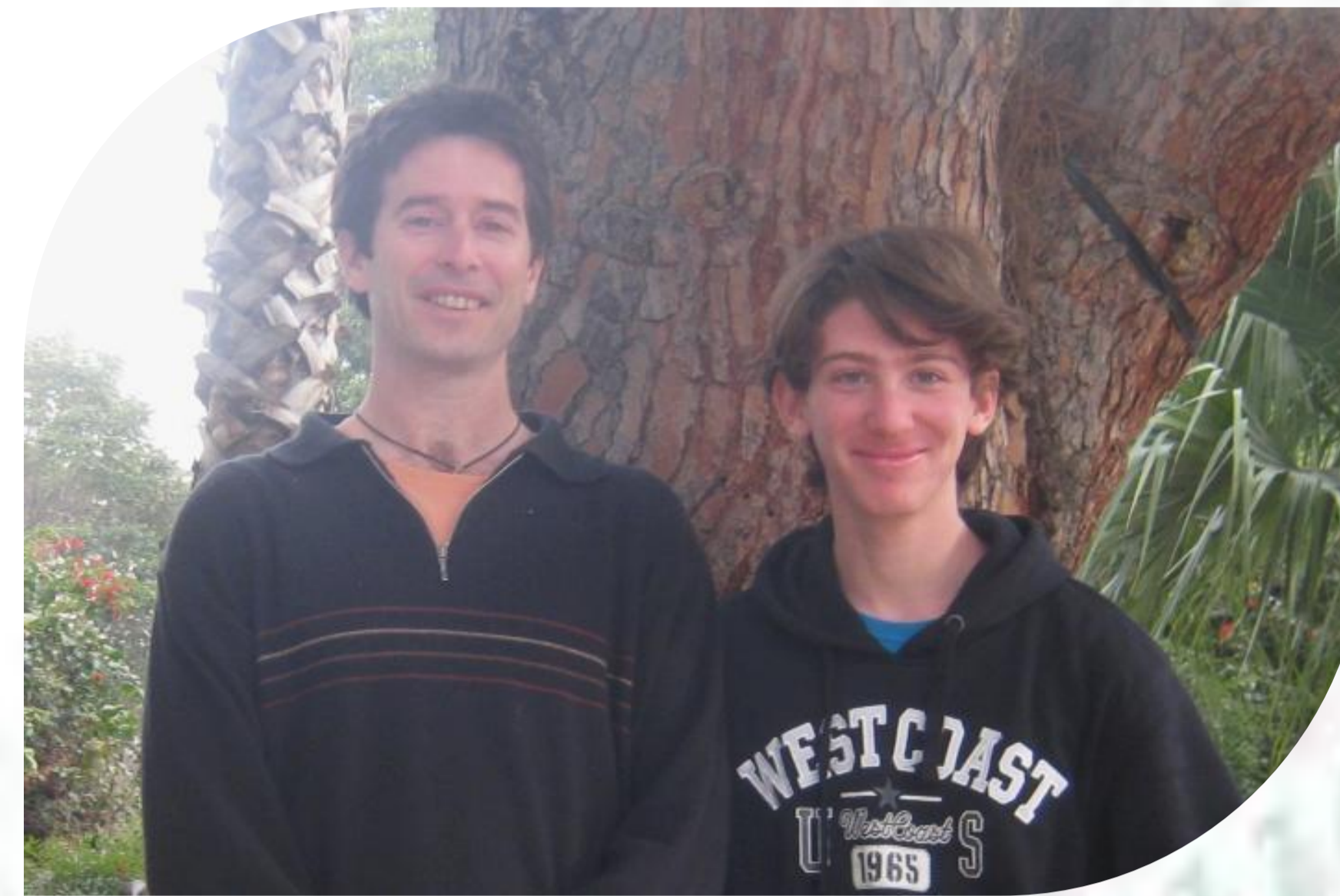


# שימוש בחיידקים מגנטיים לזיכרון דיגיטלי משתכפל מאליו

חניך: אור שגיא, בית יצחק

מנחה-עמית: ד"ר רותם שורק, מכון ויצמן למדע, רחובות

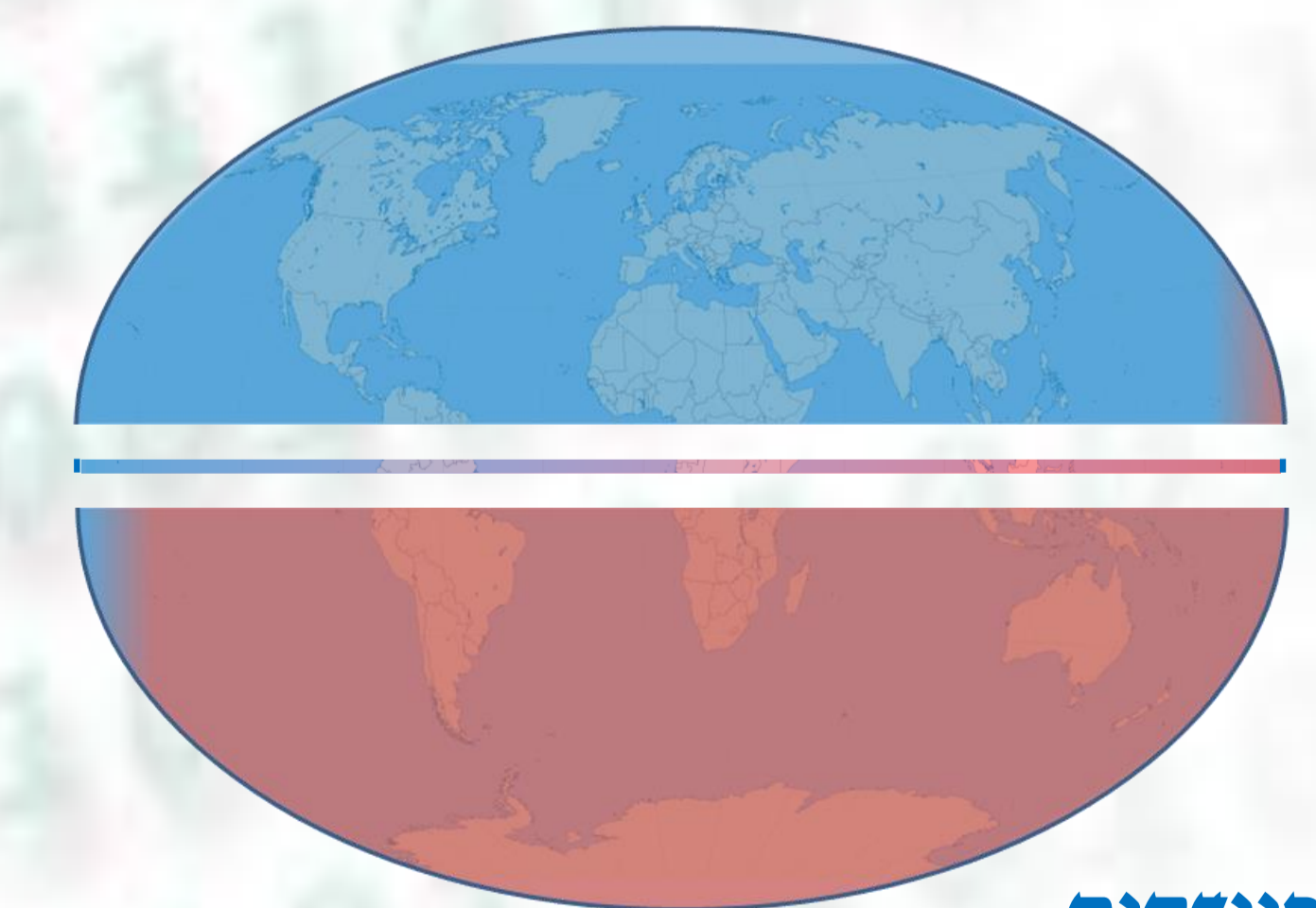


## חיידקים מגנטוטקטיים

חיידקים מגנטוטקטיים הינם חיידקים בעלי יכולת התכווננות בהתאם לשדה מגנטי (בטבע השדה המגנטי של כדור הארץ) - יכולת המכונה בשפה המדעית Magnetotaxis. חיידקים אלה מצויים בטבע בסביבות מימיות שונות ובמגוון רחב של צורות.

