

הקשר ההתפתחותי בין זיכרון רטרוספקטיבי לזיכרון פרוספקטיבי בקרב ילדים בבית ספר יסודי*

אושרת און

תקציר

במחקר זה נבחן הקשר ההתפתחותי בין זיכרון רטרוספקטיבי לזיכרון פרוספקטיבי בקרב ילדי בית ספר יסודי. מחקרים קודמים מציעים כי זיכרון רטרוספקטיבי תומך בתפקוד זיכרון פרוספקטיבי, כך שליקויים בזכירת מידע מהעבר עשויים לפגוע גם בעשיית פעולות עתידיות. עם זה בעוד התפתחות הזיכרון הרטרוספקטיבי משתפרת בעקיבות עם העלייה בגיל, הממצאים על התפתחות הזיכרון הפרוספקטיבי אינם אחידים.

לשם בחינת סוגיה זו, 39 תלמידים מכיתה ב' ומכיתה ו' ($n = 19$, $n = 20$, בהתאמה) השלימו סדרה של מטלות זיכרון רטרוספקטיבי ומטלות זיכרון פרוספקטיבי מבוססות זמן ומבוססות אירוע. מהממצאים עולים הבדלים מובהקים בין קבוצות הגיל בשני סוגי המטלות, כאשר תלמידי כיתה ו' הראו רמות תפקוד גבוהות יותר. עם זה לא נמצא קשר מובהק בין תפקודי הזיכרון הרטרוספקטיבי לתפקודי הזיכרון הפרוספקטיבי.

מממצאים אלה עולה ששתי מערכות הזיכרון משתפרות עם הגיל, אך מתפתחות בנפרד במהלך שנות בית הספר היסודי. תובנות אלו עשויות לתרום להבנה תאורטית של התפתחות הזיכרון, ולסייע לצוותים חינוכיים בפיתוח תוכניות התערבות ממוקדות לחיזוק כל מערכת זיכרון בנפרד.

מילות מפתח: זיכרון רטרוספקטיבי; זיכרון פרוספקטיבי מבוסס אירוע; זיכרון פרוספקטיבי מבוסס זמן; התפתחות קוגניטיבית; ילדי בית ספר יסודי; תפקודים ניהוליים; זיכרון עבודה.

מבוא

התפתחות המין האנושי טומנת בחובה ייעול האינטראקציות בין מערכות הזיכרון המגוונות לשם הסתגלות הפרט לסביבה דינמית. כלומר זיכרון הוא רכיב קוגניטיבי מהותי ובסיסי שבאמצעותו האדם שומר מידע, מעבדו ושולף אותו לפי הצורך. מתוך כך הוא מאפשר לפרט לשכלל את יכולתו להתמודד עם למידה מורכבת יותר לשם ההישרדות בתוך סביבות מאתגרות (Squire, 2004).

בשלושת העשורים האחרונים התגבשה הסכמה שלפיה הזיכרון האנושי אינו יחידה אחת, אלא מערכת המחולקת למערכות מגוונות המקיימות אינטראקציות באזורים מוחיים

* אני מבקשת להודות מעומק ליבי לפרופסור פול מילר ז"ל, שהנחה אותי בעבודת המוסמך והמשכנו יחד לדוקטורט באוניברסיטת חיפה. נפלה בידי זכות גדולה ללמוד על רזי המחקר מאדם שחי ונשם את המחקר. מלבד היותו חוקר ממעלה ראשונה, פול ז"ל היה צנוע, אדם עם לב רחב ונתינה. אהב את הבריות וכיבד כל אדם באשר הוא.

מסוימים. כל מערכת ממונה על עיבוד דרכים מגוונות של מידע ושלפיתו. אחת הגישות המתארות את מערכת הזיכרון היא הגישה המסורתית שהציג אבינגהאוס (Ebbinghaus, 1885 בתוך Ebbinghaus, 2013). לפי גישתו, מערכת הזיכרון מורכבת משלושה סוגי זיכרון שיש אינטראקציה ביניהם: הזיכרון הבסיסי הראשוני הוא **הזיכרון החושי** שנועד לשמר גירויים תפיסתיים המגיעים מהחושים המגוונים; הזיכרון השני הוא **זיכרון עבודה** שבו נעשה תכלול בין מידע חדש לידע וניסיון קיימים; הזיכרון השלישי הוא **זיכרון לטווח ארוך** שמועברים אליו התוצרים של פעילות בזיכרון העבודה לשם אחסון קבוע.

סקירת ספרות

זיכרון חושי

זיכרון חושי הוא מערכת זיכרון שמשמרת מידע שהחושים קולטים אותו גם לאחר שהגירוי עצמו חדל להתקיים (Haber, 1983), כמו צליל, תמונה חזותית או תחושת מגע, ובעיקרון מאפשר את העברתו לזיכרון העבודה להמשך עיבודו. החוקרים צ'יאור ואחרים (Cheour et al., 2000) סברו כי יש כמה סוגים של זיכרון חושי והמשותף לכולם הוא היותם לא מודעים ושהמידע הנשמר בהם דועך כעבור פרק זמן קצר מאוד, כאשר מידע שלא קודם לזיכרון העבודה בעודו בזיכרון החושי הולך לאיבוד לצמיתות.

זיכרון עבודה

זיכרון העבודה (working memory) נחשב סיבה עיקרית המשפיעה על הישגים אקדמיים בתחומים מרובים ומשמש בסיס לפיתוח כישורים קוגניטיביים ויישום משימות קוגניטיביות יום-יומיות (Bergman Nutley & Söderqvist, 2017; Gathercole et al., 2019). מחקרים עכשוויים מספקים ראיות משכנעות כי זיכרון העבודה משמש מרחב עבודה מנטלי גמיש (Logie & Cowan, 2015; Gathercole & Alloway, 2006), המאפשר אחסון זמני של מידע במוח להשלמת משימות מיידיות, עיבוד ושינוי מידע במהלך פעולות קוגניטיביות מורכבות, וקישור בין ייצוגים מנטליים פנימיים למקורות מידע חיצוניים (Dehn, 2015; Peng et al., 2018). ילדים עם ליקויים בזיכרון העבודה מתקשים באחסון ובעיבוד מידע, מה שמשפיע על יכולתם ללמוד אסטרטגיות קוגניטיביות, על כישורי פתרון בעיות ועל חשיבה מסדר גבוה (Swanson et al., 2024). בשל תפקידו המכריע בלמידה ובהישגים אקדמיים, הערכת זיכרון העבודה ויעילות האימון בגיל צעיר הפכו למטרות מבטיחות למחקר בעשורים האחרונים (Finell et al., 2022; Peng et al., 2018).

נראה כי מהותו של זיכרון העבודה מתבטאת באחסון מידע בזיכרון לטווח קצר, בעיבוד המידע באמצעות פעולות קוגניטיביות מורכבות ובהעברת המידע לאחסון בזיכרון לטווח הארוך. במרכזו נמצא המעבד המרכזי (central executive) שמקצה לתהליכי עיבוד מידע את רמות הקשב וזמינותן של הפונקציות הניהוליות על פי סוג הקלט ומטרת העיבוד (Baddeley, 2003). כלומר השליטה והפיקוח על הפעילות המתנהלת בזיכרון העבודה נעשים באמצעות מנגנוני קשב שתפקידם הם אלה: א. ויסות ההעברה של מידע חיוני מזיכרון חושי לזיכרון העבודה בעת חסימה של מידע לא רלוונטי; ב. אחזקתו של מידע שהועבר לזיכרון העבודה עד תום עיבודו; ג. קידום תוצר העיבוד ממצב של שמירה זמנית

למצב של שמירה קבועה יותר. מכאן נגזר כי יעילותו של זיכרון העבודה מתבטאת בקיבולת אחסון המידע המושפעת מתפקודי הקשב של הלומד (Engle & Kane, 2004; Gathercole & Holmes, 2014; Unsworth et al., 2012). מסקנה זו נתמכת במחקרים שהראו כי פונקציות ניהוליות הן הקובעות את מספר הפריטים שאפשר לאחסן בזיכרון העבודה לשם עיבודם (Engle & Kane, 2004; Herrmann et al., 2004; Cowan et al., 2005; Gathercole & Holmes, 2014). לפני העברת תוצר העיבוד לזיכרון לטווח ארוך (Baddeley, 2003; Soemer, 2016).

בהלימה לנאמר לעיל, עוד נמצא כי יש הבדלים בקיבולת זיכרון העבודה עם העלייה בגיל הכרונולוגי. הבדלים המתבטאים בשיפור מתמיד במילוי משימות קוגניטיביות (Brockmole & Logie, 2013; Cowan, Fristoe et al., 2006; Cowan, Naveh-Benjamin et al., 2006; Cowan et al., 2010; Gathercole et al., 2004; Isbell et al., 2015; Riggs et al., 2006, 2011). מגבלות קיבולת זיכרון העבודה עלולות לשמש מגבלה עיקרית לתהליכים קוגניטיביים למיניהם.

חיי היומיום מזמנים התמודדות עם משימות ואתגרים מגוונים שכדי לעשות אותם, הפרט צריך להיות עם יכולת לשמור מידע לטובת שחזור בטווח הארוך כדי לענות ביעילות על דרישות שעולות מסביבתו. כאן זיכרון העבודה נדרש לפעול כמערכת זיכרון רטרופקטיבי. עם זאת לצד התמודדות עם מטלות ופעולות עכשוויות הפרט צריך לתכנן ולזכור בו בזמן פעולות שעליו לעשות בעתיד. מתוך כך זיכרון העבודה נדרש לפעול כמערכת זיכרון פרוספקטיבי (Einstein & McDaniel, 2005). שתי מערכות אלה שזורות בחייו של הפרט ומאפשרות לו להתנהל ביעילות בסביבתו (Mahy et al., 2014).

זיכרון רטרופקטיבי

תהליכי זיכרון המעורבים בזכירת מידע רטרופקטיבי (retrospective memory) מתנהלים כמעט בכל רגע נתון בחיי הפרט, הן בזיקה לדרישה חיצונית לאחזור מידע והן מתוך רצון פנימי לשחזר אירוע כלשהו שהפרט חווה בחייו. טווח הזמן שבו נעשה אחזור המידע עשוי להשתנות, כלומר ייתכן שאחזור המידע ייעשה בטווח זמן קצר לאחר קלט המידע וייתכן שטווח הזמן יהיה ארוך יותר ואף תהיה השתהות של ממש עד לזמן שיידרש אחזור. זיכרון מסוג זה נוגע לזכירת מידע שהוא במהותו הצהרתי (declarative memory) ונוגע לידע עולם של הפרט ולזכירת אירועים שחוה בעבר (cued recall, free recall) או לזיהוי מידע לאחר הוראה מפורשת (Brian & Jaisson, 2011; Crawford et al., 2003). במחקר זה ייבדק הזיכרון הרטרופקטיבי באמצעות מטלת זיכרון מסוג זיהוי (recognition).

