



קרן רוטשילד קיסריה



**"תוכנית רוטשילד-ויצמן למצוינות בהוראת המדעים"  
במימון של קרן קיסריה אדמונד בנימין דה רוטשילד**

# שיפור מיומנות עיבוד והבנת מגמות גרף

מגישה: אפרת דיין

מנחות: ד"ר גילת בריל

רונית רוזנשיין

אייר, תשע"ב

אפריל 2012

## תוכן עניינים

2	תוכן עניינים
3	מבוא
6	תאור הפיתוח
6	רציונל
7	גישות ההוראה
7	תרומת תוכנית רוטשילד ויצמן
8	תרומת נסיוני כמורה
8	חומרי הלימוד וההוראה
9	רצף ההוראה
11	תאור הערכת היוזמה
11	האוכלוסיה הנבדקת
11	כלי ההערכה
11	מערך המחקר
12	תוצאות המחקר
19	סיכום ודיון
21	ביבליוגרפיה
24	נספחים
24	נספח 1: מבחן דיאגנוסטי לתלמיד
25	נספח 2: מבחן דיאגנוסטי – מחוון למורה
26	נספח 3: מצגת כלי החשיבה לפרשנות גרפים
27	נספח 4: פעילות 1 - פעילות תרגול כלי החשיבה
29	נספח 5: פעילות 2 משרטוט גרף להבנת מגמות
33	נספח 6: פעילות 3 – תרגול גרף מרובה עקומות
34	נספח 7: פעילות מטהקוגניטיבית אישית
35	נספח 8: מבדק מסכם לתלמיד
38	נספח 9: מבדק מסכם – מחוון למורה

## מבוא

הבנת משמעותם של גרפים איננה משימה פשוטה עבור תלמידים. מחקרים שונים מצאו בקרב תלמידים קשיים ותפיסות שגויות בהקשר למיומנות קריאת גרפים ביניהם: הבנה חסרה של משמעות נקודות בגרף, הבנה לוקה של קשרים בין משתנים, שימור צורת הקו הליניארי, התייחסות לגרף כאל תמונה/סמל, עיבוד מידע מוטעה, בלבול בין תהליך ובין תוצר ועוד (Kramarski 2004). קשיים ותפיסות שגויות אלה מעכבים את התלמידים ברכישת מיומנות פרשנות הגרפים. מגוון חוקרים (אלון, ספקטור לוי ושרץ, 2006), עוסקים בשנים האחרונות בקשיים אלה, מתוך מטרה לסייע לתלמידים להתגבר עליהם. ניתן לאפיין שלושה מרכיבים עיקריים הדורשים שליטה מצד התלמידים במיומנות פרשנות גרפים: הוצאת מידע מגרף, מציאת קשרים בין הנתונים שמיוצגים בגרף וייחוס המידע בהקשר המוצג - (Wainer, 1992, OECD; 1995 Kosslyn; 1994). בכל אחד ממרכיבי המיומנות התלמיד נדרש לבצע פעולה אחרת על מנת לעמוד במשימה: כדי להוציא מידע מגרף, על התלמיד להבין את המוסכמות העומדות בבסיס בניית הגרף. על מנת לבצע למצוא קשרים בין נתונים המוצגים מהגרף על התלמיד להשוות ולעיתים לבצע חישובים. לבסוף, כדי לייחס את המידע בהקשר המוצג על התלמיד להכליל, לחזות, או לזהות מגמות. מחקרים מנסים להבין כיצד שלושת מרכיבי המיומנות האלה משפיעים על הבנת משמעותם של גרפים. (Kramarski 2004, Bright & Friel; 1998 Curcio; 1987). על פי המודל הקוגניטיבי, השליטה בשלושת מרכיבי המיומנות בתהליך פרשנות של גרפים נעשית באופן מצטבר (Shah, Mayer, & Hegarty, 1993; Lohse, 1993; Shah & Carpenter, 1995). כאשר התלמיד יהיה מסוגל לקשר בין הייצוג הגרפי ליחסים הכמותיים המוצגים, סביר כי יצליח לפרש את המגמה באופן מדויק. במקרים בהם התלמידים צריכים לתאר ולהסביר מידע גרפי המציג תהליכים מורכבים או השוואתיים, אם התלמיד אינו יודע לבצע שיוך כמותי למגמת הגרף, או שאינו מקשר בין שני ייצוגים חזותיים שונים, פרשנותו לגרף עשויה להיות שגויה או לא מדויקת.

בעבר רווחה הגישה שבה רכישת המיומנויות מתרחשת בצורה משמעותית גם ללא הוראה מפורשת, אך מחקרים מצביעים על כך שישנו קושי לא מבוטל בקרב תלמידים ברכישת מיומנויות במהלך הלימודים וכי הקנייה משמעותית ומפורשת של מיומנויות למידה, בתוכם עיבוד מידע מדעי וייצוג חזותי שלו, עשויה לתרום גם להבנת התוכן הנלמד (שוורץ ושטרן, 2009; בכר, עפרת וגנוסר, 2002; וינברגר, זוהר ותמיר, 1993). כדי ליצור שינוי משמעותי בשליטה במיומנויות על ידי התלמיד, יש לקחת בחשבון כי לאסטרטגיות החשיבה יש תפקיד מרכזי ברכישת ידע ומיומנויות ברמה שתאפשר לתלמיד להתמודד עם משימות מורכבות. דרך אפשרית אחת לסייע ללומד לפתח מיומנויות באופן מפורש היא באמצעות שוליינות קוגניטיבית (cognitive apprenticeship). בדרך זו המורה מספק ללומד משימות משמעותיות

וכלים שמשמשים פיגומים התומכים בלומד. תמיכה זו נעשית באמצעות הדגמת אסטרטגיות הפעולה והחשיבה, ואימון התלמיד לקראת פיתוח אותן האסטרטגיות בעצמו, כך שבהדרגה התלמיד עובר מחשיבה טכנית לחשיבה מנומקת (Collins, Brown and Newman, 1989). לאור העובדה כי תהליכי הלמידה בכיתה נעשים לעיתים קרובות ללא מודעות לנעשה הן מצד התלמיד והן מצד המורה, גישת השוליינות הקוגניטיבית מציעה דרך למידה אחרת בה הדגש הוא על כך שאסטרטגיות החשיבה מוצפות באופן מכוון, כדי להפוך אותן לגלויות לעיני התלמיד. באופן דומה, גם חשיבתו של התלמיד הופכת להיות גלויה לעיני המורה בדרך מטהקוגניטיבית. כדי לבצע שוליינות קוגניטיבית על המורה לזהות את המהלכים במשימה ולהפוך אותם לגלויים לתלמיד, ל"מקם" משימות בהקשר המתאים כך שהתלמידים יבינו את רלוונטיות העבודה ולהגדיל את שונות המשימות כך שהתלמיד יהיה מסוגל לבצע העברה ממשימה אחת לאחרת. על פי קולינס ושות' ישנם מספר שלבים בשוליינות קוגניטיבית (Collins, Brown and Holum, 1991): שלב ראשון הוא שלב ההדגמה (modeling). בשלב זה התלמיד צופה במורה המדגים כיצד יש לבצע חלקים שונים במשימה. בזכות שלב זה של צפייה במורה, כאשר התלמיד יתבקש לבצע משימה דומה, הוא ידע כבר בתחילת עבודתו מה עליו לבצע כדי להשלים אותה. השלב הבא הוא שלב ההנחיה (coaching) בו המורה מתבונן בתלמיד המבצע את המשימה ותומך בו תוך מתן רמזים ופיגומים (scaffolding) לגבי דרך החשיבה ומשוב על דרך פעולתם. התמיכה הניתנת לתלמיד יכולה לנוע בטווחים שונים בהתאם ליכולותיו וקצב התקדמותו. על המורה להפחית בהדרגה את מידת תמיכתו בתלמיד ולהגדיל את מידת אחריותו ועצמאותו (fading) עד שהוא מומחה מספיק כדי להשלים את המשימה באופן עצמאי.

יכולת המורה לתווך בין התלמיד ובין המיומנויות הדרושות באמצעות פעילויות מתאימות עד אשר התלמיד מסוגל לבצע אותן בעצמו ואף לשלב אותן עם מיומנויות נוספות עומדת בבסיס ה"הוראה המתווכת". את שורשי המושג "הוראה מתווכת" ניתן למצוא בעבודתו של ויגוצקי (Vygotsky, 1978). ויגוצקי טען שתהליך הלמידה מתווך על-ידי פעילות חברתית ולמעשה כולל אינטראקציה בין אנשים בעלי ידע רב (מורים, מומחים, הורים וכד') לבין אנשים בעלי ידע מועט (לומדים). ויגוצקי טבע שני מושגים בהקשר זה: אזור ההתפתחות הממשי (Zone of Proximal Development - ZPD) ואזור ההתפתחות הקרובה (Zone of Development – ZPD). אזור ההתפתחות הממשי נקבע על פי התפתחותו המנטלית של הלומד ויכולתו לבצע משימות באופן עצמאי. אזור ההתפתחות הקרובה מגדיר את היכולות שעוד לא התפתחו במלואן, אך הם בתהליך התפתחות. לטענתו, הוראה שמכוונת לרמת ההתפתחות הממשית, אינה יעילה מבחינת התפתחותו של הילד. יש לכוון את ההוראה ל-ZPD. התכונה המהותית של למידה היא שהיא יוצרת ZPD. למידה מעוררת מגוון תהליכים

התפתחותיים פנימיים המסוגלים לפעול רק כאשר הילד נמצא באינטראקציה עם אנשים בסביבה שלו. לאחר שתהליכים אלה הופנמו, הם הופכים לחלק התפתחותי עצמאי של הלומד. אם בתחום הפער בין יכולותיו של התלמיד מופעלת הוראה מתווכת בה המורה מדגים, מקנה כלי עזר ופיגומים יושג קידום למידה בתחום הZPD של הלומד (לוריא ושרמן, 2006).

סוג אחד של הוראה מתווכת היא הלמידה שיתופית, בה יוצרים קבוצות למידה בתוך הכיתה. על מנת שהעבודה הקבוצתית תהיה יעילה וכדי שהקבוצה תעבוד בשיתופיות גבוהה יותר, על המורה לקבוע את הרכב הקבוצה (Johnson and Johnson, 1999). ככל שלקבוצה ישנן יותר מטרות משותפות, וקיימת פחות תחרותיות בין חברי הקבוצה, הישגי הקבוצה הולכים וגדלים. הרכב הקבוצה ייקבע על-סמך הישגי החברים בקבוצה, ככל שהישגי הקבוצה גבוהים יותר מהישגי כל תלמידי הקבוצה בנפרד, כך תושג שיתופיות ויעילות רבה יותר.

מטרת יוזמה זו היא פיתוח כלי הוראה שיביאו לשיפור במיומנות עיבוד והבנה של מגמות גרף בקרב תלמידי מגמת ביולוגיה, שנתקלים בצורך לפענח גרפים במסגרת לימודי נושאי הליבה, נושאי ההרחבה, עיבוד נתוני מעבדה, עבודת בידוע או ביוחקר וניתוח מאמר מחקרי. בחלק לא מבוטל מהמקרים תלמידים מתקשים לפענח גרפים, או מפרשים אותם בצורה לא נכונה, דבר המשפיע על היכולת שלהם להתמודד עם המשימות שבהקשרן מוצג הגרף.

