

## מי מלמד תכנות יצירתי? אסטרטגיות הוראה של מורים לקוד ורובוטיקה כמשקפות פדגוגיות אינסטרוקטיביסטיות וקונסטרוקטיביסטיות

אינה בלאו	תמר שמיר-ענבל	אביטל קסלר
האוניברסיטה הפתוחה	האוניברסיטה הפתוחה	האוניברסיטה הפתוחה
<a href="mailto:inabl@openu.ac.il">inabl@openu.ac.il</a>	<a href="mailto:tamaris@openu.ac.il">tamaris@openu.ac.il</a>	<a href="mailto:avitalkeslerk8@gmail.com">avitalkeslerk8@gmail.com</a>

### Who is Teaching Creative Computing? Teaching Strategies of Code and Robotics' Teachers as Reflecting Instructivist and Constructivist Pedagogy

Avital Kesler	Tamar Shamir-Inbal	Ina Blau
The Open University of Israel	The Open University of Israel	The Open University of Israel

#### Abstract

Creative computing is one of the prominent ways to develop computational thinking, which is crucial for successful functioning in the digital era. It is therefore important to incorporate creative computing in the curriculum for young students. The constructivist learning approach (Papert, 1980) relates to creative computing the ability to improve high-order thinking processes. However, the manner in which different digital tools are integrated into learning processes depends on the pedagogic perspectives of teachers. Namely, teachers who hold instructivist perspectives continue using teacher-centered pedagogy in technology-enhanced environments, while teachers with constructivist perspectives tend to realize the added value of technology to promote pedagogy. This study first examined "folk pedagogy" perceptions (Olson & Bruner, 1996) of 89 teachers who integrate technologies in their classroom through a self-report questionnaire. We then analyzed through semi-structured interviews pedagogical strategies of twelve teachers who teach creative computing using the *Scratch* online platform. Half of the interviewees hold instructivist and another half-constructivist pedagogical perspectives. The findings showed a good match of self-report "folk pedagogy" through the questionnaire and the pedagogical processes described in the interviews. The coding of the interviews showed that the implementation of constructivist teaching strategies by teachers with constructivist pedagogical perspectives (75.9%) was significantly higher than among their instructivist colleagues (46.1%,  $p < .001$ ). However, based on the findings, we recommended integrating creative computing in schools for promoting constructivist pedagogy even among teachers with traditional pedagogical perspectives.

**Keywords:** creative computing, Scratch, constructionism, developing computational thinking, instructivist and constructivist pedagogy, folk psychology and folk pedagogy.

## תקציר

תכנות יצירתי (creative computing) נחשב לאחד האמצעים המשמעותיים לפיתוח חשיבה תכנותית (computational thinking) הנחוצה לאדם בעידן הדיגיטאלי. לכן ישנה חשיבות לשלב סביבות לתכנות יצירתי כאמצעי למידה עבור תלמידים צעירים. הגישה הקונסטרוקציוניסטית (constructionism; Papert, 1980) מייחסת לעיסוק בתכנות יכולת להבנות ידע ולשפר תהליכי חשיבה באופן מיטבי. עם-זאת, אופן השילוב של אמצעים דיגיטאליים בסביבת בית הספר תלוי בתפיסות פדגוגיות של המורים המשלבים אמצעים אלו. מורים המחזיקים בתפיסות אינסטרוקטיביסטיות נוטים להמשיך לפעול בדרך של הוראה בעלת אופי מסורתי גם בסביבה דיגיטאלית מתקדמת. לעומתם, מורים בעלי תפיסות קונסטרוקטיביסטיות, נוטים לקדם תהליכי הבנייה-ידע באמצעים הדיגיטליים החדשנים. המחקר הנוכחי בדק תחילה תפיסות המכונות "פדגוגיה עממית" (Olson & Bruner, 1996) בקרב 89 מורים המשלבים טכנולוגיות שונות בהוראתם באמצעות שאלון לדווח עצמי. ניתוח מעמיק של תהליכי הוראה באמצעות ראיונות מובנים למחצה בוצע עם שנים-עשר מורים, מחציתם בעלי תפיסות פדגוגיות קונסטרוקטיביסטיות ומחציתם בעלי תפיסות אינסטרוקטיביסטיות, המלמדים תכנות יצירתי באמצעות הפלטפורמה Scratch online. נתוני המחקר הראו התאמה בין הדיווח העצמי לבין תהליך הפדגוגי המתואר בהרחבה בראיונות. קידוד הראיונות הראה שיישום אסטרטגיות הוראה מהסוג הקונסטרוקטיביסטי היה גבוה באופן מובהק בקרב מורים בעלי תפיסה קונסטרוקטיביסטית (75.9%) לעומת עמיתיהם בעלי התפיסה האינסטרוקטיביסטית (46.1%,  $p < .001$ ). עם-זאת, על בסיס הממצאים מומלץ לשלב הוראת תכנות יצירתי בבית-הספר על-מנת לקדם פדגוגיה קונסטרוקטיביסטית גם בקרב המורים שמחזיקים תפיסות פדגוגיות מסורתיות.

**מילות מפתח:** תכנות יצירתי, סקראץ', קונסטרוקציוניזם, פיתוח חשיבה תכנותית, גישות פדגוגיות: אינסטרוקטיבית וקונסטרוקטיבית, פסיכולוגיה ופדגוגיה עממית.

## מבוא

לאחרונה החל משרד החינוך לשלב בבתי-ספר יסודיים וחטיבות ביניים (חט"ב) תוכניות ללימוד תכנות באמצעות סביבות לתכנות יצירתי (creative computing). החלטה זו משקפת הנחה כי לימוד תכנות בגיל צעיר, עשוי לסייע לתלמידים המגיעים מאוכלוסיות שונות לקדם באופן משמעותי את דרכי החשיבה ואופני הלמידה שלהם (משרד החינוך 2017; Kafai, 2016).

