

שרה פרמן ואבי קרני

השפעה של הוראה אקספליסיטית על למידת חוק מורפולוגי בילדים: עדויות מהוראה של חוק מורפולוגי מלאכותי

אחת הסוגיות החשובות בהיבט התאורטי ובהיבט הפרקטי בלמידת חוקי מורפולוגיה היא אופן ההוראה המתאים יותר: הוראה אקספליסיטית או אימפליסיטית, כלומר האם הלומדים מקבלים מידע גלוי על החוקים והידע הנלמד (הוראה אקספליסיטית) או אינם מקבלים אותו (הוראה אימפליסיטית). שאלה זו חשובה במיוחד בנוגע לילדים בהתחשב בכך שבעוד שיכולת הלמידה האימפליסיטית קיימת כבר בילדות המוקדמת, הלמידה האקספליסיטית צומחת מאוחר יותר וממשיכה להתפתח עד לבגרות. במחקר שבוצע לאחרונה, אף לא אחד משמונה ילדים בני 8 שנים שלמדו חוק מורפולוגי מלאכותי (חמ"מ) באופן אימפליסיטי הצליח להגיע לידע האקספליסיטי שנדרש על מנת להכליל את החמ"מ לפריטים חדשים (Ferman & Kami, 2010). המחקר הנוכחי תוכנן לבדוק השפעה של הוראה אקספליסיטית של החמ"מ על ההישגים בבני 8 שנים, בעיקר בהתייחס להכללתו לפריטים חדשים. החמ"מ דרש שינוי פונולוגי בהתאמה להבחנה הסמנטית האם שם העצם עושה הפעולה מייצג חי או דומם. במחקר הנוכחי המשתתפים קיבלו הסבר מפורש על מהות החוק. בשני המחקרים נערך מעקב שיטתי ארוך-טווח אחר תהליך הלמידה של פריטים חוזרים וחדשים (הכללה) המייצגים את החמ"מ תוך ביצוע מטלות שיפוט והפקה. נמדדו אחוזי הצלחה, זמן תגובה, ודיווח אקספליסיטי על מהות החוק. ממצאי המחקר הנוכחי נותחו בהשוואה לנתונים שהתקבלו במחקר הקודם בילדים בני 8 שנים.

נמצא שלהוראה האקספליסיטית הייתה השפעה חיובית ברורה על דיוק הביצוע של הפריטים החוזרים ובעיקר בהכללת החמ"מ לפריטים החדשים; בניגוד ללומדים האימפליסיטיים, 7/8 מהלומדים האקספליסיטיים הצליחו בהכללת החמ"מ לפריטים חדשים. עם זאת, תוך האטה בקצב הביצוע. הממצאים תומכים בדעה שבגיל 8 שנים מערכת הזיכרון הדקלרטיבית עדיין איננה בשלה, ובניגוד להוראה אימפליסיטית, הוראה אקספליסיטית יכולה להצליח לעורר תהליכי למידה הנחוצים להכללה של חוק מורפולוגי.

רקע תאורטי

למידה היא הפעולה, התהליך, ההתנסות, שבאמצעותם נרכש ידע חדש (זיכרון). להבחנה בין סוגים שונים של למידה וזיכרון יש השלכות תאורטיות ומעשיות. אחת ההבחנות החשובות

היא בין למידה וזיכרון אימפליסיטיים (implicit) ואקספליסיטיים (explicit). רבר היה חלוץ החוקרים שטען לקיומה של הבחנה זו (Reber, 1976). הוא פיתח פרדיגמה של דקדוק מלאכותי שבאמצעותה הראה שלמידה אימפליסיטית מתרחשת ללא מודעות לתהליך הלמידה ולידע הנלמד. לדבריו, מדובר בתהליך פרימיטיבי של הבנת מבנה תוך תשומת לב לסימנים שכיחים. לעומת זאת, בלמידה אקספליסיטית נעשה שימוש מכוון בתהליכי זיכרון ואסטרטגיות. בהמשך, תוך שימוש במחקרים אמפיריים כגון למידת דקדוק מלאכותי (Gomez, 1997; Knowlton & Squire, 1994) או למידת רצף (Cleermans & Jimenez, 1998) חוקרים רבים הראו שנבדקים יכולים ללמוד להשתמש בידע מורכב ללא מודעות גלויה למבנה שבבסיס התבנית, וראו בכך עדות שידע מופשט נרכש באופן אימפליסיטי. במחקרי דקדוק מלאכותי לדוגמה, נבדקים נחשפו לרצף של אותיות (או סמלים באופנויות אחרות כגון צלילים) המשקפים חוקים דקדוקיים. מייד בהמשך הם נחשפו לרצפים אחרים והיה עליהם לשפוט האם הם תואמים לחוקים או לא. הטענה המרכזית היא שאף על פי שהנבדקים לא היו מודעים לחוקים (לא היו מסוגלים לדווח עליהם) הם הצליחו לזהות מעל לרמה של מקריות רצפים התואמים לחוקים (ראה סקירה אצל פותוס [Pothos, 2007]).

כיום מקובל שזיכרון אקספליסיטי הינו זיכרון של עובדות ואירועים הנגיש למודעות, ניתן לדיווח, ונקשר בדרך כלל למערכת הזיכרון הדקלרטיבית. לעומת זאת, זיכרון אימפליסיטי הינו זיכרון של ידע שאינו נגיש למודעות, אינו ניתן לדיווח, ונקשר בדרך כלל למערכת הזיכרון הפרוצדורלית. ידע אקספליסיטי הינו ידע הנרכש בתהליך מאומץ של עיבוד מידע תוך חיפוש הכללים העומדים בבסיס הקלט. לעומתו, ידע אימפליסיטי נרכש ללא מאמץ מכוון, בלמידה מקרית, תוך תיהלוך אוטומטי של מידע, ללא כוונה למציאת סדרים, וללא מודעות. למידה אקספליסיטית היא למידה המתרחשת תוך מודעות לתהליך הלמידה ולידע הנלמד. בלמידה אימפליסיטית נלמד השימוש בידע מורכב ללא מודעות לתהליך הלמידה ולמהות הידע. אחת ההצעות היא שנבדקים במחקרי למידה אימפליסיטית מתכוונים ללמוד משהו, אולם הם לומדים משהו שונה – רוכשים ידע מופשט יותר מאשר מבנה השטח שהתכוונו לזכור (ראה סקירות אצל Anderson, et al., 2004; Cleeremans, et al., 1998; DeKeyser, 2003; Hulstijn, 2005; Pothos, 2007). בהוראה אקספליסיטית הלומדים מקבלים מידע גלוי ומכוון על החוקים שבבסיס הידע הנלמד. לדוגמה, בהוראת שפה שנייה חוקי הדקדוק ואוצר המילים נלמדים באופן מפורש ומכוון (DeKeyser, 2003; Hulstijn, 2005). בלמידה אימפליסיטית הביצוע משתפר ללא שיפור בידע האקספליסיטי (Taraban, 2004). בהוראה אימפליסיטית הלומדים לא מקבלים מידע על החוקים שבבסיס הידע הנלמד. לדוגמה, רכישת שפה שנייה בתנאים טבעיים ללא הוראה מכוונת של חוקי הדקדוק (DeKeyser, 2003; Hulstijn, 2005).

יש נטייה לבלבל בין תהליכי למידה אימפליסיטיים מול אקספליסיטיים ובין למידה אינדוקטיבית מול למידה דדוקטיבית. יש המציעים שמדובר בשני סוגי תהליכים שנמצאים בקשרים אורתוגונאליים ביניהם (תרשים 1). בהוראה אינדוקטיבית הדוגמאות מוצגות אולם החוקים אינם מוצגים, ובהוראה דדוקטיבית החוקים מוצגים לפני הדוגמאות. הוראה

אינדוקטיבית יכולה להיות אקספליסיטית ואימפליסיטית, בעוד שהוראה דדוקטיבית חייבת להיות אקספליסיטית (DeKeyser, 1995; DeKeyser, 2003; Hulstijn, 2005). בתרשים 1 אפשר לראות שבהוראה מסורתית הלמידה היא דדוקטיבית ואקספליסיטית; כאשר מעודדים את הלומד לגלות בעצמו את החוקים מתוך דוגמאות הלמידה היא אינדוקטיבית ואקספליסיטית; כאשר הלומדים רוכשים ידע על אודות שפת האם שלהם ללא חשיבה מכוונת על המבנה שלה הלמידה היא אינדוקטיבית-אימפליסיטית. הצירוף של למידה דדוקטיבית ואימפליסיטית הוא כנראה בלתי אפשרי (DeKeyser, 2003), ומכאן, שהקשר האורתוגונאלי איננו כולל את כל הצירופים האפשריים.

אינדוקטיבית	דדוקטיבית	
גילוי חוק	למידה מסורתית	אקספליסיטית
למידה מתוך תשומה	שימוש בפרמטרים	אימפליסיטית

תרשים 1

הבחנה נוספת בין סוגי למידה היא למידה מכוונת מול למידה מקרית. בלמידה מכוונת הלומדים יודעים שייבחנו לאחר שיוצג להם מידע מסוים. לעומת זאת, בלמידה מקרית הלומדים לא יודעים מראש שייבחנו על מידע שעומד להיות מוצג להם (DeKeyser, 1995; DeKeyser, 2003; Hulstijn, 2005).