יכולת ההתכווננות המגנטית מקורה בשרשרת מגנטוזומים אחת או יותר - שרשרת מגנטים זעירים, מגנטיט ( $Fe_3O_4$ ) או גריגיט ( $Fe_3S_4$ ) - אותן מסנתז החיידק והמחוברות לדופן הפנימית שלו. שרשרת זו גורמת לו להתנהג כמעין מצפן - הוא מסובב (פסיבית) לציר בו השדה המגנטי. "שחיה" אקטיבית היא שמניעה את החיידק על ציר זה.

כ-99% מחיידקים אלה בהמיספרה הצפונית הם "תרי-צפון" (North-Seeking), מסובבים לכיוון הקוטב המגנטי הצפוני ו-כ-99% "תרי-דרום" (South-Seeking) בחצי הכדור הדרומי. באזור קו המשווה "תרי-צפון" ו"תרי-דרום" נמצאים בהתפלגות שווה.



חיידקים "תרי-צפון"  
חיידקים "תרי-דרום"

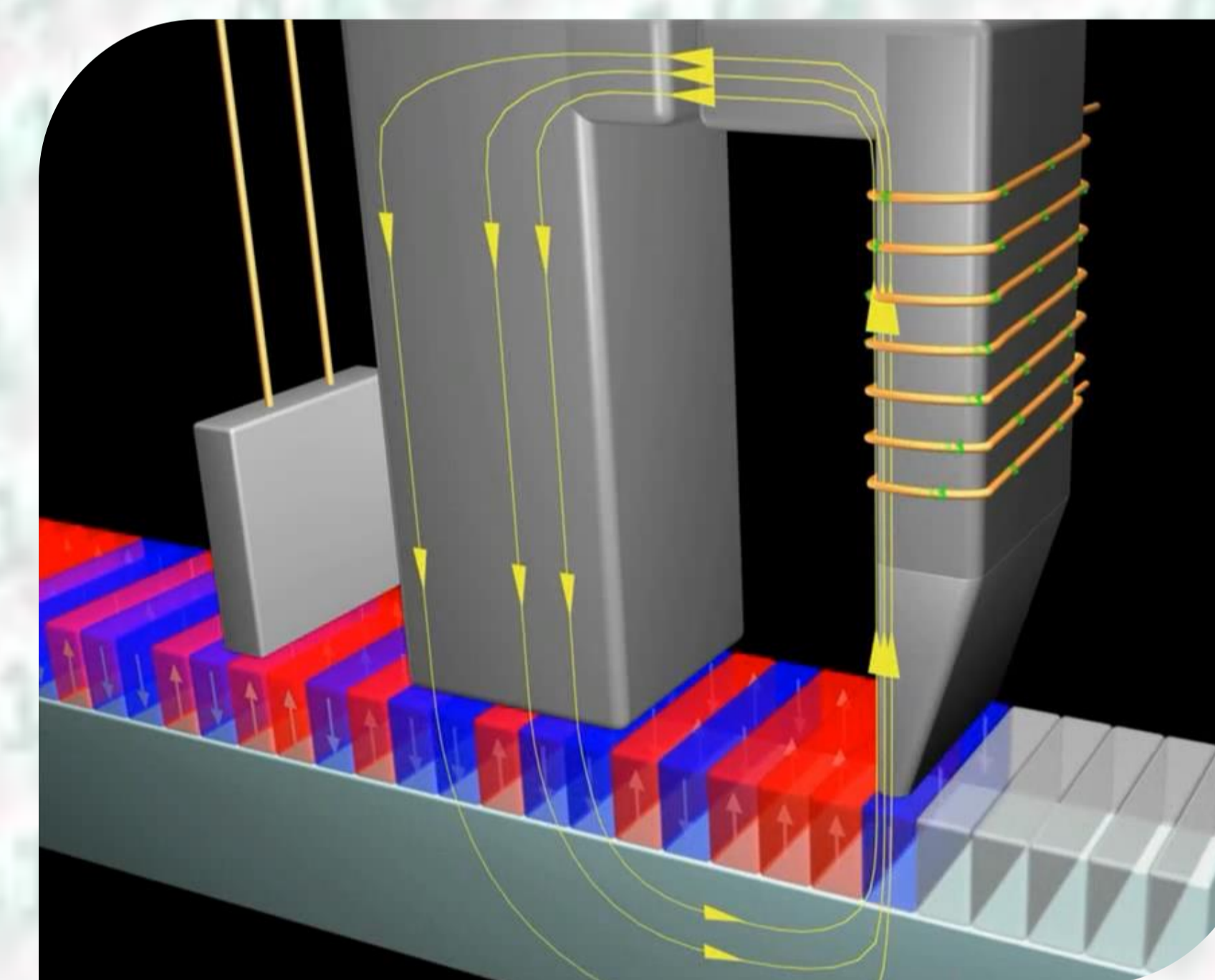


איור 1: אילוסטרציה של התפלגות החיידקים המגנטוטקטיים תרי-צפון ותרי-דרום בחצאי הכדור הצפוני והדרומי ובסביבות קו המשווה  
