

תחרות בריאה :
פעילות בסביבה משחקית מקוונת והישגים במתמטיקה
(מאמר קצר)

בן לוי
 אוניברסיטת בן-גוריון בנגב
levybeny@post.bgu.ac.il

ארנון הרשקוביץ
 אוניברסיטת תל אביב
arnonhe@tauex.tau.ac.il

מיכל טבח
 אוניברסיטת תל אביב
anatco@tauex.tau.ac.il

ענת כהן
 אוניברסיטת תל אביב
anatco@tauex.tau.ac.il

**Healthy Competition:
 Activity in Online Gaming Environment
 and Mathematics Achievements
 (Short Paper)**

Arnon Hershkovitz
 Tel Aviv University
arnonhe@tauex.tau.ac.il

Ben Levy
 Ben-Gurion University of the Negev
levybeny@post.bgu.ac.il

Anat Cohen
 Tel Aviv University
anatco@tauex.tau.ac.il

Michal Tabach
 Tel Aviv University
anatco@tauex.tau.ac.il

Abstract

This study examines the associations between using an online learning environment in mathematics (Matific) and mathematics achievements. The research is unique in relying on objective measurements – activity on the website and Meitzav (Israel's national standardized test) scores. We report on a positive association between online activity during the Israeli Mathematics Tournament and Meitzav scores, and discuss the possibility of causation. Furthermore, this finding indicates on a transfer between low – and high – mathematics thinking skills.

Keywords: Mathematics education, online learning environments, gaming applets, log analysis.

תקציר

מחקר זה בוחן את הקשרים בין שימוש בסביבה מקוונת ללימוד מתמטיקה ("עשר אצבעות") לבין רמת הידע המתמטי, בקרב תלמידים בבית הספר היסודי. ייחודו בכך שהוא מבוסס על נתונים אובייקטיביים – נתוני פעילות באתר מחד ונתוני מיצ"ב מאידך. אנו מוצאים קשר חיובי בין פעילות באתר במהלך האליפות במשחקי המתמטיקה, ודנים באפשרות כי קשר זה הינו

נסיבתי. ממצא זה מעיד על כך שפעילות ברמת חשיבה נמוכה משפרת הישגים הקשורים לרמת חשיבה גבוהה.

מילות מפתח: הוראת מתמטיקה, סביבות למידה מקוונות, יישומונים משחקיים, ניתוח לוגים.

שימוש בסביבות ממוחשבות משחקיות מקדמת את הלמידה ומעלה את רמת העניין והמוטיבציה של הלומדים (Wouters & van Oostendorp, 2013). סביבות אלו תורמות גם לרכישה של מיומנויות חישוביות ולפיתוח תהליכי חשיבה מורכבים (Hui, 2009).

מחקרים השוואתיים בינלאומיים מראים כי השקעה בטכנולוגיה מסייעת בשיפור הישגים – בפרט, במתמטיקה – אך ללא יתרון מובהק להשקעה גדולה מאוד (OECD, 2015). אחד ההסברים לכך הוא שהשימוש בפועל במחשבים בכיתות הלימוד הוא ברמה נמוכה יחסית. אחת הסיבות המרכזיות לכך היא גישתם של מורים כלפי מחשבים (Tondeur, van Braak, Ertmer, & Ottenbreit-Leftwich, 2017). לכן, לא מפתיע שכאשר כבר נעשה שימוש במחשבים בהוראת המתמטיקה, הוא מבוסס בעיקרו על סביבות למידה בהן התלמיד פועל על פי רצף מוכתב מראש, ללא צורך אינהרנטי בליווי, ממש כמו בספר הלימוד. לכן, עולה ביתר שאת השאלה בדבר תרומתן של סביבות למידה מסוג זה ללמידת המתמטיקה. חידושו העיקרי של המחקר הנוכחי הוא בהיותו מבוסס על נתונים אמפיריים אובייקטיביים, הן בהתייחס לשימוש באתר (נתונים מקובצי היומן של המערכת) והן בהתייחס להישגים במתמטיקה (נתוני מיצ"ב).