אחת הטענות המקובלות היא שידע אקספליסיטי וידע אימפליסיטי נלמדים ומיוצגים באופן עצמאי, ושידע אקספליסיטי לא יכול להפוך לידע אימפליסיטי (Ellis, 1993). כלומר, אי אפשר לרכוש ידע אימפליסיטי בעקבות למידה אקספליסיטית ולא מהוראה אקספליסיטית (De Graaff, 1997). בתקופה האחרונה מצטברות יותר ויותר עדויות לכך שאף על פי שתהליכי למידה אימפליסיטיים ואקספליסיטיים הינם תהליכים מובחנים באופיים, במקרים רבים מתרחשים יחסי אינטראקציה ביניהם. לדוגמה, מספר חוקרים הראו שבמחקרי דקדוק מלאכותי הלומדים היו מודעים לפחות לחלק מהידע ושני סוגי הלמידה היו מעורבים (Gomez, 1997). ידע אימפליסיטי יכול להפוך בעקבות תרגול לידע אקספליסיטי וידע אקספליסיטי יכול לעבור פרוצדורליזציה בעקבות תרגול ולהפוך לידע אימפליסיטי (Anderson, et al., 2004; Sun, et al., 2005; Willingham & Goedert-Eschmann, 1999). יתרה מזאת, שורה של מחקרים מצביעים על כך שלמידה של מטלות שונות, בכללן מיומנויות, מושתתת על אינטראקציה מורכבת בין תהליכי למידה אימפליסיטיים ואקספליסיטיים תוך שיתוף פעולה ותחרות ביניהם (Bitan & Karni, 2003; Kim & Baxter, 2001; Poldrack & Rodriguez, 2004; Sun, et al., 2005; Voss & Paller, 2008; Willingham & Goedert-Eschmann, 1999).

אחת השאלות העומדות בפני העוסקים בהוראת שפה היא מהי שיטת ההוראה היעילה יותר: הוראה אקספליסיטית-דדוקטיבית, כלומר תוך הסבר מפורש על מרכיבי החוק, או הוראה אימפליסיטית-אינדוקטיבית, ללא הסבר מפורש אלא מתוך חשיפה לדוגמאות בלבד. המשימה

העומדת בפני לומדי שפה (ראשונה כמו גם שנייה) היא לפתח מערכת יצרנית המצרפת מורפמות דקדוקיות ולקסיקליות. משימה זו דורשת ארגון של המורפמות לקטגוריות דקדוקיות הכפופות לחוק כללי. דעה מקובלת היא שידע דקדוקי אינו מתויג באופן אקספליסיטי לקטגוריות דקדוקיות ושלומודי שפה ילידיים רוכשים ידע על קבוצות מורפולוגיות ללא הוראה מפורשת אלא באמצעות למידה אימפליסיטית הודות לחשיפה והתנסות יום-יומית. קיימות עדויות רבות לכך ששפה ראשונה נרכשת באופן אימפליסיטי ללא מודעות, הודות לחשיפה והתנסות יום יומית. גם מבוגרים הרוכשים שפה בתנאים טבעיים יום-יומיים מדגימים במקרים רבים ידע לא מודע, אימפליסיטי, על סמך קטגוריות שיצרו באופן לא מודע. כלומר, מבוגרים ובעיקר ילדים רוכשים ידע מורכב של מבנים תחביריים ומורפולוגיים, ולמרות זאת מתקשים לתאר את החוקים הללו. דהיינו, חלק ניכר מהידע השפתי הוא אימפליסיטי (לא מודע) (Ellis, 1993). אולם, במקרים רבים, על מנת להחיש את הלמידה של שפה שנייה, מתקיימת הוראה "בית ספרית", אקספליסיטית-דדוקטיבית, של מרכיבי השפה כגון קטגוריות דקדוקיות. כלומר, שפה יכולה להילמד והלומד יכול להשיג רמת שליטה אוטומטית (שימוש שוטף, אימפליסיטי) גם מהוראה אקספליסיטית (Taraban, 2004). בתקופה מסוימת חלק משיטות ההוראה של שפה שנייה ויתרו על הוראה אקספליסיטית ללימוד הדקדוק. הטענה היא שבפועל לומדי שפה שנייה חשופים לידע אקספליסיטי בכיתה ובספרים, אך הם נשענים על ידע אימפליסיטי ועיבוד אימפליסיטי להבנת משפטים (Krashen, 1994). לאחרונה הוצע שבלמידה של חוקי מורפולוגיה מתרחשת אינטראקציה בין תהליכי למידה אימפליסיטיים ואקספליסיטיים המעורבים בלמידת המרכיבים הפונולוגיים והסמנטיים של החוק (Ferman, et al., 2009). בכל מקרה, הידע האימפליסיטי הוא העומד בבסיס השימוש היום-יומי בשפה. לפיכך, נשאלת השאלה עד כמה הוראה אקספליסיטית משפיעה על תהליך למידת השפה (De Graaff, 1997). במחקר שבו נבדקה השפעת אופן הלמידה על רכישה של דקדוק מלאכותי לא נמצא הבדל מובהק בין הישגי המשתתפים שלמדו באופן מקרי והישגיהם של המשתתפים שלמדו באופן מכוון (Saffran, 2001). אחת ההצעות שעלתה היא שאופן הלמידה תלוי בסוג הידע הנלמד: בחוקים פשוטים קטגוריאליים הלמידה האקספליסיטית יעילה, ואילו בחוקים מורכבים יותר יעילה יותר הלמידה האימפליסיטית (DeKeyser, 1995; Robinson, 1996). הצעה זו אוששה במלואה בלמידה אימפליסיטית ואקספליסיטית של שפה מלאכותית שכללה מילים וחוקים מורפולוגיים (DeKeyser, 1995), אבל רק בחלקה במחקר שבו נלמדו חוקי תחביר פשוטים ומורכבים באופן אקספליסיטי ואימפליסיטי. במחקר זה לא נמצא יתרון ללמידה אימפליסיטית בחוקים מורכבים, אך נמצא יתרון ללמידה אקספליסיטית בחוקים פשוטים (Robinson, 1996). שורה של חוקרים התומכים בהוראה אקספליסיטית של שפה טוענים שידע שפתי הנלמד באופן אקספליסיטי עובר פרוצדורליזציה (אוטומטיזציה) עם ההתנסות (DeKeyser, 1997; Robinson, 1996; Ferman, et al., 2009) וידע שפתי אימפליסיטי יכול להפוך בהדרגה לידע אקספליסיטי (Bitan & Karni, 2003; Ferman, et al., 2009). על-פי גישה זו, הידע האקספליסיטי הוא הכרחי והוא המוביל לידע האימפליסיטי (DeKeyser, 1995). דהיינו, הידע האימפליסיטי יכול להירכש באמצעות ידע אקספליסיטי. במחקר שעקב אחר תהליך

למידה של שפה מלאכותית שכללה 32 מילים ו-4 חוקים מורפותרחביריים שנלמדו באופן אקספליסיטי הודגם תהליך אוטומטיזציה של השפה המלאכותית כפונקציה של אימון (DeKeyser, 1997). במחקר נויורוביולוגי שבוצע תוך ניצול הטכנולוגיה של פוטנציאלי פעולה מעוררים (ERP) נמצא שבשלבים הראשונים של למידת שפה שנייה הלומדים הצליחו לעבד באופן אימפליסיטי אספקטים של התחביר המשותפים לשפה הראשונה והשנייה (Tokowicz & MacWhinney, 2005). בפדגוגיה של שפה שנייה מקובל ללמד מבנים שפתיים תוך אוטומטיזציה הדרגתית של ידע אקספליסיטי (De Graaff, 1995; DeKeyser, 1997). לאחרונה מקובל יותר ויותר שלמידה שפתית יכולה להתרחש גם באופן אימפליסיטי וגם באופן אקספליסיטי. על פי גישה זו, שני תהליכים מובחנים פועלים בו-זמנית בלמידת שפה שנייה: תהליך מודע של דרוקציה המבוסס על התאמה של חוק, שמוביל מערכת "נלמדת" (זיכרון דקלרטיבי), ותהליך לא מודע של אינדוקציה המוביל למערכת "נרכשת" (זיכרון פרוצדורלי) (Krashen, 1994). נמצא שידע אימפליסיטי ואקספליסיטי יחדיו מנבאים היטב את רמת המיומנות שתהיה ללומדי שפה שנייה (Ellis, 2006). במחקר שבו נלמדה מטלה שפתית בשלוש דרכים: תוך חשיפה לדוגמאות בלבד, למידת הכללים בלבד, או למידת הכללים ויישומם לדוגמאות, נמצא שרק הלומדים בגישה האחרונה (ששילבה הוראה אקספליסיטית ותרגול (אימפליסיטי) הצליחו להכליל חוקים למילים חדשות (Ellis, 1993). במחקר של ויליאמס (Williams, 2005) הוצגו לנבדקים צורות דקדוקיות באנגלית שכדי להתאימן באופן תקין למשפט היה צורך להשתמש בשתי הבחנות סמנטיות, כאשר הבחנה סמנטית אחת בלבד נאמרה לנבדקים באופן מפורש. נמצא שהנבדקים השתמשו גם בהבחנה השנייה באופן לא מודע (אימפליסיטי) כדי להתאים את הצורות במשפט, והצליחו להכליל ידע זה לפריטים חדשים.

