

# המחשב כמחולל שינוי בחינוך הטכנולוגי בתחומי הרובוטיקה והמכטרוניקה

## ד"ר נדב בצר

בשיטת ה"למידה באמצעות פרויקטים" (Projects Based Learning-PBL). הנחת יסוד במחקר זה הייתה שלימודי טכנולוגיה ברמה גבוהה - המחשב ומערכותיו - עשויים בהחלט להתאים לסקרנות האינטלקטואלית וליכולות של תלמידים בעלי הישגים לימודיים גבוהים.

### שאלות המחקר

#### שאלות המחקר התייחסו ל:

1. יחסם והתמדתם של תלמידי הניסוי ללימודי הטכנולוגיה בלמידה באמצעות פרויקטים.
2. ההישגים הלימודיים של תלמידים הלומדים בשיטת הלמידה באמצעות פרויקטים לעומת תלמידים שאינם לומדים על פי שיטה זו.
3. השפעת הלמידה באמצעות פרויקטים על:
  - א. מרחב הידע הטכנולוגי
  - ב. רכישת מיומנויות טכנולוגיות
  - ג. תהליך התיכון הטכנולוגי
4. עמדות תלמידי שתי הקבוצות כלפי הטכנולוגיה.

### מערך המחקר

אוכלוסיית המחקר מנתה 120 תלמידים. שלוש כיתות תלמידי קבוצת הניסוי מנו 60 תלמידים בעלי הישגים לימודיים גבוהים מבתי ספר עיוניים, ושלוש כיתות תלמידי קבוצת הביקורת מנו 60 תלמידים בעלי הישגים לימודיים גבוהים מבתי ספר טכנולוגיים. תלמידי קבוצת הניסוי למדו לפי מודל משולב - שלוש שעות שבועיות פרונטליות במשך שנתיים ושש שעות שבועיות למידה פרויקטנטית במקביל לאורך כל התקופה. תלמידי קבוצת הביקורת למדו לפי המתכונת המסורתית המופעלת במערכת החינוך הטכנולוגי בארץ. הישגי התלמידים נבדקו על ידי בחינה בתחילת המחקר ובסופו בשאלון הישגים במקצוע "בקרה במכונות", ועמדות התלמידים כלפי הטכנולוגיה נלמדו באמצעות שאלון סקר עמדות שפותח על ידי ארגון PATT שעליו ענו בתחילת המחקר ובסופו. כלי המחקר

### מבוא: המחשב בלמידה מבוססת פרויקטים Project-Based Learning

עד אמצע שנות השמונים של המאה הקודמת שימש המחשב האישי, במערכת החינוך, כאמצעי מתקדם לעיבוד נתונים. על התלמידים היה לכתוב תכניות, לקלוט נתונים באמצעותן, לעבד את הנתונים ולהחזיר את התוצאות בצורת פלט מבוקש. היה מי שהגדיר את המחשב כמכשיר או כמערכת המסוגלים לבצע כל משימה (גרפית) נדרשת. ההסתייגות לגבי משימות גרפיות מייצגת את חולשתו של המחשב בתצורתו אז. מאז חלה התפתחות עצומה בתצורת המחשב, כך שהיום אפשר באמצעותו לבקר תהליכים, לאגור מידע ונתונים, לעבד את הנתונים ולקבל "החלטות" בהתאם להכנתו המוקדמת.

אם בעבר היו מי שטענו ש"המחשב הוא תשובה לשאלה שלא נשאלה", הרי שהיום מעמיד המחשב לרשות התלמידים מערכת מורכבת ביותר, בעלת יתרונות יחסיים משמעותיים בבואם להתמודד עם בעיות ואתגרים כמעט בכל תחומי עיסוקיהם - בלמידה, במחקר ובאתגרים הטכנולוגיים.

לאור תכונותיו הנוכחיות תופס המחשב מקום חשוב ביותר בחינוך הטכנולוגי בכלל וברוב הפרויקטים ועבודות הגמר של התלמידים בתחומי המכונות והחשמל והאלקטרוניקה בפרט. מאמר זה דן בסביבת למידה מבוססת פרויקטים (PBL - Project-Based Learning) ובה המחשב מהווה ציר מרכזי.

### מטרת המחקר

מטרת המחקר הייתה לבחון את תהליך הבניית הידע ותהליך התיכון בעת פתרון בעיות טכנולוגיות בקרב תלמידים מבתי ספר עיוניים בעלי הישגים לימודיים גבוהים הלומדים טכנולוגיה

שבנות בניסוי (בבתי ספר עיוניים) שיפרו באופן ניכר את עמדותיהן כלפי הטכנולוגיה במהלך הניסוי, ואילו אצל הבנות בטכנולוגיה לא חל שינוי משמעותי.

