

**לתכנת או ליצור? זאת ה-שאלה!
בחינת תוצרי תכנות יצירתי בפלטפורמת סקראץ'
ביחס לתפיסות פדגוגיות של מורים לקוד ורובוטיקה**

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

אביטל קסלר
האוניברסיטה הפתוחה
avitalkeslerk8@gmail.com

אינה בלאו
האוניברסיטה הפתוחה
inabl@openu.ac.il

**To Compute or to Create? This is the Question!
Examining Creative Programming Artifacts on the Scratch Platform
in Relation to Pedagogical Perspectives of Code and Robotics' Teachers**

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

Integrating creative computing in formal learning supports the development of computational thinking, which is essential for learning in the digital age. Consistent with the constructionist learning theory (Papert, 1980), creative computing allows construction of knowledge by designing tangible programming artifacts. Pedagogical perspectives of teachers affect how creative computing is taught in schools. This study examined how teachers' pedagogical perspectives (instructivist and constructivist) are reflected in the quality and originality of students' programming artifacts, designed under the guidance of these teachers. The participants were 20 teachers from Hebrew- and Arabic-speaking schools who were characterized as either instructivist or constructivist based on the folk pedagogy questionnaire. Following that, 96 programming artifacts of their students from elementary and middle schools were analyzed by raters and by Dr. Scratch app. The findings showed that, in the short term, the complexity of programming was higher among students exposed to instructivist guidance. However, in the longer term, students' artifacts that were designed under constructivist guidance were found to be more original and creative, aesthetic, and expressed ideas more clearly than artifacts that were designed under instructivist guidance. Moreover, the pedagogical perspectives of teachers influenced the perspectives of students and were expressed in their programming artifacts. Namely, artifacts designed under constructivist guidance allow users to be more active than artifacts designed under

instructivist guidance. The paper discusses theoretical and educational implications of the findings.

Keywords: creative computing, constructionism, developing computational thinking, instructivist and constructivist pedagogical perspectives.

תקציר

שילוב תכנות יצירתי (creative computing) בלמידה פורמאלית מסייע בפיתוח מיומנויות נחוצות לאדם הלומד בעידן הדיגיטאלי. אחת מהן היא חשיבה תכנותית (computational thinking). בהלימה עם הגישה הקונסטרוקציוניסטית (Papert, 1980), תכנות יצירתי מאפשר הבניית ידע באמצעות עיצוב של תוצרים מתוכנתים ומוחשיים. תפיסות פדגוגיות של מורים משליכות על אופן הלמידה של תכנות יצירתי בבית הספר. מחקר זה בדק את האופן בו **תפיסות פדגוגיות** של מורים- אינסטרוקטיביסטית-הוראתית וקונסטרוקטיביסטית-הבנייתית, באות לידי ביטוי באיכות ובמורכבות תוצרי תלמידים המונחים על-ידי מורים אלו. במחקר השתתפו 20 מורים דוברי עברית וערבית שאופיינו כבעלי אוריינטציה אינסטרוקטיביסטית או קונסטרוקטיביסטית באמצעות שאלון פדגוגיה עממית. לאחר מכן התבצעה הערכת שופטים וניתוח באמצעות יישומון ד"ר סקראץ' ל-96 תוצרי תכנות של תלמידיהם מבתי ספר יסודיים וחטי"ב. נמצא כי בטווח הקצר מורכבות התכנות גבוהה יותר אצל תלמידים החשופים להנחיה אינסטרוקטיביסטית. אך בטווח הארוך יותר, תוצרי-התלמידים שנבנו בהנחיה הבנייתית-קונסטרוקטיביסטית נמצאו מקוריים ויצירתיים, אסטטיים ומביעים מסר ברור יותר, מאשר תוצרי התלמידים הלומדים בהנחיה אינסטרוקטיביסטית. זאת-ועוד, תפיסות פדגוגיות של מורים משליכות על תפיסות תלמידיהם ובאות לידי ביטוי באופי התוצרים. כך, תוצרים שנבנו בהנחית מורים קונסטרוקטיביסטיים מאפשרים למשתמשים בהם להיות פעילים, יותר מאשר תוצרים שנבנו בהנחית מורים אינסטרוקטיביסטיים. המאמר דן בהשלכות התיאורטיות והחינוכיות של הממצאים.

