

הוראת מדעי המחשב בחטיבת הביניים בדגש על הבנה של תנאים

מחקר-שטח של המשימה המסכמת במודול גליון אלקטרוני בדגש על מחקר מדעי

פיתוח:

ד"ר דורון זהר
איריס צור ברגורי

אוגוסט 2013

מרכז מורים ארצי במקצוע מדעי המחשב. הפרויקט מבוצע עפ"י מכרז 6/1.07.
הפרויקט מבוצע עבור האגף לתכנון ופיתוח תוכניות לימודים, המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

יצא לאור במימון ובפיקוח המזכירות הפדגוגית, אגף מדעים במשרד החינוך
ומינהלת מל"מ, המרכז הישראלי לחינוך מדעי וטכנולוגי ע"ש עמוס דה-שליט

תוכן עניינים

2	1. מבוא
2	עקרונות למימוש התכנית
3	התכנית המוצעת
3	הערכת התכנית
4	2. תכנית הלימודים במדעי המחשב לחט"ב
4	מודול 'גיליון אלקטרוני בדגש על מחקר מדעי'
5	התמיכה במורים
5	ההוראה בשטח
6	3. המשימה המסכמת במדעי המחשב
6	הערכות למשימה המסכמת
7	דף הנוסחאות
8	המשימה לדוגמה
14	המשימה המסכמת
17	4. ניתוח תוצאות המשימה המסכמת
17	איסוף הנתונים
18	המחווין
19	התוצאות
23	5. מסקנות והמלצות
23	ניתוח התוצאות
24	תהיות
24	המלצות

1. מבוא

מערכת החינוך הישראלית שואפת להביא לשכבה רחבה יותר של תלמידים מצטיינים בתחומי המדע והטכנולוגיה. שיעור התלמידים המצטיינים בתחומים הללו כיום, איננו מספק, כך עולה מטענות המועלות בצה"ל, במוסדות האקדמיים ובתעשייה. לשיעור התלמידים המצטיינים יש השלכות על המעמד ויכולת התחרות של ישראל ברמה אזורית וברמה גלובלית. כדי לחולל שינוי מהותי, השיק משרד החינוך, מינהל מדע וטכנולוגיה, בשנת הלימודים תשע"א (2011) את תכנית 'העתודה המדעית טכנולוגית' שמטרתה להוביל מדיניות ברורה בעניין זה ולהטמיע מהלכים ארוכי טווח ועקביים.

מטרת העל של התכנית 'עתודה מדעית טכנולוגית' (Science and Technology Excellence Program - STEP) להגדיל באופן משמעותי את ההיקף והאיכות של הבוגרים, המסיימים עם "תעודת בגרות מדעית-טכנולוגית איכותית" הכוללת מעבר לדרישות החובה את אוסף המקצועות הבאים:

- א. מתמטיקה ברמה מוגברת – 5 יח"ל.
- ב. אחד ממקצועות מדעי הטבע ברמה מוגברת (פיזיקה או כימיה או ביולוגיה) – 5 יח"ל.
- ג. מגמה טכנולוגית (מבין: הנדסת תוכנה, הנדסת אלקטרוניקה, הנדסת מכונות, ביוטכנולוגיה, מדעית טכנולוגית ומערכות בריאות) או מקצוע מדעי נוסף ברמה מוגברת (מבין: פיזיקה, כימיה, ביולוגיה, מדעי המחשב) – 5 יח"ל.

ערב השקת התכנית, בשנת 2011, נבדק שיעור הבוגרים בשנים 2009-2010 אשר סיימו לימודיהם עם "תעודת בגרות מדעית-טכנולוגית איכותית". נמצא כי שיעור זה עמד על 6.2% בממוצע בשנים אלו. שיעור זה נקבע כשיעור הבסיס לתכנית, כאשר מטרת התכנית להכפיל שיעור זה בתוך 4-6 שנים, בבתי הספר אשר ישתתפו בתכנית.

עקרונות למימוש התכנית

- א. חשיפת תלמידים בעלי פוטנציאל הצטיינות בתחומי המדעים, הטכנולוגיה והמתמטיקה לתכנית מאתגרת, מעניינת וברמה לימודית גבוהה.
- ב. איתור תלמידים בעלי פוטנציאל הצטיינות בתחומי המדעים, הטכנולוגיה והמתמטיקה בחטיבת הביניים, מוקדם ככל שניתן.

- ג. מתן הזדמנות שווה תוך כדי גישור על פערים חברתיים-כלכליים.
- ד. עידוד בנות לבחור ולהתמודד עם תחומי לימוד מדעיים-טכנולוגיים בדגש על פיזיקה/טכנולוגיה ברמה גבוהה.

התכנית המוצעת

- א. התלמידים המשתתפים בתכנית לומדים את תכנית הלימודים הרגילה, בדגש על תגבור לימודי בתחומי המדעים, הטכנולוגיה והמתמטיקה החל מחטיבת הביניים.
- ב. התלמידים המשתתפים בתכנית לומדים תכנית תוספתית המהווה האצה, הרחבה, העמקה והעשרה בתכנים המדעיים, הטכנולוגיים והמתמטיים הנלמדים בתכנית הלימודים הרגילה.
- ג. תכניות לימוד ייעודיות בפיסיקה ובמדעי המחשב נכתבו לתלמידי חטיבות הביניים מכיתה ז' ועד כיתה ט' בהיקף של 180 ש"ש. (60 ש"ש לכל שכבת גיל בחטיבות הביניים).
- ד. דרישות גבוהות ובלתי מתפשרות מהתלמידים, תוך מתן תמיכה ברמה הלימודית, האישית, הרגשית וההתנהגותית.

הערכת התכנית

הערכת הישגיה של תכנית ה'עתודה המדעית טכנולוגית' מתבצעת באמצעות מבחנים ייעודיים בחטיבות הביניים במתמטיקה, בפיסיקה, ובמדעי המחשב, באמצעות נתונים על ביקוש תלמידים להצטרף לתכנית, ובאמצעות שאלונים לאחראי התכנית בבתי הספר.

בחטיבות העליונות, מתבססת הערכת התכנית, על מספרי התלמידים המצטרפים לתכנית והמתמידים בה לאורך השנים ועד לסיום התיכון עם תעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית.

משרד החינוך מגדיר את תלמידי העתודה המדעית-טכנולוגית של מדינת ישראל כאותם תלמידים בעלי ידע ומיומנויות ברמה גבוהה בתחומים המדעיים-טכנולוגיים כמו גם עמדות חיוביות לגבי התרומה של המדע והטכנולוגיה לחברה ולפרט. כאמור, מטרת המשרד למסד תכנית למצוינות מדעית/טכנולוגית, שתגדיל באופן משמעותי את ההיקף והאיכות של הבוגרים, המסיימים עם תעודת בגרות מדעית-טכנולוגית מוגברת. כחלק מתכנית זו החליט משרד החינוך להכין תכנית לימודים

במדעי המחשב לחטיבת הביניים אשר תשמש בסיס למקצועות הטכנולוגיים הנלמדים בחטיבה העליונה.

2. תכנית הלימודים במדעי המחשב לחט"ב

תכנית הלימודים במדעי המחשב בחטיבות הביניים מתמקדת בהקניית חשיבה אלגוריתמית. אחת ממטרות הלימוד במדעי המחשב בחטיבות הביניים הינה חשיפת התלמידים לתהליכי פתרון בעיות החל מניתוח בעיות ועד למימוש פתרון באמצעות תכנית מחשב. לשם כך על התלמידים ליישם תהליכי חשיבה הן ברמת הפשטה גבוהה, המתייחסים להבנת הבעיה, והן ברמות הפשטה נמוכות יותר בדרך לפתרונה של הבעיה. בכך, מאפשרת תכנית הלימודים פיתוח כישורי חשיבה מסדר גבוה, מודעות לרמות הפשטה וכן כישורי רפלקציה להבנת תהליך הפתרון וחשיבה ביקורתית לצורך הערכת הפתרון.

