

גילה אפלבוים-דושניצקי, אורן טובה

**כשדבורה הולכת (או לא) בתלם האות:
השפעה על הבחנה חזותית, על זיהוי ושיום אותיות
ועל מודעות פונולוגית בקרב ילדי גן חובה
בסיכון להפרעה ספציפית בלמידה**

תקציר

המאמר דן עוסק בשימוש ברובוט חינוכי (רובוט הדבורה) ובהשפעתו על יכולת הבחנה חזותית, על זיהוי ושיום אותיות בעברית ועל מודעות פונולוגית בקרב ילדי גן-חובה בסיכון להפרעה ספציפית בלמידה ("לקות למידה"). במחקר השתתפו 60 ילדים בגילים 5–6 (גיל כרונולוגי: ממוצע = 5.46 שנים; ס"ת = 0.32) בעלי יכולת חשיבה לא-מילולית תקינה ($IQ > 85$), אך עם עיכוב התפתחותי בשפה (גיל שפתי: ממוצע = 4.52 שנים; ס"ת = 0.38). המשתתפים חולקו אקראית לשתי קבוצות שוות ($N=30$). שתי הקבוצות השתתפו בהתערבות פונולוגית טכנולוגית עם רובוט הדבורה. ההבדל בין הקבוצות היה בסוג משטחי הפעילות שעיימם עבדו הילדים במהלך תוכנית ההתערבות: עם וללא מסלול תנועה מסומן בצורה של אותיות. במהלך ההתערבות, התלמידים ביצעו משימות פונולוגיות, והצעידו את הרובוט על גבי משטחי הפעילות לפי קריטריונים פונולוגיים ("מצא תמונה שמייצגת מילה בעלת אותו צליל פותח/סוגר וכו'). מממצאי המחקר עולה כי הצעדת הרובוט במסלול מסומן שיפרה את יכולת ההבחנה החזותית בקרב הילדים. ההסבר לכך טמון בהפחתה של עומס קוגניטיבי ומיקוד הקשב בתוואי המסלול. בנוסף, פעילות ברובוט על גבי משטח מסומן בצורה של אותיות שיפרה את יכולותיהם של הילדים בזיהוי ושיום אותיות הא"ב, ובמודעות פונולוגית באופן מובהק בהשוואה לקבוצה המקבילה. הממצאים מוסברים על רקע החשיבות של למידה המקשרת בין גירויי חזותי למילולי באמצעות עזר למידה טכנולוגי מוחשי בקרב ילדים אלה, לצד הישענות על יכולות עיבוד חזותיות מרחביות בעיבוד שפתי. למחקר השלכות יישומיות פרקטיות לשיפור דרכי הוראה ועבודה עם ילדים בסיכון להפרעה ספציפית בלמידה בתחומים שמהווים תשתית לקראת רכישת קריאה וכתובה בכיתה א'.

מילות מפתח: טכנולוגיה, הבחנה חזותית, הכרת אותיות, מודעות פונולוגית, סיכון להפרעה ספציפית בלמידה.

הקדמה

מטרת המחקר דנן היא לבחון את ההשפעות של התערבות טכנולוגית באמצעות רובוט רצפה חינוכי (רובוט הדבורה), כשהיא משולבת עם פעילות לאימון מודעות פונולוגית, על קידום מיומנויות של הבחנה חזותית, זיהוי ושיום אותיות, וזיהוי צליל פותח בשפה העברית. בהתערבות נעשה שימוש במשטחי פעילות משני סוגים: עם תוואי ובלעדיו של מסלול תנועה מסומן בצורה של אות עבור הרובוט. השפעות ההתערבות נבחנו בקרב ילדי גן חובה בסיכון להפרעה ספציפית בלמידה.

הפרעה ספציפית בלמידה: מאפיינים וגורמי סיכון

הפרעה ספציפית בלמידה מאופיינת בקשיים בלמידה ובשימוש במיומנויות אקדמיות בתחומי הקריאה, הכתיבה והחשבון. המיומנויות האקדמיות נמצאות בפער ניכר ומדיד מכפי המצופה מגילו הכרונולוגי של הפרט. קשיים אלו מתגלים ומאובחנים בשנות הלימוד בבית הספר, ורק כאשר הדרישה עולה על היכולת של הפרט. כמו כן, נודעת חשיבות רבה לאבחנה מבדלת, באופן שמזקק ומייחד את הקושי, לקושי ראשוני-אינהרנטי בלמידה, ולא כמשני ללקות חושים או הנמכה קוגניטיבית (APA, 2013). מאפייני לקות הלמידה, כגון: קשיי שפה, זיכרון וקשיים במודעות פונולוגית ניתנים לאיתור כבר בגיל הגן (Swanson & Zheng, 2014). מקורות הקשיים האקדמיים אחוזים במיומנויות של שפה דבורה, שנצפים בילדות המוקדמת. בגיל בית הספר, קשיים מוקדמים בשפה הדבורה משנים את אופן התבטאותם לכדי קשיים שנצפים במיומנויות של שפה כתובה, קרי בקריאה ו/או כתיבה (Sun & Wallach, 2014). לפי השקפה זו, ילדים שיש להם עיכוב התפתחותי ספציפי בתחום השפה בגיל הגן, עשויים למצוא את עצמם בסיכון להיות בעלי הפרעה ספציפית בלמידה בגיל בית הספר (Balikci & Melekoglu, 2020).

להלן יתוארו מאפייניהם של ילדים בסיכון להפרעה ספציפית בלמידה, תוך הבנת מקורות הקושי שמאפיינים ילדים עם הפרעה ספציפית בלמידה.

התיאוריה המרכזית להסבר מקור הקושי בקרב ילדים עם הפרעה ספציפית בקריאה היא "התיאוריה הפונולוגית" (Snowling, 1998). לפי תיאוריה זו, הקושי של אוכלוסייה זו הוא בעיבוד פונולוגי, היינו בעיבוד של צלילי השפה, ובו בתחום

המודעות הפונולוגית. מודעות פונולוגית הינה עירנות למבנה הצלילי של השפה הדבורה. היא מתפתחת בשלבים, מעירנות ליחידות צליליות "גסות" ל-"דקות" יותר, קרי מהברות, לתת-הברות ומשם לפונמות (Saiegh-Haddad et al., 2020). הקושי בביצוע סגמנטציה פונולוגית (חלוקה של מילים לצלילים המרכיבים אותה), מקשה על אוכלוסייה זו לעקוב אחר חוקי ההתאמה הגרפו-פונמית בשפה, ומכאן הקשר לקשיים ברכישת מיומנויות קריאה (Mashal & Gankin-Shwartz, 2024). ילדי גן עם עיכוב התפתחותי בשפה מאופיינים בקשיי שפה שנצפים בשפתם הדבורה, ובהם גם בתחום המודעות הפונולוגית. קושי במודעות פונולוגית מהווה גורם סיכון לקבלת אבחנה עתידית של הפרעה ספציפית בלמידה (Snowling et al., 2019). לצד הקושי במודעות פונולוגית, ילדים עם הפרעה ספציפית בלמידה מאופיינים גם בקושי בשיום מהיר ואוטומטי של אובייקטים, כגון: אותיות, מספרים וגירויים נוספים (Vander Stappen et al., 2020). "השערת הליקוי בצרבולום" (Cerebellar Deficit Hypothesis), היא העומדת בבסיס הקושי של ילדים אלה לשיים אובייקטים באופן מהיר ואוטומטי, שכן הצרבולום מעורב בתפקודים אוטומטיים במוח (Raberger & Wimmer, 2003). ליקוי בתפקוד הצרבולום בא לידי ביטוי גם בתפקודים נוספים שיעילותם נשענת על היותם אוטומטיים, כגון קריאה. גם בקרב ילדים עם קשיי שפה בילדות המוקדמת, ובאופן שבלתי תלוי בקושי בעיבוד הפונולוגי, נצפים קשיים ביכולת לשיים אובייקטים. קושי זה, עלול, אף הוא, להוות סיכון לקבלת אבחנה עתידית של הפרעה ספציפית בלמידה (Moll et al., 2016).

