

מחקר בהוראת שפה

התנהגותו של הזיכרון האנושי בעת הטמעת אוצר מילים בשפה זרה

יהודה לביא

כיצד מתנהג הזיכרון כאשר מטמיעים אוצר מילים של שפה זרה? וכיצד ניתן ליישם את הידע על התנהגות הזיכרון כדי להטמיע טוב יותר אוצר מילים אצל תלמידים הלומדים שפה זרה או שנייה? שאלה זו עלתה במסגרת מחקר אקדמי שערך כתב שורות אלו באוניברסיטת פריז 8. תופעת הזיכרון שנבדקה ידועה בשם Spacing Effect (אפקט הריווח). מטרת המחקר הייתה למצוא כיצד יכולה תוכנת מחשב להטמיע אוצר מילים אצל הלומד באופן האופטימלי ביותר. המסקנות יכולות לשרת כל מסגרת לימודית - לימוד עצמאי או לימוד במסגרת של כיתה.

מהו אפקט הריווח?

אפקט הריווח (Spacing effect) הוא תופעה רחבת היקף בתחום הזיכרון. ניתן לתאר אותה בקירוב כך: אם אדם לומד מידע כלשהו פעמיים, כלומר בשני שיעורים שונים, הסיכוי שיזכור אותו לאורך זמן גדל כל שהרווח בין שני השיעורים יהיה גדול יותר. באופן כללי ניתן להסיק מכך שאם יש לנו זמן מוגבל ללימוד (למשל, רק דקות אחדות ביום) ומנגד איננו להוטים לסיים את הלימוד במהרה, עדיף שמרווחי הלימוד בין השיעורים יהיו גדולים יותר. ככל שיהיו גדולים יותר, מראה המחקר, כך יוטמע המידע בזיכרון לטווח ארוך יותר.

שינון יתר אינו מועיל

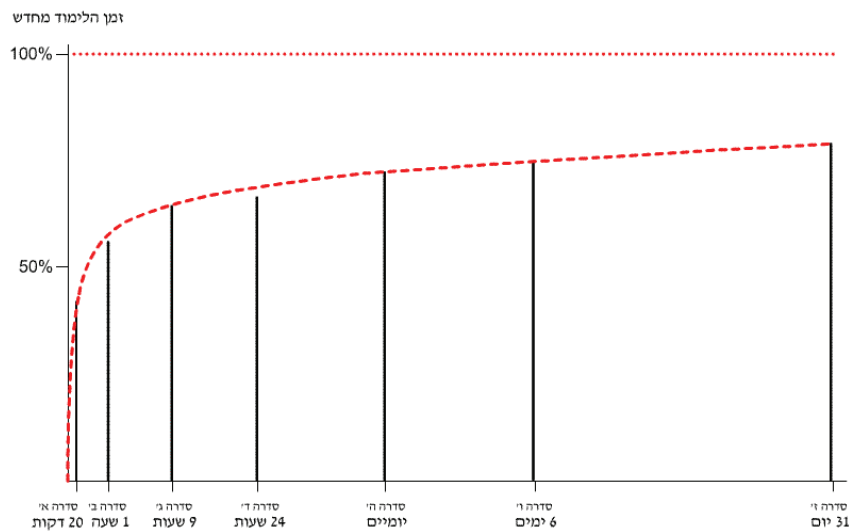
דיווח ראשון על אפקט הריווח נמסר במחקר שפרסם הפסיכולוג הרמן אבינגהאוס (Ebbinghaus) ב-1885. בסדרת ניסויים שערך על עצמו במשך שש שנים, הוא שינון סדרות של הברות (חלקי מילה) חסרות פשר. היתרון בהיותן של ההברות חסרות מובן הוא בכך שההזכרות שלו בהן לא יכולה להסתמך על רמזים ואסוציאציות של תוכן; משמע, זהו מחקר על זיכרון 'טהור'. ראשית, הוא גילה שישנו גבול ליכולת ההטמעה באותו מחזור לימוד (באותו שיעור): לאחר ששינון סדרה של הברות עד שידע אותה בעל פה, הוסיף ושינון אותה מיד עוד שלוש פעמים (למידה מועמסת). בשיעור שלמחרת שינון את הסדרה שוב עד שידע אותה בעל פה. הזמן שלקח לו לשנון אותה מחדש היה כמובן קטן יותר: ההפרש בין זמני הלימוד ביטא את מידת ההטמעה בזיכרון משיעור לשיעור. אך הוא מצא שהלמידה המועמסת בשיעור הראשון לא הצדיקה את עצמה; הזמן שהוקדש ללמידה המועמסת היה גדול פי שישה (!) מהזמן שנחסך בשיעור שלמחרת. במילים אחרות:

מילות מפתח: אפקט הריווח בזיכרון, אחזור מילים, אחזור מידע, זיכרון לטווח קצר, זיכרון לטווח ארוך, הטמעת מידע, תנאים אופטימליים לאחזור, זיהוי, קידוד מידע בלימוד שפה זרה

יהודה לביא הוא דוקטורנט באוניברסיטת פריז 8 בתחום לימוד שפות מונחה מחשב. במקצועו הוא מתכנת, יועץ ומפיק פרויקטים מונחי מחשב ללימוד שפות, ובעל חברת הייעוץ mayointeractive.com

מרגע שמצליחים לאחזר את המידע מן הזיכרון במשך השיעור, שינון נוסף לא ייתן הטמעה טובה בהרבה. רוב המידע נשכח כמעט מיד.