קידוד מידע עשוי להתנהל בשתי דרכים, האחד מכון, כלומר קידוד מידע על פי המטלה הנדרשת (דרישה לזכור רשימת מילים שהוצגה במהלך ניסוי לשם שחזורה לאחר מכן) או טבעית (זכירת תוכן של שיחה שמתנהלת בין חברים) (Brown & Craik, 2000). בהלימה לדרך הקידוד, אחזור מידע גם הוא מתנהל בזיקה לפעולה חיצונית (בקשה לשחזור רשימת המילים) או פעולה פנימית ולא בהכרח מכוונת (ניסיון להיזכר בפרטי אירוע שאירע) (Craik, 1986).

כשלים בעת אחזור מידע קשורים קשר ישיר לשלב הקידוד ולאסטרטגיות אחסון המידע בדרכים אלה: 1. המידע לא שונן די הצורך או שנעשתה פעולה אוטומטית בלי מעורבות

שינון שהביא לידי הטמעת מידע (חוסר יכולת לזכור את שמו של אדם שנעשתה עימו היכרות במפגש אקראי); 2. מידע שנקלט ולא התפרש (נקשר) כנדרש מתוך ידע וניסיון קודמים ולכן יש קושי בשליפתו מהזיכרון הקבוע, אף שמבחינה עקרונית הוא הועבר ונמצא בזיכרון הקבוע (כשל בעת מבחן לשלוף את שמו של נשיא ארצות הברית שכיח בזמן מלחמת האזרחים), חוויה שלעיתים מלווה בידיעה שהאדם יודע את שמו "על קצה הלשון"; 3. אחזור מידע שגוי שדומה דמיון רב מאוד למידע שהפרט מתבקש לשחזר, כגון דמיון פונולוגי, דמיון קטגוריאלי ודמיון סמנטי (Kvavilashvili et al., 2008; Unsworth et al., 2012).

זיכרון פרוספקטיבי

האדם הוא היצור החי היחיד בעל אוריינטציה לכוון את מעשיו ואת מחשבותיו לכיוון העתיד. אוריינטציה יום-יומית לעתיד מתקיימת במכלול מצבים יום-יומיים מגוונים, כגון ללמוד למבחן במקום ללכת למסיבה, התנהלות פיננסית לקראת קניית בית ותפקוד חברתי, כגון לזכור לפגוש חבר לאחר העבודה. אם כן, אוריינטציה עתידית היא זיכרון פרוספקטיבי, המוגדר זיכרון לפעילויות שהפרט אמור לעשותן בעתיד (Einstein & McDaniel, 1990). כדי לנהל דפוס חיים עצמאי, יכולת פרוספקטיבית צריכה להתפתח ולהיות יישומית גם בעת נוכחותם של אירועים מתחרים (Mahy et al., 2014).

בספרות מוזכרים שני סוגים של זיכרון פרוספקטיבי, האחד זיכרון פרוספקטיבי מבוסס זמן (Time Based Prospective Memory) והשני זיכרון פרוספקטיבי מבוסס אירוע (Event-based Prospective Memory). בזיכרון הפרוספקטיבי כשהוא לעצמו יש שני ממדים, אחד שדורש עשיית פעולה מסוימת בשעה מדויקת (בשעה 12:00 הדלק את התנור), בעוד השני מגדיר את טווח הזמן עד לעשיית הפעולה הנדרשת (בעוד כשעתיים תאסוף את הילדים מהגן). הזיכרון הפרוספקטיבי מבוסס "אירוע" דורש עשיית פעולה עתידית כתגובה על אירוע מסוים, לדוגמה מסירת הודעה בעת מפגש עם חבר (Einstein & McDaniel, 2007).

ישנם שני הבדלים מהותיים בין זיכרון פרוספקטיבי מבוסס זמן ובין זיכרון פרוספקטיבי מבוסס אירוע. ראשית, בזיכרון מבוסס זמן אין אירוע חיצוני המזכיר את עשיית הפעולה ולכן נדרש ניטור מתמיד של הפעילות. לעומת זאת בזיכרון מבוסס אירוע, אירוע חיצוני מזכיר את הפעולה בעת ניטור הפעילות. שנית, בזיכרון מבוסס זמן, הפעולה נובעת מיוזמה עצמית (self-initiation), ואילו בזיכרון מבוסס אירוע היא מופעלת ברמז חיצוני. כפועל נגזר מההבדלים לעיל, פעילות זיכרון פרוספקטיבי מבוססת זמן נחשבת מורכבת יותר מפעילות מבוססת אירוע (Graf & Uttl, 2001).

אחת השאלות העולות היא באיזו מידה זיכרון פרוספקטיבי, ואולי גם הרטרופספקטיבי, משקף הבדלים בין המינים. מחקר שבחן נושא זה ביקש מהמשתתפים משני המינים, מגיל הילדות ועד גיל העמידה, לזכור ללחוף על "סימן הסמיילי" בכל פעם שהופיע במהלך משימה מתמשכת במחשב. מתוך ניגוד להשערת המחקר שאין הבדלים בין המינים, נמצא שמשתתפות ממין נקבה עשו במדויק את המשימה הפרוספקטיבית יותר ממשתתפים ממין זכר. עם זאת גורמים אחרים, כמו הוראות חד-משמעיות ודיוק בזמן עשיית המשימה, שיפרו את הביצועים בשני המינים (Passolunghi et al., 1995). ממצאים אלה,

לצד ממצאים אחרים המקשרים הבדלים תפקודיים הנשענים על זיכרון פרוספקטיבי לגורמים, כגון תפיסה עצמית ותחושת יכולת (Kvavilashvili & Ford, 2014), מלמדים כי זיכרון פרוספקטיבי הוא רב-ממדי ומשקף מודעות עצמית, תחושת יכולת ותפיסת זמן סובייקטיבית ועוד. במילים אחרות, ככל שגוברת המודעות לתהליכי החשיבה הכרוכים בתהליכים מטאקוגניטיביים, כך עולה הסבירות להצליח במטלות פרוספקטיביות (Flavell, 2004; Freeman et al., 2017).

מהות הקשר בין מטאזיכרון לזיכרון רטרואקטיבי ופרוספקטיבי

בחיי היומיום האדם נדרש למלא דרישות מגוונות מלבד התמודדותו עם מטלות לימודיות ייעודיות. ככל שהוא עולה בשכבת הגיל, כך העומס מבחינה זו גדל ותפקודו יימדד ביכולותיו להתמודד עם מטלות לימודיות לצד מילוי משימות אלו ואחרות, כמו מילוי מטלות שוטפות בבית, בילוי עם חברים ועוד (Ghetti et al., 2011).

זיכרון פרוספקטיבי כרוך הן בתהליכים רטרואקטיביים והן בתהליכים פרוספקטיביים (Graf & Uttl, 2001). זיכרון רטרואקטיבי (RM) או זיכרון של מידע מהעבר נדרש לשם זכירת תוכן הכוונה, למשל מהי הפעולה המיועדת ומתי יש לעשותה. זכירה של מידע זה מבטיחה שהפעולה הייעודית תיזכר ותצא אל הפועל בזמן המתאים, אף על פי שברקע יש הסחות דעת מתמשכות (Einstein & McDaniel, 2005). התהליך השני התומך בזיכרון פרוספקטיבי מוצג באמצעות מודל הכנה לתהליכי הקשב והזיכרון (PAM: Preparatory Attentional and Memory) (Smith, 2003). על פי מודל זה, עשיית הפעולה הייעודית מסתמכת על תהליכים שצורכים קיבולת של הזיכרון וגיוס משאבים קשבים. מקדניאל ואיינשטיין (McDaniel & Einstein, 2000) מסתייגים מההנחה כי כל פעולה ייעודית מצריכה גיוס של משאבי קשב וקיבולת זיכרון. לטענתם, ישנם מצבים יום-יומיים שאינם מצריכים גיוס של משאבים קשבויים ומאמץ מכוון כדי לעשות פעולה פרוספקטיבית. ישנם תנאים סביבתיים והבדלים אישיים בין הגירויים הסביבתיים לגירוי המטרה (שמרמז על זכירת הפעולה הפרוספקטיבית) והם שיכריעו האם הפעולה הייעודית תיעשה אוטומטית או שמא יידרש ניטור מכוון של המסיחים הסביבתיים לשם מיקוד ברמז הרלוונטי להוצאה לפועל את הפעולה הפרוספקטיבית. ייתכן שמאפיינים בולטים או חריגים של המסיחים הסביבתיים יבליטו את "הגירוי הרלוונטי" (הרמז) והם שעשויים לגרום לפעולה הפרוספקטיבית להיעשות אוטומטית, וכאן הפעולה הייעודית תיעשה מתוך תמיכתו הבלעדית של הזיכרון הרטרואקטיבי לזכירת תוכן הפעולה והזמן שבו תיעשה (הרמז).

על אף שאין הסכמה מוחלטת באשר לאילו תפקודים מעורבים בעשיית הפעולה הפרוספקטיבית, מהם התנאים הסביבתיים הנדרשים למעורבותם ומתי, ישנה הסכמה באשר למעורבותן ואחריותן של הפונקציות הניהוליות בתפקודי הזיכרון הפרוספקטיבי. במילים אחרות, פעולה ייעודית עתידית לא תיעשה במדויק ובזמן בלי מעורבותן של הפונקציות הניהוליות (Miyake et al., 2000).

פונקציות ניהוליות מניעות את התפתחותו של הזיכרון הפרוספקטיבי בילדות המוקדמת, ושיפור בתפקודי הזיכרון הפרוספקטיבי נובע ככל הנראה מהתפתחותן התפקודית של הפונקציות הניהוליות (Mahy et al., 2014). חיזוק לטענה זו נמצא במחקר שנעשה בקרב

ילדים בגיל הגן. הממצאים הראו קשיים במילוי משימות שעירבו זיכרון פרוספקטיבי, זאת על אף שתפקודי הזיכרון הרטרופקטיבי שלהם במטלות מסוג זה היה תקין. המסקנה שנבעה ממחקר זה הייתה כי ככל שהמטלה מורכבת יותר ונדרשת מעורבות גדולה יותר של משאבי קשב ופעולות, כגון בקרה, ניטור, ויסות וזיכרון עבודה, כך תפקודו של הזיכרון הפרוספקטיבי יעיל פחות בקרב הילדים צעירים. הקושי בעשיית הפעולה הפוטנציאלית נצפה בשל יכולות ניטור והסטה מוגבלות שעדיין נמצאות בשלבי התפתחות (Mahy et al., 2014; Zelazo et al., 2003). ממצא זה עולה בקנה אחד עם מחקרים אחרים שמצאו קשר בין התפתחותו של זיכרון העבודה, ובו היכולת להקצות משאבי קשב לכמה פעולות בו בזמן, להתפתחותו של זיכרון פרוספקטיבי בזכירת הרמז הייעודי ובעשיית הפעולה הפוטנציאלית (Kretschmer et al., 2014; Mahy & Moses, 2011). מכאן נבעה המסקנה כי בשלותו של זיכרון פרוספקטיבי תתבטא ביכולת ניטור הרמז ועשייה בהתאם של הפעולה העתידית. פעולות אלה ייעשו במהלך ניתוק קשבי ממילוי המטלה המתמשכת. מאמץ קוגניטיבי גבוה יותר יהיה במשימה שיש לה דרישות ניהוליות גבוהות במיוחד, כגון רמז פוטנציאלי בולט או מטלה מתמשכת תובענית במיוחד (Carlson, 2005; Kliegel & Jäger, 2007; Walsh et al., 2014).

