תוכן הגליון

מאמר המערכת 2

ויסות עצמי של הלמידה בסביבה מבוססת–רובוטים מתוכנתים

נארימאן מרעי חאג', אורית חזן 3

אינטואיציה בכיתה

אודי מלכה 21

משחקי החיקוי 27

כנס המורים תשע"ה 28

טופס משוב 32

קראתם את העיתון?
אל תשכחו למלא את טופס המשוב
הנמצא בעמוד האחרון
ולשלוח אותו אל מינהלת מל"מ.

כתובתנו:

מרכז המורים הארצי למדעי המחשב

המחלקה לחינוך למדע וטכנולוגיה, טכניון, חיפה 32000

טלפון 04-8292880 , פקס 04-8293004

מאמר מערכת

קוראים יקרים

לפניכם הגליון השני של "הבטים בהוראת מדעי המחשב" לשנת תשע"ה. אתם מוזמנים לקרוא אותו באתר ללא תשלום ולאחר מכן למלא את טופס המשוב ולשלוח אותו למינהלת מל"מ. שליחת דפי המשוב היא התנאי להמשך קיומו של העיתון.

מה בגיליון הפעם?

המאמר של נארימאן מרעי חאג' ואורית חזן, **ויסות עצמי של הלמידה בסביבה מבוססת-רובוטים מתוכנתים**, מציג מחקר שנערך במסגרת דוקטורט. המחקר מתאר מרכיבים פדגוגיים משמעותיים שרצוי להדגיש בזמן השיעור כדי לפתח מיומנויות של ויסות עצמי של הלמידה בקרב התלמידים. המחקר יכול גם לסייע בעת פיתוח סביבות למידה להוראת מדעי המחשב כך שתהיינה מותאמות לקידומן של מיומנויות אלה.

המאמר של אודי מלכה, **אינטואיציה בכיתה**, עוסק בטיבה של האינטואיציה. המאמר מתמקד בשאלה כיצד האינטואיציה באה לידי ביטוי בחיים בכלל ובבית ספר בפרט, תוך הצגת דוגמאות במספר מקצועות לימוד וביניהם מספר דוגמאות ממדעי המחשב. אחת השאלות הגדולות בהקשר לאינטואיציה היא האם יש לה מקום בכיתה וכיצד, אם הדבר אפשרי, ניתן לפתח אותה אצל תלמידנו בכיתה.

תוכלו למצוא דיווח קצר על כנס המורים הארצי שהתקיים ב- 23.12.14 בטכניון.

משחק החיקוי הוא סרט המבוסס באופן חופשי על פרטים עיקריים מהביוגרפיה של מדען המחשב אלן טיורינג. הסרט מומלץ לצפייה!

מומלץ לעקוב אחר ההודעות השוטפות על פעילויות המרכז הארצי באתר האינטרנט שלנו http://cse.proj.ac.il.
אתם מוזמנים להמשיך לגלוש באתר, לקרוא ולהוריד קבצים.

נשמח גם לקבל מכם חומרים מפרי עטכם בכל נושא שיכול לעניין את קוראי העיתון.

קריאה מהנה וחופשה מוצלחת,

ממערכת העיתון

ומצוות המרכז הארצי

ויסות עצמי של הלמידה בסביבה מבוססת-רובוטים מתוכנתים

ד"ר נארימאן מרעי חאג' פרופ' אורית חזן

המחלקה לחינוך למדע וטכנולוגיה, הטכניון

מאמר זה מציג מחקר שנערך במסגרת דוקטוראט במחלקה לחינוך למדע וטכנולוגיה בטכניון שנערך ע"י הכותבת הראשונה בהנחייתה של הכותבת השנייה. בחרנו להציג את ממצאי המחקר למורי/ות מדעי המחשב לאור החשיבות המיוחסת לנושא 'ויסות עצמי של הלמידה', שהוא תחום המתפתח ומתחדש באופן שוטף, וחשיבותו באה לידי ביטוי במיוחד בעת לימוד נושאים מורכבים כמו אלה הנלמדים במדעי המחשב. בפרט, המחקר מתאר מרכיבים פדגוגיים משמעותיים שרצוי להדגיש בזמן השיעור כדי לפתח מיומנויות של ויסות עצמי של הלמידה בקרב התלמידים. המחקר יכול גם לסייע בעת פיתוח סביבות למידה להוראת מדעי המחשב כך שתהיינה מותאמות לקידומן של מיומנויות אלה.

1. רקע תיאורטי

ויסות עצמי של הלמידה (Self-regulated learning) מתייחס ליכולת הלומדים להבין ולשלוט בסביבת הלמידה שלהם. לומדים המסוגלים לווסת את למידתם, שולטים בהתנהגויות הלמידה לאורך כל התהליך. בפרט, הם מתכננים, מציבים מטרות, וחושבים על אסטרטגיות חשיבה ולמידה עוד לפני שהחלו את תהליך הלמידה; הם מפקחים על תהליך זה באופן עצמאי ומבצעים התאמות חיוניות של אסטרטגיות למידה תוך כדי התהליך. בסיום הלמידה, הם מסוגלים להעריך את מה שבצעו, לחזק את התנהגויותיהם היעילות ולתכנן כיצד להימנע בעתיד מהתנהגויות שעלולות לעכב את למידתם וביצועיהם (Pintrich, 2000; Schunk, 1996; Zimmerman, 1989).

לומדים בעלי יכולת וויסות עצמי מתכננים, מציבים מטרות, מארגנים ומבקרים את התקדמותם בנקודות זמן שונות במהלך תהליך הלמידה. לומדים אלו מדווחים על מסוגלות עצמית גבוהה ועניין פנימי במטלה. הם בוחרים, בונים ומייצרים סביבות המייעלות את תהליך הלמידה. הם בעלי מוטיבציה, עצמאיים ופעילים מבחינה מטה-קוגניטיבית בעת הלמידה. הם יכולים גם ליזום ולכוון את מאמציהם על מנת לרכוש ידע ומיומנות, יותר מאשר לסמוך על מורים, הורים או כל מתווך אחר (Zimmerman, 1989). תלמידים בעלי יכולת ויסות עצמי של הלמידה נחשבים ליעילים יותר וליצירתיים בהשוואה לעמיתיהם חסרי יכולת זו (Wolters, 2010).

Pintrich (2000) מציג מודל לסיווג התהליכים, השלבים והתחומים השונים הבאים לידי ביטוי בעת ויסות עצמי של הלמידה. המודל מבחין בין ארבעה תהליכים התלויים זה בזה באופן הדדי: תכנון וחשיבה מראש, ניטור ובקרה עצמית, שליטה וויסות, תגובה ורפלקציה של הלומד (Montalvo & Torres, 2004; Pintrich, 2000). חשוב לציין שלא כל תהליך למידה מתרחש בהתאם לרצף זה בעיקר במקרים בהם לומדים לומדים חומר לימודי בצורה פחות מכוונת או ברורה, מבלי להשתמש בתהליכי פיקוח-עצמי באופן מפורש, כמוצג במודל. כמו-כן, לא קיימת כל הנחה לגבי ההיראכיה בין התהליכים, או לגבי התרחשותם לפי רצף ליניארי מסוים. ניטור ובקרה עצמית, שליטה וויסות, ורפלקציה יכולים להתרחש בו זמנית ובצורה דינאמית תוך כדי התקדמות הלומדים במשימה. כמו כן, המטרות והתכנון יכולים להשתנות או להתעדכן בהתאם להתקדמות במשימה ולמשוב המתקבל באופן שוטף (Pintrich, 2000).

תהליך התכנון וחשיבה מראש משקף הצבת מטרות והפעלת ידע קודם ותהליכים נוספים המתרחשים בדרך כלל לפני פתרון משימה (Wolters, 2010). שלב זה כולל את עמדות הלומדים אודות החשיבות הנתפסת, היעילות, והמסוגלות העצמית (או אמונות מוטיבציוניות) על החומר הנלמד. **תהליך הניטור והבקרה העצמית** מתאר את מאמצי הלומדים לעקוב או להיות מודע לתהליך המתמשך של ביצוע המשימה (Wolters, 2010). **תהליך השליטה והויסות** (המתרחש בזמן שהלומדים עסוקים במשימה) כולל שימוש וניהול אסטרטגיות למידה שונות הדרושות לביצוע המשימה. שלב זה משקף את מאמצי הלומד לנהל או לשנות את שהוא מבצע על מנת לשמור על יעילות הביצוע (Wolters, 2010). **בתהליך התגובה והרפלקציה** הלומד סוקר את חוויותיו ומגיב להן. היבט מרכזי בתהליך זה הוא יצירת ידע חדש אודות המשימה, האסטרטגיות והאמונות המוטיבציוניות (Wolters, 2010). מסקנות הלומדים בשלב זה יכולות להישמר כידע מטה-קוגניטיבי כאשר אלה מקבלים החלטות או מתכננים כיצד לייעל את הלמידה בעתיד.

תהליך הוויסות העצמי, עפ"י המודל של Pintrich (2000), נוגע לשלושה תחומים עיקריים בלמידה אליהם אנו מתייחסים במחקר:

א. **קוגניציה**: ויסות הקוגניציה מתייחס לשימוש בידע קודם רלוונטי לבעיה, הצבת מטרות ושימוש באסטרטגיות למידה לפתרון בעיות. ניטור הקוגניציה מספק מידע על חוסר התאמה בין המטרות שהוצבו לבין מצב התקדמות הלומדים. פעילויות שליטה וויסות הקוגניציה מתייחסות להתאמה מתמשכת של האסטרטגיות הקוגניטיביות, והן כוללות סוגים שונים של פעילויות קוגניטיביות ומטה-קוגניטיביות שמפעילים הלומדים (בירנבוים ועמיתיה, 2004).

ב. **מוטיבציה**: מוטיבציה היא הרצון להשקיע זמן ומאמץ בפעילות מסוימת, גם כשהדבר כרוך בקשיים ובאי-הצלחות (עשור, 2001). ויסות המוטיבציה מתייחס למחשבות ופעולות שבעזרתם תלמידים מנסים בצורה מכוונת להשפיע על המוטיבציה שלהם לגבי פעילות מסוימת. כלומר, לפעול וליזום להתחיל פעילות לימודית כלשהי, לשמר את הרצון להשיג את המטרות ולהשלים את הפעילות גם כשמתעוררים קשיים ואתגרים לא צפויים.

ג. **התנהגות**: בתהליך השליטה בהתנהגות וויסותה מדובר בעיקר בהפעלת אסטרטגיות של ניהול המשאבים, המתייחסות ליכולת הלומדים לעצב את הסביבה הלימודית בהתאם לצורכיהם בביצוע המשימה. הן כוללות תכנון וניהול זמן הלמידה; בקשת עזרה בעת הצורך; והכוונת המאמץ גם בעת הפרעות, מטלות לא מעניינות או קשיים אחרים בביצוע המטלה.

מחקרים רבים מצביעים על חשיבותו של ויסות עצמי בקידום הישגים לימודיים, ובניבוי ציוני התלמידים. היעדר מיומנויות של ויסות עצמי גורם לקשיים לימודיים ולהישגים נמוכים. כמו כן, ויסות עצמי תורם גם לחיזוק המוטיבציה ללמידה. לכן, מיוחסת חשיבות רבה לפיתוח מיומנויות של ויסות עצמי אצל תלמידים כבר בגיל צעיר. עובדה זו מניעה את המחקר החינוכי לבחון סביבות למידה שונות שעשויות לקדם מיומנויות ויסות עצמי של תלמידים. אחת הסביבות שחשוב לבחון בהקשר זה היא סביבת למידה מבוססת-רובוטים מתוכנתים, לאור מאפייניה הייחודיים הקשורים לתיאוריות של ויסות עצמי ולתנאים המאפשרים את פיתוחה של יכולת זו.

סביבות למידה מבוססות-רובוטים מתוכנתים משמשות ככלי לימודי במגוון רחב של תחומים. השימוש בהן אינו מוגבל לתחומי ההנדסה המסורתיים, והוא בא לידי ביטוי במגוון תחומים, כגון: תכנות; בינה מלאכותית; לימוד עקרונות מדעיים, טכנולוגיים ומתמטיים; פיתוח יכולת פתרון בעיות, קידום מיומנויות חשיבה, שיפור מיומנויות של עבודה בצוות, ושיתוף פעולה עם אחרים. העקרונות הפדגוגיים של למידה בסביבות אלה מבוססים על Constructionism, שהיא הפילוסופיה החינוכית שהגה Papert (1980) על-בסיס תיאורית ה-Constructivism של Piaget and McWhorter (2008). בשעה ש- Piaget התמקד בהסבר כיצד ידע נבנה בראש, Papert התמקד בתפקיד **הבנייה המוחשית** במטרה לתמוך בידע הנבנה בראש הלומדים (Bers et al., 2002).

2. תיאור המחקר

2.1 מטרת ושאלת המחקר

מטרת המחקר המתואר היא הבנת תהליכים של ויסות עצמי הבאים לידי ביטוי בסביבת רובוטים מתוכנתים והאסטרטגיות בהן משתמשים התלמידים לצורך פתרון בעיות בסביבה זו. בנוסף, המחקר מתמקד בזיהוי מאפייניה הייחודיים של הסביבה המניעים את התלמידים להשתמש באסטרטגיות של ויסות בהיבטים הבאים: הקוגניטיבי (תכנון והפעלה נכונה של אסטרטגיות למידה), המוטיבציוני-רגשי (שימוש בכלים להעלאת המוטיבציה כדי להמשיך ללמוד) וההתנהגותי (מיקוד הקשב וארגון הזמן וסביבת הלמידה הפיסית).

שאלת המחקר הנגזרת ממטרה זו היא:

מהם מאפייניה של סביבת למידה מבוססת-רובוטים מתוכנתים המניעים תלמידים לווסת את הלמידה באופן עצמי בהיבטים הקוגניטיבי, המוטיבציוני/רגשי וההתנהגותי, ובאילו אסטרטגיות משתמשים התלמידים לצורך פתרון בעיות ולוויסות עצמי של כל אחד מהיבטים אלה?

2.2 מהלך המחקר

במחקר השתתפו תלמידי כיתה ח' מחמישה בתי-ספר שונים מהמגזר הערבי ומהמגזר היהודי השייכים לשתי מסגרות. במסגרת אחת, התלמידים פיתחו פרויקט לפי בחירתם האישית במסגרת פעילויות העשרה בית-ספריות לתלמידים מצוינים, היזומות ומאורגנות באופן עצמאי ע"י בית-הספר. במסגרת השנייה התלמידים פיתחו פרויקט במסגרת תחרות ארצית לרובוטיקה הנערכת מטעם משרד החינוך וגופים נוספים, בה משתתפים בתי-ספר שונים. מאפייני שתי המסגרות מופיעים בטבלה 1. הבחירה להתמקד בתלמידי כיתה ח' נבעה מהחשיבות המיוחסת להתנסות בויסות עצמי של הלמידה בגיל צעיר ככל האפשר. המחקר החל לאחר קבלת אישורו של המדען הראשי של משרד החינוך לביצועו.

מאפיינים	מסגרת ראשונה	מסגרת שנייה
א. יוזם ומארגן הפעילות ברובוטיקה	בית-הספר עצמו	משרד החינוך וגופים נוספים
ב. מספר בתי-ספר השייכים למסגרת זו שהשתתפו במחקר	4	1
ג. שכבת גיל של משתתפי המחקר	כיתה ח'	כיתה ח'
ד. מספר התלמידים המשתתפים במחקר	16 (4 מכל בית-ספר)	12 (מבית-ספר אחד)
ה. ערכת רובוטיקה בבי"ס	TechnoK'NEX	LEGO Mindstorms NXT
ו. מאפייני למידה	זוגות	קבוצה אחת של 12 תלמידים
ז. ניסיון מורי בית הספר למדע-טכנולוגיה בהנחיית פרויקטים ברובוטיקה	ללא ניסיון בהנחיה	ניסיון של 6 שנים בהנחיה בתחום
ח. מנחה התלמידים בזמן התצפיות	החוקרת – הכותבת הראשונה של מאמר זה	המורה למדע-טכנולוגיה
ט. מידת השליטה של החוקרת על מהלך המפגש	החוקרת גם מנהלת את המפגש וגם צופה משתתפת	המורה מנהל את המפגש והחוקרת צופה

טבלה 1: מאפייני סביבת המחקר

המחקר מהווה חקר מקרה ואין מטרתו להכליל תהליכי ויסות עצמי לכל הקשר לימודי. ממצאיו מתארים רעיון מארגן לגבי ויסות עצמי של הלמידה בקרב התלמידים בסביבת רובוטים מתוכנתים, ובכך מעשירים את ממצאיהם של מחקרים העוסקים בויסות עצמי של הלמידה.