הבסיס לתפיסות הרואות בתכנות אמצעי המקדם למידה מצוי בגישה הקונסטרוקציוניסטית (constructionism; Papert, 1980). לפי גישה זו, בשונה מהגישה הקונסטרוקטיבית הקלאסית של פיאז'ה, תהליך של הבנייה ידע ושיפור תהליכי חשיבה מתעצמים כאשר הלומדים עוסקים בבנייה חווייתית של תוצרים מוחשיים. תוצרים בעלי משמעות אישית ללומדים, בכל גיל – ללא קשר לשלב ההתפתחותי בו הם נמצאים (Papert & Harel, 1991). פפרט טוען כי ניתן להסתייע בסביבה דיגיטאלית ללמידה קונסטרוקציוניסטית (Papert & Harel, 1991). לשם כך פותחו לאורך השנים תוכנות אינטואיטיביות ללימוד תכנות שמתאימות ללימוד עצמי של תלמידים כבר בגילים הצעירים (Kafai, 2016).

עיסוק בתכנות עשוי לתמוך בהבניית ידע ובלמידה פעילה בהתאם לעקרונות הגישה הקונסטרוקטיביסטית, ומאפשר ללומד להפיק תוצר יצירתי (creative production) (Papert, 1980). התוצר הינו תוצר חזותי, המתחבר לתחומי העניין של הלומד, מזמן הצגה בפני הקהילה ומאפשר משוב – דבר העשוי להגביר מוטיבציה פנימית ללמידה (Kafai, 2016). באמצעות תכנות ניתן להגיע לפתרון בעיה, כלומר לגרום למחשב לבצע פעולה רצויה, באופנים שונים, התואמים את הקוגניציה והאישיות של הלומד הספציפי. מכאן, כל העוסק בתכנות עשוי להביא לידי ביטוי את אישיותו ולפתח את אופן החשיבה הייחודי לו (Papert & Harel, 1991) וכן לפתח חשיבה תכנותית (computational thinking) הנחוצה בעידן הדיגיטאלי (Wing, 2011).

על-מנת לעודד בקרב הלומדים עיסוק בתכנות תוך הפקת תוצר יצירתי, פותחו בשנים האחרונות סביבות מקוונות שיתופיות לתכנות יצירתי כגון: Newgrounds, Alice Planet, Kodu, Scratch online. סביבות אלו מזמינות את הלומדים הצעירים לרכוש בקלות את יסודות התכנות ולעסוק בו באופן

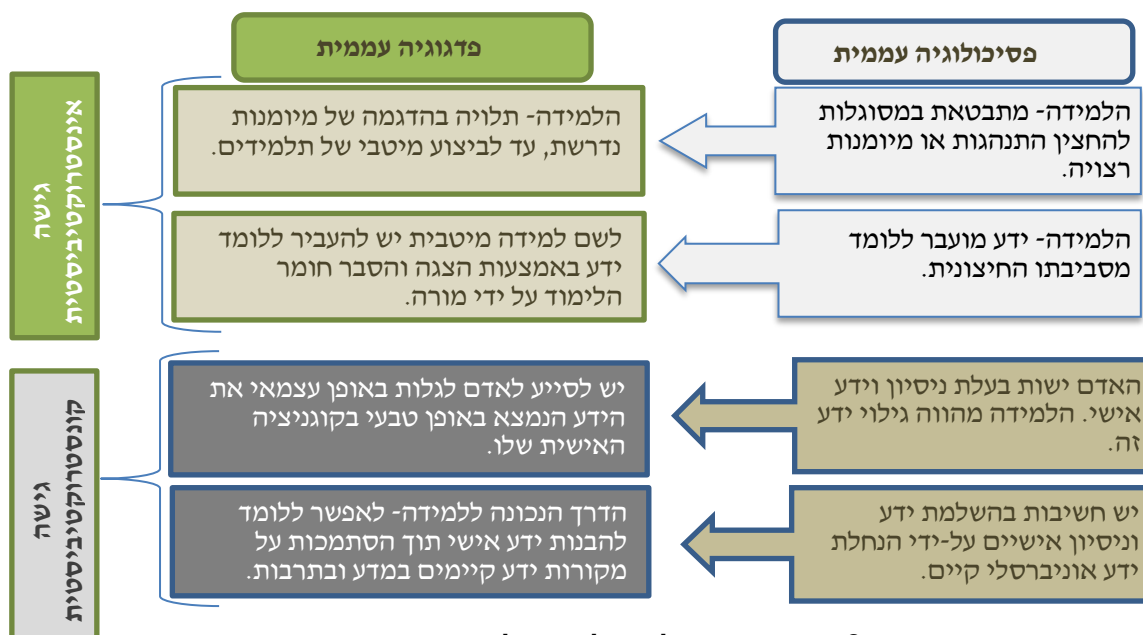
יצירתי (Blau & Benolol, 2016; Kafai, 2016). "סקראץ" (Scratch online) (איור 1) היא סביבה לתכנות יצירתי אשר פותחה ב-MIT שבארה"ב (Maloney et al., 2010) ונבנתה בהתאם לעקרונות הקונסטרוקציוניזם (Papert, 1980; Resnick, 2012). התכנות ב"סקראץ" מתרחש באמצעות הרכבה של מעין "אבני בניין". סביבה זו מאפשרת לתלמידים החל מגיל צעיר מאד וללא קשר לרמה קוגניטיבית, להביע את עצמם ולהפיק תוצרים יצירתיים (Resnick, 2012) כגון: סרטוני אנימציה, משחקים וסיפורים אינטראקטיביים. הסביבה מאפשרת לשתף פרויקטים עם עמיתים, לקבל משוב, ולחלוק רעיונות יצירתיים (Zuckerman, Blau, & Monroy-Hernández, 2009). פעילות בסביבה זו עשויה לסייע להעלאת מוטיבציה ללמידה של תכנות ולהפכה למשמעותית ורלוונטית ללומדים (Maloney et al., 2010; Resnick, 2012) שהשיתוף הדיגיטלי הוא חלק בלתי נפרד מהחוויה היומיומית שלהם (Kafai, 2016; Park, 2016).