איור 2: חיידק מגנטוטקטי מהמין Magnetospirillum magnetotacticum

## אחסון מגנטי

השיטה הנפוצה לאחסון מידע בעשורים האחרונים, הנמצאת בשימוש בצורות אחסון החל מקלטות אודיו ועד כוננים קשיחים, נקראת אחסון מגנטי. בבסיסה הקונספט של ייצוג ביטים (המהווים את המידע המאוחסן) באמצעות קיטוב יחידות מגנטיות זעירות (המייצגות ביט אחד כל אחת).

היחידות המגנטיות צמודות זו לזו. בכונן קשיח, לדוגמה, היחידות המגנטיות הן חלקים מזעריים של דיסקות מגנטיות. מעליהן עובר ראש קורא-כותב, האחראי הן לכתיבת המידע והן לקריאתו.



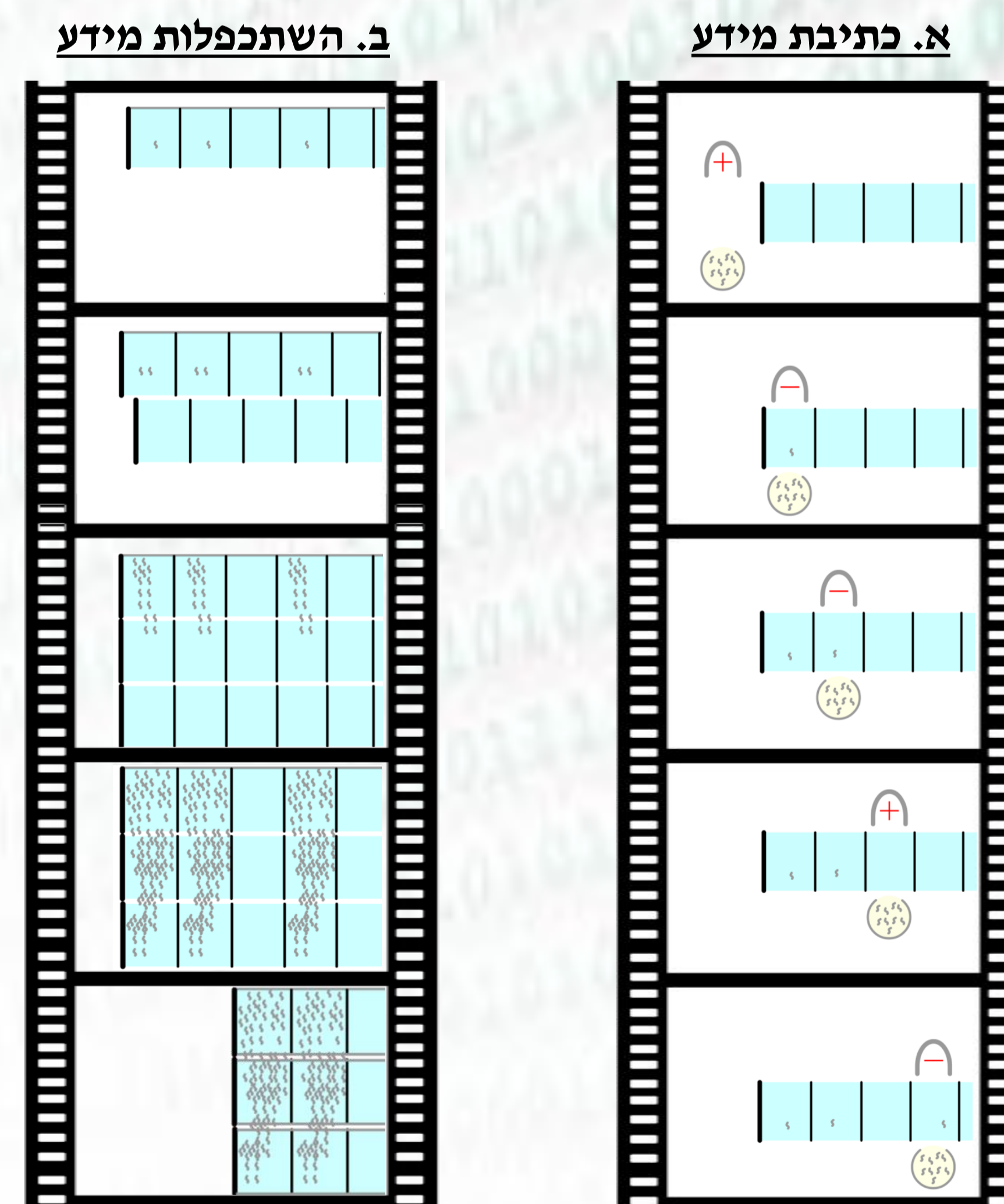
איור 3: אילוסטרציה של כתיבת מידע בדיסק קשיח, הפועל בשיטת האחסון המגנטי (לקוח מתוך הסרטון Magnetism: Data Storage, <http://goo.gl/bi4ui>)

