

אוניברסיטת בר-אילן
בית-הספר לחינוך

הזיקה בין ידע בחשבון טרום כיתה א' לבין יכולת ההשתנות הקוגניטיבית בחשיבה אנלוגית

דפנה זילבר

העבודה נעשתה בהנחייתו של

פרופ' דוד צוריאל

עבודה זו מוגשת כחלק מהדרישות לשם קבלת תואר מוסמך
בבית הספר לחינוך
אוניברסיטת בר-אילן

תודות

לפרופסור דוד צוריאל, על אינסוף סבלנות
לד"ר ענת סלע, על התמיכה בתחום המוכנות
ליהודית אברהמי, שהושיטה יד בנושא האבחון
ולשלמה, אישי היקר, על ההבנה והפירגון

תוכן העניינים

א.....	תקציר	
1.....	מבוא	1
4.....	רקע תיאורטי	2
4.....	ידע בחשבון טרום כיתה א'	2.1
4.....	מוכנות בחשבון לקראת כיתה א'	2.1.1
4.....	תיאוריות בהתפתחות החשיבה החשבונית	2.1.2
6.....	אבחוני חשבון טרום כיתה א'	2.1.3
7.....	האבחון הדינמי	2.2
7.....	עקרונות האבחון הדינמי	2.2.1
	יכולת ההשתנות בחשיבה האנלוגית כפי שהיא נמדדת באמצעות המבחן הדינמי	2.2.2
8.....	המבחן הדינמי	8
9.....	הקשר בין האבחון הדינמי לבין יכולות הלמידה	2.2.3
9.....	חשיבה אנלוגית	2.3
9.....	מהי חשיבה אנלוגית?	2.3.1
10.....	תיאוריות מרכזיות בהתפתחות החשיבה האנלוגית	2.3.2
12.....	חשיבה אנלוגית בגיל הרך	2.3.3
15.....	הקשר בין חשיבה אנלוגית לחשיבה חשבונית	2.3.4
18.....	רציונל המחקר	2.4
19.....	שאלות המחקר	2.5
20.....	השערות המחקר	2.6
22.....	שיטה	3
22.....	אוכלוסיית המחקר	3.1
24.....	כלי המחקר	3.2
24.....	מבחן הערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א'	3.2.1
24.....	מבנה המבחן להערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א'	3.2.1.1
	שלבי הכנת המבחן להערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א'	3.2.1.2
29.....	מבחן כושר ההשתנות באנלוגיות מושגיות ותפיסתיות (CCPAM)	3.2.2
35.....	תת-מבחן – אנלוגיות סגורות (Analogies Closed)	3.2.2.1
39.....	תת-מבחן – אנלוגיות בנייה (Analogies Construction)	3.2.2.2
43.....	הליך המחקר	3.3
43.....	מערך המחקר	3.4

48	.....	ממצאים	4
48	.....	מדדי המחקר	4.1
		הבדלים בין בנים לבנות בידע בחשבון טרום כיתה א' וביכולת החשיבה האנלוגית	4.2
50	.....	
51	.....	הקשר בין יכולת החשיבה האנלוגית לבין ידע בחשבון טרום כיתה א'	4.3
		מקדמי הרגרסיה הקנונית בין חשיבה אנלוגית לבין ההישגים במבחן להערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א'	4.4
57	.....	
		ניבוי הישגים במבחן להערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א' על-פי ציוני החשיבה האנלוגית	4.5
58	.....	
		רגרסיות לניבוי ההישגים במבחן להערכה דידיקטית בחשבון על-פי ציוני החשיבה האנלוגית	4.5.1
59	.....	
		רגרסיות היררכיות להסבר השונות של ההישגים במבחן להערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א' לפי יכולת החשיבה האנלוגית	4.5.2
61	.....	
		רגרסיות היררכיות להסבר התרומה הדיפרנציאלית של סוגי המבחנים השונים בחשיבה אנלוגית להסבר השונות בידע בחשבון	4.5.3
66	.....	
		הסבר השונות בהישגים במבחן להערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א' באמצעות אנלוגיות סגורות, מושגיות לעומת תפיסתיות, בשלב שלפני למידה	4.5.3.1
66	.....	
		הסבר השונות בהישגים במבחן להערכה דידיקטית בחשבון באמצעות אנלוגיות סגורות, מושגיות לעומת תפיסתיות, בשלב שלאחר למידה	4.5.3.2
68	.....	
		הסבר השונות בהישגים במבחן להערכה דידיקטית בחשבון באמצעות אנלוגיות בנייה, מושגיות לעומת תפיסתיות	4.5.3.3
69	.....	
72	.....	דיון	5
		הקשר בין חשיבה אנלוגית להישגים במבחן להערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א'	5.1
73	.....	
		תרומת הערכת החשיבה האנלוגית בדרך דינמית לקשר שבין חשיבה אנלוגית לבין הישגים במבחן להערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א'	5.2
78	.....	
		התרומה הדיפרנציאלית של סוגי המבחנים השונים בחשיבה אנלוגית להסבר השונות בהישגים במבחן להערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א'	5.3
80	.....	
		התרומה הדיפרנציאלית של האנלוגיות התפיסתיות מול אנלוגיות מושגיות להסבר השונות בתוצאות המבחן להערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א'	5.3.1
81	.....	
		התרומה הדיפרנציאלית של האנלוגיות הסגורות מול אנלוגיות הבנייה להסבר השונות בידע בחשבון טרום כיתה א'	5.3.2
85	.....	
89	.....	ביבליוגרפיה	
I	.....	תקציר באנגלית	

