

בפעולות פשוטות בתעשייה, עם התקדמות הטכנולוגיה יוכלו לבצע פעולות יותר מורכבות ולהשתלב בתחומים נוספים בחיינו, ולמעשה, להחליף תפקידים של בני אנוש. קדמה טכנולוגית זו תחייב את האנושות לתת מענה הולם לשאלות מסוגים שונים כמו:

1. אם הרובוטים יעשו את מלאכתנו, האם שבוע העבודה לאדם יתקצר באופן משמעותי?
2. אם נעבוד הרבה פחות, הרי שתרבות הפנאי תצטרך להשתנות באופן משמעותי, יתכן מאוד שהזמן הפנוי יהיה מרבית זמנו של האדם?
3. אם הקדמה הטכנולוגית תאפשר בניית חלקי אדם, האם נגיע למצב של החלפת חלקי גוף האדם שהתקלקלו בחלקים מלאכותיים?
4. אם החלפת חלקי האדם תגרום לעלייה משמעותית בתוחלת החיים, כיצד נתמודד עם כל משמעותיותיה?

לסיכום, הקניית היכולות הטבעיות, שיש לנו כבני אדם למכוונות, הנה משימה מורכבת מאוד, שפתרונה אינו נראה קרוב, אולם בכל העולם מושקע מאמץ רב בקידום התחומים השונים. בד בבד עם התקדמות המחקר, הפיתוח והמוצרים בתחום, נדרש לתת מענה לשאלות רבות בתחומים שאינם טכנולוגיים, באשר להשפעה של פיתוחים מסוג זה על חיינו.

תקשורת פתוחה בין אדם לאדם. בעבר ניסו לפתח מערכות אליהן התקשרו אנשים, והמענה היה "כיצד יכול אני לעזור לך?" משמעו, אני יכול להבין כל שתאמר בכל נושא. אולם הטכנולוגיה לא הייתה בשלה ליישום בעל רמת תקשורת בדיבור כה פתוחה, ולראיה, השימוש במערכות אלו אינו רווח. המערכות היום ממוקדות מאוד בהפעלת מכשיר מסוים או בהבנת דיבור הרלוונטי לתחום מסוים. בצורה כזאת ניתן להגדיר את התחום באופן מלא, את מילון המילים שבשימוש, את המשפטים האפשריים, ואז לתת מענה ברמת מוצר בר שימוש בחיינו.

על מנת להגיע למערכת אוטומטית המבינה דיבור אדם ברמת טובה, גם אם עדיין לא הרמה שבה אנו כאנשים מבינים, ואינה מוגבלת לתחום מסוים, נדרשת פריצת דרך טכנולוגית משמעותית, שתאפשר קפיצה קדימה בשימוש בטכנולוגיות מסוג זה. לקפיצה זו תהיה השפעה מכרעת על חיי היומיום שלנו, שאינה באה לידי ביטוי רק בנוחות, בפשטות ובאוטומציה של תהליכים בחיינו. אם נרחיב את ההסתכלות מעבר לתחום הבנת הדיבור לתחומים נוספים, כמו: ראייה ממוחשבת, רובוטיקה, זיהוי דובר, דיבור על-ידי מחשב ועוד – הרי שניתן יהיה להרחיב את השימוש בטכנולוגיות אלו לבניית מערכות בעלות בינה מלאכותית, שרמתן תלך ותשתפר.

לדוגמא, אם נתייחס לנושא הרובוטים, שכרגע נעשה בהם שימוש



**ד"ר דוד פסיג**  
 עתידן, ראש המגמה  
 לטכנולוגיות תקשורת,  
 אוניברסיטת בר-אילן

## כלכלת הפד הרביעי

**אלו אשר יצליחו לדפות את העתיד הפרוץ ביותר, שניתן להעלות על הדעת, יהיו אלה שיצליחו בפידה גדולה בבאה ה-21**

טוען כי התודעה מניעה את התפתחותה של הטכנולוגיה.

כדי לבחון טענה זו, הבה נסקור בקצרה את שלושת הממדים הקודמים, המתארים את שלבי התפתחותה של תודעת החירות הפיזית האנושית במרחב, וכיצד שלבים אלו השפיעו על התפתחותה של כלכלות וטכנולוגיות.

### פד האפס

במשך אלפי שנים חי ה"הומו ספיאנס" בשבטים, ולא הרבה לנוע ממקום למקום. הוא היה תחום למקום מושבו הקטן. תופעה זו מכונה ממד אפס. כיון שלא היה אפשר לנוע ממקום למקום, ומשום שהתנועה הייתה כרוכה בסכנת חיים, אזי תודעת החירות שלו במרחב הייתה אפסית. במצב זה גם העברת הידע שהוא צבר, הייתה אפסית.