איור 1. סביבת סקראץ'

נראה כי שילוב סקראץ' במערכת החינוך הפורמאלית עשוי להיטיב את תהליך הלמידה ולהפכו לפעיל יותר. עם-זאת, לא ניתן להתעלם מהעובדה, כי טיבם של תהליכי למידה משלבי-טכנולוגיה במערכת החינוך, קשורים קשר הדוק לתפקיד המורה בעידן הדיגיטלי (Goodyear et al., 2011). פפרט עצמו סבר כי תפקידו של מורה הפועל בהתאם לגישה הקונסטרוקציוניסטית שונה באופן מהותי מתפקידו של מורה המלמד בגישה המסורתית (Papert, 1980). מכאן שלתפיסות פדגוגיות שונות של מורים יש השפעה מכרעת על תפיסת תפקיד המורה ועל אופן השימוש בכלים הדיגיטליים בהוראה.

ברונר (Olson & Bruner, 1996) מצא, כי אנשים בכלל ומורים בפרט, מחזיקים באופן טבעי בתפיסות מגוונות כלפי תהליכי הוראה-למידה. תפיסות עממיות אלו חולקו לארבעה *מודלים*, המייצגים תודעת לומד שונה. בכל מודל מיוצגות פסיכולוגיה עממית (folk psychology) המאפיינת את תפיסת תהליך הלמידה ופדגוגיה עממית (folk-pedagogy) המתארת כיצד יש ללמד, בהתאם לפסיכולוגיה העממית המסוימת. איור 2 מציג קשר זה בין פסיכולוגיה ופדגוגיה עממית.



איור 2. ארבעת המודלים של פסיכולוגיה ופדגוגיה עממית

כמתואר באיור 2, ארבעת המודלים לתודעת לומד משתייכים לשתי גישות פדגוגיות (Peled, Blau, & Grinberg, 2015). המודלים הראשון והשני לתודעת לומד משקפים את **הגישה האינסטרקטיביסטית** (instructivist approach), בעוד שהמודל השלישי והרביעי משקפים את **הגישה הקונסטרוקטיביסטית** (constructivist approach) ללמידה. בהתאם לגישה האינסטרקטיביסטית, קיימת דרך אחידה ללמוד וניתן להגיע לתשובה הנכונה בדרך אחת ויחידה. בניגוד לכך, בהתאם לגישה הקונסטרוקטיביסטית הלמידה נתפסת כתהליך מורכב, בו יש יותר מתשובה אחת נכונה ויותר מדרך פתרון אחת. זאת ועוד, כל פרט עשוי לתרום מניסיונו המיוחד על-מנת לסייע למבנה ידע רחב יותר של חברי קבוצתו (Peled et al., 2015). נמצא, כי שתי גישות פדגוגיות אלו מיושמות בידי מורים שונים באמצעים פדגוגיים שונים (Olson & Katz, 2001) לרבות אמצעים דיגיטאליים מתקדמים (Peled et al., 2015).

תפיסות המורים בהקשר לתהליכי הוראה-למידה מהוות את אחד הגורמים הקשים ביותר לשינוי מחד ומשמעותיים ביותר בכל הקשור לאימוץ החדשנות מאידך (Ertmer & Ottenbreit-Leftwich, 2010). מחקרים הראו, כי הגישה האינסטרקטיביסטית של מורים מובילה לשימוש בטכנולוגיה שמחזקת את הגישה של "המורה במרכז". לעומת-זאת, מורים אשר תפיסתם הפדגוגית קונסטרוקטיביסטית, עשויים להוביל תלמידים להשתמש בטכנולוגיה לצרכי למידה פעילה בגישת "התלמיד במרכז" (Ertmer & Ottenbreit-Leftwich, 2010; Peled et al., 2015).

בספרות המחקרית הנושא של תכנות יצירתי נחקר כמעט באופן בלעדי בזרקור על לומדים במסגרות בלתי-פורמליות ובולט בה חוסר במחקרים אודות הוראת תכנות יצירתי במערכות חינוך פורמליות ותפיסות פדגוגיות של מורים בתהליך זה. בממצאי מחקר אשר עקב אחר תהליך בניית משחקים באמצעות סקראץ' (Ke, 2014) נמצא, כי רוב המשחקים הלימודיים אשר יצרו תלמידים בסביבת סקראץ' בהדרכת המורים למחשבים בבית הספר, נשאו אופי אינסטרקטיביסטי, וייתכן ושיקפו את התפיסות הפדגוגיות של המורים. על סמך ממצאי המחקר של Ke (2014) ניתן להניח כי שילוב בניית משחקים בסביבת סקראץ' במערכת החינוך לא יוביל בהכרח לשינוי פדגוגי בהתאם לקונסטרוקציוניזם של פפרט שתואר לעיל, אלא ישקף פסיכולוגיה ופדגוגיה עממית של מורים המשלבים תכנות יצירתי בכיתתם. בהקשר לסוגיה זו, מטרת המחקר הנוכחי הייתה להשלים את הפער שבספרות ולבחון את **השאלות** הבאות:

1. באיזו מידה דיווח עצמי של מורים לגבי תפיסתם הפדגוגית, בהתאם למודלים של פסיכולוגיה ופדגוגיה עממית (Olson & Bruner, 1996), תואמות עיצוב פדגוגי משולב-טכנולוגיה בכיתתם (אינסטרקטיביסטי או קונסטרוקטיביסטי)?
2. באיזו מידה וכיצד תפיסות פדגוגיות של מורים, באות לידי ביטוי בהוראת תכנות יצירתי באמצעות סקראץ', על-פי הגדרתם במודלים של פסיכולוגיה ופדגוגיה עממית?