לוחות

22.....	השכלת הורים	לוח 1
23.....	מאפיינים תעסוקתיים של ההורים	לוח 2
23.....	מספר ילדים בבית	לוח 3
25.....	תחומי המבחן להערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א'	לוח 4
34.....	ממוצעים, סטיות תקן, מהימנות וטווח הציונים של מדדי החקר	לוח 5
36.....	מקדמי מהימנות קרונבך-אלפא לאנלוגיות סגורות מתוך מבחן CCPAM כפי שנמצאו במחקר הנוכחי	לוח 6
40.....	מקדמי מהימנות קרונבך-אלפא לאנלוגיות בנייה מתוך מבחן CCPAM כפי שנמצאו במחקר הנוכחי	לוח 7
45.....	שליטה במרכיבי המחקר בטכניקה של Counter Balance	לוח 8
48.....	ממוצעים, סטיות תקן, מהימנות וטווח הציונים של מדדי המחקר (n=100)	לוח 9
49.....	ממוצעים וסטיות תקן של הישגים במבחן להערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א' לפי סוג מבחן (n=100)	לוח 10
49.....	תוצאות ניתוח שונות של הישגים במבחן להערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א' לפי סוג מבחן	לוח 11
50.....	ממוצעים, סטיות תקן וערכי t של הידע בחשבון והיכולת לחשיבה אנלוגית לפי מין	לוח 12
51.....	מתאמי פירסון בין ציוני החשיבה האנלוגית לבין ההישגים בתתי-המבחן המרכיבים את המבחן להערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א'	לוח 13
59.....	ניתוח רגרסיה בצעדים לניבוי סך-כל ההישגים במבחן להערכה דידיקטית בחשבון על-פי משתני החשיבה האנלוגית	לוח 14
60.....	ניתוחי רגרסיה בצעדים לניבוי הישגים בכל אחד מתתי-המבחנים בחשבון על-פי משתני החשיבה האנלוגית	לוח 15
61.....	ניתוח רגרסיה היררכית להסבר השונות של סך-כל ההישגים במבחן להערכה דידיקטית בחשבון על-פי משתני החשיבה האנלוגית	לוח 16
62.....	ניתוח רגרסיה היררכית להסבר השונות של ההישגים במשמעות סידורית על-פי משתני החשיבה האנלוגית	לוח 17
63.....	ניתוח רגרסיה היררכית להסבר השונות של הישגים במשמעות כמותית על-פי משתני החשיבה האנלוגית	לוח 18
64.....	ניתוח רגרסיה היררכית להסבר השונות של הישגים בשימור כמות על-פי משתני החשיבה האנלוגית	לוח 19
65.....	ניתוח רגרסיה היררכית להסבר השונות של הישגים בהתאמה על-פי משתני החשיבה האנלוגית	לוח 20
67.....	ניתוח רגרסיה היררכית להסבר השונות של ההישגים בתתי-המבחן להערכה דידיקטית בחשבון על-פי סוג המבחן באנלוגיות סגורות לפני למידה	לוח 21
68.....	ניתוחי רגרסיה היררכית להסבר השונות של ההישגים במבחן להערכה דידיקטית בחשבון על-פי סוג המבחן באנלוגיות סגורות לאחר למידה	לוח 22
70.....	ניתוח רגרסיה היררכית להסבר השונות של הישגים בכל חלקי המבחן להערכה דידיקטית בחשבון על-פי משתני החשיבה באנלוגיות בנייה	לוח 23
81.....	סיכום תוצאות ניתוחי רגרסיה בצעדים של ההישגים במבחן להערכה דידיקטית בחשבון	לוח 24
86.....	אחוזי התרומה הדיפרנציאלית של סוגי האנלוגיות, להסבר השונות של ההישגים במבחן להערכה דידיקטית בחשבון, כפי שהתקבלו בניתוחי רגרסיה בצעדים	לוח 25
87.....	הצעת מערך מחקר לבדיקת השפעת אופנות התיווך באנלוגיות בנייה על הסבר השונות של ההישגים במבחן להערכה דידיקטית בחשבון	לוח 26