ידע אותיות כולל את היכולת לשיים אותיות ולהפיק מהן צלילים, אך גם את היכולת לזהותן לפי צורתן הגרפית (Jones et al., 2013). מכאן שלעיבוד מידע חזותי יש, גם כן, חלק חשוב ברכישת מיומנויות של קריאה וכתובה. תיאוריה נוספת שמהווה הסבר אפשרי נוסף למקור הקושי בהפרעה ספציפית בקריאה, הפעם מן הפן החזותי, היא תיאוריית המסלול המגנוצלולרי (Magnocellular Pathway Theory). לפי תיאוריה זו, מערכת הראייה המגנוצלולרית, שהיא אחת משתי מערכות עיבוד הראייה העיקריות במוח, אחראית על עיבוד מידע חזותי מהיר הכולל זיהוי תנועה, מיקום וניתוח מידע חזותי מהיר. לעומת זאת, המערכת השנייה, המערכת הפרוצלולרית, אחראית על תפיסת מאפייני הגירוי החזותי (צבע וצורה), ומכאן כי היא המעורבת בתהליכי הבחנה בין אובייקטים (Mashal & Gankin-Shwartz, 2024). לקות בתפקוד של המערכת המגנוצלולרית עלולה לגרום

לקשיים בהבחנה ולזיהוי מהיר של אותיות והסדר שלהן בקריאה בקרב אנשים עם הפרעה ספציפית בקריאה (Stein, 2014). לקות בתפקוד המערכת הפרוצלולרית נצפית, אף היא, בקרב ילדים עם הפרעה ספציפית בקריאה, כפי שנמצא בקרב ילדים עם דיסלקציה דוברי ערבית בכיתה ד'. קושי זה מתבטא בחוסר הבחנה בדקויות בין גירויים חזותיים שונים (Farrag et al., 2002). מכאן עולה החשיבות שבבחנת יכולת ההבחנה החזותית גם בקרב ילדים בסיכון להפרעה ספציפית בלמידה.

כל אחד ממקורות הקושי להפרעה ספציפית בקריאה (כפי שהוזכרו לעיל), כמו גם השילוב ביניהם, עשויים להסביר קשיים אפשריים ברכישת ידע אותיות ובפיתוח של מודעות פונולוגית בקרב ילדים בסיכון. מאחר שמקורות הקושי מתייחסים, הן להיבטים שפתיים הן להיבטים חזותיים, נשאלת השאלה: מה תפקידן של יכולות תפיסתיות חזותיות בקידום ידע אותיות בקרב ילדים? במחקר שנערך בקרב 125 ילדי גן דוברי עברית (גיל ממוצע 5.3 שנים), נבחנה התרומה של מגוון מיומנויות קוגניטיביות, בהן יכולות תפיסתיות חזותיות, למדדים של אוריינות מוקדמת, בהן מודעות פונולוגית, אוצר מילים, ידע אורתוגרפי, ועוד. במחקר נמצאה תרומה ייחודית למיומנויות תפיסה חזותית למדדים של אוריינות מוקדמת. לאחר חלוקה של המדגם לפי רמת אוריינות (גבוהה לעומת נמוכה), נמצאו יכולות עיבוד חזותיות גבוהות יותר בקרב קבוצת הילדים המיומנת יותר במיומנויות אורייניות (Ne'eman & Shaul, 2023). זאת ועוד, ליכולות חזותיות בגיל הגן, ובהן גם ליכולת להבחנה חזותית, יש קשר מתאמי עם מידת המוכנות של ילדי גן לכיתה א' (Aydoner & Bumin, 2023). באשר להתערבות, במחקר שנערך על ידי Ehm et al. (2019) בקרב ילדי גן (גיל 5.57 שנים בממוצע), החוקרים אימנו את הילדים ובחנו אותם בקישור בין צורות גיאומטריות לצלילי הברות. התוצאות שהתקבלו שיקפו תרומה ייחודית למודעות פונולוגית בעת קישור אסוציאטיבי בין גירויים שפתיים לצורות חזותיות. בנוגע לשאלה איך ניתן לקדם ביעילות רבה יותר זיהוי אותיות, נבחנה התרומה של שימוש בעזר מוחשי או וירטואלי (עיפרון, טאבלט, מקלדת וירטואלית או סטיילוס¹) לכתיבה של אותיות בקרב ילדי גן (גיל ממוצע 5.97 שנים). במחקר נמצא יתרון לשימוש בעיפרון על פני מקלדת וירטואלית

¹ כלי בצורת עט שבאמצעותו ניתן לפעול עם צגים אלקטרוניים.

(Mayer et al., 2020). ממצא זה מנכיח את החשיבות של שימוש בעזר מוחשי לקידום ידע אותיות בקרב ילדי גן. במחקר הנוכחי נעשה שימוש בעזר טכנולוגי מוחשי, רובוט רצפה חינוכי (רובוט הדבורה), באופן שמציע דרך אפשרית לקישור בין אלמנטים מילוליים לחזותיים לקידום זיהוי ושיום אותיות, ומודעות פונולוגית בקרב ילדי גן בסיכון להפרעה ספציפית בלמידה.

רובוטים חינוכיים ושימושם לקידום שפה ואוריינות

רובוט הוא כלי טכנולוגי שהשימוש בו לצרכים חינוכיים נחלק לשניים: רובוט כמושא ללמידה ורובוט כאמצעי ללמידה (Kourea & Fella, 2023). במחקר הנוכחי נעשה שימוש ברובוט רצפה חינוכי בשם "רובוט הדבורה" (Bee-Bot), כאמצעי לקידום יכולות של הבחנה חזותית, זיהוי ושיום אותיות ומודעות פונולוגית. רובוטים חינוכיים כמו רובוט הדבורה מצויים במגוון צורות, גדלים וצבעים. הייחודיות שבהם היא שניתן לתכנת אותם לנוע במסלול ספציפי, בדרך כלל על פני משטח פעילות שנפרס על הרצפה (Casey et al., 2021). השימוש במשטח פעילות בעבודה עם רובוט מספק הקשר חזותי תומך לפעילות. לדוגמה, השימוש במשטח פעילות נמצא יעיל לחיזוק השימוש ברכיבי התבנית הסיפורית בקרב תלמידי כיתה ב' ממיצב סוציואקונומי נמוך (Green & McNair, 2020), וכן לקידום אוצר מילים מרחבי בקרב ילדי גן בסיכון ללקות למידה (Brainin et al., 2022). בנוסף על השימוש ברובוט כאמצעי מוחשי ללמידה, ייחודיות המחקר הנוכחי הינה בכך שבחן את השימוש ברובוט בליווי משטחי פעילות משני סוגים בזמן ביצוע משימות של אימון פונולוגי. מדובר במשטחי פעילות עם צורתן הגרפית של האותיות שהיו במוקד האימון ובלעדיהן.

