

נהר הזמן של תולדות הטקסט הבדיד

פרופ' יהושפט גבעון

גרסה 1 באוקטובר 2007

מבוא

הטקסט הבדיד הוא טקסט סופי המורכב מבסיס תוים ("אלפבית") סופי בדרכי הרכבה המורכבות מבסיס פעולות הרכבה סופי. הדוגמה הנפוצה ביותר של טקסט בדיד הוא טקסט אלפביתי רגיל.

❖ הטקסט הבדיד התפתח בשתי דרכים:

א. **יצירה**: ע"י המצאת טקסטים חדשים וטריטוריות חדשות ליישומם (הרחבה של מושג הדיגיטליות על-ידי יצירה) – לדוגמה, המצאת הטבלאות, המצאת שיטת כתיבת המספרים באמצעות ספרות ומיקום, מושג האלגוריתם, מושג המחשב, המצאת שפות התיכנות; ה"ניו-מדיה";

ב. **הרחבה**: ע"י כיסוי של טריטוריות מוכרות (דיגיטליזציה של "טקסטים" לא דיגיטליים) – לדוגמה, שימוש באמצעים דיגיטליים להפקת אותות אנאלוגיים (כרטיסי הפלט מן המחשב אל האמצעים הלא דיגיטליים), הדיגיטליזציה של הקול בטלפונים הסלולריים החדשים (שימוש באותות דיגיטליים להדמיה, ייצוג ועיבוד של אותות לא דיגיטליים);

❖ התפתחות הטקסט הבדיד קשורה בהתפתחות של האמצעים לעבודה עם טקסטים (מכשירי הכתיבה, הקריאה והלמידה) וכן במעבר מאמצעים אנאלוגיים (רציפים) לאמצעים בדידים (דיגיטליים), התפתחות שהגיעה לשיאה עם המצאת המחשב.

❖ נהר הזמן של תולדות הטקסט הבדיד הוזן והועשר ממעיינות ומיובלים רבים, ולעיתים התפצל וחזר והתאחד לזרם האחיד של הטקסטואליות הדיגיטלית.

❖ פיתוח הטכנולוגיות הדיגיטליות הוא גאון נהר הזמן של הטקסט הבדיד.

❖ השימוש בטכנולוגיה הדיגיטלית הביא גם למשבר תרבות הספר ואולי אף לשקיעתה, דווקא בשל הצלחתה של הטכנולוגיה החדשה. מצד שני, מי אמר שספר חייב להיות עשוי מנייר?!

❖ רק מי שאינו מבין טקסט מהו, יכול בהשפעת ההתלהבות מן הטכנולוגיה של הטקסט הבדיד (כלומר, הטכנולוגיה הדיגיטלית, המחשבים או האינטרנט) לסבור שעוד מעט קט ולא נצטרך לדעת כתוב וקרוא.

הערה: כמה מהנתונים הבאים נלקחו ממקורות שלא היו ביקורתיים מספיק ולכן צריך לקבל אותם עם "קורטוב של מלח"... בעניין זה כדאי ללמוד מתובנתו של גודי לגבי חוקרים של ימינו המנסים לעמוד על טיבן של תרבויות חסרות כתב מבעד לעיניים אלפביתיות [גודי, 1997].

ויהי אלף-בית..

1. המאה ה-15 לפנה"ס: שימוש באצבעות למנייה מתואר בציור קיר בקבר בתבי, ומיוחס לתקופת תחותמס הרביעי, הממלכה החדשה במצרים [יפרח, 1990].

2. האלף השמיני לפנה"ס: הסימנים הראשונים ליצירת סימני כתיבה בדידים בשומר העתיקה והם כוללים סימון למספרים שהוא נפרד מן הסימון לעצמים

