

משחקים דיגיטליים-הזדמנות ללמידה אחרת

גנית ריכטר

תוכן עניינים

2.....	מבוא
2.....	האדם המשחק
4.....	מיומנויות המאה ה 21
5.....	משחק ולמידה
5.....	המשחק כסביבת למידה
6.....	דרכים לשילוב למידה במשחק בביתה
6.....	האם ניתן ללמד באמצעות משחקים? האם משחקים תורמים להישגים במתמטיקה ובמדעים?
8.....	משחקי המונים בתחום מדע אזרחי ותקשורת המדע
9.....	מבחני פיזה
12	מחקר בפיזה פתוח
12	מהלך המחקר
13	תוצאות
23	דיון
26	סיכום
26	רשימה ביבליוגרפית
31	נספח א
31	טבלת משחקים
37	נספח ב
37	תדירות משחק במשחקי מחשב מסוגים שונים

משחקים דיגיטליים-הזדמנות ללמידה אחרת

גנית ריכטר

מבוא

תכניות הלימודים מתקשות לשקף את המתמטיקה והמדעים כתחומים מעוררי עניין, עכשוויים, תוססים ויצירתיים. תלמידים ובוגרים רבים אוחזים בתפיסה שגויה שהמתמטיקה אינה רלוונטית לחייהם, שזהו תחום שאין מה לחדש בו, תחום סגור שבו כל התשובות ידועות מראש. לימודי המדעים מתקשים לעורר סקרנות ולשקף את העשייה והמחקר המגוונים בתחומם, והידע החדש נשאר נחלתם של מעטים (החוקרים). המסוגלות העצמית המדעית – מתמטית נמוכה. גישות חינוכיות חדשות כדוגמת, מיומנויות המאה ה-21, למידת עומק, למידה משמעותית וכיו"ב מאתגרות את המודל החינוכי של בית הספר, שהתמקד בלמידה פורמלית. מערכות החינוך, שמרב עיסוקן בפדגוגיה ובטיוב ההוראה והלמידה בין כתליהן, נדרשות לשינוי משמעותי, לפעולה לקידום דרכי הוראה חדשניות, וליצירת סביבות למידה מגוונות יותר ומבוססות על טכנולוגיה. בניגוד לפסיביות והעדר העניין והסקרנות בבית הספר, בולטים ההשקעה והעניין הרב של בני נוער וצעירים במשחקי מחשב. בהיות המשחק שפת למידה מוכרת ומועדפת על ידם, מתעוררת שאלת הפוטנציאל הטמון בו ללמידה מעוררת עניין, יצירתית, ורלוונטית. נוכח ההבטחה הגלומה בשימוש בסימולציות ומשחקים במערכת החינוך, כפי שזו באה לידי ביטוי במחקרים עדכניים, ננסה להבין, מתוך הנתונים המדווחים במבחני פיזה, האם וכיצד תודעה זו באה לידי ביטוי ברמת המעשה היום יומי. לסיום נציע רשימת משחקים בתחומי הלימוד.

האדם המשחק

פילוסופים השתמשו במושג "הומו-ספיאנס" לתאר את היכולת של האדם לחשוב בהגיון, "הומו-פאבר" לתאר את היכולת האנושית לעשות דברים, ו"הומו-לודנס" – האדם המשחק, לתאר ולהדגיש את תבניות המשחק המתקיימות במכלול תחומי החיים (Huizinga, 1949). משחק הוא פונקציונלי. ככזה, תרומתו להתפתחות הקוגניטיבית, לתפקוד החברתי והרגשי, להתאמה ולהסתגלות למצבים חדשים (Fein, 1982; Ginsburg & Opper, 1988; Pellegrini, 1980; Piaget, 2013). בשנים האחרונות, עם התפתחות הטכנולוגיה והרשת, הנגישות והזמינות של המשחקים הדיגיטליים משנה את הדרך שבה אנשים מנצלים את זמנם הפנוי, שבה הם צורכים מידע, שבה הם לומדים. משחקים בכל מקום, בכל זמן, ועם כל אחד שמעוניין. בפרט, משחקי מחשב מקוונים עולים ותופסים את מקומם כאחד הביוליים המועדפים על בני נוער.

כשחושבים על משחקי מחשב חושבים על ילדים ובני נוער. אכן, אם נסתכל על היקפי השימוש¹ בארה"ב 69% ממשקי הבית משחקים, 97% מבני הנוער משחקים. ענף המשחקים המקוונים הגיע ב-2017 לרווח של 36 מיליארד דולר, שהם 18% יותר מ-2016. תעשית המשחקים מספקת יותר מ-220,000 משרות בארה"ב בלבד. תחום המשחק כיום עולה ברווחיו על ענפי הקולנוע והמוסיקה יחדיו, מהווה בסיס לקמפיינים פוליטיים, מפגשים חברתיים ולימודיים, משמש כתוצר אומנותי ועוד. עולמות המשחק מהווים בסיס לפעילות כלכלית ענפה, ככאלו הם בעלי השפעה רבה על חיי היומיום שלנו. ההתפתחות מהקשר משחקי נטו לשילוב המשחק בתחומים רבים אחרים משנה הגדרות ותפיסות קודמות של משחקים. תחום חדש של משחקים מתפתח, משחקים שמטרתם אינה רק בידור, אלא לימוד, הכשרה, אימון (Serious Games). מאפיינים משחקיים יוצאים מהמרחב המשחקי ומשפיעים על המציאות החוץ-משחקית (Gamification). משחקי סימולציה ממחישים מה משחק רציני יכול להשיג. טכנולוגיות משחק משמשות ליצירת הדמיות בתעשייה ובצבא, בתחומי הצלה ובבאות, במקצועות הבריאות ועוד. מהמפגש בין הסימולציות לבין המשחקים המקוונים המהנים עולות שאלות על ערכים נלמדים דרך המשחק ויחסם למציאות החוץ משחקית, תיאוריות על למידה ממשחקים, על אפשרויות לעשות דרך משחק משהו שהוא יותר מרק הנאה ורלוונטי ללמידה, ואם כך, רלוונטי למערכת החינוך.

לעומת התפיסה הרואה במשחק התמכרות לפנטזיה ובזבוז זמן, אלו הפעילים בעולמות משחקיים, מעידים על השקעת זמן ומאמץ עצומים להשגת רמת מיומנות גבוהה יותר, על התמדה, על למידת חקר מעמיקה ויסודית, על קבלת החלטות ופתרון בעיות, וכן על אינטראקציה חברתית משמעותית (Waismann, 2013). אך דומה כי מערכת החינוך טרם אמצה לחיכה את האפשרויות הגלומות בעולם עשיר ומאתגר זה, המהווה חלק משמעותי מתרבות ולמידה של צעירים.

את ההצעה לרתום את משחקי המחשב ללמידה יש לבחון גם על רקע התפתחותן של גישות חינוכיות, כדוגמת הנחלת אוריינות מדעית, הקניית מיומנויות וכישורים למאה ה-21, הדו"ח שיצא בארה"ב תחת הכותרת: American Association for the Science for all Americans Advancement of Science, 1993; Rutherford & Ahlgren, 1991), כמו גם לאור תוצאות המבחנים הבינלאומיים בהם ישראל לוקחת חלק מאז ראשית שנות האלפיים, והדרישה המוצבת כיום מול מערכת החינוך בבואה להכשיר את הדור הבא לחיים, "לחנך לקראת העתיד שלהם, לא העבר שלנו" (דטל, 22 May 2018).

¹ The Entertainment Software Association (ESA) in the USA

מיומנויות המאה ה-21

ההון האנושי הינו בין הגורמים המכריעים לבסוס תחומי המדע והטכנולוגיה, עמודי התווך של הכלכלות המודרניות. בעולם הנעשה יותר ויותר טכנולוגי, הציבור נדרש להיות מסוגל לקבל החלטות מבוססות ידע מדעי במגוון רחב של נושאים שמשפיעים על חיי היום יום של האזרחים, כגון בנושאי בריאות, תרבות, צריכה, וסגנון חיים (ברנדס & שטראוס, 2013). ידע מדעי נדרש גם לשם המשך הפיתוח הטכנולוגי, שקיפות כלפי משלמי המיסים ועוד (דורי, כהן, & הרשקוביץ, 2015). שימוש נכון בידע מדעי מצריך קידום למידה אותנטית, רלוונטית, ופיתוח אוריינות במתמטיקה ובמדעים. כיום, כל תחום מדעי נלמד כאלו הוא מקצוע נפרד, מתמטיקה נלמדת כמעט ללא התייחסות לנושאים מדעיים (ריכטר & רבן, 2016). פן אחד של אינטגרציה, ששם דגש בהצגת נקודות הראות הרבות על נושאים טכנולוגיים, בגישה דיסציפלינרית STS, STEM או STEAM² נבחן מתוך תפיסה המתבססת על ההכרה כי "מדע וטכנולוגיה הם חלק מההשכלה הכללית הדרושה היום ותידרש עוד יותר בעתיד, לכל אדם המסוגל לתרום לחברה" (משרד החינוך, 1992). המיומנויות הנדרשות כיום מבוגרי בי"ס מקבילות להערכת הכישורים הנדרשים במאה ה-21 כפי שהוגדרו ע"י המועצה הלאומית למחקר בארה"ב³ (NRC) אשר סווגה אותם לשלוש קטגוריות: כישורים קוגניטיביים (פתרון בעיות, חשיבה ביקורתית ועוד), כישורים בין אישיים (תקשורת מורכבת, עבודת צוות, רגישות לתרבויות אחרות ועוד), כישורים אישיים (ניהול עצמי, פיתוח אישי, ניהול זמן, הסתגלות ועוד) (Koenig, 2011). אלה כישורים שמערכת החינוך לא היתה רגילה להציב כמטרות ולמדוד את ההצלחה בהן (ריכטר & רבן, 2016).

יתרה מכך, תנאים חברתיים ותעסוקתיים משתנים מעמידים לפני בוגרי מערכות החינוך אתגרים חדשים ובלתי צפויים, כאלה שבכלים המסורתיים אי אפשר להכשיר את התלמידים מראש להתמודדות עמם. מערכות החינוך נדרשות להתאים עצמן לשינויים, ולהקנות לבוגריהן את הידע הנדרש, באופן שיאפשר להם להשתלב בחברה ובכלכלה (ברנדס & שטראוס, 2013; דורי, et al., 2015; ריכטר & רבן, 2016). עדכונים תכופים יותר בתכני הלימוד ו/ או דרכי הלימוד, הקניית מיומנויות הנדרשות לפעילות יום-יומית במרחב הגלובלי והווירטואלי (כדוגמת הכרת שפות ותרבויות, יכולת עבודה בצוות שחבריו מרוחקים זה מזה גיאוגרפית, מיומנויות טכנולוגיות, רכישת כלים לאיתור מידע ולגיבושו), שינוי במושגי הזמן (lifelong learning), או ריבוי אמצעי מדידה והערכה (עליה בחשיבותן של השוואות בינלאומיות) הם מקצת מהשינויים המושפעים מתהליך זה (ימיני, 2014).

² Science-Technology-Society (STS); Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM); Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics (STEAM)

³ National Research Council

שינוי משמעותי נוסף הינו שינוי המודל החינוכי של בית הספר. ממודל שהציב את הידע במרכז (לרכוש ידע), למודל המעמיד במרכז את הלומד ומספק כלים ללמידה שתימשך כל החיים (Koenig, 2011). התמקדות בילד, בצרכיו, בנטיותיו ובכישוריו, דורשת גם שינוי בפדגוגיה והכנסת שיטות הוראה חדשניות, כדוגמת, למידה מבוססת פרויקטים, למידה בקבוצות, מרכזי למידה, קבוצות חקר וכד'. אחריות על הלמידה האישית, מעורבות, רכישת מיומנויות למידה, הנאה מהלמידה, הפכו למטרות מרכזיות. אחת האפשרויות לרלוונטיות לחיי התלמיד ולמוקד העניין שלו היא ללמד את "הילידים הדיגיטליים" (Prensky, 2001) בסביבה המוכרת להם. הבטחה זו גלומה בשילוב משחקים דיגיטליים ככלי למידה והערכה.

משחק ולמידה

המשחק בסביבת למידה

משחק הוא סביבה טבעית ללמידה. המשחק מערב, מלהיב, הפסד של האחד לא נחוות כהצלחה של השני, אלא כחלק מהמשחק. משחק מהווה סביבה בטוחה לניסוי וטעיה וללמידת חקר (J. P. Gee, 2007). במשחק יש הנאה וצחוק. ההנאה מן המשחק מזרימה אדרנלין ודופמין המייצרים רקע ביולוגי מתגמל (רפאלי & שגב, 2010). תגמול עשיר, משוב מידי ודחוי, חזרה הנדרשת לצורך הטמעה ולמידה, שוב ושוב עד להצלחה, שותפות פעילה בתהליך הלמידה, הם מקצת מן היתרונות של משחק, ולא בהכרח מאפיינים שיטות הוראה ולמידה אחרות כמו הרצאה, קריאה או עבודה (רפאלי & שגב, 2010). בכוחו של המשחק לפתח למידה (Bavelier, Green, Pouget, & Schrater, 2012) ומיומנויות קוגניטיביות (Annetta, 2008), לעודד שיתוף פעולה, לתרגל מיומנויות חברתיות ורגשיות (J. P. Gee, 2007; ויצמן, 2013), ולתמוך בפתרון בעיות מורכבות (J. Gee, Shaffer, Squire, & Halverson, 2005; Klopfer, Osterweil, & Salen, 2009).