## השיטה

המחקר בוצע בגישה המעורבת (mixed-method) על-מנת לבדוק את הקשר בין תפיסות פדגוגיות מוצהרות של מורים לבין האופן, בו הם מעצבים בפועל את הוראת התכנות היצירתי בכיתה.

## המשתתפים

בשלב הראשון של המחקר השתתפו 89 מורים מבתי-ספר יסודיים וחט"ב מרחבי הארץ שמשלבים טכנולוגיות שונות בהוראתם והשיבו לשאלון לדיווח עצמי. בשלב השני של המחקר נבחרו, מבין אלו שמלאו את השאלון והביעו את נכונותם להתראיין, שנים עשר מורים המלמדים באמצעות סקראץ'. מתוך המרואיינים - שמונה היו נשים וארבעה גברים, שמונה מהמורים מלמדים בבי"ס יסודי וארבעה בחט"ב, עשרה מורים מלמדים במגזר היהודי ושניים – במגזר הערבי. וותק המורים בהוראה נע בין 2-27 שנים, ניסיון ההוראה בסקראץ' נע בין מספר חודשים לשבע שנים.

## כלי מחקר והליך המחקר

בשלב הראשון הופץ שאלון פדגוגיה עממית (folk pedagogy questionnaire; Blau & Pieterse, 2015) המצורף בנספח 1. מטרת השאלון הייתה לשייך תפיסות פדגוגיות של המורים המשתתפים לאחד המודלים של תודעת לומד (Olson & Bruner, 1996) ולאפיין אותם כבעלי תפיסה פדגוגית אינסטרקטיביסטית (אם בחרו בתשובות א-ב בהיגדי השאלון) או קונסטרוקטיביסטית (תשובות ג-ד).

ניתוח גורמים מאושש עם רוטציית Warimax הראה שכל הפריטים בשאלון התכנסו לגורם אחד (טבלה 1). מהימנות כעקיבות פנימית של השאלון הייתה טובה, אלפא קרונברך  $\alpha=0.714$  וכל ההיגדים נכללו בממד שהתפלג נורמאלי. (טווח: 1-4, ממוצע: 2.80, סטיית תקן: 0.76, חציון: 2.75, הטיית התפלגות – Skewness: -0.281).

### טבלה 1. ניתוח גורמים לשאלון פדגוגיה עממית

גורם 1	היגדים
.819	כאשר מלמדים אותי משהו חדש, הדרך הטובה ביותר לעשות זאת היא...
.783	אני חושב ששיעור מוצלח הוא שיעור שבו...
.752	כשאני רוצה ללמד אחרים משהו חדש, הדרך הטובה ביותר לעשות זאת היא...
.635	כאשר אני לומד/ת משהו חדש, הדרך הטובה ביותר לעשות זאת עבורי היא...

מתוך 12 המורים שרואינו בחלק השני של המחקר, שישה אופיינו באמצעות השאלון כבעלי תפיסה פדגוגית אינסטרקטיביסטית ושישה נוספים – כבעלי תפיסה קונסטרוקטיביסטית. ארבעה בכל קבוצה מלמדים בבי"ס יסודי ושניים בחט"ב. כל קבוצה כללה שני גברים וארבע נשים, מורה אחת מהמגזר הערבי ושאר המורים מהמגזר היהודי.

לכל מורה נערך ראיון מובנה למחצה שבמהלכו נשאלו המורים שאלות כגון: כיצד אתה מנחה את התלמידים במהלך ההוראה בשיעורי הסקראץ'? מדוע בחרת להנחות אותם באופן זה דווקא? הראיונות אפשרו לברר כיצד התבצע תהליך ההוראה ומה הם המאפיינים הפדגוגיים על-פיהם פעלו עם התלמידים בלימוד התכנות יצירתי. יחידות תוכן בקידוד היו פעילויות למידה שתוארו בראיונות. סה"כ מופו 250 יחידות תוכן. הפעילויות אופיינו וקודדו על-פי אסטרטגיות הוראה-אינסטרקטיביסטיות או קונסטרוקטיביסטיות. 25% מהקידוד נבחן ע"י שני שופטים נוספים; היגדים מעטים שלגביהם לא הייתה הסכמה נידונו בין השופטים והממצאים מציגים פרי הסכמה מלאה ביניהם.

## ממצאים ודין

נתוני המחקר הראו התאמה מלאה בין הדיווח העצמי של מורים בשאלון פדגוגיה עממית לבין תהליך העיצוב הפדגוגי המתואר בהרחבה בראיונות. בהתאם לשאלון, טבלה 2 מציגה אסטרטגיות המאפיינות, מורים בעלי תפיסה אינסטרקטיביסטית וטבלה 3 – מורים בעלי תפיסה קונסטרוקטיביסטית. בכל טבלה מפורטות אסטרטגיות ההוראה המיושמות בסביבת סקראץ', בהתאם לתיאור שנתנו המורים המרואיינים.