רשימת תרשימים

17.....	1	תרשים 1	אנלוגיה חשבונית – דוגמה לשימוש בחשיבה אנלוגית בבעיה חשבונית
18.....	2	תרשים 2	אנלוגיה חשבונית – דוגמה לשימוש בחשיבה אנלוגית בבעיה חשבונית
28.....	3	תרשים 3	מבנה המבחן להערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א'
37.....	4	תרשים 4	דוגמאות לפריטי אנלוגיה תפיסתית המבטאים שינוי צורני, הוספה/הורדה והפכים
39.....	5	תרשים 5	דוגמאות לפריטי אנלוגיה מושגית המביעים יחס פונקציונלי, יחס של חלק/שלם ושייכות קטיגוריאלית
41.....	6	תרשים 6	דוגמאות לפריטי אנלוגיות בנייה מושגיות, המבוססים על קשר קטיגוריאלי, קשר פונקציונלי או אסוציאטיבי וקשר חלק/שלם
42.....	7	תרשים 7	דוגמאות לפריטי אנלוגיות בנייה תפיסתיות, המבוססים על הפכים, שינוי צבע ויחסי יש/אין
47.....	8	תרשים 8	מערך המחקר
49.....	9	תרשים 9	הבדלים בהישגים בחשבון לפי סוג מבחן
52.....	10	תרשים 10	מתאמי פירסון בין אנלוגיות תפיסתיות סגורות לפני למידה ולאחר למידה לבין ההישגים בתתי-המבחן המרכיבים את המבחן להערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א'
53.....	11	תרשים 11	מתאמי פירסון בין אנלוגיות מושגיות סגורות לפני ולאחר למידה לבין ההישגים בתתי-המבחן המרכיבים את המבחן להערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א'
54.....	12	תרשים 12	מתאמי פירסון בין אנלוגיות בנייה לבין ההישגים בתתי-המבחן המרכיבים את המבחן להערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א'
55.....	13	תרשים 13	מתאמי פירסון בין אנלוגיות מושגיות ותפיסתיות לפני למידה לבין ההישגים בתתי-המבחן המרכיבים את המבחן להערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א'
56.....	14	תרשים 14	הקשר בין אנלוגיות מושגיות לפני למידה, אחר למידה ואנלוגיות בנייה לבין ההישגים בתתי-המבחן המרכיבים את המבחן להערכה דידיקטית בחשבון
56.....	15	תרשים 15	הקשר בין אנלוגיות תפיסתיות לפני למידה, אחר למידה ואנלוגיות בנייה לבין ההישגים בתתי-המבחן המרכיבים את המבחן להערכה דידיקטית בחשבון
57.....	16	תרשים 16	מקדמי הרגרסיה הקנונית בין חשיבה אנלוגית לבין ידע בחשבון

נספחים – בחוברת נפרדת

1	נספח 1	"מבחן להערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א'"
2	נספח 2	"מבחן להערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א'" – לוחות עבודה
3	נספח 3	"מבחן להערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א'" – דפי קידוד
4	נספח 4	"מבחן להערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א'" – רשימת אביזרי המבחן
5	נספח 5	קריטריונים למתן ניקוד באנלוגיות בנייה מתוך מבחן ה-CCPAM

תקציר

בשנים האחרונות הולכת וגוברת ההתעניינות המחקרית בתחום הלמידה בחשבון ובכלל זה בתחום המוכנות לחשבון. המונח **מוכנות לחשבון** מתייחס לשלב הבלתי פורמלי שבו רוכשים ילדים בגילאי טרום בית-ספר ידע מתמטי. המחקר העוסק בלמידה חשבונית מנסה לזהות היבטים שונים אשר יש להם השפעה על התפתחות ההבנה החשבונית. במחקר זה ישנה התייחסות להיבטים תרבותיים, חברתיים, סוציו-אקונומיים, קוגניטיביים, אישיותיים, וכן לתהליכי חשיבה ולדרכי הוראה. המחקר הנוכחי מתמקד בעיקר בקשר שבין חשיבה אנלוגית תפיסתית ומושגית לבין מוכנות לחשבון לקראת כיתה א'. היבט קוגניטיבי זה כמעט ולא נבדק עד היום.

ההבנה בבסיס המחקר הנוכחי היא שילדים צעירים חשופים לנושאים מתמטיים שונים בחיי היומיום בסביבתם הטבעית. עם זאת, בהיעדר הקנייה מסודרת של תהליכי חשיבה מתמטיים וידע מתמטי, צריכים הילדים, לעיתים קרובות, להשלים את הידע החסר להם בתהליכי חקר וגילוי, על-ידי העלאת השערות משלהם ביחס לחוקיות ולעקרונות המתמטיים, תוך הסתמכות על הבנה אינטואיטיבית. במחקר זה נבדק הקשר בין חשיבה אנלוגית (מושגית ותפיסתית) לבין מוכנות לחשבון, מתוך הבנה שהחשיבה האנלוגית תופסת מקום מרכזי ברכישת ידע. החשיבה האנלוגית מאפשרת למפות אינפורמציה מתחום המקור לתחום היעד, כבסיס ליצירת הבנות חדשות ולהסקת מסקנות. סביר שילדים צעירים נעזרים בחשיבה האנלוגית על מנת לרכוש ידע ולהגיע להבנה גם בתחום החשבון.