התכנית באה לחשוף את התלמידים ללימודי מדעי המחשב ורובוטיקה. במסגרת תכנית הלימודים, ישולב מודול בנושא גיליון אלקטרוני ברמה גבוהה בדגש על שימוש במחקר מדעי.

מודול 'גיליון אלקטרוני בדגש על מחקר מדעי'

שילוב מודול גיליון אלקטרוני בדגש על מחקר מדעי בתכנית הלימודים במדעי המחשב בחטיבות הביניים, נועד לענות על הצורך של תלמידי מדעים לדעת להשתמש בכלי גיליון אלקטרוני, הן בלימודי המתמטיקה, הן בלימודי הפיסיקה והן בלימודי הביולוגיה. תלמידי תכנית ה'עתודה המדעית טכנולוגית' מרחיבים ומעמיקים בתחומי הפיסיקה, כימיה, ביולוגיה ונדרשים לנתח נתוני ניסויים בעזרת הגיליון האלקטרוני.

תכנית הלימודים במודול 'גיליון אלקטרוני בדגש על שימוש במחקר מדעי' מתמקדת בהעתקות יחסיות ומוחלטות, בפונקציות מתמטיות וסטטיסטיות, בפונקציות לוגיות ובחישובים מותנים (IF, COUNTIF, SUMIF) והצגת נתונים באמצעות תרשימים. התכנית נקבעה בתיאום עם יו"ר ועדת המקצוע במתמטיקה ועם מפמ"ר פיסיקה.

היקף תכנית הלימודים הינו 20 ש"ש ובשנת הלימודים תשע"ג למדו את התכנית הן תלמידי כיתות ח' והן תלמידי כיתות ט' ב'עתודה מדעית טכנולוגית'.

התמיכה במורים

חומרי ההוראה למודול 'גיליון אלקטרוני', פותחו והועלו [לבלוג חטיבות הביניים](#) שבאתר הפיקוח על הוראת מדעי המחשב. החומרים שימשו את המורים ועודכנו בהתאם להערות מורים במהלך השנה.

בחודשים יולי – אוגוסט 2012 נעשה ניסיון לפתוח מספר השתלמויות בהיקף של 30 שעות במטרה להדריך את המורים ולפתח מערכי שיעור וחומרי לימוד נוספים. בשל מיעוט נרשמים לא נפתחו ההשתלמויות. יש לציין כי בתקופה זו השתלמו המורים בתכניות הלימוד הנוספות הנדרשות להוראה בכיתה ח' כגון: מבוא לרובוטיקה ותכנות צד לקוח. המורים, העדיפו להשתלם בנושאים אלו ולהשאיר ללימוד עצמי את נושא הגיליון האלקטרוני בהסתמך על חומרי הלימוד בבלוג ועל חומרי הלימוד הרבים הקיימים ברשת.

ההוראה בשטח

בתחילת שנת הלימודים תשע"ג, הנחה הפיקוח את המורים ללמד את המודול בין החודשים ספטמבר – נובמבר ולסיים את הוראת הנושא לפני חופשת החנוכה. להלן פריסת נושאי הלימוד הרלוונטיים למודול 'גיליון אלקטרוני'.

חודשים ושעות הוראה 2 ש"ש סה"כ 60 שעות שנתיות	אוגוסט-ספטמבר (2*4) 8 שעות	אוקטובר (2*2.5) 5 שעות	נובמבר (2*4) 8 שעות
נושאי הלימוד	גיליון אלקטרוני בדגש מדעי (20 שעות)		
מפרט נושאים	<p>א. הכרת הגיליון - 1 שעה</p> <p>ב. חישובים, העתקה יחסית והעתקה מוחלטת - 4 שעות</p> <p>ג. פונקציות - 6 שעות</p> <p>SUM, COUNT, COUNTA –</p> <p>MIN, MAX, AVERAGE –</p> <p>INT, MOD –</p> <p>SMALL, LARGE –</p> <p>COUNTIF, SUMIF –</p> <p>ד. פונקציות לוגיות – 4 שעות</p> <p>IF –</p> <p>AND, OR –</p> <p>ה. ייצוג נתונים באמצעות תרשימים/גרפים – 2 שעות</p> <p>ו. פעולות על מאגר מידע – 3 שעות</p> <p>– חיפוש</p> <p>– מיון</p> <p>– סינון</p>		

עם סיום הוראת המודול, נדרשו המורים לעבור ללמד את אחד משני המודולים לבחירה: 'מבוא לרובוטיקה' או 'תכנות משחקי צד לקוח'. בפועל, מורים רבים לימדו את מודול 'גיליון אלקטרוני' במשך זמן רב יותר מהמוקדש לכך בתכנית הלימודים, וחלק קטן אף לימד את המודול במשך למעלה מחצי שנה.

3. המשימה המסכמת במדעי המחשב

כאמור, הערכת התכנית בחטיבות הביניים מתבצעת בין היתר באמצעות מבחנים ייעודיים במתמטיקה ובפיסיקה ומשימה מסכמת במדעי המחשב.

כיוון שמטרת תכנית הלימודים במדעי המחשב, הן בחטיבות הביניים והן בחטיבות העליונות, הינה הוראת חשיבה אלגוריתמית, חשיבה מופשטת ושיפוטית, התכנית אינה דורשת מהתלמידים לזכור בע"פ את הפונקציות ואת הסינטקס לכתבתן. לפיכך, הוחלט כי למשימה המסכמת יצורף דף נוסחאות אשר כולל את הפונקציות שנלמדו.

תלמידי התכנית בכיתות ח' ו-ט' נדרשו לענות למשימה המסכמת במדעי המחשב באותו היום (10 ביוני 2013). המשימה פורסמה למורים, במייל, יום לפני עריכתה וזאת בכדי שניתן יהיה להשתמש במשימה המסכמת לצורך הערכת התכנית ושיפורה, תוך הקפדה על טוהר המשימה.

הערכות למשימה המסכמת

בשנת הלימודים תשע"ג, התקיימה, לראשונה, משימה מסכמת במודול 'גיליון אלקטרוני' בדגש על מחקר מדעי, כחלק מהמשימה המסכמת של כיתות ח' – ט'. משימה לדוגמה, דף הנוסחאות ודגשים למשימה פורסמו בימי עיון לקראת המשימה המסכמת. ימי העיון נערכו כחודשיים לפני המשימה המסכמת ובשלושה אזורים בארץ: תל אביב, באר שבע וקריית מוצקין. מצגת יום העיון הכוללת הנחיות ודגשים וכן המשימה לדוגמה ודף הנוסחאות פורסמו [בבלוג חטיבות הביניים](http://blog.csit.org.il/MyBlog.aspx?BlogID=29&PageID=782&node=782). (ראה בכתובת <http://blog.csit.org.il/MyBlog.aspx?BlogID=29&PageID=782&node=782>)

הן המשימה לדוגמה והן המשימה המסכמת, התבססו על נתונים מדעיים.

שם פונקציה	מבנה
SUM	=SUM (number1 , number2,...)
AVERAGE	=AVERAGE (number1 , number2,...)
COUNT	=COUNT (value1 , value2,...)
COUNTA	=COUNTA (value1 , value2,...)
COUNTIF	=COUNTIF (range , criteria)
MAX	=MAX (number1 , number2,...)
LARGE	=LARGE (array , k)
MIN	=MIN (number1 , number2,...)
SMALL	=SMALL (array , k)
SUMIF	=SUMIF (range , criteria , sum-range)
INT	=INT (number)
MOD	=MOD (number , divisor)
IF	=IF (logical-test , value-if-true , value-if-false)
AND	=AND (logical1 , logical2,...)
OR	=OR (logical1 , logical2,...)