טכנולוגיה ומשחקים הניבו בעקביות תוצאות חיוביות לגבי מוטיבציה, התמדה, סקרנות, תשומת לב וגישה ללמידה (Annetta, 2008; Deterding, Sicart, Nacke, O'Hara, & Dixon, 2011; Klopfer et al., 2009). הספרות העדכנית טוענת כי מספיק להכניס מרכיבים של הנאה וחוויה ללימוד, הענקת תארים, מדליות, נקודות, משוב מהיר וכד', בכדי להוסיף למוטיבציה ולמוכנות מצד הלומד להשקיע הרבה מעבר להשקעה שהיה מוכן לתת ללא המשחקיות (Lee & Hammer, 2011).

Foster (2008) הוסיף שמשחקים מסייעים בהפיכת הפעילות המדעית לרלוונטית ומשמעותית לתלמידים. Clark טוען כי משחקים במדעים עשויים לשפר יכולות קוגניטיביות (בהשוואה ללמידה בשיטות אחרות) (D. Clark, 2007; 2016). ילדים בכיתות ה ששיחקו משחק במדעים הראו הישגים בתחום התוכן (Zheng, Spires, & Meluso, 2011). נמצא קשר בין זרימה במשחק במדעים לידע

דקלרטיבי (Pavlas, 2010; ויצמן, 2013). במחקר שבחן את הקשר בין פרמטרים משחיקיים ללמידה מן המשחק, בשני משחקים העוסקים בנושא אורח חיים בריא, נמצא כי שילוב מוצלח של יעדים לימודיים במשחק באופן שבו המטרות החינוכיות מותאמות למטרות המשחק, יכול להעלות את רמת המוטיבציה הפנימית של התלמידים, ולאפשר להם לראות את הרלוונטיות של למידת מדעים לחיי היום-יום שלהם (ויצמן, 2013).

דרכים לשילוב למידה במשחק בכיתה

משחקים יכולים להוות יחידת לימוד בפני עצמה, או להיות משולבים בנושא מסוים, בין אם כפתיחה לנושא או כיישום ותרגול של חומר שנלמד. משחק יכול להיות מורכב, ולהיות משוחק לאורך תקופה עם משימות הולכות ומתפתחות ומידע רב. המשחק Re-Mission, לדוגמה, שפותח במקור לעזור לצעירים המתמודדים עם מחלת הסרטן, משמש גם כמרכז ידע והסבר על המחלה. המשחק DNA The Double Helix -, הינו משחק קצר ומהנה המדגים את עקרונות ה-DNA.

גם שימוש ב"משחקים מזדמנים" יכול ליצור חווית למידה חיובית ולשלב הנאה עם מסרים חינוכיים (ויצמן & ברזזה, 2012). משחקים בשפה זרה עשויים לתרום לידיעת שפות, תרבויות, ישנם גם משחקים העוסקים בתכנים לימודיים באנגלית, מתמטיקה, היסטוריה, מדעים (Waismann, 2013). שימוש במשחקים בנושאי הלמידה וכחלק מהקוריקולום מהווה רווח כפול. מצד אחד למידת תכנים, ומצד שני התמודדות עם מיומנויות חברתיות וקוגניטיביות שלרוב אין בהן עיסוק ישיר בבית הספר, כגון עבודת צוות, קבלת החלטות, התמודדות עם לחץ זמן, ניתוח נתונים ועוד (ויצמן & ברזזה, 2012; רפאלי & שגב, 2010).

אחת השאלות הרלוונטיות, העולה בהקשר זה, היא כיצד ליצור תיווך בין למידת המושגים והיישוגים הפורמליים, המאפיינים את תכנית הלימודים, לבין הלמידה דרך המשחק. פתרונות אפשריים לכך הם: המודל הפדגוגי המשלב בין יחידת משחק ליחידות למידה תומכת (ויצמן & ברזזה, 2012), בניית תהליך למידה שלם ומתמשך סביב המשחק ברמות הולכות ומעמיקות של הבנה תוך שימוש מגוון במתודות הוראה (רפאלי & שגב, 2010), רפלקציה ותחקור (Rafaeli, Raban, Ravid, & Noy, 2003).

האם ניתן ללמד באמצעות משחקים? האם משחקים תורמים להישגים במתמטיקה ובמדעים?

תרומת המשחק ללמידה יכולה להיות ישירה או עקיפה. Shin ועמיתים (2012) הראו כי משחק המבוסס על טכנולוגיה בכיתה משפר מיומנויות חשבון של תלמידים בכל רמות היכולת. Bai ועמיתים (2012) הראו שיישום של משחק בהוראת מתמטיקה יכול להועיל לתלמידי חטיבת הביניים בלמידת אלגברה. הם בדקו את האפקטיביות של משחק תלת-ממדי DimensionM בקרב 437 תלמידי כיתה

ח, והראו שהמשחק הגביר את רכישת הידע המתמטי באלגברה, וחיזק את מוטיבצית המשתתפים ללמוד. Posso בחן את תוצאות מבחן פיזה של יותר מ 12000 בני נוער אוסטרליים. לטענתו, בני נוער המשחקים באופן קבוע במשחקים מקוונים (כמעט מידי יום) משפרים את תוצאות לימודיהם, מגיעים ל-15 נקודות מעל הממוצע במתמטיקה ו-17 נקודות מעל הממוצע במדע. ההסבר לדברי החוקר "When you play online games you're solving puzzles to move to the next level and that involves using some of the general knowledge and skills in maths, reading and science that you've been taught during the day" (Posso, 2016).

למידת מתמטיקה דרך משחקים דיגיטליים יכולה להתקיים גם בצורה עקיפה. למעשה, כמעט בלתי אפשרי ליצור משחק ללא שימוש במתמטיקה. Goodman מביא דוגמאות לשימוש במתמטיקה כאמצעי ליצירת משחקי מחשב. ממשחקי יריות גוף ראשון (FPS), העשירים בגרפיקה, ניתן ללמוד גיאומטריה (נקודות, ישרים, משטחים), וקטורים וטרנספורמציות, ממשחקי אסטרטגיה ניתן ללמוד על מבנים רשתיים וטופולוגיים, ממשחקי סימולציה ניתן ללמוד פיזיקה (וקטורים, מהירות, תאוצה, מסה) (Goodman, February 2011). עם זאת, בתחום החינוך המתמטי נשמעת ביקורת לגבי ההשפעה של המשחק על הפנמת עקרונות וחומר לימוד מתמטי. דוגמא מעניינת של Lowrie & Jorgensen מעלה כי למרות הפוטנציאל להציע צורות חדשות של למידה מתמטית, המשתתפים נטו לתרגל מיומנויות בדרך של ניסוי וטעיה, ולא עשו שימוש בחשיבה מסודרת יותר. מסקנת החוקרים היתה שבחינוך המתמטי פחות בולטות רמות האוריינות החדשות דרך משחק (Jorgensen & Lowrie, 2012).

בכוחם של המשחקים לגשר על פערי התקשורת הקיימים בין סביבת הלמידה הטבעית של הצעירים לסביבת הלימוד הפורמלית במערכת החינוך. לוגי גשרים⁴, CodeMonkey⁵, שולה מוקשים קוונטי⁶ הינם דוגמאות למשחקים בתחום הלוגיקה, לימוד תכנות, ופיזיקה לתלמידי יסודי ועד תיכון. ביוזמה משותפת של משרד החינוך, האיגוד הישראלי לתעשיות מתקדמות וקרן רש"י, מתקיימת החל משנה"ל תשע"ו, אליפות הסייבר הישראלית לבתי ספר יסודיים, שמתבססת על המשחק CodeMonkey. מטרת התחרות להעלות את המוטיבציה בקרב התלמידים ללמוד מקצועות מדעיים וטכנולוגיים.

4

<http://davidson.weizmann.ac.il/online/mathcircle/games/%D7%92%D7%A9%D7%A8%D7%99%D7%9D>

⁵ <https://www.playcodemonkey.com/>

⁶ <http://davidson-web2.weizmann.ac.il/davidson1/applets/HebVersion/Tutorials/ExplainGame/ExplainGame.html>

בין הדוגמאות למשחקים רציניים בתחומי מדע נזכיר את EnerCities⁷ - "עיר האנרגיה", משחק שפותח במסגרת האיחוד האירופי והיום זמין בעברית באתר "על הגובה- ממשל זמין לילדים"⁸. המשחק פותח במטרה לעורר מודעות לצורך בחיסכון באנרגיה ובהתייעלות אנרגטית, להסביר מהי אנרגיה מתחדשת, וכן להבנת המורכבות של השיקולים השונים שיש להביא בחשבון בעת קבלת החלטות בתחום אנרגיה וקיימות. המשחק מתכתב עם תכנית הלימודים במדע וטכנולוגיה לחט"ב (נושאים כדוגמת, מקורות אנרגיה, הפקת אנרגיה, השפעת השימושים באנרגיה על הפרט, החברה והסביבה), ובכלל זה עונה על הצורך להעביר את מורכבות הנושא, ההיבטים השונים, וההשפעה ההדדית ביניהם. תוצאות של מחקר אירופי מדווחות כי בקרב קבוצת הניסוי המשחק תרם לעליה במודעות להשלכות ולצורך בחיסכון באנרגיה בהשוואה לקבוצת הבקורת⁹. המשחק Immune Attack בתחום הביולוגיה עוסק בלימוד המערכת החיסונית של גוף האדם. תוכן המשחק אושר ע"י Federation of American Scientists. תלמידי תיכון ששיחקו במשחק שיפרו באופן משמעותי את ההבנה של מושגים באימונולוגיה, לעומת קבוצת ביקורת (Stegman, 2014). אחד המשחקים ששוחק ונחקר לאורך שנים הינו המשחק Quest Atlantis (בעבר נקרא Atlantis Remixed). תלמידים שנחשפו למשחק, פעלו במשימות המשחק גם בזמנם החופשי ודווחו על רמת מעורבות ועניין גבוהות בהתמודדות עם הנושאים הלימודיים. מחקרים הראו למידה במדע, באומנויות, שפה ואספקטים חברתיים דרך המשחק (Barab, Thomas, Dodge, Carteaux, & Tuzun, 2005).

שילוב בין מסגרת פורמלית ומסגרת א-פורמלית, בתיווכן של סביבות משחק עשירות, עשוי לתרום לידע ולהבנה גם של אלו שלא יהיו בעתיד מתמטיקאים, מדענים או מהנדסים (Khatib et al., 2011a). זאת ועוד, לאור התפתחות טכנולוגיות המידע וחדירתן המהירה לחיי היום-יום, ובמיוחד לאור פרדיגמת הרשת והמעבר ממצב שבו הידע נמצא אצל אחד למצב שבו הידע נמצא בכל מקום והלמידה מתבצעת בכל מקום ובכל זמן, עולה שאלת תרומתו האפשרית של המשחק בפרויקטי מדע אזרחי.

משחקי המונים בתחום מדע אזרחי ותקשורת המדע

מיזמי מדע אזרחי (Citizen Science) מציעים הזדמנויות לקהל הרחב להיות מעורב במדע באופן פעיל. יישומים אלו מנצלים את "חוכמת ההמון"¹⁰ לחקירת תופעות ותהליכים רחבי היקף בטבע, ולביצוע משימות שבשיטות מסורתיות כרוכות בתהליכים יקרים וזוללי זמן, כגון: בניית מאגרי מידע,

⁷ <http://www.energycities.eu/game.php>

⁸ <http://kids.gov.il/energy/city/>

⁹ <http://www.energycities.eu/project/>

¹⁰ חכמת ההמון היא המשאב העיקרי של הרשת. חוכמתה של הרשת אינה נגזרת ממקור מידע בודד, אלא מהמספר העצום של אתרים ומשתמשים, ונתונים הנאספים מהמשתמשים באופן שוטף (ריכטר & רבן, 2016).

ניטור ואיסוף כמות גדולה מאוד של נתונים בטווח רחב של מקומות. פיתוח מיומנויות חקר, הבניית ידע מדעי, משיכה לעיסוק במדע, מסגרת ללמידה שיתופית, עיסוק בחקר מדעי אותנטי ורלוונטי, היכרות עם תהליכים המתרחשים בטבע, ופיתוח מודעות סביבתית הם חלק מהדגשים שתכניות הלימודים במדעים מציבות ושהשתתפות במיזמי מדע אזרחי עשויה לתרום להם (גולומביק, ברעם-צברי, & פישבין, 2015; דורי et al., 2015).

במשחקי המונים, שילוב בין חכמת ההמון ומשחקים רציניים, עשויה להיות תועלת מרובה בתכניות מדע אזרחי. במשחקי המונים המשתתפים תורמים תרומה אינטלקטואלית לקידום מטרה או פתרון בעיה וזאת על ידי ההנאה ממשחק (ריכטר & רבן, 2016). מן הדוגמאות הבולטות לשימוש במשחקים בתחום מדע אזרחי ותקשורת המדע: Foldit¹¹ העוסק בקיפול חלבונים וחיפוש מבנים יעילים של חלבונים, Phylo¹² משחק התאמת רצפי דנ"א המשמש לחקר הגנום, Floracaching משחק העוקב אחר סמנים לשינויי אקלים, וכן פלטפומת זוניברס Zooniverse שמאפשרת ניהול פרויקטים של מדע אזרחי בצורה משחקית. מספר הצלחות ופריצות דרך מחקריות נרשמו בשנים האחרונות כתוצאה מתרגום משימות מדעיות לאפליקציות משחק מהנות עם מאות אלפי משתמשים-שחקנים. שחקני Foldit תרמו לקידום הבנת המבנה של אנזים המשמש וירוס דמוי איידס, וכך סייעו לקידום מחקר התרופות למחלה (Khatib et al., 2011b). בשנת 2015, עם פרוץ מגפת האבולה, שחקני Phylo סייעו למדענים ללמוד בזמן אמת על הוירוס, ובכך תרמו לבלימת התפשטות והטיפול במחלה (Singh, Ahsan, Blanchette, & Waldispühl, 2017). מחקרם של Kloetzer ועמיתים מדגיש את ההיבטים הלא-פורמליים והחברתיים בחינוך לאוריינות מדע בפלטפורמות משחקיות כדוגמת זוניברס (Kloetzer et al., 2013). הלמידה, לטענתם, מתרחשת בשתי רמות. ברמת המיקרו, כלומר, המשימה/משחק, וברמת המאקרו: שימוש בתיעוד הפרויקט, מחקר אישי באינטרנט, ותרגול תפקידים ספציפיים בקהילות הפרויקט. הלמידה מושפעת מאינטראקציות עם אחרים בצ'אט או בפורומים. ככל שהאבחנה בין משחק לעיסוק רציני (למידה) מטשטשת נחשפת תרומתו האפשרית של המשחק לחינוך אזרחים אורייני STEM.