רוב המחקרים שהוזכרו עד כה על למידת חוקי שפה בוצעו על לומדים מבוגרים. אולם, הוראת שפה נקשרת לילדים יותר מאשר למבוגרים. שאלת ההשפעה של הוראה אקספליסיטית מול הוראה אימפליסיטית שזורה בסוגיות הדנות בהשפעת הגיל על היכולת ללמוד מטלות שפתיות ולא שפתיות. דעה מקובלת היא שלילדים יכולת טובה יותר ממבוגרים ללמוד שפה, ושיכולת זו הולכת ופוחתת עם הגיל (DeKeyser & Larson-Hall, 2005; Johnson & Newport, 1989; Lenneberg, 1967; Long, 1990; Ullman, 2001). מנגד, קיימות עדויות לכך שכאשר ילדים ומבוגרים מקבלים תנאי למידה שווים, מבוגרים מדגימים יכולות של למידת שפה שאינן נחותות ולעתים גבוהות מאלו של ילדים (Birdsong, 2006; Ferman & Karni, 2010; Marinova-Todd, et al., 2000).

מחקרים שצדקו את השינויים של מערכות הלמידה והזיכרון עם העלייה בגיל מצאו שהזיכרון הפרוצדוראלי פעיל בשלב מוקדם בחיים (כנראה כבר ברחם) ומגיע לבשלות בילדות המוקדמת. לעומת זאת, הזיכרון הדקלרטיבי צומח מאוחר יותר במהלך הילדות וממשיך להתפתח במהלך הילדות המאוחרת וההתבגרות (DiGiulio, et al., 1994; Drummey & Newcombe, 1995; Parkin & Streete, 1988). יש לציין, שקיימות יותר ויותר עדויות לכך שגם הזיכרון הפרוצדוראלי ממשיך ומתפתח עד הבגרות (Ferman & Karni, 2010; Thomas, 2010).

(et al., 2004). בכל מקרה, הדעה הרווחת היא שילדים נוטים ללמוד באופן אימפליסיטי (זיכרון פרוצדוראלי) ועם הגיל מתרחש מעבר ללמידה אקספליסיטי (זיכרון דקלרטיבי) (Ullman, 2001; DeKeyser & Larson-Hall, 2005). רעיון זה תואם לעדויות על שינויים נורואנטומיים במוח המתפתח; אזורי ההיפוקמפוס, הדיאנספלון והקורטקס הטמפורלי, המקושרים לזיכרון הדקלרטיבי, נחשבים למערכת המתפתחת ומגיעה לבשלות מאוחר בבני אדם ובכעלי חיים (Nadal & Zola-Morgan, 1984).

במחקר שבוצע לאחרונה (Ferman & Karni, 2010) נערך מעקב ארוך טווח אחר תהליך הלמידה של פריטים חוזרים וחדשים (הכללה) של חוק מורפולוגי מלאכותי (חמ"מ) בילדים בני 8 שנים, בני 12 שנים ובמבוגרים צעירים. החוק דרש שינוי פונולוגי בפועל בהתאמה להבחנה הסמנטית האם שם העצם (עושה הפעולה) הוא חי או דומם (ראה פירוט שיטה בהמשך). ההוראה הייתה ללא הוראה מפורשת של מהות החוק אלא תוך חשיפה לדוגמאות המייצגות אותו ותרגול. נמדדו דיוק ומהירות הביצוע, והלומדים התבקשו לדווח באופן אקספליסיטי על ידע החוק, וזאת, על מנת לבדוק האם הביצוע מבוסס על ידע אימפליסיטי או אקספליסיטי. כל המשתתפים בכל הגילים למדו לשפוט ולהפיק את הפריטים החוזרים ולמידה זו הדגימה אפיונים של למידה פרוצדוראלית: (א) עם (כמות) התרגול נמצא שיפור בהישגי הדיוק והמהירות ב-זמנית; (ב) עקומות הלמידה הממוצעות תאמו לעקומות למידה של מיומנויות (power function); (ג) מעבר לתרומת כמות התרגול, נמצאה תרומה של הזמן בהפסקות שבין פגישות התרגול להישגים (תופעת ההתגבשות); (ד) ההישגים נשמרו לטווח ארוך. המבוגרים הדגימו את ההישגים הגבוהים ביותר ובני ה-8 הדגימו את ההישגים הנמוכים ביותר בדיוק ובמהירות הביצוע. למידת הכללה של החמ"מ לפריטים חדשים הדגימה אפיונים של למידה דקלרטיבית: (א) גילוי תוך דיווח אקספליסיטי של המרכיב הסמנטי של החמ"מ (הבחנה חי-דומם); (ג) עלייה חדה בהישגי הדיוק ובו-זמנית הפחתה בהישגי המהירות (speed-accuracy trade-off). בעוד שרוב (7/8) הילדים בני ה-12 ורוב (7/8) המבוגרים הצעירים הצליחו לגלות באופן אקספליסיטי את המרכיב הסמנטי של החמ"מ, ובהמשך להכליל אותו באופן מדויק ומהיר לפריטים חדשים, אף אחד מבני ה-8 לא הצליח לגלות באופן אקספליסיטי את המרכיב הסמנטי של החמ"מ, ובהמשך, אף אחד מהם לא הצליח להכליל את החמ"מ באופן מדויק לפריטים חדשים. לפיכך, נראה שבשלות לא מלאה של מערכת הזיכרון הפרוצדוראלית בילדות המוקדמת עומדת בבסיס הישגיהם הנמוכים של בני ה-8 בלמידת הפריטים החוזרים, וחוסר בשלות של מערכת הזיכרון הדקלרטיבית עומד בתשתית קשייהם של בני ה-8 בגילוי אקספליסיטי של המרכיב הסמנטי של החמ"מ ובהכללתו לפריטים חדשים.

הכישלון הבולט של הילדים בני ה-8 להכליל את החמ"מ לפריטים חדשים הפתיע אותנו לאור העדויות הרבות מחיי יום-יום וממחקרים שילדים צעירים לומדים להכליל 'חוקי' שפה ואף עושים הכללות יתר (ביצות, חלונים). אחד ההסברים האפשריים לממצא המפתיע יכול להיות הברלים בתנאי הלמידה בניסוי ותנאי למידה טבעיים, יום-יומיים. אמנם, בתנאי למידה טבעיים של שפה, על פניו, הלמידה היא אינדוקטיבית-אימפליסיטי, ללא הסבר מפורש על מהות החוק. אולם, אי אפשר להתעלם מהאפשרות שבתנאי למידה יום-יומיים מתרחשת גם

הוראה אקספליסיטית הבאה לידי ביטוי בתיקונים ואפילו הסברים מפורשים על מהות החוקים שנעשים על ידי ההורים או אנשים בוגרים אחרים בסביבה, בעיקר בהתייחס לטעויות שעושים ילדים.

מטרת המחקר הנוכחי הייתה לבדוק האם ובאיזו מידה הסבר מפורש על מהות של חוק מורפולוגי (הוראה אקספליסיטית-דדוקטיבית) יכול לסייע לילדים בני 8 שנים ללמוד לגבש את הידע הנחוץ להכללתו לפריטים חדשים. המחקר תוכנן לערוך מעקב אחר למידה של אותו חמ"מ שנחקר במחקר הקודם בקרב קבוצת ילדים אחרת בגיל 8 שנים בתנאי למידה זהים לאלה שסופקו במחקר הקודם (Ferman & Karni, 2010). אולם, בעוד שבמחקר הקודם הלמידה הייתה ללא הסבר מפורש על מהות החמ"מ, במחקר הנוכחי, בכל פגישה ניתן הסבר על מהות החוק (הוראה אקספליסיטית-דדוקטיבית).

מעריך המחקר

סוג המחקר: במחקר נערך מעקב שיטתי אחר תהליך למידה של חוק מורפולוגי מלאכותי (חמ"מ). פרדיגמות של שפה מלאכותית מנוצלות בשנים האחרונות לחקור תהליכים קוגניטיביים העומדים בבסיס למידת שפה (DeKeyser, 1997; Saffran, 2001, 2002; Friederici, et al., 2002; Smith & Yu, 2008; Strokel, 2001). שפה מלאכותית דומה לשפה טבעית בכך שהיא כוללת מילים מלאכותיות (Smith & Yu, 2008; Strokel, 2001) ו/או חוקי שפה מלאכותיים (DeKeyser, 1997; Friederici, et al., 2002; Robinson, 1996; Saffran, 2001). המצייטים למגבלות השפה האנושית הטבעית. שימוש בשפה מלאכותית מאפשר להפריד מרכיבי שפה ספציפיים מתוך המבנה המורכב והאינטראקטיבי של השפה ולחקור את למידתו באופן נפרד. במקביל, הפרדיגמה מאפשרת להבטיח שהידע הנלמד חדש באותה מידה לכל הלומדים ושכל הלומדים מקבלים את אותם תנאי למידה. מנגד, קיימת טענה שהשפה המלאכותית פשוטה יחסית לשפה טבעית, ותנאי המעבדה לא יכולים לשקף את מורכבות תנאי הלמידה הטבעיים המתקיימים בחיי היומיום. אלא שטיעון זה מבטא למעשה את הדילמה הקלאסית העולה ככל מחקרי המעבדה (DeKeyser, 1997; Hulstijn, 2005).