המשימה לדוגמה

המשימה לדוגמה עסקה במדידת גדילתם של פרחי בר הצומחים בשדה בין שתי תקופות.

להלן הגיליון האלקטרוני עליו מבוססת המשימה לדוגמה:

G	F	E	D	C	B	A	1
האם התפתחות תקינה?	האם מעל ממוצע הגידול?	שיעור הגידול (%)	הגידול בצמיחה בס"מ	מדידת גובה שניה	מדידת גובה ראשונה	שם הצמח	
				6.3	3.0	נץ חלב	2
				4.8	3.5	חצב	3
				5.0	4.0	אירוס	4
				6.1	3.0	רקפת	5
				6.9	6.0	חרצית	6
				4.8	4.5	נורית	7
				7.8	4.0	פרג	8
				8.0	5.0	לוטם	9
							10
						תאי עזר	11
						מספר הצמחים שנמדדו:	12
						ממוצע צמיחה בס"מ	13
						אחוז הצמיחה הגבוה ביותר	14
						אחוז הצמיחה השני בגודלו	15
						אחוז הצמיחה השלישי בגודלו	16
						כמה צמחים הצמיחה בס"מ קטנה או שווה ל-3 ס"מ	17
						כמה צמחים הצמיחה בס"מ מעל 3 ס"מ	18

כפי שניתן לראות, נתוני המשימה הינם בתחום הביולוגיה. הגיליון כולל את הנתונים הראשוניים (תאים A1:C9), תאי עזר (A12:B17), ותאים המכילים חישובים (D2:G9, G12:G18). התאים החישוביים צבועים באפור והמשימות יתייחסו לנוסחאות הרשומות בתאים אלו.

השאלה הראשונה עוסקת בפעולות חשבון בסיסיות, בהעתקה יחסית והעתקה מוחלטת. השאלה דורשת מהתלמידים לכתוב את הנוסחה הנכונה באופן בו העתקה יחסית שלה תתאים לכל העמודה ולא רק לתא בו נכתבה.

1. א. (3 נק') הגידול בצמיחה בס"מ הוא ההפרש בין ערך המדידה השנייה לערך המדידה הראשונה. בתא D2 יש להגדיר נוסחה המחשבת את הגידול בצמיחה בין תקופת מדידה ראשונה לתקופת מדידה שנייה ולהעתיקה לכל העמודה שבטבלה (תאים D3:D9). הנוסחה שתיכתב בתא D2 ותועתק אל טווח התאים D3:D9 היא:

ב. (4 נק') שיעור הגידול הוא היחס באחוזים בין הגידול בצמיחה לערך גובה הצמח במדידה הראשונה. בתא E2 יש להגדיר נוסחה המחשבת את שיעור הגידול ולהעתיקה לשאר תאי הטבלה (E3:E9). הנוסחה שתיכתב בתא E2 ותועתק לתאים E3:E9 היא: _____

השאלה השנייה עוסקת בפעולות סטטיסטיות (LARGE, SUM, AVERAGE, COUNT). שאלה זו מורכבת מסעיפים רבי ברירה ומסעיף בו התלמידים מתבקשים לציין את הפונקציה הנכונה. השאלה בודקת, בין היתר, האם התלמידים מכירים את פונקציית המנייה ומבדלים בין פונקציות המנייה השונות (COUNT, COUNTA).

2. א. (3 נק') בתא G12 הוגדרה פונקציה המונה (סופרת) את מספר הצמחים שנמדדו. הנוסחה שנרשמה בתא G12 היא:

1 =COUNT(A2:A9)

2 =SUM(A2:A9)

3 =COUNTA(A2:A9)

4 = COUNTFLOWER(A2:A9)

ב. (2 נק') בתא G13 חושב ממוצע הגדילה בסנטימטרים של כל הפרחים. הפונקציה שנרשמה בתא זה היא: _____

ג. (4 נק') בתא G14 הוגדרה פונקציית LARGE בה חושב אחוז הצמיחה הגבוה ביותר. הנוסחה הועתקה לתאים G16 ו-G17 כך שבתאים אלו חושב אחוז הצמיחה השני והשלישי בגודלו, בהתאמה. בנוסחה השתמשו בתאי עזר A15:A17 המכילים את הערכים 1 עד 3 בהתאמה. הנוסחה שנכתבה בתא G14 היא:

1 = LARGE(\$E\$2:\$E\$9,A15)

2 = LARGE(\$E\$2:\$E\$9, A15:A17)

3 = LARGE(E2:E9,A15)

4 = LARGE(E2:E9,\$A\$15)

השאלות השלישית והרביעית בודקות את החשיבה המותנית של התלמידים. בעוד שהשאלה השלישית מתמקדת בפונקציות מותנות (סכימה ומניה מותנות), השאלה הרביעית מתמקדת בפונקציית תנאי פשוט ובפונקציית תנאי מורכב.

3. א. (3 נק') בתא G17 הוגדרה נוסחה המונה (סופרת) כמה צמחים צמחו בין

מדידה ראשונה למדידה שנייה עד 3 ס"מ (כולל). הנוסחה שנכתבה בתא G17

היא:

= COUNTIF(D2:D9,"<=3") 1

= COUNTIF(D2:D9 , B13) 2

= COUNTIF(D2:D9 , "<4") 3

כל אחת הנוסחאות 1-3 מתאימה 4

ב. (4 נק') בתא G18 הוגדרה נוסחה המונה כמה צמחים צמחו בין מדידה

ראשונה למדידה שנייה יותר מ- 3 ס"מ. הנוסחה שנכתבה בתא G18 היא:

= COUNT(D2:D9)-G17 1

= SUMIF(D2:D9,">3") 2

= SUMIF(D2:D9,"<4") 3

כל אחת הנוסחאות 1-3 מתאימה 4

4. א. (3 נק') בתא G13 חושב ממוצע הצמיחה של כל הצמחים. בתא F2 הוגדרה

נוסחה אשר הועתקה לתאים F3:F9 ובעקבותיה נרשם "מעל הממוצע" בתאים

המתאימים לצמחים שגדלו מעל ממוצע גדילת כל הצמחים. שאר התאים נשארו

ריקים. _____

ב. (5 נק') בתאים G2:G9 נרשם "צמיחה תקינה" עבור צמחים שצמחו מעל 3

ס"מ ושאחוז הגדילה שלהם, בין שתי התקופות, גדול או שווה ל-50 אחוז. שאר

התאים נשארו ריקים. הנוסחה שנכתבה בתא G2 והועתקה לתאים G3:G9

היא:

= IF(AND(D2>\$A\$13,E2>\$A\$14),\$B\$12,"") 1

=IF(OR(D2>\$A\$13,E2>\$A\$14),\$B\$12,"") 2

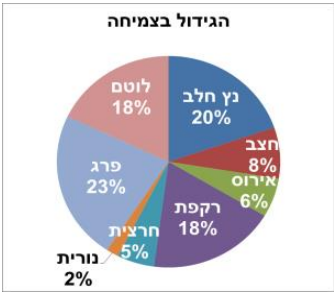
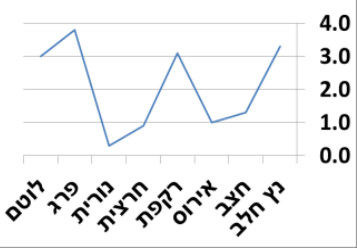
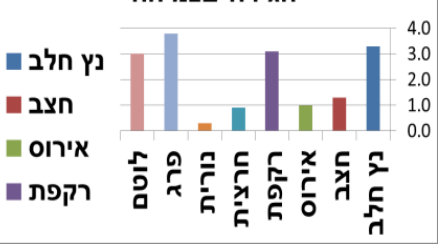
= IF(AND(D2>A13,E2>A14),B12,"") 3

=IF(OR(D2>A13,E2>A14),B12,"") 4

השאלה החמישית והאחרונה מתייחסת לייצוג הידע באמצעות גרפים ובדקת האם התלמידים הבינו כי נתונים שונים יש להציג בדרכים שונות וכי קיימות דרכים נכונות ודרכים שגויות להציג מידע באופן ויזואלי.

