

נדידות בין מילים בקריאה: האם ישנם סוגים שונים וכיצד מבחינים ביניהם?

ליאורה לופז-טולדנו ונעמה פרידמן*

מעבדת שפה ומוח, אוניברסיטת תל אביב

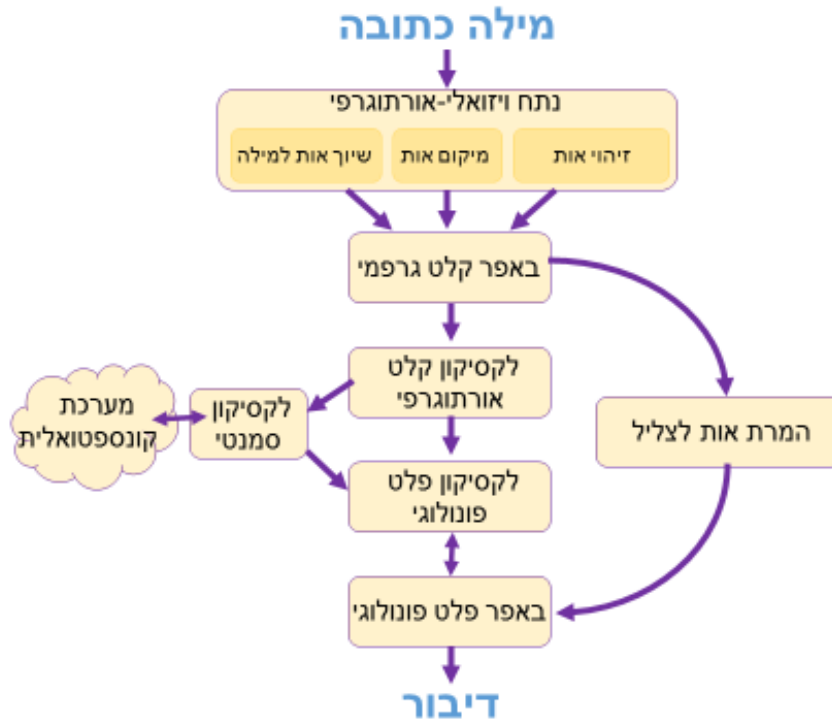
קריאה קולית הינה תהליך רב שלבי המתחיל בניתוח ויזואלי-אורתוגרפי של המילים הכתובות ומסתיים בהפקה קולית שלהן. ליקויים בשלבים שונים של תהליך הקריאה גורמים לדיסלקסיות ולטעויות שונות בקריאה. טעויות של נדידת אותיות בין מילים בקריאה נגרמות מליקוי ספציפי בנתח הויזואלי-אורתוגרפי ומאפיינות דיסלקסיה קשבית. מטרת מחקר זה הייתה לבחון האם ליקוי בבאפר הפלט הפונולוגי, שלב פוסט לקסיקלי בתהליך הקריאה המשמש גם להפקת חומר מילולי כגון דיבור חופשי וחזרה על דיבור, יכול לגרום גם הוא לנדידות בין מילים בקריאה, ולאפיין נדידות אלה אם אכן הן מתקיימות. במחקר השתתפו 18 בני נוער ומבוגרים, אשר ביצעו טעויות נדידה בין מילים בקריאה קולית. מתוצאות המחקר עולה כי מלבד נדידות הנובעות מדיסלקסיה קשבית (נדידות קלט) ישנו סוג נוסף של נדידות בין מילים בקריאה הנובע מליקוי התפתחותי בבאפר הפלט הפונולוגי (נדידות פלט). נדידות פלט, בניגוד לנדידות קלט, מתרחשות גם בפלט מילולי שאינו מערב קריאה ואינן מתרחשות בקריאה דמומה שאינה מערבת פלט מילולי. בנוסף, נמצאו הבדלים במאפייני הנדידות בקריאה קולית: בניגוד לנדידות קלט, בנדידות פלט אין נדידות ממילים שמופיעות אחרי מילת המטרה וטרם נקראו ואין נדידות מסוג השמטה. למחקר זה השלכות קליניות ותיאורטיות: במחקר מתואר לראשונה סוג של טעויות בקריאה שלא היה ידוע עד כה – נדידות בין מילים בעקבות ליקוי בבאפר הפלט הפונולוגי. כמו כן, המחקר מאפשר כלים להבחנה בין סוג נדידות זה לבין נדידות בין מילים הנובעות מדיסלקסיה קשבית. אבחנה מדויקת של מקור הטעויות בקריאה חשובה לטיפול, היות שלכל סוג של ליקוי מתאים טיפול אחר. בנוסף, מחקר זה מאפשר לנו הצצה לאופן תפקודו של הבאפר: לדרך בה הוא מקודד את מיקום הפונמות ולאופן בו הוא מחזיק מילים שונות בו-זמנית.

1. מבוא

קריאה הינה תהליך רב שלבי המתואר בנוירופסיכולוגיה כוגניטיבית באמצעות המודל הדו מסלולי לקריאת מילה. מודל זה מתאר את השלבים השונים בתהליך הקריאה מרגע תפישת המילה הכתובה ועד לקריאתה בקול רם והבנתה (Ellis & Young, 1996; Friedmann & Coltheart, 2018) (תרשים 1). השלב הראשון בתהליך הקריאה, המשותף לכל מסלולי הקריאה, הוא ניתוח ויזואלי-אורתוגרפי של המילים הכתובות. בשלב זה מתבצע זיהוי של האותיות המרכיבות את המילה, מיקומן בתוך המילה ושיוכן למילים השונות. שיוך האותיות מאפשר זיהוי של האותיות כחלק ממילה ספציפית ומונע "נדידה" של אותיות בין מילים, למשל קריאת צמד המילים *קירות כירוז* כ*קירות קירוז*. בשלב הבא, תוצרי הניתוח הויזואלי-אורתוגרפי מועברים למאגר זיכרון אורתוגרפי קצר טווח, באפר הקלט האורתוגרפי, המחזיק את המידע עד שהוא מעובד באופן מלא על ידי הרכיבים הבאים בתהליך הקריאה. המידע המוחזק בבאפר

*מחקר זה נתמך על-ידי: הקרן הלאומית למדע (1066/14), קתדרת ברנקו-וייס לחקר התפתחות הילד וחינוכו, המעבדה לחקר התפתחות הילד ע"ש ליזלוטה אדלר ו-Human Frontiers Science Program (RGP0057/201, Friedmann).

האורתוגרפי מועבר לשני מסלולים: המסלול הלקסיקלי לקריאת מילים מוכרות באמצעות המרת הצורה הכתובה של המילה לצורתה הנשמעת, והמסלול התת-לקסיקלי לקריאת מילים לא מוכרות באמצעות המרה מגרפמה לפונמה (אות לצליל). לבסוף, תוצרי שני מסלולי הקריאה מועברים לבאפר הפלט הפונולוגי, רכיב זיכרון פונולוגי קצר טווח אשר מרכיב ומחזיק את הייצוג הפונולוגי של המילים עד להפקתן באמצעות מערכת ההיגוי (Ellis & Young, 1996; Friedmann & Coltheart, 2018). באפר זה אינו ספציפי לתהליך הקריאה, אלא מהווה חלק ממערכת הפקת הדיבור ומשתתף בתהליכים שונים כגון דיבור חופשי, חזרה על דיבור ושיום (Friedmann, Biran, & Dotan, 2013).



תרשים 1. המודל הדו מסלולי לקריאת מילה (Friedmann & Coltheart, 2018)

ליקויים ברכיבים שונים בתהליך הקריאה גורמים למגוון הפרעות בקריאה, דיסלקסיות, בעלות מאפיינים ייחודיים (Coltheart & Kohnen, 2012; Ellis, 2016; Friedmann & Coltheart, 2018). במחקר זה נתמקד בשני ליקויים שונים בתהליך הקריאה: ליקוי בפונקציית שיוך אות למילה בנתח הויזואלי-אורתוגרפי וליקוי בבאפר הפלט הפונולוגי. על אף השוני המשמעותי בין שני הליקויים הם עשויים להתבטא בדרכים דומות בקריאה קולית כפי שנראה בהמשך.

ליקוי בפונקציית שיוך אות למילה בנתח הויזואלי-אורתוגרפי גורם לדיסלקסיה קשבית המתאפיינת בנדידת אותיות בין מילים שכנות. האותיות הנודדות משמרות לרוב את מיקומן היחסי בתוך המילה, למשל האות האחרונה במילה אחת נודדת לאותו מיקום אחרון במילה השניה. לדוגמא קריאת זוג המילים *קל שבוע בקר שכול*. נדידת אותיות בין מילים יכולה להתרחש הוריונטלית או ורטיקלית, כלומר, אותיות יכולות לנדוד ממילים שנמצאות מימין או משמאל, מעל או מתחת למילת המטרה. ההסתברות להתרחשות נדידה בין מילים גבוהה יותר כאשר תוצאת הנדידה היא מילה קיימת. כמו כן, ישנן יותר טעויות במילים ארוכות, יותר נדידות מהמילה הראשונה לשנייה ויותר נדידות של האותיות

האחרונות במילה (Friedmann, Kerbel, & Shvimer, 2010). בדיסלקסיה זו ישנם כמה סוגי נדידות בין מילים, הסוג הנפוץ ביותר הינו החלפה של אות באות האחרת, כפי שתואר בדוגמה של זוג המילים *קך שבו* אשר עשוי להיקרא *מך שכול*. סוג נוסף הינו טעויות הוספה, בהן האות הנודדת למילה אחרת אינה מחליפה את האות הקיימת אלא מתווספת אליה, לדוגמא, קריאת זוג המילים *קרים שרים* *קרים קשרים*. בנוסף, ישנן טעויות מסוג השמטה בהן מושמטת אות המופיעה באותו מיקום בשתי מילים, לדוגמא, קריאת צמד המילים *משפך משדר כשפך משדר*. משום שדיסלקסיה קשבת נגרמת מליקוי בשלבים המוקדמים של קלט הקריאה, בנתח הויזואלי-אורתוגרפי, הטעויות צפויות להופיע גם בקריאה דמומה שאינה מערבת פלט קולי ולהשפיע על הבנה של מילים כתובות (Friedmann, et al., 2010). דרך יעילה להפחתת נדידות בקריאה הנובעות מדיסלקסיה זו הינה הסתרת המילים הכתובות הנמצאות בסמוך למילת המטרה, למשל באמצעות שימוש בחלונית קריאה (שווימר, קרבל ופרידמן, 2009).

ליקוי בבאפר הפלט הפונולוגי גורם להפרעה בהפקת דיבור, כגון: דיבור חופשי, חזרה על דיבור, שיום וקריאה קולית (Friedmann, Biran, & Dotan, 2013). הבאפר הוא רכיב זיכרון פונולוגי קצר טווח האחראי להרכבה של יחידות פונולוגיות בגדלים שונים ולשמירת הייצוג הפונולוגי של המילה עד להפקתה. ליקוי בבאפר הפלט הפונולוגי גורם לטעויות של החלפה, השמטה, והוספה של פונמות ומוספיות מורפולוגיות (Butterworth, 1992; Dell, 1986, 1988; Dotan & Friedmann, 2015; Garrett, 1976; Levelt, 1992; Shattuck-Hufnagel, 1992). תפקוד הבאפר מושפע מאורך הרצפים הפונמיים שהוא מאחסן – ככל שהמילים שהוא מאחסן ארוכות יותר, כך הוא יתקשה לאחסן אותן בשלמותן והסבירות להפקה שגויה שלהן גדלה (Franklin, Buerk, & Howard, 2002; Gvion & Friedmann, 2012; Nickels & Howard, 2004).

