

הקשר בין תפקודים ניהוליים ויכולת מתמטית בקרב תלמידי כיתה י"ב

בזיקה להפרעת קשב¹

יחיאל תנעמי

תקציר

עדויות אמפיריות מצביעות בעקביות על הקשר שבין תפקודים ניהוליים (Executive Functions) והפרעת קשב לבין הישגים במתמטיקה, תחום דעת משמעותי להתפתחותו האקדמית של תלמיד. מטרת המחקר לבחון את הקשר שבין תפקודים ניהוליים (על-פי שאלון BRIEF-SR) לבין יכולת מתמטית (יחידות לימוד, והישגי בגרות) והפרעת קשב (עם/בלי), בקרב 370 תלמידי כיתה י"ב הלומדים מתמטיקה בשלוש יחידות לימוד שונות, מהם 84 מאובחנים עם הפרעת קשב.

נמצא קשר חיובי מובהק בין תפקודים ניהוליים לבין יחידות לימוד, ללא תלות בקיומה של הפרעת קשב. לעומת זאת, בקרב תלמידים עם הפרעת קשב לא נמצא קשר בין תפקודים ניהוליים להישגי בגרות במתמטיקה באף אחת מיחידות הלימוד, בזמן שבקרב תלמידים שאינם מאובחנים נמצא קשר רק בקרב 4 יחידות לימוד. כמו כן, נמצא שלתלמידים עם הפרעת קשב תפקודים ניהוליים נמוכים יותר, ללא תלות ביחידות הלימוד.

ההשלכות התיאורטיות של הממצאים נוגעות לקשר שבין התפקודים הניהוליים לבין היכולת המתמטית בקרב האוכלוסיות הנבדקות. ההשלכות היישומיות מתבטאות באפשרות עתידית למתן מענה מותאם בתהליך ההוראה-למידה, בזיקה לתפקודים ניהוליים, למאפייני המשימה ולמאפייני התלמיד.

מילות מפתח: תפקודים ניהוליים, יכולת מתמטית, הפרעת קשב

¹ מחקר זה נערך בתמיכת רשות המחקר של המכללה האקדמית חמדת.

הקשר בין תפקודים ניהוליים ויכולת מתמטית בקרב תלמידי כיתה י"ב

בזיקה להפרעת קשב

יחיאל תנעמי

מבוא

תפקודים ניהוליים הם קבוצה של יכולות המאפשרות לאדם להגדיר מטרות בצורה מכוונת, לפתח תוכנית להשגת המטרות ולווסת התנהגויות קוגניטיביות ורגשיות לצורך השגת מטרות אלו (Anderson, 2001; Gioia, Isquith, Guy & Kenworthy, 2000; Luria, 1966;). בעשור האחרון התפתח הידע בתחום הקשר שבין תפקודים ניהוליים ללמידה (Jacob & Parkinson, 2015). יש עדויות לקשר עקבי בין התפקודים הניהוליים להישגים במתמטיקה (Bull & Lee, 2014), הם משמשים גורם מנבא הצלחה במתמטיקה (Blair et al., 2015) וגורם אפשרי העומד בבסיסן של הפרעות בלמידה (Watson, Gable & Morin, 2016). מקצוע המתמטיקה הוא אחד ממקצועות הליבה בארץ. הוא נלמד לאורך כל שנות החינוך הפורמלי ומוקצה לו המספר הגדול ביותר של שעות הוראה. מתמטיקה מלמדת לחשוב בצורה מופשטת, מדויקת ומסודרת, והיא מקנה הרגלי חשיבה יסודיים (אהרוני, 2004). מתוך כך, מיפוי הקשרים בין הישגים במתמטיקה לתפקודים הניהוליים, הכוללים את אותן מיומנויות הדרושות לחשיבה מורכבת, מאורגנת ומופשטת, עשוי לשפוך אור על האופן שבו אפשר לקדם את הוראת המקצוע, לסייע למורה לשפר את האינטראקציה עם התלמידים וליצוק לתהליך ההוראה-למידה מענה מותאם, ממוקד ומקצועי הן בתחום הדעת, הן בתחום ההתנהגותי והרגשי.

הפרעת קשב היא ההפרעה השכיחה ביותר בקרב תלמידים בבית הספר היסודי והעל-יסודי (הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, 2019). עדויות אמפיריות מרובות מצביעות בעקביות על פגיעתה של הפרעת קשב ביכולות לימודיות שונות, וביניהן יכולות מתמטיות (Geary, 1993; Merrell, Sayal, Tymms & Kasim, 2017; Tanami & Tzuriel, 2007; American Psychiatric Association, 2013). לנוכח מיעוט הידע על הקשר שבין תפקודים ניהוליים

להישגים במתמטיקה בקרב תלמידים עם הפרעת קשב בכיתה י"ב, למחקר זה חשיבות רבה. מטרתו של המחקר לבדוק את הקשר שבין תפקודים ניהוליים להישגי בגרות במתמטיקה בקרב תלמידי כיתה י"ב בזיקה להפרעת קשב וליחידות הלימוד.

רקע תיאורטי

מתמטיקה היא אחד ממקצועות הליבה בארץ הנלמד לאורך כל שנות החינוך הפורמלי – החל בקדם-יסודי וכלה בבית הספר התיכון. זהו אחד המקצועות שמקצה לו המספר הגדול ביותר של שעות הוראה בבתי הספר לאורך השנים, בהשוואה למקצועות הלימוד השונים. למעשה, מתמטיקה היא מפתח לכל המקצועות הנוגעים במדעים מדויקים. בשנים האחרונות, אף הובלטה חשיבות המתמטיקה לחוסנה ולביטחונה של המדינה, חשיבות המהווה מנוף נוסף בקידום למידת המתמטיקה (משרד החינוך, 2015). לצורך קידום התחום, נבנו מסלולי פיתוח מקצועי למורים המלמדים את המקצוע ופותחו חומרי הוראה-למידה מגוונים, כולל לתלמידים מתקשים. כמו כן, נבנו תוכניות התערבות לקידום תלמידים במתמטיקה בשכבות הגיל השונות ובמיוחד בחינוך העל-יסודי.

תוכנית ההיבחנות, המהווה מתווה להוראת מתמטיקה בבית הספר התיכון (משרד החינוך, 2011), מחלקת את אוכלוסיית הלומדים מתמטיקה לשלוש רמות לימוד: רמת 3 יחידות לימוד, הרמה הבסיסית ביותר, רמת 4 יחידות לימוד ורמת 5 יחידות לימוד, הרמה הגבוהה ביותר. בכל אחת משלוש הרמות ישנם שני שאלוני מבחני בגרות חיצוניים הנכתבים על ידי משרד החינוך. מבחינת נושאי הלימוד - ישנם נושאים המשותפים לכל היחידות וישנם נושאים הנלמדים רק בחלקן (משרד החינוך, 2011).

גורמים רבים תורמים לשונות בהישגים המתמטיים, ואלו כוללים גישה למקצוע, מוטיבציה, יכולות שפה ומנת משכל, נוסף על גורמים חברתיים וחינוכיים. ברור שמימונויות חישוביות ספציפיות לתחום המתמטי חיוניות לשם הצלחה בתחום (Gilmore, McCarthy & Spelke, 2010), אולם לכישורים קוגניטיביים נוספים תפקיד משמעותי ביותר. יש חשיבות רבה להכרת כישורים אלו על ידי מורים בהיבט המקצועי, לצורך קידום תלמידיהם.

תפקודים ניהוליים

תפקודים ניהוליים הם קבוצה של יכולות קוגניטיביות והתנהגויות המונחות על ידי קליפת המוח הפרה-פרונטלית. התפקודים הניהוליים מאפשרים לאדם להגדיר מטרות בצורה מכוונת, לפתח תוכנית להשגת המטרות ולווסת התנהגויות קוגניטיביות ורגשיות לצורך השגת מטרות אלו (Anderson, 2001; Gioia, Isquith, Guy, & Kenworthy, 2000; Luria, 1966; Baron,) (2004; Jurado & Rosselli, 2007). במחקר זה נבחרה הגדרתם של גיאוייה ואיסקווית' (Gioia & Isquith, 2004) מהסיבות שלהלן: (א) יש שימוש נרחב במודל זה ובשאלונים בשדה המחקר, בהתייחס לתפקודים ניהוליים בכלל ובהקשרם ללמידה; (ב) למודל זה יש מגוון שאלונים קליניים תקפים ומהימנים; (ג) השאלונים משמשים אנשי מקצוע כמו מרפאים בעיסוק ופסיכולוגים, במהלך אבחונים של תלמידים לצורך קידום במערכת החינוך. לעיתים מורה מתבקש על ידי פסיכולוג להעריך את התפקודים הניהוליים של תלמיד באמצעות אחד משאלונים אלו, וכן לפגוש את ממצאי השאלון בדוחות אבחון של תלמיד או בישיבות צוות רב-מקצועית לצורך בניית תוכניות התערבות פרטנית לתלמיד. גיאוייה ואיסקווית' (Gioia & Isquith, 2004) הגדירו את התפקודים הניהוליים כאוסף של יכולות נבחנות אך קשורות זו בזו, התורמות ליישום פעולות של פתרון בעיות והן מכוונות מטרה. יכולות אלו חולקו על ידם לשני תחומים עיקריים: **ויסות-התנהגות ומטה-קוגניציה**. **ויסות ההתנהגות** מתייחס ליכולות המהוות סמן מקדים לפתרון הולם של בעיות קוגניטיביות. באופן כללי, היכולת לווסת את ההתנהגות תומכת גם בהתפתחות מיומנויות וויסות עצמי וכוללת ארבע פונקציות: עיכוב תגובה (Inhibit), גמישות (Shift), שליטה ברגשות (Emotional Control), בקרה (Monitor). **מטה-קוגניציה** מתייחסת ליכולת לשמר מידע בזיכרון עבודה, לפתור בעיות במגוון תחומים, לארגן את השיטות לפתרון בעיות ולסיים משימות במסגרת הזמן המוקצב (כגון פרויקטים או שיעורי בית) וכוללת ארבע פונקציות: זיכרון עבודה (Working Memory), תכנון והתארגנות (Plan-Organize), ארגון ציוד (Organization of Materials) וכן ייזום (Initiate) או סיום משימה (Task Completion). באופן כללי אפשר לומר שקיימת זיקה בין תחום ויסות התנהגות לתחום המטה-קוגניטיבי, כך שהתפקודים בתחום של ויסות התנהגות מאפשרים

