

מחזון פדגוגי לתעשיית הייטק: תפקידם המכריע של יזמים ללא כוונות מסחריות בהיווצרותה של תעשיית הטכנולוגיה החינוכית בישראל

אסף עמית*

תקציר. תהליך התפתחותן וצמיחתן של תעשיות משך לאורך השנים תשומת לב במחקר, לאור חשיבותן ותרומתן של התעשיות לצמיחה כלכלית, לפיתוח מוצרים ושירותים חדשים ולחדשנות טכנולוגית. לאחרונה נפוצו קריאות להתמקד בשלבים הראשוניים ביותר בחיי התעשייה, ובמיוחד ב"שלב הדגירה" (incubation stage) שלה – התקופה שבה מתקיימת פעילות יזמית טרם השקת המוצר המסחרי הראשון. מחקר זה בוחן את הגורמים שהביאו להיווצרות תעשיית הטכנולוגיה החינוכית בישראל, שהייתה אחת החלוצות בתחום פיתוח התוכנה בישראל. המחקר עוקב אחרי פעילות של שבעה מיזמים לא מסחריים שהיו הראשונים בתחום והחלו את פעילותם בשנים 1977-1983, ומתבסס על 12 ראיונות מובנים למחצה, מתוכם שישה עם המייסדים והמובילים של מיזמים אלו. הממצאים מצביעים על חשיבות תפקידם של יזמים וארגונים הפועלים ללא מטרת רווח – אלה הובילו את כל שלבי היזמות הטכנולוגית בתחום, ובכלל זה פיתוח טכנולוגי וייצור והפצה של מוצרי תוכנה. עד כה לא הוקדש מחקר רב לפעילות לא מסחרית של פיתוח מוצרים טכנולוגיים הקודמת להיווצרותן של תעשיות חדשות, והמאמר שופך אור על מאפייניה ועל חשיבותה.

מילות מפתח: היווצרות תעשיות, שלב הדגירה, יזמות

מבוא

תעשיות חדשות תורמות רבות לחברה ולכלכלה. הן מייצרות מקומות עבודה, מספקות מוצרים ושירותים חדשים ועשויות לתרום לצמיחה כלכלית (Forbes & Kirsch, 2011; Gustafsson et al., 2016). עד לאחרונה, המחקר שעוסק בתעשיות חדשות התמקד בעיקר

* ד"ר אסף עמית, המחלקה לסוציולוגיה ולאנתרופולוגיה, האוניברסיטה העברית בירושלים
המאמר מבוסס על חלקים ממחקר לתואר דוקטור באוניברסיטה העברית בירושלים בהנחייתן של עמליה אוליבר וגילי דרורי. ברצוני להודות לעמליה ולגילי על ההשקעה, הרעיונות והתובנות, שסייעו לי רבות בכתיבת המחקר. תודתי נתונה גם לשופטים האנונימיים של סוציולוגיה ישראלית על הצעותיהם שסייעו בשיפור המאמר. תודה מיוחדת לכל המרואיינים, שתרמו וסייעו רבות לקידום המחקר.

בשלבם שלאחר השקת המוצר המסחרי הראשון ובאופן התפתחותה של התעשייה מנקודה זו ואילך (Agarwal et al., 2017; Gustafsson et al., 2016). בשנים האחרונות החלו חוקרים בתחום לבחון את התקופה המוקדמת יותר בחיי התעשייה, הנקראת שלב הדגירה או תקופת הדגירה (incubation stage) – התקופה שקדמה להשקת המוצר המסחרי הראשון (Agarwal et al., 2017; Moeen & Agarwal, 2017; Kirsch et al., 2013; et al., 2017). בתקופה זו, שבה עדיין לא מתקיימת פעילות מסחרית, יש לעיתים חשיבות רבה לשחקנים הפועלים ללא כוונת רווח, העשויים ליצור תנאים שמאפשרים את התהוותה של התעשייה החדשה (Hiatt et al., 2009; Lounsbury et al., 2003; Sine & Lee, 2009; Tolbert et al., 2011; Wadhvani, 2011). המחקר בתחום מצא כי פעילות לא מסחרית של ארגונים או תנועות חברתיות בתקופת הדגירה יוצרת אצל צרכנים מודעות או ביקוש למוצרים ולשירותים חדשים, מעודדת יזמים להתחיל לפעול בשדה המתהווה, ומעצבת רגולציה תומכת לפעילות מסחרית בתחום. כל אלה מביאים לקיומה של מערכת תנאים המאפשרת את תחילת הפעילות של התעשייה המסחרית החדשה.

מאמר זה בוחן את פעילות המיזמים אשר החלו לפעול בשנים 1977-1983, תקופת הדגירה של תעשיית הטכנולוגיה החינוכית בישראל (EdTech), ובמיוחד את פעילותם של היזמים הראשונים בתחום, שפעלו מתוך מוטיבציות מקצועיות וללא מטרות מסחריות והתבססו על חזון חינוכי ופדגוגי. במקרה זה, בניגוד למה שהראו מחקרים קודמים (Hiatt et al., 2011; Tolbert et al., 2009; Sine & Lee, 2009; Lounsbury et al., 2003; al., 2009), היזמים בשלב הדגירה לא התמקדו ביצירת תנאים מתאימים לתעשייה מסחרית, אלא בפעילות ליבה של פיתוח טכנולוגי ובייצור ובהפצה של מוצרי תוכנה. כך מתאר המאמר היבט נוסף ולא מוכר של פעילות טכנולוגית לא מסחרית בשלב הדגירה, ומתאר כיצד זו תרמה להיווצרות תעשיית הטכנולוגיה החינוכית בישראל וקידמה אותה. בזכות הגישה לשבעה מיזמים לא מסחריים שהיו מהראשונים בתחום, המאמר סוקר את הרוב המוחלט של הפעילות בתחום בשנים אלו ופורש ניתוח עשיר המתבסס על ראיונות עם המייסדים, עם מובילי המיזמים ועם שחקנים מרכזיים אחרים שפעלו אז בתחום הטכנולוגיה החינוכית. על כן תרומת המאמר כפולה: ראשית, הוא מספק ניתוח אנליטי עשיר של תקופת הדגירה של תעשיית הטכנולוגיה החינוכית ותורם לבסיס הידע בנושא היווצרותן של תעשיות. שנית, מחקר זה שופך אור על חשיבותם של יזמים וארגונים ללא מטרות מסחריות להיווצרותה של תעשיית הטכנולוגיה החינוכית בישראל, בניגוד למחקרים קודמים, העוסקים בגורמים משפיעים אחרים כגון פעילות ממשלתית (Avnimelech & Teubal, 2006), מחקר אקדמי (Powell & Sandholtz, 2012), תנועות חברתיות (Lounsbury et al., 2003; Sine & Lee, 2009) ויזמים מסחריים (David et al., 2013) על היווצרותן של תעשיות (לסקירה רחבה ראו Agarwal et al., 2017).

רקע תאורטי

שלב הדגירה של תעשיות הוא תקופת הפעילות שלפני השקת המוצר המסחרי הראשון, והוא מתחיל בתגובה לטריגר מסוים (Agarwal et al., 2017). למרות חשיבותה של תקופה זו להבנת אופן היווצרותן של תעשיות חדשות, רבים הצביעו על מחסור במחקר העוסק בה

Agarwal et al., 2017; Forbes & Kirsch, 2011; Kirsch et al., 2013; Moeen & Agarwal, 2011; Phaal et al., 2017). לאחרונה זיהו חוקרים שלושה היבטים שלא נחקרו דיים בהקשר של שלב הדגירה: הטריגרים לשלב זה, השחקנים המרכזיים בו והפעולות שבוצעו במהלכו (Agarwal et al., 2017). הטריגר לפעילות בשלב זה הוא לרוב אחד משלושה סוגים: פריצת דרך טכנולוגית או מדעית, צורך לא ממומש, או מאמץ ממשלתי מרוכז לפתרון בעיה לאומית או גלובלית (Agarwal et al., 2017). הטריגר מעודד שחקנים לפתוח בפעילות ראשונית ולהניע תהליך שבסופו, אם הוא מצליח, מוצע לשוק מוצר מסחרי ראשון. מחקרים מראים כי תקופת הדגירה של תעשייה חדשה אורכת בממוצע בין 26 ל-28 שנים (Agarwal et al., 2017; Moeen & Agarwal, 2017), וכי יש שונות גדולה יחסית בין תעשיות (Agarwal & Bayus, 2002; Golder et al., 2009).

