

## שימוש בסימולציות לשיפור הישגים מוטיבציה ותפיסות מוטעות במקצוע התקשוב

**איל שכטר**  
סמינר הקיבוצים

**אורית צייכנר**  
סמינר הקיבוצים

### תקציר

המחקר הנוכחי בדק את ההשפעה של למידה בסביבה ממוחשבת המלווה בסימולציה על הישגים ועל הנעה של לומדים במקצוע התקשוב. כמו כן בדק המחקר את ההשפעה של הלימוד באמצעות סימולציה על השינוי בתפיסות המוטעות בתחום הנלמד. המחקר מתבסס על מודלים מחקרניים המראים כי למידה באמצעות סימולציה עשויה לקדם למידה של עקרונות ומושגים מופשטים בהשוואה ללמידה ללא סימולציה, למידה מסורתית.

(Mayer, 2005; Shulman, 1986; Mishra and Koehler, 2006)

הרקע התיאורטי של המחקר עוסק במחקרים בנושאי שילוב טכנולוגיה בהוראה, סימולציות ותפקידן בהוראה, הנעה ללמידה, הישגים, תפיסות מוטעות (Cunningham, 2009; Halverson & Smith, 2010; Selwyn, 2010). על מנת לבדוק את הקשר בין לימוד באמצעות סימולציה לבין הישגים בנושאי לימוד מערכות הפעלה במקצוע התקשוב, פותחו חמש סימולציות באמצעות סביבת FLASH לכל יחידת לימוד בתכנית הלימודים, כגון: רכיבי המחשב, פירוק והרכבה. הסימולציות לוו בפיתוח דפי פעילות לנבדקים. המחקר נערך על פי הגישה הכמותית, וכלי המחקר כללו שאלונים מקדימים ומסכמים. במחקר נטלו חלק 151 נבדקים אשר חולקו, באופן אקראי, לשתי קבוצות מחקר: ניסוי – תלמידים שלמדו בסיוע סימולציות ממוחשבות (N=74), וביקורת – תלמידים שלמדו ללא סימולציות, בגישה המסורתית (N=77). ממצאי המחקר הראו כי תלמידים שלמדו באמצעות סימולציה שיפרו באופן משמעותי את הישגיהם. בנוסף נמצא גם כי שילוב סימולציה בלמידה הגביר את המוטיבציה של התלמידים ללמוד מחשבים וסייע להבנה טובה יותר של נושאי הלימוד. תלמידי קבוצת הניסוי ציינו כי מקצוע התקשוב חשוב וראוי להילמד בבתי הספר, וכי למקצוע זה יש קשר הדוק לעשייה בחיי היום יום שלהם.

**מילות מפתח:** למידה באמצעות סימולציה, הוראת המדעים, תפיסות מוטעות בתקשוב

**מבוא**

סוגיית התנאים הנחוצים ללמידה יעילה מלווה לאורך שנים רבות את המחקר התיאורטי והיישומי בשדה החינוך. עם זאת, השאלה שבה ועולה גם היום – ואולי אף ביתר תכיפות – לנוכח המציאות המשתנה תדיר, בעידן עתיר ידע וטכנולוגיות מתקדמות. חדירתן של טכנולוגיות אלה לעשייה החינוכית באה לידי ביטוי, בין היתר, בפיתוח אסטרטגיות הוראה וסביבות למידה חדשות, ובכללן "סביבת למידה המשלבת סימולציה", השונה במאפייניה מסביבת הלימוד המסורתית. ההבדלים בין סביבות הלמידה הללו מחייבים התבוננות מחדש בגורמים המעצבים את תהליך הלמידה ועשויים לפיכך להשפיע על תוצריו. זהו המרחב שבו מתבצע המחקר, שעניינו הוראה באמצעות סימולציה לתלמידים בשיעורי תקשוב.

