

תוכנית קיסריה,

מכון וייצמן

שיפור מיומנות עיבוד והבנת מגמות גרף

מגישה: גל עמית

מנחות: ד"ר גילת בריל ורונית רוזנשיין

ינואר 2012

תוכן עניינים

2	תוכן עניינים
3	מבוא
6	תאור הפיתוח
6	רציונל
7	גישות ההוראה
7	תרומת תוכנית רוטשילד ויצמן
7	תרומת נסיוני כמורה
8	חומרי הלימוד וההוראה
8	רצף ההוראה
11	תאור הערכת היוזמה
11	האוכלוסיה הנבדקת
11	כלי ההערכה
11	מערך המחקר
12	תוצאות המחקר
19	סיכום ודין
21	ביבליוגרפיה
25	נספחים
25	נספח 1: מבחן דיאגנוסטי לתלמיד
26	נספח 2: מבחן דיאגנוסטי – מחוון למורה
27	נספח 3: מצגת כלי החשיבה לפרשנות גרפים
28	נספח 4: פעילות 1 - פעילות תרגול כלי החשיבה
30	נספח 5: פעילות 2 משרטוט גרף להבנת מגמות
34	נספח 6: פעילות 3 – תרגול גרף מרובה עקומות
35	נספח 7: פעילות מטהקוגניטיבית אישית
36	נספח 8: מבדק מסכם לתלמיד
39	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 הלינארי, 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, 1994; Kosslyn, 1995; OECD, 1992). בכל אחד ממרכיבי המיומנות התלמיד נדרש לבצע פעולה אחרת על מנת לעמוד במשימה: כדי להוציא מידע מגרף, על התלמיד להבין את המוסכמויות העומדות בבסיס בניית הגרף. על מנת לבצע למצוא קשרים בין נתונים המוצאים 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; 1987; Lohse, 1993; Shah) מרכיבי המיומנות בתהליך פרשנות של גרפים נעשית באופן מצטבר (Shah, Mayer, & Hegarty, 1999). כאשר התלמיד יהיה מסוגל לקשר בין הייצוג הגרפי ליחסים הכמותיים המוצגים, סביר כי יצליח לפרש את המגמה באופן מדויק. במחקרים 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 המתוכנת". את שורשי המושג "הוראה מתוכנת" 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 היכולת 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 ZPD 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

אחת המיומנויות החשובות בהוראת המדעים ובכללם הוראת ביולוגיה היא ארגון חזותי של מידע. מידע המוצג ומאורגן באופן חזותי כלשהו עשוי לסייע לתלמידים להבין את הנושא הנלמד, מאפשר לתלמידים לפרש את המידע באמצעות פענוח מאפייני הייצוג החזותי ומקל על תהליך הסקת המסקנות והוא מהווה כלי אוניברסלי חשוב. ישנן דרכים שונות לייצג מידע: איור, שרטוט, תרשים, טבלה, גרף ועוד. כמורה המלמדת מדעים וביולוגיה, אני נתקלת לא פעם בתלמידים שמתקשים בהבנת מידע המיוצג בדרך גרפית. מוכרות תפיסות שגויות רבות בקשר לפירוש גרפים: בלבול בין שיפוע לגובה הגרף, הבנת משמעות נקודות בגרף, שימור צורת הקו הליניארי והתייחסות לגרף כאל תמונה/סמל, עיבוד מידע מוטעה, העברה שלילית, בלבול בין תהליך ובין תוצר, הבנה לוקה של קשרים בין משתנים (Kramaski 2004).

גרפים הם דרך מרכזית מאוד להציג מידע באופן משמעותי והשוואתי. תלמיד שמיומן בקריאת גרפים יוכל להציג מידע שהוא אוסף תוך הבנת משמעות המידע ויכולת טובה יותר להסיק מסקנות, ו/או מאידך, יוכל להוציא מידע רלוונטי מגרפים (Mautone and Mayer, 2007).

ביולוגיה בפרט, יש שימוש נרחב בהצגת ידע בדרך גרפית, לכן תלמיד שאינו בקיא בהוצאת מידע מגרף, מתקשה להתמודד עם משימות הניתנות בכיתה לתרגול, במבחן ואפילו כשמדובר בתוצאות ניסוי שהוא עצמו ביצע. נוסף לכך, אני סבורה כי תלמיד שאינו מבין את היתרון בהצגת מידע בצורה גראפית, לא יוכל להשתמש בכלי הזה בצורה נכונה ומשמעותית.

לעיתים רבות אני נתקלת בתלמידים שלא מבינים עד הסוף מתי כדאי להשתמש בכל אחד מסוגי התרשימים, מהי המגמה המתוארת בתרשים ועוד. אני מסכימה לשיטה הגורסת כי הדרך הנכונה להקנות בצורה טובה את מיומנות הייצוג הגרפי היא כחלק בלתי נפרד מהוראת הנושא, ולא כלמידה תלושה, ובעיקר בשימושים רבים בכלי, בוריאציות הרבות שלו, ולעודד תלמידים לערוך חשיבה מטה אסטרטגית, כלומר חשיבה מפורשת על דרך החשיבה והשימוש בכלי הייצוגי, כך שההבנה תהיה משמעותית יותר (אלון, ספקטור לוי ושרץ, 2006). בבגרות בביולוגיה התלמידים זקוקים לגלות שליטה במיומנות הייצוג הגרפי לצורך הבנת המאמר המדעי, המעבדות ובעיקר בסיכום העבודה המעשית שלהם-ביוטופ/ביודע/ביוחקר. ולכן בחרתי בעבודה זו לעסוק בשיפור מיומנות פרשנות של גרפים.

החידוש בעבודה זו הוא בשילוב מספר דרכי הוראה יחד. דרך אחת היא הקנייה מפורשת ומובנית של מיומנות קריאת גרפים, זאת בשילוב עבודה בקבוצות. פעילות בקבוצות קטנות מגדילה את ההזדמנות של כל תלמיד לשאול, להסביר, ולבטא את רעיונותיו ולקבל משוב

מיידי מחבריו (Kramaski 2004). העבודה בקבוצות וההבניה המפורשת של המיומנות נעשית באמצעות חשיפה להוראה מטאקוגניטיבית המשפרת את הלמידה המשמעותית של המיומנות ואת היכולת של התלמידים לבצע העברה למשימות חדשות (Kramaski 2004). שילוב דרכי ההוראה הללו יחד וביצוע המשימה ברמות שונות מספר פעמים לאורך השנה, יביא, לדעתי, לשיפור ולהטמעה של מיומנות קריאת גרפים.

