

גיל או מדיניות: כיצד גיל תלמידים, מטרות הוראה וסוג הערכה משליכים על איכות תוצרי תכנות חזותי בבתי ספר יסודיים ובחטיבת הביניים?

אינה בלאו
האוניברסיטה הפתוחה
inabl@openu.ac.il

תמר שמיר-ענבל
האוניברסיטה הפתוחה
tamaris@openu.ac.il

אביטל קסלר
האוניברסיטה הפתוחה
avitalkeslerk8@gmail.com

Age or Policy: What are the Implications of Students' Age, Teaching Goals, and Type of Assessment on the Quality of Visual Programming Artifacts in Elementary and Middle Schools?

Avital Kesler
The Open University of Israel
avitalkeslerk8@gmail.com

Tamar Shamir-Inbal
The Open University of Israel
tamaris@openu.ac.il

Ina Blau
The Open University of Israel
inabl@openu.ac.il

Abstract

Formal education systems demonstrate a growing trend of integrating visual programming environments that enable learning consistent with the constructionist approach (Papert, 1980). In Israel, the use of the Scratch online environment as a platform for visual programming in elementary and middle schools has expanded in recent years. Integrating visual programming has two main purposes: (1). Developing computational thinking and (2). Teaching programming as a field of knowledge. This study examined perspectives of code teachers on the purpose of teaching and assessment methods in this new field. In addition, differences in the quality of student artifacts in elementary and middle school were examined. The findings of the study showed that elementary school teachers perceive visual programming primarily as a tool for developing computational thinking, emphasize formative evaluation and evaluate their students differentially. In contrast, middle school teachers perceive visual programming as a tool for teaching programming as a field of knowledge, and prefer standardized assessment that focuses on formal requirements. Artifact analysis showed, surprisingly, that the artifacts of middle school students were no better than the artifacts of students in the fifth and sixth grades and even scored lower in a number of parameters. It seems that focusing on teaching programming and only on formal requirements does neither promote the development of computational thinking nor improve the programming ability of students. Based on the findings, we recommended to re-examine the teaching and assessment policies and practices of visual programming in middle schools.

Keywords: the constructionist approach, visual programming, computational thinking, code teaching and assessment purpose, differentiate assessment, formative and summative assessment.

תקציר

במערכות ללמידה פורמאלית הולך וגובר שילוב של סביבות לתכנות חזותי (visual programming), המאפשרות למידה בהתאם לגישה קונסטרוקציוניסטית (constructionism), (Papert, 1980). בשנים האחרונות בישראל מתרחב השימוש בסביבת סקראץ' (Scratch online). ככלי להטמעת תכנות חזותי בבתי הספר היסודיים ובחטי"ב. לשילוב תכנות חזותי שתי מטרות

עיקריות: 1. **פיתוח חשיבה מחשובית** (computational thinking) ו-2. **הוראת תכנות כתחום דעת.** מחקר זה בחן את תפיסת המורים לקוד לגבי מטרות ההוראה ודרכי ההערכה בתחום חדש זה. כמו-כן, נבדקו הבדלים באיכות של תוצרי התלמידים בבתי ספר יסודיים ובחטי"ב. ממצאי המחקר הראו, כי מורים המלמדים בביה"ס היסודיים רואים בתכנות חזותי בעיקר כלי לפיתוח חשיבה מחשובית, מדגישים הערכה מעצבת ומעריכים את תלמידיהם באופן דיפרנציאלי. לעומתם, המורים המלמדים בחטי"ב רואים בתכנות החזותי אמצעי להוראת תכנות כתחום דעת ומעדיפים הערכה אחידה המתמקדת בדרישות פורמאליות. ניתוח תוצרים הראה כי, באופן מפתיע, תוצרי התלמידים הלומדים בחטי"ב אינם עולים על תוצרי התלמידים הלומדים בכיתות ה'ו' ואף נמוכים יחסית אליהם במספר פרמטרים. נראה שהתמקדות בהוראת תכנות ודרישות פורמאליות, אינן תורמות לפיתוח חשיבה מחשובית ואף לא למיומנות תכנות גבוהה יותר של תלמידי החטי"ב. לאור זאת מומלץ לבחון מחדש את מדיניות ההוראה וההערכה של התכנות החזותי בחטיבות הביניים.

מילות מפתח: הגישה הקונסטרוקציוניסטית, תכנות חזותי (visual programming), משיבה מחשובית, מטרת הוראה והערכה של קוד, הערכה דיפרנציאלית, הערכה מעצבת ומסכמת.

מבוא

בשנים האחרונות ישנה מגמה הולכת וגוברת של שילוב לימודי תכנות חזותי (visual programming) בלמידה הפורמאלית בעולם (Rich, Browning, Perkins et al., 2018). בישראל הטמעת התכנות החזותי נעשית בבתי הספר היסודיים ובחטי"ב (משרד החינוך, 2019). הרעיון המקורי להוראת תכנות באופן חזותי-יצירתי מצוי בתאוריה הקונסטרוקציוניסטית של פפרט (Papert, 1980). בהתאם לתאוריה זו, הבניית ידע מיטבי מתרחשת, כאשר הלומד עוסק בבניה ובהרכבה בסביבה פיזית או דיגיטאלית. על-מנת לתת ביטוי מעשי לתאוריה זו, פפרט ועמיתיו פיתחו תוכנות, המאפשרות לתכנת צורות פשוטות ומורכבות תוך מתן פקודות לוגיות למחשב. תהליך למידה כזה מתרחש באופן אינטואיטיבי ועצמאי, בהתאם לרמה ולקצב ההתקדמות של כל לומד. מטרת המפתחים הייתה הנגשת תכנות ללומדים הצעירים **לצורך קידום כישורי חשיבה ולמידה**. בהתאם לך הערכת התהליך, לפי הגישה הינה דיפרנציאלית (Papert & Harel, 1991).

