

דיאלוגים בין פסיכולוגיה קוגניטיבית, מדעי המוח, נוירופסיכולוגיה, נוירוכירורגיה, חינוך ובלשנות: מבט מדיסלקסיות



מאת פרופ' נעמה פרידמן

התאורטי-קוגניטיבי של התהליך התקין. מתוך המודל הקוגניטיבי לתהליך התקין ניתן לנבא סוגי דיסלקסיות חדשות ולתאר במדויק סוגי דיסלקסיות שהתגלו. הבלשנות התאורטית מספקת ארגז כלים שמאפשר לתאר באופן מפורט את ההבדלים בין שפות ובין מערכות כתב ולנבא הבדלים בביטוייה של אותה דיסלקסיה בשפות שונות. ההיכרות המעמיקה עם סוגי הדיסלקסיה ועם מאפייניהם מאפשרת לפתח מבדקים שיהיו רגישים לאבחון ולאיתור של כל אחד מן הסוגים, ותובנות שעליהן ניתן להתבסס בהוראת הקריאה, בהוראה מתקנת ובטיפול בקריאה, ושעליהן ניתן להסתמך כאשר מנסים לשמר תפקודי שפה, למשל בנוירוכירורגיה – בנייתוחי מוח להסרת גידולים מאזורי שפה. במאמר זה אדגים את רבי-השיח הפורה הזה בין תחומי דעת באמצעות דוגמאות מדיסלקסיית מיקום אותיות.

דיסלקסיה היא ליקוי בקריאה. כיום ידועים 23 סוגים שונים של דיסלקסיה, שכל אחד מהם נגרם מליקוי ברכיב אחר של תהליך הקריאה. לכל אחת מהדיסלקסיות יש מאפיינים משלה הנובעים מהרכיב הלקוי – סוגי טעויות שונים וסוגי מילים שונים שבהם נוטים לטעות, למשל: ליקוי ברכיב שאחראי לזיהוי אותיות יביא לטעויות של החלפה והשמטה של אותיות; ליקוי ברכיב שאחראי להמרה של אות לצליל בקריאת מילים חדשות יגרום לקושי מיוחד בקריאת מילים חדשות; ליקוי בשיוך אותיות למילה יגרום לנדידה של אותיות בין מילים וכן הלאה.

חקר הדיסלקסיות מתקדם באמצעות דיאלוג, או למעשה רב-שיח, בין דיסציפלינות רבות ומגוונות. מתוך התיאור המפורט של מאפייני הליקוי בסוגי הדיסלקסיה השונים ניתן ללמוד על המנגנון

המודל הקוגניטיבי מנבא ומאפשר גילוי של ליקוי נירופסיכולוגי

דיסלקסיית מיקום אותיות

המודל הקוגניטיבי הרב-שלבי לקריאת מילה פותח על סמך ממצאים מקוראים תקינים ולקויים.^{1,2,3,4,5} השלב הראשון במודל זה הוא ניתוח ויזואלי של המילה הכתובה. בשלב זה פועלים שלושה תהליכים: זיהוי הזהות המופשטת של האות, קידוד מיקום האות במילה ושיוך האות למילה שבה היא הופיעה.

הנירופסיכולוגיה הציגה אישושים לקיומם של שניים מהתהליכים האלה ולכך שהם פועלים באופן עצמאי, בתארה שתי דיסלקסיות שפוגעות בהם באופן סלקטיבי: דיסלקסיית זהות אות, אשר פוגעת ביכולת לזהות את הזהות המופשטת של האותיות, ודיסלקסיה המכונה "דיסלקסיה קשבית", שנובעת מפגיעה ביכולת לשייך אותיות למילים וגורמת לנדידת אותיות בין מילים תוך כדי שימור זהות האותיות ומיקומן היחסי במילה.^{6,7} לפי המסורת הנירופסיכולוגית, אם תפקוד מסוים יכול להיפגע בנפרד, ללא פגיעה בתפקודים אחרים, הדבר משמש עדות לקיומו כהליך נפרד. כלומר, שתי הדיסלקסיות האלה ביססו את קיומן של פונקציות זיהוי האות ושיוך אות למילה כפונקציות עצמאיות.

אף שהמודל מנבא בבירור שאמורה להיות גם דיסלקסיה שפוגעת באופן סלקטיבי בתהליך השלישי, של קידוד מיקום האותיות במילה, לא דווחה דיסלקסיה כזאת עד שיצאנו לתור אחריה. בהסתמך על הניבוי התאורטי, אביה גביעון ואני החלטנו לאתר אותה. העיקרון המתודולוגי היה פשוט: מאחר שבדיסלקסיות רבות יש נטייה להפיק טעות שהיא מילה קיימת, הצגנו למשתתפים בעלי ליקויי קריאה לאחר פגיעת מוח מילים נדידות, כלומר מילים שטעות במיקום האותיות בהן, נדידת אותיות, יוצרת מילה קיימת אחרת. הצגנו למשל

את המילים "מרגש" (שנדידת אותיות בתוכה עשויה לגרום לקריאת המילה "מגרש"), "מדענים" (מעדנים) ו"מנחה" (מחנה). ואכן, באמצעות המילים הנדידות איתרנו שני מטופלים לאחר פגיעה מוחית בעלי ליקוי סלקטיבי בקידוד מיקום אותיות, שהתבטא בשיכולי אותיות בקריאה בקול ובקריאה דמומה.⁸ הם זיהו את האותיות נכונה, שייכו אותן נכונה למילים, אך לא קודדו נכון את מיקומן במילה. באמצעות רשימת המילים האלה אותרו בהמשך עוד מאות בני נוער ומבוגרים בעלי דיסלקסיית מיקום אותיות, גם בעקבות פגיעת מוח (אירוע מוחי, גידול ועוד) באזורים פריאטוראוקסיפיטליים, וגם בצורתה ההתפתחותית, מלידה.