מבחני פיזה

מדינות רבות נעזרות בהשוואות בינלאומיות כדי ללמוד זו מזו, להתעדכן אודות גישות חדשניות, כמו גם לגבש תכניות מדיניות תוך השוואה למערכות אחרות בעולם. בהקשר זה, תחום החינוך זוכה לעניין רב בשל ההשפעה של מדיניות החינוך על מוביליות חברתית, רכישת מקצוע, הכלכלה והחברה (בובניק, נתן, & רווה, 2014). מאז שנת 1999 ישראל לוקחת חלק במחקר החינוכי המקיף בעולם,

¹¹ <https://fold.it/portal/>

¹² <http://phylo.cs.mcgill.ca/>

מחקר PISA¹³, הנערך ע"י ארגון ה-OECD¹⁴. מחקר פיזה בודק את רמת האוריינות של תלמידים בני 15 בשלושה תחומים שונים: קריאה, מתמטיקה ומדעים. השאלות במחקר בוחנות ידע בגישה מעשית, כישורי חיים ויכולת לפתור בעיות מורכבות המצריכות שילוב בין תחומים שונים, תוך דגש על מיומנויות. כלומר, המחקר מתמקד בכלי חשיבה והבנה, ולא דוקא בידע תכני שנרכש בתכנית הלימודית. מחקר פיזה נערך במחזוריות קבועה אחת לשלוש שנים, כשבכל פעם מושם דגש מיוחד על אחד משלושת התחומים. בשנת 2012 המיקוד היה במתמטיקה, ובשנת 2015 במדעים. בעבודה זו נתמקד בתוצאות מחקר 2015.

בטבלא 1* מוצגים מיקומה של ישראל במדרג המדינות המשתתפות לאורך השנים (יש לשים לב כי בכל מחזור של מחקר פיזה, מספר המדינות המשתתפות שונה).

טבלא 1: מיקומה של ישראל במדרג המדינות המשתתפות לאורך השנים

2015 (70 מדינות משתתפות)	2012 (64 מדינות משתתפות)	2009 (64 מדינות משתתפות)	2006 (57 מדינות משתתפות)	2002 (41 מדינות משתתפות)	
מקום 40	מקום 40	מקום 41	מקום 39	-	מדעים
מקום 37	מקום 33	מקום 36	מקום 40	מקום 30	קריאה
מקום 39	מקום 40	מקום 41	מקום 40	-	מתמטיקה

* מתוך מצגת פיזה 2015 הישגי ישראל במבט בין-לאומי ופנים-ישראלי ראמ"ה¹⁵

באירורים 1-2 מוצגים הישגי ישראל באוריינות מתמטיקה ומדעים לאורך השנים במבט בין-לאומי, בהשוואה לשלוש המדינות: פינלנד, ארה"ב ודרום קוריאה, ובחתך רקע חברתי-תרבותי-כלכלי. הבחירה בשלוש מדינות הייחוס נשענת על חלוקת המדינות המשתתפות לקבוצות לפי קצב השינוי כפי שבאה לידי ביטוי במצגת ראמ"ה על פיזה 2015, ארה"ב כמדינה מקובלת להשוואה, פינלנד כמדינה מובילה בחינוך, ודרום קוריאה שהינה בעלת תמ"ג דומה לישראל.

הנתונים והגרפים נאספו ויוצרו באמצעות אתר פיזה פתוח¹⁶ Open PISA, פרויקט משותף לקרן טראמפ ולמרכז לחקר האינטרנט באוניברסיטת חיפה, שמטרתו "הנגשה של נתוני מבחן פיזה לציבור

¹³ Program for International Student Assessment

¹⁴ Organization for Economic Co-operation

¹⁵ http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/MivchanimBenLeumiym/PISA_2015.htm

¹⁶ <http://blog.opisa.org/about/>

ולחוקרים....לקדם את השיח והמחקר של מערכת החינוך בארץ ושל חינוך מבוסס ראיות" (מתוך (Open PISA).



איור 1. אוריות מתמטיקה במבט בין-לאומי ובחתך סוציו-אקונומי לאורך השנים



איור 2. אוריות מדעים במבט בין-לאומי ובחתך סוציו-אקונומי לאורך השנים

קיימת מגמה כללית של שיפור בהישגי ישראל בהשוואה למבחן 2006 (השיפור במדעים ובמתמטיקה חל בין 2009 ל-2012) אולם, הממוצע בישראל, הן במתמטיקה והן במדעים, נמוך מהממוצע במדינות ההשוואה. פערים ניכרים קיימים בין הישגי תלמידים מרקע חברתי-תרבותי-כלכלי שונה (נמוך, בינוני וגבוה). פערים אלו גדולים מההבדלים בין קבוצות מקבילות במדינות ההשוואה. כמו כן, אין שינוי גדול בתמונת הפערים לאורך השנים. ככל שהרקע החברתי-תרבותי-כלכלי גבוה יותר כך ההישגים גבוהים יותר.

עליית המודעות להשוואות בינלאומיות, הביקורת על מערכת החינוך והישגי מבחן פיזה, כמו גם ההכרה בייחודיותו של כל תלמיד מבחינת יכולות, כישורים וקשיים, דורשת התאמה טובה יותר של תהליכי הלמידה לתלמיד ולצרכיו. תפיסת תכניות הלימודים במדינות השונות צריכה להבחן גם לאור ההבטחה הגדולה של הטכנולוגיה בסביבה החינוכית והחזרה של המשחק הרציני אל הלמידה. כדי להבין טוב יותר את הפערים ואת מקומו של המשחק במערכת החינוך לעומת דפוסי השימוש מחוץ לבית הספר, נבחנו תדירות העיסוק בפעילויות הקשורות למדע (שימוש בהדמיות וסימולציות),

ההנאה והעניין שמפיקים תלמידים משיעורי המדעים, והשימוש במשחקי וידאו מחוץ לשעות הפורמליות (בבית ועם חברים). תהליך העבודה ותוצאותיו יוצגו להלן.

מחקר בפיזה פתוח

בחנינת רמת אוריינות המדע ואוריינות המתמטיקה בישראל במבט בין-לאומי ופנים-ישראלי ובראי משחקים דיגיטליים, נערכה באמצעות פרויקט פיזה פתוח. הפרויקט מספק גישה נוחה לתמונה השוואתית בין-לאומית, מגמות, פערים בין קבוצות שונות (בין ובתוך מדינות), באמצעות שימוש בכלים ויזואליים ושאלות המנותחות בזמן אמת. נתוני הקשר חינוכיים נוספים, שאלוני רקע לתלמידים ולמנהלי בתי הספר, עוברים עיבוד כמותי, פענוח והצגת מידע בדרכים שונות להשלמת התמונה.

מהלך המחקר

בכדי לאתר נתונים לגבי שימוש במשחקים ושילובם בהוראה בישראל ובעולם נסקרו שאלוני התלמידים ושאלון מנהלים, נבחנו הניתוחים האפשריים באמצעות הפרויקט, ונאספו חומרי רקע מסבירים.

1. אותרו שאלות והיגדים קשורים לשילוב ושימוש במשחקים.
2. נבדקו המתאם בין מאפיין שנבחר לבין כישורי התלמידים.
3. נבחנו מדדים מחושבים רלוונטיים. כל מדד כזה מכמת לערך מספרי תשובות ממספר שאלות.
4. השאלות נבחנו במבט בין-לאומי בהשוואה לארה"ב, פינלנד ודרום קוריאה, ובמבט פנים-ישראלי בהתייחסות לחתכי מגדר, שפה, ורמות רקע חברתי-תרבותי-כלכלי.
5. נבנו הגרפים הרלוונטיים.
6. במקרים מסוימים קובצו נתונים מתוך הגרפים לתצוגה משווה מרכזת.
7. שאלות אחדות (יש/ אין בבית קונסולת משחק, שימוש בסימולציות ובמשחקים בבית הספר, שימוש חברתי במשחקים מחוץ לשעות פורמליות) נבחנו גם מול נתוני פיזה 2012.

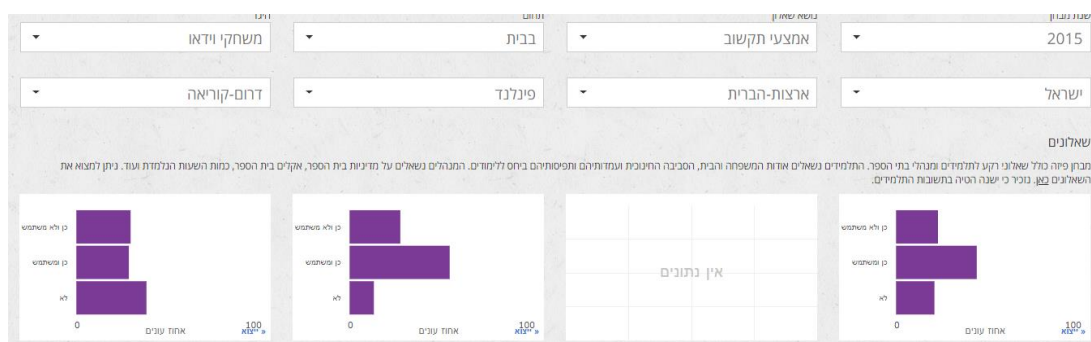
חלק מההיגדים, השאלות והמדדים שאותרו נוגעים באופן עקיף בשאלת תרומתו של המשחק לפיתוח אוריינות מדעית. דוגמא להיגד כזה יכולה להיות: "אני נהנה לבחון נקודות מבט שונות". מאחר ומטרת המחקר לבחון את הפערים, במידה וקיימים, בין מסגרת לימוד פורמלית ומסגרת א-פורמלית מבחינת דפוסי השימוש במשחק, לבחון כיצד המאפיינים משפיעים על ההישגים, ולעורר דיון אודות ההבטחה הגלומה בלמידה במשחק כדרך לקידום המתמטיקה והמדעים בישראל, התמקדה העבודה בשאלות ומדדים שעוסקים באופן ישיר בשימוש במשחק.

- לבחינת פערים, במידה וקיימים, בין סביבת הלימוד הפורמלית במערכת החינוך לסביבה הא-פורמלית מבחינת דפוסי שימוש במשחקים נבחנו השאלות הבאות:

1. אמצעי התקשוב בבית
2. שימוש במשחק מחוץ לשעות פורמליות (לפני ואחרי בית הספר)
3. תדירות השימוש באמצעים דיגיטליים לסוגי משחק שונים
4. שימוש במשחק בבית הספר

1. אמצעי תקשוב בבית

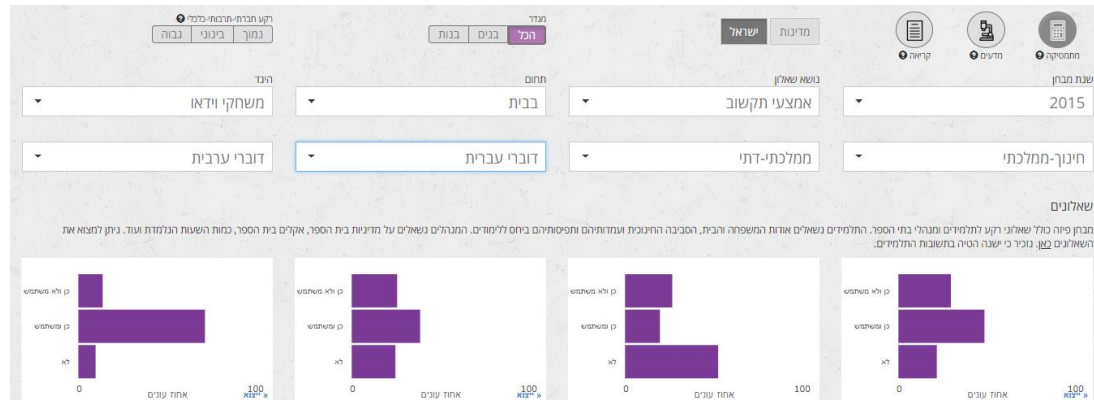
השאלות במחקר פיזה העוסקות בדפוסי שימוש הקשורים למדיה ולמכשירים דיגיטליים מפרטות אמצעי קצה שונים, בכלל זה: מחשבים ניידים, מחשבים ניידים, סמארטפונים, טאבלטים, סלולריים ללא חיבור לאינטרנט, קונסולות משחקים, טלוויזיה עם חיבור לאינטרנט. מאחר ובשאלון ישנה שאלה מפורשת האם למשתתף יש קונסולת משחק בבית, נתיחס לתשובה לשאלה זו לגבי אמצעי התקשוב הרלוונטי לעבודה זו. סביר כי בנוסף לקונסולות ייעודיות למשחק, בני נוער וצעירים עושים שימוש במגוון אמצעי קצה למשחק (Waismann, 2013).