הכרה בחשיבות הלמידה בהתאם לגישה הקונסטרוקציוניסטית וכן ההתפתחות הטכנולוגית בעידן הנוכחי הביאו לפיתוח של סביבות לתכנות חזותי כגון: Scratch online, Newgrounds, Alice Planet, Kodu (Kafai, 2016). Scratch online הינה, סביבה לתכנות חזותי בה נעשה שימוש נרחב ביותר, על מנת להטמיע לימודי קוד בבתי הספר במדינות שונות בעולם (Rich et al., 2018). סביבה זו פותחה ב-M.I.T. בארה"ב, במטרה לאפשר ללומדים הצעירים התנסות בלמידה, תכנות ויצירה בסביבה דיגיטאלית-שיתופית. בדומה לתוכנות שנבנו על-ידי פפרט ועמיתיו, הסביבה מאפשרת לתלמידים להתנסות באופן עצמאי או בשיתוף עמיתים, בהפקת תוצרים יצירתיים (creative productions), משמעותיים ורלוונטיים ללומד כגון: סרטוני אנימציה, חידונים אינטראקטיביים, משחקים ועוד. התהליך מתבצע תוך מתן פקודות לוגיות, באמצעות גרירה והרכבה של "אבני בנייה" דיגיטליים מסוגים שונים (Resnick, 2012).

להטמעת סביבות כגון סקראץ' במערכת החינוך הפורמאלית **שתי מטרות מרכזיות:**

1. כלי עזר יעיל **לפיתוח חשיבה מחשובית** (computational thinking) (Kafai, 2016). חשיבה זו כוללת מערכת מסועפת של מיומנויות כגון: איסוף נתונים, תכנון ובקרה, אשר נחוצות ללומד בעידן הדיגיטלי (Wing, 2017). מטרה זו תואמת את הרעיון המקורי של הגישה הקונסטרוקציוניסטית ללמידה (Papert & Harel, 1991).

2. כלי **להוראת תכנות כתחום דעת**. קיימות ראיות לכך שסביבת סקראץ' וסביבות אחרות לתכנות חזותי עשויות להיות יעילות לשם ביסוס ראשוני של לימודי תכנות כתחום דעת (Chong, Mandym & Vedati, 2016). אולם, מטרה זו אינה המטרה המקורית וודאי אינה המטרה היחידה של הגישה הקונסטרוקציוניסטית (Papert & Harel, 1991).

בתוכנית הלימודים של לימודי קוד ורובוטיקה בישראל ישנה התייחסות לשתי מטרות אלו (משרד החינוך, 2019). אולם, קיימת חשיבות לברר כיצד המטרות מיושמות בפועל על-ידי **מורים** המלמדים בכיתות משכבות הגיל השונות.

מתוך-כך – על-מנת לבחון את מידת השגתן של מטרות אלו בחינוך הפורמאלי יש להגדיר **קריטריונים להערכת טיב הלמידה** בסביבות אלו (Moreno-León Robles, Román-González, 2015). החוקרים מציעים קריטריונים להערכה כגון: מידת מקוריות ויצירתיות, מידת אסטטיות ורמה תכנותית. הערכת פרויקטים

באופן זה, בנקודות זמן שונות תאפשר להתמקד בטיבו של תהליך הלמידה בסביבה לתכנות חזותי (Blau & Benolol, 2016; Peppler & Warschauer, 2010). בישראל על-מנת להעריך את הישגי התלמידים בכיתות חט"ב, מתקיימים מבחני מפמ"ר סטנדרטיים, המתמקדים בבחינת יכולתם של התלמידים להבין את שפת הקוד ולתכנת באמצעותה. לעומת-זאת, **בבתי-הספר היסודיים** אין דרישה למבחנים סטנדרטיים, כך שהערכה ממוקדת בתהליך הלמידה ועוקבת אחר היצירתיות של הלומד, ההתמדה שלו ויכולתו להשתלב בלמידה שיתופית (משרד החינוך, 2019). קיימת חשיבות לברר מהן הקריטריונים, על-פיהם מעריכים **מורים** לקוד ורובוטיקה את תהליך הלמידה אותו עוברים תלמידיהם בשכבות הגיל השונות. כך-גם, חשוב לברר האם וכיצד הגדרת המטרות ומאפייני ההערכה השונים משליכים על איכות התוצרים המופקים על-ידי התלמידים. בהקשר לסוגיות אלו, **מטרת** המחקר הינה לבדוק **מטרות ודרכי הערכה**, בהם משתמשים מורים להוראת תכנות חזותי בחט"ב וביסודי ולברר השלכות אפשריות על **איכות התוצרים** המופקים בגילאים שונים. לשם כך נבחנו השאלות הבאות:

1. מהן **מטרות**, הוראת התכנות החזותי, כפי שהן מוגדרות על-ידי **מורים** בכיתות היסוד ובחט"ב?
2. מהם **הפרמטרים להערכת** של הלמידה בסביבה לתכנות חזותי, המוגדרים על-ידי **מורים** בכיתות יסוד ובחט"ב?
3. אילו הבדלים **במדדי איכות קיימים בתוצרי תלמידים** כפונקציה של גיל (ג'ד', ה'ו', חט"ב) והאם ישנן השלכות של מטרות ואופני הערכה של מורים בשכבות הגיל השונות על הבדלים אלו?

