

סוגי דיסגרפיות התפתחותיות ותדירותן היחסית בעברית

מיה יכני ונעמה פרידמן

מעבדת שפה ומוח, אוניברסיטת תל אביב¹

דיסגרפיה היא ליקוי בכתיבה. ליקוי זה יכול להיות התפתחותי, (כלומר מולד) או נרכש (בעקבות פגיעה מוחית). במאמר זה נתאר את 12 סוגי הדיסגרפיות ההתפתחותיות הידועות ואת תוצאות המחקר שבדק לראשונה את ההתפלגות של סוגי הדיסגרפיות ההתפתחותיות בעברית בקרב 427 נבדקים עם דיסגרפיה, ואת שכיחות התופעה בגילים שונים. עוד בדקנו במחקר את הכתיבה של 700 נבדקים תקינים. התוצאות שופכות אור על תהליך הכתיבה התקין ועל התפתחות יכולות הכתיבה.

מבוא

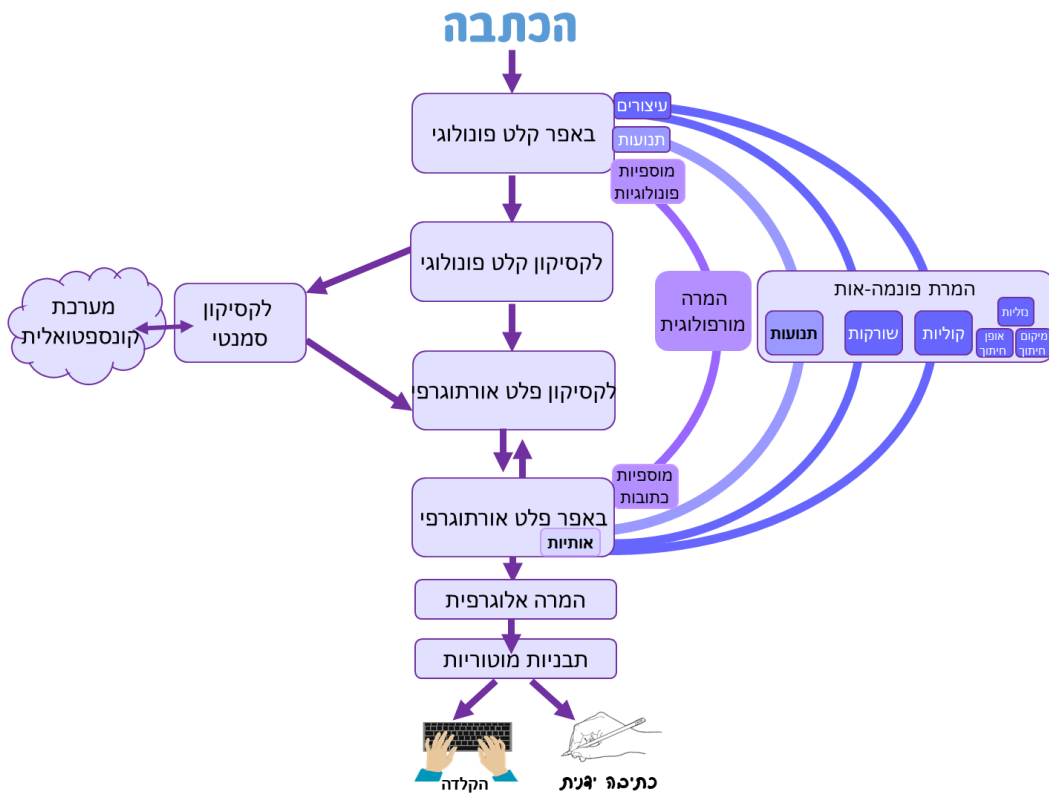
כתיבה היא חלק משמעותי מתקשורת יומיומית. מחקר שבדק את אופני התקשורת השפתיים בתקופה הנוכחית מצא כי יש יותר ויותר שימוש בתקשורת אלקטרונית כתובה, ובגילאי 18-25 תקשורת אלקטרונית כתובה היא אופן התקשורת העיקרי (Rapp, 2019). עם זאת, לא מעט ילדים ומבוגרים סובלים מדיסגרפיה, לקות בכתיבה, המתבטאת בקשיים באיות או בעיצוב כתב יד. קיימים סוגים שונים של דיסגרפיה, שכל אחד מהם נובע מפגיעה בשלב שונה בתהליך הכתיבה, ומתבטא בסוגי טעויות שונים. מחקר זה בחן לראשונה את ההתפלגות של הסוגים השונים של דיסגרפיה התפתחותית בקרב דוברי עברית ואת שכיחות התופעה. ההתייחסות לדיסגרפיה כבעלת סוגים שונים ולא כהפרעה הומוגנית בעלת חשיבות להבנת תהליך הכתיבה ורכישת הכתיבה וגם לתכנון של כלי אבחון, הוראה וטיפול מותאמים.

מודל קוגניטיבי לכתיבה

תהליך הכתיבה הינו תהליך קוגניטיבי רב-שלבי שבאמצעותו ניתן לכתוב מילים מוכרות או חדשות. הנירופסיכולוגיה הקוגניטיבית מתארת תהליך זה באמצעות מודלים קוגניטיביים, למשל המודל הדו-מסלולי לכתיבה, ואת סוגי הדיסגרפיה השונים באמצעות ליקויים הממוקדים באחד מרכיבי המודל או בקישורים ביניהם. המודל הדו-מסלולי לכתיבה מתאר את תהליך הכתיבה באמצעות מסלול לקסיקלי, דרכו ניתן לכתוב מילים מוכרות ומסלול תת-לקסיקלי שבאמצעותו ניתן לכתוב מילים חדשות אך גם מילים מוכרות בתנאי שאופן כתיבתן מציית לחוקים האחראים על המרת פונמות לאותיות כתובות (McCloskey & Rapp, 2017). מודל הכתיבה כולל רכיבים שונים אשר חלקם ספציפיים לכתיבה ואילו אחרים משותפים גם לתפקודים כמו קריאה או שיום (תרשים 1).

¹ אנחנו מודות לכל מי שסייעו למחקר הזה לאורך הדרך, למירי זולטי-פוזנסקי ועדי קסלמן על עזרה באיסוף הנתונים, לדרור דותן על העזרה הסטטיסטית, תודה ליובל כ"ץ על הארות והערות שעזרו לנו לשפר את המאמר. תודה לכל חברות וחברי מעבדת שפה ומוח על החשיבה המשותפת והתמיכה.

מחקר זה נתמך ע"י Human Frontiers Science Program (RGP0057/201, Friedmann), ע"י The Waterloo Foundation, ע"י המעבדה לחקר התפתחות הילד ע"ש ליזלוטה אדלר, וע"י The Minducate Science of Learning, Research and Innovation Center of the Sagol School of Neuroscience, Tel Aviv University.



תרשים 1. המודל הדו-מסלולי לכתיבת מילה

תהליך הכתיבה

תהליך הכתיבה יכול להתחיל מקלט אודיטורי של מילים קיימות או מילות תפל; כאשר הכתיבה היא כתיבה ספונטנית (או כחלק ממתלת שיום בכתב), תהליך הכתיבה מתחיל משלב סמנטי-קונספטואלי בו מייצגים מחשבות או מושגים, משם ממשיכה הכתיבה בשני מסלולים: מסלול תת-לקסיקאלי, ומסלול לקסיקאלי (McCloskey & Rapp, 2017; Rapp, 2019).

המסלול התת-לקסיקאלי: המסלול התת לקסיקאלי מאפשר כתיבה בהמרה מרצף פונמות לרצף אותיות (גרפמות). בכתיבה להכתבה, לאחר ניתוח אודיטורי-פונולוגי של הקלט השמיעתי, הקלט הפונולוגי מומר מפונמות לגרפמות, בתהליך שכולל מספר שלבים: פירוק המילה ליחידות הפונולוגיות המרכיבות אותה (בבאפר הקלט הפונולוגי), המרה מיחידות פונולוגיות ליחידות אורתוגרפיות (אותיות או קבוצת אותיות) והרכבה של היחידות האורתוגרפיות לרצף של אותיות מופשטות (בבאפר הפלט האורתוגרפי). כאשר ישנן כמה אפשרויות להמרת פונמה מסוימת, היא תומר בדרך כלל להמרה התדירה יותר שלה (למשל, הפונמה /s/ יכולה להיות מומרת ל-s או ל-sh, אך מכיוון שבשפה הפונמה הזו מיוצגת בדרך כלל עם האות s, היא תומר ברוב המקרים ל-s, על אף שגם ההמרה ל-sh היא קבילה (Barry, 1994; Tainturier & Rapp, 2001)). המסלול התת לקסיקאלי משמש לכתיבה בהכתבה של מילים חדשות ומילות תפל. מסלול זה יכול לשמש גם לכתיבה של מילים מוכרות, אך כתיבה תקינה של מילים מוכרות דרך המסלול התת לקסיקאלי אפשרית רק כאשר הן רגולריות, כלומר שאופן כתיבתן מציינת לחוקי המרה פונמיים-גרפמיים, כפי שנתאר בהמשך.

כתיבה דרך המסלול הלקסיקלי: המסלול הלקסיקאלי, העובר בין לקסיקונים, הוא דרך המלך לכתיבת מילים מוכרות. מסלול זה הוא המדויק והמהיר ביותר לכתיבה, והוא משמש לכתיבה של המילים שייצוגם הכתוב מוכר לכותב, כלומר – מילים שייצוגם הכתוב מאוחסן בלקסיקון הפלט האורתוגרפי (וכן בלקסיקונים האחרים שבמסלול).

בכתיבה שמתחילה ממושג או מחשבה, האקטיבציה זורמת מהמערכת הסמנטית (המערכת הקונספטואלית והלקסיקון הסמנטי) אל הערך המתאים בלקסיקון הפלט האורתוגרפי (Barry, 1994; Brunson, Coltheart, & Nickels, 2005; Tainturier & Rapp, 2001).

במקרה של מילים אשר כתיבתן סותרת חוקים פונמים-גרפמיים (מילים אי-רגולריות), כתיבה מדויקת יכולה להתבצע רק דרך המסלול הלקסיקאלי. זאת מכיוון שכתיבה של מילים כאלה, כמו *door, stomach*, *talk* או *צאן וגיא*, באמצעות המרה פונמית-גרפמית דרך המסלול התת-לקסיקלי תוביל לכתיבה נכונה מבחינה פונולוגית אך שגויה מבחינה אורתוגרפית (לדוגמא, כתיבת צון במקום צאן). גם מילים המכילות אותיות הומופוניות (ט/ת, ק/כ וכד') עלולות להיכתב באופן שגוי כאשר הן נכתבות דרך המסלול התת-לקסיקלי. גם כתיבה נכונה של מילים אלו יכולה להתבצע, אם כן, רק בלקסיקון הפלט האורתוגרפי. מאחר שבעברית יש ריבוי של אותיות הומופוניות, וישנן דרגות חופש רבות בהמרה של מילים, מילים רבות בעברית עלולות להיכתב באופן לא נכון אם הן נכתבות דרך המסלול התת-לקסיקלי. (ישנן רק מילים מעטות בעברית שכתובן חד ערכי ולכן יאותו בצורה נכונה גם בכתיבה דרך המסלול התת-לקסיקלי, כמו למשל: גמל, רגל, בלון).

חלק מהחוקרים מציעים מסלול לקסיקלי נוסף שאינו מתווך משמעות, כלומר אינו עובר בלקסיקון הסמנטי, בו לקסיקון הפלט פונולוגי עושה אקטיבציה ישירה ללקסיקון הפלט האורתוגרפי (Goodman & Caramazza, 1986; Tainturier & Rapp, 2001).

שני מסלולי הכתיבה מסתיימים בבאפר הפלט האורתוגרפי, רכיב זיכרון קצר-טווח אורתוגרפי שאחראי על החזקת הייצוג המופשט של האותיות לפי סידרן (ואולי גם על החזקת מאגרון של מוספיות). הייצוג המופשט מוחזק בבאפר עד שמסתיים תהליך הכתיבה באמצעות הפעלה של תבניות מוטוריות שונות בהתאם לצורת האות המתאימה.

סופו של תהליך הכתיבה הוא בפלט כתוב, מודפס או אפילו באמצעות איות בעל פה (McCloskey & Rapp, 2017). הייצוג האורתוגרפי המופשט מספק את הבסיס למגוון אמצעי הפלט. לצורך כך, באפר הפלט האורתוגרפי שולח את המידע לשלבים פריפריאליים לפי סוג הפלט (כתיבה ידנית, הקלדה, איות בעל פה), ולפי סוג הפלט נבחר התרגום מהיצוג האבסטרקטי של האותיות לייצוגים קונקרטיים שלהן (האם כותבים ג בכתב עם חצי העיגול מימין או משמאל? איפה ג על המקלדת? איך אומרים את שם האות גימל). בשלב זה גם נעשית בחירת האלוגרף (למשל אות אמצעית או סופית בעברית ובערבית, אות גדולה אות קטנה באנגלית (D/d)).

תהליך הכתיבה כולל, אם כן, רכיבים רבים שכל אחד מהם צריך לעבוד בצורה תקינה כדי שהכתיבה תהיה תקינה.

רכיבי מודל הכתיבה

מערכת סמנטית – המערכת הסמנטית כוללת את המערכת המושגית הקוגניטיבית הכללית ואת הלקסיקון הסמנטי, שהוא רכיב מילולי. מערכת זו מכילה את משמעויות המילים והיא משותפת לכתיבה, לקריאה, לדיבור ולהבנת דיבור (McCloskey & Rapp, 2017).

לקסיקון פלט אורתוגרפי – לקסיקון הפלט האורתוגרפי הוא רכיב זיכרון לטווח ארוך המכיל את הייצוגים האורתוגרפיים האבסטרקטיים של המילים שהכותב מכיר את הכתיב שלהן. בעת כתיבת מילים מוכרות, הסמנטיקה או הקלט הפונולוגי מאקטבים את הייצוגים האורתוגרפיים הרלוונטיים (Ellis & Young, 1996). לקסיקון הפלט האורתוגרפי מאפשר לכתוב בצורה תקינה מילים הומופוניות או אי-רגולריות. לקסיקון זה מתמלא באמצעות כתיבה, כלומר, כאשר מילה נכתבת באופן קבוע, אופן הכתיבה שלה נכנס ללקסיקון (Badecker, Rapp, & Caramazza, 1996). אפקט תדירות המילה מיוחס ללקסיקון הפלט האורתוגרפי, כך שליקוי ברכיב זה מאופיין באפקט תדירות: בעלי ליקוי בלקסיקון זה עושים יותר טעויות בכתיבה של מילים פחות תדירות בשפה (Bonin, Laroche, & Perret, 2016).

הממיר הפונמי-גרפמי – הממיר הפונמי-גרפמי במסלול התת-לקסיקלי מאפשר המרה של פונמות לאותיות באמצעות חוקי ההמרה, שנרכשים כחלק מתהליך לימוד הכתיבה (Rapp, 2019). מחקרים עדכניים מדיסגרפיה נרכשת מעידים כי הממיר הפונמי-גרפמי ממיר בנפרד פונמות עם מאפיינים שונים: עיצורים מומרים בנפרד מתנועות, מוספיות מורפולוגיות מומרות בנפרד מאותיות השורש, ותכונות הקוליות, שורקות ועוד מומרות גם הן בנפרד, כפי שניתן לראות בתרשים 1 (Gvion & Friedmann, 2010a; Yachini & Friedmann, 2022).

באפר הפלט האורתוגרפי (המכונה גם "הבאפר הגרפמי") – מאגר זיכרון קצר טווח המשותף לשני מסלולי הכתיבה (Caramazza et al., 1987; Tainturier & Rapp, 2001). הבאפר שומר שני סוגי מידע: מידע אודות זהות האותיות ומידע אודות סדר האותיות. הבאפר מקשר בין תהליכים מרכזיים שאחראים לשליפת הייצוג האורתוגרפי לבין תהליכים פריפריאליים מאוחרים יותר, שבמהלכם הייצוגים המופשטים של האותיות מומרים לפלט אורתוגרפי (Buchwald & Rapp, 2004; Kan et al., 2006; Rapp & Kong, 2002). בנוסף, מחקרים על דיסגרפיית באפר פלט אורתוגרפי מצביעים על כך שהבאפר משתתף גם בתהליכים של הרכבה של מילים מורכבות מורפולוגית מהשורש והמוספית שלהן, ולכן נמצא כי ישנן פחות טעויות באפר במילים מורכבות מורפולוגית (יכיני ופרידמן, 2008; Badecker et al., 1990). תמיכה נוספת לכך שהבאפר מתייחס למבנה המורפולוגי של המילה ניתן לראות במחקרם של (Badecker et al., 1996), שדיווחו על נבדק עם דיסגרפיית באפר נרכשת שעשה פחות טעויות בכתיבת מורפמות בהשוואה לכתיבת אותיות השורש (Badecker et al., 1996). תוצאות אלו מעלות את האפשרות שהבאפר מטפל במורפמות כיחידה שלמה, מורכבת מראש (טענה דומה ניתן לראות גם בהתייחסות לכתיבה של דיגרפים באנגלית, ראו: Tainturier & Rapp, 2004).