דיסלקסיה זו מאופיינת בטעויות של נדידת אותיות בתוך המילה. לרוב, האותיות המרכזיות במילה הן שנודדות, והאות הראשונה והאחרונה נוטות לשמור על מקומן. טעויות נדידה אלו קורות גם בעיצורים וגם באותיות תנועה, גם באותיות שורש וגם במוספיות, ומתרחשות לרוב באותיות הסמוכות זו לזו. הטעויות קורות גם בקריאה בקול וגם בקריאה לשם הבנה (קריאה דמומה), ואינן קורות בדיבור או בחזרה על אותן מילים שנקראו באופן שגוי. הסבירות לטעות נדידה במילה תלויה גם בתדירות היחסית של המילה ושל תוצר הנדידה, ונדידות רבות יותר קורות כאשר מילת המטרה נדירה מאחותה הנוצרת מנדידת אותיות אמצעיות. כך למשל הסיכוי שאדם בעל דיסלקסיית מיקום אותיות ישכל אותיות במילה "טפלוֹן" ויקרא אותה "טלפוֹן" גבוה מזה שהמילה "טלפוֹן" תהפוך ל"טפלוֹן".

דיסלקסיה זו זוהתה תחילה בעברית, ולאחר מכן, כאשר יצרנו רשימות מילים נדידות בשפות נוספות (ראו דוגמות באיור 1), איתרנו את הדיסלקסיה הזאת גם בערבית (במחקרים עם מנאר חדאד-חנא⁹), באנגלית (עם Anne Castles, Saskia Kohnen) ◀

רוסית		טורקית		צרפתית		איטלקית		אנגלית		ערבית	עברית
уточнить	уточнить	dalma	damla	patrie	partie	BORDO	BRODO	dairy	diary	يعملون	תריס תריס
ирка	икра	eskiz	eksiz	voilent	violent	CAPRA	CARPA	trial	trail	يكتبون	שופטת שוטפת
забурить	зарубить	biraz	bariz	signe	singe	COPRO	CORPO	loin	lion	يمشون	בוחרים בורחים
крал	карл	Arka	akra	piler	plier	LADRO	LARDO	board	broad	يضع	שומר שמור
соврать	сорвать	bakara	baraka	frime	firme	OLIVE	OVILE	flies	files	يحملون	בלשנית בשלנית
дебри	дерби	bakır	bıkar	cirer	crier	PERSO	PRESO	stake	skate		
корт	крот	anılma	alinma	trier	tirer	TARMA	TRAMA	could	cloud		
вдове	вдвое	Etki	ekti			TORTA	TROTA				
трос	Торс	fark	frak			RIAPRO	RIPARO				
						RILEVA	RIVELA				

איור 1. מילים נדידיות בשפות שונות

בדיסקסיית מיקום אותיות יותר ממילים כמו "ליצן" ו"שולחן", שבהן נדידת אותיות אמצעיות אינה יוצרת מילה קיימת.

מכאן נגזר הבדל ניכר בין שפות באשר לסיכוי לזהות דיסקסיית מיקום אותיות בקריאת רשימת מילים אקראיות, ולפיכך גם ביכולת לזהות דיסקסיה זו בשפות שונות. בעברית ובערבית ישנן מילים נדידיות רבות. דבר זה נגזר מהתכונות המורפולוגיות של השפות השמיות וממאפייני מערכת הכתב שלהן. ישנן מילים הנבדלות זו מזו בשיטתיות בסדר האותיות במילה: מילים בעלות מבנה מורפולוגי זהה שנבדלות בסדר אותיות השורש שלהן (מפרשים-מפשרים-משפרים, יחבשו-יחשבו-יבחו-ישבחו), ומילים בעלות שורש זהה שנבדלות במיקום האותיות האמצעיות שלהן (שומר-שמור, קיבל-קביל). נוסף על זה, בגלל חוסר הייצוג של תנועות באמצע מילה (בערבית – חוסר הייצוג של תנועות קצרות), שיכול אותיות יכול ליצור מילה קיימת אחרת גם אם היא בעלת תנועות שונות. למשל, המילה "לקנות" היא מילה נדידית אף שהשיכול יוצר מילה שהתנועות בה אחרות לגמרי (לנקות). באנגלית זו לא הייתה

ו־Lyndsey Nickels), באיטלקית (עם Daniela Traficante ו־Claudio Luzzatti), בצרפתית (עם Stanislas Dehaene), בטורקית (עם Selçuk Güven), ואפילו בשפת הסימנים הישראלית (עם דורון לוי ונטע חלוץ). בלי המודל לא היינו מחפשים את הדיסקסיה הזאת, אף שכיום אנחנו יודעים שהיא השלישית בתפוצתה מתוך 23 סוגי הדיסקסיה.

מבלשנות לנוירופסיכולוגיה

כיצד מתבטאת אותה דיסקסיה בשפות שונות – בין עברית לערבית, בין לבין אנגלית, צרפתית, טורקית ואיטלקית

המאפיין המרכזי של דיסקסיית מיקום האותיות בכל השפות שבהן היא זוהתה הוא נדידה של אותיות בתוך מילה. הטעויות נפוצות הרבה יותר כאשר המילה (או מילת התפל, כלומר מילה שאינה קיימת) היא נדידית, כלומר כאשר טעויות הנדידה יוצרות מילה קיימת אחרת. לכן מילים נדידיות כגון "משענת", "בוחר" ו"טפלון" (שיכולות להיקרא כ"מעשנת", "בחור" ו"טלפון" אם תתרחש בהן נדידת אותיות אמצעיות) הן קשות לקריאה

Aoccdrnig to a rscheearch at Cmabrigde Uinervtisy, it deosn't mttair in waht oredr the ltteers in a wrod are, the olny iprmoetnt tihng is taht the frist and lsat ltteer be at the rghit plcae. The rset can be a toatl mses and you can sitll raed it wouthit porbelm. Tihs is bcuseae the huamn mnid deos not raed ervey lteter by istlef, but the wrod as a wlohe.

חושב להיבחן בנושי שיקים בין ערבית ללאגנית. ברעבית, בנושה מנגאלית, מקימון הסיחי של התאויות דורש ועבל חבישות, מושם שנישן מיילם לא מטעות בבערית שבדלנות רק בדרסן. הדבל זה נרגם מנכותות מכרעת התכב הרבעית, והבנמה הפורמולוגי.

איור 2. טקסטים משוכללים בעברית ובאנגלית

Rawlinson משנת 1976), הטוען ששיבוש הסדר של אותיות אמצעיות במילה אינו משפיע על קריאת טקסט ועל הבנתו, ושקוראים מיומנים אפילו אינם שמים לב לשיכולים במילים. לטענת הטקסט, תמיד ניתן לקרוא את המילה בקלות, גם כשאותיותיה משוכלות. לפי הנימוקים שהצגתי למעלה, טענה זו עשויה להיות תקפה באנגלית, שם מרבית המילים אינן נדידיות. המצב בעברית שונה לחלוטין. נסו לקרוא את הטקסט המשוכל שהכנתי בעברית כתגובה לטקסט האנגלי (איור 2).