כמה מן המידע שלמדנו אנו שוכחים בחלוף הזמן? בניסוי של אבינגהאוס, התברר שרוב המידע החדש שנלמד בשיעור נשכח כשעה לאחריו. אבינגהאוס הגדיר את עקומת השכחה (Forgetting Curve), והראה שהשכחה שלנו היא אקספוננציאלית בטבעה (גרף 1): מיד לאחר השיעור תהיה ירידה חדה בזיכרון, אך ככל שיעבור זמן רב יותר יתמתן קצב השכחה (בניגוד אולי למה שנדמה, שהזיכרון 'מחזיק מעמד' ורק לאחר זמן-מה מתחיל 'לדעוך'). תיאור הניסוי: אבינגהאוס למד 7 סדרות שונות של הברות. לכל סדרה הקדיש שני שיעורים, במרווח מסוים של זמן ביניהם. למשל, את סדרה א' (ראו גרף 1) למד בשני שיעורים שהרווח ביניהם היה 20 דקות. את סדרה ז' למד בשני שיעורים שהרווח ביניהם היה 31 יום. כדי ללמוד מחדש את סדרה א' בשיעור השני (לאחר 20 דקות, כאמור) הוא נזקק רק לכ-40% מהזמן שהיה דרוש לו בשיעור הראשון. לעומת זאת, לאחר 31 יום נזקק לכ-75% מהזמן כדי להגיע שוב לזכירה מלאה. מעניין עם זאת לראות שכמות מסוימת של המידע, כ-25%, תישאר לאורך זמן רב מאוד גם ללא למידה חוזרת. אבל מסקנה לא פחות מעניינת היא שההבדל בין רווח של 6 ימים לבין זה של 31 יום אינו גדול מבחינת ה'נזק' שנגרם להטמעה בזיכרון ומבחינת מידת המאמץ שצריך להשקיע כדי לשוב ולרכוש את הידע בשלמותו. כלומר, **מרווח גדול בין שיעורים אינו פסול מעיקרו.**



גרף 1 - מידת הלמידה מחדש כדי להשיג שוב ידיעה מלאה, יחסית לזמן הלמידה שנדרש בתחילה.

יש לזכור כי בניסוי של אבינגהאוס אי אפשר היה לזכור את הסדרה בשלמותה כבר לאחר 20 דקות מתום הלימוד; היה צורך לחזור ולשנן שוב את הסדרות. אבינגהאוס הראה, אם כן, שגם אם איננו מצליחים לאחזר מידע מן הזיכרון, עדיין נותרים עקבות חלקיים של המידע שנלמד: הוא הוכיח כי תהליך ההטמעה של הגירוי מתחיל למן החזרה הראשונה ומצטבר באופן רציף. גם אם בשיעורים הראשונים לא ניתן לשלוף דבר מן הזיכרון, כל שיעור מוסיף להטמעה. עקבות השיעורים מצויים בזיכרון, וכל שיעור מוסיף עליהם עד לרגע שבו ההטמעה מבשילה לכדי אחזור המידע מן הזיכרון.

למידה על פני כמה שיעורים עדיפה

עיקר מחקרו של אבינגהאוס מגלה ומגדיר את אפקט הריווח, או את הלמידה במרווחים של זמן בין השיעורים. בניסוי שבו הוא למד למידה מרווחת (Spaced Repetition), הוא שינן סדרות של הברות יום אחרי יום, במשך שבעה שיעורים בסך הכול, שיעור לכל יום. הוא מגלה שבכל יום הוא צריך להשקיע מחצית מהזמן שהשקיע ביום הקודם. כלומר, גם עקומת הלמידה היא בעלת מאפיינים אקספוננציאליים. פירושו של דבר הוא שככל שהסדרה יותר יציבה בזיכרון ויותר קרובה לידיעה מלאה, כך השיפור הנוסף קשה יותר. מנגד, כאשר הוא משווה את התוצאות הללו לאלו שקיבל עבור לגבי הלמידה המועמסת, מתברר שהוא משיג אותו חיסכון בלמידה גם בלמידה מרווחת, אבל בכחצי מכמות ההשקעה. זהו אפקט הריווח וזה יתרונו.

ניתן לנסח את תוצאות שני הניסויים האלה כך: אם פעולת הלימוד בשיעור הצליחה להטמיע מידע חדש בזיכרון, יהיה קושי הולך וגובר לשפר את ההטמעה במשך אותו שיעור עצמו, ועדיף יהיה להשקיע את המאמץ בשיעור הבא.

היכולת להתבטא מול היכולת להבין

אבינגהאוס גם ביסס מושגי יסוד שאפשר בעזרתם לבחון את מידת ההטמעה בזיכרון: *אחזור או היזכרות (recall)* - היכולת להיזכר בגירוי שנלמד, בלי שהוא מוצג לפנינו לצורך זיהוי. זוהי היכולת החזקה ביותר להיזכר, בניגוד לזיהוי (ראו להלן). נדמה כי ניתן להקביל אותה ליכולת ביטוי בשפה (דיבור, כתיבה), שאז המילה עומדת לרשות הלומד באופן מלא; הדובר חושב על משמעות והוא יודע מהי המילה שמשויכת אליה (היזכרות חופשית - free recall), או שהוא מסוגל לתרגם מילה משפת אמו לשפה הזרה (היזכרות לפי רמז - cued-recall).

זיהוי (recognition) - היכולת לזהות מבין מספר גירויים את אלו שנלמדו. זוהי מידה 'חלשה' יותר של זיכרון, כאשר המילה אינה מאוחזרת באופן חופשי, אלא רק מזוהה. גם כאן נדמה כי ניתן ליצור הקבלה, והפעם ליכולת הקליטה של המשתמש בשפה (האזנה, קריאה); השומע שומע את המילה (או קורא את הסימן בשפה הזרה) ומצליח לפענח את משמעותה או לתרגמה לשפת אמו.