השלב האלוגרפי – בשלב זה מתבצעת בחירה אלוגרפית בה נקבעת זהות האות המתאימה וצורתה הספציפית, למשל: בחירה באות **מ** או **מ** (בדפוס לעומת בכתב). פגיעה בשלב זה מתבטאת במטלות שמערבות כתיבה ידנית בלבד, ואילו שאר אופנויות הפלט הן תקינות (Beeson & Rapcsak, 2002). ייתכן שבעברית נראה קושי בבחירת אות סופית או אמצעית גם במטלות הקלדה, אבל לא מצאנו מחקר שבחן את זה.

שלבים מוטורים – ההוצאה לפועל של הכתיבה כוללת ביצוע רצף פעולות מוטוריות שקובעות את צורתה הכתובה של האות. תהליך זה מתבצע בשלב תבניות גרפמיות מוטוריות, אשר בו מתוכננים מידת הכוח שיופעל בשביל ביצוע הפעולה, כיוון הפעולה, צורת האות והגודל שלה. כל אלו קובעים את הפעלת מערכות השרירים המתאימות, עד להשלמת משימת הכתיבה (Ellis, 1993).

במקרה של כתיבה להכתבה, משתתפים גם רכיבים של קלט פונולוגי בתהליך הכתיבה: **באפר קלט פונולוגי** – מאגר זיכרון לטווח קצר שמחזיק רצפים של צלילים עד לזיהוי שלהם בלקסיקון הקלט הפונולוגי, או להמרה שלהם במסלול התת-לקסיקאלי (Gvion & Friedmann, 2012). **לקסיקון קלט פונולוגי** – מאגר ארוך-טווח למילים דבורות. הלקסיקון מכיל מידע לגבי הצורה הנשמעת של מילים: העיצורים והתנועות שבמילה, מספר ההברות ומיקום הטעם. מאחר שהוא מכיל רק מילים קיימות שמוכרות לכותב, לקסיקון זה משמש בהכתבה של מילים קיימות (Ellis & Young, 1996). ההנחה היא שבהכתבה ניתן לכתוב באמצעות הקשר הישיר שבין לקסיקון הקלט הפונולוגי ללקסיקון הפלט האורתוגרפי. (וגם בין באפר הקלט הפונולוגי לבאפר הפלט האורתוגרפי, שהוא המסלול היחיד האפשרי במקרה של כתיבה של מילות תפל להכתבה).

סוגי דיסגרפיות

רוב המחקר על סוגי דיסגרפיות מתייחס לדיסגרפיות נרכשות, שמופיעות אצל כותבים מיומנים בעקבות נזק מוחי. מיקומים שונים של פגיעה מוחית גורמים לסוגים שונים של דיסגרפיות, על רקע ליקוי ברכיבים או במסלולים שונים במודל כתיבת המילה (Ellis, 1993). בספרות המחקרית מתוארות דיסגרפיות נרכשות מגוונות כמו דיסגרפיית שטח (Weekes et al., 2003), דיסגרפיה פונולוגית (Hyanghee & Duk, 2000), דיסגרפיית עומק (Hillis, Rapp, & Caramazza, 1999; Raman & Weekes, 2005), דיסגרפיית באפר אורתוגרפי (Annoni et al., 1998), דיסגרפיית שיכול אותיות (Gvion & Friedmann, 2010b), דיסגרפיית נגלקט (Hillis & Caramazza, 1995) ודיסקרביה (Gvion & Friedmann, 2010a).

בדומה לדיסגרפיות נרכשות ישנן דיסגרפיות התפתחותיות, מולדות, שנוכחות גם במהלך רכישת הכתיבה ועשויות להשפיע על כך. המחקר על סוגי דיסגרפיות התפתחותיות מצומצם בהשוואה למחקר על דיסגרפיות נרכשות ומציג בעיקר מקרים של דיסגרפיית שטח התפתחותית (Angelelli et al., 2010; Romani et al., 1999; Temple, 1986), ומקרים מעטים נוספים של דיסגרפיה פונולוגית התפתחותית (Campbell & Butterworth, 1985; Cholewa, et al., 2010). בשנים האחרונות הוצגו מחקרים ראשונים של נבדקים עם דיסגרפיית באפר אורתוגרפי התפתחותית (Barisic et al., 2017; Yachini & Friedmann, 2010), דיסגרפיית נגלקט (נחמן-כץ ופרידמן, 2009), דיסגרפיית תנועות (Yachini & Friedmann, 2021), דיסקרביה (יכני, 2021) ודיסגרפיית שורקות (יכני, 2021).

דיסגרפיות שונות הן תוצאה של ליקויים במיקומים שונים במודל הכתיבה. ניתן לחלק את הדיסגרפיות לדיסגרפיות שמקורן בפגיעה ברכיב כלשהו במסלול הלקסיקאלי, דיסגרפיות שמקורן בפגיעה ברכיב כלשהו במסלול התת-לקסיקאלי, דיסגרפיות שמקורן בפגיעה בבאפר הפלט האורתוגרפי או דיסגרפיות שהן תוצאה של פגיעה בשלבים פריפריאליים של תהליך הכתיבה.

פגיעה במסלול הלקסיקאלי

דיסגרפיית שטח – דיסגרפיית שטח נובעת מליקוי בלקסיקון הפלט האורתוגרפי או בגישה אליו, אשר אינו מאפשר כתיבה דרך המסלול הלקסיקלי, ומחייב כתיבה באמצעות המסלול התת-לקסיקלי. כתוצאה מכך, נפגעת הכתיבה של מילים אי-רגולריות, שניתן לכתוב נכון רק דרך הלקסיקון. הכתיבה של מילות תפל ומילים רגולריות, שניתן לכתוב נכון באמצעות המסלול התת-לקסיקאלי, אינה נפגעת. הטעויות בכתיבת מילים אי-רגולריות הן טעויות מסוג רגולריזציה, דהיינו יישום חוקי ההמרה על המילים האי-רגולריות (למשל: כתיבת ם במקום ן, צאן, ן במקום ן סתיו") (Barry, 1994; Weekes & Coltheart, 1996).

סוג נוסף של טעויות שמאפיין דיסגרפיית שטח הוא החלפת אותיות הומופוניות במילים רגולריות (ט/ת, כ/ק, כמו ן במקום ן טעויות"). גם טעויות אלה הן תוצאה של כתיבה ללא המסלול הלקסיקאלי. טעויות אלו יכולות להוביל לכתיבת מילים קיימות אחרות הומופוניות למילת המטרה (קלה במקום כלה), מילים הטרופוניות שהן פוטנציופוניות למילת המטרה (קטר במקום כתר) או לכתיבה של פסאודוהומופונים לא לקסיקאליים, כלומר למילים לא קיימות (כטר במקום כתר). במקרה של ליקוי בלקסיקון האורתוגרפי עצמו מרבית הטעויות תהיינה לא לקסיקאליות, ואילו כאשר הליקוי הוא בגישה מהלקסיקון הסמנטי אל הלקסיקון האורתוגרפי התקין, נראה בעיקר טעויות שהן מילים קיימות (Gvion et al., 2010), ככל הנראה מכיוון שנשמרת האפשרות של בדיקה מבאפר הפלט האורתוגרפי ללקסיקון הפלט האורתוגרפי השמור. דיווחים על דיסגרפיית שטח התפתחותית קיימים בשפות שונות כמו אנגלית, גרמנית, איטלקית, ספרדית ועברית (Gvion et al., 2010; McCloskey & Rapp, 2017). במטלת שיום תמונה או כתיבה חופשית, כאשר הליקוי הוא בלקסיקון הפלט האורתוגרפי (המילים לא נמצאות בו או שהלקסיקון אינו נגיש), תהליך הכתיבה יכול לעבור במסלול מעקף מהמערכת הסמנטית ללקסיקון הפלט הפונולוגי, ממנו לבאפר הפלט הפונולוגי ומשם (אולי דרך באפר הקלט הפונולוגי) לתהליך ההמרה הפונמי-גרפמי ולבאפר הפלט האורתוגרפי.

פגיעה במסלול התת-לקסיקאלי

דיסגרפיה פונולוגית – דיסגרפיה פונולוגית נגרמת מפגיעה במסלול התת-לקסיקאלי. בדיסגרפיה פונולוגית מילים קיימות נכתבות טוב יותר ממילות תפל מכיוון שהכתיבה נעשית דרך המסלול הלקסיקלי. הכתיבה של מילים שאין להן ייצוג בלקסיקון (מילים חדשות או מילות תפל) לקויה, בעוד הכתיבה של מילים מוכרות, רגולריות ואי רגולריות, נשארת תקינה (Barry, 1994; Rapcsak & Beeson, 2002; McCloskey & Rapp, 2017), ישנם דיווחים על דיסגרפיה פונולוגית התפתחותית באנגלית (Campbell & Butterworth, 1985) ובגרמנית (Cholewa et al., 2010).

דיסגרפיית תנועות – דיסגרפיית תנועות היא ליקוי סלקטיבי בכתיבת אותיות תנועה. בספרות דווח בעבר על קושי בכתיבת אותיות תנועה כתוצאה מפגיעה מוחית, וכדיסגרפיה שהיא חלק מליקוי כללי בבאפר הפלט האורתוגרפי (Caramazza & Miceli, 1990; Jónsdóttir et al., 1996; McCloskey et al., 1994; Schiller et al., 2001) או ליקוי בתנועות שמיוחס לפגיעה סלקטיבית בבאפר הפלט האורתוגרפי (Cotelli et al., 2003; Cubelli, 1991). במחקר שערכנו לאחרונה איתרנו 57 נבדקים עם דיסגרפיה

התפתחותית שהיה להם קושי ספציפי באותיות תנועה, או עם קשיים משמעותיים באותיות תנועה בהשוואה לטעויות בעיצורים (Yachini & Friedmann, 2021). הטעויות בתנועות כללו השמטה, החלפה, הוספה או שיכול של אותיות תנועה בעת הכתיבה. דפוסי הטעויות העידו כי דיסגרפיה זו היא לפחות בחלק מהמקרים תוצאה מליקוי במסלול התת-לקסיקאלי לכתיבה. זאת מכיוון שהליקוי בתנועות אותר כבר בכתיבת הברות, ולא נמצאו אפקטים של אורך, מורכבות מורפולוגית, תדירות או לקסיקליות. תמיכה משמעותית למקור הליקוי במסלול התת לקסיקאלי הוא שטעויות התנועה התרחשו בעיקר בכתיבת מילות תפל, אך אצל נבדקים שהיתה להם גם דיסגרפיית שטח (ולכן כתבו גם מילים קיימות דרך המסלול התת-לקסיקאלי) הופיעו טעויות באותיות תנועה גם במילים קיימות (יכני, 2021). תמיכה נוספת לכך שהליקוי הוא במסלול התת לקסיקאלי מגיעה מהפער המשמעותי שנמצא בין אחוז הטעויות הגבוה באותיות אהו"י כאשר הן מופיעות כאותיות תנועה, לצד אחוז קטן בלבד של טעויות כאשר הן מופיעות כעיצורים. כלומר התקלה מתרחשת ברכיב שרגיש למאפיינים הפונולוגיים של המילה ולא למאפייניה האורתוגרפיים (יכני, 2021).

דיסקרביה – דיסקרביה נגרמת כתוצאה מפגיעה סלקטיבית במסלול התת-לקסיקאלי, בהמרה של פונמות עם תכונות של קוליות לאותיות המתאימות. דיסגרפיה זו מובילה לטעויות של החלפת אותיות שנבדלות זו מזו רק בתכונות הקוליות (ב-פ, ד-ט, ג-ק, ז-ס, ולעתים גם ר-ח). דיסקרביה תוארה אצל שני נבדקים עם פגיעה נרכשת (Gvion & Friedmann, 2010a), ובקרב 30 נבדקים עם דיסקרביה התפתחותית (יכני, 2021). המחקר על דיסקרביה התפתחותית מצא כי החלפות העיצורים הקוליים בכתיבה של הנבדקים מופיעות באחוזים גבוהים באופן משמעותי מהחלפות עיצורים אחרות, כך שלא ניתן לייחס טעויות אלו לפגיעה מקרית בבאפר הפלט האורתוגרפי. עוד נמצא כי אין אפקט אורך וכי הטעויות מופיעות בכל המיקומים במילה. החלפות הקוליות מופיעות במילות תפל מכיוון שמיקום הפגיעה הוא המסלול התת-לקסיקאלי, אך בקרב נבדקים עם דיסגרפיית שטח בנוסף לדיסקרביה החלפות הקוליות קורות גם במילים קיימות מכיוון שבשל הליקוי הנוסף במסלול הלקסיקאלי גם כתיבת מילים קיימות מתבצעת במסלול התת-לקסיקאלי.

דיסגרפיית שורקות – דיסגרפיה בה יש טעויות של החלפת אותיות שורקות בתהליך הכתיבה בעקבות ליקוי במסלול התת-לקסיקאלי. האותיות שמתחלפות חולקות כולן את תכונות השורקות ונבדלות זו מזו במעט במקום החיתוך שלהן. דיסגרפיית שורקות אובחנה אצל תשעה נבדקים עם דיסגרפיה התפתחותית (יכני, 2021). בדומה לממצאים על דיסקרביה, גם בדיסגרפיית שורקות הטעויות קורות במילות תפל, אלא אם יש לנבדק גם דיסגרפיית שטח בנוסף לדיסגרפיית שורקות, ואז טעויות השורקות קורות גם במילים קיימות, מכיוון שאצלם כתיבה של מילים קיימות מתבצעת באמצעות המסלול התת-לקסיקאלי. איתרון של דיסגרפיות אלו (דיסגרפיית תנועות, דיסקרביה ודיסגרפיית שורקות) הוביל למסקנה כי תהליך ההמרה מורכב מכפי שהוא תואר עד היום. הוא ככל הנראה אינו ממיר פונמות לאותיות כיחידות שלמות אלא מתייחס לפונמות כמקבץ תכונות פונולוגיות (עיצור/תנועה, קולי/בלתי קולי, שורק, מקום חיתוך, אופן חיתוך), וממיר את מקבץ התכונות לאות המתאימה בבאפר הפלט האורתוגרפי. פגיעות סלקטיביות יתכנו במימדים שונים של הפונמות פגיעה בתנועות, למשל, פוגעת רק בפונמות התנועה, פגיעה בקוליות פוגעת רק בתכונות הקוליות ומותירה את התכונות האחרות תקינות וכן הלאה (יכני, 2021).

מונח מסוג אחר שמופיע לעיתים בספרות המחקרית הוא המונח "דיסגרפיה מעורבת". מונח זה משמש בספרות לתיאור דיסגרפיה משולבת שבה שני מסלולי הכתיבה נפגעים, כלומר שילוב של דיסגרפיית שטח עם דיסגרפיה פונולוגית (Kohnen et al., 2008; Luzzatti et al., 1998). מכיוון שהיום אנו יודעים כי קיימים יותר משני סוגים של דיסגרפיות אז כל שילוב דיסגרפיות, ולא רק של שטח ופונולוגית הוא אפשרי, ולכן המונח "דיסגרפיה מעורבת" הוא בעייתי. מקרים של דיסגרפיה מעורבת של שטח ופונולוגית מתוארים בספרות ככאלה שעושים גם טעויות שטח שכוללות רגולריזציה של מילים (למשל: canal-canoul), וגם טעויות בהמרת פונמית-גרפמית בתנועות ועיצורים (למשל: castle-cancel) במילים קיימות ובמילות תפל (Kohnen, Nickels, & Coltheart, 2010; Luzzatti et al., 1998).

פגיעה בבאפר הפלט האורתוגרפי

דיסגרפיית באפר פלט אורתוגרפי – דיסגרפיית באפר פלט אורתוגרפי נגרמת כתוצאה מנזק לבאפר הפלט האורתוגרפי שהינו משותף לשני מסלולי הכתיבה, הלקסיקלי והתת-לקסיקלי. הבאפר הינו מאגר זיכרון לטווח קצר ולכן פגיעה בו מתאפיינת בקושי בשמירת הייצוג האורתוגרפי של האותיות בעת הכתיבה. דפוס הטעויות כולל השמטה, החלפה, הוספה או הכפלה של אותיות. האפקט הבולט בדיסגרפיה זו הינו אפקט אורך. מכיוון שהבאפר משותף הן למסלול הלקסיקלי והן למסלול התת-לקסיקלי, יש טעויות גם בכתיבת מילים קיימות וגם בכתיבת מילות תפל (Caramazza et al., 1987). כאשר בוחנים את מיקום הטעויות בדיסגרפיית באפר יש דיווחים על שני דפוסים עיקריים: לפי חלק מהדיווחים עיקר הטעויות מופיע בסוף המילה (Schiller et al., 2001; Tainturier & Caramazza, 1996), בעוד שמחקרים אחרים מצאו שהאותיות האמצעיות במילה הן הרגישות ביותר לטעות (Beeson & Rapcsak, 2002; Caramazza & Miceli, 1990; Gvion & Friedmann, 2010a; Jonsdottir et al., 1996; Posteraro et al., 1988; Tainturier & Rapp, 2004). נמצא כי ישנו גם אפקט מורפולוגי שבא לידי באחוז נמוך יותר של טעויות במילים מורכבות מורפולוגית בהשוואה למילים פשוטות (יכיני ופרידמן, 2008; Badecker et al., 1990), ממצא שתומך בהשערה כי הבאפר מאחסן בנפרד מורפמות שלמות ולא מאחסן מילים מורכבות כיחידות שלמות (וגם לא מאחסן את המורפמות מפורקות לאותיותיהן). מחקרים שונים תומכים בהשערה כי בבאפר יש פונקציות נפרדות של זיהוי אותיות ושל מיקום אותיות, פונקציות אלו יכולות להיפגע באופן נפרד (Gvion & Friedmann, 2010b).

