

## לימוד מדעי המחשב בחברות ייחודיות והשפעת הידע הקודם: המקרה של סטודנטים חרדיים

שרה גנוט                      יפעת בן-דוד קוליקנט  
המרכז האקדמי לב            האוניברסיטה העברית בירושלים  
[sarag@jct.ac.il](mailto:sarag@jct.ac.il)            [yifat.kolikant@mail.huji.ac.il](mailto:yifat.kolikant@mail.huji.ac.il)

### The Effect of Prior Education of Unique Groups that Study Computer Science: The Case of Ultraorthodox Jewish Students

Sara Genut                      Yifat Kolikant

Jerusalem Colledge of Technology    The Hebrew University of Jerusalem

#### Abstract

In line with the growing interest in extending the diversity of CS students, we examined the performance of a unique group of students studying Digital logic: ultraorthodox Jewish men, whose previous education was based mostly on studying Talmud and who lacked a conventional high-school education. We used questions from the Digital Logic Concept Inventory (DLCI  $\beta$ 1) (Herman, 2011). We compared the results to those of another group of religious Jewish men who had undergone a conventional high-school education, as well as to the results reported in the literature. The ultraorthodox group performance in most of the tasks wasn't significantly different. However, in one topic, number representation, they performed better than the other groups. Specifically, concepts of number representation are used in their prior experience. Hence, it could be possible that students' rich Talmudic experience in solving logic problems helped them learn new information, involving number representation. This claim is in line with the constructivist theory of learning, according to which students' prior knowledge plays an important role in their learning processes. This case shows that relying on prior experience may supply not only weaknesses, but also possible strengths, knowledge, and practices that can be used to anchor new knowledge.

**Keywords:** Diversity; Curriculum; Concept Inventory; Logic Design.

#### תקציר

אחד האתגרים בעידן המודרני הוא הגדלת מספר הבוגרים במדעי המחשב, ובפרט יצירת הזדמנות אמיתית לחברות שונות באוכלוסייה בעלות רקע לימודי מגוון להשתלב בתחום. במחקר הזה התמקדנו בקבוצה ייחודית שלומדת מדעי המחשב לתואר בוגר אוניברסיטה (B.Sc.): גברים חרדים שהשכלתם מתבססת על לימוד תלמוד והספרות המשיקה לו, וחסרה מקצועות כמו מתמטיקה, מדעים, אנגלית וכו'. בדקנו את היכולות שלהם בנושא בסיסי במדעי המחשב – לוגיקה מתמטית. נושא זה מעניין במיוחד משום שהתנסויות לוגיות של ניתוח ויישום מהווים גרעין מרכזי בלימוד תלמוד. השוונו את הביצועים שלהם לקבוצת בקרה, סטודנטים גברים בעלי השכלה קודמת שגרתית, וכן לנתונים בספרות. בהשראת התיאוריה הקונסטרוקטיביסטית בחנו כיצד הידע הקודם משפיע על ביצועיהם בתחום החדש, הזר לכאורה.

כלי המחקר, בחינה ומבדק בע"פ, התבססו על כלי הערכה שפותח במטרה לבדוק את ההבנה המושגית של סטודנטים בלוגיקה מתמטית ( Digital Logic )

(Concept Inventory). התוצאות הראו, שלמרות החסר בהשכלה קודמת, הביצועים שלהם לא היו שונים משמעותית ברוב הנושאים שנבדקו. בנושא אחד, ייצוג מספרים, היו הביצועים של החרדים גבוהים יותר משל קבוצת הביקורת. הנושא הזה מוכר להם מחיי היום יום וכן מלימוד תלמוד. מקרה זה מלמד כי יש להתייחס לידע הקודם הייחודי לא רק כמקור לחולשה אלא גם כחוסן פוטנציאלי ויש למפות את הידע הייחודי כעוגנים ללמידת הידע החדש.

