

חלק א – רקע

מטרת חלק א' היא לתת את הרקע לתופעת הטרנספורמציה הדיגיטלית. להלן סקירה קצרה של הפרקים בחלק זה:

פרק 1 – "זה" לא חשוב – "IT" Doesn't Matter

בפרק זה אנו מציגים בפני הקורא את אחד המאמרים החשובים והפופולריים ביותר שנכתבו בנוגע לקשר שבין אסטרטגיה עסקית וטכנולוגיות המידע. המאמר, IT Doesn't Matter, נכתב ב-2003 ע"י Nicholas Carr ובו נטען שטכנולוגיות המידע כבר אינן תורמות ליתרון התחרותי של הארגון והפכו לקומודיטי (Commodity). אנו מאמינים שהבנת טיעונו של Carr וטיעוני הנגד שלנו, קריטיים להבנת הנושא של הזיקה שבין אסטרטגיה עסקית, יתרון תחרותי וטכנולוגיות דיגיטליות.

פרק 2 – הטכנולוגיות דיגיטליות – סקירה היסטורית

פרק זה סוקר בצורה קצרה את שלושת העידנים של התקופה הדיגיטלית. שמנו דגש מיוחד על האוסף המדהים של הטכנולוגיות הדיגיטליות החדשניות המניעות ומהוות חלק משמעותי בעידן הדיגיטלי הנוכחי. טכנולוגיות אלה מהוות אבני בניין חשובות בתהליך הטרנספורמציה הדיגיטלית.

פרק 3 – מבוא לטרנספורמציה דיגיטלית

פרק זה מסביר את הרקע למהומה הגדולה סביב נושא הדיגיטל והטרנספורמציה הדיגיטלית. המונח טרנספורמציה דיגיטלית הופיע רק לפני מספר שנים, ומאז הדיון סביבו רק הולך וגובר. למרות הדיון הנרחב, התחושה היא שלא כולם מסכימים על ההגדרה הבסיסית של מהי הטרנספורמציה הדיגיטלית. פרק זה מגדיר מספר מושגי יסוד, המהווים את התשתית לכל הפרקים הבאים, ומכאן חשיבותו. המושגים העיקריים שנסקור בפרק זה הם: המהפכה התעשייתית הרביעית; תהליך הדרוויניזם הדיגיטלי; הסיבות שהביאו להאצה ולצורך במושג הטרנספורמציה הדיגיטלית; מהי נקודת פיתול אסטרטגית; מהי ההגדרה של הטרנספורמציה הדיגיטלית; תשעת תחומי ההשפעה של הטרנספורמציה הדיגיטלית; התכונות העיקריות של ארגון דיגיטלי; השפעת הטרנספורמציה על המגזר הציבורי.

פרק 4 – להנהיג שינוי באמצעות שש טרנספורמציות

פרק זה מציג שישה סוגים של טרנספורמציות דיגיטליות, שעל פי הבנתנו, כל מנהיג/מנהל/מוביל חייב להכיר, כדי להוביל בהצלחה את ארגונו בעידן המודרני. את ששת סוגי הטרנספורמציות הדיגיטליות חילקנו לשתי קטגוריות – שלוש טרנספורמציות חיצוניות, כלומר כאלה המשפיעות על המוצרים והשירותים שהארגון מציע ללקוחותיו, ושלוש טרנספורמציות פנימיות, העוסקות באסטרטגיה העסקית, במודלים העסקיים של הארגון ובתהליכי החדשנות שעליו לנקוט. טרנספורמציות אלה אינן טכנולוגיות או מודלים עסקיים העומדים בפני עצמם. יש להתייחס אליהן כאל רקמה המחברת בין הטכנולוגיות הדיגיטליות לבין האסטרטגיה העסקית.

פרק 2. הטכנולוגיות דיגיטליות – סקירה היסטורית

Digital is the main reason just over half of the companies on Fortune 500 have disappeared since the year 2000

Pierre Nanterme, CEO of Accenture

2.1 מבוא: העידן התעשייתי הרביעי

פרק זה סוקר בקצרה את התפתחות הטכנולוגיות הדיגיטליות, טכנולוגיות שהחלו להופיע בסביבה העסקית בתחילת שנות ה 60 של המאה הקודמת (בסביבה הצבאית טכנולוגיות המחשוב הופיעו מוקדם יותר).

ההתפתחויות הללו עמדו היטב בתחזית של ד"ר Gordon Moore, ממייסדי חברת אינטל. הוא התראיין בשנת 1965 למגזין העוסק באלקטרוניקה¹⁵, וצפה כי כל שנה וחצי מספר הטרנזיסטורים שאפשר יהיה לדחוס במעגלים משולבים (מעגלים המהווים את הליבה של המעבד - CPU), יכפיל את עצמו למשך עשר השנים הקרובות לפחות. תחזית זו, שאף זכתה לשם של חוק Moore, הוכיחה את עצמה כנכונה כבר עשרות שנים, ומהווה ביטוי להתפתחות כוח המחשוב כפי שאנו מכירים אותו כיום. אף טכנולוגיה אחרת מבין הטכנולוגיות שמקיפות אותנו, לא הצליחה להתפתח בקצב זה.