שאלות והשערות המחקר

המחקר עוסק בשאלה: האם יימצאו הבדלים בין ילדי גן בסיכון להפרעה ספציפית בלמידה לפי סוג משטח הפעילות שעומו פעלו (מסומן לעומת לא מסומן) בקידום מיומנויות של הבחנה חזותית, זיהוי ושיום אותיות, וזיהוי צליל פותח בעקבות תוכנית התערבות פונולוגית-טכנולוגית עם רובוט הדבורה? משוער כי יימצא הבדל בין הקבוצות, בהבחנה חזותית, בזיהוי ובשיום אותיות, ובזיהוי צליל פותח, לטובת קבוצת הילדים שפעלו עם הרובוט על גבי משטח פעילות מסומן בצורת האות.

שיטה

נבדקים

במחקר הנוכחי השתתפו 60 ילדי גן בני 5.46 שנים בממוצע (ס"ת = 0.32). 32 מבין המשתתפים היו בנים (53%) והשאר היו בנות (47%). כל המשתתפים למדו בגני חינוך מיוחד במרכז הארץ, שהיו ייעודיים לילדים עם עיכוב התפתחותי בשפה בלבד. כדי להיכלל במחקר נבדקו שני תנאי סף המתחייבים מעצם ההגדרה של סיכון להפרעה ספציפית בלמידה: האחד, רמת חשיבה לא מילולית בטווח התקין של הנורמה ($IQ > 85$); והשני, פער ניכר בין הגיל הכרונולוגי של הילד לגילו השפתי המוערך בשנים. ציון החשיבה הלא מילולית של המשתתפים היה 90.56 (ס"ת = 5.53); גילם השפתי של המשתתפים הוערך כעומד על 4.52 שנים בממוצע (ס"ת = 0.38). לכלל המשתתפים במחקר לא היו מוגבלויות מאובחנות נוספות, כגון: לקות חושית, הפרעה על הרצף האוטיסטי, או עיכוב התפתחותי בתחום נוסף. כלל המשתתפים במחקר נחלקו, באופן אקראי לשתי קבוצות לפי סוג ההתערבות שקיבלו (עם/ללא משטח פעילות מסומן). יצוין, כי פער לטובת הגיל הכרונולוגי בהשוואה לגיל השפתי, כמו גם ציון ממוצע בטווח התקין של הנורמה במבחן חשיבה לא מילולית נשמרו גם בקרב כל אחת מקבוצות ההתערבות.

כלים

במחקר הנוכחי, נעשה שימוש בכלי המחקר האלה:

חשיבה לא מילולית

לצורך הערכת יכולת החשיבה הלא מילולית של המשתתפים, נעשה שימוש במבחן Test of Nonverbal Intelligence (TONI), גרסה 3 (Brown et al., 1997). המבחן מיועד לשימוש בקרב ילדים בני 5 שנים ומעלה. המבחן כולל 50 מודלים ויזואליים בעלי חלק חסר. על המשתתף להשלים את החלק החסר באמצעות בחירה מתוך סט נתון של אפשרויות. כל תשובה נכונה מזכה את הילד בנקודה אחת (ציון מקסימלי – 50 נקודות). ציוני הגלם הומרו לציוני תקן המייצגים את יכולת החשיבה הלא מילולית של המשתתף.

אסוציאציות שמיעתיות

לצורך הערכת הגיל השפתי של הילדים, נעשה שימוש בתת מבחן מתוך סוללת Illinois Test of Psycholinguistic Abilities (ITPA) בשם "אסוציאציות שמיעתיות" שתורגם לעברית (Kirk & Kirk, 1971). המבחן מיועד לשימוש בקרב ילדים בני 4 עד 10 שנים וכולל 42 זוגות של משפטים. המשפט הראשון מציג קשר בין שני אלמנטים. המשפט השני כולל אלמנט אחד מבין שניים והוא משפט חסר. על הילד להשלים את המשפט תוך שימוש בתהליך של חשיבה אנלוגית. כל תשובה נכונה מזכה את הילד בנקודה אחת (ציון מקסימלי – 42 נקודות). ציוני הגלם הומרו לגיל שפתי מוערך של הילדים.

הבחנה חזותית

לצורך בחינת יכולת ההבחנה החזותית של הילדים, נעשה שימוש בתת מבחן הבחנה חזותית מתוך סוללת Test of Visual Perception Skills (non-motor) – Revised של גארדנר (Gardner, 1996). במסגרת המבחן הוצג לכל ילד גירוי מטרה ולצידו סט של חמישה גירויים חזותיים נוספים. על הילד היה להצביע על גירוי חזותי זהה לגירוי המטרה. כל תשובה נכונה מזכה את הילד בנקודה אחת (ציון מקסימלי – 16 נקודות). מהימנות אלפא של קרונבך, כפי שהתקבלה במחקר הנוכחי היא 0.85.

זיהוי אותיות בעברית

לצורך בחינת יכולת הזיהוי של אותיות בעברית בקרב הילדים, הוכרוזו שמות האותיות באופן אקראי באוזני הילדים, אחת בכל פעם, כשלמול הילד סרגל אותיות. הילד התבקש להצביע על האות שלדעתו מזוהה עם השם שהוכרז. כל תשובה נכונה מזכה את הילד בנקודה אחת (ציון מקסימלי – 22 נקודות). מהימנות אלפא של קרונבך, כפי שהתקבלה במחקר הנוכחי היא 0.89.

שיום אותיות בעברית

לצורך בחינת יכולת השיום של אותיות בעברית בקרב הילדים, הוצגו בפני הילדים באופן אקראי כרטיסיות עם אותיות הא"ב, אחת בכל פעם. הילד התבקש לשיים את האות שבכרטיסיה שהוצגה בפניו. כל תשובה נכונה מזכה את הילד בנקודה אחת (ציון מקסימלי – 22 נקודות). מהימנות אלפא של קרונבך, כפי שהתקבלה במחקר הנוכחי היא 0.91.

בידוד צליל פותח

לצורך בחינת היכולת של הילדים לבודד צליל פותח בסט נתון של מילים, נעשה שימוש בתת מבחן זיהוי צליל פותח מתוך סוללת האבחון א'-ת' של שני ועמיתים (2006). עשר מילים הוקראו באוזני הילדים אחת אחרי השנייה. עם הישמע המילה, התבקש הילד לחזור על המילה ולומר מה הצליל הפותח במילה. כל תשובה נכונה מזכה את הילד בנקודה אחת (ציון מקסימלי – 10 נקודות). מהימנות אלפא של קרונבך, כפי שהתקבלה במחקר הנוכחי היא 0.86.

רובוט הדבורה (Bee-Bot®)

מדובר ברובוט קטן, שצבוע ומעוצב כדבורה בצבעי צהוב ושחור. לרובוט זוג עיניים מאירות וחיוך רחב בחזית, גלגלים שמאפשרים לו לנוע בתחתית, וסט של שבעה לחצנים על גבו. כל לחצן מהווה פקודה שילד או כל גורם אחר יכול לתכנת והרובוט יבצע. להלן הפקודות: צעד קדימה, צעד אחורה, פנה ימינה, פנה שמאלה, צא לדרך, עצור, ואתחל. כל "צעד" של הרובוט מקדם אותו לאורך 15 ס"מ. כל פנייה מתבצעת על צירו של הרובוט בטווח של 90 מעלות. הרובוט מסוגל לזכור ולהוציא לפועל אלגוריתם מלא של עד 200 פקודות ברצף.