**מילות מפתח:** שונות חברתית, תכנית לימודים, תפיסות מושגיות, לוגיקה מתמטית.

## מבוא

העידן הטכנולוגי מכתוב את הצורך בהגדלת מספר הסטודנטים הלומדים מדעי המחשב ברמות שונות (Goode, 2008; McGill, Decker, & Settle, 2015; Varma, 2006). בוגרי מדעי המחשב יכולים להשתלב בתעשיית ההייטק ובתחומים משיקים. בכלל, התמצאות במדעי המחשב מהווה יתרון גם לסטודנטים הלומדים תחומים אחרים, שכן תכנות ויישומי מחשב הם חלק בלתי נפרד כמעט בכל תחום (Guzdial & Forte, 2005). למרות זאת, גיוס סטודנטים ללימודי מדעי המחשב נתקל בקשיים, גם משום התדמית של המקצוע כמשעמם, תובעני ותחרותי (Porter, Guzdial, McDowell, & Simon, 2013).

בפרט, מיעוטים וחברות ייחודיות באוכלוסייה כמעט ואינם עוסקים במקצוע זה. מעבר לחשיבות במתן הזדמנות לאוכלוסיות מגוונות להשתלב בתחום עדכני, ייתכן שסטודנטים בעלי השכלה שונה ולא שגרתית, יכולים לתרום להצלחה בתחומים שונים של מדעי המחשב. מכאן נובעת קריאתם של Varma ואחרים (2006) לצורך בבניית הקורסים במדעי המחשב באופן יותר ידידותי ללומדים, דהיינו, לבסס את הלימוד על רקע שיכול להיות ייחודי לאוכלוסיות שונות. הגישה הזו עולה בקנה אחד עם תיאורית הלמידה הקונסטרוקטיביסטית, המייחסת תפקיד מכריע לידע קודם של הלומד בתהליך הלמידה. לפיה, הלמידה היא תהליך הדרגתי בו הלומד בונה ומבנה ידע חדש באמצעות ולתוך הידע הקיים (Glaserfeld, 1995; Resnick, 1989).

הספרות האמפירית בתחום מתייחסת בד"כ לרקע קודם של התעניינות במדעים או בטכנולוגיה (Goode, 2008; Guzdial & Forte, 2005), או לרקע שקשור בהתנסויות היומיומיות של הלומד מוכרים מחיי הלומד הופך את הנלמד לרלבנטי, בהיר ומשמעותי ומשמר או מגביר את המוטיבציה ללמוד. במחקר שלנו אנחנו מתייחסים לידע קודם מנקודת מבט שונה. בדקנו ביצועים בלוגיקה מתמטית של קבוצת סטודנטים ייחודית: גברים חרדים, חסרי השכלה תיכונית שגרתית, כמו לימודי מתמטיקה, מדעים, ומקצועות הומאניים, שהשכלתם התבססה בעיקר על לימוד תלמוד. השוונו זאת לקבוצת ביקורת של גברים דתיים בעלת רקע לימודי קודם שגרתית, כמו גם לביצועים המדווחים בספרות. ההשכלה של הגברים החרדים, שמתבססת בעיקר על לימוד התלמוד, היא חלק מתפיסת עולם כללית שיש לה משמעות חברתיות. חלקם מקדישים שנים רבות, לא רק את שנות ההשכלה התיכונית, ללימוד התלמוד והספרות הקשורה אליו, לעתים למעלה מעשר שעות לימוד ביום.

ממשלת ישראל משקיעה מאמצים רבים בגיוסם של הגברים החרדים לשוק העבודה. ב-2010 44.5% מהגברים החרדים עבדו והתפרנסו (לעומת 81% מבין כלל הגברים בישראל בגילאים 25-64) (דו"ח פני החברה 2011). בסקר שערך משרד הכלכלה בישראל ב-2008, נמצא ש-49% מהגברים החרדים מעוניינים בהשכלה אקדמית, מתוכם 23% מעוניינים בלימודי מחשבים ברמות שונות (Malachi, Cohen, & Kaufman, 2008).

## שאלות המחקר

המחקר התמקד באופן שבו ידע קודם, שמבוסס בעיקרו על לימוד תלמוד, יתבטא ביכולת של סטודנטים להתמודד עם משימות בלוגיקה מתמטית.