הטכנולוגיות הדיגיטליות, שבתחילתן היו מבוססות על מחשבים גדולים ויקרים יחסית, ובהמשך, בעקבות תהליכי המזעור מצד אחד והתפתחויות בתוכנה מצד שני, החלו לחדור אל החיים האישיים של מיליארדי בני אדם, ושינו אותם בצורה דרמטית.

בשנת 1996 פרסם Nicholas Negroponte, ראש המעבדה למדיה ב MIT, את ספרו הקאנוני Being Digital¹⁶. בספר הוא בחן את השפעת הטכנולוגיות הדיגיטליות על החיים החברתיים שלנו, על העבודה ועל המסחר והתייחס להבדלים בין ביטים לאטומים, לחיים בעידן הדיגיטלי שבו האדם אינו תלוי במקום ובזמן, והמעבר לתקשורת אסינכרונית בין בני אדם (מיילים, הודעות קוליות וטקסט). הוא התייחס לאינטרנט כאל תשתית חברתית חשובה ולשינויים שהחיים הדיגיטליים יביאו לדרך בה בני אדם לומדים, קונים וצורכים תוכן. הוא צפה שהממשקים בין בני אדם למחשב יעברו שינוי, ורובם יהיו מבוססים על מגע וזיהוי דיבור. תחזיתו התאמתה כאשר ב 2007 הופיע ה iPhone עם ממשקי המגע שלו, ובהמשך מערכות זיהוי דיבור וביניהן מערכות הסיוע (Personal Assistant), כגון: Apple Siri, Microsoft Cortana, Google Now, Amazon Alexa, או מערכת המחשוב הקוגניטיבי IBM Watson ואחרים.

התחזיות של Negroponte משנת 1996, מתממשות כיום במלוא עוצמתן. תחשבו על דור הילדים שנולד רק לפני שנים אחדות (המכונה דור ה Millennials), ואת העולם בו הם לומדים, חיים, מבלים, צורכים תכנים ומתקשרים עם אחרים. הם אינם מכירים עולם אחר – חלק משמעותי מתהליך התבררותם מתרחש בעולם הדיגיטלי/וירטואלי, ב Facebook, Instagram, WhatsApp, Google,

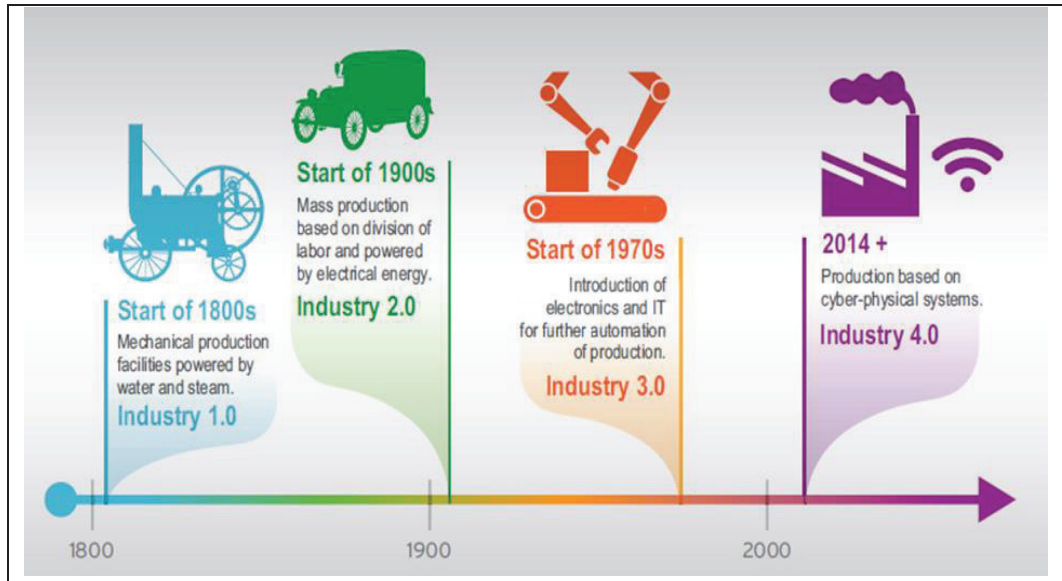
LinkedIn, Wikipedia, Snapchat, Twitter. את הקניות הם עושים באתרי מסחר אלקטרוני כגון Deal Extreme, eBay, Alibaba, Amazon. סרטים הם רואים ב YouTube וב Netflix. מוסיקה הם שומעים ב Pandora, Apple Music, Spotify ועוד. רדיו הם שומעים באמצעות יישומים כגון TuneIn Radio, המזרימים מוסיקה ותחנות רדיו מכל העולם דרך האינטרנט. עיתונים וספרים הם קוראים באמצעות Kindle ו iBooks, ומתעדכנים בחדשות מ Ynet בסמארטפון או במכשירי הטאבלט שלהם. כבר בכיתה א' בבית הספר היסודי, הם מתחילים לבצע חלק מהמטלות ושיעורי הבית דרך מערכות למידה מקוונות.