מתודולוגיה

שאלת המחקר: מהם הקשרים בין שימוש בסביבה מקוונת ללימוד מתמטיקה לבין רמת הידע המתמטי, בקרב תלמידים בבית הספר היסודי?

שדה המחקר

אתר "עשר אצבעות" (<http://www.matific.com>) הינו סביבה מקוונת ללימוד מתמטיקה, המכילה מאות יישומונים משחקיים בכל תחומי הלימוד במתמטיקה בבית הספר היסודי (דוגמה באיור 1). במהלך הפעילות במערכת, התלמידים אוספים "כוכבים", המציינים את הישגיהם. הנתונים ששימשו למחקר זה מתייחסים לשתי תקופות זמן:

1. שימוש שוטף במהלך השנה (על פי החלטת המורה).
2. שימוש במהלך אליפות משחקי המתמטיקה (פברואר-מרץ 2017). אנו מתמקדים בשלב התחרות (12.2-14.3), במהלכו שיחקו כל המשתתפים בסביבה ייעודית שכללה את כל חומר הלימוד השנתי.



איור 1. צילום מסך מתוך היישומון "המכולת של גוגופלצת" (כיתה ה', חיבור שברים עשרוניים, רמה א')

אוכלוסיית המחקר

במחקר נכללו 805 בתי ספר מרחבי ישראל, אשר פעלו באתר "עשר אצבעות" במהלך שנת הלימודים תשע"ז. מתוכם, 779 מהווים מידגם מלא של בתי הספר שהשתתפו בשלב התחרות של האליפות למשחקי המתמטיקה. המידע המנותח מתייחס לתלמידי שכבת ה' בלבד.

מהלך המחקר

המחקר נערך בשני שלבים:

1. **בחינת הקשרים בין פעילות באתר ובין נתוני מיצ"ב**, תוך שימוש בנתוני הפעילות המלאים של בתי הספר. נתוני המיצ"ב לשלב זה (מתמטיקה, אנגלית ושפת-אם) נאספו באמצעות אתר "מיצ"ב ברשת" (<http://meyda.education.gov.il/rama-mbareshet>). נמצאו נתוני מיצ"ב ל- 235 בתי ספר (29%).
2. **בחינת הקשרים הללו תוך התייחסות לרקע כלכלי-חברתי**, תוך שימוש בחדר המחקר הווירטואלי של משרד החינוך. בתי הספר חולקו על פי החציון של מידת הפעילות שלהם. נמצאו נתוני מיצ"ב ל-241 בתי ספר (30%). כמו כן, נאספו נתוני מדד טיפוח ומיגזר.

משתני המחקר

פעילות באתר

מספר הכוכבים נבחר כמדד משולב לפעילות ולהצלחה. בעבור כל בית ספר, חישבנו **בשלב הראשון**:

- **מספר הכוכבים השנתי** ($M=90.7, SD=76.2, N=235$) – מספר הכוכבים הכולל, מחולק במספר התלמידים שהשתמשו במערכת.
 - **מספר הכוכבים בתחרות** ($M=162.9, SD=150.7, N=235$) – מספר הכוכבים במהלך שלב התחרות במסגרת האליפות, מחולק במספר התלמידים שהשתמשו במערכת.
- בשלב השני**, חישבנו:
- **היקף הכוכבים השנתי** [נמוך/גבוה].
 - **היקף הכוכבים בתחרות** [נמוך/גבוה].

הישגים

לכל בית ספר – **ציון מיצ"ב תשע"ז במתמטיקה, אנגלית ושפת-אם (עברית/ערבית)** (3 משתנים)

משתני רקע

בשלב השני מדדנו:

- **מיגזר** [יהודי/לא יהודי]
- **מדד טיפוח** – מבוסס על *מדד שטראוס*.