טעויות הקריאה המאפיינות ליקוי בבאפר הפלט הפונולוגי הן טעויות של החלפה, השמטה והוספה של אותיות/מוספיות, ישנו קושי משמעותי יותר בקריאת מילים ארוכות, וכן קושי רב יותר בקריאת מילים לא מוכרות (ומילות תפל) ביחס לקריאת מילים מוכרות (Friedmann & Coltheart, 2018). בקרב חלק מהנבדקים עם ליקוי בבאפר הפלט הפונולוגי במחקרה של גוגנהיים (2015) נמצאו גם טעויות נדידה של אותיות בין מילים בקריאה. בעקבות ממצא זה נשאלת השאלה האם סוג טעות זה של נדידה בין מילים בקריאה בקרב נבדקים אלה (ובכלל בקרב נבדקים עם ליקוי בבאפר הפלט הפונולוגי) נובע מהליקוי בבאפר, או שבנוסף לליקוי בבאפר הייתה להם גם דיסלקסיה קשבת שמסבירה את הטעויות הללו? בחינת מאפייני טעויות הדיבור של דוברים תקינים ושל דוברים עם ליקוי נרכש בבאפר הפלט הפונולוגי יכולה לעזור לנו לבחון שאלה זו.

טעויות פונולוגיות מאפיינות את דיבורם של פצינטיים עם אפזיה קונדוקטיבית-פלט, שבבסיסה ליקוי בבאפר הפלט הפונולוגי (Franklin et al., 2002; Gvion & Friedmann, 2012; Shallice, 2000; Rumiaty, & Zadini, 2000). טעויות אלה כוללות נדידה של פונמות בתוך מילים (Laganaro & Zimmermann, 2010) ובין מילים (Kohn, 1989; Kohn & Smith, 1990). גם בעלי שפה תקינה מבצעים לעיתים טעויות פונולוגיות בדיבור (slips of the tongue) (Fromkin, 1971; Garrett, 1976; Schriefers, 1990). טעויות הנפוצות בדיבורם הן: החלפה, השמטה, הוספה ונדידה של פונמות בין מילים. נמצאו מספר סוגים של טעויות נדידה בין מילים בקרב נבדקים אלה: טעויות "ציפייה" (anticipation), בהן צליל של מילה מוחלף בצליל של מילה שעדיין לא הופקה (לט ידוק במקום סלט

יְדוּקָה), טעויות "פרסברציה" (perseveration), בהן צליל של מילה מוחלף בצליל של מילה קודמת שכבר הופקה (סלט סרוק במקום סלט ידוק) וטעויות "ספונריזם", בהן צלילים של שתי מילים מוחלפים זה בזה (ילט סרוק במקום סלט ידוק). לרוב, הצלילים שנודדים בין מילים הם בתחילת מילה ובסופה ולעיתים נדירות יותר גם באמצע מילה (Dell, 1986, 1988; Fromkin, 1971) יתכן כי טעויות הנדידה בדיבורם של דוברים תקינים נגרמות גם הן מכשל זמני בבאפר הפלט הפונולוגי.

עדויות אלה של נדידות בין מילים שמקורן בשלבי הפלט הפונולוגי תומכות בהיתכנות טעויות דומות בקריאה קולית על רקע ליקוי בבאפר הפלט הפונולוגי, שכן קריאה קולית מערכת פלט פונולוגי. לכן, כאשר אדם מבצע טעויות נדידה בין מילים בקריאתו חשוב לבדוק מה המקור לטעויות אלה ולא להניח שמקורן בדיסלקסיה קשבית. הבחנה זו חשובה משום שלליקויים שונים יתאימו טיפולים שונים. מניפולציות של הפניית קשב ויזואלי לכל אות או מילה בנפרד יפחיתו נדידות שמקורן בדיסלקסיה קשבית (שוימר, קרבל ופרידמן, 2009). אולם, מניפולציות אלה אינן צפויות להפחית נדידות שמקורן בבאפר הפלט הפונולוגי. במקרה זה עשוי להועיל טיפול שמתמקד בהפקה חוזרת של צלילים מורכבים או מניפולציה של חלוקת המילים ליחידות קטנות, אשר מפחיתה עומס מהבאפר ומקלה על החזקת המילים בו (Maas, Barlow, Robin, & Shapiro, 2002; Waldron, Whitworth, & Howard, 2011).

רציונל המחקר

מסקירת הספרות עולה כי נדידות בין מילים בקריאה קולית עשויות להתרחש לא רק בעקבות דיסלקסיה קשבית, אלא גם בעקבות ליקוי בבאפר הפלט הפונולוגי, שלב פוסט לקסיקלי בתהליך הקריאה המשותף להפקת חומר מילולי כגון דיבור חופשי, חזרה על דיבור ושיום. משום שלליקויים השונים מתאימים טיפולים אחרים, חשוב לזהות את מקור הליקוי בתהליך הקריאה שמוביל לנדידות בין מילים. היות שלרכיבים השונים בתהליך הקריאה מאפיינים ייחודיים, ניתן להיעזר במאפיינים אלה בכדי להבחין במקור הליקוי.

דרך להבחין בין סוגי הנדידות השונים הינה באמצעות בחינת התרחשותן במטלות שונות שמערבות סוגי קלט או פלט שונים. נדידות שנובעות מדיסלקסיה קשבית (נדידות קלט), יתרחשו גם במטלות קריאה דמומה שלא מערבות פלט קולי אך לא יתרחשו במטלות המערבות פלט קולי ללא קריאה. לעומת זאת, נדידות שנובעות מליקוי בבאפר הפלט הפונולוגי (נדידות פלט) צפויות להתרחש גם במטלות שמערבות פלט קולי ללא קריאה, אך לא בקריאה דמומה. מעבר לכך, גם מאפייני הנדידות בקריאה צפויים להיות שונים: בדיסלקסיה קשבית הקרבה היוזואלית בין המילים היא זו שמשפיעה על הנדידות, לכן האותיות נודדות ממילים קרובות ויזואלית שנמצאות מעל, מתחת, מימין או משמאל למילת המטרה (Friedmann, Kerbel, & Shvimer, 2010). לעומת זאת נדידות בין מילים שנובעות מליקוי בבאפר הפלט הפונולוגי צפויות להיות מושפעות מקרבה פונולוגית ולא ויזואלית. לכן הנדידות צפויות להיות ממילים שכבר נאמרו או צפויות להיאמר באותה יחידת הפקה, ללא תלות בקרבה היוזואלית למילת המטרה, והן אינן צפויות לקרות ממילים שטרם נקראו ומופיעות בשורה הבאה ברשימה למשל. כמו כן, בדיסלקסיה קשבית האות האחרונה במילה היא לרוב זו שנודדת ויש יותר נדידות מהמילה הראשונה לשנייה בזוג (Friedmann, et al., 2010). יתכן כי נדידות פלט יתרחשו גם בתחילת המילה ולא רק בסופה וכי דפוס הנדידות יהיה שונה. בנוסף, משום שבאפר הפלט הפונולוגי הוא שלב פוסט לקסיקלי, יתכן

שנדידות הנובעות מליקוי בו ייצרו פחות מילים קיימות ביחס לנדידות שנובעות מדיסלקסיה קשבית, בהן תוצר הנדידה הוא לרוב מילה קיימת (Friedmann & Coltheart, 2018).

מטרתו של מחקר זה לבחון האם ישנם שני סוגים של נדידות בין מילים בקריאה: נדידות קלט הנגרמות מליקוי בנתח הויזואלי-אורתוגרפי ונדידות פלט הנגרמות מליקוי בבאפר הפלט הפונולוגי. אם התשובה לשאלה זו חיובית, מטרה נוספת של המחקר תהיה בחינה והשוואה בין מאפייני הנדידות השונות בקריאה קולית. עבודה זו יכולה להרחיב את הידע התיאורטי אודות תפקודו של באפר הפלט הפונולוגי והשפעת ליקוי בו על קריאה. כמו כן, היא יכולה לתרום לביצוע אבחנה מبدלת בין ליקויים שונים בקריאה ולהתאמת טיפול מתאים לכל ליקוי. לאור זאת, השאלות שנשאל במחקר זה הן:

- א. האם קיימות נדידות בין מילים בקריאה כתוצאה מליקוי התפתחותי בבאפר הפלט הפונולוגי ולא רק כתוצאה מדיסלקסיה קשבית, כפי שנמצא במחקרים קודמים?
 - ב. האם נדידות בין מילים יתרחשו בפלט מילולי שלא מערב קריאה בקרב נבדקים עם ליקוי בבאפר הפלט הפונולוגי אך לא בקרב נבדקים עם דיסלקסיה קשבית?
 - ג. האם נדידות בין מילים יתרחשו בקריאה דמומה בקרב נבדקים עם דיסלקסיה קשבית אך לא בקרב נבדקים עם ליקוי בבאפר הפלט הפונולוגי?
 - ד. אם אכן יש נדידות בין מילים בקריאה כתוצאה מליקוי בבאפר הפלט הפונולוגי (נדידות פלט), מה הם מאפייני נדידות אלה ובמה הם נבדלים ממאפייני נדידות שנובעות מדיסלקסיה קשבית (נדידות קלט)? בפירוט:
- i. מה מקורן של הנדידות? בעוד נדידות קלט מגיעות ממילים קרובות ויזואלית למילת המטרה, נדידות פלט צפויות להיות ממילים שכבר נאמרו או צפויות להיאמר, ללא תלות בקירבה הויזואלית למילת המטרה.
 - ii. האם שיעור הנדידות במילה הראשונה והשניה בזוג דומה? בעוד שנדידות קלט מתרחשות יותר במילה השניה בזוג המילים, יתכן כי בנדידות פלט נראה דפוס שונה.
 - iii. מה סוג טעויות הנדידה? בעוד שנדידות קלט אופייניות הן החלפה, הוספה והשמטה של אותיות, יתכן כי בליקוי בבאפר הפלט הפונולוגי יהיו נדידות מסוגים שונים.
 - iv. אילו מיקומים במילה חשופים יותר לטעויות נדידה? בעוד שנדידות קלט מתרחשות לרוב באות האחרונה במילה, יתכן כי נדידות פלט יתרחשו גם בתחילת המילה.
 - v. האם תוצר הנדידה הוא מילה קיימת או מילת תפל? בעוד נדידות קלט יוצרות לרוב מילים קיימות, יתכן כי נדידות פלט יוצרות יותר מילות תפל.