איור 1: רובוט הדבורה (Bee-Bot®) במבט-על

התערבות – ההתערבות נערכה במתכונת של אימון פונולוגי. לצורך האימון נבחרו שש אותיות מטרחה, והן היו מושא האימון בהתערבות. כלומר, המשימות הפונולוגיות ניתנו, כאשר הן מתייחסות אליהן. למשל, על רובוט הדבורה להגיע אל המשבצת על פני לוח הפעילות שבה מופיע עצם כלשהו עם אותו צליל פותח. הילדים

פעלו עם אותיות המטרה האלה: ח', כ', פ', ר', ש' ו-ת'. ההתערבות ארכה שמונה מפגשים, כאשר הוקדש מפגש אחד לכל אות. בשני המפגשים האחרונים פעלו הילדים עם שתי אותיות לפי בחירתם, וחזרו על הפעילות. כאמור, ההבדל בין הקבוצות היה בסוג משטחי הפעילות שעזמו פעלו הילדים בהתערבות. באיור 1 ניתן לראות פעילות של ילד עם רובוט, כאשר הרובוט נע על פני משטח פעילות מסומן בצורת האות כ'.



איור 2: פעילות עם הרובוט על פני משטח פעילות מסומן בצורת האות כ'

מפגשי ההתערבות נערכו במתכונת חד שבועית לקבוצה קטנה של ילדים. הם הונחו על ידי מתווכות חינוכיות שהוכשרו באופן ספציפי לתוכנית. כל מפגשי ההתערבות נערכו לפי אותה מתכונת, כדלקמן: בראשית כל מפגש הציגה המתווכת בפני הילדים את אות המטרה שבמוקד המפגש. היא שיימה את האות, ואז ביטאה והדגישה את הצליל שלה. הילדים התבקשו לחזור אחריה. לאחר מכן הדביקה המתווכת את האות על גבי הרובוט והניחה אותו בנקודת ההתחלה שסומנה על פני המשטח. המשתתפים הונחו להצעיד את הרובוט על פני משטח הפעילות אל עבר המשבצת הבאה בהתאם לקריטריונים פונולוגיים, למשל, אל תמונות של עצמים ששםם מתחיל באותו צליל כמו הצליל של אות המטרה. הרובוט יכול היה לעצור את תנועתו רק במשבצות העונות לקריטריון הפונולוגי שהוגדר. בעבור כל משבצת שבה נעצר הרובוט, היה על הילדים לשיים את העצם שבתמונה ולקבוע האם הוא מקיים את הקריטריון שהוגדר בהתייחס לאות המטרה. במקרה של טעות, התבקשו הילדים להחזיר את הרובוט לנקודת העצירה הקודמת ומשם להתחיל מחדש.

הליך המחקר

הליך המחקר כלל שלושה שלבים עיקריים: קדם-התערבות, התערבות ובת-התערבות. בשלב שקדם להתערבות נבחנו הילדים במבחן חשיבה לא מילולית ובמבחן אסוציאציות שמיעתיות, כדי לוודא שהם עומדים בתנאי הסף להשתתפות במחקר. לאחר מכן, במפגש נוסף, הועברו להם יתר כלי ההערכה. שלב ההתערבות כלל שמונה מפגשי התערבות. המפגשים היו חד-שבועיים בני 30 דקות כל אחד. המפגשים, כאמור, הונחו על ידי מתווכות חינוכיות שהוכשרו באופן ייעודי לתוכנית. הילדים פעלו במפגשים בקבוצות קטנות של שלושה ילדים. יצוין כי במפגש ההתערבות הראשון הוקדש זמן להכיר ולתפעל את הרובוט. בשלב שלאחר ההתערבות, נבחנו יכולות הילדים בשנית.

תוצאות

בפרק שלהלן יתוארו תוצאות בחינת ההבדלים בין הקבוצות במדדים שנבדקו לפני ההתערבות ואחריה: הבחנה חזותית, זיהוי ושיום אותיות, ובידוד צליל פותח.

שיפור יכולת ההבחנה החזותית בקרב המשתתפים

לפי סוג ההתערבות וזמן

כדי לבחון את ההבדלים ביכולת ההבחנה החזותית, לפי סוג התערבות וזמן, נערך מבחן שונות מסוג ANOVA דו-כיווני עם מדידות חוזרות. המשתנה הבלתי תלוי הבין נבדקי היה קבוצה (מסומן/לא-מסומן) והמשתנה הבלתי תלוי התוך נבדקי היה זמן (לפני-/אחרי-התערבות). המשתנה התלוי היה יכולת הבחנה חזותית.

בניתוח התקבל אפקט עיקרי מובהק למשתנה **קבוצה**, $F_{(1,58)} = 8.73$, $p < .01$, $\eta^2 = .08$.

ממוצע קבוצת ההתערבות שפעלה עם משטח פעילות מסומן היה 6.48

(ס"ת = 2.97). ממוצע זה נמצא גבוה באופן מובהק מממוצע קבוצת ההתערבות

שפעלה עם משטח לא-מסומן (ממוצע = 4.37; ס"ת = 3.13). כמו כן, התקבל

אפקט עיקרי מובהק למשתנה **זמן**, $F_{(1,58)} = 131.27$, $p < .001$, $\eta^2 = .26$. יכולת

הבחנה החזותית הממוצעת של המשתתפים לפני ההתערבות הייתה 3.52 (ס"ת

= 2.89). ממוצע זה היה נמוך באופן מובהק מיכולת ההבחנה החזותית הממוצעת

של המשתתפים לאחר ההתערבות (ממוצע = 7.33; ס"ת = 3.21). אפקט

האינטראקציה, **קבוצה X זמן**, נמצא מובהק אף הוא, $F_{(1,58)} = 14.82$, $p < .001$,

$\eta^2 = .03$. ממוצעים, סטיות תקן ותוצאות מבחני פוסט-הוק מסוג בונפרוני מוצגים בלוח 1.

לוח 1: יכולת הבחנה חזותית (ממוצעים וסטיות תקן) לפי קבוצה, לפני ההתערבות ואחריה

<i>P</i>	<i>t</i>	מסומן		לא-מסומן		
		ס"ת	ממוצע	ס"ת	ממוצע	
> .05	-1.05	2.93	3.93	2.84	3.10	לפני
< 0.001	-4.30	3.01	9.03	3.42	5.63	אחרי

מעיון בלוח 1 ניתן ללמוד, כי לא היה הבדל מובהק בין הקבוצות לפני ההתערבות ביכולת ההבחנה החזותית. עם זאת, נמצא הבדל מובהק ביכולת ההבחנה החזותית לאחר ההתערבות, לטובת קבוצת הילדים שפעלה עם לוח מסומן.

שיפור ביכולת לזהות אותיות בקרב המשתתפים

לפי סוג ההתערבות והזמן

כדי לבחון את ההבדלים ביכולת לזהות אותיות, לפי סוג ההתערבות וזמן, נערך מבחן שונות מסוג ANOVA דו-כיווני עם מדידות חוזרות. המשתנה הבלתי תלוי הבין נבדקי היה קבוצה (מסומן/לא-מסומן) והמשתנה הבלתי תלוי התוך נבדקי היה זמן (לפני-/אחרי-ההתערבות). המשתנה התלוי היה יכולת זיהוי אותיות.