הנחת היסוד הייתה שאופן הביצוע של המשימות הלוגיות יהיה שונה, אך לא היה ברור אם לטוב או לרע. מצד אחד, הסטודנטים חסרים גופי ידע בתחומים אחדים רלבנטיים לנלמד כגון מדעים, מתמטיקה, ואנגלית, ולכן ייתכן שההישגים שלהם בביצוע המשימות יהיו נמוכים בהשוואה לקבוצות אחרות. מצד שני, לוגיקה הינה מרכזית בלימודי תלמוד (Abraham, Gabbay, Schild, Hazut, & Maruvka, 2011) מכאן שיש מקום להנחה, שסטודנטים שעיקר הידע הקודם שלהם מתבסס על התנסויות בלימוד התלמוד, יהיו בעלי תפיסה לוגית כללית ויצליחו בהתמודדות עם

משימות בלוגיקה מתמטית. האם יצליחו ליישם ניסיון קודם בפתרון בעיות לוגיות בתהליך הבנייה של הידע החדש בלוגיקה מתמטית?

## מתודולוגיה

### משתתפים

במחקר השתתפו סטודנטים גברים במרכז האקדמי לב בירושלים. רוב הסטודנטים במרכז האקדמי לב הם דתיים, חלקם חרדים. גם בנות לומדות במרכז האקדמי לב אבל בקבוצות נפרדות. בסה"כ 344 סטודנטים וסטודנטיות הלומדים לקראת תואר BSc במדעי המחשב או הנדסת תוכנה השתתפו בבחינה של הקורס 'מערכות ספרתיות', ששימשה כבסיס למחקר. כל הסטודנטים האלה סיימו את הסמסטר הראשון שלהם ולמדו אותה ת"ל. אחד הקורסים שלמדו בסמסטר הראשון היה 'מערכות ספרתיות'. מתוך הנבחרים, השוונו ביצועים של שתי קבוצות: (א) הקבוצה 'הלא פורמאלית', דהיינו 76 גברים חרדים בוגרי ישיבות, חסרי השכלה תיכונית פורמאלית, שמערכת הלימודים שלהם כללה לימודי קודש בלבד, בעיקר תלמוד, ו-(ב) הקבוצה 'פורמאלית', שכללה 139 סטודנטים דתיים בוגרי תיכונים או ישיבות תיכוניות, שאמנם השתתפו במערכת לימודים מתוגברת בלימודי קודש ותלמוד, אבל במידה מצומצמת, וזה בנוסף ללימודי תיכון רגילים. בוגרי מערכת הלימודים הזו נחשבים כבעלי הישגים אקדמיים גבוהים ביחס לאוכלוסייה הכללית בישראל (Feniger et al. 2014).

בנוסף, השוונו את תוצאות המחקר של 2 הקבוצות לנתונים שבספרות, וביתר ספציפיות למחקר ב-6 מוסדות אקדמיים בארה"ב, בו נבדקו 688 סטודנטים שלומדים מדעי המחשב או הנדסת אלקטרוניקה, ששימשו כמדגם מייצג של רחבי המדינה (Herman, 2011).

### כלי המחקר

במחקר זה השתמשנו בכלי הערכה שפותח במטרה לבדוק את ההבנה המושגית של סטודנטים בלוגיקה מתמטית, DLCI, Digital Logic Concept Inventory. A Concept Inventory (CI) הוא כלי מתוקף המודד באיזו מידה סטודנטים מבינים את מושגי הגרעין של נושא מסוים ועד כמה ההבנה המושגית שלהם תואמת את התבנית המושגית של הדיסציפלינה (Taylor et al., 2014; Herman, Loui & Zills, 2010). כלי הערכה כזה נבנה בתהליך של איסוף ומיפוי של תשובות שגויות של סטודנטים, שניתן לפרש אותן כתפיסות מוטעות או כפיתוח והמשך לא נכונים של ידע קודם.

השתמשנו בגרסה האחרונה של כלי זה, DLCI  $\beta 1$ . כלי זה שימש במחקרו של הרמן המצוין לעיל (Herman, 2011).

**הבחינה:** נבדקו ארבעה נושאים מרכזיים בלוגיקה מתמטית: ייצוג מספרים, לוגיקה בוליאנית, מעגלים סדרתיים, מעגלים משולבים. בחרנו ב-6 שאלות רבות ברירה מתוך הגרסה האחרונה DLCI  $\beta 1$  וכללנו אותם כחלק מ-16 השאלות של הבחינה הסופית של הקורס 'מערכות ספרתיות'. טבלה 1 מציגה את השאלות בהתאם למושגים שהן בודקות (ממוספרות לפי מקומם ב-DLCI  $\beta 1$  ובבחינה של הקורס).

