

תוכן העניינים

1.....	הקדמה
4.....	פרק 1 – מדע וטכנולוגיה
8.....	פרק 2 - ידע ותיעוש
17.....	פרק 3 - הון אנושי
21.....	סיכום
23.....	ביבליוגרפיה

הקדמה

ההיסטוריון הכלכלי החשוב דיוויד לנדס כתב בסוף שנות התשעים של המאה ה-20 ספר מקיף מאד על ההיסטוריה הכלכלית של העולם, ספר שמסכם למעשה את כל הידע העצום שלו על הנושא.¹ שמו של הספר, "על עושרן ועונין של האומות" הוא כמובן פראפראזה על ספרו הידוע של אדם סמית', "על עושרן של להסביר, לאור האומות", שנחשב למחקר היסוד של מדע הכלכלה המודרני. השם מעיד על מטרתו של הספר: כל הידוע לנו מההיסטוריה של עולם, מדוע אומות מסוימות הן עשירות ומדוע אחרות הן עניות. את הספר פותחים שני ציטוטים. הראשון הוא של תומס מאלתוס, שכתב לכלכלן דיוויד ריקרדו ב-1817: "הסיבות לעושרן ועונין של האומות – זו המטרה הגדולה של כל מחקר בכלכלה פוליטית". הציטוט השני הוא הוא מאת הכלכלן זוכה פרס הנובל פול סמואלסון, מחשובי הכלכלנים במאה ה-20, שכתב ב-1976: "שום אור חדש לא נשפך על הסיבות לכך שארצות עניות הן עניות וארצות עשירות הן עשירות".

התשובה העיקרית שלנדס עצמו נותן לשאלה הזו הוא מהסוג שניתן לכנות "תרבותי", אבל זהו כאמור הסבר לשאלה הגדולה ביותר של ההיסטוריה הכלכלית, שאלה שהיא גדולה הרבה יותר מדי מכדי שיהיה אפשר לענות עליה אפילו בקצרה בעבודה מסוג זה. חשוב יותר לעבודה זו היא הדרך שבה הוא מפרק את השאלה הגדולה הזו לשאלות "קטנות" יותר (שגם הן גדולות מאד). מעל לכל, השאלה שבה הוא מתרכז היא השאלה מדוע מדינות המערב, ובעיקר הכוונה לבריטניה הגדולה, הצליחו להגיע לשגשוג כלכלי חסר תקדים בהיסטוריה האנושית, שגשוג שהביא אותן לעושר ועוצמה שאפשרו להן לשלוט למעשה כמעט בכל העולם, והפכו אותן למודל לחיקוי למדינות אחרות שרצו גם הן להגיע לשגשוג כזה.

על כך שהתיעוש של בריטניה בחציה השני של המאה ה-18 הוא קו השבר בהיסטוריה הכלכלית הזו אין כמעט מי שיתווכח. אפשר כמובן אפשר לטעון שהסיבות לתיעוש הזה נעוצות בהיסטוריה קדומה הרבה יותר, אבל מבחינת המציאות הכלכלית, ברור הוא שזו המקום והזמן שבו התחילה בפועל "ההתבדרות הגדולה" (שהפרידה את המערב מיתר העולם. השאלה היא לכן מדוע התיעוש הזה התרחש דווקא Great Divergence) אז דווקא בבריטניה. זאת היא השאלה שתעמוד במרכזה של עבודה זו.

לנדס סוקר את ההסברים העיקריים לשאלה הזו, שהיא כה חשובה ומסובכת, עד שהביאה כמה היסטוריונים לייאוש והולידה את ההסבר שהיה זה מקרי, אירוע שאי-אפשר להסביר.² לנדס מציע במקום זאת הסבר (הוא know-how שמתרכז מעל לכל בגורם אחד: ידע (שגם אותו אפשר לחלק לידע תיאורטי וידע שימושי, (שבה נחצה איזה קו, breakthrough) של ידע, ופריצה (buildup) את ההסבר הזה לשניים: הצטברות (ונוצר התיעוש המוכר לנו. זהו הגורם שבו עבודה זו תתרכז.

אבל גם את הגורם הזה אפשר לפרק לשני גורמים, או אולי שני צדדים של אותו מטבע. מצד אחד, עולה השאלה כיצד למעשה ידע, שהוא דבר בלתי מוחשי, הופך למציאות כלכלית? כיצד הפך דבר שקיים במוחם של אנשים ועל דפי ספרים למכונות שמייצרות דברים מוחשיים? במילים אחרות, מהו הקשר בין מדע לבין טכנולוגיה?³ מצד שני, עולה השאלה לגבי היצירה של הידע הזה והשימוש בו, מבחינת האנשים המעורבים בתהליך: מיהם האנשים האלה, אליו כישורים או השכלה היו להם שאפשרו להם ליצור את הידע הזה ולנצל במילים אחרות, זאת היא שאלה של מה שמכונה בימינו "הון אנושי". אותו לצרכים שימושיים? ההבחנות המדויקות בין כל סוגי הגורמים השאלה הזאת, על שני הצדדים שלה, תהיה נושאה של עבודה זו. האלו יפורטו בהרחבה בהמשך, אך כבר כאן כדאי להסביר את עיקרי ההבחנות האלו, על מנת להקל על הקריאה.