השיטה

המחקר בוצע בגישה מעורבת (mixed-method) על-מנת לבדוק את הקשר בין מטרות ואופני הערכה, המנחים את המורים בהוראת תכנות חזותי, לבין איכות התוצרים של תלמידיהם.

המשתתפים

במחקר זה רואיינו 26 מורים מכל הארץ המשלבים בהוראתם סביבה לתכנות חזותי-סקראץ'. מטבלה מס' 1- עולה כי המורים מייצגים מגוון זרמים במערכת החינוך בישראל. בנוסף לראיונות, המורים התבקשו לשלוח קישור לדוגמאות של תוצרים מייצגים (ברמות שונות) שנבנו על-ידי תלמידיהם ופורסמו באתר הקהילת הסקראץ' הישראלית (<http://www.scratch.org.il>) או באתר הקהילה הבין-לאומית (<https://scratch.mit.edu>). תוצרים אלו (n = 109) שיקפו לטענת המורים, רמות שונות של עבודות תלמידים. טבלה מס' 2- מציגה חלוקה דמוגרפית של התוצרים.

טבלה 1. מאפיינים דמוגרפיים של מורים (N = 26)

מאפיין		N
ותק בהוראה		2-30 שנים
ניסיון בהוראת סקראץ'		1/2 שנה – 7 שנים
מגדר		נשים – 17 גברים – 9
מגזר	יהודי – 18	ממלכתי – 13 ממלכתי + ממ"ד – 3 ממ"ד – 2
	ערבי – 8	
כיתות הוראה		יסודי (כיתות ג'ו') – 16 חט"ב (כיתות ז'ט') – 10

טבלה 2. דמוגרפיה של תוצרי התלמידים (N = 109)

מאפיין	N
גיל התלמידים	כיתות ג' - ד' – 28 כיתות ה' - ו' – 27 כיתות חט"ב – 54
מגזר	יהודי – 78 ערבי – 31

כלי מחקר והליך מחקר

בשלב ראשון של המחקר רואיינו משתתפי המחקר בראיון חצי מובנה (לראיון המלא: קסלר, שמיר-ענבל & בלאו, 2018). ראיונות אלו סייעו לברר מהן, בעיני המורים, מטרות ההטמעה של סביבת סקראץ' בלמידה. כמו-כן, המורים תיארו דרכים להערכה של פעילות ותוצרי תלמידים בסביבה זו. **בשלב השני של המחקר** נותחו תוצרי התלמידים בהתאם לקריטריונים ממחקרים קודמים (Blau & Benolol, 2016; Pepler & Kaffai, 2007). התוצרים נבדקו על-פי קריטריונים שונים כגון: רמת מקוריות ויצירתיות, בהירות ממשק המשתמש וכן הקשר לתוכנית הלימודים (לטבלת הקריטריונים המלאה ראו: קסלר, שמיר-ענבל & בלאו, 2019). רמת התכנות של התוצרים נבדקה באמצעות יישומון דר' סקראץ' (<http://www.drscratch.org>). מידת מורכבות התכנות נבדקה על-ידי מספר הדמויות והתסריטים המוצגים בפלטפורמה. מדדים נוספים נבדקו באמצעות הערכת שופטים, כאשר 25% מבין התוצרים הוערכו על-ידי שופט שני, מומחה לתכנות חזותי, שהיה "עיוור" לשאלות המחקר. מידת ההסכמה בין השופטים הייתה טובה, מקרים מעטים של קידוד שונה, נידונו עד להשגת הסכמה מלאה.

ממצאים ודיון

מטרות השילוב של תכנות חזותי בתהליכי הוראה-למידה

במהלך הראיונות, כלל המורים ציינו שתי מטרות עיקריות, העשויות, לתפיסתם, להתממש באמצעות שילוב תכנות חזותי בהוראה. המטרות תואמות את שאיפת משרד החינוך (משרד החינוך, 2019), להטמיע את הסביבות לתכנות חזותי ככלי לפיתוח חשיבה מחד וככלי להוראת תכנות מאידך, אולם הדגש על המטרות משתנה בין מורים המלמדים בבתי הספר היסודיים לבין מורים המלמדים בחט"ב. בטבלה 3 מוצגות מטרות אלו, מנקודת מבטם של מורים המלמדים בבתי-הספר היסודיים לעומת מורים המלמדים בחט"ב.