- הנספרים. סימון שני ספרים אינו מורכב משני סימונים של ספר. גילוי ראשון
לניתוק שבין תוכן לטקסט.
3. 3000 לפנה"ס : ניצני המצאת הא"ב השורשי הכנעני-עברי משורשים בבליים ומצריים –
הכתיבה האלפביתית הקדומה איננה מהודקת לדיבור [יפרח, 1990]. הטקסטים
הראשונים בכל התפתחות בתהליך הזה אינם טקסטים לייצוג תוכן דיבורי
[גודי, 1997].
 4. 1300 לפנה"ס : לטענת חוקרי ההיסטוריה של מכונות החישוב : שימוש באבאקוס
לביצוע חישובים בסין. האומנם נבנתה מכונה לפני שהתגלתה שיטת הכתיבה
הספרתית של המספרים?
 5. המאה ה-6 או ה-4 לפנה"ס : יש הסוברים כי מכונת חישובים דיגיטאלית ראשונה
בתרבות המערבית - "אבאקוס סלאמיס" - התגלה באי סלאמיס ביוון בשנת
1846 [יפרח, 1990].
 6. 700-800 לפנה"ס : ראשית תרבות הספר העברית העתיקה : תרבות אוראלית כובלת
עצמה אל טקסט כאמצעי דתי ותרבותי.
 7. 600 לפנה"ס : המצאת הא"ב הפונטי היווני, כא"ב שורשי בתוספת סימנים לתנועות –
בניגוד לכתב הכנעני-עברי, הכתב הפונטי הוא נסיגה אל כתב שמייצג צלילי
דיבור.
 8. 500 לפנה"ס : גילוי היחסים ההרמוניים במיתרים ע"י פיתגורס : ראשיתה של
הדיגיטליזציה של המוסיקה.
 9. 400 לפנה"ס : באתונה, כל נער, שאיננו עבד, היה חייב בלימודים במוסד הוראה, שם
למד, בין היתר גם לקרוא ולכתוב, אם כי לא ברור אם נושאים אלה היו נושאי
בחירה או נושאי חובה.
 10. 400 לפנה"ס : הגיאומטריה הדדוקטיבית של תאלס ושל אויקליד : תחילתה של
הטקסטואליזציה השיטתית של הגרפיקה ושל הדדוקציה המתמטית.
 11. 400 לפנה"ס : אפלטון מבטא את לבטי סוקרטס וחששותיו בדבר השפעת הכתיבה על
החשיבה ועל התרבות בדיאלוג "פאידרוס".
 12. 387 – 529 לפנה"ס : תנאי קבלה לאקדמיה של אפלטון : ידיעת הגיאומטריה.
 13. 335 לפנה"ס : הסילוגיסמים של אריסטו – ראשית הטקסטואליזציה של תבניות של
טיעונים לוגיים מסוימים ברמה של טענות על מחלקות של דברים.
 14. 300 לפנה"ס : ייסוד האסכולה הסטואית של הלוגיקה הפסוקית על-ידי זנון מסיטיום
(ואחריו, קליאנטוס וחריסיפוס) – ראשית הטקסטואליזציה של הטיעונים
הלוגיים הפסוקיים (קשרי אמת בין פסוקים).
 15. 200 לפנה"ס : בתי ספר לנערים ברומא, בהם בני העשירים למדו בין היתר גם כתיבה
וקריאה.
 16. 220 לפנה"ס – 400 לספירה : הספרייה באלכסנדריה : מרכז מחקר רב-לאומי ובו מאות
אלפי טקסטים.
 17. 200 לפנה"ס : ראשית המדידות הגיאוגרפיות הגלובליות : יישום הגיאומטריה בחישוב
רדיוס כדור הארץ ובשרטוט מפות ע"י ארטוסתנס, הספרן הראשי של ספריית
אלכסנדריה.

18. 200 (בערך) לפנה"ס : יסודות המתמטיקה השימושית (כמבוססת על המתמטיקה הטהורה) : חישובי שטחים ונפחים של גופים גיאומטריים, ראשית הבנת מושג השטח והנפח, שימושים בשיטות קירובים, (היפארכוס, ארכימדס וחוקרים רבים אחרים באלכסנדריה ומחוצה לה).
19. 200 (בערך) לפנה"ס : יסודות הפיסיקה והנדסת מכונות : גילוי חוק הציפה של ארכימדס, בניית מכונות שונות (ארכימדס).
20. 150 לפנה"ס : תרגום החישובים הגיאומטריים לחישובים טקסטואליים שיטתיים : הגדרת הפונקציות הטריגונומטריות, כתיבת לוחות טריגונומטריים ויישום הפונקציות האלה בחישובים אסטרונומיים (חישוב המרחק מן הארץ לירח, חישוב ראדיוס הירח, ועוד, ע"י היפארכוס).
21. המאה ה-1 לפנה"ס : ראשית השימוש בספרות הרומיות משורשים יווניים [יפרח, 1990].
22. 100 לספירה : שיקום ההרס הרומאי בארץ ישראל על-ידי הקמת רשת של בתי הספר ציבוריים בקרב הקהילות היהודיות על-ידי רבי יהושע.
23. בין המאה ה-2 למאה ה-4 : המצאת הקודקס : המגילה הרציפה מותמרת באוסף בדיד של דפים כרוכים (הצעד הראשון בדיגיטליזציה של המצעים הטקסטואליים).
24. 387 (בערך) : אוגוסטינוס מגלה לתדהמתו שהבישוף אמברוזיוס (מילאנו, איטליה) קורא ללא השמעת קול, והוא מסביר את קריאתו כשיחה דמומה ולא כחשיבה.
25. 415 : נזירים נוצריים מאשימים את המתמטיקאית היפאטיה באלכסנדריה בכישוף ורוצחים אותה, קורעים את גופה לגזרים, הורסים את הספרייה באלכסנדריה, וכך שמים קץ לשרידי תרבות המדע והחקירה הרציונלית היוונית באירופה הנוצרית.
26. 475-525 : בואתיוס הרומאי מתרגם חלק מכתבי אריסטו ללטינית ומוסיף לדברי אריסטו הערות – כמקובל באותם ימים לגבי תפקיד הכותב – בין היתר, כתב פירוש על תורת הסילוגיסמים של אריסטו.
27. 800 : גילוי הספרות העשוריות והייצוג הספרתי בהודו משורשים סיניים, ומשם אל בגדד (הנסיונות לייצג מספרים ע"י סימנים בדרך שיטתית קדומים יותר משורשי הא"ב [יפרח, 1990] ראה פריט מס' 2 ברשימה זו).
28. 800 : ייסוד המכללה באית-אל-חיכמה בבגדד : תרגום הספרות היוונית והלטינית לערבית.
29. המאה ה-9 : הרנסאנס הראשון באירופה : ייסוד בתי-הספר לחינוך חובה לאנשי הכנסייה ופיתוח אותיות קטנות וגדולות וסימני פיסוק (לרבות ההפרדה למילים) לכתבי-היד בלטינית, על-ידי שארלמיין, מי שהוכתר בסוף המאה ה-8 כקיסר האימפריה הרומית הקדושה ע"י האפיפיור .
30. 830 : פרסום הספר "אלג'אבר" של אלחואריזמי שהיה חוקר בצוות מכללת בית החכמה בבגדד : ביסוס הייצוג הספרתי של מספרים וגילוי הטקסטואליזציה של החישובים הנומריים (ספרו היה ספר להוראת האלגברה – אך השתמש בהוכחות גיאומטריות כדי לבסס את הנוסחאות האלגבריות).
31. 975 : התחלת הפעילות העיונית במסגד אל-אזהר בקהיר.
32. 1009 : המוסלמים מביאים את תעשיית הנייר לאירופה המזרחית.