למיומנויות בתחום המטה-קוגניטיבי לכוון בהצלחה פעילות שיטתית של פתרון בעיות (Guy, 2004). חלוקה זו לשני תחומים מאפשרת התערבות ספציפית לקידום התפקודים הניהוליים הלקויים של הפרט בצורה מדויקת יותר בבית הספר ובבית (Grieve, Webne-Behrman, Couillou & Sieben-Schneider, 2014). המחקר הנוכחי יתייחס לשני המדדים הכלליים – מדד ויסות התנהגות ומדד מטה-קוגניציה – ולמדד הניהולי הכללי.

השפעתם של תפקודים ניהוליים רחבה מאוד ובאה לידי ביטוי במישורים שונים - קוגניטיבי, מוטורי, חברתי-רגשי, ומוטיבציוני-אישיותי (Eslinger, 1996). הם תורמים להכוונת פעולות לצורך השגת מטרות התנהגותיות או אקדמיות (Jacob & Parkinson, 2015). תלמידים שלהם מיומנויות ניהוליות יעילות, מחזיקים במפתח להצלחה בבית הספר ובחברה (Miller & Marcovitch, 2011). מהספרות המחקרית העוסקת בתפקודים ניהוליים והישגים במתמטיקה עולה שנמצא קשר עקבי בין התפקודים הניהוליים להישגים במתמטיקה (Bull & Lee, 2014) והם מהווים גורם מנבא להצלחה במתמטיקה (Blair et al., 2015). קשר זה מוסבר באמצעות גורם ניהולי כללי יחיד (Fuhs, Nesbitt, Farran & Dong, 2014) וגם באמצעות תפקודים ניהוליים ספציפיים (Friso-Van den Bos, Vand der Ven, Kroesbergen & Van Luit, 2013), כאשר הקשר של התפקוד הניהולי הכללי חזק יותר ואפשר להסביר באמצעותו את הקשר של מרכיבי התפקודים הניהוליים השונים. כמו כן, נמצא שהקשר בין התפקודים הניהוליים להישגים במתמטיקה נשאר יציב לאורך כל תקופת ההתפתחות (Duncan, 2016). (Nguyen, Miao, McClelland & Bailey, 2016). לאחרונה נערכו שני מחקרים שבחנו את הקשר בין הישגים במתמטיקה לבין תפקודים ניהוליים. במחקר הראשון (תנעמי ועילם, 2021) נבדק הקשר בין תפקודים ניהוליים להישגים במתמטיקה בקרב תלמידי כיתה י"ב שאינם מאובחנים כתלמידים עם לקות למידה והפרעת קשב. נמצאו קשרים מובהקים בין התפקודים הניהוליים לבין מספר יחידות הלימוד לקראת הבגרות והישגים בבחינת הבגרות: (א) התפקודים הניהוליים של תלמידי 5 יחידות לימוד גבוהים מאלו של הלומדים 4 יחידות לימוד, ואלו גבוהים משל הלומדים 3 יחידות לימוד; (ב) ככל שהתפקודים הניהוליים גבוהים

יותר כך ההישגים בבגרות גבוהים יותר רק בקרב תלמידי 4 יחידות לימוד. במחקר השני (תנעמי, בדפוס) נבדק ניבוי הישגי בגרות במתמטיקה על פי תפקודים ניהוליים, מסוגלות עצמית ומגדר בקרב תלמידי כיתה י"ב שאינם מאובחנים עם לקות למידה והפרעת קשב. נמצא שבכל יחידות הלימוד להערכה העצמית של התלמיד את יכולתו במתמטיקה יש תרומה חזקה יותר לניבוי ההישגים במתמטיקה, מאשר כל המשתנים האחרים. כמו כן, נמצאו קשרים מובהקים בין מגדר לבין ההישגים במתמטיקה.

מכל האמור לעיל עולה קשר בין התפקודים הניהוליים להישגים במתמטיקה בכלל ולהישגים בבחינות הבגרות בפרט בקרב תלמידים רגילים. הואיל והפרעת קשב עשויה להיות קשורה הן לתפקודים ניהוליים, הן להישגים במתמטיקה, לא ניתן להסיק מהממצאים שהתקבלו באוכלוסייה עם התפתחות תקינה לאוכלוסייה עם הפרעת קשב ויש מקום לבחון נושא זה במחקר נוסף.

הפרעת קשב

אחת מההפרעות השכיחות ביותר בקרב תלמידים היא הפרעת קשב ושיעור ההפרעה בבית הספר היסודי הוא כ-54% ובבית הספר העל-יסודי כ-64% (הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, 2019). על פי DSM-5 (American Psychiatric Association, 2013) הפרעה זו היא הפרעה נוירו-התפתחותית המתבטאת בקשיים בקשב ובריכוז, וכן בהיפראקטיביות ובאימפולסיביות הפוגעים בתפקודו של הפרט. התסמינים של ההפרעה גורמים למצוקה גלויה או סמויה באדם ולא ניתן להסביר אותם באמצעות הפרעות אחרות דומות. להפרעה עוצמה ודרגת חומרה - חלשה, בינונית או חמורה. שכיחותה מוערכת ב-5%-10% מכלל אוכלוסיית הילדים בגיל בית ספר. כיום ידוע שהיא אינה חולפת בגיל ההתבגרות ולכן התופעה מלווה חלק ניכר מהלוקים בה גם בגיל ההתבגרות ובבגרות. אבחון וטיפול מוקדם יכולים למנוע תחלואה נלווית משמעותית בעיקר בתחום ההתנהגותי-הרגשי (פסיכיאטרי). הפרעת קשב וריכוז כוללת שלושה מרכיבים שעשויים להופיע בנפרד או במקביל: ליקוי בקשב, היפראקטיביות ואימפולסיביות.

יש בספרות עדויות אמפיריות מרובות המצביעות בעקביות על כך שהפרעת קשב פוגעת ביכולות לימודיות שונות, כולל יכולות מתמטיות (Barkley, 2015; Stern & Shalev, 2013; Merrell, Sayal, Tymms & Kasim, 2017; Tanami & Tzuriel, 2007; American Psychiatric Association, 2013). הקשר בין קשב לביצוע מתמטי נמצא במחקרים שעסקו בילדים עם הפרעת קשב (Ackerman, Anhalt & Dykman, 1986; Antonini, Kingery, Narad, Langberg, Tamm & Epstein, 2016; Badian, 1983; Barkley, Fischer, Edelson & Smallish, 1990; Calub, Rapport, Friedman & Eckrich, 2019; Ashcraft, 2019; Askenazi & Henik, 2010; Badian, 1983; Geary, 2013; Shalev, Auerbach & Gross-Tsur, 1995; Merrell & Tymms, 2001; Tanami & Tzuriel, 2007).

מרל ותימס (Merrell & Tymms, 2001) בדקו את השפעת הפרעת קשב על למידת מתמטיקה בקרב אוכלוסיות רגילות שאינן מוגדרות באופן רשמי עם הפרעת קשב. הם דיווחו שתלמידים שהוערכו על ידי מוריהם כבעלי קשב נמוך, השיגו הישגים נמוכים בקריאה ובמתמטיקה בהשוואה לבני גילם, וממצאים אלו תואמים לממצאי תלמידים אשר אובחנו באופן רשמי עם הפרעת קשב. עם זאת, מחקרים אחרים לא דיווחו על השפעה ברורה של הפרעת קשב על התפתחות מתמטית (Lucangieli & Cabrele, 2006). תנעמי וצוריאלי (Tanami & Tzuriel, 2001) הבחינו בין סוגי קשב (למשל, קשב חזותי ושמיעתי, פונקציות שונות של קשב) וסוגי ביצוע מתמטי. הם מצאו שלקשב חזותי תרומה מובהקת לפתרון משוואות בנעלם אחד, וקשב שמיעתי קשור לשגיאות תהליך (כמו שגיאות חישוב, שגיאות העתקה), שאינן בהכרח קשורות למיומנויות הספציפיות של פתרון משוואות בנעלם אחד. כמו כן, הם מצאו קשר חיובי מובהק בין ארבע פונקציות של קשב - הכוונת קשב, קשב סלקטיבי, התמדת קשב וניהול קשב - לבין ביצוע פרוצדורות לפתרון משוואות בנעלם אחד, כאשר לפונקציית בקרת קשב תרומה גבוהה יותר יחסית לפונקציות האחרות (Tanami & Tzuriel, 2007).