איור 3. קונסולות משחק לרשות התלמיד בביתו (פיזה 2015)

לכ 59% מהתלמידים בישראל יש בבית קונסולת משחק, יותר מאשר בדרום קוריאה (44%) ופחות מאשר בפינלנד (83%). 58% מצעירי פינלנד משתמשים בקונסולה שיש להם בבית, בהשוואה לכ-38% בישראל, ו-22% בדרום קוריאה (איור 3). במבט פנים ישראלי, בחתך שפה, קיים פער גדול בין דוברי עברית לדוברי ערבית. בעוד ללמעלה מ-52% ממשיבי השאלון דוברי ערבית יש קונסולת משחק והם משתמשים בה, בקרב דוברי העברית ל-33.4% יש בבית קונסולה למשחק והם משתמשים בה (איור 4).

בחתך מגדר, פי שלושה בנים מאשר בנות דוברי עברית בעלי קונסולות ומשתמשים בהן (54% לעומת 17% בהתאמה). בקרב דוברי ערבית התמונה מתונה יותר. אחוז הבנים בעלי קונסולות שגם משתמש בהן גבוה בכ 12% מאחוז הבנות שיש להן קונסולה והן משתמשות בה (59%-ו 47% בהתאמה).



איור 4. קונסולות משחק לרשות התלמיד בביתו במבט פנים ישראלי (פיזה 2015)

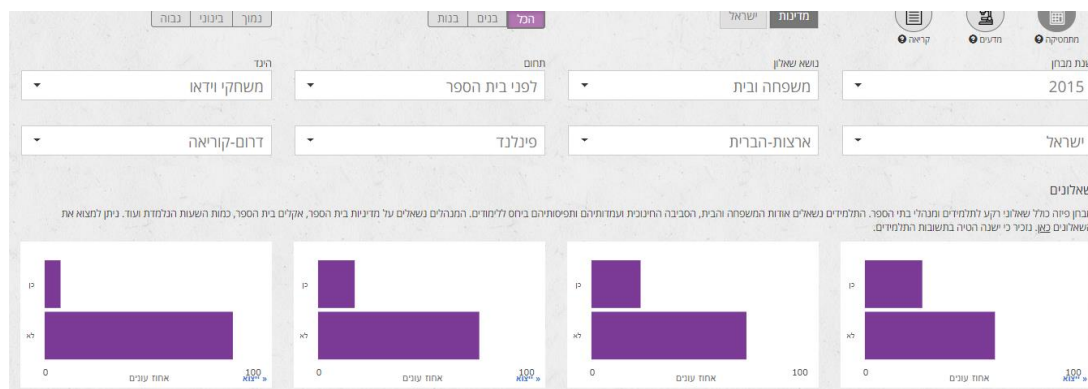
בחינת שינויים לאורך השנים 2012-2015 מעלה כי לא היה שינוי משמעותי מנקודת מבט בין-לאומית בשכיחות הבעלות והשימוש בקונסולות. במבט פנים ישראלי, בולט השינוי בקרב דוברי ערבית (עליה מ-43% ב-2012 ל-52% ב-2015), וכן בחתך מגדר. בשנים אלו גדל הפער בקרב דוברי ערבית מפי 2.5 לפי 3 לטובת בנים (ב-2012 לכ-52% מהבנים וכ-21% מהבנות היתה קונסולה והם השתמשו בה). בקרב דוברי ערבית- הפער בשנת 2015 נשאר דומה לזה של 2012 עם עדיפות לבנים (50%-ו 37% לטובת בנים בהתאמה).

2. שימוש במשחק מחוץ לשעות פורמליות

בשאלת אופני השימוש במשחקי וידאו בחיי התלמידים מחוץ לשעות הפורמליות נבחין בין שימוש לפני בית הספר לשימוש אחריו.

- שימוש במשחקי וידאו לפני בית הספר:

כ 28-30% מהעונים לשאלון בישראל ובארה"ב משחקים לפני בית הספר. בפינלנד 19%, ובדרום קוריאה כ 9% (איור 5). במבט בין-לאומי, בישראל משחקים לפני ביה"ס הרבה, פי 1.6 מפינלנד, ופי 3 מדרום קוריאה. מדרג הפעילויות המועדפות לפני ביה"ס בישראל הוא: צפיה בטלוויזיה 71%, גלישה באינטרנט 64%, פגישה/ שיחה עם חברים 68%.



איור 5. משחק במשחקי וידאו לפני ביה"ס

- שימוש במשחקי וידאו בחיי התלמידים אחרי בית הספר:

כ 40% מהתלמידים בישראל ובמדינות ההשוואה משחקים לאחר ביה"ס, למעט דרום קוריאה שבה מדובר על כ- 20%. הפעילויות המועדפות אחרי בית הספר הן: מפגש/ שיחה עם חברים (85% בישראל, 81% בארה"ב, 75% בפינלנד ו 66% בדרום קוריאה), גלישה באינטנט (בישראל 75%, בפינלנד 91%, בארה"ב ובדרום קוריאה מעל 85%), צפייה בטלוויזיה (בישראל 68%, בארה"ב 83%, בפינלנד 73%, בדרום קוריאה 56%), ספורט (בישראל 57%, ארה"ב ופינלנד מעל 61%, דרום קוריאה 42%). כלומר, משחקי וידאו בישראל תופסים את המקום ה-5 בין פעילויות הפנאי המועדפות אחרי הלימודים בישראל. במבט פנים ישראלי ובחתך מגדר, בולט המשחק בקרב דוברי ערבית על פני דוברי העברית (כ 65% לעומת 34% בהתאמה), כאשר, בנים משחקים יותר מאשר בנות. דוברי ערבית- בנים משחקים פי 4 יותר מאשר בנות (55% ו- 13% בהתאמה), דוברי ערבית- בנים 66% לעומת בנות 47% (איור 6).



איור 6. משחקי וידאו אחרי ביה"ס במבט פנים ישראלי ובחתך מגדר

3. תדירות שימוש באמצעים דיגיטליים לצורך פעילויות בסוגי משחק שונים (מחוץ לבית הספר)

טבלא 2. מציגה נתונים מהשנים 2012 ו- 2015 אודות תדירות השימוש באמצעים דיגיטליים לפעילויות משחקיות שמתקיימות מחוץ לבית הספר במבט בינלאומי. הנתונים יוצאו מתוך הגרפים

באתר פיזה (נספח ב). המשתתפים נשאלו על אודות תדירות השימוש באמצעים דיגיטליים לטובת משחק במשחקי מחשב למשתתף יחיד, משחק במשחקי מחשב למשתתפים רבים באינטרנט. הנתונים קובצו לשלוש רמות: תדירות גבוהה (כל יום-כמעט כל יום- פעם או פעמיים בשבוע) תדירות נמוכה (פעם או פעמיים בחודש), אף פעם.

טבלא 2. תדירות שימוש באמצעים דיגיטליים לצורך פעילויות משחקיות (מחוץ לבית הספר, לאורך השנים 2012-2015)

סוג שימוש	משחק שחקן יחיד						משחק למשתתפים רבים					
	אף פעם		תדירות נמוכה		תדירות גבוהה		אף פעם		תדירות נמוכה		תדירות גבוהה	
תדירות	2015	2012	2015	2012	2015	2012	2015	2012	2015	2012	2015	2012
ישראל %	28.3	40.1	19.1	14.4	32.5	26.3	36.6	43.1	14.8	13.3	28	23.5
פינלנד %	30.1	27.9	22.6	17.9	43.4	47.8	41.7	37.3	14.8	11.1	39.4	44.8
דרום קוריאה %	52.4	51.6	16.7	11.3	30.5	35.7	48.8	48.4	13.1	9.5	37.5	40.1

מטבלא 2 עולה כי בפינלנד ובדרום קוריאה נכרת מגמה של ירידה במשחק בתדירות נמוכה, ועליה במשחק בתדירות גבוהה. מגמה זו חוזרת על עצמה גם במשחק שחקן יחיד וגם במשחק למשתתפים רבים. בישראל, ניתן לראות עליה בקבוצת הלא משחקים, לצד ירידה במשחקים בתדירות נמוכה וגבוהה, גם במשחקי יחיד וגם במשחקים למשתתפים רבים (הירידה במשחק למשתתפים רבים מתונה).

בשאלון 2015 נוספו שתי שאלות שלא הופיעו בשאלון 2012 על הקשר חברתי של המשחק. שאלה שבחנה את תדירות השימוש באמצעים דיגיטליים לטובת משחקים ברשתות חברתיות באינטרנט (פארמוויל, לדוגמא). ושאלה אודות מידת ההסכמה עם ההיגד " אני אוהב לשחק עם חברים במשחקי מחשב ובמשחקי וידאו כשאנחנו יחד או כשאנחנו נפגשים ברשת". טבלא 3 מציגה את הנתונים כפי שיוצאו מהגרפים באתר פיזה פתוח.

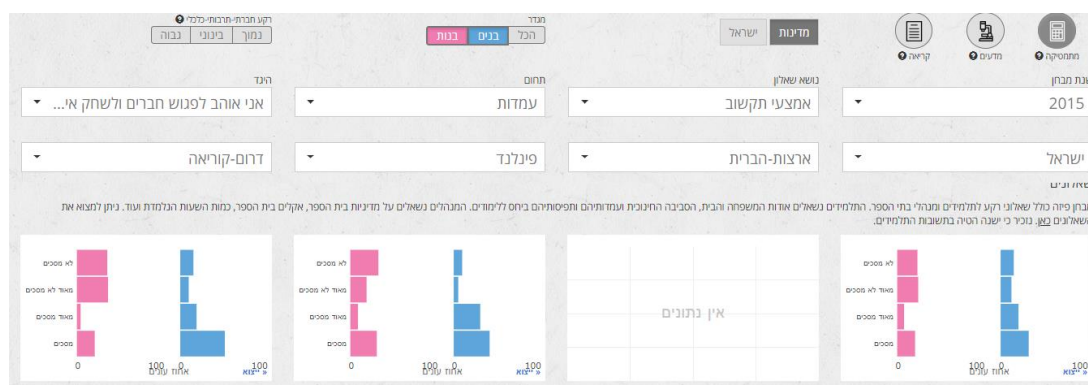
טבלא 3. תדירות שימוש באמצעים דיגיטליים לצורך פעילויות משחקיות ברשתות חברתיות (פיזה

(2015)

מדינה	משחקים ברשתות חברתיות		
	%	אף פעם	תדירות נמוכה
ישראל	52	9	19
פינלנד	58	12	25
דרום קוריאה	52	9	38

בדרום קוריאה תדירות שימוש באמצעים דיגיטליים לצורך פעילויות משחקיות במשחקי מחשב למשתתף יחיד, במשחקי מחשב למשתתפים רבים, ובמשחקים ברשתות חברתיות דומה (טבלאות 2 ו-3). בולט הפער בפינלנד ובישראל בין סוגי המשחק בהתייחס לתדירות המשחק.

ממבט בין-לאומי על מידת ההסכמה עם ההיגד " אני אוהב לשחק עם חברים במשחקי מחשב ובמשחקי וידאו כשאנחנו יחד או כשאנחנו נפגשים ברשת" עולה כי כ 58% בפינלנד , כ 50% בדרום קוריאה וכ 40% בישראל מסכימים או מאד מסכימים עם ההיגד. בולטת מידת ההסכמה עם ההיגד בקרב הבנים על פני הבנות (איור 7) .



איור 7. מידת ההסכמה עם ההיגד "אני אוהב לשחק עם חברים" במבט בין לאומי ובחתך מגדר

במבט פנים ישראלי, בולט הפער בין דוברי ערבית לדוברי עברית, כאשר, בין דוברי עברית 57% מהבנים לעומת 20% מהבנות מסכימים עם ההיגד. בין דוברי ערבית עדיפות קטנה לבנות 54% לעומת בנים 51% (איור 8).



איור 8. מידת ההסכמה "אני אוהב לשחק עם חברים" במבט פנים ישראלי בחתך מגזר ומגדר

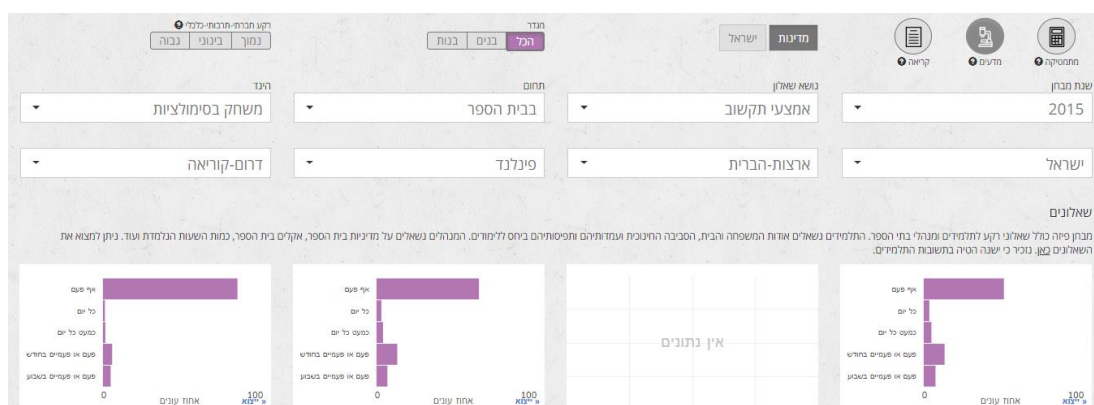
4. אופן שילוב המשחק במסגרת לימוד פורמלית (ביה"ס)

נוכח השימוש החברתי והאישי במשחק בשעות הלא פורמליות, מחוץ לבית הספר, נבחן מה קורה במערכת הפורמלית. בדיקת שאלוני תלמידים ומנהלים העלתה אזכור מפורש מצומצם מאד:

- דרך שימוש בסימולציות
- חוג שחמט

השתתפות בסימולציות לימודיות בבית הספר

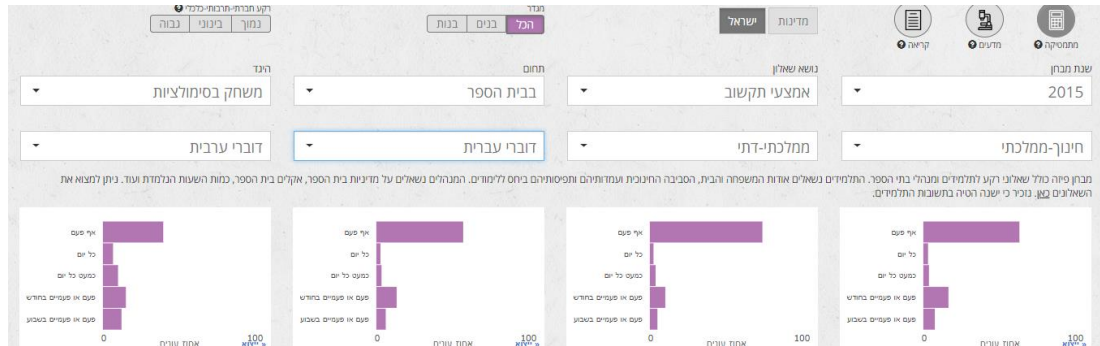
בדיקת תדירות שימוש באמצעים דיגיטליים לצורך השתתפות בסימולציות לימודיות בבתי ספר העלתה תמונה דומה בכל מדינות ההשוואה, והיא דומה גם בחתך מגזר וברמות שונות של רקע סוציו-אקונומי. 52% בישראל, 66.8% בפינלנד, ו-88% בדרום קוריאה מדווחים על תדירות נמוכה מאד (אף פעם או כמעט אף פעם) של שימוש בסימולציות בבית הספר (איור 9).