### הפד הראשון

עם גילוי החקלאות (אשר על-פי ממצאים ארכיאולוגיים מקורה בדרום טורקיה ובסין), עלה הצורך במיקח וממכר של העודפים שהפעילות החקלאית יצרה. עם התפתחות המסחר בין אנשים, לפני כ-6,000 שנה, החלו הנדודים. הפכו לחד ממדיים במודעות שלנו

מומחים רבים מתחום הניהול מנסים לזהות מגמות חשובות בעצם התרחשותן. עתידנים מבקשים לזהות מגמות לפני התרחשותן. העתיד מתהווה בהיגיון פנימי משלו, והמשימה הניצבת בפני העתידנים היא לנסות לזהות היגיון זה ולתארו.

ברצוני לנצל הזדמנות זו ולדון בכמה ממאפייני "כלכלת הממד הרביעי", שסביר להניח כי יתממשו בעשורים הבאים ויגדירו את המאה ה-21. הדיון יכלול תיאור של ארבעת ממדי הכוח המניע העומד מאחורי פיתוחן של טכנולוגיות וכלכלות, ויצביע על סוד ההצלחה בעידן הממד הרביעי.

### תיאוריית הכוח הפניע העומד פאחורי כל תמורה

התיאוריה הזו היא כלי מחקר מעניין בחקר העתיד, שבעזרתו ניתן לזהות מגמות עוד בטרם התחילו לקרום עור וגידים. התיאוריה עוסקת בזיהוי הדינמיקה המונחת ביסוד התמורה. עתידנים טוענים, שבאמצעות זיהוי הכוח המניע ניתן לצפות את השלב הבא בהתפתחות הכלכלה והטכנולוגיה. אלווין טופלר גורס, כי הכוח המניע עומד בבסיס עיסוקה המרכזי של האנושות, ושינוי מונע באמצעות תחרות. אני טוען, ששינוי מונע באמצעות מצב תודעה קוגניטיבי, שיאופיין כ"תשוקה לחופש פיזי מתוחכם במרחב". מומחים רבים סבורים, שטכנולוגיה קובעת תודעה, ובדומה לאמרתו של מרקס: "קיום (דברים חומריים) מניע תודעה", אני

מגבלה. אקסיומת החיסרון ודאי תמות. בכלכלה התעשייתית של הממד השני והממד השלישי העיקרון ששלט היה שאם מכרתי מוצר, הוא כבר אינו בבעלותי. אם חסר לי מוצר אחד, מישהו אחר מקבל מוצר אחד יותר, לכן תבעתי את תמורתו. ככל שהמוצר היה נדיר יותר, גם תמורתו הייתה גבוהה בהתאם. בכלכלת הממד הרביעי החדשה, אם מכרתי ולו ייצוג אחד של מוצר מסוים, שיועבר בשיטה דומה להעברת אי-מייל כיום, בעצם יש לי יותר ממנו, כיוון שכעת אני מודע לכך, שגם לך יש הידע המתאים לידע שהעברתי לך. ובתהליך העברת הידע, אני רוכש ידע נוסף. בממד הרביעי אין שום חשיבות למיקומי הפיזי. טכנולוגיות יצליחו

לחופש מרחבי, וידע ולימוד חדש החלו לעבור במסגרת קווים על פני תבל. הקווים הללו כונו בהמשך "דרכי-מסחר", אשר חיברו קבוצות שהיו פזורות על פני שטחים נרחבים. הומצא הגלגל, ודבר ההמצאה עבר לאורך נתיבי מסחר שחצו את כדור הארץ מאירן למקומות אחרים. תופעה דומה התרחשה עם סוסים שביתו במרכז אסיה, ובעקבות זאת בכל רחבי העולם. המשי, הנייר ואבק-השריפה, שהומצאו בסין, התפשטו גם הם לכל עבר דרך דרכי המסחר. אסטרונומיה וספריות שפותחו בבבל, דיו, גיאומטריה וזכוכית שהומצאו במצרים, והשיטה הנומרית הראשונה שפותחה בהודו – כולם נעו על קווים שהמין האנושי יצר. קווים אלו היו הצירים, שהגדירו את תודעת החירות.