2.3 תיאור פעילות התלמידים

פעילות התלמידים במחקר מורכבת משני שלבים מרכזיים: א. חשיפה לסביבת הלמידה והתנסות בתהליך בניית רובוט; ו- ב. פיתוח פרויקט ברובוטיקה על-פי בחירתם האישית. לתלמידים לא היה ניסיון קודם בפיתוח פרויקטים בסביבת למידה מבוססת-רובוטים. בסיום החשיפה לסביבת הלמידה, הוצגה בפניהם סקירה כללית בלבד לגבי תהליך פיתוח פרויקט ברובוטיקה, הכולל: הגדרת הרעיון וקביעת מטרות הפרויקט; ביצוע שינויים **ברובוט הבסיסי** שנבנה בשלב החשיפה לסביבת הלמידה והתאמתו לרעיון ומטרות פרויקט התלמידים; תכנות הרובוט – כתיבת הליכים בסביבת התכנות מבוססת-האייקונים המיועדים לשלוט ברובוט; הפעלת הרובוט לבדיקת ביצועים ואיתור תקלות פיזיות ותכנותיות; וביצוע תיקונים ושינויים באופן מחזורי.

בהנחיית החוקרת ניתנה לתלמידים ההזדמנות לפעול באופן חופשי מבלי להיצמד לסדר הלוגי הנ"ל כדי לאפשר מעקב בהקשר טבעי אחרי תהליך הויסות העצמי של הלמידה, תוך התערבות מינימאלית ככל האפשר של גורמים חיצוניים.

2.4 מאפייני סביבת הלמידה מבוססת רובוטים-מתוכנתים

המחקר התייחס למאפיינים הבאים של סביבת הלמידה שנמצאו רלוונטיים לזימון הויסות עצמי של הלמידה בסביבת המחקר:

א. **מאפייני ערכת הרובוטיקה (A)**, הכוללים את **מאפייני אבני הבנייה והרכיבים הפיסיים (A1)** המשמשים לבניית הרובוט (כגון מוטות או בלוקים, מחברים, גלגלים, גלגלי שיניים, מנורות, מנועים חשמליים, חיישנים ועוד) שלהם תכונות ייחודיות המבדילות ביניהן כמו סוג, מבנה, גודל, צבע, גמישות ועוד; **מספר הרכיבים החלופיים (A2)** המאפשר להרחיב את אפשרויות הבנייה והפיתוח של דגמים שונים. מספר הרכיבים החלופיים מכל סוג תלוי בתדירות השימוש בהם. כך למשל, מספר הגלגלים החלופיים מאותו סוג עולה על מספר המנועים החלופיים; **היקף הציוד בסביבה (A3)**, הכולל את אבני הבנייה והארגזים המיועדים לארגונם ואחסונם, כרטיסיות בנייה, הרובוט עצמו, מערכת המחשב והציוד ההיקפי הנחוץ לפעילות התלמידים, כולל הבקר ליצירת התקשורת בין הרובוט לתוכנה לתכנותו, וציוד כתיבה לתיעוד ושימוש אישי של התלמידים.

ב. **מאפייני הבעיות ברובוטיקה (B)**, הכוללים **התנהגויות של הרובוט שאינן ניתנות לצפייה (B1)**, כמו למשל התנהגויות הקשורות לפעולת החיישנים, או התנגשויות בין פקודות בתוכנית; **בעיות רב-תחומיות (B2)** המתאפשרות הודות לעובדה שהרובוטים בנויים ממגוון רכיבים, אשר כל אחד מהם מסתמך על תחומי ידע מגוונים, כמו למשל, מערכות טכנולוגיות, אלקטרוניקה, פיסיקה, מחשבים ועוד; **בעיות רבות-משתנים (B3)**, הודות לעובדה שלמשל, זמני הפעלה שונים של רכיבים שונים, כיוון הזרם החשמלי, מבנה הרובוט, יציבות ושיווי משקל של הרובוט, תנאים סביבתיים כגון כמות האור בחדר ועוד; **בעיות פתוחות (B4)** המאפשרות פתרונות רבים וגישות רבות לפתרון הבעיה.

ג. **מאפייני סביבת התכנות (C)**, הכוללים **תכנות בפרדיגמה פרוצדוראלית (C1)**, על-פיה יש לפרק את התוכנית לפונקציות קטנות (תת-תוכניות/תת-הליכים) המהווה תוכנית קטנה בפני עצמה; **תכנות ויזואלי מבוסס-אייקון (C2)**, המאפשר למשתמשים לתכנת פקודות שיבוצעו ע"י הרובוט על-ידי שימוש בדמויות ואייקונים ליצירת קוד תוכנית; **אינטראקציה עם הלומד (C3)** הבאה לידי ביטוי בקבלת משוב בכל רגע נתון במהלך הפעילות הלימודית. המשוב האופייני לסביבה עונה על שבעה קריטריונים שהוגדרו ע"י Wiggins (2012) והופכים אותו ליעיל: מתייחס למטרות, מוחשי, מעשי, ידידותי למשתמש, מיידי, מתמיד ועקבי; **ניהול טעויות (C4)**, כאשר

בסביבה זו ניתן לטעות באופן בטוח, היות ותמיד ניתן לשחזר את המצב הקודם (המבנה הפיסי של הרובוט והתוכנית השולטת בו).

ד. **גישת הלמידה (D)**, הכוללת **למידה ממוקדת-תלמיד (D1)** בה התלמיד מתבקש לשלוט בפעילות הלימודית, כמו הצבת מטרות, ולנווט אותה כרצונו עד להשגת המטרות, כולל שליטה בסביבה כדי להפוך אותה ליותר נוחה ללמידה; **למידה שיתופית (D2)** המתרחשת בזוגות או בקבוצה גדולה יותר, במטרה לפתח פרויקט משותף; **למידה התנסותית (D3)** המבוססת על עשייה (learning-by-doing) - תיכון דגם מוחשי ותכנותו בסביבה מבוססת-רובוטים מתוכנתים.

ה. **עזרה לתלמיד (E)**, הכוללת **כרטיסיות בנייה צבעוניות (E1)** המתארות בצורה גרפית, צבעונית ומפורטת כיצד לבנות דגמים בסיסיים, שניתן לפתחם לפי צרכי התלמידים או לתת להם השראה לדגמים חדשים; **תפריט עזרה ממוחשבת (E2)** המספק הדרכה לגבי הרכיבים הפיסיים בסביבת הלמידה, אופן הבנייה של דגמים, והדרכה אודות סביבת התכנות תוך שילוב הסברים מילוליים ואיורים צבעוניים.

2.5 איסוף וניתוח הנתונים

הנתונים נאספו באמצעות כלים איכותניים וכמותיים. ארבע תצפיות משתתפות חצי-מובנות נערכו על כל זוג/קבוצת תלמידים בזמן המפגשים לפיתוח הפרויקט ברובוטיקה. חלק מהממצאים תוקפו בעזרת ריאיון שנערך עם שמונה משתתפים, שנבחרו על סמך תרומתם הפוטנציאלית להעשרת הנתונים הרלוונטיים למחקר. כמו כן הופץ שאלון לתלמידים בתחילת כל מפגש לימודי ובסיומו. תהליך איסוף הנתונים מוצג בטבלה 2.

ניתוח הנתונים שנאספו בוצע באקסל. לכל אחד משלושת ההיבטים המופיעים בשאלת המחקר הוקצה גיליון שבו פורטו שלבי הויסות העצמי והאסטרטגיות הבאות לידי ביטוי בכל אחד מהם, כמתואר בטבלה 3. בגיליון זה רוכזו כל התצפיות עבור כל זוג/קבוצת תלמידים (8 זוגות וקבוצה מורחבת אחת). מיפוי התצפית נעשה ע"י חלוקת המפגש (בממוצע 90 דקות) לפרקי זמן של 10 דקות. בכל פרק זמן התקיים מעקב אחר האסטרטגיות השונות לוויסות עצמי בהן השתמשו התלמידים.

מפגש	זמן (שעות לימודיות)	תצפית	שאלון לתלמיד		ריאיון (עם שמונה תלמידים)
			בתחילת המפגש	בסיום המפגש	
1.	2	+	+	+	
2.	2	+	+	+	+
3.	2	+	+	+	
4.	2	+	+	+	+

טבלה 2: איסוף הנתונים בשדה המחקר עבור זוג/קבוצת תלמידים

שלבים בוויסות העצמי	3.1 קוגניציה	3.2 מוטיבציה/רגש	3.3 התנהגות
תכנון וחשיבה מראש	הצבת מטרות	אימוץ אוריינטציית מטרה, תפיסת מסוגלות עצמית, ערך המטלה ועניין בה	התארגנות לקראת הפעילות, תכנון זמן ומאמץ
ניטור ובקרה עצמית	הערכת ההתקדמות לקראת המטרה	ניטור המוטיבציה והרגש	ניטור זמן, מאמץ ועזרה
שליטה וויסות	בחירה ויישום אסטרטגיות לפתרון בעיות	בחירה ואימוץ של אסטרטגיות לניהול המוטיבציה והרגש	אסטרטגיות לויסות זמן, מאמץ ובקשת עזרה

טבלה 3: שלבי ותחומי ויסות עצמי של הלמידה (Pintrich, 2000) שנבחנו במחקר

3. ממצאי המחקר

תוצאות המחקר מצביעות על כך שהמאפיינים השונים של סביבת למידה מבוססת-רובוטים מתוכנתים עשויים לזמן לתלמידים במידה ניכרת הזדמנויות להפעיל מיומנויות של וויסות הלמידה באופן עצמי. ויסות הלמידה נעשה בשלושת ההיבטים כפי שהוצגו ע"י המודל של Pintrich (2000): הקוגניטיבי, המוטיבציוני-רגשי וההתנהגותי.

ממצאי המחקר מראים ששלושת המאפיינים הבולטים ביותר בזימון הפעלה של ויסות עצמי של הלמידה הם: מאפייני סביבת התכנות ובעיקר **מאפייני ערכת ההרכבה ברובוטיקה (A1), האינטראקציה עם הלומד (C3)**, גישות הלמידה ובמיוחד **למידה שיתופית (D2) והתנסותית (D3).**

כעת נתאר את הממצאים עפ"י שלושת ההיבטים קוגניציה, מוטיבציה-רגש והתנהגות כפי שמוספרו בטבלה 3. ממגבלת מקום, נציין את המרכיבים והאסטרטגיות של ויסות שהשתמשו בהם התלמידים תוך התייחסות רק למאפייני הסביבה הבולטים ביותר שציינו לעיל, כלומר A1, C3, D2 ו-D3.

3.1 וויסות ההיבט הקוגניטיבי של הלמידה

כפי שניתן לראות בטבלה 4, האסטרטגיות העיקריות שהשתמשו בהן התלמידים לצורך פתרון הבעיות ושליטה בהיבט הקוגניטיבי של הלמידה היו כדלקמן:

הצבת מטרות. מטרות מייצגות מה התלמידים יבצעו בפרויקט שלהם. מטרות אלו נועדו לסייע לתלמידים להתמקד וליישם אסטרטגיות למידה וחשיבה מתאימות ולעקוב אחרי ההתקדמות לקראת המטרה.

תמיר וראני מחליטים לשכלל את הרובוט הבסיסי כדי שיהיה מסוגל לרקוד לאור מוסיקה המתנגנת ברקע, כאשר יוצרים תיאום בין המוסיקה לבין הריקוד המתבצע ע"י הרובוט. הם רוצים ללמוד על שילוב מוסיקה בתוכנית שלהם כדי להשמיע אותה בזמן שהרובוט רוקד **(תכנון וחשיבה מראש-הצבת מטרות)**.

מגוון הרכיבים הפיסיים בערכה, ובעיקר מאפייניהם הפיסיים (A1) ומגבלותיהם מסייעים בקבלת השראה לרעיונות שונים וקביעת מטרות בהתאם, ולעיתים אף לשינוי ועידון המטרות. שינוי המטרות לאחר הגעה למסקנה שלא ניתן להשיגן בכפוף לכלים הקיימים, מהווה תהליך של וויסות עצמי של הלמידה.

רנא מציעה לתכנת רובוט שיהיה מיועד להשקות עציץ הנמצא בקרבתו **(קביעת מטרות)**. *היא ודנה בוחנות קודם את הדגם של הרובוט הבסיסי, ואז מאתרות שיש בעיה במבנה כפות הידיים כך שהוא לא מסוגל להחזיק עצם מסוים בגלל שהזרועות לא נסגרות באופן הרמטי* **(הכרת המגבלות הפיסיות)**.

מאפייני הסביבה (עפ"י הסימון בסעיף 2.4) / מרכיבי ויסות עצמי		A מאפייני ערכת הרובוטיקה	B מאפייני הבעיות ברובוטיקה	C מאפייני סביבת התכנות	D גישות למידה	E עזרה לתלמיד
שלבים	**אסטרטגיות**					
תכנון וחשיבה מראש	**הצבת מטרות**	A1	B2	C1,C2,C3	D1,D2,D3	E1
שליטה וויסות	**ניסוי וטעייה**	A1	B1	C2,C3,C4	D2,D3	
	רפרוף וסריקה	A1			D2	E1,E2
	העלאת שאלות והשערות	A1	B1,B3	C1,C2,C3,C4	D2,D3	
	ניפוי שגיאות ובדיקת תוצאות	A2	B4	C1,C2,C3,C4	D1,D2	E1,E2
	פירוק בעיה לתת-בעיות	A1	B1,B3	C1	D1,D3	
	שימוש בידע קודם	A1		C1,C2,C3,C4	D2	
ניטור ובקרה עצמית	**הערכת ההתקדמות לקראת המטרה**	A1,A2	B2,B3	C1,C3	D1,D2	E1,E2
סה"כ מאפייני הסביבה בכל קטגוריה המזמנים ויסות עצמי:		**9**	**10**	**21**	**15**	**7**

טבלה 4: המאפיינים של סביבת למידה מבוססת-רובוטים מתוכנתים המניעים ויסות עצמי בהיבט הקוגניטיבי של הלמידה

האינטראקטיביות עם הלומד והמשוב המתקבל (C3) משחקים תפקיד מרכזי בעיצוב המטרות באופן שוטף. *דאניא ועמרו לא מצליחים להפעיל חיישן סיבוב* **(ניטור למידה)**. *כמה שניות אחרי, הם חזרו לגשש בסביבת התכנות* **(ניטור למידה – לא מתקדמים לקראת המטרה)**, *ולוחצים על אייקונים שונים תוך החזקת חיישן הסיבוב בידה של דאניא* **(וויסות קוגניטיבי – שינוי האסטרטגיה בניסוי וטעייה)**. *מתברר שהרובוט בכלל לא מתייחס לחיישן הסיבוב* **(ניטור למידה)** *אחרי שמקבלים הודעה מפורשת לגבי היעדר הגדרה הולמת של החיישן הנבחר* **(C3)**,

למידה שיתופית (D2) גם היא מקדמת את הצבת המטרות במידה והיא מאפשרת סיעור מוחות, דיון והתייעצות בין העמיתים לגבי דרך השגתן.

ניסוי וטעייה. הסביבות של רובוטים מתוכנתים שהן TechnoK'NEX ו- LEGO Mindstorms, זימנו התנסות באסטרטגיה זו שבה הלומדים אינם מכוונים בדרך כלשהי. בשלב החשיפה לסביבת הלמידה וההתנסות בתהליך ההרכבה, התלמידים קיבלו מידע מינימאלי בלבד לגבי מרכיבי סביבת הלמידה, ובשלב השני נדרשו לפתח פרויקט ברובוטיקה על-פי בחירתם. לכן, ניסוי וטעייה נמצאה כדרך מתאימה להכרת סביבת הלמידה החדשה מתוך צורך מיידי שעולה במהלך פיתוח הפרויקט.