## תאור הפיתוח

### רציונל

ייצוג גרפי של מידע נפוץ מאוד בספרי לימוד בתחומים שונים, בעיתונות המקצועית ואף בתקשורת הפופולארית. אחת הדרכים המרכזיות לייצוג מידע השוואתי היא באמצעות גרפים. על כן מיומנות פרשנות גרפים נדרשת בגילאים שונים ובתחומים רבים. בהוראת הביולוגיה יש שימוש נרחב בהצגת ידע בדרך גרפית. תלמיד במגמה ביולוגית נתקל בגרפים במסגרת לימוד נושאי הליבה, בנושאים המורחבים, בניתוח מאמרים מחקרניים, בעיבוד וייצוג תוצאות מעבדה וגם בחלקים המעשיים (ביודע, ביוחקר וכד'). התלמידים מתבקשים לבצע שני היבטים עיקריים בפרשנות גרפים: לתאר את המגמה ואת היחסים בין המשתנים ולרוב גם לספק הסבר ביולוגי למידע המיוצג בגרף. תלמיד שאינו שולט במיומנות פרשנות גרפים מתקשה להתמודד עם משימות בתרגול, במבחן ואפילו לתאר תוצאות ניסוי שהוא עצמו ביצע. לא פעם, כשתלמידים לא מיומנים מתבקשים לתאר את המידע העיקרי בגרף הם נכשלים בכך, ולא כוללים מידע חשוב (Shah & Hoeffner, 1995; Shah & Carpenter, 1995; 1999; Shah, Mayer, & Hegarty, 2002). למרות שהמידע מיוצג בגרף, הם נכשלים בבניית ייצוג מגמתי לגרף ובוודאי שיתקשו מאוד במתן הסבר ביולוגי או בהסקת מסקנות. לעומת זאת, מתוך ניסיוני בהוראה, תלמיד השולט במיומנות זו, לא רק שיוכל לתאר את המידע המיוצג בגרף בצורה נכונה, אלא גם סביר כי יוכל להבין את משמעות המידע בצורה טובה יותר, להסביר אותו ואף להסיק מסקנות. יתרה מזו, התלמיד יוכל לעבור מקריאה מכאנית של גרף לפרשנות מעמיקה יותר, הנשענת על נימוק והסבר.

על אף חשיבות מיומנות פרשנות גרפים, ולמרות שפע המחקרים המוכרים בשדה המחקר בהוראת המדעים אודות קשיי תלמידים בתחום זה, לא קיימת תוכנית מאורגנת ומפורשת להוראתה במסגרת הוראת המגמה הביולוגית. על כן, לעיתים הוראת מיומנות זו נעשית כבדרך אגב, תוך כדי הוראת נושא תוכן ביולוגי, ולעיתים גם הוראה מינימלית זו אינה קיימת, והמורה מסתמך על כך שהתלמיד מפרש גרף באופן אינטואיטיבי או על בסיס לימודי במתמטיקה. מעט תשומת לב מוקדשת לתהליך רכישת מיומנויות לפתרון משימות מורכבות ולפעילויות מסדר חשיבה גבוה, והתוצאה היא, בחלק מן המקרים, שהידע נשאר תלוי התוכן שהוצג בכיתה או בספרי הלימוד, והתלמידים מתקשים בפתרון בעיות שלא מוצגות באותה תבנית (Collins, Brown and Newman, 1989, Collins, Brown and Holum, 1991). במקרים אחרים תלמידים נכשלים בשל העדר הבנת האסטרטגיה במהלך הפתרון. המטרה העיקרית שלי ביוזמה זו היא פיתוח כלים לשיפור מיומנות פרשנות מגמות גרפים בקרב תלמידי מגמת ביולוגיה בתיכון. בעבודה זו אציג כיצד מיומנות זו עשויה להשתפר אצל תלמידים שחוו הוראה המשלבת הוראה מפורשת ומדורגת של המיומנות, שימוש בפעילויות מטה-קוגניטיביות ולמידה שיתופית.

## **גישות ההוראה**

בפיתוח היוזמה ישנו שילוב בין שתי גישות הוראה: הגישה הקונסטרוקטיביסטית והגישה הסוציו-חברתית. הגישה הקונסטרוקטיביסטית רואה בתהליך הלמידה מורכב יותר מאשר קבלת מידע. בגישה זו הלמידה נתפסת כתהליך הבנייה עצמי. התלמיד מבנה בעצמו את הידיעות והמיומנויות שלו באמצעות תהליכי חשיבה, למידה פעילה ותהליכים מטהקוגניטיביים בהם התלמיד חושב על תהליכי החשיבה שביצע (זוהר, 1996)

גם על פי גישתו של ויגוצקי, הלמידה צריכה להיות פעילה אך הוא מדגיש את הלמידה בהקשר החברתי – הלמידה מתרחשת בעיקר על ידי אינטראקציות חברתיות בתוך קונטקסט מסוים. ויגוצקי מתייחס לשני אזורי התפתחות של התלמיד – האזור הנוכחי בו הוא נמצא ברגע נתון ובאזור זה הוא מסוגל לפתור בעיות בעצמו ואזור התפתחות קרובה (ZPD) שהוא אזור בתחילת היווצרות, ובאזור זה הוא מסוגל לפתור בעיות באמצעות הדרכה ותיווך של מומחה ממנו.

בחומרי הלימוד וההוראה של היוזמה המורה בוחן את התלמידים במבחן ידע מוקדם, כדי שיוכל להתייחס בהמשך למידת התיווך שהוא צריך לתת לכל אחד מהתלמידים על פי שונות כיתתו. בהתאם לגישת השוליינות הקוגניטיבית המורה מסביר בצורה מפורשת ומדגים (modeling) את אסטרטגיות החשיבה בפרשנות גרפים, התלמידים מתרגלים את המיומנות בלמידה פעילה שלב אחרי שלב תוך תמיכת המורה (coaching) עד לרכישתה. חלק מהפעילויות מבוצעות בקבוצות למידה, בהתאם לגישת הלמידה השיתופית, ובמהלך התלמידים מחליפים ביניהם דעות, כישורים ומיומנויות ומפנימים את דרך החשיבה. באמצעות פעילות מטהקוגניטיבית התלמידים משווים בין רמת השליטה שלהם במיומנות פרשנות גרפים בתחילת הפעילות ובסופה, מבצעים משוב עצמי וחשיבה מטהקוגניטיבית. שילוב גישות אלה מאפשר בסופו של דבר הבנייה משמעותית של מיומנות פרשנות גרפים.

## **תרומת תוכנית רוטשילד ויצמן**

לתוכנית רוטשילד וייצמן תרומה נכבדת בפיתוח יוזמה זו. במסגרת התוכנית למדתי קורסים בהוראת המדעים לצד קורסים עדכניים בתחום הביולוגיה. הקורסים בהוראת המדעים חשפו אותי לתיאוריות למידה ולדרכי הוראה שונות לצד חשיפה למחקרים שנעשו בארץ ובעולם בתחום זה. קורסים אחרים, אפשרו לי להתנסות בפיתוח חומרי למידה מגוונים בכלים להערכתם. במסגרת הקורסים בביולוגיה נחשפתי לידע ביולוגי עכשווי, לביקורים במעבדות שונות ולעבודה עצמית בקורסי מעבדה בביולוגיה תאית ומולקולארית, כמו גם להכרות עם חוקרים ועם דרך עבודתם. במסגרת זו נפגשתי עם דר' דן מיכאל ושמעתי ממנו על חשיבות פרשנות גרפים לעבודתו של חוקר: לדבריו, אין אפשרות לניתוח תוצאות ניסיוניות ללא הבנת גרפים ובלעדיהם אין אפשרות להסיק מסקנות. דר' דן מיכאל הדגיש את העובדה כי מיומנות פרשנות גרפים היא אחת המיומנויות הבסיסיות עבור מדען. במסגרת עבודתו במכון הוא

משלב ניהול מעבדת הוראה לצד מתן קורסים בביוכימיה לסטודנטים במכון ולצד מחקר בנושא החלבון p53 ומבנה הכרומוטין בביטוי גנים. במסגרת עבודתו עם סטודנטים הוא חש לא פעם כי יש סטודנטים שמתקשים בפרשנות גרפים למרות שנראה כי הם מסוגלים לקרוא אותם באופן טכני. הוא ציין את חשיבות ההוראה המפורשת של מיומנות זו במסגרת הקורסים שהוא מלמד ואת חשיבות התרגול וההתמודדות העצמית של הסטודנט עם פרשנות הגרף.

### **תרומת ניסיוני כמורה**

כמורה למדעים בחט"ב ולביוכימיה בחט"ע נתקלתי לא פעם בתלמידים שמגלים קשיים בפרשנות של גרפים. הפתיע אותי תמיד מחדש לפגוש תלמידים שהגיעו לכיתה יב' ועוד לא התגברו על הקושי הזה, למרות שנתקלו במספר לא מבוטל של גרפים ואף לימדו מיומנות זו במסגרת שיעורי מתמטיקה. הפתעתי הייתה גדולה עוד יותר כאשר במסגרת עבודות הבידוע או ניתוח תוצאות מעבדה תלמידים לא הצליח לפרש גרפים שהם בעצמם ייצרו. כאשר עבדתי עם קבוצות תלמידים קטנות על מנת ללטש את עבודות הבידוע שהגישו, רוב השגיאות והקשיים היו בתחום יצירת הגרף ופרשנותו. בשיחות הקבוצתיות האלה שמעתי תלמידים שמבטאים שגיאות דומות זו לזו אף שעבדו בקבוצות שונות. הקשיים הללו של תלמידיי היוו מניע חזק עבורי לנסות להבין את מקור הקושי. כמורה מן השטח אני מודעת לחשיבות רכישת מיומנויות הרבה יותר מרכישת מידע מדעי חדש, כיון שאני רואה שתלמידים ששולטים במיומנויות מסוגלים להתמודד עם ידע חדש באופן עצמאי, אך לא להיפך – תלמידים ששולטים בידע המדעי, מתקשים בביצוע מיומנויות שאינם שולטים בהן ועוד יותר מתקשים בשילוב התוכן המדעי עם מיומנויות אלה.

### **חומרי הלימוד וההוראה**

יחידת הפיילוט כוללת מספר עזרי הוראה:

- מבדק דיאגנוסטי למיפוי הצרכים בכיתה בתחום מיומנות פרשנות גרפים. (לתלמיד+מחונן למורה)
- גיליון אקסל למיפוי המבדק הדיאגנוסטי (למורה)
- מצגת המהווה בסיס להדגמת אסטרטגיות החשיבה במיומנות ולדין כיתתי
- פעילות קבוצתית - פעילות 1: כיצד נתאר גרף בצורה מדוייקת?
- פעילות קבוצתית - פעילות 2: משרטוט גרף להבנת מגמות בגרף
- פעילות אישית – חושבים על החשיבה - התייחסות מטה-קוגניטיבית לתהליך רכישת המיומנות.

- מבדק מסכם (לתלמיד + מחוון למורה)
- גיליון אקסל למיפוי המבחן המסכם

### רצף ההוראה

ידע מוקדם: כיון שיחידת ההוראה עוסקת בעיקר בתחום המיומנות, אין בה צורך בידע מוקדם ביולוגי רחב מצד התלמידים, אלא הכרות בסיסית עם המושגים: תא, ATP, אנזים, תאי דם, חלבון. בתחום המיומנות הידע המוקדם הדרוש כולל את המושגים: ציר X וציר Y, משתנה תלוי ובלתי תלוי. את יחידת ההוראה מומלץ לבצע בתחילת כיתה י' במשולב עם הוראת נושא גוף האדם או בכיתה יא', במשולב עם נושא התא.