טבלה 1. השאלות בבחינה

בחינה	DLCI $\beta 1$	הנושא והמושגים
4,1	17,6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• מעגל סדרתי ומצב               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ יחסי גומלין בין מצב לדלגלים</li> </ul> </li> <li>• ייצוג מספרים               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ ייצוג בשיטת המשלים ל-2, גלישה</li> <li>○ בסיסים של מספרים</li> </ul> </li> </ul>
2	14	
3	16	
5	21	<ul style="list-style-type: none"> <li>• מרכיבי מעגל משולב MSI</li> </ul>
6	24	<ul style="list-style-type: none"> <li>• לוגיקה בוליאנית</li> </ul>

תחילה בדקנו האם יש הבדל סטטיסטי משמעותי (מתוך השוואה של ממוצעי הציונים) בין 2 הקבוצות, הפורמאלית והלא פורמאלית. בנוסף, חישבנו את התפלגות התשובות בכל אחת

מהשאלות והשווינו בין הקבוצות. את התפלגות התשובות השווינו גם לתשובות שהתקבלו במבחן ה-DLCI  $\beta 1$  (Herman, 2011).

ההשוואה הראתה שב-2 שאלות היה יתרון לקבוצה הלא פורמאלית הן ביחס לקבוצה הפורמאלית והן ביחס לתוצאות שדווחו ע"י הרמן (2011). שתי השאלות היו בנושא של ייצוג מספרים. זה הוביל אותנו להמשיך ולחקור את מהלך הפתרון של משימות בנושא הזה, על ידי מבדק בע"פ.

**מבדק בע"פ.** זמן קצר לאחר המבחן ראינו 4 סטודנטים מתוך הקבוצה הלא פורמאלית, שהציון שלהם במבחן 40-80%. המרואיינים התבקשו להביע בקול את מחשבותיהם תוך כדי פתרון שאלות בלוגיקה מתמטית. הראיון כלל שאלות פתוחות באותם 4 נושאים מרכזיים בלוגיקה מתמטית שהיו גם בבחינה (טבלה 1). השאלות נלקחו מגרסאות קודמות של ה-DLCI, חלקן נלקחו ממהלך הבחינה של ה-DLCI. כאן נציג ניתוח של התשובות לשאלות בנושא ייצוג מספרים, שבו היה יתרון לסטודנטים מהקבוצה הלא פורמאלית. ניתחנו את מהלך הפתרון של שאלות בנושא והשווינו למדווח בספרות, על מנת לזהות תבניות של תהליכי חשיבה.

### מהימנות ותוקף

המהימנות והתוקף של ה-DLCI נבדקו בשיטות אחדות (Herman, 2011, Herman & Handzik, 2010, Herman, Loui & Zills, 2010) ואנחנו התבססנו על חלק מהשיטות האלה.

**מהימנות הבחינה :** Cronbach  $\alpha$  עבור הבחינה שלנו בכללותה היה 0.67. מתאם פירסון בין ממוצעי הציונים של 6 השאלות שנלקחו מה-DLCI  $\beta 1$  ובין ממוצעי הציונים של הבחינה בכללותה לגבי כל אחת מן הקבוצות, הלא הפורמאלית והפורמאלית בנפרד, ולגבי כל האוכלוסייה כולה שהשתתפה בבחינה היה 0.76, 0.80 ו-0.81 בהתאמה.

**תוקף הבחינה :** אחת הדרכים לתקף את הבחינה היא הבדיקה האם כל המסיחים אכן נבחרו. בבחינה שלנו (כמו גם ב-DLCI  $\beta 1$ ), אכן כל המסיחים נבחרו.

בנוסף בדקנו את המתאם בין הביצוע של שאלה בודדת לבין הביצוע של הבחינה בכללותה. לשם כך בנינו עקומות IRC's עבור 6 השאלות עבור כל קבוצה, הלא פורמאלית והפורמאלית בנפרד. עקומות אלו מתארות את ממוצע הציונים בשאלה מסוימת ביחס לממוצע הציונים של הבחינה כולה לגבי כל חמישית אוכלוסייה. למעט נושא ייצוג מספרים המדווח בהמשך, לא נמצאו הבדלים משמעותיים, גם לא ביחס לתוצאות ה-DLCI  $\beta 1$  (טבלה 4).