הקשר בין תפקודים ניהוליים לבין הישגי מבחן בגרות במתמטיקה לא נבדק עדיין בקרב תלמידים עם הפרעת קשב. המחקר הנוכחי מתמקד בנושא זה והוא מהווה המשך לשני המחקרים שנזכרו לעיל. מיקוד מחקר זה בתלמידים עם הפרעת קשב עומד בהלימה לתפיסתו של ברקלי, שלפיה הקושי העיקרי של הפרעת קשב וריכוז הוא קושי בתפקודים הניהוליים (Barkley, 1997). תמיכה אמפירית לתפיסתו של ברקלי באה ממחקרים שונים שבדקו את ההבדלים בתפקודים הניהוליים בין סוגי הפרעת הקשב (Corbett & Stanczak, 1999; Geurts, Verté, Oosterlaan, Roeyers & Sergeant, 2005; Di Trani, Casini, Capuzzo, Gentile, Bianco, Menghini et al., 2011). במחקרים אלו לא נמצאו הבדלים במדדי התפקודים הניהוליים בין סוגי הפרעות הקשב. כמו כן, נמצא שתסמיני הפרעת קשב קשורים בקשר חזק עם תפקודים ניהוליים ואף מנבאים אותם (Silverstein, Faraone, Leon, Biederman, Spencer & Adler, 2020).

לנוכח מיעוט הידע בנוגע לקשר בין תפקודים ניהוליים להישגים במתמטיקה בכלל, ובקרב מתבגרים עם הפרעת קשב ברמות ידע שונות בפרט, המחקר הנוכחי יבחן את הקשר שבין התפקודים הניהוליים לבין שני מאפיינים של תלמידים בכיתה י"ב - היכולת המתמטית והפרעת קשב.

מטרות המחקר ושאלות המחקר

מטרת המחקר הנוכחי לבחון את הקשר שבין התפקודים הניהוליים לבין שני מאפיינים של תלמידים בכיתה י"ב - היכולת המתמטית והפרעת קשב. ממטרה זו נגזרות השאלות הבאות:

- א. האם יש קשר בין תפקודים ניהוליים ליכולת מתמטית (מספר יחידות הלימוד לבגרות במתמטיקה)? קשר זה ייבחן לגבי כל המדגם וכן בזיקה להפרעת קשב.
- ב. האם יש קשר בין תפקודים ניהוליים לבין הפרעת קשב? קשר זה ייבחן לגבי כל המדגם וכן בזיקה ליחידות הלימוד.
- ג. האם יש קשר בין תפקודים ניהוליים להישגים במתמטיקה (ציון בגרות)? קשר זה ייבחן לגבי כל המדגם וכן בזיקה להפרעת קשב.

שאלות אלו ייבחנו לגבי המדדים הכלליים – מדד ניהולי ככלי מדד מטה-קוגניציה ומדד ויסות התנהגות.

שיטת המחקר

משתתפים

את השאלון מילאו 426 תלמידי כיתות י"ב הלומדים מתמטיקה ביחידות לימוד שונות – 3,4,5, בשישה בתי ספר רגילים במרכז הארץ ובדרומה במגזר היהודי. אוכלוסייה זו נבחרה מאחר שבשנת הלימודים האחרונה בבית הספר התיכון רמת הלימוד של כל תלמיד יציבה. כמו כן, התלמידים כבר נבחנו בחינה אחת לקראת בגרות ברמת הלימוד שהם לומדים בה. מתוך כל ממלאי השאלון נפסלו 17 תלמידים: שלושה בשל שליליות במתן מענה לשאלון התפקודים הניהוליים, 13 בשל חוסר עקביות במתן מענה על שאלון התפקודים הניהוליים, ואחד בשל חריגת הגיל מהנורמה של השאלון. נותרו 409 תלמידים, מתוכם 37% בנים ו-63% בנות בגילאי 16-18. 9.5% מהתלמידים במחקר דיווחו שהם מאובחנים כבעלי לקות למידה, 16.1% דיווחו שהם מאובחנים כבעלי הפרעת קשב ו-4.4% דיווחו שהם מאובחנים כלקויי למידה וגם עם הפרעת קשב. לצורך בחינת ההשפעה המדויקת של ההפרעה על ההישגים במתמטיקה במחקר זה נבדקו רק התלמידים המאובחנים עם הפרעת קשב. המדגם הסופי כלל 370 תלמידים, מתוכם 160 נבחנו בקבוצת 3 יחידות לימוד (41% בנים), 78 נבחנו בקבוצת 4 יחידות לימוד (33% בנים) ו-132 למדו בקבוצת 5 יחידות לימוד (37%). בלוח 1 מוצגת התפלגות התלמידים בשלוש קבוצות הלימוד – 3,4,5 יחידות לימוד.

לוח 1: התפלגות התלמידים בדיקה ליחידות הלימוד ולסטטוס ההפרעה

סה"כ	5	4	3	יחידות לימוד	
84	21	16	47	N	
100%	25.0%	19.0%	56.0%	% מתוך סה"כ השורה	מאובחנים עם הפרעת קשב
	16%	20%	30%	% מתוך העמודה	
286	111	62	113	N	
100%	38.8%	21.7%	39.5%	% לא מאובחנים מתוך סה"כ השורה	לא מאובחנים
	84%	80%	70%	% מתוך העמודה	
	100%	100%	100%		

לגבי חלוקת התלמידים ביחידות הלימוד השונות, אין הנחיה רשמית של משרד החינוך לאופן שיבוץ תלמיד ביחידות הלימוד השונות במעבר מכיתה ט' לכיתה י'. באופן כללי, השיבוץ נקבע על ידי צוות המתמטיקה בבית הספר בהלימה להישגי התלמיד בכיתה ט' (כולל קורס קיץ, מבחני מעבר בחופש ועוד) וכן מחוות הדעת של המורה שלימד אותו בכיתה ט' לגבי יכולותיו ורמת תפקודו לאורך השנה. חוות הדעת של המורה מתייחסת לחשיבה החשבונית, למוטיבציה, להתמדה וכדומה. גישה זו עומדת בהלימה לנכתב בספרות לגבי היכולת החשבונית, שהיא תוצר של חשיבה חשבונית מולדת וממגוון של פרמטרים סביבתיים, קוגניטיביים, רגשיים-התנהגותיים, כמו פונקציות ניהוליות מיומנויות מרחביות וקשב, המשפיעים על החשיבה החשבונית (Looi & Kadosh, 2016). ראוי לציין שבכיתה ט' התלמידים לומדים בדרך כלל בשלוש הקבוצות לימוד מובהקות – הקבוצה א' לטובים, הקבוצה ב' לבינוניים והקבוצה ג' לתלמידים החלשים. לעיתים יש אף רמות ביניים להקבוצות א' ו-ב'. כמו כן, ניתנת האפשרות לתלמידים לעשות מבחני מעבר במתמטיקה במהלך חופשת הקיץ לקראת כיתה י' וכן ניתנים קורסי קיץ לצורך כך. בתהליך החלוקה ליחידת לימוד, תחילה ישובצו

התלמידים שלגביהם יש לצוות ביטחון לגבי רמת יחידות הלימוד המתאימה להם. לגבי האחרים, המגמה היא לאפשר לכל מי שיכול להתחיל את לימודיו ברמה גבוהה יותר, להוכיח את עצמו. הדבר נובע מתוך תפיסה שלעיתים במעבר לכיתה י', תלמידים מתגייסים לתהליך הלמידה ומוכיחים את עצמם בהקבצות הגבוהות. כמו כן, מאחר שקל יותר לרדת ליחידת לימוד נמוכה יותר מאשר לעלות לרמת יחידת לימוד גבוהה יותר. לאור זאת, קיימת אפשרות שתלמיד שהחשיבה החשבונית שלו אינה גבוהה אך יש לו מוטיבציה ויכולת התמדה טובות, ישובץ ברמת יחידת לימוד גבוהה בעוד שתלמיד עם חשיבה חשבונית טובה אך ההתמדה והמוטיבציה שלו נמוכות, לא בטוח שישוּבץ אף הוא ברמת לימוד גבוהה. למעשה, רמת יחידת הלימוד שבה התלמיד לומד משקפת היכולת המתמטית שלו כמורכבת ממגוון יכולות של התלמיד – חשיבה מתמטית ומגוון תפקודי לומד המשפיעים על החשיבה המתמטית כפי שנזכר לעיל.