האם הצלחתם לקרואו בקלות? אם חשתם שהטקסט בעברית קשה בהרבה מהטקסט האנגלי, הסיבה היא שהטקסט בעברית מורכב ממילים נדידיות, שהופכות את הקריאה למבלבלת ולאיטית, ואת הבנת הטקסט לקשה במיוחד (עכשיו, בלי לחזור לטקסט בעברית – אתם יכולים לשחזר מה היה תוכנו? מה הייתה הטענה המרכזית בו?).

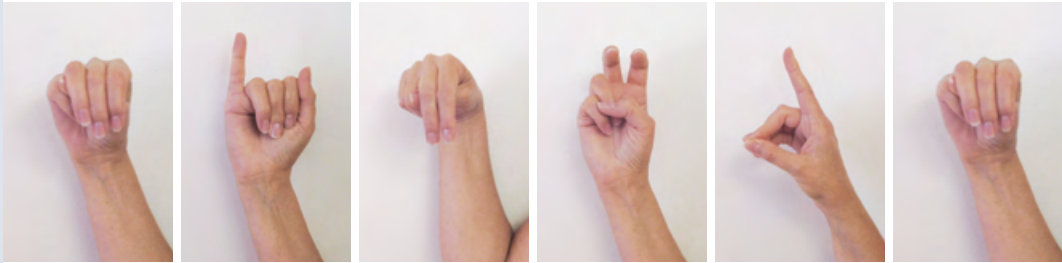
מההבדלים בין השפות, שמהם נגזר הבדל בשיעור המילים הנדידיות, נובע הבדל ביכולת לזהות את דיסלקסיית מיקום האותיות בקריאה של מילים אקראיות. בשפות שאין בהן מילים נדידיות רבות, ◀

מילה נדידית, מכיוון ששינוי התנועות מקבל את ביטוי באותיות שונות (lenakot–liknot). בדומה לזה, בעברית יש גם עיצורים שונים שמיוצגים על ידי אותה אות, וגם זה מוסיף למספר המילים הנדידיות (משכיל–מכשיל, maskil–maxshil). מאפיינים אלה גורמים לקיומן של מילים נדידיות רבות בעברית ובערבית. בשל כך גם בקריאת טקסט אקראי טעויות נדידת האותיות יכולות ליצור מילים קיימות, ולכן דיסלקסיית מיקום אותיות יכולה להתבטא גם בטקסט או ברשימת מילים אקראית.

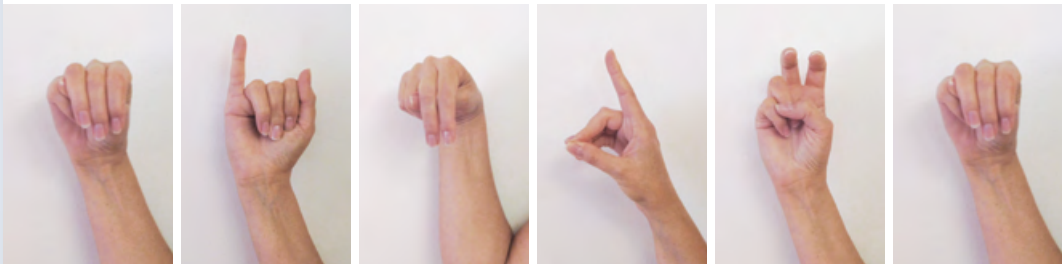
המצב שונה לגמרי בשפות רומאניות וגרמאניות כמו איטלקית, צרפתית ואנגלית. בשפות אלה אין מאפיינים מורפולוגיים של שורש ומוספית, והתנועות מיוצגות במלואן. משום כך אין מילים נדידיות רבות, ולכן אם לא תוצג רשימה של מילים נדידיות, הדיסלקסיה ככל הנראה לא תאוחר.

ההבדלים הללו, למשל בין עברית לאנגלית, מומחשים בטקסט קצר, משוכלל-אותיות. לרבים מכם בוודאי כבר יצא לראות את הטקסט המופיע בראש איור 2, שהופץ ברשת בראשית האלף הזה (ייתכן שהטקסט נסמך על עבודת דוקטור של

מדענים



מעדנים



איור 3. איות המילים "מדענים" ו"מעדנים" בשפת הסימנים הישראלית

אך מבחני קריאה סטנדרטיים שלא כללו מילים נדידיות לא הצליחו לזהות קושי כלשהו בקריאתם וסיווגו אותם כקוראים תקינים. מכיוון שססקיה קוהנן הכירה את מאפייני הדיסלקסיה הזאת, היא הציגה לילדים אלה מילים נדידיות, והדיסלקסיה שלהם התגלתה, וטופלה בהתאם.

ומה באשר לשפת הסימנים?

ואיך קוראים בשפת הסימנים?

שפות סימנים משתמשות באופנות החזותית, בסימני ידיים ובתנועות גוף ופנים במקום זו השמיעתית-קולית המשמשת שפות דבורות. שפות סימנים הן שפות טבעיות לכל דבר ויש להן תחביר משלהן, לקסיקון ואפילו פונולוגיה. בדיוק כמו שפות מדוברות, יש שפות שונות לקהילות לשוניות שונות, ואין חפיפה עם השפות המדוברות בסביבה (שפת הסימנים

בעלי דיסלקסיית מיקום אותיות אומנם מתקשים לקרוא, אך מגיעים בסופו של דבר, במאמץ, למילה הנכונה (אולי בדומה לתהליך שעברתם אתם בקריאת הטקסט האנגלי באיור 2). מכאן, שכדי לאבחן את הדיסלקסיה הזאת הכרחי להכיר את מאפייניה, ולאורם להציג בכל שפה את המילים המתאימות לאיתורה: מילים נדידיות שבהן שיכול של האותיות האמצעיות יוצר מילה קיימת אחרת, תדירה מהמילה המוצגת.

ללא הידע הזה על מאפייני השפה והדיסלקסיה קל להחמיץ את הדיסלקסיה הזאת בשפות מסוימות. לדוגמה, ססקיה קוהנן ועמיתותיה¹⁰ מתארות ילדים אוסטרלים קוראי אנגלית שהגיעו לאבחון קריאה מכיוון שהם חוו קשיים בקריאה, והוריהם ומוריהם היו מודאגים בנוגע לרכישת הקריאה שלהם,

מוחזקות יחדיו במעין באפר, זיכרון עבודה אורתוגרפי, ובו מתרחשת התקלה בקידוד המיקום.