מילות מפתח: תכנות יצירתי, קונסטרוקציוניזם, פיתוח חשיבה תכנותית, תפיסות פדגוגיות אינסטרוקטיביסטית-הוראתית וקונסטרוקטיביסטית-הבנייתית.

מבוא

בשנים האחרונות משרד החינוך מיישם תכנית ללימודי "קוד רובוטיקה" במטרה לקדם מיומנויות רלוונטיות עבור לומדים בעידן הדיגיטאלי. אחת המיומנויות החשובות ביותר היא **חשיבה תכנותית** (computational thinking), בבתי הספר היסודיים ובחטי"ב. עיסוק בתכנות יצירתי (creative computing) מאפשר ללומד להתנסות בפתרון בעיות, החל משלב ניתוח הבעיה, דרך חיפוש מגוון פתרונות אפשריים ועד לשלב היישום. זאת כאשר הלומד פועל באופן אינטואיטיבי, ללא הכרות מוקדמת עם שפות התכנות וגורם למחשב לבצע פעולה רצויה. עיסוק בתכנות באופן יצירתי מאפשר ביטוי עצמי ומפתח חשיבה ייחודית לכל לומד (Papert & Harel, 1991) ותורם לפיתוח מערכת מיומנויות, עליהן נבנית חשיבה תכנותית כגון: הפשטה, חשיבה ביקורתית וייצוג פתרון יעיל (Sharpley et al., 2015). מכאן שתכנות יצירתי מאפשר להעלות רעיונות חדשים ומקוריים, מכוון לעבודת צוות, מעודד חקירה לשם שיפור התוצר, דורש בחינה ביקורתית של הפתרון שנבחר ולעיתים מזמן אף התמודדות עם כישלונות. כך תכנות יצירתי מקדם למידה ופותח צוהר עבור אוכלוסייה רחבה של תלמידים למגוון תחומים הדורשים שליטה בכלים דיגיטאליים כגון: רפואה, תעשייה ותקשורת (משרד החינוך, 2016; Kafai, 2016).

המסגרת התיאורטית העומדת מאחורי השימוש בתכנות כאמצעי לקידום למידה היא **הגישה הקונסטרוקציוניסטית** (constructionism; Papert, 1980), לפיה הבניית ידע ושיפור תהליכי חשיבה מתעצמים כאשר הלומדים עוסקים בעיצוב תוצרים מוחשיים בעלי משמעות אישית. בכוחה של בנייה כזו לשפר חשיבה ולמידה בכל גיל- ללא קשר לשלב ההתפתחותי בו נמצא הלומד (Papert & Harel, 1991). פפרט טען, כי סביבה דיגיטאלית, המאפשרת יצירה ובניה בטווח רחב ביותר, הינה סביבה מיטבית ללמידה (Papert & Harel, 1991). על-מנת לתת לרעיון זה ביטוי ממשי, הוא וממשיכיו פיתחו לאורך השנים, סביבות אינטואיטיביות ללימוד תכנות שמתאימות ללימוד עצמי בגילים הצעירים (Papert, 1980; Kafai, 2016). לאחרונה, העיסוק בתכנות יצירתי נעשה תוך שימוש בסביבות מקוונות ידידותיות כגון: CodeMonkey, Alice Planet, Kodu, Scratch

(Kafai, 2016). הסביבה לתכנות יצירתי סקראץ', פותחה באוניברסיטת MIT בארה"ב (Maloney et al., 2010), בהשראת עקרונות הקונסטרוקציוניזם (Papert, 1980; Resnick, 2012). תכנות התחלתי ב"סקראץ'" נגיש מאד ומתבצע באמצעות גרירה והרכבה של "אבני בניין", כאשר הסביבה עצמה מספקת משוב מידי לגבי טיב הביצוע. המטרה היא שכל לומד, ללא קשר לגילו ורמתו הקוגניטיבית, יהיה מסוגל להפיק "פרויקטים", כלומר תוצרים יצירתיים (Resnick, 2012). בסביבה זו ניתן לפתח מגוון תוצרים יצירתיים כגון: סרטוני אנימציה, משחקים וסיפורים אינטראקטיביים (Zuckerman, Blau & Monroy-Hernández, 2009; Peppler & Warschauer, 2011). זאת על-מנת לאפשר לכל לומד להביא לביטוי את תחומי העניין הייחודיים לו ולאפשר באופן זה למידה דיפרנציאלית ומשמעותית (Kafai, 2016; Resnick, 2012). עיצוב פלטפורמה מקוונת מאפשרת ללומדים לשתף תוצרים עם עמיתים, לקבל משוב ולחלוק אחד עם השני רעיונות (Zuckerman et al., 2009). בכך ניתן לקדם מרכיבים של חשיבה תכנותית כמו: תכנון מקדים, אנאליזה וסינטזה (Brennan & Resnick, 2012; Dasgupta, Hale, Monroy-Hernández, & Hill, 2016).