ממצאים

נתוני מיצ"ב

נתוני המיצ"ב במקצועות השונים מתואמים האחד עם השני חיובית, במידה גבוהה ומובהקת ($N=239$, כל המתאמים במידת מובהקות $p<0.001$):

- בין מתמטיקה ואנגלית, $r=0.64$
- בין מתמטיקה ושפת-אם, $r=0.48$
- בין אנגלית ושפת-אם, $r=0.52$

הקשר בין נתוני הפעילות באתר להישגים במיצ"ב

בשל התפלגות "הזנב הארוך" של משתני הפעילות, נשתמש במבחן ספירמן לבחינת מתאמים המערבים משתנים אלו.

מן הנתונים עולה **מיתאם חיובי מובהק בין מספר הכוכבים השנתי לבין ההישגים במיצ"ב מתמטיקה** ($\rho=0.16$, במידת מובהקות $p<0.05$) **ובמיצ"ב שפה** ($\rho=0.19$, במידת מובהקות $p<0.01$). לא נמצא מתאם מובהק בין מספר הכוכבים השנתי לבין ההישגים במיצ"ב אנגלית ($\rho=0.11$, במידת מובהקות $p=0.09$). במקרים אלו, $N=235$.

עוד עולה **מיתאם חיובי מובהק בין מספר הכוכבים בתחרות להישגים במיצ"ב מתמטיקה** ($\rho=0.16$, במידת מובהקות $p<0.05$) **ובמיצ"ב שפה** ($\rho=0.20$, במידת מובהקות $p<0.01$). לא נמצא מתאם מובהק בין מספר כוכבים באליפות לבין ההישגים במיצ"ב אנגלית ($\rho=0.07$, במידת מובהקות $p=0.31$). במקרים אלו, $N=229$.

התייחסות למשתני הרקע

מן הנתונים עולה כי ממוצע הישגי המיצ"ב בכל המקצועות בקבוצת בתי הספר בעלי הרבה כוכבים שנתיים גבוה באופן מובהק ומשמעותי מן הממוצע בקבוצת בתי הספר בעלי מעט כוכבים שנתיים. גודל האפקט הינם קטנים-בינוניים ונעים בין 0.26-0.35. הממצאים מסוכמים בטבלה 1.
 עוד עולה מן הנתונים כי רק ממוצע הישגי מיצ"ב מתמטיקה בקבוצת בתי הספר בעלי הרבה כוכבים בתחרות שונה (גבוה) באופן מובהק ומשמעותי מן הממוצע בקבוצת בתי הספר בעלי מעט כוכבים בתחרות. גודל האפקט במקרה זה הוא 0.29. הממצאים מסוכמים בטבלה 2.

טבלה 1. הישגי מיצ"ב על פי פעילות באתר (רקע אפור מציין הבדל מובהק)

גודל אפקט (Cohen's d)	t(df)	ממוצע (ס.ת.) בקבוצת בתי הספר עם [הרבה/מעט] כוכבים שנתיים		מיצ"ב
		הרבה (N=100)	מעט (N=139)	
0.26	2.1 (236.9) ² p<0.05	578.2 (29.2)	569.4 (36.9)	מתמטיקה ¹
0.27	2.1 (237) p<0.05	548.5 (42.4)	536.3 (46.8)	אנגלית
0.35	2.7 (237) p<0.05	560.8 (39.4)	548.1 (33.1)	שפה

¹ N=140 בקבוצת ה"מעט", N=101 בקבוצת ה"הרבה"; ² מבחן לווין להשוואת שוניות יצא מובהק

טבלה 2. הישגי מיצ"ב על פי פעילות באתר במהלך התחרות (רקע אפור מציין הבדל מובהק)