תקופת הדגירה מאופיינת באי־ודאות רבה, הנובעת מהיעדר תפיסה ברורה לגבי אופי הפעילות הרצוי בתעשייה המתהווה ומהיעדר מבנה שוק ברור והגדרות מוצר (Moeen et al., 2009; Santos & Eisenhardt, 2020). לאי־הוודאות ארבעה היבטים עיקריים: אי־ודאות טכנולוגית, אי־ודאות לגבי הביקוש למוצר, אי־ודאות לגבי האקוסיסטם של התעשייה החדשה, ואי־ודאות מוסדית (Moeen et al., 2020). אי־ודאות טכנולוגית נובעת מהיעדר ידע טכני לגבי פיתוח המוצר הרצוי ומהקושי להעריך אם אפשר לפתחו, כיצד ובתוך כמה זמן. אי־ודאות לגבי הביקוש נוגעת להעדפות הצרכנים, לנכונותם לשלם עבור המוצר ולסכום שיסכימו לשלם בהינתן סוג המוצר או הפונקציונליות שלו. אי־ודאות לגבי האקוסיסטם נוגעת להיבטים של שרשרת האספקה (רכש, ייצור, מכירות ושירות), וגם למוצרים משלימים שיוצרים ערך מוסף עם המוצר החדש ולא בהכרח קיימים בשוק. אי־ודאות מוסדית נובעת מחלקיות הידע לגבי היבטים רגולטוריים של התעשייה החדשה ולגבי נכונותם של שחקנים למכור ולקנות את סוג המוצר החדש. צמצום אי־הוודאות קריטי לתהליכי היווצרותן של תעשיות וליצירת הידע הנדרש לקיומן.

מחקרים אחדים הראו כיצד ארגונים ללא כוונת רווח ותנועות חברתיות מסייעים להפחתת אי־הוודאות בתהליכי היווצרותן של תעשיות. הארגונים והתנועות יוצרים ביקוש למוצרים ומעודדים יזמים להיכנס לפעילות עסקית בתחום (Hiatt et al., 2009; Lounsbury et al., 2011; Tolbert et al., 2009; Sine & Lee, 2003; et al., 2003). ויוצרים תנאים מוסדיים נוחים יותר לפעילות כגון רגולציה תומכת (Lounsbury et al., 2003; Shah et al., 2017; Sine & Lee, 2009). פעילות זו יוצרת שינוי רגולטורי, נורמטיבי וקוגניטיבי המאפשר בסופו של דבר הקמה של תעשייה מסחרית, באמצעות הפחתת אי־הוודאות לגבי הביקוש על ידי שכנוע צרכנים פוטנציאליים בחשיבות המוצר, וכן באמצעות הפחתת אי־הוודאות המוסדית על ידי יצירת מערכת רגולטורית תומכת ויצירת לגיטימציה לתחום החדש. פעילות כזאת תרמה להיווצרותן של תעשיות שונות ובהן התעשיות האמריקניות של אנרגיית רוח (Sine & Lee, 2009), מיחזור (Lounsbury et al., 2003) ומשקאות קלים (Hiatt et al., 2009).

שחקן חשוב נוסף שתרם להיווצרותן של תעשיות חדשות הוא האקדמיה (Agarwal et al., 2012; Powell & Sandholtz, 2017). תנועות חברתיות וארגונים ללא מטרת רווח סייעו בקידום של תנאים חברתיים, כלכליים ומוסדיים הולמים להקמת תעשייה; האקדמיה מצידה יכולה לספק לתעשייה המתהווה את הידע והפיתוח הטכנולוגי הנדרש. כך, למשל, תעשיית הביו־טכנולוגיה התבססה על ידע ושיטות עבודה של חוקרים מן האקדמיה

(Powell & Sandholtz, 2012), ותעשיות אחרות, כגון תעשיית האנטיביוטיקה, הזרעים ומסכי התצוגה השטוחים, נוצרו מתוך ידע וטכנולוגיה שמקורם במחקר אקדמי שעודד היווצרות של פעילות מסחרית סביב הפיתוח הטכנולוגי (Agarwal et al., 2017). מחקרים אלו הראו כי פעילות לא מסחרית יכולה לתרום בדרכים שונות להיווצרותן של תעשיות מסחריות. עם זאת, יזמים וארגונים ללא כוונות מסחריות הפועלים לפתח טכנולוגיה, לייצר אותה ולהפיצה לא נחקרו עדיין בהקשר של שלב הדגירה בהיווצרותן של תעשיות. מחקר זה בוחן מקרה שבו כלל הפעילות היזמית בתקופת הדגירה של התעשייה – ובו פעילות הפיתוח, הייצור וההפצה – בוצע על ידי יזמים וארגונים ללא כוונת רווח וללא מטרות מסחריות. המסגרת האנליטית של ראג'שרי אגרוואל ועמיתותיה (Agarwal et al., 2017), שמתמקדת בטריגרים, בשחקנים ובפעולותיהם, אפשרה לערוך ניתוח מקיף של פעולותיהם הבלתי תלויות של יזמים וארגונים ללא כוונות מסחריות ולבחון כיצד אלה הביאו לבסוף להיווצרותה של תעשיית הטכנולוגיה החינוכית בישראל. המאמר מתמקד באינטראקציות בין שלושת הממדים של המסגרת האנליטית, ובמיוחד באופן שבו המצאת המחשב האישי – שהייתה הטריגר הטכנולוגי לתעשייה – והמוטיבציה של היזמים לשינוי חינוכי ופדגוגי באופני הלמידה התמזגו לכדי פעילות של פיתוח, ייצור והפצה של מוצרי תוכנה מתקדמים מאוד יחסית לתקופה.

יזמות בישראל

ישראל היא מדינה בעלת מאפיינים יזמיים ומהווה מוקד יזמות וחדשנות טכנולוגית (de Fontenay & Carmel, 2001; Engel & del-Palacio, 2011; Senor & Singer, 2009). מאפיינים אלו התעצמו מאוד בשנות התשעים, לאחר יישומה של תוכנית ממשלתית לקידום תעשיית הון סיכון: אז החל תהליך התפתחות משותף של תעשיית ההון סיכון וסקטור ההייטק, שהזינו זה את זה, ותחומים אלו החלו לפרוח בישראל (Avnimelech & Teubal, 2006). לצד תעשיית ההון סיכון, גם ידע טכנולוגי שהתפתח בצבא (Breznitz, 2005) ושיתוף פעולה בין האקדמיה לתעשייה (de Fontenay & Carmel, 2001) נחשבים גורמים שמקדמים את היותה של ישראל מוקד של חדשנות. מחקר זה מתאר את תפקידיהם של שחקנים אחרים, שפחות נחקרו בהקשרים אלו, בתקופה מוקדמת יחסית של תהליכי פיתוח מוצרי תוכנה בישראל.

שיטה

המאמר בוחן את הפעילות היזמית שהתקיימה בשנים 1977-1983 בתעשיית הטכנולוגיה החינוכית בישראל. פרק זמן זה נבחר מכיוון שבשנת 1977 הוצגו המודלים הראשונים של המחשב האישי, ואלה היו טריגר לפעילותה של תעשייה זו; ובשנת 1983 הוקמה החברה המסחרית הראשונה בתחום בישראל – אירוע שסימן את סיום תקופת הדגירה של התעשייה ואת המעבר לפעילות מסחרית. המחקר נעשה באמצעות בחינת פעילות היסטורית, גישה שחוקרים טוענים כי היא יעילה בחקר היווצרות תעשיות (Agarwal et al., 2013; Kirsch et al., 2011; Forbes & Kirsch, 2017). לצורך המחקר נערכו 12 ראיונות עומק עם שחקני מפתח שפעלו בתקופה האמורה. מאחר שכמעט כל היזמים שפעלו בתקופה הנחקרת היו זמינים לראיונות ונכונים לתרום מידע רב ומפורט על פעילותם, הראיונות

סיפקו תמונה רחבה על הפעילות בשנים אלו, אפשרו לאפיין לעומק את פעילות התעשייה אז, ולהסיק מסקנות על בסיס כלל האוכלוסייה ולא בהתבסס על מדגם. יתר על כן, מכיוון שהמרוויינים פעלו בשבעה מיזמים שונים ועצמאיים שכמעט לא הייתה ביניהם תלות הדדית, היה אפשר לערוך השוואה, אימות והצלבת נתונים ולחזק את תוקף הממצאים (Eisenhardt & Graebner, 2007). כמו מחקרים היסטוריים אחרים בתחום הארגונים, מטרת המחקר אינה בהכרח להחיל את הממצאים על כלל המקרים אלא לבחון פעילות מסוימת ואת התפתחותה בהקשר מסוים (Hargadon & Douglas, 2001; Cattani et al., 2017). כמו כן, המאמר אינו מתיימר להציג את ההיסטוריה המדויקת של התחום, אלא ללמוד מהפעילות ההיסטורית בתחום הטכנולוגיה החינוכית על מנת להבין את התהליכים היוזמים שתמכו בהתפתחות התחום ובהיווצרות תעשיית הטכנולוגיה החינוכית.