מליקוי נירופסיכולוגי למודל הקוגניטיבי

דיסלקסיית מיקום אותיות במילים ובמספרים

לאחר שזיהינו ליקוי סלקטיבי במנגנון של קידוד מיקום האותיות במילה ואיששנו את קיומו כההליך נפרד, עלולות שאלות תאורטיות קוגניטיביות באשר למנגנון הזה. אחת השאלות היא אם מנגנון זה הוא ייחודי לאותיות, או שמא הוא מטפל בגירויים ויזואליים נוספים. הנירופסיכולוגיה, ובמקרה זה חקר דיסלקסיית מיקום האותיות, יכולה לסייע במענה לשאלה תאורטית-קוגניטיבית זו. כדי לבחון אותה בדקנו אם אנשים שעושים שיכולי אותיות בקריאת מילים גם משכלים ספרות בקריאת מספרים. לשם כך הצגנו להם רשימות מקבילות של מילים ושל מספרים (המילים והמספרים היו בני אותו מספר אותיות/ספרות) וביקשנו מהם לקרוא בקול רם, לבצע מטלות של הכרעת זהה-שונה ומטלות נוספות. התוצאה הייתה חד-משמעית – הרוב המכריע של המשתתפים בעלי דיסלקסיית מיקום אותיות, שעשו טעויות שיכול רבות בקריאת מילים, לא שיכלו כלל ספרות בקריאת מספרים.^{11, 12} מכאן עולה כי מנגנון קידוד האותיות במילה הוא ספציפי לאותיות ואינו מטפל בגירויים דומים מאוד – מספרים. במחקר נפרד תיארונו דרור דותן ואני¹³ נבדקים בעלי סוגים שונים של דיסנומריה, ליקוי סלקטיבי בקריאת מספרים, כולל נבדקים שעשו שיכולים בקריאת מספרים אך לא בקריאת מילים (דיסנומריית מיקום ספרות ללא דיסלקסיית מיקום אותיות).

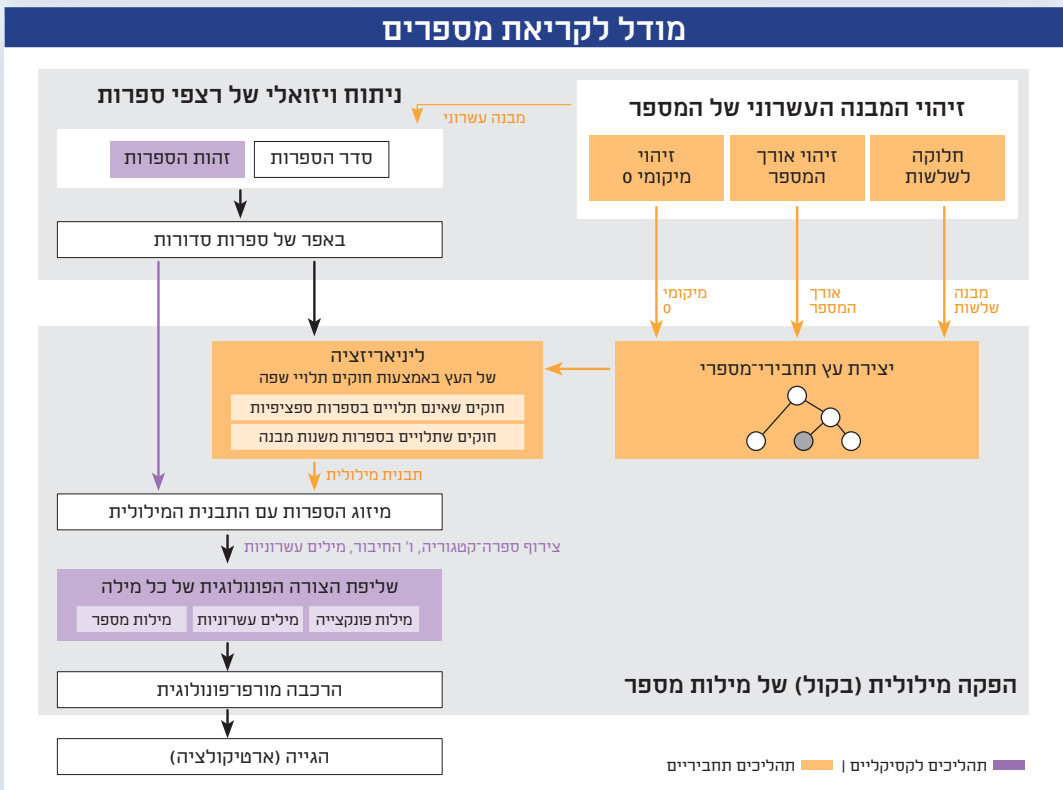
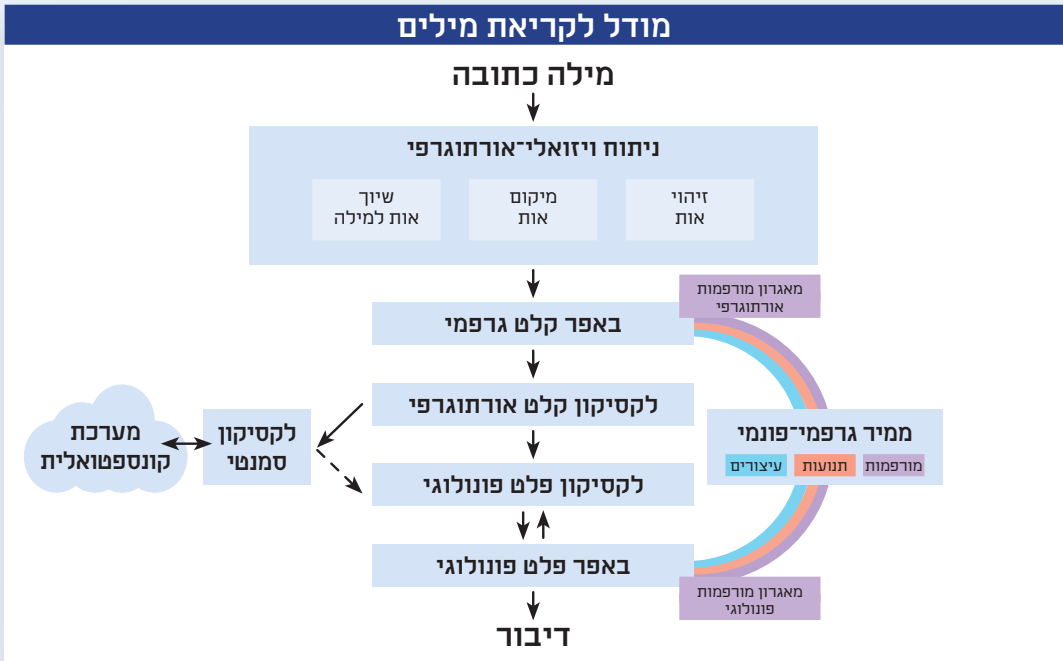
ממגוון הדיסנומריות שמצאנו גזרנו מודל קריאת מספרים המתאר את תהליך קריאת המספרים, שהוא תהליך נפרד מתהליך קריאת המילים (שני המודלים מוצגים באיור 4).