עד כה, רוב המחקר על תרומת העיסוק בתכנות יצירתי נעשה בלמידה בלתי-פורמלית. מחקרים בודדים שבחנו שילוב **תכנות יצירתי בלמידה פורמאלית**, הראו תרומה לפיתוח יצירתיות וקידום חשיבה לוגית ותכנותית (Calder, 2010). עוד נמצא כי עיסוק בתכנות יצירתי, תוך קישורו לתכנים הנלמדים בבתי הספר, עשוי לתרום לתחושת מסוגלות, להגביר מוטיבציה ללמידה, ולקרב בין התכנים הנלמדים בבית הספר לבין עולם התלמידים (Ke, 2014).

מידת הצלחתה ושילובה של התכנות לקידום למידה ופיתוח חשיבה בבתי הספר, קשורה בגישות הפדגוגיות של המורים המיישמים את התוכנית (Papert, 1987). מחקר זה מתבסס על "**ארבעת המודלים לתודעת הלומד**" (Olson & Bruner, 1996). לפי גישה זו, כל אדם בכלל ומורה בפרט, מפתח באופן אינטואיטיבי תפיסה לגבי תהליך למידה אופטימלי, כלומר **פסיכולוגיה עממית** (folk psychology) ובהתאם לכך מגבש את תפיסתו לגבי אופן ההוראה הנדרש, כלומר, **פדגוגיה עממית** (folk-pedagogy). ניתן לשייך את ארבעת המודלים הללו לשתי תפיסות פדגוגיות שונות (Peled et al., 2015). שני המודלים הראשונים: הראשון, לפיו הוראה נתפסת כהדגמה והשני לפיו הוראה נתפסת כהעברת ידע ממורה ללומדים, מיצגים את **התפיסה האינסטרקטיביסטית-הוראתית** (instructivist perspective). בהתאם לתפיסה זו ההוראה מתרחשת באופן אחיד לכולם, ממוקדת בתוכן הנלמד, ומחזקת את הגישה של "מורה במרכז". לעומת-זאת, שני המודלים הנותרים: השלישי, המתמקד בלמידה תוך התנסות חופשית של הלומד והרביעי, המתאר התנסות מעוגנת במוסכמות מדע ותרבות, מיצגים את **התפיסה הקונסטרוקטיביסטית-הבנייתית** (constructivist perspective). בהתאם לתפיסה זו ההוראה היא דיפרנציאלית, התנסותית וממוקדת בתהליך ובתוצרי הלמידה, ומתרחשת בגישת "התלמיד במרכז".

תפיסות פדגוגיות שונות של מורים באות לידי ביטוי גם בהוראת תכנות יצירתי. כך, במחקר של קסלר, שמיר-ענבל ובלאו (2018), נבחן הקשר בין תפיסות מורים בהקשר של תכנות יצירתי לבין אסטרטגיות ההוראה המיושמות על-ידם בסביבת סקראץ'. המחקר הראה כי מורים בעלי תפיסה הבנייתית מיישמים בהוראתם אסטרטגיות מהסוג הקונסטרוקטיביסטי באופן משמעותי יותר מאשר עמיתיהם בעלי התפיסה ההוראתית. זאת ועוד, ממצאי מחקר נוסף אשר עקב אחר תהליך בניית משחקים באמצעות סקראץ' במסגרת פורמאלית (Ke, 2014), הראו כי רוב המשחקים הלימודיים אשר תכנתו תלמידים בהדרכת מורים למחשבים, נשאו אופי הוראתי. ממצאים אלה מרמזים כי התפיסות הפדגוגיות של המורים, עשויות להשליך על אופי תוצרי התלמידים ועל איכותם במדדים של בהירות ומקוריות הרעיון, עיצוב אסטטי ורמה תכנותית של התוצרים.

