחקר אחר. תמונת העולם האורגניזמית הייתה הפרדיגמה שבאמצעותה פורשו כל תופעות הטבע, האורגניות והאי-אורגניות, במשך כאלפיים שנה. דוגמה יפה לכך ראינו במשנת האסכולה הפרצלזיאנית. משקרה המטפורה המכניסטית את מקומו של הדימוי האורגניזמי, נדחתה הפרדיגמה ה"ביולוגית", ואת מקומה תפסה פרדיגמה חדשה – פיזיקלית. מן המאה ה-17 ואילך נעשתה הפיזיקה המודל "מדע" מבחינה מתודולוגית ומטפיזית כאחת.

חוקרים רבים שעסקו ביצורים חיים עשו כל מאמץ להתגדר במסגרת האילוצים שהכתיבה תמונת העולם המכניסטית-פיזיקלית, שכן הם ראו עצמם כאנשי מדע. התפיסה הוויטליסטית, שעל פניה נראית כה מתאימה לאפיון הייחודיות שבתופעת החיים, עברה גלגולים כדי להתאים את עצמה לסביבה מכניסטית, שלא תמיד עלתה עמה בקנה אחד. לחלופין, יכלו אותם הוגים-חוקרים לוותר לחלוטין על התפיסה הוויטליסטית ולדבוק בגישה מכניסטית, שאינה רואה בחיים כל ייחוד בהשוואה לעולם הדומם, ומוכנה להעמידם על הבסיס הפיזיקלי של חומר ותנועה. ההיסטוריה של תפיסת החיים בעת החדשה היא למעשה סיפור יחסי הגומלין שבין התפיסה המכניסטית, שניסתה לעצב את תופעת החיים בדמותה ולבטל את ייחודיותה, לבין התפיסה הוויטליסטית וממשיכתה האורגניציסטית, ששאפו לשמר את ייחודיותם של תהליכי החיים במסגרת הפרדיגמה המכניסטית. ויטליזם "קלסי", הכולל את כל מרכיבי התפיסה האריסטוטלית, כמעט שלא התקיים עוד בעת החדשה (להוציא אולי את פילוסופיית הטבע של הזרם הרומנטי במאה ה-19, שהיה תגובת נגד לתבונות המכניסטית שאפיינה את עידן הנאורות). מאפייני הוויטליזם הקלסי היו כזכור:

- **תפיסה אורגניזמית של הקוסמוס.**
- **תכליתיות** כעקרון יסוד המכוון את השינויים הטבעיים בעולם הארצי ואת תהליכי ההתפתחות של היצורים החיים.
- **איכותיות** – ראיית היסוד הוויטלי כצורה של החומר האורגני.
- **הולזים** – ראיית השלם כקודם לחלקיו, עולה על סכומם ומכוון את התפתחותם ופעולתם באופן תכליתי (בניגוד לגישה מְרִיסטִית, הרואה את השלם כסכום חלקיו ותו לא, ולגישה אנליטית – המנסה להבין את השלם לפי חלקיו ומזהה ביניהם קשרים סיבתיים בלבד).

ראינו שבתקופה מסוימת השתלטה תמונת העולם המכניסטית על המחשבה, והחליפה את התפיסות האורגניזמיות (הוויטליסטיות או האנימיסטיות). מכאן ואילך קשה לתחום קו ברור בין גישות ויטליסטיות למכניסטיות ביחס ליצורים חיים. גם גישות שנוזה בהן מרכיבים ויטליסטיים מסוימים (כגון הבחנה קטגורית בין יצורים חיים לישויות אי-אורגניות, ייחוס מאפיינים ייחודיים לחומר החי או זיהוי יסוד טלאולוגי בתופעת החיים) כוללות – בדרך זו או



אחרת – מאפיינים מכניסטיים. מאפיינים אלה מתבטאים בגישה אטומיסטית, בניסיון לראות את המאפיינים הייחודיים של החומר האורגני ככוחות טבע שאינם שונים מהותית מכוחות הפועלים בעולם האי-אורגני, במריזם, ומעל לכל – בניסיון להסביר את תהליכי החיים וההתפתחות במונחים סיבתיים. יתרה מזו, חוקרים רבים, שגישתם אופיינה באחד המרכיבים הוויטליסטיים שלעיל, ראו עצמם כמכניסטים לכל דבר ועשו כל מאמץ כדי לקבל הכשר כזה. אבל המכניסטים ה"רדיקליים" כינו אותם בשם הגנאי "ויטליסטים", וטענו שהם מכניסטים למדע בדלת האחורית ישויות מטפיזיות אוקולטיות שאי אפשר להוכיח את קיומן.<sup>77</sup>

המתודולוגיה המחקרית שהכתיבה התפיסה המכניסטית הניחה, שכדי ללמוד על תופעות טבע ולהבין, מן הראוי להתחקות אחר מנגנוני הפעולה הסיבתיים של התופעות הנחקרות. זאת בניגוד להסברים תכליתיים, שהם ספקולטיביים ואינם ניתנים לביסוס תצפיתי או ניסויי. כשמדובר ביצורים חיים, יש לעקוב אחר מנגנוני הפעולה במערכות גופם ולהסבירם באופן סיבתי. מחקרים בתחומים אריסטוטליים מסורתיים כמו אנטומיה, פיזיולוגיה ותנועה קיבלו תאוצה גדולה במאה ה-17, אך הידע בהם היה עדיין בחיתוליו. בגלל מיעוט הידע יכול מי שחפץ בכך לדמות את היצור החי למכונה משוכללת במיוחד.

## 5.2.2 דקארט וממשיכיו: נציגי המכניזם הרדיקלי

ראש וראשון למכניסטים הרדיקליים היה רנה דקארט. בחיבורו *הגיונות על הפילוסופיה הראשונית* הוא ביצע מהלך פילוסופי שהעמיד בספק את התפיסה החושית ואף את תוכני המחשבה, וטען שכל אלה עשויים להיות בבחינת אשליה. בסופו של מהלך השלילה הגיע למסקנה שיש דבר אחד שאי אפשר להעמידו בספק: **עצם פעולת החשיבה**. על רקע זה טבע את אמרתו המפורסמת "אני חושב, משמע אני קיים" (cogito ergo sum). את יכולתו של האדם לחשוב ייחס דקארט לנפש החושבת, מתת האל.

באשר ליצורים חיים בכלל הצהיר דקארט שהם אינם אלא מכונות חומריות משוכללות. הוא הכיר אך ורק בנפש החושבת הייחודית לאדם. את הקשר שבין הגוף האנושי החומרי לנפשו הערטילאית מיקם דקארט **בבלוטת האצטרובל** שבמוח. הוא ביטל אפוא את הפונקציה החשובה של הנפש התחושתית, הפנאומה, שבמחשבת ימי הביניים והרנסאנס אוחדה עם הנפש החושבת לכלל ישות אחת. בכך הקשה על ממשיכיו, שגם אנו נמנים עמם, להסביר את הקשר שבין הרגשות לתגובות הגופניות במונחים שאינם חומרניים טהורים.

בחיבורו *מאמר על המתודה* הציע דקארט מודל "משופר" של מחזור הדם, המבוסס על המודל של הרווי. במקום ההנחה שהתכווצות הלב היא הכוח המניע את זרימת הדם בעורקים, חזר דקארט להנחתו של גלנוס, שהתרחבות הלב וחומו הם המקנים לדם את חיוניותו. אלא שדקארט הציע מנגנון מכניסטי להתרחבות זו במקום ההסבר הגלני התכליתי. בעוד שגלנוס ראה את החום

77 מגמה זו התחזקה במיוחד במאה ה-19, כפי שנראה להלן.

**כאיכות** המוסיפה חיות לדם, ראה אותו דקארט **כסיבה** חיצונית הגורמת לו להתחמם, להתאדות ולהתפשט, ותהליכים פיזיקליים אלה מרחיבים באופן מכני את חדרי הלב וגורמים בו דיאסטולה. הוא התנגד ליחוס איכות ויטלית לדם, כפי שעשה הרווי.

בחיבורו *מסה על האדם* דימה דקארט את האדם למכונה המבצעת את כל התפקודים הפיזיולוגיים – מחזור הדם, עיכול, הזנה, גדילה ותפיסה חושית. הוא העמיד אפוא את תופעת החיים על חומר ותנועה. בהקשר לכך אמר:

אני מבקש שתקחו לתשומת לבכם שכל התפקודים הללו במכונה זו מתבצעים באופן טבעי בגלל מערך האיברים לבדו, ממש כמו שתנועותיו של שעון או של אוטומט אחר נגרמות על-ידי מערך משקלותיו וגלגליו. לפיכך, כדי להסביר תפקודים אלה אין צורך לדמות נפש מזינה או מרגשת במכונה, או כל עיקרון אחר של תנועה וחיים מלבד הדם ואדיו המעוררים על-ידי האש הבוהרת באופן מתמיד בלב, ואשר אינה שונה במאום מכל הלהבות הבוהרות בגופים אי-אורגניים. (Westfall, 1977, p. 93)

לדקארט לא היה כל ספק מי היא אותה ישות המפעילה את המכונות המשוכללות הללו: האל מקיים ישירות את התנועה בעולם וגם מניע את "גלגלי השיניים" של המכונה החיה.

לגישתו המכניסטית הרדיקלית של דקארט היו ממשיכים במחצית השנייה של המאה ה-17 ובתחילת המאה ה-18, בדמות אסכולה רפואית שכונתה **יטרומכניזם** (כזכור, ביוונית: iatros, רופא). היטרומכניסטים הסבירו שהחום הפנימי של האורגניזם נגרם מהחיכוך של הדם בדופנות הוורידים. הם פיתחו תיאוריה שהסבירה את ההפרשות במונחים של מהירות הזרימה של נוזלים במערכת מחזורית ובאמצעות מערכת נקבים המסננים את הנוזלים ומפרידים מהם חלקיקים לפי גודלם.<sup>78</sup> אחד הרופאים החשובים מאסכולה זו היה **ג'ובני אלפונזו בורלי** (Giovanni Alfonso Borelli, 1608-1679). הוא הסביר את תנועתם של האדם ובעלי חיים אחרים באמצעות עקרונותיהן של מכונות פשוטות: העצמות הן דוושות והמפרקים – נקודות המשען שלהן; הוא אף חישב כמה כוח משקיע שריר בכל תנועה ותנועה. רופא אחר, **ריצ'רד מיז** (Richard Mead,

1673-1754), אמר: "בדרך כלל מקובל לראות את הגוף כמכונה הידראולית המתוכננת באופן מעודן ביותר וכוללת אינספור צינורות המותאמים במיוחד להולכת נוזלים מסוגים שונים. בריאות היא מצב שבו זרימת הנוזלים סדירה ומצב המוצקים תקין." (Westfall, 1977, p. 96)

שלישי – הרופא, החוקר והמרצה הגרמני **הרמן ברהאווה** (Hermann Boerhaave, 1668-1738) – החזיק בתפקיד רם בקתדרה לרפואה שבאוניברסיטת ליידן, והעמיד דור שלם של תלמידים, שכמה מהם נכיר בהמשך. מלבד רפואה הוא התמחה במתמטיקה, בכימיה ובבוטניקה (בהיבט הרפואי שלה), והשתמש בכל תחומי הדעת הללו כשפיתח את גישתו הרפואית. הוא העמיד את

<sup>78</sup> כמו היטרוכימאים הפרצלויאניים בזמנם, גם היטרומכניסטים נטו להסביר את השינויים המתרחשים בגוף במונחים מתחום המעבדה, אלא שהיטרוכימאים פירשו את ניסויי המעבדה במונחים אורגניים, ואילו היטרומכניסטים הסבירו אותם שינויים במונחים פיזיקליים וכימיים.

הגוף על היבטיו הכימיים, אבל גישתו היתה סיבתית-מכניסטית ומנוגדת בתכלית לזו של האסכולה היטרוכימית מיסודו של פרצלזוס.

גישתו של ברהאוה היתה אמפירית-תצפיתית ביסודה; הוא הטיף למדע שכל מסקנותיו מבוססות על עובדות, והתנגד לביסוס הידע על הנחות מטפיזיות אפריוריות. זה היה אחד הטעמים שבגללם דחה נחרצות את היטרוכימיה, שהתבססה כזכור על מסורת אלכימית הרמטית המיוסדת על כישוף.

ברהאוה אימץ את תורת הליחות של היפוקרטס, שאותו ראה כמורו ורבו בכל הנוגע לרפואה. הוא פירש תורה זו על יסוד הידע הכימי בזמנו, וניסה במידת האפשר להעמיד את ממצאיו על ההיבט הכמותי-מתמטי. עם זאת, היה הבדל מרכזי בין השקפתו של ברהאוה ובין זו של היפוקרטס באשר לטיבה של המחלה. גישתו של היפוקרטס היתה הוליסטית, והוא ראה את התסמינים (הסימפטומים) הגופניים והנפשיים כשני היבטים של המחלה. לעומתו העמיד ברהאוה המכניסט את התסמינים הנפשיים של המחלה על אלה הגופניים.<sup>79</sup>

ברהאוה השתייך לזרם הפרוטסטנטי והיה אדם דתי מאוד. הוא ראה בעיסוקו כרופא, חוקר ומרצה שליחות שנועדה להאדיר את שם האל ולסייע לבני אדם, ועסק בכך באופן עקבי ושיטתי כל עוד אפשר לו מצבו הבריאותי. גישת האלכימיה, שאפיינה את הזרם היטרוכימי, הניחה שפעולת הריפוי היא בבחינת התערבות במעשה האל וסיוע בידו; ואילו ברהאוה האמין, שניסיון כזה להתערב בכוחו הבלתי מוגבל של האל הוא בבחינת חילול הקודש. את עצמו ראה כמי שאינו אלא מוציא לפועל את כוונות הבורא, שהוא המכריע מראש מי לחיים ומי למוות. באשר לסוגיית הגוף והנפש, בהיותו אדם דתי – ולמרות גישתו האמפירית האנטי-מטפיזית – האמין ברהאוה בקיומה של נפש נצחית, מתת האל, שמצבה אינו מושפע כלל ממצבו של הגוף.

לצד הרופאים היטרומכניסטים, שעסקו בעיקר באנטומיה ובפיזיולוגיה, היו חוקרים שהתמקדו במכשיר חדיש, שאפשר להתבונן באורגניזם מנקודת מבט שונה לגמרי: המיקרוסקופ. ההתבוננות מבעד לעדשותיו נעשתה שיטת מחקר מקובלת במאה ה-17: **רוברט הוק** (Robert Hooke, 1635-1703) התבונן במיקרוסקופ בחתך של שעם, וראה בו מבנים, שחשב אותם לנקבים דקיקים בצינורות שעוברים בהם "המיצים המזינים" של הצמח (במקביל לצינורות הדם בבעלי חיים). בדיעבד התברר שהיו אלה **תאים**, והוק נחרט בהיסטוריה כאדם הראשון שהבחין במבנה התאי של היצור החי.

79 אנשי האסכולה היטרומכניסטית קראו לרפואה "physik", ושם זה מעיד שלדעתם היא נוגעת לגוף בלבד. (הגלגול המודרני של מונח זה הוא המילה physician, רופא באנגלית.)

### 5.2.3 פרפורמציה ואפיגנזה: ניסיונות ליישב את הקושי ביישום המכניזם הרדיקלי לגבי תופעות החיים

בשלהי המאה ה-17 הושפעו חוקרי הטבע בצרפת במידה רבה מן הפילוסופיה הקרטזיאנית (של דקארט) הרדיקלית, שניסתה כאמור להעמיד את תופעת החיים על חומר ותנועה; אבל הרעיונות האלה לא עמדו במבחן המציאות. דקארט דחה כזכור את היפותזת האטומים והריק, והניח שבורא עולם תכנן לפרטיהן את המכונות האורגניות שלו. לעומתו, אותם הוגים שקיבלו את התפיסה האטומיסטית ניצבו בפני בעיה קשה: הם לא יכלו לקבל את ההנחה שאפשר להסביר באופן מלא ומספק את מורכבותם המופלאה של היצורים החיים, ובמיוחד את התאמתם (אדפטציה) המושלמת במבנה ובהתנהגות לתנאי חייהם, אך ורק באמצעות תנועה אקראית של חלקיקי חומר, העושים סדר בעולם באמצעות חוקי הטבע שכפה עליהם האל.

המיקרוסקופ של הוק חשף לעין כל לא רק את תאי השעם אלא גם את המבנה המורכב להפליא של חרקים זעירים; ולאחר מכן, גילוי המיקרואורגניזמים על-ידי **אנטון ואן-לייבנהוק** (Anton)

(van-Leeuwenhoek, 1632-1723)<sup>80</sup> חשף את הבעיה בכל חומר: אותם יצורים זעירים נראו כמלאכת מחשבת שאינה נופלת מזו של היצורים הגדולים, לרבות האדם, נזר הבריאה. מי שראה אותם לא יכול להעלות בדעתו שהם נוצרו ונוצרים כל הזמן מתנועה אקראית של חומר אינרטי. היה סביר יותר לראות בפלא הזה תוצאה של טביעת יד אלוהית ישירה במעשה הבריאה. **בויל** (Robert Boyle, 1627-1691) הסביר את הדברים כך: "באשר לבעלי חיים ולסוגים מושלמים יותר של צמחים ניתן לומר בביטחון, ולא רק במשוער, שחלקים מסוימים תוכננו מראש לשימושים מתאימים בהקשר לרווחתו של בעל החיים (או הצמח) עצמו או של המין שאליו הוא משתייך." (Boyle, 1965, p. 153).

אם כן, מהבחינה התיאולוגית היה סביר יותר להניח שהאל תכנן כל יצור חי לפרטי פרטיו, הביא בחשבון את תנאי חייו, ולאחר שהשלים את התכנון, הטביע בו את חוקי הטבע שהבטיחו את פעילותו התקינה במהלך חייו. זאת כדרך ששען מתכנן ומרכיב את חלקי השעון בסדר ובארגון הנכונים, ולאחר שנשלמה מלאכת ההרכבה – מפעיל אותו. הפילוסופים האורתודוקסיים תפסו את היצורים החיים כמעין מכונות מושלמות שהאל תכנן בקפידה.

מלבד המורכבות המופלאה של היצורים הזעירים שנראתה במיקרוסקופ, והאדפטציה של כל יצור חי לתנאי גידולו, הייתה עוד תופעה חשובה שהפילוסופים התקשו להסביר במונחים פשטניים של מכונה: **ההתפתחות העוברית**. את התנועה והפיזיולוגיה של היצור הבוגר והמאורגן עוד היה אפשר להסביר במונחים סיבתיים של התאמה בין מבנה לפעילות, אבל קשה בהרבה להסביר את **התהוות** הארגון והדיפרנציאציה המופיעים בהדרגה, יש מאין, במהלך שלבי ההתפתחות של העובר.

80 לייבנהוק כינה את המיקרואורגניזמים שגילה **animalcules** – חיות זעירות.

בהקשר לסוגיה זו הופיעו על הבמה שתי אסכולות מנוגדות: **אֶפִּיגֶנְזָה וּפְּרֹפּוֹרְמָצְיָה**.<sup>81</sup> האפיגנזה, שמקורה אריסטוטלי, הניחה שהנבט הוא הומוגני – אחיד במרקמו ובמבנהו, ובמהלך ההתפתחות העוברית הוא נעשה בהדרגה הטרוגני יותר ויותר – מתפתחים בו מבנים ואיברים וניכרת בו שונות הולכת וגדלה. השאלה הגדולה הייתה כיצד הופכת ההומוגניות להטרוגניות והפשטות למורכבות. אריסטו האמין כזכור שהנפש היא נקודת המוצא לתהליך ההתארגנות של החומר ולהופעת הצורה הייחודית. גם רבים מהוגי המאה ה-17 הרגישו חובה להניח שקיים גורם ויטלי כלשהו המסביר את תהליך ההתפתחות העוברית, או – לחלופין – להניח שהאל מתערב בה כל הזמן התערבות ישירה ותכליתית. כזכור, הרווי האמין שהאל העניק לחומר החי יכולת אימננטית לפעול להשגת תכלית, וראה את הנפש כצורה (איכות) המעצבת את התפתחות היצור החי. בדומה לאריסטו הוא חשב שהביצה תורמת את החומר שממנו נבנה העובר, ואילו הזרע תורם את הצורה מבלי שיהיה לו חלק בחומריות.

בהקשר זה עלתה שוב לדיון סוגיית ההיווצרות הספונטנית. הגישה המאמינה באֶפִּיגֶנְזָה טענה כזכור שיצורים חיים נוצרים מחומרים מרקיבים בתנאים מיוחדים של חום ולחות. היווצרות ספונטנית התיישבה היטב עם אפיגנזה – הן בגרסה המאמינה בקיומם של כוחות פנימיים פעילים שהאל הקנה לחומר והן בגרסה המאמינה בנפש (שמקורה אלוהי) המפיחה חיים בחומר הדומם. היו הוגים שדגלו באביוגנזה מתוך עמדה מכניסטית רדיקלית. אחד מהם היה **פּרֹנְסִיס בֵּייקוֹן**; הוא חשב שאם חומר דומם יכול לשמש מוצא ליצור חי, יש בזה הוכחה שתופעת החיים אינה מתייחדת מן החומר הדומם. גם דקארט דגל ברעיון של התפתחות אפיגנטית על בסיס מכניסטי רדיקלי. הוא ייחס את ההתפתחות העוברית לשרשרת סיבתית דטרמיניסטית שתחילתה באקט ההזדווגות. כמו בייקון האמין גם דקארט בהיווצרות ספונטנית, וראה אותה כפועל יוצא של תהליכי תסיסה המתרחשים בחומרי רקב בהשפעת חום השמש. הוא דחה את ההסבר המסתמך על נפש יוצרת חיים, והניח שגם במקרה זה פועלת סיבתיות מכניסטית דטרמיניסטית שמקורה באל, והיא מוציאה את תהליך ההיווצרות אל הפועל.

עמדותיהם של בייקון ודקארט הן דוגמאות להסברים אפיגנטיים מכניסטיים טהורים, שכן הם הניחו שיצור מאורגן יכול להיווצר מחומר חסר ארגון מלכתחילה, באמצעות סיבות פועלות שמחוץ לחומר. הסברים כאלה אמנם התיישבו עם תפיסת העולם השלטת, אך לא קיבלו תמיכה אמפירית מספקת ולא היו משכנעים. הוגים רבים התקשו לקבל כעובדה שיש כה מורכב כמו יצור חי מתפתח מחומר הומוגני בלי להניח שיש בחומר כוחות אימננטיים פעילים. ומאחר שהאפיגנזה אכן הניחה במקרים רבים שבתהליכי החיים מעורבות ישויות מטפיזיות נוספות על חומר ותנועה, לא יכלו חלק מן המכניסטים לקבלה כמות שהיא. ואולם, מה שהיה ידוע במאה ה-17 בתחום האמבריוולוגיה לא אפשר להם להצביע על שרשרת סיבתית מכניסטית מספקת שתסביר התפתחות של מורכבות יש מאין.

81 מיוונית: epigenesis – "יצירה על פני" [משהו]. את המושג טבע וויליאם הרווי. preformation – התהוות צורה מראש. נבט (germ) הוא הישות הראשונית המהווה נקודת מוצא להתפתחות העובר.

הפתרון נמצא בדמות גישה הפרפורמציה, שלפיה היצור השלם, על כל חלקיו, קיים מראש בנבט, ותהליך ההתפתחות אינו אלא גידול וצמיחה של האורגניזם הזעיר לממדים הנדרשים. השימוש במושג פרפורמציה בהקשר לראיית הארגון כנתון מראש מצביע על שינוי חשוב שחל במשמעות המושג "צורה" בתפיסת העולם המכניסטית. הצורה איבדה בהקשר זה את תכונותיה האריסטוטליות – כוחה המעצב ויכולתה לשמש נקודת מוצא לתהליך ההתפתחות – ויכולות אלה הוענקו לאל. המשמעות היחידה שנותרה לצורה מן המובן האריסטוטלי רב הפנים הייתה כלל המאפיינים הייחודיים לאורגניזם בהופעתם בצורה הבוגרת, במצב ההווה שלה. חסידי הפרפורמציה טענו שאותם מאפיינים, על כל מורכבותם, קיימים מראש בנבט בזעיר אנפין.

הפרפורמציה לא נזקקה אפוא להסביר את התהוות המורכבות יש מאין במהלך ההתפתחות, ולכן יכלה להסביר את פריסת האיברים המאורגנים מראש באופן מכניסטי. לא ייפלא אפוא שנעשתה פופולרית בקרב ההוגים בני התקופה. **פייר גַסְנְדִי** (Piere Gassendi, 1592-1655) היה הראשון שהציע הסבר בנוסח זה, וכלל בו גם את הנפש, שאותה ראה כעשויה אטומים של חומר אתרי וכמרכיב של העובר המיניאטורי. גסנדי האמין שהנפש האתרתית מצויה בבריאה כולה ואינה ייחודית רק ליצורים החיים, ולפיכך אפשר לראות את הסברו כמכניסטי טהור.

אסכולת הפרפורמציה קיבלה תמיכה אמפירית רצינית מן ההסתכלות במיקרוסקופ. בתצפיותיו המיקרוסקופיות גילה **רְנִיִּיה דֶּה-גְרַף** (Renie de-Graaf, 1641-1673) את הביצית בבעלי חיים יולדי חיים (כמאתיים שנה מאוחר יותר התברר שהיה זה הזקיק שבו מבשילה הביצית בשחלה). **מָרְצ'לו מַלְפִּיגִי** (Marcello Malpighi, 1628-1694) עקב במיקרוסקופ אחר תהליך ההתפתחות העוברית, והצליח לזהות את השלבים הראשונים של הופעת האיברים, שאינם נראים בעין בלתי מזוינת. תצפיותיו שכנעו אותו כי יהיה זה משגה להניח שמה שאינו נראה לעין אינו קיים. בשנת 1677 גילה ואן-לייבנהוק בנוזל הזרע יצורים זעירים עם זנבות ארוכים המתרוצצים בתוכו כאחוזי תזזית, וכינה אותם **spermatozoa** (חיות הזרע). עד לאותה תגלית היה מקובל להניח שהביצה היא הנושאת בחובה את העובר המקופל. הזירעונים של לייבנהוק זהו מיד כתרומה הזכרית לעובר. מכאן ואילך זנחו רבים מן החוקרים את הדעה שהביצה הנקבית היא מקום משכנו של העובר הזעיר, והעניקו לזירעון הזכרי תפקיד נכבד זה, בהתעלם מהבדלי הגודל הניכרים בין השניים.

רעיון הפרפורמציה לא התיישב כמובן עם היפותזת ההיווצרות הספונטנית, שכן לא היה סביר להניח שבתוך החומר המרקיב קיימים עוברים זעירים מאורגנים. ואכן, היו חוקרים שניסו להפריך את היפותזת ההיווצרות הספונטנית. המפורסם שביניהם היה הרופא האיטלקי **פרנציסקו רֶדִי** (Francisco Redi, 1626-1698), שערך ניסויים בהתפתחות זבובים בבשר רקוב. ניסוייו הראו שה"תולעים" המופיעות בבשר המרקיב מקורן בביצים שהטילו זבובים בוגרים על הבשר, והן מתפתחות בסופו של דבר לזבובים.<sup>82</sup> לגבי ההנחות התיאולוגיות שהנחו אותו לתכנן ניסויים לצורך שלילת אפשרות ההיווצרות הספונטנית, אמר:

82 היום אנו יודעים שמדובר ברימות. לפני רדי נחשבו רימות וזחלים לסוגים שונים של תולעים – קרי: יצורים בוגרים (ולא שלב לא בוגר במחזור החיים) שנוצרו בבריאה ספונטנית.

אני נוטה להאמין שמאז אותם זמני בראשית, שבהם יצרה האדמה את הצמחים ובעלי החיים הראשונים לפי צו האל הכל-יכול, שוב לא הוסיפה ליצור בכוח עצמה לא עשב, לא אייל ולא בעל חיים כל שהוא, מושלם או בלתי מושלם, וכל מה שנולד בימים עברו וכל מה שנוצר בה או ממנה מקורו אך ורק מזרעים אמיתיים וממשיים של הצמחים ובעלי החיים עצמם, המשמרים את מינם באמצעות הזרעים שלהם. (Gabriel & Fogel, 1955, p. 187).

הפרפורמציה הייתה לכאורה פתרון מוצלח שעקף את הצורך להסביר את התהוות המורכבות, אך בכך הייתה טמונה גם חולשתה: היא עקפה את הבעיה המרכזית במקום להתמודד עמה, ופילוסופים לא מעטים סירבו להסתפק במין הסבר לא-הסבר שכזה. בנוסף לכך היו כרוכות בפרפורמציה עוד שתי בעיות רציניות – האחת אמפירית והאחרת פילוסופית. הבעיה האמפירית הייתה שהתיאוריה לא הסבירה את הדמיון שבין הצאצא לשני הוריו, והפילוסופית – שהובילה לרגסיה אינסופית: נבעה ממנה המסקנה שכל האנושות, מבריאת העולם ועדי עד, מקופלת בתוך הזירעונים והביציות של אדם וחווה. בגלל הקשיים הללו קיבלה הפרפורמציה כיוון חדש, תיאולוגי בטבעו, שכונה **קיום מוקדם** (preexistence). גרסה זו הסתמכה על ההנחה בדבר התערבות ישירה של האל במעשי הבריאה, וטענה שבכל דור ודור האל נוטע מראש את הישות העוברית המקופלת בתא הנבט. אבל גרסת הקיום המוקדם לא יישבה את הקושי בדבר הורשת התכונות. פתרון לבעיה זו יכלה להציע האפיגנזה, שהניחה כי **הנוזל היוצר** (seminal fluid) של הזכר והנקבה מתערבב בעת הזיווג, וזהו השלב הראשון בהתפתחות העוברית.

הרופא הגרמני **גאורג ארנסט שטאל** (George Ernst Stahl, 1660-1734) היה אחד החוקרים שדחו את היפותזת הפרפורמציה. הוא הציע במקומה גרסה אפיגנטית, ששילבה יסודות מכניסטיים וויטליסטיים. שטאל טען שאַגְרֶנְטִים (תערובות שנוצקו לגושים) של חומר אורגני, בעלי מאפיינים תכליתיים, מתארגנים יחד ליצור את המורכבות המאפיינת את היצורים החיים. את המאפיינים הייחודיים של החומר האורגני ייחס שטאל לנפש – איכות מטפיזית חיצונית המשפיעה על החומר ומאצילה עליו את איכויותיו האורגניות הייחודיות.<sup>83</sup> שטאל יישם על החומר האורגני את התפיסה הניוטוניאנית החלקיקית, ובכך נתן להסבר תוקף מכניסטי כביכול. האם ניתן לראותו כוויטליסט? ייתכן שהוא עצמו רצה לראות את עצמו כמכניסט ניוטוניאני, אך אין להתעלם מהבחנתו הקטגורית בין חומר אורגני לאי-אורגני. הוא קבע שהנפש מסוגלת להביא את האגרגטים האורגניים לידי התארגנות והתפתחות על סמך מאפיינים תכליתיים פנימיים וייחודיים שלהם. יתרה מזו, הוא הבחין קטגורית בין מכונות ליצורים חיים, וטען שמכונות מעשה ידי אדם מסוגלות לבצע פונקציות, אך אינן יכולות לעבור שינויים המאפיינים תהליכי חיים והתפתחות. הבחנות אלה מציבות אותו במחנה הוויטליסטי למרות המאפיינים המכניסטיים של עמדתו. שטאל השתייך למיעוט, אבל לא היה היחיד שיצא נגד עמדת הרוב,

<sup>83</sup> עקבות של תפיסות איכותיות אריסטוטליות ניתן לראות אצל שטאל ב"תיאוריית הפלוגיסטון" שהציע במטרה להסביר את השחתת המתכות בעקבות חימום. על-פי התיאוריה, הפלוגיסטון הוא איכות מיוחדת המקנה למתכות תכונות כמו ברק, גמישות וכיו"ב. התיאוריה טענה שחימום המתכות גורם להסתלקותו של הפלוגיסטון, והדבר מסביר מדוע הן מאבדות את תכונותיהן הייחודיות בעקבות חימום והפיכתן לאבקות. תיאוריה כימית זו נעשתה פרדיגמה. (היא מוכרת לרבים בעיקר מפני שהופרכה על-ידי לְבּוֹאֵזֶה (Lavoisier, 1743-1794), שהציע תחתייה את תיאוריית החמצון, ובכך "גילה" את קיומו של החמצן באוויר.)