יחד עם כל היתרונות של העידן הדיגיטלי, Negroponte התייחס גם לאתגרים בעידן הזה: שימוש לא נאות בנכסים אינטלקטואליים וקניין רוחני, חדירה לפרטיות, וונדליזם דיגיטלי, גניבת מידע, ריגול, ביוש (Shaming) וכד'. לצערנו, כל הסיכונים האלה מהווים כיום חלק בלתי נפרד מהפרכתנו לדיגיטליים, וארגונים נדרשים להקדיש חלק הולך וגובר ממשאביהם להתמודדות עם אתגרי הסייבר של הסביבה הדיגיטלית.

במקביל לחדירת הטכנולוגיות הדיגיטליות אל חיינו הפרטיים, הן חדרו והתפשטו במהירות גם אל הסביבה העסקית ושינו אותה מן הקצה אל הקצה. הן שינו את הצורה בה ארגונים עושים עסקים ומנהלים את הקשרים עם לקוחותיהם; את צורת שיתוף הפעולה בין ארגונים, ספקים ושותפים עסקיים; את צורת התקשורת ושיתוף הפעולה בין העובדים הפרוסים על פני הגלובוס; את תהליכי קבלת החלטות, שהפכו ליותר ויותר מבוססי נתונים (Data Driven Decision Making); את הצורה בה הם מייצרים מוצרים ומנהלים את שרשרת האספקה שלהם; את המודלים העסקיים של ארגונים ואת הצורה בה הם מייצרים ערך והכנסות.

פרופ' Klaus Schwab, יו"ר הפורום הכלכלי העולמי (World Economic Forum - WEF), אחד הפורומים החשובים והמשפיעים ביותר בעולם, החליט למקד את דיוני הכנס שהתקיים בינואר 2016 ב Davos בשוויץ במהפכה התעשייתית הרביעית, ואף כתב את הספר The Fourth Industrial Revolution¹⁷. לדעתו, המהפכה התעשייתית הרביעית, המהפכה הדיגיטלית, עוצמתית אף יותר משלוש המהפכות התעשייתיות שקדמו לה - **המהפכה הראשונה שהביאה את הקיטור והמנוע**, את מכונות הטוויה של הכותנה ואת הרכבות; **המהפכה השנייה שהביאה את פסי הייצור ההמוניים** ואת רשת החשמל; **המהפכה השלישית שהביאה את טכנולוגיות המידע (IT)**, את המחשב המרכזי, את המחשב האישי ואת רשת האינטרנט והמובייל.

לשיטתו, **המהפכה הרביעית, המהפכה הדיגיטלית, נוצרה כתוצאה משילוב כוחות** הבאים מתחומים כגון: ננוטכנולוגיה, מחקר המוח ומדע הרפואה, מדעי החומרים, מדפסות תלת מימד, רשתות תקשורת אלחוטיות, אינטליגנציה מלאכותית על הסתעפויותיה, ועוצמות מחשוב הולכות וגדלות. המהפכה הרביעית מביאה להתפתחויות טכנולוגיות שהיו בלתי נתפסות עד לפני מספר שנים, טכנולוגיות שחלקן תוארו בפרק הקודם. אם הפורום הכלכלי הבכיר בעולם, בו משתתפים המנהיגים הפוליטיים של רוב מדינות העולם, מנכ"לים של החברות הגדולות והחדשניות ביותר ובכירי חוקרי האקדמיה בעולם, החליט להקדיש את דיוניו למהפכה הדיגיטלית, זה בוודאי אומר משהו.



איור a-2 – ארבע המהפכות התעשייתיות ע"פ שוואב

הנגישות של מיליארדי אנשים לטכנולוגיות הדיגיטליות והפיכתה לזמינה בעלויות נכונות, הביאה להתפרצות של גלי יצירתיות וחדשנות, שלא נראו מעולם בתולדות האנושות. המודלים העסקיים המוכרים בכל הענפים העסקיים ובמגזר הציבורי, השתנו ועומדים להשתנות ולעבור טרנספורמציה משמעותית בעקבות המהפכה הדיגיטלית.

2.2 שלוש התקופות בהתפתחות הטכנולוגיות הדיגיטליות

לצרכים המסע הארגוני נחלק את ההתפתחות של הטכנולוגיות הדיגיטליות לשלוש תקופות שונות. נתבסס על ההגדרה הלקוחה מהספר ¹⁸Doing Digital Right שנכתב ע"י Louis Lamoureux. שלוש התקופות העיקריות הן:

- א. העידן הדיגיטלי הראשון שעסק במחשוב תהליכים – רוב הארגונים ביצעו אותו.
- ב. העידן הדיגיטלי השני שהביא טכנולוגיות חדשות לתוך המוצר והקשר עם הלקוחות – רמת ההשפעה של עידן זה על ארגונים משתנה מארגון לארגון.
- ג. העידן הדיגיטלי השלישי שמביא קפיצת מדרגה בגלל שילוב של טכנולוגיות – השפעה זו קיימת אצל ענקים הדיגיטל מסוג גוגל, פייסבוק, טנסנט ועלי באבא, ואצל חברות הזנק ששמו להם למטרה לשבש תעשיות שהארגונים בהם עדין בעידן הראשון או השני.