דיסגרפיית באפר פלט אורתוגרפי תוארה בהרחבה בצורתה הנרכשת אך יש רק מידע מועט על נבדקים עם דיסגרפיית באפר פלט אורתוגרפי התפתחותית בעברית (Yachini & Friedmann, 2010, 2017) ובאנגלית (Barisic et al., 2017).

דיסגרפיית שיכול אותיות – דיסגרפיית שיכול אותיות נובעת מפגיעה בבאפר הפלט האורתוגרפי שמובילה לפגיעה סלקטיבית בפונקציה של קידוד מיקום אותיות במילה שגורמת לטעויות של נדידת אותיות, בעיקר באמצע המילה. בדומה לדיסגרפיית באפר, נמצא בדיסגרפיה זו אפקט אורך אך ללא אפקטים לקסיקליים שמשפיעים על הכתיבה (Gvion & Friedmann, 2010b). טרם דווח על דיסגרפיית שיכול אותיות התפתחותית.

דיסגרפיית נגלקט – דיסגרפיית נגלקט מוגדרת כחוסר יכולת להתייחס לאותיות שנמצאות באחד מהצדדים של המילה, בדרך כלל בצד השמאלי. מאפייניה הם הזנחה של הצד הפגוע, שמתבטאת בהוספות, השמטות או החלפות של אותיות. הטעויות יתבצעו בכל אופני הפלט, והן לא נגרמות בגלל בעיה חושית או מוטורית (Caramazza & Hillis, 1990; Hillis & Caramazza, 1995). דפוס הטעויות בדיסגרפיית נגלקט דומה לזה שנמצא בדיסגרפיית באפר פלט אורתוגרפי (החלפות, השמטות והוספות) ויתכן כי דיסגרפיה זו נובעת גם מתקלה בשלב הבאפר, בה ישנה פגיעה של תקלות זהות במרחב מסוים. במחקרן של נחמן כץ ופרידמן על ילדים עם דיסלקסיית נגלקט, נמצא כי 16 מתוך 21 הראו גם נגלקט בכתיבה (נחמן-כץ ופרידמן, 2009).

דיסגרפיית עומק

המאפיינים של דיסגרפיית עומק הם החלפות סמנטיות, חוסר יכולת לכתוב מילות תפל וקשיים באיות של מילים מופשטות ומילות תפקוד (Cipolotti et al., 2004). יש דיווח בודד על דיסגרפיית עומק התפתחותית (Friedmann, 2004). מאחר שאין מספיק מחקר על דיסגרפיה זו, מקורה המדויק במודל עדיין אינו ברור דיו. יתכן שהיא נגרמת מפגיעה בלקסיקון הסמנטי (כחלק מפגיעה רחבה יותר אשר משפיעה גם על יכולת ההבנה של מילים כתובות ודבורות ועל שיום בעל פה), במקרים שבהם הטעויות הן סמנטיות אך אין טעויות במילות פונקציה, או בליקוי מקביל לליקוי בדיסלקסיית עומק, במסלול הלקסיקאלי והתת לקסיקאלי: בקישור שבין הלקסיקון הסמנטי ללקסיקון הפלט האורתוגרפי, ובמסלול התת לקסיקאלי (בהמרה הפונמית-גרפמית, בבאפר הפלט הגרפמי או בבאפר הקלט הפונולוגי) (Hillis, & Rapp, 1999).

פגיעה בשלבים פריפריאליים

דיסגרפיה ברמת האלוגרף – באה לידי ביטוי בטעויות בבחירת האותיות ובעיצובן רק באופני הפלט שדורשים כתיבה ידנית. מאחר שמדובר בשלב שבו הייצוג האבסטרקטי קיים אך רק שליפת צורת האות נפגמה, לא נראה דפוס לקוי באופני פלט אשר אינם מחייבים זכירת צורת האות כמו איות בע"פ. בדיסגרפיה זו נראה טעויות של החלפה על רקע בחירה שגויה של צורת האות, השמטות של אותיות תוך ציון שבמקום המושמט חסרה אות כי לא זוכרים את צורתה, או כתיבת צורות שאינן אותיות (Beeson & Rapp, 2002).

ליקוי ברמת תבניות מוטוריות – ליקוי בשלב המוטורי יכול לבוא לידי ביטוי בעיצוב לא תקין של אותיות, או כתב יד איטי ולא קריא (McCloskey & Rapp, 2017).

דיסגרפיה ודיסלקסיה

המושג דיסלקסיה מתייחס להפרעות קריאה שונות שבדומה להפרעות כתיבה (דיסגרפיה) יכולות להיות נרכשות או התפתחותיות. בדומה לדיסגרפיה, גם אבחון דיסלקסיה נעשה על פי מודל נירופסיכולוגי רב שלבי-מודל קריאת המילה. מודל קריאת המילה מייצג מסלולי קריאה שונים, מסלול לקסיקאלי – לקריאת מילים מוכרות דרך הלקסיקונים, מסלול המרה – לקריאת מילות תפל ומילים חדשות באמצעות המרה

מאות לצליל, ומערכת סמנטית. פגיעה בשלב מסוים במודל תוביל לקריאה דרך המסלולים האחרים. הדיסלקסיות השונות שמתוארות בספרות הן בעלות מאפיינים דומים במידה רבה לסוגים השונים של הדיסגרפיות שנמצאו (Ellis & Young, 1996; Friedmann & Coltheart, 2018). קיומן של דיסלקסיות ודיסגרפיות מקבילות לא מעיד בהכרח כי דיסגרפיה תהיה מלווה בדיסלקסיה שמקבילה לה, מספר מחקרים תיארו מקרים בהם נמצא כי דיסגרפיה יכולה להופיע ללא הדיסלקסיה המקבילה ודיסלקסיה יכולה להופיע ללא הדיסגרפיה המקבילה (דיסלקסיית קבא"ק: Khentov-Kraus & Friedmann, 2018; דיסלקסיית נגלקט: נחמן-כץ ופרידמן, 2009; דיסלקסיית שיכול אותיות: Friedmann & Rahamim, 2007; דיסגרפית שיכול אותיות: Gvion & Friedmann, 2010b; דיסקרביה: Gvion & Friedmann, 2010a; דיסלקסיית באפר קלט גרפמי: שטרנברג ופרידמן, 2009). גם כאשר מופיעים אצל נבדקים שונים מאפייני דיסגרפיה דומים אין זה אומר כי ימצאו אצלם בהכרח גם מאפיינים דומים בקריאה (Hanley & Sotiropoulos, 2018; Tainturier & Rapp, 2001). בבחינה של נבדקים עם דיסגרפיה התפתחותית נמצא כי לעשרה מהנבדקים עם דיסגרפיות כתוצאה מפגיעה בתהליך ההמרה אין דיסלקסיה מאותו סוג (Yachini & Friedmann, 2020).

במאמר זה נתאר את התפלגותם של הסוגים השונים של דיסגרפיות התפתחותיות אצל דוברי עברית, ואת שכיחות התופעה.

שיטה

כלי המחקר

מבדק סינון כתיבה – תלתן כתיבה (פרידמן, גביעון ויכני, 2007)

מבדק כתיבת מילים קיימות - המבדק מיועד להערכת כתיבת מילים בהכתבה ומכיל מילים שמיועדות לזיהוי סוגים שונים של דיסגרפיה. המבדק כולל 50 מילים קיימות באורך 3–11 אותיות (ממוצע: 5.6 אותיות, סטיית תקן: 1.9). המילים מייצגות אפקטים של רגולריות, קטגוריה דקדוקית ומורכבות מורפולוגית. נבחרו מילים שרגישות לסוגים השונים של דיסגרפיה (מילים עם פוטנציאל לנדידה, מילים פוטנציאליים ורגולריות, ואי רגולריות, מילים בעלות פוטנציאל להזנחה מצד שמאל או ימין ומילים עם אותיות כפולות). הנבדקים המבוגרים (מעל גיל 18) נבדקו באמצעות גרסה ארוכה יותר של המבדק שכוללת 76 מילים באורך של 2-11 אותיות (ממוצע: 5.2, סטיית תקן: 2.1). המילים היו בטווח תדירות בין 0.018 ל-598.3 למיליון (ממוצע: 23.9, סטיית תקן: 89.95, תדירות מתוך קורפוס של מילים שפורסמו בבלוגים ישראליים באתר ישראבלוג, Linzen, 2009).

מבדק כתיבת מילות תפל – 323 מנבדקי המחקר ו-366 מנבדקי הביקורת ביצעו בנוסף למבדק כתיבת מילים קיימות גם מבדק כתיבת 20 מילות תפל באורך של 3-7 אותיות (ממוצע: 4.8, סטיית תקן: 1.16). מילות התפל הן כולן אפשריות אורתוגרפית, מתאימות לחוקים הפונולוגיים של עברית, ומופיעות במגוון מבנים מורפולוגיים.

מבדקי המשך בכתיבה

לאחר שהועבר מבדק הסינון, לחלק מהנבדקים הועברו גם מבדקי המשך: **מבדק כתיבת אותיות בודדות** – על מנת לוודא שהקשיים בכתיבה אינם תוצאה של קושי בהיכרות עם האותיות הועבר לנבדקים מבדק שכולל 27 אותיות רגילות וסופיות. לנבדקים נאמר שם האות והם התבקשו לכתוב אותה.

מבדק כתיבת הברות – על מנת לבחון אם הטעויות בכתיבה נובעות מקושי בהמרת אות לצליל, הועבר לנבדקים מבדק כתיבת הברות בודדות, המבדק כולל 27 הברות פתוחות. כל הברה הוכתבה לנבדק בנפרד.

מבדק כתיבת מילים בודדות נוספות להכתבה – מבדק הכולל 124 מילים באורכים שונים (טווח ממוצע: 5.58, סטיית תקן: 1.79). המילים הן ממגוון קטגוריות לקסיקליות, מילים ארוכות וקצרות, מילים מוחשיות ומופשטות, מילים עם מוספיות מורפולוגיות ומורפולוגיה משורגת ומילים עם אותיות כפולות צמודות ולא צמודות.

מבדק כתיבת משפטים – מבדק זה מיועד לבדיקת כתיבה ספונטנית. המבדק כולל 20 זוגות מילים. בכל פעם מוקרא לנבדק זוג מילים והנבדק מתבקש לכתוב משפט הכולל את שתי המילים שהוקראו. לאחר כתיבת המשפט הנבדק מתבקש להקריא את המשפט שכתב. כל המילים שנכתבו מקודדות ומנותחות.

מבדק השלמת משפטים – מבדק זה מיועד לבדיקת כתיבה שלא דרך קלט אודיטורי. המבדק כולל 15 משפטים פשוטים, בכל משפט חסרה מילה (ומיקומה מסומן בקו תחתי) שעל הנבדק להשלים בכתב. אם לנבדק יש קושי בקריאה, המשפט מוקרא לו. המילה החסרה לא נאמרת ועליו להשלים אותה באופן עצמאי.

מבדק שיום תמונות בכתב – מבדק זה הועבר על מנת לבדוק כיצד הנבדקים כותבים מתוך הסמנטיקה, וללא קלט אודיטורי. המבדק כולל 100 תמונות מתוך מבדק שיום "שמש" (בירן ופרידמן, 2004). התמונות מוצגות לנבדק על כרטיסיות ועליו לשיים אותן בכתב מבלי לשיים אותן בקול רם לפני כן.

איות בע"פ – על מנת לבדוק אמצעי פלט נוספים מלבד כתיבה ידנית נערך גם מבדק איות בעל פה, הוקראו לנבדקים מילים בודדות והם התבקשו לאיית אותן בקול רם. הנבדקים שביצעו מבדק זה אייתו בעל פה בין 6 ל-105 מילים.

הקלדה – מבדק כתיבה של מילים בהקלדה במחשב על מנת לבדוק אמצעי פלט שאינו דורש כתיבה ידנית. הנבדקים שביצעו מבדק זה הקלידו בין 30 ל-130 מילים, אחד הנבדקים הקליד 600 מילים.

נבדקים

נבדקי ביקורת

קבוצת הביקורת כללה 773 נבדקים. מתוכם 707 ילדים שלומדים במסגרות רגילות ו-66 מבוגרים ללא דיווח על לקויות למידה. נבדקי הביקורת כללו כיתות שלמות החל מכיתה ג' ועד כיתה י' וקבוצה של מבוגרים (המבוגרים היו בגילאי 19-69, ממוצע: 32) שהסכימו להתנדב למחקר. עבור כל נבדק חישבנו את אחוז המילים שנכתבו נכון ובדקנו עבור כל קבוצת גיל האם ישנם נבדקים שהביצוע שלהם היה נמוך באופן חריג יחסית לקבוצת הגיל שלהם (outliers). הסף למספר נמוך באופן חריג של תשובות נכונות הוגדר, עבור כל קבוצת גיל בנפרד, בתור האחוזון ה-25 מינוס 150% המרחק הבין-רבעוני. בהתאם לכך הוצאנו מקבוצת הביקורת 30 נבדקים עם ביצוע נמוך באופן חריג (כ-4% מתוך קבוצת הביקורת).

מתוך 743 נבדקי הביקורת שנשארו במחקר כל הנבדקים ביצעו מבדק של כתיבת מילים קיימות ו-366 מהם ביצעו גם מבדק של כתיבת מילות תפל. מתוך 743 הנבדקים איתרנו 43 נבדקים שלמרות שסך המילים שהם כתבו נכון לא היה נמוך באופן חריג לפי הגדרת החריגים שלעיל הוא עדיין היה מתחת לסף שנקבע עבור קבוצת הגיל שלהם ($p < .01$), וגם הם הוצאו מקבוצת הביקורת.

הנבדקים עם דיסגרפיה

קבוצת הנבדקים עם דיסגרפיה שבתוכה בדקנו את התפלגות סוגי הדיסגרפיה מונה 427 נבדקים בכיתות ג'-י"ב ומבוגרים שאחוז התשובות הנכונות שלהם במילים קיימות או במילות תפל היה נמוך במובהק מזה של קבוצת הביקורת המותאמת בגיל.

הנבדקים שנכללו בסופו של דבר בקבוצת הדיסגרפיה הגיעו מאחת משתי קבוצות:

א. נבדקים עם לקות שהאבחון העלה שיש להם דיסגרפיה: העברנו את מבדק הכתיבה ל 418 ילדים ומבוגרים שלומדים במסגרות מיוחדות לתלמידים עם לקויות למידה (לא בהכרח עם קשיי כתיבה) או שהגיעו למעבדה שלנו, מעבדת שפה ומוח באוניברסיטת תל אביב, לצורך אבחון קשיים בלמידה ולעיתים עם תלונה על קושי בקריאה או בכתיבה. מתוך 418 נבדקים אלה, 64 נבדקים (15%) ביצעו את מבדק הכתיבה באופן תקין, כלומר בתוך הטווח של קבוצת הביקורת. נבדקים אלו לא נכללו בניתוחי הכתיבה של הנבדקים הדיסגרפיים בהמשך. 354 הנבדקים שאחוז הטעויות שלהם בכתיבה היה נמוך באופן מובהק מזה של קבוצת הביקורת המותאמת בגיל נכללו בקבוצת הדיסגרפיה.

ב. נבדקים שנבדקו בהעברה הכלל-כיתתית שהאבחון העלה שיש להם דיסגרפיה: 73 הנבדקים שלומדים בכיתות רגילות והמבדק הועבר להם כחלק מההעברה הקבוצתית ברמת כיתה, שהביצוע שלהם (סה"כ מילים שנכתבו נכון) במילים קיימות או במילות תפל היה נמוך באופן מובהק מזה של קבוצת הגיל שלהם.

כל נבדק מקבוצת הנבדקים עם דיסגרפיה הושווה לקבוצת ביקורת מותאמת בגיל ובכיתת הלימוד, תלמידים בכיתות י'-י"ב הושוו לקבוצת ביקורת של תלמידים בכיתה י'. נבדקים מעל גיל 18 הושוו לקבוצת ביקורת של נבדקים מבוגרים.