נבדקו ההבדלים בהישגים בבחינת הבגרות במתמטיקה בכל יחידת לימוד בזיקה לסטטוס הפרעת קשב (מאובחנים שיש להם הפרעת קשב וכאלה שאינם מאובחנים). לא נמצאו הבדלים מובהקים בהישגים בבחינת הבגרות בין תלמידים מאובחנים עם הפרעת קשב לבין אלו שאינם מאובחנים בזיקה ליחידות הלימוד השונות. בשל כך, מוצגים הממוצעים של כל יחידת לימוד ללא הבחנה בין מאובחנים למי שאינם מאובחנים.

לוח 2: התפלגות ציוני בחינות הבגרות בזיקה ליחידות הלימוד

יחידות לימוד	3	4	5
ממוצע הישגים במתמטיקה	88.45	85.39	81.53
ס"ת הישגים במתמטיקה	14.76	10.61	13.16

כלי המחקר

א. **בדיקת התפקודים הניהוליים** שאלון The Behavior Rating Inventory of Executive Function–Self Report - BRIEF-SR (Guy, Gioia & Isquith, 2004). שאלון זה הוא שאלון דיווח עצמי להערכת תפקודים ניהוליים של מתבגרים בני 11-18, הכולל 80 היגדים שבאמצעותם נבדקים שמונה מרכיבים קליניים שונים של תפקודים ניהוליים. שמונת המרכיבים מחולקים לשני סולמות: **סולם ויסות התנהגות**, הכולל עיכוב תגובה (13 פריטים), גמישות (10 פריטים), שליטה ברגשות (10 פריטים) ובקרה על התנהגות (5 פריטים) ו**סולם מטה-קוגניציה** הכולל סיום משימה (10 פריטים), זיכרון עבודה (12 פריטים), תכנון וארגון (13 פריטים), ארגון חפצים (7 פריטים). המשיב מתבקש לסמן את התדירות שבה מתקיימות ההתנהגויות המתוארות בכל היגד בסולם ליקרט של 3 דרגות: 1 - אף פעם לא, 2 - מדי פעם, 3 - לעיתים קרובות או תמיד. לכל מרכיב קליני מחושב ציון. למבחן מתקבלים שלושה מדדים: **מדד ויסות התנהגות ומדד מטה-קוגניציה**, שיחד מרכיבים את **המדד הניהולי הכללי**. מידת התקינות בכל אחד מהמרכיבים הקליניים או המדדים נקבע על פי הציון המתקבל כדלהלן: ציון 65 ויותר נחשב לקוי; הטווח שבין 60 ל-65 נחשב תפקוד בסיכון; ציון קטן מ-60 נחשב תקין. מחקרים בארה"ב תומכים במהימנות ובתוקף שאלוני BRIEF השונים (Gioia et al., 2000).

כדי לבדוק את מהימנות השאלון, נבדקה המהימנות של כל אחד משלושת המדדים: מדד ויסות התנהגות, מדד מטה-קוגניציה ומדד ניהולי כללי. בלוח 3 מוצגת המהימנות של כל אחד מהמדדים, מספר ההיגדים שבהם נבדק המדד הניהולי ודוגמאות להיגדים מתוך ההיגדים הבודקים את המדד.

לוח 3: מקדמי מהימנות של מדד ויסות התנהגות, מדד מטה-קוגניטיבי ומדד ניהולי כללי (N=410)

המדד	מספר היגדים בשאלון	דוגמה להיגדים של המדד	מהימנות אלפא של קרונברך
ויסות התנהגות	38	- אני אימפולסיבי	.925
		- כל שינוי לא צפוי מפריע לי (לדוגמה, אם מתחלפת מורה או משתנה פעילות)	
		- יש לי התפרצויות זעם	
		- אני לא מודע לדרך שבה התנהגותי משפיעה על אחרים או מפריעה להם	
מטה קוגניציה	42	- אני מתקשה להתארגן בבוקר (לקראת בית הספר או לעבודה)	.935
		- המקום שבו אני מכין את שיעורי מבולגן	
		- אני שוכח מה עליי לעשות באמצע המשימה	
ניהולי כללי	80	- אני מתקשה לסיים משימה בכוחות עצמי	.955

מלוח 3 עולה שלשלושת המדדים מהימנות גבוהה. כמו כן, חושב מתאם פירסון בין שני המדדים הכלליים – מדד ויסות התנהגות ומדד מטה-קוגניציה – ונמצא מתאם חיובי מובהק ברמה בינונית-גבוהה ($r=.60$ $p<.001$). גם מתאם זה מצביע על קשר בינוני שמחזק את התוקף הנבדל של שני המדדים.

ב. **שאלון פרטים אישיים:** נבנה על ידי עורך המחקר, במטרה לקבל נתוני רקע בסיסיים על הנבדקים, כגון מגדר, כיתה, רמת לימודים במתמטיקה ובירור לגבי קיומה של לקות למידה או הפרעת קשב וריכוז. חלק זה כולל תשע שאלות.

ג. **הישגים במתמטיקה:** ההישגים במתמטיקה הם ציונים בבחינת הבגרות הראשונה במתמטיקה שנערכה בסוף כיתה י"א בכל אחת מיחידות הלימוד. ציון זה הוא תוצר משוקלל של ציון המגן במתמטיקה וציון בבחינת הבגרות במתמטיקה. יש לציין שבחינות הבגרות של כל יחידת לימוד נבדלות זו מזו בתכנים וברמת הקושי ולכן לא ניתן לערוך השוואות ישירות בין ההישגים בבחינת הבגרות של התלמידים הלומדים ביחידות הלימוד השונות.

הליך המחקר

השאלון הועבר למשתתפים על ידי עורך המחקר במפגש אחד של 30 דקות. לתלמידים הוסבר שהשאלון הוא אנונימי, אינו קשור ללימודים הסדירים שלהם בבית הספר ושהם יכולים להפסיק למלא אותו כשהם רוצים.

אתיקה

ביצוע המחקר אושר על ידי המדען הראשי של משרד החינוך.

ממצאים

בבחינת שתי שאלות המחקר הראשונות בוצע ניתוח שונות תלת-כיווני לבדיקת ההבדלים בין יחידות הלימוד השונות בזיקה לסטטוס (עם/בלי הפרעת קשב) ומגדר: 3 (יחידות לימוד) 2×3 (סטטוס) 2×2 (מגדר). הניתוח נערך על כל אחד משלושת המדדים המרכזיים – מדד ניהולי כללי, מדד ויסות התנהגות ומדד מטה-קוגניציה. לא נמצאה אינטראקציה בין מגדר לבין יחידות לימוד וסטטוס התלמיד, לכן צורפו הבנים והבנות לניתוחים הבאים: נערך ניתוח שונות דו-כיווני רב-משתני (Tow Way Manova) שבו המשתנים הבלתי-תלויים הם מספר יחידות לימוד וסטטוס ההפרעה. המשתנים התלויים היו שלושת המדדים המרכזיים של הפונקציות הניהוליות. תחילה יוצגו הממוצעים וסטיות התקן של שלושת מדדי התפקודים הניהוליים בזיקה ליחידות הלימוד ולסטטוס ההפרעה. לאחר מכן יוצגו תוצאות ניתוחי השונות הדו-כיווני אשר

יקושרו לכל אחת משאלות המחקר. לוח 4 מציג את הממוצעים ואת סטיות התקן של שלושת המדדים בזיקה למספר יחידות לימוד וסטטוס.

לוח 4: ממוצעים וסטיות תקן של מדד ניהולי כללי, מדד מטה-קוגניציה ומדד ויסות התנהגות בקרב תלמידים מאובחנים עם הפרעת קשב ושיאנים מאובחנים

סטטוס	המדד	3 יח"ל N=160	4 יח"ל N=78	5 יח"ל N=132	סה"כ N=370
ללא הפרעת קשב	ניהולי כללי	55.33 (9.67)	52.95 (10.10)	49.71 (10.64)	52.63 (10.42)
	מטה קוגניציה	54.91 (9.43)	54.53 (12.88)	50.23 (11.26)	53.01 (11.14)
	ויסות התנהגות	55.15 (10.70)	52.39 (10.23)	48.96 (8.99)	52.15 (10.30)
	ניהולי כללי	60.21 (10.73)	55.44 (10.15)	56.48 (13.86)	58.37 (11.54)
עם הפרעת קשב	מטה קוגניציה	59.29 (11.46)	56.44 (11.23)	58.10 (15.98)	58.63 (12.60)
	ויסות התנהגות	59.43 (11.78)	53.50 (9.90)	54.86 (14.99)	57.15 (12.48)
	ניהולי כללי	56.76 (10.21)	53.46 (10.10)	50.79 (11.43)	53.94 (10.94)
	מטה קוגניציה	56.29 (10.26)	54.92 (12.51)	51.48 (12.40)	54.29 (11.72)
סה"כ	ויסות התנהגות	56.41 (11.71)	52.62 (10.10)	49.90 (10.34)	53.29 (11.02)

הערה: ערך גבוה של תפקוד ניהולי מעיד על רמה תפקודית נמוכה יותר.