חסכוניות (savings) - עקבות חלקיים של הגירוי המצויים בזיכרון אך אינם מאפשרים היזכרות או אף זיהוי של הגירוי. אין דרך למדוד את נוכחותם באמצעות מבחני אחזור או זיהוי. הדרך היחידה לעמוד על מידת העקבות בזיכרון שהותירה הלמידה היא ללמוד מחדש את הגירוי. לאחר הלמידה מודדים את מידת ההשקעה שנדרשה ללימוד, יחסית לפעם הקודמת בה הוא נלמד. חיסכון בהשקעה פירושו שהלימוד מחדש של הגירוי מבוסס על עקבות קיימים של זיכרון. ניתן להקביל שלב זה לאותו שלב בלמידה של שפה נוספת, שבו תהליך ההטמעה מצוי בשלב של 'דגירה', ועדיין אינו נושא פרי ללומד.

ההגדרות האלה עשויות לשמש להבנה טובה יותר של תופעה המוכרת למורים ללימוד שפה זרה: לרוב, לומדי שפה זרה מסוגלים להבין הרבה מילים יחסית לאוצר המילים הדל יותר שבו הם משתמשים כשהם מדברים. בין שאר הסיבות לתופעה, ניתן להניח שהיא נובעת גם מרמת ההטמעה של המילה בזיכרון: הטמעה ברמה של זיהוי תאפשר קריאה או שמיעה, בעוד שהטמעה ברמה גבוהה יותר, של אחזור, תאפשר דיבור או כתיבה. מכאן שאחד המפתחות להבעה עשירה בעל פה בשפה הזרה הוא ההטמעה של אוצר מילים עד לרמה של אחזור, ולא רק של זיהוי. אם ננסה לתרגם את המסקנה לשיטת לימוד, נוכל למשל לומר שרצוי להתמקד באחזור של מילים בשפה הזרה; עדיף שהתלמיד יקבל את פירוש המילה בשפת האם ויתבקש לאחזר את המילה

בשפה הזרה (היזכרות לפי רמז). הפעולה ההפוכה - הצגת המילה בשפה הזרה ובקשה לתת את משמעותה - אינה אלא פעולת זיהוי, שהיא כאמור דרגה חלשה יותר של פעולת הזיכרון מאשר האחזור.

אפקט הריווח ניתן ליישום גם במסגרת השיעור הבודד

במהלך השנים התפתחו מספר תבניות של ניסויים (פרדיגמות) סביב המושגים אפקט הריווח ולמידה מרווחת. ישנם ניסויים, למשל, שבודקים שינון של מספר פריטים, כאשר הריווח ביניהם אינו זמן שעובר בין שני שיעורים אלא פריטים אחרים שנלמדים. כך, למשל, לומדים סדרת מילים, מיד אחר כך לומדים משהו אחר, ואז לומדים שוב את אותה סדרת מילים, והכל מתרחש באותו שיעור עצמו. המחקר אינו מבדיל בין סוגי הריווח השונים, וכדי להבדיל ביניהם אציין להלן מתי מדובר בריווח העשוי מפריטים אחרים שנלמדים - ריווח פריטים, ומתי מדובר בריווח של זמן שעובר בין השיעורים - ריווח זמן.

הניסויים מגלים שבשני סוגי הריווח מתקבל אותו אפקט: עלייה מתמדת ביכולת הזכירה ככל שהריווח גדול יותר. מסקנה מעשית לגבי עבודה עם אוצר מילים יכולה להיות, למשל, למידה של רשימת מילים בתחילת השיעור, למידה של משהו אחר (ריווח פריטים), ואז חזרה ללמידה נוספת של אותה רשימת מילים לקראת סופו של השיעור.

כדי להבין טוב יותר את מנגנון ההטמעה בזיכרון, אסקור להלן מספר ניסויים שנעשו במהלך עשרות השנים האחרונות. כל ניסוי שופך אור על מימד נוסף של פעולת הזיכרון, וטומן בחובו מסקנות פדגוגיות מעשיות. ישנם ניסויים קצרים מאוד, שבהם הלמידה ומבחן הזכירה מתרחשים כולם בטווח של דקות או שעות (בדרך כלל מדובר בריווח העשוי מפריטים אחרים שנלמדים), וישנם ניסויים שמתמשכים זמן רב, כאשר בין השיעורים השונים מפרידים שבועות, חודשים ואפילו שנים: אחד הניסויים הארוכים ביותר, הניסוי של בחריק (Bahrick et al. 1993), ארך תשע שנים.

ניסויים קצרי מועד (על בסיס ריווח-פריטים)

גלנברג (Glenberg, 1977). בניסוי בהיקף קצר מועד בדק גלנברג למידת רשימה של 75 מילים באמצעות הצגה של הרשימה פעם אחת בלבד. מיד לאחר הצגתה נערכה בדיקת זיכרון ללומדים. בתוך הרשימה היו מילים שהופיעו פעמיים (6 זוגות מילים ברשימה של 75 מילים), במרווחים שונים (ריווח-פריטים). כל זוג שובץ בריווח שונה: 2, 5 ו-17. התוצאה מלמדת כי ריווח של 17 פריטים יעיל יותר מריווח של 5, וריווח זה יעיל יותר מ-2.