קיימת חשיבות רבה גם למאפייני אבני הבנייה השונות (A1) בעת גישוש בערכת ההרכבה. תכונות אבני הבנייה, ובמיוחד צבע, גודל, צורה גיאומטרית, רמת האלסטיות ועוד, מאפשרות לתלמידים לנקוט באסטרטגיה של ניסוי וטעייה במטרה לאתר חלקים רלוונטיים לתכנון ובניית הרובוט. התכונות המבדילות בין אבני הבנייה מצמצמות את אפשרויות הניסוי וטעייה ומקדמות את השגת המטרה, בכך שהן יכולות לרמז על ייעוד האבן ולבחירה בה (או לא) בהתאם לצורך. באופן דומה, גם עיצוב סביבת התכנות (C2) מקדם את תוצאות השימוש באסטרטגיית ניסוי וטעייה ע"י כך שהוא מצמצם את מספר האפשרויות שהתלמיד בודק. החלוקה המשמעותית של המסך הראשי והקטגוריזציה של האייקונים עפ"י ייעוד או פונקציה היא אחד המאפיינים החשובים ביותר של סביבת התכנות המקדמים שימוש בניסוי וטעייה, כמו גם הסמלים המשמעותיים המייצגים את האייקונים (כמו הפעלה של רכיב חשמלי, הפסקת פעולת רכיב חשמלי, עוצמת זרם חשמלי ועוד), והשימוש באיורים וסמלים אחידים עבור רכיבים פיסיים ורכיבים וירטואליים.

האינטראקציה עם הלומד בסביבת התכנות (C2) מזמנת שימוש באסטרטגיה זו מכיוון שהמשוב המתקבל מהסביבה מספק את תוצאת הניסוי, כלומר אם התלמיד הצליח להשיג את המטרה או לא, ובהתאם, להמשיך לנסות.

שאדי טוען שניתן לשלוט גם במהירות הסיבוב של המנוע החשמלי הרלוונטי **(וויסות קוגניטיבי- בחירה באסטרטגיה של העלאת השערות).** *הוא ושותפו* **(D2)** *סורקים את האייקונים הקיימים בתפריט הראשי* **(C2)** *על מנת לאתר אחד שיקבע את מהירות הסיבוב של המנוע. הם מגלים אייקון שקובע את עוצמת הזרם החשמלי. טארק אומר שזה יכול לעזור כי הוא זה שקובע את מהירות הסיבוב של המנוע. הם מנסים ולוחצים על האייקון אחרי שקובעים את המנוע הרלוונטי ובודקים את תגובת המנוע* **(וויסות קוגניטיבי - בחירה באסטרטגיה של ניסוי וטעייה)**. *רואים שאכן הוא שולט במהירות של סיבוב* **(C3, שינוי מהירות הסיבוב של המנוע החשמלי)**. *מניחים את הכוס על משטח העבודה, באמצע בין הזרועות של הרובוט, ואז מריצים את התוכנית כדי לבדוק אם הרובוט מצליח להחזיק אותה* **(ניטור למידה – מעקב אחרי ההתקדמות לקראת המטרה)**, *אחרי שקובעים את מהירות הסיבוב של המנוע השולט בפתיחת וסגירת הזרועות.*

גמישותה של סביבה זו מבחינת ביצוע טעויות באופן בטוח מאפשרת להשתמש בניסוי וטעייה מבלי לפגוע בביצועי התלמידים, היות ותמיד ניתן לשחזר את המצב הקודם (המבנה הפיסי של הרובוט והתוכנית השולטת בו) שהיה לפני הניסוי וטעייה.

רפרוף וסריקה. כדי לחפש מידע ספציפי, כגון מידע על רכיב חדש בסביבת התכנות, רכיב פיסי בערכת רובוטיקה, למידת נושא חדש או הכרת תהליך להשגת מטרה מסוימת, המשתתפים נקטו בדרך כלל באסטרטגיות של רפרוף וסריקה בתפריט העזרה הממוחשבת ובכרטיסיות הבנייה. רפרוף (skimming) הוא למעשה הרצה מהירה של העיניים מעל הטקסט כדי להכיר את תמציתו. סריקה (scanning) היא אסטרטגי נוספת לזירוז הקריאה. להבדיל מרפרוף,

בסריקה עוברים במהירות על הטקסט ומחפשים רק מידע על פריט ספציפי, מבלי לקרוא את כל התוכן (Phillips, 1984).

למידה שיתופית (D2) יכולה לזרז ולייעל את הרפרוף והסריקה כאשר כל אחד מהשותפים יכול להתמקד, באופן ספונטאני, בחלק מסוים מהאזור הנסרק (טקסט ממוחשב, כרטיסיית בנייה). אז, הם עשויים להכיר מספר פריטים יחד ולאתר את המידע הדרוש מהר יותר. לפעמים, למידה מסוג זה עלולה לעכב את השימוש באסטרטגיות של רפרוף וסריקה בגלל חילוקי דעות בין השותפים במה עדיף להתמקד ולאיזו כיוון (למעלה/למטה) לסרוק או לרפרף. הדבר יוצר התנגשויות, ומעורר צורך בהפעלת וויסות עצמי של הסביבה כדי להתמודד עם הגורם המפריע (השותף המושך לכיוון אחר).

בעת השימוש בתפריט עזרה ממוחשבת אודות הקלטת קול, תמיר וראני סורקים את הטקסט במהירות עד איתור ההוראות הרלוונטיות **(וויסות קוגניטיבי – בחירה באסטרטגיה של רפרוף וסריקה)**. *בהמשך, כשמגיעים להוראות שכוללות אייקונים מוכרים להם מסביבת התכנות, ראני שהם כבר יודעים את החלק הזה, אז הוא מתעקש לדלג עליו. תמיר לא מתייחס אליו, וממשיך לעבור על ההוראות והסעיפים הבאים תוך כדי שראני ממשיך להפציר בו להפסיק לקרוא ולהמשיך לתכנת* **(חילוקי דעות בין השותפים שיש להתמודד עימם ע"י וויסות הסביבה)**.

העלאת שאלות והשערות. למידה התנסותית (D3) במסגרת הפרויקט מתמקדת בתיכון ותכנות דגם מוחשי של הרובוט המבוססת ברובה על חקר, שהוא תהליך כללי של העלאת השערות על העולם ובדיקתן באופן שיטתי. התלמידים נעזרים בעיצוב הגרפי של סביבת התכנות (C2) בעת העלאת השערות להכרת ולמידת האפשרויות הקיימות בסביבת התכנות. הסמלים המשמעותיים מרמזים על תוכן/יעוד האייקון - מאפיין חשוב בסביבה.

נסים שואל:"מעניין לראות שאם מתחלפת הכרטיסייה באמצע ההליך, בכרטיסייה בצבע אחר, האם הרובוט ממשיך למחות כפיים או לא? **(D3) (וויסות קוגניטיבי – העלאת שאלת חקר)** *יוסף טוען שלא* **(וויסות קוגניטיבי – העלאת השערות)**. *נסים מבקש ממנו לנסות ולבדוק* **(וויסות קוגניטיבי – בדיקת השערות)**. *הם מנסים צבע כחול, אבל הרובוט לא מפסיק למחות כפיים כי תחום הערכים חופף עם זה של הצבע השחור* **(וויסות קוגניטיבי – בדיקת השערות)**. *אז מנסים צבע צהוב* **(וויסות קוגניטיבי – בדיקת השערות)**, *ומתקבל שהרובוט אכן מפסיק למחות כפיים. יוסף מחייך אל נסים ואומר: 'מה אמרתי?!'..נסים: 'אז צדקת!'* **(ניטור – שיפוט למידה)**.

במידה דומה גם המאפיינים הייחודיים של הרכיבים הפיסיים (A1) מספקים רמזים לגבי ייעודם ובכך מעודדים שימוש בהעלאת השערות בעת איתור רכיבים להשגת מטרה נתונה או להתמודדות עם איתור תקלות.

האינטראקציה עם המשתמש והמשוב על סוגיו השונים בסביבה (C3) קובע את תוצאת העלאת ההשערות, ומעודד את התלמידים להשתמש בגישה זו לתמיכה בפעילות החקר וגילוי. התגובה שהתלמידים מקבלים בעקבות לחיצה על אייקונים שונים, כגון "השמעת צליל", "שעון חול" ועוד, מקדמים את למידתם ועוזרים להם להבין את התוכנה.

שאדי וטארק מתחילים לחקור את תחום הערכים המוחזרים **(C3) (אשר מוצגים ויזואלית על המסך הראשי בתוכנה)** *כאשר החיישן מזהה צבע לבן* **(וויסות קוגניטיבי – חקירת תופעה)**. *הערכים אינם יציבים והם משתנים כל הזמן* **(ניטור – עדיין לא משיגים את המטרה, שהיא קבלת ערכים יציבים)**. *הם בודקים את תגובת החיישן עבור צבעים שונים* **(וויסות קוגניטיבי – בדיקת תוצאות של שינויים)**.

לרוב, העלאת השערות באופן שיתופי (D2) הופכת את ההשערות למבוססות יותר ומעודדת את התלמידים לנהל את התהליך של בדיקת ההשערות בצורה יסודית ומעמיקה.

ניפוי שגיאות. חלק מרכזי מתהליך התכנות בסביבה מבוססת-רובוטים הוא ניפוי שגיאות (debugging) ובדיקת תוצאות. מטרתו של תהליך זה הוא איתור שגיאות בתכניות שאינן מתנהגות כראוי ותיקונן ע"י המתכנת. בסביבת למידה זו, מאפשר למתכנת לעצור, להתחיל את ההרצה מחדש, או להתקדם צעד-אחרי-צעד במהלך ההרצה, ותוך כדי לראות את התוצאות באופן מוחשי בהתנהגות של הרובוט.

בתהליך הניפוי התלמידים קבלו משוב (C3) מידי וחזותי לגבי תוצאות הרצת הליכים שהם כתבו. האסטרטגיה של ניפוי שגיאות מערבת בתוכה גם בידוד ושליטה במשתנים, העלאת השערות ובדיקתן, והערכת

פתרונות. אבל, לפעמים הפעלה חוזרת ללא חשש של התלמידים מביצוע טעויות וקבלת משוב מידי (C3) מביאות אותם להשתמש באסטרטגית ניפוי שגיאות מבלי לחשוב לעומק על הבעיה בתוכנית הנתונה. תופעה זו נוגדת את עקרונות הוויסות העצמי של הלמידה ומעידה על אי הפעלת תכנון וחשיבה מראש לגבי איתור תקלות בתוכנית והתמודדות עם בעיות.

תהליך ההתמודדות עם בעיות ותיקון שגיאות נעשה באופן ממושך והתבצע באופן מחזורי. ייעול המעקב אחרי ניפוי שגיאות מתאפשר בזכות הלמידה במסגרת שיתופית (D2) כך שהתלמידים דנים בתהליך זה ומנתחים את תוצאות הניבוי באופן מעמיק.

זינה וסוזי מריצות את ההליך של פתיחת הזרועות לאחר תיקון מבנה הזרועות **(ויסות קוגניטיבי – בחירה באסטרטגיה של ניפוי שגיאות)**. *מסיקות שעדיין קיימת בעיה בפתיחה של הזרועות, הן מאבדות כיוון* **(ניטור – הערכת ההתקדמות לקראת המטרה)**. *זינה ניגשת לתוכן של ההליך, ויחד עם סוזי מנתחות אותו כדי לבדוק שאכן הגדירו אותו בצורה נכונה* **(ניטור – שיפוט למידה)**. *הן מגלות שיש הוראה לשינוי הכיוון בזמן שהמנוע פועל, ועוד פעם יש הוראה כזו עוד לפני שיעצור. הן עושות סימולציה ידנית להליך עוד לפני שיריצו אותו עוד פעם* **(ויסות קוגניטיבי – בחירה באסטרטגיה של ניפוי שגיאות)**, *ומגיעות למסקנה שלא נכון לעשות את זה* **(ניטור – שיפוט למידה)**, *וזה גם מבלבל את המנוע לדעתם* **(ויסות קוגניטיבי – בחירה באסטרטגיה של העלאת השערות)**. *משנים את ההליך מבחינת שינוי כיוון. מריצות את ההליך פעמיים* **(ויסות קוגניטיבי – בחירה באסטרטגיה של ניפוי שגיאות)**, *אבל בפעם השנייה הזרועות נתקעות כשהן פתוחות ולא נפתחות יותר.*

פירוק בעיה לתת-בעיות. הלמידה בסביבת למידה מבוססת-רובוטים מתוכנתים מבוססת על פתרון בעיות. בהתמודדות עם בעיות אלו, התלמידים השתמשו באסטרטגיה של פירוק בעיה לתת-בעיות בגישה של "מלמעלה-למטה" (top-down) הפועלת עפ"י העיקרון של הפרד-ומשול. פירוק בעיה לתת-בעיות בא לידי ביטוי בין היתר בהתמודדות עם בעיות הקשורות למבנה הרובוט. מאפייניהם של הרכיבים השונים במערכת (A1) מאפשרים פירוק המערכת לתת-מערכות וטיפול בכל אחת בנפרד ע"י הוספה/הורדה של חלקים מסוימים בהתאם לבעיה.

תמיר וראני מתחילים לפרק את ההליך של פתיחת/סגירת הזרועות **(ויסות קוגניטיבי – פירוק בעיה לתת-בעיות ותכנות פרוצדוראלי)**. *ראני מוריד חלק מההוראות השייכות לחיישן הסיבוב, כדי לטפל קודם בבעיה הקשורה ורק אז להתמודד עם הוספת והפעלת חיישן סיבוב* **(פירוק בעיה לתת-בעיות/פירוק מערכת לתת-מערכות)(A1)**. *בסוף, הם מאחדים את ההליכים שכבר כתבו עבור שני הצעדים הראשונים של הרובוט על מנת לבדוק אותם ברצף* **(ויסות קוגניטיבי – איחוד הפתרונות של תת-הבעיות)**.

פירוק בעיה לתת-בעיות מתאפשר בגלל גישת התכנות הפרוצדוראלי עליה מבוססת סביבת התכנות. לאור היעדר ניסיון קודם בקרב התלמידים בתכנות, הם נטו תחילה לכתוב את התוכנית כיחידה אחת. עם ההתקדמות בפרויקט, הם נחשפו לאפשרויות התכנות הפרוצדוראלי, והתחילו לשלב גם תכנות בגישה זו לאור יעילותה: תת-בעיות הן בדרך כלל קלות יותר לפתרון מכיוון שיש לקחת בחשבון פחות אפשרויות ופחות גורמים.

דנה ורנא מחזירית את תת-הליך לקדמותו כך שיתקדם בלבד **(ויסות קוגניטיבי – פירוק בעיה לתת-בעיות)**, *ומוסיפים תת-הליכים חדשים המיועדים להרמת/הורדת החפץ, ולפתיחת/סגירת הזרועות, חזרה אחורה והתקדמות. מגדירות תת-הליך בשם"לך אחורה"* **(ויסות קוגניטיבי – פירוק בעיה לתת-בעיות ותכנות פרוצדוראלי)**.

שימוש בידע קודם. שימוש באסטרטגיה זו מייצג תהליך של העברה (Transfer), שהיא יכולת הלומד להעביר ידע ומיומנויות, שנרכשו בהקשר ספציפי, וליישמם בהקשר חדש (Perkins & Salomon, 1992). השימוש בידע קודם בא לידי ביטוי בבחירה מושכלת של רכיבים פיסיים להשגת מטרה מסוימת. על אף ריבוי הרכיבים הקיימים בערכה, כמו מנועים חשמליים, מנורות, חיישנים למיניהם, גלגלי שיניים, מוטות, מחברים מסוגים שונים, ועוד, העיצוב הצבעוני והאופייני של הרכיבים השונים בערכת רובוטיקה (A1) עזר לתלמידים לזכור את תכונות וייעוד כל רכיב ואת אופן ההרכבה והפירוק שלו.

דנה מסיקה שצריך לפצל את הזרועות. היא נעזרת בעובדה שמנוע אחד שולט בגלגל הימני ומנוע אחר בגלגל השמאלי, ואז לומדת מזה לגבי פיצול הזרועות. צריך להוסיף עוד מנוע כך שאחד ישלוט בזרוע הימני, והשני ישלוט בזרוע השמאלי.

עיצוב סביבת התכנות הויזואלית ובמיוחד האינטראקציה עם המשתמש (C3) נותנים לתלמידים לזכור באופן הדרגתי כללים ותהליכים שהתנסו בהם קודם בגלל ההודעות והמשוב שהם מקבלים ואשר מזכירים תהליכים אלו.