לוח 5: תוצאות ניתוח שונות דו-כיווני: סטטוס X יחידות לימוד

אינטראקציה יחידות X סטטוס		אפקט סטטוס הפרעת קשב		אפקט יחידות לימוד		המדד
F	df	F	df	F	df	
.613	4,728	5.40**	2,363	3.58**	4,728	Multi-Variate ניהולי כללי
1.045	2,135	9.81**	1,1268	1.80	2,232	Uni-Variate מטה קוגניציה
.770	2,86	6.92**	1,769	7.12**	2,791	Uni-Variate ויסת התנהגות

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

מלוח 5 עולים הממצאים הבאים:

א. שאלת המחקר הראשונה בדקה אם יש קשר בין תפקודים ניהוליים ליכולת מתמטית,

כאשר יחידות הלימוד מייצגות את היכולת המתמטית.

- נמצא אפקט מובהק של יחידות לימוד על המדד הכללי ועל מדד ויסות-התנהגות. מבחן פוסט הוק מסוג Duncan הראה הבדלים מובהקים בין כל שלוש היחידות, כך שהתפקודים הניהוליים של תלמידי 5 יחידות לימוד גבוהים מאלו של שתי היחידות האחרות, והתפקודים הניהוליים של תלמידי 4 יחידות לימוד גבוהים מאלו של תלמידי 3 יחידות לימוד.

- לא נמצא אפקט אינטראקציה עם הסטטוס. כלומר, ההבדלים בין יחידות הלימוד בתפקודים הניהוליים מאפיינים תלמידים עם הפרעת קשב ותלמידים ללא הפרעת קשב כאחד.

- לא נמצא אפקט מובהק של יחידות לימוד על מדד מטה-קוגניציה.

ב. שאלת המחקר השנייה בדקה אם יש הבדלים בתפקודים הניהוליים בין תלמידים עם הפרעת קשה וללא הפרעת קשב.

- נמצא אפקט מובהק של סטטוס, כך שתלמידים עם הפרעת קשב הם עם רמת תפקודים ניהוליים נמוכה יותר מזו של תלמידים ללא הפרעת קשב, בכל שלושת המדדים המרכזיים.

- לא נמצא אפקט מובהק של אינטראקציה בין סטטוס לבין יחידות לימוד, כלומר הרמה הנמוכה יותר של תלמידים עם הפרעת קשב נמצאה בכל אחת משלוש יחידות הלימוד.
- ג. שאלת המחקר השלישית בדקה אם יש קשר בין תפקודים ניהוליים להישגים במתמטיקה (ציון בגרות), בזיקה לסטטוס (עם/בלי הפרעת קשב).

לוח 6: תוצאות מתאמי פירסון בין רמת התפקודים הניהוליים המרכזיים להישגים במתמטיקה בזיקה לסטטוס

5 יח"ל		4 יח"ל		3 יח"ל		הפרעת קשב המדד
ללא N=111	עם N=21	ללא N=62	עם N=16	ללא N=112	עם N=46	
.11	.16	.43**	.16	.10	.11	ניהולי כללי
.06	.32	.33**	.32	.14	.17	מטה קוגניציה
.13	.07	.39**	.07	.05	.01	ויסות התנהגות
*p<.05 **p<.01 ***p<.001						

מלוח 6 עולה שרק בקרב תלמידי 4 יחידות לימוד נמצאו קשרים חיוביים בעוצמה בינונית בין הציון בבחינת הבגרות לבין שלושת המדדים של התפקודים הניהוליים. כלומר, ככל שרמת התפקודים הניהוליים גבוהה יותר כך גבוהים יותר ההישגים בבחינת הבגרות. קשרים אלו נמצאו רק בקרב תלמידי 4 יחידות לימוד שאינם מאובחנים עם הפרעת קשב.

מגדר

מטרתנו היא לעמוד על ההבדלים בין בנים לבנות בתפקודים הניהוליים בזיקה ליחידות הלימוד ולסטטוס. על פי ניתוח שונות תלת-כיווני שהוזכר בתחילת פרק הממצאים, לא נמצאה אינטראקציה בין מגדר, יחידות לימוד וסטטוס. המשמעות היא שההבדלים בתפקודים הניהוליים בזיקה לסטטוס ובזיקה ליחידות הלימוד אינם שונים בקרב בנים ובנות. לעומת זאת, נמצאה אינטראקציה בין מגדר ליחידות לימוד. בשל כך, נערך ניתוח שונות דו-כיווני (Two

Way Anova) שבו המשתנים הבלתי-תלויים הם מגדר ויחידות לימוד. המשתנים התלויים היו שלושת המדדים של הפונקציות הניהוליות - מדד ניהולי כללי, מדד מטה קוגניציה ומדד ויסות התנהגות כפי שיוצגו להלן בלוח 7.

לוח 7: מדד ניהולי כללי, מדד מטה-קוגניציה ומדד ויסות התנהגות - ממוצעים, סטיות תקן ותוצאות הבדלי מגדר באופן כללי וביחידות הלימוד השונות

המדד	יחידות לימוד	N	ממוצע	ס"ת	N	ממוצע	ס"ת	t-test
ניהולי כללי	3	66	53.38	7.87	94	59.14	11.01	3.86***
	4	26	56.27	11.28	52	52.06	9.25	N.S.
	5	43	47.95	10.80	89	52.16	11.54	2.00*
מטה קוגניציה	3	66	53.15	7.78	94	58.50	11.22	3.56***
	4	26	58.19	10.93	52	53.29	13.02	N.S.
	5	43	48.40	9.42	89	52.97	13.40	2.26*
ויסות התנהגות	אפקט עיקרי	135	51.00	10.06	235	54.60	11.35	8.09**
	3	66	53.35	9.38	94	58.55	11.86	3.10**
	4	26	52.88	11.46	52	52.48	9.49	N.S.
	5	43	46.26	8.64	89	51.66	10.67	2.90**

***p<.001 **p<.01 *p<.05

הערה: ערך גבוה של תפקוד ניהולי מעיד על רמה תפקודית נמוכה יותר.

מלוח 7 עולים הממצאים הבאים:

- נמצא אפקט עיקרי מובהק למגדר רק במדד ויסות התנהגות $F(1,364)=8.09$, $p<.01$.
- המשמעות היא שמדד ויסות התנהגות של בנים טוב יותר באופן מובהק מזה של בנות, ללא קשר ליחידות הלימוד השונות.

- נמצאה אינטראקציה בין מגדר ליחידות לימוד בממד הניהולי הכללי, $F(2,364)=5.70$, $p<.01$, ובמדד מטה-קוגניציה $F(2,364)=5.32$, $p<.01$. כדי לבדוק את מקור האינטראקציה בוצעו t-test למדגמים בלתי-תלויים בכל אחת מיחידות הלימוד, כאשר המשתנה התלוי הוא הממד הניהולי הכללי וממד מטה-קוגניציה והמשתנה הבלתי-תלוי הוא מגדר. עוד עולה שרק בקרב תלמידים הלומדים בשלוש יחידות לימוד וחמש יחידות לימוד, נמצא הבדל מובהק בין בנים לבנות בממד הניהולי הכללי ובמדד מטה-קוגניציה, כך שבשני מדדים אלו רמת הבנים טובה יותר מזו של הבנות.

דיון

שני מחקרים קודמים עסקו בתלמידי כיתה י"ב שאינם מאובחנים עם לקות למידה או הפרעת קשב. נבדק בהם הקשר שבין תפקודים ניהוליים להישגים במתמטיקה (תנעמי ועילם, 2021) וכן נבדק ניבוי הישגי בגרות במתמטיקה על פי תפקודים ניהוליים, מסוגלות עצמית ומגדר (תנעמי ועילם, בדפוס). מחקר זה מהווה המשך לשני מחקרים אלו ובא לבדוק את הקשר שבין תפקודים ניהוליים להישגים במתמטיקה בקרב תלמידים המאובחנים עם הפרעת קשב, אוכלוסייה ששכיחותה היא הגדולה ביותר מבין בעלי הסוגים השונים של הלקויות הניגשים לבחינות בגרות. בשל כך הדיון יתמקד בממצאי תלמידים עם הפרעת קשב, תוך השוואתם לממצאי תלמידים שאינם מאובחנים בהפרעה כלשהי, כדי לעמוד על הייחודיות של התפקודים הניהוליים של תלמידים עם הפרעת קשב. במחקר נבדקה רמת התפקודים הניהוליים של תלמידים אלו, נבדק הקשר בין התפקודים הניהוליים לבין הישגי התלמידים בבחינת הבגרות במתמטיקה ונבדקו ההבדלים בתפקודים הניהוליים בין בנים לבנות - כל אלו בזיקה ליחידות הלימוד השונות.

תפקודים ניהוליים בקרב תלמידים הלומדים ביחידות לימוד שונות, בזיקה להפרעת קשב
מבדיקת התפקודים הניהוליים בין יחידות הלימוד נמצאו הבדלים מובהקים בתפקודים הניהוליים בין יחידות הלימוד השונות (במדד הניהולי כללי ובמדד מטה-קוגניציה), כך שרמת

התפקודים הניהוליים של תלמידי 5 יחידות לימוד גבוהה יותר משל שתי האחרות, ורמת התפקודים הניהוליים של תלמידי 4 יחידות לימוד גבוהה יותר משל תלמידי 3 יחידות לימוד. יש לציין שהבדלים אלו נמצאו גם בקרב תלמידים שאינם מאובחנים, ושרמת ההבדלים בין שתי האוכלוסיות דומה בכל שלוש יחידות הלימוד.