הליך

בשלב הראשון כל נבדק עבר מבדק סינון כתיבה במטרה לאבחן אם יש לו דיסגרפיה ואם כן מאיזה סוג. בשלב השני נבחרו חלק מהנבדקים שזוהתה אצלם דיסגרפיה והם עברו מבדקי כתיבה נוספים על מנת לבחון את סוגי הדיסגרפיות שאותרו במבחן הסינון. המבדקים הועברו לכל אחד מהנבדקים עם הדיסגרפיה בנפרד, בחדר שקט והם התבקשו לחזור בקול רם על המילים שהוכתבו להם על מנת לוודא כי המילים נשמעו כשורה. אם נבדק ביקש לחזור על המילה שהוקראה לו אז היא הוקראה פעם נוספת. לנבדקי ביקורת המבדק הועבר בקבוצות קטנות והמילים הוקראו לחוד ובתוך משפט, המילה נאמרה פעם ראשונה לבד ולאחר מכן היא הוקראה כחלק ממשפט ואז שוב נאמרה לבד. הנבדקים הונחו שלא למחוק את המילים שכתבו, במקרה שרצו לתקן הם יכלו לכתוב את התיקון ליד התגובה הראשונה שנכתבה. התגובות הראשונות הן אלו שנלקחו בחשבון בעת ניתוח הנתונים.

ניתוח הנתונים

על מנת להשוות בין ביצועיו של נבדק בשתי מטלות שונות, השתמשנו במבחן χ^2 (כאשר כל ערכי expected היו לפחות 5) או במבחן פישר. כדי להשוות בין רמות הביצוע של אותו נבדק באותה מטלה בנקודות זמן שונות השתמשנו במבחן McNemar. כדי להשוות את ביצועיה של קבוצת נבדקים בין שני תנאים (למשל, שני סוגי מילים), השתמשנו במבחן t למדגמים תלויים (כאשר היתה הצדקה להניח התפלגות נורמלית) או ב-Wilcoxon Signed Rank test. כדי להשוות בין מספר גדול יותר של תנאים, השתמשנו ב-One way ANOVA. כדי להשוות תוצאות של נבדק בודד לתוצאות של קבוצת ביקורת, השתמשנו במבחן t של Crawford, Garthwaite, & Porter (2010) (תוכנת Singlims_ES.exe). קבענו שלנבדק יש דיסגרפיה אם אחוז התשובות הנכונות שלו היה נמוך מזה של קבוצת הביקורת ברמת מובהקות של $p < .05$. סוג דיסגרפיה ספציפי נקבע כאשר אחוז השגיאות היה גבוה מזה של קבוצת הביקורת ברמת מובהקות של $p < .01$. במקרים של השוואות מרובות, כדי לבחון מובהקות של אפקט ערכנו תיקון FDR להשוואות מרובות (Benjamini & Hochberg, 1995).

ניתוח הטעויות

כל התגובות של הנבדקים תועתקו, כל תגובה נכונה זיכתה אותם בנקודה ועבור כל מילה עם טעות נעשה רישום של כל הטעויות שהופיעו באותה מילה. סוגי הטעויות נקבעו לפי השינוי שחל במילה בהשוואה למילת המטרה. סוגי הטעויות חולקו לחשע קטגוריות עיקריות, כל קטגוריה כוללת מספר סוגי טעויות. פירוט של הטעויות וסוגי הטעויות שנכנסו לכל קטגוריה ניתן לראות בטבלה 1 (כל הדוגמאות בטבלה הן תגובות אמיתיות של נבדקים). במילה אחת יכולות להתקיים במקביל מספר סוגי טעויות וכל אחת נספרה לחוד, מלבד בחישוב של טעויות שטח. כאשר מילה נכתבת דרך מסלול ההמרה ייתכן שיהיו בה מספר טעויות שטח אבל כולן מייצגות את אותה תקלה ולכן הן נספרו כטעות אחת.

טבלה 1. חלוקת סוגי טעויות לקטגוריות ודוגמאות

קטגוריה	סוגי טעויות	דוגמאות לסוגי טעויות
שטח	החלפת אות הומופונית עיצורית ורגולריזציות	קרם – כרם, מטשטשים – מתשטשים, קישוא – קישו, רוח – רואח, אבטיח- אבטיאח
	הוספת תנועות על רקע כתיבת ממיר	רוח – רואח, מתרגשת – מיתרגשת
תנועות	נדידת תנועה	גוררים – גוררים, צירף – צירף
	הוספת תנועה (לא על רקע ממיר)	קרם – קרום, חביות – חביות
	החלפת תנועה בתנועה או בעיצור	לוחות – לאחות, מספיק – מספוק, כלום – כלעם
	השמטת תנועות	חורקים – חרקים, גוררים – גררם, חביות – חבית
קוליות	החלפה בין זוגות קוליים	טרקטורון – טרקדורון, שפן – שבן
שורקות	החלפה של אותיות שורקות	זמיר – צמיר, קקטוס – קקטון
באפר	השמטת עיצור	מרסק – מסק, אמבולנס – אמבולס, תבחרו – תברו
	הוספת עיצור	חרוזים – חרפוזים, חביות – חבליות, לוחות – לוקחות
	החלפת עיצור	כללים – כללית, מנופפים – מנופפיל, לוחות – שוחות
אותיות כפולות	השמטת אות כפולה	התבוננתם – התבונתם, מתכנן – מתכן, ממטרה – מטרה
	הכפלת אות לא כפולה במילה עם כפולות	כללים – ככללים, צלל – צצל, מממן – ממנן
	הכפלת אות במילה ללא אותיות כפולות	אמבולנס – אמבולנס, עקומים – הקוממים, הליקופטר – אליקופטר
	החלפת אות כפולה	ממטרה – משטרה, גוררים – גורמים
נדידה	שיכול אותיות פנימי במילה	מרפסת – מרספת, חרבות – חברות
	שיכול שמערב אות חיצונית	טרקטורון – קטרטורון, קקטוס – קקטוט
עיצוב אות	כיווניות וכתב ראי	זמיר – גמיר, שלג – שלז
	החלפה בין סופית לרגילה וההפך	אמבולנס – אמבולנס, שטוף – שטוף, כתף – כתפ

בכל הדוגמאות – מילת המטרה מופיעה מימין והאופן שבו הנבדק כתב אותה עם הטעות הרלוונטית – משמאל.

טעויות קוליות שהיו יכולות לנבוע מכתיבה בהמרה מפונמה לגרפמה (כאשר הצליל של המילה משקף הפחתה או הוספה של קוליות בשל הידמות, כמו תבחרו – תפחרו, זכוכיות – סכוכיות), קודדו כטעויות שטח.

תוצאות

ראשית נציג את הממצאים לגבי שכיחות דיסגרפיה בקרב נבדקים בכיתות רגילות ובמסגרות לתלמידים עם לקויות למידה, לאחר מכן נבחן את התפלגות סוגי הדיסגרפיה השונים בקרב הנבדקים שאיתרנו עם דיסגרפיה לפי הביצוע שלהם במבדקי הכתיבה.

חלק א': שכיחות דיסגרפיה בקרב נבדקים בכיתות רגילות ובמסגרות מיוחדות ביצועי נבדקים בעלי כתיבה תקינה בכל קבוצת גיל וסיפים לקביעת דיסגרפיה

בטבלה 2 מופיע אחוז התשובות הנכונות עבור כתיבת מילים קיימות וכתיבת מילות תפל בקרב אותם 677 נבדקים שנשארו בקבוצת הביקורת מתוך 707 הנבדקים שנבדקו בכיתות השלמות בגילאי 9-16, ובקרב 66 מבוגרים ללא לקות בכתיבה. בטבלה 2 מופיעים גם הסיפים שנקבעו לפי הנתונים: אחוז תשובות נכונות שווה או נמוך מהסף עבור כל קבוצת גיל הוא נמוך במובהק מקבוצת הביקורת לפי מבחן t (Crawford, Garthwaite, & Porter, 2010) ולכן נחשב לקוי ומעיד על קיומה של דיסגרפיה.

טבלה 2. מספר הנבדקים, אחוז ביצוע נכון ממוצע וסף ביצוע נכון עבור כל קבוצת גיל בכתיבת מילים קיימות ומילות תפל

מילות תפל				מילים קיימות			
סך שמתחתיו הביצוע לקוי	ממוצע וסטיית תקן	מס' נבדקים	כיתה (וגיל)	סך שמתחתיו הביצוע לקוי	ממוצע וסטיית תקן	מס' נבדקים	כיתה (וגיל)
72%	88.6% (9%)	20	ג' (9)	46%	70.2% (14.7%)	126	ג' (9)
84%	94.3% (5.8%)	64	ד' (10)	56%	78.1% (13%)	155	ד' (10)
89%	96.2% (4.1%)	30	ה' (11)	67%	85.0% (10.4%)	93	ה' (11)
91%	97.1% (3.6%)	30	ו' (2)	75%	88.5% (8.1%)	91	ו' (2)
90%	96.5% (3.7%)	44	ז' (13)	80%	91.5% (6.9%)	64	ז' (13)
87%	95.3% (4.9%)	44	ח' (14)	82%	92.1% (5.6%)	44	ח' (14)
91%	97.6% (3.1%)	46	ט' (15)	87%	94.4% (4%)	67	ט' (15)
92%	98.0% (3.2%)	36	י' (16)	90%	95.8% (2.9%)	37	י' (16)
95%	98.8% (2.1%)	52	מבוגרים	93%	97.6% (2.2%)	66	מבוגרים

נבדקים בכיתות רגילות

כדי לבדוק את שיעור הדיסגרפיה בקרב תלמידים שלומדים בכיתות רגילות השוונו את ביצועיו של כל ילד לסיפיים של קבוצת הגיל שלו המוצגים בטבלה 2. בסך הכל מקרב 707 הנבדקים שלומדים בבתי ספר במסגרות רגילות איתרנו 10.3% נבדקים עם דיסגרפיה כלשהי (73 מתוך 707 נבדקים).

נבדקים שלומדים במסגרות עם לקויות למידה

העברנו את מבדק הכתיבה ל-268 נבדקים שלומדים במסגרות מיוחדות לתלמידים עם לקויות למידה בכיתות ד' – ח'. מתוך 268 נבדקים אלו, 43 ביצעו את המבדק באופן תקין (16%) לעומת 225 נבדקים ששיעור הטעויות שלהם בכתיבה היה גבוה מהסף לגילם (בהשוואה לסיפיים המוצגים בטבלה 2). כלומר שיעור הדיסגרפיה מבין לקויי הלמידה היה גבוה מאוד (84%), אך לא לכל לקויי הלמידה יש דיסגרפיה.

חלק ב': התפלגות סוגי דיסגרפיה

על מנת לזהות איזו דיסגרפיה או דיסגרפיות יש לכל נבדק שזוהה עם דיסגרפיה בהתאם לנתונים שהוצגו בטבלה 2, בדקנו את אחוז הטעויות מכל סוג של כל נבדק בהשוואה לקבוצת הביקורת המותאמת בגיל. קביעת הדיסגרפיות השונות נעשתה על ידי השוואה לסף של סוג הטעויות הרלוונטי בקבוצת הגיל המתאימה (הסף נקבע באמצעות t-test Crawford, Garthwaite, & Porter (2010) ברמת מובהקות $p < .01$).

סוגי הטעויות שלפיהם קבענו את כל אחת מהדיסגרפיות:

(ראו טבלה 1 לתיאור הטעויות ודוגמאות לסוגי הטעויות השונים)
 דיסגרפיית שטח: טעויות שנובעות מכתיבה דרך הממיר (החלפות אותיות הומופוניות ורגולריזציות) והוספת תנועה על רקע כתיבת ממיר.
 דיסגרפיית באפר אורתוגרפי: השמטות, החלפות, נדידות או הוספות של עיצורים (כולל טעויות באותיות כפולות).

דיסגרפיית תנועות: השמטות, החלפות, נדידות או הוספות של תנועות שלא על רקע כתיבת ממיר.

דיסגרפיית קוליות: החלפת עיצורים שנבדלים זה מזה בתכונות הקוליות.

דיסגרפיית שורקות: החלפת עיצורים שורקים.

דיסגרפיית אלוגרף: טעויות של עיצוב אותיות או החלפה בין אות אמצעית לאות סופית.

טעויות ברמת אלוגרף לא נספרו כתשובות שגויות עבור הנבדקים בקבוצות הביקורת או המחקר מכיוון שלא מדובר בטעויות באיות אלא בעיצוב אותיות. טעויות אלו כן קודדו ונספרו בנפרד בקרב נבדקי הביקורת על מנת לקבוע סף לקוי עבור כל קבוצת גיל ובקרב נבדקי המחקר. הסיפים המחושבים עבור כל דיסגרפיה בכל אחת מקבוצות הגיל מוצגים בטבלה 3 עבור מילים קיימות ובטבלה 4 עבור מילות תפל.

טבלה 3. כתיבת מילים קיימות: סיפים לטעויות מכל סוג לקביעת דיסגרפיה מהסוגים השונים עבור כל קבוצת גיל

סף % (ומספר) טעויות שממנו הביצוע לקוי במובהק*						מס' נבדקים	קבוצת גיל
אלוגרף	שורקות	קוליות	תנועות	באפר	שטח		
(2) 3.6%	(3) 5.0%	(1) 1.4%	(7) 12.5%	(7) 12.5%	(28) 54.5%	126	ג' (גילאי 9)
(2) 3.3%	(2) 2.5%	(1) 1.3%	(5) 9.0%	(7) 13.1%	(22) 43.9%	155	ד' (גילאי 10)
(1) 0.8%	(1) 0	(1) 0.5%	(3) 5.1%	(3) 6.0%	(18) 35.5%	93	ה' (גילאי 11)
(1) 1.5%	(1) 1.9%	(1) 0.5%	(2) 3.7%	(4) 6.5%	(13) 26.0%	91	ו' (גילאי 12)
(1) 0	(1) 0	(1) 0	(2) 2.6%	(3) 5.1%	(11) 21.5%	64	ז' (גילאי 13)
(1) 0	(1) 1.7%	(1) 0.6%	(2) 2.3%	(4) 6.5%	(9) 16.9%	44	ח' (גילאי 14)
(1) 0	(1) 1.2%	(1) 0.3%	(2) 2.3%	(3) 5.5%	(7) 12.5%	67	ט' (גילאי 15)
(1) 0	(1) 0	(1) 0	(2) 3.3%	(3) 4.8%	(5) 8.5%	37	י' (גילאי 16)
(1) 0	(1) 1.2%	(1) 0.3%	(2) 2.2%	(3) 3.3%	(5) 5.5%	66	מבוגרים

טבלה 4. כתיבת מילות תפל: סיפים לטעויות מכל סוג לקביעת לקות עבור כל קבוצת גיל

סף % (ומספר) טעויות שממנו הביצוע לקוי במובהק*					מס' נבדקים	קבוצת גיל
אלוגרף	שורקות	קוליות	תנועות	באפר		
(2) 6.0%	(2) 9.5%	(2) 6.9%	(3) 12.4%	(5) 21.8%	20	ג' (גילאי 9)
(1) 4.6%	(1) 0	(2) 5.8%	(2) 6.0%	(3) 11.5%	64	ד' (גילאי 10)
(1) 2.5%	(1) 5.1%	(2) 3.7%	(1) 3.5%	(2) 9.5%	30	ה' (גילאי 11)
(1) 2.5%	(1) 5.1%	(2) 3.7%	(2) 8.5%	(2) 8.5%	30	ו' (גילאי 12)
(1) 1.8%	(1) 7.5%	(2) 6.1%	(1) 3.7%	(2) 8.5%	44	ז' (גילאי 13)
(1) 0	(3) ² 12.6%	(1) 2.1%	(2) 6.0%	(3) 10.8%	44	ח' (גילאי 14)
(1) 0	(1) 4.1%	(1) 2.9%	(1) 4.5%	(2) 5.9%	46	ט' (גילאי 15)
(1) 2.0%	(1) 4.7%	(1) 1.5%	(1) 4.6%	(2) 7.7%	36	י' (גילאי 16)
(1) 0	(1) 0	(1) 1.3%	(1) 1.3%	(2) 6.7%	52	מבוגרים

² בכיתה ח' היתה עליה באחוז החלפות השורקות, מכיוון שמסיבה שאינה ידועה לנו תשעה תלמידי כיתות ח' עשו את אותה טעות של החלפה האות צ במילה צקקים לאות ס או ש, חשוב לציין שהילדים היו מ-4 כיתות שונות והמבדק הועבר להם בתאריכים שונים על ידי שתי בוחנות שונות. אלו כל הטעויות של החלפת שורקות שהופיעו בכתיבת מילות תפל אצל תלמידי כיתה ח'.