ממצאי המחקר לעיל מחזקים את הסברה כי מעורבותו של זיכרון פרוספקטיבי בתפקוד היום-יומי נצפית כבר בגיל שנתיים, כאשר שכחה של פעולה עתידית שעל הילד לעשות בגיל כרונולוגי זה, נובעת מכשל של זיכרון רטרופקטיבי, כגון שכחה של ההוראה או שכחה של הרמז (Kliegel & Jäger, 2007; Ślusarczyk et al., 2018). בהמשך, בגיל שלוש וארבע הילדים כבר מסוגלים לזכור את ההקשר הסביבתי שבו עליהם לעשות את הפעולה העתידית, כגון "מה אני צריך לעשות?" אך עדיין שוכחים לעשות בזמן הנכון את הפעולה הייעודית. בגיל ארבע הילדים זוכרים להגשים את כוונותיהם רק כמחצית מהזמן, אף על פי שהזיכרון הרטרופקטיבי בשלב התפתחותי זה כבר בשל, ולכן יש השערה כי הפונקציות הניהוליות בשלב זה אינן מפותחות דיין, עד כדי כך שתהיה תמיכה מספקת בזכירת הרמז הפוטנציאלי עד למתן תגובה. מכאן שבשלב זה הפונקציות הניהוליות אינן מפותחות דיין, כך שתהיה הקצאת משאבי קשב מספקים לא רק לניטור הרמז הפוטנציאלי, אלא גם לתגובה עליו (Fuke & Mahy, 2022).

התפקוד המיטבי במצבים מעין אלה הדורשים קבלת החלטות, הסקת מסקנות, פתרון בעיות, ניהול זמן ועוד, נשען במידה נרחבת על זיכרון פרוספקטיבי. כאמור, זיכרון פרוספקטיבי ממונה על היכולת לתכנן כוונה, לשמור אותה בזיכרון ולאחזר אותה ברגע המתאים בלי תזכורת מפורשת מהזולת, אלא באמצעות יוזמה אישית (Craig, 1986). מטלת זיכרון פרוספקטיבי מוטמעת לרוב במשימה מתמשכת יום-יומית (ברוטינה היום-יומית), כאשר בפעמים אלה אחזור הליך הפעולה שיש לעשותו וזמנו נשענים על זיכרון רטרופקטיבי (McDaniel & Einstein, 2007).

ניטור ובקרה תומכים בזיכרון פרוספקטיבי כאשר לזיכרון רטרופקטיבי תפקיד מהותי בהתפתחותו. במחקרם של סמית ואחרים (Smith et al., 2010) נמצא כי בגיל שבע עשרה יש יכולת טובה יותר לזכור פעולות פוטנציאליות בהשוואה לילדים צעירים יותר.

החוקרים הסיקו כי הזיכרון הרטרופקטיבי חיוני לתפקודו של הזיכרון הפרוספקטיבי, וחשיבותו נשמרת לא רק בגיל הגן אלא גם בגילים מאוחרים. עם העלייה בגיל הכרונולוגי, גדל הסיכוי לזכור את הפעולה הפוטנציאלית, ומעורבות הזיכרון הרטרופקטיבי חשובה

לא פחות, בלי מעורבותו התגובה הפוטנציאלית עלולה להיות לא מדויקת ולפגוע ביעילות התפקודית של הזיכרון הפרוספקטיבי (McDaniel & Einstein, 2000; Smith et al., 2010). מתוך הנאמר לעיל, ההנחה היא כי גם הזיכרון הרטרוספקטיבי וגם הזיכרון הפרוספקטיבי נשענים על יכולתו הבסיסית של הפרט להעלות מידע שהוטמע בזיכרון ארוך הטווח חזרה לזיכרון עבודה לשם מילוי משימה. כאן אפשר לראות בזיכרון פרוספקטיבי מעין זיכרון רטרוספקטיבי עתידי (Kvavilashvili et al., 2001; Kvavilashvili et al., 2008).

על סמך ממצאים אלה מטרות המחקר הן שתיים: ראשית, לבחון את היתכנות הקשר בין תפקודי זיכרון רטרוספקטיביים לתפקודי זיכרון פרוספקטיביים. הנחה נוספת היא כי עם העלייה בגיל הכרונולוגי הפרט מפתח יכולות מטאקוגניטיביות, בהן יכולות קשביות ופונקציות ניהוליות, שמשתקפות בשימוש באסטרטגיות יעילות יותר לאחסון מידע ולשלוח אותו לפי הצורך (Forsberg et al., 2021; Freeman et al., 2017; Schneider, 2008). מאחר שיכולת האחסון ויכולת השליפה של מידע הן למעשה לב ליבה הן של הזיכרון הרטרוספקטיבי הן של הזיכרון הפרוספקטיבי, התפתחות זו צפויה להעצים שני סוגים אלה גם יחד ומתוך כך לחזק גם את הקשר החיובי ביניהם (Kliegel & Jäger, 2007). שנית, לבדוק מתוך הנחה שיימצא קשר בין זיכרון רטרוספקטיבי לזיכרון פרוספקטיבי, אם אופיו משתנה בשל תלות בהתפתחות הפרט.

שיטת המחקר

משתתפי המחקר

במחקר השתתפו 39 תלמידים, 20 תלמידים מכיתות ב' ו-19 תלמידים מכיתות ו'. התלמידים לומדים בבית ספר יסודי בעמק יזרעאל. המשתתפים אינם לקויי למידה וללא לקויות אורגניות אחרות, בעלי רמת אינטליגנציה בטווח הנורמה.

אתיקה

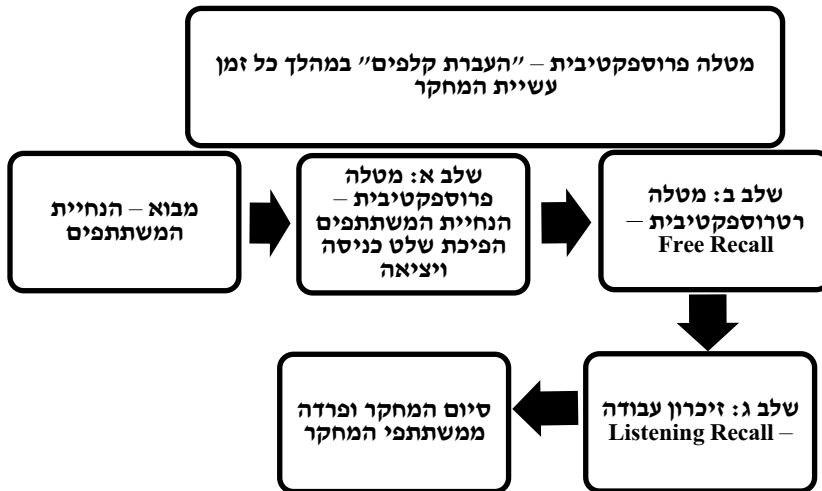
המחקר החל רק לאחר שהתקבל אישור ועדת האתיקה המוסדית של הפקולטה לחינוך באוניברסיטת חיפה ואישור מהמדען הראשי. עורכת המחקר פנתה למנהלת בית הספר והוסבר לה מהות ורצינות המחקר. התקיימו פגישות עם מחנכות הכיתות והן שותפו בהליך המחקר. בהמשך נשלחו מכתבי הסכמה מדעת להורים. לאחר מתן אישור ההורים הייתה פגישה עם התלמידים שנבחרו והוסבר להם על הליך המחקר והמטלות במחקר. התלמידים מילאו את טופס "ההסכמה מדעת" והחלו להשתתף במחקר. הובטחה סודיות למשתתפים והודגש לפניהם שאיסוף הנתונים הוא לצורכי מחקר בלבד והם רשאים להפסיק את המטלות בכל עת שירצו.

מערך המחקר וההליך הכללי

המחקר נעשה על פי הפרדיגמה הכמותית. כל משתתף נבחן ביחידות בחדר שקט בבית הספר. במהלך המחקר המשתתפים ישבו בנפרד מול הנסיינית כאשר הם ממלאים סדרה

של מטלות המעריכות תפקודי זיכרון רטרוספקטיבי ופרוספקטיבי. את כל התגובות תיעדה הנסיינית בכתב.

מבנה המחקר



תרשים 1

הניסוי כלל את השלבים האלה:

שלב מבוא: המשתתפים קיבלו הנחיות באשר לרצף המשימות. הנסיינית הדגימה לכל משתתף את רצף המשימות ואפשרה לשאול שאלות הבהרה. הנסיינית חזרה על הוראות המשימה לפני כל משימה. נאמר לבדק כי אין חובה להשתתף במחקר ושהוא יכול להפסיק את השתתפותו בכל רגע שירצה.

מטלת זיכרון פרוספקטיבי ראשונה – הפיכת שלט: בכניסה לכיתה שנעשה בה הניסוי, התבקש המשתתף להפוך את השלט על דלת הכיתה ל"עצור", ובסיום הניסוי להפוך את השלט חזרה ל"סמילי". הנסיינית לא הזכירה למשתתף לעשות פעולה זו.

מטלת זיכרון פרוספקטיבי שנייה – העברת קלפים: במהלך הניסוי התבקש המשתתף להעביר קלף "חייכן" מצד אחד של השולחן לצידו האחר בכל פעם ששעון החול התרוקן, ולהפוך את שעון החול מחדש. מטלה זו נעשתה לצד המטלות האחרות.

מטלת זיכרון רטרוספקטיבי – Free Recall: הנסיינית הקריאה למשתתף רשימה של 16 מילות פעולה (כגון לעמוד, לכתוב, לשחק) והסבירה לו שעליו לנסות לזכור כמה שיותר מילים מתוך הרשימה. כל מילה הוצגה לחמש שניות.

מטלת הסחה: מייד לאחר הצגת המילים, המשתתף מייך 60 קלפים עם כל מיני אותיות בכתב ודפוס.

שחזור מילים: לאחר משימת המיון התבקש המשתתף לשחזר את 16 המילים שהוצגו לו קודם לכן. הנסיינית רשמה את כל המילים שהמשתתף הצליח לשחזר.