טבלה 3. מטרת השילוב של סביבה לתכנות חזותי מנקודת מבטם של מורים בבתי הספר היסודיים ובחט"ב

מטרה	לשם פיתוח חשיבה מחשובית	אמצעי להוראת תכנות כתחום דעת
<p>סוג מורה</p> <p>מורים המשלבים את סביבת סקראץ' בבתי הספר היסודיים</p> <p>סה"כ היגדים N = 33</p>	<p>(ס.ו.): "אני מאמינה בסקראץ' ככלי לפיתוח חשיבה ... כלי שנותן לילדים סוג של התנסות, סוג של תהליך קוגניטיבי שאני לא חושבת שהם עוברים בהרבה סביבות אחרות."</p> <p>(97%), N = 32</p>	<p>(ס.נ.): "יש המון דיבורים על שילוב סקראץ' בכול החומרים הנלמדים ... אני עושה את זה מתי שמתאים לי ונכון לי פדגוגית כי אני מעדיפה את התכנות יותר."</p> <p>(3%), N = 1</p>

מטרה	לשם פיתוח חשיבה מחשובית	אמצעי להוראת תכנות כתחום דעת
		סוג מורה
מורים המשלבים את סביבת סקראץ' בחט"ב	(ע.ג.): "סקראץ' מכריח את הילדים לעצור ולחשוב על משהו בצורה מסודרת שלב אחרי שלב זה משהו שהם לא רגילים – לעצור... זה שהם מבינים בדיוק מה המשמעות של כל דבר שהם פותרים – זה משהו שהוא מבורך."	(א.ע.): "זו תכנית חדשה שרוצה להכני תלמידים להיי-טק ולהנדסה... התחלנו בסקראץ' אנחנו מלמדים אותם תכנות ואלגוריתמים, המטרה אינה סקראץ', אלא תכנות..."
סה"כ היגדים N = 25	(28%) N = 7	(72%) N = 18

כפי שניתן לראות מהטבלה, פרט להיגד אחד, הרוב המוחלט – 97% מהיגדי המורים המלמדים בבית-ספר יסודי מראים כי מורים אלו מגדירים את סקראץ' בעיקר כאמצעי פדגוגי רחב המשמש לפיתוח חשיבה מחשובית. לעומת-זאת, רוב ההיגדים (72%) של המורים המלמדים בחט"ב מגדירים את סקראץ' כאמצעי להוראת תכנות כתחום דעת. נראה שישנו קשר בין הממצאים לבין השאיפה של משרד החינוך להביא את תלמידי החט"ב, באמצעות שילוב תכנות חזותי לשליטה במיומנות התכנות. לעומת-זאת, מטרות שילוב סביבה לתכנות חזותי בבית הספר היסודיים מתמקדות בפיתוח מיומנויות חשיבה ואורינות דיגיטאלית (משרד החינוך, 2019).

פרמטרים להערכת תוצרים בסביבה לתכנות חזותי

במהלך הראיונות, המורים התייחסו לפרמטרים המסייעים להם להעריך את התוצרים. בנייתו הנתונים חולקו פרמטרים אלו לשתי קבוצות עיקריות: פרמטרים הנובעים מהלומד עצמו ופרמטרים הנובעים מהסביבה. טבלה 4 מציגה את הפרמטרים, תוך חלוקה בין המורים בבתי-הספר היסודיים לבין המורים בחט"ב.

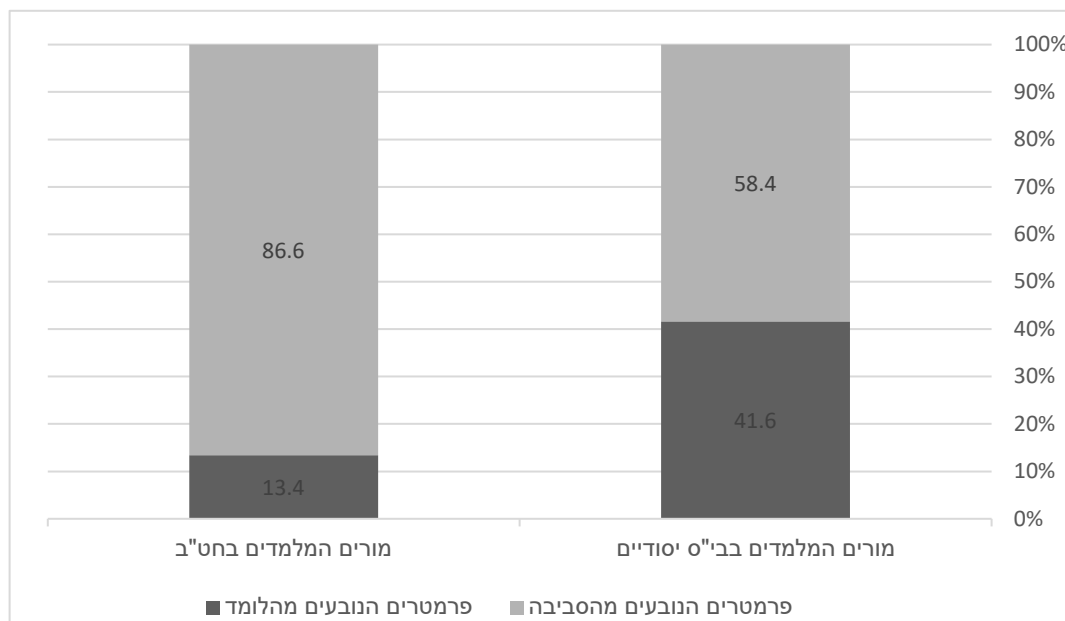
טבלה 4. פרמטרים להערכת תוצרי פעילות בסביבה לתכנות חזותי