בניתוח התקבל אפקט עיקרי מובהק למשתנה **קבוצה**, $F_{(1,58)} = 12.85, p < .001$, $\eta^2 = .14$. ממוצע קבוצת ההתערבות שפעלה עם משטח פעילות מסומן היה 12.17 (ס"ת = 5.07). ממוצע זה נמצא גבוה באופן מובהק מממוצע קבוצת ההתערבות שפעלה עם משטח לא-מסומן (ממוצע = 7.85 ; ס"ת = 4.77). כמו כן, התקבל אפקט עיקרי מובהק למשתנה **זמן**, $F_{(1,58)} = 117.19, p < .001, \eta^2 = .15$. מספר האותיות הממוצע שהמשתתפים זיהו לפני ההתערבות היה 7.78 (ס"ת = 5.10). ממוצע זה היה נמוך באופן מובהק ממספר האותיות הממוצע שהמשתתפים זיהו לאחר ההתערבות (ממוצע = 12.23 ; ס"ת = 4.74). אפקט האינטראקציה, **קבוצה X זמן**, נמצא מובהק אף הוא, $F_{(1,58)} = 9.75, p < .01, \eta^2 = .01$. ממוצעים, סטיות תקן ותוצאות מבחני פוסט-הוק מסוג בונפרוני מוצגים בלוח 2.

לוח 2: זיהוי אותיות (ממוצעים וסטיות תקן) לפי קבוצה, לפני ההתערבות ואחריה

<i>P</i>	<i>t</i>	מסומן		לא-מסומן			
		ס"ת	ממוצע	ס"ת	ממוצע		
> .05	-2.38	5.32	9.30	4.88	6.27	לפני	זיהוי
< 0.001	-4.57	4.82	15.03	4.66	9.43	אחרי	

מעיון בלוח 2 ניתן ללמוד כי לא היה הבדל מובהק בין הקבוצות לפני ההתערבות במספר האותיות הממוצע שהמשתתפים הצליחו לזהות. עם זאת, נמצא הבדל מובהק במספר האותיות הממוצע שזוהו לאחר ההתערבות, לטובת קבוצת הילדים שפעלה עם לוח מסומן.

שיפור ביכולת לשיים אותיות בקרב המשתתפים

לפי סוג ההתערבות וזמן

כדי לבחון את ההבדלים ביכולת לשיים אותיות, לפי סוג ההתערבות וזמן, נערך מבחן שונות מסוג ANOVA דו-כיווני עם מדידות חוזרות. המשתנה הבלתי תלוי הבין נבדקי היה קבוצה (מסומן/לא-מסומן) והמשתנה הבלתי תלוי התוך נבדקי היה זמן (לפני-/אחרי-ההתערבות). המשתנה התלוי היה יכולת שיום אותיות. בניתוח התקבל אפקט עיקרי מובהק למשתנה **קבוצה**, $F_{(1,58)} = 10.42$, $p < .01$, $\eta^2 = .09$. ממוצע קבוצת ההתערבות שפעלה עם משטח פעילות מסומן היה 11.52 (ס"ת = 4.87). ממוצע זה נמצא גבוה באופן מובהק מממוצע קבוצת ההתערבות שפעלה עם משטח לא-מסומן (ממוצע = 7.57 ; ס"ת = 5.27). כמו כן, התקבל אפקט עיקרי מובהק למשתנה **זמן**, $F_{(1,58)} = 180.39$, $p < .001$, $\eta^2 = .25$. מספר האותיות הממוצע שהמשתתפים שיימו לפני ההתערבות היה 6.37 (ס"ת = 4.87). ממוצע זה היה נמוך באופן מובהק ממספר האותיות הממוצע שהמשתתפים שיימו לאחר ההתערבות (ממוצע = 12.72 ; ס"ת = 5.27). אפקט האינטראקציה, **קבוצה X זמן**, נמצא מובהק אף הוא, $F_{(1,58)} = 33.83$, $p < .001$, $\eta^2 = .05$. ממוצעים, סטיות תקן ותוצאות מבחני פוסט-הוק מסוג בונפרוני מוצגים בלוח 3.

לוח 3: שיום אותיות (ממוצעים וסטיות תקן) לפי קבוצה, לפני ההתערבות ואחריה

<i>p</i>	<i>t</i>	מסומן		לא-מסומן			
		ממוצע	ס"ת	ממוצע	ס"ת		
> .05	-0.92	4.76	6.97	4.98	5.77	לפני	שיום
< 0.001	-5.11	4.98	16.07	5.56	9.37	אחרי	

מעיון בלוח 3 עולה, כי לא היה הבדל מובהק בין הקבוצות, לפני ההתערבות, ביכולת לשיים אותיות. נמצאו הבדלים מובהקים ביכולת לשיים אותיות לאחר ההתערבות, לטובת קבוצת הילדים שפעלה עם לוח מסומן.

שיפור ביכולת בידוד צליל פותח בקרב המשתתפים לפי סוג ההתערבות

כדי לבחון את ההבדלים ביכולת לבדוד צליל פותח, לפי סוג התערבות וזמן, נערך מבחן שונות מסוג ANOVA דו-כיווני עם מדידות חוזרות. המשתנה הבלתי תלוי הבין נבדקי היה קבוצה (מסומן/לא-מסומן) והמשתנה הבלתי תלוי התוך נבדקי היה זמן (לפני-/אחרי-התערבות). המשתנה התלוי היה יכולת בידוד צליל פותח. בנייתו התקבל אפקט עיקרי מובהק למשתנה **קבוצה**, $F_{(1,58)} = 13.67$, $p < .001$, $\eta^2 = .12$. ממוצע קבוצת ההתערבות שפעלה עם משטח פעילות מסומן היה 5.8 (ס"ת = 2.94). ממוצע זה נמצא גבוה באופן מובהק מממוצע קבוצת ההתערבות שפעלה עם משטח לא-מסומן (ממוצע = 3.35 ; ס"ת = 2.81). כמו כן, התקבל אפקט עיקרי מובהק למשתנה **זמן**, $F_{(1,58)} = 68.99$, $p < .001$, $\eta^2 = .16$. המילים הממוצע שהמשתתפים הצליחו לבדוד את הצליל הפותח שלהן לפני ההתערבות היה 3.17 (ס"ת = 3.01). ממוצע זה היה נמוך באופן מובהק ממספר המילים הממוצע שהמשתתפים הצליחו לבדוד את הצליל הפותח שלהן לאחר ההתערבות (ממוצע = 5.98 ; ס"ת = 2.73). אפקט האינטראקציה, **קבוצה X זמן**, נמצא מובהק אף הוא, $F_{(1,58)} = 16.64$, $p < .001$, $\eta^2 = .04$. ממוצעים, סטיות תקן ותוצאות מבחני פוסט-הוק מסוג בונפרוני מוצגים בלוח 4.

לוח 4: בידוד צליל פותח (ממוצעים וסטיות תקן) לפי קבוצה, לפני ההתערבות ואחריה

<i>p</i>	<i>t</i>	מסומן		לא-מסומן		
		ס"ת	ממוצע	ס"ת	ממוצע	
> .05	-1.43	3.27	3.70	2.76	2.63	לפני
< 0.001	-5.15	2.60	7.90	2.85	4.07	אחרי

מעיון בלוח 4 ניתן ללמוד, כי לא היה הבדל מובהק בין הקבוצות לפני ההתערבות ביכולת לבדוד צליל פותח. עם זאת, נמצא הבדל מובהק ביכולת לבדוד צליל פותח לאחר ההתערבות, לטובת קבוצת הילדים שפעלה עם משטח מסומן.

מתאמים בין יכולת ההבחנה החזותית והיכולות לזהות ולשיים אותיות לפי סוג התערבות

כדי לבחון את הקשר בין יכולת ההבחנה החזותית ליכולת לזהות ולשיים אותיות לפני ההתערבות ואחריה, נערכו מתאמי פירסון לכל קבוצת התערבות בנפרד. המתאמים וערכי מבהקותם מופיעים בלוחות 5 ו-6.