בהקשר לסוגיה זו, **מטרת המחקר** הנוכחי הייתה לבדוק את הקשר בין תפיסות פדגוגיות של מורים לבין איכות התוצרים המופקים ע"י תלמידיהם בסביבת סקראץ' לתכנות יצירתי. ובכך לבחון את השאלות הבאות:

1. האם הבדלים בתפיסות פדגוגיות של מורים (אינסטרקטיביסטים / קונסטרוקטיביסטים) באים לידי ביטוי במאפייני התוצרים שתכנתו תלמידיהם, בהתייחס לרמת התכנות, מידת בהירות הרעיון, מידת בהירות הממשק, מידת אסטטיות, ומידת מקוריות ויצירתיות התוצר?
2. האם וכיצד תפיסות פדגוגיות של מורים, אינסטרקטיביסטים / קונסטרוקטיביסטים משליכות על פדגוגיה עממית של תלמידיהם בהתייחס לאקטיביות המשתמשים בתוצר אותו תכנתו התלמידים?

המשתתפים

במחקר השתתפו 20 מורים המשלבים בהוראתם סביבה לתכנות יצירתי סקראץ' ומייצגים מגוון של זרמים במערכת החינוך בישראל בהם שולבו לימודי קוד. המורים אופיינו כבעלי תפיסה פדגוגית הוראתית לעומת תפיסה פדגוגית הבנייתית (ראו פרטים בסעיף הבא). לא נמצאו הבדלים בוותק בהוראה בין המורים בעלי שתי התפיסות הפדגוגיות. טבלה מס' 1 מציגה את מאפייני המורים שהשתתפו במחקר.

טבלה 1. מאפיינים דמוגרפיים של המורים (n=20)

N		מאפיין
8 – הוראתית – 12 – הבנייתית –		תפיסה פדגוגית
2-30 שנים		וותק בהוראה
1/2 שנה – 7 שנים		ניסיון בהוראת סקרץ
14 נשים – 6 גברים –		מגדר
9- ממלכתי 2 – ממ"ד 2 – ממלכתי וממ"ד	דובר עברית – 13	מגזר
	דובר ערבית – 7	
13 – יסודי (כיתות ג'ו) – 7 – חט"ב (כיתות ז-ט')		כיתות הוראה

המורים שלחו תוצרים שנבנו על-ידי תלמידיהם (96 תוצרי-תלמידים). המאפיינים לפיהם אפיינו את התוצרים שנתחו במחקר, מפורטים בטבלה מס' 2.

טבלה 2. דמוגרפיה של תוצרי התלמידים (n=96)

N		מאפיין
46 – הוראתית – 50 – הבנייתית –		תפיסה פדגוגית של המורים
24 – כיתות ג'ד' – 27 – כיתות ה'ו' – 41 – כיתות חט"ב –		גיל התלמידים
37 – מתחילים (לומדים פחות מחצי שנה) – 59 – מומחים (לומדים מעל חצי שנה) –		רמת תוצרי התלמידים
71 – דובר עברית – 25 – דובר ערבית –		מגזר

כלי מחקר והליך מחקר

על-מנת לשייך תפיסות פדגוגיות של המורים המשתתפים לאחד המודלים של תודעת לומד (Olson & Bruner, 1996), בשלב הראשון, הופץ למשתתפים שאלון פדגוגיה עממית (folk pedagogy questionnaire; Blau & Pieterse, 2015; לשאלון המלא ראו: קסלר שמיר-ענבל ובלאו, 2018). המורים אופיינו כבעלי תפיסה פדגוגית הוראתית (אם המורה בחר בהיגד כגון: "כאשר מלמדים אותי משהו חדש, הדרך הטובה ביותר לעשות זאת

היא: להדגים לי את הביצוע של הפעולה הרצויה", או הבנייתית (אם המורה בחר בהיגד כגון: "להנחות אותי על מנת שאוכל להגיע (באופן עצמאי) לתובנות לגבי הנושא הנלמד").

המורים התבקשו לשלוח קישור לדוגמאות של תוצרים מייצגים (ברמות שונות) שנבנו על-ידי תלמידיהם ופורסמו באתר קהילת הסקראץ' הישראלית (<http://www.scratch.org.il>) או באתר הקהילה הבין לאומית (<https://scratch.mit.edu>). מורים אחרים הפנו את החוקרים לסטודיו הכיתתי, מתוכו נדגמו על ידי החוקרים מספר תוצרים ברמות שונות.