פרמטרים להערכה	ציטוט מייצג –	
	מורים בבתי הספר היסודיים	מורים בחט"ב
תוצר כביטוי ליכולת אישית	(ר.ס.): "בעיני כל תוצר, באיזו רמה שזה לא יהיה זו הצלחה, כי לכול ילד יש את הרמה שלו... בשנה הבאה אולי הוא ידע לעשות דברים מורכבים יותר אבל כרגע זה מספיק ובעיני זה סוג של הצלחה."	(ג.א.): "בהערכה אני רואה את רמת ההשקעה, רואה כמה מהם מתרוצצים וכמה עובדים ברצינות וכמה אכפת להם וכמה עושים עבודה... מספיק שהגשת את העבודה, זה אומר שעשית מאמץ!"
	(N=17 (26.2%)	(N=4 (6.7%)
תוצר ביחס לציפייה והתכנון של הלומד עצמו	(ר.ס.): "אני חושבת שבגיל של בית-ספר יסודי משחק טוב הוא משחק מוצלח ברמה של המתכנת. כשהוא מרגיש שהוא הצליח לעשות את כל מה שהוא רצה ולא חסר לו כלום, אז הצלחנו!"	(א.א.): "פרויקט טוב זה אחד שחשבת עליו תקופה יחסית ארוכה, עבדת על משהו, ואתה מצליח לייצר אותו, והוא באמת עובד, וזה מדויק, ושיתפת מוזיקה בדיוק מסוים, הכול עבר חלק - יש אושר!"
	(N=10 (15.4%)	(N=4 (6.7%)

ציטוט מייצג – מורים בחט"ב	ציטוט מייצג – מורים בבתי הספר היסודיים	פרמטרים להערכה	
<p>(ע.י): "אני מדרג את המשחקים לפי רמת המורכבות (התכנותית), כמות האלמנטים השונים שמשמשים בהם מבחינת תוכנה, לולאה ועוד דברים... ככול שיש בה יותר פריטים, אם הוא יודע לאפס משתנה במקום לסגור עשרה משתנים אז זה חכם."</p> <p>N=15 (25%)</p>	<p>(י.ר.): "תסריט טוב, זה תסריט שיהיו בו כמה דמויות, מסכים מתחלפים, כל מיני פונקציות תכנותיות שהוא משלב בתסריטים."</p> <p>N=11 (17%)</p>	רמה תכנותית	פרמטרים הנובעים מהסביבה
<p>(ה.א.): "על נושא שיש לו הקשר חינוכי ולימודי למקצועות אחרים, הם יקבלו בונוס, כדי לגרום להם להתחבר למקצועות אחרים."</p> <p>N=6 (10%)</p>	<p>(ח.ל): "הפרויקט "מיקום השבטים על המפה" הוא משחק טוב בגלל הקשר בין הסקרץ' למקצועות השונים"</p> <p>N=12 (18.5%)</p>	הקשר אל תכני הלימוד	
<p>(א.ע): "אני מעריכה את הרעיונות (האישיים של התלמידים) ואיך הם פתרו את זה בצורה אינטליגנטיות"</p> <p>N=15 (25%)</p>	<p>(ס.ו.): "ההצלחה בכיתה ג', שהם מתחילים ליצור אותם (את הפרויקטים) בעצמם, להוסיף מורכבות לעלילה, שהיא באה מהיצירתיות שלהם."</p> <p>N=8 (12.3%)</p>	מקוריות ויצירתיות	
<p>(ג.ס.): "אם מישהו יביא פרויקט והוא משעמם כי אין הקראות, אין רנדומליות, אז זה לא מעניין... (אבל) אם מישהו עושה משהו יצירתי עם מוזיקה... או כול מיני דברים אחרים אז זה יהיה מעניין לשחק עוד פעם."</p> <p>N=6 (10%)</p>	<p>(ר.ס.): "משחק מוצלח זה משחק שמושך ילדים אחרים לשחק."</p> <p>N=5 (7.7 %)</p>	יצירת עניין אצל המשתמשים	
<p>(ג.פ.): "לצערי אנחנו מודדים את ההצלחה עם השלמת החומר לבחינות המפמ"ר".</p> <p>(א.א.): "צריך לזכור את המבחנים... כי עם כל הכבוד לתסריטים האלו עם לא יעברו בסוף את המבחנים כמו שצריך..."</p> <p>N=10 (16.7 %)</p>	<p>(ט.ס.): "כמובן שהם היו צריכים לשים לב שיש להם את כל האלמנטים (הנדרשים) בעבודת גמר... שהם הגישו בסוף."</p> <p>N=2 (3.1%)</p>	עמידה בסטנדרטים	
<p>סה"כ: N=60</p>	<p>סה"כ: N=65</p>		