33. 1085 : המלך הספרדי אלפונסו השישי כבש את טולדו מידי המורים ומלומדים מכל רחבי ארופה הנוצרית נחשפו לתרבות המידע והמדע האיסלמית.
34. 1020 : תרגום ספרו של אל-חואריזמי ע"י היהודי בן-דאוד, מערבית ללטינית : המונח "אלגוריתם" נכנס לתרבות המערבית..
35. 1128 : הכומר היו, מכנסיית ויקטור הקדוש בפריז, מפרסם את ה"דידאקסאליקון", שהוא ספר ללימוד הלמידה על-ידי קריאה מטקסטים, הפותח בהצהרה : "מכל הדברים שיש לשאוף אליהם, הראשון הוא החוכמה", ובו נמצא ביטוי ראשון לקריאה הדמומה כשיטה ללמידה ע"י חשיבה [איליץ', 1993]. הטקסט חדל להיות רשם-קול.
36. 1132 : לראשונה מאז אפלטון, הסטואיים ואריסטו היווניים, ובואטיוס וציצרו הרומאיים, יוצא לאור ספר בלוגיקה - אדם מבאלשאם (אנגליה) מפרסם ספר המתאר את הלוגיקה הכתובה ככלי לחיסון מפני כשלים סופיסטיים.
37. 1150 : ייסוד בית-הספר למתרגמים בטולדו.
38. 1170 : קטלוג של ספריה מוזכר לראשונה בדו"ח של נזיר דומיניקני.
39. המאה ה-12 : מלומדים נוצרים לומדים עברית וקוראים את התנ"ך במקורו ואת מפרשיו היהודים (כמו רש"י ואבן עזרא) מתוך כבוד והערכה (שורץ, 1999).
40. 1200 : הרנסאנס השני - של המאה ה-12 באירופה המרכזית : מהפך הטקסט מרשם קול לרשם רעיונות, מאמצעי לפתרון בעיה פסיקלית לכלי עזר לקוגניציה, והחזרת התרבות הקלאסית לאירופה.
41. 1202 : ניסיונות ראשונים להטמעת הייצוג הספרתי העשורי באירופה (על-ידי פיבונצ'י).
42. מ-1219 ואילך : האוניברסיטאות הראשונות באירופה : בולוניה 1219 ; פדובה 1220 ; פאריז 1220 ; אוקספורד 1249 ; ליסבון 1290 ; רומא 1303.
43. 1244 : תעשיית הנייר מגיעה אל אירופה הנוצרית וב-1250 וונציה הופכת ליצואנית של נייר.
44. 1244 : שריפת התלמוד הראשונה במאה ה-13 (בפריז) – הכנסייה הנוצרית נלחמת בטקסטים מתוך מודעות לכוחם (בס"ה 4 פעמים במאה ה-13 ושלוש פעמים במאה ה-14).
45. 1260 : יקובוס מוואראז'ה חיבר את "הגדת הזהב" קובץ של סיפורי קדושים שהיה ליצירה הנפוצה ביותר שידעה אירופה בימי הביניים ותורגמה לכל השפות המערב אירופאיות [קליינברג, 2000].
46. 1274 : החיבור הראשון בין טקסט למכונת חישוב : הספרדי ריימון לאל ממציא מכונה ליצירת פסוקים במטרה להוכיח טענות באופן לוגי.
47. 1270 : הגינוי הראשון של "המינות האריטוטלית" ע"י הכנסייה הנוצרית – אחד הביטויים לשידוד המערכות במאה ה-13 בין האוניברסיטאות והכנסייה. מצד אחד, כל אנשי המפתח בכנסייה רכשו השכלה אקדמית. מצד שני, התפתחות האוניברסיטאות איימה על שלטונה של הכנסייה ושליטתה בידע.
48. ראשית המאה ה-14 : גילוי חוקי הפרסקטיבה על-ידי ראשוני אמני הרנסאנס האיטלקי (דוקיו, ג'יאוטו, אמברוג'יו, ברונולסקי ותלמידיהם) שהובילו, מאוחר יותר (במאה ה-17) לפיתוח הגיאומטריה הלא אויקלידית הראשונה (הגיאומטריה הפרוייקטיבית).