פרק מרכזי בלימודי מחשבים בתכנית הלימודים בתקשוב עוסק בהיכרות עם עקרונות של עולם ה"תקשוב": מושגי יסוד בעולם התעשייה, רכיבי המחשב, פירוקם והרכבתם (Songer, 2007). מחקרים הצביעו על קשיים בהוראה ולמידה של מקצועות המחשב אצל תלמידים וזאת בשל מורכבותם של רכיבים אלקטרוניים. רבים מתקשים בלימוד הפרק לאור מורכבותם של הרכיבים הללו: כרטיס הרשת, כרטיס המסך וכרטיסי הזיכרון הפנימי של המחשב, בנוסף, מושגים מורכבים בתכנית הלימודים נחשבים לרכיבים אשר יש בהם תפיסות מוטעות רבות במקצוע הנלמד בשל הדמיון הרב ביניהם.

מראיונות עם מורים וותיקים במקצוע התקשוב לפני ביצוע המחקר עולה כי הקשיים הלימודיים במקצוע מתחלקים לשתי קבוצות עיקריות: שגיאות בזיהוי רכיבי לוח האם והמחברים (כבלים) וכן בלבול בסדר פירוק ו/או הרכבת המחשב. בשיטת הלימוד המסורתית התלמידים מפרקים ו/או מרכיבים מחשב, אך מתעלמים מההתמקדות ברכיבי המחשב. ההתמקדות המרכזית היא זכירת סדר פעולות הפירוק ו/או ההרכבה, והתלמידים מתקשים בהבנת הרכיבים שממוקמים בלוח האם.

קשיים אלה, שהינם חלק בלתי נפרד מסביבת הלימוד, מחייבים פיתוח של אסטרטגיות הוראה המבוססות על התבוננות מחדש בגורמים המעצבים את תהליך הלמידה. במטרה להתמודד עם קשיים אלו גייס המחקר הנוכחי את הטכנולוגיה של הלוח האינטראקטיבי, אשר באמצעותו הוצגו ופותחו סימולציות ונבנו פעילויות אינטראקטיביות עבור התלמידים בפרקי הלימוד בתקשוב.

סימולציה בתחומי לימוד מדעי המחשב כוללת שימוש במודלים מגוונים לאימון, החל מהזזות ועד לסימולציות דינמיות המלוות בתנועה וקול. לצד החשיבות והשימוש המתרחב בסימולציה בחינוך, קיימים מחקרים מעטים שבדקו את התרומה של למידה מבוססת סימולציה בתחום התקשוב ללמידה משמעותית, במיוחד בהיבט של פיתוח הנעה והתמודדות עם תפיסות מוטעות. מתוך הנחה ששימוש בסימולציות בהוראה מגביר את הנעת הלומדים ומביא להישגים גבוהים יותר (Mayer, 2001), פותחו במחקר זה, חמש סימולציות בנושאים: רכיבי המחשב, מחברי מידע פנימיים, מחברי כוח פנימיים, מחברים חיצוניים והרכבת המחשב.

המחקר הנוכחי עוסק במושגי היסוד בעולם התעשייה תוך שימת דגש על רכיבי המחשב, פירוקם והרכבתם, ובוחן האם קיים הבדל בהישגים ובמוטיבציה של תלמידים שלמדו על רכיבי המחשב פירוקם והרכבתם באמצעות סימולציה לבין תלמידים שלמדו בדרך מסורתית. בנוסף, בודק המחקר האם תלמידים אלו שינו את תפיסותיהם המוטעות לגבי המקצוע הנלמד.

### רקע תיאורטי

מחקר זה עושה שימוש בשילוב טכנולוגיה על-ידי פיתוח סימולציות המותאמות לנושאי הלימוד בתקשוב בהתאם לתכנית הלימודים של משרד החינוך במגמה הטכנולוגית. פיתוח הסימולציות מתבסס על מחקרים המראים כי שילוב סימולציות בהוראה מגביר מוטיבציה והישגים בהשוואה ללימוד באופן מסורתי. כיום בעידן בו טכנולוגיות דיגיטליות תופסות מקום עיקרי בחיי החברה שלנו, וכשהטכנולוגיה הינה חלק בלתי נפרד בחייהם של התלמידים, הלחץ להטמעת טכנולוגיות לימודיות לתוך חומר הלימוד בכיתות הולך וגובר בקרב מוסדות החינוך. למרות זאת, נתונים מהמרכז הלאומי לסטטיסטיקה (NCES), מראים כי ישנה ירידה משמעותית ברמת השימוש בטכנולוגיות בבתי הספר הציבוריים מ-12.1% בשנת 1998 עד 3.1% ב-2008 (Gray, Thomas, & Lewis, 2010; Wells & Lewis, 2006).