2.2.1 העידן הדיגיטלי הראשון – First Digital Age

עידן שהחל במחצית שנות ה 50 של המאה הקודמת, ונמשך כ-45 שנה עד תחילת שנת 2000, עם הפריסה הרחבה של האינטרנט. העידן הדיגיטלי הראשון היה שייך לחברות כמו HP, IBM, Digital, Microsoft, Intel ו Apple שצמחו והתפתחו בצורה מהירה. המיקוד של הטכנולוגיות הדיגיטליות

בעידן הראשון היו הארגונים העסקיים, והתפוקה העיקרית שלהן נמדדה ע"י תרומתם ליעילות העסקית. הטכנולוגיות הבולטות של העידן הדיגיטלי הראשון היו:

- **מחשבי המיינפריים והמיני (Mainframes and Mini Computers)** – העידן הדיגיטלי הראשון החל עם הופעת מחשבי המיינפריים הראשונים בסביבה העסקית, ופיתוח שפות תכנות ליישומים עסקיים (Cobol הידועה שבהן). במהלך עידן זה, ארגונים פיתחו יישומים מסחריים שעסקו בעיקר באוטומציה של תהליכים פשוטים יחסית (הנה"ח, מלאי, כ"א, שכר וכד').
- **המחשב האישי (Personal Computer)** – שהביא את בשורת המחשוב לכל בית, משרד ושולחן. מחשבי ה-PC, שבתחילת דרכם הביאו כלי פרודוקטיביות למשתמש הבודד (עיבוד תמלילים, גיליונות אלקטרוניים, תוכנות למצגות ועוד), חוברו בהמשך לרשתות תקשורת מקומיות (Local Area Network), ובהמשך חוברו לרשת תקשורת רחבה ועולמית, והביאו להתפשטות הדואר האלקטרוני וכלים קבוצתיים כמו יומני פגישות ועוד.
- **רשתות תקשורת נתונים מקומיות (Local Area Networks)** – רשתות שאפשרו חיבור ותקשורת בין מחשבים אישיים, תחילה בארגונים קטנים ובהמשך בארגונים גדולים.
- **רשת האינטרנט ופרוטוקול ה-TCP/IP** – רשת גלובלית, שאפשרה חיבור של סוגים שונים של מחשבים באמצעות פרוטוקול סטנדרטי, ומהווה כיום את התשתית הגלובלית העיקרית של המהפכה הדיגיטלית.

2.2.2 העידן הדיגיטלי השני – Second Digital Age

עידן זה החל בסביבות שנת 2000 ונמשך כ-15 שנה, עד בערך 2015. עידן זה מאופיין ע"י הופעת טכנולוגיות ה-SMAC (רשתות חברתיות, מובייל, אנליטיקה וענן).

הדגש בעידן השני עבר מהארגונים העסקיים אל הצרכנים והלקוחות, והם אלה שבמידה רבה החלו להכתיב את הקצב ואת הצרכים. הציפיות של הצרכנים בעידן זה הרקיעו, וחייבו את הארגונים לפתח יישומים נוחים, לאפשר ללקוחות לקבל את מבוקשם בכל עת ומכל מקום. הטכנולוגיות הבולטות בעידן הדיגיטלי השני היו:

- **הרשתות החברתיות (Social)** – רשתות שאפשרו לבני אדם ולארגונים לנהל קשרים וירטואליים ברשת האינטרנט. יישומים כמו Facebook, LinkedIn, Twitter, YouTube, Snapchat, Instagram, שינו במידה רבה את הצורה בה אנחנו מנהלים את חיינו בעידן הדיגיטלי.
- **טכנולוגיות המובייל (Mobile)** – טכנולוגיה שהחלה את דרכה עם הופעת מכשירי הסלולר דור ראשון מתוצרת Motorola, מכשירים גדולים יחסית ומסורבלים ששימשו לשיחות קוליות בלבד, שעם הזמן הפכו לקטנים ונוחים לשימוש. פריצת דרך נוספת בתחום זה הייתה הופעת טכנולוגיית המסרונים הקצרים (SMS), ובהמשך גם גלישה מוגבלת ואיטית

באינטרנט. מהירויות הגלישה ורוחבי הפס באינטרנט האלחוטי הלכו והשתפרו, ועברו מספר דורות מבחינת מהירות הרשת (כיום אנחנו בדור הרביעי ועל סף הדור החמישי).