תעשיית הטכנולוגיה החינוכית מספקת מוצרים ושירותים דיגיטליים לצורכי למידה כגון תכנים דיגיטליים, מערכות ניהול למידה, מוצרי מדידה והערכה של פעילות חינוכית ומוצרים נוספים שמטרתם לשפר תהליכי למידה. מקרה היווצרותה של תעשיית הטכנולוגיה החינוכית בישראל מספק הזדמנות לבחון פעילות לא מסחרית בתקופת הדגירה. מחקרים קודמים בנושא פעילות לא מסחרית שמביאה לפיתוחים טכנולוגיים ולהקמתן של תעשיות חדשות התייחסו לרוב להקשר של פעילות אקדמית, או של יחידות מחקר ופיתוח (מו"פ) ממשלתיות (Agarwal et al., 2017). בניגוד לכך, תעשיית הטכנולוגיה החינוכית מבוססת בעיקר על יזמים עצמאיים, ואף שחלק מהיזמים בתחום פעלו מתוך האקדמיה או פעלו במקביל לעבודתם כחוקרים, מרבית פעילות הפיתוח במהלך התקופה הנחקרת נעשתה בשדה, ללא אופי אקדמי ובלי הכוונה ממשלתית. ההקשר הישראלי מספק מסגרת מעניינת למחקר, שכן ישראל נושאת מאפיינים יזמיים והיא מוקד של יזמות וחדשנות טכנולוגית (de Fontenay & Carmel, 2001; Engel & del-Palacio, 2011; Senor & Singer, 2009). על כן, המקרה המתואר כאן עשוי לספק מסגרת מחקר עשירה ופורה לתהליכי יזמות וחדשנות. בנוסף, פעילות לא יזמית בתחום תרמה באופן בלעדי לפיתוח, לייצור ולהפצה של המוצרים הטכנולוגיים באותה תקופה. לכן תעשיית הטכנולוגיה החינוכית בישראל היא מקרה מעניין של פעילות לא מסחרית שהביאה לא רק ליצירת תנאים תומכים לפעילות מסחרית, כפי שמוצע בספרות המחקר, אלא גם לפיתוחים טכנולוגיים עצמם ולבסיס הידע שעליהם נשענה התעשייה בתחילת דרכה. מרבית היזמים בתקופת הדגירה התראיינו למחקר, ולכן התאפשרו הצלבת המידע וזיהוי של המיזמים והשחקנים המרכזיים בתחום בשנים אלו. לפיכך המחקר מציע ניתוח עשיר ומפורט של שלב הדגירה של התעשייה, המבוסס, למיטב ידיעתי, על כלל המיזמים הרלוונטיים שפעלו בשנים אלו.

איסוף הנתונים

בשנים 2015-2019 נערכו 12 ראיונות מובנים למחצה עם המייסדים והמובילים של שבעת המיזמים הראשונים בתחום הטכנולוגיה החינוכית בישראל ועם שחקנים מובילים נוספים כגון חוקרים, מנהלים ועובדים בכירים בתחום (תשעה מהמרוויינים היו גברים ושלוש נשים). מסמך המסכם את פעילותן של חמש מערכות מובילות של טכנולוגיה חינוכית (דיוויס, 1983) סייע בבחירת המרוויינים הראשונים למחקר. כמו כן נמצאו שני מיזמים נוספים שפעלו בשנים אלו, האחד באקדמיה והאחר בצבא, וגם מייסדיהם רואיינו. בסך

הכול נערכו שישה ראיונות עם מייסדי ומובילי המיזמים (חמישה יזמים ועוד מנהלת של מיזם ממשלתי בתחום)¹ ושישה ראיונות נוספים עם שחקנים מרכזיים אחרים בתחום, שיכלו לתרום מידע רב על הפעילות בשנים הנסקרות. היזם של המיזם השביעי נפטר לפני שנים רבות, אך כמה מן המרואיינים הכירו אותו היטב ויכלו לספק פרטים רבים על פעילותו. מובילי המיזמים שרואיינו נשאלו על הרקע המקצועי שלהם, המוטיבציה שלהם בהקמת המיזם, האתגרים שנתקלו בהם, הפעולות שנקטו, שיטות פיתוח המוצרים והתפיסות המקצועיות שלהם בתקופה שבה פעלו. המרואיינים האחרים סיפקו פרטים נוספים על פעילות המיזמים. הראיונות נמשכו בין 45 דקות ל-5 שעות. נוסף על כך נאספו חומרים מבלוג של אדם שפעל בתחום בתקופה הנסקרת, ואלה סיפקו פרטים נוספים על כמה מהמיזמים בתחום.²

ניתוח הנתונים

ניתוח הנתונים נערך בשלושה שלבים. תחילה נבחנו הנרטיבים הכרונולוגיים של שבעת המיזמים על מנת לזהות את השחקנים המובילים, האירועים החשובים (שנת ההקמה, נקודות תפנית, שינויים) והפעולות העיקריות שנעשו בכל אחד מהמיזמים (Langley, 1999). אחר כך זוהו מתוך הראיונות קטגוריות מסדר ראשון המאפיינות את המיזמים. קטגוריות אלו שימשו כתוויות תיאוריות (Miles & Huberman, 1994) לסוגים שונים של מוטיבציות יזמיות, תפיסות ופעולות. שלב זה בוצע באופן איטרטיבי תוך חזרה לנתונים האמפיריים ובחינה של התאמת הקטגוריות לנתונים, על מנת לתקף ככל האפשר את הקטגוריות שזוהו. לבסוף זוהו קטגוריות כוללות מסדר שני (Strauss & Corbin, 1998) על סמך ספרות המחקר בתחום. המסגרת האנליטית של המאמר (Agarwal et al., 2017) סייעה לנתח ולהציג את הממצאים על בסיס שלושת הממדים של תקופת הדגירה: טריגרים, שחקנים ופעולות.

ממצאים

המחקר בוחן את הגורמים, ההקשר והדינמיקה שהביאו לפעילות היזמית ולפיתוחים הטכנולוגיים הראשוניים על ידי מיזמים ללא מטרות רווח בשלב הדגירה של תעשיית הטכנולוגיה החינוכית בישראל. טבלה 1 מסכמת את הממצאים, את הקטגוריות מסדר ראשון ומסדר שני ואת שלושת הממדים של שלב הדגירה.

1 לצורכי נוחות, כל אלה יכוננו במאמר יזמים.

2 שתי רשומות על התקופה אוחזרו מהבלוג של יוסי רגב באתר תפוז בתאריך 13.8.2018. הבלוג אינו זמין עוד, אך החומרים הרלוונטיים נמצאים בידי כותב המאמר.

טבלה 1. סיכום הממצאים

| ממד | קטגוריות מסדר שני | קטגוריות מסדר ראשון |
|---------|--|--|
| טריגרים | מפגש עם טכנולוגיה בעלת פוטנציאל לקידום למידה | מפגש מקרי עם מחשב אישי |
| | | מפגש עם מכונות למידה |
| שחקנים | רקע מקצועי ושיוך ארגוני | היכרות מוקדמת עם טכנולוגיה |
| | | שיוך ארגוני רלוונטי ללמידה ולחינוך |
| | | מוטיבציה לטפל בשונות הבינאישית בכיתה |
| | | מוטיבציה לפתח דרכי למידה חדשות |
| | | מוטיבציה לעסוק בחדשנות טכנולוגית |
| | | חזון חינוכי ואמונה ביכולת של הטכנולוגיה לקדם למידה |
| פעולות | ניצול משאבים חומריים זמינים - חומרה וכספים | בריתות עם יבואני משאבים |
| | | שימוש במענקי מחקר |
| | | שימוש במתנדבים ובכוח אדם לא מיומן |
| | | שימוש בכישורים אישיים |
| | | ניצול משאבים ייעודיים של הפריפריה הגאוגרפית של ישראל |
| | | מעורבות צה"ל כלקוח מתנסה |
| ממשלתית | בניית תנאים למסחר | גיוס תמיכה ומעורבות |
| | | מינוף הידע שנצבר לפעילות מסחרית |
| | | |

המחקר בוחן את הגורמים, ההקשר והדינמיקה שהביאו לפעילות היזמית ולפיתוחים הטכנולוגיים הראשוניים על ידי יזמים ללא מטרות רווח בשלב הדגירה של תעשיית הטכנולוגיה החינוכית בישראל. שלוש יחידות הניתוח של המחקר היו כאמור הטריגרים לפעילות, השחקנים המרכזיים והפעולות המרכזיות בתקופה הנחקרת (Agarwal et al., 2017), ואציג אותן מייד, אך תחילה אתאר את הרקע שקדם לשנות המחקר. הפעילות הקשורה לטכנולוגיה חינוכית שהתקיימה בישראל לפני 1977 הייתה מעטה. הטלוויזיה הלימודית החלה את שידוריה ב־1966, והמרכז לטכנולוגיה חינוכית (מט"ח) נוסד ב־1970. שניהם הוקמו ביוזמה ובמימון של קרן רוטשילד (אלגלי, 2017). הפעילות כללה בעיקר חומרי וידאו לימודיים ששודרו בטלוויזיה ופיתוח תוכנית לימודים בחשיבה

אלגוריתמית ובתכנות לילדים. מיזמים אלו יושמו בכיתות ללא מחשבים (אלגלי, 2017), ולא כללו אינטראקציה ישירה בין הלומד לטכנולוגיה. אינטראקציה כזאת התקיימה לראשונה ב־1977, עם כניסת המחשבים הראשונים לבתי הספר. המחשבים האישיים הראשונים, שהומצאו בשנה זו, היו טריגר לפעילות לא מסחרית של יזמים חינוכיים בשנים 1977-1983. אלה פיתחו מוצרי תוכנה חדשים במטרה לקדם למידה טובה יותר. בשנת 1983 החלו חלק מהמיזמים להפוך את פעילותם בתחום למסחרית. צעד זה בישר על סיום שלב הדגירה ומעבר לשלב המסחרי של תעשיית הטכנולוגיה החינוכית בישראל.