השאלה בדבר קיומו של קשר בין חשיבה אנלוגית לבין מוכנות לחשבון נראית רלבנטית גם לאור העובדה שלאחרונה חלו שינויים באופן שבו נתפס הילד כלומד. התפיסה המסורתית אשר ראתה בילד מקבל ידע פסיבי השתנתה וכיום ברור שהילד בונה ידע בדרכים אקטיביות באמצעות שימוש בתהליכי חקר. שילוב החשיבה האנלוגית בשלבים הראשוניים של התפתחות החשיבה המתמטית ורכישת הידע המתמטי, תואם את דרך פעולת הילדים.

מטרתו של מחקר היתה לבדוק האם קיים קשר בין חשיבה אנלוגית לבין מוכנות לחשבון לקראת כיתה א'. בנוסף לכך, בחן המחקר גם את השאלה, אם הערכת החשיבה האנלוגית בעזרת כלים דינמיים, הכוללים תיווך בין שלבי ההעברה השונים, הוסיפה להסבר השונות בתחום המוכנות לחשבון. במחקר נעשה שימוש בשני סוגים של מבחני חשיבה אנלוגית, המבוססים על תהליכי העברה שונים, על דרכי תיווך שונות, ועל אופנויות פתרון שונות. המטרה הייתה לבדוק האם המבחנים השונים יתרמו באופן דיפרנציאלי להסבר השונות בתחום המוכנות לחשבון.

לצורך המחקר נבחר מבחן CCPAM (צוריאל וגלינקא, 1999; צוריאל, 2002) שהוא מבחן דינמי המוצג בתמונות. למבחן שני נוסחים: אנלוגיות סגורות ואנלוגיות בנייה. בכל אחד מהם ישנם שני תתי-מבחן, אנלוגיות מושגיות ואנלוגיות תפיסתיות. באנלוגיות הסגורות הילד מתבקש לבחור תשובה אחת נכונה מתוך ארבעה מסיחים. באנלוגיות בנייה, הילד מתבקש לבנות מטריצה אנלוגית בעזרת ארבע תמונות מתוך שש נתונות, בזמן ששתי תמונות מהוות מסיחים הקשורים באופן אסוציאטיבי לתמונות המרכיבות את האנלוגיה.

המוכנות לחשבון, כלומר רמת הידע של הילדים בחשבון טרום כיתה א', נבדקה באמצעות "אבחון להערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א'" אשר נבנה לצורך עבודה זו (זילבר, 2000). אבחון זה הוא כלי אמפירי ונעשה בו שימוש בתיווך מסוג תשאול מודרג (Graduated prompt). שלב הכנת המבחן תוך התייחסות לבחירת המטלות, דרכי התיווך והקריטריונים להערכה, היו חלק משמעותי מעבודת חלוץ שקדמה למחקר עצמו. הצורך במבחן התעורר עקב כך שלא ניתן היה לאתר אף כלי אמפירי הבודק מוכנות לחשבון. נושאי המבחן ומטלות המבחן חוברו בהתאם לממצאי מחקרים שונים בארץ ובעולם. המטלות התבססו, בין השאר, גם על אבחונים בלתי פורמליים במוכנות בחשבון.

אבחון המוכנות בחשבון כולל שאלון פתוח ומקודד להערכה כמותית של הידע בחשבון, הנחיות תיווך מדויקות למורה, עזרים מסוגים שונים וכן דפי קידוד. האבחון מורכב מ-314 פריטים אשר הילד עונה רק על חלקם בהתאם לרמות הידע שהוא מגלה במהלך הבדיקה. הפריטים חולקו לארבעה תתי-מבחנים: "משמעות סידורית", "משמעות כמותית", "שימור כמות" ו"התאמה". עבור כל פריט מוצגות ארבע אפשרויות ניקוד.

עבור ביצוע ללא תיווך מקבל הילד שלוש נקודות, שתי נקודות ניתנות עבור ביצוע הנשען על תיווך מילולי, נקודה אחת ניתנת עבור ביצוע הנסמך על תיווך באמצעות עזרים קונקרטיים ואפס נקודות ניתנות עבור אי ביצוע. הציון של הילד בתחום המוכנות לחשבון מתקבל מסך כל הנקודות שקיבל עבור 314 הפריטים הכלולים במבחן.