הבריטית שונה מאוד משפות הסימנים האמריקאית והאוסטרלית; בארץ יהודים וערבים משתמשים בשפת הסימנים הישראלית). לשפות אלה אין מערכת כתב, אך יש שימוש במערכת הכתובה של השפה המדוברת באזור. כאשר אנשים מסמנים רוצים לסמן שם של אדם שעדיין אין לו סימן בשפת הסימנים, או שם של חברה או כל מונח אחר שאין לו סימן, המסמן מאיית באצבעותיו את האותיות של השם מתוך השפה המדוברת בסביבתו – שפת הסימנים הישראלית משתמשת באותיות עבריות. למשל, כאשר מסמן בשפת הסימנים הישראלית רצה לסמן "זום" בטרם התקבל בקהילה סימן מוסכם למונח זה, הוא סימן באצבעותיו "ז", "ר", "ם".

אז איך נראית דיסלקסיית מיקום אותיות בשפת הסימנים?

במחקר שערכתי עם שני תלמידי דוקטורט שלי – דורון לוי, שהוא חירש מסמן מלידה, ונטע חלוץ, השתתפו דוברי שפת הסימנים הישראלית שמשכלים אותיות בקריאת מילים כתובות בעברית. למשל, כאשר הם ראו את המילה הכתובה "תירס", אחת מהן סימנה את הסימן של תירס. בדקנו כיצד הם קוראים איות אצבעות, במגוון מטלות, למשל: ביקשנו מהם לקרוא איות אצבעות ולסמן את המילה, לקרוא איות אצבעות ולהצביע על תמונה מתאימה מתוך שתי תמונות של מילים נדידיות (תמונה של תירס ותמונה של תירס), או לקרוא איות אצבעות ולאיית בעצמם. הממצא היה חד-משמעי: הנבדקים עשו טעויות שיכול גם כשקראו איות אצבעות. מאפייני הטעויות היו זהים למאפייניהם בקריאת מילים כתובות: הטעויות קרו בעיקר במילים נדידיות, בעיקר באמצע המילה, ובעיקר באותיות סמוכות.

מכיוון שאיות אצבעות מציג את האותיות בזו אחר זו, ולא את כולן יחד כמו במילה הכתובה, הממצא נושא בחובו מידע תאורטי יקר ערך: הוא מעיד שהאותיות



איור 4. המודל לקריאת מילים (למעלה) והמודל לקריאת מספרים (למטה)

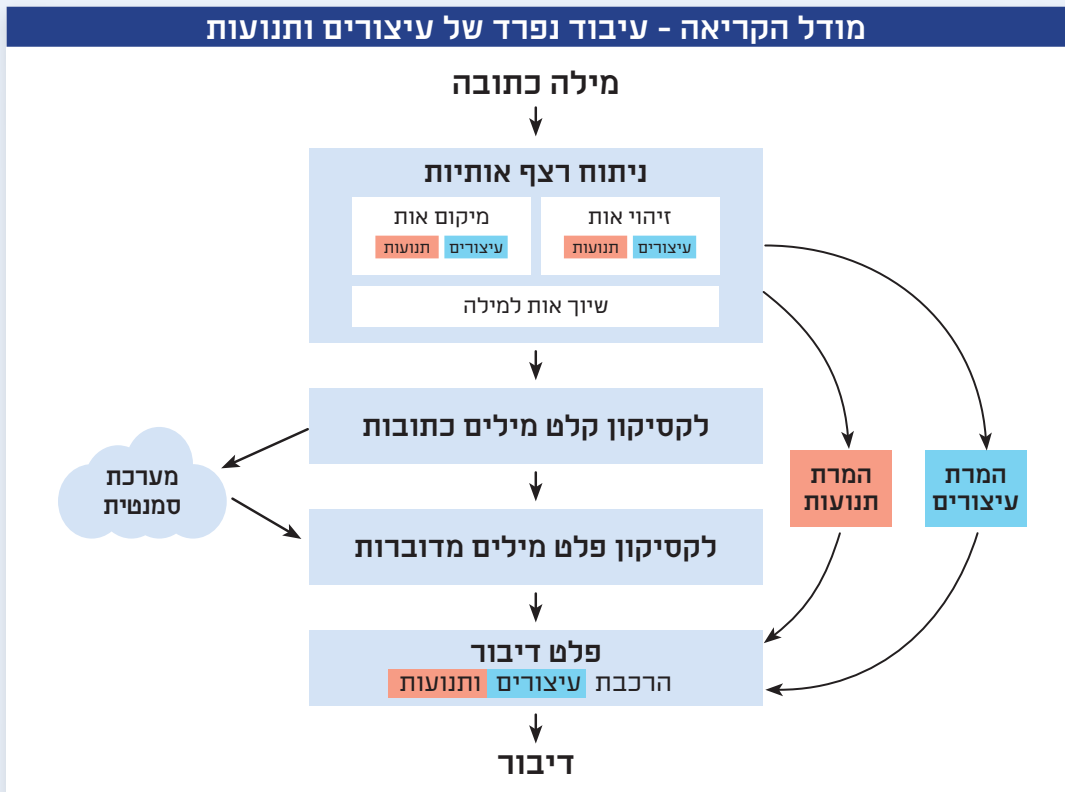
בנפרד, עיצורים מומרים בנפרד, ולאחר מכן מורכבים יחדיו.