שניסתה להשליט על המציאות תמונת עולם מכניסטית, ולכלול בה גם תופעות מתחום החיים (במידה שהדבר התיישב עם אמונה באל כל-יכול).

#### 5.2.4 לייבניץ: מכניזם ותכליתיות

אחד מחשובי המתנגדים לתמונה המכניסטית הפשטנית של הטבע היה הפילוסוף הגרמני **גוטפריד וילהלם לייבניץ** (Gottfried wilhelm Leibniz, 1646-1716). הוא ביקש ליצור תמונת עולם מורכבת, בעלת מאפיינים סיבתיים ותכליתיים כאחת. לייבניץ, כמו אפלטון לפניו, חשב שטובו האינסופי של האל חשוב ונעלה יותר מכוחו המוחלט. לדעתו, טובו של האל מתבטא בעובדה שברא כל מה שהיה יכול לברוא. עיקרון זה, שכבר נתקלנו בו אצל אריסטו, נקרא כזכור "עיקרון המלאות" או "עיקרון השפע", והוא היה הטעם שבגללו התנגד לייבניץ, בדומה לאריסטו, לרעיון הריק.

מעיקרון השפע נובע עיקרון מהותי נוסף של לייבניץ שאל מאריסטו: **עיקרון הטעם המספיק**; עיקרון זה קובע שאם משהו קיים בעולם, סימן שיש טעם מספיק לקיומו – שאם לא כן לא היה האל בורא אותו. העולם הקיים היה בעיני לייבניץ הטוב שבעולמות האפשריים. משני העקרונות הללו נובע, שהאל ברא את העולם עם כל מה שנחוץ לו כדי להמשיך את קיומו בכוחות עצמו, ולכן אינו מתערב באופן פעיל במהלך הדברים. על סמך מסקנה זו הניח לייבניץ שלטבע יש כוחות אימננטיים המבטאים את טובו של האל, שכן הוא העניק כוח ופעילות לעולם שברא. לכוחות הפנימיים של הטבע קרא לייבניץ *entelechia*.

בהתאם לאמונה זו קבע לייבניץ שעקרונות הפיזיקה אין בהם כדי להסביר באופן מלא את תופעות הטבע בכלל ואת החיים בפרט. כאריסטו בשעתו הוא טען שביצור החי אפשר להבחין בבירור בתכליתיות המאפיינת את הטבע כולו, אלא שאת התכליתיות הוא ייחס כמובן לאל, שברא כל דבר למען האדם. לייבניץ יצר תמונת עולם אורגניזמית שעל-פיה היקום כולו מורכב מיחידות בסיסיות שקרא להן **מוֹנָדוֹת**; כל מונדה היא מרכז של כוח ויטלי המחבר את החומר הפסיבי עם היסוד השכלי הפעיל. כל מונדה משקפת ברמה המיקרוקוסמית היבט מסוים וייחודי של היקום המקרוסקופי; המונדות הן בעצם היבטים צורניים של הטבע (במובן האריסטוטלי של "צורה").

לייבניץ לא היה מנותק מן העולם שחי ופעל בו. הוא עסק רבות במחקר פיזיקלי וברפואה, ולא הפנה עורף להיבט הסיבתי בהקשר לתחומי המחקר שלו. הגותו הפילוסופית מחד גיסא ומחקרו האמפירי מאידך גיסא הביאו אותו לנסות וליישב את שתי שיטות החשיבה: המכניסטית-סיבתית והוויטליסטית-תכליתית. וכך אמר:

כדי ליישב בין אלה המקווים להסביר באופן מכני את היווצרות הרקמות הראשונות של בעל החיים ואת מנגנוני כל החלקים, ובין אלה הנזקקים לסיבה תכליתית כדי להצדיק את קיומם של המבנים האלה, יש להצהיר זאת: שתי השיטות יכולות להיות טובות, ושתיהן יכולות לסייע לנו לא רק להעריך את מלאכתו של הבורא הנעלה אלא גם למצוא תועלת בפיזיקה וברפואה. לפיכך



ההוגים המאמצים את הגישות הנבדלות הללו אינם צריכים להתנכל אלה לאלה [...] שכן עדיף לשלב בין שתיהן [...] בכל זאת, אני סבור שקשה יותר לנקוט בגישה הסיבות הפועלות ככל שנכנסים לפרטים, שכן היא מעמיקה יותר, מיידית וא-פריורית, ולדעתי רוב הפילוסופים שלנו עדיין רחוקים ממנה מרחק רב. בניגוד לכך, קל יותר לאמץ את גישה הסיבות התכליתיות, אשר לעתים קרובות אינה מקריבה את תועלתה במטרה לגלות אמיתות חשובות ובעלות ערך. גילוי אותן אמיתות בגישה פיזיקלית היה מצריך זמן רב יותר, כפי שאפשר לראות מדוגמאות רבות באנטומיה. (Federspill & Siculo, 1994, p. 339).

השקפותיו הפילוסופיות של לייבניץ שימשו נקודות מוצא לשני זרמים חשובים (ובמידה מסוימת מנוגדים) בהתייחסות לטבע, ששלטו בגרמניה משלהי המאה ה-18 ועד מחצית המאה ה-19. גישתו האורגניזמית השפיעה על הזרם הרומנטי שנקרא *Nature Philosophie*, ואילו ניסיונו לראות את הגישה המכניסטית ואת הגישה התכליתית כמשלימות זו את זו שימש בסיס לאסכולה הטלאו-מכניסטית רבת ההשפעה, שפעלה בגרמניה במקביל לפילוסופיית הטבע הרומנטית.

### 5.3 סיכום: מכונן, מכונות ויצורים חיים

המאה ה-17 מסמנת מהפך פרדיגמטי בתמונת העולם ובתפיסה המדעית. מכאן ואילך תפסה הפיזיקה את מקום חקר היצורים החיים כמודל למדע מן הבחינה המתודולוגית והמושגית כאחת.

המדע נתפס כאמצעי להאדרת שם האל. שיקולים תיאולוגיים נעשו טיעונים בהסברים מדעיים, ויחסי האל והטבע שימשו בסיס מטפיזי לכל הסבר מדעי. הדימוי המכניסטי של היקום היה קשור קשר בל יינתק עם תמונת האל ויחסיו עם הטבע.

האור הירוק שניתן לחקר הטבע כדרך לגיטימית לעבודת הבורא הקפיץ קדימה את המחקר המדעי בכל התחומים, והביא להצטברות מידע חדש בכמויות גדולות.

היצורים החיים לא נתפסו כישויות ייחודיות השונות באופן עקרוני מן העולם האי-אורגני; נהפוך הוא: הם נתפסו כייצוגים מיקרוקוסמיים של המקרוקוסמוס הגדול – היקום – ובתור שכאלה זכו למראית עין של מכונות המופעלות על-ידי המכונן האלוהי, ממש באותו אופן שהקוסמוס כולו מופעל על ידו.

הוגים מכניסטיים רדיקליים כדוגמת דקארט ובוֹרְלִי הסתפקו במטפורה של מכונה מעשה ידי אדם כדי להסביר את תופעות החיים, אבל רבים מן החוקרים וההוגים בני התקופה התרשמו ממורכבותם העצומה של האורגניזמים, שעלתה לאין ערוך על זו של כל מכונה פרי פיתוח טכנולוגי, ולכן לא יכלו להסתפק בדימוי הזה. לחוקרים האלה התאים יותר לראות את היצורים החיים כמעין מכונות מעשה ידי הבורא, המופעלות באמצעים שהוא מוצא לנכון להפעיל. בתמונת העולם המכניסטית, שהייתה עֶרְה לפער שבין יכולת הביצוע של המכונן האלוהי לזו של המכונן

האנושי, היה מקום למעורבות אלוהית מחד גיסא ולהנחות ויטליסטיות מאידך גיסא. יכלו להתקיים בה תפיסות כדוגמת **הקיום המוקדם**, **האפיגנזה** ואפילו זו **התכליתית** של לייבניץ. כל תפיסה בדרכה העניקה לאל חופש לפעול בדרכים המתאימות כדי להביא לידי מימוש אותן "מכונות" מופלאות מעשה ידיו הנקראות "אורגניזמים".

החירות לחקור את הטבע לא הביאה בחלקה הראשון של המאה לחירות המחשבה. בני אדם עדיין נרדפו על השמעת דעות שלא עלו בקנה אחד עם העמדות התיאולוגיות המקובלות, והואשמו בכפירה. בשלהי המאה ה-17 הופיעו סימנים ראשונים לשינוי ביחסים שבין הדת למדע, ושינוי זה היה עתיד להשפיע באופן עמוק על תרבות ההשכלה במאה ה-18 ועל העמדות המטפיזיות שהנחו את המחקר המדעי בכלל והביולוגי בפרט באותה תקופה.

## 6. יחסי דת והשכלה בעידן הנאורות: השפעת החילון על תפיסת החיים

### 6.1 מבוא: נאורות ותבונות

המאה ה-18 נחשבת לעידן הנאורות (enlightenment). "נאורות", "תבונה" ו"טבע" היו לבני התקופה מילים נרדפות: התבונה האירה לדעתם את חשכת המאגיה, הדעות הקדומות, האמונות הטפלות וההנחות המטפיזיות חסרות הבסיס, שליוו בעבר את הדיון הפילוסופי על הטבע. כל אלה נבעו לדעתם מהשפעת הדת, ששלטה בכיפה במשך מאות שנים, והכפיפה את הפילוסופיה לצרכיה. המשימה הגדולה של המפעל המדעי בתקופתם הייתה לבער כל זכר לאותן ישויות אוקולטיות מן הפילוסופיה של הטבע.

ככל שרבו הישגי המדע במהלך המאה ה-17, ההסתמכות על כתבי הקודש כעדות לאמת אלוהית הומרה בהסתמכות על הטבע. התיאולוגיה, שנודעה לה השפעה עצומה במאות ה-16 וה-17, הדגישה את יכולתו האבסולוטית של האל לברוא עולם כרצונו ולהתערב בטבע התערבות פעילה ככל שיחפוץ. בשלהי המאה ה-17 החלה נסיגה הדרגתית במעמדה של הדת, ותהליך החילון התחזק במחצית המאה ה-18. הכנסייה נאלצה להתאים את עצמה לרוח התבונה והליברליזם שאפיינו את התקופה.

לתפיסות התאיסטיות האורתודוקסיות קם מתחרה בדמות הזרם הדאיסטי, שכפר בקדושתם של כתבי הקודש, בתפקיד האל כמשגיח ומתערב וכן בכפרה, בהצדקה ובגאולה הרוחנית הכרוכות בקבלת עיקרי הנצרות. תמונת האל החכם והכל-יכול, הממשיך להתערב בבריאה, הומרה בתמונת בורא שאינו מתערב בעולמו. האל נתפס כהתגלמות התבונה העליונה, כבורא הסדר הקוסמי וכמחוקק חוקי הטבע שאינם ניתנים לשינוי, אשר גילויים במחקר המדעי הוא העדות העקיפה לגדולתו ולחכמתו. במשולש היחסים שקבעה הכנסייה הנוצרית בין האל, האדם והטבע, ביטלה האמונה הדאיסטית את אחת מצלעות המשולש – השגחת האל על האדם.

המושג "תבונה" נתפס כבעל משמעות כפולה: החכמה האלוהית המתבטאת בחוקי הטבע שחוקק הבורא, והיכולת השכלית האנושית המאפשרת לבני האדם לפענח את החוקים הנעלים האלה באמצעות מחקר שיטתי. משקיבל האל מעמד של מחוקק המצוי מחוץ למשחק, לא התקשה בסופו של דבר מי שחפץ בכך לוותר עליו לגמרי. ואולם, בכל הנוגע לחקר היצורים החיים, הקרע בין הדת למדע התרחש רק במחצית השנייה של המאה ה-19.

תהליכי החילון האלה לא התחוללו כמובן בלא התנגדות מצד הכנסייה, והשפעתה על המדע ניכרה עד סוף המחצית הראשונה של המאה ה-18. היא אף ניסתה להפעיל את סמכותה כדי להעניש את ה"סוררים" שבין ההוגים. אף-על-פי-כן, התקופה מצטיינת בניסיון מצד המדע בכלל, וחקר היצורים החיים בפרט, להשתחרר מן הכבלים התיאולוגיים הנוקשים, אף אם לא בהכרח מן האמונה באל. המאבק בין התיאולוגיה האורתודוקסית לזרם הדאיסטי התבטא בשאלה בדבר

מידת המעורבות וההשפעה שיש לייחס לאל בהקשר לעולם בכלל וליצורים החיים בפרט. התפיסה המכניסטית נולדה כזכור משלילת כל פוטנטיות מן החומר והענקת הכוח לאל לבדו. תפיסות המעניקות לחומר מאפיינים פעילים פנימיים (כמו אפיגנזה) נראו אפוא לכנסייה כביטוי של **אתאיזם**.<sup>84</sup> לא ייפלא אפוא שהדוגלים בתזת הקיום המוקדם היו רובם אורתודוקסים, ואילו רוב תומכי האפיגנזה היו דאיסטים ולעתים אף אתאיסטים.

נחדד את ההיסט (השינוי) שחל במעמדה של האפיגנזה בהקשר התיאולוגי במהלך המאה ה-18. בתקופת הרנסאנס ובמאה ה-17 נחשבה סגולתו של החומר ליצור חיים ליכולת המוקנית מן האל. האפיגנזה התיישרה היטב עם אמונה דתית אורתודוקסית, שייחסה לאל יכולת בלתי מוגבלת להתערב בטבע בכל דרך שתיראה לו. דוגמה נאה לכך ראינו אצל הרווי. לעומת זאת, במאה ה-18 נתפס האל כבורא המנהל את עולמו באמצעות חוקי הטבע שחוקק, ומידת ההתערבות הישירה בטבע שיוחסה לו צומצמה מאוד. אמונה זו לא אפשרה לתלות את הפוטנטיות של חומר המוצא לחיים במעורבות אלוהית כלשהי; רוב המחזיקים בעמדה זו האמינו אפוא שלטבע יש יכולות אימננטיות משלו, שאינן תלויות במעורבות אלוהית, ובזכותן נוצר הארגון האופייני להתפתחות העוברית יש מאין.

הרצון להתנער מן המטפיזיקה מצא את ביטויו אצל הפילוסופים האמפיריציסטיים האנגלים והסקוטים. החשוב שבהם, **דייויד הום** (David Hume, 1711-1776), קרא לבסס את הפילוסופיה על רשמי החושים בלבד, ולהימנע מלהניח הנחות מטפיזיות, שאינן מבוססות על מראה עיניים, כבסיס להגות פילוסופית.<sup>85</sup> בהתאם לקו המנחה הזה עבר המדע הניוטוניאני עצמו שינוי במהלך המאה ה-18. ממשיכיו של ניוטון ניסו לטהר את הפיזיקה הניוטוניאנית מכל ההנחות המטפיזיות בדבר כוח אלוהי המשמר את כמות התנועה בעולם באמצעות התערבות מתמדת, והפכו אותה למודל הפרדיגמטי של המדע. משהושלם הטיהור נותרו על כנם החוקים הפיזיקליים המתמטיים לבדם. לקראת המאה ה-19 נהפכה הכבידה לתכונה אינהרנטית של החומר, ולא יוחסה עוד לאל. את תהליך החילון של הפיזיקה הניוטוניאנית השלים בצרפת **פייר סימון דה-לפלאס** (Pierre Simon de-Laplace, 1749-1827); הוא בנה מודל של התפתחות מערכת השמש בהסתמך על חוקי ניוטון. כשהציג לפלאס את המודל שלו בפני נפוליאון, שאל אותו הקיסר היכן מקומו של האל בשיטה הניוטוניאנית שלו. לאפלאס ענה לו בזו הלשון: "אדוני, לא נזקקתי להשערה זו".

ההתלהבות מן המפעל המדעי של העת החדשה ומהישגיו המרשימים הייתה עצומה. ואכן, חקר הטבע, שבמשך מאות שנים לא עמד כלל על סדר היום, נעשה באותה תקופה עיסוק מרכזי. חוקרי טבע חשפו עולמות נסתרים בסיוע המיקרוסקופ, וספנים נועזים הפליגו ברחבי העולם וגילו ארצות ויבשות חדשות. בעקבות המחקר האינטנסיבי והרב-תחומי הזה הצטברה כמות מידע עצומה בזמן קצר יחסית. כבר בשלהי המאה ה-17 הוקמה בלונדון **החברה המלכותית**, ובפריז – **האקדמיה המלכותית למדעים**. מוסדות אלה ודומיהם, שהוקמו ברחבי אירופה במהלך המאה

84 מיוונית: a – לא + theos – אלוהים; כפירה באלוהים, הכחשת מציאותו של בורא עולם.

85 אחת ההנחות המטפיזיות שיום סירב להתחייב כלפיה היא הנחת קיום האל.

ה-18, נועדו לקדם את המחקר המדעי. באותה תקופה נוסדו גם מפעלים חשובים שנועדו לקטלג, לארגן ולמייין את הידע שהצטבר. הגדול והחשוב שבהם היה מפעל משותף של קבוצת הוגי דעות צרפתיים, במטרה לארגן את הידע כולו באמצעות **אנציקלופדיה**. אנשי התקופה חשו שהמפעל המדעי מוביל לקדמה – **פרוגרס** (progress). התקופה עמדה בסימן הרוח ההומניסטית, שבאה לידי ביטוי חברתי ופוליטי. רוח זו נתנה אותותיה גם בכל הנוגע לדת ולחקר הטבע. חופש הדעות, שנגזר מן האמונה שהאדם מחונן ברצון חופשי, היה אחד הערכים החשובים של ההומניזם. מצד אחד שיקפו חוקי הטבע מציאות דטרמיניסטית, ומהצד האחר נתפס הסובייקט החוקר את תופעות הטבע כבעל רצון חופשי ותבונה, מתת האל. האדם בן המאה ה-18 לא ראה את עצמו רק כחלק מן הטבע; במובן מסוים הוא ייחס לעצמו מעמד דומה לזה של האל.

במחצית המאה ה-18 התחיל באנגליה תהליך תיעוש – **המהפכה התעשייתית**, שהיו לו השלכות כלכליות וחברתיות עצומות. בין הגורמים המרכזיים למהפכה התעשייתית הייתה התפתחות טכנולוגית מואצת, והפיתוח העיקרי היה מנוע הקיטור שהמציא בשנת 1712 **תומס ניוקומן** (Thomas Newcomen, 1663-1729). התפתחויות אלה אמנם לא השפיעו ישירות על חקר היצורים החיים, אבל השפעותיהם העקיפות התבטאו לקראת המאה ה-19. במאה ה-18 ניכרה בעיקר השפעת ההתקדמות במחקר הכימי על הרפואה: הכימיה שירתה את הרפואה כמקור לתרופות וגם לדימויים (ראה להלן מופרטואי).

תהליכי החילון שאפיינו את עידן הנאורות חלחו כצפוי גם אל המחלוקות הישנות שליוו את חקר תופעות החיים, והאירו אותן באור חדש. הדרישה להעמיד את תופעות החיים על מודל מכניסטי לא זו בלבד שנתרה בעינה אלא אף החמירה בעקבות השלטת הפיזיקה הניוטוניאנית כמודל מדעי מחייב. מעתה והלאה נדרשו החוקרים להסביר את תופעות החיים במונחים של חומר, תנועה וכוחות.

מי שקיבל על עצמו את התפיסה האטומיסטית וביקש להיות עקבי גם עם הגישה המכניסטית, היה חייב להעמיד את תופעת החיים על תנועה אקראית של חלקיקים, המתארגנים לכלל ישויות מורכבות להפליא באמצעות הכוחות שמכתיבים חוקי הטבע. השאלה איך מתארגנים חלקיקים אלה במהלך ההתפתחות העוברית נעשתה סלע מחלוקת בין שתי עמדות דתיות – תומכי הפרפורמציה ייצגו את האורתודוקסיה הכנסייתית, ותומכי האפיגנזה ייצגו עמדות דאיסטיות ואף אתאיסטיות.

## 6.2 פרפורמציה, אפיגנזה ומכניקה ניוטוניאנית

### 6.2.1 טרמבלי ומהפכת הרגנרציה

במהלך המאה ה-17 והמחצית הראשונה של המאה ה-18 הייתה יד הפרפורמציה על העליונה, אבל בשנת 1741 חלה תפנית: **אברהם טְרַמְבְּלִי** (Abraham Trembley, 1710-1784) גילה יצור

חדש: פולפי של מים מתוקים.<sup>86</sup> מלכתחילה הניחו שמדובר בצמח, אבל במעקב אחר אורח חייו נתגלו בו גם מאפיינים של בעל חיים. טרמבלי חתך את הפולפי לשניים במטרה להכריע בשאלה אם הוא בעל חיים או צמח. הוא הניח שאם הפולפי הוא צמח – ימשיך לחיות, ואם הוא בעל חיים – ימות. לתדהמתו גילה כי לא זו בלבד ששני החצאים נותרו בחיים; כל אחד מהם אף השלים את החלק החסר לו, וכך התקבלו שני יצורים שלמים מיצור אחד שנחצה לשניים. תהליך זה נקרא **רֶגֶנֶרַצְיָה** (regeneration).<sup>87</sup> טרמבלי חזר על הניסוי לעיני חברי האקדמיה המלכותית למדעים בפריז, וזכה לתגובה נלהבת בזו הלשון:

הסיפור על הפניקס הנולד מחדש מאפרו, דמיוני ככל שיהיה, אינו מציע משהו פלאי יותר מהתגלית שאנו עומדים לדבר עליה. הרעיון הדמיוני של תחיה מחדש או רגנרציה בצמחים ובעלי חיים, אשר כמה אלכימאים חשבו לאפשרי על-ידי חיבורם מחדש של החלקים היסודיים שלהם, נועד רק להחזיר לחיים צמח או בעל חיים לאחר שהומתו. משחברו מחדש חלקיו של הנחש שנחתך לשניים, התקבל רק אותו נחש יחיד. אך במקרה זה הטבע משיג את דמיונותינו. (Roe, 1981, p. 10)

במהרה נתגלו יצורים רבים נוספים העוברים רגנרציה, והסתבר כי זוהי תופעה נפוצה בעולם האורגני. התגלית העמידה בסימן שאלה חמור את תזת הקיום המוקדם, שכן חסידיה נדרשו להסביר כיצד הושלמה מחציתו של הפולפי החתוך לכלל יצור שלם במקרה זה, שבו לא היה תכנון מוקדם. כמו כן הם נדרשו להסביר כיצד מתחלקת הנפש בין שני היצורים החדשים.

כמה מתומכי תזת הקיום המוקדם הגיבו בהצעה, שכל רגנרציה נובעת מנבטים מאורגנים מראש, הקיימים מלכתחילה בגופי האורגניזמים השונים, כדי שיוכלו להתפתח במקרה של תאונה. אחרים ראו בתופעה זו עדות ברורה לטובת האפיגנזה, ועברו לתמוך במחנה היריב. לא הכול היו מוכנים להודות בעובדות, ובכללם גם חברי החברה המלכותית בלונדון. על תגובתם להצגת תיאור הניסוי שלו בפני חבריה דיווח טרמבלי:

העובדות הייחודיות בסיפור חייהן של חיות זעירות אלה הן מושא הערצתם של גדולים וטובים, אך היו אנשים שהיססו להודות בהן. היו אף כאלה שאמרו כי לא יאמינו בכך אפילו אם יראו זאת במו עיניהם. לאנשים האלה יש כנראה מערכת מושגים מקודשת, והם חוששים לערער אותה. (Ibid, p. 12)

תגובתה של החברה המלכותית לא ייצגה את עמדותיהם של רבים מחוקרי הטבע שפעלו בתקופה זו, כפי שנראה להלן. נפנה עתה להכיר אחדים מן הבולטים שבהם. ניתן לקבצם על-פי מוצאם, עמדותיהם בענייני דת או התפיסות המרכזיות שמהן הושפעו, ולבדוק כיצד השפיעו משתנים אלה על עמדותיהם. בתחילה נכיר שלושה הוגים צרפתיים.

86 פולפי הוא אחת הצורות המורפולוגיות, שלפי הסיווג המקובל היום משתייכת למערכת הנבוביים, זו המותאמת לחיים סְדָנְטָרִיִּים ("ישיבים") – כלומר, ללא תנועה. עד מחצית המאה ה-19 כונו צורות החיים הישיבות בשם "זואופיטים" (צמח-חיה), ונחשבו לשלב מעבר בין צמח ובעל חיים במסגרת עקרון הרצף.

87 רגנרציה פירושה "יצירה מחדש", וביולוגיה – צמיחה מחודשת, יצירת רקמות חדשות או חידוש איברים שנכרתו.

## 6.2.2 מופרטואי: ויטליסט בעל-כוח

**פייר מורו דה-מופרטואי** (Pierre Moreau de-Maupertuis, 1698-1759) הציע תיאוריית התפתחות מכניסטית לעילא. הוא טען שהנוזל היוצר של הזכר והנקבה כאחד מכיל חלקיקים המגיעים אליו מכל אחד מאיברי הגוף ההוריים; כאשר שני נוזלים אלה מתערבבים, מתאחדים החלקיקים הללו ונוצר העובר; האיחוד נוצר לטענתו עקב כוחות משיכה הפועלים בין חלקיקים ממקורות דומים (לדוגמה, חלקיקים בזרע ובביצית שמקורם בלב יימשכו ויתאחדו ליצירת לב חדש, וכן הלאה). מופרטואי, שהיה אסטרונום ומתמטיקאי בהכשרתו, ביסס את רעיונותיו כך:

האסטרונומים היו הראשונים שחשו שנחוץ עיקרון חדש כדי להסביר את תנועת גרמי השמיים, וחשבו שגילו אותו בעצם התנועות. מאז אימצה גם הכימיה תפיסה זו, ורוב הכימאים המפורסמים מודים בקיומה של משיכה (קוהזיה), ומרחיבים את השפעתה לתחומים החורגים מאלה שהאסטרונומים התייחסו אליהם. מדוע שלא יהיה לכוח הקוהזיה, אם הוא קיים בטבע, תפקיד ביצירת גופם של בעלי חיים? (Roger, 1997, pp. 55-56).

כאנלוגיה להתהוות העובר הביא מופרטואי את ההיווצרות הספונטנית של מבנים מאורגנים מחומרים כימיים שונים. על סמך אותה אנלוגיה הוא האמין באפשרות שיצורים חיים נוצרים ספונטנית מחלקיקי חומר חי, תוצרי הפירוק והריקבון של יצורים מתים. מופרטואי התנגד לפרפורמציה, וטען שאינה מסבירה כיצד נוצרו הישם המאורגנים הללו בעבר הרחוק. כדאיסט לא היה מוכן לקבל תזה המחייבת בריאה אלוהית ייחודית.

מבקרי התיאוריה של מופרטואי טענו שאין בה די: ללא הכוונה אי אפשר להבין כיצד כוח המשיכה יכול לערוב להתהוות האיברים המורכבים ולארגונם בסדר הנכון בגוף. בעקבות הביקורת שינה מופרטואי את התיאוריה שלו, והוסיף לחלקיקי החומר המרכיב את היצורים החיים מאפיינים של אינטליגנציה וזיכרון. האינטליגנציה נועדה להסביר את ההכוונה התכליתית שבבסיס הארגון המתהווה, והזיכרון – את הורשת התכונות מדור לדור. בהציעו את הפתרון הזה לדילמה בדבר מקור הארגון, דחה מופרטואי את התמונה המסורתית של חומר אדיש, ואימץ במקומה תמונת עולם בנוסח לייבניץ, שלפיה החומר הוא פעיל. ואולם, ההסבר המכניסטי בדבר ההתפתחות האורגנית לא עלה יפה בהעדר מעורבות אלוהית פעילה, והוספת מאפיינים ויטליים לחומר האורגני ערערה את מעמדה המכניסטי של התיאוריה שלו.

## 6.2.3 בופון: מכניסט ניוטוניאני המאמין באפיגנזה

הוגה חשוב המקורב למופרטואי היה **ג'ורג' לואי לקלר דה-בופון** (George Louis Leckler de-Buffon, 1707-1788), שהשפיע רבות על החשיבה הביולוגית. כמו ידידו המבוגר ממנו, השתייך בופון למחנה האפיגנטי בעמדתו לגבי תהליך התהוות החיים, ולזרם הדאיסטי באמונתו הדתית.

התיאוריה שלו התבססה על הבחנה בין שני סוגי חומר – אורגני וגולמי – ועל זיהוי הכוחות היוצרים את החיים עם פעולת ההזנה. בתהליך העיכול נספגים בגוף חלקיקים אורגניים מחומר

המזון הגולמי, והם מנוצלים להזנת איברי הגוף ולהבטחת צמיחתם. כאשר היצור מגיע לבגרות ומפסיק לגדול, עוברים החלקיקים העודפים מן האיברים השונים לאיברי המין ונעשים "הנוזל היוצר". החלקיקים הללו מייצגים את כל איברי הגוף, ובתהליך הרבייה הם מתארגנים לכלל איברים על-פי שני עקרונות מנחים: **תבנית פנימית** (internal mold) ו**כוח חודר** (penetration force). התבנית הפנימית אנלוגית לעיקרון הצורני של אריסטו, והיא אמורה להסביר באופן סיבתי כיצד החומר האורגני מתארגן במהלך ההתפתחות העוברית. כל חלקיק של חומר אורגני, המגיע מאיבר זה או אחר לנוזל היוצר, נושא עמו את התבנית הפנימית של אותו איבר, וכך מובטח שבמהלך התהוות העובר ייווצר בגופו בין היתר גם איבר תקין כמו זה שממנו הגיע. הכוח החודר אנלוגי לכוח המשיכה הפועל בין חלקיקי החומר האי-אורגני: הוא גורם לחלקיקים להימשך זה לזה, ואילו התבנית הפנימית קובעת את הכיוון התכליתי של הארגון.

בופן היה תומך נלהב של ההיווצרות הספונטנית, והציע היפותזה שלפיה קיים מחזור קבוע של חומר אורגני בטבע: באמצעות כוחות ויטליים ייחודיים החומר מתארגן ליצורים חיים, ועם מותם חוזר לטבע ומשתתף במחזור היווצרות חדש. הוא אף הסביר את הופעת הצורות הראשונות של החיים על פני כדור הארץ בהיווצרות ספונטנית של חלקיקים אורגניים: בהשפעת חום השמש על חומרים שומניים וגמישים נוצרו הפרטים הראשונים של הקבוצות הסיסטמטיות היסודיות של צמחים ובעלי חיים. את הצורות החיות מייך בופן לקבוצות על בסיס אמפירי. הוא האמין שהתבנית הפנימית הייחודית, הטבועה בחלקיקים האורגניים של כל קבוצה ("משפחה טבעית" בלשונו), אחראית (באמצעות שרשרת אינסופית של סיבות פועלות) על שמירת קווי היסוד המבניים האופייניים לה והמבטיחים את יציבותה של הצורה הבסיסית. בתוך הקבוצה ייתכנו השתנות והסתעפות רק בתכונות שאינן מהותיות ל"צורה", ואותן ייחס בופן לתנאי סביבה חיצוניים. מפעל המיון של בופן סייע להשליט סדר וארגון (על סמך חוקי טבע סיבתיים, אוניברסליים ונצחיים) בשפע המידע הבלתי נדלה שהצטבר באותה תקופה על היצורים החיים.<sup>88</sup>

בצרפת במיוחד שיקף השיח המדעי את המתח הפוליטי והאמוני שנתגלע בין פלגים שונים בחברה, וחוקרי הטבע בחרו להשתייך למחנה המדעי שעלה בקנה אחד עם עמדותיהם הפוליטיות והדתיות. יש קשר בין עמדתם הדתית הדאיסטית של מופרטואי ובופן לבין תמיכתם באפיגנזה על סמך כוחות טבע ניוטוניאניים. כדאיסטים הם דחו כל תזה המתבססת על מעורבות אלוהית בעולם, ובבואם להסביר את התופעות שראו, העדיפו להסתמך על חוקי הטבע ועל כוחות מוכרים כדוגמת כוח הכבידה הניוטוניאני, כפי שנתפס במסגרת המכניקה ה"מחולנת" של המאה ה-18.