לא ניתן להתייחס לטכנולוגיות המובייל מבלי לציין את מכשיר ה-iPhone של Apple. מכשיר מהפכני זה הופיע בשנת 2007 ובישר את השלב הבא במהפכה הדיגיטלית. הוא היה מבוסס על מסך מגע חדשני כממשק המשתמש, ואפשר לכל אחד ליהנות ממחשב רב עוצמה בכיס. כיום עוצמתו של מחשב זה, שמשום מה אנחנו ממשיכים לקרוא לו סמארטפון, גדולה מעוצמת המחשב שעמד לרשותה של NASA בתכנית החלל Apollo, שמטרתה הייתה להנחית אדם על הירח בשנת 1969. הסמארטפון מאפשר לכל אחד מאיתנו ליהנות ממגוון עצום של יישומונים (Apps) וגלישה נוחה באתרי האינטרנט, בכל מקום ובכל זמן. בהמשך הופיעו מחשב הטאבלט iPad, שהמשיך את המעבר למחשוב מבוסס מובייל במקום מחשבים אישיים על השולחנות או מחשבים ניידים.

- **אנליטיקה Analytics** – טכנולוגיות המשלבות את יכולות האחסון יחד עם העיבוד המקבילי, ומאפשרות אחסון וניתוח של נפחי נתונים עצומים מסוגים שונים (ווידאו, קול, טקסט וכד''). במקביל הופיעו גם כלי ניתוח, כריית נתונים (Data Mining) וכלי ויזואליזציה מדהימים, המאפשרים את התחקור של נפחי הנתונים העצומים לצורך הפקת תובנות.

- **מחשוב ענן Cloud Computing** – ההתפתחות ברוחב הפס ובאמינות של רשת האינטרנט הביאו להתפתחות של נושא מחשוב ענן. תפיסה זו מאפשרת לבנות חוות שרתים בכל מקום בעולם (ולכן מקובל להתייחס אליהן כאל ענן), ומתן אפשרות של גישה לחוות אלה באמצעות הרשת. שיטה זו מאפשרת לשחרר את הארגון מהצורך בניהול חוות שרתים, נושא מורכב ויקר למדי, ולהעביר את החווה למקום מרוחק וירטואלי. חוות שרתים אלה מבוססות על מערכות הפעלה מיוחדות, Cloud Operating System, שמאפשרות אספקה אוטומטית של שרתים וירטואליים, ומתן אפשרות להגדיל ולהקטין את משאבי המחשוב העומדים לרשות הארגון או של יישום מסוים. חברת Amazon קוראת לשיטה זו מחשוב אלסטי, כלומר מחשוב המתאים את עצמו לצרכי המחשוב של הארגון. גם מודל התמחור הוא בהתאם, ובדרך כלל הארגון מחויב לפי המשאבים שהוא צורך בפועל (Usage Based Pricing). חברת Amazon הייתה מהראשונות לפתח תפיסה זו, וכיום חטיבת Amazon Web Services היא החברה הגדולה בעולם לאספקת שירותי ענן, המציעה בין היתר את טכנולוגיית Amazon Elastic Compute Cloud – EC2. ספקים גדולים נוספים הם Google, Microsoft ועוד. חברת Sales Force הייתה מהראשונות להקים מערכת CRM הפועלת בענן והיא מארחת כיום מספר עצום של חברות, המקבלות שירותי CRM בענן. ניתן לומר כי זהו מודל שירותי המחשוב המועדף ע"י רוב החברות בעולם. כל חברות התוכנה הגדולות וביניהן SAP, Oracle ואחרות, מספקות כיום את המוצרים שלהן בענן.

ארבע הטכנולוגיות הללו נהנות מעליה מתמדת בעוצמתן ומהירות המחשבים – במהלך השנים, היינו עדים לגידול קבוע בעוצמת העיבוד ולהופעת טכנולוגיות לעיבוד מקבילי (Massive Parallel Processing), טכנולוגיות המאפשרות חיבור מקבילי של מעבדים והפיכתם למחשב ענק אחד.