טריגרים

הטריגר העיקרי לפעילות החדשה היה פיתוחם של המחשבים האישיים הראשונים ב־1977. היצרניות הבולטות היו חברות אפל, קומודור, אטארי ו־RadioShack. התפתחות טכנולוגית זו הביאה ישירות להקמת ארבעה מתוך שבעת המיזמים הראשונים בשדה בישראל. היזמים שהובילו את ארבעת המיזמים האלה דיווחו כי מפגש מקרי עם המחשב האישי העלה אצלם מייד את הרעיון להשתמש בטכנולוגיה החדשה בעולם החינוך ועורר אצלם מוטיבציה לפתח תוצרים טכנולוגיים-חינוכיים על גבי המחשב האישי. כל אחד מארבעת היזמים החל בתהליך הפיתוח עם סוג המחשב שבו נתקל לראשונה: שלושה השתמשו במחשב אפל ואחד השתמש במחשב קומודור PET. ארבעתם תיארו את המפגש הראשון שלהם עם המחשב האישי כאירוע קריטי בתחילת פעילותם. כך למשל תיאר אחד מהם:

באותו זמן התחלתי לקרוא פרסומים. יצא לאוויר העולם הקומודור PET, לפני הקומודור 64. הקומודור PET הייתה מכונה בין 8K ל־16K זיכרון פנימי, מגיע עם טייפ קסטות... אבל הוא היה מכשיר מדהים, אינטראקטיבי. כתבת בבייסיק ותוכנות בסיסיות, לא היה צבועוני. אבל לעשות איזשהו תכנות, לעשות נחש רודף אחרי משהו – יכולת לתכנת את זה. ראיתי את זה ונדלקתי. החלטתי [ש]אני מוכרח כזה דבר בבית ספר.

יזם אחר סיפר:

בשנת 1978 קראתי מודעה בעיתון שהגיע לארץ מישהו שהביא איזה מחשב פלא. קבעתי איתו פגישה והוא אמר לי "אין לי מושג מה זה [המחשב הזה], אין לזה עברית ואני לא כל כך יודע מה עושים עם זה". הוא הראה לי מחשב שנקרא אפל2, עם מסך שחור-לבן 9 אינץ', לא הייתה לו שום אפליקציה להראות לי, רק מערכת הפעלה. אבל העובדה שאתה יכול לכתוב משהו במקלדת ורואים את זה, זה היה פלאי פלאים... אז אמרתי לו תשמע, אני רוצה להיות הנציג של הדבר הזה במערכת החינוך.

שלושת המיזמים הנותרים החלו לפעול על רקע התפתחותה של טכנולוגיה אחרת: מכונות למידה. המכונות הנפוצות בשנים אלו היו Plato, ששימשה השראה לשלושה מבין היזמים לפחות, ומכונת הלמידה של פטריק סופס מאוניברסיטת סטנפורד. את זו האחרונה אימץ מט"ח והיא יובאה והותאמה למערכת החינוך בישראל מבחינת שפה ותוכנית לימודים.

בשנת 1977 היא החלה לפעול בבתי הספר בישראל באמצעות מיני-מחשב המחובר לטרמינלים. בשני המיזמים האחרים, שהחלו לפעול באופן דומה, הבינו עד מהרה את הפוטנציאל של המחשבים האישיים והעבירו גם הם את הפעילות שלהם למחשבים אישיים משיקולי עלות ונוחות. גורמים אלו אפשרו לשישה מתוך שבעת המיזמים לעבור לפעילות אינטנסיבית ונרחבת יותר.

שחקנים

הרקע האישי של היזמים היה הטרונגי מבחינת גיל, השכלה, עיסוק ומקום עבודה. שלושה מתוך שבעת היזמים היו בעלי תואר דוקטור, מתוכם שניים היו חברי סגל בבתי ספר לחינוך באוניברסיטאות שונות והשלישי היה מנהל בכיר בארגון ללא כוונת רווח של טכנולוגיה חינוכית. אחד היזמים היה מדריך בכפר נוער, שניים נוספים היו מורים למתמטיקה ויזם אחר עבד בצה"ל כמפתח תוכניות הדרכה. שישה מהיזמים החלו את פעילותם מתוך הארגון שבו עבדו, ושם גם ערכו את הפיתוח.

לכל שבעת היזמים הייתה מוטיבציה מקצועית חזקה ובשנות הפעילות הראשונות לא היו להם מניעים כלכליים, שבמקרים רבים הם נלווים ליזמות טכנולוגית. שחקן מרכזי בתחום שפעל בשנותיה הראשונות של התעשייה, ופעיל בתחום גם היום, הכיר את מרבית היזמים שפעלו אז ותיאר את מה שלדעתו הייתה המוטיבציה העיקרית שלהם. לדבריו, "כסף לא היה המניע של הדברים. [...] המניע היה לבנות, להשביח את החינוך, כל אחד במסגרות שלו. אם בדרך אתה עושה עסקים, מרוויח כסף, על הכיפאק. אבל התנועה הזאת והיזמים האלה, המרכיב האידיאולוגי היה עצום... אידיאולוגיה ועניין".

המוטיבציה העיקרית הייתה כאמור שיפור הלמידה באמצעות שימוש בפיתוחים הטכנולוגיים החדשים והתאמתם לצורכי למידה. מבחינה זו אפשר לחלק את היזמים לשתי קבוצות. הקבוצה האחת התמקדה בניצול היכולות החישוביות של הטכנולוגיה החדשה כדי לתת לכל תלמיד תכנים מותאמים ליכולותיו האישיות, וכך להקל על המורה את ההתמודדות עם ההטרונגיות בכיתה ולקבל תמונה מקיפה של מצב הלמידה של כל תלמיד ותלמיד. הקבוצה השנייה התמקדה בפוטנציאל האינטראקטיביות של הפיתוחים הטכנולוגיים החדשים. התפיסה הייתה שאינטראקציה תוכל לאפשר ללומדים למידה התנסותית ומהנה יותר ולתת בידיהם שליטה רבה יותר על מסלול הלמידה האישי שלהם. ללא קשר לסוג המוטיבציה המקצועית של היזמים, כולם התאפיינו באמביציה אדירה לפתח מוצרי טכנולוגיה חינוכית. כל היזמים דיווחו על התלהבות מהטכנולוגיה החדשה – בעיקר מהמחשבים האישיים – ומהאפשרויות הרבות שנפתחו בפניהם לפיתוח מוצרי תוכנה חינוכיים, שלדעתם יכלו לגרום לשינוי אדיר במערכת החינוך בישראל.

פעולות

כדי להשיג משאבים כגון חומרה, כספים וכישורים, וכן הזדמנויות לעבוד עם לקוחות שיספקו תשומות עבודה נוספות ויאפשרו את יצירתו של שוק ראשוני למוצרים, פעלו היזמים בשלושה מנגנונים אשר זוהו במחקר:

1. ניצול משאבים חומריים זמינים שיאפשרו את קיום הפעילות היזמית.

2. שימוש בכישורים "לא מקצועיים", אם של היזמים עצמם אם של מתנדבים, על מנת לקדם את פיתוח מוצרי התוכנה.
3. פעילות עם לקוחות ייעודיים כגון בתי ספר בפריפריה וצה"ל למטרות אקספרימנטציה, תשומות עבודה ותמיכה כספית.

שלושת המנגנונים הללו, המתוארים להלן, נחשבים בריקולאו' יזמי המוגדר כ"יכולת) להסתפק בשימוש במשאבים שנמצאים בהישג יד לשם התמודדות עם בעיות והזדמנויות חדשות" (Baker & Nelson, 2005, p. 333). השימוש בהם מעיד על יכולת לאגם משאבים באמצעות בריתות וכלים בינאשיים באופן שמבטא יצירתיות, חדשנות וגמישות ומאפשר חיסכון במשאבים ואדפטציה של מו"פ ראשוני.