אוכלוסייה: במחקר השתתפו 8 ילדים (4 בנים ו-4 בנות) בני 8 שנים שלמדו את החמ"מ באופן אקספליסיטית-דדוקטיבי – להלן לומדים אקספליסיטיים. הנתונים שהתקבלו מהלומדים האקספליסיטיים הושוו לנתונים שהתקבלו בניסוי הקודם שבו 8 ילדים (4 בנים ו-4 בנות) למדו את החמ"מ באופן אימפליסיטי, ללא הוראה מכוונת, מתוך חשיפה לדוגמאות בלבד – להלן לומדים אימפליסיטיים. כל המשתתפים היו דוברי עברית כשפת אם, ללא בעיות למידה, שמיעה, או הפרעות נוירולוגיות או רגשיות ידועות.

כלי המחקר: החוק המורפולוגי המלאכותי (חמ"מ) תוכנן להיות אנלוגי לחוקי מורפולוגיה בעברית, תוך התאמה לחוקי הפונולוגיה של השפה העברית, ושיקוף הבחנה סמנטית שלא קיימת בשפה העברית אבל קיימת בצורה מסוימת בשפות אחרות (כגון אנגלית או גרמנית).

בחמ"מ נעשה שינוי בהתאמה למהות שם העצם עושה הפעולה – אם הוא חי או דומם. כאשר שם העצם עושה הפעולה ייצג חי, הפועל שאחריו היה אמור להשתנות ולקבל מוספית /ev/. כאשר שם העצם עושה הפעולה ייצג דומם, הפועל שאחריו היה אמור להשתנות ולקבל מוספית /ar/. בנוסף, בשני המצבים השתנתה התנועה הקודמת להברה המוספת, וההטעמה במילה עברה להברה המוספת. ולכן, בשפה החדשה במקום הילד שיחק היה צריך לומר הילד *sixk'ev*, במקום המחשב שיחק היה צריך לומר המחשב *sixk'ar* (נספח 1).

רשימות הגירוי: פריטי הגירוי היו צירופים של "שם עצם – פועל". ארבעה סוגים של רשימות (פריטים הוצגו: 1) רשימות הדגמה – כל אחת כללה 16 צירופים, מתוכם 8- צירופים שם העצם ייצג חי ובשמונת האחרים שם העצם ייצג דומם. רשימות אלה הוצגו כדי להדגים את השימוש בחוק המלאכותי (נספח 1). 2) רשימות פריטים חוזרים – כל אחת כללה את 16 הפריטים שברשימת ההדגמה, כל פריט הופיע פעמיים (סה"כ 32 פריטים). 3) רשימות קדם מבחן – כל אחת כללה את 16 פריטי ההדגמה. סדר הפריטים בכל רשימות ההדגמה ורשימות הפריטים החוזרים השתנה בין הרשימות. 4) רשימות פריטים חדשים – כל אחת כללה 16 פריטים חדשים שהופיעו רק פעם אחת במהלך המחקר. על מנת לבחון ולתרגל את החמ"מ הרשימות כללו: א) צירופים תקינים בהתאמה לחמ"מ שנועדו להדגמה; ב) צירופים שגויים – שהיו תקינים פונולוגית ושגויים בהיבט הסמנטי (הסנאי *kafts'ar*) – נועדו למטלת השיפוט; ג) צירופים בעברית סטנדרטית (הילד שיחק) שנועדו למטלת ההפקה.

מטלות: כל משתתף נבחן ולמד תוך ביצוע של שתי מטלות: שיפוט והפקה. אותה סידרת פריטים הותאמה לשתי המטלות. במטלת השיפוט הנבדק שמע: האם נכון לומר בשפה החדשה...? ובהמשך שמע את אחד הצירופים: "שם-עצם – פועל" תקין או לא תקין (כגון, הכרור *kafts'ar*; הכרור *kafts'ev*). המשתתף קיבל הדרכה ללחוץ על כפתור נכון/לא נכון. במטלת ההפקה המשתתף שמע: כיצד אומרים בשפה החדשה...? ואז שמע את אחד הצירופים בעברית תקינה (כגון, הילד שיחק) ומייד את שם העצם בלבד מאותו צירוף (כגון, הילד...). והיה עליו לומר רק כיצד אומרים את הפועל (*sixk'ev*).

הליך המחקר: כל המשתתפים לקחו חלק ב-10 פגישות למידה בפרק של 1-3 ימים. כל משתתף התאמן באופן יחידני. בראשית הפגישה הראשונה, ובכל אחת מהפגישות הבאות, המשתתף קיבל הסבר מפורש על מהות החוק תוך הדגמה של יישומו. הסבר אקספליסיטי-דוקטיבי זה לא סופק בניסוי הקודם שבו ההוראה הייתה אימפליסיטי-אינדוקטיבית. במחקר הקודם, בפגישה הראשונה קיבל המשתתף הסבר על כך שהוא עומד ללמוד שפה חדשה הדומה לשפה העברית. בשני המחקרים, בשלב הבא התבקש המשתתף להאזין לרשימת הדגמה על השימוש בחוק. בהמשך, המשתתף קיבל הסבר כיצד לבצע כל מטלה ותרגל את הביצוע. במטלת השיפוט המשתתף נדרש ללחוץ על כפתור נכון/לא נכון. במטלת ההפקה המשתתף נדרש להפיק את הפעלים (בלבד) לתוך מיקרופון. החל מפגישת הלמידה השנייה הוצגו בתחילת הפגישה שתי רשימות קדם מבחן, אחת לכל מטלה, על מנת לבדוק את השיפור בהישגים בין הפגישות. לאחר מכן הוצגה רשימת הלמידה, ואחריה התחיל התרגול שכלל 4 רשימות של

פריטים חוזרים (2 בכל מטלה), ו-2 רשימות של פריטים חדשים (אחת בכל מטלה). בין הרשימות ניתנה הפסקה בת מספר דקות. סדר המטלות (שיפוט או הפקה) וסדר התנאים (פריטים חוזרים או חדשים) בתוך מטלה היה קבוע עבור משתתף במהלך כל פגישות התרגול, אולם היו שתי גרסאות שבכל אחת מהן הסדר של המטלות והתנאים היה שונה. כל פגישה כללה 176 פריטים חוזרים (80 בכל מטלה ו-16 ברשימת התרגול) ו-32 פריטים חדשים (16 בכל מטלה). בפגישה הראשונה היה אותו מספר של פריטים חדשים (16 בכל מטלה), אבל רק 144 פריטים חוזרים (ללא רשימות קדם מבחן). בשתי המטלות המשתתפים קיבלו הוראה להשיב מהר ככל האפשר. לתגובה לא נכונה המשתתפים קיבלו משוב מוקלט – **טעות!**

מכשור ומדידות: הניסוי כולו תוכנת לתוך תוכנת ניסוי SuperLab (SuperLab software) שמע את ההוראות באמצעות אוזניות והגיב במטלת השיפוט באמצעות קופסת תגובה (package Cedrus Corporation Mel) ובוצע באמצעות תוך שימוש במחשב נייד PC. המשתתף מולו על בסיס מתאים. מערכת זו של קופסת התגובה והמיקרופון שחוברו לתוכנת ה-SuperLab שבמחשב אפשרה מדידות של זמני התגובות (Reaction Time [RT]) באלפיות השנייה ותגובות של נכון/לא נכון (דיוק) בכל ניסיון. כל הגירויים וההוראות הוקלטו על ידי קריינית מקצועית באמצעות תוכנת Goldwave software (www.goldwave.com), ותוכנתו לתוך תוכנת הניסוי תוך התאמה לדרישות התוכנה. נעשה מיצוע של הנתונים מכל ניסיון בהתייחס לרשימה ולפגישה, בהתייחס להישגי הדיוק והמהירות בכל מטלה (שיפוט והפקה) כנפרד.

בנוסף, הוערך הידע האקספליסיטי באמצעות דיווח מילולי. בכל סוף פגישה המשתתף נשאל: **אתה עונה מצוין! כיצד הצלחת לענות – מה אתה כבר יודע על השפה? והתבקש להשיב בקול.** התשובות נרשמו. כאשר הידע המדווח היה זהה לידע המודגם בביצוע אפשר היה להסיק שמדובר בידע אקספליסיטי. כאשר ידע הביצוע עלה על הידע המדווח, ההפרש ביניהם שיקף ידע אימפליסיטי.

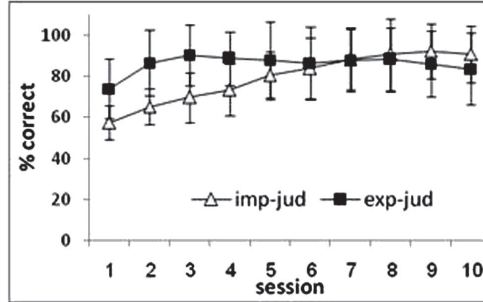
שיטות סטטיסטיות: נערך חישוב ממוצע להישגים עבור כל רשימה ועבור פגישה, במדידות הדיוק (% הצלחה) והמהירות (RT), בכל מטלה (שיפוט והפקה). על מנת להעריך את השפעת אופן ההוראה (הלומדים האקספליסיטיים לעומת הלומדים האימפליסיטיים; בין נבדקים) ואת השפעת האימון (פגישה ורשימה; בתוך נבדק) על ההישגים, נעשה שימוש בניתוח שונות של מדידות חוזרות (Repeated measures ANOVA) תלת-כיווני: קבוצה * פגישה * רשימה, מודל מעורב. הניתוח בוצע כנפרד עבור כל מדידה (דיוק ומהירות), עבור כל מטלה (שיפוט והפקה), ועבור כל סוג פריטים (חוזרים, חדשים).