### הרצף המוצע:

מטרות	תוכן השיעור	מספר שיעורים
מבדק ידע מוקדם הבודק את מיומנות הבנת ייצוג מדעי בצורה גרפית. הכלי בנוי בשלוש רמות הבודקות כמה מושגים בסיסיים בייצוג גרפי: ייצוג צירים, קשר בין משתנים, מציאת נקודה על הגרף, הבנת מגמות גרף, השוואה בין עקומות באותו גרף. למורה מצורף מחוון וגיליון אקסל המשמש למיפוי תשובות התלמידים תוך התייחסות לנושאים שעלו מתוך בדיקת האבחון. הגיליון מחשב את ממוצע הניקוד לכל סעיף המייצג מושג הקשור באחת המיומנויות בקריאת גרף, ומחשב על פי מצב הממוצע את רמת הקושי של השאלה. כלי זה מאפשר למורה לבצע הוראה מתווכת על פי הקושי שהתגלה ואיתור של תפיסות שגויות.	מבחן דיאגנוסטי	1
במהלך השיעור המורה מדגים את אסטרטגית חשיבה בפרשנות של גרפים. מומלץ לבצע את השיעור בצורת דיון בו התלמידים עונים על שאלות מכוונות. האסטרטגיה מלווה ב"חץ	מצגת הדגמת אסטרטגיית החשיבה (modeling)	1-2

<p>חשיבה" שמפרק את המיומנות לצעדים קטנים ומפורשים. חלקה הראשון של המצגת עוסק בפרשנות גרף בעל עקומה אחת וחלקה השני עוסק ב"חץ חשיבה" שני העוסק בפרשנות גרף מרובה עקומות. על פי תוצאות המבחן הדיאגנוסטי המורה יכול לבחור האם לבצע את שני חלקי המצגת בשיעור אחד או לפצל את המצגת לשני שיעורים שביניהם תרגול</p>		
<p>דף הפעילות מתבצע בלמידה שיתופית בקבוצות למידה של 3-4 תלמידים. דף הפעילות מבוסס על מצגת ההדגמה ומאפשר לתלמידים לתרגל בעצמם משימה מוכרת ולהיעזר בפעם הראשונה בחץ החשיבה הראשון.</p>	<p>דף פעילות 1 – כיצד נפרש גרף בצורה מדוייקת? (coaching)</p>	<p>1</p>
<p>בפעילות זו התלמידים מקבלים תוצאות ניסויים המוצגים בטבלה ומתבקשים לשרטט גרף מתוך הנתונים ולתאר את מגמתו בסיוע "חץ החשיבה". שרטוט הגרף מאפשר הבנה עמוקה יותר של משמעות קן המגמה כמייצג נתונים. התלמידים עובדים בלמידה שיתופית בקבוצות למידה של 3-4 תלמידים, ויכולים לבחור אחת משתי אפשרויות על פי הנושא המעניין אותם יותר.</p>	<p>דף פעילות 2 – משרטוט גרף להבנת מגמות (coaching)</p>	<p>1</p>
<p>פעילות זו מאפשרת תרגול "חץ החשיבה" השני – פרשנות גרף מרובה עקומות. מומלץ כי גם פעילות זו תתבצע בקבוצות הלמידה.</p>	<p>דף פעילות 3 – תרגול גרף מרובה עמודות</p>	<p>1</p>
<p>בפעילות מטהקוגניטיבית אישית זו כל תלמיד מקבל את המבדק הדיאגנוסטי שביצע בתחילת יחידת ההוראה ומשווה בין ביצועיו הראשונים למאוחרים יותר, תוך משוב עצמי לגבי רמת שליטתו במיומנות. התלמיד מתבקש לחשוב חשיבה מטהקוגניטיבית על התהליך שעבר כדי לשפר את תפיסתו ואת היכולת שלו לבצע העברה למשימות מורכבות יותר.</p>	<p>פעילות 4 - חושבים על החשיבה (metagocnition)</p>	<p>1</p>
<p>במבדק זה משימות סיכום מורכבות שמטרתן</p>	<p>מבדק מסכם</p>	<p>1</p>

<p>לגלות את מידת הפנמתם של התלמידים ואת מידת שליטתם במיומנות, תוך השוואה למבדק הדיאגנוסטי שנערך בתחילת הדרך. השאלה האחרונה במבדק שונה מעט משאלות איתן התמודדו התלמידים במהלך יחידת ההוראה, כיון שהיא מציגה גרף בעל שני צירי Y. מטרת שאלה זו היא לבדוק האם רמת הפנמת המיומנות בשלב זה מספיקה כדי לבצע העברה (transfer) לשאלה מורכבת יותר. למבדק זה מצורף מחוון למורה וגיליון אקסל למיפוי תשובות התלמידים בדומה למבדק הדיאגנוסטי.</p>	<p>(fading)</p>	
---	-----------------	--

## תאור הערכת היוזמה

### האוכלוסייה הנבדקת

הפיילוט יכלול כ-50 תלמידי כיתה י' במגמה ביולוגית ברמת 5 יחידות לימוד משני בתי ספר באזורים שונות בארץ.

### כלי ההערכה

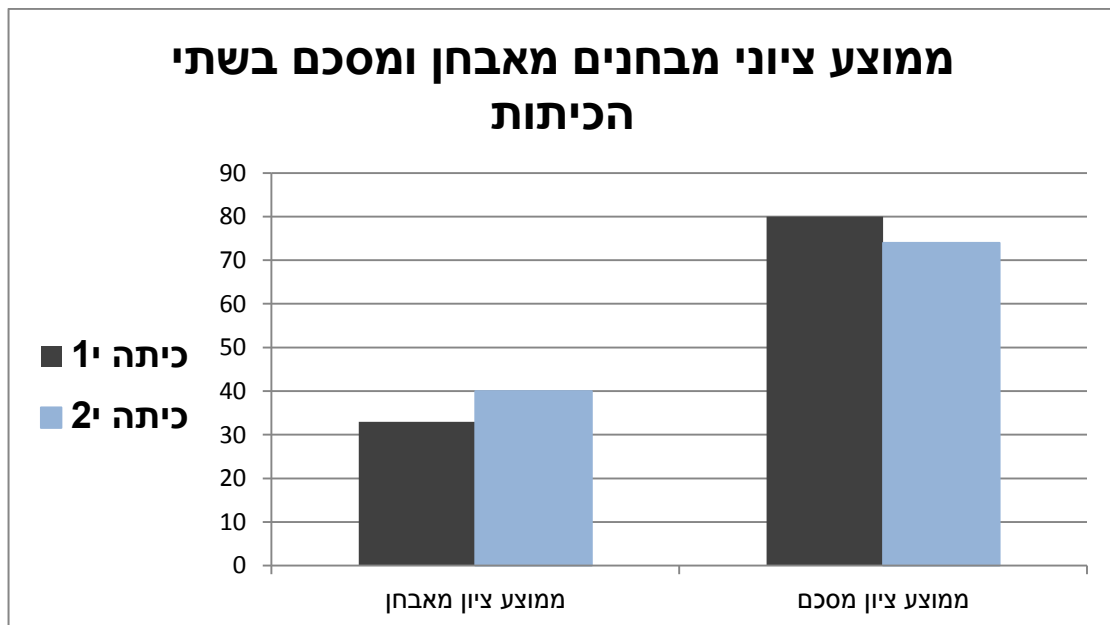
הערכת המחקר תתבצע כהערכה מעורבת. ההערכה הכמותית תכלול את תוצאות המבדק הדיאגנוסטי והמבדק המסכם, שנתוניהם ינותחו באמצעות גיליונות אקסל, על מנת לכמת ולהשוות את רמת שליטת כל אחד מהתלמידים והכיתה כולה במיומנות לפני העברת יחידת ההוראה ואחריה. בנוסף להערכה הכמותית תתבצע הערכה איכותנית שתכלול התייחסות לתשובות המילוליות של התלמידים בפעילויות השונות שיבצעו וראיונות עם מספר תלמידים שייבחרו על בסיס תשובותיהם ועל בסיס הפעילות המטה-קוגניטיבית.

### מערך המחקר

המחקר יתבצע בשנה"ל תשע"ב בחודשים ספטמבר-אוקטובר. היקף יחידת ההוראה הוא 6-8 שיעורים בני 45 דקות כל אחד.

## תוצאות המחקר

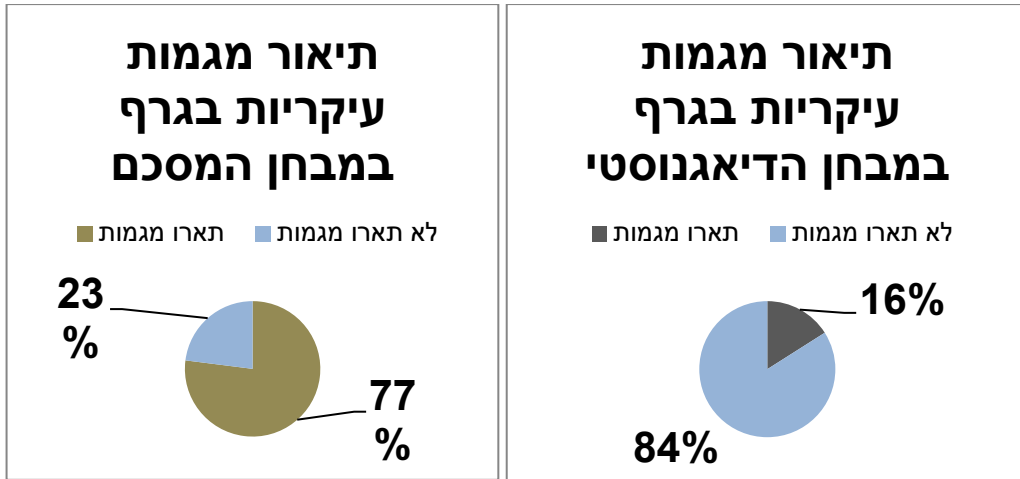
מטרת המחקר הייתה שיפור רמת שליטת התלמידים במיומנות פרשנות מגמות בגרף באמצעות שימוש בהוראה מפורשת והבנייתית, ובאמצעות למידה שיתופית. על מנת לעקוב אחר השינויים ברמת השליטה של התלמידים במיומנות פרשנות גרפים, נערכו שני מבחנים – מבחן דיאגנוסטי ומבחן מסכם. בשני המבחנים התלמידים התמודדו עם פרשנות של גרפים, והתבקשו לתאר באופן מילולי תוצאות של מחקרים שהוצגו באמצעות גרף. תשובות התלמידים לשני המבחנים מופו על פי קריטריונים שבדקו: התייחסות לשני המשתנים – התלוי והבלתי תלוי, יצירת קשר בין המשתנים ותאור מגמות עיקריות. גרף מס' 1 מתאר את ממוצע הישגי התלמידים בשתי כיתות המחקר בשני המבחנים



גרף מספר 1: ממוצע ציוני שני המבחנים – הדיאגנוסטי והמסכם בשתי כיתות המחקר

נראה כי חל שיפור משמעותי בשליטת התלמידים משתי הכיתות במיומנות פרשנות הגרפים. הפרש הציונים הממוצע בין שתי הכיתות מראה שיפור של כ-40 נקודות בממוצע בהשוואת המבחן הדיאגנוסטי למבחן המסכם. בנוסף לבדיקת הממוצע הכיתתי, נבדק השינוי ברמת השליטה במיומנות עבור כל אחד מן התלמידים. בגרף מס' 2 ניתן לראות כי מלבד שני תלמידים, כל שאר תלמידי הכיתות שיפרו את הישגיהם במבחן המסכם בהשוואה לתחילת המחקר.