2.2.3 העידן הדיגיטלי השלישי – Third Digital Age

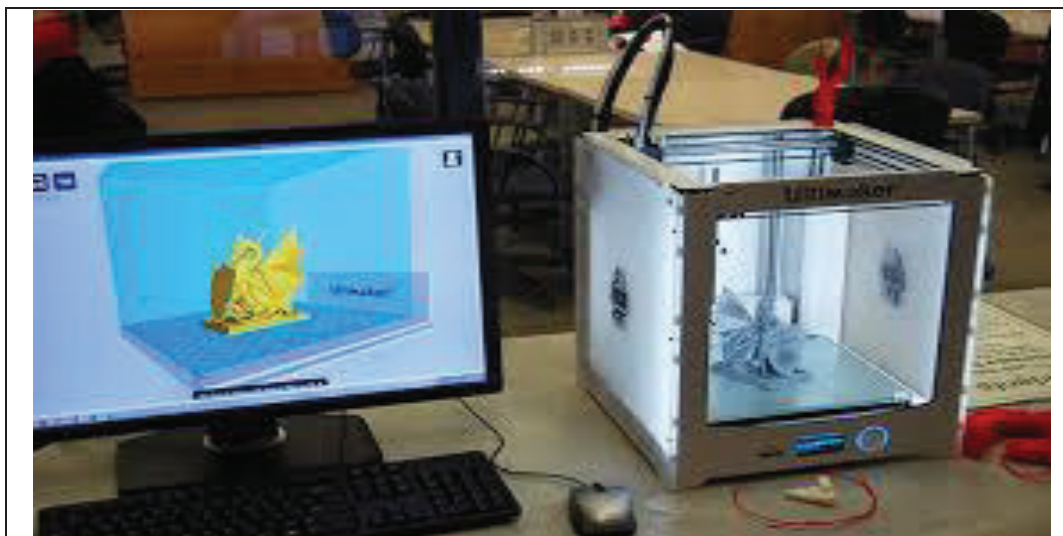
זהו העידן הנוכחי. קשה להצביע במדויק על המועד שבו הוא החל, אולם ניתן לציין את שנת 2015 כשנה שבה הורגש תחילתו של עידן חדש. בדומה לטכנולוגיות ה-SMAC, שנהוג לטעון, שהציתו את העידן הדיגיטלי השני, ניתן להתייחס למספר טכנולוגיות כאלו המבשרות את העידן הדיגיטלי השלישי. רוב הטכנולוגיות מוכרות כבר תקופה ארוכה, אולם רק בשנים האחרונות התחלנו להרגיש את עצמתן. פתאום התחלנו לשמוע על מכוניות אוטונומיות, על רובוטים מתקדמים, המבצעים עבודה שעד כה בוצעה ע"י בני אדם בלבד, ספינות לא מאוישות וכלי טייס לא מאוישים לביצוע משימות הגנה ומשימות אזרחיות ועוד. בנוסף, אנו עדים לטכנולוגיות משיקות נוספות – הדפסות תלת מימד, מציאות מדומה ורבודה ועוד. נראה שההתפתחויות הטכנולוגיות הואצו, ועברנו לקצב מעריכי. זהו העידן הדיגיטלי השלישי. הטכנולוגיות הבולטות בעידן הדיגיטלי השלישי הן:

- **אינטרנט של הפצים: Internet of Things** – הירידה במחירי המעבדים והיכולת לחבר אותם לרשת האינטרנט, הביאו להופעתם של החפצים החכמים: חפצים המחוברים באופן רציף לרשת האינטרנט - וכתוצאה מכך, לפוטנציאל עצום של חדשנות. אנו יכולים לשלוט על התרמוסטט הביתי ממכשיר המובייל שלנו, לראות את תכולת המקרר בעודנו מסתובבים בסופרמרקט, להפעיל או לכבות מרחוק מצלמות, תאורה, מזגני אוויר ועוד. לא רק הבית הופך לחכם – גם הבניין, הקמפוס והעיר הופכים לחכמים. אנו רק בתחילתו של עידן ה-IoT, עידן שמביא לגל של חדשנות אבל גם של סיכוני סייבר, שחייבים לתת עליהם את הדעת ולמצוא פתרונות יעילים נגדם.
- **מחשוב קוגניטיבי: Cognitive Computing** – המחשוב הקוגניטיבי כולל מרכיבים שונים של אינטליגנציה מלאכותית – למידת מכונה (Machine Learning), עיבוד השפה הטבעית (Natural Language Processing) וזיהוי דיבור (Speech Recognition), ראייה ממוחשבת (Machine Vision) ועוד. טכנולוגיות מחשוב אלו מבוססות על מערכות המסוגלות ללמוד, להבין דיבור, לראות ולהגיב באופן אינטליגנטי. כמו שפרופ' Brynjolfsson וד"ר McAfee מאוניברסיטת MIT אמרו: "Over the next decade, AI won't replace managers, but "managers who use AI will replace those who don't"
- **למידת מכונה: Machine Learning** – פריצת הדרך במדע האינטליגנציה המלאכותית התרחשה עם הופעת המושג של למידת מכונה, כלומר, מכונות המסוגלות ללמוד ולהשתנות בהתאם לידע שהן רוכשות תוך כדי פעולה. טכנולוגיות, כגון רשתות נוירוניות (Neural Networks), הביאו להופעתה של פרדיגמה חישובית חדשה – במקום פיתוח של אלגוריתמים ע"י אנשי תוכנה - פיתוח של מערכות המסוגלות ללמוד על סמך נתונים ודוגמאות. מערכות בולטות בתחום זה הן: Watson של חברת IBM, תוכנות כגון Siri, Cortana, Alexa ואחרות, המסוגלות להבין דיבור ולהגיב בהתאם, Chatbots המסוגלים להבין את הטקסט של הצ'אטים ועוד.
- **רובוטיקה מתקדמת: Advanced Robotics** – הרובוטיקה הולכת ומשתכללת. מרובוטים תעשייתיים עברנו לרובוטים לשימושים צבאים וביטחוניים, ועד לרובוטים המנקים רצפות