תוצאות

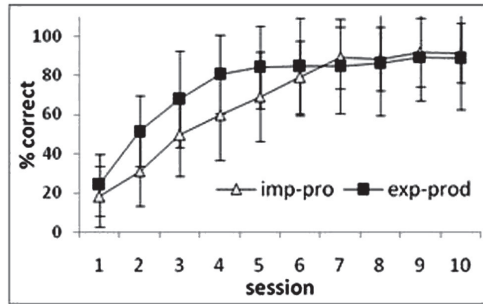
השפעת סוג ההוראה על למידת הפריטים החוזרים

כל המשתתפים בשתי הקבוצות למדו לשפוט ולהפיק את הפריטים החוזרים. בממוצע קבוצתי שתי הקבוצות הראו שיפור משמעותי בהישגים עם התרגול בשיפוט והפקה של הפריטים החוזרים במדידות הדיוק (תרשים 2) והמהירות (תרשים 3). הניתוח הסטטיסטי הראה אפקט משמעותי של פגישה במדידות הדיוק (% הצלחה) ($F_{(9,119)} = 9.49, P < .0001$; $F_{(9,119)} = 50.43, P < .0001$) במטלות השיפוט וההפקה בהתאמה (תרשים 2), ובמדידות המהירות (RT) במטלת ההפקה ($F_{(9,116)} = 11.07, P < .0001$) אבל לא במטלת השיפוט ($F_{(9,120)} = 1.48, P = .1618$) (תרשים 3). לא נמצא אפקט מרכזי של למידה עבור הרשימות. נמצא שלאופן ההוראה הייתה השפעה על ההישגים. הישגי הדיוק של הלומדים האקספליסיטיים היו גבוהים יותר מאלה של הלומדים האימפליסיטיים (תרשים 2). בניתוח הסטטיסטי נמצא אפקט משמעותי לקבוצה (אופן ההוראה) במדידות הדיוק ($F_{(1,14)} = 5.11, P = .0045$; $F_{(1,14)} = 11.42, P = .0045$) במטלות השיפוט וההפקה. ההישגים של הלומדים האקספליסיטיים היו גבוהים משמעותית מאלה של הלומדים האימפליסיטיים במדידות הדיוק ($t_{(14)} = -3.38, P = .0045$; $t_{(21)} = 5.35, P < .0001$; $t_{(14)} = -2.26, P = .0402$) במטלות השיפוט וההפקה בהתאמה. בתרשים 2 אפשר לראות שבעוד שבשש פגישות האימון הראשונות הישגי הדיוק של הלומדים האקספליסיטיים היו גבוהים יותר מאלה של הלומדים האימפליסיטיים, החל מהפגישה השביעית מגמה זו התהפכה והישגי הדיוק של הלומדים האימפליסיטיים היו גבוהים מאלה של הלומדים האקספליסיטיים. בניתוח הסטטיסטי נמצאה אינטראקציה משמעותית בין קבוצה ופגישה במדידות הדיוק ($F_{(9,119)} = 3.97, P < .0001$; $F_{(9,119)} = 7.01, P < .0001$) במטלות השיפוט וההפקה בהתאמה.

א2 – שיפוט



ב2 – הפקה

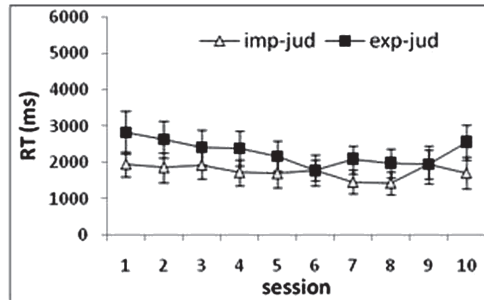


תרשים 2

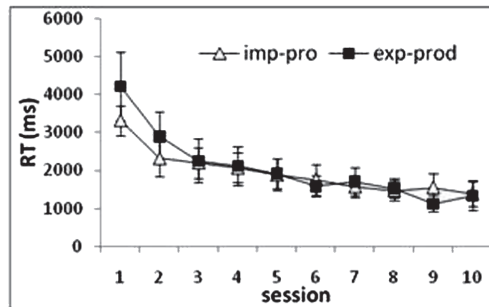
עקומות הלמידה של הישגי הדיוק (% correct) בפריטים החוזרים במטלת השיפוט (jud) (א2) ובמטלת ההפקה (pro) (ב2) בלומדים האקספליסיטיים (exp) ובלומדים האימפליסיטיים (imp). הסטיות המוצגות = שגיאות התקן.

בניתוח הסטטיסטי של הישגי המהירות אצל כל המשתתפים (שתי הקבוצות) נמצא אפקט משמעותי של קבוצה במדידות המהירות במטלת השיפוט ($F_{(1,14)} = 14.83, P = .0018$) אבל לא במטלת ההפקה ($F_{(1,14)} = 0.35, P = .5638$). הישגי המהירות של קבוצת הלומדים האקספליסיטיים היו נמוכים יותר משמעותית מאלה של הלומדים האימפליסיטיים במטלת השיפוט ($t_{(14)} = -3.85, P = .0018$) אבל לא במטלת ההפקה ($t_{(14)} = -0.59, P = .5638$). לא נמצאה אינטראקציה משמעותית בין קבוצה ופגישה במדידות המהירות, דבר שיכול להצביע על כך שמגמת השינוי בהישגי המהירות הייתה דומה בשתי הקבוצות.

3א - שיפוט



3ב - הפקה



3 תרשים

עקומות הלמידה של הישגי המהירות (RT) בפריטים החוזרים במטלת השיפוט (jud) ובמטלת ההפקה (pro) (3ב) בלומדים האקספליסיטיים (exp) ובלומדים האימפליסיטיים (imp). הסטיות המוצגות = שגיאות התקן.

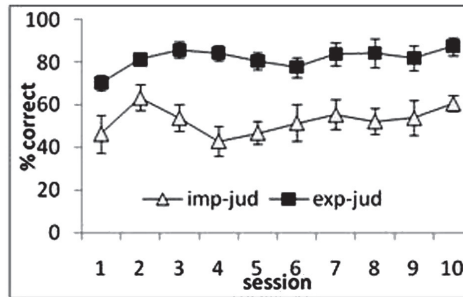
השפעת סוג ההוראה על הכללת החמ"מ לפריטים החדשים

התוצאות מראות ששתי הקבוצות הראו שיפור עם התרגול בהישגי הדיוק והמהירות במטלות השיפוט וההפקה (תרשימים 4 ו-5). הניתוח הסטטיסטי הראה אפקט משמעותי של פגישה במדידות הדיוק במטלת ההפקה ($F_{(9,117)} = 3.72, P = .0004$) אבל לא במטלת השיפוט ($F_{(9,120)} = 1.12, P = .3563$) (תרשים 4) ואפקט משמעותי של פגישה במדידות המהירות במטלת ההפקה ($F_{(9,116)} = 11.07, P < .0001$) אבל לא במטלת השיפוט ($F_{(9,120)} = 1.48, P = .1618$) (תרשים 5).

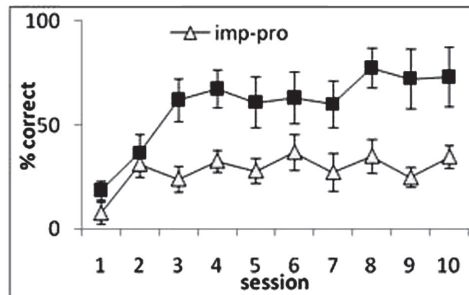
במוצע הקבוצתי הישגי הדיוק של הלומדים האקספליסיטיים היו גבוהים מאלה של האימפליסיטיים במטלת השיפוט מראשית התרגול, במהלכו, ועד לסיומו (תרשים 4) ובמטלת ההפקה החל מהפגישה השלישית ובמהלך האימון (תרשים 5). בניתוח הסטטיסטי נמצא אפקט משמעותי לקבוצה במדידות הדיוק ($F_{(1,14)} = 45.12, P < .0001$; $F_{(1,14)} = 110.23, P < .0001$).

במטלות השיפוט וההפקה בהתאמה, ובמדידות המהירות ($F_{(1,14)} = 11.47, P = .0044$); במטלות השיפוט וההפקה בהתאמה. במדידות הדיוק הישגי הלומדים האקספליסיטיים היו גבוהים משמעותית מאלה של הלומדים האימפליסיטיים ($t_{(14)} = -10.50, P < .0001$; $t_{(14)} = -6.72, P < .0001$); במטלות השיפוט וההפקה, בהתאמה. בניוח הסטטיסטי נמצאה אינטראקציה משמעותית בין קבוצה ופגישה במדידות הדיוק במטלת השיפוט ($F_{(9,119)} = -3.51, P < .0001$) אבל לא במטלת ההפקה.