88 תהליך המיון החשוב ביותר של המינים האורגניים היה מפעלו של לינאוס (Linnaeus); הוא מייך את כל הצמחים ובעלי החיים שהיו ידועים בתקופתו בשיטה שעקרונותיה משמשים אותנו עד היום.



## 6.2.4 לה-מטרי: מכניסט רדיקלי ואגנוסטיקן לוחם

אחד החוקרים שהעלו על נס את השקפתם הפילוסופית, ונלחמו על עמדותיהם הפוליטיות נגד הכנסייה והממסד החברתי בצרפת, היה הרופא הצרפתי ז'וליאן אופרי דה לה-מטרי (Julianne Opri de La Mettrie, 1709-1751).<sup>89</sup>

לה-מטרי התמחה ברפואה באוניברסיטת לייזן בהדרכתו הסמכותית של הרמן ברהאוזה, שהשתייך כזכור לזרם הִטְרוֹמְכְנִיסְטִי. לה-מטרי אימץ את תורתו המכניסטית של רבו, והפיץ אותה באמצעות כתביו הרפואיים, שהידוע ביניהם נקרא *Man a Machine* (האדם כמכונה). הוא העמיד את ההתנהגות האנושית על הכימיה והפיזיולוגיה, ולכן ראה לנכון למקם את הנפש בבטן (אתר ההתרחשות הכימית הכרוכה בעיכול המזון).

מבחינה פילוסופית ראה לה-מטרי את עצמו, בעקבות רבו ברהאוזה, כאמפיריציסט וטרמיניסט, אך בניגוד אליו הוא היה מטריאליסט ואגנוסטיקן.<sup>90</sup> העמדות הפילוסופיות הללו היו מגובשות אצלו לכלל מקשה אחת: כאמפיריציסט הצהיר שהוא מוכן להאמין אך ורק במה שרואות עיניו, ומאחר שלא מצא עדות אמפירית לקיומו של האל, אימץ עמדה אגנוסטית. בהיותו קרטיאני בחינוכו ובאופן חשיבתו, חשב שהעיקרון המכניסטי, שלפיו יש קשר סיבתי בין התנועה לחומר, הוא העיקרון המכונן של הטבע.

ואולם, לה-מטרי לא קיבל את התנגדותו של דקארט לאטומיזם אלא דבק בעמדותיהם של אֶפִיקוֹרוֹס ולוקְרֶצִיוֹס כתפיסת עולם מייצגת. למרות זאת הוא דחה את המודלים החלקיקיים של תקופתו (כמו זה של גֶסְנְדִי או של ניוטון), שקיבלו "הכשר" מן הכנסייה. עובדה זו מעלה את האפשרות, שבגלל עמדתו האנטי-קלריקלית דגל לה-מטרי בתפיסת עולם המניחה שתנועתו של חומר סביל אינה נובעת מסיבה פועלת אלוהית.<sup>91</sup>

כדי להסביר את מגוון התופעות שבטבע, לרבות תופעת החיים, הרחיב לה-מטרי את המושג "חומר" וכלל בו גם את הנפש (במובנה האריסטוטלי). הוא עשה זאת במסתו *The Natural History of the Soul*:

כל הפילוסופים שבדקו ביסודיות את טבעו של החומר [...] גילו בישות (substance) זו מגוון מאפיינים הנגזרים ממהות (essence) שאינה ידועה באופן מוחלט. מאפיינים אלה הם: (1) היכולת ללבוש צורות (forms) שונות, המיוצרות בחומר עצמו, שבאמצעותן החומר עשוי לרכוש כוח תנועה

<sup>89</sup> עמדותיו של לה-מטרי והשתלחותו בממסד עוררו עליו את זעם הציבור והקנו לו אויבים רבים. השלטון רדף אותו, וגזרי הדין שהוצאו נגדו איימו על חירותו ואף על חייו, עד כי נאלץ לא פעם לעקור ממולדתו ולברוח מארץ לארץ.

<sup>90</sup> אגנוסטיקן היא עמדה פילוסופית ספקנית, שאינה מוכנה להתחייב מבחינה אמונית לקיומו של האל, אך בד בבד אינה מוכנה גם להתחייב לאי-קיומו.

<sup>91</sup> קלריקליזם הוא מדיניות הגורסת שיש להגביר את כוח הכמורה או את כוחם של מוסדות דת אחרים במדינה; וגם: השתלטות הכמורה או ממסד דתי אחר על חיי הציבור והתרבות, והגברת השפעתה על המערכת הפוליטית במדינה. לה-מטרי התנגד לכך.

ויכולת תחושתית; (2) התפשטות בפועל, שהפילוסופים האלה ראו בצדק כמאפיין אך לא כמהות של החומר. (La Mettrie, 1742/1993, p. 153)

להתפשטות קרא לה-מטרי **העיקרון הסביל** (passive principle) של החומר, וליכולת התנועה – **העיקרון הפעיל** (active principle). לביסוס טענתו הצהיר שבעבר ניתן השם "חומר" רק לעצמים שיכלו לנוע.

לה-מטרי סירב להכיר בהתערבותן של ישויות מטפיזיות, כדוגמת האל וסוכניו הסמויים, במהלך הדברים בטבע. לכן אימץ ממשנתו העתיקה של אריסטו את הרעיון, שהמכונה האנושית והחייתית גם יחד פועלות בכוח התחושה והתנועה, שהן יכולות אימננטיות של החומר שאותן מכונות עשויות ממנו. לכוח הזה הוא קרא **עוררות** (irritability). בדומה לאריסטו חשב לה-מטרי שיש קשר הכרחי בין קליטת הגירויים מן הסביבה החיצונית לתנועה המתרחשת בתגובה להם.

אלא שבניגוד לאריסטו הוויטליסט, שהבחין בין יצורים חיים לישויות אי-אורגניות על סמך הנפש, שאותה ייחס לראשונים בלבד, ביקש לה-מטרי להעמיד את תופעות החיים על החומר לבדו. מכיוון שכך, הוא לא ראה מנוס מלהניח שכל מהות חומרית חייבת לכלול בחובה מלכתחילה, לפחות בכוח, את כל התכונות הייחודיות לכל היצורים האורגניים, ובכללם האדם, גם אם הן מתבטאות בפועל אך ורק בצורות מסוימות של החומר. מסיבה זו, כשדובר על כושרי התנועה והתחושה כמהותיים לחומר, הוא נמנע מלציין שכוונתו לחומר החי, והתייחס אל החומר בכלל. הוא ראה בעקרון התנועה הפעילה של החומר את המקור לחוקי התנועה של היקום. בזה ייחס במובלע סיבתיות דטרמיניסטית לתנועתם של אלה כן אלה, שכן חוקי התנועה הם דטרמיניסטיים מעצם טבעם.

אפשר למצוא רמז לתפיסתו בנוגע לתפקידה של הנפש בגוף האורגני: "אך מאחר שכל-יכולותיה של הנפש תלויות במידה כזו בארגון התקין של המוח ושל כל הגוף, מסתבר מכך כי הן אינן אלא ארגון זה עצמו; הנפש היא בבירור מכונה מוארת (enlightened machine)." (Ibid, p. 98)

אם כן, הנפש אינה אלא אותו יסוד המארגן את החומר; ומאחר שעל-פי המטפורה (שלה-מטרי שאל מדקארט ומברהאווה ועדכן לצרכיו) ארגון משמעו מכונה, הרי הנפש היא היסוד המקנה לחומר את תפקודו כמכונה. אנו רואים אפוא כי בסופו של דבר, למרות כל ניסיונותיו להימנע מכך, מצא עצמו לה-מטרי נאלץ לייחס את מאפייניו הפעילים של החומר, לפחות במובלע, לנפש מעין אריסטוטלית. נפש זו אינה אלא צורה של החומר, אלא שהצורה הייחודית ליצור חי – במציאות שבה שולטת תמונת העולם המכניסטית – נדמית למכונה משוכללת.

לה-מטרי הדגיש כי לא זו בלבד שאינו מבחין מהותית בין תכונות פיזיקליות, המאפיינות את החומר כולו על צורותיו השונות, לבין תכונות תחושתיות, המאפיינות את בעלי החיים לרבות האדם; הוא גם כורך באותה חבילה מאפיינים מוסריים שמקובל לייחסם לאדם לבדו. החומר מאורגן בטבע בצורות רבות ומגוונות, והן נבדלות זו מזו בדרגת הארגון בלבד. בהקשר זה אימץ

לה-מטרי בברכה את הפוליפ של טרמבלי כמוטיב מרכזי בתיאוריה אפיגנטית מטריאליסטית שפיתח. מעמד הביניים של הפוליפ בין צמח לבעל חיים העניק תמיכה ניסויית לטענותיו שקיימת בטבע עלייה הדרגתית במורכבות החומר על-פי עקרון הרצף, ושאינן תיחום ברור בין חומר חי לאי-אורגני. לאור עמדה זו נראית תמיכתו הנלהבת בתזת ההיווצרות הספונטנית אך טבעית.

בשוללו מן האל תפקיד כלשהו לגבי הטבע, דימה לה-מטרי את הטבע עצמו לאדריכל בעל כושר יצירה עצום, המסוגל לעצב מבנים מורכבים ומגוונים לתכלית אחת, קבועה מראש:

בכל ממלכת בעלי החיים אותן מטרות מושגות ומוצאות אל הפועל באמצעות מספר בלתי מוגבל של מנגנונים [...] האדם והיקום כולו נראים כאילו תוכננו למען תכלית כוללת זו... באוזניים אנו מוצאים בכל מקום מגוון יוצא דופן; ולמרות זאת, ההבדל במבנים אצל האדם, בעלי החיים, הציפורים והדגים אינו יוצר שימושים שונים. כל האוזניים עשויות בצורה כה מתמטית, שהן נוטות באופן שווה לאותה תכלית אחידה שהיא השמיעה. (*Ibid*, p. 125)

טקסט זה נראה כאילו נכתב על-ידי אריסטו, אבי הטלאולוגיה, ולא על-ידי אדם שהצהיר כי הוא מבקש להסביר את תופעות הטבע במונחים סיבתיים דטרמיניסטיים. הסיבה לכך היא העדרו המכוון והמודע של מודל מכניסטי סיבתי בתזה של לה-מטרי. הוא נאלץ אפוא להחזיר לטבע את היכולות הטלאולוגיות שהעניק לו אריסטו.

לסיכום: לה-מטרי, שבא ממסורת מכניסטית לעילא ולעילא (אפיקורוס, דקארט וברהאוה), עשה ככל-יכולתו כדי ליצור תמונת עולם מכניסטית, שכוונתה המוצהרת מתבטאת בכותרת חיבורו, *אדם כמכונה*. הבעיה המרכזית שלו הייתה שהתפיסה המכניסטית, בעיקרון, הניחה את קיומו של אל מכוון ומפעיל, ואילו ניסיונו להוציא את האל מתמונת עולמו שמט במידה רבה את הקרקע מתחת לטיעונו. לכן הוא נאלץ להחזיר אל הזירה – בדלת האחורית – תפיסות אריסטוטליות מסוימות היאות לפרדיגמה אורגניזמית. המטפורה המכניסטית בת המאות ה-17 וה-18 הייתה בנויה על משולש שבקודקודיו ניצבים האל, הטבע והאדם. ביטולו של אחד הקודקודים ערער את תמונת העולם שביקש לה-מטרי לבנות ברוב עמל.

הכרנו זה עתה שלושה הוגים, שהרקע המשותף להם היה מוצאם הצרפתי ותפיסת עולמם, ששללה מעורבות אלוהית ביקום וראתה את חוקי הטבע כשולטים בלעדית על התופעות. אם ננסה למצוא את המשותף בתפיסותיהם לגבי תופעות החיים, נגלה ששלושתם החזיקו בתפיסה חלקיקית (אטומיסטית) של החומר, השתייכו למחנה האפיגנזה, וגרסו שקיימת בטבע היווצרות ספונטנית של יצורים חיים. את תכלית קיומו של היצור החי הם ראו בו עצמו, וביקשו לחקור את מנגנוני פעולתו ולרדת לחקר הסיבות לתופעות הביולוגיות שנגלו לעיניהם. בדרך זו האמינו שיגיעו להסבר מדעי אמיתי.

קיימים כמובן הבדלים מסוימים בין עמדות שלושת ההוגים: מופרטואי ולה-מטרי לא ראו הבדל מהותי בין חומר אי-אורגני ליצור חי, ואילו בופון הבחין ביניהם באופן קטגורי וייחס לחומר האורגני מאפיינים ויטליים. כל אחד מהם ייחס את התהוות הארגון לעקרון או לכוח ייחודי.

במיוחד ראוי לציין הבדל בין מופרטואי ובופן לבין לה-מטרי: שני הראשונים השתייכו למחנה הניוטוניאני המחולק בן המאה ה-18, ולכן יכלו להסתייע בכוחות טבע כדי להסביר באמצעותם את תופעת הארגון המתהווה במהלך ההתפתחות העוברית. לעומתם, לה-מטרי השתייך למחנה הקרטזיאני, שלא הכיר בקיומם של כוחות הפועלים ממרחק אלא רק בסיבות הפועלות באופן מכני (באמצעות מגע). בכך ניתן להסביר את העובדה שהוא מצא לנכון לראות בחישה ובתנועה מאפיינים מהותיים של החומר, ולא כוחות הפועלים עליו בנסיבות מסוימות.

מופרטואי, בופן ולה-מטרי מייצגים את המחנה הגדול של חוקרים שהחזיקו בעמדות אנטי-קלריקליות. להלן נכיר שני הוגים אורתודוקסיים, האחד גרמני והאחר אנגלי, המייצגים עמדות מנוגדות זו לזו מבחינה מדעית.

### 6.2.5 האלר: אורתודוקס ופרפורמיסט

כמו לה-מטרי, גם הרופא הגרמני **אלברכט פון האלר** (Albrecht von-Haller, 1708-1777) למד באוניברסיטת לייפז בהדרכתו של הרמן ברהאוה. האלר היה נוצרי אדוק כמו מורו ורבו, ולכן הכפיף את האמת המדעית לעיקרי התיאולוגיה. הוא היה מכניסט במובנה הקלסי של המילה, דבק בעיקרי הפרדיגמה הניוטוניאנית על משמעויותיה התיאולוגיות, וראה את העולם בעיני רוחו כמורכב מחלקיקי חומר אדיש המופעלים על-ידי הכוחות המופלאים והבלתי מוגבלים של האל. נאמן להנחה הרווחת בדבר תכנון אלוהי מוקדם של היצורים החיים, תמך האלר בהתלהבות בתזת הקיום המוקדם בגרסתה ה"זכרית", עד פרסום תוצאות ניסוי הרגנרציה של טרמבלי. כמו רבים אחרים הוא זנח בעקבותיו את תמיכתו בפרפורמציה, עבר המרה לאפיגנזה, והשתמש בדוגמת הרגנרציה של הפוליפ כמודל להתפתחות אפיגנטית בכל היצורים החיים. ואולם, המעבר למחנה האפיגנזה היה עבורו זמני בלבד; כעבור פרק זמן חזר לעמדתו הראשונית.

כבסיס אמפירי לתזה האפיגנטית שלו הצביע האלר על השינויים המפליגים שעובר הלב במהלך ההתפתחות העוברית, ועל מבנים הקיימים בעובר ונעלמים בשלב הבוגר. עם זאת, בניגוד לדקארט, הוא לא היה מוכן לייחס לכוחות גולמיים כמו תסיסה את יכולת הארגון המופלאה האופיינית להתפתחות האורגנית. האלר הציע מנגנון פעולה להתפתחות האפיגנטית. בהסתמכו על הפרדיגמה הניוטוניאנית, ראה את כוח המשיכה כאחראי לתהליך ההתפתחות, ונימק זאת כך:

האומנם זהו כוח המשיכה, האוסף בתחילה את הנוזלים הצמיגים לנימים, ולאחר מכן את אלה לסיבים, לקרומים, לצינורות, לשרירים ולעצמות, ויוצר בסופו של דבר את האיבר? זה נראה באמת כרעיון מתקבל על הדעת. [...] באופן דומה ניתן להצביע על היצירה של נבגי טחב ושל חוטי פשתה או כותנה [על-ידי] ההתקדמות כלפי מעלה ליצירת נוזלי הצמח (liquids of the plant), החומר הדבקי (gluten) של בעלי החיים הפשוטים ביותר, ובסופו של דבר – היצורים הנאצלים ביותר. כל אלה נוצרים באופן אנלוגי באמצעות כוחות משיכה. כולם יכולים להיווצר אך ורק באמצעות חוקים אלה, מחומר זה ובתנאים אלה. (Roe, 1981, pp. 24-25).

בגלל אמונתו האדוקה לא הרשה האלר לעצמו להציע שום הסבר המסתמך על הקניית מאפיינים פעילים לחומר האורגני, שכן הדבר היה גורע מכוחו של האל. הוא לא השלים לאורך זמן עם עמדה שאינה מציעה הסבר מספק לאופן שבו כוח המשיכה יוצר את הארגון המורכב והמופלא האופייני ליצורים החיים, ובסופו של דבר חזר – כאמור – לעמדתו הפרפורמיסטית המקורית. בהניחו את הארגון הראשוני כנתון מראש, הציע האלר מנגנון מכניסטי המכוון על-ידי האל כהסבר לפריסה המבנית המתרחשת בהדרגה במהלך ההתפתחות העוברית.<sup>92</sup>

במחקריו הפיזיולוגיים גילה האלר שתהליכי חיים מסוימים נמשכים זמן מה לאחר המוות; דוגמה מובהקת לכך היא פעילות הלב. הוא טען כי מאחר שתנועת הלב נמשכת בבעלי חיים זמן קצר אחרי מותם, הלב פועם בגלל "סיבה לא ידועה המצויה באופן נסתר במרקם הלב עצמו", ויחס זאת לתכונה ייחודית של החומר החי – עוררות (המונח של לה-מטרי).<sup>93</sup> עוד טען שעוררות השרירים – דהיינו, יכולתם להתכווץ – נובעת מכוח אינהרנטי הגורם להם להגיב לגירוי באופן הזה. את העוררות הוא מיקם ברקמה המגורה. האלר ייחס גם את התגובות הלא-רצוניות לאותו כוח עוררות. לטענתו, העוררות היא סיבה פיזיקלית החבויה בחומר, והעובדה שהתגלטה באמצעות ניסויים הייתה בעיניו עדות מספקת לקיומה. כאשר חזר האלר לעמדתו הפרפורמיסטית הראשונית, הוא התייחס לעוררות שגילה כאל כוח מרכזי המגרה את החלקים הזעירים הערוכים מראש לעבור את תהליך ההתפתחות. מבחינתו, כמאמין, היה כוח העוררות אחד ממשפחת הכוחות הניוטוניאניים שהאל משתמש בהם כדי להפעיל את התהליכים הטבעיים בעולם.

האם ניתן לראות את האלר כוויטליסט? הוא בוודאי היה מגדיר את עצמו כמכניסט ניוטוניאני לכל דבר. ובכל זאת, נאלץ בעל כורחו לייחס לחומר החי מאפיין ייחודי אינהרנטי שאינו מצוי בחומר האי-אורגני. האם די בכך כדי לשייכו למחנה הוויטליסטי?

ראינו שהאלר החזיק בעמדה ניוטוניאנית, כמו מופרטואי ובופן. עם זאת, כדאי להאיר כאן הבדל חשוב בין עמדותיהם של הראשון והאחרונים. האלר האורתודוקסי אימץ את תיאוריית ניוטון בגרסתה התיאולוגית המקורית, ואילו מופרטואי ובופן הדאיסטים דבקו כאמור בגרסה המחולנת. בגלל השוני בעמדותיהם התיאולוגיות, ייחס האלר את כוח העוררות שלו למקור אלוהי, ואילו מופרטואי ובופן ייחסו את מאפייני האינטליגנציה והזיכרון (מופרטואי) או את התבנית הפנימית והכוח החודר (בופן) לחומר עצמו.

<sup>92</sup> את ההתפתחות העוברית במסגרת הפרפורמציה כינה האלר "אבולוציה". מושג זה קיבל את המשמעות המוכרת לנו – דהיינו, התפתחות המינים – רק בשלהי המאה ה-19.

<sup>93</sup> לה-מטרי הפנה את תשומת הלב למאפיין ה"עוררות" (irritability) של השרירים, ובעקבות מחקריו של האלר נעשה מושג זה רעיון מרכזי בביולוגיה של המאות ה-18 וה-19.

### 6.2.6 נידהם: מאמין בבריאה הספונטנית

הכומר האנגלי הקתולי ג'ון טורברוויל נידהם (John Turbervil Needham, 1713-1781) השתייך למחנה המנוגד לזה של האלר, למרות שהביסוס לעמדתו היה גם הוא אמוני בעיקרו. נידהם הניח שקיים "זרע" אוניברסלי, שממנו יונקים כל היצורים האורגניים הנוצרים ספונטנית בתהליכים אפיגנטיים. בדרגת החיים הנמוכה ביותר נוצרים הזרעונים והמיקרואורגניזמים המצויים בשלוליות. התהליכים הקבועים של התרכבות, הפרדה והתרכבות מחדש של חומר אורגני (דימויים משפת האלכימיה) נובעים מכוח וגטטיבי אוניברסלי, העשוי בהמשך להתפרק לשני כוחות מנוגדים – התפשטות והתנגדות – המאזנים זה את זה. פעילותם המשולבת של שני הכוחות הללו גורמת את תופעת החיים. מודל זה התאים במיוחד להסבר תופעת היווצרות הספונטנית; ואכן, נידהם היה חסיד גדול של תיאוריה זו בכל הנוגע ל"חיות הזעירות" שהתרוצצו בחומר מרקיב ובנוזלים שונים.<sup>94</sup> הוא אף ערך "ניסוי מכריע" כנגד הכומר והמדען האיטלקי לזרו ספּלנזאני (Lazaro Spallanzani, 1729-1799), שהתנגד לאפשרות זו מטעמים דתיים הדומים לאלה של האלר. שני החוקרים הרתיחו וחיטאו תמיסות אורגניות בתוך כלים, וספּלנזאני אף הקפיד לחמם את האוויר בתוך כלי הניסוי שלו, דבר שנידהם לא עשה. כצפוי, בכליו של נידהם הופיעו מיקרואורגניזמים, ובבקבוקיו של ספּלנזאני – לא. ספּלנזאני טען שנידהם לא חיטא היטב את מערכת הניסוי, ואילו נידהם טען שספּלנזאני, בחימום היתר שלו, הרס את הכוח הוויטלי שהאל העניק לחלקיקי החומר האורגני. שאלת אפשרות היווצרותם של יצורים חיים באופן ספונטני מחומר מרקיב נותרה אפוא בעינה.

במידה רבה היה נידהם יוצא דופן בהשקפתו בין חבריו במחנה האפיגנטי, כשם שהאלר היה חריג בקרב אלה שהחזיקו בעמדה ניוטוניאנית, שכן שניהם ייצגו תפיסות אורתודוקסיות בעוד רוב עמיתיהם מחזיקים בתפיסות דאיסטיות. מאחר שהאחד תמך באפיגנזה והאחר בפרפורמציה, הם ייצגו את שני קטביה של ההשקפה בדבר מעורבות אלוהית בתהליך ההתפתחות, שהייתה שלטת במאה ה-17.

### 6.3 סיכום: תפיסת החיים במאה ה-18 – מכניזם? ויטליזם? שניהם?

הנושא המרכזי שהעסיק את ההוגים במאה ה-18 היה חקר ההתפתחות האונטוגנטית – דהיינו, מחזור החיים של האורגניזם. ראינו שבאותה תקופה שלטה הפרדיגמה המכניסטית בתמונת החיים. הסוגיה המרכזית שהעסיקה את חוקרי הטבע הייתה תיאולוגית באופיה, והתמקדה בטיב היחסים שבין האל לחומר, ובפרט בסוגיית היווצרות החיים. בסוגיה זו נחלקו החוקרים לשני מחנות: תומכי הפרפורמציה מזה ותומכי האפיגנזה מזה. עם המחנה הראשון נמנו בעיקר הוגים אורתודוקסיים (שאותם ייצגו כאן האלר וספּלנזאני), ואילו רוב ההוגים של המחנה האחר יצאו נגד האותוריטה הכנסייתית, בין אם הגדירו עצמם כאגנוסטיקנים (כדוגמת לה-מטרלי) או הותירו לאל תפקיד חקיקתי בעולם (כדוגמת מופרטואי או בופון).

94 לא קשה לראות את השפעת התורות האלכימיות שמקורן ברנסאנס על השקפותיו של נידהם.

האם מוצדק לכנות את כל אותם הוגים, שהבחינו קטגורית בין יצורים חיים לתופעות מן העולם הדומם, וייחסו מאפיינים ייחודיים לחומר האורגני, בשם "ויטליסטים"? כדי להכריע בסוגיה זו, עלינו להגדיר לעצמנו מהו הקו המפריד בין מכניזם לוויטליזם, ודבר זה אינו פשוט כלל ועיקר. הוויטליזם האריסטוטלי היה אורגניזמי, תכליתי, הוליסטי ואיכותי (סובסטנציאלי); לעומתו, המכניזם של המאות ה-17 וה-18 היה סיבתי, מְרִיסְטִי, השתמש במטפורה של מכונה וראה את החומר כאינרטי (לפי הפרדיגמה הניוטוניאנית) ומופעל על-ידי כוחות מטפיזיים חיצוניים לו, הניתנים לביטוי מתמטי.

ככלל, ראינו שקל וטבעי לחלק את בני התקופה לשני מחנות – חסידי הפְּרֹפּוּרְמַצִּיה וחסידים האפִּיגְנֹזָה. האם שני המחנות האלה מייצגים נאמנה את החלוקה למכניזם ולוויטליזם? הבה נבדוק זאת. תומכי הפרפורמציה ייצגו את הפרדיגמה המכניסטית על כל מאפייניה: הם ראו את האורגניזם כמכונה משוכללת, שמידת מורכבותה אינה משתנה במהלך ההתפתחות אלא רק הממדים של חלקיה גדלים, ואת תהליכי החיים הסבירו בהסברים סיבתיים המבוססים על מעורבות אלוהית פעילה. בעצם ראיית האורגניזם כמכונה הם הגדירו את גישתם כמְרִיסְטִית, שכן אפשר להבין מכונות דרך העמדתן על חלקיהן ועל פעילות הגומלין שבין החלקים.

לעומתם, שוחרי האפִּיגְנֹזָה ייצגו גישה מעורבת. להוציא את לה-מטרי, הם לא קיבלו את דימוי המכונה כמודל מספק לגבי האורגניזם, ובכך יצרו הבחנה ברורה בין מה שחי למה שאינו חי. את ההבדל הזה הם ייחסו לתכונות ייחודיות של החומר האורגני ולכוחות ייחודיים המפעילים את חלקיו. עם זאת, הם ניסו לטעון שכוחות החיים אינם שונים עקרונית מכוחות המשיכה והדחייה המוכרים בעולם הדומם. הם עשו כל מאמץ להעמיד את המאפיינים התכליתיים של החיים על הסברים סיבתיים, המבוססים על פעולתם של כוחות משיכה ודחייה בין חלקיקי חומר; ואת התכונות הייחודיות שייחסו לחומר הם מנו עם התכונות החומריות שנתגלו במחקר בכימיה – חומציות, בסיסיות, מתכתיות וכדומה. בתקופה שתיאוריית הפלוגיסטון שלטה בכימיה, התקבלה הטענה שאיכויות כמו "תבנית פנימית" או "עוררות" אינן שונות בעיקרון מן הפלוגיסטון.

גישתם של חסידי האפִּיגְנֹזָה לתהליכי ההתפתחות הייתה מְרִיסְטִית: הם לא האמינו שבמהלך ההתפתחות יכול להיווצר משהו חדש בתכלית, אלא הניחו שכל הכוחות והאיכויות הנחוצים להתפתחות מצויים בנבט מלכתחילה; במקום לטעון שאיברים מאורגנים קיימים מראש, כפי שגרסו חסידי הפרפורמציה, הם הניחו שבנוזל היוצר קיימים מראש כוחות ואיכויות המוכנים ומזומנים למלא את תפקידם המכניסטי בתהליך ההתפתחות.

האם נכון לאפיין את החוקרים המשתייכים לקבוצה זו כוויטליסטים מְרִיסְטִיים, או שמא עדיף לראותם כמכניסטים שאינם רדוקציוניסטיים במובן זה שאינם מוכנים להעמיד את תופעת החיים על הפיזיקה לבדה? נראה שהמוצא הראוי יהיה להסתמך על עמדתם של בני התקופה כלפי אותו מחנה. החוקרים שהשתייכו אליו ניסו לתת הסבר סיבתי לתהליכי ההתפתחות על סמך פרדיגמה מכניסטית ניוטוניאנית או קרטזיאנית. המחנה שמנגד לא תקף אותם בטענה שהכוחות

והאיכויות הייחודיים שייחסו לחומר החי הם ישויות על-טבעיות שמקומן לא יכירן במדע, אלא בטענה שאותם כוחות שהציעו אין בהם כדי להסביר את התהליכים המכוונים של הארגון.

המחלוקת הייתה אפוא תיאולוגית בעיקרה, ונסבה על אופן מעורבותו של האל בעיצוב הישים האורגניים. נראה אפוא שנכון יותר לראות את חסידי האפיגנזה כמכניסטים שלא היו מוכנים להעמיד את היצור החי על הכוחות הפיזיקליים לבדם.

בופן, מופרטואי והוגים אחרים בני התקופה העניקו ממד היסטורי-התפתחותי לעולם האורגני, וחקרו את השתלשלות האירועים הטבעיים מן ההווה אל העבר. נקודת מבט זו יצרה את התשתית לביולוגיה שהתפתחה במאה ה-19; גישה היסטורית זו אף הניבה כמה תיאוריות על **הטרנספורמיזם** של המינים הביולוגיים.



## 7. מביולוגיה אוטונומית עד ביולוגיה העומדת על הפיזיקה והכימיה

### 7.1 תפיסת הקדמה: גורמים פוליטיים, כלכליים, פילוסופיים ומדעיים

כזכור, בשלהי המאה ה-18 נשבו רוחות של נאורות, הומניזם וליברליזם בצרפת, באנגליה, בגרמניה ובעוד ארצות באירופה, והמגמות הללו הביאו לשינויים חברתיים מרחיקי לכת בכמה מהן. המהפכה הצרפתית שפרצה ב-1789 חרטה על דגלה את מגילת זכויות האדם והאזרח, שדרשה להעניק "חירות, שוויון ואחוה" לכל בני האדם באשר הם. בעקבותיה סולקה המלוכה מן הזירה המדינית, קרנה של האצולה ירדה, והבורגנות (המעמד הבינוני)<sup>95</sup> תפסה את מקומן. באנגליה נשענה המהפכה התעשייתית על המעמד הבינוני, והביאה לעלייתו. קדמה כלכלית והלך רוח ליברלי אפיינו גם את גרמניה, אבל שם לא חלו שינויים חברתיים רדיקליים.

הדינמיות החברתית שהתפשטה ברחבי היבשת לוותה בתחושה של השתחררות מכבלים ובאמונה בקדמה (progress) מדעית, טכנולוגית, חברתית, כלכלית ופוליטית. התקדמות המדע אפשרה את הפיתוחים הטכנולוגיים ששימשו בסיס למהפכה התעשייתית, וזו הגשימה את הליברליזם הכלכלי והביאה הצלחה חומרית. נושאי דגל הקדמה הליברלית בצרפת היו האנציקלופדיסטים, שפיתחו תיאוריות חברתיות מגוונות. המכנה המשותף לכולן היה ההנחה שהקדמה היא תהליך הכרחי, דטרמיניסטי; הם סברו שהתפתחות המבנה החברתי מפשרט למורכב, והעלייה במורכבותם של יחסי הגומלין בין בני אדם, הם תנאים הכרחיים לשיפור חומרי וחברתי במצב האנושות.

במקביל לאנציקלופדיסטים הצרפתים פעלו באנגליה ובסקוטלנד הפילוסופים התועלתניים.<sup>96</sup> אחד החשובים שבהם היה **אדם סמית** (Adam Smith, 1723-1790), נושא בשורת הקדמה הכלכלית של כלכלת השוק הקפיטליסטית, שדחפה את המהפכה התעשייתית. בעיניו של אדם סמית, החברה האנושית – ממש כמו גרמי השמיים, חלקיקי החומר הניוטוניאניים ופועלי בית החרושת ומכונותיו – נתפסה כגוף שלם שמרכיביו מקיימים ביניהם יחסי גומלין. זהו דימוי

<sup>95</sup> החברה הפיאודלית המסורתית הייתה חקלאית ביסודה והורכבה משני מעמדות – מעמד עליון של אריסטוקרטים בעלי אחוזות, ומעמד תחתון של פועלים חקלאיים שעבדו באחוזות בשירות אדוניהם. עם התפתחות הערים והתרחבות המסחר והתעשייה בהן צמח מעמד ביניים נוסף של יזמים כלכליים, שמוצאם במעמד הנמוך. מעמד זה כונה בורגנות (bourgeoisie) בשל היותו מעמד עירוני (bourgeois – עיר).