לשם קביעת דיסגרפיות ספציפיות בחרנו בסיפים מחמירים יותר מהסיפים המופיעים בטבלאות 3 ו-4. העקרונות שבהם השתמשנו לקביעת הסיפים המחמירים היו:

- 1) אם בקבוצת גיל מסוימת הסף היה גבוה יותר מבקבוצת גיל צעירה ממנה, השתמשנו בסף הגבוה יותר גם עבור הקבוצה הצעירה.
- 2) בגלל שעבור חלק מהדיסגרפיות טעות אחת כבר מספיקה כדי לעבור את הסף של קבוצת הביקורת (כלומר כמות של טעות אחת היא כבר כמות גדולה במובהק מבקבוצת הביקורת), החלטנו גם פה להחמיר ובחרנו סף שרירותי של לפחות 2 טעויות מסוג מסוים.
- 3) במקרה של טעויות שלא הופיעו כלל בקבוצת גיל מסוימת התייחסנו לסף המחמיר של לפחות 2 טעויות מסוג מסוים.

בטבלאות 5 ו-6 מוצגים הסיפים המחמירים עבור מילים קיימות ומילות תפל (בהתאמה) לפיהם קבענו אילו דיסגרפיות יש לכל נבדק בפרק זה.

טבלה 5. מספר טעויות מינימלי לקביעת סוגי דיסגרפיה במילים קיימות (כמות טעויות שנחשבת לקויה במובהק)

מספר טעויות שממנו הביצוע לקוי במובהק						קבוצת גיל
אלוגרף	שורקות	קוליות	תנועות	באפר	שטח	
2	3	2	7	7	28	ג' (גילאי 9)
2	2	2	5	7	22	ד' (גילאי 10)
2	2	2	3	4	18	ה' (גילאי 11)
2	2	2	2	4	13	ו' (גילאי 12)
2	2	2	2	4	11	ז' (גילאי 13)
2	2	2	2	4	9	ח' (גילאי 14)
2	2	2	2	4	7	ט' (גילאי 15)
2	2	2	2	3	5	י' (גילאי 16)
2	2	2	2	3	5	מבוגרים (גרסת מבדק ארוכה)

טבלה 6. מספר טעויות מינימלי לקביעת סוגי דיסגרפיה במילות תפל (כמות טעויות שנחשבת לקויה במובהק)

מספר טעויות שממנו הביצוע לקוי במובהק					קבוצת גיל
אלוגרף	שורקות	קוליות	תנועות	באפר	
2	2	2	3	5	ג' (גילאי 9)
2	2	2	2	3	ד' (גילאי 10)
2	2	2	2	3	ה' (גילאי 11)
2	2	2	2	3	ו' (גילאי 12)
2	2	2	2	3	ז' (גילאי 13)
2	3	2	2	3	ח' (גילאי 14)
2	2	2	2	3	ט' (גילאי 15)
2	2	2	2	3	י' (גילאי 16)
2	2	2	2	3	מבוגרים

בטבלה 7 מופיעים סוגי הדיסגרפיות שאיתרנו בקרב 427 הנבדקים עם דיסגרפיה ומספר הנבדקים שזיהינו עם כל אחד מסוגי הדיסגרפיות. לנבדק יכולה להיות יותר מדיסגרפיה אחת ובמקרה כזה הוא יופיע תחת מספר סוגי דיסגרפיות.

טבלה 7. סוגי דיסגרפיות: מספר נבדקים עם כל סוג דיסגרפיה והאחוז שלהם מכלל הדיסגרפים

דיסגרפיה	מספר נבדקים ואחוז מתוך כלל הדיסגרפים
דיסגרפיית שטח	304 (71%)
באפר פלט אורתוגרפי	169 (37%)
דיסגרפיית תנועות	78 (18%)
דיסקרביה	30 (7%)
דיסגרפיית שורקות	9 (2%)
דיסגרפיית אלוגרף	58 (14%)

הממצאים מצביעים על כך שדיסגרפיית שטח היא הדיסגרפיה הנפוצה ביותר בעברית. הדיסגרפיה השנייה בשכיחותה היא דיסגרפיית באפר פלט אורתוגרפי, דיסגרפיה זו תוארה בצורתה ההתפתחותית פעמיים בלבד עד כה (Barisic et al., 2017; Yachini & Friedmann, 2010), עובדה מפתיעה לאור השכיחות שמצאנו פה ולאור דיווחים רבים יחסית על נבדקים עם דיסגרפיית באפר פלט אורתוגרפי (גרפמי) נרכשת. אנחנו משערות שהסיבה לכך היא שבחלק מהמקרים בהם דווח על נבדקים עם דיסגרפיה פונולוגית התפתחותית או דיסגרפיה מעורבת (שטח ופונולוגית) למעשה מדובר היה על דיסגרפיית באפר שלא אובחנה בצורה מדויקת.

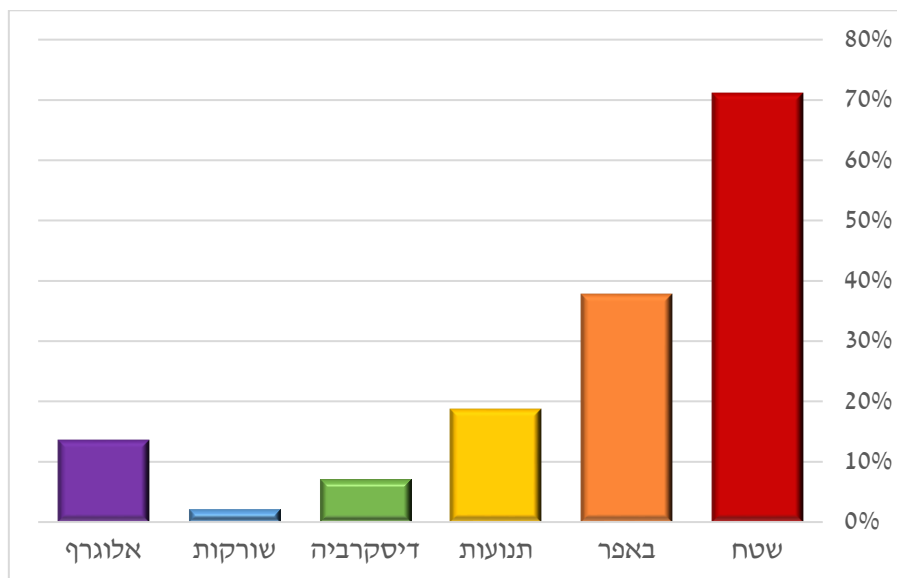
הדיסגרפיה השלישית בשכיחותה בעברית היא דיסגרפיית תנועות, כתוצאה מפגיעה במסלול התת-לקסיקאלי. פגיעות אחרות במסלול התת-לקסיקאלי יכולות להוביל לסוגים אחרים של דיסגרפיות, וראינו במחקר הנוכחי נבדקים עם דיסקרביה, בה יש פגיעה בהמרה של קוליות, ודיסגרפיית שורקות, בה הקושי הוא בהמרה של אותיות שורקות. דיסגרפיית הקוליות נמצאה כשכיחה בהרבה מדיסגרפיית השורקות והופיעה בקרב 30 נבדקים בעוד שדיסגרפיית שורקות הופיעה אצל תשעה נבדקים בלבד.

דיסגרפיה שדווחה בצורה נרכשת אך לא זוהתה בצורתה ההתפתחותית עד היום היא דיסגרפיית שיכול אותיות. אופן קידוד הטעויות שבחרנו הקשה עלינו לזהות אותה מכיוון שקודדנו טעות כשיכול אותיות רק כאשר כל אותיות המילה נכתבו, כלומר אם נבדק התבקש לכתוב את המילה מחשב וכתב $ane\eta$ הטעות הזו קודדה כשיכול אותיות, אך אם הנבדק כתב במקום מחשב $e\eta$, ואז עצר ותיקן את עצמו, הטעות קודדה כטעות של השמטת עיצור. בנוסף, טעויות גם טעויות של הכפלת אות יכולות להיות תוצאה של טעות מיקום (למשל, $o\eta\eta\eta\eta$), כי האות נכתבת פעם אחת במיקום נכון ופעם נוספת במיקום שגוי.

כאשר בוחנים את הנבדקים שאותרו עם דיסגרפיית באפר פלט אורתוגרפי ומסכמים את שלושת סוגי טעויות המיקום הללו, ניתן לראות שישנם שישה נבדקים שכמות טעויות השיכול שהם ביצעו בכתיבה

(בעיצורים ובתנועות) יחד עם טעויות של השמטת עיצורים שתוקנו על ידי הוספת העיצור החסר וטעויות בכתיבת אותיות כפולות, מהווה בין 50%-100% מהטעויות שקודדו כטעויות באפר ולכן ייתכן שאצל אותם שישה נבדקים יש פגיעה בקידוד מיקום האותיות במילה, כלומר דיסגרפיית שיכול אותיות.

הדיסגרפיות שתיארנו עד כה הן דיסגרפיות שמובילות לקשיים באיות, כלומר לכתיבת מילה אחרת או מילת תפל במקום מילת המטרה, אבל דיסגרפיה יכולה להיות גם תוצאה של שלבים פריפריאליים יותר בתהליך הכתיבה ולהשפיע על עיצוב אותיות ובחירה בצורת אות לא נכונה. במחקר זה ניתחנו שני סוגי טעויות כטעויות ברמת אלוגרף: עיצוב לא נכון של אות מבחינת כיווניות האות (ג-ז) או כתיבה של אות רגילה במקום אות סופית ולהיפך, דיסגרפיה זו הופיעה אצל 14% מהנבדקים במחקר. השכיחות של כל אחת מהדיסגרפיות בקרב 427 הנבדקים במחקר מוצגת בתרשים 2.



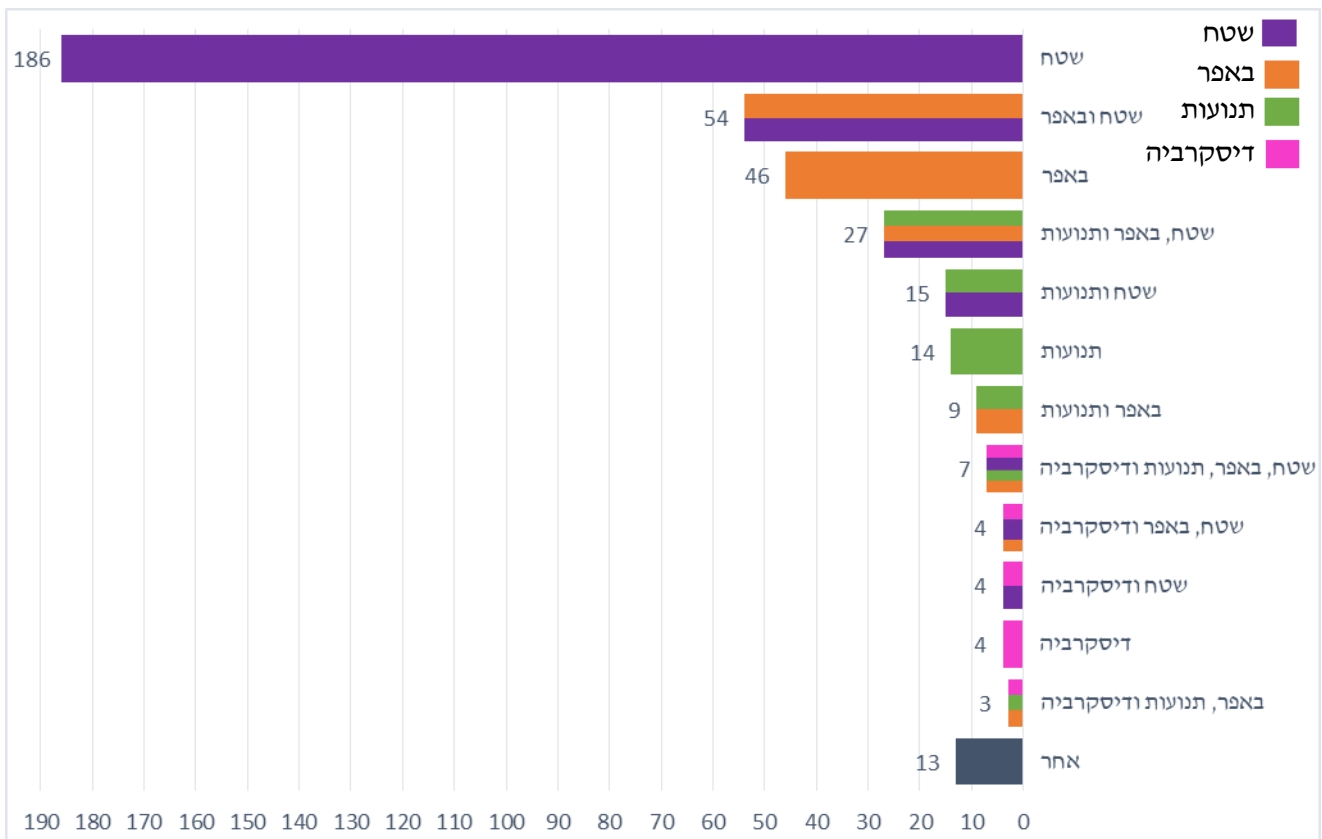
תרשים 2. התפלגות דיסגרפיות התפתחותיות בעברית

מתוך 427 הנבדקים היו 38 נבדקים שאחוז הטעויות הכללי שלהם היה גבוה מהסף לגילם עבור מילים קיימות או מילות תפל, אך לא ניתן לאתר את סוג הדיסגרפיה שלהם כי הביצוע שלהם לא עובר את הסף הלקוי עבור אף אחד מסוגי הדיסגרפיות שאיתרנו. נבדקים אלה לא נכללו בחישובי התפלגות סוגי הדיסגרפיות שלעיל. נזכיר כי אחוז הטעויות הכללי נקבע בהשוואה לקבוצת הביקורת לפי רמת מובהקות של $p < .05$, ואילו סוג הדיסגרפיה נקבע בהשוואה לקבוצת הביקורת לפי רמת מובהקות של $p < .01$. כאשר משווים עבור נבדקים אלה את מספר הטעויות מהסוגים השונים של נבדקים אלה לקבוצת הביקורת לפי רמת מובהקות של $p < .05$, הביצוע של כל הנבדקים לקוי בהשוואה לזה של קבוצת הביקורת לפחות בקטגוריה אחת (טעויות שטח, באפר, תנועות או קוליות/שורקות). השוואה זו מעלה כי ל-28 דיסגרפיית שטח, ל-10 דיסגרפיית באפר, ל-2 דיסגרפיית תנועות, ול-1 דיסגרפיית קוליות/שורקות קלה. כלומר לנבדקים אלו יש כמות טעויות גבוהה מהמצופה לגילם אך מבחן הסינון בכתיבה רק נותן כיוון לגבי סוג הדיסגרפיה שלהם ונדרש מבדק כתיבה נוסף כדי לקבוע אם יש להם דיסגרפיה ומה סוגה.

שילובי דיסגרפיות

לנבדק יכולה להיות דיסגרפיה אחת אך גם ייתכן שאצל אותו נבדק יופיעו שניים או יותר דיסגרפיות. בתרשים 3 אפשר לראות סיכום של שילובי הדיסגרפיות השונים שהופיעו אצל הנבדקים במחקר ואת מספר הנבדקים בכל אחת מהקטגוריות.

ל-59% (250) מהנבדקים הדיסגרפיים יש דיסגרפיה אחת בלבד, ל-20% מהנבדקים היו שתי דיסגרפיות, בקרב 10% מהנבדקים היו שלוש דיסגרפיות במקביל, אצל 5% היו ארבע דיסגרפיות במקביל ואצל 1% מהילדים היו 5 דיסגרפיות שונות במקביל. בקרב 9% (38) מנבדקי המחקר אחוז התשובות הנכונות במבדק כתיבת מילים קיימות או תפל היה נמוך מקבוצת הביקורת, אך אף אחד מסוגי הטעויות שהם ביצעו לא עבר את כמות הטעויות הנדרשת לקביעת סוג מסוים של דיסגרפיה, נבדקים אלו לא נכנסו לדיווח על התפלגות דיסגרפיות אך אנו מרחיבות עליהם בהמשך הפרק.