2. שיטה

2.1. הליך

המבדקים הועברו לכל נבדק בנפרד במפגש או מספר מפגשים באורך של כשעה-שעתיים כל אחד, בהתאם ליכולת הנבדק. המפגשים התקיימו בחדר שקט בבית הספר בו הנבדק למד, או במעבדת המחקר

שלנו באוניברסיטה, בנוכחות הנבדק ונסיינית אחת או שתיים. המפגשים הוקלטו במלואם ותגובות הנבדקים תועתקו בזמן המפגש, ואז הושלמו ותוקנו לאחר המפגש בהאזנה להקלטה.

2.2. סטטיסטיקה

ביצועיו של כל נבדק הושוו לביצועי קבוצת ביקורת מותאמת בגיל, חלק מנתוני הביקורת נאספו במיוחד עבור מחקר זה, וחלקם נאספו במחקרים קודמים. בכדי לבדוק האם קיים הבדל בין תוצאות של נבדק בודד לבין תוצאות של קבוצת ביקורת השתמשנו במבחן t להשוואת נבדק לקבוצת ביקורת (Crawford & Howell, 1998). בכדי לבדוק האם קיים הבדל בביצועים של שתי קבוצות השתמשנו במבחן t למדגמים בלתי תלויים, אם ניתן היה להניח התפלגות נורמלית, ובמבחן מאן-ויטני (Mann-Whitney U test) אם לא התקיימה הנחת ההתפלגות נורמלית. בכדי לבדוק האם התפלגות נורמלית השתמשנו במבחן קולמוגורוב-סמירנוב (Kolmogorov-Smirnov test), ולבדיקת אפקטים ומתאמים בין משתנים שונים נעשה שימוש במתאם פירסון או בניתוח שונות חד גורמי. בכל המבדקים נעשה שימוש ברמת מובהקות של 0.05. כאשר ההשערה היתה דו-כיוונית, ערכי ה- p המדווחים הם דו-זנביים.

2.3. נבדקים

במחקר 18 משתתפים, 11 בנים ו-7 בנות: 13 ילדים ובני נוער בכיתות ד'-ט' בני 9-15 (גיל ממוצע

13;6, ס.ת. 1;7) ו-5 מבוגרים בני 22-55 (גיל ממוצע 32;7, ס.ת. 15;4). פרטיהם מוצגים בטבלה 1.

טבלה 1. משתתפי המחקר

מסגרת לימודים	גיל	מין	נבדק
כיתה רגילה	9;3	ז	רמזד
כיתה רגילה	12;6	נ	טטנז
כיתה רגילה	12;8	ז	ישזז
בי"ס ללקויות למידה	12;11	נ	שבנז
בי"ס ללקויות למידה	13;11	ז	יסזח
כיתה רגילה	14;2	ז	עקזט
כיתה רגילה	15;5	נ	שבנט
-	55;0	נ	פבנמ
בי"ס ללקויות למידה	13;8	ז	אפזז
בי"ס ללקויות למידה	13;0	נ	לבנז
בי"ס ללקויות למידה	12;3	ז	עגזז
כיתה רגילה	14;0	ז	טטזח
כיתה רגילה	14;10	ז	אלזט
כיתה רגילה	14;3	נ	גזנט
-	27;11	ז	אנזמ
-	23;11	ז	עוזמ
אוניברסיטה	28;11	נ	קצנמ
אוניברסיטה	22;6	ז	שלזמ

במחקר נכללו נבדקים שביצעו טעויות נדירה בין מילים בשיעור הגבוה במובהק מזה של קבוצת הביקורת במבדקי קריאה קולית של זוגות מילים הרגישים לזיהוי טעויות נדירה בין מילים שיתוארו בהמשך. כל משתתפי המחקר אובחנו לפני המחקר עם לקות למידה, פרט למבוגרת אחת (פבנמ) אשר דיווחה כי לא אובחנה למרות קשייה מכיוון שבצעירותה לא היתה מודעות לכך. כל בני הנוער שהשתתפו במחקר לומדים בבתי ספר ללקויות למידה או שהם לומדים בבתי ספר רגילים ומקבלים

שעות תגבור בבית ספרם. כל הנבדקים נולדו בישראל ושפת אימם היא עברית. כולם דיווחו על שמיעה תקינה וראיה תקינה או מתוקנת.

2.4. כלי המחקר

2.4.1. מבדקי קריאה קולית

א. **מבדק סינון תלתן** (פרידמן וגביעון, 2003) – מבדק קריאה קולית שמטרתו לאתר סוגים שונים של דיסלקסיות. המבדק כולל רשימה של 136 מילים בודדות באורך של 11-2 אותיות, 40 מילות תפל באורך של 6-3 אותיות, ו-30 זוגות מילים באורך של 6-3 אותיות הרגישים לזיהוי טעויות נדידה בין מילים. רשימות המילים במבדק כוללות סוגים שונים של מילים הרגישות לזיהוי סוגים שונים של טעויות בקריאה.

ב. **מבדק 120 זוגות** (מתוך בטריית תלתן) – מבדק קריאה קולית של זוגות מילים לאיתור נדידה של אותיות בין מילים. המבדק כולל רשימה של 120 זוגות מילים באורך 5-2 אותיות, שנדידת אותיות ביניהן יוצרת מילים אחרות הקיימות בשפה העברית. למשל המילים 'חניון קניות' שיכולות להיקרא כ'חניון קניון' אם תתרחש בהן טעות נדידה בין מילים.

ג. **מבדק קשביון** (מתוך בטריית תלתן) – מבדק קריאה קולית של זוגות מילים לאיתור נדידה של אותיות בין מילים. המבדק כולל רשימה של 32 זוגות מילים באורך של 5-4 אותיות, שנדידת אותיות ביניהן יוצרת מילים אחרות הקיימות בשפה העברית. מבדק זה כולל את המילים הרגישות ביותר לזיהוי טעויות נדידה בין מילים מתוך מבדק '120 זוגות'. למשל המילים 'משתף מרתק' שיכולות להיקרא כ'משתק מרתק' אם תתרחש טעות נדידה ביניהן.

ד. **מבדק קריאת זוגות תפל** – מבדק קריאה קולית של זוגות מילות תפל. במבדק 60 זוגות של מילות תפל בנות 5-3 אותיות. חצי מזוגות המילים במבדק נדידיים, כלומר נדידת אותיות בין המילים יוצרת מילה אחרת הקיימת בשפה העברית (למשל 'גמן טמל' אשר יכול ליצור את זוג המילים 'גמל טמן'), וחצי מזוגות המילים במבדק לא נדידיים (למשל 'צחש קגם'). כל מבדקי הקריאה הקולית הוצגו על גבי דף נייר A4 בגופן אריאל/דיוויד, בגודל 12/14.

2.4.2. מבדקים להערכת זיכרון עבודה פונולוגי

א. **מבדק 'בליפ'** (מתוך בטריית בליפ, פרידמן, 2003) – מבדק חזרה על מילות תפל לבחינת היכולת לאחסן, להרכיב ולהפיק מידע פונולוגי מורכב. המבדק כולל 48 מילות תפל בנות 4-2 הברות, 9-4 פונמות, מתוכן 24 פשוטות פונולוגיות ו-24 מורכבות פונולוגיות. בהעברת המבדק הנסיינית אומרת לנבדק מילת תפל אחת בכל פעם והוא מתבקש לחזור עליה בקול רם. המבדק בודק את היכולת לאחסן, להרכיב ולהפיק מידע פונולוגי מורכב.

ב. **מבדק היזכרות (recall)** (מתוך בטריית פריגבי, גביעון ופרידמן, 2008) – מבדק להערכת קיבולת זיכרון עבודה פונולוגי הכולל שלושה תת-מבדקים: (1) מבדק זכירת מילים בסיסי הכולל מילים דו-הברתיות; (2) מבדק זכירת מילים ארוכות הכולל מילים בנות 4 הברות; (3) מבדק זכירת מילות תפל הכולל מילות תפל דו הברתיות שמצייתות לכללים הפונולוגיים של עברית, אך אין להן משמעות (לדוגמה: ׳לום). רשימות המילים ומילות התפל במבדק מושמעות לנבדק על-ידי

נסיינית בקצב של פריט לשנייה, והנבדק מתבקש לחזור עליהן במדויק ובסדר בו הן נאמרו. שלושת המבדקים כוללים 6 רמות של רצפים בני 2-7 מילים, כאשר הרמה הבסיסית ממנה מתחיל כל מבדק היא 2 מילים. טווח הזכירה (span) מוגדר כרמה המרבית שבה הנבדק חזר נכון על לפחות 3 מתוך 5 רצפים. ניתנת מחצית נקודה על הצלחה בשני רצפים מתוך 5.

2.4.3. מבדקים לבחינת מקור הנדידות – פלט פונולוגי/קלט ויזואלי

א. **מבדק 'נדנדה'** – מבדק חזרה על זוגות מילים לאיתור נדידה של אותיות בין מילים שמקורן בפלט פונולוגי. המבדק כולל 36 זוגות מילים בנות 2-3 הברות. בכל זוג מילים במבדק מתאפשרות נדידות של פונמות בין המילים היוצרות מילים אחרות בשפה העברית. למשל זוג המילים 'תנומה תרופה' יכול להפוך ל'תרומה תנופה' אם תתרחש נדידת פונמה בין המילים. בהעברת המבדק הנסיינית אומרת לנבדק זוג מילים, ומיד לאחר מכן הנבדק מתבקש לחזור על המילים בקול רם.

ב. מבדק קריאה דמומה (מבדק אבטיח ומבדק מתיקות)

a. **מבדק 'אבטיח'** – מבדק קריאה דמומה לאיתור נדידה של אותיות בין מילים בשלבי הקלט הויזואלי-אורתוגרפי, ללא מעורבות של פלט פונולוגי. המבדק כולל 70 זוגות מילים, כל זוג מילים מוצג על גבי מסך מחשב בגופן אריאל, גודל 28, לזמן חשיפה הנע בין שניה לשתי שניות, בהתאם לזמן החשיפה שנמצא אידיאלי לכל נבדק בבדיקה מקדימה. זמן אידיאלי הוגדר כזמן בו הנבדק הצליח לקרוא את שתי המילים בשלמותן בקריאה דמומה, לפי דיווח עצמי של הנבדק. הנבדק מתבקש לקרוא את זוג המילים בקריאה דמומה ולהגיב רק אם אחת המילים בזוג היא פרי או ירק (הוא מתבקש להגיד "כן" ולאחר מכן לומר את שם הפרי/ירק שהופיע). ב-58 מזוגות המילים נדידה של אותיות בין המילים בכל זוג יוצרת פרי או ירק אך המילים עצמן אינן כוללות פרי או ירק, למשל זוג המילים 'אבריא תבטיח' אשר יכול להיקרא כ'אבטיח' אם תתרחש בו טעות נדידה בין מילים. תגובה בפריטים אלה מצביעה על נדידה בין מילים בקריאה דמומה. ב-12 מזוגות המילים הנותרות מופיע פרי או ירק לביקורת, למשל 'אבטיח תבריא'.

b. **מבדק 'מתיקות'** – מבדק זה זהה למבדק ה'אבטיח' בכל מאפייניו, מלבד סוג המילים המופיעות בו. במבדק זה מופיעות מילים אשר נדידת אותיות ביניהן יכולה ליצור טעמים שונים, למשל זוג המילים 'מסוק שתוק' אשר יכול להיקרא כ'מתוק' אם תתרחש בו טעות נדידה בין מילים, והנבדק מתבקש להגיב כאשר מופיע טעם מסויים.