אוכלוסיית המחקר כללה 100 ילדי "גן חובה" שגילם הממוצע היה 70.97 חודשים ($SD=4.72$). הילדים נדגמו באופן מזדמן מגנים בחינוך הממלכתי והממלכתי-דתי. הרקע הסוציו-אקונומי של הילדים היה ממוצע – גבוה.

בשלב הראשון ניתן לכל הילדים המבחן להערכה דידיקטית בחשבון ובשלב שני – המבחנים של CCPAM. האבחון נעשה על-ידי סטודנטים לתואר שני בחינוך מיוחד, שהוכשרו במשך כ-15 שעות למשימה.

על מנת לבדוק את הקשר בין יכולות בחשיבה אנלוגית לפני ואחרי למידה לבין ההישגים במבחן להערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א', נעשו מתאמי פירסון. מהממצאים עולה כי המתאמים בין ציוני החשיבה האנלוגית לסוגיה לבין הציונים בתחומי הידע השונים בחשבון היו כולם חיוביים. בהשוואה בין התוצאות באנלוגיות סגורות לבין אנלוגיות הבנייה, ניתן לראות שהמתאמים עם אנלוגיות הבנייה לסוגיהן, היו גבוהים יותר מאשר המתאמים עם האנלוגיות הסגורות לסוגיהן. לדוגמה, בהשוואה בין המתאמים שהתקבלו בין תת-מבחן "משמעות סידורית" מתוך מבחן החשבון לבין תת-מבחנים בחשיבה אנלוגית עולה כי עם אנלוגיות מושגיות לפני למידה נמצא קשר חיובי מובהק (24^{**}), עם אנלוגיות מושגיות אחרי למידה נמצא קשר חיובי מובהק גבוה יותר (34^{**}). עם אנלוגיות תפיסתיות לפני למידה נמצא קשר חיובי מובהק (50^{**}), עם אנלוגיות תפיסתיות לאחר למידה נמצא קשר חיובי מובהק, חלש יותר (41^{**}) ועם אנלוגיות הבנייה המושגיות והתפיסתיות נמצא הקשר החיובי הגבוה ביותר (57^{**} , 54^{**}). (בהתאמה).

מהדוגמה הנ"ל, ניתן לראות שהקשר עם מבחני האנלוגיות המושגיות הסגורות לאחר למידה היה חזק יותר מאשר עם מבחני האנלוגיות המושגיות לפני למידה. לגבי האנלוגיות התפיסתיות הסגורות נמצאה מגמה הפוכה, כלומר הקשר עם מבחני

האנלוגיות התפיסתיות הסגורות לפני למידה היה חזק יותר מאשר עם מבחני האנלוגיות התפיסתיות לאחר למידה.

לבדיקת הקשר בין חשיבה אנלוגית לבין ידע בחשבון נערך מתאם קונוני בין מרכיבי החשיבה החשבונית לבין מרכיבי החשיבה האנלוגית. התוצאות מצביעות על קשר מובהק בין יכולת לחשיבה אנלוגית לבין יכולת בחשבון ($\chi^2(24)=79.04, p<.001, Wilk's=.43, Rc=.68$). על מנת לבדוק את הניבוי של ציוני החשבון על-פי מדדי חשיבה אנלוגית נעשו שלוש סדרות של ניתוחי רגרסיה:

1. לצורך ניבוי ההישגים במבחן להערכה דידקטית בחשבון על-פי ציוני החשיבה האנלוגית נערכו ניתוחי רגרסיה בצעדים (stepwise regression). מניתוח הרגרסיה בצעדים לניבוי סך-כל ההישגים במבחן בחשבון על-פי משתני החשיבה האנלוגית עולה כי אנלוגיות בנייה מושגיות ואנלוגיות סגורות תפיסתיות לפני למידה ניבאו 28% מהשונות של סך-כל ההישגים במבחן להערכה דידקטית בחשבון. כמו כן, נראה כי לאנלוגיות הבנייה המושגיות ($\beta=.39$) משקל רב יותר בניבוי ההישגים במבחן להערכה דידקטית בחשבון מאשר לאנלוגיות הסגורות התפיסתיות ($\beta=.23$). מניתוח זה ניתן לראות שאנלוגיות תפיסתיות סגורות לפני למידה תרמו רק 5% נוספים מעבר ל-23% של השונות שנובאה על-ידי אנלוגיות הבנייה המושגיות.
2. כדי להסביר את השונות של ההישגים במבחן להערכה דידקטית בחשבון לפי יכולת החשיבה האנלוגית נערכו ניתוחי רגרסיה היררכית. מניתוח הרגרסיה ההיררכית להסבר השונות של סך-כל הישגים במבחן להערכה דידקטית בחשבון על-פי משתני החשיבה האנלוגית עולה כי האנלוגיות לפני הלמידה תרמו 15% להסבר השונות של סך-כל ההישגים במבחן בחשבון. בשלב השני, האנלוגיות לאחר למידה תרמו 4% נוספים להסבר השונות. בשלב השלישי, אנלוגיות הבנייה המושגיות תרמו 10% נוספים להסבר השונות של סך-כל ההישגים במבחן בחשבון, מעבר לתרומת האנלוגיות הסגורות.