טבלה מס' 3 מציגה את הפרמטרים ששמשו לקידוד איכות תוצרי התלמידים (Blau & Peppler, 2007; Benolol, 2016). רמת התכנות 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 יצירתי, שהיה "עיוור" לשאלות המחקר. מידת ההסכמה בין השופטים הייתה טובה, מקרים מעטים של קידוד שונה, נידונו עד להשגת הסכמה מלאה.

טבלה 3. פרמטרים וסולמות הניתוח להערכת תוצרים

סולם הניתוח	פרמטר לניתוח
מ-1 עד 21, באמצעות יישומון דר' סקראץ'	1. רמה תכנותית של הפרויקט
בהתאם למספר המצוין בתוצר הספציפי	2. מספר הדמויות
בהתאם למספר המצוין בתוצר הספציפי	3. מספר התסריטים
מ-1- (במידה נמוכה מאוד) – עד 5 (במידה רבה מאוד)	4. מידת בהירות רעיון הפרויקט
מ-1- (במידה נמוכה מאוד) – עד 5 (במידה רבה מאוד)	5. מידת בהירות ממשק המשתמש
מ-1- (במידה נמוכה מאוד) – עד 5 (במידה רבה מאוד)	6. מידת מקוריות ויצירתיות הפרויקט
מ-1- (במידה נמוכה מאוד) – עד 5 (במידה רבה מאוד)	7. רמת אסטטיות עיצוב הפרויקט
מ-0- צפייה פאסיבית-עד 2-אקטיביות רבה של המשתמש	8. מידת האקטיביות של המשתמש
0- לא קשור או 1- קשור לתוכנית לימודים	9. הקשר של הפרויקט לתוכן לימודי

ממצאים ודיון

הבדלים במדדי איכות התוצרים (שבטבלה 3) כפונקציה של תפיסת המורים (אינסטרקטיביסית/קונסטרוקטיביסטית) נבדקו באמצעות מבחני t. טבלה 4 מציגה את ההבדלים שנמצאו במדדי האיכות בתוצרי התלמידים, בהתייחס לתפיסות הפדגוגיות של מוריהם.

טבלה 4. הבדלים בין מדדי איכות של כלל תוצרי התלמידים כפונקציה של תפיסת מורה

מבחן t	סטיית תקן	ממוצע	N	סוג מורה	מדדי התוצרים שהוערכו
$t(94)=1.050, p=.297$	4.201	11.00	46	אינסטרוקטיביסטיים	איכות התכנות – (הערכת יישומון dr. scratch)
	3.828	10.14	50	קונסטרוקטיביסטיים	
$t(21)=2.758, p=.012$	2.279	13.77	13	אינסטרוקטיביסטיים	איכות התכנות (הערכת מומחה)
	3.239	10.60	10	קונסטרוקטיביסטיים	
$t(94)=-3.370, p=.001$	1.404	3.37	50	אינסטרוקטיביסטיים	מידת בהירות הרעיון
	0.990	4.20	46	קונסטרוקטיביסטיים	
$t(94)=1.507, p=.135$	1.303	4.11	46	אינסטרוקטיביסטיים	מידת בהירות ממשק המשתמש
	1.586	3.66	50	קונסטרוקטיביסטיים	
$t(94)=-2.801, p=.006$	1.022	3.02	46	אינסטרוקטיביסטיים	מידת מקוריות ויצירתיות
	1.067	3.62	50	קונסטרוקטיביסטיים	
$t(94)=-1.808, p=.074$	1.107	3.41	46	אינסטרוקטיביסטיים	מידת אסטטיות עיצוב התוצר הסופי
	0.990	3.80	50	קונסטרוקטיביסטיים	
$t(94)=1.043, p=.300$	127.441	53.85	46	אינסטרוקטיביסטיים	מספר התסריטים
	52.086	33.42	50	קונסטרוקטיביסטיים	
$t(94)=0.862, p=.391$	41.179	15.52	46	אינסטרוקטיביסטיים	מספר הדמויות
	13.403	10.22	50	קונסטרוקטיביסטיים	
$t(94)=0.228, p=.820$	0.729	0.96	46	אינסטרוקטיביסטיים	מידת האקטיביות של המשתמש
	0.829	0.92	50	קונסטרוקטיביסטיים	
$t(92)=0.947, p=.346$	0.495	0.40	45	אינסטרוקטיביסטיים	הקשר אל התכנים הלימודיים
	0.466	0.31	49	קונסטרוקטיביסטיים	