סימה ונבו משתמשים בידע שרכשו כבר, ומצליחים להגדיר הליך חדש בלי גישוש אינטנסיבי בסביבת התכנות. הם מיישמים את הידע לגבי התהליך של הגדרת הליך, אשר מתחילה במתן שם או סמל מזהה לאייקון של ההליך.

למידה שיתופית (D2) תורמת להגברת הדיוק בידע קודם ולהעשרתו היות והידע הקודם המצטבר בקבוצה עולה בהיקפו על הידע הקודם של כל אחד מהשותפים בנפרד. בקהילת לומדים קיימים משאבי ידע יותר עצומים מאשר לאדם אחד (Schraw et. al, 2006).

ניטור הלמידה והערכת ההתקדמות לקראת המטרה. תהליך הניטור והבקרה העצמית שהתלמידים יזמו במחקר מבוסס על הערכתם את המשוב השוטף (C3) אשר מסייע בקבלת החלטות לגבי המשך וויסות הלמידה. הם הרבו להשתמש באסטרטגיה של ניפוי שגיאות להערכת מידת השגת מטרותיהם השונות, כגון: האם הם מבינים את ייעודו של אייקון מסוים ומשתמשים בו בצורה נכונה, האם משתמשים נכון בידע קודם, האם כותבים הליך מסוים בצורה נכונה, והאם מבינים את מגבלות סביבת הלמידה ומגבלות הרובוט. העדויות שתוארו בסעיפים הקודמים מבהירות את מהות האינטראקציה עם הלומד ומדגישות את חשיבותה בקביעת המשך תהליך הלמידה.

למידה שיתופית (D2) בהקשר של וויסות עצמי כוללת הערכת עמיתים באופן הדדי (אחד את ביצועיו והצעותיו של השני), שיתוף פעולה ביניהם, והתייעצות אחד עם השני כדי לקדם קבלת החלטות לגבי המשך התהליך בעקבות ניטור הלמידה.

שתיהן מבינות שמה שהן עושות הוא לא נכון בגלל שהרובוט מסתובב ולא מתקדם ישר **(ניטור למידה במשותף)**. *הן תוהות כיצד להפוך את הכיוון של התקדמות הרובוט? רנא מבקשת מדנה שתתן לה לבדוק משהו. היא מוודאת שהיא מבינה ושואלת את דנה אם זה נכון מה שהיא חושבת* **(ניטור למידה במשותף)**. *היא מעיינת בתוכנה לעומק ופתאום מזהה משהו. היא מתבוננת באייקונים ממש לעומק.*

3.2 וויסות ההיבט המוטיבציוני-רגשי של הלמידה

על אסטרטגיה לוויסות מוטיבציה למלא שתי דרישות. הראשונה, על הלומד לפעול באופן תכליתי ומכוון כדי להשפיע על רמת המוטיבציה שלו או על הגורמים הקובעים אותה. השנייה, על האסטרטגיה לקדם בפועל ולשפר את מוטיבציית הלומד ואת ביצועיו העוקבים (Wolters, 2003). האמונות המוטיבציוניות והאסטרטגיות לויסות המוטיבציה והרגש שהשתמשו בהן התלמידים בזמן הלמידה מוצגות בטבלה 5 ומתוארות להלן.

אמונות מוטיבציוניות. התלמידים שהשתתפו במחקר היו בעלי תפיסות מוטיבציוניות חיוביות לגבי ההשתתפות בפרויקט ברובוטיקה למצוינים ולמידה בסביבה מבוססת-רובוטים מתוכנתים. האמונות המוטיבציוניות שנבחנו במחקר הן: **ערך המטלה (Task value)** מתייחס לתפיסת הלומד את חשיבות המטלה, תפיסת התועלת שלה לקידום מטרות עתידיות, ומידת העניין האישי בה (איימס, 2001; McWhaw & Abrami, 2001); **מסוגלות עצמית (Self-efficacy)** מתייחסת לאמונות התלמיד לגבי יכולתו לביצוע משימה או מטלה כלשהי במצב נתון להשגת מטרה מסוימת (Bandura, 1994); **אוריינטציית מטרה (Goal orientation)** מתייחסת למניעים או מטרות התלמיד להיות מעורב במשימה לימודית (McWhaw & Abrami, 2001; Fisher & Ford, 1998). הבחירה להתמקד באמונות אלו, נובעת מהחשיבות המרכזית המיוחסות להן בהתוויית תהליך הויסות העצמי בכלל ובשימוש באסטרטגיות לויסות מוטיבציה בפרט.

בכדי להעריך את האמונות המוטיבציוניות של התלמידים, הם התבקשו למלא שאלון לתלמיד/ה בתחילת כל מפגש לימודי המיועד לבדוק אמונות אלו.

מתברר שהאינטראקציה עם הלומד (C3) גורמת להם לפתח עניין ברובוטיקה ורצון להשתתף בפעילויות בתחום זה.

התלמידים מתחילים את המפגש עם מוטיבציה גבוהה, הם צופים ברובוט ועוקבים אחרי הפעולות שהוא מבצע בעקבות הרצת ההליכים השונים שכתבו כבר. יוסף יושב מול המחשב ומפעיל את ההליכים, ונסים עומד ליד השולחן ומזיז את הרובוט תוך

שהוא מבצע את ההוראות שמקבל, ומסדר את החוטים שלו כדי לא להעיק את תנועתו. נסים מתלהב ורוצה להעביר את הרובוט לרצפה כדי להראות לחוקרת מה הוא עושה.

הגיוון המאפיין פעילות התנסותית ברובוטיקה הן בהיבט של תיכון דגם מוחשי והן בהיבט של תכנות (D3) מאפשר לתלמידים להתבלט בהיבט המעניין אותם או שבו הם שולטים יותר ומקדם את הישגיהם. כך, תחושת המסוגלות העצמית שלהם מתחזקת באופן הדרגתי. בסביבת הלמידה במחקר, פיתוח תפיסת המסוגלות העצמית מתאפשרת במיוחד במסגרת למידה שיתופית (D2), כאשר השותפים הם מודל החיקוי. כמו כן, קבלת תמיכה משותף בעל יכולת קוגניטיבית דומה מחזקת את תפיסת המסוגלות העצמית (Pajares, 1996).

מאפייני הסביבה (עפ"י הסימון בסעיף 2.4) / מרכיבי ויסות עצמי		A מאפייני ערכת הרובוטיקה	B מאפייני הבעיות ברובוטיקה	C מאפייני סביבת התכנות	D גישות למידה	E עזרה לתלמיד
שלבים	**אסטרטגיות**					
אמונות מוטיבציוניות	**ייחוס ערך למטלה והבעת עניין בה**			C2,C3	D3	
	תפיסת מסוגלות עצמית		B1	C1,C3,C4	D1,D2,D3	
	אימוץ אוריינטציית מטרה					
ניטור מוטיבציה ורגש						
שליטה וויסות	**ויסות רגשי**			C3	D3	
	שליטה בסביבה	A2,A3			D2,D3	E1,E2
	ניהול מסוגלות עצמית			C1,C3	D1,D2,D3	
	שליטה בייחוס	A1,A3	B1		D2,D3	E2
	שיח עצמי מכוון-מטרה		B2,B3	C2,C3	D2,D3	
	הגברת עניין	A1	B2,B3	C3,C4	D1,D2,D3	E1
סה"כ מאפייני הסביבה בכל קטגוריה המזמנים ויסות עצמי:		**5**	**6**	**12**	**17**	**4**

טבלה 5: המאפיינים של סביבת למידה מבוססת-רובוטים מתוכנתים המניעים ויסות עצמי בהיבט המוטיבציוני-רגשי של הלמידה

ניטור מוטיבציה ורגש. על אף האמונות המוטיבציוניות (ערך המטלה ועניין בה, תפיסת מסוגלות עצמית, אוריינטציית מטרה) והמאפיינים הרגשיים החיוביים לקראת הפעילות העוסקת בפרויקט ברובוטיקה, המוטיבציה לא נשארת בהכרח חיובית בסביבה מבוססת רובוטים מתוכנתים, והיא עלולה לעבור עליות וירידות בתנאים והקשרים שונים. התנהגויות המעידות על מוטיבציה נמוכה היו: נשיפה עמוקה, מבט עמוק ועצוב לעבר הרובוט או המסך, הפגנת עייפות או מצב רוח לא טוב, גישת עבודה לא יעילה למרות הכרת גישות חלופיות יעילות יותר ועוד. ירידה במוטיבציה של התלמידים נצפתה בהקשרים שונים שהעיקריים בהם: בעיות ותקלות טכניות; מגבלות פיזיות של הרובוט ורכיבים שונים בסביבת הלמידה; עומס עבודה ופריטים רבים אותם יש ללמוד; וקשיים בלמידה שיתופית אשר מתעוררים בגלל חילוקי דעות בין השותפים.

ויסות רגשי (Emotion regulation). זו אסטרטגיה של שימוש בתהליכי ויסות עצמי כדי לעצור רגשות חרדה או תגובות רגשיות שליליות במהלך העיסוק במטלה. רוב המשתתפים נטו להתחיל את המפגשים הלימודיים בהפעלת הרובוט במטרה לבדוק את ביצועיו, לאתר תקלות או לוודא שאינן, ובנוסף, במטרה להתחיל את הפעילות עם מוטיבציה גבוהה. הם דאגו לתת לרובוט לבצע פקודות פשוטות יחסית, כדי להשתעשע איתו ולהשרות אווירה רגשית חיובית בתחילת מפגש. המשוב המוחשי, המיידי והעקבי שמספקת הסביבה (C3) בעקבות הרצה לא מוגבלת

של תוכנית מסוימת, מאפשר להם לווסת את הרגשות ואת האווירה החיובית בקבוצה.

התלמידות נראות לחוצות לקראת הפעילות בסביבה. כדי להפיג מתח זה, הן מנצלות את הזמן שהתוכנה מנסה ליצור קשר עם הממשק המחובר לרובוט, ושירין משחקת בכפות הידיים של הרובוט כאילו הוא מוחה כפיים. דימה מסתכלת עליה וצוחקת איתה. שירין ממשיכה להשתעשע איתו, כאשר היא מכניסה עיפרון בפה שלו כדי שייראה רובוט מעשן.

התלמידים בחרו להשתעשע עם הרובוט ולהתייחס אליו כאל אדם המסוגל לבצע פעולות אנושיות, וכן לשדרג את מבנהו ולעצבו על מנת להוסיף הנאה ושמחה לפעילות. האינטראקציה בין החיישן לסביבה עודדה את התלמידים בדרך כלל לנצל תכונה זו ולהשתמש בה לשפור המצב הרגשי.

שליטה בסביבה (Environmental control). שליטה בסביבה וויסותה באו לידי ביטוי בהתנהגויות הבאות: ביצוע שינויי בסביבה בציפייה שיביא לתוצאה חיובית יותר, כמו החלפת הרובוט או חלקים ממנו, החלפת חיישנים, מנועים חשמליים ועוד. מספר הרכיבים החלופיים מכל סוג מעודד את התלמידים להשתמש באסטרטגיה זו ישירות במטרה להרגיש יותר בטוח על-ידי צמצום מקורות אפשריים של התקלה; וארגון הציוד בסביבה בצורה נגישה יותר. המרכיבים בעלי המאפיינים השונים וריבוי הציוד (A1) מקשה לעיתים על גישה נוחה לכל המרכיבים הרלוונטיים, ולכן הוא מוביל את התלמידים לארגן את סביבת העבודה לשיפור תחושת הנוחות והאווירה. בנוסף, אסטרטגיה זו באה לידי ביטוי בביסוס מעמד התלמיד בצוות על-ידי קבלת הערכה ותמיכה חברתית מהעמיתים בעקבות העלאת רעיונות או הגשת עזרה לאחרים במסגרת הלמידה השיתופית (D2).

ניהול מסוגלות עצמית (Efficacy management). אסטרטגיה זו מיועדת לשליטה במסוגלות העצמית של הלומד. אחד ממאפייני סביבת הלמידה – המשוב המיידי, המוחשי והמעשי שמתקבל בסביבה (C3) – המצביע על מידת ההתקדמות לקראת השגת המטרה ומכוון בכל רגע, גורם לחיזוק המסוגלות העצמית.

טארק אומר: 'תראה את החלק הקשה כבר עשינו, נותר רק לכוון את חיישן האור בזווית הנכונה וזהו. זה קל. תכף נעשה את זה'.

למידה שיתופית (D2) תורמת אף היא באופן ניכר לחיזוק תפיסת המסוגלות העצמית הן דרך שיתוף הפעולה הנדרש להשגת המטרה והן ע"י עידוד ותמיכה הדדית אחד בשני בתוך הקבוצה.

נסים מסתכל לעבר יוסף ואומר: 'תראה אנחנו באמת עושים עבודה נהדרת. נכון?'. יוסף נראה גאה בעצמו ומאשר בחיוך קל.

דרך נוספת לחיזוק המסוגלות העצמית שהתלמידים הפעילו היא הצבת מטרות מקורבות למטרות העיקריות של פעילות לימודית נתונה (Proximal Goal Settin).

אלירז אומר לעמיתיו, אחרי שמתאכזבים מהכישלון במשימה, שזו משימה דומה בדיוק למשימה מהמפגש הקודם כך שניתן להיעזר במה שעשינו אז **(וויסות מוטיבציה דרך צמצום הבעיה וניצול ידע מהישגים קודמים)**.

שליטה בייחוס (Attribution control). בסיום המטלה באופן מלא או חלקי, התלמידים נהגו להפגין תגובות רגשיות (כמו למשל, שמחה בעקבות הצלחה או עצב בעקבות כישלון) והרהרו בגורמים לתוצאה שקיבלו, כלומר, ייחסו סיבה לתוצאה. הם נהגו לבחור ייחוסים סיבתיים (Causal Attribution) כדי לשמר או להגביר את המוטיבציה לביצוע המטלה הנוכחית או מטלות דומות בעתיד. הייחוסים לכישלונות שהיו למקור שליטה חיצוני, כלומר, שאינו בשליטת התלמידים עצמם, היו רבים יותר מהייחוסים למקור שליטה פנימי שבשליטתם. אחד הגורמים שלו התלמידים היו מייחסים את כישלונותיהם היה הרובוט עצמו או רכיבים מסוימים ממנו. ייחוסים אלו נובעים ממורכבותם של רכיבים פיסיים מסוימים (A1), ממגוון רחב של רכיבים וממגוון רחב של תכונות המבדילות ביניהם, מתקלות ברכיבים עצמם, מקושי בפירוק והרכבה של חלק מאבני הבנייה, מהצורך בהכרת כל הציוד המשולב בסביבה ומהקושי באחסונו בצורה בטוחה במעבדה. בצוות המורחב, התלמידים הטילו לעיתים את האחריות בכישלון על אחד/ת מהשותפים (D2) במטרה להקל על עצמם מבחינה רגשית, למשל:

טל ממשיך לנווט את הרובוט. הוא אומר: 'אני מתרגש, כשאתם לא מכוונים אותי, אז אני יותר טוב!'.

שיח עצמי מכוון-מטרה (Goal-Oriented Self-Talk). תלמידים יכולים לווסת את המוטיבציה שלהם ע"י מתן דגש או הצבת מטרה או המצאת מניע מסויים לרצון להשלים את המטלה, כלומר אימוץ אוריינטציית מטרה. הדבר עוזר להם להתמודד עם קשיים ולשמור על מוטיבציה גבוהה עד השלמת המשימה. האינטראקציה עם המשתמש (C3) מקדמת אימוץ אוריינטציית מטרה פנימית דרך המשוב המוחשי שמקבל התלמיד, אשר תורם לקידום ההבנה ומאתגר את שיפור הביצועים.

טל ויונתן ממשיכים לשפר את הביצועים של הרובוט. הם מתמקדים בעיקר בשיפור עוקב הקו על הסיבוב עצמו **(אימוץ אוריינטציית מטרה פנימית הבאה לידי ביטוי בשאיפה לשלמות ודיוק במשימה בזכות המשוב המעשי והמוחשי)**.

טל אומר: 'בוא, בוא נראה קודם מה צריך לעשות בסיבוב!'.