ניצול משאבים חומריים זמינים: חומרה וכספים

כדי לפתח את התוכנה ולקדם את תהליכי העבודה במיזמים היה צורך לנצל משאבים חומריים זמינים, בעיקר משאבי חומרה וכספים, שהיו הכרחיים לפעילות המיזמים בתקופה זו. הדבר התבטא בעיקר בבריתות עם יבואני מחשבים ושימוש במענקי מחקר. בשל מחירם הגבוה של מחשבים באותה תקופה, היעדר משאבים טכנולוגיים היה האתגר הראשון שעימו התמודדו היזמים, ולכן הפעולה הראשונה הייתה ליצור שותפויות פורמליות ואפורמליות עם יבואני מחשבים אישיים. לפחות שלוש שותפויות כאלה נוצרו דרך קשרים אפורמליים או על בסיס התנדבותי מסוים של יבואני מחשבים, שסיפקו מחשבים ליזם על מנת שיוכל לקדם פיתוחים טכנולוגיים. אחד היזמים תיאר את ההתקשרות הראשונה עם יבואן מחשבים שעבד עימו באותה תקופה:

הצלחתי לשכנע את היבואן, שיתן לי... אמרתי לו, תן לי שלושה מחשבים, אני אראה לך מה זה עושה, זה יכניס אותך לחינוך. והוא הסכים... הוא קיבל [כסף] נדמה לי על מכשיר [מחשב] אחד ונתן לנו שלושה, משהו כזה. זו הייתה חצי תרומה...

שותפויות אלו בין יבואני מחשבים ליזמי טכנולוגיה חינוכית יצרו בסופו של דבר שרשרת אספקה יעילה ומגוון אפשרויות עבור הלקוחות, במיוחד בהתחשב בשוק הקטן יחסית של מדינת ישראל ובקשיים הכלכליים של אותה תקופה. למעשה, למערכת החינוך היו אז חמש אפשרויות בחירה של מערכות טכנולוגיה חינוכית. המיזמים סיפקו לבתי הספר גם את מוצרי התוכנה וגם את המחשבים עצמם, ולכן ההתקשרות עימם הייתה נוחה כי בתי הספר לא נדרשו לעבוד עם ספקים שונים ולתאם ביניהם. אחד היזמים אף הפך בעצמו במהלך התקופה ליבואן של יצרנית מחשבים אישיים. כך שמבחינת נקודת המבט של הלקוחות – בתי הספר – פעולת הרכישה של טכנולוגיה חינוכית הייתה נוחה ופשוטה יחסית, וכל מיזם סיפק את כל המכלול שנדרש לשימוש במוצריו. תנאים אלו יצרו נקודת פתיחה טובה לתעשייה המסחרית, שהחלה להיווצר שנים אחדות לאחר מכן.

אסטרטגיה נוספת לניצול משאבים, שיושמה בשני מיזמים אחרים, הייתה שימוש במענקי מחקר של האקדמיה על מנת לרכוש ציוד חומרה ולקדם את פעילות הפיתוח. בשני המקרים היה מדובר בחוקרים מהאקדמיה אשר החלו בפעילות פיתוח והשתמשו

ביכולתם לגייס מענקים שיאפשרו לרכוש מחשבים, ובמקרה אחד גם לממן פעילות פיתוח. באחד המיזמים שהוקם באוניברסיטה והוגדר כמעבדה, הועסקו דוקטורנטים ומסטרנטים בפיתוח תוצרי טכנולוגיה חינוכית לצורכי מחקר. כך למעשה תועלו מענקי מחקר לצורך פיתוח תוכנה של מוצרי טכנולוגיה חינוכית.

שימוש בכישורים לא מקצועיים

היזמים הצליחו לרתום לטובת פעילותם שימוש אפקטיבי בכישורים לא מקצועיים, שלהם וגם של מתנדבים (Baker & Nelson, 2005), והסתמכו לעיתים על מתנדבים ובהם מורים, ובמקרים מסוימים גם תלמידי תיכון. במיזם מסוים הוקם צוות פיתוח של עשרה מתנדבים שהורכב ממורות, תלמידים והיום עצמו; אף אחד מהם לא קיבל שכר על פעילותו, ולאף אחד מהם לא הייתה הכשרה מקצועית בתכנות. כך תיאר זאת היזם:

לקחתי צוות של חמש מורות, אף אחד לא פעל בשכר, הכול היה בהתנדבות בתחילת הדרך. אמרתי להן, בואו נלך על הנושאים שמלמדים ביסודי - כיתה ד עד כיתה ח - ואמרתי להן, תגדירו לי איך זה עובד... אז הן הגדירו מה השלבים שצריך לעשות ואני הפכתי את זה לאלגוריתמים, בחשבון זה יחסית קל, ולקחתי חמישה תלמידים שלי מהתיכון שהם לקחו את האלגוריתמים והם עשו את התכנות בבסיס [שפת תכנות]. התחלנו לעשות יישומים, ותוך כשנה, בשנת 1978, היה לנו כיסוי של חשבון מִד עד כיתה ז או ח של כל תוכנית הלימודים.

שני מיזמים אחרים פעלו גם הם באופן דומה. באחד מהם מורות ומורים היו אחראים על התוכן והתלמידים סייעו בתכנות. בשני פעל היזם בכוחות עצמו, אף שלא הייתה לו הכשרה בתכנות או בטכנולוגיה. מנגנון זה של הסתמכות על כישורים לא מקצועיים פעל בחמישה מיזמים לפחות מתוך השבעה.

פעילות עם לקוחות ייעודיים

אסטרטגיה שלישית הייתה פעילות עם לקוחות ייעודיים שיספקו תשומות עבודה ויתרונות נוספים לתהליך הפיתוח (Baker & Nelson, 2005). יזמים נדרשים לערוך אקספרימנטציה - להתנסות בפעילות שיזמו, לבחון ידע עליה ולתקף אותו באמצעות אינטראקציה עם שחקנים אחרים (Agarwal et al., 2017; Moeen et al., 2020). מערך שמאפשר ניסוי וטעייה עם מוצר חדש ולא מוכר, שאפשר לבחון באמצעותו את השימוש במוצר בתנאי המציאות, יכול לסייע רבות לתהליך הפיתוח. כדי לשפר את בסיס הידע של היזמים על המוצר או השירות שביקשו לספק, הם הסתייעו ברשויות אחדות בפריפריה הגאוגרפית של ישראל ובצה"ל. באותה עת, תפיסת משרד החינוך היתה שהטמעתה של פעילות טכנולוגית בבתי הספר עשויה לסייע במאמץ להקטנת פערים חברתיים (אלגלי, 2017). לכן פעילות בפריפריה נהנתה מתמיכה טובה יותר מצד מוסדות ממשלתיים ומוניציפליים, וזו אפשרה להם להתנסות בהטמעת מוצר טכנולוגיה חינוכית במערכת החינוך. למעשה, ארבעה מתוך חמשת המיזמים שפעלו בבתי הספר בתקופת המחקר ערכו את הפיילוט שלהם בפריפריה - שניים בצפון הארץ ושניים בדרום. בשלושה מהם מטה המיזם עצמו היה בפריפריה. לרשויות המקומיות ולמחוזות האחראים על הפריפריה במשרד החינוך היו

אינטרסים לקדם את הפעילות, והם גייסו בתי ספר למיזמים ובשני מקרים לפחות גם הקצו משאבים כספיים ושעות עבודה של עובדי מערכת החינוך כדי לקדם את פעילות המיזמים ולהטמיע את המוצרים בבתי הספר. במיזם מסוים ניתנו לבתי הספר משאבים לרכישת מרבית ציוד החומרה שהיה נחוץ לפעילות. כלומר, הפעילות הניסיונית בפריפריה נהנתה מתקציבים ייעודיים להטמעה ולפיתוח של מוצרי הטכנולוגיה החינוכית בבתי הספר, וזו אפשרה ליזמים להתנסות לראשונה בהפצת מוצריהם, לקבל משוב חשוב מאין כמותו על השימוש בהם, לשפרם ולפתחם.

בשניים מהמיזמים שימש צה"ל זירה לפיתוח מוצרים. באחד המיזמים האלה רצה הצבא לבחון כיצד מוצרי טכנולוגיה חינוכית שפותחו במט"ח יכולים לתרום לו. כך תיאר זאת מי שהיה מנהל במט"ח באותן שנים:

הטכנולוגיות דאז לא [היו] קיימות, אין טכנולוגיות מחשוב כלל וכלל בעולם בתחום ההדרכה. [ב]שנות השמונים - כלום, אין מחשב אישי עוד. הנושא של למידה באמצעות מחשב נמצאת בחיתוליה... אבל צה"ל בא ואמר, חברים, אתם [במט"ח] עושים כל מיני דברים מתקדמים בתחום הלמידה לנוער ולסטודנטים. בואו תגידו לנו מה צה"ל יכול ללמוד מכם, ובואו ננסה להיות יישומיים, לחפש דברים מעשיים. בואו נתרגם את הדברים המצליחים והחדשניים האלה גם בשביל החייל בגולני.

ואכן, עם השנים הפרויקט התפתח, היכולות הטכנולוגיות והפיתוחים של מט"ח התקדמו והמערכת שודרגה והתפתחה, ובסופו של דבר מוסחרה ונמכרה לחברה שעדיין פועלת כיום בתחום.