איור 9. באיזו תדירות אתה משתמש באמצעים דיגיטליים לצורך השתתפות בסימולציות לימודיות?

נתוני 2015 מעידים על שיפור קל של כ-6% בתדירות שימוש בסימולציות בהשוואה למחזור קודם (ב-2012 57.5% בישראל, 73.5% בפינלנד ו-94.8% בדרום קוריאה לא השתמשו בסימולציות). במבט פנים ישראלי, ב-2012 ניתן להבחין ביתרון קל לדוברי ערבית על פני דוברי עברית בתדירות

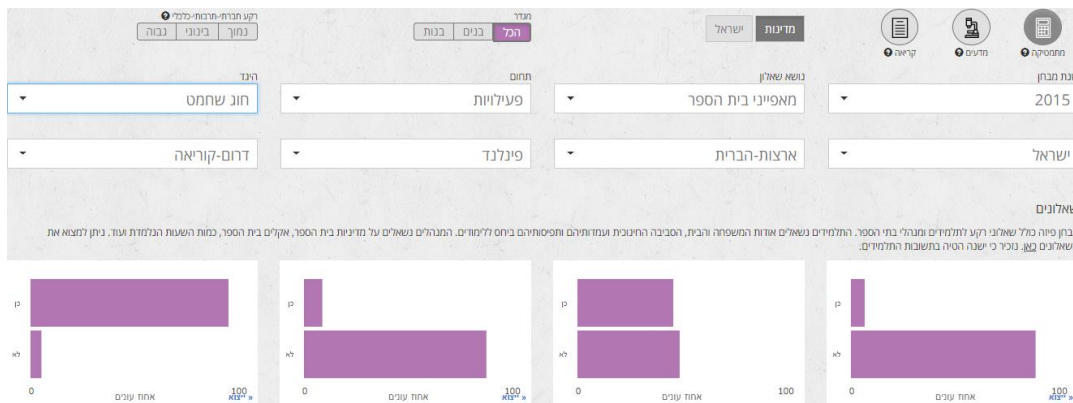
שימוש (53.3% לעומת 61.3% בהתאמה לא השתמשו בסימולציות). ב 2015 חל שיפור של כ 5% בקרב דוברי העברית, ושיפור גדול, כ 14%, בקרב דוברי ערבית. אולם גם ב 2015 השימוש בסימולציות כמעט ולא קיים (איור 10).



איור 10. תדירות שימוש באמצעים דיגיטליים לצורך השתתפות בסימולציות לימודיות בחתך פנים ישראלי (פיזה 2015).

חוג שחמט

חוג שחמט יכול להנתן במשחק מחשב כמו גם על לוח פיזי. אין בשאלון אינדיקציה לגבי סוג המשחק. לאורך השנים 2012-2015 לא חל שינוי בישראל (כ 6%), בארה"ב (כ 40%) ובדרום קוריאה (מעל 90%), בנפח הפעילות של חוגי שחמט בבית הספר. בפינלנד חל קיטון של כ 4% מ 12% ב 2012 ל 8% ב 2015. איור 11 מציג את נפח הפעילות כפי שבא לידי ביטוי במבחן פיזה.



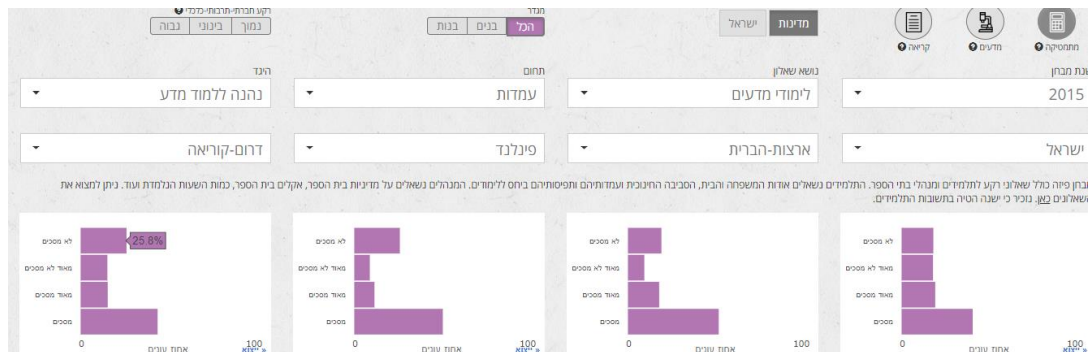
איור 11. חוגי שחמט בבתי הספר (פיזה 2015)

- לבחינת השפעת מאפיינים על ההישגים במתמטיקה ובמדעים נבחנו השאלות הבאות:

1. הנאה ללמוד מדע
2. קשר בין פעילויות (מדד פעילויות מדעיות) להישגים במדעים
3. הנאה ולמידה- האם ככל שנהנים יותר מצליחים יותר?

1. הנאה ללמוד מדע

שיעור התלמידים בישראל המדווחים כי אין להם מלימודי מדע עומד על כ-35%, והינו גבוה מדיווחי התלמידים בארה"ב (27.3%), דומה לפינלנד (33%) ונמוך משמעותית מדרום קוריאה (40.5%). (איור 12) מציג את התפלגות התשובות במענה לשאלה "עד כמה אתה מסכים או לא מסכים להיגד: אני נהנה בדרך כלל כשאני לומד נושאים מדעיים".



איור 12. מידת ההסכמה עם ההיגד "אני נהנה כשאני לומד נושאים מדעיים"

במבט בין-לאומי השוואה בחתך מגדר מעלה כי אין כמעט הבדל בין בנים ובנות במידת ההנאה מלימודי מדע (איור 13).



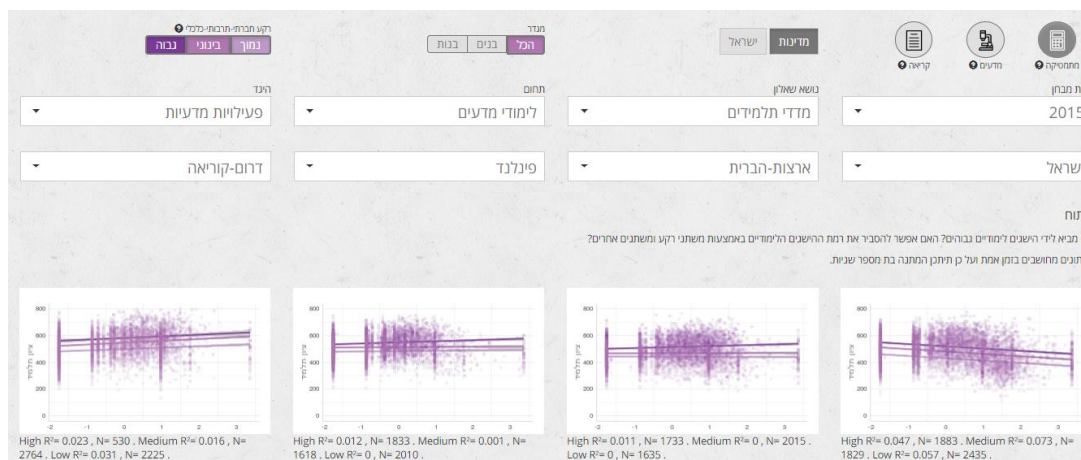
איור 13. הנאה ללמוד מדע במבט בין-לאומי ובחתך מגדר

2. מדד פעילויות מדעיות

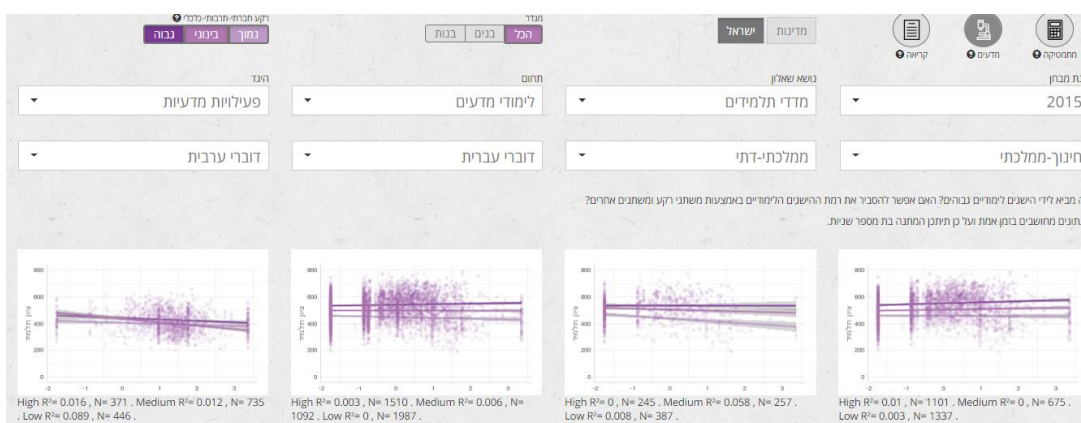
מדד זה מתייחס לתדירות העיסוק בפעילויות הקשורות למדע כגון: צפייה בתוכניות על מדע, גלישה לאתרים שעוסקים במדע, קניית ספרים בנושאים מדעיים, קריאת כתבות בתחום, השתתפות בחוג מדעים, כמו גם הדמיה של תופעות טבע באמצעות מחשב וביצוע סימולציה. ערכים גבוהים יותר של המדד תואמים לרמות גבוהות יותר של פעילויות מדעיות.

באיור 14 נבחן הקשר בין פעילויות מדעיות להישגים בשיעורי מדעים. במבט בין-לאומי בישראל ישנו מתאם שלילי בין פעילויות מדעיות להישגים. בארה"ב, בפינלנד ודרום קוריאה המתאם חיובי אך

נמוך. בולטים הפערים בין קבוצות מרקע סוציו-אקונומי שונה, כאשר, הפערים אינם מצטמצמים לאורך השנים.



איור 14. קשר בין פעילויות מדעיות להישגים בשיעורי מדעים במבט בין-לאומי ובחתך סוציו-אקונומי ניתוח במבט פנים ישראלי: בולט הפער בין דוברי עברית לדוברי ערבית, פערי המגדר מצומצמים. פערים בין דוברי עברית לדוברי ערבית נותרים גדולים גם כאשר בוחנים תלמידים מרקע סוציו-אקונומי דומה. בקרב דוברי ערבית הפערים בין רמות רקע סוציו-אקונומי סמוכות קטנים יותר מאשר בקרב דוברי עברית. אצל דוברי עברית- פערים ניכרים בין תלמידים מרקע סוציו-אקונומי גבוה לנמוך, ובין תלמידים מהחינוך הממלכתי לתלמידים מהחינוך הממלכתי דתי (איור 15).

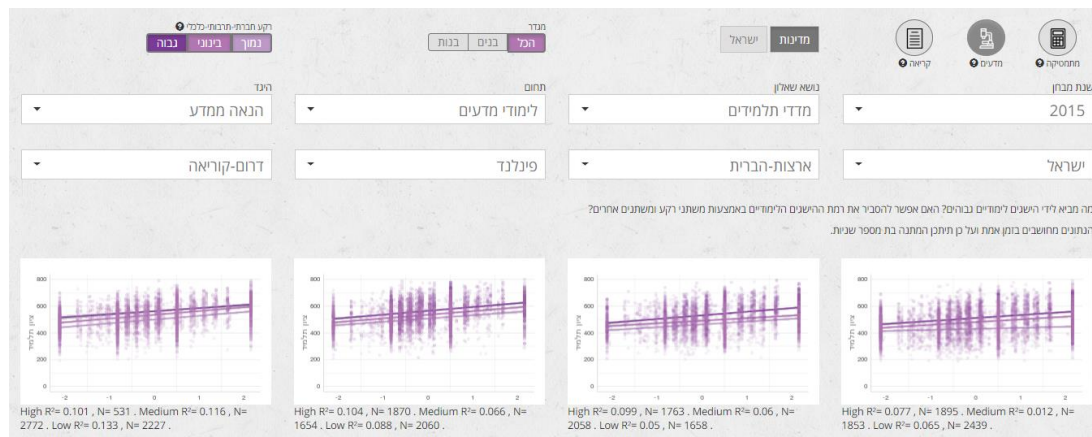


איור 15. קשר בין פעילויות מדעיות להישגים בשיעורי מדעים במבט פנים ישראלי ובחתך סוציו-אקונומי.