מצד שני, אותה אינטראקציה עם המשתמש מקדמת גם אימוץ אוריינטציית מטרה חיצונית באמצעות המשוב המוחשי המשמש כעדות על כישורי התלמידים, כמו:

בזמן שדנה בחוץ, נכנסים שני עמיתים שגם הם משתתפים בפרויקט ברובוטיקה. רנא מפסיקה את הפעולה שהיא מבצעת, וקוראת להם שיבואו לראות מהן הצליחו לעשות. היא מדגימה בפניהם, אבל האחיזה של הכוס לא הייתה מדויקת בפעם הראשונה והשנייה. בפעם השלישית זה יצא מושלם. אז היא קופצת ומריעה והם מתרשמים באופן חיובי **(וויסות מוטיבציה ע"י הפגנת אוריינטציית מטרה חיצונית)**.

שימוש באסטרטגיה זו נובע לעיתים מהצורך למשוך את תשומת ליבם של השותפים על מנת לבסס את מעמד התלמיד בתוך הקבוצה במסגרת הלמידה השיתופית (D2).

אלירז ויובל יושבים ליד המחשב וחושבים כיצד להתמודד עם בעיה נתונה. הם מבחינים באחד השותפים שלא מצליח לבצע פעולה מסוימת בתוכנה, יזמים וניגשים לעזור לו. הם מסבירים לו דבר מה בתוכנה שעשוי לפתור את הבעיה. הוא מודה להם ומתחיל לנסות בעצמו. הם מחייכים, נראים גאים בעצמם וממשיכים לטפל בבעיה **(שימוש באסטרטגיה של שיח-עצמי מכוון מטרה כדי להרשים את השותף ולבסס את המעמד בקבוצה)**.

תיכון דגם מוחשי ותכנותו בלמידה ההתנסותית (D3) מאפשרים העלאת מגוון רחב של רעיונות ייחודיים ע"י התלמידים המתבטאים בפעולות שיבצע הרובוט שלהם, ולכן הם מעודדים שימוש באסטרטגיה זו.

הגברת עניין (Interest enhancement). אסטרטגיה זו מיועדת בעיקר לוויסות אוריינטציית מטרה פנימית. התלמיד מנסה להגביר את המאמץ שלו ואת הזמן שהוא משקיע במשימה ע"י הפיכת הפעילות ליותר מעניינת ומהנה, כמו למשל, גישוש באוסף הרכיבים הפיסיים (A1) להכרת חלקים חדשים ומעניינים שניתן לשלבם בפרויקט.

דימה מאתרת חיישן מגע כאשר חפשה חלקים לשכלול הבסיס, היא בוחנת אותו, ולמרות שהיא יודעת שזהו חיישן ואינו קשור למה שהן עושות כרגע, היא מתחילה לשאול ולברר כיצד הוא פועל ומתי ניתן להשתמש בו.

למידה שיתופית (D2) מאפשרת העלאת רעיונות באופן שיתופי עם העמיתים במטרה להוסיף עניין למשימה.

ראני מתעקש לחשוב על דרך יצירתית לחיבור החיישן. הוא אומר ליוסף: 'אנחנו לא נמקם אותו סתם בחלק הקדמי של הרובוט, אלא אנחנו יכולים לאתר מיקום אופטימאלי שיהיה גם אסתטי וגם יציב'.

העלאת שאלות חקר הקשורות לתיכון ותכנות הרובוט בלמידה ההתנסותית (D3) הופכת את המטרה למעניינת יותר.

נסים שואל: 'מעניין לראות אם מתחלפת הכרטיסייה באמצע ההליך, בכרטיסיה בצבע אחר, האם הרובוט ממשיך למחוא כפיים או לא?'. יוסף טוען שלא. אז נסים מבקש ממנו לנסות ולבדוק. הם מנסים צבע כחול, אבל הרובוט לא מפסיק כי תחום הערכים חופף עם זה של הצבע השחור. אז מנסים צבע צהוב, ומתקבל שהרובוט אכן מפסיק למחוא כפיים. יוסף מחייך אל נסים ואומר: 'מה אמרתי?!'..נסים: 'אז צדקת!

3.3 וויסות ההיבט ההתנהגותי של הלמידה

כפי שרואים בטבלה 6 (בעמוד הבא), בתכנון וחשיבה מראש הקשורים להיבט ההתנהגותי של הלמידה, התלמידים התייחסו לתהליכי התארגנות והכנת סביבת הלמידה בלבד, ולא התייחסו כמעט לתכנון זמן ומאמץ כפי שהתברר בתצפיות, בראיונות ובשאלון לתלמיד/ה.

בוויסות ההתנהגות לאורך הפרויקט המשתתפים נקטו באסטרטגיות הבאות:

התארגנות והכנת סביבת הלמידה. כולל הכנת סביבת העבודה, חיבור הרובוט למחשב, ייצוב הרובוט והחזרה למקום של חלקים שנפלו בשל מגבלות אחסון, או העברה ממקום למקום, או הזזה לא מכוונת ועוד. כמו

כן, ההתארגנות כללה ארגון של ערכת ההרכבה וכרטיסיות הבנייה ופריסתם על משטח העבודה בצורה נוחה ונגישה לתלמידים, כך שיהיו מסוגלים לבחון רכיבים שונים, לשלוף ולהחזיר חלקים מבלי לקום מהמקום, ומבלי להפריע לתנועת הרובוט בזמן הרצת התוכניות. הצורך בהתארגנות יעילה נובע מהיקף הציוד הנחוץ לפעילות בסביבת רובוטיקה.

מתברר, שגם בדיקת ביצועים בשלב ההתארגנות הוא צעד חשוב מבחינת התלמידים. הוא מהווה תהליך של ניטור הלמידה כדי להיזכר במידת ההתקדמות לקראת המטרה במפגש הקודם. האינטראקטיביות של הסביבה מאפשרת צעד זה ומזרזת אותו (C3).

כשראמי וסאמי מגיעים למעבדה, ישר מתחילים לפרוש את הציוד על משטח העבודה ולארגן את סביבת הלמידה. אחרי שמתיישבים ומארגנים את סביבת הלמידה, מתחילים לבדוק את הביצועים של הרובוט מהמפגש הקודם, ולאתר תקלות במידה ויש **(התארגנות והכנת סביבת הלמידה כולל בדיקת ביצועים ואיתור תקלות)**. *הם בודקים הליך בשם"התקדם והרם כוס* **(ניטור ההתקדמות לקראת המטרה)**. *ראמי מריץ את ההליך אבל הגלגלים הקדמיים בבסיס נגררים ומעכבים את תנועת הרובוט. הם מבחינים שיש בעיה ומתחילים לטפל בה* **(וויסות קוגניטיבי – איתור תקלות וטיפול בבעיות)**.

בשל הלמידה השיתופית (D2), התארגנות כוללת גם את קביעת אופן הישיבה האופטימאלי של השותפים, תוך הקפדה על נגישות שוטפת לרובוט, למחשב ולערכת ההרכבה.

מאפייני הסביבה (עפ"י הסימון בסעיף 2.4) / מרכיבי ויסות עצמי		A מאפייני ערכת הרובוטיקה	B מאפייני הבעיות ברובוטיקה	C מאפייני סביבת התכנות	D מאפייני הלמידה	E עזרה לתלמיד
שלבים	מרכיבים/ אסטרטגיות					
תכנון וחשיבה מראש	התארגנות והכנת סביבת הלמידה	A3		C3	D1,D2	
ניטור ובקרה עצמית	ניטור זמן ומאמץ					
	ניטור עזרה					
שליטה וויסות	הגברת שיתוף פעולה בין העמיתים	A1,A3	B4	C2, C3	D2,D3	E1
	דחיית הטיפול בבעיה	A1,A3		C3	D1	
	התמדה והגברת הקשב					
	צמצום הזמן של ניפוי שגיאות		B3	C1,C2,C3,C4		
	השקעה מינימאלית בעיצוב	A1		C1	D1,D2	
	בקשת עזרה	A2	B1	C1,C2,C3	D2,D3	E1,E2
סה"כ מאפייני הסביבה בקטגוריה המזמנים ויסות עצמי:		**7**	**3**	**12**	**9**	**3**

טבלה 6: המאפיינים של סביבת למידה מבוססת-רובוטים מתוכנתים המניעים ויסות עצמי בהיבט ההתנהגותי של הלמידה

ניטור זמן ומאמץ. מבחינת ניטור ובקרה עצמית של התנהגותם, המשתתפים הפגינו יכולת ניטור זמן ומאמץ, כגון הערכת הזמן שנותר למפגש או עד לסיום הפרויקט, הזמן המבוזבז, והאם המאמץ המושקע מספק או לא. אלא, שלמרות זאת, הם אינם עוקבים באופן שיטתי אחר פרק הזמן שעבר מתחילת המפגש, וכמה זמן נותר להם עד סוף המפגש ועוד.

ניטור עזרה. כאשר הלומדים עקבו אחר ביצועיהם וגילו קושי עליו הם אינם יכולים להתגבר באופן עצמאי, הם נהגו לבקש עזרה כמענה להסתגלות לזרות (unfamiliarity) של סביבה זו היות והם אינם מכירים אותה על בורייה. הצרכים העיקריים שהביאו לבקשת עזרה היו: דרכי עבודה, כולל הכרת ערכת

רובוטיקה ותהליך ההרכבה; דרכי חקר ותכנון; הסבר על סביבת התכנות; ויסות זמן ומאמץ.

הגברת שיתוף פעולה בין העמיתים. חוסר שיתוף פעולה בין העמיתים או היעדר חלוקת תפקידים מוגדרת ומתואמת באופן גלוי ביניהם, מובילים לבזבוז זמן ומאמץ החיוניים לביצוע המטלות. על מנת לווסת באופן עצמי את הזמן והמאמץ המושקע, התלמידים יזמו לעיתים חלוקת תפקידים ספונטאנית ממוקדת משימה, כאשר היה צורך לבצע מספר תת-משימות במקביל. חלוקת התפקידים באופן זה נבעה מהצורך להגברת שיתוף הפעולה ביניהם, כמו למשל, אחד מבצע בפועל את השינויים בתוכנית, השני עוזר ומכוון אותו, מצביע על המקום בו יש לבצע שינויים, מציע שינויים ועוד.

הדיון וההתייעצות בתוך הקבוצה חיוניים מכיוון שלמידה התנסותית (D3) הינה מורכבת ומערבת בתוכה תהליך הכולל העלאת שאלות והשערות, בדיקת תוצאות ואיתור תקלות. לכן פעילות במסגרת זו מעודדות את הגברת שיתוף הפעולה גם כאסטרטגיה לויסות זמן ומאמץ הנדרש להשלמתן.

ראני מרוכז בתוכן ההליך, בהוראות ובסדר הלוגי שלהן ועוקב אחרי ביצועו באופן תיאורטי. יוסף עסוק בעיצוב הכרטיס הלבן והתאמתו למשטח הכרטיסים.

דחיית הטיפול בבעיה. לעיתים, התלמידים בחרו לדחות את המשך ביצועה של מטלה מסוימת כדי להימנע מתחושת אי-שביעות רצון. הם היו משקיעים מאמץ רב וזמן ממושך בהתמודדות עם בעיה מסוימת, וכאשר לא הצליחו לפתור אותה לאחר מספר ניכר של ניסיונות, הם בחרו לדחות את סיום המטלה כדי להימנע מפגיעה בתפיסת המסוגלות העצמית שלהם. אינטראקציה עם הלומד (C3) מסייעת באיתור בעיות שניתן לדחות בשל אי-דיוקים וטיפול בהן מאוחר יותר.

מתקבל שהתחום שנקבע לצבע ירוק אינו מדויק **(ניטור למידה – בעזרת המשוב המתקבל מהתוכנה)**, *בכל זאת הם מתעלמים ממנו בינתיים* **(ויסות התנהגותי – ויסות זמן ומאמץ ע"י דחיית הטיפול בבעיה של אי-דיוק)** *ובוחרים להתמקד בניסוח התנאי עצמו והביצוע החוזר.*

בנוסף, היו מקרים בו נדחה ביצוען של מטלות שדרשו שימוש ברכיבים שאינם זמינים כרגע בסביבה. פירוק הבעיה לתת-בעיות אפשר להם להתמקד במטלות שניתן להשלימן באותו רגע, ולדחות את ביצוען של מטלות הדורשות חלקים פיזיים שאינם זמינים בשלב ההוא. הדבר נובע מהמגוון העצום של רכיבים פיסיים (A1) שחלקם הולך לאיבוד בשל ארגון לא יעיל.

התמדה והגברת הקשב. התמדה (Persistence) הייתה מאפשרת ללומדים להקדיש מאמץ בלמידה עצמה, ולהתרכז בחומר הלמידה, למרות שעמום וכישלון שבהם היו צפויים להתקל בהתקדמות לקראת המטרות. קשב (Attention) מתייחס למידה שבה הלומד יכול לשמר את המיקוד הקוגניטיבי שלו ולגרום לו להתרכז בתהליך הלמידה (Zimmerman, 2000). ההחלטה לגבי הגברת הקשב נעשתה כאשר התלמידים העריכו שהמטלה קשה. גם הגבלת הזמן של פיתוח הפרויקט ע"י גורם חיצוני הלחיצה את התלמידים יותר וגרמה להם להגביר את התמדתם ואת הקשב באופן משמעותי.

צמצום זמן ניפוי שגיאות. לאור העובדה שלא ניתן לוותר על ניפוי שגיאות ובת בבת לעמוד באילוצי זמן הלמידה, היה על התלמידים לצמצם את זמן ההפעלה של רכיבים אלקטרוניים שונים (כמו מנוע חשמלי, למשל), הכלולים בתוכנית, מבלי לפגוע בביצועים. שינוי הזמן עבור רכיב אלקטרוני כלשהו בתוכנית הינו פעולה קלה היות ומדובר בתכנות בסביבה ויזואלית מבוססת-אייקונים. צמצום זמן ניפוי השגיאות התאפשר הן בשל העובדה שהסביבה בטוחה מבחינת ביצוע טעויות, והן בשל המשוב התמידי (C3) שמתקבל עבור כל ערך זמן שייקבע בתוך התוכנית.

השקעה מינימאלית בעיצוב. העיצוב בהקשר של המחקר כלל עיצוב אייקון של הליך חדש, או עיצוב מבנה הרובוט. כחלק מויסות הזמן והמאמץ, התלמידים נטו להשקיע פחות בתהליך העיצוב, בהנחה שהעיקר הוא תוכן ההליך עצמו ולא מראה האייקון, כמו גם תפקוד הרובוט ולא המראה החיצוני שלו. בלמידה ממוקדת-תלמיד דרגת החופש הנתונה לתלמידים בעיצוב הייתה מלאה, ולכן הם קבעו את העיצוב ללא הגבלה, שיכול היה להיות מורכב או פשוט כרצונם. האפשרות של פירוק והרכבה בכל זמן נתון של הרכיבים הפיסיים (A1) מספקת לתלמידים הזדמנות לבצע שינויים בעיצוב הרובוט בכל רגע.

לכן, הם יכולים היו להסתפק בעיצוב עקרוני בהתאם למסגרת הזמן הקיימת עם האפשרות לשדרגו בעתיד.

אחרי שקובעים היכן להצמיד את חיישן האור על הזרועות, הם מסתפקים בלייצב אותו מבלי להשקיע הרבה זמן בתכנון ועיצוב הזרוע מחדש.

קיימת הבנה בקרב התלמידים השותפים (D2) לגבי כדאיותה של אסטרטגיה זו, ולכן לרוב הם חיזקו אחד את השני ועודדו שימוש בה.

בעת הגדרת הליך המיועד להורות לרובוט ללכת קדימה, שירין אומרת לדימה: 'כן תקראי לו התקדמ" זה בסדר'. הן לא מתווכחות לגבי השם ולא משקיעות בעיצוב האייקון. דימה ישר מסכימה איתה כי הן רוצות להגיע לחלק היותר חשוב שהוא עריכת התוכן של ההליך.