שימוש בטכנולוגיות חינוכיות ממוחשבות יכול לגרום להעברת למידה טובה יותר בשל העובדה כי יש גישה טובה יותר למידע. גישה זו מאפשרת למורים ולתלמידים לנצל הזדמנות בלמידה משותפת עם מומחים בתחום, לשתף מידע ולבצע חקירה עצמית בצורה יעילה יותר (Honey, 2001; Schacter, 1999; Sivan-Kachala & Bialo, 2000; Songer, 2007).

בנוסף לכך, לטכנולוגיות התומכות בהוראה מבוססת תוכן המתמקדת יותר בתלמיד, המבוססת ברובה על שאלות שאלות ומאפשרת קבלת תמונה טובה יותר של תהליכים מורכבים, יש פוטנציאל גבוה יותר לבצע שינוי חיובי בלמידת מקצועות מדעיים (Flick & Bell, 2000; Means et al., 1993; Sivan-Kachala & Bialo, 2000).

בעקבות עליה בנגישות מחשבים וצידוד נלווה כגון: לוחות חכמים ומכשירים ניידים, ובשל העובדה, שסימולציות ממוחשבות הפכו להיות זמינות למגוון נושאים במקצועות מדעיים (e.g., the PhETsima at <http://phet.colorado.edu>, 2011). התנסות בסימולציה מעוררת את העניין בקרב הלומד (Mayer, 2014) ומפחיתה את העומס הקוגניטיבי המוטל עליו. עומס אשר נובע מהצורך לבנות תמונה דינמית הנחוצה להבנת התהליך הנלמד (Rieber, 2009).

במחקרם של Gelbart et al. (2009), נמצא כי סימולציות משפרות באופן משמעותי את הישגי הלומדים בהשוואה ללמידה מסורתית. הבנת התלמידים נמדדה על ידי מבחני יכולת, בהם היו צריכים לענות על משפטי שאלות של כן או לא ולנמק את תשובותיהם. תלמידים אשר למדו עם הסימולציות, נימקו טוב יותר את תשובותיהם מאשר תלמידים אשר למדו ללא סימולציות. יוצא ששימוש בסימולציות ממוחשבות מקדם הישגים, ומשפר הבנתם הקונספטואלית של הלומדים (Dori & Belcher, 2005; Shieh et al., 2010). מחקר זה מנסה לאשש את ההשערה, שלמידה באמצעות סימולציות תשפר את רמת ההישגים של הלומדים במקצוע התקשוב.

### שיטת המחקר

במחקר נטלו חלק 151 נבדקים תלמידי חטיבה ותיכון בארץ, שלמדו את מקצוע התקשוב בפעם הראשונה. השיעורים הועברו בבית הספר במשך כחודשיים. הנבדקים חולקו באופן אקראי לשתי

קבוצות מחקר. הקבוצה הראשונה מנתה 77 נבדקים ולמדה הנושאים ללא ליווי סימולציה. הקבוצה השנייה מנתה 74 נבדקים ולמדה הנושאים במהלך השיעורים בליווי סימולציה באמצעות הלוח החכם. כפי שצוין במבוא ובתקציר לעבודה זו, המחקר בדק את השפעתם של סימולציות על רמת הישגים, המוטיבציה והתפיסות המוטעות של תלמידי תיכון וחיטיבה במקצוע התקשוב. תיאור הסימולציות נמצא בנספח א' לתקציר הנוכחי. במהלך המחקר קיבלו הנבדקים דפי עבודה מותאמים לסימולציות ונערך מבחן מסכם אשר בדק את הישגם במקצוע.