5. (9 נק') לפניכם שלושה תרשימים לייצוג הבדלי הגדילה בין הצמחים השונים.

לכל תרשים קבע האם התרשים מתאים או לא מתאים לייצוג הנתונים (הקף בעיגול). אם התרשים אינו מתאים לייצוג הנתונים הסבר מדוע.

<p><u>תרשים עוגה</u></p> <p>1. מתאים</p> <p>2. לא מתאים, נימוק:</p>	<p>א.</p> 
<p><u>תרשים קווי</u></p> <p>1. מתאים</p> <p>2. לא מתאים, נימוק:</p>	<p>ב.</p> 
<p><u>תרשים טורים</u></p> <p>1. מתאים</p> <p>2. לא מתאים, נימוק:</p>	<p>ג.</p> 

במהלך ימי העיון בהם הוצגה המשימה לדוגמה, ניתנה הזדמנות למורים להביע את דעתם על אופי המשימה, מורכבותה, קושי השאלות ועוד. להלן מספר הערות חשובות שהועלו על-ידי המורים:

1. המורים בקשו להוסיף בטבלת הנוסחאות עמודה ובה משמעות כל פונקציה.
2. המורים בקשו כי בגיליון אליו מתייחסת המשימה יוצגו תוצאות החישובים הנדרשים, כך שתלמיד אשר לא יהיה בטוח כי הבין את הנדרש ממנו, יוכל לבדוק האם הנוסחה אותה רשם כפתרון תיתן את הערכים הרשומים בגיליון.
3. המורים בקשו כי לפחות באחת השאלות ידרשו התלמידים להגדיר תנאי ולא רק לבחור בין תנאים הנתונים להם.
4. המורים בקשו להימנע מדרישה לחישוב אחוזים. נושא האחוזים אינו נהיר מספיק לתלמידים והם נלחצים ממנו.
5. המורים המליצו להוסיף לתכנית הלימודים לימוד עצמי של פונקציה, כך שתלמיד אשר יזדקק בעתיד לפונקציה אותה לא למד, ידע למצוא להשתמש בעזרה של הגיליון האלקטרוני וללמד באופן עצמאי.

בעקבות הערות המורים הוכנסו שינויים במשימה המסכמת:

1. הגיליון הוצג עם הערכים המספריים המתקבלים מהנוסחאות הנדרשות מהתלמידים.
2. אחת השאלות שונתה כך שבמקום לבחור את תוצאת התנאי התבקשו התלמידים להגדיר את פונקציית התנאי.
3. בבחינה לא הוגדרו שאלות הדורשות חישובי אחוזים.
4. לחומרי הלימוד התווספה משימת חקר לאיתור פונקציה הפותרת בעיית מחקר.
5. עודכנה טבלת הנוסחאות כך שתכיל גם את המשמעות של כל פונקציה:

משמעות	שם פונקציה	מבנה
סכום	SUM	=SUM (number1 , number2,...)
ממוצע	AVERAGE	=AVERAGE (number1 , number2,...)
מניית מספרים	COUNT	=COUNT (value1 , value2,...)
מניית תאים לא ריקים	COUNTA	=COUNTA (value1 , value2,...)
מנייה מותנית	COUNTIF	=COUNTIF (range , criteria)
מקסימום	MAX	=MAX (number1 , number2,...)
מקסימום k -י	LARGE	=LARGE (array , k)
מינימום	MIN	=MIN (number1 , number2,...)
מינימום k -י	SMALL	=SMALL (array , k)
סכום מותנה	SUMIF	=SUMIF (range , criteria , sum-range)
החלק השלם	INT	=INT (number)
שארית	MOD	=MOD (number , divisor)
תנאי	IF	=IF (logical-test , value-if-true , value-if-false)
וגם	AND	=AND (logical1 , logical2,...)
או	OR	=OR (logical1 , logical2,...)

המשימה המסכמת

המשימה המסכמת עסקה בחישובי BMI והגיליון שהוצג לתלמידים כלל את הערכים שיכתבו בתאי הגיליון לאחר פתרון המשימה המסכמת. בדרך זו נמנעת אי הבנת השאלה. התלמיד יכול לבדוק את הבנתו תוך השוואת הערך שיתקבל מהפעלת הנוסחה שהוא מציע לערך הכתוב בתא.

G	F	E	D	C	B	A	
צורך בבדיקה חוזרת	תקינות משקל	מעל ממוצעים	BMI	משקל	גובה	שם	1
	משקל תקין	מעל הממוצעים	21.50	53	1.57	מרים	2
בדיקה חוזרת	תת משקל		17.78	40	1.50	אמיר	3
				לא נמדד	לא נמדד	יסמין	4
	משקל תקין	מעל הממוצעים	24.49	75	1.75	עומר	5
	משקל עודף	מעל הממוצעים	26.63	56	1.45	אברהם	6
בדיקה חוזרת	תת משקל		18.37	36	1.40	יוסף	7
	משקל תקין	מעל הממוצעים	22.89	55	1.55	עדן	8
							9
						תאי עזר :	10
	6	מספר מדידות		2	תת משקל	18.5	11
	52.50	משקל ממוצע		3	משקל תקין	24.9	12
	1.54	גובה ממוצע		1	משקל עודף	מעל הממוצעים	13
	52.00	משקל ממוצע כמספר שלם				בדיקה חוזרת	14

שאלות המשימה המסכמת נכתבו בדומה לשאלות המשימה לדוגמה. השאלה הראשונה עוסקת בפעולות חשבון בסיסית ובהעתקה יחסית.

1. (4 נק') מדד מסת גוף BMI הוא מדד הנותן הערכה כמותית ביחס למשקל אדם, ועונה על השאלה האם אדם נמצא במשקל תקין, בעודף משקל או בתת משקל

$$\text{משקל} = \frac{\text{משקל חלקי ריבוע הגובה}}{\text{גובה}^2}$$
 היא גובה * גובה, משקל חלקי ריבוע הגובה (גובה כפול גובה).
 בתא D2 נכתבה נוסחה המחשבת את ה-BMI והועתקה לכל העמודה שבטבלה (תאים D3:D8). בחישוב שימו לב לסדר הקדימויות הנדרש. הנוסחה שנכתבה בתא D2 והועתקה אל טווח התאים D3:D8 היא: _____

השאלה השנייה בודקת שימוש בפונקציות פשוטות: פונקציית מנייה, פונקציית ממוצע ופונקציית שלם לקבלת נתונים ראשוניים למחקר. שאלה זו עוסקת באותה נושא הוראה בו עסקה השאלה השנייה במשימה לדוגמה, אך משמשת בפונקציות אחרות.

2. (9 נק')

א. בתא F11 נכתבה נוסחה המונה (סופרת) את מספר הילדים אשר משקלם נמדד. הנוסחה שנכתבה בתא F11 היא:

1 =COUNT(C2:C8)

2 = COUNTA(A2:A9)

3 = IF(C2:C8>0,COUNT=COUNT+1,"")

4 = COUNTIF(C2:C8,6)

ב. בתא F12 חושב ממוצע משקל כל התלמידים.