4א – שיפוט



4ב – הפקה

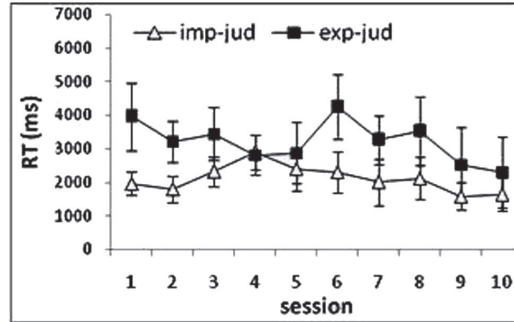


תרשים 4

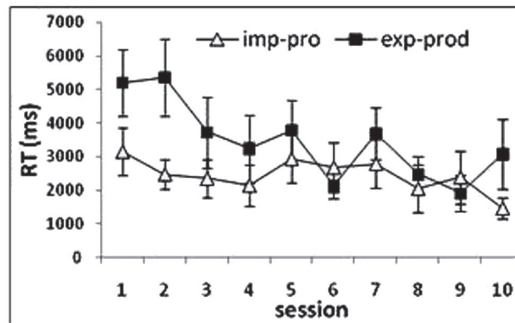
עקומות הלמידה של הישגי הדיוק (% correct) בפריטים החדשים במטלת השיפוט (jud) (4א) ובמטלת ההפקה (pro) (4ב) בלומדים האקספליסיטיים (exp) ובלומדים האימפליסיטיים (imp). הסטיות המוצגות = שגיאות התקן.

להוראה האקספליסיטית הייתה השפעה שלילית על הישגי המהירות. הלומדים האקספליסיטיים הראו הישגי מהירות נמוכים (איטיים) מאלה של קבוצת הביקורת. ההישגים של קבוצת הניסוי היו נמוכים משמעותית מאלה של קבוצת הביקורת במדידות המהירות ($t_{(14)} = -3.39, P = .0195$; $t_{(14)} = -2.64, P = .0044$); במטלות השיפוט וההפקה בהתאמה. לא נמצאה אינטראקציה משמעותית בין קבוצה ופגישה.

5א - שיפוט



5ב - הפקה



תרשים 5

עקומת הלמידה של הישגי המהירות (RT) בפריטים החדשים במטלת השיפוט (jud) ובמטלת ההפקה (pro) (5ב) בלומדים האקספליסיטיים (exp) ובלומדים האימפליסיטיים (imp). הסטיות המוצגות = שגיאות התקן.

התוצאות מצביעות על כך שבדומה לתוצאות ניסויים קודמים (Ferman, et al., 2009; Ferman & Karni, 2010), גם בקרב הלומדים האקספליסיטיים המרכיב הפונולוגי והמרכיב הסמנטי של החמ"מ נלמדו בלוח זמנים שונה ובאופן שונה. כל המשתתפים הצליחו ללמוד את המרכיב הפונולוגי (הפקה מדויקת של הפעלים המלאכותיים) ולמידה זו התרחשה תוך דיווח חלקי (לדוגמה, תוספת /v/ במקום /ev/ או שגוי (לדוגמה, תוספת /av/ במקום /ev/ על אודות אופן הביצוע, עובדה המצביעה על כך שהידע היה לפחות בחלקו אימפליסיטי. אף משתתף מקרב הלומדים האימפליסיטיים לא דיווח על גילוי המרכיב הסמנטי (חי-דומם) ובהמשך אף אחד מהם לא הצליח להכליל את החמ"מ באופן מדויק לפריטים חדשים (Ferman & Karni, 2010). לעומת זאת, 6/8 מהלומדים האקספליסיטיים דיווחו על ההבחנה הסמנטית בפגישה

הראשונה, אחד בפגישה שנייה, ואחד לא הצליח לדווח באופן אקספליסיטי על ההבחנה הסמנטית. אולם, חרף הדיווח, דיוק הביצוע בממוצע הקבוצתי בשיפוט והפקת הפריטים החדשים לא הגיע לאפקט התקרה גם בסיום התרגול; בתרשים 4 אפשר לראות שהדיוק הממוצע של הלומדים האקספליסיטיים נע בין 70%-19% בפגישה ראשונה ל-89%-42% בפגישה האחרונה, במטלות השיפוט וההפקה בהתאמה. בפגישה האחרונה 7/8 ו-6/8 מהלומדים האקספליסיטיים שדיווחו על ההבחנה הסמנטית הצליחו להכליל ברמה סבירה (>80%) את החמ"מ לפריטים חדשים במטלות השיפוט וההפקה בהתאמה.

דיון

תוצאות המחקר הנוכחי מראות בצורה ברורה שבגיל שמונה שנים להוראה האקספליסיטית-דרוקטיבית הייתה השפעה חיובית מרשימה על היכולת להכליל חוק מורפולוגי מלאכותי לפריטים חדשים, כמו גם על היכולת לשפוט ולהפיק פריטים חוזרים המייצגים את החמ"מ. בשני המקרים, השיפור בדיוק היה במחיר של האטת קצב הביצוע, עובדה המצביעה על התפתחות של תהליכי למידה דקלרטיביים.

כאשר ילדים בני שמונה שנים למדו לשפוט ולהפיק פריטים חוזרים של חמ"מ בלי שקיבלו הסבר מפורש על מהות החוק, אלא מחשיפה ותרגול (שיפוט והפקה) של הפריטים, כולם הצליחו ללמוד לשפוט ולהפיק את הפריטים החוזרים בצורה מדויקת ושוטפת (Ferman & Karni, 2010). במחקר הנוכחי נמצא שהוראה אקספליסיטית הביאה להישגים גבוהים יותר בדיוק הביצוע מאלה שהתקבלו בהוראה אימפליסיטית (תרשים 2). אולם, יתרון זה הופיע במחצית הראשונה של התרגול (פגישות 1-5) אבל לא במחצית השנייה שלו (פגישות 6-10). נראה שהשפעת ההוראה האקספליסיטית נעלמה כאשר הישגי הדיוק של הלומדים הגיעו לאפקט התקרה. בזמן שבו השתפרו הישגי הדיוק, חלה הרעה בהישגי המהירות, דהיינו האטה בשטף הביצוע (תרשים 3). כלומר, הלומדים האקספליסיטיים שפטו והפיקו את הפריטים החוזרים באופן מדויק יותר אבל באיטיות בהשוואה ללומדים האימפליסיטיים. שיפור בדיוק על חשבון מהירות הביצוע (speed accuracy trade off) מאפיין תהליכי למידה דקלרטיביים (Karni, et al., 1998; Korman, et al., 2003; MacKay, 1982; Stelmach, 1996). למידה אימפליסיטיים למידת הפריטים החוזרים הרגימה אפיונים של למידה פרוצדוראלית והייתה בעיקרה אימפליסיטית (Ferman, et al., 2009; Ferman & Karni, 2010). גם במחקר הנוכחי, המשך התרגול הניב שיפור בהישגי המהירות במקביל לשיפור בהישגי הדיוק מה שמעיד על פרוצדוראליזציה של הידע (Anderson, et al., 2004; Ferman, et al., 2009; Karni & Bertini, 1997; Robinson, 1996; Segalowitz, 2003). שבהשפעת ההוראה האקספליסיטית התרחשו תהליכי למידה אקספליסיטיים שהצטרפו לתהליכי הלמידה האימפליסיטיים. מעניין שההוראה האקספליסיטית השפיעה על האטת הביצוע במטלת השיפוט יותר מאשר במטלת ההפקה. בהשוואה בין זמני התגובה במטלת השיפוט (תרשים א3) ומטלת ההפקה (תרשים ב3) אפשר לראות שביצוע מטלת השיפוט היה

מהיר יותר מביצוע מטלת ההפקה וזאת אף על פי שהביצוע בשתי המטלות נשען על אותו ידע. אפשר להסביר נתונים אלה בכך שבמטלת השיפוט הלומדים התבססו במידה מסוימת לפחות על ניחוש שאיננו דורש משאבי קשב (תהליכים מהירים) בעוד שההפקה הייתה מבוקרת יותר ולכן איטית יותר. לפיכך, הגיוני שהצטרפות של תהליכי למידה אקספליסיטיים לתהליכים מהירים של ניחוש השפיע יותר על מהירות הביצוע מאשר הצטרפות של תהליכי למידה אקספליסיטיים לתהליכים מבוקרים ואיטיים מלכתחילה. בנוסף, האינטראקציה המשמעותית שנמצאה בעיבוד הסטטיסטי בין קבוצה ופגישה במדידות הדיוק בשתי המטלות יכולה להיות מוסברת על ידי הממצא שהחל מפגישת האימון השביעית הישגי הדיוק בשיפוט הפריטים החוזרים של קבוצת הביקורת עלו על אלה של קבוצת הניסוי (תרשים 2). נתונים אלה יכולים להצביע על כך שבשלב מסוים (מתקדם) של ידע (מיומנות), ההוראה האקספליסיטית הפריעה לביצוע האימפליסיטי של המטלה השפתית.

לפיכך, נראה שבמטלה אקספליסיטית של הפריטים החוזרים של החמ"מ התרחשה אינטראקציה דינמית בין תהליכי למידה אימפליסיטיים ואקספליסיטיים: מצד אחד תרומה של תהליכי למידה אקספליסיטיים ואימפליסיטיים ומצד שני הפרעות הדדיות (Ellis, 2005; Ferman, et al., 2009). ממצא זה תואם לגישה שלמידה של מיומנויות מושתתת על אינטראקציה מורכבת ודינמית בין מערכות הזיכרון הפרודוראלית והדקלרטיבית (Bitan & Karni, 2003; Kim & Baxter, 2001; Poldrack & Rodriguez, 2004; Sun, et al., 2005; Voss & Paller, 2008; Willingham & Goedert-Eschmann, 1999).