כפי שניתן לראות בטבלה 4, איכות התכנות נמצאה גבוהה יותר ($p=.012$) בהערכת שופט-מומחה לתוצרי התלמידים שהונחו על-ידי מורים אינסטרוקטיביסטיים. לעומת-זאת, תוצרים שנבנו בהנחית מורים קונסטרוקטיביסטיים, נמצאו גבוהים יותר במידת בהירות הרעיון ($p=.001$) ומידת מקוריות ויצירתיות ($p=.006$). כמו-כן, נמצאו הבדלים בעלי מובהקות גבולית לטובת תוצרי תלמידים שהונחו על-ידי מורים קונסטרוקטיביסטיים גם במידת האסטטיות של התוצר ($p=.074$).

בהמשך לניתוח של כלל התוצרים כמפורט לעיל, נבדק האם קיימים הבדלים באיכות התוצרים בין תלמידי מורים אינסטרוקטיביסטיים וקונסטרוקטיביסטיים בקרב תלמידים-”מומחים” בלבד. כלומר, התוצרים נבנו לאחר ניסיון של חצי שנה ומעלה בעבודה בסביבת סקראץ' (טבלה 5).

טבלה 5. הבדלים באיכות התוצרים של תלמידים-מומחים כפונקציה של תפיסת פדגוגיות של מוריהם

מבחני t	סטיית תקן	ממוצע	N	סוג מורה	מדדי התוצרים שהוערכו
$t(57)=-0.281, p=.780$	3.361	12.38	37	אינסטרוקטיביסטיים	איכות התכנות (הערכת יישומון (dr. scratch
	3.485	12.64	22	קונסטרוקטיביסטיים	
$t(17)=1.505, p=.151$	2.279	13.77	13	אינסטרוקטיביסטיים	איכות התכנות (הערכת מומחה)
	1.835	12.17	6	קונסטרוקטיביסטיים	
$t(57)=-3.235, p=.002$	1.464	3.46	37	אינסטרוקטיביסטיים	מידת בהירות הרעיון
	0.739	4.55	22	קונסטרוקטיביסטיים	
$t(57)=1.461, p=.150$	1.373	3.95	37	אינסטרוקטיביסטיים	מידת בהירות ממשק המשתמש
	1.649	3.36	22	קונסטרוקטיביסטיים	
$t(57)=-4.044, p=.000$	1.079	3.05	37	אינסטרוקטיביסטיים	מידת מקוריות ויצירתיות
	0.958	4.18	22	קונסטרוקטיביסטיים	
$t(57)=-2.670, p=.010$	1.146	3.51	37	אינסטרוקטיביסטיים	מידת אסטטיות עיצוב התוצר הסופי
	0.883	4.27	22	קונסטרוקטיביסטיים	
$t(57)=0.131, p=.896$	139.531	66.43	37	אינסטרוקטיביסטיים	מספר התסריטים
	64.922	62.27	22	קונסטרוקטיביסטיים	
$t(57)=0.197, p=.845$	45.429	18.76	37	אינסטרוקטיביסטיים	מספר הדמויות
	16.292	16.77	22	קונסטרוקטיביסטיים	
$t(57)=-2.190, p=.033$	0.631	1.14	37	אינסטרוקטיביסטיים	מידת האקטיביות של המשתמש
	0.598	1.50	22	קונסטרוקטיביסטיים	
$t(55)=-0.370, p=.713$	0.506	.470	36	אינסטרוקטיביסטיים	הקשר אל התכנים הלימודיים
	0.5120	.520	21	קונסטרוקטיביסטיים	