3. תוצאות

נבחרו להשתתף במחקר נבדקים שביצעו שיעור גבוה של טעויות נדידה בין מילים במבדקי קריאה קולית הרגישים לזיהוי טעויות נדידה בין מילים (במבדק סינון ומבדק 'קשביון' ו/או '120'). ביצועי הנבדקים במבדקים אלה מפורטים בטבלה 2. בטבלה מוצגים אחוזי טעויות נדידה בין מילים בהשוואה לנבדקי ביקורת. כפי שניתן לראות בטבלה כל אחד מהנבדקים ביצע טעויות נדידה בין מילים בשיעור

הגבוהה במובהק מזה של קבוצת הביקורת במבדק אחד לפחות, ורובם ביצעו שיעור גבוה במובהק של טעויות אלה בכל המבדקים שביצעו.¹

טבלה 2. אחוזי טעויות נדידה בין מילים במבדקי קריאה קולית של זוגות מילים

קשביון	120 זוגות	סינון זוגות	נבדק
-	8%	12%	רמזד
9%	-	8%	טטנז
13%	-	5%	ישזז
-	-	7%	שבנז
-	-	17%	יסזח
13%	-	7%	עקזט
16%	-	8%	שבנט
5%	5%	7%	פבנמ
31%	-	12%	אפזז
17%	-	22%	לבנז
11%	22%	18%	עגזז
9%	-	13%	טטזח
14%	-	2%	אלזט
19%	-	8%	גזנט
17%	11%	2%	אנזמ
3%	-	3%	עוזמ
14%	7%	2%	קצנמ
17%	-	5%	שלזמ
1.7 (1.6) 21	1 (1.3) 7	1 (1.4) 26	ביקורת כיתה ז' ממוצע (ס"ת) N
0.7 (0.9) 20	1.2 (1.4) 130	0.9 (1.3) 372	ביקורת מבוגרים ממוצע (ס"ת) N

הערכים בתאים הצבועים באפור נמצאו גבוהים במובהק בהשוואה לנתוני קבוצת ביקורת בהתאם לגיל הנבדק במבחן t להשוואת נבדק בודד לקבוצה.

3.1. הערכת מקור טעויות הנדידה בין מילים – קלט ויזואלי או פלט פונולוגי?

בכדי לבחון האם קיימות נדידות בין מילים בקריאה הנובעות מליקוי בבאפר הפלט הפונולוגי בדקנו ראשית, באמצעות מטלות להערכת זיכרון עבודה פונולוגי, האם לחלק מנבדקי המחקר ישנו ליקוי בבאפר הפלט הפונולוגי. מממצאי מטלות אלה עולה כי ישנן שתי קבוצות עם פרופילים שונים – קבוצה ראשונה שביצעה את המטלות פחות טוב מקבוצת הביקורת, כלומר קבוצת נבדקים עם ליקוי בבאפר הפלט הפונולוגי, וקבוצה שניה שביצעה את המטלות בצורה תקינה, כלומר קבוצת נבדקים ללא ליקוי בבאפר הפלט הפונולוגי. ביצועי הנבדקים במטלות להערכת זיכרון עבודה פונולוגי מוצגים בטבלה 3. בטבלה מוצג אחוז הביצוע הנכון במטלת חזרה על מילות תפל (בליפ), וכן מוצגים טווחי הזכירה במטלות ההיזכרות. כל נבדקי הקבוצה הראשונה ביצעו את מבדק החזרה על מילות תפל פחות טוב מקבוצת הביקורת, ובמבדקי ההיזכרות מרביתם ביצעו פחות טוב מקבוצת הביקורת לפחות בשני תתי-

¹ הנבדק עוזמ נכלל במחקר למרות שיעור טעויות נמוך יחסית במבדקי סינון אלה מכיוון שבמבדק נוסף לקריאת זוגות מילים ביצע 7% טעויות נדידה בין מילים, פי שניים משיעור טעויות הנדידה שעשה במבדקי הסינון.

מבדקים מתוך השלושה. קבוצה זו הוגדרה כקבוצת 'בפפ' – קבוצת הנבדקים שבאפר הפלט הפונולוגי שלה לקוי. לעומתם, כל נבדקי הקבוצה השניה ביצעו את מבדק החזרה על מילות תפל באופן תקין, ורובם המכריע ביצע גם את מבדקי ההיזכרות בדומה לקבוצת הביקורת. הביצועים הטובים של נבדקי קבוצה זו במבדקים להערכת זיכרון עבודה פונולוגי מצביעים על כך שהליקוי שלהם אינו בבאפר הפלט הפונולוגי אלא ככל הנראה בנתח הויזואלי-אורתוגרפי, על כן קבוצה זו נקראה קבוצת 'נתח'.

טבלה 3. ביצועי הנבדקים במטלות להערכת זיכרון עבודה פונולוגי

מילות תפל	מבדקי היזכרות		מבדק חזרה על מילות תפל אחוז ביצוע נכון	נבדק	קבוצה
	מילים ארוכות	מילים קצרות			
3	3	4	71%	רמזד	בפפ (N=8)
2	3	4.5	67%	טטנו	
2	3	4	75%	ישוז	
2	3	4.5	65%	שבנו	
-	-	-	48%	יסזח	
2	3.5	4	60%	עקזט	
2.5	3	4	75%	שבנט	
2.5	4	4.5	83%	פבנמ	
3	4	5	94%	אפוז	נתח (N=10)
3	4	5	94%	לבנו	
3	4	4	96%	עגוז	
3	4	5	92%	טטזח	
3	4	5	94%	אלזט	
3	4	5	92%	גזנט	
3	4.5	5.5	98%	אנומ	
3	4	4.5	92%	עוזמ	
3	4	5	92%	קצנמ	
3	5	6	94%	שלזמ	
3.1 (0.4) 28	4.1 (0.5) 28	5 (0.5) 28	94 (3) 18	ביקורת כיתה ז' ממוצע (ס"ת) N	
3.3 (0.5) 187	4.3 (0.6) 69	5.3 (0.7) 173	95 (3) 20	ביקורת מבוגרים ממוצע (ס"ת) N	

הערכים בתאים הצבועים באפור כהה נמצאו נמוכים במובהק בהשוואה לנתוני קבוצת ביקורת מתאימה במבחן t להשוואת נבדק לקבוצה. הערכים בתאים הצבועים באפור בהיר נמצאו נמוכים ממוצע קבוצת הביקורת המתאימה, אך לא באופן מובהק. הנבדק יסזח לא ביצע את מבדקי ההיזכרות.

לאחר שהנבדקים חולקו לשתי קבוצות על סמך ביצועיהם במטלות להערכת זיכרון עבודה פונולוגי, בדקנו באמצעות מטלת חזרה על זוגות מילים (נדנדה) האם נדידות בין מילים מתרחשות בפלט מילולי שלא מערב קריאה אצל הנבדקים מכל אחת מהקבוצות. שיערנו כי נדידות כאלה יתרחשו בקרב נבדקי קבוצת ה'בפפ' אך לא בקרב נבדקי קבוצת ה'נתח'. אחוז טעויות הנדידה בין מילים בקרב נבדקי שתי הקבוצות במטלת החזרה על זוגות מילים מוצג בטבלה 4.

טבלה 4. אחוז טעויות נדידה בין מילים במטלת חזרה על זוגות מילים

קבוצה	נבדק	חזרה על זוגות מילים נדידות	
כפפ (N=8)	רמזד	7%	
	טטנז	7%	
	ישזז	6%	
	שבנז	11%	
	יסזח	14%	
	עקזט	4%	
	שבנט	11%	
	פבנמ	4%	
נתח (N=10)	אפזז	1%	
	לבנז	1%	
	עגזז	0%	
	טטזח	0%	
	אלזט	0%	
	גזנט	1%	
	אנזמ	0%	
	עוזמ	0%	
	קצנמ	0%	
	שלזמ	0%	
	ביקורת כיתה ז' (N=20) ממוצע (ס"ת)		1.3 (1)

בתאים המוצללים: שיעור הטעויות גבוה במובהק מבקבוצת ביקורת במבחן t להשוואת נבדק בודד לקבוצה.

כפי שניתן לראות בטבלה, בהתאם למצופה, בקרב כל אחד מנבדקי קבוצת ה'כפפ' היו משמעותית יותר טעויות נדידה בין מילים במטלת החזרה ביחס לקבוצת ביקורת, ואצל אף אחד מקבוצת ה'נתח' לא היו טעויות אלה באחוז גבוה יותר מקבוצת הביקורת. מכאן שנדידות בין מילים מתרחשות בפלט מילולי שלא מערב קריאה בקרב נבדקים עם ליקוי בבאפר הפלט הפונולוגי אך לא בקרב נבדקים עם דיסלקסיה קשבת. ממצא זה תומך בכך שמקור טעויות הנדידה בין מילים בקריאה קולית בקרב קבוצת נבדקי ה'כפפ' הינו בשלבי הפלט הפונולוגי. היעדרן של טעויות אלה בקרב קבוצת ה'נתח' מעיד כי המקור לטעויות הנדידה בקריאה קולית בקבוצה זו אינו בשלבים אלה אלא בשלבים מוקדמים יותר בתהליך הקריאה.

לאחר מכן בדקנו באמצעות מטלת קריאה דמומה (מטלת "אבטיח" ו/או "מתיקות") האם נדידות בין מילים מתרחשות אצל הנבדקים מכל אחת מהקבוצות בשלבי הקלט הויזואלי-אורתוגרפי של הקריאה. שיערנו כי נדידות בשלבים אלה יתרחשו בקרב נבדקי קבוצת ה'נתח' אך לא בקרב נבדקי קבוצת ה'כפפ'. בטבלה 5 מוצג אחוז טעויות הנדידה בין מילים במטלת קריאה דמומה בקרב נבדקי שתי הקבוצות.²

² לא כל נבדקי המחקר ביצעו מטלה זו מכיוון שהיא נוצרה במהלך המחקר, לאחר שמטלת הקריאה הדמומה המקורית נמצאה בלתי מהימנה.