### הממד השני

עידן התחבורה ההמונית, שהחל לפני כ-500 שנה, עם מסעותיהם של קולומבוס, מגלן ואחרים, היווה קפיצה חדשה בתודעת החירות במרחב. היכולת לנווט באוקיאנוסים, לא רק בנתיבים ידועים, פתחה מצב תודעה חדש לתגליות חדשות. האדם גילה את גודלו של כדור הארץ, והוסיף ממד חדש לתודעה שלנו, שהתאפשר באמצעות כישורי הניווט. בין השנים 1492-1527 הקיפו הרפתקנים את כדור הארץ באוניות, וגילו את אפריקה, את אמריקה הצפונית ואת אמריקה הדרומית.

### הממד השלישי

עם גילוי הטיסה בידי האחים רייט בשנת 1903, נכנסנו לעידן התחבורה האווירית, ונפתח מצב תודעה חדש, שהגדיר חופש מרחבי ופיזי בדרכים שלא יכולנו להעלות על הדעת בעבר. האנושות מגלה גבולות חדשים, מגדירה מחדש כלכלות, שירותים וטכנולוגיות חדשות, שאת תוצאותיהן כולנו חווים בתחילת המאה ה-21.

### הממד הרביעי

אלא שזה רק טבעי לטעון, שהאנושות לא תקבל את הממד השלישי כגבול האחרון שלה. זה רק הגיוני להעריך, שהאדם יתור אחר השלב הבא בהתפתחות מצב התודעה שלו. לא קשה להבין, שבני האדם שבעים מההעברה במרחב שאליה הורגלו באלפי השנים האחרונות. סביר להניח, שהאדם יבקש חופש פיזי רב יותר בהתנהלותו במרחב. ניתן לכנות שלב זה בשם הממד הרביעי. ממד רביעי פירושו גבול חדש, שבו לא נצטרך להעביר דברים כדי לסחור בהם. האדם יפתח נתיבים בלתי נראים חדשים, שבאמצעותם נעביר ידע, סחורות, ולבסוף גם את המצב הפיזי שלנו. בהתחלה יתבצע הדבר רק באמצעים אלוטטיים. בשלב המתקדם יותר ניתן יהיה לבצע זאת באמצעות טכנולוגיות טלה-ניידות, או אפילו באמצעות העברה במחשבה. הממדים השונים אינם מבטלים זה את זה, אלא פשוט חדלים להוות



בשל יכולתן להקהות את חשיבות המרחב והזמן בו אני נתון. הממד הרביעי ישחרר את האנושות מהממד המגביל של זמן, כיוון שהוא יבטל את הצורך לנוע באופן פיזי ממקום למקום כדי לקנות, ללמוד, או לצרוך בידור. ניתן להשוות את האינטרנט למטוס הראשון של האחים רייט, לא יותר מהסימן הראשון לדברים הבאים, שהם מעבר לדמיונו. אנו נמצאים כיום בנקודת זמן, שבה לא נוכל לחזות את המוצרים והשירותים, שיוגדרו תחת כנפי הממד הרביעי, כפי שהיה קשה לחזות בשנת 1903 העברת סחורות בן-לילה ממקום אחד למשנהו בכל רחבי העולם. קרוב לוודאי, שהכול ידחס למסה קריטית. נוכל "לשדר" את הגוף שלנו. נחיה במציאות מדומה, שבה מנתח לבש את הכפפות שלו ביבשת אחרת, ויבצע את הניתוח ביבשת אחרת. הטכנולוגיה החדשה תעמוד מעצם טיבה בסתירה לכוח המשיכה. האדם ישבור את מהירות האור. ננוע באופן מהיר יותר מכפי שנוכל להעלות כיום בדמיונו. לסיכום, נעבור לשלב אחר של חופש פיזי. התודעה תגדיר כל מה שנעשה. מה שניתן לומר בבהירות מה בנקודת הזמן שבה אנו נמצאים כיום – תחילת המאה ה-21, הוא שאלו שיצליחו לדמיין את העתיד הקיצוני ביותר שניתן להעלות על הדעת כיום, יהיו אלה שיצליחו במידה הגדולה ביותר בכלכלה של המאה ה-21.