<sup>96</sup> **תועלתנות** (utilitarianism) היא גישה פילוסופית שהתפתחה בסקוטלנד בשלהי המאה ה-18, במקביל להתקדמות המהפכה התעשייתית. התועלתנות ראתה בערך "אושר לכל" את הטוב המוסרי. הנחת היסוד שלה הייתה, שכל אדם זכאי באופן מוסרי לפעול למען הגשמת אושרו האישי, ובהיותו יצור תבוני, יגביל את מעשיו כדי למזער את הפגיעה בזולתו. כך יתבטא סך כל הפעילויות הפרטניות הללו בהגדלת האושר הכללי. כלכלת השוק התיישבה היטב עם האתוס התועלתני, שכן בעיניה נחשב העושר לסוג של אושר. לפיכך התירה לכל אדם לפעול לתועלתו הכלכלית בלא הגבלה מטעם. הכלכלה המדינית הקפיטליסטית נוסח אדם סמית (להלן) יצאה מהנחה, שפעילות נמרצת של המוני אנשים במטרה להתעשר תביא בסופו של דבר להגדלת העושר הלאומי והבין-לאומי.

מערכת. עקרון יסוד במשנתו הכלכלית היה רעיון **חלוקת העבודה**<sup>97</sup> (division of labour), שעליו הושתתה בהמשך כלכלת השוק, והוא השתקף גם בתיאוריות חברתיות.

התפיסה החברתית של הקדמה הצטרפה למטפורה המכניסטית, ושימשה בצדה כמטפורה לראייה נכונה של העולם, ובכללו היצורים האורגניים ותהליכי החיים. האסטרונום **פייר סימון דה לפלאס** (Pierre Simon De Laplace, 1749-1827) הציע תיאוריה חלופית לתפיסת היקום הניוטוניאנית הסטטית. לפי התיאוריה שלו התפתחה מערכת השמש באופן דטרמיניסטי באמצעות כוחות גרוויטציה ניוטוניאניים. תיאוריות גיאולוגיות, שנועדו להסביר את השינויים שחלו במבנה כדור הארץ מאז היווצרו, החליפו בערך באותו זמן את התפיסה שלפיה הארץ קיימת במצבה הנוכחי מימי הבריאה.

בכל הנוגע ליצורים החיים, עקרון הרצף בצורתו הסטטית פינה מקומו לתפיסה דינמית, טרנספורמיסטית, שאפשרה התפתחות של צורות חיים מדומם לחי פשוט וממנו למורכב יותר. הוצעו כמה רצפי התפתחות אפשריים: דגם קווי (אריסטוטלי) כדוגמת זה של למארק, ולעומתו דגם מתפצל כמו של דארווין, התואם את עקרון השפע והטעם המספיק של אפלטון ולייבניץ. לפי הדגם המתפצל, העולם הולך ומתמלא בהדרגה ככל שניתן, גם אם פירוש הדבר שמקצת היצורים נכחדים כדי לפנות מקום לאחרים, ממש כשם שכלכלה חופשית המבוססת על תחרות מביאה לפריחה ולקדמה של הכלל במחיר כישלונם של יחידים. הפילוסוף הצרפתי **וולטייר** (Voltaire, 1694-1778) שילב את העיקרון הזה בהשקפתו החברתית האופטימית (שמצאה ביטוי, בין היתר, במחזהו *קנדיד*), וכמאה שנה לאחר מכן השתמש בו כאמור גם דארווין בתיאוריית התפתחות המינים האורגניים שהציע. בשלהי המאה ה-18 ובתחילת המאה ה-19 הוצע רעיון הטרנספורמיזם של יצורים חיים, בגרסאות שונות, על-ידי **ארזמוס דארווין** (Erasmus Darwin, 1731-1802)<sup>98</sup>, **ז'ופרואה סאן-אילר** (Geoffroy Saint-Hilaire, 1772-1844) ו**רוברט צ'יימברס** (Robert Chambers, 1802-1871).

גם דימוי המערכת של אדם סמית, שראה את החברה כישות המורכבת מחלקים נפרדים המקיימים ביניהם יחסי גומלין, השפיע על תפיסת היצור החי. כשם שבית חרושת בנוי על עבודת פועלים, שכל אחד מהם מתמחה בתפקיד ייחודי (חלוקת עבודה), גם האורגניזם בנוי מאיברים וממבנים נפרדים, שכל אחד מהם מתמחה בביצוע עבודה ייחודית לטובת הכלל – היצור השלם – ומקיים יחסי גומלין עם האחרים.

ההוגה שהביא את רעיון הקדמה לכלל ביטוי שלם וכוללני בתיאוריה פילוסופית היה **אוגוסט קונט** (August Comte, 1798-1857), והוא קרא למשנתו **פוזיטיביזם**<sup>99</sup>. הפוזיטיביזם נעשה הפרדיגמה השלטת במחציתה השנייה של המאה ה-19 ובתחילת המאה ה-20, והשפיע עמוקות

<sup>97</sup> עיקרון שלפיו יעילותה של מערכת כלכלית תגדל ותפוקתה תעלה ככל שהיחידות המרכיבות אותה יהיו מגוונות יותר וכל אחת מהן תתמחה בתפקיד מסוים.

<sup>98</sup> ארזמוס דארווין היה סבו של צ'ארלס דארווין.

<sup>99</sup> הראשון שטבע את המושג "פוזיטיביזם" בהקשר הזה היה מורו של קונט, סן-סימון (Saint Simon).

על ההיסטוריוגרפיה ועל החשיבה המדעית בכלל והביולוגית בפרט. נקודת המוצא של הפוזיטיביזם הייתה הקביעה הפסקנית, שרק עובדה מוחשית וקשריה עם עובדות מוחשיות אחרות יכולה לשמש מושא (אובייקט) למחקרו ולמסקנותיו של המדע. אסור למדע לחרוג מעבר לעובדות כדי לחשוף את התכלית או את הסיבות הראשונות המצויות כביכול בתשתיתן. הפוזיטיביזם של קונט חדור אמונה בעצמתו הכל-יכולה של המדע, שכוחה יפה לא רק במדעי הטבע אלא גם במדעי החברה, הרוח והפילוסופיה. אליבא דקונט, הכרת עובדות לאשורן כמוה כרכישת יכולת לשנות את פני החברה. הפוזיטיביזם צמח מן הזרם האמפיריציסטי מיסודו של הפילוסוף הסקוטי **דיוויד יום**, ששלט בפילוסופיה ממחצית המאה ה-18 (ראה פרק 6.1 לעיל).

קונט הציע תזה בשם **חוק שלושת השלבים ההכרחיים בהתפתחותם של האנושות ושל כל מדע**:

1. **השלב התיאולוגי-בדיוני**: האדם מייחס תופעות לישים ולכוחות אלוהיים, ובדרך זו מסביר אותן;
2. **השלב המטפיזי המופשט**: האדם מייחס את התופעות לישים מופשטים כגון "הטבע" או לכוחות הפועלים במסגרתו.
3. **השלב המדעי-פוזיטיבי**: האדם מסתפק בגילוי חוקים בדבר קשרים מתמידים בין תופעות, באמצעות תצפית וניסוי, ואינו שואל לסיבות או לעקרונות שביסוד התופעות.

קונט בנה בסיס רדוקציוניסטי לתחומי המדע השונים: המדע הבסיסי הוא הפיזיקה (הניוטוניאנית), עליו עומדת הביולוגיה ועליה ניצבת הסוציולוגיה. המבנה של קונט ייצג וחיזק תפיסה שרווחה בחוגים נרחבים, ולפיה הפיזיקה הניוטוניאנית, על מתודולוגיית החקר שלה ועל תמונת עולמה (המושגת על יחסים בין חלקיקים וכוחות), היא המודל הפרדיגמטי למדע.

במאה ה-19 עסקה המכניקה הניוטוניאנית בעיקר ביחסים שבין חלקיקים נעים לכוחות מניעים. באותה תקופה התפתח במקביל ענף מתחרה לה, שהתמקד בתופעות החום. במקום לנתח מערכות מורכבות לחלקיקיהן הבודדים, ולעקוב אחרי תנועתו של כל חלקיק, התמקדה הגישה החדשה בבדיקת התופעות המקרוסקופיות הנלוות לשינויים בטמפרטורה. הוגי הגישה ניסחו עקרונות כלליים רבי עוצמה, המקיפים מגוון רחב ביותר של תופעות טבע ומתייחסים למערכות שלמות ולא רק לחלקיהן; לדוגמה – **חוק שימור האנרגיה**. התיאוריה הפיזיקלית שהתפתחה בעקבות המחקר הזה נקראת **תרמודינמיקה**, או **התיאוריה הקינטית של החום**. בסופו של דבר נמצאה דרך להעמיד את התרמודינמיקה על המכניקה הניוטוניאנית בעזרת המכניקה הסטטיסטית, שאפשרה לגשר בין ההיבט המיקרוסקופי של המכניקה הניוטוניאנית להיבט המקרוסקופי של התרמודינמיקה.

התרמודינמיקה מילאה תפקיד חשוב בהיסטוריה של הביולוגיה: במחצית המאה ה-19 עלתה הצעה לדמות את האורגניזם למנוע שרפה, וכך התאפשר להעמיד את תהליכי החיים על שימור אנרגיה. התרמודינמיקה סייעה אפוא לחוקרי הביולוגיה להגשים את תוכניתו של קונט ולהעמיד את הביולוגיה על הפיזיקה (והכימיה).

התיאוריה הפוזיטיביסטית של קונט השפיעה באופן מכריע על הפילוסופיה של המדע ועל האופן שאנשי מדע ראו את תחום עיסוקם. בין השאר היא תרמה בשלהי המאה ה-19 לדחיית הוויטליזם, בהיותו תפיסה מטאפיזית שמקומה לא יכירנה במדע המצוי בשלב הפוזיטיבי.

השינויים החברתיים שנזכרו לעיל היו כרוכים מטבע הדברים בשינויים פוליטיים, שבהם מילאה הכנסייה תפקיד מפתח. הכנסייה הייתה קשורה באופן מסורתי למשטר המלוכני, שהיה שמרני מטבעו. בצרפת לוותה המהפכה הצרפתית בגל של התקוממות בעלת אופי אגנוסטי או אתאיסטי-מטריאליסטי, נגד הכנסייה והדת. ההתנגדות לדת ניכרה גם בתמיכה גוברת בהיווצרות ספונטנית, על רקע התחזקותו של זרם מחשבה מטריאליסטי מבית מדרשם של **לה-מטרי, דני דיֶרוֹ** (Denny Diderot, 1713-1784) והברון **ד'הולבאך** (d'Holbach, 1723-1789).<sup>100</sup> ההוגים הללו הציעו תיאוריה מטריאליסטית של התפתחות היקום, ולפיה במהלך ההתפתחות מתקיימים כמה מחזורי בריאה ספונטנית של יצורים מצירופים מקריים של חלקיקי חומר, בהתאם לאטומיזם העתיק של אפיקורוס. ואולם, ההנחות המטריאליסטיות הללו לא נסמכו על ממצאים אמפיריים, ולכן נחשבו להצהרה חברתית-פוליטית יותר מאשר לתפיסה מדעית מבוססת.

עליית נפוליאון והחזרה למשטר מלוכני בצרפת בעקבותיו הביאו להתחזקות מחודשת של הכנסייה במהלך המאה ה-19, והדבר התבטא כצפוי גם בתפיסות החיים. התמיכה בהיווצרות ספונטנית ובעמדות מכניסטיות בסוגיית החיים זוהתה בעיני הכנסייה עם רדיקליזם פוליטי אנטי-קלריקלי. דוגמה אופיינית להשתלטות עמדה מטריאליסטית על צרפת במהלך המאה ה-19 הייתה קבוצת רופאים פתולוגים וקלינאים, שזוהו עם עמדות פוליטיות רדיקליות ונקראו **אורגניציסטים**.<sup>101</sup> הם ייצגו גישה אנטומית-פתולוגית אנטי-ויטליסטית, שטענה כי כל המחלות, ללא יוצא מן הכלל, חייבות להתבטא **בחבלות** (lesions) אורגניות נראות לעין, שכן מחלות שלא לוו בשינויים פתולוגיים ניכרים יוחסו על-ידי הרופאים בני זמנם לכוחות ויטליים. הייתה זו עמדה אידיאולוגית א-פרירית: בכל מקרה שלא נמצאה עדות לשינויים אורגניים הקשורים במחלה כזו או אחרת, יוחס הדבר למגבלות טכנולוגיות. אחד הרופאים המובילים מאסכולה זו, **ז'אן בפיטיסט בויז** (Jean Baptist Bouillaud, 1796-1881), טען, שכל מי שמנסה להראות שמחלות עשויות להתקיים ללא חבלות אורגניות, משתייך "לאותה אסכולה אנונימית של רופאים, אשר למרבה המזל הם מעטים במספרם... אשר לעולם אינם מהססים להזדקק למטפיזיקה לצורך הרפואה, כאילו לא ידעו שתופעות פיזיות ותחושתיים הן הבסיס הבלעדי שעליו חייבת כל הרפואה להתבסס." (Duffin, 1988, p. 527).

על יחסם של האורגניציסטים לווטליזם אפשר ללמוד מן ההתעלמות והבוז שרחשו לרופא הנודע **רֶנֶה תֵּאוֹפִּיל לֵאנֶק** (Rene Theophile Hyacinthe Laennec, 1781-1826),<sup>102</sup> שסירב לדבוק

<sup>100</sup> הברון ד'הולבך ייצג עמדות דומות להפליא לאלה של לה-מטרי, אלא שבענייני דת היה אתאיסט מוצהר, ולא אגנוסטיקן כלה-מטרי.

<sup>101</sup> לשם אין כל קשר לאורגניציזם של המאה ה-20, שהתפתח כתגובה לרדוקציוניזם. נהפוך הוא: הייתה זו קבוצה רדוקציוניסטית לעילא.

<sup>102</sup> לאנק פיתח הסטטוסקופ; מכשיר זה קידם מאוד את הרפואה בתחום מחלות דרכי הנשימה, שכן הוא אפשר לאבחן את המחלה ולטפל בה בטרם ימות החולה.

בגרסתם וייחס מחלות מסוימות לגורמים ויטליים. זו הייתה רק אחת ממגוון העמדות לגבי סוגיות הנוגעות לתופעת החיים, שאפיינו את צרפת במאה ה-19.

## 7.2 תיחום הביולוגיה כמדע נפרד

עד שלהי המאה ה-18 עסקו שלוש דיסציפלינות נפרדות בחקר היצורים החיים: היסטוריית הטבע (natural history), פילוסופיית הטבע (natural philosophy) והרפואה. חוקרי היסטוריית הטבע עסקו במיון ובקטלוג של סוגי ישים (specimens), כמו בעלי חיים וצמחים, מינרלים וסלעים, על סמך תכונותיהם המורפולוגיות; המחקר בתחום זה היה תצפיתי בעיקרו. בפילוסופיית הטבע חקרו את הסיבות לתופעות המתגלות בטבע בכלל ובתהליכי החיים בפרט, ומחקר זה היה ניסויי בעיקרו. לדוגמה, תנועותיהם של גופים פיזיקליים נחקרו במטרה לנסח חוקים שיבטאו את היחסים שבין החומר, התנועה והכוחות במונחים מתמטיים. כמו כן נחקרו תכונותיהם הכימיות של חומרים שונים, והכוחות השולטים בתגובות הכימיות. בכל הנוגע לחקר היצורים החיים, פילוסופיית הטבע עסקה בעיקר בהתפתחות העוברית ובאדפטציות של יצורים לתנאי חייהם. בשתי הדיסציפלינות הללו לא היו היצורים החיים מושאי המחקר היחידים, שכן מלבדם נחקרו גם מינרלים. הרפואה התמקדה בגוף האדם, ובעיקר באנטומיה ובפיזיולוגיה, שנשענו בעיקר על תורת הליחות האריסטוטלית. הבוטניקה השתייכה לרפואה בגלל ההתעניינות בצמחי מרפא, וכמוה גם הכימיה.

אי-ההבחנה הקטגורית בין יצורים חיים לתופעות מן העולם הדומם תאמה את תפיסת העולם המכניסטית הנוקשה שאפיינה את התקופה, ושעל-פיה ניסו להסביר את תהליכי החיים במונחים של יחסים בין חלקיקים וכוחות. לא ייפלא אפוא, שהפילוסופים של התקופה ראו אנלוגיה בין ארגון החומר בגביש לבין הארגון המתהווה במהלך התפתחותו של יצור חי, וניסו לייחס את תהליכי ההתפתחות האלה לכוחות משיכה ודחייה כדוגמת אלה הפועלים בין חלקיקי החומר האי-אורגני.

אמנם, במהלך המאה ה-18 נתפס היצור החי כגוף מאורגן, אבל המחקרים האנטומיים והפיזיולוגיים התמקדו באיברי גוף אלה ואחרים, ולא ניסו למזג בין פעולותיהם של החלקים השונים. דימוי המכונה הכתיב את ההנחה, שהכרת המבנה והפעולה של חלקי האורגניזם די בה להבנת השלם. **אנטואן-לורן דה לבואזיה** (Antoine-Laurent de Lavoisier, 1743-1794) הביא לחקר היצורים החיים גישה חדשה, המבוססת על מושגים ואופני חשיבה מתחום הכימיה: הוא בדק את נשימתה של ציפור, והגיע למסקנה שאינה שונה בעיקרון מתהליך בערה שמהותו חמצון של חומר. הוא הבין את הקשר שבין האכילה לנשימה, וקשר את העיכול עם מחזור הדם: באמצעות מחזור הדם מגיע המזון המעוכל אל מקום חמצונו.

כך בא לעולם הרעיון שביצור החי יש קשר בין מבנה לתפקוד. עבודתו של לבואזיה חוללה מהפך בהבנת חשיבותם היחסית של איברים ותפקודיהם. לבואזיה הגה את הרעיון, שהתפקודים המרכזיים המספקים את צרכיו של האורגניזם – נשימה, הזנה והפרשה – חייבים להיות

מתואמים ביניהם. אם הנשימה היא תמיד בערה, הרי שכל יצור חי – יהיו צורתו ובית גידולו אשר יהיו – חייב להשיג לעצמו חמצן: עליו להשיג דלק מחומרי מזון, להעבירו למקום הבערה, לסלק את חומרי הפסולת ולווסת את הטמפרטורה שלו – בקיצור, לבצע במדויק סדרה שלמה של פעולות. מעתה כבר לא בחנו בנפרד את הריאות, הקיבה, הלב והכליות. יצור חי כבר לא היה התאגדות פשוטה של איברים, שכל אחד מהם פועל באורח עצמאי; הוא נעשה שלם שחלקיו תלויים זה בזה הדדית, וכל אחד מהם מבצע תפקוד מסוים לטובת הכלל. כל תכונה אופיינית נבחנה על רקע הקשרים המבניים והתפקודיים המתקיימים באבריו השונים של האורגניזם; הודגשו הקשרים שבין התכונות ולא התכונות עצמן.

ואולם, אילו קשרים ראוי לחפש? האם לבקש קשרים בין המבנה הכללי של מין אחד למבנים אנלוגיים במינים אחרים במטרה לגלות את ה"אב-טיפוס" המאחד אותם, בהנחה שלכל קבוצה כזאת יש היסטוריה משותפת? או האם להתמקד בהתהוותו של מבנה ספציפי חשוב במין אחד ובשינויי הצורה שהוא עובר במהלך ההתפתחות העוברית? ואולי מוטב להתמקד בקשרים שבין מבנה לתפקוד באיברים שונים בתוך האורגניזם? ועוד אפשרות: לחקור את הקשר בין מבנים ותפקודים באורגניזם לבין תנאי חייו המיוחדים? כל הכיוונים האלה עמדו בלב המחקר הביולוגי משלהי המאה ה-18 ואילך, ולהלן ניווכח שכל אסכולה בחרה להתרכז בכיוון שהתאים לה.

דוגמה לכיוון כזה רואים אצל בופון: הוא התמקד במין הביולוגי – ישות המורכבת מריבוא ריבואות פרטים המקושרים זה עם זה דרך נבטיהם: "אפילו מאה או אלף פרטים-יחידים הם לא-כלום. המינים הם היצורים היחידים בטבע: יצורים מתמידים, עתיקים וקבועים כטבע עצמו: אפשר לבחון כל אחד כמשהו שלם, בלתי תלוי בעולם, שלם שמנו אותו כאחד בעת הבריאה, וכתוצאה מכך הוא אף יחידה אחת בטבע." (ז'אקוב, 1993, עמ' 69). עבודתו של בופון בנושא האפיגנזה נועדה להסביר כיצד התכונות המשותפות למין ביולוגי מתעצבות בכל דור ודור מחדש במהלך ההתפתחות העוברית.

עד שלהי המאה ה-18 נשען המחקר על ההנחה התיאולוגית, שהעולם הנגלה לעיני המתבונן קיים כמות שהוא מאז ימי בראשית, עת ברא אותו האל בבריאה ייחודית, בזמן קצר יחסית. גרמי השמים, המינרלים, החומרים הכימיים והיצורים החיים גם ימשיכו להתקיים ללא שינוי בעתיד, שכן חוקי הטבע שחוקק האל קבועים ובלתי משתנים. התפיסה הייתה אפוא א-היסטורית.

תפיסות עולם אלה עברו שינוי רדיקלי בשלהי המאה ה-18, ובעטיו השתנו יעדי המחקר הביולוגי והגישות המרכזיות שהנחו אותו. לקראת סוף המאה הוחלף דימוי המכונה של האורגניזם בדימוי של מערכת; ראייה זו הדגישה את יחסי הגומלין שבין מבנה לתפקוד בכל איבר בגוף ובין האיברים השונים. לפיכך התרכז המחקר בבדיקת היחסים שבין המבנה החיצוני (המורפולוגיה) למבנה הפנימי החבוי (האנטומיה) – שני היבטיו של המבנה המאורגן. הארגון המבני והתפקודי בממדי המרחב והזמן נעשה התופעה המהותית המבחינה בין יצורים חיים לשיש אי-אורגניים. דברי ז'אן בפטיסט למארק (Lamarck 1744-1829) מבטאים תפיסה זו:

ראשית, אפשר לציין מספר גדול של גופים, המורכבים מחומר שהוא גס, מת, ואשר גדלים רק בגלל צמידותם של החומרים המרכיבים אותם ולא בגלל עקרון התפתחות פנימי כלשהו. יצורים אלה קרויים באופן כללי "יצורים אי-אורגניים" או "יצורים מינרליים" [...] ליצורים אחרים ניתנו איברים המתאימים לביצוע תפקודים שונים, והם מבורכים בעיקרון ויטלי בולט מאוד ובכושר ליצור את הדומה להם. הם נמנים עם הקבוצה הכללית המכונה "יצורים אורגניים". (שם, 1993, עמ' 106.)

ההיבטים האורגניים של היסטוריית הטבע ופילוסופיית הטבע התאחדו לתחום מחקר אחד, שיוחד ליצורים חיים לבדם; שלושה הוגים בלתי תלויים קראו לו **ביולוגיה**: **למארק, גוטפריד ריינהולד טְרווירָנוס** (Gottfried Reinhold Treviranus, 1779-1864) ו**לורנץ אוֹקֵן** (Lorenz Oken, 1779-1851). מורפולוגיה, אנטומיה, היסטולוגיה, פיזיולוגיה וחקר תהליך התפתחותו של הפרט נעשו היבטים מבניים ותפקודיים משלימים של שלמות אחת: תופעת החיים.

משהוגדר חקר היצורים החיים כתחום מדע לעצמו, היה צורך להעמיד את הביולוגיה על חוקים משלה, ולבנות לה תשתית תיאורטית שתבטא את ייחודה במדעי הטבע. צורך זה הכתיב כיוון מחקר שנועד לגלות את האחידות שביסוד המגוון העצום של התופעות בעולם האורגני. חיפוש האחידות הניב מחקרים בתחום המכונה **אנטומיה משווה**: השוואה בין קבוצות יצורים במטרה לגלות את **האב-טיפוס** – כלומר, את התכונות המהותיות המשותפות לכל הפרטים המשתייכים לקבוצה נתונה. מחקרים אלה הניחו שהעולם כולו, על היצורים האורגניים שבו, מצוי בתהליך של טרנספורמציה, ולפיכך עסקו לא רק ביצורים חיים אלא גם בשרידים מאובנים מן העבר; המחקר קיבל אפוא כיוון התפתחותי. כמו כן ניסו להתחקות אחר קשרים אפשריים בין התפתחות הפרט (אוטוגנזה) להתפתחות המין שאליו הוא שייך (**פילוגנזה**), בהנחה שחשיפת קשרים כאלה תסייע לגלות את האב-טיפוס המשותף למין ואולי אף לעולם האורגני כולו.

תיחום הביולוגיה כמדע לעצמו, הנבדל מן המדעים החוקרים את הטבע הדומם, הביא כצפוי לתחיית הוויטליזם. ואכן, מחציתה הראשונה של המאה ה-19 מאופיינת בעלייתן של תפיסות טלאולוגיות-ויטליסטיות ואורגניזמיות.

אפשר כמובן להצביע על גורמים פנים-מדעיים שהביאו לתמורה שתוארה לעיל. ככל שהעמיק חקר הפיזיולוגיה של היצורים החיים במסגרת פילוסופיית הטבע, התגלתה מורכבותו הפנימית המופלאה של היצור החי, והיה קשה להעמידה על עקרונות כלליים כמו מאפייני החומר והכוחות הפועלים ביניהם. מחקרים רפואיים גילו את הקשרים שבין מערכות שונות בגוף, וכדי לעמוד על סוד ארגונם נדרשה גישה ספציפית ואינטגרטיבית כאחד. בצד זה נתקלה היסטוריית הטבע בקשיים עקרוניים בבואה למיין ולקטלג את שפע הממצאים שהצטברו במהלך המאה ה-18. היה צורך לקבוע עקרונות מיון שישקפו את היחסים האמיתיים בין היצורים המשתייכים לקבוצות השונות. לשם כך לא היה די באפיונים מורפולוגיים; נדרש מחקר מעמיק ומקיף שחייב שיתוף פעולה בין חוקרים מתחומים שונים.

יומני המסע של חוקרי טבע שהפליגו למקומות רחוקים תיארו וריאציות רבות של יצורים דומים, שכל אחד מהם מותאם במבנה גופו ובהתנהגותו לתנאי חייו המיוחדים. היסטוריית הטבע נדרשה לתת את הדעת לקשרים שבין היצורים לסביבתם, וסוגיות כגון השפעתם של תמצן, מזון, אור וחום על תהליכי החיים נעשו נושאים מרכזיים במחקר הפיזיולוגי. חילוף החומרים בין העולם האורגני (היצור החי, המזון) לעולם האי-אורגני (התמצן, המים, המינרלים והחומרים האי-אורגניים המזינים את הצמח) עורר שאלות כבדות משקל: מה טבעו של החומר האורגני, ובאיזה אופן, אם בכלל, מעורבים גורמים ויטליים בהפיכת חומר "גס"<sup>103</sup> לחומר חי?

בעקבות המהפכה הכימית שאירעה בשלהי המאה ה-18 נעלמה מן הבמה תיאוריית הפלוגיסטון, והונח הבסיס לכימיה כמותית. התברר שהיסודות האריסטוטליים המסורתיים אינם אלא תרכובות ותערובות של חומרים יסודיים יותר. החום עדיין נתפס כסוג של כוח לא חומרי או כ"כוח" חומרי (נוזל סובטילי) הגורם לתנועת חלקיקי החומר, אבל במהלך המאה ה-19 הכירו בו חסידי התיאוריה הקינטית של החום כצורת אנרגיה. התרמודינמיקה שינתה את מהותו של החום מישות ספק ויטלית לתופעה החוצה גבולות דיסציפלינריים. חקר תהליכים מטבוליים התבסס על הכימיה, ובמרכזה ניצבה השאלה: "אם יש הבדל עקרוני בין חומר חי לחומר שאינו חי, ואם כן – במה הוא טמון?"

כל הגורמים הפנים-מדעיים הללו השתתפו בקביעת כיווני המחקר והשפיעו על תוצאותיו, אך לא היו הגורמים הבלעדיים. מדע, חברה, דת, כלכלה, פוליטיקה ופילוסופיה מעולם לא היו מנותקים זה מזה, ובעידן של תמורות כמו המאה ה-19 היו כולם נתונים ביחסי גומלין מרתקים.

### 7.3 סוגיית הטרנספורמיזם בצרפת: קיבייה ולמארק

בצרפת התגלעה מחלוקת גם בנושאים נוספים; אחד מהם היה סוגיית הטרנספורמיזם. המתנגד הראשי לרעיון הפופולרי הזה היה 'ז'ורז' קיבֵּיה (Cuvier, 1769-1832). קיבייה שם לו למטרה לגלות את חוקי הארגון הכלליים בעולם הביולוגי. על סמך מחקרים שיטתיים ומקיפים שערך באנטומיה משווה ובפלואנטולוגיה, הוא הגיע למסקנה שאפשר לחלק את בעלי החיים לארבעה טיפוסים יסודיים: קווצי עור, רכיכות, פרוקי רגליים וחולייתנים. מאגר האורגניזמים הנמנים עם קבוצה כזאת כולל יצורים שעברו מודיפיקציות שונות; אבל לדעת קיבייה לא ייתכן מעבר באמצעות טרנספורמציה מקבוצה אחת לאחרת, שכן יציבותו של המבנה המאורגן נובעת מאיזון בין מרכיביו המבניים השונים היוצרים של הטיפוס. קיבייה הניח שהארגון הנוצר באמצעות סיבתיות תכליתית הוא נתון ראשוני לכל מחקר:

קיים עיקרון ייחודי להיסטוריית הטבע [...] והוא נוגע לתנאי הקיום, שבפשטות מעוצבים כסיבות תכליתיות. מאחר ששום יצור אינו יכול להתקיים ללא איחוד מחדש של התנאים ההכרחיים לקיומו, החלקים המרכיבים כל יצור חייבים להיות מאורגנים באופן שיאפשר את קיומו של היצור השלם לא רק ביחס לעצמו אלא גם ביחס לקשריו עם סביבתו. חקר התנאים הללו מוביל אותנו

103 בביטוי "חומר גס" (crude matter) התכוונו לחומר אי-אורגני פשוט, נעדר איכויות המייחדות את החומר החי.



לעתים קרובות לחוקים כלליים, שמידת ודאותם אינה נופלת מאלה הנגזרים מדדוקציה או מניסוי. (Lenoir, 1984, p. 62).

קיביה האמין שרמות הארגון של החלוקה הטקסונומית שלו מייצגות את רמות המורכבות של פעולת כוחות הארגון הקיימים בטבע, והן משתקפות במבנה הגופני של הפרט במקביל להשתקפותן בטיפוס הטקסונומי. תפיסתו של קיביה הייתה הוליסטית: הוא ראה את היצור החי כשלם מיוחד במינו, המספק את כל צרכיו; כל חלקיו מקבילים זה לזה ומשתפים פעולה להשגת אותה מטרה. כאמור, הוא התנגד לרעיון הטרנספורמיזם, והרבה להתווכח עם למארק ועם תומכיו האחרים של הרעיון.

**למארק** היה אגנוסטיקן, ולכן ראה עצמו חופשי להציע מודל התפתחות המתבסס כולו על הכוחות הפעילים בטבע עצמו, בהנחה שאין הבדל עקרוני בין הכוחות הפועלים בעולם הדומם לאלה הפועלים בעולם האורגני. אפשר לראות במודל הטרנספורמיזם של למארק גרסה מעניינת במיוחד של היווצרות ספונטנית, המשלבת בין מטריאליזם לטלאולוגיה. הוא כפר בקיומם של **טיפוסים** (מושג יסוד של קיביה), וראה לנגד עיניו פרטים בלבד. את תורת האבולוציה שלו בנה על התפתחות קווית של פרטים, המתרחשת באופן רציף ועקבי במשך תקופות זמן ארוכות מאוד.