גישות ההוראה

פיתוח היוזמה מתבסס על שתי גישות מרכזיות, גישה קונסטרוקטיביסטית והגישה הסוציו-חברתית. בגישה הקונסטרוקטיביסטית ישנה הוראה מפורשת ומובנית של מיומנות קריאת גרפים. ההוראה המפורשת שולבה בהוראה השוליינית שהיא בעלת מרכיבים סוציו חברתיים חזקים. המורה מדגים את דרך העבודה והתלמיד רוכש את המיומנות שהוקנתה ומסוגל גם לבצע העברה של מיומנות זו למצבים שאינם מוכרים לו. כחלק משלבי העבודה התלמידים מתמודדים עם רכישת המיומנות בקבוצה. המורה קובע את קבוצות הלימוד, על-סמך מידע מהאבחון המקדים, כאשר המטרה היא לעודד את התלמידים לשיתוף פעולה ולמידה משותפת שתקדם אותם בהבנה. בסוף התהליך התלמידים עוברים תהליך של מטה-קוגניציה כאשר המטרה היא שכל גישות ההוראה יובילו לשיפור במיומנות של קריאה ועיבוד גרפים.

תרומת תוכנית רוטשילד ויצמן

הרעיון שעומד מאחורי פיתוח היוזמה, שיפור מיומנות של קריאת גרפים נבע מתוך ההבנה שרכשתי במהלך הקורסים בהוראת הביולוגיה לגבי קשיי תלמידים והצורך בהוראה שונה, הוראה פעילה של מיומנות קריאת גרפים שהיא עומדת בבסיס המחקר המדעי.

במהלך הלימודים נפגשתי עם דר' דבורה בובליק, חוקרת במכון בתחום של השתקת גנים האחראים על ביטוי של P53. בובליק מצינת שכל התוצאות במחקר המדעי מוצגות באמצעות גרפים, ורק באמצעות הגרפים ניתן להבין תוצאות של ניסויים. מיומנות של קריאת גרפים אינה מובנת מאליה, לא פעם נאלץ החוקר להקדיש זמן לא מועט בהבנה של גרף משום כך חשוב מאוד לדעת לייצג גרף בצורה פשוטה וברורה. מיומנות זו בדרך כלל אינה נלמדת באופן מפורש בקורסים, אלא אם המנחה מדריך את הסטודנט. רוב החוקרים מתמודדים עם קריאת הגרפים לבד, בדרך כלל הם אינם מסתייעים בעמית, אולי בשל התחרותיות הרבה שישנה ביניהם שאינה מאפשרת למידה שיתופית יעילה.

תרומת נסיוני כמורה

במהלך עבודתי כמורה נתקלתי במצבים רבים בהם תלמידים לא ידעו לקרוא גרף ולא ידעו להוציא את המידע הרצוי ממנו, יתרה מכך, עצם חשיפתם לגרף עוררה בהם רתיעה, הם חששו לגשת לשאלות שכללו גרף אפילו אם הן היו קלות יותר. כמורה היה לי קשה להבין מהיכן נובע הקושי הזה. בעקבות העבודה, הצלחתי להבין טוב יותר היכן הקשיים של

התלמידים והרגשתי שבעקבות ההוראה המפורשת ירדו מחסומים רבים בפני רוב התלמידים. שנות עבודתי כמורה עוזרות לי מאוד לדעת איזו פעילות "תעבוד" בכיתה ואיזו לא. תוכנית העבודה המוצגת היא קצרה, מגוונת, ידידותית וגורמת להפעלת התלמיד. מניסיוני, פעילות זו תזכה לשיתוף פעולה רחב הן בקרב המורים והן בקרב התלמידים.

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 + מחונן 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
<p>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.</p> <p>למורה מצורף מחוון וגליון אקסל המשמש למיפוי תשובות התלמידים תוך התייחסות לנושאים שעלו מתוך בדיקת האבחון. הגליון 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.</p>	מבחן דיאגנוסטי	1
<p>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 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>	מצגת הדגמת אסטרטגיית החשיבה (modeling)	1-2
<p>דף הפעילות מתבצע בלמידה שיתופית בקבוצות למידה של 3-4 תלמידים. דף הפעילות מבוסס על מצגת ההדגמה ומאפשר לתלמידים לתרגל</p>	דף פעילות 1 – כיצד נפרש גרף בצורה מדוייקת?	1

	(coaching)	בעצמם משימה מוכרת ולהיעזר בפעם הראשונה בחץ החשיבה הראשון.
1	דף פעילות 2 – משרטוט גרף להבנת מגמות (coaching)	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.
1	דף פעילות 3 – תרגול גרף מרובה עמודות	פעילות זו מאפשרת תרגול "חץ החשיבה" השני – פרשנות גרף מרובה עקומות. מומלץ כי גם פעילות זו תבצע בקבוצות הלמידה.
1	פעילות 4 - חושבים על החשיבה (metagocnition)	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.
1	מבדק מסכם (fading)	במבדק זה משימות סיכום מורכבות שמטרתן 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 וגליון אקסל למיפוי תשובות התלמידים בדומה למבדק הדיאגנוסטי.

תאור הערכת היוזמה

האוכלוסיה 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 גליונות 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.