בקשת עזרה. בקשת עזרה יכולה לשמר את המעורבות במטלה, למנוע כישלון אפשרי, ובטווח הארוך, יכולה לקדם את הלומדים לקראת אוטונומיה ושליטה בלמידה שלהם (Newman, 2000). התלמידים במחקר אשר הפגינו אוריינטציית מטרה פנימית הראו בדרך כלל שאינם מבקשים עזרה מיד ו/או באופן שוטף, אלא משתדלים להתמודד עם הבעיות בכוחות עצמם עד להשגת המטרות. מקורות העזרה אשר נעזרו בהם התלמידים היו: המנחה; השותפים בקבוצה; כרטיסיות הבנייה ששימשו לצורך קבלת השראה לרעיונות חדשים לשדרוג הרובוט או להתמודדות עם בעיות מבניות בו ע"י חיקוי החיבורים בדגם המוצג בכרטיסייה; תפריט עזרה ממוחשבת אשר קיים בסביבת התכנות ושימש לחיפוש מידע עובדתי; והליכים קיימים שהתלמידים ערכו בעצמם במסגרת הפרויקט.

הלמידה השיתופית (D2) מעודדת את התלמידים להיעזר אחד בשני לאורך תהליך הלמידה. תמיכת השותף/השותפים באה לידי ביטוי בתיכון הרובוט, בהרכבתו, בתכנותו וכן בבדיקת ביצועים ובאיתור תקלות.

לעיתים, התלמידים פנו למנחה בשאלות חקר העולות במהלך הלמידה ההתנסותית (D3) המעוררת שאלות מאתגרות רבות.

בעקבות הפנייה של אלירז למנחה, הוא אומר: הרובוט אמור ללכת מעל קו כחול. אלירז: 'האם הגלגלים צריכים להיות צמודים או מרוחקים?'. המנחה לא נותן לו תשובה ישירה, אלא הוא מביע הערכה, ומודיע לו שהוא צריך לבדוק, לחקור ולהגיע למסקנה.

ניתן היה להבחין בין שני סוגים עיקריים של בקשת עזרה: א. תלותית (dependent) לצורך הימנעות מכישלון והבטחת הצלחה או לצורך חיסכון בזמן; ו- ב. הסתגלותית (adaptive) במטרה להגביר את השליטה והיכולת ע"י קבלת עזרה חיונית (כגון, רמזים או הסברים ולא פתרונות לבעיות) להבנה עמוקה יותר ולצורך התקדמות במטלה.

4. סיכום

תוצאות המחקר מצביעות על פוטנציאל משמעותי בסביבת למידה מבוססת-רובוטים מתוכנתים מבחינת זימון אסטרטגיות של ויסות עצמי של הלמידה. מאפייניה השונים של הסביבה מזמנים את הלומדים להפעיל תהליכי ניטור, שליטה וויסות קוגניטיביים, מוטיבציוניים-רגשיים והתנהגותיים.

בנוסף, הנעת השימוש באסטרטגיות קוגניטיביות ע"י מאפייני הסביבה מובילה לזימון בקשת עזרה מהסוג ההסתגלותי. יחד עם זאת, מתברר שקיים צורך בתמיכה ובפיגום חינוכי בשלבים הראשונים של הלמידה בסביבה זו שמטרתם הדגשת חשיבות תהליך התכנון והחשיבה-מראש והבאת התלמידים לקחת תהליך זה בחשבון לאורך תהליך הלמידה.

מקורות

איימס, ק. א. (2001). מוטיבציה - מה מורים צריכים לדעת. *חינוך החשיבה*, 20, 44-33.

בירנבוים, מ., יועד, צ., כ"ץ, ש. וקימרון, ה. (2004). *בהבניה מתמדת - סביבה לפיתוח מקצועי של מורים בנושא תרבות הל"ה המטפחת הכוונה עצמית בלמידה*. ירושלים: משרד החינוך, התרבות והספורט.

עשור, א. (2001). טיפוח מוטיבציה פנימית ללמידה בבית הספר. *חינוך החשיבה*, 20, 190-167.

Bandura, A. (1994). Self-efficacy. In V. S. Ramachaudran (Ed.), *Encyclopedia of human behavior* (*4*, 71-81). New York: Academic Press. (Reprinted in H. Friedman [Ed.], *Encyclopedia of mental health*. San Diego: Academic Press, 1998).

university introductory computer programming course. Unpublished PhD dissertation, University of North Texas.

Montalvo, T., & Torres, G. (2004). Self-regulated learning: Current and future directions. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*. *2*(1), 1-34.

Newman, R. (2000). Social influences on the development of children's adaptive help seeking: The role of parents, teachers, and peers. *Developmental Review*, 20(3), 350-404.

Nilson, L. (2013). Creating self-regulated learners: Strategies to strengthen students' self-awareness and learning skills. Sterling, VA: Stylus.

Pajares, F. (1996). Self-Efficacy Beliefs in Academic Settings. *Review of Educational Research*, 66(4), 543-578.

Papert, S. (1980). Mindstorms: Children, computers and powerful ideas. New York, NY: Basic Books.

Perkins, D. N., & Salomon, G. (1992). Transfer of earning. *International Encyclopedia of Education*, 2.

Petre, M. & Price, B. (2004). Using robotics to motivate 'back door' learning. *Education and Information Technologies*, 9(2), 147–158.

Phillips, J. K. (1984). Practical Implications of Recent Research in Reading. *Foreign Language Annals*, 17(4), 285.

Pintrich, P. R. (1999). The role of motivation in promoting and sustaining self-regulated learning. *International Journal of Educational Research*, *31*, 459-470.

Bers, M. U., Ponte, I., Juelich, C., Viera, A., & Schenker, J. (2002). Teachers as designers: Integrating robotics in early childhood education. *Information Technology in Childhood Education Annual*, 2002(1), 123-145.

Boekaerts, M., & Corno, L. (2005). Self-regulation in the classroom: A perspective on assessment and intervention. *Applied Psychology: An International Review*, *54*(2), 199-231.

Feldman, A. I., Campbell, R. L., & Lai, M. K. (1999). Improving elementary school science teaching by cross-level mentoring. *Journal of Science Teacher Education*,10(1), 55–67.

Fisher, S. L., & Ford, J. K. (1998). Differential effects of learning effort and goal orientation on two learning outcomes. *Personnel Psychology*, *51*, 392-420.

Hogan, K. (1999). Sociocognitive roles in science group discourse. *International Journal of Science Education*, *21*(8), 855-882.

Kolb, A. Y., & Kolb, D. A. (2009). Experiential learning theory: A dynamic, holistic approach to management learning, education and development ". *Handbook of Management Learning, Education and Development* (pp. 42-68). London: Sage.

McWhaw, K., & Abrami, P. C. (2001). Student goal orientation and interest: Effects on students' use of self-regulated learning strategies. *Contemporary Educational Psychology*, *26*, 311-329.

McWhorter, W. I. (2008). *The effectiveness of using LEGO Mindstorms robotics activities to influence self-regulated learning in a*

Wolters, C. A. (2003). Regulation of motivation: Evaluating an undremphasized aspect of self-regulated learning. *Educational Psychologist*, *38*(4), 189-205.

Wolters, C. A. (2010). Self-regulated learning and the 21 century competencies. [Online] Available: http://www.hewlett.org/uploads/Self_Regulated_Learning__21st_Century_Competencies.pdf

Zimmerman, B. J. (1989). A social cognitive view of self-regulated academic learning. *Journal of Educational Psychology*, *81*(3), 329-339.

Zimmerman, B. J. (2000). Attaining self-regulation: A social cognitive perspective. In M. Boekaerts, P. R. Pintrich, & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation* (13-39). San Diego, CA: Elsevier.

Pintrich, P. R. (2000). The role of goal orientation in self-regulated learning. In M. Boekaerts, P. R. Pintrich, and M Zeidner (Eds.), *Handbook of Self-Regulation* (451–502). San Diego, CA: Academic.

Pintrich, P. R. (2004). A conceptual framework for assessing motivation and self-regulated learning in college students. *Educational Psychology Review*, *16*(4), 385-407.

Schunk, D. H. (1996). Goal and self-evaluative influences during children's cognitive skill learning. *American Educational Research Journal*, *33*(2), 359-382.

Schraw, G., Crippen, K.J., & Hartley, K. (2006). Promoting self-regulation in science education: metacognition as part of a broader perspective on learning. *Research in Science Education*, *36*(1-2), 111.

Wiggins, G. (2012). Seven keys to effective feedback. *Educational Leadership*, *70*(1), 10-16.

האקדמיה ללשון העברית אישרה מונחים עבריים בתחום המחשבים

דיון מעניין היה על החלופה העברית ל'סייבר': המילה 'סייבר' (cyber) גזורה מן המילה קיברנטיקה (Cybernetics במקור מיוונית) בהגייתה האנגלית. מקובל להגדיר את מרחב הסייבר, הנחשב למרחב החמישי (נוסף על יבשה, ים, אוויר וחלל) כמרחב הכולל מערכות תקשורת, מחשוב ובקרה, רשתות (לרבות המרשתת), נתונים ותכנים במערכות מידע ותעבורתם, וכן את המשתמשים בכל אלה. במהלך החיפוש אחר חלופה עברית התייעצה האקדמיה עם אנשי מקצוע בכירים בגופי ממשל וביטחון ובאוניברסיטאות. הצעות כמו גזירת המונח מ'מחשב' או מן השורש חש"ב או שימוש במילה 'רשת' או 'מרשתת' לא התקבלו על דעתם, וכן נדחתה ההצעה להשתמש במילה הקיימת 'תקשוב'. בוועדת המינוח המרכזית של האקדמיה עלתה ההצעה לגזור מילה מן השורש סב"ר המציין בין השאר חשיבה והבנה (הֶסְבֵּר, סְבָרָה). מתוך כמה אפשרויות שהוצעו העדיפו במטה הסייבר הלאומי את הצורה המופשטת **סֶבֶר**, בין היתר כי אפשר לראות בה ראשי תיבות של 'סביבת רשת'. במליאת האקדמיה היו שביקרו את ההצעה, הנראית כניסיון לתת צורה עברית למונח הלועזי, ואולם רוב החברים ראו בה פתרון סביר. בהצבעה הוחלט להעדיף את כתיב המילה כראשי תיבות: **סֶבֶ"ר**.

אינטואיציה בכיתה

אודי מלכה

מכללת אורט ביאליק

מה טיבה של האינטואיציה ומה יש לרמב"ם לומר עליה? המאמר יתמקד בשאלה כיצד האינטואיציה באה לידי ביטוי בחיים בכלל ובבית ספר בפרט, תוך הצגת דוגמאות במספר מקצועות לימוד וביניהם מספר דוגמאות ממדעי המחשב. אחת השאלות הגדולות בהקשר לאינטואיציה היא האם יש לה מקום בכיתה וכיצד, אם הדבר אפשרי, ניתן לפתח אותה אצל תלמידנו בכיתה. על כל אלו ועוד במאמר שלפניכם.

טיבה של האינטואיציה

נניח ששאלתם שאלה בכיתה. שנייה לאחר מכן אחד התלמידים קם ועונה תשובה. נראה כאילו זו ממש פרצה ממנו החוצה. אתם מבקשים ממנו להסביר אך רואים שהוא מסתבך. הוא לא איך לנסח את התשובה ונראה כי הוא עצמו לא יודע להסביר למה בכלל ענה דווקא את התשובה הזו.

ידיעה פורמאלית נעזרת באופרציות לוגיות להסברים והוכחות וכל שלב בדרך אל הידיעה נדרש לאימות וצידוק. בניגוד אליה, הידיעה האינטואיטיבית נקנית שלא במודע אך אין לנו ספק בדבר אמיתותה. אך כיצד ניתן לדעת דבר שלא נלמד ולהיות בטוח במה שאיננו מסוגלים לנמקו? אינטואיציה אינה אינסטינקט. היא תוצאה של תהליך למידה ארוך אך אינו מהסוג המפורש אשר נלמד בכיתה בבית הספר מתוך כוונה לרכוש אותו (מלמד, 2000). אנו מסוגלים לתת פרשנות לציור כלשהו שלא ראינו מעולם שכן מתן משמעות לנקלט בחושינו היא הדרך שלנו לסדר את המציאות (ספרד, 2000) והאינטואיציה במהותה היא תגובה לחושים, שכן עיבוד נתונים מסודר נכלל כבר בתהליך של החשיבה ולא של האינטואיציה.

פישביין מקשר את הצורך בוודאות כתנאי לתפקוד תקין של החשיבה. חוסר ידיעה בטבע עלול לסכן את בעל החיים ולגרום להכחדתו אם זה קורה לבני מינו בתדירות גבוהה. מי שידע בעבר בוודאות על הימצאותו של מזון במקום מסוים ושל אויב במקום אחר הגדיל את סיכוייו לשרוד. הידיעה אם כן היא יתרון אבולוציוני ברור (ווינר, 2000) אך מהי טיבה של הידיעה ומה הקשר שלה לאינטואיציה?

למונח אינטואיציה ריבוי משמעויות וזו משימה בלתי אפשרית להגדיר הגדרה אחת. לפי הגדרתו של פישביין(*) אינטואיציה היא תפיסה בהירה כגביש, שבה המידע מעורפל או בלתי שלם, מוסתר בעזרת מנגנונים היוצרים הרגשה של מידיות, ביטחון ועקביות (ווינר, 2000). החשיבה האינטואיטיבית מאופיינת בכך שהיא מידית, מובנת מעליה ואינה מעלה תחושה של צורך בהוכחה או בדיקת נכונותה. היא כופה את עצמה בתהליכי העלאת השערות, הסברים ופירושי עובדות וכן אינה מקבלת אלטרנטיבות. היא מכלילה במצבים שונים אף שאינה ניתנת להוכחה והיא קופצת אל המסקנה תוך שהיא מדלגת על צעדים הנבנים אחד על השני (תירוש, ברש, צמיר וקליין, 2000). זו הסיבה לקושי של התלמיד שנשאל קודם לכן שאלה בכיתה, להסביר את הסיבות שהביאו אותו לענות את תשובתו. המסקנה או התובנה שעולה מתוך האינטואיציה היא ישירה ואינה נזקקת לתיווך על ידי מושגים או תכנים חיצוניים. לעיתים האינטואיציה חזותית ומעורבים בה דימויים או ייצוגים אייקוניים ועל כן קיים קושי לנסחה במילים (אבינון, 2014).

(*) אפריים פישביין (1920-1988) הינו מהדמויות החשובות בתחום החינוך המתמטי ונודע בישראל ובעולם כאחד מגדולי החוקרים בתחום הפסיכולוגיה של הוראת המתמטיקה. עיקר עיסוקו היה בקשר בין החשיבה האינטואיטיבית לחשיבה לוגית.

דניאל כהנמן, זוכה פרס נובל, נחשב לאחד החוקרים המובילים בתחום כלכלה התנהגותית ומחקריו נחשבים לפורצי דרך בתחומי שיפוט, קבלת החלטות והיוריסטיקה. בהקשר לאינטואיציה מציין כהנמן שתי מערכות חשיבה: מערכת 1 אשר פועלת באופן אוטומטי ובמהירות וללא תחושה של שליטה רצונית. חלק מן המיומנויות של מערכת 1 הן מולדות ואינסטינקטיביות בדומה לאלו של בעלי חיים וחלקן מתהוות בתהליך למידה. מערכת 1 עוסקת בגיבוש מידע על דבר אחד ולרוב התחזיות שלה לטווח קצר נכונות והתגובות שלה מהירות ומתאימות למצב. מערכת 2 מצריכה קשב וריכוז ונכנסת לפעולה רק כאשר מערכת 1 אינה מסוגלת לטפל בסיטואציה. לדוגמא, מערכת 1 תפעל לצורך הבנה של משפטים פשוטים בשפת אם ומערכת 2 תפעל כאשר הינך פותר תרגיל חשבוני מורכב (כהנמן, 2013).

ניתן למיין את האינטואיציות על פי תפקידן: אינטואיציות מקדימות (ניחוש אינטואיטיבי) מייצגות את הראיה הכוללת של פתרון הבעיה שבה עולה התחושה הברורה על האופן שבו ניתן לפתור את הבעיה. לעומתן, אינטואיציות אמונתיות מתייחסות לקביעה או פירוש של מציאות כלשהי בהן ההרגשה הסובייקטיבית היא שאין צורך בהצדקה של הטענה. ניתן למיין גם את האינטואיציות האמונתיות לאינטואיציות ראשוניות ואינטואיציות שניוניות. אינטואיציות ראשוניות הן אמונה המתפתחות באופן טבעי כתוצאה מהתנסות והן משותפות לבני אדם השייכים לתרבות מסוימת. אינטואיציות שניוניות מהוות חלק מתהליך הוראה. אלו הן אמיתות אשר נלמדות ונרכשות על בסיס שיקולים מחשבתיים ולאחר שימוש בהן לתקופה מסוימת הן נעשות מובנות מאליהן (תירוש, ברש, צמיר וקליין, 2000).