הטבלה מראה, כי מורים לתכנות חזותי בשכבות הגיל השונות מעריכים את התלמידים **בשני אופנים**: ביחס לפרמטרים הנובעים מהלומד וביחס לפרמטרים הנובעים מהסביבה. פרמטרים אלו תואמים ברובם את הקריטריונים המוצעים בספרות המחקרית (Papert, 1980, Peppler & Warschauer, 2011). ההבדלים מתבטאים בהדגשים שמורים אלו נותנים לכל פרמטר. כך, **פרמטר העמידה בסטנדרטים** משמעותי יחסית, למורים המלמדים בחט"ב זניח מאד אצל מורים המלמדים בבי"ס יסודי (16.7% לעומת 3%). המורים

המלמדים בחט"ב אף ציינו שאופן הערכה זה סותר את תהליך הלמידה היצירתי שמזמנת הסביבה לתכנות חזותי ויוצר קושי אצל תלמידים. לדוגמה, אחת המורים אמרה: "בהתחלה התלמידים נהנים, אבל כשרואים שזה קצת לימודי, ויש מבחן ודברים שהם פחות יצירתיים, אז ההתלהבות קצת דועכת." (א.א.)
 זאת-ועוד, למורים בב"ס יסודי חשוב להעריך את תוצרי התלמידים ביחס ליכולתם האישית, לעומת המורים בחט"ב, אצלם הפרמטר בא לידי ביטוי בצורה מינורית (26.2% לעומת 6.7%). אולם, כפי שממחיש איור 2, ההבדל המהותי בהערכת המורים מתבטא **ביחס שונה בין שני אופני הערכה** – בהתאם לפרמטרים הנובעים מהלומד או בהתאם לפרמטרים הנובעים מהסביבה.



איור 1. אופני הערכה שונים, בקרב מורים המלמדים בשכבות גיל שונות.

האיור מראה, כי מורים המלמדים בבתי-הספר היסודיים מדגישים בצורה משמעותית (פי 3) את הפרמטרים הנובעים מהלומד, כלומר מתייחסים להערכה דיפרנציאלית, יותר מאשר מורים המלמדים בחט"ב. ההבדלים שצוינו לעיל, תואמים את השוני במטרות ההוראה בסביבה לתכנות חזותי, שצוינו בסעיף הקודם – מורים המשלבים תכנות חזותי בכיתות יסוד שואפים, בעיקר, לפתח אצל תלמידיהם חשיבה מחשבתית ושמים דגש על הערכה בהתאם לרמה החשיבה הקיימת אצל כל תלמיד. לעומת-זאת, מורים בחט"ב השואפים להקנות לתלמידיהם את יכולת התכנות כתחום דעת ומעריכים את התלמידים בהתאם לסטנדרטים חיצוניים ללומד. אופן הערכה זה תואם את השאיפה להעריך את השליטה של תלמידי חט"ב באמצעות מבחנים חיצוניים, תוך הצבת סטנדרטים מוגדרים ללמידה (משרד החינוך, 2019).

ההבדלים בין מדדי איכות של תוצרים כפונקציה של גילאי התלמידים

בסעיף זה מוצגים ממצאים, המתייחסים לשאלת המחקר השלישית, אודות ההבדלים בין מדדי האיכות הקיימים בתוצרים של התלמידים כפונקציה של גיל התלמידים. טבלה 5 מציגה את התוצאות שהתקבלו בנייתוח שונות אנובה (Univariate ANOVA).

טבלה 5. ההבדלים בין מדדי האיכות של תוצרי התלמידים כפונקציה של גיל התלמידים

השוואות זוגיות	ניתוח שונות	סטיית תקן	ממוצע	N	מדדי התוצרים שהוערכו	
חטי"ב < גי-די (p=.000) ה-ו' < גי-די (p=.000) חטי"ב < ה-ו' (p=.981)	$F(2,106) = 19.159$, $p = .000$, $\eta^2 = .266$	2.695	7.32	28	ג-ד	איכות התכנות (הערכת יישומון (dr. scratch
		4.273	11.89	27	ה-ו	
		3.182	11.91	54	חטב	
		3.901	10.72	109	Total	
	$F(2,106) = 1.442$ $p = .241$, $\eta^2 = .03$	1.105	3.54	28	ג-ד	מידת בהירות הרעיון
		1.055	4.04	27	ה-ו	
		1.359	3.96	54	חטב	
		1.233	3.87	109	Total	
ה-ו' < גי-די (p=.032) חטי"ב < גי-די (p=.012) ה-ו' < חטי"ב (p=.971)	$F(2,106) = 3.638$ $p = .030$, $\eta^2 = .064$	5.047	4.93	28	ג-ד	מספר התסריטים
		92.094	57.44	27	ה-ו	
		109.152	58.22	54	חטב	
		91.853	44.34	109	Total	
ה-ו' < גי-די (p=.118) חטי"ב < גי-די (p=.064) חטי"ב < ה-ו' (p=.967)	$F(2,106) = 1.941$ $p = .149$, $\eta^2 = .035$	4.369	4.14	28	ג-ד	מספר הדמויות
		24.207	16.19	27	ה-ו	
		36.138	16.46	54	חטב	
		28.558	13.23	109	Total	
ה-ו' < חטי"ב (p=.025) גי-די < חטי"ב (p=.433) ה-ו' < גי-די (p=.194)	$F(2,106) = 2.583$ $p = .080$, $\eta^2 = .046$	1.634	3.82	28	ג-ד	מידת בהירות ממשק המשתמש
		1.038	4.33	27	ה-ו	
		1.525	3.56	54	חטב	
		1.473	3.82	109	Total	
ה-ו' < גי-ד (p=.081) חטי"ב < גי-די (p=.215) ה-ו' < חטי"ב (p=.435)	$F(2,106) = 1.596$ $p = .208$, $\eta^2 = .029$.932	3.14	28	ג-ד	מידת המקוריות והיצירתיות
		1.074	3.67	27	ה-ו	
		1.193	3.46	54	חטב	
		1.109	3.43	109	Total	