תרשים 3. מספר נבדקים לפי שילובי דיסגרפיות (בתרשים זה לא נכללה דיסגרפיה ברמת האלוגרף)

קבוצה נוספת של 17 נבדקים היו נבדקים שאחוז הטעויות הכללי שלהם בכתיבת מילים קיימות לא היה נמוך מהסף שנקבע עבור בני גילם, ובכתיבת מילות תפל הביצוע של 11 מהם היה מתחת לסף. כאשר בחנו את סוגי הטעויות שלהם זיהינו שהם כן עוברים סף לקוי עבור סוגי טעויות ספציפיים, בבחינת סוגי הטעויות שלהם היה בולט שאצל כולם היה אחוז קטן יחסית לגיל של טעויות שטח. הדיסגרפיה הנפוצה בקרב נבדקים אלו היתה דיסגרפיית באפר שהופיעה בקרב 13 מתוך 17 הנבדקים, אצל שני נבדקים נוספים היו דיסגרפיות באפר ודיסקרביה, אצל שני נבדקים נוספים היתה רק דיסקרביה. לשניים מהנבדקים היתה בנוסף לדיסגרפיות אחרות גם דיסגרפיית אלוגרף. מכיוון שאחוז הטעויות השכיח ביותר בכל קבוצות הגיל הוא טעויות שטח, כאשר לנבדק אין דיסגרפיית שטח הביצוע הכללי שלו יכול לצאת

תקין, אך חשוב לשים לב לסוגי הטעויות האחרות שהוא מבצע כדי לא לפספס דיסגרפיות אחרות. הדיווח על התפלגות דיסגרפיות כולל גם את הנתונים על נבדקים אלו. בתרשים 3 לא מופיעים שילובים עם דיסגרפיה ברמת האלוגרף כי התמקדנו בשילובים של טעויות באיות. תחת הקטגוריה "אחר" בגרף הוכנסו שילובי דיסגרפיות שהופיעו אצל נבדק אחד או שניים בלבד. הנתונים בתרשימים 2 ו-3 מצביעים על כך ששתי הדיסגרפיות הנפוצות ביותר הן דיסגרפיית שטח ודיסגרפיית באפר, דיסגרפיות אלו יכולות לבוא באופן נפרד אבל השילוב של שתיהן היה שכיח יחסית והופיע אצל 55 מהנבדקים במחקר. הדיסגרפיה השלישית בשכיחותה היא דיסגרפיית תנועות וניתן לראות שגם היא יכולה להגיע באופן נפרד או בשילוב עם דיסגרפיות אחרות.

ליקוי בכתיבת מילות תפל בלבד: דיסגרפיה פונולוגית?

לפי הספרות המחקרית, ליקוי בכתיבה שבא לידי ביטוי בכתיבת מילות תפל בלבד, ללא ליקוי מקביל בכתיבת מילים קיימות, נגרם כתוצאה מתקלה במסלול ההמרה התת-לקסיקאלי ונקרא דיסגרפיה פונולוגית. ישנם דיווחים על נבדקים עם דיסגרפיה פונולוגית נרכשת (Barry, 1994; Baxter & Warrington, 1985; Luzzatti et al., 1998) ודיווחים מעטים על דיסגרפיה פונולוגית התפתחותית (Campbell & Butterworth, 1985; Cholewa et al., 2010). לפי המדווח בספרות, סוגי הטעויות בדיסגרפיה פונולוגית דומים לטעויות שמדווחות במקרה של דיסגרפיית באפר פלט אורתוגרפי. אז כיצד ניתן להבחין בין ליקוי בהמרה הפונמית-גרפמית עצמה לבין ליקוי בסופו של מסלול ההמרה, בבאפר הפלט האורתוגרפי? אם הטעויות קורות במילות תפל בלבד, הליקוי הוא ככל הנראה בהמרה, ואילו אם התקלה קורית במילות תפל ובמילים קיימות, היא צריכה להיות מיוחסת לבאפר הפלט האורתוגרפי (אם כי במקרה של הכתבה, המקור יכול להיות גם בבאפר הקלט הפונולוגי). עם זאת, במקרים מיוחדים, עדיין יתכן שליקוי בהמרה יתבטא גם במילים וגם במילות תפל: כאשר יש לנבדק, בנוסף לליקוי בהמרה, גם ליקוי במסלול הלקסיקאלי (כלומר כאשר לנבדק יש דיסגרפיה פונולוגית התפתחותית יחד עם דיסגרפיית שטח, מצב שיש המכנים אותו "דיסגרפיה מעורבת" – ראו Kohnen et al., 2018 לתיאור טיפול במקרה של דיסגרפיה מעורבת). במקרה זה הטעויות קורות גם בכתיבת מילות תפל וגם בכתיבת מילים קיימות, מכיוון שדיסגרפיית שטח גורמת לכך שלא רק מילות תפל אלא גם חלק גדול מהמילים הקיימות נכתבות באמצעות המסלול התת-לקסיקאלי, וכך – ליקוי בהמרה במסלול התת-לקסיקאלי עשוי להשפיע גם על כתיבה של מילים קיימות. כיצד נבחין בין דיסגרפיה מעורבת שכוללת דיסגרפיה פונולוגית שנובעת מתקלה בהמרה הפונמית-גרפמית ודיסגרפיית שטח במסלול הלקסיקאלי (אצל נבדקים שאיתרנו אצלם באופן בלתי תלוי גם דיסגרפיית שטח, לפי סוגי הטעויות שלהם בכתיבה) לבין דיסגרפיית באפר פלט אורתוגרפי, שסוגי הטעויות בה דומים וגם בה הטעויות קורות במילים קיימות ובמילות תפל? שלושה מאפיינים עשויים להבחין ביניהן:

1. אפקט אורך – אפקט אורך מאפיין פגיעה בבאפר הפלט האורתוגרפי אך לא אמור להשפיע על המרה פונמית-גרפמית.
2. הופעת טעויות כבר בכתיבת הברות בודדות/מילים קצרות – בדיסגרפיה פונולוגית (תקלה בהמרה פונמית-גרפמית) יש פגיעה בהמרה עצמה ולכן הטעויות צפויות להופיע כבר בכתיבת

עיצורים בודדים.³ בדיסגרפיית באפר פלט אורתוגרפי, לעומת זאת, ברמת הברה בודדת או מילה קצרה העומס על הבאפר לא גדול ולא עובר את הקיבולת שלו ולכן לא נצפה לטעויות. 3. סוג הטעויות – במקרה של תקלה בהמרה עצמה מפונמה לגרפמה (דיסגרפיה פונולוגית), נצפה לראות טעויות של החלפת עיצורים (ואולי של השמטת עיצורים שהנבדק מתקשה להמיר), אך אין סיבה להניח כי לקות בהמרה תבוא לידי ביטוי בנדידה או הוספה של עיצורים.

על מנת להבין אם ייתכן שלחלק מהנבדקים במחקר הנוכחי יש דיסגרפיה פונולוגית ולא דיסגרפיית באפר פלט אורתוגרפי בדקנו בשלב הראשון אם ישנם נבדקים שבכתיבתם הופיעו טעויות עיצורים במילות תפל אך לא במילים קיימות. איתרנו 12 נבדקים שעונים על ההגדרה הזו. לשבעה מתוך הנבדקים האלו יש ליקוי בכתיבת מילות תפל בלבד ללא דיסגרפיה במילים קיימות⁴, ולחמישה מתוכם יש דיסגרפיות אחרות שבאות לידי ביטוי במילים קיימות, אך אפס טעויות או טעות אחת בלבד בעיצורים במילים קיימות. פירוט הכתיבה של 12 הנבדקים מופיע בטבלה 8. עבור חמשת הנבדקים שיש להם דיסגרפיות נוספות יש בטבלה פירוט בנוגע לסוגי הדיסגרפיות שאובחנו אצלם.

טבלה 8. הביצוע של 12 נבדקים עם ליקוי בכתיבת עיצורים במילות תפל בלבד

קוליות / שורקות	מילות תפל		מילים קיימות			% ביצוע נכון כללי תפל	% ביצוע נכון כללי קיימות	דיסגרפיות נוספות מלבד הקושי בתפל	קב' גיל	נבדק/ת
	מספר טעויות תנועה	מספר טעויות באפר בעיצורים מתוך 73 עיצורים	מספר טעויות תנועה	מספר טעויות באפר בעיצורים מתוך 204 עיצורים	מספר טעויות שטח					
0	1	5	0	0	1	80%	98%	-	ז'	יולז
1	0	4	0	1	2	75%	94%	-	ז'	לדנז ⁵
0	0	3	0	1	10	85%	78%	-	ז'	סהרז
0	0	3	1	1	2	85%	92%	-	ז'	תופז
1	0	5	2	0	7	80%	82%	-	ז'	עמבז
0	0	3	0	1	8	85%	81%	-	ח'	בנזח
1	0	5	1	1	3	75%	90%	-	ח'	מתזח
1	0	3	0	1	17	80%	66%	שטח	ז'	אנזז
0	0	4	0	0	11	80%	78%	שטח	ז'	ניבז
3	1	3	1	1	17	35%	62%	שטח ודיסקרביה	ז'	שירנז
0	0	3	1	1	15	85%	66%	שטח	ח'	רמזח
1	1	4	1	0	20	70%	60%	שטח	מ'	הדזמ

כדי לבדוק האם ניתן לאבחן דיסגרפיה פונולוגית אצל 12 הנבדקים בדקנו את שלושת המאפיינים: א. אפקט אורך; ב. טעויות עיצורים בכתיבת מילים קצרות; ג. סוגי הטעויות בעיצורים. בנוסף בדקנו אצל

³ אם שיעור הטעויות מאד נמוך גם במילים ארוכות, מה שמעיד על הסתברות פז-אות לטעות בעיצורים נמוכה, ואז ההסתברות לטעויות בעיצורים בודדים נמוכה, ונדרשת כתיבה של רשימה ארוכה של הברות כדי לאתר את הליקוי.

⁴ אצל סהרז אחוז התשובות הנכונות במילים קיימות נמוך מהסף אך בסף $p < 0.01$. לא אותר סוג דיסגרפיה ספציפית. אם היה עושה טעות ממיר אחת נוספת הביצוע שלו כבר היה עובר את הסף של דיסגרפיית שטח.

⁵ לדנז כתבה רשימה נוספת של 24 מילות תפל, היו לה חמש טעויות של החלפת עיצורים, ושלוש טעויות תנועה.

תשעה מ-12 הנבדקים את הביצוע במבדק חזרה על מילות תפל ומילים קיימות כדי לבדוק אם ייתכן הסבר חלופי לקושי בכתיבת מילות תפל, כלומר אם הקושי שלהם בכתיבת מילות תפל בהכתבה נובע מבאפר קלט פונולוגי לקוי. התוצאות מופיעות בטבלה 9.

טבלה 9. בדיקת אפקט אורך, סוג הטעויות בכתיבת עיצורים ויכולות פונולוגיות

מה פוסל דיסגרפיה פונולוגית בממיר ותומך בליקוי באפר אורתוגרפי ו/או פונולוגי	חזרה על מילים קיימות נכון%	חזרה על מילות תפל נכון%	סוגי טעויות	בדיקת אפקט אורך במילות תפל (טעויות %)			קב' גיל	נבדק/ת
				5-6 עיצורים	4 עיצורים	3 עיצורים		
חזרה תפל לקויה, טעויות נדידה	94%	59%	2 החע 2 נע 1 השע	0%	38%	14%	ד'	יולז
אפקט אורך, חזרה תפל וקיימות לקויה, טעויות נדידה	86%	69% (67% מורכבות)	3 החע 1 נע	25%	22%	9%	ד'	לדנו
חזרה תפל לקויה	100%	77% (71% מורכבות)	3 החע	0%	25%	14%	ד'	סהרו
אפקט אורך, חזרה תפל לקויה, ללא טעויות בקצרות, טעויות הוספה	94%	85% (79% מורכבות)	2 החע 1 הוסע	33%	25%	0%	ד'	תופז
אפקט אורך, ללא טעויות בקצרות, טעויות נדידה והוספה	-	-	4 הוסע 1 נע 1 שורק	33%	25%	0%	ד'	עמבו
טעויות נדידה	100%	98% (100% מורכבות)	1 החע 1 השע 1 נע	0%	25%	14%	ח'	בנזח
חזרה תפל לקויה, טעויות נדידה	96%	73% (58% מורכבות)	4 החע 1 נע 1 קול	0%	25%	29%	ח'	מתזח
אפקט אורך, ללא טעויות בקצרות, טעויות הוספה	-	-	2 החע 2 הוסע 1 קול	33%	25%	0%	ד'	אנזז
חזרה תפל (מורכבות פונולוגית) לקויה	92%	90% (83% מורכבות)	4 החע	0%	22%	29%	ד'	ניבז
חזרה תפל לקויה, טעויות הוספה	97%	75% (67% מורכבות)	2 החע 2 הוסע 3 קול	0%	25%	14%	ד'	שירנז
אפקט אורך, חזרה לקויה תפל וקיימות	83%	77% (67% מורכבות)	3 החע	33%	13%	14%	ח'	רמזח
אפקט אורך, ללא טעויות בקצרות, טעויות נדידה והוספה	-	-	1 החע 2 הוסע 1 נע 1 קול	33%	38%	0%	מ'	הדזמ

*תאים צבועים מסמנים את קיומם של המאפיינים הרלוונטיים לליקוי באפר פלט אורתוגרפי או פונולוגי

עשרה מ-12 הנבדקים שעשו טעויות בעיצורים רק במילות תפל הראו דפוסים אופייניים לליקוי בבאפר הפלט האורתוגרפי: כל העשרה עשו טעויות נדידה והוספה של עיצורים, שאינן יכולות לנבוע מליקוי בהמרה אך יכולות להיות מוסברות בליקוי באפר, ושישה מהם הציגו אפקט אורך בכתיבה: לארבעה מהם כלל לא היו טעויות בכתיבת מילים בנות 3 עיצורים, ולשניים האחרים היו טעויות מעטות. כלומר- אצל עשרת הנבדקים האלה, שטעו רק במילות תפל, מקור הליקוי הוא בבאפר הפלט האורתוגרפי ולא בהמרה הפונמית-גרפמית.

שני הנבדקים הנותרים (סהרז וניבז) עשו טעויות בחזרה על מילות תפל מורכבות פונולוגית, ולכן יתכן שמקור הטעויות שלהם בכתיבת עיצורים בהכתבה של מילות תפל הוא תקלה בבאפר הקלט הפונולוגי (מילות התפל אצלם נפגעות יותר מהמילים הקיימות מכיוון שלמילות תפל אין תמיכה של לקסיקון קלט פונולוגי). (יתכן כמובן שיש להם גם דיסגרפיה פונולוגית בהמרה לצד הליקוי הפונולוגי בקלט, אך אין צורך להניח ליקוי כפול אם ליקוי פונולוגי בקלט בלבד יכול להסביר את דפוס הטעויות שלהם. יצוין שלשישה נבדקים נוספים היה ליקוי בחזרה על תפל, כך שגם אצלם יתכן מקור של ליקוי בקלט לטעויות בכתיבת תפל להכתבה).

כלומר – אפילו מתוך 12 הנבדקים שטעו רק בכתיבת מילות תפל אף אחד לא יכול להוות מקרה ברור של דיסגרפיה פונולוגית, והם ככל הנראה לקויי באפר פלט אורתוגרפי או לקויי קלט פונולוגי. העובדה שעשו טעויות בתפל ולא במילים קיימות עשויה להיות מוסברת בתמיכה שלקסיקון הפלט האורתוגרפי יכול להעניק לבאפר הפלט האורתוגרפי בהחזקה של מילים קיימות אך לא בתפל.

קבוצה נוספת של נבדקים עם טעויות בעיצורים שבדקנו אם ניתן לשייך את הדיסגרפיה שלהם לדיסגרפיה פונולוגית היא של נבדקים שעשו טעויות בעיצורים גם במילים וגם בתפל. במקרה זה ניתן להניח דיסגרפיה פונולוגית רק אם לנבדקים יש גם דיסגרפיית שטח. זאת מכיוון שבמקרה של דיסגרפיית שטח גם מילים קיימות נכתבות באמצעות המסלול התת-לקסיקאלי.

לשם כך עברנו על כל 98 הנבדקים שעשו טעויות בעיצורים גם במילים וגם בתפל והיו להם גם טעויות שטח (ליתר ביטחון בדקנו גם כאלו שהיו להם טעויות שטח גם אם אחוז הטעויות לא היה מספיק לצורך קביעת דיסגרפיית שטח) ובדקנו אם יש נבדקים שעומדים בשלושת התנאים הנ"ל (העדר אפקט אורך, טעויות בכתיבת הברות או מילים קצרות, מרבית הטעויות הן החלפות עיצורים). מצאנו נבדקת אחת (נונד) שענתה על שניים מהקריטריונים (טעויות בכתיבת הברות בודדות וללא אפקט אורך). נראה שלנונד יש פגיעה בממיר שמפיעה על כתיבה של עיצורים ותנועות, אך לא ניתן לקבוע בוודאות שמדובר בפגיעה כוללת בכל המסלול התת-לקסיקאלי מכיוון שהטעויות שלה כללו גם נדידות והוספות של עיצורים, שלא יכולות להיות מוסברות על ידי ליקוי בהמרה, וגם החלפות עיצורים שיכולות להיות על רקע של פגיעה בהמרה של תכונות פונולוגיות מסוימות.