גרף מספר 3: התפלגות של התייחסות למגמות עיקריות המוצגות בגרף בהשוואה בין שני המבחנים – הדיאגנוסטי והמסכם

לאחר הפעילות הראשונה, בה הודגמה אסטרטגית הלמידה באופן מפורש ומובנה, כל תלמיד קיבל את המבחן הדיאגנוסטי שלו לעיון נוסף (ללא הערות המורה) והתבקש לזהות בו במה טעה. תלמידים הצביעו על טעויותיהם:

**ח': "בהתחלה (במבדק הדיאגנוסטי) לא כתבתי זמן מדויק (משתנה בלתי תלוי) אלא הגדרתי באופן כללי, גם לא תיארתי את המגמות בגרף"**

**ד': "לא כתבתי מספרים בכלל וגם לא הייתי מדויקת... לא התייחסתי לשני סוגי התאים... כתבתי שהגרף עלה אבל לא הבינו למה אני מתכוונת"**

**א': "אפילו שהבנתי את השאלה לא הצלחתי להבין את הגרף כי לא דייקתי"**

**ב': "לא דייקתי, הייתי צריכה לציין גם את הזמן בניסוי"**

**י': "לא תיארתי את הגרף בצורה מדויקת ומפורטת"**

**ה': "לא פירטתי מספיק ולא שיקפתי את ההבדל בגרפים"**

כדי לבדוק האם תלמידים מודעים לאסטרטגיות הלמידה שהוצגו בפניהם ושתורגלו על ידם, הם התבקשו לענות באופן אישי על מספר שאלות מטה – קוגניטיביות בתום התהליך. התלמידים נשאלו לגבי דרך הפעולה בה ינקטו כשיתבקשו בעתיד לתאר גרף:

**ד': "צריך לשים לב שכותבים בתשובה גם משתנה תלוי וגם בלתי תלוי כל הזמן... ולראות שהתייחסתי לכל המגמות"**

**ח': "כשמסיימים לכתוב את התיאור צריך לשים לב שלא דילגתי על משהו"**

ל': "בעיקר אני חושבת שצריך לראות איפה התחיל השינוי. זה המקום הכי חשוב בגרף".

ת': "כשאני מתארת את הגרף אני צריכה לציין מה קורה בניסוי"

ס': " צריך לקרוא הרבה את "הסיפור" של הגרף עד באמת הבנה מלאה ורק לאחר מכן לתאר אותו"

ה': "לקרוא את שתי העמודות בצירים, לקרוא את כותרת הגרף, לסמן בצבעים ואח"כ לתאר בשלבים"

בנוסף נשאלו התלמידים אודות אמצעי ההוראה שהיה עבורם משמעותי במיוחד וסייע להם להשגת שליטה במיומנות פרשנות הגרפים. תשובות התלמידים היו הטרוגניות וכללו בחירה מתוך מגוון הפעילויות שהוצעו לפניהם ותורגלו על ידם:

ח': "התרגולים וההסברים עזרו לי וגם כן חץ החשיבה. זה עזר לי להבין את השלבים"

א': "עבדתי עם חברות והן עזרו לי ונתנו לי עוד הסברים"

ב': "חץ החשיבה עוזר לי. אני מרגישה עכשיו בטוחה"

י': "בהתחלה לא כ"כ הבנתי את ההסברים אבל המצגות וסרגל החשיבה עזרו לי כי הם הנחו אותי מה לעשות"

ע': "בעזרת כלי החשיבה למדתי לפרש ולהסתכל על גרפים בצורה נכונה"

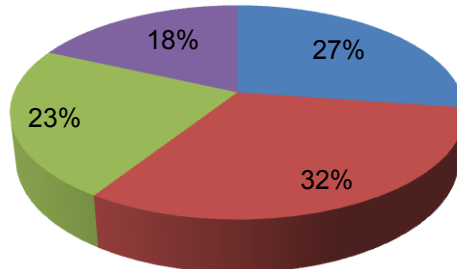
י': "הייתי צריכה להסביר לאנשים אחרים מה שעזר לי בסופו של דבר"

ד': "אני אמליץ לצבוע כל מגמה בצבע אחר ואז לתאר את מגמות הגרף"

התשובות המילוליות של התלמידים לגבי אמצעי ההוראה המשמעותי ביותר עבורם חולקו לארבע קטגוריות על פי אופי הפעילות: פעילויות שכללו הדגמת המורה את שלבי אסטרטגיית הלמידה, "חץ החשיבה" שמהווה פיגומים ללומד, תרגול המיומנות ועבודה קבוצתית. בגרף מס' 4 ניתן לראות את פילוח בחירת התלמידים.

## התפלגות בחירת התלמידים את אמצעי ההוראה המסייע ביותר

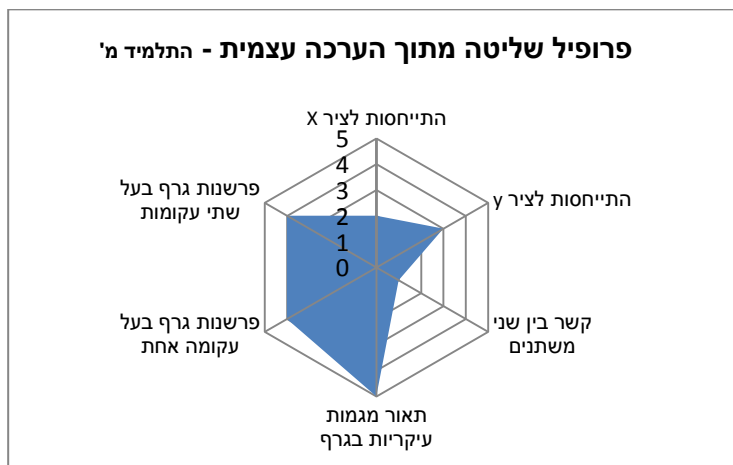
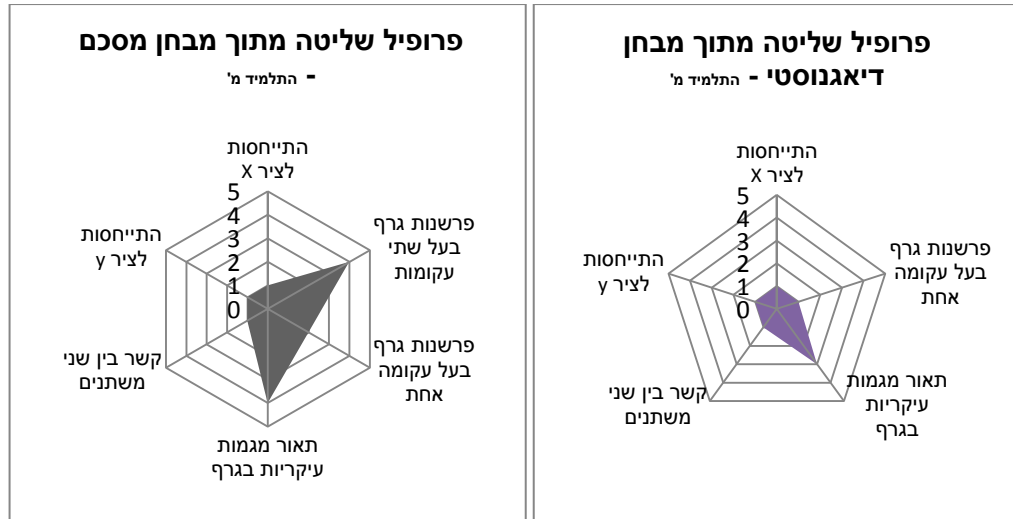
שימוש ב"חץ החשיבה" ■ פעילות קבוצתית ■ תרגול ■ הדגמת המורה ■



**גרף מספר 4: פילוח בחירת התלמידים את אמצעי ההוראה המשמעותי ביותר עבורם בלמידת אסטרטגיית פרשנות גרפים**

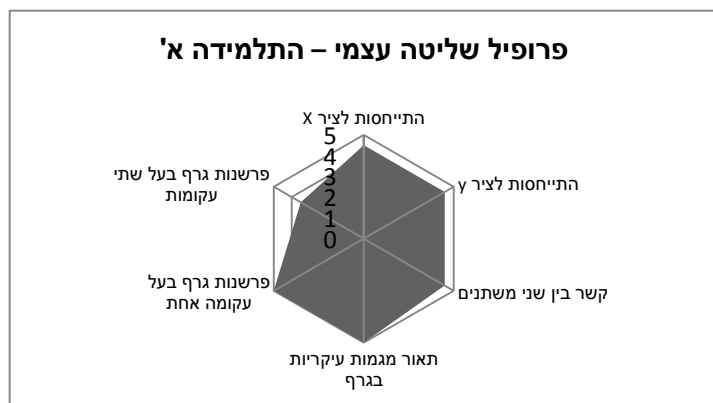
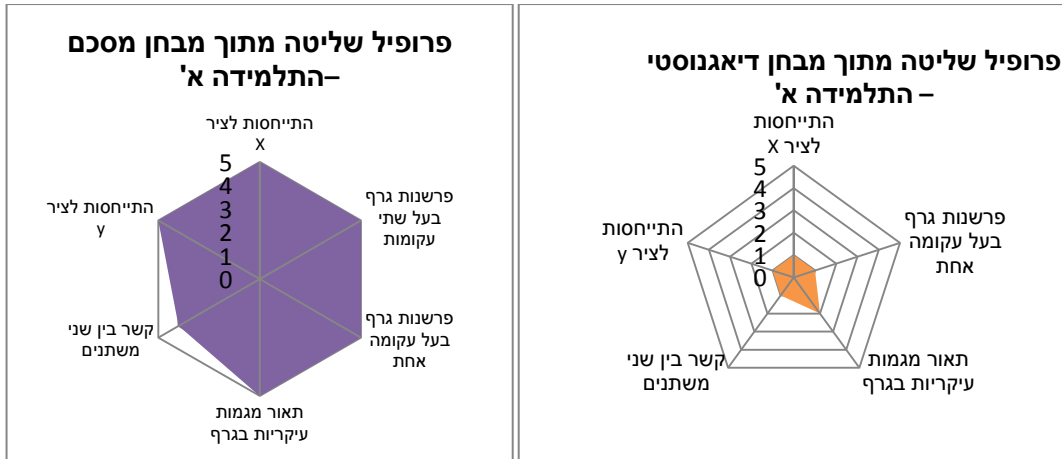
מתוך גרף מספר 4 ניתן ללמוד שכל הפעילויות שהוצגו ותורגלו בידי התלמידים היו משמעותיות עבורם לרכישת מיומנות קריאת הגרפים. נראה כי התרגול היה המשמעותי ביותר עבור רוב הלומדים, ו-32% מהתלמידים הצביעו עליו ככלי המשמעותי ביותר עבורם, הדגמת המורה והפעילות הקבוצתית נבחרו על ידי 27% ו-23% בהתאמה, ואילו שימוש "חץ החשיבה" היה משמעותי עבור מספר קטן יותר של תלמידים.

מתוך מיפוי המבחן הדיאגנוסטי והמסכם ניתן להשוות את פרופיל השליטה של התלמידים במיומנויות השונות בפרשנות של גרפים: התייחסות לציר X, התייחסות לציר Y, יצירת קשר בין משתנים, תיאור מגמות עיקריות בגרף, פרשנות של גרף בעל עקומה אחת ופרשנות של גרף בעל שתי עקומות. בתום תהליך ההוראה התבקשו ארבעה תלמידים לבצע הערכה עצמית של רמת השליטה שלהם במיומנויות אלה בתום תהליך ההוראה. תוצאות פרופיל ההערכה העצמית של התלמידים הושוּו לתוצאות הפרופילים של שני המבחנים בגרפים 5 ו-6 מתוארת השוואת פרופילים של שני תלמידים.