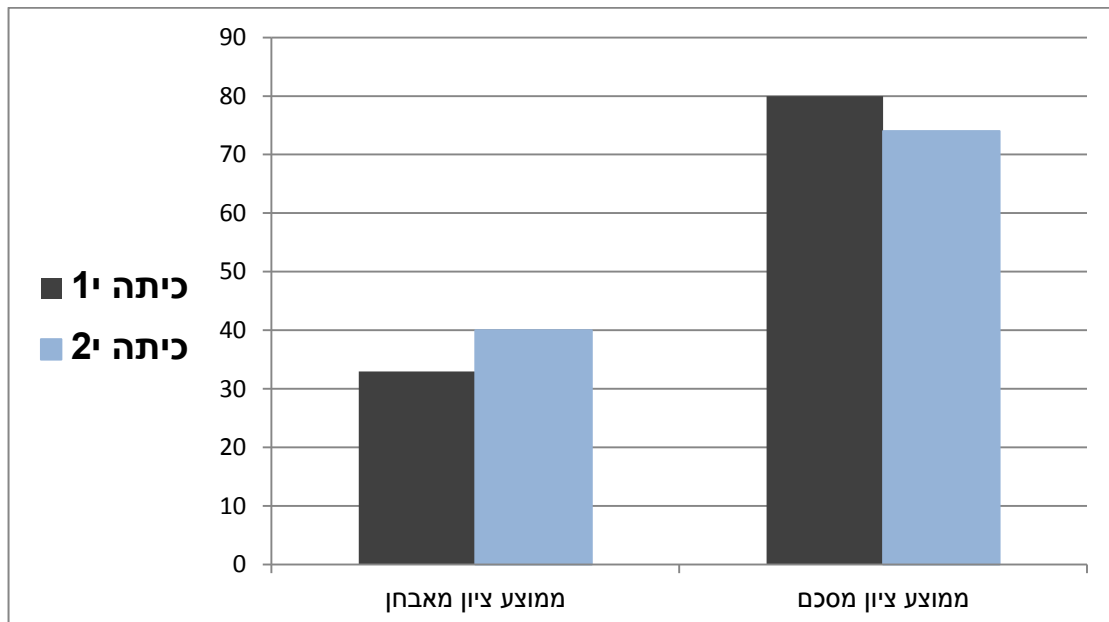
מערך המחקר

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

תוצאות המחקר

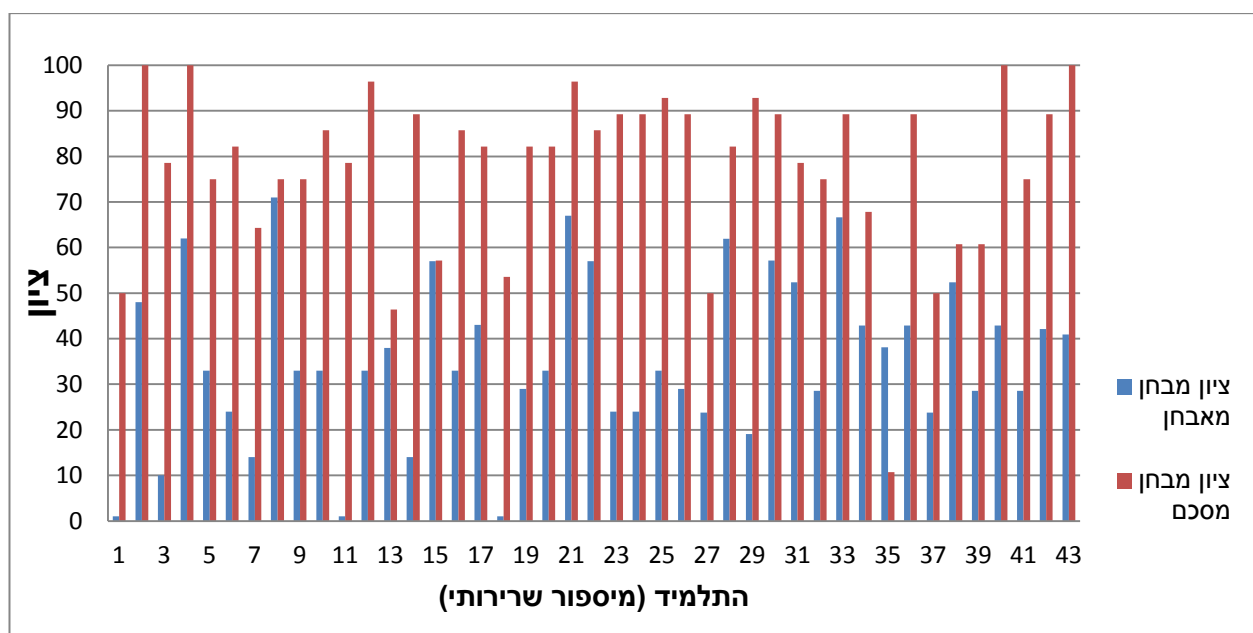
מטרת המחקר היתה שיפור רמת שליטת התלמידים במיומנות פרשנות מגמות בגרף באמצעות שימוש בהוראה מפורשת והבנייתית, ובאמצעות למידה שיתופית. על מנת לעקוב אחר השינויים ברמת השליטה של התלמידים במיומנות פרשנות גרפים, נערכו שני מבחנים – מבחן דיאגנוסטי ומבחן מסכם. בשני המבחנים התלמידים התמודדו עם פרשנות של גרפים, והתבקשו 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 1: תוצאות ממוצע ציוני מבחן דיאגנוסטי ומבחן מסכם בשתי כיתות המחקר.



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 2: השוואה בין ציוני התלמידים במבחן הדיאגנוסטי לבין ציוניהם במבחן המסכם



בשני המבחנים התלמידים התבקשו לתאר באופן מילולי את הגרפים. מתוך מיפוי שני המבחנים נבדקה התייחסות התלמידים בתשובותיהם למגמות עיקריות בגרף. במבחן הדיאגנוסטי הרבה מתשובות התלמידים התאפיינו בכך שהתלמידים לא בהכרח תיארו את הגרף כפי שהתבקשו, אלא הגיעו למסקנה או תיארו תוצאות נקודתיות בודדות מתוך הגרף ולא את המגמות העיקריות.

ש': "בריכוז נורמלי של ATP התאים העמידים בריכוז נמוך מאשר התאים הרגישים"

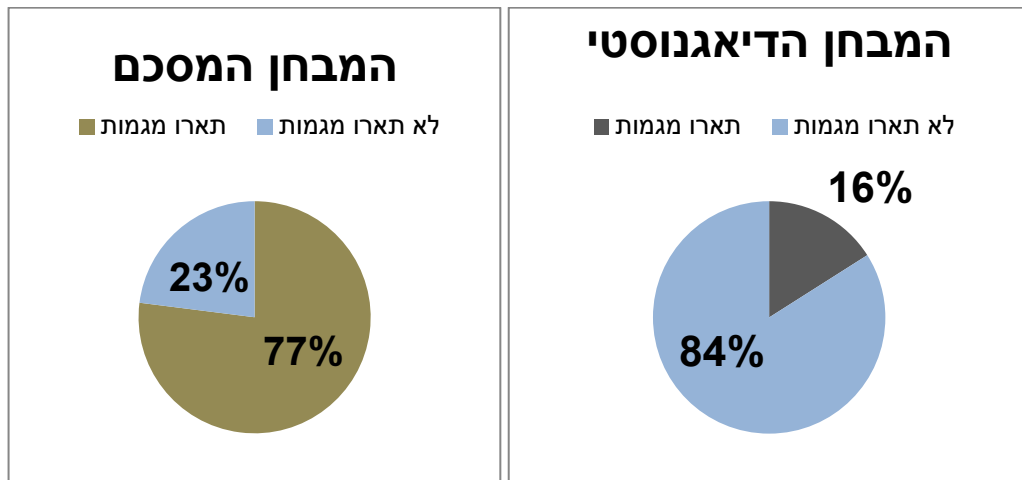
א': "בריכוז הנורמלי של ה-ATP יש הבדל גדול בין התאים הרגישים לתאים העמידים בריכוז התרופה"

ד': "הניסוי עובד על תאים רגישים אבל לא עובד על תאים עמידים יותר"

ע': "התוצאה היא שכמות התאים העמידים היא קטנה לעומת ציור 2 שהתאים שרדו"

במבחן המסכם אחוז התלמידים שהתייחסו בתשובותיהם לתיאור מגמות עיקריות בגרף עלה באופן משמעותי. מתוך גרף מס' 3 ניתן לראות כי 77% מהתלמידים תיארו מגמות עיקריות של הגרפים במבחן המסכם לעומת 16% בלבד במבחן הדיאגנוסטי.