מדדי התוצרים שהוערכו	השוואות זוגיות	ניתוח שונות	סטיית תקן	ממוצע	N	מדדי התוצרים שהוערכו
הי-ו < ג-ד ($p=.062$) חט"ב < ג-ד ($p=.265$) הי-ו < חט"ב ($p=.295$)	$F(2,106) = 1.782$ $p=.208, \eta^2=.033$.780	3.36	28	ג-ד	מידת האסטטיות בעיצוב התוצר הסופי
		.974	3.89	27	ה-ו	
		1.186	3.63	54	חטב	
		1.052	3.62	109	Total	
		92.094	57.44	27	ה-ו	
		109.152	58.22	54	חטב	
הי-ו < ג-ד ($p=.118$) חט"ב < ג-ד ($p=.064$) חט"ב < הי-ו ($p=.967$)	$F(2,106) = 1.941$ $p=.149, \eta^2=.035$	4.369	4.14	28	ג-ד	מספר הדמויות
		24.207	16.19	27	ה-ו	
		36.138	16.46	54	חטב	
		28.558	13.23	109	Total	
הי-ו < ג-ד ($p=.035$) חט"ב < ג-ד ($p=.000$) חט"ב < הי-ו ($p=.173$)	$F(2,106) = 7.457$ $p=.001, \eta^2=.123$.790	.57	28	ג-ד	מידת האקטיביות של המשתמש
		.784	1.00	27	ה-ו	
		.699	1.24	54	חטב	
		.788	1.01	109	Total	
הי-ו < ג-ד ($p=.006$) הי-ו < חט"ב ($p=.037$) חט"ב < ג-ד ($p=.256$)	$F(2,104) = 4.165$ $p=.018, \eta^2=.074$.418	.21	28	ג-ד	הקשר אל התכנים הלימודיים
		.504	.58	26	ה-ו	
		.478	.34	53	חטב	
		.484	.36	107	Total	

כפי שעולה מטבלה 5, קיימים הבדלים באיכות תוצרי התלמידים משכבות הגיל השונות. נמצא, כי תלמידים בכיתות ג-ד' מסוגלים להפיק תוצרים ברמה נמוכה מאשר תלמידים, הלומדים בכיתות הי-ו'. זאת ככל הנראה מכיוון שהתלמידים בכיתות הנמוכות נמצאים ברמה התפתחותית נמוכה יותר (Wadsworth, 1996). לעומת-זאת תוצרי התלמידים בכיתות הי-ו' נמצאו טובים יותר מתוצרי התלמידים בחט"ב במספר פרמטרים חשובים, כגון: "בהירות ממשק המשתמש", "הקשר אל התכנים הלימודיים" ו"מקוריות ויצירתיות". זאת על אף שהמורים בחט"ב הדגישו את המקוריות והיצירתיות כפרמטר חשוב להערכה, במידה רבה יותר בהשוואה למורים בכיתות היסוד. ניתן לשער כי הדבר קשור לממצאים שהוצגו לעיל, לפיהם מטרת ההוראה בסביבה לתכנות חזותי בכיתות היסוד, מתייחסת לפיתוח חשיבה באופן כללי ובהתאם יש דגש על הערכה דיפרנציאלית בכיתות אלו, זאת בהתאם לגישה הקונסטרוקציוניסטית (Papert, 1980). מטרת ואופן הערכה אלו מסייעים למורים לתכנות חזותי בכיתות הי-ו', לעודד את תלמידיהם לפתח מיומנויות נוספות, מעבר לתכנות ולמידת שפת הקוד ובסופו של דבר מביאים את התלמידים לפעול ברמה גבוהה יותר, יחסית לתלמידים בחט"ב.

לעומת-זאת, התמקדות בהוראת תכנות והצבת דרישות פורמאליות ברורות עבור תלמידים בכיתות החט"ב, אינה תורמת לפיתוח החשיבה המחשובית ואף יוצרת, בהתאם לממצאי המחקר, פער בין תהליך הלמידה בסביבה לתכנות חזותי לבין הדרישה לעמידה בסטנדרטים חיצוניים. ככל הנראה, זו הסיבה לכך, שכפי שהראו ממצאי טבלה 5, תלמידים אלו אינם מגיעים לביצועים ברמה גבוהה יותר המתבטאים ברמה התכנותית של תוצריהם, זאת על אף שבחט"ב סקראץ' מוטמע בעיקר לצורך הוראת תכנות (משרד החינוך, 2019).