## מטרה

יצירת מודל תיאורטי לזיכרון מגנטי-דיגיטלי המבוסס על שימוש בחיידקים מגנטוטקטיים.

## השיטה המוצעת

הצבת חיידקים מגנטוטקטיים בתאי אחסון זעירים. תא בו ישנו לפחות חיידק אחד מסמל ביט שערכו 1, ואילו תא בו אין חיידקים מסמל ביט שערכו 0. הן בכתיבת המידע - הכנסת החיידקים, והן בקריאתו - בדיקת הימצאות חיידקים בתאים, ישנו שימוש בתכונת המשיכה של החיידקים למגנטים. שניהם מתבצעים בעזרת ראש קורא-כותב סטנדרטי של דיסק קשיח (עם התאמות בהתאם לגודל החיידקים). המידע נכתב באמצעות משיכת חיידקים לתאי האחסון והוא נקרא בעזרת מעבר על-פני התאים ובדיקת השדה המגנטי סביבם.



איור 4: אילוסטרציה של כתיבת המידע 11010 (א) ואז השתכפלותו, הפרדת שורות תאי האחסון ושליפתן (ב)

## השוואה לשיטה הקיימת

השיטה החדשה אופטימלית למקרים בהם יש רצון לשכפל עותקים רבים זהים של מידע.

זאת, בניגוד לשיטה השלטת כיום, המותאמת למקרים בהם ישנו צורך בכתיבת מידע שונה על פני כל מדיום זיכרון.

השיטה הקלאסית	השיטה החדשה (החיידקית)
<b>לינארי</b> (כותבים כל עותק מידע בנפרד) שכפול	<b>אקספוננציאלי</b> עתיקים משתכפלים מעריכית
<b>אקטיבי</b> (כותבים את המידע לכל עותק בנפרד)	<b>פסיבי</b> (כותבים את המידע פעם אחת והחיידקים משתכפלים בעצמם)
צפיפות המידע 1 ביט/מיקרון <sup>2</sup> (CD) 6-7 ביט/מיקרון <sup>2</sup> (DVD)	עד 5 ביט/מיקרון <sup>2</sup>
<b>מקרים להם השיטה מתאימה</b> ישנויים תכופים במידע	<b>מקרים להם השיטה יעילה</b> יעילות רבים של אותו המידע

טבלה 1: השוואה בין השיטה הקלאסית לאחסון מידע דיגיטלי לבין השיטה החיידקית

## תרומה עתידית

שימוש בשיטה המוצעת יכול לאפשר היסכון משמעותי בזמן ובכסף ביישומים שונים בהם נוצרים עותקים רבים של רצף מידע, כדומת דיסקים של מוזיקה וסרטי קולנוע, וכן עבור קושחה (התוכנות), הקטנות לרוב, המצויות במרבית המכשירים הביתיים).



איור 5: השוואה בין השיטה הקלאסית לאחסון מידע דיגיטלי לבין השיטה החיידקית