גרף 3: התפלגות (באחוזים) 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"

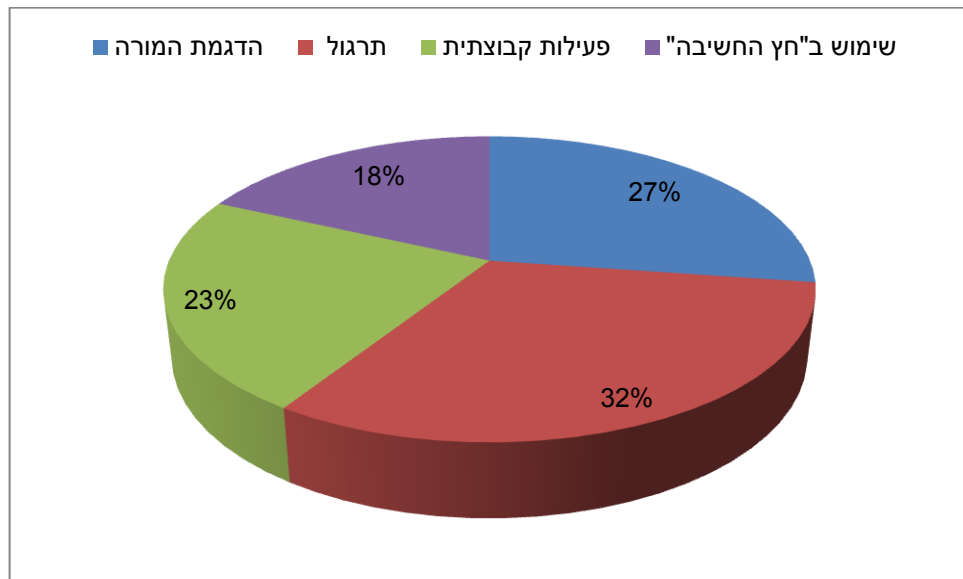
ע': "בעזרת כלי החשיבה למדתי לפרש ולהסתכל על גרפים בצורה נכונה"

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.

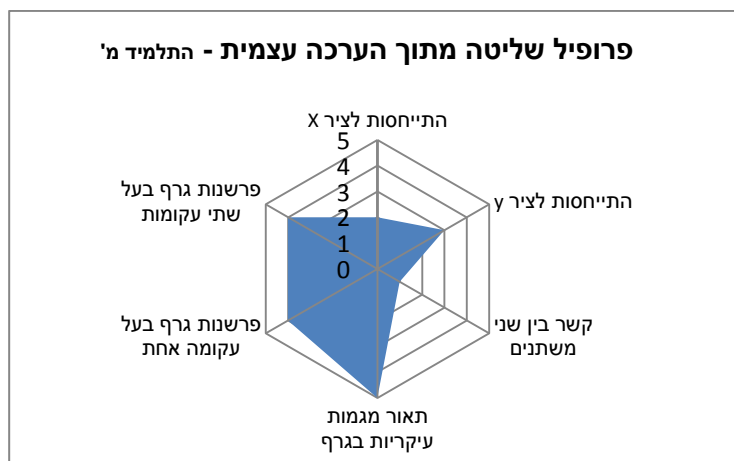
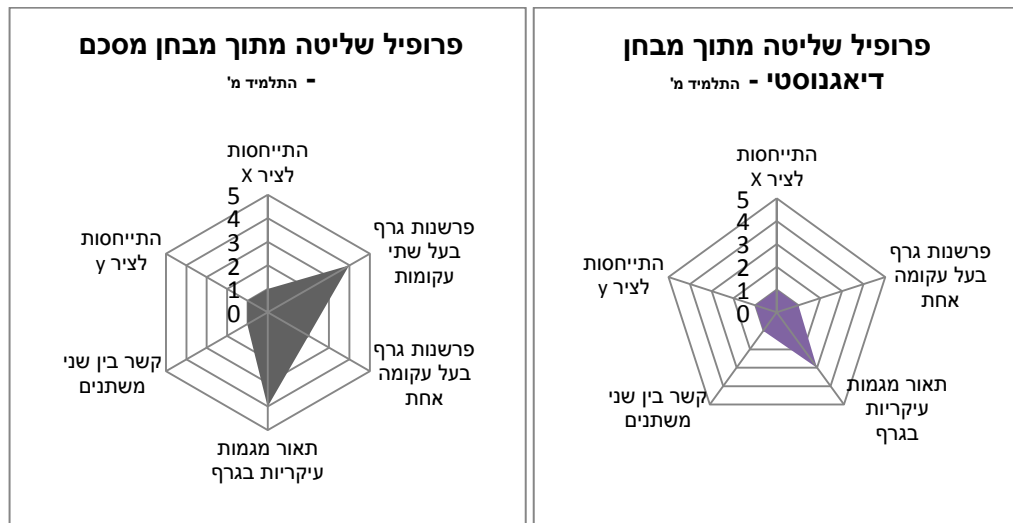
גרף 4: פילוח בחירת התלמידים (באחוזים) את אמצעי ההוראה המשמעותי ביותר עבורם בלמידת אסטרטגיית פרשנות גרפים



מתוך גרף מספר 4 נראה כי על הפעילויות שהוצגו ותורגלו בידי התלמידים נבחרו כמשמעותיים עבורם לרכישת מיומנות קריאת גרפים. 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.

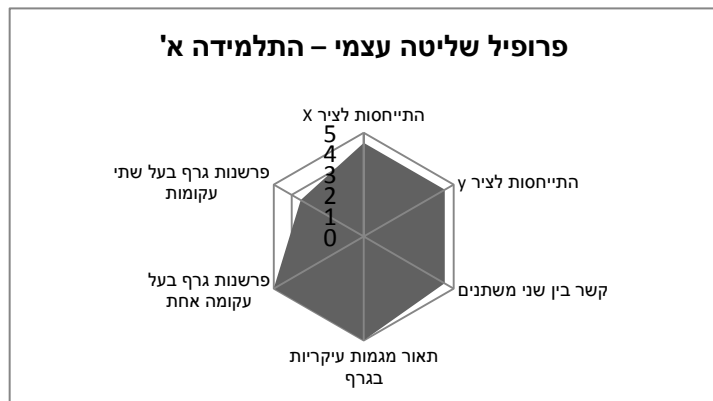
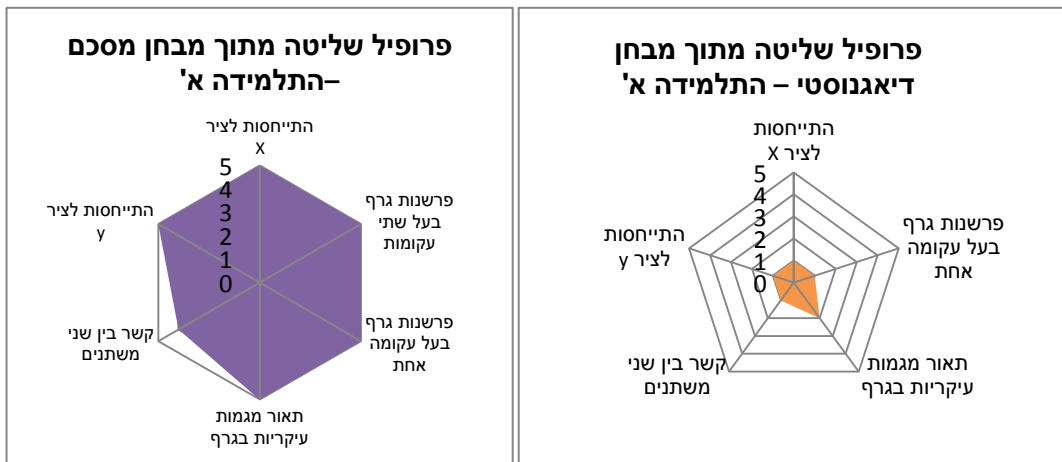
מתוך מיפוי המבחן הדיאגנוסטי והמסכם ניתן להשוות את פרופיל השליטה של התלמידים במיומנויות השונות בפרשנות של גרפים: התייחסות לציר X, התייחסות לציר Y, יצירת קשר בין משתנים, תיאור מגמות עיקריות בגרף, פרשנות של גרף בעל עקומה אחת ופרשנות של גרף בעל שתי עקומות. בתום תהליך ההוראה התבקשו ארבעה תלמידים לבצע הערכה 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 גרפים 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 ודיון

מטרת העבודה הייתה לפתח כלי הוראה שיביאו לשיפור במיומנות עיבוד והבנה של מגמות גרף בקרב תלמידי מגמת ביולוגיה, משום שבחלק לא מבוטל מהמקרים תלמידים מתקשים לפענח גרפים, או מפרשים אותם בצורה לא נכונה, דבר המשפיע על היכולת שלהם להתמודד עם המשימות שבהקשרן מוצג הגרף.