## טבלה 2. אסטרטגיות המאפיינות מורים אינסטרוקטיביים

N	אסטרטגיות אינסטרוקטיביות וציטוט מייצג
34	<u>הדגמה ע"י מורה</u> – (ג): "אני מדגים מראש, אני לא משתמש בשיטת המעבדה ההפוכה, אני לא עובד ככה, ... אני לא נותן להם לגלות דברים לבד"
11	<u>תרגול וחזרות</u> – (ע): "אם אתה לא פותר תרגילים כול יום... דווקא במתמטיקה אם אתה לא עובד, אתה לא פותר שאלות, תחזור בבית ותעשה אותם דברים גם ככה בסקראץ' לתרגל ולעבוד עד שיתפסו את העניין, לבנות את המשחק פעם פעמיים עד שיתפוס בדיוק איפה הבעיה שלו."
2	<u>המחשה</u> – (ר): "אני מדברת על המושגים, אני מנסה להמחיש להם, מציגה להם את זה – מציירת על הרצפה משתמשת בעזרים."
4	<u>יצירת נהלי עבודה</u> – (א): "אני מאוד מקפידה על כללי תכנות שימשיכו אתם הלאה, וגם שירשמו הערות בצד וגם כאילו שיהיה להם מאוד-מאוד מסודר – שידעו בדיוק מה הם עושים."
18	<u>הסבר מילולי</u> – (ג): "אני מסביר והכול כתוב במערך השיעור, אני יודע שאני לא תמיד אצליח אז אני אומר להם: "אני הסברתי, מי שלא הבין יכול להסתכל על החומר (הנמצא באתר שלי)". זו אחת הסיבות שבניתי מערכי שיעור ספציפיים, שאם מישהו לא הבין בשיעור אז הוא יכול לחזור עליו מההתחלה ולהבין."
<b>סה"כ היגדים N=69</b>	
אסטרטגיות קונסטרוקטיביות וציטוט מייצג	
21	<u>למידה מהתנסות</u> – (ס) "משהו שהתחלתי השנה ... זה מה שאמרתי חמש שבע דקות אתגר ואני באמצע המחצית והילדים יודעים לעשות משהו עם חצים ועשינו משחק עם מבוך. הם יודעים לעבוד עם אובייקט שמתנגש עם אובייקט אחר. הם יודעים לעבוד עם תנועה וכול מיני סוגים של תנועה ואז אני אומרת להם: "חברים, אני שמה טיימר שבע דקות. אני רוצה שתעשו עם הדמות ציור." ואחרי שבע דקות אני אראה לכם. ואם הם בוהים בי כאילו נפלתי מהירח, אז אני מזכירה להם דברים שעשו ופתאום נופל האסימון שהם יודעים לעשות את זה, ואז הם מתחילים ליצור."
2	<u>למידה בהקשר אישי ורלוונטי ללומד</u> – (ר): "אם אנחנו מדברים מה זה קואורדינטות, לולאה, תרשים זרימה – אז אני לוקחת דברים מחיי היום-יום, מקנה להם את זה ברמת השפה שלהם, ברמת המודעות ורק אחר כך כותבים מזה קוד."
2	<u>הדגמה תוך שיתוף הלומד</u> – (א): אם זה נושא חדש אז אני מסבירה אני נותנת הקניה <b>עושים תוכנית ביחד על הלוח</b> ואחר כך הם עושים עבודה וכותבים לבד
4	<u>שאלות מכוונות של מורה</u> – (ר): "בדרך כלל אני לא עונה תשובה אלא עונה בשאלה, למשל, "אם את רוצה לחזור על פעולה כמה וכמה פעמים אז איזה בלוק תכנות יכול לעזור לנו?" "איפה אפשר למצוא אותו?", "איך אנחנו יכולים לשלוט במספר הפעמים שזה יחזור?" – בד"כ עונה לשאלה בשאלה וגורמת להם לגלות בעצמם, תוך שאלות מכוונות."
2	<u>סיעור מוחין</u> – (ס): "ובמהלך שבע הדקות האלה עולות כול מיני שאלות, נגיד...הצלחתי לעשות שהוא ירה אבל אני רוצה שיהיה אפשר ללחוץ אינטר והוא ילחץ עוד פעם ואיך לעשות את זה."
8	<u>עידוד בניית תוצר בהקשר בעל משמעות</u> – (ר) "מדי פעם יש פרויקט שעושים לבד, בלי שום הנחיה כל אחד צריך ליצור משהו. בשבוע הבא, למשל אני בשלומי, יש להם מילוי מקום אז הם שאלו אותי – האם הם יכולים לעשות מסיבת פרידה. אז אמרתי להם: "אתם יודעים מה? שבוע הבא אני לא אהיה, אני רוצה שתכינו פרויקט פרידה מהשיעורים – תציגו מה זה נתן לכם?"
10	<u>למידת עמיתים</u> – (א): "התלמידים עובדים בזוגות כי הם ביקשו ואוהבים את העבודה ביחד ותמיד יש מישהו שידע יותר ובמחשבים זה נורא עוזר שיש זוג הם עוזרים אחד לשני."