הנוסחה שנרשמה בתא F12 היא: _____

ג. בתא F14 חושב ממוצע משקל כל התלמידים כמספר שלם (לפי חישוב

הממוצע שהוגדר בתא F12). הנוסחה שנרשמה בתא F14 היא: _____

השאלה השלישית בודקת הגדרת פונקציה לוגית ובה בחירה בין שני תנאים.

3. (5 נק') בתא F12 חושב המשקל הממוצע ובתא F13 חושב הגובה הממוצע.

בעמודה E נכתב "מעל הממוצעים" בכל התאים שבשורה שלהם: המשקל בתא

C גדול מממוצע המשקלים או שהגובה בתא B גדול מממוצע הגבהים. שאר

התאים בעמודה E נשארו ריקים. לפניכם שלד הנוסחה שנכתבה בתא E2

והועתקה לתאים E3:E8. השלם את התנאי:

=IF(_____, "\$A\$13, "")

השאלה הרביעית מורכבת משלושה חלקים הבודקים:

א. הגדרת תנאי מקונן,

ב. הגדרת תנאי פשוט,

ג. ספירה מותנית תוך שילוב העתקה יחסית והעתקה מוחלטת.

4. (15 נק')

א. בתאים F2:F8 נכתבה נוסחה המגדירה את תקינות המשקל:

עבור BMI קטן מ-18.5 נכתב "תת משקל",
 עבור BMI בין 18.5 ל-24.9 נכתב "משקל תקין",
 ועבור כל BMI גדול או שווה ל-24.9 נכתב "משקל עודף".
 הנוסחה שנכתבה בתא F2 והועתקה לתאים F3:F8 היא:

$=IF(D2<\$A\$11,D2<\$A\$12,D2>=\$A\$12,\$B\$11:\$B\$13)$ 1

$=IF(D2<\$A\$11<\$A\$12<\$A\$13),\$B\$11:\$B\$13)$ 2

$=IF(D2:D8<\$A\$11:\$A\$12, \$B\$11:\$B\$12)$ 3

4 אף לא אחת מהנוסחאות 1-3 מתאימה

ב. בתאים G2:G8 נכתבה ההודעה "בדיקה חוזרת" לכל מי שתקינות המשקל שלו הוגדרה "תת משקל". שאר התאים נשארו ריקים.
 הנוסחה שנכתבה בתא G2 והועתקה לתאים G3:G8 היא:

$=IF(F2=\$B\$11,\$A\$14,"")$ 1

$=IF(AND(F2<>\$B\$12,F2<>\$B\$13),\$A\$14,"")$ 2

$=IF(F2<\$A\$11,\$A\$14,"")$ 3

4 כל אחת מהנוסחאות 1-3 מתאימה

ג. בתא C11 נכתבה נוסחה המונה (סופרת) את מספר התלמידים אשר משקלם מוגדר "תת משקל", מספר התלמידים שמשקלם מוגדר "משקל תקין" ואת מספר התלמידים שמשקלם מוגדר "משקל עודף".
 הנוסחה שנכתבה בתא C11 והועתקה לתאים C12:C13 היא:

$=COUNTIF(\$F\$2:\$F\$8,"BMI")$ 1

$=COUNTIF(\$F\$2:\$F\$8, \$B\$11:\$B\$13)$ 2

$=COUNTIF(\$F\$2:\$F\$8, B11)$ 3

$=COUNTIF(F2:F8,\$B\$11:\$B\$13)$ 4

השאלה החמישית והאחרונה, הזדה לשאלת הבחינה לדוגמה, מתייחסת לייצוג הידע באמצעות גרפים ובודקת האם התלמידים הבינו כי נתונים שונים יש להציג בדרכים שונות וכי קיימות דרכים נכונות ודרכים שגויות להציג מידע באופן ויזואלי.

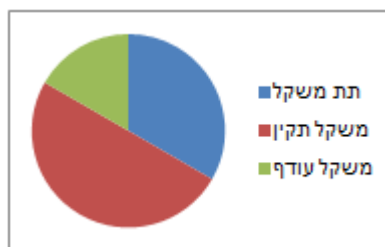
5. (7 נק') לפניכם שלושה תרשימים לייצוג מספר התלמידים בעלי תת משקל, משקל תקין ומשקל עודף (על פי תוצאות החישוב בתאים C11:C13).

לכל תרשים קבע האם התרשים מתאים או לא מתאים לייצוג הנתונים (הקף בעיגול). אם התרשים אינו מתאים לייצוג הנתונים הסבר מדוע.

תרשים עוגה

א.

- 3. מתאים
- 4. לא מתאים, נימוק:



תרשים קווי

ב.

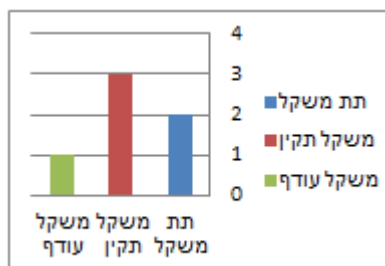
- 3. מתאים
- 4. לא מתאים, נימוק:



תרשים טורים

ג.

- 3. מתאים
- 4. לא מתאים, נימוק:



4. ניתוח תוצאות המשימה המסכמת

איסוף הנתונים

כאמור, המשימה המסכמת התקיימה בו-זמנית בכל הארץ. מספר ימים לאחר ביצוע המשימה, קבלו המורים מפת מבחן ומחונן. את תוצאות המשימה הקלידו המורים בטופס מקוון באתר הפיקוח על הוראת מדעי המחשב.

חלוקת הניקוד בין השאלות והסעיפים נבחרה כך שהמורים ידרשו למספר מינימלי של הקלקות. לפיכך סעיפים שונים בשאלה נוקדו באופן שאינו שוויוני, כך שמציון השאלה, ניתן יהיה להסיק את ציוני הסעיפים. לדוגמה, שאלה 2 מורכבת משלושה סעיפים. ציון השאלה 9 נק' וציון הסעיפים

השונים הינו 3, 2, 4 בהתאמה. תשובת התלמיד בסעיפים אלו הינה נכונה או לא נכונה. תשובה חלקית לא התקבלה. ציונים אפשריים בשאלה זו, עם כן, היו: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9.

באופן דומה שאלה 4 הורכבה משלושה סעיפים אשר ציוניהם היו 4, 6, 5 בהתאמה, והציונים האפשריים לשאלה כולה היו: 4, 5, 6, 9, 10, 11, 15.

סה"כ התקבלו ציונים מ – 384. תלמידים. עבור 99 תלמידים מתוכם, התקבל ציון לא חוקי בשאלה 2 (ציון 1 – 10 תלמידים, ציון 8 – 84 תלמידים, ציונים 12..16 – תלמיד אחד לכל ציון) ועבור 129 תלמידים מתוכם התקבל ציון לא חוקי בשאלה 4 (ציון 3 – 5 תלמידים, ציון 7 – 9 תלמידים, ציון 8 – 32 תלמידים, ציון 12 – 44 תלמידים, ציון 13 – 26 תלמידים, ציון 14 – 12 תלמידים). 15 תלמידים קיבלו ציון לא חוקי הן בשאלה 2 והן בשאלה 4. רשומות התלמידים בעלי הציונים הלא חוקיים הושמטו לפני ניתוח הנתונים. סה"כ הושמטו 213 רשומות מתוך 3932, כלומר 5% מהנתונים.