49. 1310 : מרגריט פורט, מיסטיקאית בלגית ומחברת הספר "ראי הנשמות הפשוטות" (בצרפתית), הועלתה על המוקד בפריז באשמת כפירה.
50. 1325 : גילוי חוקי תנועה ראשונים הקשורים במהירות ובתאוצה, ע"י חוקרי מכללת מרטון באוניברסיטת אוקספורד.
51. 1346 : הכנסיה הנוצרית מאמצת את הפילוסופיה האריסטוטלית כדוגמה של הכנסיה.
52. המאה ה-14 : באנגליה, מחקרים של וויליאם אוקהם ושל מחבר בלתי ידוע המכונה "הסקוטי המדומה", בניסוח כללי יסוד (אכסיומות) לחוקי ההגיון; עבודותיו של אריסטו, ובמרכזן ה"אורגאנון", תופסות מקום מרכזי בתוכניות הלימודים של אוניברסיטת אוקספורד.
53. המאה ה-14 : "תרגומים של כתבים פילוסופיים וכתביה פילוסופית מקורית בכל השפות האירופאיות" (שורץ, 1999).
54. 1400 : הייצוג הספרתי הערבי העשורי נפוץ באירופה, אם כי בכמה תחומים (במסחר עד 1550, ובמנזרים ובמכללות הנוצריות עד 1650) עדיין גם שומרים על השימוש בשיטה הרומאית.
55. 1440 : הרעב לספרים מוביל לחיפוש אחרי דרכים יעילות להפקתם: אחרי מספר רב של נסיונות כושלים, הומצא מכש דפוס התווים הניידים על-ידי גוטנברג – הטקסט הבדיד מופק בתהליך ייצור בדיד.
56. 1550 : ביטוי מפורש ראשון לרעיון הכתיבה הרפלקסיבית, המלמדת: המהרש"א על כתיבת היד כדרך האפקטיבית ביותר ללמידה (בפירוש שלו לתלמוד, **בבא בתרא** דף י' : "וכי עיקר הלימוד ושנעשה צו הרושם הוא הלימוד הכל מכתבת ידי").
57. 1590 : גלילאו מגלה מחדש את חוק ההתמדה ועורך ניסויים בנפילה חופשית וכך מגלה את חוק הנפילה החופשית והא מצהיר כי "חוקי המתמטיקה הם האלפבית שבו האלוהים כתב את העולם".
58. 1609 : קפלר מפרסם בספר "**אודות תנועותיו של מאדים**" את שני החוקים הראשונים שלו, בהם הוא החל את המתמטיקה על האסטרונומיה בביטוי חוקי טבע כלליים.
59. 1620 : השלמת הטקסטואליזציה של המתמטיקה: המצאת הגיאומטריה האנאליטית ע"י רנה דקארט.
60. 1623 : וילהלם שיקארד ממציא את מכונת החישוב המיכנית הראשונה לביצוע פעולות החיבור והחיסור – "השעון המחשב".
61. 1638 : ייסוד הטקסטואליזציה של המדע: גלילאו מפרסם את "**הוכחות מתמטיות ביחס לשני מדעים חדשים**" ובו פיתוח מתמטי ראשון של כללי המכניקה וניסוח עקרונות למדע: 1. הימנעות מהסברים והתמקדות בתיאורים; 2. ביסוס תצפיות על מדידות כמותיות; 3. ניסוח חוקי טבע באמצעות נוסחאות מתמטיות. עקרונות אלה מקובלים עד עצם היום הזה במדעי הטבע.
62. 1666 : תחילת האלגבראיזציה של הלוגיקה: לייבניץ מפרסם את הספר "**אמנות הצירופים**" ובו הוא מנסח תורה לוגית כאלגברה של רעיונות כתובים.
63. 1670 : תוצאה של ניסיונותיו של לייבניץ באלגבראיזציה של מושג השינוי בפילוסופיה: המצאת הקלקולוס כתחשיב לעיבוד תהליכי שינוי כמותי.
64. 1670 : פיתוח האלגבראיזציה של המדע: החשבון האינפיניטסימלי והמכניקה האנאליטית של ניוטון – עיקרו של המדע בשימוש במתמטיקה להסקת חוקים

מחוקים בסיסיים (ניוטון מוכיח שחוקי קפלר נגזרים מתמטית מחוקים בסיסיים יותר).

65. 1671 : לייבניץ בונה מכונת חישוב מיכנית לחישוב פעולות כפל של מספרים.
66. 1786 : ג'. ה. מולר ממציא את רעיון מכונת החישוב באמצעות הפרשים לפי שיטת הפרשים של ניוטון לחישוב ערכים של פונקציות מתמטיות כקירובים של פולינומים.
67. 1801 : ז'וזף ז'אקארד ממציא את המכונה הראשונה המנוהלת על-ידי טקסטים : נול האריגה שפעולתו נשלטת על-ידי כרטיס מנוקב בתבניות בדידות.
68. 1843 : עדה לאבלייס (בתו של הלורד ביירון) מנתחת את רעיונותיו של צ'ארלס באבג' לפיתוח מכונת חישוב דיגיטלית במונחים של עיבוד נתונים סמליים.
69. 1841-6 : גילוי כוכב לכת (נפטון) באמצעות חישובים על נייר.
70. 1844 : גראסמן מפתח את האלגברה הווקטורית : טקסטואליזציה של מושג הכוח (ובעקבותיו, התאוצה והמהירות) בפיסיקה.
71. 1847 : האלגבראיזציה של הלוגיקה על-ידי ההפרדה מוחלטת בין נכונות לוגית של טקסטים לבין התוכן של הטקסטים : צעדים ראשונים של הלוגיקה המתמטית על-ידי ג'ורג' בול, ברמת תחשיב הפסוקים (לימים, ברטראנד ראסל הגדיר מאורע זה כראשיתה של המתמטיקה המודרנית).
72. 1855 : תגלית מדעית מהפכנית באמצעות נייר ועפרון : ג'ימס מקסוול מאחד את האופטיקה, החשמל והמגנטיות לתיאוריה אחת ומגלה את הגלים האלקטרומגנטיים.
73. 1880 : תהליך סיכום הנתונים ממרשם התושבים של ארה"ב נמשך 10 שנים.
74. 1887 : הרמן הולרית, בארה"ב, מיישם את רעיון השימוש בכרטיסים המנוקבים של ז'אקארד (1801) להפעלת מכונות שונות בתהליכי עיבוד נתונים.
75. 1889 : ג'יוספפה פיאנו מגלה את חמש האכסיומות של האריתמטיקה.
76. 1890 : הולרית משתמש במכונות עיבוד נתונים מכרטיסים מנוקבים לסיכום מרשם התושבים 1890 של ארה"ב בתהליך שנמשך 6 שבועות בלבד. המרוץ אחרי המחשבים בשרות הממשל בארה"ב מתחיל...
77. 1894 : אדיסון ממציא את הקינטיסקופ : הצעד הראשון לקראת יצירת וידיאו באמצעים דיגיטליים.
78. 1899 : פיאנו מרחיב את "האלגברה של ההיגיון" מתחשיב הפסוקים לתחשיב הפרדיקטים.
79. מ-1900 בערך : הפורמליזציה של המתמטיקה (התיאוריות המתמטיות נדונות כמערכות של נוסחאות בתוים ללא פשר ונחקרות בעצמן כאובייקטים מתמטיים : מושג השפה הפורמלית). המתמטיקה היא אוסף של טקסטים שביניהם יש טקסטים החלים על עצמם. לימים, שפות התיכנות תוגדרנה כשפות פורמליות.
80. מ-1900 בערך : המתמטיזציה הכוללת של מדעי הטבע והטכנולוגיה.
81. 1905-1915 : מהפכות מדעית באמצעות נייר ועפרון : גילוי תורת היחסות הפרטית ותורת היחסות הכללית על-ידי איינשטיין [שטייניץ, 1985 ; סינג, 2007].