**גרף מספר 5: השוואת פרופיל שליטת התלמיד מ' מתוך המבחן הדיאגנוסטי, המסכם וההערכה העצמית**

על פי השוואת פרופילי השליטה של התלמיד מ' (גרף מס' 5) לא נראית התקדמות בהתייחסות שלו לשני צירי הגרף במהלך התיאור המילולי שלו, אך נראית התקדמות מסוימת ברמת התייחסותו למגמות גרפיים ולפרשנות גרף בעל עקומה אחת. עם זאת, נראה כי ההערכה העצמית של התלמיד מ' גבוהה יותר מאשר שליטתו האובייקטיבית.



**גרף מספר 6: השוואת פרופיל שליטת התלמידה א' מתוך המבחן הדיאגנוסטי, המסכם וההערכה העצמית**

בהשוואת פרופילי השליטה של התלמידה א' (גרף מס' 6) נראית התקדמות משמעותית מאוד בהתייחסות שלה לכל תתי המיומנויות שנבדקו. מתוך הראיון עלה כי התלמידה א' מודעת להתקדמותה ברמת השליטה, אך נראה כי ההערה העצמית שלה נמוכה מההערכה האובייקטיבית.

## סיכום ודין

ייצוג מידע באמצעות גרף נפוץ מאוד בלימודי מדעים בשכבות גיל שונות. מיומנות פרשנות של גרפים מורכבת מכמה מרכיבים בדרגות חשיבה שונות (Wainer 1994). על מנת שתלמיד ירכוש שליטה במיומנות פרשנות הגרפים, עליו לרכוש בהדרגה שליטה במרכיבי המיומנות (Shah 1995, Loske 1993). בעבודה זו נעשה ניסיון לשפר את מיומנות הבנת מגמות של גרפים בקרב תלמידי מגמת ביולוגיה. השערתנו הייתה כי באמצעות שילוב אסטרטגיות הוראה בגישת השוליינות הקוגניטיבית והלמידה הקבוצתית יחול שיפור ביכולת התלמידים להבין משמעות של מגמת גרפים. תוצאות המבחן הדיאגנוסטי הראו כי ללא ספק ישנם קשיים בהקשר למיומנות קריאת גרפים כפי שמתואר בספרות (Kramarski 2004). תוצאות המבחן המסכם הראו כי הושגה שליטה בהבנת מגמות הגרף ותיאור מילולי מפורט של גרף, הכולל התייחסות למשתנים ולפרטי הניסוי ו/או/ לסיפור הרקע. שליטה זו הושגה גם בקרב תלמידים שהישגיהם נמוכים מאוד בדרך כלל. התוצאות האיכותניות העידו על כך שמלבד שיפור הישגים, התלמידים רכשו אסטרטגיות למידה והם מודעים לשלבים הקוגניטיביים שעליהם לבצע בזמן פרשנות של גרף. נראה כי מרכיב חשוב בשיפור ההישגים היה שילוב אסטרטגיות ההוראה: למידה פעילה, מפורשת והבנייתית, תרגול, שימוש בפיגומים דוגמת "חץ החשיבה" וצביעת המגמות העיקריות והלמידה הקבוצתית. מתוך הפעילות המטהקוגניטיבית עולה כי תלמידים הצביעו על פעילויות שונות כמשמעותיות ביותר עבורם. נראה כי מגוון האסטרטגיות שהופעלו בכיתות, אפשרו לתלמידים בעלי גישות חשיבה שונות לרכוש את המיומנות. התוצאות נתמכות על ידי גישת השוליינות הקוגניטיבית (Collins, Brown and Holum, 1991) לפיה הלמידה נעשית בשלבים: התלמידים צפו במורה המדגימה את אסטרטגיות החשיבה בפרשנות גרפים, תוך כדי מתן רמזים ופיגומים. בהמשך הם תרגלו מספר פעמים את המיומנות, כאשר רמת התמיכה של המורה בתלמידים פחתה בהדרגה. ככל הנראה, שילוב הלמידה הפעילה יחד עם הלמידה הקבוצתית היווה מרכיב חשוב בהצלחת התלמידים (Vygotsky 1978). כפי שעולה מתשובות התלמידים, האינטראקציה החברתית והיכולת לקבל משוב מידי מחברי הקבוצה סייעה להם בהתמודדות עם משימות התרגול. מתוך מיפוי פרופיל ההערכה העצמית של התלמידים נראה כי בנוסף לשיפור ההישגים תלמידים חיזקו גם את הביטחון העצמי שלהם ביכולתם להתמודד עם גרפים. יש להתחשב בעובדה כי עבודה זו התבצעה בשתי כיתות בלבד, וכי על מנת להגיע למסקנות מהימנות יותר, יש להרחיב את המחקר למספר רב יותר של תלמידים ולהתנסות של מורים נוספים. בעבודה זו לא נבדקה הבנת סיפורי מחקר ביולוגיים ו/או תוצאות ניסוי שתלמיד ביצע במעבדה בעקבות תיאור מילולי נכון של מגמות בגרף. כמו כן לא נבדקה יכולת ההעברה של המיומנות לתחום תוכן נוסף והטמעת השליטה במיומנות פרשנות גרפים לטווח ארוך. ראוי לתכנן המשך של תרגול שוטף לחיזוק המיומנות ושמירה של השליטה בטווח ארוך יותר,

וכדאי לפתח יחידות הוראה נוספות המטפלות במיומנות פרשנות גרפים לצד הטיפול בתחומי התוכן, כאשר כל יחידה תתמקד בהוראה מפורשת של אחד ממרכיבי המיומנות ותרגול השלבים המוקדמים יותר.

Bright, G. W., & Friel, S. N. (1998). **Graphical representations: Helping students interpret data.** In S.P. Lajoie (Ed.), *Reflections on statistics: Agendas for learning, teaching, and assessment in K–12*(pp. 63–88).

Charney, Jeff , Hmelo-Silver, Cindy E. , Sofer, William , Neigeborn, Lenore , Coletta, Susan and Nemeroff, Martin(2007) **Cognitive Apprenticeship in Science through Immersion in Laboratory Practice**, International Journal of Science Education, 29: 2, 195 — 213

Collins, A., Brown, J. S., & Newman, S. E (1989). **Cognitive apprenticeship: Teaching the crafts of reading, writing, and mathematics.** In L. B. Resnick (Ed.), *Knowing, learning, and instruction. Essays in honor of Robert Glaser* (pp. 453–494).

Collins, A., Brown, J. S., & Holum, A. (1991). **Cognitive apprenticeship: Making thinking visible.** *American Educator* (winter), 6-11, 38-46.

Curcio, F. R. (1987). **Comprehension of mathematical relationships expressed in graphs.** *Journal for Research in Mathematics Education*, 18, 382–393.

Friel N. Frances ,Curcio R., and Bright G.(2001) **Making Sense of Graphs: Critical Factors Influencing Comprehension and Instructional Implications**, *Journal for Research in Mathematics Education*. 32, 124–158

Johnson, D., Johnson, R. (1999) **What makes cooperative learning work?** In Kluge D., Mcguire, S., Johnson, D. and Johnson, R. (Eds.) *JALT applied materials, cooperative learning* 22-36.

Kramarski, B. (2004). **Making sense of graphs. Does metacognitive instruction make a difference on student's mathematical conceptions and alternative conceptions?** *Learning and instruction* 14, 593-619

Mautone P. and Mayer R. (2007) **Cognitive Aids for Guiding Graph Comprehension**, *Journal of Educational Psychology*, 99, , 640–652

Shah P., Mayer R. and Hegarty M. (1999) **Graphs as Aids to Knowledge Construction: Signaling Techniques for Guiding the Process of Graph Comprehension** *Journal of Educational Psychology*, 91, 690-702

Shah, P., & Carpenter, P. A. (1995). **Conceptual limitations in comprehending line graphs**. *Journal of Experimental Psychology: General*, 124, 43–61.

Shah, P., & Hoeffner, J. (2002). **Review of graph comprehension research: Implications for instruction**. *Educational Psychology Review*, 14, 47–69.

Trickett S.B and Trafton J.G. (2006) **Toward a Comprehensive Model of Graph Comprehension: Making the Case for Spatial Cognition**, *Diagrams* 2006, pp. 286 – 300.

Vygotsky L.S. (1978) **Mind in society: the development of higher psychological processes**. London, England.

אלון ב., ספקטור-לוי א., שרץ ז. (2006) **ללמ(ו)ד כיצד ללמוד - כיצד משפיעה הוראת מיומנויות למידה במדע וטכנולוגיה על הישגי התלמידים** קריאת ביניים, 9, מרץ 2006

וינברגר י., זוהר ע. ותמיר פ. (1993). **פיתוח מיומנויות חשיבה ביקורתית במסגרת לימודי הביולוגיה**, העלון למורי הביולוגיה תשס"ג, 135

זוהר, ע. (1996). **ללמוד, לחשוב וללמוד לחשוב**. ירושלים: מכון ברנקו וייס לטיפוח החשיבה

לוריא, י. ורוזנפלד, ש. (2006). **"הוראה מתווכת"- אסטרטגיה לפיתוח מיומנויות אוריינות מדעית**. קריאת ביניים, 9, מרכז מורים ארצי למו"ט חט"ב. 36-48

עפרת, נ' (2002). הוראת הביולוגיה בדרך החקר: קשיים, מורכבות, הדגשים ומעורבות המורה: סקירת ספרות. בתוך: ח' בכר, נ' עפרת וש' גינוסר (עורכים). קשיים בהוראת הביולוגיה: מודעות, מעורבות ואסטרטגיות הוראה - סקירת ספרות מקצועית (עמ' 19-35). ירושלים: המרכז להוראת המדעים, האוניברסיטה העברית בירושלים.

שוורץ י ושטרן ל. (2006). אוריינות מדעית- שינוי גישות ותפיסות בהוראת המדעים, חוברת הפיקוח על מוט"ב 3, משרד החינוך, הפיקוח על הוראת מוט"ב, תשס"ו, ירושלים

שם: \_\_\_\_\_

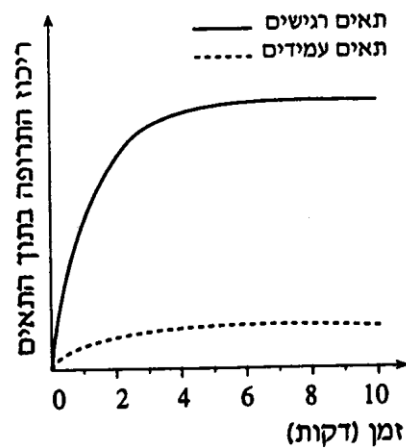
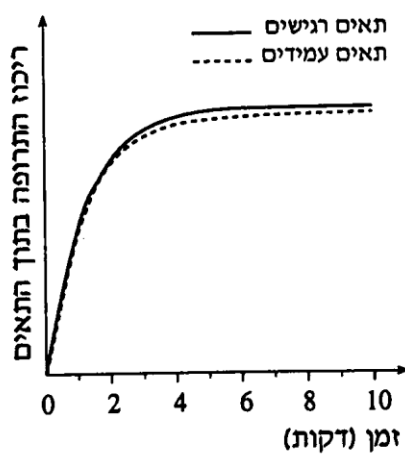
**מבדק דיאגנוסטי**

קרום התא שומר על יציבותה של הסביבה הפנימית של התא. דרך הקרום עוברים חומרים ללא השקעת אנרגיה או בהשקעת אנרגיה. כאשר נלחמים בתאי סרטן המתפתחים בתוך הגוף, משתמשים בתרופות החודרות לתוך התאים וגורמות לחיסולם. התברר כי יש תאי סרטן הרגישים לתרופה ויש תאי סרטן עמידים בפני התרופה. חוקרים חשפו לתרופה תאי סרטן עמידים ותאי סרטן רגישים, בריכוזים שונים של ATP.