המחוו

מפת המשימה המסכמת והמחוו מציינים את התשובה/ות הנכונות ואת דרך הניקוד. להלן המחוו עבור שאלות הגיליון האלקטרוני:

ניקוד	התשובה
4 = תשובה נכונה 2 = תשובה שאינה מתחשבת בסדר פעולות 0 = כל תשובה אחרת	1. $\underline{=C2/(B2*B2) =C2/B2/B2}$
א. 3 = תשובה 1 0 = כל תשובה אחרת. ב. $=AVERAGE(C2:C8) = 2$ 0 = כל תשובה אחרת ג. $=INT(F12) = 4$ 0 = כל תשובה אחרת	2. א. <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input checked="" type="checkbox"/> 1 ב. $\underline{AVERAGE(C2:C8)}$ ג. $\underline{INT(F12)}$
5 = $OR(B2>\$F\$13, C2>\$F\$12)$ 3 = לא השתמשו בכתובות מוחלטות או השתמשו בתנאי AND 2 = הוגדרו שני תנאים ללא שימוש בפונקציה לוגית 1 = לא השתמשו בכתובות מוחלטות וגם השתמשו	3. $\underline{OR(B2>\$F\$13,C2>\$F\$12)}$

ניקוד	התשובה
בתנאי AND 0 = כל תשובה אחרת.	
א. 6 = תשובה 4 0 = כל תשובה אחרת. ב. 4 = תשובה 1 0 = כל תשובה אחרת. ג. 5 = תשובה 3 0 = כל תשובה אחרת.	<p>4. א. <input checked="" type="checkbox"/>4 <input type="checkbox"/>3 <input type="checkbox"/>2 <input type="checkbox"/>1</p> <p>ב. <input type="checkbox"/>4 <input type="checkbox"/>3 <input type="checkbox"/>2 <input checked="" type="checkbox"/>1</p> <p>ג. <input type="checkbox"/>4 <input checked="" type="checkbox"/>3 <input type="checkbox"/>2 <input type="checkbox"/>1</p>
א. 2 = מתאים ונימוק נכון 1 = קביעה נכונה, נימוק לא נכון או ללא נימוק 0 = כל תשובה אחרת ב. 2 = לא מתאים ונימוק נכון 1 = קביעה נכונה, נימוק לא נכון או ללא נימוק 0 = כל תשובה אחרת ג. 3 = מתאים ונימוק נכון 1 = קביעה נכונה, נימוק לא נכון או ללא נימוק 0 = כל תשובה אחרת	<p>5. א. מתאים / לא מתאים נימוק: כל התלמידים מהווים 100% וניתן לחלק לאחוזים את החלוקה בקרבים</p> <p>ב. מתאים / לא מתאים נימוק: אין קשר של עליה/ירידה בין ערך אחד לאחר</p> <p>ג. מתאים / לא מתאים נימוק: ניתן להציג ולשוות את התוצאות השונות</p>

התוצאות

154 בתי ספר הקלידו נתונים באתר הפיקוח: 138 כיתות ח' (מתוך 179 כיתות בתכנית) ו-16 כיתות ט' (מתוך 22 כיתות בתכנית) סה"כ התקבלו ציונים תקינים של 3719 תלמידים על פי החלוקה הבאה:

תלמידי כיתה ח' שלמדו תכנות צד לקוח – 52 בתי ספר, 1315 תלמידים, ממוצע 67.9%

תלמידי כיתה ח' שלמדו מבוא לרובוטיקה – 86 בתי ספר, 2131 תלמידים, ממוצע 60.8%

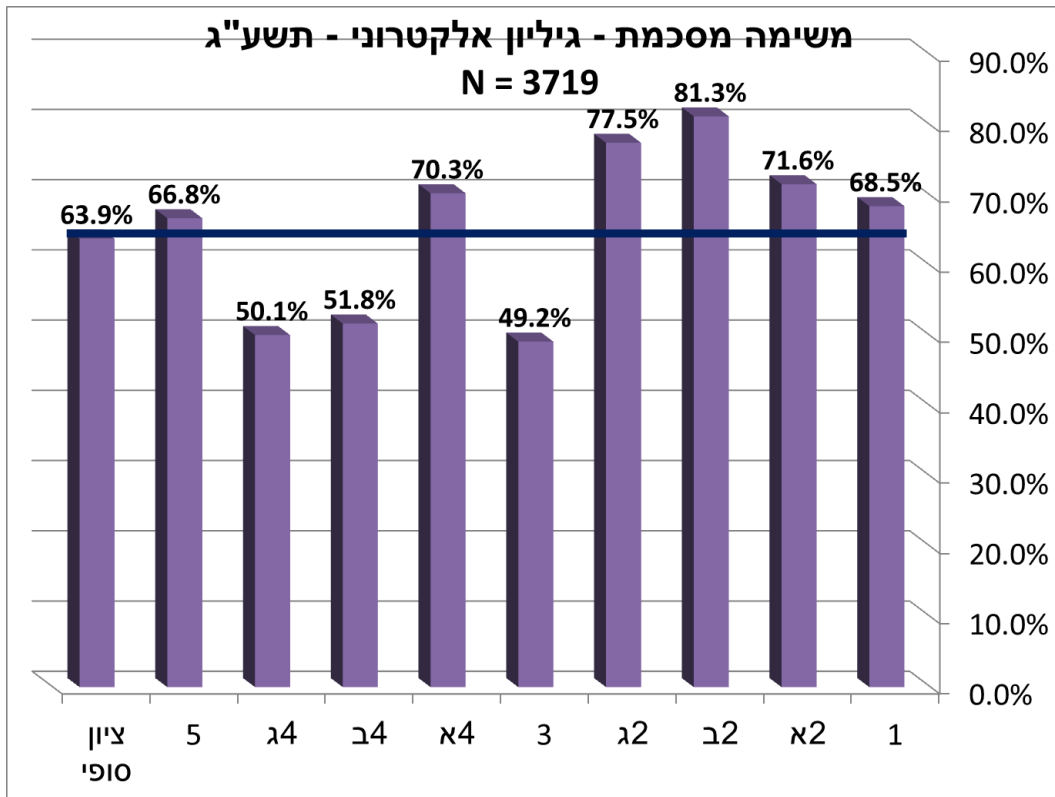
תלמידי כיתה ט' – 16 בתי ספר, 273 תלמידים, ממוצע 68.1%

טבלה 1 מציגה את התפלגות הציונים בין השאלות השונות על פי חלופות ההוראה.

טבלה 1 – התפלגות ציונים לפי שאלה ולפי חלופה

שאלה / חלופה	1	א2	ב2	ג2	3	א4	ב4	ג4	5	ציון סופי
רובוטיקה	64.8%	70.6%	80.2%	75.6%	44.2%	67.0%	48.9%	46.0%	64.3%	60.8%
צד לקוח	74.1%	72.7%	84.3%	78.9%	54.0%	75.5%	55.9%	55.7%	70.3%	67.9%
כתה ט'	70.5%	74.0%	75.1%	85.3%	65.1%	71.4%	54.6%	55.3%	68.4%	68.1%
כולם	68.5%	71.6%	81.3%	77.5%	49.2%	70.3%	51.8%	50.1%	66.8%	63.9%