ניסוי פורמלי פחות ערך אחד היזמים, שעבד בצה"ל באותה עת כמפתח הדרכה. לאחר שנתקל במחשב האישי של חברת אפל, ניסה לפתח בעצמו מוצרי תוכנה שיאפשרו ליחידה שלו לספק הדרכה אפקטיבית לחיילים. משקיבל אישור להמשיך בפיתוח, הורחבה הפעילות; אותו יזם פיתח תוצרים נוספים של טכנולוגיה חינוכית באכסניה הצבאית, ושנים אחדות לאחר שחרורו, משסיים דוקטורט בתחום, הקים חברת טכנולוגיה חינוכית. כך שימש הצבא הישראלי מעין מעבדה ונקודת פתיחה לשני מיזמים בתקופת המחקר, ובשני המקרים התפתחה בסופו של דבר גם פעילות מסחרית - אם לאחר הפרטת הפעילות והעברתה לחברה מסחרית, אם באמצעות הקמת חברה על ידי היזם שהחל את פעילותו בתחום במסגרת הצבא.

בניית תנאים למסחור

בתקופה שלאחר הפעילות שהתקיימה בשנים 1977-1983 החלו ארבעה מתוך שבעת היזמים בפעילות מסחרית. מן הראיונות עולים שני גורמים עיקריים שתמכו במעבר לפעילות מסחרית: השגתה של תמיכה ממשלתית, שהתבטאה במימון רכישת טכנולוגיה חינוכית בהיקף גדול, והידע שצברו היזמים בפיתוח המוצרים במהלך פעילותם. שני אלה סייעו ליזמים שהיו מעוניינים בכך לעבור לפעילות מסחרית.

לאחר שהתנסו במספר מצומצם של בתי ספר החלו כמה מהיזמים להרחיב את פעילותם לכלל בתי הספר בישראל. לשם כך נדרשו להשיג תמיכה ממוסדות ממשלתיים, ובמיוחד ממשרד החינוך. ההתנסות הראשונית של היזמים, שסייעה להם בלמידה ובפיתוח, אפשרה

להם לקבל אישורים פורמליים ולא פורמליים ממשד החינוך. שניים מהיזמים סיפרו כי כשהראו לאחראים במשד החינוך תוצרים בשלים, אנשי המשד התלהבו כל כך עד שלא הסתפקו באישור הרחבתה של הפעילות אלא ביקשו גם לסייע בהסרת מכשולים על מנת להקל על התרחבותה המהירה. כך תיאר זאת אחד היזמים:

נפגשתי עם שניהם [איש משד החינוך ואיש משד האוצר], שניהם התייחסו אליי כאל הסגן של אלוהים. כאילו, "וואו, איך עשית את זה? בחור צעיר, איך פיתחת כזה דבר? בעולם לא עשו כזה דבר", והיו מוכנים לתת אישורים. עכשו, אין עוד שום דבר פורמלי, אין פיקוח... אתה בעצם מכתוב לשוק גם את התאוריות, גם את התוכניות.

התמיכה הממשלתית אפשרה ליזמים להתחיל לפעול בקנה מידה גדול יותר, והגדלת תקציבי משד החינוך לרכישת מוצרי טכנולוגיה חינוכית פתחה בפניהם את הדרך גם למסחור ולרווח כלכלי שלא היה אפשרי בשנים הראשונות לפעילות. בשנות השמונים, עם התרחבות הפעילות והידע שצברו היזמים, החלו כמה מהם לבחון הזדמנויות מסחריות המבוססות על פעילותם הלא מסחרית בתחום. חלקם רצו לצאת לשוק הבינלאומי, כדי לפרוץ את גבולות השוק המקומי המוגבל בגודלו. שניים מהם אכן הקימו חברות שייצאו מוצרים, בעיקר לארצות הברית. שניים מהיזמים סיפרו שהבינו בשלב מסוים שיש להם ידע בעל ערך מסחרי שיכול לתרום גם למדינות אחרות או לחלופין לארגונים או לתעשייה. תובנה זו, התרחבותה של הפעילות (בשלב זה היא התפרשה על פני אלפי משתמשים במערכת החינוך בישראל), והתמיכה הממשלתית שהלכה וגדלה אפשרו אז – בניגוד לשנים הראשונות – לפתוח בפעילות מסחרית שיש בה פוטנציאל רווח כלכלי, והקמת חברה מסחרית בתחום הפכה אפשרית. מעניין אפוא לבחון את התפתחות שבעת המיזמים בהקשר זה לאחר שלב הדגירה. הממצאים לגבי המיזמים שהפכו למסחריים מוצגים בטבלה 2.

טבלה 2. מסחור פעילויות טכנולוגיה חינוכית שהחלו בשנים 1977-1983

| מיום | תחילת הפעילות הלא מסחרית ³ | תחילת הפעילות המסחרית | המצב הנוכחי של הפעילות המסחרית | הערות |
|------|--|----------------------------|--|--|
| 1 | 1977 | 1999 | חברה מסחרית פעילה | הפעילות המסחרית מבוססת על פרויקט מסוים שנמכר מהארגון המקורי והפך לחברה מסחרית. הארגון המקורי ממשיך בפעילות כמלכ"ר. |
| 2 | 1977 | 1986 | החברה נרכשה בשנת 2000 | |
| 3 | 1978 | 1989 | חברה מסחרית פעילה | החברה אינה עוסקת עוד בטכנולוגיה חינוכית |
| 4 | 1980 | 1983 | החברה הונפקה בנאסד"ק ב-1992, ונרכשה (ויצאה מהמסחר) ב-1996 | |
| 5 | 1980 | הפעילות לא הפכה למסחרית | | |
| 6 | 1977 | 1987 | החברה נסגרה ב-1992 | |
| 7 | 1978 | הפעילות לא הפכה למסחרית | | |

דיון

מטרת המחקר הייתה לבחון את הפעילות היוזמת הלא מסחרית בשלב הדגירה של תעשיות טכנולוגיות בכלל ואת זו של תעשיית הטכנולוגיה החינוכית בפרט, ולשם כך נבחנו הפעילות הלא מסחרית המקדימה בתחום זה בשנים 1977-1983. באמצעות תיאור עשיר ומפורט של שלב הדגירה של המיזמים שפעלו אז בתחום, המאמר עונה על כמה קריאות למחקר אמפירי של השלבים המוקדמים בתהליכי היווצרותן של תעשיות (Agarwal et al., 2017; Forbes & Kirsch, 2011; Kirsch et al., 2013; Moeen & Agarwal, 2017; Phaal et al., 2011), ובעיקר של הטריגרים, השחקנים והפעולות שנקטו בתקופה זו (Agarwal et al., 2017). הוא מתאר פעילות שהמחקר עליה מועט בהקשר של היווצרות תעשיות - יזמים

3 השנים בטבלה מבוססות בעיקר על נתוני הראיונות, ולכן ייתכנו אי-דיוקים בשנים הספציפיות.

וארגונים ללא כוונת רווח שמפתחים טכנולוגיה, ובכלל זה פיתוח, ייצור והפצה של מוצרי טכנולוגיה חינוכית. הממצאים מעידים שהפעילות הלא מסחרית הביאה להתבססותם של תנאים מסוימים – אלפי משתמשים, מוצרים טכנולוגיים מפותחים, קשרים עם ספקי מחשבים ורגולציה – שאפשרו קיום פעילות מסחרית והביאו בסופו של דבר להיווצרותה של תעשייה בתחום. אף שבמקרים רבים תעשיות חדשות נוצרות כתוצאה מטריגר של מדיניות או יוזמה ממשלתית (Agarwal et al., 2017), הפעילות הראשונית במקרה זה החלה כתוצאה מהמצאת המחשב האישי, וללא קשר למדיניות או לפעולות הממשלה בשנים אלו. יתרה מזו, גם כשכבר נעשו השקעות ממשלתיות בתחום, המשאבים הוקצבו לרכש בבתי הספר ולא לתהליכי המו"פ של היזמים. כלומר, הפעילות הממשלתית לא כוונה לעודד ישירות פיתוח של מוצרי טכנולוגיה חינוכית, קל וחומר לתמוך בהקמת חברות של טכנולוגיה חינוכית. הטריגר העיקרי להקמת התעשייה היה המצאת המחשב האישי: היזמים התלהבו מאוד מהפוטנציאל הפדגוגי הטמון בשימוש בו, החלו בתהליכי פיתוח טכנולוגי, וכעבור שנים הגיעו גם להקמת חברות מסחריות בתחום הטכנולוגיה החינוכית והביאו להיווצרותה של תעשייה עתירת ידע.