מטלת זיכרון עבודה – Listening Recall : המשתתף עשה משימת זיכרון עבודה שהורכבה משני חלקים : 1. שיפוט נכונות סמנטית של משפטים (כגון "מספריים גוזרים נייר") ; 2. זכירת המילה האחרונה בכל משפט. המשימה הורכבה מבולוקים מגוונים בעלי רמות קושי עולות.

סיום : בתום הניסויים הודתה הנסיינית למשתתפים וכל משתתף קיבל צ'ופר לאות תודה על השתתפותו. ביציאה מהכיתה נבחנה יכולת המשתתפים לזכור להפוך את השלט "חייכן" בלי תזכורת.

כלי המחקר

מטלות זיכרון פרוספקטיבי

1. הפיכת שלט כניסה ושלט יציאה

גירויים : שלט דו־צדדי בגודל A4 שנתלה על דלת הכיתה שנבדקו בה המשתתפים. בצד אחד של השלט הופיע "חייכן" בצבע ירוק ולידו כתוב בדיו שחור "אישור", ובצידו האחר סימן של כף יד "עצור" בצבע אדום ומתחתיו כתוב "עצור" בדיו שחור.

הליך : טרם הניסוי הובהר למשתתף כי בכניסתו לכיתה יש להפוך את השלט לצד "עצור" כדי ליידע שהכיתה תפוסה ואין להיכנס אליה. כמו כן הוסבר לו שכאשר יצא מהכיתה בסיום הניסוי עליו להפוך את השלט לצד "חייכן" כדי ליידע שהכיתה פנויה ואפשר להיכנס אליה. הנסיין לא הזכיר או רמז למשתתף למלא את המשימה.

מדידה : תגובת הנבדק דורגה : 1 = זכר, 0 = לא זכר.

מטרה : לבדוק האם יש יכולת זכירה של פעולה בזמן עתיד (זיכרון פרוספקטיבי מבוסס אירוע). הרמז למשתתף הוא השלט עצמו, אך ניסוי זה בחן האם המשתתף זכר לעשות את הפעילות הנדרשת בזיקה לרמז הקיים.

2. העברת קלפים בתום הזמן הנמדד

גירויים : קלפי חייכן צבעוניים בגודל 26. שרון חול שמתרוקן ב־180 שניות.

הליך : טרם הניסוי הונחו משתתפי המחקר כי המשימה בוחנת את יכולתם לזכור להעביר קלף מערמת הקלפים בכל פעם ששעון החול מתרוקן. הודגש לפנייהם כי הנסיינית לא תזכיר להם לעשות זאת אם ישכחו להעביר את הקלף. הוסבר למשתתפים כי העברת הכרטיסיות תיעשה בעת מילוי משימות אחרות. על השולחן ששימש לניסוי הונחו 30 כרטיסיות בודדות של חייכנים (סמיילי). הנבדק התבקש לקחת כרטיסייה אחת בכל פעם ששעון החול מתרוקן, להניחה בצד הנגדי של השולחן ולהפוך שוב את שעון החול.

מדידה : בתום המשימה תיעדה הנסיינית את מספר הכרטיסיות שהניח הנבדק לעומת מספר הפעמים ששעון החול התרוקן.

מטרה : לבדוק את יכולת המשתתפים לפצל את מיקוד הקשב בין המשימה המתמשכת ובין עשיית הפעולה העתידית. זיכרון פרוספקטיבי נמדד ביכולתו להטמיע את המידע על הפעולה שיש לעשות, ובד בבד לזכור את האירוע החיצוני שמשמש רמז לעשיית הפעולה העתידית.

מטלות זיכרון רטרוספקטיבי

1. Free Recall

גירויים: קבוצה של 16 מילות שם פעולה (לעמוד, לכתוב, לשחק, לרוץ, לחפור, לשיר, לחלום, לאכול, לשאול, לבכות, לרקוד, לטפס, לצבוע, לצחוק, לחשוב, לצייר). כל מילה הוצגה למשתתף בנפרד על כרטיסייה בודדת בגופן David ובגודל 26. לא היה קשר תוכני בין המילים חוץ מהיותן מילות פעולה.

הליך: טרם הניסוי הוסבר למשתתפי המחקר כי נבחנת יכולתם לזכור כמה שיותר מילים מתוך רשימת המילים שתוצג לפנייהם. לאחר ש־16 המילים הוצגו בנפרד לפני המשתתפים, זו אחר זו, הם התבקשו למלא משימה אחרת ולאחריה התבקשו לשחזר את המילים שהם זוכרים מתוך 16 המילים. כל משתתף התבקש ללמוד 16 מילות פעולה, כאשר כל מילת פעולה נכתבה בכרטיס והוצגה ל־5 שניות. במהלך ההפסקה, בין למידת המילים לשחזורן, מיין כל משתתף 60 קלפים. הנבדק התבקש למיין במהירות את הקלפים לשתי קבוצות: אלה שמופיעות בהן פעמיים אותיות זהות לעומת אלה שבהן מופיעות שתי אותיות שונות זו מזו. בתום משימה זו נדרש כל משתתף להיזכר בחופשיות במילות הפעולה שראה לפני מטלת מיין הקלפים. הנסיינית כתבה במדויק את המילים ששחזר הנבדק.

מדידה: נמדדו מספר המילים הנכונות ששחזר הנבדק, מספר הטעויות ומספר המילים שהוסיף שלא היו ברשימה המקורית. נוסף על כך נותחו המאפיינים הלשוניים של המילים שנוספו (דמיון פונולוגי, אורתוגרפי, סמנטי, תמטי וקטגוריאלי למילים המקוריות).

מטרה: להעריך את היכולת לזכור מילים בודדות בלי הקשר. יכולת המשתתפים לזכור כמות של מילים תעיד על יכולת זיכרון הרטרוספקטיבי שלהם לאחסן מידע במאגר הזיכרון, מתוך הישענות על אסטרטגיות למיניהן.

2. Listening Recall

גירויים: הגירוי במטלה זו כלל משפטים קצרים שחולקו לבלוקים בעלי רמות קושי עולות:

Block 1: 6 משפטים (1×6)

Block 2: 12 משפטים (2×6)

Block 3: 18 משפטים (3×6)

Block 4: 24 משפטים (4×6)

הליך: לפני תחילת הניסוי הסבירה הנסיינית למשתתפים את שלבי הניסוי, והנחתה אותם להקשיב לכל משפט שיוקרא להם ולהחליט האם הוא הגיוני או לא וכן לזהות מהי המילה האחרונה בכל משפט. לא נאמר למשתתפים כי שיפוטיות המשפט היא גורם מסיח ואינה נכללת בחישוב הציון הסופי. הנסיינית הדגימה למשתתפים באמצעות הקראת משפט לדוגמה, כגון "הפילה מטילה ביצה" (שיפוט: משפט שגוי סמנטית, מילה אחרונה שעל הנבדק לזכור: "ביצה"). לאחר שלב החימום קראה הנסיינית כל משפט, והנבדק נדרש לשפוט האם הוא נכון או לא ולאחר מכן לחזור על המילה האחרונה בכל משפט. משך ההגייה של כל משפט היה בין 1 ל־2 שניות.

מדידה: הצלחת המשתתפים נמדדה באמצעות זכירת המילה האחרונה בכל משפט.

מטרה: ניסוי זה היה מורכב משני חלקים: האחד שיפוט נכונות המשפט מההיבט הסמנטי והשני זכירת המילה האחרונה בכל משפט. זיכרון עבודה משמש מדד לתפקודו של זיכרון פרוספקטיבי מאחר שבזיכרון פרוספקטיבי מופעל עומס על תהליכי הזיכרון. השיפוט של נכונות המשפט שימש גורם מסיח שיצר עומס קוגניטיבי על הזיכרון בעת ניסיון המשתתפים לזכור את המילה האחרונה בכל משפט.

ניתוח הנתונים

המחקר הנוכחי בחן באמצעות ארבעה ניסויים את הקשר בין תפקודי זיכרון רטרוספקטיבי לתפקודי זיכרון פרוספקטיבי. לבדיקת ההשערה הראשונה, קשר בין זיכרון רטרוספקטיבי (שחזור 16 מילים, מספר טעויות, הוספת מילים) לזיכרון פרוספקטיבי (הפיכת שלט בכניסה וביציאה, העברת קלפים בתום הזמן הנמדד) נבדקו מתאמי מדד "פירסון" בין מטלות זיכרון רטרוספקטיבי למטלות זיכרון פרוספקטיבי במדגם כולו ($n = 39$), בתלמידי כיתה ב' ($n = 20$) ובנפרד בתלמידי כיתה ו' ($n = 19$).

לבדיקת ההשערה השנייה באשר להבדלים בין תלמידי כיתה ב' ובין תלמידי כיתה ו' בתפקודי זיכרון רטרוספקטיבי ופרוספקטיבי, נעשו מבחני t למדגמים בלתי תלויים.

לבדיקת ההשערה השלישית באשר להבדלים מגדירים, נעשו מבחני t למציאת ההבדלים בין בנים ($n = 21$) לבנות ($n = 18$) במילוי מטלות זיכרון רטרוספקטיבי ופרוספקטיבי.

ממצאים

קשר בין זיכרון פרוספקטיבי לזיכרון רטרוספקטיבי

לבדיקת ההשערה כי יש קשר בין זיכרון פרוספקטיבי (הפיכת שלט בכניסה וביציאה, העברת קלפים בתום הזמן הנמדד) לזיכרון רטרוספקטיבי (שחזור 16 מילים, מספר טעויות, הוספת מילים) נבדקו מתאמי מדד פירסון בין זיכרון פרוספקטיבי לזיכרון רטרוספקטיבי בכלל המדגם, ראו לוח 1:

לוח 1: הקשר בין זיכרון פרוספקטיבי לזיכרון רטרוספקטיבי

N	זיכרון רטרוספקטיבי			זיכרון פרוספקטיבי
	הוספה	טעויות	שחזור מילים	
כלל המדגם	0.14	0.04	0.29	הפיכת שלט
$n = 39$	0.03	-0.03	0.3	העברת קלפים
תלמידי כיתה ב'	0.11	-0.07	0.14	הפיכת שלט
$n = 19$	-0.07	0.05	-0.01	העברת קלפים
תלמידי כיתה ו'	0.2	0.23	0.06	הפיכת שלט
$n = 20$	-0.10	-0.24	0.17	העברת קלפים

התוצאות מראות כי לא נמצאו מתאמים מובהקים ($p > .05$) בין זיכרון פרוספקטיבי לזיכרון רטרוספקטיבי בכלל המדגם. ההשערה הראשונה לא אוששה.