ממצאים אלו תומכים בממצאי מחקרים קודמים שמצאו קשר עקבי בין תפקודים ניהוליים להישגים במתמטיקה (Bull & Lee, 2014; Friso-van den Bos, van der Ven, 2013; Kroesbergen & van Luit, 2013), ניבאו הצלחה במתמטיקה (Fuhs, 2015; Blair et al., 2014; Nesbitt, Farran & Dong, 2014; McClelland et al., 2014) והצביעו על קשר בין תפקודים ניהוליים לבין רמת הידע המתמטי הנדרש מבוגר בית ספר תיכון בהלימה ליחידות הלימוד השונות – 3, 4, 5 (תנעמי ועילם, 2021).

ממצאי המחקר הנוכחי מחזקים את ממצאי המחקרים הקיימים בכך שהם מצביעים על עקביות הקשר שבין תפקודים ניהוליים לרמת הידע המתמטי הנדרש מבוגר בית ספר תיכון להציג בבחינת הבגרות במתמטיקה ביחידת הלימוד השונות – 3, 4, 5, אשר נשמר גם בקרב תלמידים עם הפרעת קשב כמו אצל תלמידים עם התפתחות תקינה. ככל שמספר יחידות הלימוד גדול יותר כך גדול יותר מספר הנושאים הנלמדים, רמת ההעמקה בהם והמורכבות שלהם. עקביות זו באה לידי ביטוי גם בפער בתפקודים הניהוליים בין שתי האוכלוסיות שהיה דומה ביחידות הלימוד השונות. יש לציין שהקשר בין רמת התפקודים הניהוליים ורמת יחידות הלימוד במתמטיקה של שתי האוכלוסיות כפי שנמצאו במחקר זה, יכול לנבוע מזיקת גומלין בין השניים. כלומר, ייתכן שתלמידים הלומדים ברמת יחידת לימוד גבוהה יותר הם מלכתחילה בעלי רמה גבוהה יותר של תפקודים ניהוליים בקרב שתי האוכלוסיות. כמו כן, התמודדות עם מטלות מורכבות ומאתגרות יותר, תוך כדי תהליך ההוראה-למידה במתמטיקה, מקדמת את התפקודים הניהוליים של התלמידים, דבר שכדאי לבדוק במחקרי המשך בזיקה לשתי האוכלוסיות.

תפקודים ניהוליים בקרב תלמידים בזיקה להפרעת קשב

במחקר הנוכחי נמצא שרמת התפקודים הניהוליים של תלמידים עם הפרעת קשב נמוכה יותר מזו של תלמידים שאינם מאובחנים, בכל שלושת המדדים המרכזיים. הדבר בא לידי ביטוי בקרב כל התלמידים וגם בכל אחת מיחידות הלימוד השונות.

ממצאים אלו עולים בקנה אחד עם ממצאים קודמים המראים שלתלמידים עם הפרעת קשב יש קושי משמעותי בתפקודים הניהוליים (Barkley, 1997; Silverstein, Faraone, Leon,) (Biederman, Spencer & Adler, 2020) וכן לתלמידים שאובחנו עם לקויות כלשהן, יש תפקודים ניהוליים נמוכים יותר מתלמידים ללא לקות (Meltzer & Krishnan, 2007).

הממצאים במחקר הנוכחי מרחיבים את הממצאים הידועים עד כה, ומצביעים על כך שגם לתלמידים עם הפרעת קשב הלומדים מתמטיקה ברמת 5 יחידות לימוד יש תפקודים ניהוליים נמוכים. אם כך, ממצאי המחקר הנוכחי מחזקים את הטענה שתפקודים ניהוליים מהווים נקודת תורפה בקרב תלמידים עם הפרעת קשב. במחקר זה נמצא שיש שיעור לא מבוטל של תלמידים המאובחנים עם הפרעת קשב בכל אחת משלוש יחידות הלימוד: 25% מתלמידי 5 יחידות לימוד, 16% מתלמידי 4 יחידות לימוד ו- 56% מתלמידי 3 יחידות לימוד. המשמעות המעשית היא, שמודעותו של מורה לממצא זה עשויה לסייע לו בתהליך ההוראה-למידה בכיתה ובשעות פרטניות. בעת תכנון ההוראה של משימות או נושאים, חשוב שהמורה ייקח בחשבון את התפקודים הניהוליים המשמעותיים לצורך הבנת המשימה וייתן להם מענה בתהליך ההוראה-למידה, בהלימה למורכבות הכיתה והמשימה. לדוגמה, ידע מתמטי מושתת על ידע קונספטואלי בסיסי של נושא וכן שליטה במיומנות של פרוצדורות הקשורות ומתאימות לנושא (Geary & Hoard, 2005; Geary, 2004). במשימות מתמטיות כמו בגיאומטריה אנליטית, שבהן נדרש התלמיד למצוא תחומי עלייה וירידה של פרבולה, משימה זו דורשת שימוש בידע קונספטואלי ופרוצדורלי של הנושא - הבנת המשמעות שערך ה-X של קודקוד הפרבולה הוא הנתון המשמעותי לצורך מתן התשובה. כמו כן, אפשר למצוא אותו באחת משתי דרכים לבחירת התלמיד - האחת באמצעות נוסחה והשנייה באמצעות אמצע הקטע בין שתי נקודות החיתוך של הפרבולה עם ציר ה-X. כדי לפתור שאלה כזו, נדרש תכנון של פתרון המשימה על

בסיס הידע שהוזכר לעיל. תלמידים שהתפקוד בתחום תכנון וארגון חלש אצלם יתקשו בפתרון המשימה בעיקר בשל קשיי התכנון והארגון של ביצוע המשימה ולא בשל היעדר הידע המתמטי המתאים. כדי להתמודד עם קושי זה, כדאי שהמורה יעבוד עם התלמידים תחילה רק על תכנון תהליך הפתרון וכתובת שלביו בכמה שאלות. לאחר שגילו שליטה בשלב תכנון וארגון תהליך הפתרון, מומלץ ללמד אותם לבצע את התהליך שתכננו באמצעות הידע שיש להם. בתהליך הערכת הידע, מומלץ למורה להעריך את תכנון וארגון שלבי הפתרון ואף את אופן ביצועם. דוגמה נוספת הנוגעת יותר למתן מענה לצורכי התלמיד היא בכיתה שבה לומדים תלמידים המתקשים בגמישות הבאה לידי ביטוי במעברים בין חלקי השיעור השונים – בין מליאה לתרגול ומתרגול חזרה למליאה. כדי להתמודד עם קושי זה, המורה יודיע בתחילת כל שיעור על מבנה השיעור והשינויים הצפויים בו, כך שרצף השיעור ולוח הזמנים יהיה ידוע לתלמידים מראש. במעבר ממליאה לתרגול, המורה יודיע במליאת הכיתה על המעבר לשלב התרגול, ידייק בהנחיות לגבי מה עליהם לעשות, מהו הזמן המוקצה לשלב זה ואף יכתוב זאת על הלוח בהתאם לצורך. כשתלמידי הכיתה עוברים לשלב התרגול, המורה יוודא תחילת ביצוע התרגול אצל התלמידים הזקוקים לכך. לקראת סיום שלב התרגול, המורה יודיע לתלמידי הכיתה על המעבר הצפוי וכמה זמן נותר לתרגל. בשעת הצורך יזכיר באופן אישי לאלו הזקוקים לכך בצורה מכבדת. בסיום זמן התרגול המורה יבקש מכל תלמידי הכיתה להניח את מכשירי הכתיבה ולהפסיק לכתוב: "מה שהספקתם הספקתם, העיקר שניצלתם את הזמן שהקצנו לצורך התרגול". בכך המורה נותן מענה לתלמידים עם קושי במעברים ומאפשר להם להיות חלק מכלל תלמידי הכיתה בתהליך ההוראה-למידה. מורה המודע לתפקודים הניהוליים ידע להבנות את דרך ההוראה-למידה בכיתה כשהוא מבנה את תהליך ההקניה, מקנה אסטרטגיות תומכות בבחירת הדרך המתאימה, בתכנון רצף הפעולות הנדרש ובזכירתו. הדבר מגדיל את סיכויי קליטת החומר בצורה יעילה על ידי תלמידיו, מגדיל את כמות התלמידים שיכולים להבין את הנלמד בתהליך ההקניה במליאה ומאפשר לתלמידים להיות עצמאיים בתהליך התרגול והיישום. ברמת הפרט, מורה המודע לתפקודים הניהוליים יכול לאתר את מקור הקושי של התלמיד ולתת לו מענה הולם באופן הקניית התוכן המתמטי וניהול ההוראה-למידה. מתן מענה

בזיקה לתפקודים הניהוליים ברמת המשימה וברמת התלמיד, נכון בכל אחת משלוש רמות הלימוד ויש בו כדי לחזק את תחושת המסוגלות והחוסן של התלמיד בלמידה בכלל ובמתמטיקה בפרט.