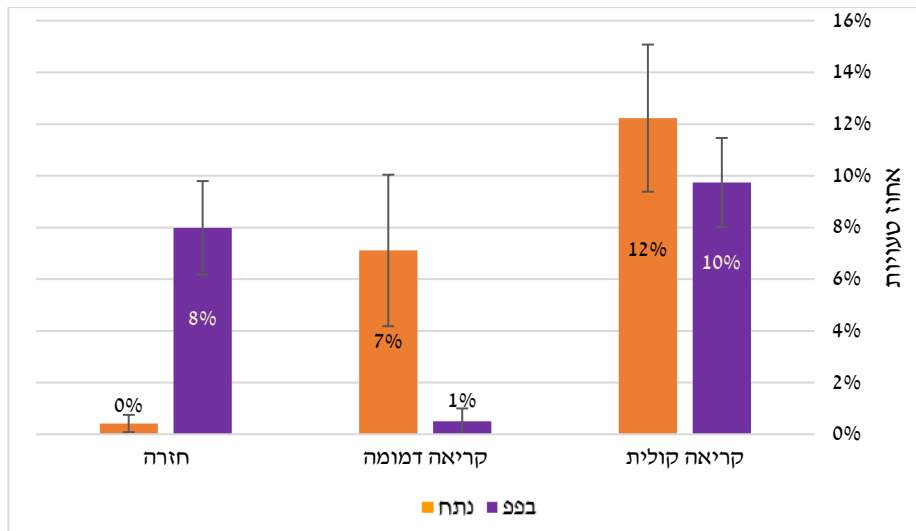
טבלה 5. אחוז טעויות נדידה בין מילים במטלת קריאה דמומה

קבוצה	נבדק	קריאה דמומה
כפפ (N=4)	טטנו	0%
	שבנו	0%
	עקזט	0%
	שבנט	2%
נתח (N=7)	אפזז	5%
	לבנו	16%
	גזנט	3%
	אנזמ	5%
	עוזמ	3%
	קצנמ	5%
	שלזמ	17%
ביקורת כיתה ז' (N=18) ממוצע (ס"ת)		0.48 (0.79)

בתאים המוצגים: שיעור טעויות גבוה במובהק מבקבוצת ביקורת במבחן t להשוואת נבדק בודד לקבוצה.

כפי שניתן לראות בטבלה 5, בהתאם למשוער, בקרב נבדקי קבוצת ה'נתח' נצפו טעויות נדידה בין מילים בקריאה דמומה, בעוד בקבוצת ה'כפפ' לא נצפו טעויות אלה. מכאן שנדידות בין מילים מתרחשות בשלבי הקלט הויזואלי-אורתוגרפי של הקריאה בקרב נבדקים עם דיסלקסיה קשבית אך לא בקרב נבדקים עם ליקוי בבאפר הפלט הפונולוגי. קיומן של טעויות נדידה בקריאה דמומה בקרב קבוצת ה'נתח' תומך בכך שמקור טעויות הנדידה של הנבדקים בקבוצה זו הוא בשלבים המוקדמים של קלט הקריאה, והיעדר טעויות אלה בקרב קבוצת ה'כפפ' מעיד כי המקור לטעויות הנדידה בקבוצה זו אינו בשלבים אלה.

לסיכום, נראה כי ישנם שני סוגים של נדידות בין מילים בקריאה – נדידות קלט הנובעות מליקוי בנתח הויזואלי-אורתוגרפי ('נתח') ונדידות פלט הנובעות מליקוי בבאפר הפלט הפונולוגי ('כפפ'). כפי שניתן לראות בתרשים 2, בקרב שתי הקבוצות מתרחשות נדידות בין מילים בקריאה קולית וכדי להבחין ביניהן יש צורך לבחון את התרחשותן במטלות נוספות. נדידות קלט מתרחשות גם בקריאה דמומה, המערבת קלט ויזואלי-אורתוגרפי ללא פלט פונולוגי, אך אינן מתרחשות בחזרה על זוגות מילים. לעומתן, נדידות פלט אינן מתרחשות בקריאה דמומה אך כן בחזרה, המערבת פלט פונולוגי ללא קלט ויזואלי-אורתוגרפי.



תרשים 2. ממוצע אחוזי נדידות בין מילים במבדקים שונים.

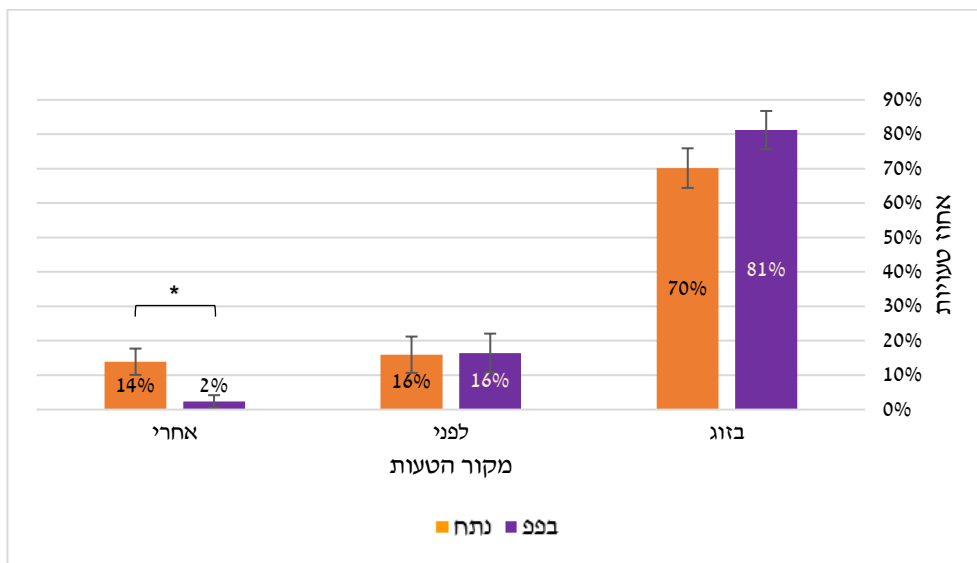
3.2. מאפייני נדידות בין מילים בקריאה

מאפייני נדידות קלט בקריאה הנובעות מדיסלקסיה קשבית תוארו במפורט במחקרים קודמים (Friedmann, Kerbel, & Shvimer, 2010). כעת, לאחר שמצאנו כי ישנו סוג נוסף של נדידות בין מילים – נדידות פלט הנובעות מליקוי בבאפר הפלט הפונולוגי, פנינו לבדוק מה הם מאפייני נדידות פלט והאם ישנם הבדלים בין שני סוגי הנדידות בקריאה קולית. ניתוח מאפייני הנדידות בשתי הקבוצות נעשה על-סמך טעויות נדידה בין מילים שלא היה ספק לגביהן ושלא יכלו לנבוע מדיסלקסיה אחרת. כך למשל טעות נדידה בין מילים של אותיות תנועה, שהיתה יכולה להתפרש גם כטעות שנובעת מדיסלקסיית קבאק (Khentov-kraus & Friedmann, 2018), לא הוכנסה לניתוח זה בכדי לדייק את הממצאים ולהפחית מעורבות של דיסלקסיות נוספות.

א. מקור הנדידות

במחקרים קודמים אשר זיהו את מאפייניה של דיסלקסיה קשבית נמצא כי האותיות נודדות ממילים קרובות במרחב שנמצאות מעל, מתחת, מימין או משמאל למילת המטרה (Friedmann, Kerbel, & Shvimer, 2010). כלומר נדידות קלט מתרחשות הן ממילים שכבר נקראו והן ממילים שטרם נקראו אך מופיעות בקרבת מילת המטרה. בכדי לבדוק האם נדידות פלט הנובעות מליקוי בבאפר הפלט הפונולוגי שונות מנדידות קלט ומתרחשות רק ממילים שכבר נקראו, נעשה ניתוח של מקור הנדידה. בניתוח מקור הנדידה נבדק מיקום המילה ממנה הגיעה האות הנודדת אל מילת המטרה. חושבו בנפרד טעויות נדידה בהן האותיות הנודדות הגיעו ממילים שכבר נקראו ומופיעות מעל למילת המטרה ('לפני'), טעויות בהן האותיות הנודדות הגיעו ממילים שטרם נקראו ומופיעות מתחת למילת המטרה ('אחרי') וטעויות בהן האותיות הגיעו מאחת המילים בזוג, בין אם מהמילה הראשונה או השניה בזוג ('בזוג') וזאת מתוך הנחה שבאפר הפלט הפונולוגי עשוי להכין להגיה את זוג המילים יחד. כאשר מקור הנדידה לא היה חד משמעי, למשל במקרה בו האות הנודדת הופיעה גם מעל מילת המטרה וגם מתחתיה, נדידה זו הוצאה מהניתוח הנוכחי. תרשים 3 מציג את ממוצע אחוזי הנדידות ממילים 'לפני', 'אחרי' ו-'בזוג' של

נבדקי שתי הקבוצות מתוך כלל טעויות הנדידה שנבדקי המחקר עשו בקריאה קולית. כפי שניתן לראות בתרשים, בהתאם למצופה, בקבוצת ה'נתח' יש טעויות ממילים לפני, אחרי ובזוג, ואילו בקבוצת ה'בפפ' יש טעויות ממילים לפני ובזוג, אך אין כמעט טעויות ממילים שמופיעות אחרי מילת המטרה וטרם נקראו. מכאן שנדידות פלט אינן מתרחשות ממילים שמופיעות אחרי מילת המטרה וטרם נקראו, בניגוד לנדידות קלט. ההבדל בין שיעורי טעויות ה-'אחרי' בשתי הקבוצות נמצא מובהק, $t(16) = 3.92, p = .001$. ואילו ההבדלים בין שיעורי טעויות 'בזוג' או 'לפני' בשתי הקבוצות לא נמצאו מובהקים, $t(16) = 2.05, p = .057$; $t(16) = 0.09, p = .93$. משום שנעשו שלוש השוואות בודדות לבדיקת שאלה זו, נעשה תיקון FDR (Benjamini & Hochberg, 1995) כבקרה סטטיסטית. גם לאחר התיקון הסטטיסטי ההבדל בין הקבוצות בשיעור נדידות ה-'אחרי' נשאר מובהק.

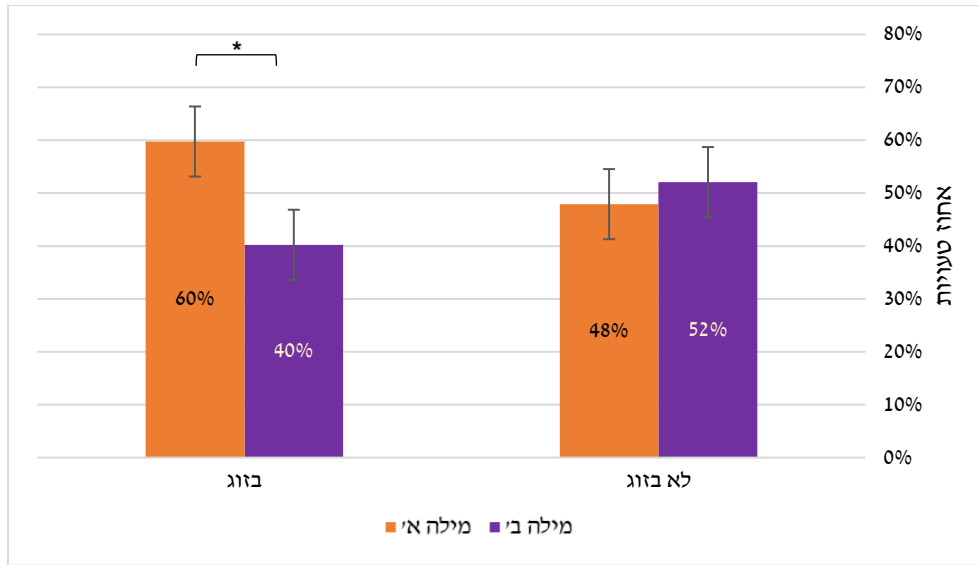


תרשים 3. ממוצע אחוזי טעויות נדידה מ'לפני', 'אחרי' ו-'בזוג' מתוך הנדידות בין מילים בקבוצת הבפפ ובקבוצת הנתח.