3. על מנת להסביר את התרומה הדיפרנציאלית של סוגי המבחנים השונים בחשיבה אנלוגית להסבר השונות בידע בחשבון נערכה סדרה נוספת של ניתוחי רגרסיה היררכיות. **מניתוח רגרסיה היררכית להסבר השונות של תוצאות המבחן בחשבון על-פי סוג המבחן באנלוגיות סגורות לפני למידה עולה כי בשלב שלפני למידה, האנלוגיות התפיסתיות הסגורות תרמו 15% להסבר השונות בסך כל ההישגים במבחן להערכה דידיקטית בחשבון. לעומת זאת, בשלב שלפני למידה, לאנלוגיות המושגיות הסגורות לא הייתה תרומה להסבר השונות של ההישגים במבחן בחשבון.**

בכל אחת מהסדרות נערכו חמישה ניתוחים שכללו ניבוי הישגים בציון כללי בחשבון וניבוי הישגים עבור כל אחד מחלקי המבחן בחשבון (משמעות סידורית, משמעות כמותית, שימור כמות, התאמה) על-פי ציוני החשיבה האנלוגית. בכל אחת משלוש סדרות הרגרסיה הצטיירה מגמה דומה לממצאים שהתקבלו מתוצאות המבחן הכלליות.

ממצאי המחקר מראים כי: 1. ישנו קשר בין ההישגים במבחן להערכה דידיקטית בחשבון, לבין ההישגים במבחני האנלוגיות השונים. 2. ישנו קשר עקבי וחזק בין ההישגים במבחן להערכה דידיקטית בחשבון לבין אנלוגיות בנייה. 3. הציונים באנלוגיות בנייה, תורמים להסבר השונות ומנבאים את ההישגים בתתי-המבחן להערכה דידיקטית בחשבון טוב יותר מאשר הציונים באנלוגיות סגורות. 4. הקשר בין אנלוגיות מושגיות סגורות אחר למידה, לבין הציונים בחשבון, חזק יותר מאשר עם אנלוגיות מושגיות סגורות לפני למידה. 5. הקשר בין אנלוגיות-תפיסתיות סגורות לפני למידה, עם הציונים בחשבון, חזק יותר מאשר עם אנלוגיות תפיסתיות סגורות לאחר למידה. 6. אנלוגיות תפיסתיות סגורות תרמו להסבר השונות של הציונים בחשבון, יותר מאשר אנלוגיות מושגיות סגורות.

בנוסף לכך, אותרו מגמות נוספות שאינן אינן חד משמעיות: 1. אנלוגיות **תפיסתיות סגורות לפני למידה** תרמו באופן מובהק לניבוי הציונים בחשבון. 2. אנלוגיות **מושגיות סגורות לאחר למידה** תרמו להסבר השונות של ניבוי הציונים בחשבון. 3. אנלוגיות **בנייה מושגיות ותפיסתיות** תרמו במידה שווה להסבר השונות של ההישגים בחשבון.

עם זאת מכיוון שבמחקר זה נעשה שימוש רק בתתי-מבחן מתוך ה-CCPAM ועל מנת שניתן יהיה לטעון באופן וודאי שאכן קיים קשר בין חשיבה אנלוגית לבין מוכנות בחשבון יש צורך במחקרים נוספים. במחקרים מסוג זה יש מקום לעשות שימוש בכלים שונים למדידת החשיבה האנלוגית. חשוב לעשות זאת כדי לוודא שהקשר שנמצא במחקר זה בין ציוני הילדים במבחן CCPAM לבין המוכנות לחשבון אכן מבטא קשר בין חשיבה אנלוגית למוכנות לחשבון ולא קשר המבוסס על גורם קוגניטיבי אחר הבא לידי ביטוי במבחן ה-CCPAM. כמו כן, יש מקום למחקרים אשר יעשו שימוש באנלוגיות הבנייה לפני השימוש באנלוגיות הסגורות כדי שניתן יהיה לדעת האם אנלוגיות הבנייה תורמות יותר להסבר השונות במוכנות לחשבון גם כמבחן העומד בזכות עצמו ולא רק כשלב שלישי בתהליך השימוש במבחן ה-CCPAM. יש להביא בחשבון גם את האפשרות שתרומתן הרבה של אנלוגיות הבנייה להסבר השונות יכולה לנבוע מהעובדה ששיטת התיווך בהן דומה לשיטת התיווך במבחן החשבון.