וחלונות, מעבירים משאות ומשלימים את בני האדם במספר רב של משימות. רובוטים המשתפים פעולה עם בני אדם, ומסייעים להם בביצוע תפקידים קיבלו את השם של Cobots (Collaborative Robots). לדוגמא: חברת Walmart ביחד עם חברת הרובוטיקה Bosa Nova פיתחו רובוט המסתובב בחנות, נמנע מהתנגשות בבני אדם ועגלות, וסורק את המדפים לצורך איתור מדפים בהם חסרים מוצרים. מידע זה מועבר לעובדים האחראים על מילוי הסחורה במדפים.



- מדפסות תלת מימד: 3D Printers** – מדפסות המסוגלות להדפיס מגוון עצום ומדהים של עצמים תלת מימדיים, החל מעצמות של בני אדם, דרך חפצים וחלקי חילוף ועד להדפסה של בתים שלמים. מדפסות אלה עובדות, בדרך כלל, ע"י הוספת שכבה אחר שכבה של חומר, עד לקבלת האובייקט המוגמר, שיטה הנקראת Additive Manufacturing. שיטת ייצור חדשנית זו מאפשרת לייצר חלקים במנות קטנות, בהתאם לביקוש ובקרבה למקום שבו החלק נדרש – On-site, On-demand, Small-Batches. לדוגמא, בסין פותחה מדפסת הבונה (שכבה אחר שכבה) את המעטפת החיצונית של הבית. חברות פיתחו מדפסות תלת מימד המסוגלות להדפיס פיצות! חברת הצעצועים הגלובלית Mattel פיתחה מדפסת ביתית, המשולבת עם אפליקציה לתכנון צעצועים בצורות שונות, ומאפשרת לילד לתכנן ולהדפיס את חלקי הצעצוע ולהרכיבו לבד.



- **מחשוב לביש: Wearable Computing** – מחשוב הנמצא איתנו כל הזמן, כגון צמידים, שעונים, משקפיים, נעליים המשדרים למכשיר המובייל ועוד. לדוגמא, חברת Nike פיתחה קו מוצרים העושה שימוש בטכנולוגיות דיגיטליות.



- **רחפנים: Drones** – כלי טייס בלתי מאוישים, המסוגלים לשאת סנסורים ומצלמות כדי לבצע משימות של צילום אווירי ומשימות נוספות במקומות שהגישה אליהן קשה, ולבצע פעילויות של ניטור, בקרה וצילום. חברת Amazon בוחנת את האפשרות להטיס עד לבית הלקוח את המוצרים שהוא הזמין ממחסני Amazon. חברת Domino's Pizza בוחנת אפשרויות לשלוח את הפיצה לבית הלקוח באמצעות רחפנים, ונמצאת בשלבים מתקדמים של ניסוי ב New Zealand. חברות מפתחות יישומים של רחפנים לחקלאות, לפיקוח על שדות חקלאים גדולים, לבחינת מצב הגידולים, מצב ההשקיה וכד.



- **מציאות וירטואלית: Virtual Reality** – טכנולוגיה, שהתפתחה בעקבות השיפור העצום בעצמת המחשוב והיכולות הגרפיות של המחשבים והסמארטפונים, מאפשרת יצירת תמונה תלת מימדית דינמית, המשתנה בהתאם לתזוזת הראש וזווית הראיה שלנו. טכנולוגיות אלו, וביניהן: Oculus Rift, Samsung Gear VR, Microsoft Holo, HTC Vive, Sony PlayStation VR ואחרות, מציעות אפשרויות ליישומים חדשים בתחומי הלמידה, המסחר תוך שיפור חוויית הלקוח, צפייה באתרים בעולם ובמלונות ועוד.



- **מציאות רבודה: Augmented Reality** – טכנולוגיית המציאות הרבודה מאפשרת להציג על גבי מסך המצלמה, מידע המגיע ממאגרי מידע שונים – למשל בזמן שתייר מתבונן על כניסת St. Paul בלונדון דרך מצלמת הסמארטפון שלו, יופיע על הצג מידע כמו: שנת הקמת של הכנסייה, מאיזה חומרים היא בנויה, מה גובהה וכד'. דוגמא אחרת יכולה להיות טכנאי

המבצע פעולת תחזוקה, יתבונן דרך הסמארטפון שלו על רכיב מסוים, ויקבל על הצג את הוראות הפירוק והרכבה, מתי הרכיב הוחלף וכד'.