התוצאות של ניסוי 1 מתוארות בציור 1, והתוצאות של ניסוי 2 – בציור 2.

השתנות ריכוז התרופה בתאים

ציור 1 – בריכוז נורמלי של ATP בתאים      ציור 2 – בריכוז נמוך מאוד של ATP בתאים



1. על פי שני התרשימים כתבו במילים שלכם: מה בדקו החוקרים?

2. תארו במילים את תוצאות שני הניסויים, כפי שהם מתוארים בשני הגרפים.

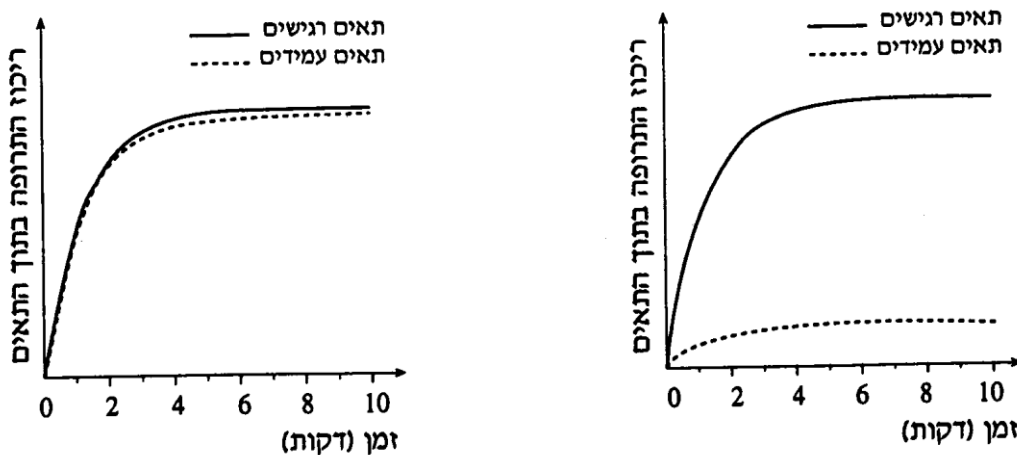
**מבדק דיאגנוסטי – מחוון למורה**

קרום התא שומר על יציבותה של הסביבה הפנימית של התא. דרך הקרום עוברים חומרים ללא השקעת אנרגיה או בהשקעת אנרגיה. כאשר נלחמים בתאי סרטן המתפתחים בתוך הגוף, משתמשים בתרופות החודרות לתוך התאים וגורמות לחיסולם. התברר כי יש תאי סרטן הרגישים לתרופה ויש תאי סרטן עמידים בפני התרופה. חוקרים חשפו לתרופה תאי סרטן עמידים ותאי סרטן רגישים, בריכוזים שונים של ATP.

התוצאות של ניסוי 1 מתוארות בציור 1, והתוצאות של ניסוי 2 – בציור 2.

השתנות ריכוז התרופה בתאים

**ציור 1 – בריכוז נורמלי של ATP בתאים**      **ציור 2 – בריכוז נמוך מאוד של ATP בתאים**



1. על פי שני התרשימים כתבו במילים שלכם: מה בדקו החוקרים? (התייחסו לכותרת, לשני הצירים, לשני סוגי התאים)

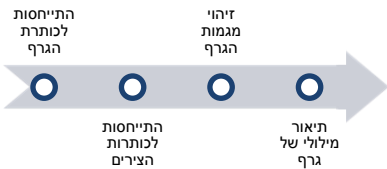
החוקרים בדקו את **ההשתנות של ריכוז התרופה עם הזמן בתוך תאי סרטן עמידים ובתוך תאי סרטן רגישים** בשני מצבים: כאשר ריכוז ה-ATP בתוך התאים **נורמלי** (ניסוי 1), וכאשר ריכוז ה-ATP בתוך התאים **נמוך מאוד** (ניסוי 2).

2. תארו במילים את תוצאות שני הניסויים, כפי שהם מתוארים בשני הגרפים. (ריכוז ATP, שני צירים, שני סוגי תאים, מגמה)

בריכוז **נורמלי של ATP – ריכוז התרופה בתאים רגישים עולה בשתי הדקות הראשונות של הניסוי ונשאר גבוה יחסית לתאים עמידים** בזמן הניסוי. **בריכוז נמוך של ATP** ריכוז התרופה עולה ונשאר גבוה גם בתאים רגישים וגם בתאים עמידים.

### נספח 3: מצגת כלי החשיבה לפרשנות גרפים

מצורפת בקובץ נפרד.



## נספח 4: פעילות 1 - פעילות תרגול כלי החשיבה

### פעילות 1: כיצד נתאר מגמת גרף בצורה מדויקת?

בעת פציעה אובדת לעתים כמות גדולה של דם. כתוצאה מכך, הגוף נכנס למצב לחץ, ומופעלים בו מנגנונים שונים לתיקון המצב, ונוצר צורך להפעיל מערכות אנזימיות ברקמות הגוף השונות, כמו למשל בכבד. כשהגוף נמצא במצב לחץ חלה הפרשה מוגברת של ההורמון קורטיזול, המופרש מבלוטת יותרת הכליה ונקלט בדם. נמצא שבתגובה לעליית רמת הקורטיזול בדם עולה פעילות אנזים X בכבד. כדי לברר כיצד משפיע הקורטיזול על אנזים X, גידלו תאי כבד בתרבית. בזמן 0 הוסיפו למצע התרבית קורטיזול. לאחר 12 שעות הורחק הקורטיזול מהתרבית על ידי שטיפת התאים והעברתם למצע חסר קורטיזול. במהלך הניסוי (לפני ואחרי הרחקת הקורטיזול) הוצאו דגימות תאים ונבדקה בהן רמת הפעילות של אנזים X. תוצאות הניסוי מוצגות בגרף הבא:



#### נפעיל את כלי החשיבה לפרשנות גרפים:

בכל אחד מהשלבים תוכלו להיעזר בחץ החשיבה שבקצה העליון של הדף ולסמן בתוכו את השלבים

#### שלב א: התייחסות לכוונת הגרף

1. הסבירו במילים שלכם מה מתאר הגרף?



### שלב ב: התבוננות בכותרות הציורים

2. איזה משתנה בלתי תלוי (משפיע) מתאר ציר ה-X?
3. אילו שינויים נוספים מתוארים בציר ה-X?
4. איזה משתנה תלוי (מושפע) מתאר ציר ה-Y?

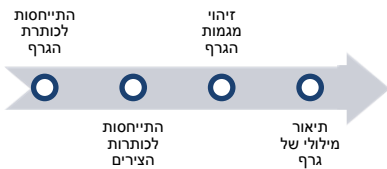
### שלב ג: זיהוי מגמות בגרף

5. זהו מגמות שונות בגרף. סמנו כל מגמה (בצבע או במספר אחר)
6. זהו את האזור בציר ה-X שבו החלו שינויים במגמות. סמנו אותן על ציר ה-x בהתאמה לסעיף הקודם.
7. שערו- האם המגמה מתארת שינוי הדרגתי / חד / ללא שינוי. הסבירו על פי מה קבעתם זאת.

### שלב ד: תיאור הגרף

8. תארו את השינויים בפעילות האנזים בתגובה להוספת קורטיזול בזמן 0 ולהרחקתו מאוחר יותר. (הדרכה: תיאור טוב כולל: התייחסות לציר ה-X, התייחסות לציר ה-Y, תיאור כל המגמות בגרף, התייחסות לאזורי השינוי במגמות הסבר הוא לא תיאור)

**(הערת למורה: שאלה 7 מוצגת כהשערה כיון שמיומנות השוואת מגמות שתי עקומות טרם נלמדה, ושאלה זו תשמש כלי דיאגנוסטי למורה אודות שליטת התלמיד במיומנות זו לצורך המשך תכנון ההוראה.)**



## נספח 5: פעילות 2 משרטוט גרף להבנת מגמות

### פעילות 2: משרטוט גרף להבנת מגמות בגרף

בחרו את אחת משתי אפשרויות הפעילות – א' או ב'

בכל שלב תוכלו להשתמש בחץ החשיבה ולסמן בו את השלבים

#### אפשרות א':

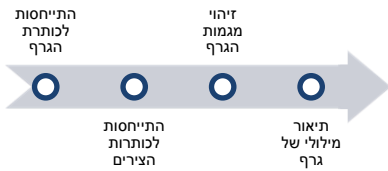
האנזים ליזוזים נמצא ביצורים חיים השייכים לקבוצות שונות. בגוף האדם הוא נמצא בנוזלי הגוף, כמו רוק, דמעות, חלב אם. ליזוזים מפרק את דופן תאי החיידקים. כאשר במבחנה יש תאים שלמים, התרחיף עכור. כאשר דופן התאים מתפרקת על ידי ליזוזים, התרחיף מצטלל. חוקרים בדקו את הקשר בין ריכוז הליזוזים בתרחיף ובין קצב פעילות הליזוזים. הם הכינו שש מבחנות ובהן נפח זהה של תרחיף תאי חיידקים בריכוז זהה. לכל המבחנות הוסיפו 1 מ"ל תמיסת אנזים ליזוזים, בריכוזים שונים. (כמפורט בטבלה)

2 דקות לאחר תחילת הניסוי מדדו את רמת העכירות היחסית של התרחיפים בכל אחת מן המבחנות. תוצאות הניסוי מוצגות בטבלה:

**טבלה: הקשר בין ריכוז האנזים ליזוזים ובין רמת העכירות של תרחיף החיידקים**

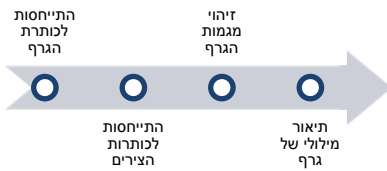
המבחנה	ריכוז הליזוזים (מ"ג/מ"ל)	רמת העכירות לאחר 2 דקות (יחידות יחסיות)
1	0.3	1.4
2	0.5	1.2
3	0.8	0.8
4	1.0	0.6
5	1.3	0.3
6	1.7	0.1

עליכם לייצג את תוצאות הניסוי בגרף שתשרטטו על בסיס הטבלה על גבי הדף המשובץ המצורף.



1. כתבו את כותרת הגרף ואת כותרות הצירים.
2. סמנו את סרגל יחידות המידה עבור שני הצירים
3. סמנו את תוצאות הניסוי המתוארות בטבלה במקום המתאים במערכת הצירים
4. מתחו קו ישר מנקודה לנקודה
5. זהו את מגמת הגרף
6. תארו באופן מילולי את תוצאות הניסוי, כפי שהן מתוארות בגרף ששרטטתם.