## תחזיות שנתבדו

**7 "מטוסים הם משחקים מעניינים, אך חסרי ערך צבאי של ממש".**  
(מרשל פרדיננד פוש, פרופסור לאסטרטגיה, 1911)

**8 "הקולנוע אינו יותר מערפל, הקהל רוצה לראות על הבמה בשר ודם".**  
(צ'רלי צ'פלין, 1916)

**9 "אך-על-פי שמבחינה תיאורטית הטלוויזיה אפשרית, מבחינה מסחרית ופיננסית חבל לבזבז עליה זמן".**  
(דיפרוסט, ממציא חשוב, 1926)

**10 "פוטנציאל השוק העולמי למכונות צילום הוא 5,000 לכל היותר".**  
(י.ב.מ דוחה את ממציאי זירוקס, 1959)

**11 "אין שום סיבה בעולם שאדם יחזיק מחשב בבית".**  
(קן אולסן, מייסד ונשיא דיגיטל, 1977)

**1 "האדם לעולם לא יצליח לפענח את כוח האטום".**  
(רוברט מיליקן, 1923)

**2 "האדם לעולם לא יצליח להגיע לטיסה מאוישת".**  
(וילבור רייט, 1901)

**3 "אני סבור שיהיה שוק עולמי לחמישה מחשבים".**  
(תומאס ווטסון, יו"ר י.ב.מ., 1958)

**4 "התיאוריה של לואיז פסטר ביחס לחיידקים היא דמיון מעוות".**  
(פייר פאשט, פרופסור נודע לפיזיולוגיה, 1872)

**5 "לטלפון יש יותר מדי חסרונות מכדי שנתייחס אליו ברצינות כשיטת תקשורת".**  
(האיגוד המערבי דוחה את ממציאי הטלפון, 1876)

**6 "מכונות כבדות יותר מאוויר לעולם לא יטוסו".**  
(לורד קלווין, אחד המתמטיקאים והפיזיקאים הדגולים ביותר בתולדות האנושות, 1895)



**ערן ויילר**  
מנכ"ל אינספון

## עתידנות טכנולוגית

חומרה. פיתחתי מעגלים עם רכיבים מתוכנתים בעלי קיבולת הזזה ל-64 טרנזיסטורים בלבד (דבר שאיפשר לי לממש מספר משוואות לוגיות פשוטות בלבד), ועד לפיתוח רכיב ASIC (Application Specific Integrated Circuit) – אשר נתן לי את החופש לתכנן אפליקציה שלמה ומורכבת לתוך פיסת סיליקון עם למעלה מ-2.5 מיליון טרנזיסטורים.

לא כל מי שיקרא מאמר זה יזכור את מכונת הכתיבה שלו, דרך מדפסת הסיכות הראשונה שלו שהדפיסה בערך 50 תווים בשנייה (בממוצע פחות משורת טקסט אחת) עם יחידת מידה שנקראה CPM – מספר תווים בדקה. סיכות? לעולם בו המדפסת באה ביחד עם פקס וסורק ובלי כל בושא מדפיסה PPM20 – מספר דפים בדקה, ויש גם הדפסות צבע עם איכות תמונה שקיבלנו רק בצלמניה השכונתית. ומי זוכר את הקלטת עליה נשמרו קטעי הקוד שכתבנו, עם מונה שאפשר לנו להריץ את הטייפ בדיוק למיקום בו התכנית

העידן בו אנו חיים כיום הוא אולי אחד המרתקים ביותר שידע המין האנושי. כמות האינפורמציה הזורמת אלינו ולדינו אינה ניתנת לתפיסה. כלי העבודה היום יומיים שלנו (מחשב, טלפון, מדפסת וכיו) הופכים למיושנים במרווחי זמן של פחות משישה חודשים, ודרכי התקשורת שלנו זה עם זה גם הם משתנים בקצב הולך וגובר. רק לפני פחות מ-10 שנים המושג "תהיה זמין" לא היה קיים, שכן מעטים היו האנשים שברשותם טלפון נייד. רק לפני פחות מחמש שנים התחלנו לשלוח מסרי טקסט, והיום, אם לא נקבל תגובה להודעה ששלחנו, נראה מבט של פליאה: "מה, אתה לא קורא את הודעות ה-SMS שלך?"



אכן, אנו חיים בתקופה מרתקת, וכל מה שכתבתי עד כה, היה נשמע דימיוני רק לפני 20 שנה. כמה אימהות אתם מכירים שלא ישאלו את ילדיהם טרם צאתם לשחק בחוץ: "הטלפון שלך טעון?" אני לא אשכח את סיפורי סבי, כיצד נכנס האוטו הראשון לכפרו שבפולין, וכל הילדים רצו לחפש היכן מתחבא לו הסוס השובב. ומה עם הדרך שמכתב היה עובר עד שהגיע ליעדו? לשמחתי, חוויתי באופן אישי את מהפכת המחשוב, והייתי חלק ממנה מתחילתה ועד ליום זה, כמשתמש, כמתכנת וכמפתח