הפעילות הלא מסחרית תרמה בכמה אופנים לתעשייה המתהווה. ספרות המחקר מראה שארגונים לא מסחריים תורמים להיווצרות תעשיות חדשות באמצעות יצירת ביקוש למוצרים (Shah et al., 2017; Tolbert et al., 2011), עידוד יזמים להיכנס לפעילות עסקית (Hiatt et al., 2009; Lounsbury et al., 2003; Sine & Lee, 2009; Tolbert et al., 2011), השפעה על רגולציה ויצירת תנאים רגולטיביים נוחים לפעילות (Lounsbury et al., 2003; Sine & Lee, 2009; Shah et al., 2017). כך מאפשרים ארגונים אלו לצמצם את אי-הוודאות המאפיינת את היווצרותה של תעשייה חדשה – אי-ודאות לגבי הביקוש למוצר העתידי, לגבי האקוסיסטם בתחום הפעילות, ולגבי היבטים מוסדיים. לרוב, ארגונים כאלה אינם פועלים ישירות לצמצום אי-הוודאות הטכנולוגית – היעדר הידע הטכנולוגי בתחום – מכיון שהדבר מצריך מימון של פעילות מו"פ (Agarwal et al., 2017; Powell & Sandholtz, 2012). אולם מחקר זה מראה כיצד הפעילות בתחום הטכנולוגיה החינוכית, שהתבססה על בריקולאז' יזמי (Baker & Nelson, 2005), אפשרה להפחית גם את אי-הוודאות הטכנולוגית (Moeen et al., 2020) באמצעות פעילות פיתוח אינטנסיבית שתרמה להתפתחות הידע הטכנולוגי הנדרש. אי-הוודאות לגבי הביקושים צומצמה בעזרת עבודה עם לקוחות ייעודיים, שהבהירה טוב יותר את צורכי השטח ואת העדפותיו, ואילו אי-הוודאות המוסדית צומצמה בעזרת רתימה של מוסדות ממשלתיים, רשויות מקומיות וצה"ל, שסייעו ליצירתם של תנאים סביבתיים תומכים ונוחים יותר לפעילות, למשל באמצעות הקצאת משאבים לפעילות והסרת חסמים בירוקרטיים.

יזמי הטכנולוגיה החינוכית ניצלו את האופי הלא מסחרי של פעילותם על מנת להשיג משאבים חומריים ופיננסיים, משאבי כישורים והון אנושי לקידום הפיתוח הטכנולוגי. פעילותם נשענה לרוב על רעיונות פדגוגיים חינוכיים שהיה אפשר ליישם גם בפעילות שאינה רווחית, והם יכלו להתנסות במוצרים בבתי הספר במשך שנים אחדות מבלי להידרש להציג שורת רווח חיובית. פעילות זו הייתה בולטת במיוחד בפריפריה ובבתי ספר ששימשו אוכלוסיות ממעמד סוציו-אקונומי נמוך, ופעילות דומה נערכה גם בצה"ל, שעודד אף הוא התנסות ושימוש במוצרים חדשים של טכנולוגיה חינוכית. כך נהנו היזמים שפעלו

בתקופה זו מדריסת רגל בשטח ויכלו לקבל משוב מהמשתמשים, לקדם את הפיתוחים הטכנולוגיים ללא מוטיבציה כלכלית, ולצבור ניסיון, ידע והבנה בתחום במשך שנים. ייתכן שיתרונות אלו, שאפשרו כעבור שנים אחדות את מסחור הפעילות ואת היווצרותה של תעשיית הטכנולוגיה החינוכית בישראל, לא היו מתקיימים לו הייתה הפעילות מסחרית מלכתחילה. כלומר, האופי הלא מסחרי של הפעילות בשנים 1977-1983 הוא שאפשר את ביסוס התנאים להיווצרות התעשייה, ובעיקר את צמצום אי-הוודאות הטכנולוגית ואת יצירתו של הידע הטכני הנדרש.

בזכות האופי הלא מסחרי של המיזמים נוצרו שלושה תנאים שאפשרו את פעילות הפיתוח. הראשון שבהם הוא קשירת מערכות יחסים בין היזמים ובין שחקני מפתח אחרים. לעיתים יזמים נדרשים ליצור יש מאין על מנת לקדם את פעילותם, וכדי ליהנות מגישה למשאבים שיכולים לשרת אותם הם נעזרים בשיתופי פעולה (Baker & Nelson, 2005). במקרה זה קשרו היזמים קשרים מקצועיים ראשוניים עם רשויות מקומיות ועם יבואני מחשבים. קשרים אלו, שהתבססו על אמון מצד הגורמים הללו בכוונותיהם המקצועיות של היזמים, אפשרו גם סוגים של התקשרות לא מסחרית בין הצדדים. הם סיפקו ליזמים משאבי זמן ותקציב מצד הרשויות מקומיות וקשרי עבודה טובים עם יבואני המחשבים, ואפשרו להם להציע ללקוחות מוצר אחד הכולל חומרה ותוכנה.

תנאי שני שנגזר מן האופי הלא מסחרי הוא עלויות פיתוח נמוכות. אסטרטגיה יזמית נוספת המשמשת יזמים בסיטואציות מעוטות משאבים היא שימוש בכישורים לא מקצועיים (Baker & Nelson, 2005) או בכישורים אישיים (Agarwal et al., 2017; Baker & Nelson, 2005). בהיעדר משאבים פיננסיים למימון פעילות מו"פ מקצועית, העסיקו היזמים מתנדבים ובני נוער – בחירה לא שכיחה ולא מקובלת במיזמים עסקיים – או ביכולות הפיתוח האישיות שלהם. אסטרטגיה זו אפשרה פעילות פיתוח בעלויות נמוכות וקידמה מאוד את פיתוח המוצרים בחלק מהמיזמים.

התנאי השלישי הוא סובלנות כלפי פעילות לא רווחית. פעילות מסחרית, מעצם הגדרתה, דורשת תשואה על ההשקעה. בדרך כלל, חברות מסחריות אינן משקיעות משאבים רבים בפיתוחים חדשים אם אין פוטנציאל תשואה המצדיק את הסיכון שבהשקעה. במקרה המתואר כאן – שלב הדגירה של תעשיית הטכנולוגיה החינוכית בישראל, המאופיין מלכתחילה באי-וודאות רבה (Moeen et al., 2020) – נדרשו היזמים לעבוד תקופה ארוכה מבלי שהפעילות תניב רווח ומבלי להצדיק את הפעילות מבחינה כלכלית. המוטיבציה הלא מסחרית של היזמים בשנים אלו והתמקדותם בפיתוח היבטי למידה אפשרו שנים ארוכות של פיתוח מבלי להידרש לרווח כלכלי מיידי.

שלושת התנאים הללו אפשרו את פעילות הפיתוח היזמית בתקופת הדגירה. חברה מסחרית שהייתה פועלת כך הייתה כנראה נתקלת בקשיים, שכן היה עליה לבסס את מערכות היחסים שלה על תשלום או על מודל עסקי מבלי ליהנות מתרומות או מתשומות ללא תגמול כספי. חברה מסחרית הייתה צריכה גם להשקיע סכומים גדולים יחסית בפעילות הפיתוח, שכן לא סביר שהיה ביכולתה לגייס מתנדבים רבים – בוודאי לא בני נוער – וספק אם הייתה יכולה לפעול במשך שנים ללא רווח כלכלי או תשואה על השקעותיה. האופי הלא מסחרי של המיזמים הנחקרים תרם אפוא רבות לפיתוח בסיס הידע של תעשיית הטכנולוגיה החינוכית ולצמצום אי-הוודאות הרבה ששררה בתחום.

הפעילות הלא מסחרית בתחום הטכנולוגיה החינוכית בשנים 1977-1983 היא מקרה מעניין לבחינת תקופת הדגירה של תעשיות. יזמי הטכנולוגיה החינוכית היו חלוצים ביצירת מוצרי תוכנה חינוכיים, בפיתוחם ובהפצתם בתקופה שבה מחשבים כמעט לא היו בשימוש, למרות היעדרו של מודל עסקי, ובמקרים רבים מתוך הישענות על מערכות יחסים - חלקן אפורמליות - עם ספקי מחשבים, רשויות מקומית וצוותי מתנדבים. המחקר מנתח את ההקשר שבו נוצרה הפעילות הלא שגרתית הזאת ואת היתרונות שהיא סיפקה להיווצרותה של תעשיית הטכנולוגיה החינוכית בישראל משנת 1983 ואילך. המשאבים העיקריים שעמדו לרשות היזמים בתקופת הדגירה של התעשייה היו חזון פדגוגי ומוטיבציה לא מסחרית, והיכולת לרתום לטובת חזון זה שותפים כגון רשויות מקומיות, יבואני מחשבים, מורות ומורים ותלמידים מתנדבים. אלה סייעו ליזמים לפתח את הפעילות הטכנולוגית מבלי להזדקק למודל עסקי (שספק אם היה קיים בתקופה זו) או להזדקק לתמיכה כלכלית רחבה מצידם של גורמים אחרים. למיטב ידיעתי, סוג פעילות זה, שכלל פיתוח והפצה רחבה יחסית של מוצרים טכנולוגיים מבוססי תוכנה על ידי גורמים ללא כוונות מסחריות, אינו מוכר בספרות והוא חדש במחקר העוסק בהיווצרות תעשיות.