ניתן לראות כי כל הפרמטרים מעידים על איכות גבוהה יותר של תוצרי תלמידים שנבנו בהנחיה של מורים קונסטרוקטיביסטיים: **מידת בהירות הרעיון** ($p=.002$), **מידת המקוריות והיצירתיות** ($p=.000$), **ומידת האסטטיות של התוצר** ($p=.010$). להערכתנו הדבר נבע מכך, שתלמידים הלומדים בהנחיה הבנייתית מתוך התנסות אישית רבה, עשויים לשים לב לממדים הרבים שמאפשרת הסביבה לתכנות יצירתי. באופן זה הם עשויים להפיק תוצרים אסטטיים יותר ולהביע רעיונות מקוריים בצורה טובה יותר, מאשר תלמידים הלומדים בהנחיה הוראתית, המתמקדת ברובה בהדגמה של יצירת קוד. ממצא זה עשוי להעיד על כך, שהנחיה של מורים בעלי גישות פדגוגיות שונות, משליכה על תוצרי התלמידים. כאשר תלמידים הלומדים בהנחיה הבנייתית מפיקים תוצרים איכותיים יותר, ביחס לתלמידים הלומדים בהנחיה הוראתית.

לא פחות חשוב, בשונה מניתוח כלל התוצרים, ניתוח התוצרים של התלמידים "המומחים", הראה כי כבר אחרי חצי שנה של עיסוק בתכנות יצירתי באמצעות סקראץ', תלמידים המונחים מתוך תפיסה הבנייתית, מתגברים על הפער הראשוני שנמצא ברמת התכנות בינם לבין התלמידים שהונחו על-ידי מורים בעלי תפיסה הוראתית. היות והערכת מומחה נעשתה על כמות קטנה של פרויקטים, ההבדלים ברמת התכנות נבדקו שנית על-ידי מבחן א-פרמטרי (מאן-ויטני), אך גם במבחן זה לא נמצאו הבדלים מובהקים סטטיסטית ברמת התכנות בין התלמידים "המומחים", שקיבלו הנחיה משני הסוגים.

זאת-ועוד, **מידת האקטיביות של המשתמש** בתוצרי התלמידים ה"מומחים", המונחים על-ידי מורים בעלי תפיסה הבנייתית, נמצאה גבוהה באופן מובהק ($p=.033$) ביחס לתוצרי התלמידים שהונחו על-ידי מורים אינסטרקטיביסטיים כפי שממחיש איור מס' 1. תלמידים שהונחו באופן הבנייתי גורמים למשתמשים בתוצרים שהם יצרו להבנות את הידע שלהם באופן פעיל יותר, בהתאם לתפיסה הקונסטרוקטיביסטית-הבנייתית (Olson & Bruner, 1996) אותה הם חוו כלומדים.



איור 1. תוצרים בנושא "ירושלים" שנבנו בהנחה פדגוגית שונה:

מימין: **תוצר שנבנה בהנחה הוראתית** – המשתמש מתבקש לפתור חידון בסגנון "טריוויה"

משמאל: **תוצר שנבנה בהנחה הבנייתית** – המשתמש נדרש לפענח משימות מגוונות ברמת חשיבה גבוהה ב"חדר בריחה" וירטואלי.

לסיכום, מחקר זה בחן קשר בין תפיסות פדגוגיות של מורים המשלבים תכנות יצירתי בלמידה פורמאלית, לבין איכות התוצרים המופקים ע"י תלמידיהם. ראינו, כי תלמידים ובמיוחד תלמידים מומחים הלומדים מעל חצי שנה בהנחה הבנייתית-קונסטרוקטיביסטית, מעצבים תוצרים אסתטיים יותר, בעלי מידת מקוריות ויצירתיות רבה יותר ומביעים מסר ברור יותר, יחסית לתוצרים המופקים על ידי תלמידים בהנחה הוראתית-אינסטרקטיביסטית. כמו-כן, נמצא כי תפיסות פדגוגיות של מורים עשויות להשליך על תפיסה פדגוגית של תלמידיהם. הדבר מתבטא באקטיביות משתמשים רבה יותר בתוצרים שנבנו על-ידי תלמידים הלומדים בהנחה הבנייתית, ביחס לאלה שנבנו על-ידי עמיתיהם שהונחו באופן הוראתי. לפיכך, אנו ממליצים על הכשרה לאורך זמן שתסייע למורים לאמץ תפיסה פדגוגית הבנייתית. הכשרה ממושכת כזו (Ertmer et al., 2010), תוך התנסות בהוראת תכנות יצירתי, המזמנת תהליכי הוראה-למידה בעלי אופי הבנייתי (קסלר ועמיתיה, 2018), עשויה לקדם שילוב תכנות יצירתי בהוראה באופן שיתרום לפיתוח חשיבה תכנותית של התלמידים.