## כלים

המחקר כלל שאלונים ומבחן מסכם: 1. שאלון פרטים אישיים 2. שאלון ידע מקדים 3. שאלון המוטיבציה-הנעה. השאלון עובד על פי שאלון אסטרטגיות מוטיבציוניות ללמידה MSLQ – Motivation Strategies for Learning Questionnaire (Pintrich, Smith, Garcia & McKeachie, 1991) ד. מבחן הישגים. המבחן נבנה על ידי מורה וותיק בבית הספר המלמד את מקצוע התקשוב כבר מספר שנים ביחד עם החוקר. המבחן הועבר לנבדקים בסוף המחקר. הציונים שימשו לבדיקת רמת הידע וההישגים של הנבדקים לאחר סיום לימוד המקצוע. שאלות המבחן נבנו בעזרת הטקסונומיה של בלום, המציעה את האפשרות לבחון הישגים בתהליך ההוראה לפי מדרגים שונים. נושאי המבחן הם: רכיבי המחשב, מחברים פנימיים, מחברים חיצוניים וסדר פירוק והרכבה של המחשב. 10 שאלות מתוך המבחן היו שאלות בחירה סגורות ובשלוש שאלות נוספות נתבקשו הנבדקים לפרט באופן מילולי את תשובתם ולהוסיף הסברים, נימוקים ודוגמאות.

## ממצאים

לפני תכנית ההתערבות נערך מבחן T למדגמים בלתי תלויים. הממצאים מצביעים שלא נמצאו הבדלים מובהקים לפני הניסוי בין הקבוצות בידע המקדים ( $T(149) = 1.678, P > 0.05$ ). כמו כן לא נמצאו הבדלים מובהקים בין הקבוצות לפני ההתערבות במוטיבציה הכללית ( $T(149) = -0.768, P > 0.05$ ).

**השערה 1 - ההישגים במקצוע התקשוב (בתחומים שילמדו) של תלמידים שילמדו באמצעות סימולציה יהיו גבוהים יותר מהישגי התלמידים שילמדו ללא סימולציה.**

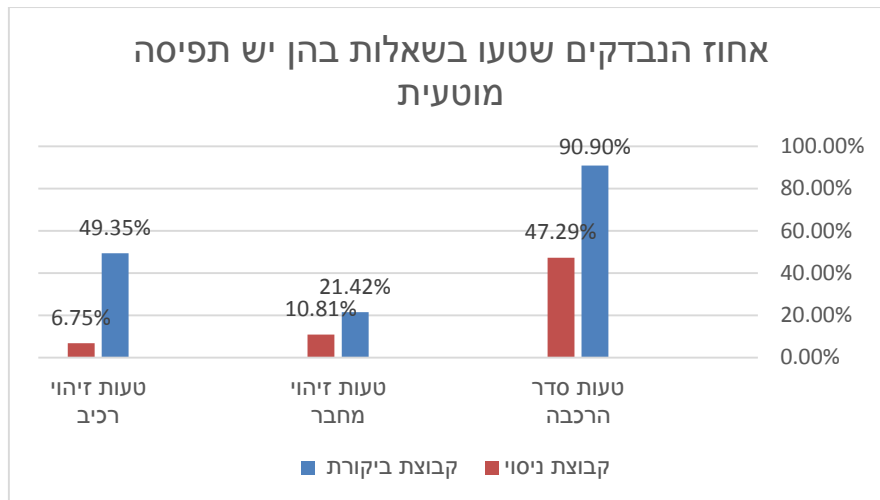
על מנת לבדוק השערה זו נערך מבחן T למדגמים בלתי תלויים. הממצאים מצביעים שבקבוצת הניסוי חל הבדל מובהק בין ממוצע ציוני ההישגים ביחס לקבוצת הביקורת ( $T(149) = -8.729, P < 0.05$ ). ממוצע הציונים לאחר ההתערבות לקבוצת הניסוי נמצא גבוה יותר באופן מובהק ( $M=88, SD=13.10$ ) מממוצע ציוני ההישגים של קבוצת הביקורת ( $M=64, SD=19.18$ ). ההשערה אוששה.

**השערה 2 - רמת המוטיבציה של תלמידים שלמדו באמצעות סימולציה, תהיה גבוהה יותר מתלמידים שילמדו ללא סימולציה.**

לבדיקת ההשערה השנייה נערך מבחן T למדגמים תלויים. הממצאים מצביעים שבקבוצת הניסוי חל הבדל מובהק בין הממוצעים ( $T(73) = -6.298, P < 0.05$ ).