כהנא והאווארד (Kahana & Howard, 2004). בניסוי שאף הוא היה קצר מועד בדקו השניים ריווח-פריטים ברשימות שבהן היה ריווח מסוג אחד בלבד. גם כאן התגלתה עדיפות לריווח גדול יותר: ריווח בין 6 ל-20 פריטים (כלומר מילים שהוצגו ללומד פעמיים, כשביניהם הוצגו שש עד עשרים מילים אחרות) עדיף על ריווח בין 2 ל-6 פריטים, שעדיף על ריווח אפס (למידה 'מועמסת' של מילים שהוצגו פעמיים רצוף). ההפרש הכולל בין הריווחים האלה העניק 15% שיפור בזכירה.

אי הצלחה בהסבר יעילותו של אפקט הריווח

היפותזות שמנסות להסביר את אפקט הריווח מדגישות לרוב את היעילות של למידה מרווחת או לחילופין את חוסר היעילות של הלמידה המועמסת. בבסיסן מונח הרעיון שככל שהריווח גדול יותר, הלומד יתקשה לאחזר את הפריט ולכן ייצור קידוד מחודש בזיכרון של הפריט הנלמד, קידוד שונה באופן כזה או אחר מהקידוד שנוצר בפעם הקודמת. הצטברות של קידודים שונים תעבה

באופן זה את ההטמעה של הפריט בזיכרון, ותיצור דרכי גישה רבות יותר אל המידע שבזיכרון (Greene, 1989). לרעיון זה קוראים 'הגיוון בקידוד' (Encoding variability). תאוריית 'החסר בקידוד' (Encoding Deficit) היא אותה הגברת בשינוי אדרת: היא מתמקדת באי היעילות של הקידוד בעת למידה מועמסת. לפי תאוריה זו, מכיוון שהפריט נמצא עדיין בזיכרון העבודה של הלומד, באופן לא-רצוני הוא אינו מקדיש לו תשומת לב לצורך קידודו בזיכרון עם הופעתו המידית בשנית. גרסה אחרת של אותה תאוריה נקראת 'עיבוד לא מספק' (Deficient Processing), והיא מתמקדת בעיבוד שהלומד נמנע מלעשות באופן רצוני, מתוך ההרגל, ומתוך זה שהוא לוקח את הפריט הנלמד כמובן מאליו, משום שהוא, כאמור, עדיין בזיכרון העבודה שלו. לפי תאוריות אלו, אפקט הריווח תלוי באופן הלימוד בלבד, באופן שבו הלומד מעבד ומקדד את הפריט: בשיעור הראשון הוא לא יקדד שוב את הפריט כי אין לו צורך בזה, ולכן למידה מועמסת אינה יעילה. לכאורה, אם נצליח להטיל על הלומד מאמץ נוסף לעיבוד ולקידוד הפריט במהלך אותו שיעור עצמו, נוכל לקבל תחליף לאפקט הריווח. למשל, אם נשאל שאלות שונות על אותו פריט, או אם ניתן משימות שונות באופיין ביחס לאותו פריט במהלך שיעור אחד. הפרכה חלקית של רעיון זה נוכל לראות בניסוי משנת 1981, שבו מראים גלנברג וסמית' (Glenberg & Smith, 1981) כי **אם ניתן משימות שונות ברצף, באותו שיעור, לא נשפר את יכולת האחזור אלא בעיקר את יכולת הזיהוי**. מכאן נובע שכדי לשפר את יכולת הביטוי בשפה - יכולת שזקוקה ליכולת אחזור של המילים ולא רק לזיהוי שלהן - עדיפה למידה מרווחת על פני למידה רציפה העשירה במשימות מגוונות.

ניסויים לתקופות ארוכות (על בסיס ריווח-זמן)

בדומה לניסויים שנסקרו לעיל (ובניגוד מסוים למחקר החלוצי של אבינגהאוס), סובב חלק ניכר מן המחקר בנושא אפקט הריווח בעשרות השנים האחרונות סביב ניסויים קצרי מועד, כלומר ניסויים המתרחשים באותו יום או בטווח של כשבוע, ומבוססים על ריווח-פריטים בעת הלמידה. גם ההיפותזות והתאוריות מכוונות יותר, כך נדמה, לסוג זה של ניסויים. מעטים הם הניסויים שמדדו הטמעת גירויים לתקופה ארוכה - לאורך שנים. אסקור מספר ניסויים כאלו.

מועד הבחינה קובע את צורת הלימוד

בחריק (Bahrick, 1979) בדק הטמעה של זוגות מילים: מילה בשפת הלימוד - שמקובל לסמן אותה כ-ש2 (כלומר שפה שנייה) - ופירושה של המילה בשפת האם של הלומד (ש1). מטרתו של בחריק הייתה לבדוק הטמעה של ידע לטווח ארוך בעזרת אפקט הריווח. הוא בדק את הקשר בין מידת הריווח בין השיעורים לבין מידת הזכירה של זוגות המילים.

בחריק בדק שני תהליכים: רכישת ידע חדש, והחזקה לאורך זמן של ידע שכבר נרכש. רכישת ידע קבוע דורשת חשיפה חוזרת ונשנית לאותו מידע, תוך איבוד מידע במרווחים שבין החשיפות. התהליך, בהגדרתו זו, ידוע זה מכבר, וראינו אותו לעיל בעקומת השכחה של אבינגהאוס. התהליך השני קובע כי החזקה מתמידה של ידע תלויה בגישה תקופתית אליו.

בניסוי בדק בחריק רכישת ידע על בסיס שישה שיעורים, המרווחים בריווח-זמן שונה בכל פעם. כל קבוצת לומדים לומדת בריווח מסוים אחד, ממרווח של יום אחד ועד ל-30 יום. חומר הלימוד הוא 50 זוגות מילים; כל זוג מורכב ממילה בספרדית (ש2) ובאנגלית (ש1). הזוגות נלמדים בכל שיעור באופן חוזר ונשנה, עד לידיעה מלאה.