אינטואיציה במקורות

"שבשתא כיוון דעל" - הוא ביטוי ארמי-תלמודי ופירושו: שיבוש, כיוון שנכנס והשתרש בלב, קשה להוציאו שוב. האמרה הזו מובאת במסגרת דיון תלמודי העוסק בשאלה מיהו המורה המועדף למשימת לימוד של מתחילים: מורה מלומד שאינו מדייק בלשונו, או מורה המדייק בלשונו אך שאינו מלומד. יש האומרים כי מורה מלומד שאינו מדייק יגרום לשגיאות אצל התלמידים אך אלו יתוקנו עם הזמן ואילו אחרים טוענים כי טעויות הניטעות בגיל צעיר משתרשות ולא ניתן לעקור אותן ועל כן הם תומכים בהטלת משימת ההוראה על המורה שמדייק גם אם אינו מלומד. השיבוש הוא לעיתים כל כך עמוק והוא בא לידי ביטוי באינטואיציה מוטעית כאשר האדם אינו מרגיש צורך לבדוק בכלל את תשובתו כיוון שהוא כל כך בטוח בנכונותה. תיאורו של הרמב"ם את הנבואה מזכיר במידה רבה את האינטואיציה. על פי הרמב"ם יכולת הניבוי מבוססת על הצלחה של האדם לזכור סיבות רבות בבת אחת וליילד מהן את התוצאה או למעשה את העתיד. פעולה זו נעשית ללא המודעות של האדם וללא התגלות ישירה של תמונות מן העתיד. מסיבה זו נביאי המקרא חוזים כמעט תמיד מגמות כלליות ולא אירועים ספציפיים. האינטואיציה השגויה באה לידי ביטוי בגמרא בביטוי "איפכא מסתברא" שמשמעותו לא כפי שחשבנו מלכתחילה אלא בדיוק להיפך! בתלמוד הירושלמי לא נמצא את הביטוי "איפכא מסתברא" שכן דרך הלימוד בו מבוססת על הבנה ישירה. לעומתו, בתלמוד הבבלי ההתמודדות בין אמיתות שונות או בין אמת לשקר היא חלק מתהליך הלימוד ושם ניתן למצוא לא מעט את המושג "איפכא מסתברא" אשר מציג מחשבה ראשונית, מגלה את הטעות שבה, סותר אותה וחושף תובנה חדשה. בהקשר של מושג זה כדאי לציין כי מבחינה לשונית יש הבדל בין 'מתברר' ובין 'מסתבר'. המילה מתברר מעלה מסקנות שעולות בעקבות בדיקות, חקירות ועובדות שהתגלו. המילה הסתבר מזכירה את המילים סביר, סברה והסתברות, כלומר לא מדובר על עובדה אלא על תחושה - אינטואיציה.

אינטואיציה במקצועות לימוד שונים

מטפורה מוגדרת כהעברת מושגים מתחום לתחום, ובדרך כלל אין קשר של ממש בין תחום המקור ותחום המטרה. להשלכה המטפורית תפקיד מרכזי להבנה ומכיוון ששפה היא המכשיר העיקרי של המטפורה הרי מתקבל על הדעת שלשפה תפקיד מרכזי בתופעת האינטואיציה (ספרד, 2000). המטפורה ידועה בתור אחד הכלים היעילים להבהרת רעיונות אך איתה מגיעה תמיד הסכנה כי היא תובן באופן שונה מזה שהוטל עליה להבהיר. האינטואיציה אינה מנת חלקם של בני האדם בלבד וגם אצל בעלי

חיים האינטואיציה מבצעת בדיקה של תמונה הנקלטת במציאות מול כאלו הנמצאות בזיכרון. תגובה אינטואיטיבית מבוססת בהרבה מקרים על אנלוגיה והכללה. אנלוגיה מתייחסת לדמיון (מלא או חלקי) בין שני דברים. בהכללה נקבע דמיון בין מספר רב של דברים ונעשה בה ניסיון לאפיין קבוצה על פי מרכיבים זהים או דומים בפריטים שבה (וינר, 2000). תגובה אינטואיטיבית יכולה לבוא לידי ביטוי בהחלטות בזק של מראיין מועמדים למשרה כלשהי או תגובה של שוטר ברגע האמת כאשר הכשלים בקבלת ההחלטה יכולים להיות כתוצאה מסיבות שונות המבוססות על הסכמות שאין להן בסיס או הנחות מוטעות (גלדוול, 2005).

כדי לתת לאינטואיציה שלנו לבוא לידי ביטוי להלן תרגיל קטן:

מחבט טניס וכדור עולים יחד 11 ש"ח. המחבט עולה 10 ש"ח יותר מהכדור. ענו במהירות!: מהו מחיר הכדור?

הרוב יענו שקל אחד אך התשובה הנכונה היא חצי ש"ח. באופן אינטואיטיבי הנטייה היא לענות שקל אחד, אך בדיקת התשובה על ידי המערכת הרציונאלית תזהה את הטעות ותכניס אותה לפעולה וחשיבה מסודרת בעזרת, למשל, פתרון הבעיה באמצעות המשוואות הבאות:

$$x+y=11$$

$$x-y=10$$

והפתרון הנכון הוא:

$$x=10.5,\ y=0.5$$

לעיתים, הפתרון האינטואיטיבי הוא נכון ולעיתים הוא שגוי. במידה והוא שגוי, קיימים מקרים בהם המערכת הרציונאלית אינה מבצעת בדיקה והפתרון נשאר שגוי (יסעור, 2005). האינטואיציה באה לידי ביטוי גם בעת הלימוד של מקצועות שונים בבית ספר. מתמטיקה הוא התחום הנפוץ ביותר וכנראה שגם אחד הנחקרים ביותר בהקשר להשפעת האינטואיציה על הוראת המקצוע והלימוד שלו.

אינטואיציה במתמטיקה

במצב שבו שני רכב חולפים האחד על פני השני, ילד יוכל להסיק בקלות מי המהיר מבניהם אך יתקשה בהערכתו אם כיווניהם מנוגדים או כאשר אחד מהם יעבור דרך ארוכה יותר. האינטואיציה של המהירות מצטמצמת למצב של אחד חולף על פני השני ואינה מגיעה לתפיסת יחסי הזמנים והדרכים. האינטואיציה הראשונית היא סכמה סנסורית-מוטורית המועברת לאקט של חשיבה ויורשת את תכונותיה של קודמתה. בשלבים מוקדמים האינטואיציות הראשוניות נוקשות ולא הפיכות, בדומה להרגל. היכולת לחזות מראש ולשחזר מאפשרת לווסת את האינטואיציות התחיליות וזוהי תחילתה של פעולת החשיבה. מסיבה זו, סידור של קבוצת מקלות מהקטן לגדול אפשרי רק בגלל היכולת לבנות באמצעותם צורה של מדרגות. הבחירה במקלון הקטן ביותר ולאחר מכן חיפוש של הקטן בתור אחריו קיימת רק בגיל 6 וחצי 7. עד הגיעו לגיל 7-6.5 ילד לא יוכל להגדיר מושגים אלא באמצעות ציון אובייקטים מתאימים או בהגדרתם באמצעות השימוש המקובל בהם (פיאז'ה, 1969). החוויות הראשונות של הילד והאופן שבו האינטואיציות הראשוניות יתגמשו ויהפכו לחשיבה הן הבסיס לניתוח חוויות דומות בעתיד ובהמשך יהוו את הבסיס לתפיסת הסיטואציה במקרים של שאלות תנועה במתמטיקה. כדאי לציין כי מתמטיקה היא תחום רחב ואינטואיציות מתמטיות בתחום אחד אינן בהכרח מעידות על אינטואיציות מתמטיות בתחום אחר כפי שמעיד על עצמו בהקשר לאינטואיציה פרופסור עמיצור, מתמטיקאי בכיר ומומחה לאלגברה (ספרד, 1994).

אינטואיציה במקצועות אחרים

אחד המקצועות בהם האינטואיציה מתעתעת בנו הוא פיסיקה. אנו עלולים לחשוב כי גופים מוצקים נופלים לכיוון מרכז כדור הארץ, שיש לנו אפשרות להבחין בין גוף בתנועה לבין אחד שאינו בתנועה ועל מנת לגרום לו להיות בתנועה יש להפעיל עליו כוח. לכאורה טענות אלו נראות נכונות: באמת כל מה שנופל מידינו נופל לארץ, ברור לנו שבעת הליכה אנו אלו שנעים ולא כדור הארץ ורכב לא ינוע ללא מנוע. המכאניקה של ניוטון שוללת את שלושת הטענות הראשונות שהוצגו אך ההסברים שלה מורכבים

ותלמידים לא נפגשים בהם ישירות (בן-דב, 1992; מלמד, 2000). לעומתה, בפיסיקה השגויה של אריסטו הטענות הללו נכונות והן מתקבלות באופן אינטואיטיבי כי הן מחזקות התנסויות קודמות שלנו. האינטואיציה באה לידי ביטוי גם במקצועות אחרים. בביולוגיה נוכל להבחין בין חי ודומם באופן אינטואיטיבי אף שאין בידינו הגדרה לשני המושגים (אקשטיין ואיתמר, 2007), בחשמל ואלקטרוניקה קיים קושי להטמיע את המושג "זרם" (1998, Duit & Rhöneck) מסיבות של נטיות אינטואיטיביות וגם בעת הלימוד של מקצוע מדעי המחשב ניתן למצוא מקרים בהם האינטואיציה באה לידי ביטוי.

אינטואיציה במדעי המחשב

דוגמא 1 - השפה הטבעית

הניסיון לתרגם משפה טבעית לשפת תכנות עלול לגרום לשגיאות ויכול לבוא לידי ביטוי, למשל, בניסיון לתרגום של משפט בקרה או לולאה (Pea, 1986).

לדוגמא, ניסיון לקלוט מספר שלם מן המשתמש עד אשר הערך הנקלט הוא בטווח שבין 1 ל- 10 יכול לגרום לבלבול אצל התלמיד. הפרשנות המוטעית שלו להנחיה היא "לקלוט כל זמן שקטן מ- 1 וגם גדול מ- 10". מבלי לשים לב שלא ניתן לקיים את שני התנאים בו זמנית הוא יכתוב את הלולאה כך:

```
while(num<1 && num>10){
....
}
```

למעשה, הטעות הזו נגרמת בעקבות ניסיון כושל לתרגום המשימה משפה טבעית לניסוח מחודש וממנו לשפה המקבילה התכנותית.

דוגמה נוספת היא במקרה שבו התלמידים מתבקשים לקלוט מן המשתמש 3 מספרים שלמים המייצגים אורכי צלעות של משולש ולהציג כפלט האם המשולש חוקי או לא. משולש חוקי הוא משולש שבו סכום כל שתי צלעות גדול מהצלע השלישית. תלמידים המנסים לבדוק האם המשולש אינו חוקי טועים לעיתים ובודקים אם קיימות שתי צלעות כלשהן שסכומן קטן מן השלישית:

```
if(a+b<c || a+c<b || b+c<a)
```

דווקא במקרה זה, תרגום ישיר של ההגדרה למשולש חוקי (כל שתי צלעות) יענה על הדרישה:

```
if(a+b>c && a+c>b && b+c>a)
```

דוגמא 2- משתנים ומטאפורת הקופסא

כפי שצוין קודם לכן, מטפורה מלווה תמיד בסיכון כי השימוש בה דווקא ירחיק את השומע מהבנה של המושג שאותו אנו מעוניינים להבהיר. בהקשר הזה, נמצא במחקר כי קיימות תפיסות מוטעות לגבי משתנים בהקשר לאנלוגיות שעל פיהן נלמד המושג. השוואת המשתנה לקופסא או מגירה יוצרת אצל חלק מהתלמידים את התפיסה כי ניתן להכניס מספר ערכים לתוך המשתנה כך שהוא אינו נדרס ומוחלף בערך האחרון שהוצב בו. תפיסה מוטעית נוספת בהקשר למשתנים היא שלאחר פעולת הצבה ממשיך להתקיים הקשר בין שני המשתנים בעקבות הפעולה וכי שינוי ערך של המשתנה הראשון ישנה גם את ערכו של המשתנה השני (Du Boulay, 1986).

דוגמא 3 - אופרטור השוויון ואופרטור ההצבה

תלמידים מתחילים מרבים להתבלבל ומשתמשים באופרטור ההצבה ואופרטור השוויון במקרים בהם היו נדרשים להשתמש דווקא באופרטור האחר (Volet, 1997 & McGill). מדובר בהרגל שנעקר עם הזמן לאחר תרגול אך מעניין לציין כי הבלבול נובע עקב שימוש טבעי בשפה אך לא זו המדוברת אלא דווקא השפה המתמטית. האופרטור '=' אשר מייצג במתמטיקה את השוויון של שני ביטויים משמש בשפת תכנות כהצבה של ערך אחד של משתנה לתוך משתנה אחר. לעומתו, אופרטור השוויון '==' מייצג בשפת התכנות האם שני הביטויים משני צידי האופרטור שווים או לא.

דוגמא 4 - המושג "יעילות"

נהוג למדוד יעילות של תוכנית באמצעות שני מדדי סיבוכיות עיקריים של זמן ומקום. הזמן מתייחס למספר פעולות היסוד המתבצעות על ידי המעבד ומהן נגזר זמן המעבד לצורך הרצת הקוד, וסיבוכיות המקום מתייחסת לשטח הזיכרון שהאלגוריתם דורש. רוב התלמידים בכיתה י' לא מצליחים להטמיע את המושג יעילות של תכנית, והתפישה האינטואיטיבית של המושג משתמרת למרות הלימוד (צור, 2003).

סיכום

בהקשר של אינטואיציה בכיתה יש שתי שאלות חשובות: האם ראוי לנסות ולפתח את האינטואיציה אצל התלמידים ובמידה והמענה על התשובה הוא חיובי אזי נשאלת השאלה כיצד עושים זאת.

פיתוח אינטואיציה נראה אולי ממבט ראשון דבר המנוגד לעקרונות שלפיהם פועלים מורים רבים: ראוי שתשובה של תלמיד תהיה מנומקת גם אם היא שגויה, הואיל ואנחנו מצפים שתלמיד יספק תשובה לאחר חשיבה מספקת וההסבר צריך להיות עם היגיון פנימי. לאור עקרונות אלו ההתייחסות אל תלמיד שעונה תשובה מתוך תחושת בטן היא כאילו ניחש את התשובה או בחר באופן אקראי מתוך מספר תשובות נתונות. יחד עם זאת, כדאי לזכור כי האינטואיציה היא כלי שימושי למתן מענה מהיר בתנאי אי-וודאות והיכולת לעשות זאת היא קריטית בעולם הטכנולוגי המהיר של המאה ה- 21. האינטואיציה מבוססת על ניסיון והיא אינה תלושה מן הנסיבות. ראוי ללמד אותה וללמוד להשתמש בה כמו גם להכיר את חסרונותיה ולהיות מודעים לתחושת הוודאות שהיא מספקת לנו בדבר הפעולה הנכונה שיש לבצע כאשר לעתים היא פעולה שגויה. לא פשוט לדעת אם מקור השגיאה הוא אינטואיציה שגויה שכן יש צורך לבחון האם לתלמיד קיים ידע פורמאלי לפתרון הבעיה והוא בכל זאת טעה. יחד עם זאת, תמיד חשוב למורה להכיר את מקור השגיאה כדי לדעת כיצד לפעול בהתאם.

גישת "המעבדה תחילה" הוא שיטת הוראה המבוססת על התנסות אישית של התלמידים במעבדה בתחילת הלימוד של נושא חדש. לאחריה יבוא דיון כיתתי אשר יהיה מבוסס בחלקו על אינטואיציות שבאו לידי ביטוי או התפתחו בשיעורי המעבדה. כדי לפתח דיון כיתתי וכדי לעודד את קיומה של האינטואיציה באופן כללי, יש צורך באקלים כיתתי החופשי מביקורת של המורה ושל חברים לכיתה. כמו כן, נדרש תנאי בסיסי של הערכה עצמית של התלמידים (אבינון, 2014) כאשר הם יודעים שתשובתם תזכה להתייחסות עניינית ומכבדת ולהערכה המתאימה לתשובתם. מעבר לאקלים הכיתתי כדאי להדגיש בפני התלמידים כי תפיסות מוטעות או אינטואיציות שגויות הן לגיטימיות ולמעשה תמיד כדאי להשאיר מקום קטן לספק.