הממצא המרכזי במחקר הנוכחי הוא ההשפעה המרשימה של ההוראה האקספליסיטית על היכולת לגרום להתפתחות הידע הנחוץ להכללת החמ"מ לפריטים חדשים אצל ילדים בני 8 שנים. בעוד שבתנאי הלמידה האימפליסיטיים אף אחד מן המשתתפים לא הצליח לדווח על ההבחנה הסמנטית העומדת במהות החמ"מ, ובהמשך, אף לא אחד מהלומדים הצליח להכליל את החמ"מ לפריטים חדשים, במחקר הנוכחי, כאשר סופק הסבר על מהות החמ"מ, רוב (7/8) המשתתפים הצליחו לדווח על המרכיב הסמנטי כבסיס לחוק ואותם לומדים הצליחו לשפוט ולהפיק באופן מדויק (>80% דיוק) את הפריטים החדשים במטלות השיפוט וההפקה. תוצאות אלה יכולות להעיד שהסבר על מהות החוק סייע בגיבוש ידע דקלרטיבי על אודות החמ"מ ואפשר לרוב המשתתפים להכליל באופן מדויק לפריטים חדשים. במטלת השיפוט, להוראה האקספליסיטית הייתה השפעה מרשימה מראשית התרגול והפער בין שתי הקבוצות נשמר עד לסיומו. מעניין שבמטלת השיפוט בשני סוגי הלמידה לא היה שיפור משמעותי בהישגי הדיוק במהלך התרגול (תרשים 4א). לעומת זאת, במטלת ההפקה השפעת ההוראה האקספליסיטית התעצמה עם התרגול (תרשים 4ב). בעוד שהלומדים האימפליסיטיים לא הדגימו שיפור משמעותי במהלך התרגול, הלומדים האקספליסיטיים הראו שיפור מרשים ומשמעותי במהלך התרגול. ייתכן שהבדל זה בין קצב התפתחות המיומנות השפתית במטלת השיפוט וההפקה נובע מכך שהסבר שסופק הספיק לביצוע מדויק של מטלת השיפוט (החלטה: נכון/לא נכון) אולם, לביצוע מדויק של מטלת ההפקה נדרש ידע מלא ומורכב יותר.

שוב, בעוד שההוראה האקספליסיטית השפיעה באופן חיובי על דיוק הביצוע בהכללת

החמ"מ לפריטים החדשים, ההשפעה שלה על מהירות הביצוע הייתה שלילית: הלומדים האקספליסיטיים ביצעו את שתי המטלות באיטיות יחסית ללומדים האימפליסיטיים. כפי שצוין לעיל, תופעה זו של דיוק על חשבון המהירות (speed-accuracy trade-off) מאפיינת למידה דקלרטיבית (Karni, et al., 1998; Korman, et al., 2003; MacKay, 1982; Stelmach, 1996). ממצא זה יכול להוות עדות נוספת לגיבוש ידע דקלרטיבי על אודות מהות החמ"מ, ומצטרף לממצא של מחקרים קודמים שהצביעו על כך שלמידת הכללה של חמ"מ לפריטים חדשים מדגימה אפיונים של למידה דקלרטיבית, ושידע דקלרטיבי זה הוא תנאי ליכולת ההכללה של החמ"מ לפריטים חדשים (Ferman, et al., 2009; Ferman & Karni, 2010). ממצא זה אינו מפתיע בהתייחס לכך שבעוד שידע פרוצדוראלי הוא ספציפי לתנאי התרגול וקשה להכללה (Karni & Bertini, 1997; Korman, et al., 2003), ידע דקלרטיבי מוכלל בקלות יחסית (Cohen, et al., 1997).

אפשר היה לצפות שהוראה הכוללת הסבר גלוי ומפורש על מהות של חוק נלמד תניב למידה מהירה של החמ"מ והכללתו לפריטים חדשים. אולם, לא כך קרה. ההישגים הממוצעים של בני ה-8 בהכללת החמ"מ לפריטים החדשים עברו את סף המקריות (<70%) במטלת ההפקה רק בפגישה השמינית. במטלת השיפוט בפריטים החדשים הממוצע הקבוצתי של דיוק הביצוע אמנם הגיע לשיעור סף המקריות כבר בפגישה ראשונה, אולם במהלך התרגול ובפגישה האחרונה (עשירית) הוא לא עלה על 87% דיוק (תרשים 4). הישגים נמוכים אלה מעידים שבני ה-8 לא הצליחו להשתמש בקלות בידע הדקלרטיבי שהתהווה (העדות להתהוותו היא הדיווח). ממצא זה מתיישב עם הדעה שבילדות המוקדמת מערכת הלמידה הדקלרטיבית עדיין לא בשלה (DiGiulio, et al., 1994; Drummey & Newcombe, 1995; Parkin & Streete, 1988). אולם, ייתכן שגם בשלות לא מלאה של מערכת הזיכרון הפרוצדוראלית בגיל 8 שנים יכולה להסביר חלק מהקושי להשתמש בידע האקספליסיטי שהתהווה (DiGiulio, et al., 1988). הכוונה היא ליכולת לבצע פרוצדוראליזציה של הידע הדקלרטיבי (Bitan & Karni, 2003; Ferman, et al., 2009; Sun, et al., 2005).

תנאי הלמידה האקספליסיטיים בניסוי הנוכחי הצליחו לעורר תהליכי למידה אקספליסיטיים מספקים לשיפוט והפקה מדויקים של הפריטים החדשים בקרב 7/8 מהמשתתפים אבל לא אצל כולם. כלומר, חרף העובדה שבכל פגישה כל משתתף קיבל הסבר על מהות החמ"מ, משתתף אחד לא הצליח לדווח באופן אקספליסיטי על מהות החמ"מ ובהמשך, אותו משתתף אף לא הצליח להכליל את החמ"מ באופן מדויק לפריטים חדשים בשתי המטלות. ממצא זה תואם לתוצאות המחקר הקודם שבו 7/8 מבני ה-12 ו-7/8 מהמבוגרים הצעירים הצליחו לדווח באופן אקספליסיטי על הידע העומד בבסיס החוק ואותם 14/16 לומדים הצליחו בהמשך להכלילו לפריטים חדשים (Ferman, et al., 2009). ממצא זה משקף שונות בין-אישית בבשלות של מערכות הלמידה והזיכרון (De Graaff, 1997; Gardner, 2000; Robinson, 1995). אחת הטענות היא שלמידה אימפליסיטית המאפיינת ילדים לעומת למידה אקספליסיטית המאפיינת מבוגרים מעניקה לילדים יתרון בלמידת שפה. ההסבר לכך הוא מורכבותה של

הארכיטקטורה השפתית והקושי ללמוד מערכת מורכבת זו באופן אקספליסיטי (DeKeyser & Larson-Hall, 2005). תוצאות המחקר הנוכחי מצביעות על כך שידע דקלרטיבי מסייע גם לילדים בלמידת חוקי שפה. לפיכך, ממצאי המחקר הנוכחי תומכים בגישה שבשלות של הזיכרון הדקלרטיבי במבוגרים הינה יתרון (DiGiulio, et al., 1997; Ferman & Karni, 2010; Thomas, et al., 2004; Ullman, 2001).

לסיכום, המחקר הנוכחי מספק עדויות ברורות לכך שעבור ילדים צעירים הלומדים מטלה שפתית מורכבת הדומה במהותה לחוקים מורפולוגיים של שפה טבעית, הסבר מפורש על אודות הידע יכול להאיץ תהליכי למידה אקספליסיטיים הנחוצים ללמידתו ובעיקר להכללתו לפריטים חדשים (DeKeyser, 1995; Robinson, 1996). תוצאות אלה מחזקות את הגישה שמערכת הזיכרון הדקלרטיבית עדיין לא בשלה בילדות המוקדמת, ונדרשים תנאים מיוחדים בגיל זה על מנת לעורר אותה לפעול. ייתכן שגם בשלות לא מלאה של מערכת הזיכרון הפרוצדוראלית עומדת בבסיס הקושי של ילדים צעירים ללמוד להכליל חוק מורפולוגי לפריטים חדשים (DiGiulio, et al., 1994; Ferman & Karni, 2010; Thomas, et al., 2004). לתוצאות יכולות להיות השלכות מעשיות על בניית תוכניות להוראה של מטלות שפתיות מורכבות בילדים. לילדים, יותר מאשר למבוגרים, נחוץ הסבר מפורש על מהות הידע יחד עם תרגול מתמשך.