פירוט הניסוי: בשיעור הלומד מקבל את המילה בשפתו שלו, ומנסה להיזכר במילה בשפת הלימוד (כלומר אחזור, או היזכרות לפי רמז) במשך 10 שניות, ואז לומד אותה במשך 5 שניות,

אם לא זכר אותה. הוא ממשיך ונבחן על כל המילים שלא הצליח לזכור במהלך השיעור, עד שהוא זוכר את כולן. כל קבוצת לומדים למדה שישה שיעורים בריווח קבוע: הקבוצה הראשונה למדה במרווחים של יום אחד, השנייה במרווחים של 7 ימים והשלישית במרווחים של 30 יום בין שיעור לשיעור (טבלה 1).

בחריק הוסיף קבוצה שלמדה שש פעמים בריווח אפס, כלומר שישה שיעורים רצופים ללא הפסקה כלל, ובחן את כל הקבוצות בתום 30 יום. בנוסף, הוא בדק כך שלוש קבוצות נוספות, שלמדו רק שלושה מחזורי לימוד. המחקר שלו מגלה, בין השאר, שלימוד מרוכז יותר, במרווחים קטנים, לא נאצר בזיכרון לאורך זמן; הוא יעיל מאוד אם הבחינה נערכת מיד בסיום תקופת הלימוד, אבל לאורך זמן הזיכרון דועך במהירות.

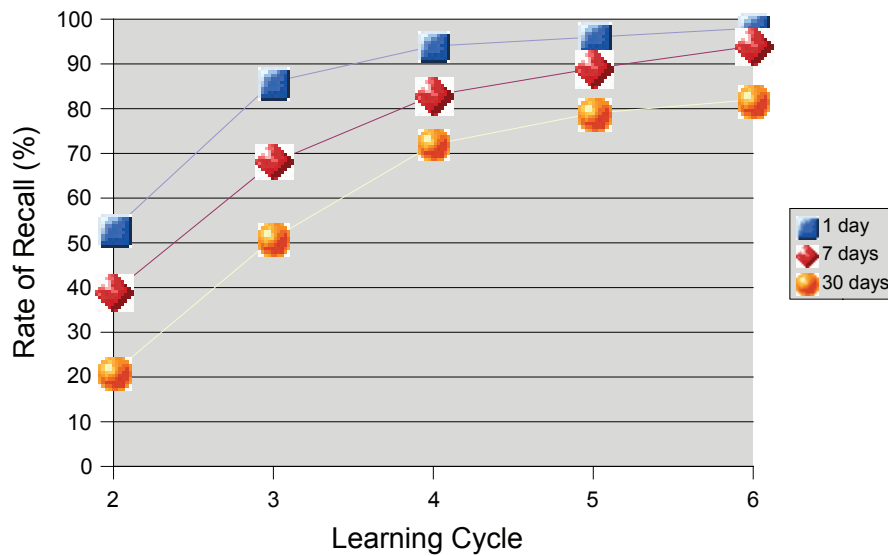
כך, למשל, חומר שנלמד בשישה שיעורים במרווחים של יום אחד או של אפס ריווח הגיע לרמה מרשימה של 98% ידיעה בתחילת השיעור השישי, בעוד מרווחים של 30 יום הגיעו רק ל-82%. ואולם בדיקה לאחר 30 יום מתום כל אחד משלושת מערכי הלימוד הללו, גילתה שריווח אפס צנח ל-68% זכירה, ריווח יום אחד ירד ל-86%, ואילו ריווח של 30 יום השתפר לרמה של 95%. (השיפור מיוחס לעובדה שהמבחן שקדם לנוכחי נערך בתחילתו של השיעור השישי והאחרון, לפני הלמידה האחרונה עצמה).

ניתן לסכם ולומר שאם הריווח בין סיום תקופת הלימוד לבין הבחינה גדול ממרווחי הלימוד, הרבה מן הידע אובד. ניתן גם להניח שהרגלי הלימוד מושפעים לאורך זמן ממועד המבחן: אם מועד המבחן תמיד סמוך לתום הלימוד, הלומד (והמורה) יתרגלו ללמידה אינטנסיבית יותר, במרווחים קטנים יותר, משום שהיא תביא לתוצאות הטובות ביותר.

שיעור ריווח	2	3	4	5	6
יום אחד	53	86	94	96	98
7 ימים	39	68	83	89	94
30 יום	21	51	72	79	82

טבלה 1 - מידת הזכירה (באחוזים) בתלות בריווח שונה, בתחילת כל שיעור

בין השיעורים אובד חלק מהידע. ככל שחולף הזמן בין שיעור לשיעור השכחה רבה יותר. האם הידע שאובד יגדל ככל שהריווח יגדל, ובכך יקטין את השפעת הלימוד? מתברר שלא. אמנם בתחילת השיעור השני, אלו שלמדו בריווח הקטן של יום אחד אחזרו פי 2.5 יותר מאשר אלו שלמדו במרווח של 30 יום (53% לעומת 21% - טבלה 1). ואולם בתחילת השיעור השישי, ההפרש ביניהם הגיע לפי- 1.2 בלבד לטובת הראשון: 98% ו-82% בהתאמה.