7	<p><u>עידוד תכנון מקדים</u> – (ר): "אני ... כותבת להם הנחיות על הלוח, למשל, שלב ראשון: "צור תסריט" שלב שתיים: צור שתי דמויות", שלוש: צור אתחול לדמויות", ארבע – "הגדר משתנים לתוכנית" ... הם לומדים שכדאי להתחיל תמיד באתחול, לכתוב איפה הדמות תעמוד על מסך ורק אחרי זה – שלבים, יש סדר בבניית הדברים, זה לוגי, זה נכון. הרבה ילדים כבר לא מסתכלים על ההוראות, הם יודעים את השלבים של התכנון, הם כבר רגילים."</p>	פיתוח חשיבה תכנותית
3	<p><u>אנאליזה תוך שיתוף הלומד</u> – (י): "אני אומר להם בוא נחפש [את הטעות בקוד] ביחד אני מראה להם דוגמה אישית ואומר להם בואו תחפשו, ביחד מחפשים."</p>	
סה"כ היגדים N=59		

הנתונים שבטבלה 2 מעידים כי המורים המרואינים בעלי תפיסה אינסטרקטיבית מוצהרת מיישמים בהוראת סקראץ' מגוון אסטרטגיות. אולם, הם נוטים ליישום רחב יותר של אסטרטגיות מהסוג האינסטרקטיביסטי 69 (53.9%) יותר מאשר אסטרטגיות מהסוג הקונסטרקטיביסטי – 59 (46.1%). זאת בניגוד לממצאי מחקרים קודמים (Lim & Chai, 2008; Peled et al, 2015), אשר הראו, שתהליך הוראה בסביבה דיגיטאלית אצל מורים בעלי תפיסה אינסטרקטיבית נושא אופי אינסטרקטיביסטי מובהק. נראה שתכנות יצירתי אכן יכול לזמן תהליכי הוראה-למידה בעלי אופי אינסטרקטיביסטי, אך במקביל מחייב הוראה-למידה קונסטרקטיבית הנובעת מאופיו של התכנות היצירתי.

מיפוי אסטרטגיות של המורים שאופיינו כקונסטרקטיביסטיים, העלה כי גם הם מיישמים בהוראת הסקראץ' מספר אסטרטגיות אינסטרקטיביות, אך עיקר היישום מתמקד באסטרטגיות קונסטרקטיביות, כמפורט בטבלה 3.

### טבלה 3. אסטרטגיות המאפיינות מורים קונסטרקטיביסטיים

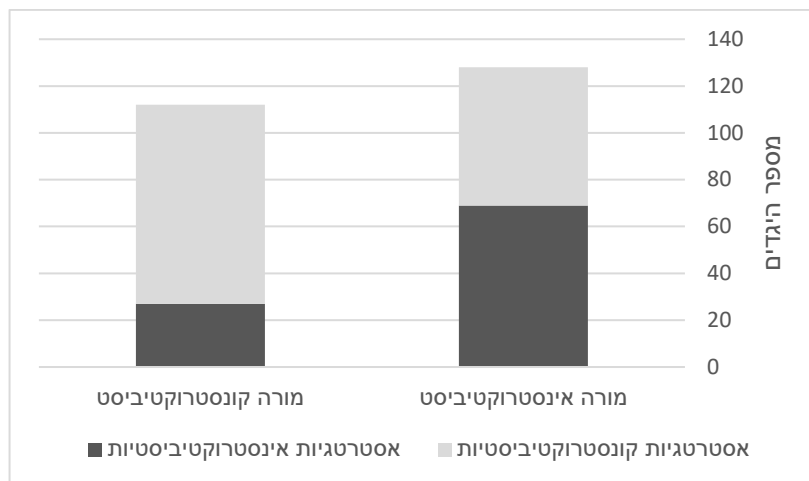
N	אסטרטגיות אינסטרקטיביות וציטוט מיצג
12	<p><u>הדגמה ע"י מורה</u> – (ח): "לפעמים אם הם באמת רוצים משהו מסוים וזה באמת מעבר לרמה שלהם אז אני אומרת לתלמיד: "אז בוא נעשה את זה בצורה כזאת אני אתן לך דוגמה ואז תעשה כמו הדוגמה שעשיתי לך את זה."</p>
2	<p><u>המחשה</u> – (ט) "אז אנחנו קוראים למשתנה "סמיילי" בהתחלה. אז אני אומר להם – חמש ועוד "סמיילי" שווה שמונה. .. ואז אני מצייר להם את התרגיל, ואז אני מצייר להם תרגיל אחר... ואז אני מצייר להם משתנה ועוד משתנה שווה סימן שאלה."</p>
3	<p><u>יצירת נהלי עבודה</u> – (י) "לפעמים צריך לתת איזושהי התחלה של רעיון תוכנתי איזושהי מסגרת... אנחנו כן נותנים לאלו שלא מרגישים בטוח בסביבה הזו, שלב אחרי שלב 1-2-3-4."</p>
10	<p><u>הסבר מילולי</u> – (מ): "יש שלב שבו הם חייבים להקשיב, למשל כשאני מראה את הפעולות אז רק אני מדברת אבל אני מסבירה להם למה צריך את זה או דברים כאלה, אבל בדרך כלל כאילו זה משהו שאני מסבירה."</p>
סה"כ: 27	
אסטרטגיות קונסטרקטיביות וציטוט מיצג	
37	<p><u>למידה מהתנסות</u> – (ע) "אז אני נותנת להם בעיה ואני אומרת להם בוא נמצא את הפתרון – אתם תחפשו הוראה מתאימה ואיך אני יכולה להשתמש בזה, אז אני נותנת להם משהו כמו רבע שעה לשבור את הראש, לנסות חלק קטן... האמת למדתי את זה כשלמדתי את תוכנות ה"אופיס", אם אני אומרת להם תלחצו כפתור זה ייתן לכם את זה הם ישכחו את זה, אם הם לומדים את זה מתוך הצורך שלהם, הם יזכרו את הבעיה ואת הצורך שלהם לכלי הזה ויזכרו את זה יותר, אני מצאתי ש(זו הדרך הטובה יותר) לפתור את הבעיה הזאת כך הם זוכרים את זה יותר טוב."</p>
3	<p><u>למידה בהקשר אישי ורלוונטי ללומד</u> – (ט) "אנחנו למשל בין השיעורים הראשונים כשלומדים על עט וציור, אנחנו כל הזמן עושים השוואה בין העולם של המציאות לבין העולם הווירטואלי."</p>