3. האם ככל שהתלמידים נהנים יותר מהלמידה כך הישגיהם גבוהים יותר?

לבחינת הקשר בין ההנאה ממדע להישגים במדעים נסתכל על מדד ההנאה ממדע. המדד מחושב מתוך מידת ההסכמה (סולם ליקרט בעל ארבע דרגות) עם ההיגדים הבאים: אני בדרך כלל נהנה

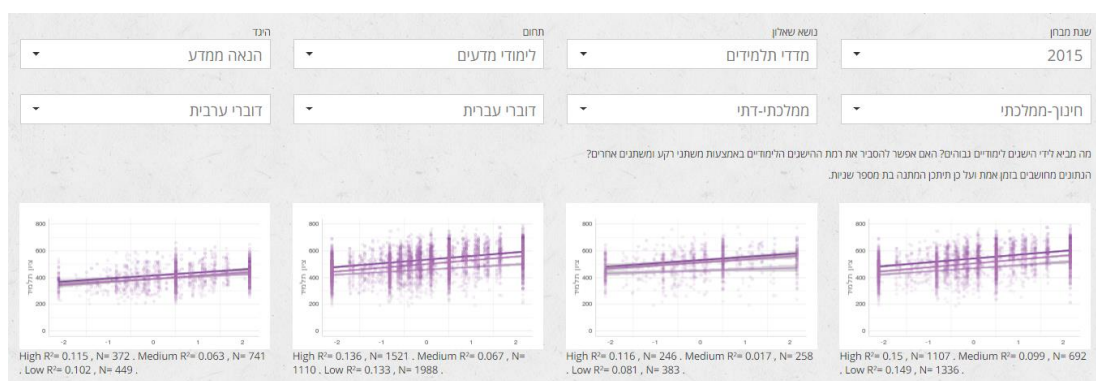
כאשר אני לומד, אני אוהב לקרוא על מדע, אני שמח לעבוד על נושאים במדע, אני נהנה לרכוש ידע חדש, ואני מעוניין ללמוד על מדע. ערכים גבוהים יותר במדד משקפים רמות גבוהות יותר של הסכמה עם הצהרות אלה).



איור 16. קשר בין הנאה ממדע להישגים במבט בין-לאומי ברמות סוציו-אקונומיות שונות

ניתן לראות כי קיים מתאם חיובי בין ההנאה להישגים – כלומר – ככל שהתלמידים נהנים יותר מהלמידה כך הישגיהם גבוהים יותר. עם זאת, המגמה בישראל פחות חזקה לעומת מדינות ההשוואה. בחתך סוציו-אקונומי הפערים בישראל גדולים ביחס למדינות ההשוואה. יתרה מכך, הקבוצה החלשה חלשה מאד ומצבה אינו משתפר (איור 16).

ניתוח במבט פנים ישראלי (איור 17): בולט הפער בין דוברי עברית לדוברי ערבית. פערים אלו נותרים גדולים גם כאשר בוחנים תלמידים מרקע סוציו-אקונומי דומה. בנוסף, בולטים הפערים בין רמות רקע שונות בקרב דוברי עברית. בקרב דוברי ערבית הפערים בין רמות רקע סמוכות קטנים.



איור 17. קשר בין הנאה ממדע להישגים במבט פנים ישראלי ברמות רקע שונות

הפריחה בעולם המשחקים הדיגיטליים גורמת לשינוי ניכר בדרך בה אנו מנצלים את הזמן הפנוי ומשפיעה על חיי היום-יום שלנו. אמצעי קצה שונים, מחשבים, טאבלטים, סמארטפונים, טלוויזיות וקונסולות ייעודיות למשחק, מאפשרים לנו גישה אל המשחקים, בכל מקום: בבית, בספר, בדרכים, בעבודה. משחקים הם סביבה בה המשתתף לוקח אחריות ויוזמה. משחקים טובים מאפשרים לבחון דרכי התקדמות שונות, מעודדים שיתוף פעולה ולמידה, מפתחים חשיבת חקר וגישה מדעית (Barab, Gresalfi, & Arici, 2009; J. Gee et al., 2005; Squire & Jenkins, 2003). בשל יתרונותיו ככלי ללמידה (Klopfer et al., 2009), הצלחתו המוכחת בשימוש בהכשרות בסביבה עסקית-ארגונית-צבאית (רפאלי & שגב, 2010), כמו גם המחקרים על תועלותיו הקוגניטיביות (Bavelier et al., 2012) מתבקש שהמשחק ימלא תפקיד משמעותי במערכת הפורמלית. מסגרת זו נסתה לעמוד על הפערים בין ההבטחה הטמונה במשחק ללמידה, אופני השימוש והתדירות לבין היישום במערכת הפורמלית, לאור הישגים במדעים ובמתמטיקה כפי שאלו משתקפים במחקר פיזה.

המשחק נוכח כמעט בכל בית. בין אם ע"י קונסולה ייעודית ובין אם ע"י מגוון מכשירי קצה כגון, סמארטפונים, מחשב, טאבלט וכיו"ב. לכ- 59% מהתלמידים בישראל, שענו על שאלון פיזה 2015, יש בנמצא קונסולה (ללא שינוי משמעותי מהמחזור הקודם של 2012). נמצאו כמה הבדלים משמעותיים בין דוברי עברית לדוברי ערבית (לטובת דוברי ערבית), וכן פערים בין בנים לבנות (פערים בולטים במיוחד בקרב דוברי ערבית), ובין בנות דוברות עברית לבנות דוברות ערבית.

צעירים עוסקים במגוון פעילויות בזמנם החופשי. משחקים דיגיטליים הינם בין 5 פעילות הפנאי המובילות (הנוספות הן צפייה בטלוויזיה, גלישה באינטרנט, פגישה עם חברים וספורט). צעירים משחקים במשחקים דיגיטליים לפני בית הספר (כ-30%) ואחרי בית הספר (כ-40%), ומחוץ לשעות הפורמליות. בולט המשחק בקרב דוברי ערבית על פני דוברי ערבית, ובין בנים לבנות בקרב דוברי עברית.

אמצעים דיגיטליים משמשים לטובת משחקים למשתתף יחיד, למשתתפים רבים וכן למשחקים ברשתות חברתיות. אם מסתכלים על מגמות לאורך השנים 2012-2015 במבט בין לאומי, מתקבלת תמונה מעט שונה בישראל לעומת מדינות הייחוס. בפינלנד ובדרום קוריאה ניכרת ירידה באחוז המשחקים בתדירות נמוכה ועליה באחוז המשחקים בתדירות גבוהה, אין שינוי משמעותי באחוז הלא משחקים. בישראל, לעומת זאת, יש עליה משמעותית בלא משחקים וירידה באחוז המשחקים בתדירות נמוכה וגבוהה גם יחד. במיוחד ניכר הדבר במשחקי היחיד. יתכן ויש כאן מגמה של מעבר ממשחקי יחיד למשחקים מרובי משתתפים או משחקים ברשתות חברתיות. המשחק הוא פעולה חברתית. בנוסף על האפשרויות החברתיות המגוונות של סביבות משחק (יחיד, משתתפים רבים,

ברשתות חברתיות), מעידים הצעירים כי הם אוהבים לשחק עם חברים כשהם יחד או כשהם נפגשים ברשת. בולט הפער בין דוברי ערבית לדוברי עברית, ובין בנים לבנות (בעיקר בקרב דוברי עברית).

היות המשחקים הדיגיטליים נוכחים בחיי הצעירים בצורה משמעותית כל כך, ולנוכח הפוטנציאל הגלום בהם, עולה השאלה אודות שילובם במערכת הפורמלית. באופן מפתיע התמונה המתגלה ממחקר פיזה 2015 היא של שימוש מועט שנעשה בסימולציות בבית הספר, ללא שינוי משמעותי מהמחזור הקודם של 2012. סימולציות תופסות נפח קטן מאד מהפעילות הבית ספרית, ובארץ נראה שהתחום כמעט לחלוטין אינו קיים. הנטיה של בתי הספר היא להתקין כלים המשמרים את ההוראה המסורתית (מורה מול כיתה. תקשורת אחד לרבים), כדוגמת מקרן (רק בכ- 15% מבתי הספר בישראל ובפינלנד אין מקרן). יתרה מכך, דומה שמערכת החינוך מתקשה לאמץ גם משחקים שכיחים, מוכרים, כדוגמת שחמט. מהמחקר עלה כי ישנם חוגי שחמט בבתי הספר, אולם מדובר בפעילות שולית בישראל (כ 6% ללא שינוי ממחזור 2012).

רבות נחקר ונאמר על תרומתה של ההנאה ללמידה (J. P. Gee, 2007; Kloetzer et al., 2013; Klopfer et al., 2009). שאלת העניין וההנאה מלימודי מדע עולה ביתר שאת לאור ניתוח פיזה 2015. למעלה משליש מהתלמידים מציינים כי אינם נהנים מלימודי מדע, הקשר בין פעילויות מדעיות להישגים במדע נמוך מאד (אולי גם על רקע הנפח המצומצם של שימוש בסימולציות), קיים מתאם חיובי בין הנאה ממדע להישגים, אך הוא חלש בהשוואה למדינות הייחוס. מנקודת מבט פנים ישראלית בולט הפער בין דוברי עברית לדוברי ערבית (גם כאשר בוחנים תלמידים מרקע דומה), כמו גם פערים ניכרים בין תלמידים מרקע סוציו-אקונומי גבוה לנמוך (במיוחד בקרב דוברי עברית).

שילוב משחקי מחשב בלמידה יכול להביא לתועלות רבות בהיבטים מתודולוגיים, פדגוגיים ותכניים, אך גם להקים אתגרים חדשים בפני מערכות החינוך:

1. בהיבטים מתודולוגיים: לייצר למידה חווייתית, מאתגרת ומערבת, לעודד עבודת-צוות, לגוון שיטות ההוראה, ועוד מיומנויות שלרוב נלמדות פחות במערכת החינוך.
2. בהיבטים תכניים: למידת תחום דעת, אינטגרציה ותרגול של תכנים, המחשה ויישום של ידע תיאורטי, העמקה בחומר.
3. בהיבטים פדגוגיים: המשחק כבסיס לפדגוגיה של בית הספר (כדוגמת בית הספר Quest-to-Learn בניו יורק).
4. בד בבד נדרש לתת מענה לשאלות ברמת מערכת: הכשרת מורים בשפת המשחק, נכונות לקדם שיטות לימוד חדשות, כולל ליווי תהליך ההטמעה. עידוד רכישה ושימוש במשחקי מחשב כבסיס ללמידה (במקום רכישת ספרים מרוכזת רכישת משחקים מרוכזת), הנגשה לתלמידים בישראל (מחסום שפה) (רפאלי & שגב, 2010).

מחקר זה מציג את המקום המשמעותי שתופסים המשחקים הדיגיטליים אצל הצעירים, תוך בחינת מקומה של ישראל מנקודת מבט בין לאומית ומנקודת מבט פנים ישראלית (עברית/ ערבית). בהתבסס על מחקר פיזה 2015 ניתן להצביע על מספר מגמות:

1. טכנולוגיות המשחקים הדיגיטליים נמצאים בתודעה ובסדר היום של התלמידים אך השימוש בהם בבתי הספר מצומצם מאד.
2. צעירים משחקים לפני ואחרי ביה"ס, במגוון סגנונות משחק, לבד, וגם עם חברים.
3. נראה כי המוסדות הפורמליים אינם ערים מספיק לפוטנציאל הגלום בעידוד למידה במשחק.
4. מערכות החינוך אינן מעודדות כניסת טכנולוגיות מבזרות, ונוטות לחזור למוכר ולידוע, ולהתקין אמצעי הוראה המשמרים הוראה מסורתית, כדוגמת מקרן.
5. למרות שהצעירים רואים במדעים בסיס הרי שרמת העניין, ההנאה והמסוגלות העצמית נמוכה.
6. מנקודת מבט פנים ישראלית, בולט מפיזה 2015, הפער גדול בין דוברי עברית לדוברי ערבית, והפערים הניכרים בין תלמידים מרקע סוציו-אקונומי שונה.
7. משחק דיגיטלי, גם ב 2015, הוא משחק של בנים. בקרב דוברי ערבית נמצאו פערים לטובת הבנות.

מגבלות וכיווני המשך

- אתר פיזה פתוח מטרתו הנגשה של נתוני מבחן פיזה לציבור ולחוקרים. האתר מציג את הנתונים הרב-שנתיים ומאפשר לפלח מגזרים, להשוות מדינות ולנתח השפעת משתנים. המערכת ידידותית, גם למשתמש שאינו מנוסה, אך האתר איטי מאד, דבר שמקשה על העבודה באתר.
- פיזה פתוח מאפשר להשוות בין תשובות בנויות, אך אין אפשרות לבצע ניתוחים, מעבר למוצג.
- מחקר פיזה כולל שאלון תלמידים ושאלון מנהלים, ומטבע הדברים יש הטיה בשאלוני דיווח עצמי.
- מגוון רחב של מכשירים משמשים צעירים למשחק: מחשב, קונסולת משחקים, טאבלט, סמארטפון ועוד. מאחר ואין אפשרות להפריד בין מגוון השימושים השונים של כל אחד ממכשירי הקצה, וסביר כי צעירים משתתפים במגוון מכשירים למשחק, נבדקה שכיחות השימוש בקונסולות בלבד, בהיותן ייעודיות למשחק.
- המחקר נגע לשאלות ישירות בתרבות המשחק. יש מקום לבחון גם שאלות עקיפות ומורחבות, שבשל חוסר יכולת לבדד משתנים לא נידונו כאן.