## אפשרות ב':

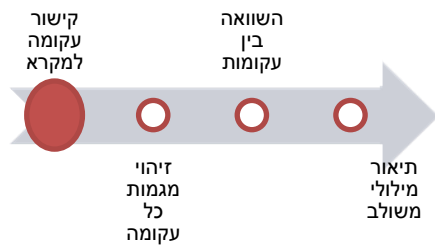
תאי דם אדומים הוצאו מתוך דגימת דם והוכנסו לתוך תמיסה שריכוז המומסים בה גבוה מריכוז המומסים בתוך תאי הדם (תמיסה היפרטונית) למשך 4 דקות. בעזרת מכשיר מיוחד עקבו החוקרים אחרי השינויים שחלו בנפחם של תאי הדם במהלך זמן ההשריה. תוצאות הניסוי מתוארות בטבלה הבאה:

**טבלה: הקשר בין זמן השרית התאים בתמיסה ובין נפח תאי הדם**

נפח תאי הדם (יחידות יחסיות)	הזמן
1	0
1	0.5
1	1
1	1.5
0.7	2
0.5	2.5
0.5	3
0.5	3.5
0.5	4

עליכם לייצג את תוצאות הניסוי בגרף שתשרטטו על בסיס הטבלה על גבי דף המשובץ המצורף.

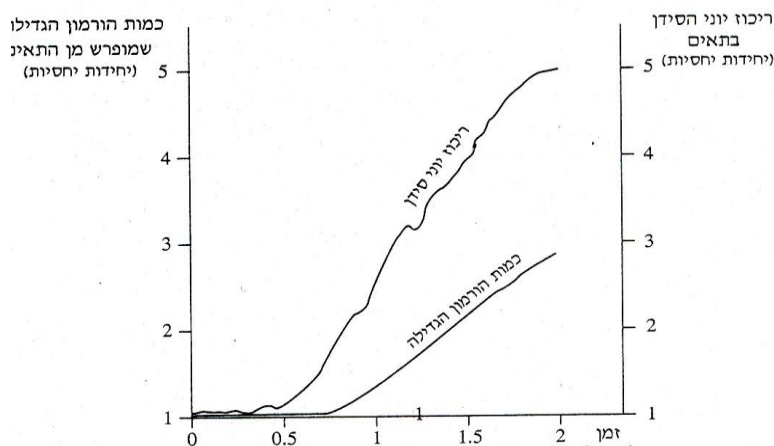
1. כתבו את כותרת הגרף ואת כותרות הצירים.
2. סמנו את סרגל יחידות המידה עבור שני הצירים
3. סמנו את תוצאות הניסוי המתוארות בטבלה במקום המתאים במערכת הצירים
4. מתחו קו ישר מנקודה לנקודה
5. זהו את מגמת הגרף
6. תארו באופן מילולי את תוצאות הניסוי, כפי שהן מתוארות בגרף ששרטטתם.



## נספח 6: פעילות 3 – תרגול גרף מרובה עקומות

### פעילות 3 – תרגול גרף מרובה עקומות

בלוטת ההיפופיזה (יותרת המוח) היא בלוטת הפרשה פנימית הנמצאת בקרקעית המוח. אחד ההורמונים המופרשים מההיפופיזה הוא הורמון הגדילה. חוקרים בדקו כיצד חלבון בשם GHRH מפקח על הפרשת הורמון הגדילה. באחד הניסויים הוסיפו לתאי היפופיזה את החלבון GHRH ובדקו את השפעתו על הפרשת הורמון הגדילה מהתאים ועל ריכוז יוני הסידן בציטופלסמה של התאים. תוצאות הניסוי מוצגות בגרף הבא:



השוו בין השפעת הוספת GHRH על ריכוז יוני הסידן והשפעת הוספת GHRH על כמות הורמון הגדילה.

העזרו בחץ החשיבה השני הנמצא בחלק העליון של דף זה.

### פעילות 4 : חושבים על החשיבה (פעילות אישית)

1. קבלו מהמורה את דף המבדק הראשון שביצעתם בנושא הגרפים. עיינו בתשובות שכתבתם בעבר וענו באופן אישי על השאלות הבאות:
  - א. האם הדרך שבחרתי לתאר את המידע משקפת אותו בצורה מדוייקת?
  - ב. מה חסר / שגוי בתשובתי?
  - ג. מה נכון בתיאור שלי?
  - ד. כיצד תמליץ לחבר שלא נכח בכיתה את הדרך הנכונה לתיאור גרף?
  - ה. איזה עקרון / שיטה חדשה למדתי לגבי קריאה והבנה נכונה של גרפים? או באילו שלבים אעבוד בפעם הבאה שאתקל בגרף כדי להבין אותו טוב יותר? (ציינו שני עקרונות לפחות)

1. איזה פעילות עזרה לי במיוחד בתהליך הבנת הגרפים? סמנו מתוך האפשרויות:

- פעילות 1: כיצד נתאר גרף בצורה מדוייקת
- השימוש בכלי חשיבה לפרשנות גרפים
- המצגת ושיעור החזרה על פעילות 1
- פעילות 2: משרטוט גרף להבנת מגמות בגרף
- הפעילות בקבוצות

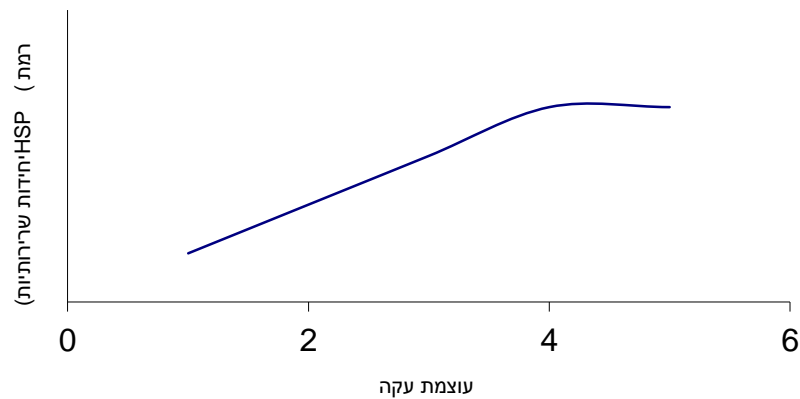
הסבירו את בחירתכם

ז. אני רוצה להגיד ש..

שם: \_\_\_\_\_

### מבדק מסכם בנושא פרשנות גרפים

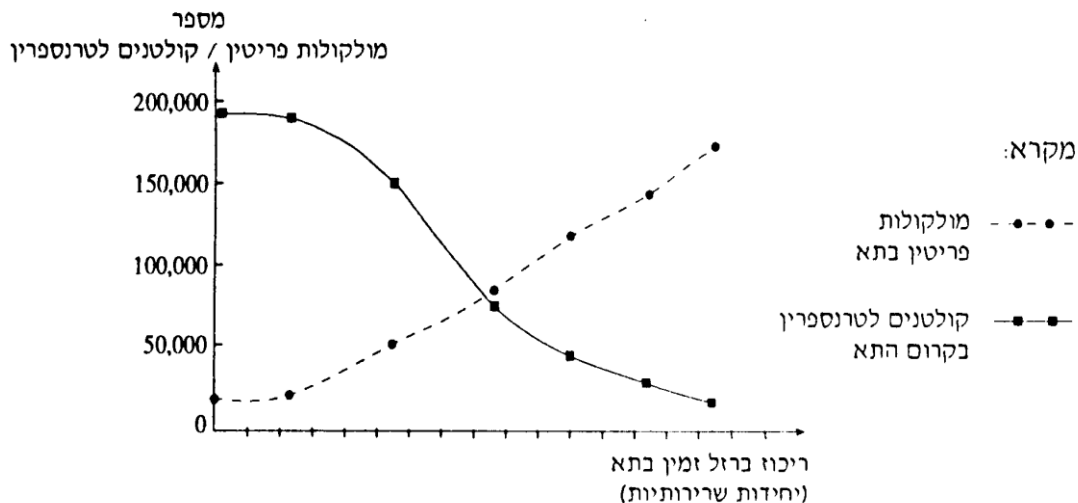
1. מצבי עקה (Stress) הם מצבים שבהם אורגניזם נחשף לתנאים קיצוניים, כגון טמפרטורה גבוהה או חומרים רעילים לתאים. מצבי עקה עלולים לגרום לשינויים במבנה התלת-ממדי של חלבוני התא, ובכך לגרום נזקים לתא. קבוצת חלבונים ייחודיים, הנקראים חלבוני HSP (Heat Shock Proteins), מגנים על המבנה התלת-ממדי של החלבונים בתא, ובכך מבטיחים את תפקודם התקין בתנאי עקה. חוקרים בדקו את ההשפעה של עוצמות עקה שונות על רמת חלבוני HSP הנוצרים בתאים הגדלים בתרבית רקמה. התאים שבצלחות התרבית נחשפו באופן חד-פעמי לעוצמות שונות של עקת חום למשך זמן קצר, ולאחר מכן נבדקה בתאים אלה רמת חלבוני HSP. התוצאות שהתקבלו מוצגות בתרשים הבא:



תארו את תוצאות הניסוי כפי שהם מתוארים בגרף.

2. ברזל הוא אחד היסודות החיוניים לתהליכי החיים. יונקים קולטים ברזל מהמזון דרך מערכת העיכול, וממנה הברזל מועבר לדם. בדם הברזל נקשר אל חלבונים בשם טרנספרין, הנקשרים אל קולטני טרנספרין על קרומי התאים ומכניסים את הברזל אל התאים.

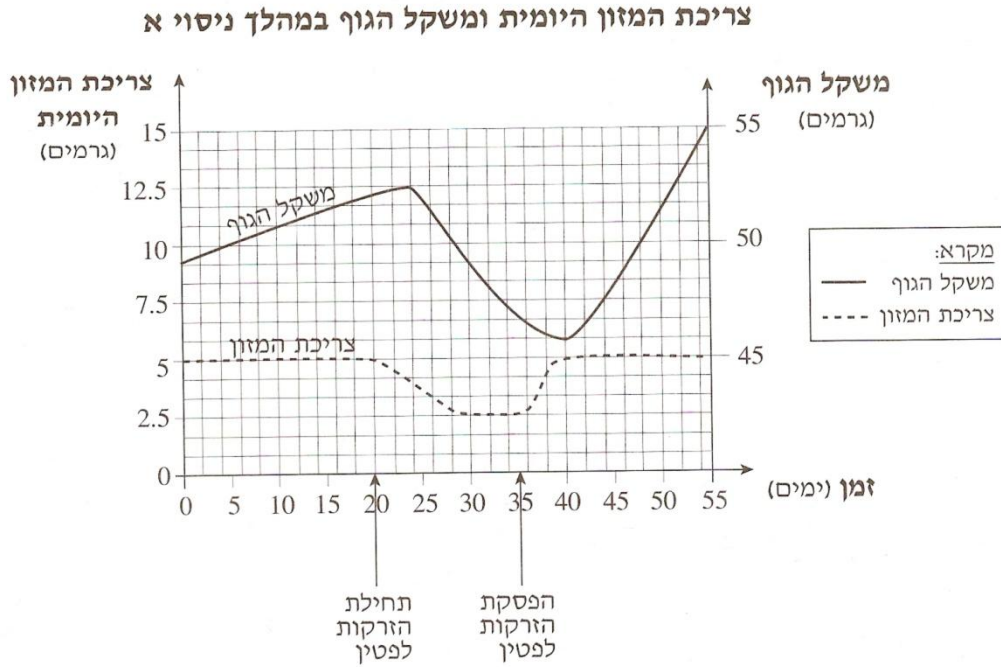
אולם, עודף של יוני ברזל בתא הוא רעיל ועלול לשבש תהליכים חיוניים. בתוך התא נוצר חלבון הנקרא פריטין שמסוגל לכלוא יוני ברזל וכך "לפתור" את בעיית עודף הברזל. התבוננו בגרף הבא וענו על השאלות שאחרינו:



א. מה מתארת מערכת הצירים?