**השערה 3- התפיסות המוטעות של תלמידים שילמדו באמצעות סימולציה תשתפר בהשוואה לתלמידים שילמדו ללא סימולציה במקצוע התקשוב.**

הנבדקים בקבוצת הניסוי הבינו טוב יותר את המושגים וביצעו למידה מושכלת יותר ביחס לקבוצת הביקורת, משמע התפיסות המוטעות השתפרו בצורה מובהקת. ההשערה התקבלה.



**איור 1. אחוז הנבדקים שטעו בשאלות בהן יש תפיסה מוטעית**

על פי איור 1, ניתן לראות כי נמצאו הבדלים מובהקים בין שתי קבוצות המחקר באשר לתפיסות המוטעות. הנבדקים בקבוצת הניסוי טעו פחות בשאלת זיהוי הרכיב [6.75%], בהשוואה לתלמידים בקבוצת הביקורת [49.35%]. כמו כן, התלמידים בקבוצת הניסוי טעו פחות בשאלת זיהוי המחבר [10.81%], בהשוואה לתלמידים בקבוצת הביקורת שטעו יותר [21.42%]. בנוסף לכך, בשאלה אשר בדקה את פעולות סדר הרכבת המחשב, התלמידים בקבוצת הניסוי טעו פחות [47.29%], בהשוואה לתלמידים בקבוצת הביקורת שם כמעט כל הקבוצה טעתה [90.90%]. מכך ניתן להסיק כי, הנבדקים בקבוצת הניסוי הבינו טוב יותר את המושגים וביצעו למידה מושכלת יותר ביחס לקבוצת הביקורת.

## מסקנות

מחקר זה תורם להבנת החשיבות של שילוב טכנולוגיות בלמידה. למידה באמצעות סימולציות תרמה לשיפור בהישגים, הגברת ההנעה ללמידה ושיפור תפיסות מוטעות בנושא הנלמד. ממצאי מחקר זה מצביעים על כך שלמידה עם סימולציות אכן משיגה את תוצאות אלה. במילים אחרות ממצאינו תומכים בתרומתה של הסימולציות לתהליך ההוראה בהשוואה ללמידה מסורתית אשר לקחה חלק עד כה בבית הספר במקצוע הנלמד.

## סיכום

תוצאותיו של מחקר זה, שנעשה במטרה לבדוק את יעילותה של למידה באמצעות סימולציות בשילוב הלמידה המסורתית, הראו כי הסימולציה השפיעה בצורה חיובית על רמת ההישגים, המוטיבציה והתפיסות המוטעות של הנבדקים במקצוע התקשוב. זיהוי מאפיינים שכאלה יאפשר שילוב למידה באמצעות סימולציות בבתי הספר ועשוי להוות גורם מניע עבור מורים ללמוד ולהשתמש בטכנולוגיות לימודיות בשילוב עם למידה מסורתית, על מנת להעניק ללומדים למידה חוויתית, מהנה ומשמעותית יותר אשר תגביר את רמת המוטיבציה ללמידה ותשפר את הישגיהם הלימודיים.

אולם, אף אם נצליח לבנות פרופיל למידה של תלמיד בסביבת למידה משולבת טכנולוגיות, אל לנו להיות מוגבלים ומקובעים בשיטות ההוראה המסורתיות. יש ללמוד את יכולות הטכנולוגיה על בורין בכדי להעניק ללומדים כלים מגוונים ללמידה. יש לפתח סביבת למידה המנצלת את המדיה בה בחר המורה ובכך ליצור סביבת למידה סתגלנית.

ממצאיו של מחקר זה, נוסף על המחקרים שנעשו בתחום והמחקרים שעוד ייעשו בעתיד, חשובים לבעלי עניין בלמידה בשילוב טכנולוגיות, בכללם מורים, מדריכים ועוד. בעלי העניין חייבים להכיר בכך שהטכנולוגיה אינה אלא כלי ללימוד, ועל כן להם הסמכות לשפר, להתאים או לשנות על פי הצורך.