לבדיקת ההשערה כי יימצאו הבדלים במילוי משימות פרוספקטיביות לעומת מילוי משימות רטרוספקטיביות בקרב תלמידי כיתה ב' ובקרב תלמידי כיתה ו', נבדקו מתאמי פירסון בקרב תלמידי כיתות ב' ובתלמידי כיתות ו' בין זיכרון פרוספקטיבי לזיכרון רטרוספקטיבי, ראו לעיל לוח 1. התוצאות מראות כי לא נמצאו מתאמים מובהקים ($p > .05$) בין זיכרון פרוספקטיבי לזיכרון רטרוספקטיבי בקרב תלמידי כיתה ב' ולא נמצאו מתאמים מובהקים בין זיכרון רטרוספקטיבי לזיכרון פרוספקטיבי בקרב תלמידי כיתה ו'. כלומר אין קשר בין שני סוגי הזיכרון בקרב שתי שכבות הלימוד. ההשערה לא אוששה.

הבדלים בין תלמידי כיתה ב' לעומת תלמידי כיתה ו' בתפקודי זיכרון פרוספקטיבי ובתפקודי זיכרון רטרוספקטיבי

כדי לבדוק את ההשערה על הבדלים בין תלמידי כיתה ב' ובין תלמידי כיתה ו' בתפקודי זיכרון פרוספקטיבי וזיכרון רטרוספקטיבי, נעשה מבחן t לשני מדגמים בלתי תלויים. להלן לוח 2:

לוח 2: הבדלים בין תלמידי כיתה ב' ובין תלמידי כיתה ו' בתפקודי זיכרון פרוספקטיבי ורטרוספקטיבי

$t(37)$	תלמידי כיתה ו' $n = 19$		תלמידי כיתה ב' $n = 20$			
	ממוצע	סטיית תקן	ממוצע	סטיית תקן		
-1.94	0.61	1.52	0.88	1.05	הפיכת שלט	זיכרון
-2.34*	27.29%	81.79%	31.27%	59.71%	העברת קלפים ⁽¹⁾	פרוספקטיבי
-6.28*	1.37	7	1.68	3.9	שחזור מילים	זיכרון
-0.37	2.13	2.61	3.52	2.15	טעויות	רטרוספקטיבי
-2.00*	1.32	1.26	0.82	0.55	הוספה	

(1) מספר הקלפים לעומת זמן הניסוי

מעיון בלוח 2 עולה כי במשימת זיכרון פרוספקטיבי נמצא הבדל מובהק ($t(37) = -2.34, p < 0.05$) בכמות היחסית של העברת הקלפים בקרב תלמידי כיתות ב' ($M = 31.27\%$) לעומת תלמידי כיתות ו' ($M = 81.79\%$, $SD = 27.29\%$). לא נמצא הבדל מובהק ($t(37) = -1.94, p > 0.05$) במשימה פרוספקטיבית מסוג הפיכת שלט בקרב תלמידי כיתות ב' ($[0.88, 1.05]$), לעומת תלמידי כיתות ו' ($M = 1.52, SD = 0.61$). נוסף על כך במשימות מסוג זיכרון רטרוספקטיבי נמצא הבדל מובהק ($t(37) = -6.28, p < 0.05$) בשחזור המילים של תלמידי כיתות ב' ($M = 3.90, SD = 1.68$) לעומת שחזור המילים של תלמידי כיתות ו' ($M = 7.00, SD = 1.37$). כמו כן נמצא הבדל מובהק ($t(37) = -2.00, p < 0.05$) במספר הוספות המילים של תלמידי כיתות ב' ($M = 0.55, SD = 0.82$) לעומת

מספר הוספות של תלמידי כיתות ו' ($M = 1.26, SD = 1.32$). לא נמצא הבדל מובהק במספר הטעויות בשחזור רשימת 16 המילים של תלמידי כיתות ב' ($M = 2.15, SD = 3.52$) לעומת מספר הטעויות בשחזור רשימת 16 המילים של תלמידי כיתות ו' ($M = 2.61, SD = 2.13$).

בשל המילים המעטות שהוסיפו הנבדקים ולא הופיעו ברשימה שהוצגה להם, הוחלט שלא לנתח ממד זה מבחינה סטטיסטית. עם זה התבוננות באופיים הראתה שכאשר הנבדקים הוסיפו מילים כאלה הן לרוב היו בעלות מאפיינים לשוניים, כגון פונולוגיים, אורתוגרפיים, סמנטיים, תמטיים וקטגוריאליים למילים שכן הוצגו בניסוי.

דיון

מחקר זה נועד להעריך את קיומו של קשר התפתחותי בין זיכרון רטרופקטיבי לזיכרון פרוספקטיבי כדי ללמוד על יכולת תפקודית של תלמידים. יכולת זו נבחנה באמצעות מילוי מטלות רטרופקטיביות ופרוספקטיביות על ידי תלמידים בכיתה ו' ותלמידים כיתה ב'. הואיל ושוער כי זיכרון רטרופקטיבי משקף יכולת קוגניטיבית לשלוק מידע מזיכרון לטווח הארוך, התבקשו המשתתפים לשחזר רשימה של 16 מילים לאחר מילוי משימות מגוונות ובהן מטלות פרוספקטיביות כגון הפיכת שלט כניסה ויציאה והעברת קלפים על פי רמז חיצוני מסוג "אירוע".

השערת המחקר הראשונה נגעה לקשר בין תפקודי זיכרון רטרופקטיבי לתפקודי זיכרון פרוספקטיבי. שוער כי ימצא קשר חיובי בין שני סוגי זיכרון אלה. השערה זו הופרכה הן במדגם כולו הן בתלמידי כיתה ב' ובתלמידי כיתה ו' בפרט. פירוש של דבר, מממצאי המחקר עולה כי המנגנונים התפקודיים המגויסים לרשותם של זיכרון רטרופקטיבי ופרוספקטיבי אינם זהים. אומנם מטלות פרוספקטיביות נשענות במקצתן על זיכרון רטרופקטיבי. עם זה יעילותו של הזיכרון הפרוספקטיבי נקבעת באמצעות פונקציות ניהוליות וקשב וריכוז במידה רבה יותר מהזיכרון הרטרופקטיבי. במילים אחרות, מורכבות שני סוגי זיכרון אלה שונה זו מזו, כלומר מילוי מטלות פרוספקטיביות הן מורכבות יותר כי הן דורשות את הפעלתן של פונקציות ניהוליות ותהליכי בקרה. הפונקציות הניהוליות אחראיות לזכירת הפעולה העתידית והוצאתה לפועל לצד תמיכה בפעילות מתמשכת. צורך זה בהקצאת משאבים קוגניטיביים לשתי פעולות המתנהלות בו בזמן, הופך כל מטלה פרוספקטיבית למאתגרת במיוחד. לעומת מילוי מטלות פרוספקטיביות, מטלת זיכרון רטרופקטיבי מורכבת פחות כי עצם השליפה בלבד של חומרים מזיכרון קבוע ומילים במחקר זה, דרשה הישענות על פונקציות ניהוליות מעטה בלבד. הרי הנבדקים לא נדרשו למלא, לצד שחזור המילים, מטלות מתחרות כפי שזה היה במילוי המטלות הפרוספקטיביות שבהן היה עליהם למלא מטלות מקבילות שייתכן דרשו חלק ממשאבי הקשב.

כזכור, שתי המשימות, הפיכת השלט בעת היציאה מהחדר והעברת הקלפים בתום הזמן הנמדד, היו משימות שדרשו תגובה מיידית על רמז חיצוני. כלומר כדי שמשתתפי המחקר יזכרו למלא את המשימה הפרוספקטיבית, היה עליהם להבחין תחילה בשלט או בשעון החול הריק. עם זה רמזים אלה היו שונים במהותם, כאשר הראשון הוא מבוסס אירוע והשני מבוסס זמן. למעשה במטלות פרוספקטיביות מבוססות זמן אין רמז חיצוני שיסייע

לזכור למלא את המשימה העתידית. כלומר הצלחתו של הפרט למלא משימה פרוספקטיבית מסוג זה תלויה בניטור פנימי ביכולתו לזכור מה עליו למלא ובאיזה זמן, וזאת בהיעדר רמז חיצוני (Kvavilashvili et al., 2009).

מתוך הדיון לעיל עולה כי מילוי מטלה פרוספקטיבית תלויה זמן כרוך במעורבות גבוהה יותר של זיכרון רטרופקטיבי לעומת מטלה פרוספקטיבית תלויה אירוע, שבה מעורבות זו מהותית פחות. זיכרון פרוספקטיבי תלוי אירוע או תלוי זמן משפיע על הקשר בין זיכרון רטרופקטיבי לזיכרון פרוספקטיבי. אפשר להסביר זאת בעובדה שזיכרון פרוספקטיבי תלוי זמן מצריך אחזקת מידע על תוכן הפעולה שיש לעשות, מתי לעשותה ובו בזמן לזכור את הרמז המורה על עשיית הפעולה העתידית. הליך זה מפעיל את המנגנון התפקודי של זיכרון רטרופקטיבי לעומת זיכרון פרוספקטיבי תלוי אירוע, שבו הרמז החיצוני לעשיית הפעולה העתידית מפסיק את הפעולה המתמשכת ומעביר אליה, בלי צורך באחזקת מידע זה בזיכרון הקבוע, אלא רק בפונקציות ניהוליות לפיצול קשב ותשומת לב לזיהוי הרמז ומשמעותו. ראוי להדגיש ולומר כי סוג המטלה הפרוספקטיבית קובע את השימוש במנגנונים קוגניטיביים, כגון זיכרון רטרופקטיבי, פונקציות ניהוליות, זיכרון עבודה, קשב, בקרה ועוד (Logie & Cowan, 2015).

עוד הסבר להיעדר קשר בין זיכרון רטרופקטיבי לזיכרון פרוספקטיבי נעוץ בעובדה שבמשימות הפרוספקטיביות במחקר זה, פרק הזמן מתחילת המשימה המתמשכת ועד עשיית הפעולה העתידית היה קצר יחסית. ההנחה היא כי שכל שטוח הזמן בין מילוי המטלה הפרוספקטיבית ובין תחילת מילוי המשימה המתמשכת קצר יותר, כך הצורך בהישענות על זיכרון רטרופקטיבי מופחת (Henry et al., 2004; Hicks et al., 2005; Mahy & Moses, 2011). כאמור, במחקר זה פרק הזמן היה קצר יחסית ולכן ההישענות על זיכרון רטרופקטיבי למילוי מטלות פרוספקטיביות הייתה מעטה, והיעדר הקשר בין שני סוגי הזיכרון סביר. יש לזכור כי ככל ששמירת הכוונות ארוכה יותר עד להופעת הרמז, כך גוברת מעורבותו של זיכרון רטרופקטיבי לעומת פונקציות ניהוליות בעיבוד קצר (Brandimonte et al., 2001), כמו אלה שהופיעו כאן.