- ממשקים מופעלי קול: Voice Operated Interfaces** – ההתקדמות שחלה בנושא זיהוי דיבור, הביאה להופעת גל של התקנים מופעלי קול. לדעת מומחים, ממשקים מופעלי קול (Conversational Interfaces) יהיו נפוצים מאד במגוון רחב של התקנים ויישומים. אלו ממשקים טבעיים שניתן לשלבם בחיים שלנו בצורה נוחה. הסמארטפונים תומכים במערכות סיוע אישי מופעלות קול (Personal Voice Assisted Devices), כגון: Siri של Apple, Cortana של Microsoft, Assistant של Google ועוד. ב-2016 חברת Amazon השיקה את הרמקול החדש שלה, Echo, הנתמך ע"י טכנולוגיית זיהוי הדיבור Alexa, ויצרה לעצמה מובילות בתחום חשוב ומתפתח זה. גם Google נכנסת לתחום זה עם רמקול Google Home. רמקולים אלה הופכים למרכז של הבית החכם, ומבצעים מגוון רחב של פונקציות (מדליקים ומכבים אורות, מפעילים את המזגן וקובעים את הטמפרטורה בבית, מסוגלים להוריד ולהעלות תריסים ועוד). מומחים רואים בהתקנים מופעלי קול, את אחת הטכנולוגיות החשובות והמאיצות את נושא ה-IoT. חברות רבות עובדות כיום על התאמת הממשקים של המסחר האלקטרוני לממשקים מופעלי קול (Conversational Commerce).



- Blockchain** – אחת הטכנולוגיות המדוברות ביותר, ובמידה רבה אחת הטכנולוגיות הפחות מובנות. בבסיסו של דבר, זוהי טכנולוגיה המאפשרת העברה מהירה ומאובטחת של מוצרים דיגיטליים (כמו כסף, ידע וכד') בין גורמים שונים (Peer-to-Peer). טכנולוגיה זו משנה את הדרך בה מנהלים טרנזקציות ויש לה פוטנציאל לשמש בסיס למגוון עצום של יישומים. זהו מעין יומן (Ledger) הרושם את פרטי הטרנזקציה, תוך הוספה אוטומטית של פרטים כגון: מי מקור הטרנסקציה, למי היא צריכה להגיע, תאריך, זמן ורושמת את הטרנזקציה בצורה מבוזרת, כך שלא ניתן לשנותה. טכנולוגיה זו עומדת בבסיס המטבע הדיגיטלי Bitcoin ומטבעות דיגיטליים אחרים (Cryptocurrencies). הסבר מפורט של טכנולוגיה זו הוא מעבר למטרות ספר זה.

- מכוניות אוטונומיות: Autonomous Cars** – אחד הביטויים המתקדמים ביותר לטכנולוגיות הדיגיטליות היא המכונית האוטונומית. קיימות רמות שונות של דרגת האוטונומיות (מקובל להגדיר 5 רמות כאשר רמה 5 היא מכונית אוטונומית לחלוטין). מכוניות אלה מסוגלות לנוע בכבישים באופן סמי אוטונומי או אוטונומי מלא וללא סיוע נהג. טכנולוגיה זו עדיין בשלבי ניסוי מתקדמים, אבל יום ההשקה המסחרי שלהן הולך וקרוב. יצרני רכב רבים (כגון Tesla, GM, BMW, Mercedes, Audi, Volvo ואחרות), וחברות טכנולוגיה (כגון Google, Uber ועוד), נמצאים בשלבים מתקדמים של ניסוי רכבים אלה. חברת Otto, חברה בבעלות Uber, הממוקדת בשדרוג משאיות והפיכתן לאוטונומיות, כבר הראתה יכולת כזאת, כאשר הסיעה מטען של בקבוקי בירה Budweiser מהמפעל ועד ללקוח הנמצא במרחק של אלפי מיילים. בערים כמו סינגפור או פיטסבורג, כבר ניתן לראות מכוניות אוטונומיות (הנהג נמצא בהן רק כדי להתערב במצבי קיצון).



2.3 סיכום: הקצב גובר

נראה כי זרם מתמשך זה של טכנולוגיות דיגיטליות חדשניות ומדהימות, הדוחף קדימה את החדשנות, רק הולך ומתגבר. אחד המשקיעים הידועים והמצליחים ביותר בעמק הסיליקון, Marc Andersen ממייסדי ומפתחי Netscape, אחת מתוכנות הגלישה הראשונות, אמר בשנת 2011 *Software is eating the world*¹⁹ וצדק. התוכנה, כאשר היא משולבת בחומרה מתאימה שמחוברת לאינטרנט, אכן משנה את העולם.

איזו דרך מדהימה עברו הטכנולוגיות הדיגיטליות במהלך מספר עשרות שנים בלבד – מהעידן הדיגיטלי הראשון שהחל במחצית שנות ה-50 של המאה הקודמת, עם הופעת מחשבי ה-Mainframe הראשונים, שהצטיינו בעיבוד של מספרים ואוטומציה של תהליכים עסקיים פשוטים, ועד העידן הדיגיטלי השלישי, שהחל בסביבות 2015 עם מכונות אוטונומיות ומערכות לומדות. וכל זאת בפרק זמן של כ-60 שנה.

ואנו רק בתחילתו של העידן הדיגיטלי השלישי. כמו שמקובל לומר – *We ain't seen nothing yet*.