## מקורות

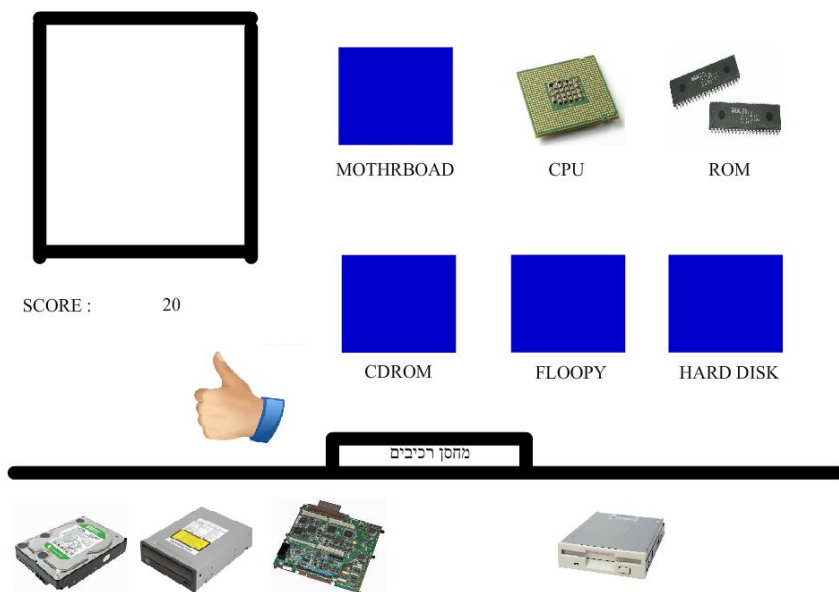
- Cunningham, C.A. (2009). Transforming schooling through technology: Twenty-first-century approaches to participatory learning. *Education and Culture*, 25(2), 46-61.
- De Freitas, S. & Oliver, M. (2005). Does E-learning Policy Drive Change in Higher Education? A case study relating models of organizational change to e-learning implementation. *Journal of Higher Education Policy and Management*, 27(1), 81-95.
- Dori, Y. J., & Belcher, J. (2005). How does technology-enabled active learning affect undergraduate students' understanding of electromagnetism concepts? *Journal of the Learning Sciences*, 14(2), 243-279.
- Flick, L., & Bell, R. (2000). Preparing tomorrow's science teachers to use technology: Guidelines for science educators. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education* [Online serial], 1 (1). Retrieved July 28, 2011, from <http://www.citejournal.org/vol1/iss1/currentissues/science/article1.htm>
- Gray, L., Thomas, N., & Lewis, L. (2010). *Educational technology in U.S. public schools: Fall 2008* (NCES 2010-034). U.S. Department of Education. Washington, DC: National Center for Education Statistics.
- Halverson, R. & Smith, A. (2010). How new technologies have (and have not) changed teaching and learning in school. *Journal of Computing in Teacher Education*, 26(2).
- Honey, M. (2001). *Testimony before the Labor, HHS, and Education Appropriations Subcommittee, United States Senate, July 25, 2001*. Retrieved <http://main.edc.org/newsroom/features/mhstestimony.asp>.
- Mayer, R. E. (2005). Cognitive theory of multimedia learning. In R.E. Mayer (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. New York: Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. (2014). *Computer games for learning: An evidence-based approach*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Means, B., Blando, J., Olson, K., Middleton, T., Morocco, C.C., Remz, A.R., & Zorfass, J. (1993). *Using technology to support education reform*. Washington, DC: U.S. Department of Education, Office of Educational Research and Improvement. Retrieved <http://www.ed.gov/pubs/EdReformStudies/TechReforms/>.
- Mishra P, Koehler MJ (2006) Technological pedagogical content knowledge: a framework for teacher knowledge, 108(6), 1017-1054.
- Pintrich, P., Smith, D., Garcia, T. & McKeachie, W. (1991). *A manual for the use of the motivated strategies for learning questionnaire (MSLQ)*. National Center for Research to Improve Post-secondary Teaching and Learning.