כאשר לנדס לדוגמא כותב על הקשר בין ידע לבין טכנולוגיה, הוא מתייחס בהרחבה למה שהוא מכנה של הקשר הזה: טכנולוגיה היא יישום של עקרונות מדעיים, ולכן, באופן ישיר ופשוט "התפיסה הפופולרית" למדי, ניתן לומר שהמהפכה התעשייתית התרחשה ברגע ההיסטוריה המסוים שבו נוצר ידע מדעי תיאורטי

¹ Landes, David S., **The wealth and poverty of nations : why some are so rich and some so poor**. New York : W. W. Norton, 1998.

² Ibid, ch. 14.

³ Hunt, Bruce J., **Pursuing Power and Light: Technology and Physics from James Watt to Albert Einstein**. Johns Hopkins introductory studies in the history of science. Johns Hopkins University Press, p. 5.

פרק 1 – מדע וטכנולוגיה

הקשר בין מדע וטכנולוגיה נראה לנו כיום כמעט מובן מאילו. כמעט כל התפתחות טכנולוגית שנוצרה בימי חיינו, ובטח טכנולוגיות שנמצאות כיום בפיתוח, נשענת על בסיס מדעי מוצק, ולרוב גם סבוך בהרבה ממה שהאדם הפשוט יכול להבין. עם זאת, ברור הוא גם שלא תמיד היה זה כך, ולמעשה, ישנן אפילו המצאות שנראות לנו בהחלט כשייכות לעידן שלנו שהומצאו על ידי אנשים חסרי כל הכשרה מדעית. האחים רייט לדוגמה, ממציאי המטוס הראשון, אפילו לא סיימו בית-ספר תיכון.⁴

מוסכם על החוקרים בתחום שמבחינה פורמלית לפחות, הקשר הכה חזק בין מדע לטכנולוגיה, כפי שהוא מוכר לנו כיום, נוצר רק אחרי מלחמת העולם השנייה, עם הפיתוח של שבבי המחשב, האנרגיה הגרעינית, הביולוגיה המולקולרית ועוד. בתקופה זו נוצר המסד המדעי-טכנולוגי המוכר לנו כיום, שבו חברות טכנולוגיה מגייסות בוגרי אוניברסיטאות, תוכניות הכשרה למהנדסים כוללות לימודי מדע תיאורטי ברמה שאינה נופלת בהרבה מזו של תלמידים לתואר במדע תיאורטי, ממשלות משקיעות בהכשרה מדעית מתוך כוונה לפתח את הכלכלה ועוד. בעולם של ימינו, נראה שהקשר בין שני התחומים האלו הוא בעיקרו של דבר שהטכנולוגיה היא יישום של המדע: המדע מפתח עקרונות תיאורטיים, מופשטים יותר או פחות (יותר בפיזיקה, פחות בביולוגיה) והטכנולוגיה היא יישום של העקרונות האלו בפועל. שבב המחשב הוא הדוגמה המובהקת לכך: לוגיקה מתמטית שפותחה עוד במאה ה-19 (ונשענה על לוגיקה שאותו פיתחו כבר ביוון הקדומה), ביחד עם הבנה של מבנה החומר שפותחה במאה ה-20, הפכה למוצר מוחשי ומסחרי על ידי צוות של מתמטיקאים, פיזיקאים ומהנדסים, כולם בעלי תואר דוקטור מאוניברסיטאות מובילות בארצות הברית, שהקימו את חברת אינטל. לפי התפישה הפופולרית, קודם כל קיים ידע, ואחר כך הוא הופך למוצר מוחשי.⁵

אם זהו הקשר בין מדע לבין טכנולוגיה, ניתן לחשוב שהמהפכה התעשייתית הייתה בעיקרו של דבר יישום של ידע מדעי שהושג קודם לכן, וההסבר לכך שהיא פרצה דווקא במקום ובזמן שבו פרצה תלוי בהתפתחות המדעית שקדמה לה באנגליה. אבל הקשר הזה בין שני התחומים הוא סבוך הרבה יותר, גם מבחינה עקרונית וגם מבחינה היסטורית, לפחות עד בערך אמצע המאה העשרים. למשל, פיתוח של מכשירים חדשים הביא לגילוי של עקרונות מדעיים חדשים, כפי שקרא לדוגמה בפיתוח המטוסים הראשונים שהביא לגילוי עקרונות בלתי מוכרים באוירונאוטיקה, תחום מדעי שלמעשה לא התקיים עד הפיתוח הטכנולוגי המקביל.⁶

⁴ Channell, David F., **The Rise of Engineering Science: How Technology Became Scientific**. Springer International Publishing : 2019. Ch. 1

⁵ Hunt, **Pursuing Power and Light**. P. 79.

⁶ Channell, **The Rise of Engineering Science**, P. 15.