מנגנון הטרנספורמציה שהציע למארק היה זה: חומר המוצא של החיים הוא ג'לטיני, וזורמים בו **קלוריק (חום) ואֶלְקְטְרִיק (חשמל)**<sup>104</sup> הכוחות הללו ממלאים את החללים שבחומר ההומוגני, ויוצרים בו דינמיות. בתוך מסה זו מתחילה להיווצר מערכת תגובות, וזו מגדילה את המסה באמצעות ספיגת חומרים מן הסביבה והטמעתם, אך בו-זמנית משמרת את המבנה ההתחלתי שלה. בד בבד עם גידול המסה, מתרחשת בחומר ההומוגני דיפרנציאציה (התמיינות) בהשפעת הזרמים הקלוריים, והמשך הגידול תלוי בה. התפתחות החיים ומורכבותם מוכתבות על-ידי שתי נטיות הטבעות בכל יצור חי: הנטייה להגדלת המורכבות והנטייה להגיב לגירויים מן הסביבה החיצונית ולהשתנות בהתאם. שני התנאים הללו הכרחיים לטרנספורמציה: הנטייה למורכבות מבטיחה שהתגובה לגירויי הסביבה תתבטא ביתר מורכבות ובשיפור התאמתו של היצור לתנאי סביבתו; והנטייה להגיב לגירויי הסביבה ולהשתנות בהתאם היא התנאי המאיץ את השינויים. לדעת למארק, הורשת תכונות שנרכשו במהלך הטרנספורמציה לדורות הבאים משמרת את השינויים לאורך הדורות, ומסבירה את מגוון הטיפוסים הקיימים באותה רמת מורכבות.

למארק ראה את פעולת הטבע החי כמעין הגשמה של תכנית המתבצעת בשלבים: "הטבע החל להוציא את תכניתו אל הפועל בדגים; לאחר מכן עשה צעד קדימה ויצר את הזוחלים; אחר כך שכלל עוד את תכניתו ויצר את העופות; ולבסוף השלים אותה ויצר את היונקים המושלמים ביותר". (ז'אקוב, עמ' 169). הטבע מוציא אל הפועל את התכנית הפנימית המוכתבת בו מראש בהדרגה וללא שגיאות או כישלונות, ותכליתו להשיג את דרגת השלמות הגבוהה ביותר. שרשרת ההוויה קיבלה אצל למארק היבט דינמי התפתחותי: יצורים פשוטים נוצרים בהדרגה מן החומר

104 החום (קלוריק) והחשמל (אלקטריק) נחשבו למעין כוחות חומריים נוזליים מעודנים במיוחד, אנלוגיים לנפש החומרית. זאת לפי אחת התפיסות ששרדו מן הרנסאנס והיו עדיין מקובלות בתקופה זו.

הדומם, והודות לנטייתם הפנימית להשתנות ולעלות ברמת המורכבות, נוצרים מהם יצורים מורכבים יותר ויותר, עד להגשמה האולטימטיבית – האדם. למארק האמין שהמצב היציב הוא המצב המורכב, ולכן, בהגיע הרצף לדרגת האדם, הוא מתייצב ונעצר. איך ייתכן שיצורים בדרגות התפתחות שונות קיימים בו-זמנית? למארק סבר שההיווצרות הספונטנית נמשכת ושהתחלות חדשות נוצרות כל העת; לפיכך היצורים הפשוטים הם צעירים יותר מנקודת מבט אבולוציונית, ואילו האדם מצוי בקצהו של הרצף העתיק ביותר.

לצורך מודל הטרנספורמציה שלו הניח למארק כמובן מאליו, שבמהלך ההיסטוריה של העולם חלו בו שינויים גיאולוגיים ואקלימיים מרחיקי לכת, והם שהכתיבו ליצורים החיים את קווי ההתפתחות. את הדמיון בין יצורים מאותו מין ובין מינים קרובים הוא הסביר באמצעות העיקרון, שתנאים חיצוניים דומים מתווים קווי התפתחות דומים. למארק לא התכחש להיכחדות המינים בטבע, אך ייחס אותה לתנאים קיצוניים מדי, שחיבלו בתהליכים המורכבים והעדינים של הטרנספורמציה, ולא ראה אותה כחלק מן המנגנון המוביל את תהליך הטרנספורמציה קדימה.

תיאוריית הטרנספורמיזם של למארק הייתה גרסה ביולוגית של תיאוריות קדמה חברתיות וכלכליות, שפרחו בימיו בצרפת ובאנגליה.<sup>105</sup> הנטייה להתפתח ממצב הומוגני למצב הטרוגני וראייתו של האחרון כמצב היציב תאמה את עקרון חלוקת העבודה, שנתפס כתנאי הכרחי להתפתחות כלכלית וחברתית. האמונה בקדמה חברתית התבססה על ההנחה שתכונות נרכשות עוברות בתורשה: אם שינויים התנהגותיים הנובעים מחינוך עשויים לעבור בתורשה לדורות הבאים, הרי יש בכך משום ערובה להתפתחותה של החברה לשלבים גבוהים יותר.

כזכור, למארק הניח שיחסי הגומלין בין האורגניזם לתנאי הסביבה המשתנים משרים התפתחות מפשוט למורכב בחומר החי. הנחה זו שיקפה להפליא את המציאות האנושית-החברתית בתקופתו: התפתחויות מרשימות בכלכלה, בטכנולוגיה, ברמת החיים ובאיכותם, והתפשטות גיאוגרפית באמצעות יחסי סחר והתיישבות – כל אלה עיצבו סביבה שתנאיה משתנים לטובה במהירות, והחברה עצמה מתפתחת ביחסי גומלין עם אותם שינויים.

התיאוריה של למארק לא זכתה בתחילה להצלחה בצרפת, בעיקר בשל התנגדותו של קיביה, שנודעה לו השפעה רבה על הממסד המדעי; אבל הרעיון שתהליכים חברתיים משקפים תהליכים טבעיים סייע בסופו של דבר לממסד המדעי לאמץ את תיאוריית הטרנספורמיזם, ואף סלל את הדרך לקבלת תיאוריית האבולוציה של דארווין.<sup>106</sup>

105 באנגליה הציע הרברט ספנסר (Herbert Spencer, 1820-1903) תיאוריה ולפיה אותם תהליכי פרוגרס מתקיימים ברמה הביולוגית, הפסיכולוגית והחברתית.

106 תיאוריית האבולוציה של למארק זכתה להצלחה בצרפת בעיקר במחצית השנייה של המאה ה-19, כאשר היה צורך להכריע בין המודל שלו לבין זה של דארווין האנגלי בסוגיית התפתחות המינים בטבע.

## 7.4 הבסיס הפילוסופי של שתי האסכולות המרכזיות בגרמניה: פילוסופיית הטבע הרומנטית והאסכולה הטלאו-מכניסטית

בתחילת המאה ה-19 לא הייתה גרמניה אלא אוסף של נסיכויות. השפעת הכנסייה על הביולוגיה הייתה פחותה שם, ואילו לפילוסופיה הייתה השפעה עצומה, והיא קבעה במידה רבה את הלכי הרוח בחברה, בין השאר גם בסוגיות הנוגעות לתפיסת החיים. הפילוסופים שהשפיעו במאה ה-19 באופן הבולט ביותר על תפיסת החיים ועל המחקר הביולוגי בגרמניה, ובאופן עקיף גם מחוצה לה, היו לייבניץ, ברוך שפינוזה (Baruch Spinoza, 1632-1677) ועמנואל קאנט (Emanuel Kant, 1724-1804).

**שפינוזה** הציע פילוסופיה פנתאיסטית, שעל-פיה אינסופיותו של האל ניכרת בנוכחותו בבריאה, ולפיכך הבריאה היא חלק מאלוהים, וכל הכוחות והפעילות המיוחסים לו מצויים בה עצמה. הבריאה כולה נתפסת כאחדות או ככוליות, והריבוי הנראה לעין אינו אלא היבטים שונים ומגוונים שלה. גם האדם אינו אלא היבט כזה, ולכן אינו מסוגל לתפוס בחושיו אלא מעט מזער מן ההיבטים האלוהיים המשתקפים בבריאה – את ההתפשטות החומרית ואת התנועה. על האדם להיות מודע למגבלותיו, ולהכיר בעובדה שלהוויה יש אין ספור היבטים.

**קאנט** קיבל באופן עקרוני את המוגבלות הא-פריורית של הידיעה האנושית, וביקש לחקור את גבולותיה. בחיבורו *ביקורת התבונה הטהורה* קבע שהידיעה האנושית אפשרית רק במסגרת קטגוריות א-פריוריות של חלל וזמן, שההכרה האנושית מטביעה אותן על ההווייה. בחיבורו *ביקורת כוח השיפוט* טען, שבצד מנגנוני הפעולה המכניסטיים המאפיינים את תהליכי החיים, שאותם אנו יכולים לנתח ולהסביר במונחים סיבתיים, גלום בתופעת החיים גם ממד טלאולוגי מהותי, שאי אפשר להעמידו על סיבתיות פועלת, אך גם אי אפשר להתעלם ממנו. מגבלות ההכרה האנושית אינן מאפשרות לה להסביר את הממד התכליתי, והוא הציע להתייחס אליו כנתון מראש.

לאורן של תפיסות פילוסופיות אלה קמו בגרמניה, זו בצד זו, שתי מסורות פילוסופיות שהשפיעו באופן מרחיק לכת על הביולוגיה של המאה ה-19 באירופה. האחת נקראה **פילוסופיית הטבע הרומנטית** (Nature Philosophie), והאחרת – **פילוסופיה טלאו-מכניסטית** (teleomechanism).

### 7.4.1 פילוסופיית הטבע הרומנטית

פילוסופיית הטבע הרומנטית, מבית מדרשם של **פרידריך שלינג** (Fridrich Schelling, 1755-) ו**לורנץ אוקן** (Lorenz Oken, 1779-1851), **יוהן וולפגנג גתה** (Johan wolfgang Goethe, 1749-1832) ואחרים, הייתה גישה אידיאליסטית שראתה את הטבע כולו כמכלול אורגני מתפתח, ואת האדם כחלק ממנו. הזרם הרומנטי יצא נגד הגישה המכניסטית מפני שהפרידה בין הסובייקט החוקר לאובייקט הנחקר (הטבע), פירקה את השלם לחלקיו כדי לחקור אותם, ויצרה חיץ בין שתי תופעות במגמה לעמוד על הקשר הסיבתי ביניהן ולהתחקות אחר מנגנוני פעולתן.

הוא גינה את התייחסותו השכלתנית, האובייקטיבית והמנותקת מכל רגש של החוקר כלפי מושא המחקר שלו ושל האדם כלפי הטבע. במיוחד התנגדו למטריאליזם, שביקש לשלול מן העולם כל רוח חיים ולהעמידו על החומר והתנועה לבדם. הזרם הרומנטי קיבל ביטוי בספרות, באמנות ובמוזיקה. במדע הוא ביקש לחבר מחדש את האדם (ובכלל זה איש המדע) עם הטבע. ביטוי לכך ניתן בהנחותיו של שלינג לגבי הטבע:

קיימת רק מהות אחת אחידה, וכל ההבדלים לגביה אינם אלא כמותיים; האחד המוחלט מתגלה ביצירה בלתי פוסקת של דברים סופיים, שהם הצורות של מהותו; הטבע אינו דומם אלא חי ומקודש; המדע עוקב אחר ההתגלות הזאת כצעדים בהתפתחות המהות המוחלטת, והוא בבחינת דימוי של היקום, המגלה לו את מושגי העצמים. (Jacyna, 1984, p. 13).

במילים אחרות, המדע והטבע הם שותפים פעילים להתגלות הצורות השונות של המהות המוחלטת, בהיותם חלק ממנה. תפיסת הטבע של פילוסופיית הטבע הרומנטית היא אפוא היפוכה הגמור של התפיסה המכניסטית מכל היבט שאפשר להעלות על הדעת:

- במקום הבחנה והפרדה בין הבורא לבריאה, יש בה תפיסה אחדותית ולפיה הבורא והבריאה חד הם.
- במקום דימוי של מכונה מוצג דימוי של פעילות והתפתחות אורגנית.
- במקום תפיסת החומר כיש אדיש, שכוחות הפועלים עליו מבחוץ גורמים לו לנוע, מובאת תפיסה של אחדות בין חומר לרוח וכוחות פנימיים היוצרים דינמיות והתפתחות.
- במקום להסביר פעילות והתפתחות בעזרת סיבתיות, הן מוסברות בנטייתם הטבעית של היצורים לנוע, לפעום, לגדול ולהתממש על-פי חוקיות פנימית משלהם. ההתפתחות מתממשת במהלך תכליתי באמצעות המתח שבין הפוטנציאל למימוש.
- במקום להעמיד כל תופעה מורכבת על פשוטה ממנה, התופעות השונות נראות כאופנים או כהיבטים שונים של אותה שלמות אחדותית, הטבע-האל.
- במקום גישה כמותית מתמטית, המתעלמת מן ההיבט הסובסטנציאלי<sup>107</sup> (איכותי, מהותי) של החומר, מוצע להשתית כל ניסיון לדעת את הטבע על החוויה האותנטית, שכרוכות בה התבוננות<sup>108</sup> ותחושות אינטואיטיביות המתעוררות במתבונן. ההתבוננות משתפת בהווייה באופן פעיל, כפי שראינו אצל שלינג.

בהתאם לתפיסות האלה הציע גתה תפיסת מדע חלופית לזו המכניסטית. לדידו אין שום דרך לחדור מבעד לתופעות לרובד הסיבות או המנגנונים שלהן; את אלה אי אפשר לראות עין בעין אלא רק להבין באמצעות ניתוח שכלי. מן הראוי שהמדע יתמקד בתופעות הנראות לעין, ומן ההתבוננות יגיע להכללות ולהבנה מעמיקה יותר של אופני ההתבטאות של הישים בטבע. מטרתו

<sup>107</sup> סובסטנציה היא מצע, תשתית או מהות שעליה נוצר מה שאנו רואים בפועל (מושג קרוב ל"צורה" האריסטוטלית).

<sup>108</sup> המדע המכניסטי התבסס בראש ובראשונה על תצפית בתופעות, ואילו המדע שהציע גתה התבסס על התבוננות. תצפית באה מן השורש צפה. ומשמעותה הסתכלות על אובייקט מבחוץ, באופן בלתי מתערב. לעטמת זאת, להתבוננות יש שורש משותף עם "תובנה" (בין). זוהי הסתכלות מעורבת ומעמיקה, שאינה משתמשת בעיניים בלבד אלא כוללת גם הבנה מצד המתבונן.

המרכזית של המדע היא לעקוב לעומק אחר מהלך ההתפתחות (המטמורפוזה<sup>109</sup>) של קבוצת ישים נבחרת (למשל, צמחים), במטרה להגיע אל מהותה של הקבוצה ולהכיר את ביטוייה השונים של אותה מהות. גתה תפס את המטמורפוזה כמאפיין מהותי של הטבע, ולכן מתודת המחקר שלו הייתה להתבונן באופן מעורב בתהליכי ההתפתחות, ולהתחקות אחר אותה מהות המופיעה בצורות שונות במהלך ההתפתחות. הוא הגיע למסקנה שהעֶלָה הוא מהותו של הצמח, שכן זהו האיבר הראשון המופיע בו במהלך ההתפתחות, והוא משמש מוצא ליתר איבריו, כמו חלקי הפרח או קוצים המופיעים בכל מיני צורות בשלבים שונים של ההתפתחות.

גתה ביקש לחשוף את המהות הצורנית – האב-טיפוס – המצויה ברובד הבסיסי של המגוון המורפולוגי של איבר האמור לשרת תפקודים שונים. לדבריו, קיימת "צורה מהותית שהטבע אינו פוסק מלהשתעשע בה". (שם, עמ' 128). ביטויים חריגים של הצורה נתפסו כמטמורפוזה של הצורה התקינה. כאריסטו בשעתו העמידו פילוסופי הטבע הרומנטיים את היקום על חוקי ההתפתחות הביולוגיים, ומהם ביקשו לגזור את חוקי החומר האי-אורגני כמקרה פרטי.

מסורת המחקר הביולוגי של פילוסופיית הטבע הרומנטית השפיעה על אנשי מדע מחוץ לגרמניה. אחד הבולטים ביניהם היה חוקר הטבע הצרפתי ז'ופרואה סאן-אילר (Etienne Geoffroy Saint-Hilaire 1772-1844), אשר טען, למשל:

[אפשר] לעקוב אחר הגף הקדמית על-פי שימושיה השונים ממש כמו אחר השינויים הרבים שחלו בה, ולראות כיצד משתמשים בה בהצלחה בתעופה, בשחייה, בקפיצה, בריצה וכו': כאן היא כלי חפירה, שם אנקול טיפוס, במקום אחר כלי נשק התקפי או הגנתי: היא אפילו יכולה, כמו אצל האדם, להיות לאיבר המגע העיקרי, ומשום כך אחד הכלים היעילים ביותר של כשרינו האינטלקטואליים. (שם, עמ' 121).

בדומה לגתה, חשף סאן-אילר את אחידותה הצורנית של הגף הקדמית אצל יצורים ממינים ביולוגיים שונים.<sup>110</sup> הוא האמין בקיומה של "תכנית כללית" בכל האורגניזמים בממלכת החי, וטען כי: "לכל חלק בחרק נמצא מקום דומה בבעלי החיים החולייתניים שהוא נמצא תמיד באותו מקום, ושם הוא נאמן תמיד לאחד מתפקודיו, לכל הפחות." (שם, עמ' 121).

החוקרים הבריטים שדבקו בגישה הרומנטית נקטו מתודולוגיה סטרוקטורליסטית והתמקדו במחקר באנטומיה משווה ובאמבריולוגיה. בשני התחומים הללו ניתן להשוות צורות שונות במטרה לחשוף את המבנים המשותפים להם: באנטומיה משווה משווים בין מבנים הומולוגיים

<sup>109</sup> מטמורפוזה היא גלגול, שינוי צורה במהלך ההתפתחות. בביולוגיה מקובל להשתמש במושג זה כדי לתאר, למשל, את השינוי העובר על חרק במהלך התפתחותו מביצה לזחל, לגולם ולבוגר. גתה מכנה "מטמורפוזה" את השינויים העוברים על העלה כאשר הוא מתגלגל, למשל, לקוץ, לקנוקנת, לעלה כותרת או לאבקן.

<sup>110</sup> גישת חקר זו נקראת **סטרוקטורליזם** (structuralism). היא מדגישה את המבנים של היצורים החיים, ורואה בהם את הבסיס המאחד. הסטרוקטורליזם אפיין את הפילוסופיה הרומנטית, שהתמקדה ב"צורה" ובגלגוליה במהלך ההתפתחות. הגישה הסטרוקטורליסטית מנוגדת ל"פונקציונליזם" (functionalism) – הגישה המתמקדת בחקר התפקודים – ולעתים משלימה אותה.

של מינים שונים, ובאמבריולוגיה הדבר נעשה באמצעות השוואה בין מבנים בשלבים שונים של התפתחות או בין עוברים מקבוצות שונות המצויים בשלב התפתחות מקביל.

בבריטניה הצדיקו פיזיולוגים בריטיים את ההתעניינות במחקרים השוואתיים בטיעון, שהבנת הצורה והתפקוד של יצורים ירודים עשויה להאיר תופעות דומות ביצורים עילאיים, לרבות האדם. האנטומאי והפלאונטולוג **ריצ'ארד אוֹאֵן** (Richard Owen, 1804-1892) טען:

המבנה האנטומי של אותם בעלי חיים, שלכאורה אינם חשובים ועל-פי-רוב אינם מופרים, ... הוא לעתים קרובות בעל חשיבות עליונה, וחושף עובדות מועילות לאין ערוך מכיוון שהן מאפשרות לנו להבין את המבנה של בעלי החיים העילאיים ואת ממלכת בעלי החיים בכללה, [וזאת משום] שכל בעלי החיים נוצרים ככל הנראה על-פי אותו דגם. (שם, עמ' 17.)

האמבריולוגיה הייתה חשובה בעיניהם מפני שפילוסופיית הטבע הרומנטית הניחה שהתפתחות הפרט מקבילה להתפתחות המין, וגילוי צורות פרימיטיביות של איברים שונים מאפשר לחוקר להבחין בין תכונה מקרית לתכונה מהותית. למשל, **מרטין בָּרִי** (Martin Barry) טען, שבכל המחלקות, מן הירודות ביותר ועד לאדם, יש לתאי הנבט אותם אפיונים מהותיים. יתר על כן: "נראה שהמהלך המהותי של המטמורפוזת או המטמורפוזות, ממבנה כללי או הומוגני יחסית למבנה הטרוגני וייחודי יותר – כלומר, אופן ההתפתחות – הוא אחיד בכולם." (Jacyna, 1984, pp. 24-25)

לטיעונו של ברי הצטרף גם **ויליאם קרפנטר** (William Carpenter), והוא התייחס לא רק למבנים אלא גם לפונקציות פיזיולוגיות. קרפנטר הביע במפורש עמדות ויטליסטיות באמרו: "המאפיין הבסיסי של היצור החי הפשוט ביותר הוא יכולתו לקלוט יסודות מסוימים מן העולם האי-אורגני, ולהפכם למרכיבי העצמיים; שהוא מייצר מהם הרכבים חדשים...; שהוא מארגן מחדש את החלקיקים של ההרכבים האלה באופן הייחודי שאנו מכנים 'ארגון'; שבהפקת אותו סידור מחדש הוא קורא לפעולה או מפתח בהם מערך חדש של מאפיינים, שאנו קוראים להם ויטליים." (*Ibid*, p. 29)

הגישה הסטרוקטורליסטית, מורשת מתודת המחקר הרומנטית שתוארה לעיל, לא שיקפה בהכרח דבקות בפילוסופיית הטבע הרומנטית שעליה התבססה. רוב החוקרים שהזכרנו אימצו את המתודה הרומנטית בלי שהיו מודעים להנחות המטפיזיות הכוללות שעמדו מאחוריה.

#### 7.4.2 האסכולה הטלאו-מכניסטית: השקפה מטריאליסטית-ויטליסטית

הטלאו-מכניזם כמסורת מחקר צמח בגטינגן, והוביל את המחקר הביולוגי בגרמניה ומחוצה לה במחצית הראשונה של המאה ה-19. לזכותו נזקפים הישגים מרשימים באמבריולוגיה, בפיזיולוגיה ובכימיה אורגנית. בניגוד לחסידי פילוסופיית הטבע הרומנטית, נמנו תומכיו עם הזרם המכניסטי המרכזי של המדע, אלא שמטעמים פילוסופיים ולא דווקא תיאולוגיים הם התנגדו לדרישה, שהלכה וגברה במהלך המאה, להעמיד את הביולוגיה על הפיזיקה והכימיה

לבדן. הם תפסו את הממד התכליתי וההוליסטי של החיים כמאפיין מהותי המבדיל אותם מישים דוממים. את הנחות היסוד של האסכולה הטלאו-מכניסטית הגדיר קאנט בחיבורו *ביקורת כוח השיפוט*:

העיקרון הראשון הנחוץ כדי לקבל מושג על עצם הנתפס כתכלית טבעית הוא, שצורתם וקיומם של החלקים אפשריים אך ורק דרך יחסם לשלם [...] שנית, תנאי הוא שהחלקים יקשרו את עצמם באופן הדדי לכלל אחדות עם השלם באופן כזה שכל אחד מהם יהיה בעת ובעונה אחת סיבה ותוצאה של חברו". (Lenoir, 1984, p. 25).

בביטוי "העצם הנתפס כתכלית טבעית" מתכוון קאנט ליצור החי. הוא מזהה בעולם שתי קבוצות של ישים שהם בבחינת תכליות: האחת – מכונות שנבנו על-ידי האדם לתכלית מסוימת, ולכן כל חלק בהן ממלא פונקציה תכליתית המשרתת את המכלול; והאחרת – יצורים חיים, שגם בהם החלקים משרתים באופן פונקציונלי את השלם. במכונות, ממש כמו ביצורים חיים, אין משמעות לחלקים אלא ביחסם לשלם. ואולם, על אף הדמיון ביניהם, קיים הבדל מהותי בין המכונה לאורגניזם: בעוד שבמכונה החלקים מאורגנים מראש לביצוע התכלית, באורגניזם הם נבנים ומתארגנים בהדרגה במהלך ההתפתחות, ותוך כדי כך הם מבצעים את תפקודיהם. במילים אחרות, ביצור החי תהליך הבנייה אינו קודם לתפקוד כמו במכונה, אלא מתבצע בד בבד עמו. בתהליך זה מסייע כל חלק בעיצוב החלקים האחרים, ובו-זמנית גם מעוצב על-ידיהם. לדעתו של קאנט, עקרונות המכניקה ישימים לניתוח היחסים התפקודיים שבין חלקים המאורגנים מראש, אך אין בהם הסבר מלא לתופעת החיים, שכן הם אינם יכולים להסביר את התהוות הארגון במהלך ההתפתחות העוברית, האופיינית ליצורים החיים ורק להם.

קאנט טען שאיננו מסוגלים להבין תיאורטית את האקט המכוון את תהליכי החיים. הסיבה לכך אינה נעוצה לדעתו בטבע אלא במגבלות הידיעה האנושית, המסוגלת לבנות תיאוריות מדעיות על סמך שרשרת סיבתית מכניסטית בלבד. כדי להבין את טבעם של יצורים אורגניים, יש להסתמך על סיבתיות תכליתית, שעל-פיה אותם חלקים הם בעת ובעונה אחת סיבה ותוצאה. סיבתיות מסוג זה חורגת לטענתו מגבולות התבונה האנושית. עם זאת, קאנט שלל את האפשרות לייחס את הסיבתיות התכליתית לישות אלוהית מתכננת, המצויה מחוץ לעולם החומר.

היסוד התכליתי, האחראי להתפתחות האונטוגנטית והפילוגנטית כאחת, הוא לדעת קאנט **האב-טיפוס** (Stammmasse)<sup>111</sup> – מערך פוטנציאלי של **מבנים** (Keime) ו**כשרים אדפטיביים** (Anlagen), הקיים בכל קבוצת יצורים. ההנחה של קאנט (שאותה אימצו חסידי האסכולה הרומנטית והאסכולה הטלאו-מכניסטית) הייתה, שבמערך משותף כזה גלום פוטנציאל להתפתח באופן תכליתי לכיוונים שונים, בהתאם למינים השונים המרכיבים את הקבוצה. במילים אחרות, הוא האמין שבתוך האחדות (האב-טיפוס) מתגלם הריבוי המתבטא במגוון הצורות המוכר לנו. האב-

111 המושג "אב-טיפוס" (archetype, morphotype, prototype) היה משותף לאסכולה הטלאו-מכניסטית ולאסכולה הרומנטית, אך קיבל פירוש שונה בכל אחת מהן. האסכולה הרומנטית הגדירה אב-טיפוס כמבנה צורני מהותי, החוזר בווריאציות שונות בכל הצמחים או בעלי החיים, ואילו האסכולה הטלאו-מכניסטית הגדירה אותו כמערכת מבנית-פונקציונלית של יחסי גומלין בין מרכיבי הגוף, המשותפת ליצורים המשתייכים לאותה קבוצה סיסטמית.

טיפוס קיים כמובן גם בכל פרט, אבל אפשר לראותו כתופעה רק בשלבים עובריים ראשוניים (ולכן העוברים של מינים שונים המשתייכים לאותה קבוצה סיסטמטית דומים מאוד זה לזה בשלביהם המוקדמים). במהלך ההתפתחות הפשוטות הופכת למורכבות והאב-טיפוס נעלם מן העין.

קאנט הציע תיאוריה של התפתחות המינים (פילוגנזה), שלפיה הטבע מוליד יצורים מאורגנים ראשוניים ופשוטים; מתוך אינטראקציה בין המבנים הפרימיטיביים ובין כשריו האדפטיביים של כל מבנה עם תנאי הסביבה המשתנים, מתפתחות בדורות הבאים צורות, שמורכבותן והתאמתן לתנאי הסביבה הולכות וגדלות. תכונות חדשות אינן נרכשות מבחוץ אלא נובעות מתגובתו של הכוח התכליתי המארגן לתנאי הסביבה. כמותו של הכוח המארגן מוגבלת, ולאחר תקופה מסוימת של התפתחות מגיע שלב יציב, שבו לא מתרחשים עוד שינויים פנימיים בתגובה לשינויי הסביבה. שינוי סביבתי חריג מביא בסופו של דבר את המערכת לכלל התמוטטות, המינים מתים ומתחיל מחזור חדש של התהוות והתפתחות.

קאנט הציע לחקור את פרטיו של התהליך הזה באמצעות אנטומיה משווה, פיזיולוגיה משווה ופלאונטולוגיה (או כפי שכינה אותה – ארכיאולוגיה). בתיאוריה שלו בולט השימוש בהתפתחות הפרט כאנלוגיה להתפתחות המין. ואכן, קאנט ראה הקבלה מלאה בין ההתפתחות האונטוגנטית להתפתחות הפילוגנטית, לא רק בהופעה החיצונית אלא גם במהות הפנימית: אותו מערך פוטנציאלי של מבנים וכשרים אדפטיביים, המתפקד ככוח מארגן תכליתי בהתפתחות המין, נמצא גם בנבט וקובע את מהלך ההתפתחות העוברית.

האסכולה הטלאו-מכניסטית קיבלה כמסגרת קונצפטואלית את שתי ההנחות של קאנט לגבי תופעת החיים:

- בתהליכי החיים יש ממד טלאולוגי הוליסטי שאי אפשר להעמידו על סיבתיות מכניסטית;
- ליצורים חיים יש מנגנונים פונקציונליים אופייניים, שאותם אפשר להסביר במונחים סיבתיים מכניסטיים.

החוקרים שהשתייכו לאסכולה זו הציבו להם כיעד לבצע את תכנית המחקר שהתווה קאנט, במטרה לאשש מבחינה אמפירית את מודל ההתפתחות שהציע. הם שאפו אפוא להגדיר באמצעות מחקר אמפירי את הגבולות שבין שני סוגי הסיבתיות, המכניסטית והתכליתית, להשיג ידע רב ככל שמאפשר המחקר בגישה המכניסטית, ולארגן אותו במסגרת תיאורטית. במהלך המחקרים שביצעו הם נתקלו בסיבתיות התכליתית, וניסו לאפיין אותה ולתאר את מהותה. הראשונים שבהם ייחסו אותה למהויות ויטליות, ואלה שבאו אחריהם ניסו לייחסה לעקרונות ארגון; בכל מקרה, הם היו נחושים בדעתם לא לוותר על הנחת היסוד הטלאולוגית, שאינה מאפשרת להסביר את תופעת החיים במלואה במונחים פיזיקליים וכימיים.



### 7.4.2.1 הדור הראשון של הטלאו-מכניסטים

את תחילתה של המסורת הטלאו-מכניסטית סימן **יוהן פרידריך בלומנבך** (Johan Fridrich Blumenbach, 1752-1840), שהמשיך את מסורת המאה ה-18 בהתלבטותו בין הפרפורמציה לאפיגנזה. בלומנבך החל את דרכו כפרפורמיסט בעקבות האלר, אך עד מהרה דחה את הרעיון שהארגון הביולוגי נתון מראש, מפני שתיאוריית הפרפורמציה לא הצליחה להסביר איך מתמזגות בצאצא תכונותיהם של שני הוריו. לפיכך עבר לתמוך באפיגנזה, וגייס לעזרתו ישות ויטלית, שאותה כינה **כוח מעצב** (Bildungstrieb, formative force), כדי להסביר בעזרתה את התהוות הארגון במהלך ההתפתחות העוברית. בלומנבך חזר על ניסויי הרגנרציה של טרמבלי בפולפ, והגיע למסקנה שהכוח המעצב נוכח בכל הרקמות, ואינו ישות חיצונית לחומר. כמסורת בני תקופתו, השווה בלומנבך את הכוח המעצב לכוח הגרוויטציה של ניוטון, וכמו ניוטון סירב להסביר את אופן פעולתו. עם זאת, הכוח המעצב ממלא בהתפתחות הפרט ובהתפתחות הפילוגנטית תפקיד דומה לזה של המבנים והכשרים האדפטיביים של קאנט.