לוח 5: מתאמי פירסון בין הבחנה חזותית, זיהוי ושיום אותיות לפני ההתערבות ואחריה באמצעות משטח פעילות לא-מסומן

הבחנה חזותית		זיהוי אותיות		שיום אותיות	
לפני	אחרי	לפני	אחרי	לפני	אחרי
לפני	-				
אחרי	0.713***	-			
לפני	0.323	0.462*	-		
אחרי	0.454*	0.618***	0.831***	-	
לפני	0.411*	0.576***	0.723***	0.767***	-
אחרי	0.527**	0.742***	0.626***	0.815***	-

* $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$

לוח 6: מתאמי פירסון בין הבחנה חזותית, זיהוי ושיום אותיות לפני ההתערבות ואחריה באמצעות משטח פעילות מסומן

הבחנה חזותית		זיהוי אותיות		שיום אותיות	
לפני	אחרי	לפני	אחרי	לפני	אחרי
לפני	-	לפני	-	לפני	-
אחרי	0.582***	אחרי	0.419*	אחרי	0.427*
לפני	0.333	לפני	0.760***	לפני	0.222
אחרי	0.427*	אחרי	0.793***	אחרי	0.432*
לפני	0.222	לפני	0.645***	לפני	0.659***
אחרי	0.432*	אחרי	0.810***	אחרי	-

* $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$

עיון בלוחות 5–6 מעיד על התחזקות הקשר בין יכולת ההבחנה החזותית ליכולת לזהות ולשיים אותיות לאחר ההתערבות בהשוואה לעוצמת המתאמים שהתקבלו לפני ההתערבות. נכון הדבר גם לגבי עוצמת הקשר שבין זיהוי אותיות לשיום אותיות, שהתחזק אף הוא, בעקבות ההתערבות. מגמות אלה נצפו בקרב שתי קבוצות ההתערבות. עם זאת, מתאמים בעוצמה גבוהה יותר לאחר ההתערבות נצפו דווקא בקרב קבוצת המשתתפים שעבדו עם משטחי פעילות בלתי מסומנים.

מתאמים בין היכולת לבדוד צליל פותח לבין היכולת לשיים אותיות לפי סוג התערבות

כדי לבחון את הקשר שבין היכולת לבדוד צליל פותח לבין היכולת לשיים אותיות לפני ההתערבות ואחריה, נערכו מתאמי פירסון לכל קבוצת ההתערבות בנפרד. יצוין, כי בחינה זו נעשתה בחסות העובדה כי בשפה העברית הצליל הפותח של כל אות רמוז בשמה (העיקרון האקרופוני, Levin, 2007). המתאמים וערכי מובהקותם מופיעים בלוחות 7 ו-8.

לוח 7: מתאמי פירסון בין הבחנה חזותית ובידוד צליל פותח לפני ההתערבות ואחריה באמצעות משטח פעילות לא-מסומן

הבחנה חזותית		צליל פותח	
לפני	אחרי	לפני	אחרי
-	0.752***	-	0.492***
לפני	אחרי	לפני	אחרי
0.497**	0.427*	0.713***	-

* $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$

לוח 8: מתאמי פירסון בין הבחנה חזותית ובידוד צליל פותח לפני ההתערבות ואחריה באמצעות משטח פעילות מסומן

הבחנה חזותית		צליל פותח	
לפני	אחרי	לפני	אחרי
-	0.446***	-	0.324
לפני	אחרי	לפני	אחרי
0.353	0.369*	0.582***	-

* $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$

עיון בלוחות 7–8 מעיד על התחזקות הקשר שבין בידוד צליל פותח לבין שיום אותיות לאחר ההתערבות בהשוואה לעוצמת המתאמים שהתקבלו לפני ההתערבות. מגמה זו נצפתה בקרב שתי קבוצות ההתערבות. עם זאת, מתאמים

בעוצמה גבוהה יותר לאחר ההתערבות נצפו דווקא בקרב קבוצת המשתתפים שעבדו עם משטחי הפעילות הבלתי מסומנים.

דיון

מהממצאים הנ"ל עולה שיש יתרון מובהק לקבוצת הילדים שעבדו עם משטח פעילות מסומן בצורה של אותיות המטרה על פני קבוצת ילדים שעבדה עם משטח פעילות שאיננו מסומן עבור המשתתפים שנבדקו. הדיון בממצאים יתואר לפי סדר המשתתפים התלויים במחקר.

הבחנה חזותית

בשעה שלא התקבלו הבדלים בין קבוצות ההתערבות בהבחנה חזותית לפני ההתערבות, הצליחה יותר קבוצת הילדים שעבדה עם משטחי פעילות מסומנים באופן מובהק במבחן ההבחנה החזותית בהשוואה לקבוצה שעבדה עם משטחי פעילות בלתי מסומנים בעקבות ההתערבות. לדעתנו, יתרון זה טמון בהפחתת עומס קוגניטיבי בזמן תכנון מסלול התנועה של הרובוט, כתוצאה מהעובדה שמסלול התנועה שלו כבר מסומן על גבי המשטח (Pack et al., 2023). יתרה מזאת, הגבלת מסלול התנועה של הרובוט בהתאם לתוואי המסומן מחייבת את הילדים להקצות תשומת לב רבה יותר לתוואי המסלול ולהבחין במגבלות ובדקויות שבתוואי. נוסף על כך, העבודה על אותיות המטרה כפי שנבחרו (למשל, ח' ו-כ' ; ר' ו-ת'), כאשר הן מסומנות על גבי המשטח, כשלעצמן, מעוררות צורך טבעי בהבחנה חזותית ביניהן. ההבדל בין ח' ל-כ' הוא אופן הנחת אותה צורה בסיסית במרחב, ואילו האות ת' כוללת, למעשה, את הצורה הבסיסית של האות ר' עם תוספת. דבר נוסף, לדעתנו, הפעילות בתוך תוואי מסלול מסומן בצורה של אות בשילוב עם הרובוט, בהיותו אמצעי מוחשי ללמידה (Mayer et al., 2020), הובילה לתפיסה טובה יותר, ומכאן גם להבחנה טובה יותר בין האותיות בקרב הילדים בקבוצה זו.

זיהוי ושיום אותיות

גם למשתתפים אלה לא התקבלו הבדלים מובהקים בין הקבוצות לפני ההתערבות, אך התקבלו הבדלים לטובת קבוצת הילדים שעבדה עם משטחי הפעילות המסומנים בעקבות ההתערבות. כאמור, עם המושג מיומנויות אלפביתיות וידע אותיות נמנה ידע על אודות השם של האות, הצליל שלה (שרמוז בשמה) והכרה