- ב. כתבו לגבי כל משפט אם הוא נכון או לא נכון. אם המשפט לא נכון תקנו אותו.
- הגדלת ריכוז הברזל הזמין בתא גורמת לעליה במספר מולקולות הפריטין וקולטני הטרנספריין.
  - כאשר ריכוז הברזל הזמין בתא נמוך, נמוך גם מספר מולקולות הפריטין בתא.
  - כאשר ריכוז הברזל בתא נמוך, נמוך גם מספר קולטני הטרנספריין בתא.
  - כל שינוי בריכוזי הברזל הזמין בתא משפיע על מספר מולקולות הפריטין בתא.
3. חוקרים ערכו סדרת ניסויים בעכברים מזן מיוחד הידוע כנוטה לאכילת יתר ולהשמנת יתר. נמצא שבגופם של עכברים אלה חסר חלבון בשם לפטין, שהוא בעל תפקיד בבקרת תהליכים רבים בגוף, ביניהם בקרה על שובע ורעב. במהלך הניסוי העכברים קיבלו מזון ללא הגבה. בכל יום שקלו את העכברים ומדדו את כמות המזון שאכלו.

לאחר 20 ימים מתחילת הניסוי התחילו להזריק לכל עכבר כמות קבועה של לפטין  
 מדי יום, עד היום ה-35 לניסוי. תוצאות הניסוי מתוארות בגרף הבא:

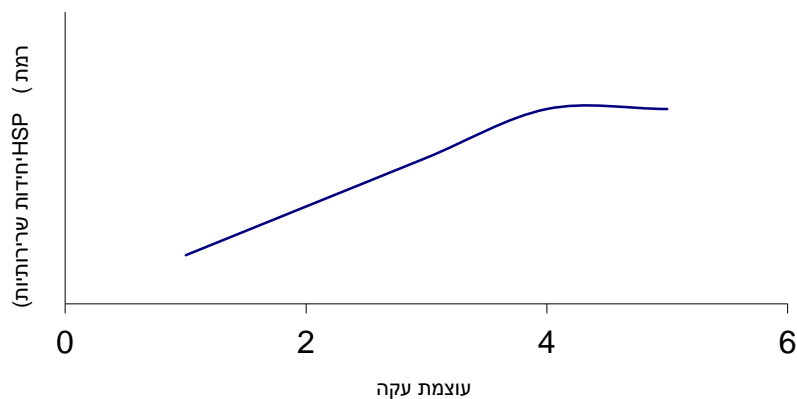


א. תארו את תוצאות הניסוי כפי שהן מתוארות בגרף.

ב. שערו מהו תפקידו של החלבון לפטין. הסבירו כיצד התרשים סייע לכם בקביעת התפקיד.

## מבדק מסכם בנושא פרשנות גרפים – מחוון למורה

1. מצבי עקה (Stress) הם מצבים שבהם אורגניזם נחשף לתנאים קיצוניים, כגון טמפרטורה גבוהה או חומרים רעילים לתאים. מצבי עקה עלולים לגרום לשינויים במבנה התלת-ממדי של חלבוני התא, ובכך לגרום נזקים לתא. קבוצת חלבונים ייחודיים, הנקראים חלבוני HSP (Heat Shock Proteins), מגנים על המבנה התלת-ממדי של החלבונים בתא, ובכך מבטיחים את תפקודם התקין בתנאי עקה. חוקרים בדקו את ההשפעה של עוצמות עקה שונות על רמת חלבוני HSP הנוצרים בתאים הגדלים בתרבית רקמה. התאים שבצלחות התרבית נחשפו באופן חד-פעמי לעוצמות שונות של עקת חום למשך זמן קצב, ולאחר מכן נבדקה בתאים אלה רמת חלבוני HSP. התוצאות שהתקבלו מוצגות בתרשים



הבא:

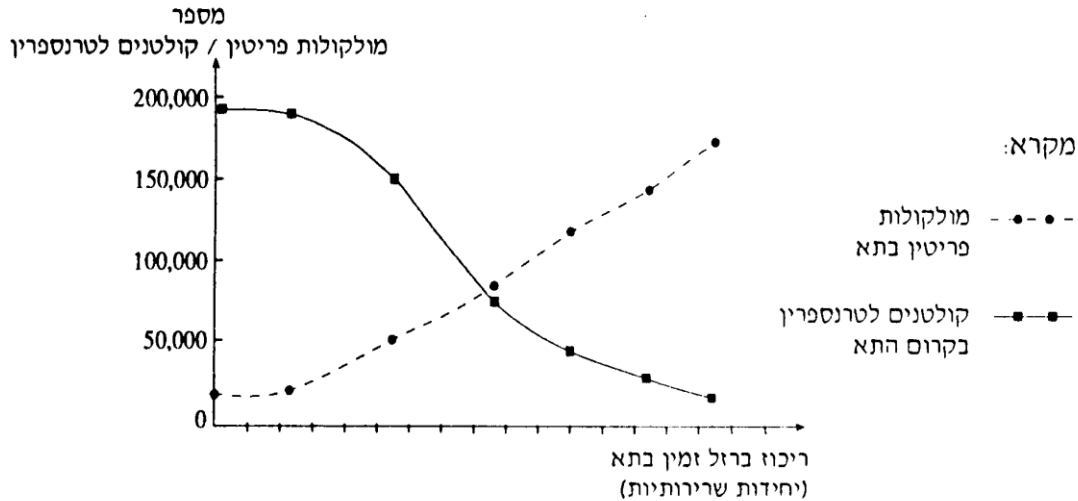
תארו את תוצאות הניסוי כפי שהם מתוארים בגרף.

ככל שהעקה קיצונית יותר עד לרמה של 4 יחידות, כך עולה בהדרגה רמת חלבוני HSP.

מרמה 4 עד רמה 5 נשאר רמת HSP קבועה וגבוהה.

2. ברזל הוא אחד היסודות החיוניים לתהליכי החיים. יונקים קולטים ברזל מהמזון דרך מערכת העיכול, וממנה הברזל מועבר לדם. בדם הברזל נקשר אל חלבונים בשם טרנספריין, הנקשרים אל קולטני טרנספריין על קרומי התאים ומכניסים את הברזל אל התאים.

אולם, עודף של יוני ברזל בתא הוא רעיל ועלול לשבש תהליכים חיוניים. בתוך התא נוצר חלבון הנקרא פריטין שמסוגל לכלוא יוני ברזל וכך "לפתור" את בעיית עודף הברזל. התבוננו בגרף הבא וענו על השאלות שאחריו:



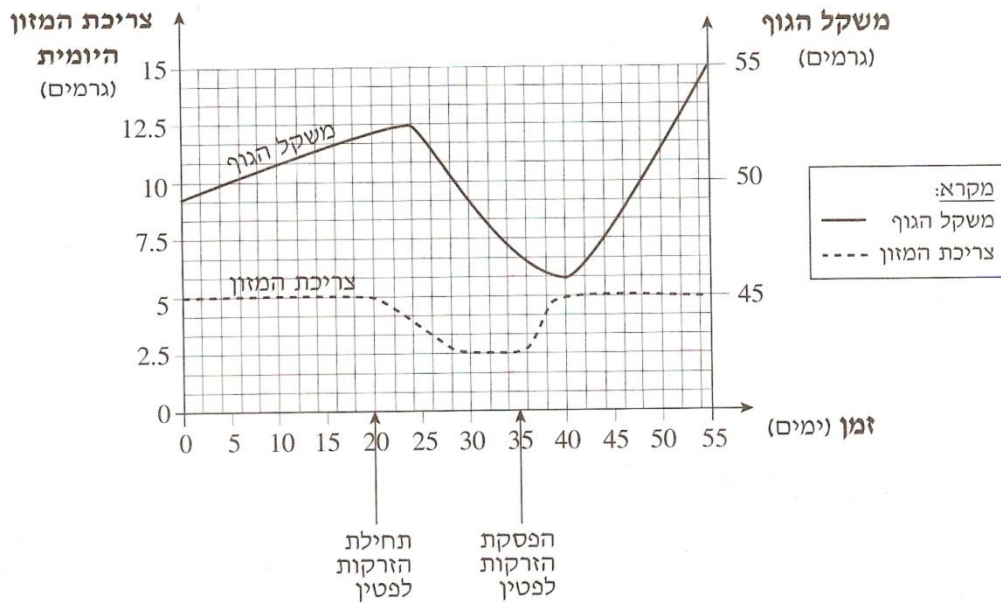
א. מה מתארת מערכת הצירים?

מערכת הצירים מתארת את הקשר בין ריכוז הברזל הזמין בתא לבין מספר מולקולות הפריטין בתא ומספר הקולטנים לטרנספריין בקרום התא (או: כיצד משפיע ריכוז הברזל הזמין בתא על מספר מולקולות הפריטין בתא ומספר הקולטנים לטרנספריין בקרום התא)

- ב. כתבו לגבי כל משפט אם הוא נכון או לא נכון. אם המשפט לא נכון תקנו אותו.
- הגדלת ריכוז הברזל הזמין בתא גורמת לעליה במספר מולקולות הפריטין וקולטני הטרנספריין. **לא נכון – גורם לעליית הפריטין אך לירידת הטרנספריין**
  - כאשר ריכוז הברזל הזמין בתא נמוך, נמוך גם מספר מולקולות הפריטין בתא. **נכון**
  - כאשר ריכוז הברזל בתא נמוך, נמוך גם מספר קולטני הטרנספריין בתא. **לא נכון – מספר הקולטנים גבוה**
  - כל שינוי בריכוזי הברזל הזמין בתא משפיע על מספר מולקולות הפריטין בתא. **לא נכון – ריכוז נמוך מאוד של ברזל לא משפיע**

3. חוקרים ערכו סדרת ניסויים בעכברים מזן מיוחד הידוע כנוטה לאכילת יתר ולהשמנת יתר. נמצא שבגופם של עכברים אלה חסר חלבון בשם לפטין, שהוא בעל תפקיד בבקרת תהליכים רבים בגוף, ביניהם בקרה על שובע ורעב. במהלך הניסוי העכברים קיבלו מזון ללא הגבה. בכל יום שקלו את העכברים ומדדו את כמות המזון שאכלו. לאחר 20 ימים מתחילת הניסוי התחילו להזריק לכל עכבר כמות קבועה של לפטין מדי יום, עד היום ה-35 לניסוי. תוצאות הניסוי מתוארות בגרף הבא:

### צריכת המזון היומית ומשקל הגוף במהלך ניסוי א



א. תארו את תוצאות הניסוי כפי שהן מתוארות בגרף.

ב. שערו מהו תפקידו של החלבון לפטין. הסבירו כיצד התרשים סייע לכם בקביעת התפקיד.

א. התייחסות למגמת משקל הגוף (עליה עד היום ה-23, ירידה ושוב עליה לאחר היום ה-40), התייחסות למגמת צריכת המזון (ללא שינוי עד היום ה-20 – הזרקת הלפטין, ירידה לאחר ההזרקה והתייצבות קלה, עליה לאחר היום ה-35 – הפסקת הזרקת לפטין, והתייצבות)

יצירת הקשר בין שתי העקומות – מיד לאחר תחילת הזרקת הלפטין יורדת צריכת המזון וימים בודדים לאחר מכן פוחת משקל הגוף. מיד לאחר הפסקת הזרקות הלפטין עולה רמת צריכת המזון וימים בודדים לאחר מכן עולה משקל הגוף.

ב. החלבון לפטין מקנה ככל הנראה תחושת שובע או מנטרל את תחושת הרעב. ניתן ללמוד זאת מתוך עקומת צריכת המזון – כאשר מזריקים לפטין יורדת צריכת המזון, וכאשר מפסיקים להזריק לפטין עולה צריכת המזון.