**המהימנות והתוקף של המבדק בע"פ :** בנייתוח הפרוטוקולים הסתמכנו על קודים שהוגדרו ע"י מחברי ה-DLCI (Herman, Kaczmarczek, Loui, & Zills, 2012). כדי לתקף את זיהוי הקודים, כל אחד מ-2 החוקרים ניתח את התשובות לחוד ולאחר השוואה של התוצאות הוגדרו הקודים המתאימים לכל תשובה.

### ממצאים

#### הבחינה

טבלה 2 מציגה נתונים סטטיסטיים כלליים לגבי הביצועים של שתי הקבוצות.

טבלה 2. ביצוע 6 שאלות ה-DLCI  $\beta 1$

הקבוצה	N – מס' סטודנטים	ציון ממוצע	סטיית תקן	חציון
פורמאלית	139	3.31	1.55	2.67
לא פורמאלית	76	3.36	1.63	2.4

אין הבדל סטטיסטי משמעותי בין שתי הקבוצות. אמנם הקבוצה הלא פורמאלית השיגה ממוצע מעט יותר גבוה, אבל גם סטיית התקן הייתה גבוהה.

התפלגות התשובות ל-6 השאלות של הבחינה מוצגת בטבלה 3. לצורך השוואה אנחנו מציגים גם את התוצאות במבחן ה-DLCI  $\beta 1$ .

טבלה 3. התפלגות התשובות באחוזים<sup>1</sup>

קבוצה			שאלה ותשובות לבחירה
פורמאלית	לא פורמאלית	DLCI β1	
מעגל סדרתי ומצב			<sup>2</sup> 1
8	9	4	א
8	14	9	ב
53	45	56	ה
31	34	7	ו
ייצוג מספרים, שיטת המשלים ל-2 וגלישה			2
24	21	36	א
57	65	44	ב
9	4	9	ג
10	9	11	ד
ייצוג מספרים, מספרים בבסיסים שונים			3
63	71	49	א
15	5	26	ב
15	19	16	ג
5	4	7	ד
מצב ומעגלים סדרתיים			<sup>3</sup> 4
14	14	4	א
10	13	4	ב
3	7	6	ג
61	51	75	ד
13	14		ה
מרכיבי מעגל משולב MSI			5
9	11	9	א
19	17	15	ב
58	58	68	ג
13	14	9	ד
לוגיקה בוליאנית			6
10	11	16	א
57	51	49	ב
26	25	29	ג
7	13	6	ד

<sup>1</sup> התשובות הנכונות מובלטות.

<sup>2</sup> בשאלה זו הושמטו 2 תשובות של ה-DLCI β1.

<sup>3</sup> בשאלה זו הושמטו 2 תשובות של ה-DLCI β1 ותשובה אחת נוספה.

לקבוצה הלא פורמאלית היה יתרון בשאלות 2 ו-3 בנושא של ייצוג מספרים, הקבוצה הצליחה פחות בשאלות 1 ו-4 בנושא של מעגלים. בשאלה 6 – בנושא של לוגיקה בוליאנית, הביצוע שלה היה מעט שונה, ובשאלה 5 – בנושא של רכיבי MSI - לא היה הבדל.

ההבדל העיקרי התגלה בניתוח של עקומות ה-IRC. טבלה 4 מציגה את  $R^2$  של עקומות ה-IRC, מה שמבטא את המתאם בין הביצוע של כל שאלה בנפרד ובין הביצוע של הבחינה בכללותה. הנתונים הם של כל קבוצה בנפרד ובהשוואה לנתונים של ה- $\beta_1$  DLCI.

**טבלה 4.  $R^2$  של עקומות ה-IRC של הקבוצות השונות**

קבוצה			$R^2$
פורמאלית	לא פורמאלית	DLCI $\beta_1$	
0.8699	0.9610	0.9646	שאלה 1
0.9487	0.6599	0.9741	שאלה 2
0.9781	0.6207	0.9749	שאלה 3
0.9678	0.9529	0.9895	שאלה 4
0.9320	0.9628	0.9649	שאלה 5
0.8477	0.9178	0.9643	שאלה 6

סטיות בולטות התגלו בשאלות 2 ו-3. שאלה 2 עסקה בנושא של ייצוג מספרים בשיטת המשלים ל-2, ושאלה 3 עסקה במספרים שמיוצגים בבסיסים שונים.