מקורות

קסלר, א., שמיר-ענבל, ת. ובלאו, א. (2018). מי מלמד תכנות יצירתי? אסטרטגיות הוראה של מורים לקוד רובוטקה כמשקפות פדגוגיות אינסטרקטיביסטיות וקונסטרוקטיביסטיות. בתוך: "י עשת, א' בלאו, א' כספי, ש' אתגר, נ' גרי, י' קלמן, ו' זילבר-ורוד (עורכים), **האדם הלומד בעידן הטכנולוגי** (עמ' 147-157).

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.

Blau, I. & Pieterse, E. (2015). *Teacher's beliefs about learning questionnaire: Measuring folk psychology and fold pedagogy*. Unpublished manuscript. Department of Education and Psychology, The Open University of Israel.

Calder, N. (2010). Using scratch: an integrated problem-solving approach to mathematical thinking. *Australian Primary Mathematics Classroom*, 15(4), 9–14.

- Dasgupta, S., Hale, W., Monroy-Hernández, A., & Hill, B. M. (2016, February). Remixing as a pathway to computational thinking. In *Proceedings of the 19th ACM Conference on Computer-Supported Cooperative Work & Social Computing* (pp. 1438–1449). ACM.
- Ertmer, P. A., & Ottenbreit-Leftwich, A. T. (2010). Teacher technology change: How knowledge, confidence, beliefs, and culture intersect. *Journal of research on Technology in Education*, 42(3), 255–284.
- Goodyear, P., Salmon, G., Spector, J. M., Steeples, C., & Tickner, S. (2001). Competences for online teaching: A special report. *Educational Technology Research and Development*, 49(1), 65–72.
- Kafai, Y. B. (2016). From computational thinking to computational participation in K--12 education. *Communications of the ACM*, 59(8), 26–27.
- Ke, F. (2014). An implementation of design-based learning through creating educational computer games: A case study on mathematics learning during design and computing. *Computers & Education*, 73, 26–39.
- Maloney, J., Resnick, M., Rusk, N., Silverman, B., & Eastmond, E. (2010). The scratch programming language and environment. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 10(4), 16.
- Olson, D. R., & Bruner, J. S. (1996). Folk psychology and folk pedagogy. *The handbook of education and human development*, 9-27.
- Olson, D. R., & Katz, S. (2001). The fourth folk pedagogy. In Strauss, S., Torff, B., & Sternberg, R. S. (Eds.), *Understanding and teaching the intuitive mind*. (p.p.243–263). Routledge
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. New York: Basic Books.
- Papert, S. (1996). An exploration in the space of mathematics educations. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 1(1), 95–123.
- Papert, S. (1987). Information technology and education: Computer criticism vs. technocentric thinking. *Educational researcher*, 16(1), 22–30.
- Papert, S., & Harel, I. (1991). Situating constructionism. *Constructionism*, 36(2), 1–11.
- Peled, Y., Blau, I., & Grinberg, R. (2015). Does 1: 1 computing in a junior high-school change the pedagogical perspectives of teachers and their educational discourse. *Interdisciplinary Journal of e-Skills and Lifelong Learning-IJELL*, 11, 257–271.
- 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.
- Sharples, M., Adams, A., Alozie, N., Ferguson, R., FitzGerald, E., Gaved, M., McAndrew, P., Means, B., Remold, J., Rienties, B., Roschelle, J., Vogt, K., Whitelock, D. & Yarnall, L. (2015). *Innovating Pedagogy 2015*. The Open University of England, Innovation Report, N4. Retrieved November 16, 2016, pp. 23–15. from <http://www.open.ac.uk/blogs/innovating/?p=3>
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35.
- Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical transactions of the royal society of London A: mathematical, physical and engineering sciences*, 366(1881), 3717–3725.
- Wing, J. M. (2011). Computational thinking. In *VL/HCC* (p. 3).
- Zuckerman, O., Blau, I., & Monroy-Hernández, A. (2009). Children's participation patterns in online communities: An analysis of Israeli learners in the Scratch online community. *Interdisciplinary Journal of E-Learning and Learning Objects*, 5(1), 263–274.