82. 1919 : אקלס וג'ורדן מפרסמים מאמר על תיכנות יחידות זיכרון דיגיטליות ("ידלגלגים") ובכך מאפשרים את פיתוח הטכנולוגיה הדיגיטלית.
83. 1920 : ההפרדה בין הטקסט למשמעותו מתבססת כתורה לוגית מתמטית כללית על-ידי אלפרד טארסקי.
84. 1910-1920 : הטקסטואליזציה של המכונות האוטומטיות : שימוש פרקטי במכונות טקסטים לבקרה ולהעברת מידע – פיתוח טכנולוגיות הבקרה והתקשורת האלקטרוניות כטכנולוגיות דיגיטליות.
85. 1922 : המתמטיקאי הרוסי אלכסנדר פרידמן מפרסם מאמר שבו הוא מוכיח מתמטית שמנוסחת הכבידה המקורית של איינשטיין (של תורת היחסות הכללית) ניתן להסיק שהיקום חייב להיות יקום מתפשט.
86. 1927 : הכומר והקוסמולוג הבלגי ז'ורז' לָמְטֶר, מבלי לדעת על עבודתו של פרידמן, גילה אף הוא את המסקנה של היקום המתפשט כתוצאה מעיבוד משוואות איינשטיין של תורת היחסות הכללית.
87. 1931 : משפט אי-השלמות של גוידל : הוכחת מגבלות הטקסטואליזציה הפורמלית של המתמטיקה באמצעות רדוקציה של כל התורות הפורמליות אל/על תורת המספרים הנוסחתית [גוידל, 1931 ; הופשטדטר, 1976].
88. 1936-37 : גילוי מושג החישוב והמחשב האוניברסלי ומגבלותיו : המכונה הטקסטואלית האוניברסלית של טיורינג של שימוש בטקסטים לביצוע תהליכים אלגוריתמיים על טקסטים, תחשיב למבדה של צ'רץ' וגילוי השקילות שבין חומרה לטקסט בכל הנוגע למכונות הדיגיטליות [טיורינג, 1936-37 ; צ'רץ', 1936].
89. 1938 : קונארד זוסה בונה על-סמך האלגברה הבוליאנית מכונת חישוב הסועלת על ייצוגים בינאריים של מספרים.
90. 1938 : קלוד שאנון בעבודת המאסטר שלו שהוכרה גם כעבודת דוקטוראט מוכיח את הקשר המלא שבין האלגברה הבוליאנית לבין המערכות הדיגיטליות שפועלות ללא זכרון (רשתות מיתוג).
91. 1948 : תורת הבקרה והקיברנטיקה : מושג ההיזון החוזר וביסוס תיאורטי טקסטואלי מקיף של הנדסת מכונות עם בקרה מובנית ומעגלי היזון חוזר ע"י נורברט וינר בספר **קיברנטיקה** [וינר, 1948].
92. 1940-1950 : ברחבי העולם מנסים לבנות מכונות חישוב אלקטרוניות לביצוע חישובים הנדסיים ומאוחר יותר לביצוע עיבוד נתונים כללי.
93. 1944-53 : גילוי הטבע הדיגיטלי של מנגנון התורשה : מולקולת ה-דנ"א, הרכבה והמבנה שלה.
94. 1951-1959 : המחשבים האלקטרוניים הראשונים יוצאים לדרך. בשנת 1959 יש 100 מחשבים אלקטרוניים בעולם.
95. 1956 : גילוי הבלשנות החישובית : שימוש במודלים של מכונות טקסטואליות להגדרת דקדוקים מסוגים שונים [חומסקי, 1956].
96. 1964 : מארשל מקלוהן, בספרו **"להבין את המדיה"** טוען שהתקשורת האלקטרונית תביא את קיצה של תרבות הספר, התרבות האלפביתית [מקלוהן, 2003 ; פרק 25].
97. 1976 : ניקולאוס ווירט' מפרסם את הספר : "אלגוריתמים + מבני נתונים = תוכניות" ובו מתואר בפעם הראשונה העיקרון של הקשר שבין מבנים של טקסטים ובין

הפעולות המיושמות על אותם טקסטים (מושג "טיפוס הנתונים" של מדעי המחשב).