תפקודים ניהוליים והישגי בגרות במתמטיקה בזיקה להפרעת קשב

הקשר בין תפקודים ניהוליים לבין הישגי בחינת הבגרות החיצונית הראשונה במתמטיקה נמצא רק בקרב תלמידי 4 יחידות לימוד שאינם מאובחנים עם הפרעת קשב. בכל שאר הקבוצות לא נמצאו הבדלים. כלומר, הקשר שבין תפקודים ניהוליים להישגים במתמטיקה בקרב תלמידי 3 ו-5 יחידות לימוד עם הפרעת קשב דומה לזה של תלמידים ללא הפרעת קשב, בעוד שהקשר של תלמידי 4 יחידות לימוד ללא הפרעת קשב שונה מזה של תלמידים עם הפרעת קשב. קבוצת 4 יחידות לימוד היא תוצר של תלמידים שטובים מדי ל-3 יחידות לימוד, אך בדרך כלל לא היו מספיק טובים כדי ללמוד בקבוצת 5 יחידות לימוד. כמו כן, קבוצה זו כוללת תלמידים שלמדו בקבוצת 5 יחידות לימוד, אך לא שרדו את תהליך הלמידה בה וירדו לקבוצת 4 יחידות לימוד. מחקרים המצביעים על כך ששיפור מיומנויות מתמטיות יכול לשפר תפקודים ניהוליים (Weiland & Yoshikawa, 2013) ומיומנויות מתמטיות ומיומנויות ניהוליות משתפרות תוך כדי אימון ותרגול שלהן (Zelazo, Blair & Willoughby, 2017). כאמור, בקבוצת 4 יח"ל לומדים תלמידים עם התנסות למידה וחשיפה למורכבות למידה שונה: תהליך הלמידה בקבוצת 5 יח"ל קידם את תחום הדעת וסביר להניח שגם את התפקודים הניהוליים, יותר מאשר תהליך הלמידה בקרב תלמידי 3 יח"ל. הדבר יצר בקרב תלמידים לא מאובחנים בקבוצת התלמידים של 4 יחידות שני קצוות של תלמידים המאפשרים את הקשרים הליניאריים בין התפקודים הניהוליים להישגים במתמטיקה כפי שנמצאו. נראה שתהליך התערבות בקבוצה זו יכול להיות יעיל ולהביא לשיפור בהישגים. לעומת זאת, בקבוצת 4 יח"ל עם הפרעת קשב כנראה שההפרעה דומיננטית כך שהקבוצה הומוגנית יותר בהשפעת הקושי על ההישגים, מה שגרם לצמצום הטווח, ולכן לא נמצא קשר בין התפקודים הניהוליים להישגים במתמטיקה. הסבר נוסף שיכול להיות לצמצום הטווח הוא שלהפרעת קשב מגוון של סימפטומים היכולים לשקף

דגמים שונים של חסכים, המאופיינים על ידי לקות בפונקציית קשב אחת או יותר (Tsal, 2005, Shalev & Mevorach). הדבר יוצר קבוצה הטרוגנית של חסכים שלהם השפעה דומה על ההישגים, מה שלא מאפשר את הקשרים הליניאריים. במחקר המשך, כדאי לבדוק את השפעת סוגי הקשב השונים על ההישגים של התלמידים ביחידות השונות. כמו כן, כדאי לבדוק את רמת הקשב של תלמידים הלומדים בקבוצת 4 יחידות לימוד היורדים מקבוצת 5 יחידות לימוד לעומת זה של העולים מ-3 יחידות לימוד, ואת השפעתה על ההישגים.

מגבלות המחקר והצעות למחקרי המשך

- מדידת ההישגים במתמטיקה במחקר התבססה רק על תוצאות בחינת הבגרות. במחקר עתידי ראוי לעשות שימוש בכמה כלים להערכת היכולת המתמטית של התלמיד.
- במחקר זה ההתייחסות להישגי בגרות במתמטיקה הייתה כאל גורם אחד, ללא התייחסות דיפרנציאלית למרכיביו, כמו נושאים שונים או רמות חשיבה שונות.
- ההתייחסות לתפקודים הניהוליים במחקר הייתה רק לשלושת המדדים הכלליים. לצורך פיתוח דרכי התערבות מומלץ לבדוק את התרומה הדיפרנציאלית של כל אחד מהתפקודים הניהוליים להישגי הבגרות במתמטיקה.
- מומלץ לגוון את האוכלוסיות הנבדקות, כמו תלמידים ממגזרים שונים, דרגות גיל שונות, מגוון הפרעות בלמידה, כך שיהיה ניתן לבחון את יכולת ההכללה של הממצאים.
- מומלץ לשלב תוכנית התערבות לקידום המיומנויות הניהוליות של התלמידים ולבדוק את יעילותן בתחום המתמטי ובתחום הרגשי-ההתנהגותי.

רשימת מקורות

אהרונ, ר' (2004). חשבון להורים. שוקן.

הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה. (2019). השנתון הסטטיסטי לישראל, פרק חינוך והשכלה

(לוחות 4.10, 4.25)

[https://www.cbs.gov.il/he/publications/Pages/2019/%D7%A9%D7%A0%D7%AA%D7%95%D7%9F-](https://www.cbs.gov.il/he/publications/Pages/2019/%D7%A9%D7%A0%D7%AA%D7%95%D7%9F-%D7%A1%D7%98%D7%98%D7%99%D7%A1%D7%98%D7%99-%D7%9C%D7%99%D7%A9%D7%A8%D7%90%D7%9C-2019-%D7%9E%D7%A1%D7%A4%D7%A8-70.aspx)

[AA%D7%95%D7%9F-](https://www.cbs.gov.il/he/publications/Pages/2019/%D7%A9%D7%A0%D7%AA%D7%95%D7%9F-%D7%A1%D7%98%D7%98%D7%99%D7%A1%D7%98%D7%99-%D7%9C%D7%99%D7%A9%D7%A8%D7%90%D7%9C-2019-%D7%9E%D7%A1%D7%A4%D7%A8-70.aspx)

[-D7%A1%D7%98%D7%98%D7%99%D7%A1%D7%98%D7%99-](https://www.cbs.gov.il/he/publications/Pages/2019/%D7%A9%D7%A0%D7%AA%D7%95%D7%9F-%D7%A1%D7%98%D7%98%D7%99%D7%A1%D7%98%D7%99-%D7%9C%D7%99%D7%A9%D7%A8%D7%90%D7%9C-2019-%D7%9E%D7%A1%D7%A4%D7%A8-70.aspx)

[-D7%9C%D7%99%D7%A9%D7%A8%D7%90%D7%9C-2019-](https://www.cbs.gov.il/he/publications/Pages/2019/%D7%A9%D7%A0%D7%AA%D7%95%D7%9F-%D7%A1%D7%98%D7%98%D7%99%D7%A1%D7%98%D7%99-%D7%9C%D7%99%D7%A9%D7%A8%D7%90%D7%9C-2019-%D7%9E%D7%A1%D7%A4%D7%A8-70.aspx)

[%D7%9E%D7%A1%D7%A4%D7%A8-70.aspx](https://www.cbs.gov.il/he/publications/Pages/2019/%D7%A9%D7%A0%D7%AA%D7%95%D7%9F-%D7%A1%D7%98%D7%98%D7%99%D7%A1%D7%98%D7%99-%D7%9C%D7%99%D7%A9%D7%A8%D7%90%D7%9C-2019-%D7%9E%D7%A1%D7%A4%D7%A8-70.aspx)

משרד החינוך. (2011). תוכנית ההוראה במתמטיקה לתלמידים בחטיבה העליונה.

http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Mazkirut_Pedagogit/Matematika/ChativaElyona/

[ka/ChativaElyona/](http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Mazkirut_Pedagogit/Matematika/ChativaElyona/)

משרד החינוך. (2015). תוכנית לחיזוק לימודי מתמטיקה.

[http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Dovrut/pedagogia/Tochniyot/](http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Dovrut/pedagogia/Tochniyot/hizuklimudeimatematika.htm)

[hizuklimudeimatematika.htm](http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Dovrut/pedagogia/Tochniyot/hizuklimudeimatematika.htm)

תנעמי, י' ועילם, א' (2021). הקשר בין תפקודים ניהוליים להישגים במתמטיקה בקרב תלמידי

כיתה י"ב. מחקר ועיון בחינוך מתמטי, 8, 73-81.

תנעמי, י' ועילם, א' (בדפוס). ניבוי הישגי בגרות במתמטיקה על פי תפקודים ניהוליים, מסוגלות

עצמית ומגדר בקרב תלמידי כיתה י"ב. כעת - כתב עת לענייני חינוך חברה ותרבות.

Ackerman, P. T., Anhalt, J. M., & Dykman, R. A. (1986). Arithmetic

automatization failure in children with attention and reading disorders:

Association and sequel. *Journal of Learning Disabilities*, 19, 222-232.

American Psychiatric Association. (2013). *DSM-5: Diagnostic and statistical*

manual of mental disorders (Fifth Ed.). American Psychiatric Publishing.