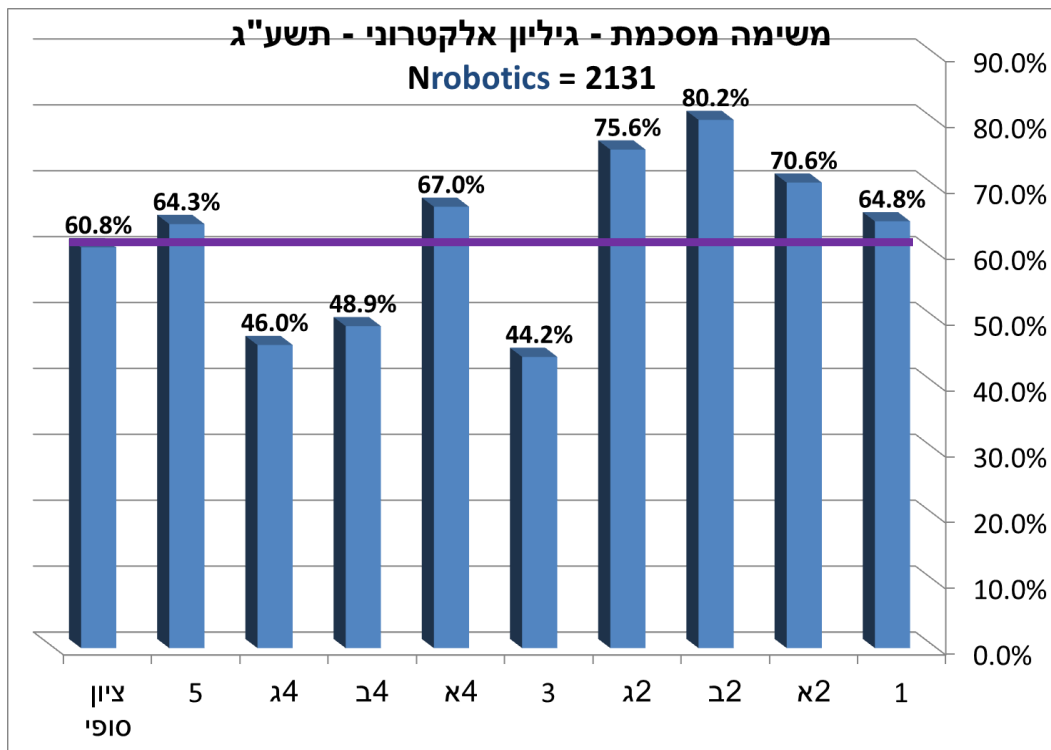
איור 1 מציג את התפלגות הציונים לפי שאלות, של כלל התלמידים שנבחנו.



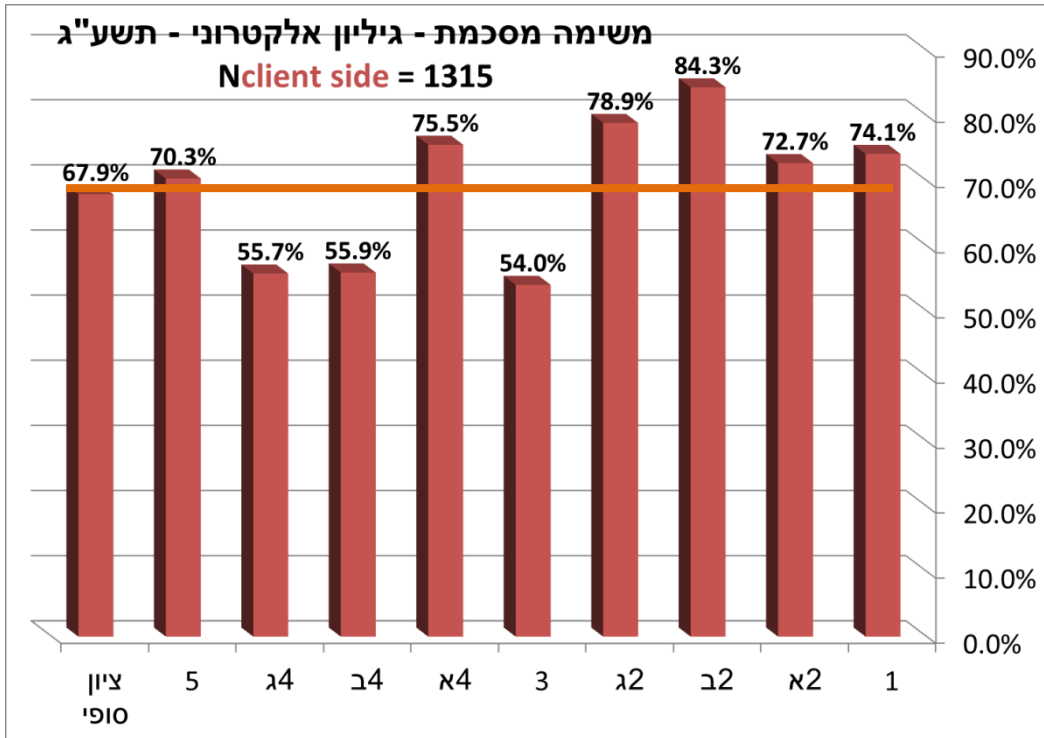
איור 1 – התפלגות ציוני משימה מסכמת תשע"ג

מהאיר ניתן לראות כי רק ציוני שאלות 3 – 4 (פרט לסעיף 4א) העוסקות בתנאים, נמוכים מהציון הממוצע. תוצאה זו מתקבלת גם אם בודקים את ציוני התלמידים על פי חלופות, כפי שניתן לראות באיור 2, איור 3, ואיור 4.

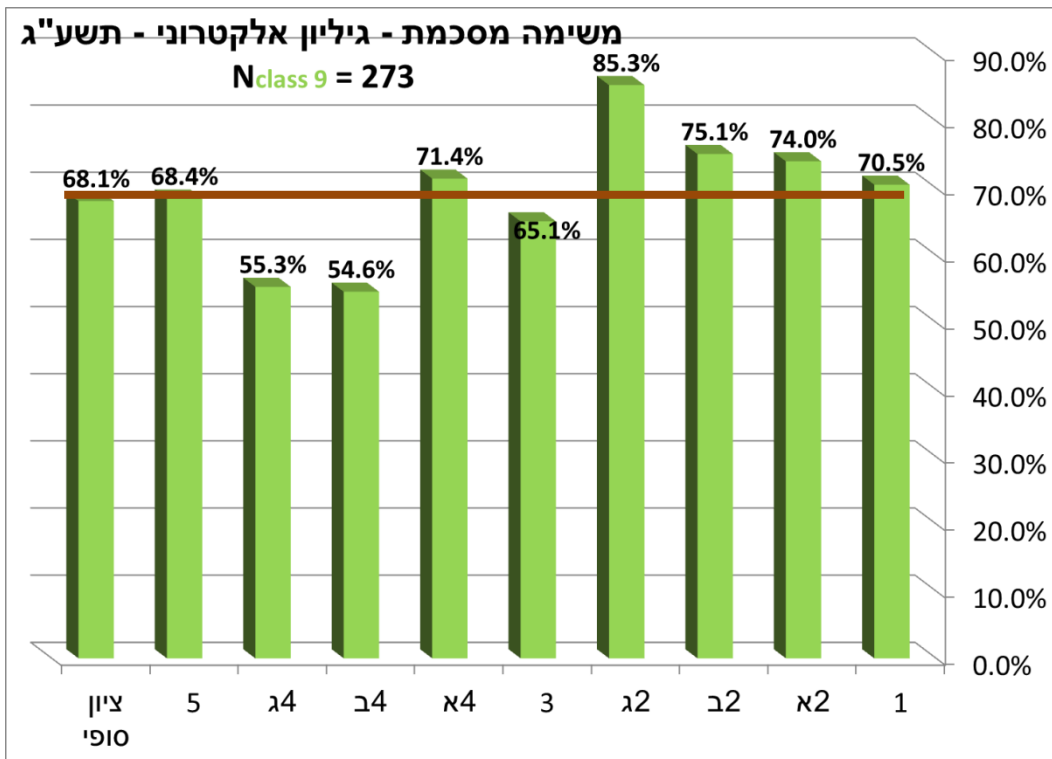
איור 2 מציג את התפלגות ציוני תלמידי כיתה ח' שלמדו 'מבוא לרובוטיקה', איור 3 מציג את התפלגות ציוני תלמידי כיתה ח' שלמדו 'תכנות צד לקוח', ואיור 4 מציג את התפלגות ציוני תלמידי כיתה ט'.