השערת המחקר השנייה נגעה לקשר ההתפתחותי בין שכבת לימוד למילוי המטלות הרטרופקטיביות והמטלות הפרוספקטיביות. שוער שעם העלייה בגיל מילוי מטלות רטרופקטיביות ופרוספקטיביות יהיה מדויק יותר. בסיס להשערה זו הוא ממצאי מחקר שהראו כי עם העלייה בגיל, הפרט מפתח יכולות מטאקוגניטיביות, בהן יכולות קשביות ופונקציות ניהוליות שמשתקפות בשימוש באסטרטגיות יעילות יותר לאחסן מידע לשם שליפתו לפי הצורך (Schneider, 2008; Voyer et al., 2007).

השערת מחקר זו אוששה חלקית. נמצא הבדל מובהק במשימה פרוספקטיבית מסוג העברת קלפים ובמשימות רטרופקטיביות מסוג שחזור מילים והוספת מילים. ככלל העלייה בגיל מביאה לידי שיפור תפקודי חלקי במילוי מטלות רטרופקטיביות ופרוספקטיביות. ממצאים אלה עולים בקנה אחד עם ממצאי מחקר אחרים שמראים גם הם כי תפקודי זיכרון רטרופקטיבי משתפרים עם העלייה בגיל לא רק במטלות פשוטות, אלא גם במטלות מורכבות יותר שיצרו עומס קוגניטיבי רב (Kvavilashvili et al., 2009; Kvavilashvili et al., 2008).

במחקר זה השיפור בשחזור המייד של מילים לווה בהבדל מובהק בכמות המילים שהנבדקים הוסיפו מלבד אלו שהיו במקור. המעניין הוא כי המילים שהוסיפו הנבדקים

שמרו על דמיון למילים המקוריות – פונולוגי, אורתוגרפי, סמנטי, תמטי וקטגוריאלי. מממצא זה נלמד כי תלמידי כיתה ו' נוטים לקשר גירויים מילוליים בשלב הקלט לקטגוריות לשוניות שהפנימו בהתפתחותם כדוברי שפה. נטייה דומה נמצאה גם אצל תלמידי כיתה ב', אם כי מודגשת פחות. ממצא זה סביר, שכן תלמידי כיתה ב' נמצאים עדיין בראשית תהליך הלימוד – שלב של הפנמת דרכי לימוד, גיבוש אסטרטגיות למידה וחשיפה למידע חדש, בלי התנסויות מספיקות בעיבוד המידע ושליפתו, כדוגמת מבחן. לעומת זאת תלמידי כיתה ו' מגובשים יותר בעיבוד מידע מיטבי בהישענות על יכולת מטאקוגניטיבית.

מממצאי זיכרון פרוספקטיבי עולה כי כמות העברת הקלפים היחסית במהלך המשימות המחקר בהקבלה לזמן התרוקנות שעון החול, הייתה גבוהה אצל תלמידי כיתה ו' מאשר אצל תלמידי כיתה ב'. יש מקום להניח כי העלייה בגיל משכללת שימוש בפונקציות ניהוליות ופיצול קשב בין משימה מתמשכת למשימה עתידית תלוית אירוע (שעון חול במחקר זה). מסקנה זו מתיישבת עם הבדלים אינדיווידואליים בפונקציות ניהוליות (EF – Executive Function), המשפיעים על זיכרון פרוספקטיבי בייחוד בילדות מוקדמת, שלב שבו שליטה מודעת במחשבות ופעולות עדיין מתפתחת ולא סופית (Zelazo et al., 2008; Maylor & Logie, 2010). היא גם עולה בקנה אחד עם הממצאים של אליס וקאוילאשווילי (Ellis & Kvavilashvili, 2000) ושל קליגל ואחרים (Kliegel et al., 2000), כי האוכלוסייה הצעירה מתקשה להתמודד עם עומס קוגניטיבי המאפיין מטלות פרוספקטיות.

שלא כצפוי המטלה הפרוספקטיבית השנייה, הפיכת שלט כניסה ויציאה, לא הראתה הבדלים בין תלמידי כיתה ב' לתלמידי כיתה ו', ומחזקת ממצאים קודמים כי משימות תלויות אירוע אינן מנבאות הבדלי גיל (McDaniel and Einstein, 2000). זאת מתוך ניגוד לעדויות חוזרות המראות כי כאשר עשיית פעולה עתידית נשענת על זיכרון פרוספקטיבי מבוסס זמן, גיל המבצע מנבא את רמת המילוי. ההבדל בין שתי המשימות הפרוספקטיות שנבחנו במחקר שבשתייהן נבדקה היכולת למלא משימה עתידית, אך הן שונות באופיין: במשימת העברת הקלפים מילוי המשימה העתידית היה במהלך מילוי משימה מתמשכת, ואילו משימת הפיכת שלט נעשתה לאחר פרק זמן מסוים בתגובה על אירוע שבו הופעת השלט עוררה זיכרון פרוספקטיבי. כל זאת נעשה בלי הפרעה שמקורה במילוי משימה מתמשכת מתחרה, הקושרת אליה משאבים קוגניטיביים, בהם משאבי קשב לשם בקרה וניטור בין מטלות, כפי שנדרש במטלה של העברת הקלפים (Passolunghi et al., 1995).

אם כן, נראה שהממצאים שהובאו לעיל, בהלימה לממצאי מחקר קודמים (Flavell, 2004; Kvavilashvili & Ford, 2014), מעלים קשר בין עלייה בשכבת הלימוד לשיפור ביכולת מילוי מטלות רטרוספקטיות ומטלות פרוספקטיות, חוץ ממטלה פרוספקטיבית מסוג הפיכת שלט. מתקבל על הדעת כי ניסויים הכוללים זיכרון פרוספקטיבי המופעל ברמז חיצוני מסוג אירוע דורשים מעורבות של פונקציות ניהוליות לצורך עשיית פעולה עתידית במהלך מילוי משימה מתמשכת. נלמד מכאן כי זיכרון פרוספקטיבי המערב תפקוד של פונקציות ניהוליות לצד זיכרון רטרוספקטיבי, משמשים מנגנונים תפקודיים בעלי יכולת התפתחותית הקשורה לגיל הכרונולוגי. הנגזרת מכך היא שאפשר לשכלל וליעל מנגנונים אלה ולהגיע לידי רמות תפקוד גבוהות אף בטווח גילים צעירים.

סיכום ומסקנות

ממצאי המחקר שתמכו בהשערת המחקר השנייה, מעידים על הבדלים מהותיים בין שכבות הלימוד ובין מנגנונים תפקודיים מסוג זיכרון רטרופקטיבי ופרוספקטיבי. נמצא שיפור בתפקוד זיכרון רטרופקטיבי במטלת "שחזור חופשי", שהתבטא הן בכמות המילים הגבוהה ששחזרו תלמידי כיתה ו' לעומת תלמידי כיתה ב' הן בהבדל מובהק בכמות המילים שהוסיפו הנבדקים על אלו שברשימה המקורית. המעניין הוא שהמילים שהוסיפו הנבדקים שמרו ברובן על דמיון למילים המקוריות, כגון דמיון פונולוגי, אורתוגרפי, סמנטי, תמטי וקטגוריאלי. ממצא זה מלמד כי עם עלייה בגיל, ילדים נוטים לקשר גירויים מילוליים בשלב הקלט לקטגוריות לשוניות שהופנמו במהלך התפתחותם. אם כן, הבדלים אלה משקפים את ההתפתחות ההדרגתית ביכולת לרכוש אסטרטגיות המסייעות לקלוט מידע ולשמר אותו לטווח ארוך (Schneider & Lockl, 2008). ממצא זה מלמד כי תפקודי זיכרון רטרופקטיבי משתפרים עם עלייה בגיל הן במטלות פשוטות הן במטלות מורכבות היוצרות עומס קוגניטיבי גבוה יותר (Kvavilashvili et al., 2009; Kvavilashvili et al., 2008). יתר על כן, נמצא שיפור בתפקוד זיכרון רטרופקטיבי במטלה של העברת קלפים בתום הזמן הנמדד, הדורשת הקצאת משאבי קשב לעיבוד מידע, לניטור רמזים פוטנציאליים, יצירת הכוונה, מעקב אחר המטרה, התחלת הפעולה עם זיהוי הרמז והכוונה (Kliegel et al., 2000). ארבע פעולות אלה מעורבות בזיכרון רטרופקטיבי ומצריכות מעורבות של זיכרון עבודה לזכירת הכוונה ולעדכון מטרת המשימה בעת היתקלות ברמז במהלך המטלה המתמשכת (Einstein et al., 2000). היות שקיבולת זיכרון העבודה מוגבלת, זמינות המשאבים הקשביים המוקצים לניטור רמזים פוטנציאליים היא שככל הנראה תקבע את הצלחת הפעולה הפרוספקטיבית (Kvavilashvili et al., 2001; Suddendorf & Moore, 2011; Cheie et al., 2021). מכאן נלמד כי זיכרון רטרופקטיבי, המערב פונקציות ניהוליות, וזיכרון רטרופקטיבי הם מנגנונים תפקודיים בעלי יכולת התפתחותית הקשורים לגיל הכרונולוגי. לפיכך אפשר לשכללם ולייעלם ולהגיע לידי תפקוד גבוהות גם בטווח הגילאים הצעירים (Flavell, 2004; Kvavilashvili & Ford, 2014). לעומת זאת במטלה הפיכת שלט כניסה ויציאה בעלת אופי רטרופקטיבי לא נמצא הבדל בין תלמידי כיתה ו' לתלמידי כיתה ב'. ייתכן שמטלה זו אינה דורשת משימה מתמשכת או מערכת פונקציות ניהוליות כפי שנדרש במטלה הקודמת. מילוי מטלה רטרופקטיבית זו נשען רק על קליטת השלט בכניסה וביציאה שמשמש רמז "מבוסס אירוע". לכן אפשר לומר כי משימות רטרופקטיביות בעלות רמז "אירוע" אינן מנבאות הבדלים בין גילים (McDaniel & Einstein, 2000; Kvavilashvili et al., 2001; Ward et al., 2005; Zöllig et al., 2007; Kliegel & Jäger, 2007).

לא נמצא קשר בין תפקודי זיכרון רטרופקטיביים לתפקודי זיכרון רטרופקטיביים, ולכן ממצאי המחקר אינם תומכים בהשערת המחקר הראשונה. תיאום גבוה יותר בין זיכרון רטרופקטיבי לרטרופקטיבי נצפה במשימות מורכבות המצריכות העלאת מידע רטרופקטיבי על תוכן הפעולה, מועדה והקשר. במטלות רטרופקטיביות מסוג "אירוע" מעורבות פונקציות ניהוליות, ואילו במטלות רטרופקטיביות מבוססות "זמן" המורכבות יותר במהותן, מעורבים תפקודי זיכרון רטרופקטיביים (Kvavilashvili et al., 2008). יתרה מזו, במחקר זה פרק זמן זה לא היה ארוך, ולכן ההישענות על זיכרון רטרופקטיבי למילוי מטלות רטרופקטיביות הייתה מוגבלת. ככל שהמטלה דורשת שמירת כוונות

ארוכה יותר עד רמז היעד, גוברת מעורבות הזיכרון הרטרוספקטיבי בהשוואה לעיכובים קצרים המערבים פונקציות ניהוליות (Brandimonte et al., 2001).