98. 1980 : תפיסת המיחשוב כטקסטואליזציה של העבודה – המחקר של שושנה זובוף על התמחשבותם של תעשיות ועסקים ביבשת אמריקה [זובוף, 1988].
99. 1981 : מערכת ההפעלה DOS משקפת ללא סייג וללא כיסוי את הטקסטואליות של פעולת המחשב.
100. 1982 : ניל פוסטמן מבכה את ביטול מעמדה של תרבות הספר מפני תרבות הוידאו בספר **"אובדן הילדות"** וכן בספריו האחרים [פוסטמן, 1982].
101. 1993 : איבן איליץ' מפרסם סקירה על הספר **"דידאסקאליקון"** של היו (1128) כדי לציין את מועד שקיעתה של הקריאה הלמדנית שהחלה במאה ה-12 [איליץ', 1993].
102. 1995 : ואז הופיעו ה"חלונות" שהסתירו מהציבור את הטקסטואליות של המחשב וכך נדמה לכל, שלטקסט הבדיד אין עתיד.
103. בערך 2000 : מורים בבתי-הספר היסודיים סוברים שגם ציורים הם טקסטים.
104. 2007 : מספר המחשבים בעולם מוערך כלמעלה מ-360 מיליון מחשבים.

הערות ביבליוגרפיות

1. איליץ', איבן, (1993) בספרו באנגלית :

Illich, I., (1997). *In the Vineyard of the Text: A Commentary to Hugh's Didascalicon*. Chicago: The University of Chicago Press.

מתאר כיצד במאה ה-12 התחוללה מהפכה בתפיסת הטקסט, במעבר מתפיסת הטקסט כרשם קול, כ"שפה כתובה", לטקסט כמייצג מחשבות, כ"מחשבה כתובה", ואשר ספרו של הכומר היו מהווה ביטוי משמעותי של מהפכה זו. הוא מודה בחצי קול שבעצם העובדות על המאה ה-12 באירופה מערערות על תפיסת הדפוס כמחולל תרבות (שם, בעמ' 74 ; עמ' 81 ; עמ' 94-95 ; עמ' 114-115 ; ועוד).

2. שטייניץ, י., בספרו **טיל לוגי מדעי לאלוהים וחזרה**. תל-אביב : זמורה ביתן, 1998. וכן סינג : בספרו **המפץ הגדול : התגלית המדעית החשובה ביותר בכל הזמנים**. תל-אביב : ספריית עליית גג – ידיעות אחרונות – ספרי חמד, מתארים אירוע בביקור של איינשטיין עם אשתו בשנת 1931 במצפה הכוכבים בהר וילסון ובו כתגובה על גאוות האסטרונומים במכשירים שלהם (מדובר בטלסקופ ענק שבענקים, המורכב ממראה בקוטר של 100 אינצ'ים) השתוממה גברת איינשטיין ואמרה, משהו כמו : "בעלי עושה זאת על גבי מעטפה ישנה".

3. גודי, ג'אק (1977) בספרו באנגלית

Goody, Jack, (1977) *The Domestication of the Savage Mind*. Cambridge, England: Cambridge University Press.

דן בקשיים שיש לחוקרי תרבויות אוראליות, בשל חוסר היכולת להשתחרר מתבניות המחשבה הנקוטות בתרבויות הטקסטיות הכתובים. בין היתר, הוא מבחין בין טקסט שאפשר לקרוא אותו מילולית לטקסט שאפשר רק לתאר אותו לפי התווים שמהם הוא מורכב. הוא טען שהרוב המכריע של הטקסטים האלפביתיים שהתגלו בארם נהריים מלפני למעלה מארבעת אלפי שנים, היו טקסטים "בלתי קריאים" (כגון, רשימות וטבלאות). מאוחר יותר, חנה ארנדט (1958), בספרה

Arendt, H., (1958). *The Human Condition*. Chicago: The University of Chicago Press.

במסגרת הדיון במשמעותו של הדו-שיח האנושי, מאפיינת את המתמטיקה כשפה לכתיבת טקסטים שאינם מבטאים תוכן מילולי.

4. גודל, קורט (1931) במאמרו באנגלית:

Godel, K. (1931). "Über formal unentscheidbare Sätze der Principia Mathematica und verwandter Systeme I". *Monatshefte für Mathematik und Physik*. 38. pp. 173-198.

מוכיח מגבלה חשובה של המתמטיקה הטקסטואלית. כדי לעשות זאת הוא מראה כיצד ניתן להגדיר את כל התורות המתמטיות הטקסטואליות בתוך תורת המספרים, בכך שהוא מצליח להגדיר כל תכונה לוגית של תורה מתמטית וכל טענה על תורה מתמטית כתכונות של מספרים המוגדרות לפי ספרותיהם. כתוצאה מכך, נוסחאות בתורת המספרים נהפכות לטענות על התורה המתמטית הנדונה. בפרט, מצליח גודל לנסח טענה שמשמעותה שהיא עצמה אינה ניתנת להוכחה. פירושו של דבר שאם הנוסחה בכל זאת ניתנת להוכחה אז מתקבלת סתירה, ואם איננה ניתנת להוכחה אז זו טענה נכונה שאינה ניתנת להוכחה במסגרת התורה המתמטית הנתונה [ראה, הופשטטר, 1976].

5. הופשטטר, דאגלאס, (1976) בספרו באנגלית:

Hofstadter, D., (1976) *Godel, Escher, Bach: An Eternal Golden Braid - A Metaphorical Fugue on Minds and Machines in the Spirit of Lewis Carroll*. Penguin Books. 1976.

(שזכה לפרס פוליצר) מסביר את עבודתו של גודל בתוך מסכת בינתחומית מרתקת הדנה במושג הצורה והרקע.