וזהו של צורתה הגרפית (Jones et al., 2013). למעשה, שלושת המרכיבים הנכללים תחת המושג ידע אותיות נכללים במלואם בהתערבות שכללה פעילות עם משטח מסומן בצורות של אותיות. הקישור שבין שלושת מרכיבי הידע בהתערבות הוביל בתורו לשליטה טובה יותר בזהו ובשיום אותיות בקרב הילדים שפעלו עם משטח הפעילות המסומן לגבי כלל אותיות הא"ב ובהן גם אותיות המטרה שנלמדו בהתערבות. על הקשר שבין הבחנה חזותית (כמדד להבחנה בדקויות בצורה הגרפית של האות) לבין זיהוי ושיום אותיות ניתן ללמוד מעוצמת המתאמים שנמצאו לפני ההתערבות ואחרי בקרב כל קבוצה (לוחות 5 ו-6). כפי שניתן לראות בלוחות לא נמצאו בקרב שתי הקבוצות מתאמים מובהקים בין הבחנה חזותית לבין זיהוי אותיות לפני ההתערבות, כאשר מתאם מובהק בין הבחנה חזותית לשיום אותיות לפני ההתערבות התקבל רק בקרב קבוצת הילדים שפעלה עם משטח פעילות בלתי מסומן. לעומת זאת, קשרים מתאמיים מובהקים בעוצמה בינונית-גבוהה התקבלו בין יכולת הבחנה חזותית ליכולת זיהוי ושיום אותיות בעקבות ההתערבות בקרב שתי הקבוצות. ממצא זה מעיד על חשיבות הקישור בין מידע חזותי למידע שפתי (Aydoner & Bumin, 2023) בקרב הילדים בשתי הקבוצות בבואם לרכוש ידע אותיות. עם זאת, וכפי שניתן לראות בלוחות, קבוצת הילדים שפעלה עם משטח פעילות בלתי מסומן הציגה קשרים מתאמיים מובהקים בעוצמה חזקה יותר בין יכולת ההבחנה החזותית לבין יכולת זיהוי ושיום אותיות לאחר ההתערבות. דווקא ממצא זה עשוי להעיד על הצורך ועל ההסתמכות הרבה יותר על יכולות עיבוד חזותיות, כגון הבחנה חזותית, בבואם של הילדים לבצע משימות של זיהוי ושיום אותיות. וזאת, דווקא בשל העובדה שהמרכיב החזותי (הצורה הגרפית של האות) נעדר מצורת ההתערבות שילדים אלה קיבלו במסגרת המחקר. כאן גם המקום לציין את העובדה כי עיבוד שפתי בקרב ילדים עם הפרעה ספציפית בלמידה, מערב בנוסף על יכולות העיבוד של המספרה שמאל שהיא המספרה הדומיננטית בעיבוד שפה, גם יכולות עיבוד חזותיות-מרחביות כפי שמאפיין את המספרה ימין (Backes et al., 2002; Temple et al., 2003). זו גם יכולה להיות הסיבה לקשרים המתאמיים העוצמתיים שהתקבלו בין יכולות עיבוד שפתי (זיהוי ושיום אותיות) ליכולות עיבוד חזותי (הבחנה חזותית). מיותר לציין, כי ממצאים אלה מחזקים ממצאי מחקר קודמים שמתארים הישענות על יכולות עיבוד חזותיות לצורך תפקודים אורייניים שפתיים בגיל הגן וכמוכנות לכיתה א' (Aydoner & Bumin, 2023; Ne'eman & Shaul, 2023).

בידוד צליל פותח

נוסף על היתרון שהתקבל בקרב קבוצת הילדים שפעלה עם משטחים מסומנים במדדים שנוכרו עד כה, יתרון נוסף נצפה גם עם בחינת התוצאות שהתקבלו עבור המשתנה בידוד צליל פותח. מאחר שההתערבות בקרב שתי הקבוצות כללה אימון פונולוגי שעסק בבידוד צליל פותח (וסוגר) במילים שכוללות את אותיות המטרה, אך טבעי ששתי הקבוצות ישתפרו, ובפרט לנוכח הקושי הקיים בקרב ילדים בסיכון להפרעה ספציפית בלמידה במודעות פונולוגית (Snowling et al., 2019). לדעתנו, השיפור שהתקבל בקרב קבוצת הילדים שפעלו עם משטחי פעילות מסומנים ניתן להסבר על רקע המתאמים שהתקבלו בין הבחנה חזותית לבידוד צליל פותח לאחר ההתערבות בקרב הילדים משתי הקבוצות, כאשר מתאם בעוצמה רבה יותר התקבל לאחר ההתערבות בקבוצת הילדים שפעלה עם משטחי פעילות מסומנים. מכאן התימוכין לכך שהקביים שניתנו לקבוצת ילדים זו באמצעות צורת האותיות השפיעה גם על היכולת שלהם לבדוד צליל פותח בחסות קידום שלוש המיומנויות שנכללות תחת המושג ידע אותיות (רכישת שמות האותיות, צליליהן וצורתן הגרפית). מתאמים אלה מעידים, אף הם, על הישענות על מידע חזותי-מרחבי בעת ביצוע משימות שפתיות, כפי שנמצא אופייני בקרב ילדים עם הפרעה ספציפית בלמידה (Layes et al., 2023).

סיכום, מגבלות והמלצות

המחקר דגן עוסק בקידום הבחנה חזותית, בזיהוי ובשיום אותיות בעברית ובבידוד צליל פותח בעקבות התערבות טכנולוגית עם רובוט הדבורה באמצעות משטחי פעילות משני סוגים: עם צורת האות ובלעדיה כשהיא מסומנת על המשטח. היתרון שנמצא לקבוצת הילדים שפעלו עם משטחי פעילות מסומנים מיוחס לשימוש ברובוט כאמצעי מוחשי ללמידה, בסביבה שמעודדת קישור בין מידע חזותי (צורת האות) למידע שפתי (שם האות והצליל שלה) ובתנאים של עומס קוגניטיבי מופחת. נוסף על כך, השימוש בצורת האות מאפשר עיבוד מידע חזותי מרחבי לצד עיבוד מידע שפתי, באופן שאופייני לאנשים עם הפרעה ספציפית בלמידה שנוטים להסתמך בעיבוד גם על יכולות של המספרה ימין. משיטת המחקר ותוצאותיו מומלץ ללוות תהליכי למידה בקרב ילדים בסיכון להפרעה ספציפית בלמידה בעזרי למידה מוחשיים ובהם אף טכנולוגיים. וכן, "לחזק" למידה של ידע שפתי מילולי באמצעות הערוץ החזותי מרחבי. ייתב עוד יותר ככל שתהליכי למידה אלה יבוצעו

בתנאים של עומס קוגניטיבי מופחת. עם זאת, למחקר הנוכחי מספר מגבלות שיש לשים לב אליהן, ראשית מענה על השאלה: האם תוצאות המחקר היו נשמרות אילו קבוצת הילדים שפעלו עם משטחי פעילות בלתי מסומנים היו פועלים, אף הם, עם משטחי פעילות מסומנים, אלא בתוואי אחר שאיננו תוואי אות המטרה? שנית, לא מן הנמנע כי היה צריך לתשאל את הילדים באשר למידת העומס הקוגניטיבי שהם חוו ולכמת אותו באופן שיאפשר לנו לבחון באמצעים סטטיסטיים את ההנחה בדבר עומס קוגניטיבי מופחת כמאפשר קשב חזותי רב יותר לתוואי המסלול של הרובוט (צורת האות) בהשוואה לקבוצה האחרת.

ביבליוגרפיה

שני, מ', לחמן, ד', שלם, ז', בהט, א' וזייגר, ט' (2006). א'-ת' – מבחן לאבחון ליקויי קריאה וכתובה, על בסיס נורמות ישראליות לאומיות. יסוד.