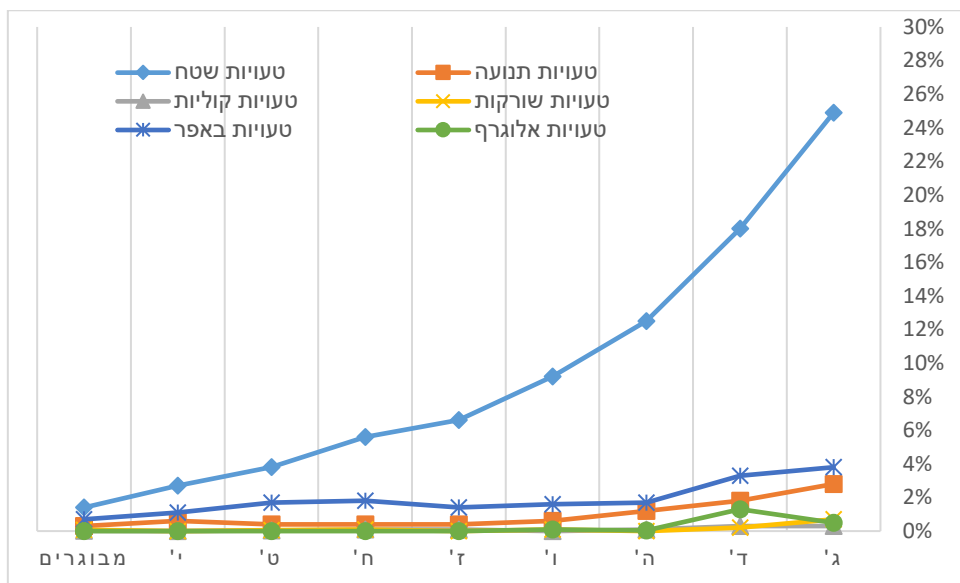
אם כך, נראה שדיסגרפיה פונולוגית בהמרה גרפמית-פונמית היא נדירה, וברוב המקרים ניתן להסביר טעויות של החלפות עיצורים בדיסגרפיות אחרות, בעיקר דיסגרפיית פלט אורתוגרפי.

השפעת הגיל על הכתיבה

מלבד מיפוי דיסגרפיות בחנו גם את סוגי הטעויות בכתיבה שמופיעות אצל נבדקים תקינים ואצל נבדקים עם דיסגרפיה. בחינת סוגי הטעויות תוך התייחסות לגיל הנבדקים נותנת לנו מידע על התפתחות יכולות הכתיבה.

השפעת הגיל על סוגי טעויות שונים בקרב נבדקים עם כתיבה תקינה

מהניתוח המוצג בתרשים 4 עולים ממצאים מעניינים ביחס להתפתחות הכתיבה אצל נבדקים תקינים. אפשר לראות בצורה בולטת שטעויות שטח מצטמצמות באופן משמעותי עם הגיל, אך עדיין קיימות גם בסוף בית-ספר יסודי וחיבת ביניים. לעומת זאת טעויות אחרות נדירות כבר בגילאים צעירים מאוד ונעלמות כמעט לחלוטין החל מכיתה ה'.



תרשים 4. סוגי הטעויות השונים בגילים השונים בקרב קבוצת הביקורת עם הכתיבה התקינה

השפעת הגיל על סוגי טעויות שונים בקרב נבדקים עם דיסגרפיה

כאשר בוחנים את סוגי הדיסגרפיות הקיימות אצל הנבדקים רואים שכל הדיסגרפיות מופיעות בגילאים השונים, אך נראה שיש מעט שינויים. נראה כאילו דיסגרפיית שטח מופיעה פחות בגיל הצעיר, אך להערכתנו זוהי תוצאה של העובדה שנבדקים עם כתיבה תקינה בגילים הצעירים עדיין עושים טעויות שטח רבות ולכן קשה לזהות דיסגרפיית שטח בגילים אלה, מכיוון שיש צורך בכמות גבוהה מאוד של טעויות שטח על מנת להיות מאובחנים בגילים האלו עם דיסגרפיית שטח (כפי שניתן לראות בתרשים 4). נוסף לכך, נבדקים עם דיסגרפיות אחרות שאינן שטח, עם הזמן נמנעים מכתיבה, דבר שיכול להתבטא בלקסיקון אורתוגרפי לא-מלא ולכן בכתיבה תת-לקסיקאלית, כלומר לגרום לדיסגרפיית שטח משנית.

אפשר לראות כי דיסגרפיית באפר מופיעה באחוזים דומים לאורך כל קבוצות הגיל. שלוש הדיסגרפיות שמקורן בפגיעה במסלול התת-לקסיקאלי (תנועות, דיסקרביה ושורקות) מופיעות בכל הגילים אך ישנה ירידה מסוימת בכמות הנבדקים שמזוהים עם דיסגרפיות אלו. הסיבה לכך היא ככל הנראה שעם הגיל,

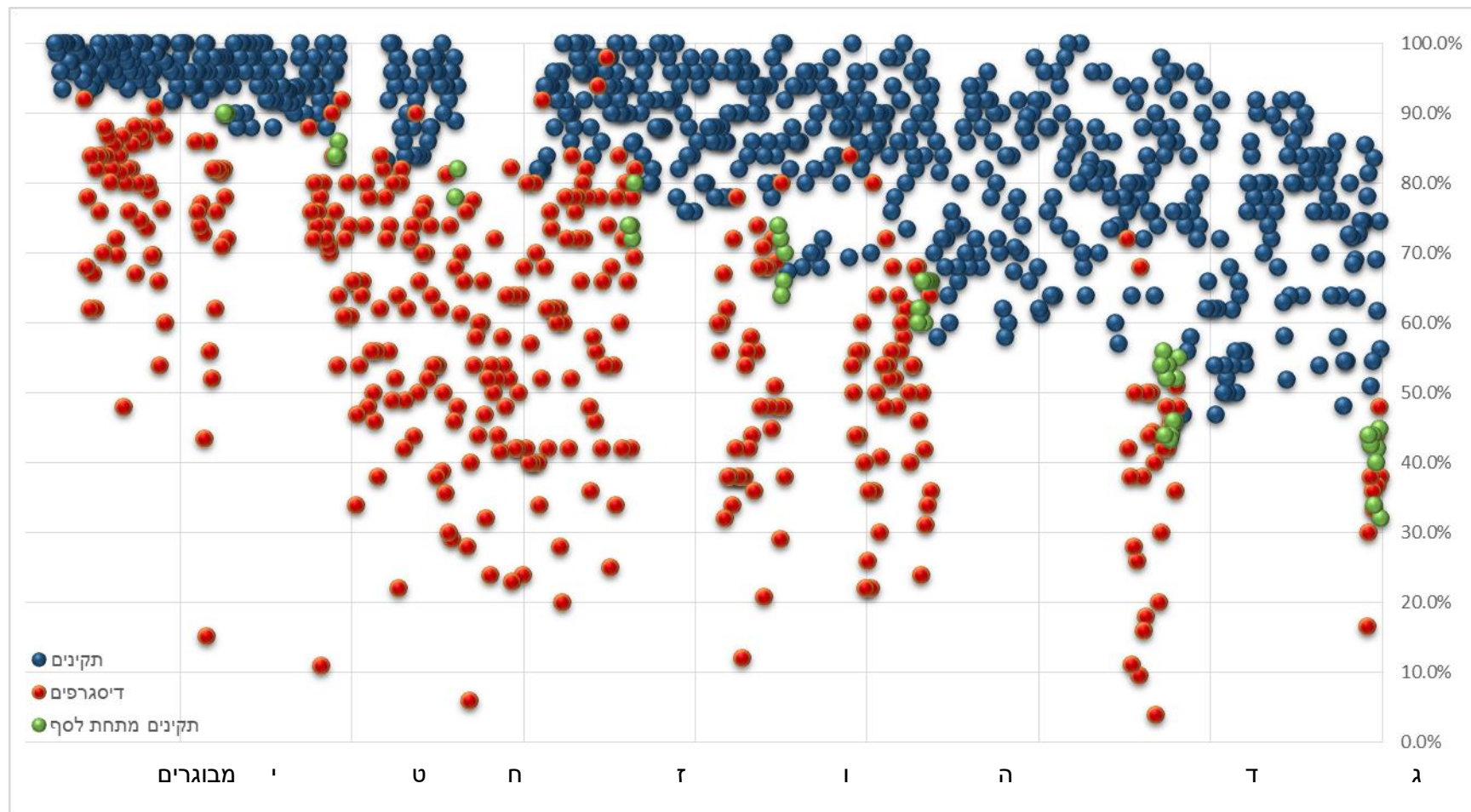
חלק מהנבדקים מצליחים לכתוב אחוז גבוה יותר של מילים באמצעות המסלול הלקסיקאלי ואז הפגיעה במסלול התת-לקסיקאלי מפריעה להם פחות בכתיבת מילים קיימות ואחוז הטעויות מסוגים אלו במילים קיימות יורד. סיבה נוספת שיכולה להסביר את הירידה בסוגי טעויות אלו עם הגיל יכולה להיות קשורה לכך שחוקי ההמרה של תנועות או של תכונות של עיצורים מתבססות עם הגיל. זה מתאים גם לדפוס הביצוע של הנבדקים התקינים שתיארנו בטבלאות 3-4, בו ראינו שסף לביצוע שנחשב לקוי יורד עם הגיל מכיוון שאחוז הטעויות אצל הנבדקים התקינים יורד, אם כי חשוב לציין שכבר בכיתה ג' מדובר על אחוז טעויות נמוך יחסית, בעיקר בכתיבת מילים קיימות. בדיסגרפיית אלוגרף הירידה עם הגיל היא המשמעותית ביותר, היא שכיחה יחסית בכיתות ג-ו' והחל מכיתה ז' מופיעה בשכיחות נמוכה יותר. טבלה 10 מסכמת את הנתונים הללו.

טבלה 10. שכיחות הדיסגרפיות בחלוקה לפי גילאים (אחוז נבדקים עם סוג הדיסגרפיה מתוך כלל הנבדקים עם דיסגרפיה בכל קבוצת גיל)

מ	י-יב	ט	ח	ז	ו	ה	ד	ג	
90%	84%	71%	79%	73%	82%	53%	64%	12%	שטח
40%	53%	43%	27%	39%	49%	42%	29%	24%	באפר
17%	5%	5%	20%	25%	31%	42%	55%	88%	תנועות
4%	0%	5%	4%	5%	7%	14%	14%	12%	דיסקריביה
2%	0%	0%	1%	2%	0%	4%	7%	0%	שורות
2%	0%	5%	13%	6%	27%	19%	24%	35%	אלוגרף

אחוז כתיבה נכונה בגילים השונים אצל משתתפים עם דיסגרפיה או עם כתיבה תקינה

מעבר לסוגי טעויות בחנו גם את אחוז המילים הקיימות שנכתבו נכון אצל כל משתתפי המחקר, הדיסגרפים ואלה עם הכתיבה התקינה, בדיקה שגם מאפשרת לראות את התפתחות יכולות הכתיבה החל מכיתה ג' ועד מבוגרים (תרשים 5). בתרשים ניתן לראות שאצל הנבדקים התקינים (הנקודות הכחולות), בכיתות ג-ו יש פיזור גדול, והביצועים עולים עם העלייה בגיל (מצד ימין-כיתות ג' ועד לצד שמאל-מבוגרים), ומסביבות כיתה י' מגיעים למישור ולביצוע שמעל 92%. לעומת זאת, בקרב קבוצת הדיסגרפים (נקודות אדומות) יש פיזור גדול לאורך כל הגילים והביצוע של רבים מהם נמוך גם בגילים המבוגרים. תופעה חשובה נוספת היא הנבדקים הדיסגרפים שאחוז הטעויות הכללי שלהם הוא בטווח הנורמלי – הנקודות האדומות שבין הנקודות הכחולות. הסתכלות רק על מספר המילים שנכתבו באופן תקין עלולה לגרום לקביעה שהנבדקים האלו הם תקינים ולהחמיץ את הדיסגרפיה שלהם. לכן נבדקים כאלו מדגימים את החשיבות הרבה של הסתכלות על סוגי טעויות: רק בהסתכלות כזו ניתן לזהות את הדיסגרפיה שלהם.



תרשים 5. אחוז התשובות הנכונות בכתיבת מילים קיימות של כל נבדקי המחקר

דיון

ההתייחסות לדיסגרפיות במחקרים מצומצמת יחסית, בוודאי בהשוואה למחקרים על דיסלקסיות, ולכן לא מפתיע שקשה למצוא מחקרים שבודקים את השכיחות של התופעה ואת ההתפלגות של סוגי דיסגרפיות שונים בקרב נבדקים עם לקויות למידה.

שכיחות תופעת הדיסגרפיה

עד כה לא היה מידע עדכני על שכיחות של תופעת הדיסגרפיה, לכן בדקנו את השכיחות של הדיסגרפיה בקרב ילדים שלומדים במסגרות חינוך רגילות בזרם החינוך הממלכתי באזור גוש דן. בדקנו כיתות שלמות ועל פני כל שכבות הגיל שנבדקו בכיתות הרגילות מצאנו כ-10.3% ילדים עם לקויות בכתיבה.

בנוסף, בדקנו את שכיחותה של דיסגרפיה בקרב ילדים עם ליקוי למידה. ראינו כי לא לכל הילדים שמוגדרים ליקוי למידה יש דיסגרפיה, ומצאנו קשיים בכתיבה - באיות או בעיצוב אותיות - בקרב 84% מהילדים עם לקויות למידה. נתונים אלו תואמים מחקר יחיד שנעשה על ילדים דוברי אנגלית ומצא כי מתוך כלל אוכלוסיית הילדים שנבדקה קשיי כתיבה הופיעו אצל 6.9%-14.7% מהילדים, וכי ל-87% מלקויי הלמידה היו קשיים בכתיבה (Katusic, 2009).

התפלגות דיסגרפיות

בנוסף לשכיחות הכללית של דיסגרפיה באוכלוסייה העמקנו בבחינת שכיחותם של סוגי הדיסגרפיות השונים. לצורך כך בדקנו את התפלגות הדיסגרפיות ההתפתחותיות בקרב 427 נבדקים מכיתה ג' ועד נבדקים מבוגרים. הדיסגרפיה שנמצאה כנפוצה ביותר בעברית היא דיסגרפיית שטח, ולאחריה דיסגרפיית באפר פלט אורתוגרפי או שילוב של שתיהן. זיהינו גם שלוש דיסגרפיות שהן תוצאה של פגיעות סלקטיביות במסלול התת-לקסיקאלי לכתיבה, הנפוצה ביניהן היא דיסגרפיית תנועות, ליקוי בהמרה של תנועות, ואחריה דיסגרפיות שהן תוצאה של ליקויים שמשפיעים על המרה של תכונות מסוימות של אותיות כמו קוליות ושורקות.

כן מצאנו שלוש דיסגרפיות נפרדות שמקור הליקוי שלהן במסלול התת-לקסיקאלי, הנפוצה שבהן היא דיסגרפיית תנועות, שמקורה ליקוי בהמרה של תנועות, ושתי דיסגרפיות נוספות הן דיסקרביה ודיסגרפיית שורקות שהן תוצאה של ליקויים שמשפיעים על המרה של תכונות מסוימות של אותיות.

ממצא נוסף התייחס למידת הסלקטיביות של הדיסגרפיות השונות. מצאנו שמרבית הנבדקים (250 נבדקים, 59% מהנבדקים) הראו סוג אחד בלבד של דיסגרפיה. אצל 87 מהנבדקים (20%) היו שני סוגים של דיסגרפיות במקביל ואצל שאר הנבדקים היו שלוש דיסגרפיות ויותר.

ל-186 (44%) מהנבדקים היתה דיסגרפיית שטח בלבד, כל יתר הנבדקים היו עם דיסגרפיות שטרם דווחו בצורתן ההתפתחותית (על דיסקרביה התפתחותית לא היו עד כה דיווחים כלל, ועל דיסגרפיית באפר התפתחותית היו עד כה שני דיווחים בלבד) או שטרם דווחו כלל (תנועות ושורקות).

דיסגרפיה שלא הצלחנו לאתר באופן וודאי במחקר היא דיסגרפיה פונולוגית. למרות שדיסגרפיה פונולוגית התפתחותית מדווחת בספרות, מתוך 427 הנבדקים הדיסגרפים, לא נמצא אפילו אחד עם דפוס

קלאסי של דיסגרפיה פונולוגית. כאשר מסתכלים על הנתונים של המאמרים השונים שדיווחו על דיסגרפיה פונולוגית עולה החשד שלפחות בחלק מהמחקרים נבדקים שהוגדרו כבעלי דיסגרפיה פונולוגית התפתחותית או דיסגרפיה מעורבת פונולוגית+שטח הם בעצם עם ליקוי ספציפי בתכונות פונולוגיות (קוליות, שורקות או תנועות) במסלול התת-לקסיקאלי (עם או ללא דיסגרפיית שטח בנוסף) או שהם לקויים בבאפר פלט האורתוגרפי. ייתכן שהסיבה לכך שעד כה היו מעט מאוד דיווחים על דיסגרפיית באפר פלט אורתוגרפי התפתחותית על אף שבמחקר שלנו אפשר לראות ששכיחותה גבוהה בהשוואה למרבית הדיסגרפיות ההתפתחותיות האחרות, היא שייחסו אותה לדיסגרפיה פונולוגית: כאשר כתיבתו של נבדק אופיינה בהחלפות של עיצורים, הליקוי אופייני כדיסגרפיה פונולוגית (או דיסגרפיית מעורבת – פונולוגית ושטח במקרה שהיו גם טעויות בעיצורים במילים קיימות) למרות שהליקוי עשוי היה להיות ליקוי באפר פלט אורתוגרפי או ליקוי סלקטיבי בתכונות בהמרה.