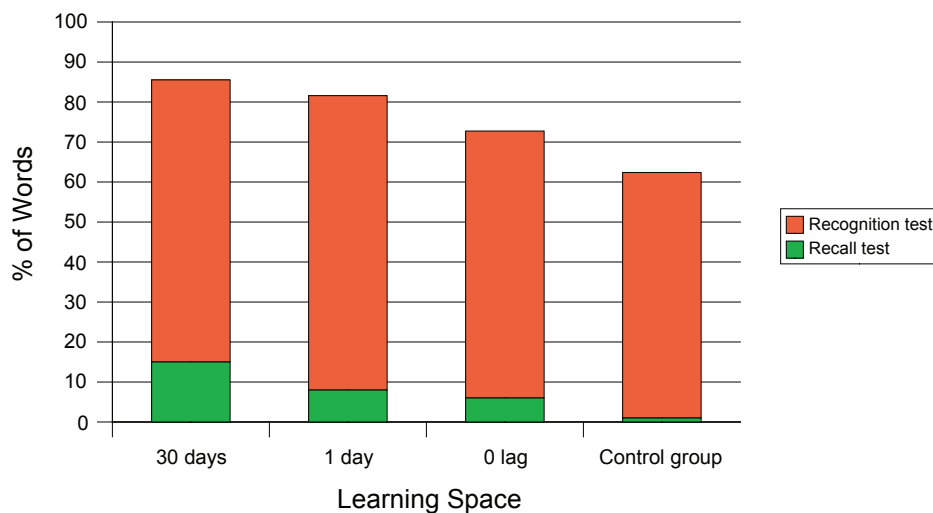
גרף 2 - מידת הזכירה (באחוזים) בתלות בריווח שונה, בתחילת כל מחזור לימוד

כאשר מסדרים את הנתונים מטבלה 1 בגרף (גרף 2), ניתן להיווכח במגמת ההתכנסות של שלוש הקבוצות השונות לעבר המקסימום, תוך צמצום הפערים ביניהם. ואולם אם מאבדים יותר מידע בריווח גדול, של 30 יום, מדוע הלימוד בריווח הזה הופך בכל זאת ליעיל, כפי שמראה גרף 2? מה הקשר בין איבוד המידע לבין הריווח? בחריק אינו מסביר מדוע איבוד המידע אינו גורם לשיעורים בריווח של 30 יום להיות פחות יעילים. מן הנתונים בגרף 2 שלעיל ברור כי איבוד המידע אינו תלוי רק בזמן החולף. שהלא אחרת, יותר מידע היה אובד משיעור לשיעור בריווח של 30 יום, וההתקדמות בריווח זה הייתה איטית יותר לאורך כל ששת השיעורים. אבל תלות כזאת מתגלה רק לגבי השיעור הראשון: אכן נשכח יותר מידע באופן יחסי בריווח של 30 יום. אך החל מסיום המחזור השני מתווספת אותה כמות מידע, פחות או יותר, בכל הריווחים, ללא תלות באורך הריווח (סייג אחד הוא כמות התוספת האפשרית, שתלויה גם, יש להניח, במידת התוספת המרבית האפשרית).

לכל פריט בזיכרון מוצמד 'תאריך תפוגה'

מגרף 2 אנו רואים שקצב השכחה בריווח של 30 יום מתמתן לאחר השיעור השני. השערתי היא שקיים מנגנון פנימי שמאט את קצב איבוד הידע בתלות בריווח. אותו מנגנון משוער 'רושם לפנינו' שהפריטים האלו נחוצים בכל זאת, אם טרחנו ללמוד אותם שוב לאחר זמן רב. כזכור, המידע שנלמד במרווחים קצרים לא שורד הרבה בזיכרון. המנגנון הנזכר לעיל נוכח לדעת שאנו זקוקים למידע הנלמד במרווחים גדולים, ומעדכן את תוקפה של ההטמעה בזיכרון לתקופה ארוכה יותר. כלומר, ההנחה שלי היא שעצם הניסיון לזכור את המידע גורם לזיכרון לנהוג אחרת באותו מידע. אם מנסים לזכור את המידע במרווחים גדולים יותר, הוא יישאר בזיכרון לאורך זמן רב יותר. מסקנה יישומית יכולה להיות למידה מרווחת שמלווה במבחן לאחר תקופת זמן, ולא מיד. כדי להעצים את אפקט הריווח, יש צורך בהתאמה בין מידת הריווח בין מחזורי הלימוד לבין מידת הריווח עד הבחינה.

בניסוי הבא נראה כי השפעתה של האטה זו נמשכת על פני טווח של שנים לא מעטות. בחריק ופלפ (Bairick & Phelps, 1987). - בחריק המשיך את הניסוי הנזכר לעיל ב-1987, יחד עם פלפ. השניים בדקו כמה מילים זוכרים הלומדים שהשתתפו בניסוי הקודם, שמונה שנים קודם לכן. הם בחרו את אלו שלא היה להם מגע עם ספרדית לאחר הניסוי של 1979, ובחנו אותם במבחן היזכרות לפי רמז, ולאחר מכן במבחן זיהוי. התגלה שלאחר שמונה שנים, ככל שהריווח גדול יותר, גם האחזור וגם הזיהוי טובים יותר. אבל באחזור הפער היה גדול יותר: הלומדים זכרו פי 2.5 מילים שלמדו בריווח של 30 יום מאשר אלו שלמדו בריווח אפס (גרף 4).



גרף 3 - סיכויי האחזור מקץ 8 שנים בתלות בריווח

ממצא נוסף מעניין שהתגלה היה שאם המילה הוטמעה בשיעור הראשון, ולאחר מכן אוחזרה בהצלחה ללא צורך בלימוד מחדש, סיכוייה להיוותר בזיכרון מקץ שנים היה טוב יותר. ככל שנדרשו יותר חזרות ללמידת המילה, קטן הסיכוי לזכור אותה לטווח ארוך.