המאמר מספק תיאור עשיר ומפורט של תקופת הדגירה של תעשייה, היבט שספרות המחקר לא הרבתה לעסוק בו עד עתה (Agarwal et al., 2017). עם זאת, יש בו כמה מגבלות. ראשית, הוא אינו מאפשר הסקת סיבתיות גורפת לגבי הגורמים שהביאו ליצירת התעשייה, קל וחומר לגבי משקלו של כל גורם, שכן הוא נשען על מידע ראיונות עם יזמים ושחקנים מרכזיים בתחום ועל הדרך שבה הם מנתחים ומתארים את הדברים. נוסף על כך, אף שהמחקר אפשר לתקף את הנתונים שעלו מן הראיונות, נתונים אלו מבוססים על זיכרונם של המרואיינים; אלה עלולים להפחית מחשיבותם של פרטים חשובים ושל גורמים נוספים להיווצרותה של התעשייה, למשל מיזמים נוספים שפעלו "מתחת לרדאר" ולא הגיעו לידיעתם או נשמטו מזיכרונם. כמו כן, ייתכנו אי-דיוקים לגבי הפרטים ההיסטוריים השונים, ולכן אין המאמר מתיימר לספק סקירה היסטורית מדויקת של התחום אלא מבקש להתמקד במנגנונים היזמיים שהיו משותפים לכמה מיזמים. שנית, אף שהמחקר סוקר את שבעת המיזמים הראשונים בתחום, הוא מבוסס על 12 ראיונות בלבד, ויש לתהות עד כמה אפשר להכליל את ממצאי המחקר ולהחילן על אוכלוסיות אחרות. בהינתן המיקוד של המחקר בתקופת הדגירה של תעשיית הטכנולוגיה החינוכית בישראל, כדאי לבחון את שלבי הדגירה בתעשיות נוספות כדי לקבל תמונה רחבה יותר של השלב הזה. נוסף על כך, בתחומים בעלי חשיבות ציבורית כגון חינוך ורווחה, שיש בהם גם יזמות טכנולוגית לא מסחרית ממניעים מקצועיים, מעניין לבחון גם מה גורמי ההצלחה והכישלון של יזמים בעלי מוטיבציות לא מסחריות ואילו תנאים יכולים לתמוך בפיתוחים טכנולוגיים אפקטיביים של יזמים מסוג זה. מחקר כזה יכול לתרום רבות להבנת ההנעה של פריצות דרך ושינוי חברתי דרך יזמות טכנולוגית בתחומים בעלי חשיבות רבה לציבור.

מקורות

- אלגלי, צביה. (2017). מדיניות התקשוב בחינוך בשנים 1980-2000: אופנות, רפורמות ואתגרים לאומיים [חיבור לשם קבלת תואר דוקטור, אוניברסיטת בר-אילן].
- דיוויס, דן, אריק הלר, טרי פינקלשטיין וליסה קאופמן. (1983). הוראה בסיוע מחשב: סקירת חמש מערכות. המכון לחקר הטיפוח בחינוך, האוניברסיטה העברית.
- Agarwal, Rajshree, & Barry L. Bayus. (2002). The market evolution and sales takeoff of product innovations. *Management Science*, 48(8), 1024–1041.
- Agarwal, Rajshree, Mahka Moeen, & Sonali K. Shah. (2017). Athena's birth: Triggers, actors, and actions preceding industry inception. *Strategic Entrepreneurship Journal*, 11(3), 287–305.
- Avnimelech, Gil, & Morris Teubal. (2006). Creating venture capital industries that co-evolve with high tech: Insights from an extended industry life cycle perspective of the Israeli experience. *Research Policy*, 35(10), 1477–1498.
- Baker, Ted, & Reed E. Nelson. (2005). Creating something from nothing: Resource construction through entrepreneurial bricolage. *Administrative Science Quarterly*, 50(3), 329–366.
- Breznitz, Dan. (2005). Collaborative public space in a national innovation system: A case study of the Israeli military's impact on the software industry. *Industry & Innovation*, 12(1), 31–64.
- Cattani, Gino, Roger L. M. Dunbar, & Zur Shapira. (2017). How commitment to craftsmanship leads to unique value: Steinway & Sons' differentiation strategy. *Strategy Science*, 2(1), 13–38.
- David, Robert J., Wesley D. Sine, & Heather A. Haveman. (2013). Seizing opportunity in emerging fields: How institutional entrepreneurs legitimated the professional form of management consulting. *Organization Science*, 24(2), 356–377.
- de Fontenay, Catherine, & Erran Carmel. (2001). *Israel's Silicon Wadi: The forces behind cluster formation* (Research Paper No. 00-40). Stanford Institute for Economic Policy.
- Eisenhardt, Kathleen M., & Melissa E. Graebner. (2007). Theory building from cases: Opportunities and challenges. *Academy of Management Journal*, 50(1), 25–32.
- Engel, Jerome S., & Itxaso del-Palacio. (2011). Global clusters of innovation: the case of Israel and Silicon Valley. *California Management Review*, 53(2), 27–49.
- Forbes, Daniel P., & David A. Kirsch. (2011). The study of emerging industries: Recognizing and responding to some central problems. *Journal of Business Venturing*, 26(5), 589–602.

- Golder, Peter N., Rachel Shacham, & Debanjan Mitra. (2009). Findings – innovations' origins: When, by whom, and how are radical innovations developed? *Marketing Science*, 28(1), 166–179.
- Gustafsson, Robin, Mikko Jääskeläinen, Markku Maula, & Juha Uotila. (2016). Emergence of industries: a review and future directions. *International Journal of Management Reviews*, 18(1), 28–50.
- Hargadon, Andrew B., & Yellowlees Douglas. (2001). When innovations meet institutions: Edison and the design of the electric light. *Administrative Science Quarterly*, 46(3), 476–501.
- Hiatt, Shon R., Wesley D. Sine, & Pamela S. Tolbert. (2009). From Pabst to Pepsi: The deinstitutionalization of social practices and the creation of entrepreneurial opportunities. *Administrative Science Quarterly*, 54(4), 635–667.
- Kirsch, David, Mahka Moeen, & R. Daniel Wadhvani. (2013). Historicism and industry emergence: Industry knowledge from pre-emergence to stylized fact. In Marcelo Bucheli & Daniel Wadhvani (Eds.), *Organizations in time* (pp. 217–240). Oxford University Press.
- Langley, Ann. (1999). Strategies for theorizing from process data. *Academy of Management review*, 24(4), 691–710.
- Lounsbury, Michael, Marc Ventresca, & Paul M. Hirsch. (2003). Social movements, field frames and industry emergence: A cultural–political perspective on US recycling. *Socio-Economic Review*, 1(1), 71–104.
- Miles, Matthew B., & A. Michael Huberman. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook* (2nd ed.). Sage.
- Moeen, Mahka, & Rajshree Agarwal. (2017). Incubation of an industry: Heterogeneous knowledge bases and modes of value capture. *Strategic Management Journal*, 38(3), 566–587.
- Moeen, Mahka, Rajshree Agarwal, & Sonali K. Shah. (2020). Building industries by building knowledge: Uncertainty reduction over industry milestones. *Strategy Science*, 5(3), 218–244.
- Phaal, Robert, Eoin O'Sullivan, Michele Routley, Simon Ford, & David Probert. (2011). A framework for mapping industrial emergence. *Technological Forecasting and Social Change*, 78(2), 217–230.
- Powell, Walter W., & Kurt W. Sandholtz. (2012). Amphibious entrepreneurs and the emergence of organizational forms. *Strategic Entrepreneurship Journal*, 6(2), 94–115.
- Santos, Filipe M., & Kathleen M. Eisenhardt. (2009). Constructing markets and shaping boundaries: Entrepreneurial power in nascent fields. *Academy of Management Journal*, 52(4), 643–671.

- Senor, Dan, & Saul Singer. (2009). *Start-up nation: The story of Israel's economic miracle*. Twelve Hachette Book Group.
- Sine, Wesley D., & Brandon H. Lee. (2009). Tilting at windmills? The environmental movement and the emergence of the US wind energy sector. *Administrative Science Quarterly*, 54(1), 123–155.
- Shah, Sonali, Rajshree Agarwal, & Steven T. Sonka. (2017). *A time and a place: Non-Profit engagement in creation of markets and industry emergence* (Working Paper). SSRN Electronig Journal.
- Strauss, Anselm, & Juliet Corbin. (1998). *Basics of Qualitative Research* (2nd ed.). Sage.
- Tolbert, Pamela S., Robert J. David, & Wesley D. Sine. (2011). Studying choice and change: The intersection of institutional theory and entrepreneurship research. *Organization Science*, 22(5), 1332–1344.
- Wadhvani, R. Daniel. (2011). Organisational form and industry emergence: Nonprofit and mutual firms in the development of the US personal finance industry. *Business History*, 53(7), 1152–1177.