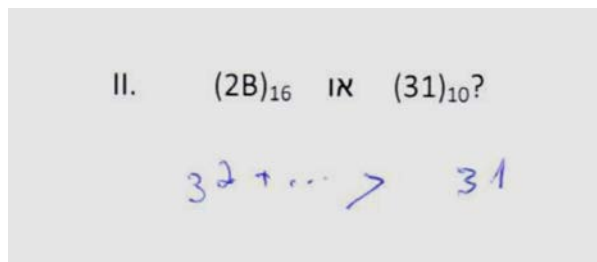
### מבדק בע"פ

**שאלה 1: השוואה בין מספרים בבסיסים שונים:**

איזה מספר גדול יותר?

I.  $(11010)_2$  או  $(32)_{10}$ ?      II.  $(2B)_{16}$  או  $(31)_{10}$ ?

לפי הספרות, סטודנטים בד"כ יעדיפו להעביר את 2 המספרים לבסיס אחד לצורך השוואה, ועוד, במקרה של מספר בבסיס הקסדצימלי, תלמידים יעדיפו להעביר את המספר לבסיס בינארי תחילה ובשלב שני לבסיס עשרוני. זו לא תפיסה שגויה. זו גישה טכנית, המעידה על חשיבה טירונית ולא בשלה. לעומת זאת, התלמידים כאן לא השתמשו בהעברה מבסיס לבסיס כדי להגיע לתשובה. למשל בתשובה לסעיף I סטודנט ענה שלפי מספר הספרות הנתון במספר הבינארי המספר יכול להגיע רק עד  $(31)_{10}$  וממילא קטן מ- $(32)_{10}$ . בתשובה לסעיף II, סטודנט ציין שבמספר על בסיס הקסדצימלי, הספרה 2 לבדה ערכה 32 על בסיס 10 וממילא המספר גדול מ- $(31)_{10}$  (איור 1). תשובות אלו מעידות על גישה מתוך הבנה מושגית בפתרון הבעיה ועל התבססות על המשמעות של מקומה של כל ספרה בייצוג המספרים בבסיסים שונים.



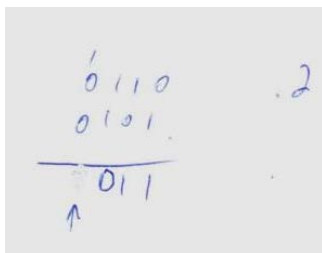
איור 1. תשובה לסעיף II, שבה הסטודנט מתבסס רק על הערך העשרוני של הספרה 2 לפי מקומה

**שאלה 2: גלישה**

באיזה מהתרגילים הבאים של חיבור מספרים בשיטת המשלים ל-2 תהיה גלישה?

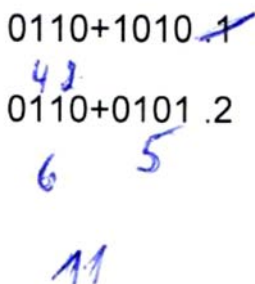
- I. 0110+ 1010      II. 0110+0101

לפי מחברי ה-DLCI ההבנה והמשמעות של מספר הביטים במחשב, שמגבילים את ערכו של מספר, הם מושג שנוגד התפיסה הבסיסית שאין גבול לגודלו וערכו של מספר. אכן, סטודנטים רבים במבחני ה-DLCI התקשו בפתרון בעיות שקשורות במספרים שערכם מוגבל ולא הצליחו להסביר את הקשר בין ייצוג מספרים ומבנה המחשב. הסטודנטים מהקבוצה הלא פורמאלית פתרו נכון את השאלות הנ"ל, ובהסברים שלהם גילו הבנה עמוקה לקשר של מבנה המחשב וייצוג המספר. למשל, בפתרון הבא (איור 2) סטודנט מצביע על הספרה המשמעותית ש'אין לה מקום' בטווח שהוגדר עבור המספר.



**איור 2. הצבעה בחץ על הספרה השמאלית כדי לציין גלישה**

סטודנט אחר 'המציא' הסבר לא מקובל בפתרון הבעיה (איור 3). הוא הפך את המספרים לבסיס 10, ולאחר חיבור שלהם הסיק שלתוצאת החיבור אין מקום בטווח שהוקצה עבור המספר.