ב. נדידות במילה הראשונה לעומת המילה השנייה בזוג מילים

במחקר קודם אודות דיסלקסיה קשבית נמצא כי שיעור טעויות הנדידה במילה ב' (השנייה) בזוג המילים גדול יותר משיעור טעויות הנדידה במילה א' (הראשונה) בזוג (Friedmann, Kerbel, & Shvimer, 2010). במחקר הנוכחי נמצאו תוצאות דומות רק עבור נדידות שהתרחשו בתוך זוג מילים. כאשר מדובר בנדידות בתוך הזוג נראה שבשתי הקבוצות מתרחשות יותר טעויות במילה השנייה, כלומר יש יותר נדידות ממילה א' בזוג למילה ב' באותו זוג ($t(34) = 4.38, p < .001$), ללא הבדל בין הקבוצות ($t(16) = 0.97, p = .35$). אך כאשר בוחנים זאת בטעויות נדידה שלא מתרחשות בזוג, כלומר נדידות ממילים שמופיעות לפני או אחרי מילת המטרה, רואים כי שיעור הטעויות במילה א' ובמילה ב' בזוג דומה, ללא הבדלים בין הקבוצות ($t(16) = 1.47, p = .16$) וגם מעבר לקבוצות ($t(34) = 0.32, p = .75$). כלומר, כאשר נודדות אותיות ממילה שנמצאת מעל או מתחת למילה אחרת, באופן אופקי, אין משמעות למיקום המילה (א' או ב' בזוג) אליה נודדות האותיות. לכן נראה שהממצא לפיו דיסלקסיה קשבית יש יותר טעויות נדידה במילה ב' בזוג אינו כללי אלא ספציפי למקרים בהם הנדידה מתרחשת בתוך זוג

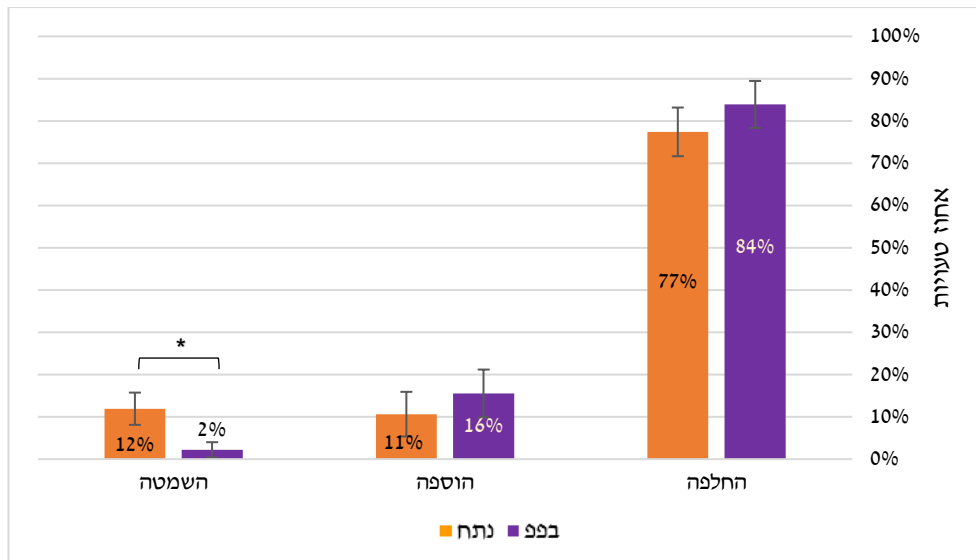
מילים. תרשים 4 מציג את ממוצע אחוזי טעויות הנדידה במילה א' ובמילה ב' בקבוצת ה'בפפ' וה'נתח' יחד בהתאם למקור הנדידה (בזוג או לא בזוג).



תרשים 4. ממוצע אחוזי טעויות נדידה במילה א' ובמילה ב' בקבוצת הבפפ והנתח יחד.

ג. סוג טעויות הנדידה

במחקרים קודמים נמצא כי בדיסלקסיה קשבית מתרחשים שלושה סוגי נדידות בין מילים (Friedmann, Kerbel, & Shvimer, 2010). הסוג הבסיסי הינו החלפה של אות באות אחרת המופיעה באותו מיקום יחסי במילה אחרת. סוג נוסף הינו טעויות הוספה מסוג דחיסה ודחיקה בהן אות נודדת למילה אחרת אך האות שהיתה באותו מיקום במילה האחרת נשארה. סוג שלישי הינו השמטה של אות המופיעה באותו מיקום יחסי בשתי מילים. בכדי לבדוק האם סוגי נדידות פלט שונים מסוגי נדידות קלט חושבו בנפרד שלושת סוגי הנדידות עבור כל קבוצה. תרשים 5 מציג את ממוצע אחוזי הנדידות מסוג 'החלפה', 'הוספה' ו-'השמטה' בשתי הקבוצות. כפי שניתן לראות בתרשים, בקבוצת ה'נתח' יש טעויות משלושת הסוגים: החלפה, הוספה והשמטה, ואילו בקבוצת ה'בפפ' יש טעויות מסוג החלפה והוספה, אך אין כמעט טעויות מסוג השמטה. ההבדל בין שיעור טעויות ההשמטה בשתי הקבוצות נמצא מובהק, $t(16) = 2.72, p = .015$. ההבדלים בין שתי הקבוצות בשיעור טעויות החלפה וההוספה לא נמצאו מובהקים, $t(16) = 1.05, p = .31$, $t(16) = 1.21, p = .24$, בהתאמה. משום שנעשו מספר השוואות בודדות לבדיקת שאלה זו, נעשה תיקון FDR (Benjamini & Hochberg, 1995) כבקרה סטטיסטית. גם לאחר התיקון הסטטיסטי ההבדל בין הקבוצות בשיעור ההשמטות נשאר מובהק.

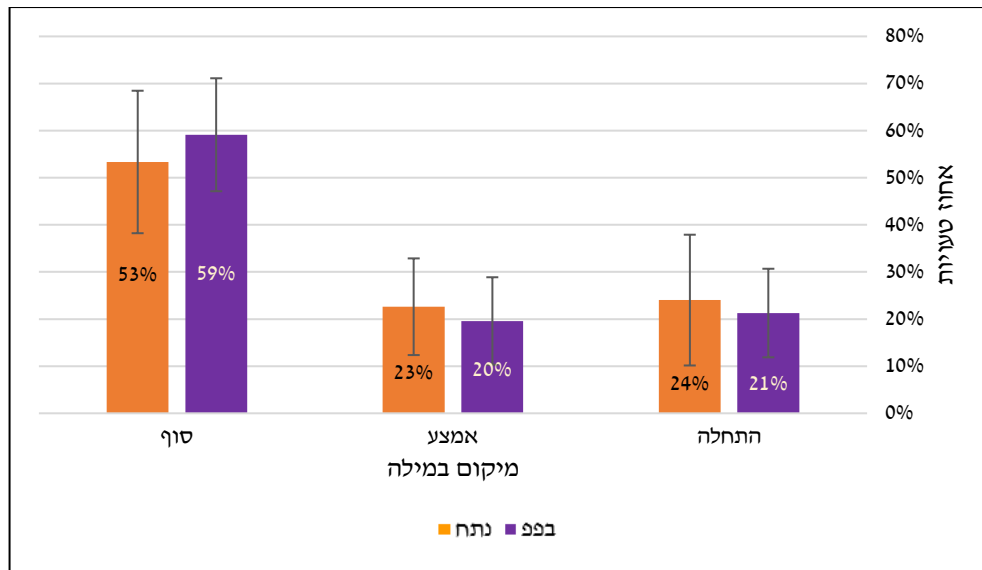


תרשים 5. ממוצע אחוזי טעויות נדידה מסוג 'החלפה', 'הוספה' ו-'השמטה' בקבוצת הבפפ לעומת קבוצת הנתח.

בהמשך לממצא אודות שיעור נדידות ההשמטה הנמוך בקבוצת ה'בפפ' לעומת ה'נתח', בדקנו את ההבדל בין שתי הקבוצות בשיעור הנדידות מסוג השמטה באותיות שורש בלבד. בדיקה זו נעשתה משום שניתן להתייחס לטעויות השמטה של מוספיות כאל החלפה של תבנית מורפולוגית שלמה ולא כהשמטה וכן משום שטעויות במוספיות אופייניות לליקוי בבאפר הפלט הפונולוגי (Dotan & Friedmann, 2015). לדוגמה קריאת המילה 'מתחפש' כ-'מחפש' יכולה להתפרש כהשמטה של האות 'ת' או כהחלפה של התבנית המורפולוגית 'מְתַפְסֵם' בתבנית 'מְסַפֵּם'. לכן טעויות מסוג זה הוצאו מהניתוח הנוכחי. גם בבדיקה זו נמצא הבדל מובהק בין הקבוצות בשיעור טעויות ההשמטה ($U = 60, p = .016$): בעוד בקבוצת ה'נתח' היו טעויות השמטה באותיות שורש ($Mdn = 9\%$) בקבוצת ה'בפפ' לא היו כלל טעויות מסוג זה ($Mdn = 0\%$). לסיכום, נראה כי נדידות פלט שמקורן בליקוי בבאפר הפלט הפונולוגי מתאפיינות בהחלפות והוספות, אך בשונה מנדידות קלט, אינן כוללות השמטות של אות/פונמה שמופיעה באותו מיקום בשתי המילים.

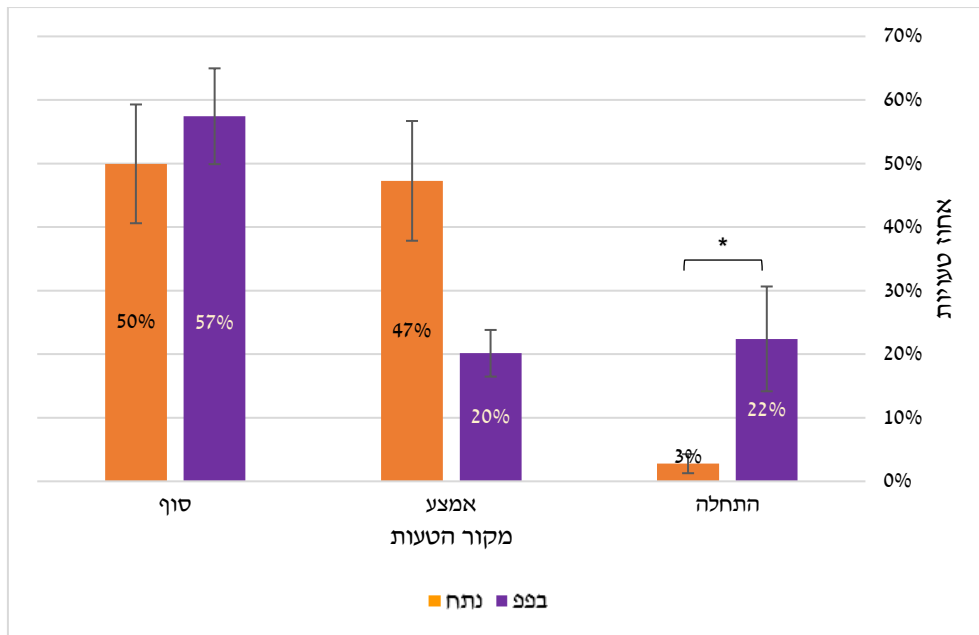
ד. מיקום הנדידה בתוך המילה

במחקרים קודמים נמצא כי בדיסלקסיה קשבית האות האחרונה במילה היא לרוב זו שנודדת (Friedmann, Kerbel, & Shvimer, 2010), אך יתכן כי בליקוי בבאפר הפלט הפונולוגי נראה נדידות גם במיקומים אחרים במילה. בכדי לבדוק האם יש הבדל בין שתי הקבוצות במיקום הנדידות במילה נעשה חישוב נפרד עבור נדידות שהתרחשו בתחילת המילה (אות ראשונה), בסופה (אות אחרונה) ובמרכזה (כל שאר האותיות). תרשים 6 מציג את שיעור טעויות הנדידה במיקומים השונים במילה בשתי הקבוצות. כפי שניתן לראות בתרשים, בשתי הקבוצות התרחשו יותר נדידות באות האחרונה במילה ביחס למיקומים האחרים, ולא נמצאו הבדלים בין הקבוצות באחוז הטעויות בהתחלה ($t(16) = 0.24, p = .81$), באמצע ($t(16) = 0.32, p = .75$) או בסוף ($t(16) = 0.44, p = .67$).