גודל אפקט (Cohen's d)	t(df)	ממוצע (ס.ת.) בקבוצת בתי הספר עם [הרבה/מעט] כוכבים בתחרות		מיצ"ב
		הרבה (N=108)	מעט (N=131)	
0.29	2.2 (239) p<0.05	578.4 (30.9)	568.7 (36.0)	מתמטיקה ¹
-	1.5 (237.0) ² p=0.12	546.2 (40.0)	537.4 (49.0)	אנגלית
-	1.7 (237) p=0.11	557.7 (39.7)	549.9 (33.0)	שפה

¹ N=132 בקבוצת ה"מעט", N=109 בקבוצת ה"הרבה"; ² מבחן לווין להשוואת שוניות יצא מובהק

לבחירת השפעתם של משתני הפעילות ומשתני הרקע, אנו בונים מודל רגרסיה ליניארית בעבור כל אחד מנתוני המיצ"ב בנפרד. רק במודל בעבור ההישגים במיצ"ב מתמטיקה, נכנס משתנה פעילות – הכוכבים בתחרות – עם אפקט ראשי מובהק וחיובי. תיאור המודלים מסוכם בטבלה 3.

טבלה 3. תיאור המודלים (רגרסיה ליניארית), N=239 (רקע אפור מציין מקדם/מודל מובהק)

מקדמים מתוקננים במודל (B) בעבור ציוני מיצ"ב			משתנה
שפה	אנגלית	מתמטיקה	
0.87 p<0.001	0.28 p<0.001	0.20 p<0.01	מיגזר ¹
-0.38 p<0.001	-0.33 p<0.001	-0.49 p<0.001	מדד טיפוח
-0.004 p=0.95	0.04 p=0.46	-0.02 p=0.76	כוכבים השנתיים ²
0.07 p=0.19	0.06 p=0.44	0.15 p<0.05	כוכבים בתחרות ²
86.4 p<0.001	7.34 p<0.001	15.1 p<0.001	F
0.60	0.11	0.21	R ²

1 – מגזר יהודי, 2 – מגזר לא יהודי; 1² – מעט כוכבים (מתחת לחציון), 2 – הרבה כוכבים (מעל לחציון)

דיון

מחקר זה בחן, באופן ייחודי, את הקשרים שבין פעילות באתר ללימוד מתמטיקה ("עשר אצבעות") לבין הישגים במתמטיקה במיצ"ב, בקרב תלמידי כיתה ה' בבתי ספר ברחבי ישראל. הממצא העיקרי הוא קשר חיובי בין פעילות באתר במהלך האליפות במשחקי המתמטיקה לבין הישגים במיצ"ב מתמטיקה, גם כאשר שולטים במדדים חברתיים-כלכליים.

האם שימוש ביישומונים מתמטיים משפר את ציוני מיצ"ב מתמטיקה, או שבתו הספר ה"חזקים" במתמטיקה הם אלו אשר עושים שימוש נרחב במערכת? כדי להפריך את הפרשנות השנייה, נשים לב כי: נתוני המיצ"ב במתמטיקה, שפה ואנגלית מתואמים חיובית אלו עם אלו; נתוני הפעילות באתר מתואמים חיובית עם הישגים במתמטיקה ובשפת-אם (Sarama, Lange, Clements, & Wolfe, 2008; Monroe, 1996; Grimm, 2012), ולא מתואמים עם הישגים באנגלית; וכי רק בעבור הציונים במתמטיקה מצאנו מודל מובהק שלקח בחשבון גם את נתוני הפעילות. **אלו יחדיו עשויים להעיד על קשר נסיבתי: פעילות באתר ← הישגים.** הפעילות שנמצאה אפקטיבית היא רק זו שהתרחשה **במסגרת אליפות המתמטיקה.** אנו מציעים שני הסברים לכך. ראשית, **האליפות כללה את כל חומר הלימוד**, כך שתלמידים שהתאמצו והשיגו כוכבים רבים – נחשפו לתכנים רבים יותר. שנית, **הפעילות במהלך האליפות מלווה במוטיבציה גבוהה** וברגשות עזים, אשר תורמים ללמידה (Murayama, Pekrun, Lichtenfeld, & vom Hofe, 2013; Pekrun, Lichtenfeld, Marsh, 2017).