אם כן, התנאים האופטימליים לאחזור המילה הם ריווח גדול ולמידה פעמים ספורות ככל האפשר. התנאי לאחזור מוצלח מקץ שמונה שנים היה הטמעה מהירה ככל האפשר והיזכרות מוצלחת בשאר השיעורים, לאורך זמן, ובריווח גדול ככל האפשר (לכל הפחות 30 יום). כדי להשיג את שני התנאים הללו, ממליצים בחריק ופלפ לדאוג לתנאי הטמעה טובים ככל האפשר בשיעור הראשון, כדי שההטמעה תהיה מהירה, ולדאוג לאחזור מוצלח בריווחים גדולים ככל האפשר. ההגבלה היחידה שהם מטילים על אורכו של הריווח נובעת מהצורך לשמור על אחזור מוצלח: ריווח גדול מדי יגרום לכישלון באחזור ולצורך ללמוד מחדש את המילה.

מה עדיף: יותר שיעורים או ריווח גדול יותר?

בחריק ואחרים (Bairrick et al., 1993). - בחריק פרסם ניסוי נוסף, שארך תשע שנים, ובו הוא עצמו, יחד עם שלושת כותבי המאמר האחרים, היו הנבדקים. בניסוי זה המוקד היה העצמת הריווח מעבר לכל מה שנחקר עד כה בתנאי מעבדה. נבדקו ריווחים של 14, 28, 56 יום, ותקופות לימוד הכוללות 13 או 26 מחזורי לימוד. תקופת ההטמעה נעה אם כן בין 6 חודשים ל-4 שנים. נלמדו 300 מילים בשפה זרה, והזיכרון נבדק בתום תקופה של שנה עד חמש שנים מתום הלימוד.

תוצאות הניסוי מלמדות (טבלה 2) כי ריווח גדול יותר מניב אחזור גדול יותר, חרף ההשפעה ההפוכה שיש לו על תהליך הרכישה, וללא קשר למספר השיעורים. כמו כן, מספר השיעורים מניב אחזור גדול יותר, ללא קשר לגודל הריווח (טבלה 2). בניגוד ללמידה המועמסת, שחדלה להיות יעילה, אין הגבלה לגבי מספר השיעורים שרצוי להשקיע. ניתן לראות בטבלה כי הרכבים שונים בין ריווח למספר השיעורים יניבו תוצאה דומה; לדוגמה: 13 מחזורים בריווח 56 יום השתוו ל-26 שיעורים בריווח של 14 יום.

ריווח	13 שיעורים	26 שיעורים
14 יום	43	56
28 יום	50	68
56 יום	57	76

טבלה 2 - אחזור ממוצע של כל הלומדים בתלות במספר השיעורים ובמידת הריווח

לסיכום: ריווח גדול יותר, ו/או מספר מחזורי למידה גדול יותר משפיעים לטובה על האחזור, ללא תלות האחד בשני.

נתון מעניין הוא שרוב המילים הוטמעו בהצלחה לאחר כשבעה שיעורים, כפי שמראה גם הניסוי הקודם של בחריק שסקרתי, מ-1987. להשוואה, בניסוי הקודם אוחרו לאחר שמונה שנים 15% מהמילים לאחר למידה של 7 מחזורי למידה בריווח 30 יום. בניסוי הנוכחי, ריווח של 28 יום הניב לאחר 5 שנים 40% מהמילים עבור 13 מחזורי למידה, ו-56% עבור 26 מחזורים (Bahrlick et al., 1993).

נתון מעניין נוסף קשור לניסוי אחר של בחריק, מ-1984 (Cited at Bahrlick et al., 1993), שנבדקו היו לומדי שפה זרה שלא השתמשו בשפה זו לאחר לימודיהם. התגלה כי מילים שהללו לא שכחו בתום חמש שנים, לא שכחו גם בתום עשרים וחמש שנה. מטרה פדגוגית חשובה יכולה להיות אם כן להשיג הטמעה למשך חמש שנים.

אפקט הריווח בשירות הטמעת אוצר מילים

אם נאגד את המסקנות ביחס לאפקט הריווח, נוכל לקבל תמונה כוללת שניתן לתרגם אותה לטכניקה מעשית.

1. אם הלומד הגיע לשלב שבו הוא מצליח לזכור את המידע במהלך השיעור, חזרות נוספות לא יהיו יעילות באופן מהותי.
2. ככל שהריווח בין השיעורים גדול יותר, כך עולה הסיכוי לאחזר בטווח הארוך מידע שנלמד. הדבר נכון גם לגבי ריווח פריטים במהלך השיעור עצמו, אך בעיקר לגבי ריווח זמן.
3. ככל שמספר השיעורים גדול יותר, כך עולה הסיכוי לאחזר בטווח הארוך את המידע.
4. ריווח-זמן גדול בין שיעור אחד למשנהו ממתן את קצב השכחה החל מסיום השיעור השני.
5. ככל שהריווח גדול יותר, יש צורך בפעמים רבות יותר ללמידת מילה במהלך מחזור הלמידה עצמו. מנגד, ככל שפוחת מספר הפעמים שדרוש ללימוד המילה, כך עולה הסיכוי לזכור אותה מקץ שנים.
6. צריך להתאים את הזמן שעובר בין סיום הלימוד לבין הבחינה. אם נלמד במרווחים קצרים וניבחנו לאחר זמן רב, נקבל תוצאות דלות. כיוצא בזה אם נלמד במרווחים גדולים וניבחנו מיד

לאחר סיום תקופת הלימוד. לכן, כדי להעצים את אפקט הריווח, יש צורך בהתאמה בין הזמן שעובר בין השיעורים לבין הזמן עד לבחינה. במילים אחרות: הטמעה לטווח ארוך יותר דורשת מרווחי למידה גדולים יותר.