סיכום

בעוד הצעירים ובני הנוער פועלים בסביבות דיגיטליות עשירות, המערכת הפורמלית נשארה מאחור. על מנת להשאר רלוונטית עליה ליצר הזדמנויות ואפשרויות חדשות. לאור הקריאה להתחדשות החינוך (Robinson, 2008) כדאי לבחון את פוטנציאל השימוש במשחק בהקשר של חינוך עתידי ; (Gee, Shaffer, Squire, & Halverson, 2005) ברנדס & שטראוס, 2013). עבור הצעירים של היום זה "העולם", עכשו תורה של מערכת החינוך לאמצו ולחולל למידה מהנה ומערכת.

רשימה ביבליוגרפית

- American Association for the Advancement of Science. (1993). *Benchmarks for science literacy* Oxford University Press, USA.
- Annetta, L. A. (2008). Video games in education: Why they should be used and how they are being used. *Theory into Practice*, 47(3), 229-239.
- Bai, H., Pan, W., Hirumi, A., & Kebritchi, M. (2012). Assessing the effectiveness of a 3-D instructional game on improving mathematics achievement and motivation of middle school students. *British Journal of Educational Technology*, 43(6), 993-1003.
- Barab, S., Gresalfi, M., & Arici, A. (2009). Transformational play: Why educators should care about games. *Education Leadership*, , 76-80.
- Barab, S., Thomas, M., Dodge, T., Carteaux, R., & Tuzun, H. (2005). Making learning fun: Quest atlantis, a game without guns. *Educational Technology Research and Development*, 53(1), 86-107.
- Bavelier, D., Green, C. S., Pouget, A., & Schrater, P. (2012). Brain plasticity through the life span: Learning to learn and action video games. *Annual Review of Neuroscience*, 35
- Clark, D. (2007). Games, motivation & learning. *Caspian Learning*.
- Clark, D. B., Tanner-Smith, E. E., & Killingsworth, S. S. (2016). Digital games, design, and learning: A systematic review and meta-analysis. *Review of Educational Research*, 86(1), 79-122.
- Deterding, S., Sicart, M., Nacke, L., O'Hara, K., & Dixon, D. (2011). Gamification: Using game design elements in non-gaming contexts. *Proceedings of the 2011 annual*

conference extended abstracts on human factors in computing systems, CHI EA '11, ACM (pp. 2425-2428). New York, NY, USA: ACM.
doi:10.1145/1979742.1979575

Fein, G. G. (1982). Skill and intelligence: The functions of play. *Behavioral and Brain Sciences*, 5(1), 163-164.

Foster, A. (2008). Games and motivation to learn science: Personal identity, applicability, relevance and meaningfulness. *Journal of Interactive Learning Research*, 19(4), 597.

Gee, J. P. (2007). Why are video games good for learning. *Curriculum & Leadership Journal*, 5(1), 15/2/2015.

Gee, J., Shaffer, D., Squire, K., & Halverson, R. (2005). Video games and the future of learning. *Phi Delta Kappan*, 67(02)

Ginsburg, H. P., & Oppen, S. (1988). *Piaget's theory of intellectual development*. Prentice-Hall, Inc.

Goodman, D. (February 2011). The use of mathematics in computer games. Retrieved from <https://nrich.maths.org/1374>

Huizinga, J., 1872-1945. (1949). *Homo ludens : A study of the play-element in culture*. London: London : Routledge.

Jorgensen, R., & Lowrie, T. (2012). Digital games for learning mathematics: Possibilities and limitations. Paper presented at the *Mathematics Education: Expanding Horizons Proceedings of the 35th Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia*, 378-384.

Khatib, F., DiMaio, F., Cooper, S., Kazmierczyk, M., Gilski, M., Krzywda, S., . . . Popović, Z. (2011a). Crystal structure of a monomeric retroviral protease solved by protein folding game players. *Nature Structural & Molecular Biology*, 18(10), 1175-1177.

Khatib, F., Cooper, S., Tyka, M. D., Xu, K., Makedon, I., Popovic, Z., . . . Players, F. (2011b). Algorithm discovery by protein folding game players. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(47), 18949-18953. doi:10.1073/pnas.1115898108 [doi]

Kloetzer, L., Schneider, D., Jennett, C., Iacovides, I., Eveleigh, A., Cox, A., & Gold, M. (2013). (2013). Learning by volunteer computing, thinking and gaming: What and how are volunteers learning by participating in virtual citizen science? Paper

- presented at the *ESREA 2013: Changing Configurations of Adult Education in Transitional Times Proceedings*, 73-92.
- Klopfer, E., Osterweil, S., & Salen, K. (2009). Moving learning games forward. *Cambridge, MA: The Education Arcade*.
- Koenig, J. A. (2011). *Assessing 21st century skills: Summary of a workshop* National Academies Press.
- Lee, J. J., & Hammer, J. (2011). Gamification in education: What, how, why bother? *Academic Exchange Quarterly*, 15(2), 146.
- Pavlas, D. (2010). *A model of flow and play in game-based learning: The impact of game characteristics, player traits, and player states*. (Unpublished PhD Dissertation). University of Central Florida Orlando, Florida.
- Pellegrini, A. D. (1980). The relationship between kindergartners' play and achievement in prereading, language, and writing. *Psychology in the Schools*, 17(4), 530-535.
- Piaget, J. (2013). *Play, dreams and imitation in childhood* Routledge.
- Posso, A. (2016). Internet usage and educational outcomes among 15-year old australian students. *International Journal of Communication*, 10, 26.
- Prensky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants. *On the Horizon (MCB University Press)*, 9(5)
- Rafaeli, S., Raban, D. R., Ravid, G., & Noy, A. (2003). Online simulations in management education about information and its uses. In C. Wankel, & R. DeFillippi (Eds.), *Educating managers with tomorrow's technologies* (pp. 53-80) Information Age Publishing Inc. Retrieved from Available at SSRN 1000886, 2007
- Rutherford, F. J., & Ahlgren, A. (1991). *Science for all americans* Oxford university press.
- Shin, N., Sutherland, L. M., Norris, C. A., & Soloway, E. (2012). Effects of game technology on elementary student learning in mathematics. *British Journal of Educational Technology*, 43(4), 540-560.
- Singh, A., Ahsan, F., Blanchette, M., & Waldispühl, J. (2017). Lessons from an online massive genomics computer game. Paper presented at the *Hcomp*, 177-186.

Squire, K., & Jenkins, H. (2003). Harnessing the power of games in education. *Insight*, 3(1), 5-33.

Stegman, M. (2014). Immune attack players perform better on a test of cellular immunology and self confidence than their classmates who play a control video game. *Faraday Discussions*, 169, 403-423.

Waismann, C. (2013). *Kids& digital games*. (No. MindCET Snapshot 1). Israel: MindCET.

Zheng, M., Spires, H. A., & Meluso, A. (2011). Examining upper elementary students' gameplay experience: A flow theory perspective. *Education in a Technological World: Communicating Current and Emerging Research and Technological Efforts*, 190-198.

בובניק, צ, נתן, א & רווה, א. (2014). החינוך המדעי והטכנולוגי בישראל: מדדים נבחרים לקראת בניית אסטרטגיה לניהול סיכונים בשל המחסור הצפוי במורים למדע וטכנולוגיה בחטיבה העליונה. טכניון, ישראל: מוסד שמואל נאמן.

ברנדס, ע & שטראוס, ע. (2013). חינוך לחברה של תרבות ודעת: תמורות במאה ה-21 והשלכותיהן. ירושלים: הוצאת האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים.

גולומביק, י, ברעם-צברי, א & פישביין, ב. (2015). מדע אזרחי - שיתוף הציבור בביצוע מחקר מדעי. אקולוגיה וסביבה. 6(1), 14-23.

דורי, י, בהן, ז & הרשקוביץ, א. (2015). הערכה הוליסטית של תקשורת מדע על-פי עמדות בעלי עניין שונים: מדענים, מורים, סטודנטים, תלמידים וציבור. קרית הטכניון, חיפה: מוסד שמואל נאמן.

דטל, ל. (22 May 2018). "ישראל מדינה משכילה, אבל הדור הבא שלכם כבר לא יהיה מוכן לעתיד." Retrieved from <https://www.themarker.com/news/education/1.6110094>

ויצמן, א & ברוזה, ש. (2012). הנאה ולמידה בשעות הפנאי בפורטל "על הגובה": בחינת מודל המשלב בין יחידת משחק ויחידת למידה מתוקשבת Paper presented at the האדם הלומד בעידן הדיגיטלי. כנס צ'ייס למחקרי טכנולוגיות למידה, רעננה, האוניברסיטה הפתוחה, ישראל. 106-114.

ויצמן, א. (2013). למידת מדעים כחוויה במשחקים דיגיטליים חינוכיים. קריאת ביניים. 21, 53-61.

ימיני, מ. (2014). מגמות אינטרנציונליזציה במערכת החינוך בישראל (No. 102). נייר מדיניות מס' 4002. ירושלים, ישראל: מרכז טאוב לחקר המדיניות החברתית בישראל.

משרד החינוך. (1992). מחר 98 : דוח הוועדה העליונה לחינוך מדעי וטכנולוגי. ירושלים: משרד החינוך והתרבות.

ריכטר, ג & רבן, ד. (2016). שינויים בתוכני לימוד במתמטיקה ומדעים ובידע על למידתם והוראתם בישראל בראי התפתחויות שחלו בעולם בידע על למידה ובתפישת תפקיד המורה ומערכת החינוך. (סקירה מדעית). ירושלים: היזמה למחקר יישומי בחינוך, האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים.

רפאלי, ש & שגב, ל. (2010). מה למשחקי מחשב ומערכת החינוך. דוגמה ליישום. הד החינוך-90, 93.

נספח א

טבלת משחקים

בטבלא הצעות למשחקים בתחומי: מתמטיקה, מדעים, תכנות ו STEM (כללי). יש בין המשחקים כאלו שמשקפים את דרישות הקוריקולום בתחומם, אחרים מתאימים יותר לתרגול ולחזרה. רבים מהמשחקים כוללים מספר תחומים, אחרים מרחיבים נושא מסוים, או מיועדים להעשרה כללית.

שם המשחק	תחום ראשי: מתמטיקה/ מדעים/ תכנות/STEM	נושאים/תחומים	חברה/יזם/מעבדה	קישור למשחק/אתר
Treefrog Treasure	מתמטיקה	שברים	Brain POP	https://www.brainpop.com/games/treefrogtreasure/
Dragonbox	מתמטיקה	אלגברה	WeWantToKnow	https://dragonbox.com/educators
Motion Math	מתמטיקה	חשבון	Motion Math	https://motionmathgames.com/
Dimension	מתמטיקה	גיאומטריה, צורות		https://www.dimensionu.com/dimu/home/home.aspx
Gazillionaire	מתמטיקה	סימולציה, כלכלה, מתמטיקה	LavaMind	http://www.gazillionaire.com/index.php
Refraction	מתמטיקה		CGS	http://centerforgamescience.org/blog/portfolio/refraction/
Geoboard	מתמטיקה	גיאומטריה, צורות		https://apps.mathlearningcenter.org/geoboard/
The Land Of Venn - Geometrical Defense	מתמטיקה	גיאומטריה, צורות	iMagine Machine Israel LTD	https://itunes.apple.com/us/app/the-land-of-venn-geometric-defense/id878168094?mt=8
Twelve a Dozen	מתמטיקה	אלגברה	Touch Press' STEM games	https://www.touchpressgames.com/game/twelve-a-dozen/
Slice Fractions	מתמטיקה	שברים	Université du Québec à Montréal	http://ululab.com/slice-fractions/
Lure Of The Labyrinth: Employee Cafeteria	מתמטיקה		Brain POP	https://www.brainpop.com/games/lureofthelabyrinthemployeecafeteria/
DragonBox Elements	מתמטיקה	אלגברה	WeWantToKnow	https://dragonbox.com/products/elements

Drive About: Number Neighborhood	מתמטיקה		Artgig Studio	https://www.teacherswithapps.com/app_reviews-drive-about-number-neighborhood/
DragonBox Algebra 5+	מתמטיקה	אלגברה	WeWantToKnow	https://dragonbox.com/products/algebra-5
Gravity Simulator	מתמטיקה	מתמטיקה ופיזיקה		http://testtubegames.com/gravity_full.html
Calculords	מתמטיקה	אלגברה	Ninja Crime	http://www.calculords.com/about/index.html
לוגי גשרים	מתמטיקה	לוגיקה		https://davidson.weizmann.ac.il/online/mathcircle/games/%D7%92%D7%A9%D7%A8%D7%99%D7%9D
Immune Attack	מדעים	ביולוגיה, מערכת החיסון	Federation of American Scientists	http://www.sciencegamecenter.org/games/immune-attack
Atlantis Remixed- Quest Atlantis	מדעים	מדעים, שפה, מתמטיקה, מדעי החברה, משימות חקר	Bill and Melinda Gates Foundation	http://atlantisremixed.org/
Apetopia	מדעים	תפיסת צבעים	Visual Computing University of Berlin	https://citizensciencegames.com/games/apetopia/
Play to Cure: Genes in Space	מדעים	מידע גנטי	Cancer Research UK	https://play-to-cure-genes-in-space.en.softonic.com/iphone?ex=BB-463.1
Energities	מדעים	מקורות אנרגיה, איכות סביבה	European Commission programme Intelligent Energy Europe	https://www.energies.eu/
Angry Birds	מדעים	פיזיקה	Rovio	https://www.researchgate.net/publication/257066562_Teaching_physics_with_Angry_Birds_exploring_the_kinematics_and_dynamics_of_the_game
Spore	מדעים	אבולוציה	Maxis	http://www.spore.com/
Portal	מדעים	פיזיקה	Valve	http://orange.half-life2.com/portal.html
Ball in the Hole	מדעים	פיזיקה		http://www.physicsgames.net/game/Ball_in_the_Hole.html
Blockies	מדעים	פיזיקה		http://www.physicsgames.net/game/Blockies.html