מתוצאות המחקר עולה כי חל שיפור ברמת שליטת התלמידים במיומנות פרשנות מגמות בגרף: חל שיפור משמעותי (כ-40 נקודות) בממוצע של המבחן המסכם לעומת המבחן הדיאגנוסטי, רוב התלמידים שיפרו את הישגיהם במבחן המסכם לעומת המבחן המאבחן וניתן ללמוד שרוב התלמידים מסוגלים לתאר מגמות בגרף, לעומת מיעוט של תלמידים שהצליח בכך לפני ההתערבות.

הנתונים האיכותניים מראים שמלבד שיפור מיומנות הפרשנות, התלמידים גם רכשו ביטחון רב יותר, הם מרגישים שיש בידיהם כלים שתומכים בהם, כמו: "חץ החשיבה" וסימון מגמות בצבע. התלמידים ציינו גם את הלמידה הקבוצתית ואת ההוראה המפורשת וההדרגתית כמועילות להבנת משמעות תיאור מגמות בגרף. ממצא זה תואם לטענה שתהליך הלמידה מתווך על-ידי פעילות חברתית ולמעשה כולל אינטראקציה בין אנשים בעלי ידע רב לבין אנשים בעלי ידע מועט (Vygotsky, 1978).

מהתבוננות בתוצאות המבחן המאבחן עולה תמונת מבט מאוד דומה לידוע בספרות. מתשובות התלמידים נראה שרבים מהם התייחסו באופן נקודתי בהתבוננותם בגרף ולא התייחסו למגמות העיקריות (Kramarski 2004) בקרב התלמידים נמצאו קשיים ותפיסות שגויות בהקשר למיומנות קריאת גרפים ביניהם: הבנה חסרה של משמעות נקודות בגרף והבנה לוקה של קשרים בין משתנים.

יחודה של עבודה זו, מתייחדת היא בשילוב של דרכי הוראה, העבודה בקבוצות וההבניה המפורשת של המיומנות באמצעות חשיפה להוראה מטאקוגניטיבית. ניתן לראות מתוצאות העבודה (גרף מספר 4) כי לשילוב של ההבניה המפורשת ושל העבודה בקבוצה הייתה תרומה לשיפור ברכישת מיומנות הבנת מגמות בגרף. רוב התלמידים ציינו את התרגול וההקנייה על ידי המורה כמשמעותיות במיוחד, יחד עם כלים שתמכו בהם, כגון "חץ החשיבה" וצביעת מגמות הגרף. שלושת גורמים אלו אופייניים מאוד לדרך ההוראה השוליינית, על פיה 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), כמו כן, דרך ההוראה שלנו התאפיינה בהוראה מתווכת, הוראה מתווכת בה המורה מדגים, מקנה כלי עזר ופיגומים יושג קידום למידה בתחום ZPD של הלומד (לוריא ושרמן, 2006). 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), לכן גם הפעילות בקבוצות קטנות הגדילה את ההזדמנות של כל תלמיד לשאול, להסביר, ולבטא את רעיונותיו ולקבל משוב מידי מחבריו (Kramarski 2004), ביטוי לכך מצאנו בגרף מספר 4 ומתשובות מילוליות של התלמידים.

בשתי הכיתות, הושגה שליטה בהבנת מגמות גרף ובהבנת משמעות תיאור הגרף, תוך התייחסות לסיפור הרקע. הושגה הבנת הטכניקה של תיאור גרף, תיאור מילולי מפורט הכולל את הקשר בין הצירים ומגמות הגרף. מיקוד ההתערבות היה בתיאור הגרף, ולכן גם לא נבדקה יכולת הבנת הסיפור המחקרי על סמך התבוננות בגרף, יש לשער שמיומנות זו תשתפר לאחר הטמעת הבסיס להתבוננות והבנת מגמות בגרף. מחקר זה בדק את שליטת התלמידים במיומנות הבנת מגמות בגרף לאחר מספר שיעורים בודדים (שבועיים, שלושה), מרגע ההתערבות בכיתה ועד למבדק הסופי, בפרק זמן זה נצפה השיפור במיומנות התלמידים בתיאור גרף. לא נבדקה מיומנות זו לאחר טווח זמן ארוך יותר (מספר חודשים, שנה...), מעניין יהיה לראות את יכולת התלמידים להתמודד עם משימות דומות בהמשך.

כדי שלתהליך שעברו התלמידים תהייה משמעות גם להמשך, יש לחזור ולהטמיע את המיומנות גם בעתיד. יש להמשיך ולתרגל בכיתה את המיומנויות השונות ולהרחיבן. יתכן ויהיה צורך להמשיך ולפתח יחידות הוראה נוספות המטפלות בהבנת גרפים, יחד עם התוכן הלימודי. אנו עבדנו על הוראה מפורשת, בשילוב תחום תוכן שנלמד באותה תקופה בכיתה אולי בהמשך יש לתרגל את המיומנות בתחומי תוכן נוספים כמו כן, יהיה מצופה מהתלמידים לדעת לספר את "סיפור המקרה" מתוך התבוננות בגרף, ושהתלמיד יפתח חשיבה ביקורתית לגבי בניית גרפים.

בעבודה זו לא נבדקו מספיק הקשרים בקבוצות העבודה בזמן הלמידה השיתופית. כדי לעמוד מקרוב אחר הקשרים הנוצרים בקבוצת העבודה ולבחון את מידת משמעותם לתהליך הלמידה, היה צורך לעקוב אחר כל קבוצה ולראות מין אילו תלמידים מנהלות שיחות, איך כל תלמיד נתרם מחבריו. ישנה חשיבות למעקב זה מכיוון שלמידה מעוררת מגוון תהליכים התפתחותיים פנימיים המסוגלים לפעול רק כאשר הילד נמצא באינטראקציה עם אנשים בסביבה שלו (לוריא ושרמן, 2006).

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

Mevarech, Z. R., & Kramarski, B. (1997a). **From verbal descriptions to graphic representations: misconceptions regarding the construction of linear graphs.** Educational Studies in Mathematics, 32,22–263.

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.