כאשר בחנו את התפלגות הדיסגרפיות בחלוקה לפי גיל ראינו כי שינויים מעטים בלבד מתרחשים עם העלייה בגיל. טעויות שטח מופיעות בכל הגילים אבל מכיוון שאלו טעויות שמאפיינות את רכישת הכתיבה וקיימות גם אצל נבדקי הביקורת בגילים הצעירים יש פחות ילדים שמאובחנים עם דיסגרפיית שטח בכיתות הנמוכות. דיסגרפיית באפר מופיעה באחוזים דומים לאורך כל קבוצות הגיל, ולצד זה ניתן לראות שיש ירידה בשלוש הדיסגרפיות שמקורן בפגיעה במסלול התת-לקסיקאלי (תנועות, דיסקרביה ושורקות), ירידה זו יכולה להיות מוסברת בכך שעם העלייה בגיל יותר נבדקים מצליחים לעבור לכתיבה באמצעות המסלול הלקסיקאלי ולכן נשענים פחות על המסלול התת-לקסיקאלי בו ישנה תקלה. בנוסף, ייתכן שעם העלייה בגיל יש נבדקים שמצליחים לרכוש חוקי המרה של תנועות או תכונות של עיצורים. דיסגרפיה נוספת שתפוצתה יורדת עם הגיל היא דיסגרפיית אלוגרף, שמופיעה בעיקר אצל ילדים בבית ספר יסודי.

לזיהוי השכיחות השונה של כל אחת מהדיסגרפיות שאיתרנו יש חשיבות כאשר בונים תכניות טיפוליות עבור ילדים או מבוגרים עם דיסגרפיה. הדיסגרפיה השכיחה ביותר היא דיסגרפיית שטח וניתן היה לזהות אותה בקרב 71% מהנבדקים שלנו (לבד או בשילוב עם דיסגרפיות אחרות), לכן חומרי לימוד שמטרתם להתמודד עם טעויות שטח יכולים להיות יעילים לקבוצות גדולות יחסית של תלמידים.

אך לא פחות חשובה היא העובדה שצוותים חינוכיים, בין אם מדובר באנשי אבחון או טיפול, צריכים לדעת שישנם סוגים שונים לחלוטין של דיסגרפיה, ולא כל דיסגרפיה באה לידי ביטוי רק בקושי בעיצוב אותיות ובהחלפות של אותיות הומופוניות, ישנן טעויות נוספות שגם אותן צריך לאתר. ראינו גם שהסתכלות רק על כמות טעויות כללית בכתיבה עלולה להוביל לחוסר איתור של דיסגרפיות ספציפיות, בעיקר כאשר לאותו נבדק אין דיסגרפיית שטח, וכפי שראינו במחקר זה לכ-40% מהנבדקים יש דיסגרפיית באפר פלט אורתוגרפי, לכ-20% מהנבדקים יש דיסגרפיית תנועות, ולכ-9% יש דיסקרביה או דיסגרפיית שורקות. אבחון שיתייחס רק לכמות טעויות יפספס לא מעט נבדקים שלא יזכו לאבחון מדויק. גם לגבי טיפול, טיפול שיתמקד בדיסגרפיית שטח בלבד עלול להשאיר הרבה ילדים ללא מענה טיפולי מתאים. מכאן, שבאבחון של דיסגרפיה חשוב להעריך, מעבר לכמות הטעויות הכללית, גם את כמות הטעויות ללא טעויות שטח, ולהסתכל על כמות טעויות מהסוגים השונים ביחס לנתוני הביקורת.

לסיכום, במחקר זה בדקנו את השכיחות של כל אחד מסוגי הדיסגרפיות מתוך סה"כ הנבדקים עם דיסגרפיה. למיטב ידיעתנו אין מחקרים שבוחנים את ההתפלגות של סוגי דיסגרפיות התפתחותיות בעברית, אין מחקרים שבוחנים התפלגות של דיסגרפיות בקרב קבוצה גדולה של נבדקים ולאורך כל שנות בית הספר ומבוגרים, ואף מחקר לא בדק את התפוצה של דיסגרפיות מלבד דיסגרפיית שטח ודיסגרפיה פונולוגית. כלומר, זהו המחקר הראשון שבדק את שכיחותן של דיסגרפיית באפר פלט אורתוגרפי, דיסגרפיית תנועות, קוליות, ושורקות.

מקורות

- יכני, מ. (2021). דיסגרפיות התפתחותיות: ליקויים באותיות כפולות, תנועות ועיצורים-השפעת ייצוגים אורתוגרפיים ופונולוגיים והקשר לקריאה ודיבור. [עבודת דוקטורט שטרם פורסמה]. אוניברסיטת תל אביב.
- יכני, מ. ופרידמן, נ. (2008). מה עדיף - חטיפים או שוקולד? על מורפולוגיה בדיסגרפית באפר גרפמי. *שפה ומוח*, 7, 149-160.
- נחמן-כץ, א. ופרידמן, נ. (2009). כתיבת מילים בנגלקסיה התפתחותית. *שפה ומוח*, 9, 119-141.
- פרידמן, נ., גביעון, א., ויכני, מ. (2007). תלתן: בטרייה לאבחון דיסגרפיות. אוניברסיטת תל אביב.
- שטרנברג, ת. ופרידמן, נ. (2009). האם קיימים באפרים גרפמיים נפרדים לקריאה ולכתיבה? *שפה ומוח*, 9, 105-117.
- Angelelli, P., Notarnicola, A., Judica, A., Zoccolotti, P., & Luzzatti, C. (2010). Spelling impairments in Italian dyslexic children: Phenomenological changes in primary school. *Cortex*, 46(10), 1299-1311.
- Annoni, J. M., Lemay, M. A., Pimenta, M. A., & Lecours, A. R. (1998). The contribution of attentional mechanisms to an irregularity effect at the graphemic buffer level. *Brain and Language*, 63, 64-78.
- Badecker, W., Hillis, A., & Caramazza, A. (1990). Lexical morphology and its role in the writing process: Evidence from a case of acquired dysgraphia. *Cognition*, 35, 205-243.
- Badecker, W., Rapp, B., & Caramazza, A. (1996). Lexical morphology and the two orthographic routes. *Cognitive Neuropsychology*, 13(2), 161-175.
- Barisic, K., Kohnen, S., & Nickels, L. (2017). Developmental graphemic buffer dysgraphia in English: A single case study. *Cognitive Neuropsychology*, 34(3-4), 94-118.
- Barry, C. (1994). Spelling routes (or roots or rutes). In G. D. A. Brown & N. C. Ellis (Eds.), *Handbook of spelling: Theory, process and intervention* (pp. 27-49). Wiley.
- Baxter, D. M. & Warrington, E. K. (1985). Category specific phonological dysgraphia. *Neuropsychologia*, 23(5), 653-666.
- Beeson, P. M., & Rapsak, S. Z. (2002). Clinical diagnosis and treatment of spelling disorders. In A. E. Hillis (Ed.), *The handbook of adult language disorders*. Psychology Press.
- 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)*, 57(1), 289-300.
- Bonin, P., Laroche, B., & Perret, C. (2016). Locus of word frequency effects in spelling to dictation: Still at the orthographic level!. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 42(11), 1814.
- Brunsdon, R., Coltheart, M., & Nickels, L. (2005). Treatment of irregular word spelling in developmental surface dysgraphia. *Cognitive Neuropsychology*, 22, 213-251.
- Buchwald, A., & Rapp, B. (2004). Rethinking the graphemic buffer? *Brain and Language*, 91, 100-101.
- Campbell, R., & Butterworth, B. (1985). Phonological dyslexia and dysgraphia in a highly literate subject: A developmental case with associated deficits of phonemic processing and awareness. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 37(3), 435-475.
- Caramazza, A., & Hillis, A. E. (1990). Spatial representation of words in the brain implied by

- studies of a unilateral neglect patient. *Nature*, 346, 267-269.
- Caramazza, A., & Miceli, G. (1990). The structure of the graphemic representation. *Cognition*, 37, 243-297.
- Caramazza, A., Miceli, G., Villa, G., & Romani, C. (1987). The role of the graphemic buffer in spelling: Evidence from a case of acquired dysgraphia. *Cognition*, 26, 59-85.
- Cholewa, J., Mantey, S., Heber, S., & Hollweg, W. (2010). Developmental surface and phonological dysgraphia in German 3rd graders. *Reading and Writing*, 23(1), 97-127.
- Cipolotti, L., Bird, C. M., Glasspool, D. W., & Shallice, T. (2004). The impact of deep dysgraphia on graphemic buffer disorder. *Neurocase*, 10, 405-419.
- Cotelli, M., Abutalebi, J., Zorzi, M., & Cappa, S. (2003). Vowels in the buffer: A case study of acquired dysgraphia with selective vowel substitutions. *Cognitive Neuropsychology*, 20, 99-114. doi.org/10.1080/02643290244000158
- Cubelli, R. (1991). A selective deficit for writing vowels in acquired dysgraphia. *Nature*, 353, 258-260.
- Crawford, J. R., Garthwaite, P. H., & Porter, S. (2010). Point and interval estimates of effect sizes for the case-controls design in neuropsychology: Rationale, methods, implementations, and proposed reporting standards. *Cognitive Neuropsychology*, 27, 245-260.
- Ellis, A. W. (1993). *Reading, writing and dyslexia: A cognitive analysis* (2nd ed.). Psychology Press.
- Ellis, A. W., & Young, A. W. (1996). *Human cognitive neuropsychology*. Erlbaum.
- Friedmann, N. (2004, September). Dyslexia and dysgraphia in Hebrew. Presented at the 5th Sciences of Aphasia meeting, Potsdam, Germany.
- Friedmann, N., & Coltheart, M. (2018). Types of developmental dyslexia. In A. Bar-On, & D. Ravid (Eds.), *Handbook of communication disorders: Theoretical, empirical, and applied linguistic perspectives* (pp. 721-751). De Gruyter Mouton.
- Goodman, R. A., & Caramazza, A. (1986). Aspects of the spelling process: Evidence from a case of acquired dysgraphia. *Language and Cognitive Processes*, 1(4), 263-296.
- Gvion, A., & Friedmann, N. (2010a). Dyscravia: Voicing substitution dysgraphia. *Neuropsychologia*, 48(7), 1935-1947.
- Gvion, A., & Friedmann, N. (2010b). Letter position dysgraphia. *Cortex*, 46 (9), 1100-1113. doi:10.1016/j.cortex.2009.09.008
- Gvion, A., & Friedmann, N. (2012). Phonological short-term memory in conduction aphasia. *Aphasiology*, 26(3-4), 579-614.
- Gvion, A., Friedmann, N., Zaksenber, I. R., & Mor, R. (2010). Subtypes of developmental surface dysgraphia. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 6, 145-147.
- Hanley, J. R., & Sotiropoulos, A. (2018). Developmental surface dysgraphia without surface dyslexia. *Cognitive Neuropsychology*, 35(5-6), 333-341.
- Hillis, A. E., & Caramazza, A. (1995). Spatially specific deficits in processing graphemic representations in reading and writing. *Brain and Language*, 48, 263-308.
- Hillis, A. E., Rapp, B. C., & Caramazza, A. (1999). When a rose is a rose in speech but a tulip in writing. *Cortex*, 35, 337-356.
- Hyanghee, K., & Na., D. L. (2000). Dissociation of pure Korean words and Chinese-derivative words in phonological dysgraphia. *Brain and Language*, 74, 134-137.
- Jónsdóttir, M. K., Shallice, T., & Wise, R. (1996). Phonological mediation and the graphemic buffer disorder in spelling: Cross-language differences? *Cognition*, 59, 169-197.
- Kan, I. P., Biran, I., Thompson-Schill, S. L., & Chatterjee, A. (2006). Letter Selection and Letter Assembly in Acquired Dysgraphia. *Cognitive and Behavioral Neurology*, 19, 225-236.
- Katusic, S. K., Colligan, R. C., Weaver, A. L., & Barbaresi, W. J. (2009). The forgotten learning disability: epidemiology of written-language disorder in a population-based birth cohort (1976-1982), Rochester, Minnesota. *Pediatrics*, 123(5), 1306-1313.
- Khentov-Kraus, L., & Friedmann, N. (2018). Vowel letter dyslexia. *Cognitive Neuropsychology*, 35(5-6), 223-270. doi:10.1080/02643294.2018.1457517
- Kohnen, S., Nickels, L., Brunsdon, R., & Coltheart, M. (2008). Patterns of generalisation after

- treating sub-lexical spelling deficits in a child with mixed dysgraphia. *Journal of Research in Reading*, 31(1), 157-177.
- Kohnen, S., Nickels, L., & Coltheart, M. (2010). Training 'rule-of-<E>': further investigation of a previously successful intervention for a spelling rule in developmental mixed dysgraphia. *Journal of Research in Reading*, 33(4), 392-413.
- Linzen, T. (2009). Corpus of blog postings collected from the Israblog website. Tel Aviv University. <http://tallinzen.net/frequency>
- Luzzatti, C., Laiacona, M., Allamano, N., De Tanti, A., & Inzaghi, M. G. (1998). Writing disorders in Italian aphasic patients. A multiple single-case study of dysgraphia in a language with shallow orthography. *Brain*, 121(9), 1721-1734.
- McCloskey, M., Badecker, W., Goodman-Schulman, R. A., & Aliminosa, D. (1994). The structure of graphemic representations in spelling: Evidence from a case of acquired dysgraphia. *Cognitive Neuropsychology*, 11, 341-392.
- McCloskey, M., & Rapp, B. (2017). Developmental dysgraphia: An overview and framework for research. *Cognitive Neuropsychology*, 34(3-4), 65-82.
- Posteraro, L., Zinelli, P., & Mazzucchi, A. (1988). Selective impairment of the graphemic buffer in acquired dysgraphia: A case study. *Brain and Language*, 35, 274-286.
- Raman, I., & Weekes, B. S. (2005). Deep dysgraphia in Turkish. *Behavioural Neurology*, 16(2-3), 59-69.
- Rapcsak, S. Z., & Beeson, P. M. (2002). Neuroanatomical correlates of spelling and writing. In A. E. Hillis (Ed.), *The handbook of adult language disorders*. Psychology press.
- Rapp, B. (2019). Writing research in the 21st century. In C. Perret & T. Olive (Eds.), *Spelling and writing words* (pp. 209-224). Brill.
- Rapp, B. C., & Kong, D. (2002). Revealing the component functions of the graphemic buffer. *Brain and Language*, 83, 112-114.
- Romani, C., Ward, J., & Olson, A. (1999). Developmental surface dysgraphia: What is the underlying cognitive impairment?. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 52(1), 97-128.
- Schiller, O. S., Greenhall, J. A., Shelton, J. R., & Caramazza, A. (2001). Serial order effects in spelling errors: Evidence from two dysgraphic patients. *Neurocase*, 7, 1-14.
- Tainturier, M. J., & Caramazza, A. (1996). The status of double letters in graphemic representations. *Journal of Memory and Language*, 35, 53-73.
- Tainturier, M. J., & Rapp, B. C. (2001). The spelling process. In B. C. Rapp (Ed.), *The handbook of cognitive neuropsychology- what deficits reveal about the human mind*. Psychology Press.
- Tainturier, M. J., & Rapp, B. C. (2004). Complex graphemes as functional spelling units: Evidence from acquired dysgraphia. *Neurocase*, 10, 122-131.
- Temple, C. M. (1986). Developmental dysgraphias. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 38(1), 77-110.
- Weekes, B., & Coltheart, M. (1996). Surface dyslexia and surface dysgraphia: Treatment studies and their theoretical implications. *Cognitive Neuropsychology*, 13, 277-315.
- Weekes, B., Davies, R., Parris, B., & Robinson, G. (2003). Age of acquisition effects on spelling in surface dysgraphia. *Aphasiology*, 17(6-7), 563-584.
- Yachini, M., & Friedmann, N. (2010). Developmental graphemic buffer dysgraphia. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 6, 148-149.
- Yachini, M., & Friedmann, N. (2017, February). *Developmental dysgraphia*. Presented at the annual conference for learning disabilities, Bar-Ilan University, Ramat Gan, Israel.
- Yachini, M., & Friedmann, N. (2020, February). *Types of developmental dysgraphia in Hebrew*. Presented at the annual conference of the Israeli Neuropsychological Society, Tel Aviv-Jaffa, Israel.
- Yachini, M., & Friedmann, N. (2021). Vowel dysgraphia. *EasyChair preprint*, 6516.
- Yachini, M., & Friedmann, N. (September, 2022). *Dysgraphias in the sublexical route*. Presented at the Science of Aphasia 2022, Bordeaux, France.

התמונות שמופיעות בתוך תרשים 1 :

Image by Gordon Johnson from Pixabay; Image by Yvette W from Pixabay