11	הדגמה תוך שיתוף הלומד – (י) "הם לא תמיד מגיעים לתשובות אז אני שואלת שאלה נוספת, לרוב זה ככה ואז אנחנו מקבלים את התמונה הכללית. אני כותבת את זה על הלוח שלב אחרי שלב מה שנאמר כדי שיהיה כתוב על הלוח ויוכלו להעתיק."	
12	שאלות מכוונות של מורה – (מ) "בוא נגיד קופצים מנקודות אקראיות ומנסים לתפוס אותם עם העכבר אז אני מזכירה להם שאני רוצה נקודות אקראיות ובכול חצי שניה לעבור לנקודה אחרת, אז בואו נראה מה אתם חושבים שצריך להיות? איך צריך להיות התסריט ככה שהוא יקפוץ לנקודה אקראית ויזוז כל חצי דקה? עכשיו אנחנו רוצים לעשות שעון שיהיה בדיוק דקה, אז איך אנחנו נוסיף את השעון?"	
3	סיעור מוחין – (ט) "אנחנו בדרך כלל נפגשים במליאה בתחילת השיעור ומדברים על הפרויקט שאנחנו הולכים לעשות. מנהלים איזשהו שיח עם התלמידים מה הם יודעים ומה הם לא יודעים. עושים איזשהו יישור קו בנושא."	
14	בניית תוצר בהקשר בעל משמעות – (ע) "אז רציתי שיבנו משהו יצירתי משהו מהחיים שלהם והחברים שלהם, מה הם אוהבים, לעשות משהו מיוחד לקבוצה שלנו."	
14	למידת עמיתים – (ח) "בעיניי הכי יפה זה שילד אחד עוזר לשני... אני חושבת שילד שמסביר לילד אחר אז זה מראה על ההבנה שלו, זה מראה מה הוא מבין כי ילד שלא מבין מה הוא עושה הוא לא יכול לעזור לאחר."	
5	עידוד תכנון מקדים – (א) "חשוב שהוא רואה את הרצף, את האלגוריתם לפקודות שהוא צריך. לבנות במחשבה את הרצף אם לא היה לו נייר, אז במחשבה לבנות את הרצף ורק אחר כך הוא מתחיל לבנות את זה במחשב, זה מאוד חשוב, כי הוא קודם כול רואה את התמונה ואיזה בלוק יש אחרי הבלוק, הוא בונה את הרצף הגדול ואחרי זה יורד לפריטים הקטנים."	פיתוח חשיבה תכנותית
7	אנאליזה תוך שיתוף הלומד – (א) "כשניגש אלי ילד עם בעיה ספציפית, קודם כול אני שואל מה בעצם הקושי... אז אני יושב אתו ביחד... בהיגיון סתם לדוגמה אם הוא לא יודע לבחור איזו פקודה אז אני אומר לו תגיד לי מה זה, זה תנועה, זה בקרה, אני רוצה לכוון אותו לתת לו רמזים שהוא יגיע לבד לאיזשהו פתרון אם הוא יבין את ההיגיון בתוכנה עצמה."	
סה"כ: 85		

כאמור, גם המורים שאופיינו כבעלי תפיסה קונסטרוקטיביסטית מוצהרת, מיישמים בהוראת סקראץ' את שתי התפיסות – האינסטרוקטיביסטית והקונסטרוקטיביסטית. אולם, נטייתם ליישם אסטרטגיות מהסוג הקונסטרוקטיביסטי 85 (75.9%) גבוהה פי שלוש ביחס לאסטרטגיות מהסוג האינסטרוקטיביסטי 27 (24.1%).

איור מס' 3 ממחיש, כי מבין 240 יחידות תוכן שקודדו בראיונות, יישום אסטרטגיות ההוראה מהסוג הקונסטרוקטיביסטי גבוה באופן מובהק בקרב מורים בעלי התפיסה הקונסטרוקטיביסטית לעומת עמיתיהם בעלי התפיסה האינסטרוקטיביסטית ( $\chi^2=22.101, p<.001$ ).





**איור 3. יישום אסטרטגיות אינסטרוקטיביות וקונסטרוקטיביות בקרב מורים בעלי תפיסות פדגוגיות שונות**

לסיכום, בשונה ממחקרים קודמים על תכנות יצירתי, שהפנו זרקור כמעט בלעדי על לומדים במסגרות למידה בלתי-פורמלית, מחקר זה הינו מחקר חלוץ שהתמקד באסטרטגיות הוראה ותפיסות "פדגוגיה עממית" (Olson & Bruner, 1996) של מורים המלמדים תכנות יצירתי בבתי-ספר פורמליים. ממצאי המחקר הראו התאמה מלאה בין דיווח עצמי על תפיסות הוראה-למידה בשאלון פדגוגיה עממית, לבין אפיון אסטרטגיות הוראה של המורים על-סמך הראיונות. קידוד הראיונות הראה שיישום אסטרטגיות הוראה מהסוג הקונסטרוקטיביסטי היה גבוה באופן מובהק בקרב מורים בעלי תפיסה קונסטרוקטיביסטית לעומת עמיתיהם בעלי התפיסה האינסטרוקטיביסטית. עם-זאת, אסטרטגיות קונסטרוקטיביסטיות באו לידי ביטוי באופן לא מבוטל גם בקרב מורים בעלי תפיסה אינסטרוקטיביסטית המשלבים סביבת סקראץ'. נראה שתכנות יצירתי מזמן תהליכי הוראה-למידה בעלי אופי קונסטרוקטיביסטי. במילים של אחת המרואיינות: "בהתחלה ניסיתי ללמד כמו שאמורים ללמד - מורה ולוח, אבל ראיתי שזה לא הולך בסקראץ', הילדים מצפים למשהו אחר. אז למדתי לשחרר... ולתת להם לעבוד לבד עם עזרה שלי. ממורים אחרים [המלמדים סקראץ'] הבנתי שאצל כולם זה ככה". אי לכך, אנו טוענים ששילוב סביבות לתכנות יצירתי בבית-הספר עשוי להגביר שימוש בפדגוגיה קונסטרוקטיביסטית גם בקרב מורים בעלי תפיסות הוראה מסורתיות.