ממשיכו של בלומנבך היה **יוהנס כריסטיאן רייל** (Johanes Christian Reil, 1759-1813). הוא ביקש לחקור לעמקם את היחסים הפיזיים שבתוך החומר האורגני עצמו, ולכן נזקק לכוח נוסף על הכוח המעצב של בלומנבך. רייל הוסיף אפוא את **כוח החיים** (Lebenkraft, vital force), שאותו ראה ככוח כימי השולט בתגובות הכימיות הייחודיות של החומר האורגני. רייל השתמש בידע מתחום הכימיה האורגנית של זמנו, ובזה חידש לעומת קודמיו.

### 7.4.2.2 הדור השני של הטלאו-מכניסטים

הדור הבא של אסכולת הטלאו-מכניזם הוליד כמה חוקרים גדולים. החשוב שבהם היה **קרל ארנסט פון-בר** (Karl Ernest von Baer, 1792-1876). פון-בר הושפע מאוד ממודל הטיפוסים של קיביה, שאליו התוודע משנכבשה גרמניה זמנית על-ידי נפוליאון. אין תימה שפון-בר מצא עניין בתיאוריה של קיביה, שכן היא דמתה ביסודה לתיאוריה של קאנט. ההבדל העיקרי בין שתי התפיסות היה בסוגיית הטרנספורמיזם: בעוד שקיביה דגל בקביעות המינים והתנגד לכל רעיון של טרנספורמיזם, קאנט (ובעקבותיו האסכולה הטלאו-מכניסטית) גרס כזכור שבכל קבוצת יצורים מתרחשת התפתחות, כעיקרון יסוד.

אחד ממפעליו המדעיים העיקריים של פון-בר היה החדרת העקרונות של קיביה, שהתבססו בעקבות מחקר באנטומיה משווה, למסגרת ההיסטורית הטרנספורמיסטית של האסכולה הטלאו-מכניסטית. הוא התמקד בתחום מחקר חדש, **אמבריולוגיה השוואתית**. לפי השקפתו, שתאמה את זו של קאנט, האב-טיפוס מעצב הן את התפתחות הפרט והן את ההתפתחות הפילוגנטית. לפיכך אפשר לנצל את האמבריולוגיה השוואתית כדי להתחקות אחר האב-טיפוסים המשותפים למינים שונים באותה קבוצה. האב-טיפוסים עשויים להתגלות במהלך ההתפתחות העוברית, לפני שהדיפרנציאציה מסתירה אותם. בדרך זו ייחשפו קשרי הגומלין שבין התפתחות הפרט להתפתחות הקבוצה. פון-בר העדיף את האמבריולוגיה השוואתית על הפלאונטולוגיה מסיבה נוספת: בעוד שמושא המחקר של האחרונה הוא חומרים מתים שנעדר

מהם אותו יסוד מארגן דינמי הקיים רק ביצור החי, עוסק המחקר האמבריוולוגי ביצורים חיים, ולפיכך יכול להתחקות אחר אופן פעולתו של אותו יסוד.

במושג **טיפוס** התכוון פון-בר ליחסים שבין היסודות המרכיבים את החומרים האורגניים בעובר, וכן למיקומם היחסי של האיברים בעובר – שהם לדבריו התנאים הראשוניים המכוונים את יחסי הגומלין הייחודיים המאפיינים את תהליכי החיים. אגב הניסיון להעניק פרשנות התפתחותית בנוסח קאנט למודל של קיביה, התכוון פון-בר לפתח מודל זה באופן פרטני ומדויק, תוך התחקות אחר המנגנונים שבהם פועל אותו יסוד מארגן הייחודי לתופעות החיים. את השלב הראשוני של ההתפתחות הוא ראה כמאורגן מלכתחילה בטרם הפריה בביצה, באמצעות אותו מערך הוראות נתון מראש שעליו דיבר קאנט, דהיינו – ה-Keime וה-Anlagen. וכך אמר:

לכאורה נדמה כי ברגע ההפריה היצור החדש חייב להופיע, כאילו באמצעות שוק חשמלי או קסם כלשהו. אך עד כמה שלא יהיה המיקרוסקופ מדויק, עד כמה שלא נאמץ את עינינו, לא נוכל לראות מיד לאחר ההפריה שום דבר שלא נראָה לעין בשלב הקודם לה. רק זמן מסוים לאחר מכן מתגלה לעינינו הצמח או בעל החיים החדש, ואז הוא כבר נתפס בתהליך גידולו. לכן המחשבה חייבת להוביל לרעיון כי ההתחלה לא מצויה בהפריה, אלא שהפרי מונח כשהוא מעוצב מראש בהורים, ועתה הוא נכנס לתוך מכלול יחסים שבהם הוא מסוגל להתפתח מהר יותר. (*Ibid.*, p. 86).

ההתבטאות של מערך ההוראות, טען פון-בר, נובעת מיחסי גומלין בין שלבים עוקבים של ההתפתחות: בכל שלב פועל מערך הוראות מסוים, והוא מכוון באופן תכליתי את מערך ההוראות של השלב הבא אחריו. עם זאת, מערך ההוראות מסתייע במנגנונים מכניסטיים כדי להוציא את תכניתו אל הפועל. והרי דוגמה למנגנון כזה: בגלל הסידור ההטרוגני של החומרים לאורך ציר הביצה נוצר בה זרם חשמלי, והוא משרה שדה מגנטי המקיף את הציר וגורם גידול ודיפרנציאציה באזורים המצויים בטווח שלו. מנגנון זה אמור להיות התנאי המוקדם למכניזם המרכזי של השלב ההתפתחותי הבא.

פון-בר השתית את מחקר ההתפתחות המשווה שלו על הכימיה האורגנית, שכן הוא ראה קשרי גומלין חשובים ביותר בין ההרכב הכימי, הצורה (המבנה המורפולוגי) והתפקוד. ממחקריהם של **גיי לוסאק** (Gay-Lussac, 1778-1850) ו**בֶרְצֶלְיוּס** (Jons Jacob Berzelius, 1779-1849) על ההרכב הכימי של חומרים אורגניים בגוף החי, הכיר פון-בר כמה קבוצות חומרים, וביניהן חלבונים כמו גלויטן ופיברין, שומנים וחומצת חלב. הוא היה מודע להבדלים בתכולה היחסית של פחמן, חמצן, מימן וחנקן בחומרים הללו, וחשב שההרכב הכימי קובע את המורפולוגיה, והמורפולוגיה היא הבסיס לתפקוד. הוא אף הצביע על הקשר שבין המבנה הכימי של איברים שונים לבין תפקודיהם. הוא הסביר, למשל, כי חלקים שאינם מכילים פיברין, אינם יכולים לתפקד כשריר אפילו אם יהיה דמיון חיצוני מסוים ביניהם ובין שריר. הארגון הביולוגי יוצר אילוץ ומכתיב את אופן השתנותם של החומרים האורגניים ואת קצב השתנותם:

אף-על-פי שמתרחשים שינויים מזעריים בהרכבם של החומרים הכימיים מרגע אחד למשנהו, קיימות מגבלות חמורות שבמסגרתן יכולות התערובות של מרכיבי הגוף לעבור תנודות מבלי שתהפוכנה לחסרות תועלת עבור התפקוד שהן משרתות: הגוף המאורגן ממלא מיד כל חסר הנגרם

במהלך זה אם יסופקו לו החומרים המתאימים מבחוץ. לכן יצדק מי שיטען כי שינויים אלה נשלטים על-ידי תהליך החיים. הגוף המאורגן הוא כימאי גדול יותר מן האלכימאים המפורסמים ביותר במעבדותיהם, משום שהוא מסוגל לייצר חומר שלא היה קיים קודם לכן. (*Ibid*, pp. 78-79).

פון-ובר הבין אפוא שבגופו של האורגניזם מתקיימים תהליכי חילוף חומרים, ושהוא מסוגל לווסתם ולקיים מצב של "הומאוסטזיס מטבולי"<sup>112</sup>.

בתיאוריה הטרנספורמיסטית שלו הדגיש פון-בר באופן מיוחד את יחסי הגומלין שבין היצורים לסביבתם; הוא סבר שקיימים יחסי גומלין מורכבים ועמוקים בין התפתחות האדמה לבין צורות החיים שעליה. בדומה ללמארק ובניגוד לקאנט טען, שתנאי סביבה דומים יוצרים צמחים ובעלי חיים דומים.

עד כה נראה שפון-בר עשה כל מאמץ להשתחרר מן התלות של קודמיו בכוח ויטלי כזה או אחר להסבר ההתפתחות. הוא העדיף להתבסס על עיקרון מארגן, ואותו העמיד על יחסי גומלין מורכבים בין רמות היררכיה שונות של האורגניזם. את אופן פעולתם של יחסים אלה הוא ניסה לברר באמצעות מחקריו האמבריוולוגיים, אלא שכל ניסיונותיו עד אז לא הצליחו להביאו לגילוי תעלומת מקורו של הארגון שהתגלה לו כנתון מראש.

פון-בר לא ויתר, וניסה להתחקות באופן אמפירי אחר נקודת ההתחלה של התהוות הארגון העוברי – הנקודה שבה מתחילה ההטרורגניזציה בחומר ההומוגני הראשוני. לשם כך עקב אחר תהליך ההבשלה של זקיק גרף בשחלת היונקים, וכך גילה לראשונה את הביצית האמיתית.<sup>113</sup> בשלב ההתחלתי של הבשלת הביצית הוא ראה במיקרוסקופ תא קטן, מוקף בתאי הזקיק האחרים, שהגרעין ממלא את רוב נפחו; הנוזל שמילא את יתרת הנפח נראה הומוגני לחלוטין. כשעקב אחר מהלך הבשלת הביצית בזקיק, הוא הבחין שנוצרים בה גרגרים זעירים, והם נודדים מן המרכז כלפי השוליים. זה היה לדעתו השלב הראשון בתהליך ההטרורגניזציה של הביצית. פון-בר חשב שהגרגרים האלה הם **המעריך המעצב** (Keime), שממנו יתהווה הנבט לאחר ההפריה. לדעתו נדידת הגרגרים מוכתבת על-ידי כוח ויטלי הפועל ממרכז הגרעין. הוא ראה כוח זה כ**מרכז פעילות** הפועל מן המרכז כלפי חוץ, ובעקבות פעולתו נוצר רצף מבני של גרגרים, העתידים לאחר ההפריה להתפתח לאיבריו השונים של העובר.

פון בר מיקם אפוא את מוקד החיים במרכז הגרעין, ומכאן הסיק שהעיקרון העיקרי המכתיב את התפתחות הצורה הוא **שהחיים**, על מגוון תופעותיהם, **מתגלמים במרכז פנימי של פעילות**, שכן שם נמצא **הפוטנציאל** להתפתחות העוברית, על מאפייניה המבניים והתפקודיים. יוצא אפוא,

<sup>112</sup> הפיזיולוג הנודע קלוד ברנאר (Claude Bernard, 1813-1878) ראה בקביעות הסביבה הפנימית את המאפיין המרכזי הייחודי לחיים. פון-בר הקדים אותו בכמה שנים. הפיזיולוג האמריקני וולטר ברדפורד קנון (Walter Bradford Cannon, 1871-1945), שהתמחה בחקר מערכת העיכול, טבע את המונח "הומאוסטזיס" (Homeostasis) בשנות ה-20 של המאה ה-20.

<sup>113</sup> זכור, גרף חקר את השחלה במיקרוסקופ במאה ה-17, וחשב שגילה את הביצית. בדיעבד הסתבר שהיה זה הזקיק שבו מתפתחת הביצית, והיום הוא נקרא על שמו, זקיק גרף.

שבמקום שהעין אינה רואה אלא חומר הומוגני, קיימת בעצם נטייה פוטנציאלית להטרונגיות. לדעתו העיקרון הזה תקף לגבי כל תופעות ההתפתחות בטבע, הן ברמת הפרט והן ברמת הפילוגנזה. אם כן, בזכות הכוח הוויטלי הצליח פון-בר להסביר את תופעת ההתפתחות במונחים סיבתיים היאים להסבר מדעי; אך המחיר ששילם בגין נאמנותו לעקרון התכליתיות היה הזדקקות לישות ויטלית.

חוקר טלאו-מכניסטי אחר, **ארנסט היינריך וֶבֶר** (Ernest Heinrich Weber, 1795-1878), פעל בשנות ה-20 וה-30 של המאה ה-19. הוא התמקד בחקר ההיבט הכימי של חומרים אורגניים ואי-אורגניים. לסברתו, ההבדל בין חומרים אורגניים ואי-אורגניים אינו טמון בשוני בין היסודות המרכיבים אותם, אלא בארגון המולקולרי שלהם. הוא קבע שאי אפשר לסנתז חומרים אורגניים באופן מלאכותי מחומרים אי-אורגניים, ומכאן הסיק שישנו כוח מארגן, ייחודי לחיים, והוא האחראי לעיצוב המערך המיוחד של האטומים במולקולות האורגניות. ובר הבחין בין גביש ליצור חי: גביש מורכב מחלקים שאינם מקיימים ביניהם יחסי גומלין דינמיים, ואילו יצור חי הוא שלם שקיומו תלוי ביחסי הגומלים שבין מרכיביו; גביש מתפתח בעקבות התלכדותם של חלקיקים הבאים מבחוץ, ואילו יצור חי מתפתח בעקבות **השתנצות**<sup>114</sup> – קרי, סדרת חלוקות שמקורן בתא הנבט הראשוני.

### 7.4.2.3 תיאוריית התא: ניסיונות ל"טיהור" הטלאו-מכניזם ממטפיזיקה ויטליסטית

ככל שנקפו השנים, חשו חברי האסכולה הטלאו-מכניסטית שלא בנוח עם ההזדקקות לגורמים ויטליסטיים ולכוחות מעצבים למיניהם. הדור שפעל בשנות ה-40 של המאה ה-19 הבין שההזדקקות לכוחות ויטליים נובעת מהצורך של כל איש מדע להסביר את התופעות הנראות בעיניו תכליתיות, במונחים מכניסטיים. **הכוח הוויטלי שימש כסיבה מכניסטית לתופעת התכליתיות האופיינית לחיים**. הטלאו-מכניסטים, שביקשו לכונן מדע נטול כוחות ויטליים, נאלצו להניח שהארגון נתון מראש, ולהימנע מניסיון להתחקות אחר אופן התרחשותו (כפי שהתווה קאנט). הם ראו הזדמנות לכך עם ניסוח **תיאוריית התא**.

מנסחיה של תיאוריית התא היו **תיאודור שְׁוָאן** (Theodore Schwann, 1810-1882) ו**מתיאס יעקוב שְׁלֵידֶן** (Matthias Jacob Schleiden, 1804-1881). שניהם צמחו על ברכיה של אסכולת הטלאו-מכניזם, שאחת ממטרותיה הייתה כזכור לזהות את המבנה המשותף שאפשר לייחס לו את מקור הארגון התכליתי האופייני לחיים. השניים חיפשו אחר האב-טיפוס המאחד במגוון העצום של צורות תאים שנצפו בבעלי חיים (שוואן) ובצמחים (שלֵידֶן). שיפור תכונות המיקרוסקופ אפשר להם למצוא (איש איש בתחומו) מבנים משותפים: גרעין, קרום ותוכן גילטיני. כשצפו בתאים של אורגניזמים שונים, הם ראו מבנה החוזר על עצמו כאילו הוא מציית לתכנית יחידה. שלֵידֶן ושוואן קבעו אפוא, **שהתא הוא יחידת החיים הבסיסית המשותפת לכל**

114 השתנצות (being laced) היא צורת חלוקה הדומה לחלוקת תפוח לשני חצאים: החומר שכולל התפוח נחצה לשניים. לגבי תאים התפיסה הייתה שהתא גדל עקב קליטת חומרים, ואז מתחלק לשניים תוך חלוקת תוכנו בין שני תאי הבת; אלה גדלים ומתחלקים בתורם וחוזר חלילה.

**האורגניזמים**, היחידה הקטנה ביותר שניחנה בכל מאפייני החיים, ונקודת ההתחלה של האורגניזם. בלשונו של שוואן:

חלקי היסוד של כל הרקמות נוצרים מתאים באופן אנלוגי/דומה] אם כי מגוון ביותר,<sup>115</sup> כך שניתן לקבוע כי יש עקרון התפתחות כללי לכל חלקי היסוד של האורגניזם, שונים ככל שיהיו, ועיקרון זה הוא היווצרות התאים. (ז'אקוב, 1993, עמ' 138).

המובאה שלעיל מתייחסת לשני היבטים של התא – היבט מבני והיבט התפתחותי-תפקודי. ואכן, שני החוקרים ראו את התאים לא כמבנים גרידא אלא כיחידות היסוד התפקודיות של החיים. תיאוריית התא אפשרה להוגיה, בשלב הראשון, להיפטר מן ההזדקקות לכוחות ויטליים כמעצבי הארגון. האורגניזם השלם תואר כמצבור של יחידות בסיסיות, שתכונת החיים מוכלת בכל אחד מהם. התא מנהל "חיים כפולים": מחד גיסא הוא מנהל את חילוף החומרים שלו, ומאידך גיסא הוא משתף פעולה עם שאר התאים, בהיותו חלק מן האורגניזם. בהקשר זה דימה שוואן את האורגניזם למדינה שהתאים הם אזרחיה, ואם כי נבנו על-פי אותה תכנית אב, קבוצות שונות של תאים מבצעות תפקודים שונים ברקמות שונות בהתאם לעקרון חלוקת העבודה. קיומו של השלם תלוי אפוא בשיתוף פעולה בין חלקיו.

התא נתפס לא רק כיחידת יסוד מבנית-תפקודית באורגניזם השלם, אלא – בעת ובעונה אחת – גם כיחידת המוצא הבסיסית של החיים. האורגניזם נוצר מתא הנבט על-ידי תהליכי ארגון והתמיינות של התאים הנוצרים במהלך התפתחות העובר. האורגניזם שולט אמנם בתנאים המאפשרים את קיומו, אך אין הוא סיבת קיומו שלו. כהוכחה לכך הביא שוואן את קדימותה של הביצית החד-תאית לאורגניזם השלם.

שליידן ושוואן האמינו שהאלטרנטיבה היחידה לגישה הוויטליסטית-טלאולוגית, שאפיינה את האסכולה שלהם, היא גישה פיזיקלית-כימית רדוקציוניסטית. שניהם ביקשו להעמיד את ההתפתחות האונטוגנטית על סידור ייחודי של חלקיקי חומר רגילים בביצית המופרית, ששולטים בו חוקי הפיזיקה והכימיה. שליידן נשאר נאמן לגישה הרדוקציוניסטית, ובכך יצא נגד עקרונות היסוד של הטלאו-מכניזם. לעומתו בחר שוואן לחזור למסגרת הקונצפטואלית של האסכולה שעיצבה את חשיבתו. לפיכך הוא נאלץ להתייחס לסדר ולארגון המאפיינים את תופעת החיים. הוא קבע שהחומרים המרכיבים את החיים אינם שונים מהותית מהחומר האי-אורגני אלא בהיותם מסודרים ומאורגנים במערך מיוחד. מכך ניתן להבין שהוא התייחס לארגון כנתון מראש. שוואן רצה להשתחרר מן הצורך להבחין הבחנה דיכוטומית בין עולם החי לעולם הדומם, ולהסביר את מקור הארגון האופייני לעולם הביולוגי. לשם כך חזר לגישה הדתית, הרואה בעולם כולו – אורגני ואי-אורגני כאחד – מאפייני ארגון וסדר שנקבעו על-ידי גורם חיצוני, תבוני.

115 אנלוגיה בלשון הביולוגיה של המאה ה-19 פירושה חילוף המכנה המשותף למגוון פרטים על סמך השוואה ביניהם.

מנקודת מוצא זו יכול היה שוואן לטעון, שבמקביל לכוחות הפיזיקליים (האחראים על הארגון בעולם האי-אורגני), קיימים כוחות אורגניים, שאינם שונים מהם במהותם, והם האחראים בין השאר לארגון בעולם היצורים החיים. השקפה מאחדת זו אפשרה לשוואן לקבל את האפשרות, שיצורים חד-תאיים נוצרים ספונטנית מחומר לא מאורגן באמצעות אותם כוחות אורגניים. להנחה זו היה שותף גם שליידן, מסיבותיו המטריאליסטיות. כל עוד עסק ברמה המבנית-תפקודית ביצור הבוגר, הצליח שוואן להימנע מלהניח כוח ויטלי כפי שעשו קודמיו, ולהחזיק בעמדתו שהתא קודם לאורגניזם השלם. התמונה נעשתה מורכבת יותר עבורו משנדרש לעסוק בתהליכי ההתפתחות העוברית, וכאן מצא את עצמו נזקק לישויות שהתאמץ בכל כוחו שלא להזדקק להן: "עם היווצרות הבלסטודרם נוצר הבסיס להתפתחות העוברית כולה [...]. שכן, כל אירוע שיתרחש בעתיד לא יהיה אלא מטמורפוזה של אותו קרום והרקמות מהן הוא מורכב, המכילות בתוכן את מילואו הבלתי נשחק של הכוח המעצב". (Lenoir, 1984, p. 139).

כמו קאנט בשעתו טען שוואן שביצור חי, בניגוד למכונה מעשה ידי אדם, המבנה אינו נוצר לפני התפקוד, שכן למן השלב הראשוני של ההתפתחות אפשר לראות את המבנה והתפקוד התאיים מופיעים בד בבד.

בשנים הראשונות שלאחר ניסוח תיאוריית התא האמין כל מי שצפה בהתפתחות תא הנבט במיקרוסקופ, שהוא רואה היווצרות של תאים חדשים מתוך נוזל הנבט. אם תאים מאורגנים נוצרים מנוזל הומוגני, הדבר מחייב להניח שמעורבים בתהליך אותם גורמים פוטנציאליים מסתוריים (כוח מעצב, כוח ויטלי וכד').

הנחה זו הביאה את רודולף וירשאו<sup>116</sup> (Rudolph Virchow, 1821-1902) להעמיק ולחקור את התנהגות התאים. תצפיותיו הובילו אותו לדחות את ההיפותזה שהתאים מתרבים על-ידי השתנצות. במקומה הציע מודל ולפיו תאים חדשים נוצרים על-ידי התחלקות המבנים הקיימים בתא: הכפלת הגרעין וחלוקה של המבנים האחרים. וירשאו ראה במודל זה הישג חשוב בדרך אל המכניזציה של ההסבר הביולוגי, שכן הוא סילק את הצורך להניח פעולה של כוחות ויטליים כשמסבירים התפתחות. הארגון קיים מראש ואינו נוצר יש מאין, והוא עובר מדור לדור באמצעות תאי הנבט וחלוקתם. החיים מתקיימים אפוא בארגון נתון מראש, ומה שנוותר לחקור הוא המנגנונים המכניים המאפשרים אותם. וירשאו שיער שהמבנה התוך-תאי של הנבט חייב להיות הטרוגני מלכתחילה, אף-על-פי שהארגון הפנימי שלו נסתר מעינינו, וכי ארגון אפריורי זה הוא הבסיס לדיפרנציאציה המתרחשת במהלך ההתפתחות העוברית.

וירשאו שלל מכל וכל את ההנחה שתאים יכולים להיווצר ספונטנית מחומר בלתי מאורגן, שכן הנחה כזאת מצריכה להסביר איך מתהווה הארגון באותם תאים. גם וירשאו, כמו שוואן, התייחס לתא כאל מרכיב באחדות סיסטמית. האחדות האורגנית מורכבת מהמוני תאים הנשארים מאוחדים במסגרת השלם, כמו אזרחים באותה מדינה.

116 נהוגות צורות נוספות לכתיבת השם בעברית: פירכו, פירכוב או וירכוב.

המודל של וירשאו ייצג באופן מושלם את קווי היסוד של תפיסת הטלאו-מכניזם: הארגון הוכח כנתון מראש ועובר מדור לדור באמצעות התא – יחידת היסוד של החיים, ובמסגרתו מתרחשים כל תהליכי ההתפתחות באמצעות מנגנונים שאפשר לחקורם במונחים מכניסטיים; ועם זאת הוא לא נזקק לכוח ויטלי כמנגנון מסביר.

תיאוריית התא התקבלה בהתלהבות בכל רחבי אירופה, בהיותה פרי הראשון של המאמץ לנסח תיאוריה ביולוגית כוללת. כצפוי, היא קיבלה פרשנויות שונות בהתאם לעמדותיהם של מאמציה. המכניסטים הרדוקציוניסטים ראו בה אפשרות להעמיד את האורגניזם השלם על היחידות ה"אטומיות" המרכיבות אותו (התאים), והניחו שכל התפקודים המתבצעים בתוך התאים מבוקרים על-ידי כוחות פיזיקליים-כימיים. המטפורה החברתית המכניסטית, שראתה את החברה כארגון העומד על הפרטים המרכיבים אותו, שימשה בהצלחה לביסוס תפיסה זו. הוגי פילוסופיית הטבע הרומנטית אימצו את תיאוריית התא מטעמים אחרים: הם ראו את התא כאב-טיפוס צורני התפתחותי המשותף לכל היצורים, וכיחידה הבסיסית שממנה מתפתחת צורתו השלמה של האורגניזם. גם הטלאו-מכניסטים אימצו בברכה את התיאוריה, שכן היא תאמה את תפיסות היסוד שלהם, אם בגרסתו של שוואן ואם בניסוחו של וירשאו.

#### 7.4.2.4 פיזיולוגיה מכניסטית בהיבט הוליסטי

בשנות ה-30 וה-40 של המאה התמקד המחקר הביולוגי בפיזיולוגיה. אחד מגדולי החוקרים בתחום זה בגרמניה היה **יוהנס מילר** (Johannes Müller). הוא השתייך למסורת הטלאו-מכניסטית, ובמסגרתה ביקש לחשוף את המנגנונים שבאמצעותם היצורים החיים מתפקדים, משמרים את המערך הארגוני שלהם ומעבירים אותו מדור לדור.

מילר ביקש לבסס את המחקר הפיזיולוגי על יסודות אמפיריים מוצקים, והתנגד לגישה המטפיזית הספקולטיבית, שאפיינה חלק מהוגי פילוסופיית הטבע הרומנטית. לא פחות מכך התנגד לגישות הרדוקציוניסטיות בפיזיולוגיה, שביקשו להעמיד אותה על הכימיה האורגנית. בתיאום עם האסכולה הטלאו-מכניסטית הוא סבר, שהמסגרת המכניסטית אינה מספקת לניהול מחקר פיזיולוגי, וביקש לפרש את תוצאות הניסויים הכימיים במסגרת השקפה טלאולוגית, שבה הארגון נתפס כנתון מראש.

השקפה זו מצאה ביטוי בין השאר במחקרים שערך על תפיסה חושית. הוא סירב לקבל את ההנחה הרדוקציוניסטית, שגירויים פיזיקליים וכימיים מן הסביבה החיצונית, הנקלטים באיברי החוש, הם הגורמים הבלעדיים לתפיסה החושית. לדעתו חוויית התפיסה החושית (למשל, תחושת צבע אדום או צליל גבוה של כינור) נובעת מן הצורה הייחודית שבה מאורגן רצף התגובות הפיזיקליות והכימיות באיברי החוש, ורצף זה הוא פועל יוצא של הארגון המבני הייחודי של מרכיבי האיבר. כאשר מתייחסים לארגון המבני-תפקודי התכליתי כנתון מראש, אפשר להסביר את התגובה החושית כתוצאה של שרשרת תגובות מכניסטיות לגירויים פיזיקליים וכימיים.

מילר התנגד גם למחקר פיזיולוגי המתיימר לגזור מסקנות תקפות מניתוחי בעלי חיים. מאחר שראה את השלם (על יחסי הגומלין שבין מרכיביו) כקודם לחלקים, הוא טען שניתוח משבש את מערך היחסים שבין מרכיבי הגוף, ולכן אי אפשר ללמוד שום דבר בעל ערך מתוצאות ניסויים כאלה. את העיקרון שאימץ ניסח כך: "אני דורש [...] שהחוקר יצא מן השלם וממנו יחתור לגילוי הפרטים, בהנחה שבתהליך האנליזה הוא הכיר את הפרטים, והצליח להגיע לרעיון של השלם." (*Ibid*, p. 105).

מילר ביסס אפוא את המחקר הפיזיולוגי שלו על אנטומיה משווה של היווצרות העובר (embryogenesis) במקום על ניתוחים בבעלי חיים. הוא התמקד בשלבים המוקדמים של היווצרות מערכת ההפרשה והרבייה, ובייחוד באיבר המכונה "הגוף על-שם וולף" (Wolffian body), המופיע בשלבים המוקדמים בעובר, ונעלם בהדרגה עם הופעת הכליות והתפתחות איברי המין (בזכר וגם בנקבה). מילר התמקד במחקרו בשאלות הנוגעות לתפקידו של גוף זה, ולקשר שבין היעלמותו להופעת האיברים הבוגרים. הוא הניח שלא ייתכן שבמהלך ההתפתחות ייווצר בגוף מבנה כלשהו המשולל ייעוד תכליתי. על ייעודו של גוף וולף שאל שתי שאלות: מה תפקידו כל עוד הוא נוכח בעובר? ואיזה איבר מתפתח ממנו כאשר הוא הולך ונעלם? לשאלה הראשונה השיב, שהגוף על-שם וולף מתפקד ככליה בעובר כל עוד לא התפתחו הכליות האמיתיות. לגבי השאלה השנייה הגיע למסקנה, שבזכר משתנה צורתו של האיבר הזה, והוא משתלב באיברי המין.

#### 7.4.2.5 כימיה אורגנית: האומנם כימיה ייחודית?

המחקרים הפיזיולוגיים של מילר ואחרים התמקדו בתהליכים מטבוליים. בתחום זה הסתייעו הפיזיולוגים בעבודותיהם של הכימאים האורגניים **ברצליוס ויוסטוס פון-ליביג** (Justus von Liebig, 1803-1873). חוקרים אלה הניחו שאי אפשר להעמיד את ההיבט הטלאולוגי המאפיין את תופעות החיים על התהליכים הכימיים המתרחשים בגוף, אבל תופעות החיים יוצאות אל הפועל באמצעות ריאקציות כימיות. לכן הם ביקשו לחקור את מהותו של הכוח הוויטלי במונחים כימיים. בניגוד לתגובות כימיות אי-אורגניות, שאותן יכלו להסביר במונחים אלקטרוכימיים, התברר ששינויים מטבוליים המתרחשים בגוף האורגניזם אינם ניתנים לאנליזה כימית פשוטה. הם לא יכלו להסביר, למשל, כיצד חומר מסוים יכול לשמש מוצא לחומרים רבים אחרים בגוף – כיצד הדם הופך לחלב, לפרוטופלזמה (הנוזל התוך-תאי) וכדומה.

בנושא זה ניכרים הבדלים מסוימים בין עמדותיהם של שני הכימאים. דוגמה לחילוקי הדעות ביניהם היא התייחסותם לסוגיית הזרזים (קטליזטורים) הביולוגיים.<sup>117</sup> ברצליוס טען שהחומרים הללו ניחנים בכוח **קטליטי ייחודי**, שיש לו השפעה מרכזית על הפיזיולוגיה והכימיה של היצור החי. על הכוח הזה אמר:

אם זהו כוח חדש, אינני מעוניין שיפרשו אותי כאילו השקפתי היא שיש להסביר את פעולתו של כוח זה כיכולת בלתי תלויה ביחסים האלקטרוכימיים של החומר: נהפוך הוא, אני יכול אך לדמות

117 הזרזים הקטליטיים, או התססים, הם אותם חומרים שכיום מקובל לכנותם "אנזימים".



כי זהו סוג מיוחד של ביטוי ליחסים אלה. כל עוד אופן הקישור ההדדי של יחסים אלקטרוכימיים אלה נשאר חבוי מאתנו, אנו רשאים להתייחס אליו כאל כוח ייחודי לעצמו. (*Ibid*, p. 161).

הכוח הקטליטי של ברצליוס מקביל לכוח המעצב של בלומנבך ורייל: אפשר לחקור את השפעותיו מבלי להתחקות אחר מקורותיו. משמעות חשובה נוספת הייתה לעובדה, שברצליוס ראה כוח זה כמעצב צורה ייחודית של סדר, שכן בכך הוא אחראי להופעת הארגון יש מאין – דהיינו: לאמרגנטיות.