אם אותיות עיצור ותנועה מומרות בנפרד אלה מאלה – מתי מתחילה ההפרדה הזאת? מאיזה שלב המערכת כבר יודעת להבחין בין עיצורים לתנועות? חקר מאפייניה של דיסלקסיית מיקום אותיות מעלה שהשלב הוא מוקדם להפתיע – כבר בשלב הניתוח הוויזואלי הראשוני של רצף האותיות. כאשר השוונו דפוסים של נדירות של עיצורים ותנועות בדיסלקסיית מיקום אותיות מצאנו שעיצורים משתכלים זה עם זה (ברחת-בחרת) בשיעור גבוה מזה שבו עיצורים משתכלים עם תנועות (חשוב-חושב), ממצא שמעיד שכבר בשלב שבו קורים השיכולים – בקידוד מיקום האותיות בנתח הוויזואלי-אורתוגרפי – אותיות מזוהות כאותיות עיצור ותנועה בנפרד. מלבד זאת מצאנו גם שעיצורים בדרך כלל משתכללים או כאשר הם צמודים (נשפר-נפשר) או כאשר הם צמודים וביניהם תנועה (גדילה-גלידה), אבל כמעט שאינם משתכללים כלל מעבר לעיצור אחר (נפרשים-נשרפים). גם ממצא זה מעיד שבשלב שבו מקודד מיקום האותיות, המערכת כבר מבחינה בין עיצורים לתנועות. ממצא זה עשוי להעיד כי עיצורים סמוכים בשלד העיצורי נודדים, ולכן במילה הם יכולים להופיע כאותיות צמודות או מופרדות באות תנועה, אך הם אינם נודדים מעבר לעיצור נוסף בשלד העיצורי. ייתכן שהשלד העיצורי נבנה – האותיות העיצוריות מזוהות ומיקומן היחסי בשלד העיצורי מקודד, ואז מזוהות התנועות, ומיקומן מקודד ביחס למיקום העיצורים. כלומר, האפיון המדויק של טעויות נדידה בדיסלקסיית מיקום אותיות שופך אור חדש וחשוב על התאוריה הקוגניטיבית-בלשנית באשר לאופן עיבודם של עיצורים ותנועות (איור 5).

מליקוי נירופסיכולוגי למודל הקוגניטיבי

דיסלקסיית מיקום אותיות ועיבודם של תנועות ועיצורים

דיסלקסיית מיקום אותיות שופכת אור על סוגיה קוגניטיבית נוספת: תהליך הקריאה של אותיות תנועה (אה"י) ושל אותיות עיצור. במהלך חקר דיסלקסיית מיקום האותיות התחלנו לזהות אנשים שעושים שיכולי אותיות בקריאה, אבל השיכולים שהם עושים תמיד מערבים אות תנועה, והם אינם עושים שיכולים של שני עיצורים. כלומר, הם עושים טעויות כמו בחור-בוחר, צמות-צומת, שינה-שניה, אבל לא טעויות כמו מרגש-מגרש, שופטת-שוטפת. במחקר נרחב של אנשים כאלה מצאנו, תלמידתי לילך חנטוב-קראוס ואני, דיסלקסיה חדשה, שקראנו לה דיסלקסיית קבא"ק (קושי באימות קריאה), הפוגעת באופן סלקטיבי באותיות תנועה, ללא פגיעה באותיות עיצור.¹⁴ אנשים וילדים בעלי דיסלקסיית קבא"ק משמיטים, מוסיפים, משכלים ומחליפים אותיות תנועה.¹⁵ לכן מילת תפל כמו "דיפל" יכולה להיקרא כ"דפל", "דפיל", "דפול" או "דיפלה". הטעויות הללו מתרחשות בקריאה בקול אך לא בדיבור, כלומר הליקוי משפיע על אותיות תנועה ולא על צלילי תנועות. ממחקרנו על דיסלקסיית קבא"ק נובעת מליקוי ספציפי בעיבוד אותיות תנועה במסלול התת-לקסיקאלי, כלומר בתהליך ההמרה של אותיות לצלילים. הזיהוי של מיקום הליקוי במסלול התת-לקסיקאלי מחייב שינוי דרמטי בתפיסה של תהליך ההמרה מאות לצליל. תהליך זה, שמאז שנות השבעים מקובל לחשוב שהוא מתרחש באופן סדרתי וממיר לצלילים אות אחר אות מראשית המילה ועד סופה, מתברר כתהליך מרובד המפעיל תת-תהליכים שצריכים לפעול בתיאום: אותיות תנועה מומרות



איור 5. קידוד נפרד של עיצורים ותנועות בתהליך הקריאה

מכן ב-1686 ב־*Meditationes de cognitione veritate et ideis* הוא טווה וטבע את עקרון זהות הבלתי נבדלים, שלפיו לא ייתכנו שני דברים בטבע אשר נבדלים רק במספרם. אין, אומר לייבניץ, שתי ביצים, שני עלים או שני זרעים שהם זהים לגמרי זה לזה. יוצא שאם יש שני דברים שהם זהים בכל תכונותיהם, הם אחד.

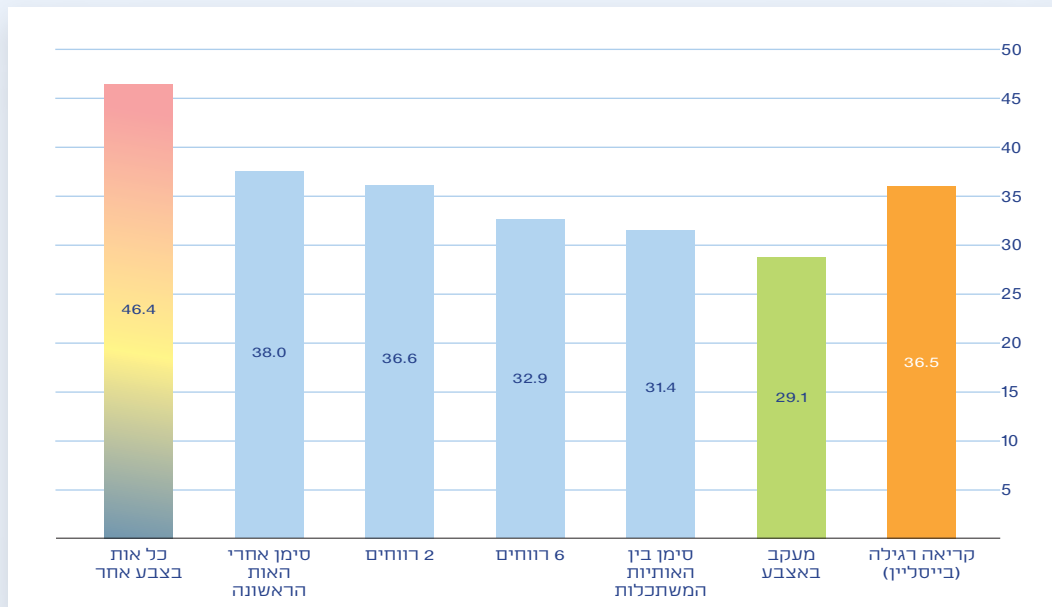
עקרון זהות הבלתי נבדלים מסביר יפה מדוע מושמטות אותיות כפולות בדיסלקסיית מיקום אותיות. במילה "סביון" ההבדל היחיד בין שתי ההופעות של האות ב' הוא מיקומן. לכן אם לקורא יש ליקוי בקידוד מיקום האותיות הגורם שמיקום האותיות אינו מקודד, שתי האותיות אינן נבדלות, ולכן עשויות להיתפס כאחת, ולכן אחת מהן תושמט.