## מסקנות נוספות מתוך הממצאים

1. לתלמידי הניסוי (תלמידים בתי ספר עיוניים בעלי הישגים לימודיים גבוהים), אין כמעט כל ידע קודם בתחום הטכנולוגי שבניסוי, ואילו לתלמידים הטכנולוגיים יש ידע משמעותי בתחום.
2. המודל הקוריקולרי המשולב (המשלב למידה פרויקטנטית ולמידה פרויקטנטית) מהווה מסגרת לימודית מתאימה להוראת הטכנולוגיה לתלמידים עיוניים בעלי הישגים גבוהים. התלמידים בוחרים מרצונם להצטרף לתכנית לימודים זו ומגיעים להישגים אישיים, יצירתיים גבוהים ביותר; הרבה מעבר למעטפת תכנית הלימודים הפורמלית המחייבת.
3. נמצאו דפוסי פעולה עקביים. לכל צוות פרויקט (ולכל תלמיד המבצע פרויקט באופן עצמאי) דפוס עבודה אופייני לו המלווים אותו בכל שלבי ביצוע הפרויקט; דפוסים אלה מחזקים את ההנחה בדבר קיומם של סגנונות פעולה בתיכון (CDS - Operative Design Styles).
4. נמצא שחל במהלך המחקר שיפור בעמדות התלמידים בבתי הספר העיוניים כלפי הטכנולוגיה, והשיפור גדול עוד יותר בקרב הבנות באותם בתי ספר. ממצא זה מצביע על אפשרות של תפיסה שגויה של תחום הטכנולוגיה בגלל היעדר מידע קודם, עדכני ואמין, בקרב אותם תלמידים.

## המלצות להמשך

1. בתי ספר עיוניים שיבחרו לשלב בתכניתם הוראת טכנולוגיה לתלמידי בתי ספר עיוניים בעלי הישגים גבוהים, יוכלו לעשות זאת בהצלחה תוך הפעלת המודל המשולב המתואר בעבודה זו.
2. דרוש לטפל בהיעדר ידע קודם מאוזן בטכנולוגיה בקרב התלמידים בבתי הספר העיוניים בטרם מצרפים אותם ללימודי הטכנולוגיה.
3. הכרחי להכיר בעובדת קיומם של דפוסי פעולה בביצוע פרויקטים ומומלץ לאפשר לתלמידים לפעול על פיהם ולחזק את הצדדים הדורשים זאת.
4. עמדות התלמידים מבתי הספר העיוניים מעמידות מכשול בהצטרפותם ללימודי הטכנולוגיה. אבל אפשר להתגבר על מכשול זה בקלות יחסית כפי שתואר במאמר זה.

כללו תצפיות, ראיונות, ניתוח עבודות תלמידים, צפייה בבחינות ההגנה על הפרויקטים ושהייה ממושכת עם התלמידים במשך כל תקופת המחקר. לאור ניתוח מתמשך של הממצאים "הזמניים" נבנו ארבעה כלי מחקר שבעזרתם הגענו לממצאים הסופיים. הממצאים תוקפו כנדרש בשיטת המחקר האיכותי.

## ממצאי המחקר

הממצא הבולט ביותר שעלה מן המחקר הוא קיומם של דפוסי פעולה עקביים, או דפוסי פעולה קוגניטיביים של הצוותים השונים (ושל תלמידים שביצעו פרויקטים באופן עצמאי) החוזרים על עצמם בדמיון רב ברוב שלבי הביצוע של הפרויקטים, או במילים אחרות בשלבי תהליך התיכון הטכנולוגי. ביצוע התהליכים הטכנולוגיים בדפוסים עקביים, אך שונים מצוות לצוות, ביססו את ההנחה בדבר קיומם של דפוסי פעולה קוגניטיביים בתיכון (CDS - Cognitive Design Styles), ואישרו את אפיונם של דפוסים אלה.

## ממצאים נוספים

1. ההישגים הלימודיים של תלמידי קבוצת הניסוי (תלמידים עיוניים) בתחום הטכנולוגיה, השתוו במהלך המחקר ואף עלו בסופו במקצת על הישגיהם של התלמידים בבתי הספר הטכנולוגיים - תלמידי קבוצת הביקורת. זאת על אף שבתחילת הניסוי הידע בתחום הטכנולוגי היה רב בהרבה בקרב תלמידי החינוך הטכנולוגי, לעומת היעדר ידע כמעט מוחלט בתחום הטכנולוגי בקרב תלמידי הניסוי.
2. שיטת הלימוד הפרויקטנטית שעמדה במרכז המודל המשולב הביאה לתהליך למידה משמעותי ובעיקר תהליך שבו התגלתה, לפי עדויות התלמידים ותוצרי הלמידה שלהם, הנעה מפתיעה בעצמתה ללימודי הטכנולוגיה. התלמידים הרחיבו במידה ניכרת את מרחב הידע הטכנולוגי שלהם. הם שיפרו והוסיפו מיומנויות טכנולוגיות ופיתחו יכולת עבודה בצוותים. תהליך התיכון הטכנולוגי נלמד והתפתח לרמות גבוהות ועל ידי כך השתפרו מאוד היכולת והרמה של פתרון בעיות טכנולוגיות. המחקר היה מחקר פעולה והוא נערך כחלק אינטגרלי ממערך הלמידה בבתי הספר.
3. עמדות התלמידים כלפי הטכנולוגיה נבדקו בתחילת הניסוי ובסופו בחמישה תחומים: עניין בטכנולוגיה, מקומה של הטכנולוגיה בתכנית הלימודים, התאמת הטכנולוגיה לפי מין (בנים/בנות), מקומה של הטכנולוגיה בקריירה (בעתיד) האישית ומקומה של הטכנולוגיה בחברה. נמצא כי העמדות כלפי הטכנולוגיה חיוביות יותר בבתי ספר עיוניים מאשר בבתי ספר טכנולוגיים. כמו כן נמצאה אינטראקציה של עמדות כלפי הטכנולוגיה לפי מועד (בתחילת ובסוף הניסוי) וסוג בית הספר (תלמידי הניסוי והביקורת). נמצא עוד,