- Rieber, L. (2009). Multimedia learning in games, simulations, and microworlds. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (pp. 549-567). New York: Cambridge University Press.
- Schacter, J. (1999). *The impact of education technology on student achievement: What the most current research has to say*. Santa Monica, CA: Milken Exchange on Education Technology.
- Selwyn, N. (2010). Looking beyond learning: Notes towards the critical study of educational technology. *Journal of Computer Assisted Learning*, 26(1), 65-73.
- Shulman LS (1986) Those who understand: *knowledge growth in Teaching*, 15(2), 4-14.
- Shieh, R. S., Chang, W. J., & Tang, J. (2010). The impact of implementing technology-enabled active learning (TEAL) in university physics in Taiwan. *Asia-Pacific Education Researcher*, 19(3), 401-415.
- Sivin-Kachala, J., & Bialo, E. (2000). *2000 research report on the effectiveness of technology IN schools* (7th ed.). Washington, DC: Software and Information Industry Association.
- Songer, N.B. (2007). Digital resources or cognitive tools: A discussion of learning science with technology. In S. Abell & N. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 471-491). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

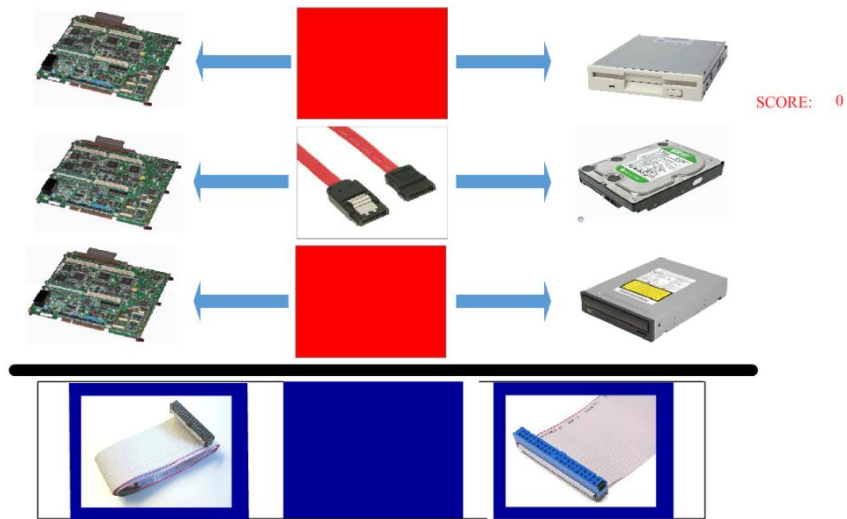


**נספח****סימולציה - רכיבים פנימיים**

מטרת הסימולציה: ללמד את התלמידים על רכיבי המחשב הפנימיים.  
הוראות הפעלה: על התלמיד לגרור ממחסן הרכיבים תמונה של רכיב לשמו המתאים.  
מהלך הסימולציה: בכל פעם יוכל התלמיד לגרור רכיב אחד ממחסן הרכיבים ולנסות למקמו במקומו המתאים. במהלך הסימולציה יהיה על התלמיד לצבור כמה שיותר נקודות. על כל מיקום נכון של רכיב יזכה התלמיד ב-10 נקודות, ועל כל טעות יורדו 10 נקודות מהניקוד הסופי. משובים חיוביים או שליליים יינתנו בהתאם לפעולות התלמיד. הסימולציה תסתיים ברגע שהתלמיד מיקם את כל הרכיבים במקומם המתאים או כאשר טעה התלמיד שלוש פעמים במיקום הרכיבים.

**איור 1. מסך סימולציית רכיבים פנימיים****סימולציה מספר 2 - מחברי DATA פנימיים**

מטרת הסימולציה: ללמד את התלמידים להכיר את מחברי המחשב הפנימיים בשמם ובצורתם.  
הוראות הפעלה: על התלמיד לגרור ממחסן הרכיבים מחברים שונים ולהתאימם (בקוביות הכחולות) לרכיבים הפנימיים במחשב אליהם הם מתחברים.  
מהלך הסימולציה: בכל פעם יוכל התלמיד לגרור מחבר אחד ממחסן המחברים ולנסות למקמו במקומו המתאים. במהלך הסימולציה יהיה על התלמיד לצבור כמה שיותר נקודות. על כל מיקום נכון של מחבר, יזכה התלמיד ב-10 נקודות, ועל כל טעות יורדו 10 נקודות מהניקוד הסופי. משובים חיוביים או שליליים יינתנו בהתאם לפעולות התלמיד. הסימולציה תסתיים ברגע שהתלמיד מיקם את כל המחברים במקומם המתאים, או כאשר טעה התלמיד שלוש פעמים במיקום המחברים.



איור 2. מסך סימולציה מחברי DATA פנימיים