איור 2 – התפלגות ציוני משימה מסכמת תשע"ג – תלמידי רובוטיקה

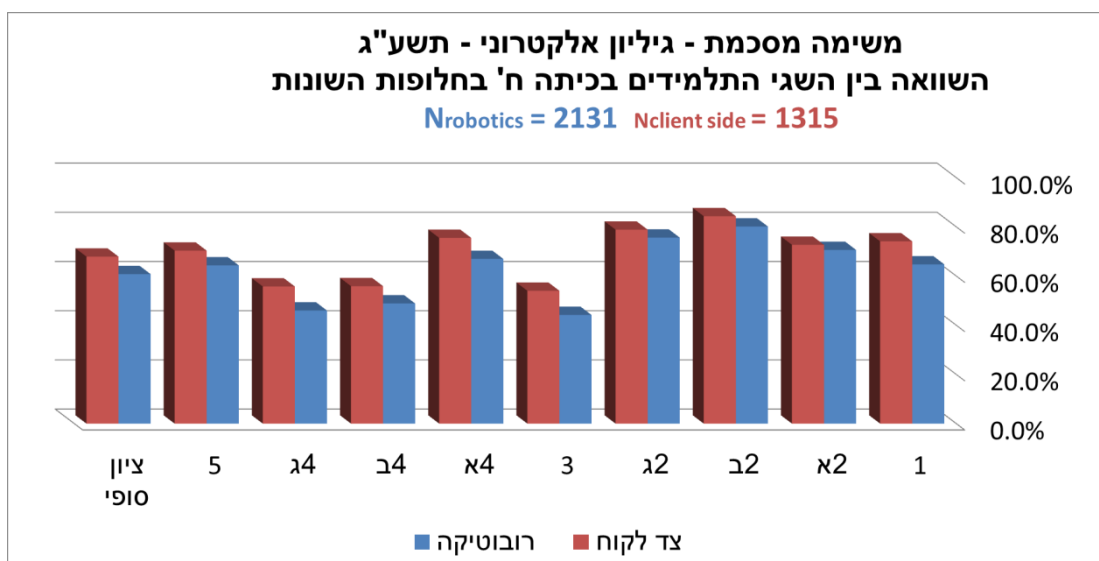


איור 3 – התפלגות ציוני משימה מסכמת תשע"ג – תלמידי צד לקוח



איור 4 – התפלגות ציוני משימה מסכמת תשע"ג – תלמידי כיתה ט'

השוואת תוצאות תלמידי כיתות ח', על פי חלופות ההוראה השונות מראה כי תלמידי החלופה 'מבוא לרובוטיקה' הצליחו פחות מאשר תלמידי החלופה 'תכנות צד לקוח', בכל אחת מן השאלות. גם הציון הסופי של המשימה המסכמת, במודול 'מבוא לרובוטיקה' נמוך משמעותי מהציון הממוצע של המשימה המסכמת במודול 'תכנות צד לקוח'. איור 5 מציג את התפלגות ציוני המשימה המסכמת בהשוואה בין תלמידי המודולים השונים בכיתה ח'.



איור 5 – התפלגות ציוני משימה מסכמת תשע"ג – תלמידי כיתה ח'

5. מסקנות והמלצות

ניתוח התוצאות

מתוצאות המבחן ניכר כי התלמידים מצליחים ביישום פונקציות פשוטות של הגיליון כגון פונקציית ממוצע ופונקציית השלם. עם זאת בשאלה ג4 בה התבקשו התלמידים לענות על תרגיל הבודק שיטות עבודה בגיליון האלקטרוני, כלומר שילוב של העתקה יחסית והעתקה מוחלטת, התקשו כמחצית מהתלמידים.

דווקא בשאלה 3, ששונתה לפי בקשת המורים, ובה נדרשו התלמידים להגדיר תנאי לוגי, ההצלחה הייתה נמוכה ביותר בהשוואה לשאר שאלות הבחינה. יתכן שפער זה מעיד כי המורים המגיעים לימי העיון, והעלו דרישה זו, הכינו את תלמידיהם טוב יותר לבחינה ממורים שלא היו מודעים לבקשה.

הפערים בשאלה 3 בין תלמידי כיתות ח' במודולות השונות ותלמידי כיתה ט' היו מובהקים בשאלה זו יותר מאשר בשאר השאלות. בעוד שממוצע הציונים בשאלה 3 של תלמידי כיתות ט' היה 65.1%,

ממוצע הציונים בשאלה זו של תלמידי כיתה ח' אשר למדו רובוטיקה היה 44.2% וממוצע הציונים של תלמידי כיתה ח' אשר למדו תכנות צד לקוח היה 54.0%.

יש לציין כי חלק ניכר מתלמידי מודול 'מבוא לרובוטיקה' משתמשים בסביבת פיתוח גרפית ואינם כותבים בשפת תכנות. יתכן ועובדה זו פוגמת בהטמעת החשיבה האלגוריתמית ואיננה מחזקת את נושא התנאים אשר נלמד כבר בכיתה ז'.

תהיות

כבר בסיום הזנת הציונים, ציינו מספר לא מבוטל של מורים, כי תלמידיהם התקשו בשאלות בנושא הגיליון האלקטרוני, בשל הזמן הרב שעבר בין הלימוד (בתחילת השנה) לבין הבחינה (בסיום השנה). טענה זו מעידה כי התלמידים לא השתמשו במיומנויות שנלמדו בשעורי המתמטיקה והמדעים, למרות שהוראת הגיליון האלקטרוני נועדה לתת שירות למקצועות אלו.

כאמור, ציוני תלמידי 'מבוא לרובוטיקה' היו הנמוכים ביותר וזאת למרות שתלמידים אלו למדו את המודול לאורך הזמן הארוך ביותר בשל עיכוב בהגעת הרובוטים לבתי הספר.

המלצות

1. יש לתגבר את התלמידים בנושא התנאים ולהדגיש את הלמידה בתחום זה במודולות האחרות, כגון סקראצ', מבוא לרובוטיקה ותכנות צד לקוח.
2. יש לוודא כי המורים למתמטיקה ולמדעים משתמשים בידע הנרכש בשיעוריהם.
3. יש להציג לתלמידים נתונים שונים ולבקשם להציג את המידע באופנים שונים, בין היתר בתרשימים מסוגים שונים.
4. יש להציע למורים השתלמות בת 15 שעות בלבד ובה השלמות והתמקדות בנושאי למידה מתקדמים. המורים עמוסים בהשתלמויות ותכניות ההעסקה החדשות 'עוז לתמורה' ו'אופק חדש' מגבילות את זכאות המורים בגמולים.
5. כיוון שבשנה"ל תשע"ג למדו את המודול הן תלמידי כיתות ח' והן תלמידי כיתות ט', אנו ממליצים שלא ללמד את המודול בשנה"ל תשע"ד, אלא לנצל את השנה לבדיקת נחיצותו והתאמתו לצרכי התלמידים במקצועות מתמטיקה ומדעים.
6. אנו ממליצים להעביר דו"ח זה לחברי ועדת המקצוע לבחינה מחודשת של נחיצות מודול זה. לסיום, אנו רוצים לציין כי זו השנה הראשונה שבה נבחנים התלמידים במודל זה. אנו סמוכים ובטוחים כי בשנים הבאות ולאחר שהמורים מכירים כבר את הרמה הנדרשת, המורים יכינו את תלמידיהם ברמה גבוהה יותר ויקפידו על שימוש בחומר הנלמד לאורך כל השנה.