מפילוסופיה לנוירופסיכולוגיה

ואיך לייבניץ יכול לעזור לפרש סוג מפתיע של טעויות

נוסף על טעויות של שיכול אותיות, סוג טעות נפוץ אחר בדיסלקסיית מיקום אותיות הוא השמטה של אותיות כפולות. בעלי דיסלקסיית מיקום אותיות עשויים למשל לקרוא את המילה "נוצות" כ"נוצות" ו"סביון" כ"סביון". במבט ראשון זה ממצא מתמיה – מה בין בעיה בקידוד מיקום אותיות להשמטת אותיות?

כאן נחלץ לעזרתנו הפילוסוף והמתמטיקאי הדגול גוטפריד וילהלם לייבניץ. ב־*Primaе veritates* שלו, "האמיתות הראשונות" (1680–1684)¹⁶ ולאחר



איור 6. שיעור טעויות נדידה בתוך מילים תוך שימוש במניפולציות שונות על הצגת המילים וקריאתן. מימין בכתום – שיעור הנדידות ללא כל מניפולציה.

גם נטילת ריטלין (מתילפנידאט) לא הפחיתה כלל את שיעור הנדידות אצל אנשים בעלי דיסלקסיית מיקום אותיות (שנטלו ריטלין מכיוון שהייתה להם גם הפרעת קשב)^{18, 19}. ממצא זה מחזק את הטענה שדיסלקסיית מיקום אותיות אינה קשורה לליקוי קשבי.²⁰

ממודלים קוגניטיביים ונירופסיכולוגיה לנירוכירורגיה?

ומשם למיקומים מוחיים של תפקודי שפה

ההיכרות המעמיקה עם סוגי הדיסלקסיה השונים (ובכלל, ההיכרות עם סוגי ליקויי השפה השונים), עם סוגי הטעויות השונים ועם סוגי המילים שיש להציג כדי לזהות כל אחד מסוגי הליקויים, היא בעלת חשיבות מכרעת בהגנה על אזורי השפה אצל אנשים שלהם גידולי מוח.

מנירופסיכולוגיה להוראה מתקנת ולטיפול

לאחר שמאבחנים את סוג הדיסלקסיה, ניתן פעמים רבות לטפל בה ביעילות. תלמידתי עינב רחמים ואני ערכנו מחקר רחב היקף של טיפול בדיסלקסיית מיקום אותיות שבו השווינו בין שיעורי הטעויות בקריאה של מילים נדידות המוצגות בדרכים שונות.¹⁷ מחקר זה הניב כמה שיטות שעשויות להועיל לקוראים בעלי דיסלקסיית מיקום אותיות. למשל, נמצא כי כאשר משתתפים בעלי דיסלקסיית מיקום אותיות קוראים בעזרת אצבע עוקבת אחר המילים – אות אחר אות – שיעור טעויות הנדידה שלהם פוחת במידה ניכרת (מעניין שלא מעט אנשים בעלי דיסלקסיה מגיעים לפתרון זה בעצמם). לעומת זאת צביעת כל אות בצבע שונה אינה עוזרת, ואף יכולה להפריע ולהגביר את שיעור טעויות הנדידה. הדבר אינו מפתיע – אם בעלי דיסלקסיית מיקום אותיות מתקשים לקשור את האות למיקומה, ודאי שהם יתקשו לקשור גם את האות למיקומה וגם את הצבע לאות.

מיקום אותיות תתבקש לקרוא בניתוח רשימה של מילים לא־נדידיות כדי להפחית את הסיכון שהיא תעשה טעויות נדידה וכדי לאפשר לטעויות אחרות להתבטא, ונתעלם בזמן המיפוי מטעויות של מיקום אותיות, מכיוון שלא ניתן יהיה לדעת אם הן נבעו מהחשמול באזור המחושמל. באמצעות ההליך הרגיש הזה הצלחנו בשנים האחרונות, בשיתוף עם נורוכירורגים באיכילוב, להגן על תפקודי השפה של יותר ממאה מטופלים שעברו ניתוח בערות.

מלבד תרומתו הקלינית המכרעת של תהליך זה הוא גם מספק חלון הצצה רב ערך וייחודי למיקומים המוחיים של תפקודי השפה השונים, ובייחוד לאזורים ההכרחיים לתפקודים השפתיים. לעומת הדמיה מוחית פונקציונלית, כמו למשל fMRI, המזהה אזורים המשתתפים בתהליך מסוים (למשל אזורים הפעילים כאשר אדם קורא רשימת מילים), הליך ניטור תפקודי השפה בזמן ניתוח מעיד על אזורים מוחיים שבלעדיהם התהליך אינו מתקיים, כלומר אזורים חיוניים בתהליך.