Space Agency	מדעים	פיזיקה	Nooleus	https://play.google.com/store/apps/details?id=com.nooleus.android.spaceagency&hl=en
היכן בעולם נמצאת ברמן סנדיאגו	מדעים	גאוגרפיה, מיומנויות חקר		https://classicreload.com/where-in-the-world-is-carmen-sandiego-deluxe-edition.html
Adventures in Chemistry	מדעים	כימיה	American Chemical Society	https://www.acs.org/content/acs/en/education/whatischemistry/adventures-in-chemistry.html
Osmos	מדעים	פיזיקה	Hemisphere Games	https://www.osmos-game.com/
Darwin's Lake	מדעים	ביולוגיה	Kyushu University	http://macmlab.heteml.jp/html/english/english.html
Tilt World	מדעים	ביולוגיה, סביבה	XeoPlay	http://www.tiltworld.com/
Fatworld	מדעים	ביולוגיה	Persuasive Games	http://persuasivegames.com/games/game.aspx?game=fatworld
Crayon Physics Deluxe	מדעים	פיזיקה		http://www.crayonphysics.com/
History Of Biology	מדעים	ביולוגיה	Genomics Digital Lab	http://www.spongelab.com/game_pages/hob.cfm
WolfQuest	מדעים	ביולוגיה	Minnesota Zoo	https://www.wolfquest.org/index.php
Moonbase Alpha	מדעים	פיזיקה	נאס"א	https://store.steampowered.com/app/39000/Moonbase_Alpha/
Food Detectives Fight	מדעים	ביולוגיה, תזונה, הגיינה	New Mexico State University Media Productions	http://www.fooddetectives.com/
Quantum Minesweeper	מדעים	פיזיקה	מכון דידסון למדע	http://www.cass-hpc.com/solutions/scientific-education/quantum-minesweeper/
Phylo	מדעים	ביולוגיה, גנטיקה	McGill university	https://phylo.cs.mcgill.ca/
Velocity Raptor	מדעים	פיזיקה, תורת היחסות	TestTubeGames	http://www.sciencegamecenter.org/games/velocity-raptor
Kerbal Space Program	מדעים	פיזיקה, אסטרופיזיקה, טכנולוגיה	SQUAD	https://www.kerbalspaceprogram.com/en/

DNA – The Double Helix	מדעים	ביולוגיה	Carolina Astrand, Karolinska Institutet / Nobel Web	https://www.nobelprize.org/educational/medicine/dna_double_helix/
TestTubeGames	מדעים	מגוון משחקים בתחומי מדע שונים		http://testtubegames.com/index.html
Universe Sandbox	מדעים	פיזיקה, אסטרופיזיקה, חוקי ניוטון, אסטרונומיה	Giant Army	http://universesandbox.com/
Space Simulator	מדעים	אסטרופיזיקה וחלל	Brixton Dynamics	http://space-simulator.com/forum2/index.php/
Exotrex 2	מדעים	כימיה, פיזיקה, אסטרופיזיקה	Dig-ItGames	https://dig-itgames.com/portfolio/exotrex2-science-planetary_game/
Organic Pop	מדעים	ביולוגיה, תרופות, כימיה		http://keewon.github.io/opop/
Tales of the Tardigrade	מדעים	בוטניקה		http://sunfleck.com/index.php/tales-of-the-tardigrade/
Solarium	מדעים	ביולוגיה, בוטניקה	Sunfleck Software	http://sunfleck.com/
Build-a-Cell	מדעים	ביולוגיה	Spongelab Games	http://www.spongelab.com/game_pages/BAC.cfm
Happy Atoms	מדעים	כימיה	Schell Games	https://happyatoms.com/
Mission Biotech	מדעים	מחלות, ביולוגיה, יורס	National Science Foundation (NSF) and University of Florida	http://www.virtualheroes.com/portfolio/Medical/Mission-Biotech
Reconstructors	מדעים	ביולוגיה, מחלות, שיטות חקר, ניסוי, תרופות	Center for Technology Teaching and Learning, Rice University	http://webadventures.rice.edu/stu/Games/Reconstructors/
MedMyst	מדעים	ביולוגיה, גוף האדם, רפואה, מחלות	Center for Technology Teaching and Learning, Rice University	http://webadventures.rice.edu/stu/Games/MedMyst-Original/_301/Game-Overview.html
Aquation: The Freshwater Access Game	מדעים	אקולוגיה, גאוגרפיה, טכנולוגיה	Smithsonian Science Education Center	http://ssec.si.edu/sites/default/files/games/Aquation/index.html
EteRNA	מדעים	ביולוגיה שיטות מחקר, תאים	Bill and Melinda Gates Foundation, Stanford Medicine, NIH	https://eternagame.org/web/

SimCityEDU	מדעים	אקולוגיה, STEM, טכנולוגיה, איכות סביבה	Electronic Arts and GlassLab	https://www.glasslabgames.org/games/SC
Earth Primer	מדעים	כדור"א		http://www.earthprimer.com/
Extreme Event	מדעים	גיאולוגיה, היסטוריה, מדע	Koshland Science Museum of the National Academy of Science	https://www.koshland-science-museum.org/extreme-event/
Old Weather	מדעים	מזג אוויר, תופעות טבע	זוניברס	http://www.oldweather.org/
Biotracker	מדעים	ביולוגיה		http://www.et.byu.edu/~reid44/Portfolio/Biotracker.html
BioGames	מדעים	רפואה, בריאות, מחלות, עבודה עם מיקרוסקופ		http://biogames.ee.ucla.edu/
Citizen Sort	מדעים	ביולוגיה, זואולוגיה		http://www.citizensort.org/
FoldIT	מדעים	מבנה חלבונים	Center for Game Science, Institute for Protein Design, Northeastern University, Vanderbilt University Meiler Lab, UC Davis	http://fold.it/portal/
Be A Martian	מדעים	מדעים פלנטרים, החלל	נאס"א	http://beamartian.jpl.nasa.gov/maproom#/MapMars
שולה מוקשים קוונטי	מדעים	פיזיקה	מכון דוידסון למדע	https://davidson-web2.weizmann.ac.il/davidson1/applets/HebVersion/Tutorials/ExplainGame/ExplainGame.html
קוד מנקי	תכנות	עקרונות התכנות	נתמך ע"י מט"ח	https://il.playcodemonkey.com/
Lightbot	תכנות		Computer Science Education Week	http://lightbot.com/hour-of-code.html
KODU	תכנות	שפת תכנות ליצירת משחק	מיקרוסופט	https://www.kodugamelab.com/
סקראץ'	תכנות	פלטפורמת תכנות ליצירת תוכן אינטראקטיבי	MIT	http://www.scratch.org.il/
SpaceChem	תכנות	תכנות, מתמטיקה	Zachtronics Industries	http://www.zachtronics.com/spacechem/
Erase All Kittens	תכנות	תכנות, מתמטיקה	MIT Solve	https://eraseallkittens.com/

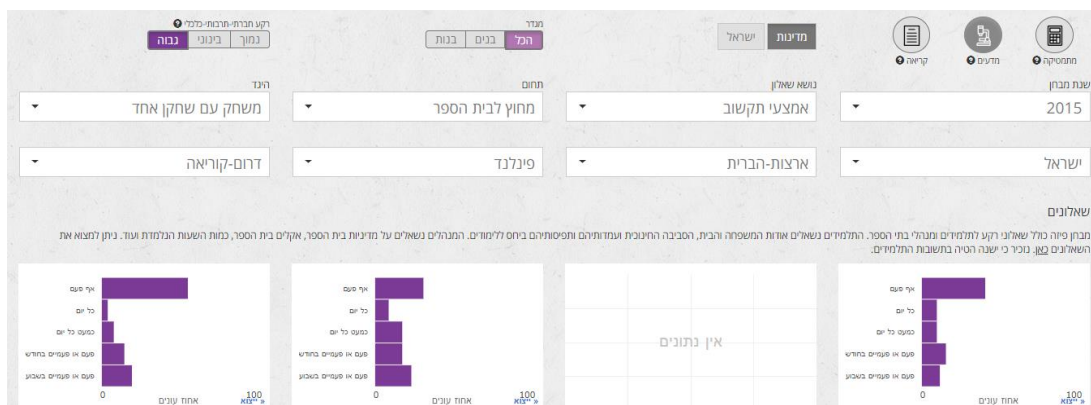
פורטל על הגובה	STEM	מתמטיקה, כלכלה, תזונה, אנרגיה	מדינת ישראל, עמותת סנונית לקידום החינוך המתקדם	http://kids.gov.il/
מיינקראפט MinecraftEdu	STEM	גאוגרפיה, היסטוריה, כימיה, מתמטיקה, שפות, סביבה,		https://education.minecraft.net/chemistry/
STEM education	STEM		The Center for Game Science at the University of Washington	http://centerforgamescience.org/games/
Free Rice	STEM	מתמטיקה, מדעים ונושאים נוספים	United Nations World Food Programme.	http://freerice.com/#/english-vocabulary/1459
משחקי מגוון STEM	STEM	מגוון מקצועות ונושאים	SPONGELAB	http://www.spongelab.com/browse/
משחקי מבוחר STEM	STEM	מתמטיקה, ביולוגיה, פיזיקה, מדעי כדור הארץ, מתמטיקה, אלגברה, גאומטריה		https://www.touchpressgames.com/educators/ ; https://www.touchpressgames.com/games/
Dig-It! Games	STEM	מגוון משחקים במגוון תחומים		https://dig-itgames.com/educational-games-social-studies-science-math/
TestTubeGames	STEM	מבוחר משחקי מדע ומתמטיקה		http://www.testtubegames.com/games.html
החלוצים	STEM	היסטוריה, טכנולוגיה		http://www.fixingames.com/halutsim/
Freeciv	STEM	גאוגרפיה, היסטוריה, ציביליזציות		http://www.freeciv.org/

נספח ב

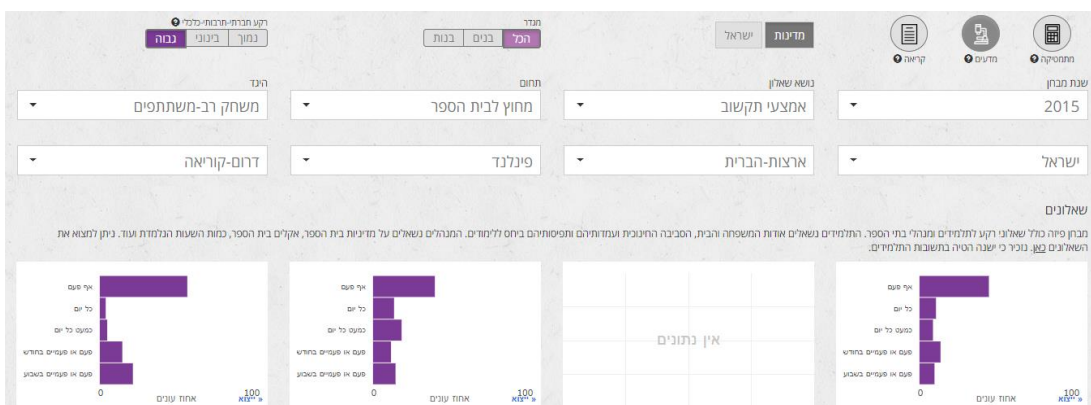
תדירות משחק במשחקי מחשב מסוגים שונים

להלן הגרפים ששימשו לצורך הכנת טבלאות 2 ו-3.

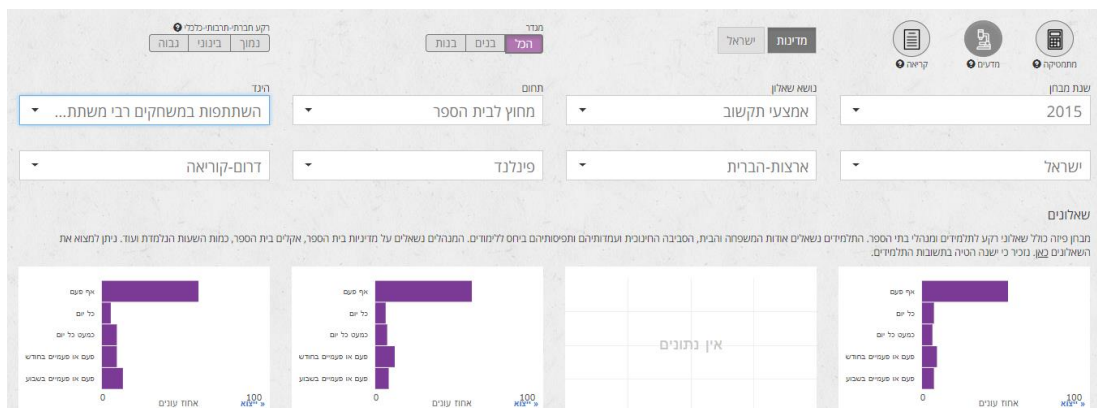
- משחק במשחקי מחשב למשתתף יחיד



- משחק במשחקי מחשב למשתתפים רבים באינטרנט



- משחק במשחקים ברשתות חברתיות באינטרנט (לדוגמה פארמוויל)



- אני אוהב לשחק עם חברים במשחקי מחשב ובמשחקי וידאו כשאנחנו יחד או כשאנחנו נפגשים

ברשת