תוצאות המחקר

המחקר חושף הבדלים אישיים בתפקודי זיכרון הן בתוך שכבות גיל הן בין שכבות גיל עוקבות. המדידה האובייקטיבית מאפשרת חיזוי כשלים קוגניטיביים, הבנה מעמיקה של תפקוד למידה יום-יומי והתמקדות בהשפעות הגיל הכרונולוגי על תהליכי הזיכרון.

יתר על כן, ההבדלים בכשלים קוגניטיביים בתפקודי זיכרון פרוספקטיבי ורטרוספקטיבי יסייעו לחזות יכולות לימודיות המצריכות שילוב של שני תפקודי זיכרון אלה. ילדים בגיל בית הספר נדרשים למלא בהדרגה משימות זיכרון פרוספקטיביות ולהתמודד עם מצבים יום-יומיים מגוונים.

בכיווני המחקר העיקריים נעשו ניסיונות לאמן את זיכרון העבודה (Melby-Lervåg et al., 2016; Holmes & Gathercole, 2014) ולהתאים חומרי למידה לרמת הקיבולת האישית של הלומד (Cowan, 2014; Jaroslawska et al., 2016), כדי לשפר את יכולות הלמידה והקוגניציה. הממצאים צפויים לספק תוקף אקולוגי חשוב של הבדלים התפתחותיים ולאפשר השוואה למחקרים עתידיים שיבדקו אוכלוסיות מיוחדות.

תוצאות המחקר עשויות לסייע בזיהוי מוקדם של הבדלים אינדיווידואליים בתפקודי זיכרון פרוספקטיבי ורטרוספקטיבי, המשפיעים על תפקודים אקדמיים. היועצת תוכל לאתר תלמידים הזקוקים לסיוע ולבנות תוכניות התערבות מותאמות אישית. היא תוכל להנחות מורים בהתאמת אסטרטגיות הוראה, להקנות לתלמידים טכניקות זכירה וארגון מידע ולסייע בפיתוח מודעות עצמית לתהליכי זיכרון. תפקידה יכלול מתן תמיכה רגשית לתלמידים המתמודדים עם קשיי זיכרון, צמצום תסכול והעלאת ביטחון עצמי בתהליכי למידה. הממצאים מעניקים לה כלי עבודה נוסף להבנת מורכבות תהליכי הלמידה וההתפתחות הקוגניטיבית והתאמת תוכניות התערבות כוללניות לצד שיתוף מורים והורים, ומתוך כך לסייע בפיתוח מיומנויות חיים הכוללות התמודדות עם מצבים יום-יומיים הדורשים זיכרון פרוספקטיבי.

מגבלות המחקר

במחקר זה נעשו ניסויים מגוונים כדי לחזות את הקשר ההתפתחותי בין זיכרון רטרוספקטיבי לזיכרון פרוספקטיבי בקרב תלמידים בכיתות ב' ו'. אופי המטלות המתמשכות ששימש גורם מסיח למילוי המטלות הפרוספקטיביות היה זהה לשתי שכבות לימוד אלה. היה מעניין יותר אם כל שכבת לימוד הייתה מתמודדת עם מטלות מתמשכות התואמות לגילה ההתפתחותי מבחינת רמת קושי. התאמה זו הייתה מאפשרת לבחון את תפקודי הזיכרון הרטרוספקטיביים והפרוספקטיביים בתנאים מותאמים יותר, וקרוב לוודאי הייתה מוסיפה על העולה ממחקר זה ומאפשרת לבדוק הבדלים בין מטלות מתמשכות תואמות גיל ובין מטלות שאינן תואמות גיל בקשר ההתפתחותי בין זיכרון רטרוספקטיבי לזיכרון פרוספקטיבי.

כמו כן ייתכן שהמחקר לא היה מקיף דיו כדי לזהות את ההבדלים בין שכבות הגיל במטלות זיכרון רטרוספקטיבי וזיכרון פרוספקטיבי. הגדלת מספר משתתפים עשויה לתת תמונה רחבה יותר של היבטי זיכרונות אלה על סמך הממצאים הקיימים.

רשימת מקורות

- Baddeley, A. D. (2003). Working memory: Looking back and looking forward. *Nature Reviews Neuroscience*, 4(10), 829–839. <https://doi.org/10.1038/nrn1201>
- Bergman Nutley, S., & Söderqvist, S. (2017). How is working memory training likely to influence academic performance? Current evidence and methodological considerations. *Frontiers in Psychology*, 8. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00069>
- Brandimonte, M. A., Ferrante, D., Feresin, C., & Delbello, R. (2001). Dissociating prospective memory from vigilance processes. *Psicologica*, 22(1), 97–113.
- Brian, E., & Jaisson, M. (2011). Selected bibliography of memory studies. *International Social Science Journal*, 62(203–204), 199–204. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2451.2011.01803.x>
- Brockmole, J. R., & Logie, R. H. (2013). Age-related change in visual working memory: A study of 55,753 participants aged 8–75. *Frontiers in Psychology*, 4, Article 12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00012>
- Brown, S. C., & Craik, F. I. M. (2000). Encoding and retrieval of information. In E. Tulving & F. I. M. Craik (Eds.), *The Oxford handbook of memory* (pp. 93–107). Oxford University Press.
- Carlson, S. M. (2005). Developmentally sensitive measures of executive function in preschool children. *Developmental Neuropsychology*, 28(2), 595–616. https://doi.org/10.1207/s15326942dn2802_3
- Cheie, L., Opriș, A. M., & Visu-Petra, L. (2021). Remembering the future: Age-related differences in schoolchildren's prospective memory depend on the cognitive resources employed by the task. *Cognitive Development*, 58, Article 101048. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2021.101048>
- Cheour, M., Leppänen, P. H., & Kraus, N. (2000). Mismatch negativity (MMN) as a tool for investigating auditory discrimination and sensory memory in infants and children. *Clinical Neurophysiology*, 111(1), 4–16. [https://doi.org/10.1016/S1388-2457\(99\)00191-1](https://doi.org/10.1016/S1388-2457(99)00191-1)
- Cowan, N. (2014). Working memory underpins cognitive development, learning, and education. *Educational Psychology Review*, 26(2), 197–223. <https://doi.org/10.1007/s10648-013-9246-y>
- Cowan, N., Elliott, E. M., Saults, J. S., Morey, C. C., Mattox, S., Hismjatullina, A., & Conway, A. R. (2005). On the capacity of attention: Its estimation and its role in working memory and cognitive aptitudes. *Cognitive Psychology*, 51(1), 42–100. <https://doi.org/10.1016/j.cogpsych.2004.12.001>

- Cowan, N., Fristoe, N. M., Elliott, E. M., Brunner, R. P., & Saults, J. S. (2006). Scope of attention, control of attention, and intelligence in children and adults. *Memory & Cognition*, 34(8), 1754–1768. <https://doi.org/10.3758/bf03195936>
- Cowan, N., Morey, C. C., AuBuchon, A. M., Zwillig, C. E., & Gilchrist, A. L. (2010). Seven-year-olds allocate attention like adults unless working memory is overloaded. *Developmental Science*, 13, 120–133.
- Cowan, N., Naveh-Benjamin, M., Kilb, A., & Saults, J. S. (2006). Life-span development of visual working memory: When is feature binding difficult? *Developmental Psychology*, 42(6), 1089–1102. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.42.6.1089>
- Craik, F. I. (1986). A functional account of age differences in memory. In F. Klix, & H. Hagendorf (Eds.), *Human memory and cognitive capabilities: Mechanisms and performances* (pp. 409–422). Elsevier.
- Crawford, J., Smith, G., Maylor, E., Della Sala, S., & Logie, R. (2003). The Prospective and Retrospective Memory Questionnaire (PRMQ): Normative data and latent structure in a large non-clinical sample. *Memory*, 11(3), 261–275. <https://doi.org/10.1080/09658210244000027>
- Dehn, M. J. (2015). *Essentials of working memory and intervention*. John Wiley & Sons.
- Ebbinghaus, H. (2013). Memory: A contribution to experimental psychology. *Annals of Neurosciences*, 20(4), 155–156. <https://doi.org/10.5214/ans.0972.7531.200408>
- Einstein, G. O., & McDaniel, M. A. (1990). Normal aging and prospective memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 16(4), 717–726. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.16.4.717>
- Einstein, G. O., & McDaniel, M. A. (2005). Prospective memory: Multiple retrieval processes. *Current Directions in Psychological Science*, 14(6), 286–290. <https://doi.org/10.1111/j.0963-7214.2005.00382.x>
- Einstein, G. O., & McDaniel, M. A. (2007). Prospective memory and metamemory: The skilled use of basic attentional and memory processes. *Psychology of Learning and Motivation*, 48, 145–173. [https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(07\)48004-5](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(07)48004-5)
- Einstein, G. O., McDaniel, M. A., Manzi, M., Cochran, B., & Baker, M. (2000). Prospective memory and aging: Forgetting intentions over short delays. *Psychology and Aging*, 15(4), 671–683. <https://doi.org/10.1037//0882-7974.15.4.671>

- Ellis, J., & Kvavilashvili, L. (2000). Prospective memory in 2000: Past, present, and future directions. *Applied Cognitive Psychology*, 14(7), S1–S9. <https://doi.org/10.1002/acp.767>
- Engle, R. W., & Kane, M. J. (2004). Executive attention, working memory capacity, and a two-factor theory of cognitive control. In B. H. Ross (Ed.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory* (Vol. 44, pp. 145–199). Elsevier Science. [https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(03\)44005-X](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(03)44005-X)
- Finell, J., Sammallahti, E., Korhonen, J., Eklöf, H., & Jönsson, B. (2022). Working memory and its mediating role on the relationship of math anxiety and math performance: A meta-analysis. *Frontiers in Psychology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.798090>
- Flavell, J. H. (2004). Theory-of-mind development: Retrospect and prospect. *Merrill-Palmer Quarterly*, 50(3), 274–290. <https://doi.org/10.1353/mpq.2004.0018>
- Forsberg, A., Blume, C. L., & Cowan, N. (2021). The development of metacognitive accuracy in working memory across childhood. *Developmental Psychology*, 57(8), 1297–1317. <https://doi.org/10.1037/dev0001213>
- Freeman, E. E., Karayanidis, F., & Chalmers, K. A. (2017). Metacognitive monitoring of working memory performance and its relationship to academic achievement in grade 4 children. *Learning and Individual Differences*, 57, 58–64. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2017.06.003>
- Fuke, T. S. S., & Mahy, C. E. V. (2022). Executive and retrospective memory processes in preschoolers' prospective memory development. *Cognitive Development*, 62, Article 101172. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2022.101172>
- Gathercole, S. E., & Alloway, T. P. (2006). Practitioner review: Short-term and working memory impairments in neurodevelopmental disorders: Diagnosis and remedial support. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 47(1), 4–15. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2005.01446.x>
- Gathercole, S. E., Dunning, D. L., Holmes, J., & Norris, D. (2019). Working memory training involves learning new skills. *Journal of Memory and Language*, 105, 19–42. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2018.10.003>
- Gathercole, S. E., Pickering, S. J., Ambridge, B., & Wearing, H. (2004). The structure of working memory from 4 to 15 years of age. *Developmental*