הסתירה העיקרית מצויה במסקנה מספר 5. לימוד אידיאלי היה נוצר לו הטמיע הלומד את המילה כמעט מיד, ומחזורי הלמידה הבאים היו משמשים לאחזור מוצלח ובריווח גדול, שכאמור, ככל שהוא גדול יותר הוא משפר את איכות ההטמעה. אך קשה להבטיח שמילה שנלמדה בשיעור הראשון לא תישכח לאחר שעבר זמן ניכר עד לשיעור השני. כדי להבטיח אחזור מוצלח בתחילת השיעור יש לערוך אותו סמוך לשיעור הקודם; אבל כדי ליהנות מאפקט הריווח צריך לערוך אותו רחוק ככל האפשר מהשיעור הקודם...

ריווח שהולך ועולה

הפתרון מצוי בפשרה. בחריק ופלפ (1987) ממליצים על אופטימיזציה, שאותה הציעו, בין השאר, לנדאואר ובירוק (1978). עיקרה של התבנית שהם מציעים: יצירת ריווחים קטנים בתחילה, שהולכים וגדלים באורח הדרגתי וקבוע, משמע ריווח אינקרמנטלי. המטרה היא למצוא את הריווחים בין השיעורים שעדיין יניבו אחזור מוצלח, ומנגד לא יהיו קרובים מדי זה לזה עד כדי איבוד היתרון של אפקט הריווח בהטמעה לשנים ארוכות. שהרי הטמעה לשנים רבות היא מטרתו של לומד השפה הזרה.

לסיכום, המידע שנצבר בניסויים על טיבו של הזיכרון ועל אפקט הריווח ניתן ליישום בתוכנית הלימודים של השפה הזרה, לגבי הטמעת אוצר מילים. הטמעתו של אוצר מילים עד לרמה של אחזור ולא רק של זיהוי היא המפתח ליכולת הדיבור. העקרונות והמסקנות שעלו במאמר יכולים לשרת את המורה ואת הלומד העצמאי כאחד. בין השאר ראינו כי עדיפה למידה עד לידיעה, ולא מעבר לכך, עדיפים מרווחים קטנים שהולכים וגדלים בין השיעורים (שנוגעים לאותה רשימת מילים). גם במסגרת השיעור הבודד ניתן ליישם את אפקט הריווח על ידי יצירת למידה לסירוגין של מילים, למידה של חומר אחר ואז חזרה למילים שנלמדו קודם. ראינו גם את ההבדל בין פעולות שונות של הזיכרון: זיהוי מול אחזור; כדי להשיג אחזור טוב יותר, צריך להתמקד בלמידה משפת האם אל השפה הזרה ולא להיפך: הלומד מקבל את המילה בשפת האם ומנסה לאחזר אותה, בניגוד לזיהוי (מהשפה הזרה לשפת האם). ראינו גם שאם ניתן משימות שונות ברצף באותו שיעור, לא נשפר את יכולת האחזור אלא בעיקר את יכולת הזיהוי.

בכל הניסויים עלה עיקרון מעניין (שתקצר היריעה מלפרטו כאן): **במקום לשנן מחדש בכל שיעור את רשימת המילים בשפה הנלמדת שנלמדה בשיעור הקודם (או בשיעורים קודמים), עדיף לפתוח את השיעור במעין מבחן: איך אומרים בשפה הנלמדת מילה המוכרת לתלמיד משפתו? עצם הניסיון לזכור מילה שכבר נלמדה נמצא בניסויים בעל ערך להטמעה טובה יותר לאורך זמן.**

מקורות

Bahrck, H. P. (1979). Maintenance of knowledge: Questions about memory we forgot to ask. **Journal of Experimental Psychology: General**, 108(3): 296-308.

Bahrck, H. P. (1984). Semantic memory content in permastore: Fifty years of memory for Spanish learned in school. **Journal of Experimental Psychology: General**, 113: 1-29.

Bahrick, H. P. & Phelps, E. (1987). Retention of Spanish vocabulary over 8 years. **Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition**, **13**(2): 344-349.

Bahrick, H. P., Bahrick, L. E., Bahrick, A. S. & Bahrick, P. E. (Sept. 1993). Maintenance of foreign language vocabulary and the spacing effect. **Psychological Science**, **4**(5): 316-321.

Ebbinghaus, H. (1913). **Memory: A Contribution to Experimental Psychology** (Henry A. Ruger & Clara E. Bussenius, Trans.). (Original work published 1913). Retrieved August 24, 2004, from <http://book.nankai.edu.cn/book/english/Ebbinghaus,%20Hermann/Memory/>

Glenberg, A. M. (1977). Influence of Retrieval Process on the Spacing Effect in Free Recall. **Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory**, **3**(3): 282-249.

Glenberg, A. M. & Smith, S. M. (1981). Spacing repetitions and solving problems are not the same. **Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior**, **20**: 110-119.

Greene, R. L. (1989). Spacing effects in memory: Evidence for a two-process account. **Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition**, **15**: 371-377.

Kahana, M. J. & Howard, M. W. (In press). Spacing and lag effects in free recall of pure lists. [Electronic version]. **Psychonomic Bulletin & Review**. Retrieved August 24, 2004, from <http://memory.syr.edu/marc/papers/03-097s2KahanaHoward.pdf>