לסיכום: מחקר זה בחן את מטרות השילוב ואופני הערכה, כפי שהן באות לביטי בהוראת תכנות חזותי בבתי-הספר היסודיים ובחט"ב. במחקר זה נמצאו **הבדלים הן בהגדרת המטרות והן באופני הערכה**. כמו כן, לפי הממצאים, תוצרי התלמידים הלומדים בחט"ב אינם עולים בשום פרמטר על תוצרי התלמידים הלומדים בכיתות ה'ו' ואף נמוכים יחסית אליהם, במספר פרמטרים משמעותיים. ממצאים אלו מחזקים את הטענה הכוללת, כי הערכה בלתי מתאימה עשויה לפגוע בתהליך הלמידה (Nevo, 2012).

לאור עובדה זו מומלץ לבחון מחדש את המטרות ואת דרכי הערכה של למידה בסביבה לתכנות חזותי בחטיבות הביניים. נראה, כי בדומה לבתי הספר היסודיים, גם בחט"ב יש צורך להרחיב את מטרות ההטמעה של סביבות לתכנות חזותי לפיתוח חשיבה מחשובית ולא לצורך הוראת תכנות כתחום דעת בלבד. כמו-כן, חשוב להמעיט עד כמה שניתן את ההערכה הסטנדרטית, ולמקד את המאמצים בבניית כלים להערכה מעצבת של תהליכי הפקת התוצרים היצירתיים בסביבה לתכנות חזותי (כגון אלו המוזכרים בספרות המחקרית הקיימת – (Blau & Benolol, 2016; Peppler & Warschauer, 2010)). הדבר עשוי להשליך על דרכי ההוראה ובכך להגדיל את תרומת הלמידה בסביבה זו.

למחקר זה מספר מגבלות. ראשית, הבדלים בין תוצרי התלמידים שנמצאו במחקר עשויים לנבוע מעוד גורמים, פרט לאילו שנבדקו, כגון – אישיות המורה, סביבת למידה ואוכלוסיית תלמידים שונה. כמו-כן, ייתכן ויש מקום להעריך תוצרי תלמידים משכבות גיל שונות באמצעות פרמטרים שונים להערכה של תוצר.

מקורות

- קסלר, א', שמיר-ענבל, ת' ובלאו, א' (2018). מי מלמד תכנות יצירתי? אסטרטגיות הוראה של מורים לקוד ורובוטיקה כמשקפות פדגוגיות אינסטרקטיביות וקונסטרוקטיביות. בתוך: י' עשת, א' בלאו, א' כספי, ש' אתגר, נ' גרי, י' קלמן, ו' זילבר-ורוד (עורכים), **האדם הלומד בעידן הטכנולוגי** (עמ' 147-157).
- קסלר, א', שמיר-ענבל, ת' ובלאו, א' (2019). לתכנת או ליצור? זאת ה-שאלה! בחינת תוצרי תכנות יצירתי בפלטפורמת סקראץ' ביחס לתפיסות פדגוגיות של מורים לקוד ורובוטיקה. בתוך: י' עשת, א' בלאו, א' כספי, ש' אתגר, נ' גרי, י' קלמן, ו' זילבר-ורוד (עורכים), **האדם הלומד בעידן הטכנולוגי** (עמ' 92-100).
- משרד החינוך – הענן החינוכי: <http://sites.education.gov.il/cloud/home/tikshuv/Pages/olimpprogram.aspx>
- Blau, I., & Benolol, N. (2016). Can Designing Self-Representations through Creative Computing Promote an Incremental View of Intelligence and Enhance Creativity among At-Risk Youth? *Interdisciplinary Journal of E-Skills and Lifelong Learning (IJELL)*, 12, 267-278.
- Chong, K. V. K., Mandyam, S. A., & Vedati, K. (2016). *U.S. Patent Application No. 14/503,058*.
- Kafai, Y. B. (2016). From computational thinking to computational participation in K-12 education. *Communications of the ACM*, 59(8), 26-27.
- Moreno-León, J., Robles, G., & Román-González, M. (2015). Dr. Scratch: Automatic analysis of scratch projects to assess and foster computational thinking. *RED. Revista de Educación a Distancia*, (46), 1-23.
- Nevo, D. (Ed.) (2002). *School-based evaluation: An international perspective*. Emerald Group Publishing Limited.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. New York: Basic Books
- Papert, S., & Harel, I. (1991). Situating constructionism. *Constructionism*, 36(2), 1-11.
- Peppler, K. A., & Kafai, Y. B. (2007). From SuperGoo to Scratch: Exploring creative digital media production in informal learning. *Learning, Media and Technology*, 32(2), 149-166.
- Peppler, K. A., & Warschauer, M. (2011). Uncovering literacies, disrupting stereotypes: Examining the (dis) abilities of a child learning to computer program and read. *IJLM* 3(3), 15-41.
- Resnick, M. (2012). Point of view: Reviving Papert's dream. *Educational Technology*, 52(4), 42.
- Rich, P. J., Browning, S. F., Perkins, M., Shoop, T., Yoshikawa, E., & Belikov, O. M. (2018). Coding in K-8: International Trends in Teaching Elementary/Primary Computing. *TechTrends*, 1-19.

- Wadsorth, B. J. (1996). Piaget's theory of cognitive and affective development: Foundations of constructivism. Longman Publishing
- Wing, J. M. (2017). A Conversation about Computational Thinking. *Future frontiers: Education for an AI world*, 127-139.