אם אכן הקשר בין ההישגים במבחן CCPAM לבין ההישגים במבחן להערכה דידיקטית בחשבון, מבטא קשר בין חשיבה אנלוגית לבין מוכנות לחשבון יש לכך השלכות יישומיות רבות ובעלות משמעות גם בתחום המדידה וההערכה וגם בתחום ההתערבות. מהיבטים אבחוניים יש מקום להעדיף את השימוש באנלוגיות מתוך ה-CCPAM כאשר מטרת ההערכה היא לנבא את רמת המוכנות לחשבון. יתכן אפילו שניתן לעודד חשיבה מתמטית באמצעות מטלות בחשיבה אנלוגית.

כדי שתהיינה למחקר זה השלכות דידיקטיות יישומיות, דרושים מחקרי התערבות להוכחת יכולתם של ילדים צעירים, להשתמש באופן ספונטני ואינטואיטיבי, בהעברה אנלוגית בשלבים הראשוניים של רכישת הידע החשבוני וביסוס החשיבה המתמטית. נכון להיום, נעשה במערכות החינוך השונות שימוש רב בעזרים דידיקטיים המכוונים להוראת המתמטיקה. עזרים אלה מבוססים על ההנחה שהילדים יצליחו לבצע תהליכי העברה אנלוגיים ספונטניים מהכלי הקונקרטי אל המתמטיקה המופשטת. לכן יש לבדוק באמצעות מחקרי התערבות האם כדאי לכלול אימון בחשיבה אנלוגית כחלק מהפעילות בגן הילדים. יש מקום לבדוק מהי התרומה של חשיפת ילדים צעירים לאפשרויות

השימוש באנלוגיה לצורך הבנת החוקיות המתמטית, העשרת הידע החשבוני ושליטה בשפה המתמטית.

נקודה חשובה נוספת הראויה להתייחסות מחקרית נוגעת לשאלת התרומה של הערכת יכולות קוגניטיביות בכלים דינמיים מול הערכה יכולות אלה בכלים סטטיים לצורך הסבר השונות במיומנות אקדמית-דידקטית בכלל ומוכנות לחשבון בפרט, שכן הכלים הדינמיים מורכבים יותר וזמן העברתם ארוך יותר. יש צורך להוכיח באמצעות מחקרים נוספים את יעילותם על פני המבדקים הסטטיים. עם זאת, אם יימצא שתהליך התיווך מאפשר ניבוי טוב יותר של הישגים אקדמיים חשוב יהיה לנסות ולהכניס את השימוש בכלים דינמיים לגופים העוסקים באבחון בכלל ולמערכת החינוך בפרט.

1. מבוא

שתי בעיות עוררו את הצורך במחקר זה: (א) הקושי של מערכת החינוך לנבא את הסיכוי להישגים של ילדים, בתחום החשבון, בבית-הספר היסודי. (ב) הצורך של המערכת הטרום בית-ספרית לעבוד עם הילדים בתחום החשבון באופן כזה שהלמידה תהווה בסיס איתן להצלחתם של הילדים בבית-הספר.

גופים שונים התייחסו לחשיבות הוראת המתמטיקה בבתי-הספר. בדו"ח וועדת הררי (1992), הוועדה העליונה לחינוך מדעי וטכנולוגי, בעבודתה של Bennett (2000), וב-NCTM (1989), ניתנו המלצות הנוגעות לחשיבות הוראת המתמטיקה. בדו"ח נאמר: "ממשלת ישראל תכריז על תוכנית לאומית לחיזוק, להעמקה ולשיפור של המתמטיקה... במגמה להכין את הדור הבא של אזרחי המדינה לחיים בעידן המדעי-טכנולוגי". המלצות אלו מתייחסות לחשיבות שבהקניית יותר מתמטיקה ליותר תלמידים. לפי דו"ח ועדת הררי (1992), מתמטיקה פירושה "שפת ההיגיון הכמותי ויסוד לכל חשיבה כמותית". במונח "יותר תלמידים" מכוונת הוועדה את מערכת החינוך להוראת המתמטיקה גם לתלמידים שהכשרתם איננה קשורה במדעים.

כמו כן, בחוברת ETS, העוסקת בהערכה בין לאומית של יכולות מתמטיות של ילדים בגילאים שונים (ACER, CITO USA, NIER Japan, & Westat USA, 1999) וב-National Education Goals Panel (1997) נכתב כי תלמידים, הורים, אלה המנהלים מערכות חינוכיות והציבור בכללו צריכים לדעת אם ילדים רוכשים את המיומנויות ההכרחיות ואת הידע להפוך לאזרחי המחר על מנת שיוכלו להמשיך ללמוד במהלך חייהם.

מבחן מנבא יסייע לאתר תלמידים מתקשים מוקדם ככל האפשר, כך שאפשר יהיה לתת להם תגבור ברמות היסוד, במטרה שימשיכו ללמוד ברמות הגבוהות יותר.