- Psychology*, 40(2), 177–190. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.40.2.177>
- Ghetti, S., Mirandola, C., Angelini, L., Cornoldi, C., & Ciaramelli, E. (2011). Development of subjective recollection: Understanding of and introspection on memory states. *Child Development*, 82(6), 1954–1969. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2011.01645.x>
- Graf, P., & Uttil, B. (2001). Prospective memory: A new focus for research. *Consciousness and Cognition: An International Journal*, 10(4), 437–450. <https://doi.org/10.1006/ccog.2001.0504>
- Haber, R. N. (1983). The icon is finally dead. *Behavioral and Brain Sciences*, 6(1), 43–54. <https://doi.org/10.1017/S0140525X0001462X>
- Henry, J. D., MacLeod, M. S., Phillips, L. H., & Crawford, J. R. (2004). A meta-analytic review of prospective memory and aging. *Psychology and Aging*, 19(1), 27–39. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.19.1.27>
- Herrmann, C. S., Munk, M. H., & Engel, A. K. (2004). Cognitive functions of gamma-band activity: Memory match and utilization. *Trends in Cognitive Sciences*, 8(8), 347–355. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2004.06.006>
- Hicks, J. L., Marsh, R. L., & Cook, G. I. (2005). Task interference in time-based, event-based, and dual intention prospective memory conditions. *Journal of Memory and Language*, 53(3), 430–444. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2005.04.001>
- Holmes, J., & Gathercole, S. E. (2014). Taking working memory training from the laboratory into schools. *Educational Psychology*, 34(4), 440–450. <https://doi.org/10.1080/01443410.2013.797338>
- Isbell, E., Fukuda, K., Neville, H. J., & Vogel, E. K. (2015). Visual working memory continues to develop through adolescence. *Frontiers in Psychology*, 6, Article 696. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00696>
- Jaroslawska, A. J., Gathercole, S. E., Logie, M. R., & Holmes, J. (2016). Following instructions in a virtual school: Does working memory play a role? *Memory & Cognition*, 44(4), 580–589. <https://doi.org/10.3758/s13421-015-0579-2>
- Kliegel, M., & Jäger, T. (2007). The effects of age and cue-action reminders on event-based prospective memory performance in preschoolers. *Cognitive Development*, 22(1), 33–46. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2006.08.003>
- Kliegel, M., McDaniel, M. A., & Einstein, G. O. (2000). Plan formation, retention, and execution in prospective memory: A new approach and age-related

- effects. *Memory & Cognition*, 28(6), 1041–1049. <https://doi.org/10.3758/BF03209352>
- Kretschmer, A., Voigt, B., Friedrich, S., Pfeiffer, K., & Kliegel, M. (2014). Time-based prospective memory in young children – Exploring executive functions as a developmental mechanism. *Child Neuropsychology*, 20(6), 662–676. <https://doi.org/10.1080/09297049.2013.841881>
- Kvavilashvili, L., & Ford, R. M. (2014). Metamemory prediction accuracy for simple prospective and retrospective memory tasks in 5-year-old children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 127, 65–81. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2014.01.014>
- Kvavilashvili, L., Kornbrot, D. E., Mash, V., Cockburn, J., & Milne, A. (2009). Differential effects of age on prospective and retrospective memory tasks in young, young-old, and old-old adults. *Memory*, 17(2), 180–196. <https://doi.org/10.1080/09658210802194366>
- Kvavilashvili, L., Kyle, F. E., & Messer, D. J. (2008). The development of prospective memory in children: Methodological issues, empirical findings, and future directions. In M. Kliegel, M. A. McDaniel, & G. O. Einstein (Eds.), *Prospective memory: Cognitive, neuroscience, developmental, and applied perspectives* (pp. 115–140). Taylor & Francis Group/Lawrence Erlbaum Associates.
- Kvavilashvili, L., Messer, D. J., & Ebdon, P. (2001). Prospective memory in children: the effects of age and task interruption. *Developmental Psychology*, 37(3), 418–430. <https://doi.org/10.1037//0012-1649.37.3.418>
- Logie, R. H., & Cowan, N. (2015). Perspectives on working memory: Introduction to the special issue. *Memory & Cognition*, 43(3), 315–324. <https://doi.org/10.3758/s13421-015-0510-x>
- Mahy, C. E., & Moses, L. J. (2011). Executive functioning and prospective memory in young children. *Cognitive Development*, 26(3), 269–281. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2011.06.002>
- Mahy, C. E., Moses, L. J., & Kliegel, M. (2014). The development of prospective memory in children: An executive framework. *Developmental Review*, 34(4), 305–326. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2014.08.001>
- Maylor, E. A., & Logie, R. H. (2010). A large-scale comparison of prospective and retrospective memory development from childhood to middle age. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 63(3), 442–451. <https://doi.org/10.1080/17470210903469872>

- McDaniel, M. A., & Einstein, G. O. (2000). Strategic and automatic processes in prospective memory retrieval: A multiprocess framework. *Applied cognitive psychology, 14*(7), S127–S144. <https://doi.org/10.1002/acp.775>
- McDaniel, M. A., & Einstein, G. O. (2007). *Prospective memory: An overview and synthesis of an emerging field*. Sage Publications.
- Melby-Lervåg, M., Redick, T. S., & Hulme, C. (2016). Working memory training does not improve performance on measures of intelligence or other measures of “far transfer” evidence from a meta-analytic review. *Perspectives on Psychological Science, 11*(4), 512–534. <https://doi.org/10.1177/1745691616635612>
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology, 41*(1), 49–100. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>
- Passolunghi, M. C., Brandimonte, M. A., & Cornoldi, C. (1995). Encoding modality and prospective memory in children. *International Journal of Behavioral Development, 18*(4), 631–648. <https://doi.org/10.1177/016502549501800404>
- Peng, P., Barnes, M., Wang, C., Wang, W., Li, S., Swanson, H. L., Dardick, W., & Tao, S. (2018). A meta-analysis on the relation between reading and working memory. *Psychological Bulletin, 144*(1), 48–76. <https://doi.org/10.1037/bul0000124>
- Riggs, K. J., McTaggart, J., Simpson, A., & Freeman, R. P. (2006). Changes in the capacity of visual working memory in 5- to 10-year-olds. *Journal of Experimental Child Psychology, 95*(1), 18–26. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2006.03.009>
- Riggs, K. J., Simpson, A., & Potts, T. (2011). The development of visual short-term memory for multifeature items during middle childhood. *Journal of Experimental Child Psychology, 108*(4), 802–809. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2010.11.006>
- Schneider, W. (2008). The development of metacognitive knowledge in children and adolescents: Major trends and implications for education. *Mind, Brain, and Education, 2*(3), 114–121. <https://doi.org/10.1111/j.1751-228X.2008.00041.x>

- Schneider, W., & Lockl, K. (2008). Procedural metacognition in children: Evidence for developmental trends. In J. Dunlosky & R. A. Bjork (Eds.), *Handbook of metamemory and memory* (pp. 391–409). Psychology Press.
- Ślusarczyk, E., Niedźwieńska, A., & Białecka-Pikul, M. (2018). The first signs of prospective memory. *Memory*, 26(10), 1385–1395. <https://doi.org/10.1080/09658211.2018.1483516>
- Smith, R. E. (2003). The cost of remembering to remember in event-based prospective memory: Investigating the capacity demands of delayed intention performance. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 29(3), 347–361. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.29.3.347>
- Smith, R. E., Bayen, U. J., & Martin, C. (2010). The cognitive processes underlying event-based prospective memory in school-age children and young adults: A formal model-based study. *Developmental Psychology*, 46(1), 230–244. <https://doi.org/10.1037/a0017100>
- Soemer, A. (2016). The multicomponent working memory model, attention, and long-term memory in multimedia learning: A comment on schweppe and rummer (2014). *Educational Psychology Review*, 28, 197–200. <https://doi.org/10.1007/s10648-015-9303-9>
- Squire, L. R. (2004). Memory systems of the brain: A brief history and current perspective. *Neurobiology of Learning and Memory*, 82(3), 171–177. <https://doi.org/10.1016/j.nlm.2004.06.005>
- Suddendorf, T., & Moore, C. (2011). Introduction to the special issue: The development of episodic foresight. *Cognitive Development*, 26(4), 295–298. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2011.09.001>
- Swanson, H. L., Orosco, M. J., & Reed, D. K. (2024). The mathematical word problem-solving performance gap between children with and without math difficulties: Does working memory mediate and/or moderate treatment effects? *Child Neuropsychology*, 31(3), 391–427. <https://doi.org/10.1080/09297049.2024.2382202>
- Unsworth, N., McMillan, B. D., Brewer, G. A., & Spillers, G. J. (2012). Everyday attention failures: An individual differences investigation. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 38(6), 1765–1772. <https://doi.org/10.1037/a0028075>
- Voyer, D., Postma, A., Brake, B., & Imperato-McGinley, J. (2007). Gender differences in object location memory: A meta-analysis. *Psychonomic Bulletin & Review*, 14(1), 23–38. <https://doi.org/10.3758/BF03194024>

- Walsh, S. J., Martin, G. M., & Courage, M. L. (2014). The development of prospective memory in preschool children using naturalistic tasks. *Journal of Experimental Child Psychology*, 127, 8–23. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2013.10.003>
- Ward, H., Shum, D., McKinlay, L., Baker-Tweney, S., & Wallace, G. (2005). Development of prospective memory: Tasks based on the prefrontal-lobe model. *Child Neuropsychology*, 11(6), 527–549. <https://doi.org/10.1080/09297040490920186>
- Zelazo, P. D., Carlson, S. M., & Kesek, A. (2008). Development of executive function in childhood. In C. A. Nelson & M. Luciana (Eds.), *Handbook of developmental cognitive neuroscience* (2nd ed., pp. 553–574). MIT Press.
- Zelazo, P. D., Müller, U., Frye, D., Marcovitch, S., Argitis, G., Boseovski, J., Chiang, J. K., Hongwanishkul, D., Schuster, B. V., & Sutherland, A. (2003). The development of executive function in early childhood. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 68(3), 1–27. <https://doi.org/10.1111/j.0037-976x.2003.00260.x>
- Zöllig, J., West, R., Martin, M., Altgassen, M., Lemke, U., & Kliegel, M. (2007). Neural correlates of prospective memory across the lifespan. *Neuropsychologia*, 45(14), 3299–3314. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2007.06.010>