ליביג חשש שאם הכימאים יִחֲסוּ לקטליזטור כוחות ויטליים, הם יוותרו על הניסיון להעמיד את תהליך הקטליזה על מנגנונים כימיים. הוא טען כלפי ברצליוס, שאין משמעות לקביעה שהכוח הקטליטי מבצע קטליזה – זוהי קביעה ריקה. המבנה והארגון הספציפיים של החומר הקטליטי, שעליהם הצביע ברצליוס, חייבים לדעתו להתבטא בשרשרת סיבתית של תנועות ייחודיות, המתחייבות מן המבנה והארגון של חומר שעמו נמצא הקטליזטור במגע; דבר זה יתבטא בארגון ייחודי מחדש של אותו חומר. הוא טען שהמחקר צריך להתמקד בחשיפת מנגנון ההעברה של התנועה. בניגוד לברצליוס, שראה את כוח החיים כמקור לתגובות הגומלין הכימיות הייחודיות שמשרים הזרזים הביולוגיים, ליביג פירש אותם כביטוי של התגובות האלה, שאי אפשר להסבירן במונחים אלקטרוכימיים גרידא.

ליביג ביקש להחליף במידת האפשר כל הסבר הנשען על פעולת כוחות ויטליים בהתבססות על סדרה מתמשכת של תגובות חומריות, כל עוד נשמרת המסגרת המעמידה במרכז את ההיבט הטלואולוגי של תהליכי החיים. כאשר ניסה לבדוק את ההיבט הכמותי של פעולת הכוח הוויטלי באמצעות מעקב אחר תהליכי החמצון בשריר, הוא תיאר את פעולת השריר במונחים של עבודה, ובכך התקרב למסגרת המחשבתית של התרמודינמיקה. את הכוח הוויטלי ראה כסוג של אנרגיה פוטנציאלית הקשורה לארגון החלקים החומריים ולסידורם, ומסוגלת גם להביא לשינויים ייחודיים במבנה האורגניזם.

**הרמן לוצ' (Hermann Lotze, 1817-1881)** המשיך את קו המחשבה של ליביג, ונשען גם על יום ועל קונט. הוא טען שכוחות אינם אובייקטים שאפשר לצפות בהם אלא יצירי מחשבתנו, רעיונות מופשטים, שנועדו להסביר את הקשר שבין סיבה לתוצאה.<sup>118</sup> מכיוון שפון-בר, מילר וחבריהם התייחסו לכוחות כאילו הם אובייקטים הניתנים לתצפית, הם אפיינו אותם בטעות כישים אמיתיים בעולם. אבל לו היו הכוחות הוויטליים ישים חופשיים ומניעים בטבע, היינו מצפים שהגופים האורגניים המונעים על-ידיהם יפעלו כ"פֶּרְפֶּטוּם מוֹבִּילָה", שכן כוחות אינם מתכלים, פוחתים או מאבדים מן הפוטנציה שלהם תוך כדי פעולתם. ואולם, בפועל המצב אינו כזה; המציאות מראה שנכון יותר לדמות את האורגניזם למכונה מלאכותית, שכן המשך פעולתו מצריך תוספת תנועה מבחוץ. כוחות, טען לוצ', אינם יכולים לעבור מגוף לגוף. מה שיכול לעבור מגוף לגוף הוא תנועה, ותנועה אינה כוח. לוצ' לא הכחיש שקיימים מאפיינים ויטליים באורגניזם,

118 הדיון במהותם המטפיזית של "כוחות" נדון כבר בכמה מקומות, למשל – בהקשר לניוטון, להאלר ולקונט.

אך טען שהם אינם יכולים להתבטא ככוח אלא הם **תוצאת** האינטגרציה של התהליכים המכניים המתרחשים באורגניזם לכלל תהליך שלם וסדיר. הוא ראה צורך להגדיר את הארגון הביולוגי כרצף של תהליכים מכניים הבאים לידי ביטוי בתופעות החיים. לוחץ ביקש לשלול מן המאפיין הוויטלי את מעמד **הכוח הסיבתי** היוצר את הארגון הביולוגי, ותחת זאת הציגו **כביטוי** של אותו ארגון, בדומה לליביג. באמצעות דימוי המכונה שהשתמש בו הבהיר לוחץ שהוא מקבל את הארגון כנתון מראש, ואינו מנסה להסביר את אופן התהוותו כפי שניסו קודמיו.

ואולם, כפי שנראה להלן, ממש כאשר נדמה היה שהטלאו-מכניזם עלה על דרך המלך, והצליח לעקוף את הבעיה ולהיפטר מן הישות הבלתי רצויה, הונחתה עליו מכה ניצחת.

#### 7.4.2.6 מלחמת חורמה מבית נגד כוח החיים והטלאולוגיה

האנשים ששאפו לסלק מן הביולוגיה אחת ולתמיד לא רק את הכוח הוויטלי, שדבק בהוגים הטלאו-מכניסטיים כמעט בעל-כורחם, אלא גם את הגישה הטלאולוגית ששימשה להם הנחת יסוד, באו משורותיו של הטלאו-מכניזם עצמו. היו אלה מטובי תלמידיו של מילר: **הרמן פון הֶלְמְהוּלֶץ** (Hermann von Helmholtz, 1821-1894), **דובואה רֶמוֹן** (Du-Bois Reymond) ו**מְתִיאָס שְׁלֵיידֶן**; הם שאפו להעמיד את הביולוגיה על הסיבתיות המכניסטית של הכימיה והפיזיקה לבדן. כפוזיטיביסטים נאמנים למודל השלבים של קונט, ראו עצמם מחויבים להעמיד את הביולוגיה על הפיזיקה, ולבער ממנה כל שריד לישויות מטפיזיות ולסיבתיות טלאולוגית.

ראויה לציון במיוחד עבודתו של הלמהולץ בנושא זה. נקודת המוצא שלו הייתה, שהחיים תלויים באופן בלעדי במערך של תהליכים כימיים, שתוצריהם משמשים כחומרי מזון לגדילה ולהתפתחות. במילים אחרות, התהליכים הכימיים המתרחשים ביצור החי אינם תנאי הכרחי בלבד אלא גם תנאי מספיק לקיום החיים. לדעתו, התנאי המוקדם המספיק לחיים הוא חומר גלם שישמש בסיס לאינטראקציות כימיות שאינן שונות במהותן מן התגובות הכימיות הקיימות בעולם האי-אורגני. הוא ראה את האורגניזם כמעבדה כימית המסוגלת לשנות חומרים, ותו לא. בשלב הראשון טיפל הלמהולץ בנושא התסיסה, במטרה להוכיח באמצעותה שניתן היווצרות ספונטנית. הוא פנה אפוא לחקור את הריקבון ואת התסיסה הכוהלית של השמרים כמקרים פרטיים של תסיסה. לפי הדעה שרווחה אז, תהליכים כימיים אלה יכלו להתרחש אך ורק בנוכחות יצורים חיים, אבל הלמהולץ הגיע על סמך ניסוייו למסקנה, שתהליכי ריקבון עשויים להתקיים מחוץ לגוף החי, ועל כן אינם שונים באופן עקרוני מתהליכים כימיים אי-אורגניים. במקום לראותם כתוצר של פעילות ביולוגית, הוא ראה אותם רק כתהליכים המספקים את המצע המתאים להזנה ולהתפתחות של יצורים חיים. מכאן הסיק שתהליכים ויטליים מסוימים של הזנה וגידול אינם תלויים בבקרה ובוויסות של הגוף האורגני, ולכן אינם נשלטים על-ידי סיבתיות תכליתית. עם זאת, הוא לא הצליח ליצור תסיסה כוהלית בהעדר שמרים, וראה בה תהליך שונה בעיקרון מתהליכי הריקבון שחקר.

בשלב השני פנה הלמהולץ לתחום הפיזיולוגיה במטרה לאשש את השערתו של ליביג, שהכוח הוויטלי הוא צורה של אנרגיה פוטנציאלית. את מחקריו ביסס על ההנחה שחוק שימור האנרגיה,

שהציעו פיזיקאים שעסקו בפיתוח התיאוריה הקינטית של החום, תקף גם לגבי בעלי חיים.<sup>119</sup> הלמהולץ הניח שהגוף האורגני משול למנוע שרפה: כשם שהאנרגיה הגלומה בדלק מומרת במנוע לעבודה, האנרגיה הגלומה במזון מומרת בגוף לתנועה ולחום; לפיכך תכנן את מחקריו מנקודת מוצא זו. הוא טען שהמבנה של תרכובת כימית כולל אנרגיה פוטנציאלית. כאשר המולקולה מתפרקת, משתחרר עודף האנרגיה בצורת חום, חשמל או עבודה. אפשר לחשב את האנרגיה המוכללת בתרכובות ולמדוד את כמות החום המשתחררת בעת הפירוק. מה שנחוץ ליצירת פרוטופלזמה (החומר התוך-תאי), לחילוף חומרים ולעבודה, הוא אספקת חומרים ואנרגיה. הלמהולץ ערך ניסויים מדויקים, ומדד באופן כמותי את האנרגיה הנקלטת באורגניזם כמזון, את האנרגיה הנפלטת ממנו כעבודת שרירים וכחום, ואת האנרגיה המוכללת בתרכובות האורגניות שנוספו לאורגניזם בעקבות גידולו. הוא הגיע למסקנה, שכמות האנרגיה נשמרת במהלך הפעילות האורגנית. הלמהולץ לא ראה את שימור האנרגיה ככוח אלא כמצב שבו קיימים יחסים קבועים בין כוחות מכניים שונים. הוא העדיף אפוא להגדיר את שימור האנרגיה כשימור כוחות.

הלמהולץ טען שאף-על-פי שאין לו ולחבריו מושג כיצד התחילו החיים, ואיזה עיקרון צריך לשמש לצורך ארגון התהליכים המכניים שהתקיימו בדרך ליצירת יצורים חיים, אין כל בסיס לשלול את האפשרות, שביום מן הימים יוכלו חוקרים לשחזר באופן ניסויי את התנאים שבהם הופיעו החיים לראשונה. מדבריו אפשר להסיק שאפילו הוא נאלץ בעל-כרחו להניח קיומו של "עיקרון" (שאינו אלא ישות מטפיזית העומדת מאחורי התהליכים ומפעילה אותם באופן סיבתני) העומד מאחורי שרשרת הסיבות הפיזיקליות והכימיות המובילות להתהוות היצור החי מחומרים אי-אורגניים.

אחד מתומכיו של הלמהולץ היה קארל לודוויג (Carl Ludwig, 1788-1862). בעוד הלמהולץ מתמקד בהיבטים התרמודינמיים של "המכונה האורגנית", הדגיש לודוויג את מאפייניה הניוטוניאניים, והתכוון להעמיד אותה על בסיס אטומיסטי.<sup>120</sup> הוא טען שאפשר למדוד את כל התופעות הביולוגיות באופן מתמטי במונחים של מסה, זמן, ותנועה של אטומים ומולקולות. בלי עקרון הסיבתיות<sup>121</sup> אי אפשר לדעתו להבין שום דבר. נקודת המוצא של הזואולוגים צריכה להיות ניתוח אבני היסוד והפונקציות של המכונה האנימלית – קרי, התנהגות האטומים המרכיבים אותה. רק אז יוכלו להבין כיצד אותם חלקים ותפקודים מאורגנים לכלל שלם הרמוני. הדיון בסוגיות הנוגעות לשלם חייב לנבוע מאנליזה של חלקיו – ולא להפך, כפי שגרסו הטלאו-מכניסטים. לודוויג יישם גישה זו לתיאוריית התא, וטען, ממש כמו שליידן, שאפשר לתת

119 מחקרים בנושא זה לגבי בעלי חיים וצמחים ערך גם הרופא יוליוס רוברט מאייר (Robert Mayer, 1814-1878), ובהם הגיע למסקנות זהות לאלה של הלמהולץ.

120 במאה ה-19 שלטו שתי תיאוריות גדולות בפיזיקה ובכימיה: המכניזם – שנקודת המוצא שלו הייתה שהחומר מורכב מאטומים, והתרמודינמיקה – שכפרה במבנה האטומי של החומר. כאשר אומרים "רדוקציה לתהליכים פיזיקליים וכימיים", מתכוונים שאין שום דבר באורגניזם שהוא יותר מתהליכים כאלה (אין כוחות או ישויות ויטליים ואין גם הכרה בטלאולוגיה, שכן תהליכים פיזיקליים וכימיים אינם מתאפיינים בתכליתיות). לעומת זאת, כאשר בוחנים לעומק את השקפותיהם של הוגים רדוקציוניסטיים שונים, רואים שאחדים מהם (כמו הלמהולץ) באו מתחום התרמודינמיקה, ואילו אחרים (כמו לודוויג) יצאו מנקודת מבט מכניסטית.

121 עקרון הסיבתיות הוא תפיסה דטרמיניסטית היוצאת מהנחה שלכל תופעה חייבת להיות סיבה.

הסבר מבני ותפקודי מלא לתא באמצעות אנליזה של התגובות הכימיות של האטומים והמולקולות המרכיבות אותו.

חברי הזרם הטלאו-מכניסטי שינסו מותניים להשיב מלחמה שעה. טענתם המרכזית נגד מתנגדיהם הייתה, שאין כל חשיבות למספר הניסויים הפיזיולוגיים שיאוששו את עקרון שימור האנרגיה באורגניזם השלם, כל עוד לא הוצע הסבר מתקבל על הדעת לשאלה, איך הגיעו המערכות הביופיזיות של האורגניזם לכלל ארגון מלכתחילה. האשמות ברוח זו קיבלו ביטויים שונים ומגוונים, שמהם נציג כמה דוגמאות. טלאו-מכניסטים התריסו נגד הרדוקציוניסטים שהם כופים על האורגניזם מסגרת מלאכותית היא להבנת הייצור של ספינות, שעונים וסירים בלבד, באמצעות קיבוץ מרכיביהם בהתאם לסכמה מתוכננת מלכתחילה; אך כאשר מתייחסים לאורגניזם כאל מכונה, אין מנוס מלהניח שבעל המלאכה יושב בתוך התא, שכן אין להעלות על הדעת שמרק של מרכיבים כימיים מתאימים, המחומם לטמפרטורה מתאימה, ייצור רצף של טרנספורמציות, שהתוצר הסופי שלו יהיה תא מתפקד. עוד טענו שכאשר רדוקציוניסט מדבר על "אחדות סיסטמתית", הוא יכול להתכוון רק לאוסף מנגנונים המאורגנים יחד באופן מלאכותי, תוך התעלמות ממסכת יחסי הגומלין שביניהם. כמו כן טענו שכאשר רדוקציוניסט מבצע מחקרים תוך בידוד מערכות אורגניות מן השלם, הוא מגיע למסקנות שאינן תקפות, שכן הבידוד המלאכותי הורס את היחסים שבין החלק הנחקר למערכת השלמה.

הטלאו-מכניסטים השכילו להצביע על נקודות החולשה של הרדוקציוניסטים. ביקורת זו קיבלה חיזוק עם ניסוח החוק השני של התרמודינמיקה, והלמהולץ נמנע במודע מלהזכיר בהרצאות הרבות שנשא במגמה לקדם את רעיונותיו. החוק השני של התרמודינמיקה אומר, שבמערכת סגורה רמת הסדר יורדת עם הזמן. בניסויים שערך ניסה לחקור את הכיוונית של התהליכים התרמודינמיים ביצורים חיים, בתקווה ליישבם עם החוק השני של התרמודינמיקה, אך לא הגיע לתוצאות המקוות.<sup>122</sup> קארל ברגמן (Carl Bergmann) קיבל את מודל התכנית ההתפתחותית הטלאו-מכניסטית, ולכן טען למשל שבעלי חיים הומאותרמיים מורכבים יותר מבעלי חיים פויקילותרמיים,<sup>123</sup> שכן הם משתייכים לשתי קבוצות סיסטמתיות (עופות ויונקים) הנחשבות למאוחרות ולמורכבות ביותר בהתפתחות האבולוציונית. לפיכך הם מצויים ברמה גבוהה יותר של אנרגיה פוטנציאלית, מצב המאפשר להם לייצר כמות רבה יותר של עבודה מכנית. מצב כזה דורש עלייה ברמת הסדר, ובמקביל ירידה ברמת האנטרופיה (מידת האי-סדר במערכת); שיקולי אנטרופיה היו צריכים אפוא להוציא מכלל חשבון את אפשרות קיומה של אבולוציה הדרגתית בקנה המידה הגדול שבו היא מתקיימת בטבע הלכה למעשה.

122 ביצורים חיים רמת הסדר הולכת ועולה עם הזמן, משום שכמות התגובות הכימיות האנבוליות האנדותרמיות עולה על זו של התגובות הכימיות הקטבוליות האקסותרמיות.

123 homeothermic – בעלי חיים השומרים על טמפרטורת גוף קבועה; poikilothermic – בעלי חיים שטמפרטורת גופם משתנה. המונחים המקבילים בשפת הדיבור הם "בעלי דם חם" ו"בעלי דם קר".

### 7.4.3 לואי פסטר והפרכת היפותזת ההיווצרות הספונטנית

אפשרות ההיווצרות הספונטנית עלתה בקנה אחד עם הגישות המכניסטיות-רדוקציוניסטיות, שלא הבחינו בין חומר אורגני לחומר אי-אורגני, והניחו שדי בכוחות כימיים רגילים ליצור יש מאורגן כמו תא מאוסף מולקולות מתאימות בתנאים המתאימים. מחקריו של הלמהולץ בנושא הריקבון והתסיסה נועדו לחזק את תזת הבריאה הספונטנית. לעומתם, הטלאו-מכניסטים המאוחרים, שהניחו ארגון מוקדם, שללו את אפשרות ההיווצרות הספונטנית מכל וכל. בצרפת סבבה המחלוקת בנושא זה סביב עמדות תיאולוגיות. הכנסייה התייחסה לכל מי שהאמין באפשרות הבריאה הספונטנית כאל מטריאליסט ואתאיסט הראוי לגינוי, והייתה מעוניינת לקדם מחקרים שישללו אפשרות זו.

**לואי פסטר** (Pasteur, 1822-1895) התייצב נגד **פליקס פושה** (Pouchet, 1800-1872) בניסוי שהיה אמור להכריע בסוגיה זו, ונערך בפני האקדמיה למדעים בפריז, בהזמנתה. פסטר גרס שתסיסה יכולה להתבצע אך ורק בנוכחות תאי שמרים חיים. הוא הגיע למסקנה זו בעקבות ניסויים מוקדמים שערך במטרה לבדוק אפשרות של היווצרות ספונטנית מחומר אורגני ואפילו מחומר אי-אורגני, ניסויים שתוצאותיהם שללו אפשרות כזו. פושה היה ויטליסט בתפיסתו, ולכן האמין שבחומרים ממקור אורגני גלומים כוחות פעילים; מכאן הגיע לאמונה בהיווצרות ספונטנית של יצורים מיקרוסקופיים. בניסוי המכריע, שנערך ב-1862, ביצעו שני החוקרים את ניסוייהם. פושה הניח חציר מורתח בכלים מורתחים, שפתחם הושקע במצע כספית כדי לאטמם ולמנוע כניסת מיקרואורגניזמים. פסטר הניח במערכת תרחיף שמרים מורתח בבקבוקים שפתחם נאטם על-ידי חימום הזכוכית.

כמו בניסוי ה"מכריע" שערכו **נידהם וספלנזאני** באותו נושא מאה שנים קודם לכן, גם הפעם איששו תוצאות הניסוי של כל חוקר את הנחתו המוקדמת. בבקבוקיו של פושה צמחו אורגניזמים, והוא ראה בתוצאה זו תמיכה בהיפותזה שלו. בבקבוקיו של פסטר לא צמח מאומה, וגם הוא ראה את התוצאות שקיבל כתומכות בהיפותזה שלו. מי צדק אפוא? פסטר טען כנגד פושה שהמערכת שלו לא חוטאה כראוי, ושהאורגניזמים שצמחו בה היו שם מלכתחילה; ואילו פושה טען כנגד פסטר שאטימת הבקבוקים שלו חסמה את הכניסה לחמצן, ובלא יסוד חיוני זה, אין הכוחות הוויטליים יכולים לפעול.

פסטר פתר את הבעיה כך: הוא עיצב בקבוקים עם פתח צר, מוארך ומעוגל בדומה לצוואר ברבור; האוויר יכול להיכנס בחופשיות דרך הפתח, אך נבגים אורגניים שנשארו בו נתקעו בעיקול שבצוואר הבקבוק ונחסמו. התוצאות היו כפי שציפה פסטר: בבקבוקים הללו לא התרחשה תסיסה, אך משחתך את צוואריהם ואפשר כניסת אוויר ונבגים מבחוץ, לא איחרו להופיע תהליכי תסיסה. פסטר הוכיח אפוא שהאורגניזמים שצמחו בבקבוקיו ובכליו של פושה הגיעו מבחוץ, ולא נוצרו מהחומר האורגני שהיה בתוך הבקבוקים. בכך ספגו חסידי תזת ההיווצרות הספונטנית פגיעה קשה, לשמחת הכנסייה. מעניין לציין בהקשר זה, שאף אחד משני החוקרים

שניצבו מנגד לא ייצג נאמנה את העמדות התיאולוגיות שהכנסייה ייחסה לו: פסטר לא היה אורתודוקסי ופושה לא היה מטריאליסט.

הניסוי של פסטר היה בבחינת זריקת עידוד לטלאו-מכניסטים, אך הוא לא סייע להם לאורך זמן. את המכה המכרעת הם ספגו מתיאוריית האבולוציה של דארווין, שנתודע אליה להלן.

#### 7.4.4 תיאוריית הטורנספורמיזם של דארווין והסערה שחוללה

באנגליה שררה בימיו של צ'ארלס דארווין (Charles Darwin, 1809-1882) אווירה שונה מזו שבצרפת או בגרמניה. אנגליה השמרנית מטבעה השכילה לאזן בין שינוי וקדמה לבין שימור המסורת. השלטון היה יציב, ולדת נועד תפקיד מרכזי בחשיבה המדעית. במחקר המדעי המשיכה לשלוט התיאולוגיה הטבעית, שביקשה לחקור את הטבע כדי לספק "הוכחות מן התכנית" (arguments from design) לגדולת הבורא. על-פי תפיסה זו, מורכבותם המופלאה של האורגניזמים, והתאמתם המושלמת לתנאי חייהם, מעידות על תכנון אלוהי קפדני. נציג בולט של גישה זו היה הכומר ויליאם פיילי (William Paley, 1745-1805).

הטורנספורמיזם נתפס באנגליה ככפירה בעיקר, שכן התיאולוגיה הטבעית קבעה שאסור למחקר המדעי להגיע למסקנות הסותרות במפורש את הנאמר בכתבי הקודש, ובמקרה זה – את המסופר במסכת בריאת המינים שבספר בראשית. מלכתחילה נשלח דארווין לאוניברסיטת קיימברידג' ללמוד כמוֹך על-פי רצון אביו, שביקש להקנות לו מקצוע מועיל, וחונך על ברכי משנתו של פיילי. מילדותו התעניין בטבע וביצורים חיים, ולכן השתתף בקורסים שלא לתואר בנושאים אלה, וגם במפגשים לא פורמליים של מורים וסטודנטים למדעים, שהתקיימו באוניברסיטה מעת לעת. שם התוודע אישית לרבים מגדולי חוקרי הטבע של התקופה, וביניהם הגיאולוג הנודע צ'ארלס ליייל (Charles Lyell, 1797-1875), שלימים נתן לו השראה בגיבוש תיאוריית הטורנספורמציה של המינים האורגניים. בתום לימודיו, בשנת 1831, הצטרף דארווין לספינת הוד מלכותו "ביגל" (Beagle), שעמדה לצאת למסע של חמש שנים סביב העולם, ושימש בה כחוקר טבע. במהלך המסע ביקר באיי גלאפגוס וחקר תופעות גיאולוגיות, מאובנים, צמחים ובעלי חיים.<sup>124</sup> בעקבות העדויות שראה הגיע למסקנה, שאינו יכול לדבוק בהנחת קביעות המינים שגרסה התיאולוגיה הטבעית, ושאין מנוס מהנחת הטורנספורמיזם. בספרו מוצא המינים בדרך הבררה הטבעית, שהתפרסם בשנת 1859, הקדיש דארווין מקום רב לוויכוחים עם עמדת התיאולוגיה הטבעית, במטרה להראות עד כמה הדוגמה הזו אינה קבילה מבחינה מדעית. העובדה שפרסם את ספרו רק כעשרים שנה לאחר שניסח את התיאוריה שלו, וגם זאת רק לאחר שאלפרד ראסל ואלאס (Alfred Russell Wallace, 1823-1913) ניסח תיאוריה דומה, מעידה על חששו הגדול לצאת בגלוי נגד העמדה הדתית השלטת.

<sup>124</sup> בהקשר לביקורו באיי גלאפגוס התפרסם במיוחד מחקרו של דארווין על מיני הפרושים; במבנה המקור שלהם ובסוג המזון שהם אוכלים מצא עדות להתפתחות אבולוציונית שחלה בהם מאז הגיעו מן היבשת והתיישבו באיים השונים. עוד על דארווין ועל תיאוריית האבולוציה שלו ראו בספר ביולוגיה – האחידות והמגוון של החיים, כרך א (ספר הקורס ביולוגיה כללית א) האוניברסיטה הפתוחה, פרק 17, עמ' 332-336.

בניסוח תיאוריית הטרנספורמיזם שלו חיפש דארווין מודל להתפתחות המינים הביולוגיים, הכולל מנגנון סיבתי מכניסטי, שיסביר כיצד היא מתרחשת בלי שיצטרך להניח מעורבות אלוהית. המודל שעמד לנגד עיניו היה תיאוריית הכלכלה החופשית של אדם סמית, שנתנה פשר למציאות הכלכלית שהכיר בתור נכדו של אחר מגדולי היזמים הקפיטליסטיים בתקופתו.<sup>125</sup> הקדמה הטכנולוגית ועליית המעמד הבינוני עקב המהפכה התעשייתית הביאו לפריחה כלכלית שלא נודעה כמוה, אך במחיר הרעת מצבם של בני המעמד הנמוך. הם נוצלו ניצול מחפיר בעבודת פרך בבתי החרושת, וחיו בתנאים בלתי נסבלים במשכנות עוני בערים הגדולות. רעב, מחלות ותמותת ילדים היו חלק מן הקדמה הכלכלית של אנגליה על אף היותה אימפריה גדולה וחזקה והמעצמה הכלכלית המובילה בעולם בתחילת המאה ה-19. מי שחי בערים הגדולות והיה יָד למציאות העגומה ששררה שם, לא יכול להתעלם מן ההיבטים השליליים של הקדמה; אך דארווין בילה את מרבית חייו באזורים כפריים, ומצוקות העתים של בני דורו היו רחוקות ממנו.

אדם סמית גרס שפעילות כלכלית בלתי מופרעת, המונעת על-ידי הדחף הטבעי של כל פרט להיטיב את מצבו החומרי עד כמה שניתן, בלי שיינתן את דעתו על השלכות פעולותיו על הכלל, תניב שגשוג כלכלי ברמה הכללית. ככל שישתתפו יותר גורמים בפעילות הכלכלית, תלך המערכת ותיעשה מורכבת יותר: חלוקת העבודה וההתמחות בתחומי כלכלה תלך ותתפתח, וכמוה גם יחסי הגומלין בין מרכיבי המערכת הכלכלית. המערכת המתפתחת תשתלט על נתחים כלכליים הולכים וגדלים שהסביבה, על כל מרכיביה המגוונים, עשויה לספק תנאים לשגשוגם, וכך יגדל מעגל הפעילות הכלכלית, ובעקבותיו גם העושר הכללי. אדם סמית הניח כמובן מאליו, שהגדלת העושר הכללי אין פירושה שכל אחד מן הפרטים המשתתפים בפעילות הכלכלית יצא נשכר. מערכת הנשענת על תחרות חופשית בין פרטים, שכל אחד מהם מנסה כמיטב יכולתו להצליח, חייבת להתבטא בכישלונם של כמה מן המשתתפים במשחק. ואולם, בסופו של חשבון הכלכלה מתפתחת, וברמת הכלל העושר גדל.

דארווין בחר אפוא לתיאוריית הטרנספורמיזם שלו מודל של מערכת ההולכת ומתפתחת עם הזמן, כמו הכלכלה החופשית של אדם סמית וכמו עץ שענפיו הולכים ומסתעפים. את ההסתעפות ההולכת וגדלה עם הזמן של עץ המינים האורגניים תפס כפועל יוצא של "חלוקת עבודה", או התמחות המינים והתפתחותם (speciation).<sup>126</sup> ההתמחות מגדילה את מגוון הצורות הביולוגיות, ומאפשרת להן לנצל את משאבי הטבע (economy of nature) ביתר יעילות ולהשתלט על עוד מקורות מחיה שהטבע מציע. ככל שעולים במעלה ענפי העץ, מוצאים בו צורות ביולוגיות מורכבות יותר. בכך בא לידי ביטוי אצל דארווין רעיון הקדמה (הפרוגרס). בבואו להסביר את המנגנונים המניעים את התהליך הדינמי של ההתפתחות, הסתייע דארווין בשני מקורות הראיה: הבררה המלאכותית שנקטו חקלאים ומגדלים (הכלאת גידולים וחיות משק), ודארווין

125 סבו של דארווין מצד אמו היה היזם הקפיטליסטי יושיה וֶדגְווד (Joshia Wedgwood), בעל מפעל החרסינה הנודע בעולם, שסיפק את כלי האוכל לבתי מלוכה ברחבי אירופה. ודגווד היה אחד המנהיגים הבולטים של המהפכה התעשייתית, ובזכות עושרו יכול היה דארווין להשקיע את חייו במחקר ובכתיבה מבלי שיוצרך לעבוד למחייתו. דארווין ספג אפוא את האתוס הקפיטליסטי עם חלב אמו.

126 המונח species (מין ביולוגי) מקורו במילה specialization, התמחות. המקור המשותף מעיד שהמין הביולוגי נתפס כ"מתמחה" בניצול מיטבי של תנאי הגידול שלו.

הכירה מאחר שהתגורר באזור כפרי, והתיאוריה של הכומר והכלכלן **תומס מלתוס** ( Malthus, 1766-1834), שנולדה על רקע אותה מציאות כלכלית שבה צמחה התיאוריה של אדם סמית. תיאוריה זו ניסחה באופן כמותי את חוקי המשחק, המחייבים תמותה של חלק מהמשתתפים במערכת הכלכלית. מלתוס הסתמך על התנאים הקשים של מעמד הפועלים כבסיס אמפירי, וגזר מהם שתי הנחות כלליות: כמות המזון בעולם גדלה בקצב ליניארי, וההתרבות האנושית גדלה בקצב לוגריתמי. מהנחותיו של מלתוס נבעה המסקנה, שהמזון הזמין לא יכול להספיק לכולם, ובהכרח נגזר על חלק מן הפרטים למות.

את מנגנון האבולוציה של המינים הביולוגיים השתית דארווין על ההנחות האלה:

1. כדי שיוכל להתקיים, האורגניזם צריך להיות מצויד באדפטציות שיאפשרו לו לנצל היטב את משאבי הסביבה.
2. מאחר שהתנאים החיצוניים משתנים, האורגניזם צריך להשתנות בהתאם, ולהוריש את השינויים לדורות הבאים. דארווין לא ידע להסביר באיזה אופן נגרמים אותם שינויים, וכיצד הם מועברים בתורשה, אך בדומה ללמארק הניח שמדובר במנגנונים מכניסטיים.
3. מאחר שמקורות הקיום בעולם מוגבלים, וקצב ההתרבות של יצורים עולה בהרבה על המשאבים העומדים לרשותם, חלק מהם חייבים בהכרח להיכחד.
4. בתחרות על משאבי הטבע יש יתרון למינים המצוידים באדפטציות המאפשרות להם לנצל טוב יותר את משאבי הסביבה מאשר למתחריהם.

למנגנון הבורר בין אדפטציות, מעדיף את המתאימות ביותר ומסלק את המתאימות פחות, קרא דארווין **בררה טבעית**. הוא ראה בו כוח יסודי של הטבע (בדומה לכוח הגרוויטציה הניוטוניאני), שתכליתו להגדיל את מגוון היצורים בטבע, להביא לניצול מרבי של משאבי הטבע לטובת היצורים החיים בו, ולעצב צורות ביולוגיות ההולכות ונעשות משוכללות ומפותחות ככל שאילן האבולוציה מתפתח במהלך העידנים.