Weiner, H. (1992). **Understanding graphs and tables.** *Educational Researcher*, 21, 14–23

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 לטיפול 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: _____

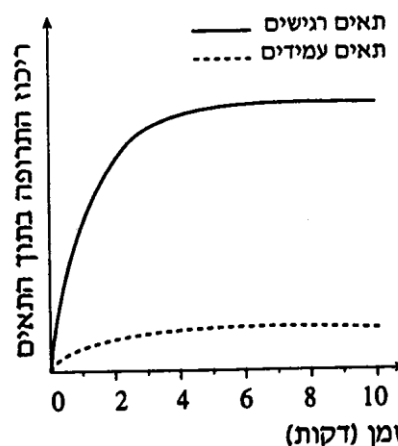
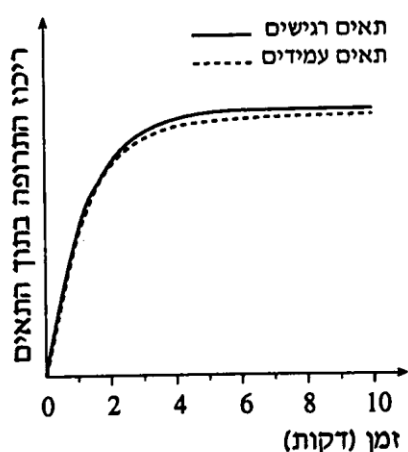
מבדק דיאגנוסטי

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.

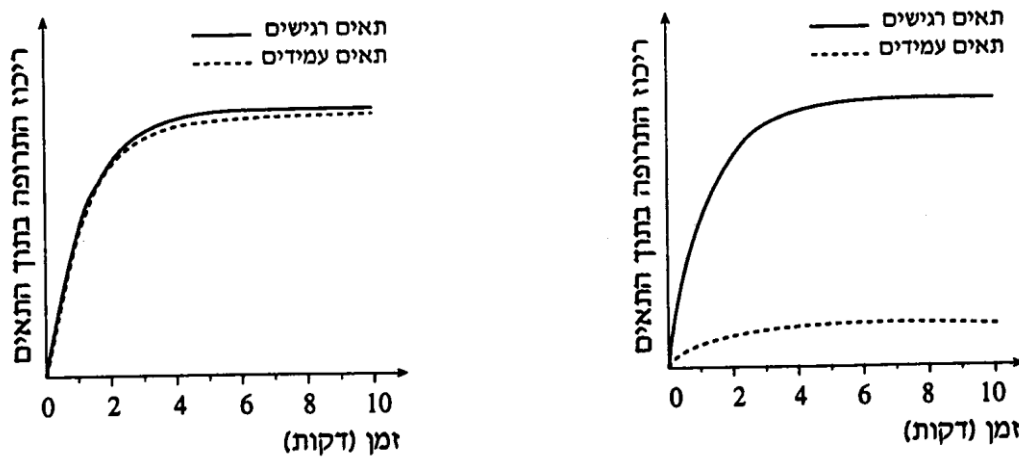
מבדק דיאגנוסטי – מחוון למורה

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)

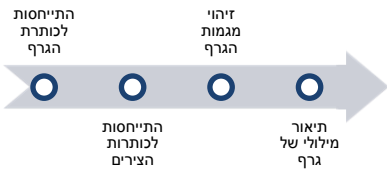
החוקרים בדקו את **ההשתנות של ריכוז התרופה עם הזמן בתוך תאי סרטן עמידים ובתוך תאי סרטן רגישים** בשני מצבים: כאשר ריכוז ה-ATP בתוך התאים **נורמלי** (ניסוי 1), וכאשר ריכוז ה-ATP בתוך התאים **נמוך מאוד** (ניסוי 2).

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

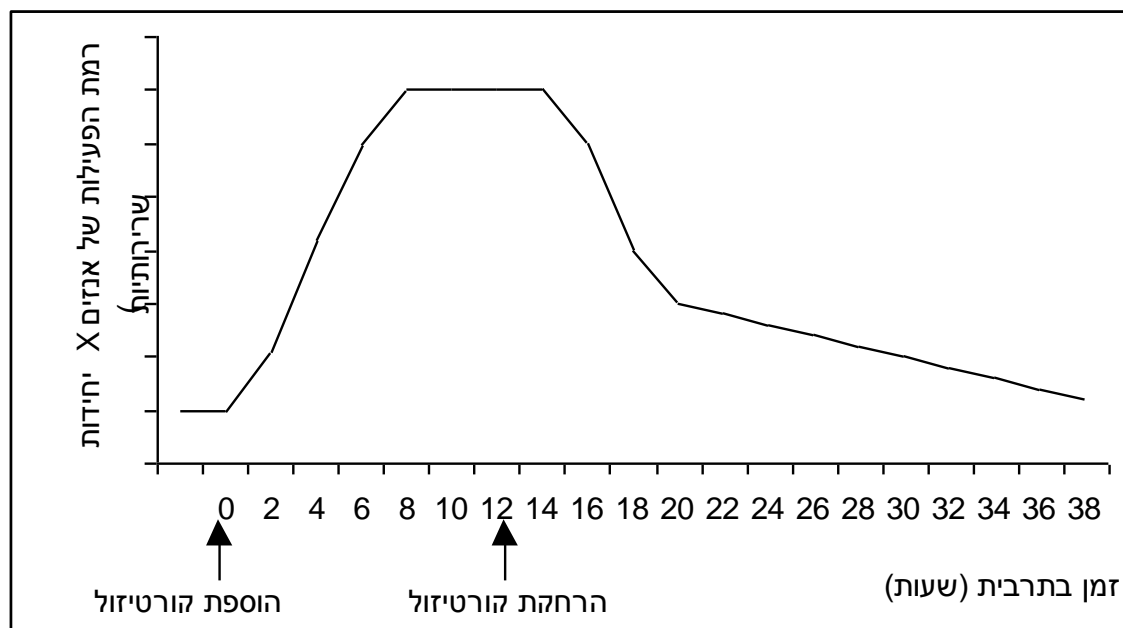
מצורפת בקובץ נפרד.



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 אנזימים X בכבד. כדי לברר כיצד משפיע הקורטיזול על אנזימים 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 אנזימים 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 לכותרת הגרף

1. הסבירו במילים שלכם מה מתאר הגרף?



שלב ב: התבוננות בכותרות הצירים

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?

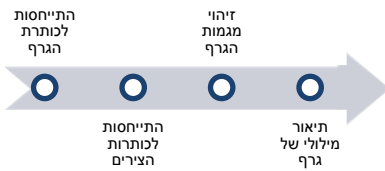
שלב ג: זיהוי מגמות בגרף

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)

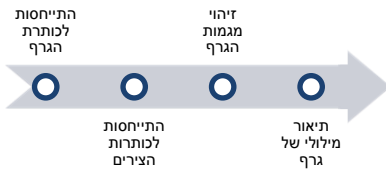
2 דקות לאחר תחילת הניסוי מדדו את רמת העכירות היחסית של התרחיפים בכל אחת מן המבחנות.