באופן כזה, טוען פישביין, ניתן לפתח אצל התלמיד אינטואיציות בריאות שכן העלאת השערות היא הדרך שבה גם מומחים נוקטים כאשר הם פותרים בעיות (Fischbein, 1987). פיאז'ה יצר הקבלה בין התפתחות תהליך החשיבה האישי של האדם לבין תהליכי השינוי אשר התרחשו בהיסטוריה של המדע (Garcia & Piaget ,1989). כך למשל, ניתן ללמד פיסיקה באמצעות שימוש באנלוגיות היסטוריות. הקושי שעמד בפני ניוטון דומה לזה שעומד בפני התלמידים הלומדים את המכאניקה הניוטונית כיום (בן-דב, 1992). הנחות היסוד בעבר הרחוק, ההשערות שהועלו והניסויים שנערכו והביאו אותנו לפיסיקה של ימינו הם מסע שהתלמיד יכול לעבור תוך לימוד על חוקרים ידועים במקצועות שונים כך שתהליך הלימוד האישי יחזור על שלבים עיקריים בהתפתחות ההיסטורית של המקצוע. אין סיבה שבעוד מספר שנים לא יבחנו תלמידים את ההנחות, ההשערות, המסקנות ושיטות המחקר של ימינו ואולי יפתחו את האינטואיציה שלהם באמצעות בחינה של תפיסות מוטעות שקיימות אצלנו כיום.

מקורות

אבינון, י' (2014). טיפוח החשיבה האינטואיטיבית בחינוך, *חינוך וסביבו, 6*. סמינר הקיבוצים.

אקשטיין, ל'., איתמר, ד' (2007). *חי, צומח, דומם: תפיסות חלופיות של המושג "חיים" בזיקה להיסטוריה של המדע*. תל אביב: מכון מופ"ת.

בן-דב, י' (1992). האם הפיזיקה של ניוטון היא באמת "אינטואיטיבית"?. *עיונים בטכנולוגיה, 17*.

גלדוול, מ' (2005). *ממבט ראשון*. ירושלים: עברית הוצאה לאור.

וינר, ש' (2000). סיפוקו של הצורך בוודאות - אינטואיציה. *על"ה, 26*, עמ' 22-17.

יסעור, י' (2005). *היגיון ורגש בקבלת החלטות ובלקיחת סיכונים*. תל אביב: רמות אוניברסיטת תל אביב.

כהנמן, ד' (2013). *לחשוב מהר לחשוב לאט*. תל אביב: מטר.

מלמד, ע' (2000). אינטואיציה בעולמות משתנים. *על"ה, 26*, עמ' 12-9.

ספרד, א' (1994). על חשיבה מתמטית, מחקר מתמטי ופיתוח תוכניות לימודים - חישה עם פרופ' שמשון א. עמיצור ז"ל. *על"ה, 15*, עמ' 7-12.

ספרד, א' (2000). אינטואיציה כמטאפורה. *על"ה, 26*, עמ' 42-49.

פיאז'ה, ז' (1969). *שש מסות על ההתפתחות הנפשית* (תרגם אליהו פורת). מרחביה: ספרית פועלים.

צור, א' (2003). *איתור קשיים בתפיסת המושג יעילות של אלגוריתם*. חיבור לשם קבלת תואר "דוקטור לחינוך", אוניברסיטת תל אביב.

תירוש, ד'., ברש, א'., צמיר, פ'., קליין, פ' (2000). *היבטים פסיכולוגיים בהוראת המתמטיקה*, מכון מופ"ת.

Duit, R., & von Rhöneck, C. (1998). Learning and understanding key concepts of electricity. *Connecting research in physics education with teacher education,1*.

McGill, T., J., & Volet, S. E. (1997). A Conceptual Framework for Analyzing Students' Knowledge of Programming. *Journal of Research on Computing in Education*, 29(3), 276-297.

Piaget, J., & Garcia, R. (1989). *Psychogenesis and the history of science*. Columbia University Press.

R.D. Pea (1986). Language-independent conceptual "bugs" in novice programming, Journal of Educational Computing Research, Vol. 2:1, 25-36.

מונחים שאושרו ע"י האקדמיה ללשון העברית

תָּקֶל – bug. הוחלט לבחור בחלופה תָּקֶל בשל בהירותה ונוחותה לשימוש. debugging הוא 'ניפוי תקלים', ובקיצור 'ניפוי' (המונח המקוצר נמצא בשימוש זה זמן).

מַסֶּדֶת – פלטפורמה, כגון מסדת מחשוב, מסדת טכנולוגית. המילה החדשה נוצרה מן המילה המקראית מַסָּד, והיא קשורה למילים יְסוֹד, יִסֵּד.

שָׁרָתִית – servlet.

תַּכְמִין – Easter egg; מנגנון סמוי לא מזיק שנכנס לפעולה לאחר שהמשתמש מבצע רצף של פעולות.

לְתַצֵּר ("לקנפג") – הפועל נגזר מן המילה תְּצוּרָה.

כמו כן הוסדרו המונחים הקשורים ל**צג המחשב**, וכולם נועדו לשמש במקום המילה 'מסך':

צָג (display) הוא המכשיר שעליו מוצגת תמונת המחשב וגם התקן להצגת נתונים ומידע במכשירים שונים. כאשר מעוניינים להבחין בין המכשיר כולו ובין החלק שבו מוצגת התמונה משתמשים במילה **מִרְקָע** (screen). התמונה עצמה המוצגת על המרקע היא **מַצָּג** (display). המצג יכול לכלול **חַלּוֹן** (window), **לוּחַ** (panel), **תֵּבָה** (box), **טֹפֶס** (form) ו**חַלּוֹנִית** (pane).

נוסף על כך החליטה האקדמיה לאמץ במילוניה את המילה המהלכת **מִמְשָׁק** במשמעות interface. בעבר התנגדה האקדמיה למילה זו בגלל זהותה למילה מִמְשָׁק במשמעות management (מן מֶשֶׁק). המונח שנקבע עוד ב־1970 היה מִשָּׁק ואחר כך נקבע מִנְהָל. ואולם המילה ממשק – שנגזרה מ'מַשִּׁיק' – היא המשמשת בקרב אנשי המקצוע ובציבור הרחב, ועתה היא תהיה גם מונח רשמי במילוני האקדמיה.

משחק החיקוי

משחק החיקוי (The Imitation Game) הוא סרט בריטי המבוסס באופן חופשי על פרטים עיקריים מהביוגרפיה של מדען המחשב אלן טיורינג. הסרט מתמקד בתהליך פיצוח מכונת ההצפנה הגרמנית "אניגמה" על ידי הבריטים במלחמת העולם השנייה, במקביל לחייו הפרטיים ואחריתו הטראגית של טיורינג.
ישנם היסטוריונים שמניחים שעבודתם של טיורינג ושותפיו סייעה לקצר את המלחמה באירופה בפרק זמן שבין שנתיים לארבע שנים, ומנעה עוד 21-14 מיליוני קורבנות.

"משחק החיקוי", נפרש על פני שלושה מישורי זמן: תקופת המלחמה, שנות בית הספר של טיורינג, ורדיפתו על רקע הומוסקסואלי באנגליה של שנות החמישים.
טיורינג מגיע לבלצ'לי פארק, האחוזה האנגלית שבה התכנסו מומחים לפענוח צפנים, במטרה לפצח את ה"אניגמה" - אותה מכונת הצפנה סבוכה שבה השתמשו הגרמנים במהלך המלחמה, ושהמסרים שהועברו באמצעותה הסבו אבדות כבדות לבעלות הברית. כבר עם הגיעו בולט טיורינג בהתנהלותו המרוחקת והמתנשאת ובאורחותיו האנטי חברתיות, שהופכות אותו כמעט למעין קריקטורה של לוקה בתסמונת אספרגר. ההסתייגויות ממנו גוברת כאשר טיורינג פונה אישית אל ראש ממשלת בריטניה ווינסטון צ'רצ'יל בבקשה שיעניק לו מאה אלף ליש"ט על מנת לבנות מכונת פענוח - הדרך היחידה מבחינתו לנצח את "אניגמה" - ונענה בחיוב.
במקביל נע הסרט קדימה בזמן, אל שנות ה-50, אז נחקר טיורינג בחשד שהוא מרגל סובייטי. האמת, היא שטיורינג נתפס בעת ביצוע אקט מיני עם צעיר בן 19, מעשה שנחשב לעבירה פלילית.
כתוביות בסיום הסרט מספרות לצופים שטיורינג התאבד בשנת 1954, בהיותו בן 41.
רק בשנת 2009 התנצל ראש ממשלת בריטניה, גורדון בראון, פומבית על היחס המחריד כלפיו, ובשנת 2013 העניקה לו המלכה אליזבת השנייה חנינה שלאחר המוות.

שם הסרט, "The Imitation Game" - "משחק החיקוי", נלקח ממאמר של טיורינג שהופיע באוקטובר 1950 בכתב העת Mind, ובו הציע טיורינג את מה שידוע כיום בשם "מבחן טיורינג", כתחליף לשאלה "האם מכונה מסוגלת לחשוב?". המבחן: חוקר מקיים דיאלוג בשפה טבעית עם שני גורמים סמויים מעיניו, האחד אדם והאחר מכונה. אם החוקר אינו מסוגל לקבוע בביטחון מי האדם ומי המכונה, אזי המכונה עברה בהצלחה את המבחן. שם הפרק הראשון במאמר זה הוא "The Imitation Game".

http://www.ynet.co.il/articles/0,7340,L-4612986,00.html

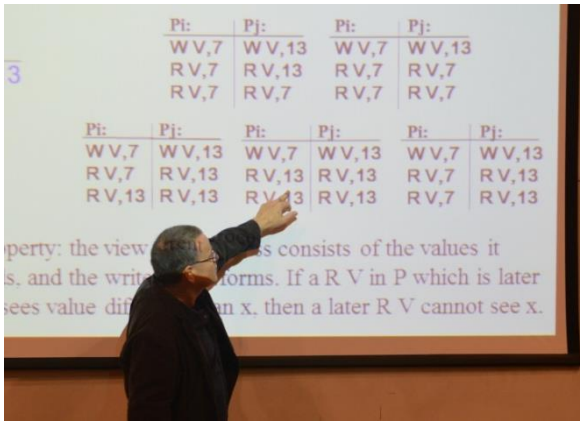
כנס המורים הארצי תשע"ה

ביום שלישי 23.12.14 התקיים בטכניון, חיפה כנס המורים הארצי למדעי המחשב והנדסת תכנה.

בפתיחת הכנס נאם ד"ר אבי כהן, מפמ"ר מדעי המחשב והנדסת תכנה.

פרופ' אסף שוסטר מהפקולטה למדעי המחשב בטכניון הרצה על "מושגים ובעיות יסוד בעולם החישוב המקבילי".

סא"ל רמי שקד, מפקד בית הספר למקצועות המחשב והסייבר של צה"ל נתן הרצאה בנושא "התקשוב והסייבר כמכפיל כח בעידן צה"ל רשתי 2014".



פרופ' אסף שוסטר

סא"ל רמי שקד, מפקד בית הספר למקצועות המחשב והסייבר של צה"ל

כמו כן, התקיימה תערוכת חומרי לימוד:

מבט לחלונות, קודמאנקי, ויליאם פרג'ון, הילה קדמן, מאיר סלע, מערכות שפותחו באגף התקשוב של צה"ל.

בחלקו השני של הכנס, התקיימו מושבים מקבילים, עם מגוון גדול של הרצאות וסדנאות.

פרויקטים של חברת גוגל ישראל:
דוד קדוש: תכנות יצירתי בסביבת סקראץ'
דניאלה רייכמן: מדע זה לבנות

פרויקטים של הפקולטה למדעי המחשב בטכניון:
פרופ' עירד יבנה, דיקן הפקולטה למדעי המחשב
פרופ' מירי בן חן: גרפיקה ממוחשבת – איך זה עובד?
מיכל חורב, יעל שטוירמן ואלה בולשינסקי - פרויקט מהממ"ט - פרויקט שמטרתו לעודד בנות כיתות ט' לעסוק בתחומי ה-STEM (מדעים, טכנולוגיה, הנדסה, מתמטיקה)

אורי ארד, אלביט מערכות: הוראת מדעי המחשב בתיכון כמכפיל כח להוראת המדעים

אסמאעיל סלמאן, אוניברסיטת בן גוריון: למידה מבוססת מטלות בסביבת ויזואלית אינטראקטיבית תלת-ממדית כאמצעי להבנת מושגים בתכנות מונחה עצמים בקרב תלמידי כיתות ז'

אהוד סיון: סביבת עבודה להוראת אסמבלר ליחידות 3, 5.

יונתן שור: קודמאנקי - הוראת שפת תיכנות אמיתית מגיל צעיר באמצעות משחק.

מאיר סלע: לימוד מדעי המחשב באמצעות רובוטיקה וגמיפיקציה.

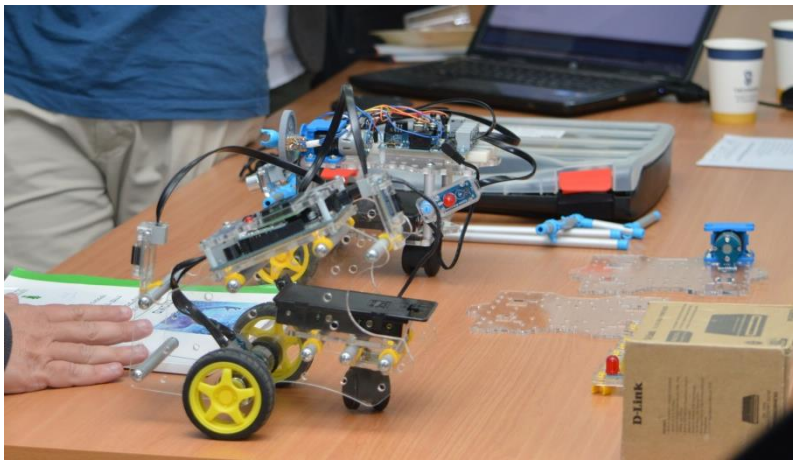
חן ספקטור, רכזת קהילות בעמותת ויקיפדיה ישראל: הכלים השונים שויקיפדיה ומיזמי האחות של ויקיפדיה מאפשרים.

..... החומרים שהוצגו בכנס ניתנים לצפייה באתר המרכז הארצי .....

המפמ"ר ד"ר אבי כהן

חן ספקטור, רכזת קהילות בעמותת ויקיפדיה

תמונות מהתערוכה שהתקיימה במסגרת הכנס



..... תודה לאגף התקשוב בצה"ל על צילום התמונות .....

חומרי למידה שפורסמו באתר בשנת תשע"ה

אתם מוזמנים להיכנס לאתר ולהיעזר בחומרים שפותחו במהלך תשע"ה

http://cse.proj.ac.il/Y15/New15/

הבטים בהוראת מדעי המחשב: משוב לגיליון יוני 2015

קוראים יקרים

לאחר שסיימתם לקרוא את העיתון, אנא מלאו ושלחו משוב זה בהקדם למינהלת מל"מ.

תודה על שיתוף הפעולה,

צוות המרכז הארצי

משוב לגיליון יוני 2015 של "הבטים בהוראת מדעי המחשב"

נא למלא ולשלוח אל:

מינהלת מל"מ

בניין קנדה, קומה 1

קריית הטכניון, חיפה 32000

פקס: 04-8295010

1. שם בית הספר _____

2. שם המשיב_____ מספר המורים שעיינו בגיליון זה בבי"ס _____

3. סמנו במשבצת המתאימה את חוות דעתכם:

				הערות
חוות דעת כללית על הגליון	טובה מאד	טובה	לא טובה	
החשיבות של כתב העת	רבה מאד	רבה	לא חשוב	
מידת העניין	מעניין מאד	מעניין	לא מעניין	
תרומה לעבודתי	תורם מאד	תורם	לא תורם	

4. הערות נוספות:

_____

_____

_____

_____

_____