## מקורות

משרד החינוך – הענן החינוכי

<http://sites.education.gov.il/cloud/home/tikshuv/Pages/olimpprogram.aspx>

- Barr, V., & Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to K-12: what is Involved and what is the role of the computer science education community? *Acm Inroads*, 2(1), 48-54.
- 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-Learning & Learning Objects*, 12, 267-278. Retrieved from <http://www.informingscience.org/Publications/3577>
- Blau, I. & Pieterse, E. (2015). *Teacher's beliefs about learning questionnaire: Measuring folk psychology and folk pedagogy*. Unpublished manuscript. Department of Education and Psychology, The Open University of Israel.
- 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.
- Lim, C. P., & Chai, C. S. (2008). Teachers' pedagogical beliefs and their planning and conduct of computer-mediated classroom lessons. *British Journal of Educational Technology*, 39(5), 807-828.
- 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. In D. R. Olson & N. Torrance (Eds.), *Handbook of education and human development: New models of learning, teaching, and schooling* (pp. 9–27). Cambridge, MA: Blackwell.
- Olson, D. R., & Katz, S. (2001). The fourth folk pedagogy. In B. Torff & R. Sternberg (Eds.), *Understanding and teaching the intuitive mind: Learner and teacher learning* (p. 243-263). Hillsdale, NJ: Earlbaum.
- 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., & Harel, I. (1991). Situating constructionism. *Constructionism*, 36(2), 1-11.
- Park, N. (2016). Development of computer education program using LOGO Programming and fractals learning for enhancing creativity: Focus on creative problem-solving. *International Journal of u- and e-Service, Science and Technology*, 9(2), 121-126.
- 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.
- Resnick, M. (2012). Point of view: Reviving Papert's dream. *Educational Technology*, 52(4), 42.
- 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, March). Computational thinking. In *VL/HCC* (p. 3).
- Zuckerman, O., Blau, I., & Monroy-Hernández, A. (2009). community. *Interdisciplinary Journal of E-Learning and Learning Objects*, 5, 263-274.

## נספח 1: שאלון תפיסת תהליך הוראה-למידה אופטימלי (Blau & Pieterse, 2015)

1. **כאשר אני לומד/ת משהו חדש, הדרך הטובה ביותר לעשות זאת עבורי היא:**
  - א. לחקות ולתרגל ביצוע של הפעולה הרצויה, על פי הדגמה של מישהו שיודע לעשות את מה שאני רוצה ללמוד
  - ב. להקשיב להסבר ולהרצאה של מומחה שיודע את מה שאני רוצה ללמוד
  - ג. לחשוב ולגלות באופן עצמאי (לבד או עם חברים) את מה שאני רוצה ללמוד
  - ד. להסתמך על מידע קיים במדע או בתרבות, כדי לחשוב ולגלות באופן עצמאי (לבד או עם חברים) את מה שאני רוצה ללמוד
2. **כאשר מלמדים אותי משהו חדש, הדרך הטובה ביותר לעשות זאת היא:**
  - א. להדגים לי את הביצוע של הפעולה הרצויה
  - ב. להסביר לי את המושגים והעקרונות הרלוונטיים באופן ישיר ומפורש
  - ג. להנחות אותי (בתהליך אישי או קבוצתי) על מנת שאוכל להגיע לתובנות לגבי הנושא הנלמד
  - ד. להנחות אותי (בתהליך אישי או קבוצתי) כיצד להסתמך על מידע קיים במדע או בתרבות כדי לחשוב ולגלות את מה שאני רוצה ללמוד
3. **כשאני רוצה ללמד אחרים משהו חדש, הדרך הטובה ביותר לעשות זאת היא:**
  - א. להדגים לאחרים את הפעולה הרצויה ולאפשר להם לחקות אותה ולתרגל אותה
  - ב. להעביר את הנושא הנלמד באמצעות הוראה ישירה של מושגים, עקרונות ותופעות
  - ג. להנחות אחרים באמצעות דיאלוג על מנת לאפשר להם לגבש תובנות ולהציג טענות משלהם
  - ד. לסייע לאחרים להסתמך על ידע מדעית/תרבותי על מנת לאפשר להם לגבש תובנות ולהציג טענות משלהם
4. **אני חושב ששיעור מוצלח הוא שיעור שבו:**
  - א. אני מצליח להדגים את המטלה כך, שרוב התלמידים יבצעו אותה בהצלחה.
  - ב. אני מצליח להסביר את החומר הנלמד כך, שרוב התלמידים יבינו את מה שהסברתי.
  - ג. אני מצליח לעורר את תלמידיי לדון על הנושא הנלמד, וכך להגיע לתובנות ולגבש מסקנות בהקשר לנושא.
  - ד. אני מצליח לעורר את תלמידיי לדיון ולקשר בין דעותיהם האישיות לבין הידע אוניברסאלי הקיים אודות הנושא במקורות אקדמיים או תרבותיים.