**איור 3. התשובה מתבססת על הפיכה למספר עשרוני**

בדוגמאות הללו ניתן לזהות הבנה מושגית ופרשנות בשלה בייצוג מספרים ופעולות חשבוניות בכל הנוגע למבנה המחשב.

**דיון ומסקנות**

התברר שבנושאים מסוימים הורגש החסר בידע קודם, לעומת יתרון ברור בנושא של ייצוג מספרים ופעולות חשבוניות. סביר להניח שהחסר בידע קודם, בפזיקה למשל, הוא הסיבה להצלחה פחותה בנושא של מעגלים, וכן, ייתכן והעדר לימוד אנגלית בהשכלה קודמת, הוא שמפריע לשליטה טובה שלהם בלוגיקה בוליאנית, שדורשת הבחנה בין האנגלית המדוברת לזו המשמשת את השפה הבוליאנית. דווקא בנושא המספרים, שהוא נושא שמוכר לאותם סטודנטים לא רק מחיי היום יום אלא גם מתוך תכנים של לימודיהם הקודמים, הם גילו הבנה עמוקה, שליטה מושגית ואפילו יצירתיות בביצוע משימות וכן קיצורי דרך מקוריים במהלך של פתרון בעיות.

התנסויות לוגיות של ניתוח ויישום במצבים חדשים מהווים גרעין מרכזי בלימוד תלמוד (Abraham, Gabbay, & Schild, 2009, 2011). מנקודת מבט קונסטרוקטיביסטית יש מקום לייחס את ההצלחה שלהם בבניית הידע הספציפי הזה להשכלה הקודמת הייחודית שלהם. יותר מכך, ממצאי המחקר תומכים בפרשנות של Bransford and Schwartz (1999), שהעברת ידע קודם היא לא רק מיפוי של התנסויות קודמות בסיטואציה חדשה, אלא פרשנות של הנתונים של המצב החדש בהתאם לתפיסה המערכתית של הלומד. הדבר בא לידי ביטוי במקוריות של הסטודנטים מהקבוצה הלא פורמאלית במהלך הפתרון של המשימות.

במקרה שלנו התמקדנו בקבוצה ייחודית והצלחנו לזהות יתרון בתחום מסוים שנתמך ע"י ההתנסות הקודמת שלהם. לממצא הזה יש משמעות יישומית. ראשית, אפשר לנצל את הייחודיות של קבוצת סטודנטים זו ולנתב אותה להתמחות בתחומים שמתבססים על היתרון שהם רכשו בהשכלה הקודמת שלהם. באופן דומה, אם יש מגמה בעידן הטכנולוגי לגייס מגוון של סטודנטים ללימודי מדעי המחשב (Eglash, Bennett, O'donnell, Jennings, & Cintonino, 2006; Guzdial & Tew, 2006), יש להתמקד בזיהוי החולשות והחזקות של אוכלוסיות מיוחדות כדי לסלול להם דרך ייחודית להצלחה בלימודים ובעיסוק העתידי.

## מקורות

דו"ח פני החברה, הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, 2011.