בהקשר לכך מן הראוי לחדד נקודה חשובה: דארווין ביקש לסלק מן המדע את רעיון העיצוב האלוהי התכליתי, ואכן השכיל לעשות זאת בהציעו תחתיו מסכת של סיבות מכניסטיות עיוורות, המוליכות את הטבע במצעד אינסופי אל עבר הקדמה האבולוציונית. עם זאת, הוא לא הצליח להשתחרר מן המחשבה, שהכיוונית המשתמעת ממודל האבולוציה שלו מונחית בהכרח על-ידי יסוד תכליתי. את התכליתיות הזו הוא ייחס לבררה הטבעית, כפי שניתן ללמוד מן המובאה: "אילו מגבלות ניתן לשים על כוח זה [הבררה הטבעית], הפועל במהלך עידנים ארוכים וסוקר באופן קפדני את הארגון, את המבנה ואת ההרגלים של כל יצור – מעדיף את הטוב ודוחה את הרע? אינני יכול לראות כל גבול לכוח זה, אשר בהדרגה ובאופן מופלא מתאים כל צורה ליחסים המורכבים ביותר של החיים." (Darwin, 1859/1985, p. 443).

מן המובאה מבינים שדארווין ראה את הבררה הטבעית כפעולה מבורכת: אמנם היא גורמת למינים מסוימים להיכחד, אך היא גם אחראית להרמוניה המופלאה של הטבע. הוא לא תפס



אותה **כתוצאה** של פעולת גורמים מקריים הפועלים במקביל אלא ככוח מטפיזי, כדוגמת הגרוויטציה, הפועל באופן סיבתי להגשמת תכלית הקדמה האבולוציונית.

בהקשר זה מן הראוי להדגיש שאדם סמית ותומס מלתוס ראו אותן עובדות – התחרות על אמצעי הקיום המוגבלים גורמת בהכרח לכישלונם של חלק ממשנתפי המשחק. ההבדל ביניהם התבטא בפרשנות שנתנו לעובדות: סמית נתן לתחרות פרשנות אופטימית, וראה אותה כמנוף לשגשוג כלכלי, ואילו מלתוס ראה אותה באור פסימי, והאמין שרק התערבות חיצונית תמנע את אבדן החיים. כשדארווין העביר את מושגי הכלכלה אל העולם הביולוגי המתפתח, הוא אימץ את גישתו האופטימית של אדם סמית, כפי שראינו לעיל וכפי שניתן ללמוד מן המשפטים החותמים את ספרו **מוצא המינים**:

וכך נולד ויוצא מגופה של מלחמת הטבע, מרעב וממוות, העצם הנעלה ביותר, שאפשר להעלות על הדעת, כלומר: נוצרים בעלי החיים העילאיים. יש הוד והדר בהשקפה זו על החיים וכוחותיהם, שהופחו מתחילה על-ידי הבורא בצורות מועטות או רק בצורה אחת; וכל זמן שכוכב הלכת היה סובב במסלולו לפי חוק המשיכה בל-יעבור, התפתחו מראשית פשוטה כל-כך צורות החיים היפות והמופלאות ביותר, ועדיין בהתפתחותן הן עומדות. (*Ibid*, pp. 459-460).

**מוצא המינים** זכה לתפוצה עצומה, ובד בבד גרם סערה בקרב אנשי מדע, דת וחברה. לא הייתה עוד מאז תיאוריה מדעית שהשפעתה הרחיקה לכת כמו זו של דארווין. תפיסת עולמנו כבני התקופה הפוסט-דארווינית מעוצבת במידה רבה על-ידי הנחות היסוד של הדארוויניזם. על אף שדארווין לא התכוון לכך, ערער ספרו את האיזון העדין ששרר בתקופתו ביחסים שבין הדת למדע באנגליה ובארצות-הברית. מאז ואילך התפתחו יחסים אלה בשלושה נתיבים פילוסופיים; שניים מהם נבעו מההכרה שתיאוריית האבולוציה הדארווינית סותרת במפורש ובמובהק את כתבי הקודש.

המחנה "המדעי" השתכנע בנכונות רעיון האבולוציה, ובדילמה שבין המדע לדת הכריע שיש לדבוק במדע כדרך הבלעדית המובילה אל האמת, ולדחות את האמת התיאולוגית אם היא סותרת את האמת המדעית. בראש המחנה הזה ניצב ידידו האנגלי של דארווין, **תומס הנרי הקסלי** (Thomas Henry Huxley, 1825-1895).

מולו ניצב המחנה "התיאולוגי", שראה את תיאוריית האבולוציה הדארווינית ככפירה בעיקר, וקרא לדחות אותה מכל וכל ולהעדיף את האמת של כתבי הקודש על האמת המדעית.<sup>127</sup> בראש מחנה המתנגדים עמד הכומר האנגלי **סמואל וילברפורס** (Samuel Wilberforce). שני המחנות הללו ניהלו כצפוי מלחמה עיקשת ביניהם.

גישה שלישית, של אנשי מדע שהיו גם קלוויניסטים מאמינים, ניסתה לגשר בין הדת למדע: להסביר את תיאוריית האבולוציה במונחי תכלית אלוהית, ולתת פרשנות אבולוציונית לתהליך

127 מתנגדי הדארוויניזם שימשו מוצא לזרם המכונה **בריאתנות** (creationism), שהשפעתו רבה בארצות-הברית עד עצם היום הזה.

הבריאה. אחד ההוגים החשובים שעסקו בסוגיה ברוח זו היה הבוטנאי האמריקני **אסא גריי** (Aza Gray). דארווין עצמו דחה את הניסיון להציג את תיאוריית האבולוציה שלו כאמצעי למימושה בשלבים של התכנית האלוהית.

לאמיתו של דבר היה דארווין ויטליסט בהשקפתו, כפי שעולה מדברים שכתב ברשימות חסויות: "השפעות החיים בספיגת חומרים מאוחדות באמצעות חוקים מסוימים, השונים מאלה השולטים בעולם האי-אורגני: החיים עצמם הם היכולת של חומר כזה להישמע למערכת ייחודית של תנועות השונות מן התנועות האי-אורגניות". (Darwin, 1837-9/1980, p. 132). יש משום אירוניה בעובדה שתיאוריה שנהגתה על-ידי ויטליסט<sup>128</sup> מילאה תפקיד כה חשוב במיגור האסכולה הטלאו-מכניסטית הוויטליסטית.

#### 7.4.5 נפילת הפרדיגמה הטלאו-מכניסטית ועליית הפרדיגמה הרדוקציוניסטית

תיאוריית האבולוציה של דארווין הסבירה כאמור את השתלשלות כל המינים הביולוגיים מצורות מעטות ופשוטות, באמצעות מנגנון מכניסטי של בררה עיוורת בין וריאציות אקראיות. דארווין לא ראה צורך בשום תכנית אב או עיקרון מארגן כדי להסביר את הדמיון שבין יצורים מקבוצות סיסטמטיות קרובות. כל הקבוצות נמצאות בתהליך דינמי של התרחקות זו מזו, וקבוצות מרוחקות היום היו בעבר קרובות זו לזו.

הטלאו-מכניסטים לא יכלו לקבל את התיאוריה הדארווינית, שכן היא לא עלתה בקנה אחד עם תיאוריית הטרנספורמציה של תכניות האב-טיפוסים, שעליה נשענה תפיסתם. המטפורה של התיאוריה הדארווינית הייתה אילן שנקודת המוצא שלו היא מין אחד, או לכל היותר מספר מצומצם ביותר של מינים, שמהם התפתחו כל המינים הרבים שהתקיימו בעבר ונכחדו, וגם אלה שקיימים היום. לעומת זאת, התיאוריה הטלאו-מכניסטית הסתמכה כזכור על הנחה בדבר קיומם של כמה אב-טיפוסים בעלי נקודות מוצא שונות. זאת ועוד: הטלאו-מכניסטים ראו אנלוגיה בין ההתפתחות האונטוגנטית להתפתחות הפילוגנטית, וייחסו אותה סיבתיות טלאולוגית לשני רובדי ההתפתחות. כפי שהראה וירשאו, ההתפתחות האונטוגנטית מתחילה ממבנה מאורגן שביסודו תכנית אב, ואין כל יסוד להניח שבהתפתחות הפילוגנטית לא פועל אותו עיקרון. לעומתם, דארווין לא עסק כלל בהתפתחות האונטוגנטית, והמודל שהציע לא היה תקף לגביה. פון-בר לא קיבל את תורת האבולוציה הדארווינית, אבל הלמהולץ לעומתו אימץ אותה בהתלהבות.

הטלאו-מכניזם, שהיה עד המחצית הראשונה של המאה ה-19 הדוגמה המרכזית בביולוגיה, וקידם את המחקר האמבריוולוגי, הפיזיולוגי והביוכימי, פינה בעקבות דארווין את מקומו לרדוקציוניזם מכניסטי המטוהר מכל מרכיב שאינו סיבתי-טרמיניסטי. אמנם הצגנו את הבררה הטבעית של דארווין כישות המשרתת את השגת הקדמה בעולם האורגני, אך דארווין

128 השקפתו הוויטליסטית של דארווין לא הייתה ידועה בציבור, ונתגלתה רק משחשפו היסטוריונים את המסמכים החסויים שבהם מובעת עמדתו בסוגיה זו.

עצמו סבר שהיא פועלת באמצעים סיבתיים מכניסטיים עיוורים, ולכן היא הייתה בעיניו קבילה במסגרת תיאוריה מכניסטית רדוקציוניסטית. ישות זו החליפה את ההנחה הטלאו-מכניסטית, שהמנגנון המסביר את התפתחות המינים האורגניים הוא התכליתיות הקיימת בתהליך ההתפתחות הפילוגנטי. בשל המרכיב הטלאולוגי שלה נדחתה תיאוריה זו על-ידי הפרדיגמה המכניסטית-רדוקציוניסטית. כפי שניווכח בהמשך, הגישה הטלאולוגית בביולוגיה לא נעלמה כליל מעל הבמה, אלא המשיכה למלא תפקיד ביקורתי נגד הגישה הרדוקציוניסטית, שמהלך השתלטותה כפרדיגמה מובילה בביולוגיה נמשך עד שנות ה-40 של המאה ה-20.

## 7.5 סיכום ומבט לעתיד: מתפיסה טלאולוגית לדטרמיניזם סיבתי בביולוגיה

אפשר לזקוף לזכותה של הביולוגיה במאה ה-19 הישגים כבירים:

- צמצום השפעת הדת על המדע;
- הגדרת תחום דעת נפרד לחקר היצורים החיים, הנסמך על מתודות מחקר ייחודיות;
- פיתוח תחומי מחקר משניים בביולוגיה כגון מורפולוגיה, אנטומיה משווה, אבולוציה, פיזיולוגיה, אמבריולוגיה, ציטולוגיה וכימיה אורגנית;
- כינון שתי תיאוריות ביולוגיות חשובות: תיאוריית התא ותיאוריית האבולוציה של דארווין.

כוכבו של הוויטליזם, שליווה את מעמדה האוטונומי של הביולוגיה במחצית הראשונה של המאה ה-19, החל דועך בהדרגה במחצית השנייה, ואת מקומו החלה לתפוס אסכולה ביולוגית מכניסטית-רדוקציוניסטית, שאיימה לשמוט את הבסיס האוטונומי של מדע היצורים החיים. באורח פרדוקסלי התברר, שדווקא ניסוחן של שתי תיאוריות ביולוגיות חשובות באמצע המאה – תיאוריית התא ותיאוריית האבולוציה הדארווינית – תרם לא מעט למהפך הפרדיגמטי, שהיה עתיד להמיר תפיסה ביולוגית טלאו-מכניסטית בפרדיגמה מכניסטית רדוקציוניסטית. זאת למגינת לבם של החוקרים, שעמלו קשה כדי להגיע לניסוח תיאורטי במגמה להקנות לחקר היצורים החיים מעמד לעצמו.

כדי שיתרחש המהפך הפרדיגמטי האמור, הייתה נחוצה חוליה נוספת בתמונה זו – הסבר מכניסטי-רדוקציוניסטי להעברת התכונות מדור לדור. הנזיר **יוהן גרגור מנדל** (Johann

Gregor

Mendel, 1822-1884) ערך בגן המנזר שחי בו ניסויים שיטתיים וכמותיים בהורשת תכונות מבוּדָדות באפונים. הוא אמנם פרסם את תוצאות ניסוייו ואת חוקי התורשה שניסח בעקבותיהם כבר בשנת 1865, אך מאמריו לא זכו להתייחסות ראויה, ונגזזו. נדרש שינוי תפיסתי שנמשך כ-35 שנים כדי להכשיר את הקרקע לקבלתם של חוקי מנדל, ולא במקרה הם נתגלו מחדש רק בשנת 1900. אז נעשו חוקי מנדל הבסיס לתיאוריית התורשה המודרנית, אבל נדרשו עוד כארבעים שנה עד לגיבוש הפרדיגמה הניאו-דארווינית, שהעניקה לביולוגיה את הבסיס הרדוקציוניסטי. כאשר זו נוסחה ונתקבלה על דעת הכול, נראה היה שהקצוות נסגרו, ושאפשר סוף סוף להשתית את הביולוגיה על הבסיס המכניסטי הבטוח של הכימיה והפיזיקה, בלי להזדקק לישויות לא

מוסברות כמו כוחות ויטליים וסיבתיות תכליתית. עם דחיית תזת ההתהוות הספונטנית וקבלת הרעיון שהחיים מתנהלים במבנים מאורגנים הנתונים מראש, סולק לכאורה הצורך להסביר את התהוות הארגון. הישויות הוויטליות נעלמו בהדרגה מן המדע, ולאחר שנות ה-30 של המאה ה-20 כמעט שלא נותר להן עוד זכר.

המכניזם הרדוקציוניסטי צמח בתוך מדע חילוני, והתיימר להעלות את המדע לשלב הגבוה ביותר בסולם השלבים של קונט – השלב הפוזיטיביסטי. בהתלהבותו להיפטר מכל מרכיב מטפיזי, ויתר המכניזם גם על הסיבה הראשונה, מכוון המכונה האדירה ומחוקק חוקי הטבע – האל. האל היה כזכור השחקן המרכזי בתמונת העולם המכניסטית של המאה ה-17; בלעדיו נותרה התמונה חסרה, וחסר זה ניכר במיוחד לגבי תופעות החיים וההתפתחות. שהרי המכונה, בהיותה ישות מאורגנת, מצריכה מתכנן, ובהעדר מתכנן קשה להסביר את הסיבה הראשונה לאותם אורגניזמים ותופעות טבע הנתפסים כמכונה. זאת ועוד: אם המכניזם הרדוקציוניסטי הסתמך על דטרמיניזם (דהיינו, לכל תופעה חייבת להיות סיבה), הרי חסרה הסיבה הראשונה (המניע הבלתי מונע). המכניזם הרדוקציוניסטי החילוני נדרש לתת לתופעות החיים הסבר במקום הסיבתיות האלוהית התכליתית, אך הוגיו לא הכירו בכך, ולכן הותירו את הבעיה בעינה. השאלות הביולוגיות הגדולות המשיכו אפוא, ועדיין ממשיכות, להעסיק את המחקר הביולוגי ואת הפילוסופיה של הביולוגיה.

מאז שלהי המאה ה-19 ועד עצם היום הזה לא חדלו הניסיונות לתת פשר לשאלות הארגון הביולוגי, וזאת במציאות הנשלטת על-ידי תפיסה מטריאליסטית, שבמסגרתה אי אפשר עוד לגייס כוחות אלוהיים או ישויות מטפיזיות כדי לפתור בעיות שהפיזיקה והכימיה אינן מסוגלות לתת להן מענה.

## ביבליוגרפיה

### פרק 1 מבוסס על המקורות:

בן-דב, י' (1991); דוקינס, ר' (1991); ליבוביץ, י' (1983); ליבוביץ, י' (1987); פריי, א' (1997); עמ' 67-166; קמרט-לנג ד' (1997).  
 Beckner M. O. (1966); Bertalanffy, L. Von (1973); Deason G. B. (1986); Dijksterhois, E. J. (1961); Lakoff, G. and Johnson, M. (1980); Prigogine, I., and I. Stengers (1985); Serafini, A. (1993); Sheldrake, R. (1981); Van der Veldt, J. (1943).

### פרק 2 מבוסס על המקורות:

אשרי, ד' (1986); אפלטון (1959); אריסטו (1974); אריסטו (1989); בכלר, ז' (1992), עמ' 14-46; בן-דב, י' (1991), עמ' 9-16; לנדא, י' (1988), עמ' 28-64; לאבג'וי, א"א (1968), עמ' 34-73; לוקרציוס (1962); סמבורסקי, ש' (1987א), עמ' 53-113; סמבורסקי, ש' (1987ב), עמ' 81-126; פריי, א' (1997), עמ' 17-24; שקולניקוב, ש' ווינריב, א' (1998), עמ' 37-87.  
 Channel, D. F. (1991); Frede, M. (1992); Kahn, C. (1992); McGirr, E. M. (1992); Nussbaum, M. C. (1978).

### פרק 3 מבוסס על המקורות:

מוצקין, א"ל (1988); פארטינגטון, גר'ת (1955); פריי, א' (1997), עמ' 25-28; קליינברג, א' (1995); שחר, ש' (1985).  
 Channel, D. F. (1991); Debus, A. G. (1978); Grant, E. (1986); Lindberg, D. C. (1986); McGirr, E. M. (1992).

### פרק 4 מבוסס על המקורות:

ז'אקוב, פ' (1993), עמ' 35-92; פריי, א' (1997), עמ' 28-29.  
 Bono, J. J. (1990); Channel, D. F. (1991); Debus, A. G. (1978); Federspil G. and G. F. N Sicolo (1994); Harvey, W. (1627/1958); Harvey, W. (1651/1952); Westfall, R. S. (1977).

### פרק 5 מבוסס על המקורות:

בן-דב, י' (1991), עמ' 17-38; ברגמן, ש"ה (1988); דקארט, ר' (1989), עמ' 28-61, 134-168; דקארט, ר' (1999), עמ' 49-71; ובר, מ' (1984), עמ' 45-75; לאבג'וי, א"א (1968), עמ' 148-185; סמבורסקי, ש' (1987א), עמ' 181-269; סמבורסקי, ש' (1989); פריי, א' (1997), עמ' 29-35.

Alexander, H. G. (editor) (1970); Boerhaave (1715); Boyle, R. (c1965); Deason G. B. (1986); Dijksterhois, E. J. (1961); Gabriel, M.L., Fogel, S. (Editors and Translators) (1955), pp. 187-189; Federspil G. and G. F. N Sicolo (1994). Harvey, W. (1651/1952); Roger, J. (1986); Westfall, R. S. (1977).

### פרק 6 מבוסס על המקורות:

ז'אקוב, פי (1993), עמ' 93-102; פריי, א' (1997), עמ' 36-42.  
Haller, A. B., (1786/1966), pp. 32-55; Hankins, T. L. (1985); La Mettrie, J. O. (1748/1993), pp. 153-161; Roe, S. A. (1981); Roger, J. (1997).

### פרק 7 מבוסס על המקורות:

איתמר, די (1997); בן-דב, יי (1991), עמ' 13-70, 96-126; ז'אקוב, פי (1993), עמ' 69, 102-200; לאבגוי, א"א (1968), עמ' 245-315; פיש, מ' (1991); פריי, א' (1997), עמ' 43-76; קאנט, ע' (בערך 1966); קאנט, ע' (1969).

Darwin, C. (1837-9/1980); Darwin, C. (1859/1985); Duffin, J. (1988); Dupree, A. H., (1986); Farber, P. L. (1982); Gregory, F., (1986); Jacyna, L. S. (1984); Lamarck, J. B. (1809); Lenoir T. (1984); Ruse, M., (1979); Virchow R. (1858/1959).

וכמו כן על פי דברים בעל-פה של ס' גיסיס על התמורות החברתיות באירופה במאה ה-19 (1999), ח' יבלונקה על תפיסות ביולוגיות אבולוציוניות במאה ה-19 (1999), וע' לנגוצקי על גתה (2000).

### מקורות ראשוניים

אפלטון (1959). "טימאיוס" כתבי אפלטון (תרגום מיוונית י"ג ליבס) (שוקן, ירושלים ותל-אביב), כרך ג', עמ' 531-551.

אריסטו (1974). מבחר מן החיבורים בביולוגיה. (ליקוט יי לורד; תרגום מיוונית נ' ברי). מאגנס, ירושלים.

אריסטו (1989). על הנפש. (תרגום והערות: מ' לוז; פירוש א' בן זאב). אפיק/ספריית פועלים, תל-אביב.

דקארט, ר' (1989). הגיונות על הפילוסופיה הראשונית, (תרגום יי אור) (מאגנס, ירושלים).

דקארט, ר' (1999). מאמר על המתודה (תרגום יי אור) (מאגנס, ירושלים).

דוקינס, ר' (1991). *הגן האנוכי*, (תרגום מאנגלית ע' לוטס), דביר, תל-אביב.

ובר, מ' (1984). *האתיקה הפרוטסטנטית ורוח הקפיטליזם*. (תרגום ב' מורן). עם עובד, תל-אביב.

לוקרציוס (1962). *על טבע היקום*. (תרגום ש' דיקמן) (מוסד ביאליק, ירושלים), ספר שלישי, עמ' 176-127.

סמבורסקי, ש' (1987א). *המחשבה הפיסיקלית בהתהוותה, אונתולוגיה* (מוסד ביאליק, ירושלים), עמ' 71-70, 98-95.

קאנט, ע' (1966). *בקורת התבונה הטהורה* (תרגום ש"ה ברגמן וני רוטנשטרייך) (מוסד ביאליק, ירושלים).

קאנט, ע' (1969). *בקורת כוח השיפוט* (תרגום ש"ה ברגמן וני רוטנשטרייך) (מוסד ביאליק, ירושלים), ספר שני, עמ' 75-64, 205-179.

Alexander, H. G., (ed.) (1970). *The Leibniz-Clarke Correspondence* (New York: Manchester University Press, Barnes & Noble).

Bertalanffy, L. Von (1973). *General System Theory Foundation Development Application* (Harmondworth: Penguin Books), chs. 6, 7, pp. 146-196.

Boerhaave (1715). *The Knowledge and Cure of Diseases* (Trans. from Latin) (St Paul's Church-Yard, London).

Boyle, R. (1965). "A Disquisition about the Final Causes of Natural Things". In *On Natural Philosophy* (Indiana University Press), pp. 153-209.

Darwin, C. (1837-9/1980). "Old and Useless Notes". In *Metaphysics, Materialism and the Evolution of Mind* (University of Chicago Press), [34-38] pp. 132-135.

Darwin, C. (1859/1985). *The Origin of Species by Means of Natural Selection* (Penguin Books), Ch. XIV pp. 435-460.

Gabriel, M.L. and Fogel, S. (Editors and Translators) (1955). *Great Experiments in Biology* (Englewood Cliffs, N.J. Pentice-Hall).

- Haller, A. B. (1786/1966). *First Lines of Philosophy* (Trans. from correct Latin Ed.). (Johnson reprint Corporation, New York and London), Ch. XVII pp. 32-55.
- Harvey, W. (1627/1958). "A second Diquisition to John Riolan". In *The Circulation of the Blood* (J. M. Dent & Co., London), pp. 133-172.
- Harvey, W. (1651/1952). "What the efficient cause of animals is, and what its conditions". In *On the generation of Animals* (Encyclopedia Britannica, INC), pp. 424-429.
- Lakoff, G. and Johnson, M. (1980). *Metaphors We Live By* (The University of Chicago Press).
- Lamarck, J. B. (1809). *Philosophy of Zoology*. Part 1, ch.II, pp. 201-209; part 2, ch.VII, pp. 106-127.
- La Mettrie, J. O. (1748/1993). *Man a Machine* (Open Court).
- Virchow R. (1858/1959). "On the Mechanistic Interpretation of Life". In *Disease, Life, and Man* (Trans. L. J. Rather) (Stanford University Press, California), pp. 103-141.

## מקורות משניים

- איתמר, ד' (1997). "ברירה טבעית" "יד נעלמה" ו"גזרה קדומה" - התחקות אחר שורשי תיאוריית האבולוציה של צ'ארלס דארווין לאור הגותם של ג'ון קאלוין ואדם סמית. עבודת גמר לקראת קבלת תואר מוסמך, האוניברסיטה העברית, ירושלים.
- אשרי, ד' (1968). "יוון, היסטוריה עתיקה, חברה ומדינה". *האנציקלופדיה העברית* (עורך י' ליבוביץ) י"ט, עמ' 474-425.
- בכלר, ז' (1992). *פילוסופיית המדע של אריסטו* (משרד הביטחון, תל-אביב).
- בן-דב, י' (1991). *פיסיקה תורות ומושגים*. (משרד הביטחון, תל-אביב).
- ברגמן, ש"ה (1988). "ליבניץ, גוטפריד וילהלם". *האנציקלופדיה העברית* (עורך י' פראוור) כ"א, עמ' 690-682.
- גייס, ס' (1999). דברים בעל-פה על התמורות החברתיות באירופה במאה ה-19.



- ז'אקוב, פי (1993). *הלוגיקה של החי* (תרגום מאנגלית נ' לנדסברגר) (כתר, ירושלים).
- יבלונקה, חי (1999). דברים בעל-פה על תפיסות ביולוגיות אבולוציוניות במאה ה-19.
- לאבגוי, א"א (1968). *שרשרת-ההווייה הגדולה, עיון בתולדותיה של אידיאה*. (תרגום מאנגלית א' אמיר) (יחדיו, תל-אביב).
- לנדא, יי (1988). *מבוא למטפיזיקה ולפילוסופיית הטבע של אריסטו* (משרד הביטחון, תל-אביב), פרקים די-י"ב, עמ' 23-65.
- ליבוביץ, יי (1983). "האם מסבירה התורשה את ההתפתחות? מקנט ועד הצופן הגנטי". *מדע כ"ז* (3), 119-116.
- ליבוביץ, יי (1987). "הדת ומדעי הטבע". *מתוך בין מדע לפילוסופיה*, (עורך א' יעקב) (אקדמון, ירושלים), עמ' 293-300.
- לגוצקי, עי (2000). דברים בעל-פה על פילוסופיית הטבע של גתה.
- מוצקין, א"ל (1988). "נאו-אפלטוניות". *האנציקלופדיה העברית* (עורך יי פראוור) **כ"ד**, עמ' 780-783.
- סמבורסקי, שי (1987). *חוקות שמים וארץ*. (מוסד ביאליק, ירושלים), עמ' 103-126.
- סמבורסקי, שי (1989). *הפיזיקה של המאה ה-17*. (משרד הביטחון, תל-אביב).
- פארטינגטון, ג' ר' תי (1955). "אלכימיה". *האנציקלופדיה העברית* (עורך יי קלאוזנר) **ג'**, עמ' 606-599.
- פיש, מ' (1991) "הווה, התהוות, בריאה – משבר המדע הבייקוני במאה ה-19". *אלפיים: כתב עת רב תחומי לעיון, הגות וספרות* 4, 224-232.
- פריי, א' (1997). *מוצא החיים* (משרד הביטחון, תל-אביב).
- קליינברג, א' (1995). *הנצרות מראשיתה ועד הרפורמציה* (משרד הביטחון, תל-אביב).
- קמרט-לנג ד' (1997). "מכונות, אנשים ויצורים אחרים: עולם הדימויים של הביולוגיה המודרנית". *כמעט 2000*, 13, 14-20.

שחר, שי (1985). *מורשת ימי הביניים* (משרד הביטחון, תל-אביב).

שקולניקוב, שי, ווינריב, אי (1998). *פילוסופיה יוונית, ג: אריסטו* (האוניברסיטה הפתוחה, תל-אביב), עמ' 37-87.

Beckner M. O. (1966). "Organismic Biology". In *The Encyclopedia of Philosophy* (P. Edwards, ed.), Vol. 5, pp. 549-551.

Bono, J. J. (1990). "Reform and Languages of Renaissance Theoretical Medicine: Harvey versus Fernel". In *Journal of the History of Biology* **23(3)**, 341-387.

Channel, D. F. (1991). *The Vital Machine, A Study of Technology and Organic Life* (Oxford University Press, Oxford and New York).

Deason G. B. (1986). "Reformation Theology and the mechanistic Conception of Nature". In *God and Nature, Historical Essays between Christianity and Science* (Lindberg, D. C. and Numbers, R. L., eds.) (University of California Press, California), pp. 167-191.

Debus, A. G. (1978). *Man and Nature in the Renaissance* (Cambridge University Press, Cambridge).

Dijksterhois, E. J. (1961). *The Mechanization of the World Picture* (Trans. C. Dickshoorn) (Clarendon Press, Oxford), pp. 495-501.

Duffin, J. (1988). "Vitalism and Organicism in the Philosophy of R.-T.-H. Laennec". *Bulletin of the History of Medicine* **62**, 525-545.

Dupree, A. H., (1986). "Christianity and the Scientific Community in the Age of Darwin". In *God and Nature, Historical Essays between Christianity and Science* (Lindberg, D. C. and Numbers, R. L., eds.) (University of California Press, California), pp.351-368.

Farber, P. L. (1982). "The Transformation of Natural History in the Nineteenth Century". *Journal of the History of Biology* **15 (1)**, 145-152.

Federspil G. and G. F. N Siculo (1994). "The Nature of Life in the History of medical and Philiosophical Thinking". *Journal of Nephrology* **14**, 337-343.

- Frede, M. (1992). "On Aristotle's Conception of the Soul". In *Essays on Aristotle's De Anima* (Nussbaum, M. C. and Oksenberg Rotry, A., eds) (Oxford University Press, Oxford and New York), pp. 93-107.
- Grant, E. (1986). "Science and Theology in the Middle Ages". In *God and Nature, Historical Essays between Christianity and Science* (Lindberg, D. C. and Numbers, R. L., eds.) (University of California Press, California), pp. 49-75.
- Gregory, F., (1986). "The Impact of Darwinian Evolution on Protestant Theology in the Nineteenth Century". In *God and Nature, Historical Essays between Christianity and Science* (Lindberg, D. C. and Numbers, R. L., eds.) (University of California Press, California), pp. 369-390.
- Hankins, T. L. (1985). *Science and the Enlightenment* (Cambridge University Press, Cambridge), Ch. V.
- Jacyna, L. S. (1984). "The Romantic Programme and the Reception of the Cell Theory in Britain". In *Journal of the History of Biology* **17(1)**, 13-48.
- Kahn, C. (1992). "Aristotle on Thinking". In *Essays on Aristotle's De Anima* (Nussbaum, M. C. and Oksenberg Rotry, A., eds) (Oxford University Press, Oxford and New York), pp. 359-379.
- Lenoir T. (1984). *The Strategy of life - Teleology and Mechanics in Nineteenth-Century German Biology* (The University of Chicago Press).
- Lindberg, D. C. (1986 ). "Science and the Early Church". In *God and Nature, Historical Essays between Christianity and Science* (Lindberg, D. C. and Numbers, R. L., eds.) (University of California Press, California), pp. 19-48.
- McGirr, E. M. (1992). "A Matter of Principle; the Vitalist Spirit". *Scottish Medical Journal* **37**, 87-89
- Nussbaum, M. C. (1978). *Aristotles De Motu Animalium* (Princeton University Press, New Jersey), pp. 24-55; 143-164.
- Prigogine, I., and I. Stengers (1985). *Order out of Chaos: Man's New Dialogue with Nature* (London: Flamingo).

Roe, S. A. (1981). *Matter, Life, and Generation, Eighteenth-century Embriology and Haller-Wolff Debate* (Cambridge University Press, Cambridge).

Roger, J. (1986). "The Mechanistic Conception of Life". In *God and Nature, Historical Essays between Christianity and Science* (Lindberg, D. C. and Numbers, R. L., eds.) (University of California Press, California), pp. 277-295.

Roger, J. (1997). *The Life Sciences in Eighteenth-Century French Thought* (Trans. Ellrich, R.). (Stanford University Press, California).

Ruse, M., (1979). *The Darwinian Revolution* (Chicago University Press).

Serafini, A. (c1993). *The Epic History of Biology* (Plenum Press, New York and London).

Sheldrake, R. (1981). "Three Approaches to Biology". *Theoria to Theory* 14, 301-311.

Van der Veldt, J. (1943). "The Evolution and Classification of Philosophical Life Theories". *Franciscan Studies* 3, 113-142.

Westfall, R. S. (1977). *The Construction of Modern Science* (Cambridge University Press, Cambridge), Ch. V.