תוצאות הניסוי מוצגות בטבלה:

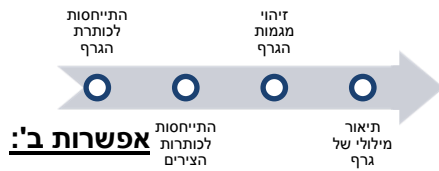
טבלה: הקשר בין ריכוז האנזים ליזוזים ובין רמת העכירות של תרחיף החיידקים

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.



תאי דם אדומים

הוצאו מתוך דגימת

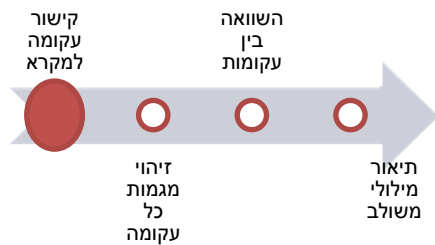
דם והוכנסו לתוך תמיסה שריכוז המומסים בה גבוה מריכוז המומסים בתוך תאי הדם (תמיסה היפרטונית) למשך 4 דקות. בעזרת מכשיר מיוחד עקבו החוקרים אחרי השינויים שחלו בנפחם של תאי הדם במהלך זמן ההשריה. תוצאות הניסוי מתוארות בטבלה הבאה:

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

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

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

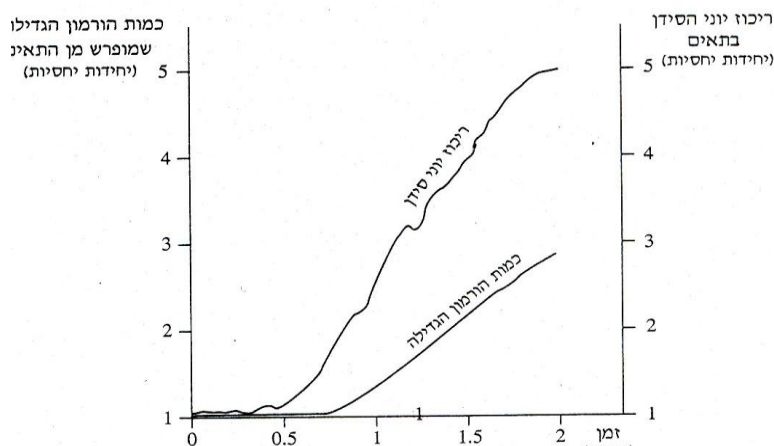
1. כתבו את כותרת הגרף ואת כותרות הצירים.
2. סמנו את סרגל יחידות המידה עבור שני הצירים
3. סמנו את תוצאות הניסוי המתוארות בטבלה במקום המתאים במערכת הצירים
4. מתחו קו ישר מנקודה לנקודה
5. זהו את מגמת הגרף
6. תארו באופן מילולי את תוצאות הניסוי, כפי שהן מתוארות בגרף ששרטטתם.



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

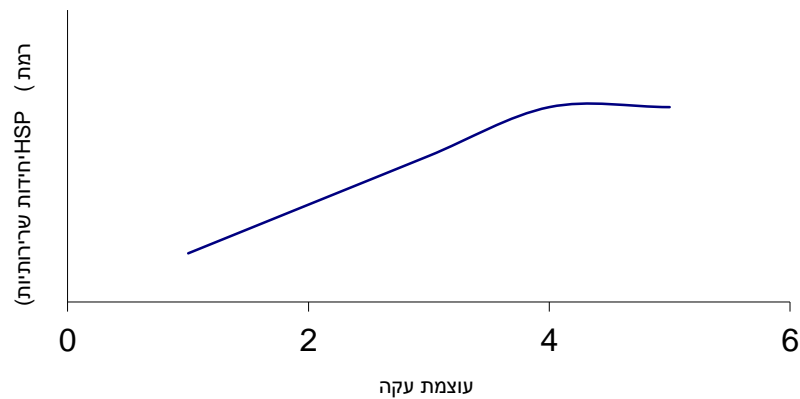
הסבירו את בחירתכם

2. אני רוצה להגיד ש..

שם: _____

מבדק מסכם בנושא פרשנות גרפים

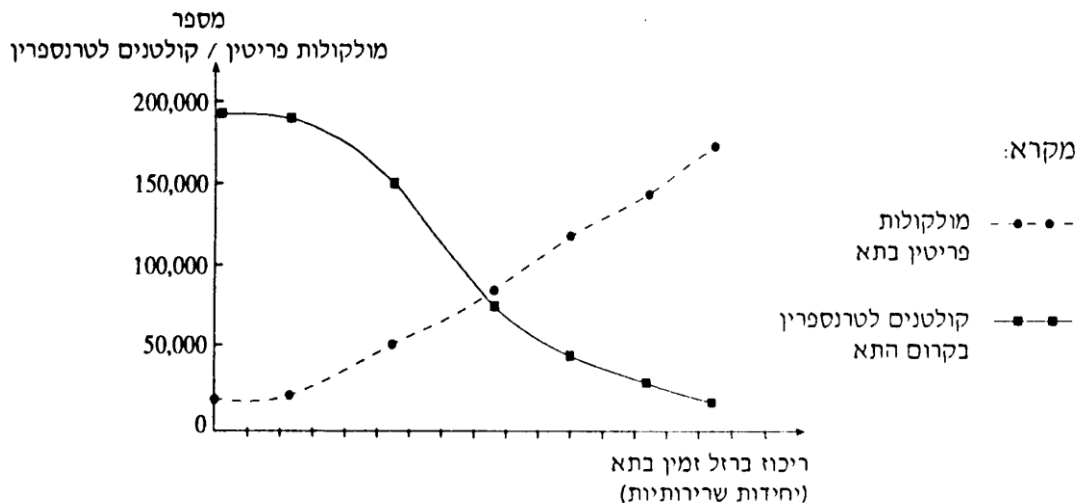
1. מצבי עקה (Stress) הם מצבים שבהם אורגניזם נחשף לתנאים קיצוניים, כגון טמפרטורה גבוהה או חומרים רעילים לתאים. מצבי עקה עלולים לגרום לשינויים במבנה התלת-ממדי של חלבוני התא, ובכך לגרום נזקים לתא. קבוצת חלבונים ייחודיים, הנקראים חלבוני HSP (Heat Shock Proteins), מגנים על המבנה התלת-ממדי של החלבונים בתא, 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:

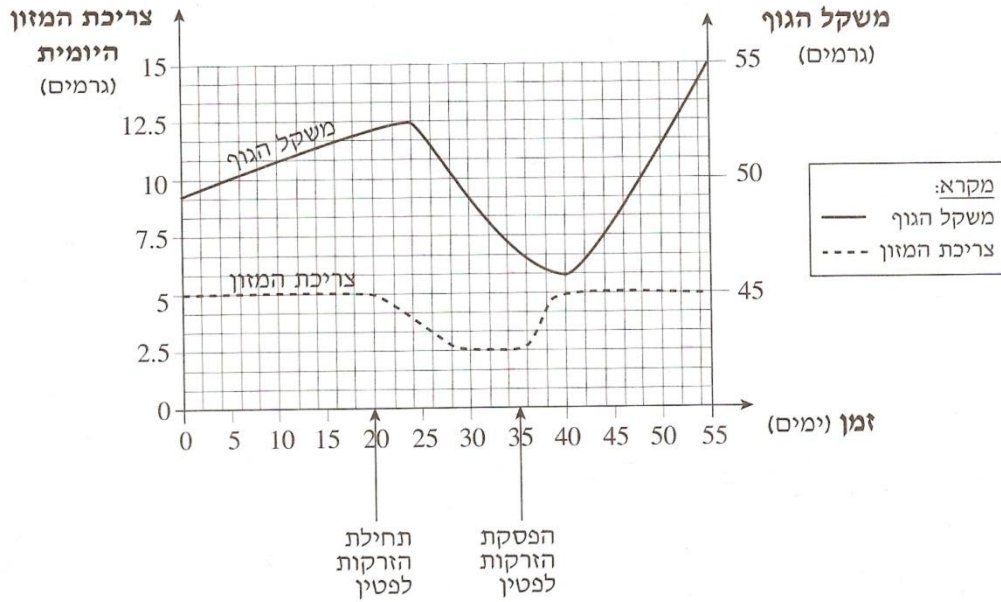


א. מה מתארת מערכת הצירים?

- 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:

צריכת המזון היומית ומשקל הגוף במהלך ניסוי א

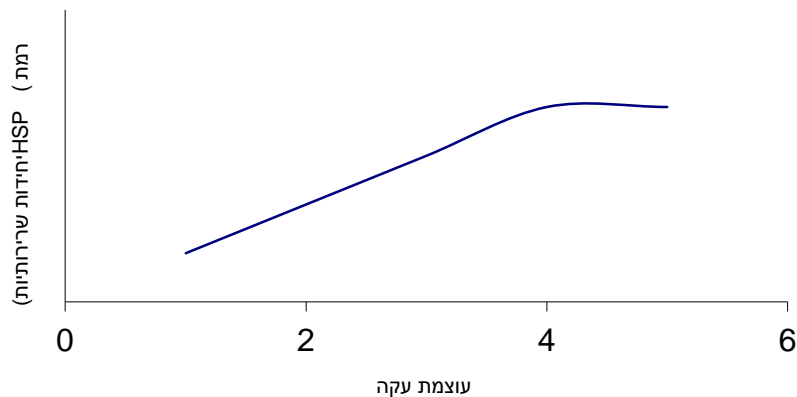


א. תארו את תוצאות הניסוי כפי שהן מתוארות בגרף.

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

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:

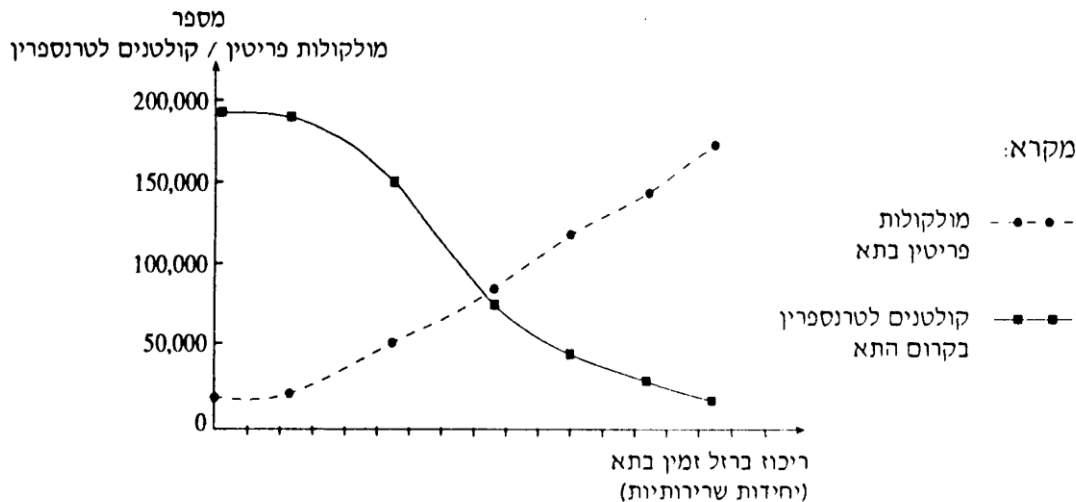
תארו את תוצאות הניסוי כפי שהם מתוארים בגרף.

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:



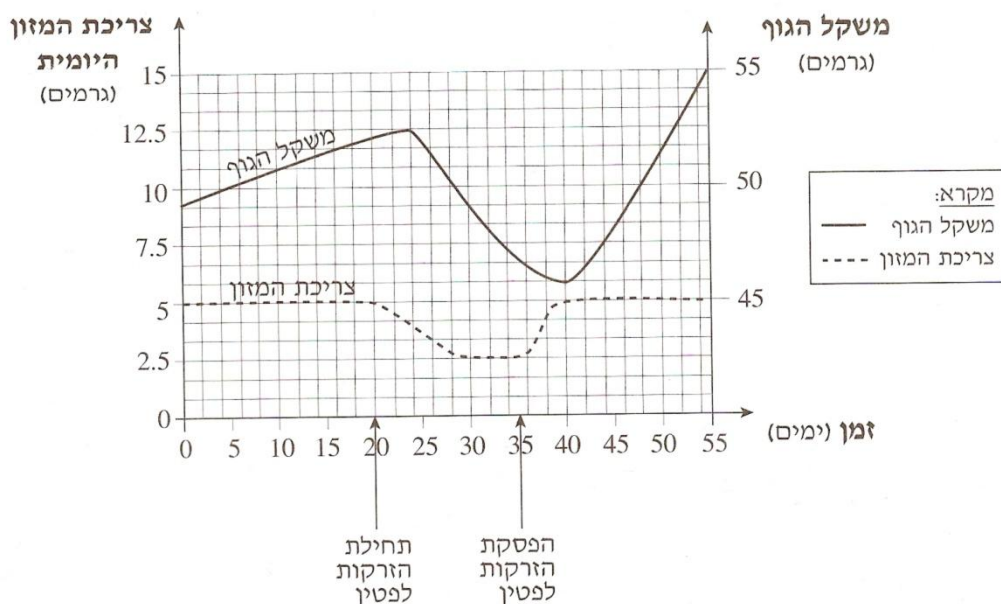
א. מה מתארת מערכת הצירים?

מערכת הצירים מתארת את הקשר בין ריכוז הברזל הזמין בתא לבין מספר מולקולות הפריטין בתא ומספר הקולטנים לטרנספרין בקרום התא (או: כיצד משפיע ריכוז הברזל הזמין בתא על מספר מולקולות הפריטין בתא ומספר הקולטנים לטרנספרין 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 הטרנספרין. **לא נכון – גורם לעליית הפריטין אך לירידת הטרנספרין**
 - כאשר ריכוז הברזל הזמין בתא נמוך, נמוך גם מספר מולקולות הפריטין בתא. **נכון**
 - כאשר ריכוז הברזל בתא נמוך, נמוך גם מספר קולטני הטרנספרין 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.