- Abraham, M., Gabbay, D., & Schild, U. (2009). Analysis of the Talmudic argumentum A fortiori inference rule (Kal-Vachomer) Using matrix abduction, *Studia Logica*, 92, 281.
- Abraham, M., Gabbay, D., & Schild, U. (2011). Obligations and prohibitions in Talmudic deontic logic. *Artificial Intelligence and Law*, 19(2), 117-148.
- Abraham, M., Gabbay, D., & Schild, U. (2011). The handling of loops in Talmudic logic, with application to odd and even loops in argumentation. In: D. Rydeheard, A. Voronkov, & M. Korovina (Ed). *Proceedings of Higher-Order Workshop on Automated Runtime Verification and Debugging* (pp. 140-164).
- Abraham, M., Gabbay, D., Schild, U., Hazut, G., & Maruvka, Y. (2011). Logical analysis of the Talmudic rules of general and specific (Klalim-u-Pratim). *The Journal History and Philosophy of Logic*, 32, 47.
- Bransford, J. D., & Schwatz, D. L. (1999). Rethinking transfer: a simple proposal with multiple implications. *Review of Research in Education*, 24, 61-100.
- Eglash, R., Bennett, A., O'donnell, C., Jennings, S., & Cintonino, M. (2006). Culturally situated design tools: Ethnocomputing from field site to classroom. *American Anthropologist*, 108(2), 347-362.
- Feniger, Y., Mcdossi, O., & Ayalon, H. (2015). Ethno-religious differences in Israeli higher education: Vertical and horizontal dimensions. *European Sociological Review*, 31(4), 383-396.
- Glaserfeld von, E. (1995). *Radical Costructivism: A Way of Knowing and Learning*. The Falmer Press.
- Goode, J. (2008). Increasing diversity in K-12 computer science: Strategies from the field. In ACM SIGCSE Bulletin , 40(1), 362-366. ACM 978-1-59593-947-0/09/0003
- Guzdial, M., & Forte, A. (2005). Design process for a non-majors computing course. *ACM SIGCSE Bulletin*, 37(1), 361-365. ACM 1-58113-997-7/05/0002
- Guzdial, M., & Tew. A. E. (2006). Imageening inauthentic legitimate peripheral participation: An instructional design approach for motivating computing education. *ICER'06*, 51-58. ACM 1-59593-494-4/06/0009
- Herman, G. L., Kaczmarczk, L., Loui, M. C., & Zills, C. (2008). Proof by Incomplete Enumeration and Other Logical Misconceptions. *Proceeding of the 4th International Computing Education Research Workshop*. In ICER'08, 59-70. ACM 978-1-60558-216-0/08/09
- Herman, G. L., Loui, M. C., & Zills, C. (2009). Work in progress – students' misconceptions about state in digital systems. *Proceeding of the 39th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*. FIC'09, T4D1-T4D2.
- Herman, G. L., & Handzik, J. (2010). A Preliminary Pedagogical Comparison Study Using the Digital Logic Concept Inventory. 40th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference. October 27-30, 2010. Washington, D.C. DOI: 10.110.9/FIE.2010.5673591
- Herman, G. L., Loui, M. C., & Zills, C. (2010). Creating the Digital Logic Concept Inventory. *Proceeding of the 41th Annual ACM Technical Symposium of Computer Science Education*, SIGCSE'10, 102-106. ACM 978-1-60558-885-8/10/03



- Herman, G. L. (2011). The Development of a Digital Logic Inventory, Ph.D thesis, University of Illinois at Urbana-Champaign.
- Herman, G. L., & Loui, M. C. (2011), Administering a Digital Logic Concept Inventory at Multiple Institutions. Paper presented at 2011 ASEE Annual Conference & Exposition, Vancouver, BC. <https://peer.asee.org/17423>
- Herman, G. L., Kaczmarczk, L., Loui, M.C., & Zills, C. (2012). Describing the what and why of students' difficulties in Boolean logic. *ACM Transactions on Computing Education*, 12, 1. DOI: 10.1145/2133797/2133800
- Malachi, A., Cohen. B., & Kaufman, D. (2008). Concerned about their future: attitudes and barriers towards academic education in the ultra-orthodox sector, the Jerusalem Institute of Israel Studies and the Ministry of Economy (Hebrew), retrieved <http://www.jiis.org.il/upload/haredim.pdf>
- McGill, M. M., Decker, A., & Settle, A. (2015). Does Outreach Impact Choices of Major for Underrepresented Undergraduate Students?. *Proceedings of the eleventh annual International Conference on International Computing Education Research* (pp. 71-80). ACM. DOI: 10.1145/2787622.2787711
- Porter, L., Guzdial, M., McDowell, C., & Simon, B. (2013). Success in introductory programming: What works?. *Communications of the ACM*, 56(8), 34-36. DOI: 10.1145/2492007.2492020
- Resnick, L.B. (1989). Introduction In L.B. Resnick (Ed.), *Knowing, learning and instruction: Essays in honor of Robert Glaser* (pp. 1-24). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Taylor, C., Zingaro, D., Porter, L., Webb, K. C., Lee, C. B., & Clancy, M. (2014). Computer science concept inventories: past and future. *Computer Science Education*, 24(4), 253-276.
- Varma, R. (2006). Making computer science minority-friendly. *Communications of the ACM*, 49(2), 129-134. DOI: 10.1145/1113034.1113041