לסיכום, חקר תפקודי השפה במוח ארוג מבסיסים תאורטיים ומשיטות מחקר מתחומים מגוונים – בלשנות ונורוכירורגיה, פילוסופיה, חינוך, נורולוגיה, פסיכולוגיה קוגניטיבית ונורופסיכולוגיה. התאוריה הפסיכולוגית, הבלשנית והנורולוגית גוזרת ניבויים ומציעה כלים להכללה ולהבנה של ליקויים בקליניקה. הקליניקה מצידה מציבה אילוצים ומחייבת שינויים בתאוריה, והשינויים האלה, בתורם, מקדמים עוד את הקליניקה ומשפרים את איכות חייהם של בני אדם. ■

פרקטיקה מקובלת היום המשמשת להסרת גידול מוחי הנמצא בקרבה לאזורי שפה היא ביצוע הניתוח בזמן שהמטופל ער, קורא ומדבר. כך, לשם שמירה על אזורי השפה, ניתן לנטר בזמן הניתוח את המיקומים המוחיים החיוניים לתפקודי השפה השונים של המטופל. זיהוי אזורי השפה השונים של המטופל נעשה באמצעות חשמול קצר בכל אחד מהאזורים שאותם שוקלים להסיר (או שדרכם מגיעים לאזורים שיש להסיר). החשמול הזמני משתק את האזור המחושמל לזמן קצר, ובכך מדמה איזה תפקוד שפתי עלול להיפגע אם אזור המוח המחושמל יינזק. כדי לזהות את האזורים בצורה המיטבית יש לדעת בדיוק כיצד לפרש כל סוג טעות, ואילו סוגים של מילים (ומשפטים) יש להציג כדי לבחון באופן האמין ביותר כל אזור מוחי וכל תפקוד שפתי.

נוסף על כך חשוב גם לזהות בדיוק מרבי את מצבו השפתי של המטופל לפני הניתוח, כדי לדעת אילו תפקודים הם תקינים וניתן לצפות שיהיו תקינים בניתוח, ולכן ניתן לנטרם בניתוח, ואילו תפקודים כבר פגועים ולא ניתן לנטרם. גם משימה זו תפיק תועלת מהיכרות מיטבית עם סוגי הלקויות, עם סוגי הטעויות ועם סוגי המילים המתאימים להצגה בכל סוג של דיסלקסיה. למשל, כאשר מטופל מתקשה – בגלל הגידול המוחי ועוד לפני הניתוח – בקריאה של מילים מורכבות מורפולוגית (התחלנו, מתפרעת) ושל מילים מופשטות (שלום, דמוקרטיה, צדק), נציג לו בניתוח מילים מוחשיות שאינן מורכבות מורפולוגית (כתף, קלסר). מטופלת שכבר לפני הניתוח מציגה דפוס של דיסלקסיית

תודות

אני מודה מכל הלב לסטודנטיות ולסטודנטים שלי ממעבדת שפה ומוח ולשותפות ולשותפי המחקר שלי שאיתם תענוג לחקור ולגלות תגליות חדשות ומרגשות, על חשיבה משותפת, על שמחת השאלות ועל חדות התשובות.

מקורות

- 1 פרידמן, נ' וקולטהארט, מ' (2017). דיסלקסיות התפתחותיות. **שפה ומוח**, 12, 1-34.
- 2 Coltheart, M., Curtis, B., Atkins, P., & Haller, M. (1993). Models of reading aloud: Dual-route and parallel distributed-processing approaches. *Psychological Review*, 100, 589–608.
- 3 Ellis, A. W., & Young, A. W. (1996). *Human cognitive neuropsychology*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- 4 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.
- 5 Marshall, J. C. (1984). Toward a rational taxonomy of the acquired dyslexias. In R. N. Malatesha, & H. A. Whitaker (Eds.), *Dyslexia: A global issue* (pp. 211–232). The Hague: Martinus Nijhoff.
- 6 Friedmann, N., Kerbel, N., & Shvimer, L. (2010). Developmental attentional dyslexia. *Cortex*, 46, 1216–1237. doi:10.1016/j.cortex.2010.06.012
- 7 Shallice, T., & Warrington, E. K. (1977). The possible role of selective attention in acquired dyslexia. *Neuropsychologia*, 15, 31–41.
- 8 Friedmann, N., & Gvion, A. (2001). Letter position dyslexia. *Cognitive Neuropsychology*, 18, 673–696.
- 9 Friedmann, N., & Haddad-Hanna, M. (2014). Types of developmental dyslexia in Arabic. In E. Saiegh-Haddad, & M. Joshi (Eds.), *Handbook of Arabic literacy: Insights and perspectives. Language and Literacy Series* (pp. 119–152). The Netherlands: Springer.
- 10 Kohonen, S., Nickels, L., Castles, A., Friedmann, N., & McArthur, G. (2012). When 'slime' becomes 'smile': Developmental letter position dyslexia in English. *Neuropsychologia*, 50 (14), 3681–3692. Doi:10.1016/j.neuropsychologia.2012.07.016
- 11 Dotan, D., & Friedmann, N. (2019). Separate mechanisms for number reading and word reading: Evidence from selective impairments. *Cortex*, 114, 176–192.
- 12 Friedmann, N., Dotan, D., & Rahamim, E. (2010). Is the visual analyzer orthographic-specific? Reading words and numbers in letter position dyslexia. *Cortex*, 46, 982–1004.
- 13 Dotan, D., & Friedmann, N. (2018). A cognitive model for multidigit number reading: Inferences from individuals with selective impairments. *Cortex*, 101, 249–281.
- 14 Khentov-Kraus, L., & Friedmann, N. (2018). Vowel letter dyslexia. *Cognitive Neuropsychology*, 35(5–6), 223–270. doi:10.1080/02643294.2018.1457517
- 15 חנטוב־קראוס, ל' ופרידמן, נ' (2011). דיסלקסיית קושי באמות קריאה (קבאק). **שפה ומוח**, 10, 65–106.
- 16 Leibniz, G. W. (1680-84). *First truths*. (L.E. Loemker, Trans. Philosophical papers and letters). Dordrecht-holland: D. Reidel Publishing Company, 1969.
- 17 Friedmann, N., & Rahamim, E. (2014). What can reduce letter migrations in letter position dyslexia? *Journal of Research in Reading*, 37(3), 297–315.
- 18 לוקוב, ל' ופרידמן, נ' (2007). השפעת הריטלין על ביטוי של דיסלקסיות שונות. **שפה ומוח**, 6, 102–104.
- 19 קידר, ר' ופרידמן, נ' (2011). האם מתילפנידאט (ריטלין) מסייע לבעלי דיסלקסיית שיכול אותיות ודיסלקסיה קשבית? **שפה ומוח**, 10, 195–214.
- 20 Lukov, L., Friedmann, N., Shalev, L., Khentov-Kraus, L., Shalev, N., Lorber, R., & Guggenheim, R. (2015). Dissociations between developmental dyslexias and attention deficits. *Frontiers in Psychology*, 5(1501), 1–18. doi: 10.3389/fpsyg.2014.01501