- American Psychiatric Association [APA]. (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders: DSM-5* (5th ed.). Author.
- Backes, W., Vuurman, E., Wennekes, R., Spronk, P., Wuisman, M., van Engelshoven, J., & Jolles, J. (2002). Atypical brain activation of reading processes in children with developmental dyslexia. *Journal of Child Neurology*, 17(12), 867–871.
<https://doi.org/10.1177/08830738020170121601>
- Balikci, O. S., & Melekoglu, M. A. (2020). Early signs of specific learning disabilities in early childhood. *International Journal of Early Childhood Special Education*, 12(1), 84–95.
<https://doi.org/10.20489/intjecse.722383>
- Brainin, E., Shamir, A., & Eden, S. (2022). Promoting spatial language and ability among SLD children: Can robot programming make a difference? *Journal of Educational Computing Research*, 60(7), 1742–1762. <https://doi.org/10.1177/07356331221083224>
- Brown, L., Sherbenou, R. J., & Johnsen, S. K. (1997). *Test of Nonverbal Intelligence, Examiner's Manual*. Pro-Ed.
- Casey, J. E., Pennington, L. K., & Mireles, S. V. (2021). Technology acceptance model: Assessing preservice teachers' acceptance of floor-robots as a useful pedagogical tool. *Technology, Knowledge and Learning*, 26(3), 499–514.
<https://doi.org/10.1007/s10758-020-09452-8>
- Ehm, J. H., Lonnemann, J., Brandenburg, J., Huschka, S. S., Hasselhorn, M., & Lervag, A. (2019). Exploring factors underlying children's acquisition and retrieval of sound-symbol association skills. *Journal of Experimental Child Psychology*, 177, 86–99.
<https://doi.org/10.1016/j.jecp.2018.07.006>

- Farrag, A. F., Khedr, E. M., & Abel-Naser, W. (2002). Impaired parvocellular pathway in dyslexic children. *European Journal of Neurology*, 9(4), 359-363.
<https://doi.org/10.1046/j.1468-1331.2002.00410.x>
- Gardner, M. F. (1996). *Test of Visual-Perceptual Skills (Non-Motor), Revised*. Health Publishing Company.
- Green, M., & McNair, C. L. (2020). Steamsational writing: An investigation into using robots to inspire children's narrative skills. In M. Green, & L. McNair (Eds.), *Handbook of Research on Integrating Digital Technology With Literacy Pedagogies*. (pp. 175–191). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-0246-4.ch008>
- Jones, C. D., Clark, S. K., & Reutzel, D. R. (2013). Enhancing alphabet knowledge instruction: Research implications and practical strategies for early childhood educators. *Early Childhood Education Journal*, 41, 81-89. <https://doi.org/10.1007/s10643-012-0534-9>
- Kirk, S. A., & Kirk, W. D. (1971). *Psycholinguistic Learning Disabilities: Diagnosis and Remediation*. University of Illinois Press.
- Kourea, L., & Fella, A. (2023). Integrating educational robotics for teaching early literacy skills to students at risk for reading failure. In M. Sofologi, G. Kougioumtzis, & C. Koundourou (Eds.), *Perspectives of Cognitive, Psychosocial, and Learning Difficulties from Childhood to Adulthood: Practical Counseling Strategies*. (pp. 133–154). IGI Global.
<https://doi.org/10.4018/978-1-6684-8203-2.ch008>
- Layes, S., Lalonde, R., & Rebai, M. (2023). Visuo-spatial abilities and phonological awareness as predictors of reading accuracy in Arabic children with and without dyslexia. *International Journal of Disability, Development and Education*, 70(6), 1024–1040.
<https://doi.org/10.1080/1034912X.2021.1952936>

- Levin, I. (2007). The role of Hebrew letter names in early literacy: The case of multiphonemic acrophonic names. *Journal of Experimental Child Psychology*, 98(4), 193–216.
<https://doi.org/10.1016/j.jecp.2007.09.001>
- Mashal, N., & Gankin-Shwartz, R. (2024). Dyslexia: Theories and brain-based interventions. In G. Bennett, & E. Goodall (Eds.), *The Palgrave Encyclopedia of Disability*. (pp. 1-9). Springer Nature Switzerland.
https://doi.org/10.1007/978-3-031-40858-8_195-1
- Mayer, C., Wallner, S., Budde-Spengler, N., Braunert, S., Arndt, P. A., & Kiefer, M. (2020). Literacy training of kindergarten children with pencil, keyboard or tablet stylus: The influence of the writing tool on reading and writing performance at the letter and word level. *Frontiers in Psychology*, 10, 3054.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.03054>
- Moll, K., Thompson, P. A., Mikulajova, M., Jagercikova, Z., Kucharska, A., Franke, H., Hulme, C., & Snowling, M. J. (2016) Precursors of reading difficulties in Czech and Slovak children at-risk of dyslexia. *Dyslexia*, 22, 120–136. <https://doi.org/10.1002/dys.1526>
- Ne'eman, A., & Shaul, S. (2023). The association between emergent literacy and cognitive abilities in kindergarten children. *Child & Youth Care Forum*, 52, pp. 467–488.
<https://doi.org/10.1007/s10566-022-09697-7>
- Pack, Y. H., Choi, N. Y., & Kim, B. (2023). Impact of cognitive load and working memory on preschoolers' learning effectiveness. *Asia Pacific Education Review*, 1-15.
<https://doi.org/10.1007/s12564-023-09898-2>
- Raberger, T., & Wimmer, H. (2003). On the automaticity/cerebellar deficit hypothesis of dyslexia: Balancing and continuous rapid naming in dyslexic and ADHD children. *Neuropsychologia*, 41(11), 1493-1497.
[https://doi.org/10.1016/S0028-3932\(03\)00078-2](https://doi.org/10.1016/S0028-3932(03)00078-2)

- Saiegh-Haddad, E., Shahbari-Kassem, A., & Schiff, R. (2020). Phonological awareness in Arabic: The role of phonological distance, phonological-unit size, and SES. *Reading and Writing*, 33(6), 1649-1674.
<https://doi.org/10.1007/s11145-020-10019-3>
- Snowling, M. (1998). Dyslexia as a phonological deficit: Evidence and implications. *Child Psychology and Psychiatry Review*, 3(1), 4-11.
<https://doi.org/10.1111/1475-3588.00201>
- Snowling, M. J., Nash, H. M., Gooch, D. C., Hayiou-Thomas, M. E., Hulme, C., & Wellcome Language and Reading Project Team. (2019). Developmental outcomes for children at high risk of dyslexia and children with developmental language disorder. *Child Development*, 90(5), e548-e564. <https://doi.org/10.1111/cdev.13216>
- Stein, J. (2014). Dyslexia: The role of vision and visual attention. *Current Developmental Disorders Reports*, 1, 267-280.
<https://doi.org/10.1007/s40474-014-0030-6>
- Sun, L., & Wallach, G. P. (2014). Language disorders are learning disabilities: Challenges on the divergent and diverse paths to language learning disability. *Topics in Language Disorders*, 34(1), 25-38. <https://doi.org/10.1097/TLD.0000000000000005>
- Swanson, H. L., & Zheng, X. (2014). Memory difficulties in children and adults with learning disabilities. In H. L. Swanson, K. R. Harris, & S. Graham (Eds.), *Handbook of Learning Disabilities*. (pp. 214–238). The Guilford Press.
- Temple, E., Deutsch, G. K., Poldrack, R. A., Miller, S. L., Tallal, P., Merzenich, M. M., & Gabrieli, J. D. (2003). Neural deficits in children with dyslexia ameliorated by behavioral remediation: Evidence from functional MRI. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100(5), 2860–2865.
<https://doi.org/10.1073/pnas.0030098100>

Vander Stappen, C., Dricot, L., & Van Reybroeck, M. (2020). RAN training in dyslexia: Behavioral and brain correlates. *Neuropsychologia*, 146, 107566.
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2020.107566>