תרשים 6. אחוז טעויות נדידה במיקומים שונים במילה בקבוצת הבפפ לעומת קבוצת הנתח

דבר העשוי להשפיע על מיקום טעויות הנדידה בתוך המילה הינו התרחשותן במוספיות. באפר הפלט הפונולוגי רגיש למעמד המורפולוגי משום שהוא אחראי על הרכבת המוספיות לשורש המילה (Dotan & Friedmann, 2015). כמו כן, מוספיות בעברית לרוב נמצאות בתחילת המילה או בסופה. לכן, בכדי לנטרל את השפעת המורפולוגיה על מיקום טעויות הנדידה במילה, נעשה ניתוח של מיקום הנדידות בתוך המילה רק עבור טעויות באותיות שורש אשר יכולות להופיע בכל המיקומים במילה. תרשים 7 מתאר את שיעור טעויות הנדידה באותיות שורש לפי המיקומים השונים במילה. כפי שניתן לראות בתרשים, כאשר מנטרלים את השפעתה של המורפולוגיה ומסתכלים על נדידות באותיות שורש בלבד ישנם הבדלים מסוימים בין שתי הקבוצות במיקום הטעויות בתוך המילה. נמצא הבדל בין הקבוצות בשיעור הטעויות בתחילת המילה ($t(16) = 1.86, p = .04$) - בנדידות פלט נעשות טעויות רבות יותר בתחילת מילה מאשר בנדידות קלט. לא נמצאו הבדלים בין הקבוצות בשיעור הטעויות באמצע המילה ($t(12.18) = 2.09, p = .059$) ובסופה ($t(16) = 0.46, p = .65$). משום שנעשו מספר השוואות בודדות לבדיקת שאלה זו, נעשה תיקון FDR (Benjamini & Hochberg, 1995) כבקרה סטטיסטית. לאחר התיקון הסטטיסטי שנעשה ההבדל בין הקבוצות בשיעור הנדידות בתחילת מילה לא נשאר מובהק. בנוסף, נמצא הבדל בתוך קבוצת ה'נתח' בין נדידת אותיות שורש לנדידת מוספיות בתחילת המילה - נבדקי קבוצת הנתח אינם מנדידים כמעט אותיות שורש בתחילת המילה אך כן מנדידים מוספיות בתחילת המילה והבדל זה בין אותיות השורש והמוספיות נמצא מובהק לפי מבחן ווילקוקסון למדגמים תלויים ($z = 2.28, p = .02$). בקבוצת ה'בפפ' לא נמצא הבדל כזה בין נדידת אותיות שורש לנדידת מוספיות בתחילת המילה ($z = 1.37, p = .17$).



תרשים 7. אחוז טעויות נדידה באותיות שורש לפי המיקומים השונים במילה בקבוצת הבפפ לעומת קבוצת הנתח

ה. תוצר הנדידה – מילה או תפל?

תוצר טעות נדידה בין מילים יכול להיות לקסיקלי או לא לקסיקלי, כלומר מילה קיימת בשפה העברית או מילת תפל. במחקרים קודמים נמצא כי נדידות קלט הנובעות מדיסלקסיה קשבית יוצרות בדרך-כלל מילים קיימות (Friedmann, Kerbel, & Shvimer, 2010). ממצא זה קשור ככל הנראה לכך שהנתח הוא שלב פרה-לקסיקלי המעביר את תוצרי הניחוח היוזואלי-אורתוגרפי למסלול הלקסיקלי (כאשר אין דיסלקסיית שטח). במסלול הלקסיקלי מאוחסנות רק מילים קיימות המוכרות לקורא, לכן אם הקריאה נעשית דרך מסלול זה תוצר הקריאה יהיה לרוב מילים קיימות. יתכן שנדידות פלט הנובעות מליקוי בבאפר הפלט הפונולוגי ייצרו אחוז נמוך יותר של מילים קיימות, משום שהבאפר הפונולוגי הוא שלב פוסט לקסיקלי בקריאה.

דבר נוסף אשר עשוי להשפיע על לקסיקליות התגובות שנבדקים מפיקים הינו קיומה של דיסלקסיית שטח. בדיסלקסיה זו הקריאה מתבצעת דרך המסלול התת-לקסיקלי, באמצעות המרה מאות לצליל, במקום דרך המסלול הלקסיקלי לקריאת המילה בשלמותה. בשל כך, נבדקים עם דיסלקסיית שטח עשויים להפיק תגובות לא לקסיקליות בקריאתם. משום שלמרבית נבדקי המחקר יש גם דיסלקסיית שטח בדקנו את הקשר בין שיעור טעויות השטח של כל נבדק לבין שיעור התגובות הלא לקסיקליות שנוצרו בעקבות טעויות נדידה בין מילים. נמצא כי ישנו קשר חיובי מובהק בין המשתנים ($r = .586, p = .005$), כלומר ככל שלנבדק היו יותר טעויות שטח כך טעויות הנדידה שהוא עשה כללו יותר תגובות לא לקסיקליות. בנוסף, בקבוצת ה'בפפ' יש יותר נבדקים עם דיסלקסיית שטח ביחס לקבוצת ה'נתח' כך שלא ניתן לנטרל באופן סטטיסטי משתנה זה. משום שלמרבית נבדקי המחקר יש דיסלקסיית שטח, ומשום שטעויות השטח נמצאו קשורות ללקסיקליות טעויות הנדידה של הנבדקים, לא ניתן לבדוק שאלה זו באופן כמותי. בטבלה 6 מתואר שיעור טעויות הנדידה הלא לקסיקליות שהנבדקים הפיקו. למרות שבשתי הקבוצות היו נבדקים שהפיקו תגובות לא לקסיקליות, ניתן לראות

כי מרבית התגובות שהפיקו הנבדקים כן היו לקסיקליות. האחוז הגבוה יותר של טעויות לקסיקליות ביחס לטעויות לא לקסיקליות בקרב נבדקי קבוצת ה'בפפ' ככל הנראה נובע מהקשר בין לקסיקון הפלט הפונולוגי לבאפר הפלט הפונולוגי אשר תומך בהפקת מילים קיימות.

טבלה 6. אחוז טעויות נדידה לא לקסיקליות בין מילים במבדקי קריאה קולית של זוגות מילים

קבוצה	נבדק	אחוז טעויות נדידה לא לקסיקליות
בפפ (N=8)	רמזד	25%
	טטנו	17%
	ישזז	24%
	שבנז	16%
	יסזח	43%
	עקזט	27%
	שבנט	15%
	פבנמ	13%
נתח (N=10)	אפזז	13%
	לבנז	35%
	עגזז	11%
	טטזח	22%
	אלזט	6%
	גזנט	0%
	אנזמ	0%
	עוזמ	8%
	קצנמ	18%
	שלזמ	26%

לסיכום, מצאנו כי לצד הדמיון בין נדידות קלט לנדידות פלט בקריאה קולית, ישנם מאפיינים המבחינים ביניהן. בניגוד לנדידות קלט, בנדידות פלט אין נדידות ממילים שמופיעות אחרי מילת המטרה וטרם נקראו ואין נדידות מסוג השמטה. יחד עם זאת, נמצאו מאפיינים משותפים לשני סוגי הנדידות: סוג הנדידה הנפוץ ביותר הוא החלפה, הנדידות בדרך כלל מתרחשות בסוף המילה, מרבית הנדידות הן מהמילה הראשונה לשניה בזוג המילים והן בדרך כלל יוצרות מילים קיימות.

4. דיון

מטרת מחקר זה היתה לבחון האם ישנם שני סוגים של נדידות בין מילים בקריאה קולית: נדידות קלט הנגרמות מליקוי בנתח הויזואלי-אורתוגרפי ונדידות פלט הנגרמות מליקוי בבאפר הפלט הפונולוגי. מטרה נוספת של המחקר היתה להשוות בין מאפייני הנדידות השונות בקריאה קולית, אם אכן הן מתקיימות. במחקר השתתפו בני נוער ומבוגרים אשר ביצעו טעויות נדידה בין מילים בקריאה קולית. נבדקים אלה סווגו לשתי קבוצות על פי ביצועיהם במבדקי זיכרון עבודה פונולוגי – קבוצת נבדקים עם ליקוי בבאפר הפלט הפונולוגי וקבוצת נבדקים ללא ליקוי זה. לאחר מכן נבחנו מאפייני הנדידות בשתי הקבוצות וההבדלים בין מאפיינים אלה.

בהתאם להשערות המחקר, נמצא כי נדידות בין מילים בקריאה יכולות להתרחש לא רק בעקבות ליקוי בנתח הויזואלי-אורתוגרפי (דיסלקסיה קשבית), כפי שהיה נהוג לחשוב עד היום, אלא גם בעקבות ליקוי בבאפר הפלט הפונולוגי, שלב פוסט לקסיקלי בתהליך הקריאה המשותף להפקת חומר מילולי כגון דיבור חופשי וחזרה על דיבור. כלומר נמצא סוג חדש של נדידות בין מילים בקריאה קולית הנובע מליקוי התפתחותי בבאפר הפלט הפונולוגי – נדידות פלט. בניגוד לנדידות קלט שנובעות מליקוי בנתח הויזואלי-אורתוגרפי, נדידות פלט מתרחשות גם בפלט מילולי שאינו מערב קריאה ואינן מתרחשות בקריאה דמומה שאינה מערבת פלט מילולי. בקריאה קולית לשני סוגי הנדידות מאפיינים משותפים: סוג הנדידה הנפוץ ביותר הוא החלפה, הנדידות בדרך כלל מתרחשות בסוף המילה, מרבית הנדידות הן מהמילה הראשונה לשניה בזוג המילים והן בדרך כלל יוצרות מילים קיימות. לכן, על פני השטח נדידות פלט וקלט בקריאה נראות דומות, אך בבחינה מעמיקה של מאפייני הנדידות בקריאה קולית נמצאו מספר מאפיינים המבחינים ביניהן.