ביבליוגרפיה

- Anderson, J.R., Bothell, D., Byrne, M.D., Douglass, S., Lebiere, C., & Qin, Y. (2004). An integrated theory of the mind. *Psychological Review*, 111, 1036-1060.
- Birdsong, D. (2006). Age and second language acquisition and processing: A selective overview. *Language Learning*, 56, S1, 9-49.
- Bitan, T., & Karni, A. (2003). Alphabetical knowledge from whole words training: Effects of explicit instruction and implicit experience on learning script segmentation. *Cognitive Brain Research*, 16, 323-337.
- Cleeremans, A., Destrebecqz, A., & Boyer, M. (1998). Implicit learning: News from the front, *Trends in Cognitive Science*, 2, 406-416.
- Cohen, N., Poldrack, R.A., & Eichenbaum, H. (1997). Memory for items and memory for relations in the procedural/declarative memory framework. *Memory*, 5, 131-178.
- De Graaff, R. (1997). The experanto experiment: Effects of explicit instruction on second language acquisition. *Studies in Second Language Acquisition*, 19, 249-276.

- DeKeyser, R.M. (2003). Implicit and explicit learning. In C. Doughty & M. Long (Eds.), *Handbook of second language acquisition* (pp. 313-348). Oxford UK: Blackwell.
- DeKeyser, R.M. (1995). Learning second language grammar rules: An experiment with a miniature linguistic system. *Studies in Second Language Acquisition*, 17, 379-410.
- DeKeyser, R. (1997). Beyond explicit rule learning: Automatizing second language morphosyntax. *Studies in Second Language Acquisition*, 19, 195-222.
- DeKeyser, R., & Larson-Hall, J. (2005). What does the critical period really mean? In J.F. Kroll & A.M.B. De Groot (Eds.), *Handbook of Bilingualism: Psycholinguistic Approaches* (pp. 88-108). Oxford: Oxford University Press.
- DiGiulio, D.V., Seidenberg, M., O'Leary, D.S., & Raz N. (1994). Procedural and declarative memory: A developmental study. *Brain & Cognition*, 25, 79-91.
- Drummey, A.B., & Newcombe, N. (1995). Remembering versus knowing differences: A question of developmental level? *Journal of Experimental Child Psychology*, 59, 549-565.
- Ebersbach, M., & Resing, W.C.M. (2008). Implicit and explicit knowledge of linear and exponential growth in 5- and 9-year-olds. *Journal of Cognition and Development*, 9, 286-309.
- Ellis, R. (1993). The structural syllabus and second language acquisition. *TESOL Quarterly*, 27, 91-117.
- Ellis, N.C. (2005). At the interface dynamic interactions of explicit and implicit language knowledge. *Studies in Second Language Acquisition*, 27, 305-352.
- Ellis, R. (2006). Modelling learning difficulty and second language proficiency: The differential contributions of implicit and explicit knowledge. *Applied Linguistics*, 27/3, 431-463.
- Ferman, S., & Karni, A. (2010). No childhood advantage in the acquisition of skill in using an artificial language rule. *PLoS ONE* 5(10) e13648. Accessed October 27, 2010.
- Ferman, S., Olshtain, E., Schechtman, E., & Karni, A. (2009). The acquisition of a linguistic skill by adults: Procedural and declarative memory interact in the learning of an artificial morphological rule. *Journal of Neurolinguistics*, 22, 384-412.
- Fletcher, J., Mayberry, M., & Bennet, S. (2000). Implicit learning differences: A question of developmental level? *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition*, 26, 246-252.

- Friederici, A.D., Steinhauer, K., & Pfeifer, E. (2002). Brain signatures of artificial language processing: Evidence challenging the critical period hypothesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 99, 529-534.
- Gardner, H. (2000). *Intelligences reframed: Multiple Intelligences for the 21st Century*, New York: Basic Books.
- Gomez, R.L. (1997). Transfer and complexity in artificial grammar learning. *Cognitive Psychology*, 33, 154-206.
- Hulstijn, H. (2005). Theoretical and empirical issues in the study of implicit and explicit second language learning. *Studies in Second Language Acquisition*, 27, 129-140.
- Johnson, J.S., & Newport, E.L. (1989). Critical period effects in second language acquisition: The influence of maturational state on the acquisition of English as a second language. *Cognitive Psychology*, 21, 60-99.
- Karni, A., & Bertini, G. (1997). Learning perceptual skills: Behavioral probes into adult cortical plasticity. *Current Opinion in Neurobiology*, 7, 530-535.
- Karni, A., Meyer, G., Rey-Hipolito, C., Jezzard, P., Adams, M.M., Turner, R., & Ungerleider, G. (1998). The acquisition of skilled motor performance: Fast and slow experience-driven changes in primary motor cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 95, 861-868.
- Kim, J.J., & Baxter, M.G. (2001). Multiple brain-memory systems: The whole does not equal the sum of its parts. *Trends in Neuroscience*, 24, 324-330.
- Knowlton, B.J., & Squire, L.R. (1994). The information acquired during artificial grammar learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 20, 79-91.
- Korman, M., Raz, N., Flash, T., & Karni, A. (2003). From novelty to familiarity: Practice makes transfer imperfect. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 100, 12492-12497.
- Krashen, S. (1994). The input hypothesis and its rivals. In N.C. Ellis (Ed.), *Implicit and explicit learning of languages* (pp. 45-78). San Diego, CA: Academic Press.
- Lenneberg, E. (1967). *Biological Foundations of Language*. New York: Wiley.
- MacKay, D.G. (1982). The problems of flexibility, fluency, and speed-accuracy trade off in skilled behavior. *Psychological Review*, 89, 483-506.

- Marinova-Todd, S.H., Marshall, D.B., & Snow, C.E. (2000). Three misconceptions about age and L2 learning. *TESOL Quarterly*, 34, 9-34.
- Nadel, L., & Zola-Morgan, S. (1984). Infantile amnesia: A neurobiological perspective. In M. Moscovitch (Ed.), *Infant Memory* (pp. 145-172). New York: Plenum Press.
- Parkin, A.J., & Streete, S. (1988). Implicit and explicit memory in young children and adults. *British Journal of Psychology*, 79, 361-369.
- Poldrack, R.A., & Rodriguez, P. (2004). How do memory systems interact? Evidence from human classification learning. *Neurobiology of Learning and Memory*, 82, 324-333.
- Pothos E.M. (2007). Theories of artificial grammar learning. *Psychological Bulletin*, 3, 227-244
- Reber, A. (1976). Implicit learning of syntethic languages: The role of instructional set. *Journal of Experimental psychology: Human Learning and memory*, 2, 88-94.
- Robinson, P. (1995). Attention, memory, and the “Noticing” hypothesis. *Language Learning*, 45, 283-331.
- Robinson, P. (1996). Learning simple and complex second language rules under implicit, incidental rule search and instructed conditions. *Studies in Second Language Acquisition*, 18, 27-67.
- Saffran, J.R. (2001). The use of predictive dependencies in language learning. *Journal of Memory and Language*, 44, 493-515.
- Saffran, J.R. (2002). Constraints on Statistical Language Learning. *Journal of Memory and Language*, 47, 172-196.
- Segalowitz, N. (2003). Automaticity and second languages. In C. Doughty & M. Long (Eds.), *Handbook of second language acquisition* (pp. 382-340). Oxford, UK: Blackwell.
- Smith, L., & Yu, C. (2008). Infants rapidly learn word-referent mappings via cross-situational statistics. *Cognition*, 106, 1558-1568.
- Stelmach, G.E. (1996). Motor learning: Toward understanding acquired representation. In J. Bloedel, T. Ebner, & S. Wise (Eds.), *Motor learning* (pp. 391-408). Boston: MIT Press.
- Strokel, H.L. (2001). Learning new words: Phonatactic probability in language development. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 44, 1321-1338.

- Sun, R., Slusarz, P., & Terry, C. (2005). The Interaction of the Explicit and the Implicit in Skill Learning: A Dual-Process Approach. *Psychological Review*, 112, 159-192.
- Taraban, R. (2004). Drawing learners' attention to syntactic context aids gender-like category induction. *Journal of Memory and Language*, 51, 202-216.
- Thomas, K.M., Hunt, R.H., Vizueta, N., Sommer, T., Durston, S., Yang, Y.W., & Michael, S. (2004). Evidence of developmental differences in implicit sequence learning: An fMRI study of children and adults. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16, 1339-1351.
- Tokowicz, N., & MacWhinney, B. (2005). Implicit and explicit measures of sensitivity to violations in second language grammar: An Event-Related Potential investigation. *Studies in Second Language Acquisition*, 27, 173-204.
- Voss, J.L., & Paller, K.A. (2008). Brain substrates of implicit and explicit memory: The importance of concurrently acquired neural signals of both memory types. *Neuropsychologia*, 46, 3021-3029.
- Ullman, M.T. (2001). The neural basis of lexicon and grammar in first and second language: The declarative/procedural model. *Bilingualism: Language and Cognition*, 4, 105-122.
- Williams, J. (2005). Learning without awareness. *Studies in Second Language Acquisition*, 27, 269-304.
- Willingham, D.B., & Goedert-Eschmann, K. (1999). The relation between implicit and explicit learning: Evidence for parallel development. *Psychological Science*, 10, 531-534.

נספח 1**רשימת הפריטים החוזרים**

1. הכרור kafts'ar
2. האוטו dars'ar
3. הילד sixk'ev
4. הסנאי kafts'ev
5. המחשב samr'ar
6. הטנק tips'ar
7. החייל samr'ev
8. הנהג tsafir'ev
9. הסנאי tips'ev
10. הכרור nafl'ar
11. הילד nafl'ev
12. המחשב sixk'ar
13. החייל pag'ev
14. האוטו tsafir'ar
15. הנהג dars'ev
16. הטנק pag'ar