6. וינר, נורברט, (1948) בספרו באנגלית:

Wiener, N., (1948) *Cybernetics*. New York: John Wiley & Sons.

מגדיר את תורת הבקרה המודרנית כתורה שיישומיה חלים על כל המערכות, הטבעיות, המלאכותיות והאנושיות. הוא בחר בשם "קייברנטיקה" כדי להתייחס אל רעיון הניווט (מיווניתי, וקרוב אל המונח "קברניט" בעברית, ו"governor" באנגלית ובשפות אירופיות אחרות).

7. זובוף, שושנה, (1988) בספרה באנגלית:

Zuboff, Sh., (1988). *In the Age of the Smart Machine: The Future of Work and Power*. Basic Books.

מדווחת על מחקר מקיף שערכה על 8 תעשיות וארגונים עסקיים ביבשת אמריקה שעברו התמחשבות בסביבות 1980, בתקופה שבה המיחשוב היה חידוש עצום. במחקר זה היא חושפת כיצד עובדים בתעשיות מסוימות גילו בעצמם את משמעות עבודת הידע מול המחשבים כמציגי טקסטים, כאותה דרך הפורצת את המושג התעשייתי של המיחשוב כאוטומציה. מחקרה נחשב כיחיד מסוגו בתחום חקירת יחסי הגומלין שבין האדם והמחשב, והוא תורם לערעור הבסיס של התפיסה הפופולרית הרואה בטכנולוגיה כגורם חד-ערכי המשפיע, לכאורה, על התרבות בסגנון "המדיום הוא המסר" [מקלוהאן, 2003].

8. חומסקי, נועם, (1956) במאמרו באנגלית:

Chomsky, N., (1956) "Three models for the description of language" *The IRE Transactions on Information Theory*, 2, pp. 113-124.

יצר מהפכה בבלשנות בהשתמשו במושגים מן הלוגיקה המתמטית, המתמטיקה ומדעי המחשב להגדרת מושג הדקדוק עבור השפות האנושיות הטבעיות.

9. טיורינג, אלן, מ', (1936) במאמרו באנגלית:

Turing, A. M., (1936) "On computable Numbers With an Application to the Entscheidungsproblem". *Proc. London Math. Society, Vol 2*, No. 42, pp. 230-265.

הגדיר מהו חישוב, מהו מחשב, והוכיח מגבלה חשובה של החישובים המתבצעים בכל מחשב שהוא. נוסף על-כך, הוא הוכיח שהמודל שלו, המנוסח במונחים של מנגנוני חישוב הפועלים על טקסטים ומוגדרים באמצעות טקסטים, שקול לחלוטין עם המודל של עמיתו אלונסו צ'רץ', שהיה מנוסח כתורה טקסטואלית על טקסטים [צ'רץ', 1936].

10. יפרח, ג'ורג', (1990). *ספרות ומספרים: היסטוריה של המצאה גאונית*. ירושלים: הוצאת כרטא. 1990 (מצרפתית, 1981).

11. מקלוהן, מ'. (2003) *להבין את המדיה*. תל-אביב: בבל.

ספר זה, במקורו האנגלי נכתב בשנת 1964, ובו מקלוהן מנבא (בהצלחה מסוימת) תופעות תרבותיות שונות אותן הוא מייחס להשפעת הטכנולוגיה האלקטרונית על תרבותנו. ספר זה נחשב כספר מייסד בעיני אלה המאמינים שהטכנולוגיה היא כוח עליון בהשפעתה על החברה ועל התרבות. לאמונה זו קוראים "התפיסה הדטרמיניסטית של הטכנולוגיה". בהתאם לכך, הוצאת הספרים של MIT ראתה לנכון להוציא את הספר מחדש בשנת 1994, ואילו אנו זכינו לתרגום עברי שלו בשנת 2003. כותרת הספר המקורי הייתה (בתרגום שלי): "להבין את המדיה: ההרחבות של האדם". חשוב להבין כי העובדה שנבואותיו לגבי תופעות שונות התקיימו אינה מוכיחה דבר לגבי תקפות ההסברים שהוא נתן לתופעות הללו, אם כי זה נשמע כאילו שהתיאוריה שלו היא שניבאה את התופעות (של "הכפר הגלובלי", של המעבר מתרבות אנליטית לתרבות מיידית, ועוד).

12. פוסטמן, ניל, (1982) בתרגום לעברית (1990): *אבדן הילדות*. תל-אביב: ספרית פועלים.

בספר זה מבטא פוסטמן את התפיסה הדטרמיניסטית ביחס לטלוויזיה, כזו שגורמת לאובדן הילדות בגלל שהיא מבטלת את הצורך בשימוש בטקסטים לקבלת מידע ולמידה (לטענתו) וכן לעוד כמה תופעות מצערות אחרות. פוסטמן שהיה תלמיד של מקלוהן, מתאר בספר זה גם את השפעת המצאת דפוס התווים הניידים על תרבות אירופה. ראוי לציין, שלמרות מספר המשפטים הרב בניסוחו של פוסטמן שבהם מכוונה זו היא נושא המשפט (כגון "הדפוס גרם...", "הדפוס הפך...", "הדפוס יצר...", "הדפוס הניח את...") וביטויים אחרים המשכנעים את הקורא עד כמה מכבש הדפוס אחראי לתופעות תרבותיות שונות, נוכל למצוא בספר זה [בעמ' 31 למשל] הצהרה חד-משמעית על כך שהמצאת הדפוס הייתה הכרח הנובע מתנאים אינטלקטואליים מסוימים. מן הראוי לציין שחלק ניכר של התופעות המיוחסות לדפוס, באו לעולם, התעוררו והתרחשו עוד במאה ה-12 [איליץ', 1993].