נמצאו הבדלים בין קבוצת הנתח וקבוצת הבפפ במקור הנדידות ובסוג הנדידות. באשר למקור הנדידות, נמצא הבדל במיקום המילה ממנה הגיעה האות הנודדת אל מילת המטרה – בעוד נדידות קלט מתרחשות ממילים קרובות במרחב שמופיעות לפני, אחרי ובזוג, נדידות פלט מתרחשות כמעט רק ממילים שמופיעות לפני וכבר נקראו או מהמילה הבאה בזוג, אך אין כמעט נדידות ממילים שמופיעות אחרי מילת המטרה וטרם נקראו, כלומר המקור לנדידות אלה הוא קרבה פונולוגית בין המילים ולא קרבה ויזואלית כמו בנדידות קלט. באשר לסוג הנדידות, נמצא הבדל בסוגי טעויות הנדידה – בעוד שבנדידות קלט מופיעים כל שלושת סוגי הנדידות: החלפה, הוספה והשמטה, בנדידות פלט יש בעיקר נדידות מסוג החלפה והוספה, ואין כמעט השמטות של אות שמופיעה באותו מיקום בשתי מילים שונות. ייתכן שלהשמטות בסיס ויזואלי שאינו מקבל ביטוי דומה ברמה הפונולוגית.

מאפיינים אלה, וסוגי המבדקים בהם הנדידות מתרחשות, יכולים לתרום לביצוע הבחנה מבדלת בין שני סוגי הליקויים שעל פני השטח נראים דומים. הבחנה זו חשובה משום שלליקויים השונים יתאימו טיפולים שונים. מניפולציות של הפניית קשב ויזואלי לכל מילה בנפרד יפחיתו נדידות שמקורן בליקוי בשלבי הקלט הויזואלי (שוימר, קרבל ופרידמן, 2009). אולם, מניפולציות אלה לא צפויות להפחית נדידות שמקורן בפלט הפונולוגי. במקרה זה עשוי להועיל טיפול שמתמקד בהפקה חוזרת של צלילים מורכבים או מניפולציה של חלוקת המילים ליחידות קטנות, אשר מפחיתה עומס מהבאפר ומקלה על החזקת המילים בו (Maas, Barlow, Robin, & Shapiro, 2002; Waldron, Whitworth, & Howard, 2011). במחקרים עתידיים כדאי לבחון את תרומתם של סוגי טיפול שונים לסוגי הנדידות השונות, ובמיוחד כדאי לבחון טיפולים אפשריים לנדידות פלט בקריאה שנובעות מליקוי בבאפר הפלט הפונולוגי שכן, ככל הידוע לנו, יעילותם של טיפולים מסוג זה טרם נבדקה בהקשר של נדידות בין מילים.

מעבר למשמעות התיאורטית של עבודה זו במציאת סוג חדש של נדידות בקריאה, יש לה ערך מעשי והשלכות אבחוניות חשובות – עבודה זו מספקת כלים להבחנה בין שני סוגי הנדידות בקריאה, ונגזרים ממנה כלים פרקטיים לביצוע הבחנה מבדלת בין שני סוגי הליקויים. כאשר מגיע לאבחון נבדק אשר מבצע נדידות בין מילים בקריאה קולית, כיצד נדע מה המקור לנדידות והאם מדובר בנדידות קלט או פלט? בכדי לבצע הבחנה מבדלת בין שני סוגי הנדידות מומלץ ראשית להעביר מבדקים להערכת תפקודו של באפר הפלט הפונולוגי, כגון מבדקי היזכרות ומבדקי חזרה על מילים ומילות תפל ארוכות. ליקוי

בבאפר מעלה את החשד לכך שמדובר בנדידות פלט, והיעדר ליקוי בבאפר מעלה את החשד לכך שמדובר בנדידות קלט. אך מבדקים אלה אינם מספיקים - כדי לבחון את הגורם לנדידות באופן ישיר מומלץ להעביר מבדקי חזרה וקריאה דמומה של זוגות מילים נדידיים. אם יש נדידות במבדקי החזרה אך לא במבדקי הקריאה הדמומה - מדובר בנדידות פלט, ואם מתקבל הדפוס ההפוך - מדובר בנדידות קלט. בנוסף, כדאי להסתכל על מאפייני הנדידות בקריאה קולית - אם יש נדידות מהמילים הבאות ברשימה, ואם יש טעויות השמטה רבות של אותיות המופיעות בשתי מילים במיקום דומה, ככל הנראה מדובר בנדידות קלט.

לסיום, למחקר זה השלכות תיאורטיות וקליניות חשובות משום שהוא מתאר לראשונה סוג של ליקוי בקריאה שלא היה ידוע עד כה - נדידות בין מילים בעקבות ליקוי בבאפר הפלט הפונולוגי. בנוסף, מחקר זה נותן כלים להבחנה בין סוג נדידות זה לבין נדידות בין מילים הנובעות מליקוי בנתח הויזואלי-אורתוגרפי ומאפיינות דיסלקסיה קשבית. כמו כן, מחקר זה מרחיב את הידע אודות ליקוי התפתחותי בבאפר הפלט הפונולוגי והשפעתו על קריאה, וכן הוא מאפשר הצצה לאופן תפקודו של הבאפר והדרך בה הוא מקודד את מיקומן של האותיות בין מילים. יש להמשיך לבחון את הממצאים שהתקבלו במחקר זה וכן לבחון כיווני טיפול אפשריים לליקוי החדש שנמצא בכדי לאפשר כלים להתמודדות עימו.

5. מקורות

- גביעון, א. ופרידמן, נ. (2008). פריגבי - סוללה לאבחון זיכרון עבודה פונולוגי. *שפה ומוח*, 7, 161-181. גוגנהיים, ר. (2015). *ליקוי התפתחותי בבאפר הפלט הפונולוגי והשפעתו על קריאה וכתיבה* (עבודה לשם קבלת תואר מוסמך שלא פורסמה). אוניברסיטת תל אביב.
- פרידמן, נ. (2003). *בליפ: בטרייה לאבחון יכולות פונולוגיות*. תל אביב: אוניברסיטת תל אביב.
- פרידמן, נ. וגביעון, א. (2003). *תלתן: בטרייה לאבחון דיסלקסיות*. תל אביב: אוניברסיטת תל אביב.
- שוימר, ל., קרבל, נ., ופרידמן, נ. (2009). הערכה ניסויית של כיווני טיפול שונים בדיסלקסיה קשבית התפתחותית. *שפה ומוח*, 8, 87-118.
- Benjamini, Y., & Hochberg, Y. (1995). Controlling the false discovery rate: A practical and powerful approach to multiple testing. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 289-300.
- Butterworth, B. (1992). Disorders of phonological encoding. *Cognition*, 42(1-3), 261-286.
- Coltheart, M., & Kohnen, S. (2012). Acquired and developmental disorders of reading and spelling. In M. Faust (Ed.) *The Handbook of the Neuropsychology of Language* (pp. 892-920). New York: Wiley.
- Crawford, J. R., & Howell, D. C. (1998). Comparing an individual's test score against norms derived from small samples. *The Clinical Neuropsychologist*, 12(4), 482-486.
- Dell, G. S. (1986). A spreading-activation theory of retrieval in sentence production. *Psychological Review*, 93(3), 283-321.
- Dell, G. S. (1988). The retrieval of phonological forms in production: Tests of predictions from a connectionist model. *Journal of Memory and Language*, 27(2), 124-142.
- Dotan, D., & Friedmann, N. (2015). Steps towards understanding the phonological output buffer and its role in the production of numbers, morphemes, and function words. *Cortex*, 63, 317-351.
- Ellis, A. W. (2016). *Reading, writing and dyslexia (classic edition): A cognitive analysis*. Psychology Press.
- Ellis, A. W., & Young, A. W. (1996). *Human cognitive neuropsychology*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Franklin, S., Buerk, F., & Howard, D. (2002). Generalised improvement in speech production for a subject with reproduction conduction aphasia. *Aphasiology*, 16(10-11), 1087-1114.

- Friedmann, N., Biran, M., & Dotan, D. (2013). Lexical retrieval and its breakdown in aphasia and developmental language impairment. In C. Boeckx & K. K. Grohmann (Eds.), *The Cambridge Handbook of Bilingualism* (pp. 350-374). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Friedmann, N., & Coltheart, M. (2018). Types of developmental dyslexia. In A. Bar-On and D. Ravid (Eds.), *Handbook of Communication Disorders: Theoretical, Empirical, and Applied Linguistics Perspectives* (pp. 706-721). Berlin & Boston: De Gruyter Mouton.
- Friedmann, N., Kerbel, N., & Shvimer, L. (2010). Developmental attentional dyslexia. *Cortex*, 46(10), 1216-1237.
- Fromkin, V. A. (1971). The non-anomalous nature of anomalous utterances. *Language*, 47, 27-52.
- Garrett, M. F. (1976). Syntactic processes in sentence production. *New Approaches to Language Mechanisms*, 30, 231-256.
- Gvion, A., & Friedmann, N. (2012). Phonological short-term memory in conduction aphasia. *Aphasiology*, 26(3-4), 579-614.
- Khentov-Kraus, L., & Friedmann, N. (2018). Vowel letter dyslexia. *Cognitive Neuropsychology*, 35(5-6), 223-270.
- Kohn, S. E. (1989). The nature of the phonemic string deficit in conduction aphasia. *Aphasiology*, 3(3), 209-239.
- Kohn, S. E., & Smith, K. L. (1990). Between-word speech errors in conduction aphasia. *Cognitive Neuropsychology*, 7(2), 133-156.
- Laganaro, M., & Zimmermann, C. (2010). Origin of phoneme substitution and phoneme movement errors in aphasia. *Language and Cognitive Processes*, 25(1), 1-37.
- Levelt, W. J. (1992). Accessing words in speech production: Stages, processes and representations. *Cognition*, 42(1), 1-22.
- Maas, E., Barlow, J., Robin, D., & Shapiro, L. (2002). Treatment of sound errors in aphasia and apraxia of speech: Effects of phonological complexity. *Aphasiology*, 16(4-6), 609-622.
- Nickels, L., & Howard, D. (2004). Dissociating effects of number of phonemes, number of syllables, and syllabic complexity on word production in aphasia: It's the number of phonemes that counts. *Cognitive Neuropsychology*, 21(1), 57-78.
- Schriefers, H., Meyer, A. S., & Levelt, W. J. (1990). Exploring the time course of lexical access in language production: Picture-word interference studies. *Journal of Memory and Language*, 29(1), 86-102.
- Shallice, T., Rumiati, R. I., & Zadini, A. (2000). The selective impairment of the phonological output buffer. *Cognitive Neuropsychology*, 17(6), 517-546.
- Shattuck-Hufnagel, S. (1992). The role of word structure in segmental serial ordering. *Cognition*, 42, 213-259.
- Waldron, H., Whitworth, A., & Howard, D. (2011). Comparing monitoring and production based approaches to the treatment of phonological assembly difficulties in aphasia. *Aphasiology*, 25(10), 1153-1173.