- Anderson, V. (2001). Assessing executive functions in children: Biological, psychological, and developmental considerations. *Pediatric Rehabilitation, 4*, 119–136.
- Antonini, T. N., Kingery, K. M., Narad, M. E., Langberg, J. M., Tamm, L., & Epstein, J. N. (2016). Neurocognitive and behavioral predictors of math performance in children with and without ADHD. *Journal of Attention Disorders, 20*(2), 108-118.
- Ashcraft, M. H. (2019). Cognitive and motivational underpinnings of mathematical learning difficulties: A discussion. *International Handbook of Mathematical Learning Difficulties* (pp. 505-518). Springer.
- Askenazi, S., & Henik, A. (2010). Attentional networks in developmental dyscalculia. *Behavioral and Brain Functions, 6*(2), 1-12.
- Badian, N. A. (1983). Dyscalculia and nonverbal disorders of learning. In H.R. Myklebust, (Ed.), *Progress in learning disabilities* (Vol. 5, pp. 235-264). Grune and Stratton.
- Barkley, R. A. (1997). Behavioral inhibition, sustained attention and executive functions: Constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological Bulletin, 121*, p65-94.
- Barkley, R. A. (2015). Educational, occupational, dating and marital, and financial impairments in adults with ADHD. In R. A. Barkley (Ed.), *Attention-deficit hyperactivity disorder: A handbook for diagnosis and treatment* (pp. 314–342). The Guilford Press.
- Barkley, R. A., Fischer, M., Edelbrock, C. S., & Smallish, L. (1990). The adolescent outcome of hyperactive children diagnosed by research

- criteria: I. An 8-year prospective follow-up study. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 29(4), 546-557.
- Baron, I. S. (2004). *Neuropsychological evaluation of the child*. Oxford University Press, Inc.
- Blair, C., Ursache, A., Greenberg, M., Veron-Feagans, L., & The Family Life Project Investigators. (2015). Multiple aspects of self-regulation uniquely predict mathematics but not letter-word knowledge in the early elementary grades. *Developmental Psychology*, 51, 459 – 472.
- Bull, E., & Lee, K. (2014). Executive functioning and mathematics achievement. *Child Development Perspectives*, 8(1), 34-41.
- Calub, C. A., Rapport, M. D., Friedman, L. M., & Eckrich, S. J. (2019). IQ and academic achievement in children with ADHD: The differential effects of specific cognitive functions. *Journal of Psychopathology and Behavioral Assessment*, 41(4), 639-651.
- Corbett, B., & Stanczak, D. E. (1999). Neuropsychological performance of adults evidencing attention-deficit hyperactivity disorder. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 14(4), 373-387.
- Di Trani, M., Casini, M. P., Capuzzo, F., Gentile, S., Bianco, G., Menghini, D., & Vicari, S. (2011). Executive and intellectual functions in attention-deficit/hyperactivity disorder with and without comorbidity. *Brain and Development*, 33(6), 462-469.
- Duncan, R., Nguyen, T., Miao, A., McClelland, M., & Bailey, D. (2016). Executive function and mathematics achievement: Are effects construct- and time-general or specific? *Society for Research on Educational Effectiveness*.

- Eslinger, P. J. (1996). Conceptualizing, describing, and measuring components of executive function: A summary. In A.R. Lyon & N.A. Krasnegor (Eds.), *Attention, memory and executive function* (pp.367-395). Brooks.
- Friso-Van den Bos, I., Van der Ven, S. H. G., Kroesbergen, E. H., & Van Luit, J. E. H. (2013). Working memory and mathematics in primary school children: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 10, 29–44. doi:10.1016/j.edurev.2013.05.003
- Fuhs, M. W., Nesbitt, K. T., Farran, D. C., & Dong, N. (2014). Longitudinal associations between executive functioning and academic skills across content areas. *Developmental Psychology*, 50, 1698 – 1709. <http://dx.doi.org/10.1037/a0036633>
- Geary, D. C. (1993). Mathematical disabilities: Cognitive, neuropsychological, and genetic components. *Psychological Bulletin*, 114, 345-62.
- Geary, D. C. (2013). Learning disabilities in mathematics: Recent advances. *Handbook of Learning Disabilities*, 2, 239-255.
- Geary, D. C., & Hoard, M. K. (2005). Learning disabilities in arithmetic and mathematics. *Handbook of mathematical cognition*, 253-268.
- Geurts, H. M., Verté, S., Oosterlaan, J., Roeyers, H., & Sergeant, J. A. (2005). ADHD subtypes: Do they differ in their executive functioning profile? *Archives of Clinical Neuropsychology*, 20(4), 457-477.
- Gilmore, C. K., McCarthy, S. E., & Spelke, E. S. (2010). Non-symbolic arithmetic abilities and mathematics achievement in the first year of formal schooling. *Cognition*, 115(3), 394-406.
- Gioia, G. A., Isquith, P. K., Guy, S. C., & Kenworthy, L. (2000). *Behavior rating inventory of executive function*. Psychological Assessment Resources.

- Gioia, G. A., & Isquith P. K. (2004). Ecological assessment of executive function in traumatic brain Injury. *Developmental Neuropsychology*, 25(1&2), 135-158.
- Grieve, A., Webne-Behrman, L., Couillou, R., & Sieben-Schneider, J. (2014). Self-report assessment of executive functioning in college students with disabilities. *Journal of Postsecondary Education and Disability*, 27, 19-32.
- Guy, S. C., Gioia, G. A., & Isquith, P. K. (2004). *BRIEF-SR: Behavior rating inventory of executive function-self-report version: Professional manual*. Psychological Assessment Resources.
- Jacob, R., & Parkinson, J. (2015). The potential for school-based interventions that target executive function to improve academic achievement: A review. *Review of Educational Research*, 0034654314561338.
- Jurado, M. B., & Rosselli, M. (2007). The elusive nature of executive functions: A review of our current understanding. *Neuropsychology Review*, 17, 213–233.
- Looi, C. Y., & Kadosh, R. C. (2016). Brain stimulation, mathematical, and numerical training: Contribution of core and noncore skills. *Progress in Brain Research*, 227, 353-388.
- Lucangeli, D., & Cabrele, S. (2006). Mathematical difficulties and ADHD. *Exceptionality*, 14(1), 53-62.
- Luria, A. R. (1966). *Higher cortical functions in man*. Basic Books.
- McClelland, M. M., Cameron, C. E., Duncan, R., Bowles, R. P., Acock, A. C., Miao, A., & Pratt, M. E. (2014). Predictors of early growth in academic

- achievement: The head-toes-knees-shoulders task. *Frontiers in psychology*, 5. Doi: 10.3389/fpsyg.2014.00599
- Meltzer, L. Y. N. N., & Krishnan, K. A. L. Y. A. N. I. (2007). Executive function difficulties and learning disabilities. *Executive function in education: From theory to practice*, 77-105.
- Merrell, C., & Tymms, P.B. (2001). Inattention, hyperactivity and impulsiveness: Their impact on academic achievement and progress. *British Journal of Educational Psychology*, 1, 43–56.
- Merrell, C., Sayal, K., Tymms, P., & Kasim, A. (2017). A longitudinal study of the association between inattention, hyperactivity and impulsivity and children's academic attainment at age 11. *Learning and Individual Differences*, 53, 156-161.
- Miller, S. E., & Marcovitch, S. (2011). *Executive function in the classroom: Practical strategies for improving performance and enhancing skills for all students*. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 32(4), 243-245.
- Shalev, R. S., Auerbach, J., & Gross-Tsur, V. (1995). Developmental dyscalculia behavioral and attentional aspects: A research note. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 36, 1261-1268.
- Silverstein, M. J., Faraone, S. V., Leon, T. L., Biederman, J., Spencer, T. J., & Adler, L. A. (2020). The relationship between executive function deficits and Dsm-5-defined ADHD symptoms. *Journal of Attention Disorders*, 24(1), 41-51.

- Stern, P., & Shalev, L. (2013). The role of sustained attention and display medium in reading comprehension among adolescents with ADHD and without it. *Research in Developmental Disabilities*, 34(1), 431-439.
- Tanami, Y., & Tzuriel, D. (2001, July). *The relation between visual and auditory attention and performance of procedures in solving algebraic equations with one unknown*. IACEP (International Association for Cognitive Education and Psychology) International Conference. Jyväskylä, Finland.
- Tanami, Y., & Tzuriel, D. (2007, July). *Attention functions and procedures of solving algebraic equations: Effects of a computerized progressive attention training program*. IACEP (International Association for Cognitive Education and Psychology) International Conference. University of Tennessee, Knoxville, USA.
- Tsal, Y., Shalev, L., & Mevorach, C. (2005). The diversity of attention deficits in ADHD: The prevalence of four cognitive factors in ADHD versus controls. *Journal of Learning Disabilities*, 38(2), 142-157.
- Watson, S. M., Gable, R. A., & Morin, L. L. (2016). The role of executive functions in classroom instruction of students with learning disabilities. *International Journal of School and Cognitive Psychology*, 3(167), 1-5.
- Weiland, C., & Yoshikawa, H. (2013). Impacts of a prekindergarten program on children's mathematics, language, literacy, executive function, and emotional skills. *Child Development*, 84(6), 2112-2130.

Zelazo, P. D., Blair, C. B., & Willoughby, M. T. (2016). Executive function: Implications for education. NCER 2017-2000. *National Center for Education Research*.