13. צ'רץ', אלונסו, (1936) במאמרו באנגלית:

Church, A., (1936). "An unsolved problem of elementary number theory," *American Journal of Mathematics, Vol. 58*, pp. 345-363.

הגדיר שפה פורמלית לתיאור ולחישוב של פונקציות כלשהן הניתנות לתיאור על-ידי טקסטים בכלל ולחישוב על-ידי פעולות טיפוגרפיות (כלומר, על-ידי הזזת סימנים או החלפת סימנים, או מחיקת סימנים או הוספת סימנים). לשפה זו קרא "תחשיב לאמבדא". טיורינג בנספח למאמר שלו [טיורינג, 1936] הוכיח שהמושגים שהגדיר צ'רץ' ("פונקציה ניתנת לחישוב" ו-"פונקציה כללית לחישוב כל הפונקציות הניתנות לחישוב") שקולים לחלוטין עם המושגים שהוא הגדיר ("פונקציה הניתנת לחישוב על-ידי מכונת טיורינג" ו-"מכונת טיורינג אוניברסלית"). לאור התוצאות האלה, ותוצאות דומות נוספות, נוסחה הצהרה בשם "התזה של צ'רץ' וטיורינג" הקובעת שכל תהליך הניתן לחישוב בדרך כלשהיא, ניתן לחישוב לפי המודלים של צ'רץ' וטיורינג.

14. קליינברג, אביעד (2000) בספרו *דגל החזיר של האח ג'ינפרו* (זמורה ביתן מוציאים לאור) מתאר את השימוש בסיפורי הקדושים בימי הביניים ומתייחס אל תמורות תרבותיות חשובות נוספות סביב המאה ה-12 באירופה הנוצרית.

15. שורץ, יוסף (1999). בספרו **מהמנוז אל האוניברסיטה: בין תאולוגיה לפילוסופיה בימי הביניים** (אוניברסיטה משודרת – הוצאת משרד הביטחון) אפשר למצוא עדויות רבות על התפתחות הדעת האקדמית בימי הביניים, על המתחים שבין הכנסייה הנוצרית והאקדמיה הצומחת במאה ה-13, על תפקידם של היהודים כגשר תרבותי בין האסלאם והנצרות, על התפתחות מושג האינדיבידואל והגישה הביקורתית, ועוד.
- בכלל, על תולדות אירופה הנוצרית בימי הביניים יש ללמוד ממקורות היסטוריים מוסמכים, כדי להבין כיצד דוכאה בה התרבות היוונית על ערכיה, בתחום החשיבה הביקורתית והסקרנות המדעית, וכיצד תרבות זו חזרה אל אירופה הנוצרית והנצה בה מחדש, אחרי שהייתה פיקדון בידי המוסלמים, שלוש מאות שנה לפני הרנסאנס השלישי – ולפני המצאת המדפס.
16. על תולדות מדעי הטבע, מיוון, דרך האסלאם, וחזרה לאירופה הנוצרית, יש ללמוד ממקורות העוסקים בתולדות המדעים, ובעיקר מאלה העוסקים בתולדות המדעים הפיסיקליים. במקביל, כדאי לעיין בתולדות המתמטיקה, מגילוי מושג ההוכחה על-ידי המתמטיקאים היווניים ועד למתמטיקאים המוסלמים וחזרת המתמטיקה אל התרבות המערבית.
17. הערה על תולדות הפיסיקה המודרנית:
- חוקרי תולדות המדעים מגדירים את תקופת המדע המודרני כזו המתחילה בעבודתו של גלילאו (במאה ה-16). התנופה הראשונה לפיתוח מדעי של הפיסיקה ניתנה על-ידי ניוטון (במאה ה-17). המכניקה שלו התבססה על תפיסת הכוחות כנגרמים על-ידי מאסות חומריות במערכות ייחוס המתנהגות לפי חוק ההתמדה של גלילאו. המהפכה הראשונה שהתרחשה בתפיסה זו נגרמה על-ידי פיתוח מושג "השדה" כגורם לכוח מגנטי וחשמלי, ועל-ידי האחדת האופטיקה עם החשמל והמגנטיות על-ידי גיימס מקסוול (במאה ה-19) במשוואות הקרויות על שמו. אלברט איינשטיין (בתחילת המאה ה-20) הצליח למוג את חוקי ניוטון ומשוואות מקסוול לתיאוריה אחידה המוכרת בשם "תורת היחסות". בחלקה הראשון, "תורת היחסות הפרטית", הייתה מצומצמת לאותן מערכות ייחוס שבהן דנה המכניקה של ניוטון, על סמך ההנחה שמהירות האור היא מוחלטת. בחלקה השני, "תורת היחסות הכללית", חלה על כל מערכות הייחוס האפשריות, ובה כוח הכבידה הוגדר כתופעה גיאומטרית של המרחב הפיסיקלי. כל העבודות, של מקסוול ושל איינשטיין, היו עבודות טיפוגרפיות, של תיהלוך נוסחאות, שלא היו ניתנות להשגה ללא שימוש בטקסטים. [בשנת 1947 יצא לאור בהוצאת ספריית הפועלים ספרון שכותרתו "**הפיזיקה החדשה: התפתחות השקפות מן המושכלות הראשונים עד היחסות והקואנטים**" ומחבריו אלברט איינשטיין וליאופולד אינפלד. מומלץ ביותר, גם למי שאינו מושכל במיוחד בפיסיקה או במתמטיקה.]

<~*~>