אנו מוצאים גם כי **השקעת זמן משמעותי בתרגול ברמות החשיבה הנמוכות עשויה לקדם רמות חשיבה גבוהות.** ייתכן כי הדבר נובע מן העזרה במהלך הפעילות המקוונת (Xie & Bradshaw, 2008), או מהשימוש בהחזיות והנפשות (Rajan et al., 2015). ייתכן כי התרגול ברמות החשיבה הנמוכות משכלל את המרכיב האלגוריתמי, והדבר מסייע במענה לשאלות הדורשות רמת חשיבה גבוהה יותר שעדיין מכילות מרכיב ראשוני אלגוריתמי.

תודות

מחקר זה נתמך בנדיבות על ידי לשכת המדען הראשי של משרד החינוך, במסגרת פרויקט "שימוש ביישומונים מתמטיים ברצף ההוראה (חוקרים ראשיים: פרופ' מיכל טבח, פרופ' קובי גל, ד"ר ענת כהן, ד"ר ארנון הרשקוביץ), ואנו מודים על כך מאוד.

מקורות

- Grimm, K. J. (2008). Longitudinal associations between reading and mathematics achievement. *Developmental Neuropsychology*, 33(3), 410–426. <https://doi.org/10.1080/87565640801982486>
- Hui, C. S. (2009). Learning mathematics through computer games. In *Proceedings of 14th Annual Asian Technology Conference in Mathematics*.
- Monroe, E. (1996). Language and mathematics: A natural connection for achieving literacy. *Reading Horizons*, 36(5), 368–379.
- Murayama, K., Pekrun, R., Lichtenfeld, S., & vom Hofe, R. (2013). Predicting long-term growth in students' mathematics achievement: The unique contributions of motivation and cognitive strategies. *Child Development*, 84(4), 1475–1490. <https://doi.org/10.1111/cdev.12036>
- OECD. (2015). *Students, computers and learning: Making the connection*. Paris, France. <https://doi.org/10.1787/9789264239555-en>
- Pekrun, R., Lichtenfeld, S., Marsh, H. W., Murayama, K., & Goetz, T. (2017). Achievement emotions and academic performance: Longitudinal models of reciprocal effects. *Child Development*, 88(5), 1653–1670. <https://doi.org/10.1111/cdev.12704>
- Rajan, P., Raju, P. K., Sankar, C., Alur, R., Sankar, C. S., & Ramachandraiah, & A. (2015). Use of multimedia case studies for teaching acoustics. *Journal of Engineering and Architecture*, 3(2), 2334–2994. <https://doi.org/10.15640/jea.v3n2a19>
- Sarama, J., Lange, A. A., Clements, D. H., & Wolfe, C. B. (2012). The impacts of an early mathematics curriculum on oral language and literacy. *Early Childhood Research Quarterly*, 27(3), 489–502. <https://doi.org/10.1016/J.ECRESQ.2011.12.002>
- Tondeur, J., van Braak, J., Ertmer, P. A., & Ottenbreit-Leftwich, A. (2017). Understanding the relationship between teachers' pedagogical beliefs and technology use in education: a systematic review of qualitative evidence. *Educational Technology Research and Development*, 65(3), 555–575. <https://doi.org/10.1007/s11423-016-9481-2>
- Wouters, P., & van Oostendorp, H. (2013). A meta-analytic review of the role of instructional support in game-based learning. *Computers & Education*, 60(1), 412–425. <https://doi.org/10.1016/J.COMPEDU.2012.07.018>
- Xie, K., & Bradshaw, A. C. (2008). Using question prompts to support ill-structured problem solving in online peer collaborations. *International Journal of Technology in Teaching and Learning*, 4(2) 148–165.