הנחת היסוד של מחקר זה היא שהחשיבה החשבונית מבוססת על "שפת החשבון", כפי שהחשיבה המילולית מבוססת על "שפת המילים" (קרמינסקי, ברפרש ומברך, 1993; שמואלי, 1996; גביש, 1998; פטקין, מלאת ועזר, 2000; פטקין, 2001; Carey, 1992; Deborah, 1992; Steeie, 1999). על בסיס הנחה זו נעשה כאן ניסיון לבדוק את קשרי

הגומלין בין "חשיבה אנלוגית" ל"חשיבה חשבונית", על-סמך התובנה שאלו שתי יכולות הדומות במהלכיהן הקוגניטיביים (לייקין, 2002). לדברי סטיל (1999) וקרי (1992) התקשורת המילולית משחקת תפקיד מרכזי בעזרה לילדים בשעה שהם בונים קשרים בין המושגים החשבוניים האינטואיטיביים שלהם והשפה הלא רשמית שבה הם משתמשים, לבין הסימבולים המתמטיים והשפה האבסטרקטית הנלמדת. לתקשורת תפקיד מרכזי בשעה שעוזרים לילדים ליצור קשרים חשובים בין סוגי הייצוג המגוונים של המתמטיקה (Fischbein, 1989; NCTM, 1991, 1998; Greenes, 1995). סוגי הייצוג המתמטיים שהתקשורת משפיעה עליהם הם הייצוגים הפיזיים, הגרפיים, הסימבוליים, המושגיים, והמנטליים.

ישנן תיאוריות רבות על הדרך שבה רוכש הילד את ה"שפה" בכלל, ואת ה"שפה החשבונית" בפרט. חלקן מדגישות את הלמידה הבלתי פורמלית והמזדמנת כמו למשל התפיסה האוריינית (פסטרנק, 1987; וולדן, 1996; Gardner, 1993; 1996) וחלקן מדגישות את הצורך בלמידה פורמלית שיטתית (קדרון, 1985; 1982; Copeiand, 1982; McCarthy, & Houston, 1980) כאשר חלקן מדברות גם על הקניית כלי חשיבה שיובילו להבנת השפה החשבונית בדרך של שיחה ו"גישור" (גביש, 1998; רגב ושמעוני, 2000; לייקין, 2002; Kazemi, 1998; Greenes, 1995; Baroody, 1987).

ישנה הסכמה בין החוקרים בעניין הצורך בחשיפה למושגי "החשבון". מכך נובע שכדי שתלמידים יוכלו לקשר בין האסטרטגיות השונות שבהן הם משתמשים, עליהם להסתמך על שפה (פסקין 2001; לייקין, 2002; Steele, 1999). במחקרים שונים נמצא כי על ילדים לפתח קשרים או דרכים לתרגום בין השפה המתמטית לבין הידע הקונקרטי והאינטואיטיבי שלהם (Baroody, 2000). לעיתים קרובות קשיים אלה גדולים יותר כאשר לשפה יש "משמעות יומיומית" השונה ממשמעותה המתמטית (חורין, 1993; פסקין, 2001; Graeder, 1993; Wright, 1994; Dehaene, Spelke, Pinel, & Tsivkin, 1999; Falkner, Levi, & Carpenter, 1999).

ג'ין בווי וברברה אלבון (Bovey, & Allebone, 2001) מצאו שילדים בני חמש מתקשים בהבנת שפה המשתמעת לשתי פנים. לדוגמה, המושג "לא שווה": במשמעותו המתמטית פירושו, שני ערכים כמותיים שונים. במשמעותו היומיומית פירושו, חסר ערך. כלומר, מושגים מתמטיים שיש להם משמעות נוספת בחיי היום יום, קשים להבנה עבור ילדים בני חמש. הקושי בהבנת המושגים בולט, למרות חשיפתו של הילד למושגים אלה גם

בחינוך הבלתי פורמלי וגם בחינוך הפורמלי.

הצורך במחקר הנוכחי עלה עקב כך שמערכת החינוך מעוניינת לתת תשובה הולמת לצרכי הילדים. כדי לעשות זאת בתחום החשבון, עליה לדעת יותר על יכולת החשיבה החשבונית ושליטתם של הילדים בשפה החשבונית בגיל הטרנס ביט-ספרי.

בזמן השימוש ב"חשיבה חשבונית", הילד נדרש להשלים פערים, תוך הסקת מסקנות והתבססות על אספקטים שנלמדו בעבר ומשמשים כרשת עשירה של קשרים בין חלקי ידע (Piaget 1968; Hiebert, & Carpenter, 1992; Baroody, & Benson, 2001). הסתכלות לוגית על התהליך מצביעה על כך, ש"חשיבה אנלוגית" היא אחת מדרכי ההסקה העומדות לרשות הילדים לצורך זה (אופיר ולבנברג, 2003; נשר, 1993). אומנם, לפי פיאז'ה, החשיבה האנלוגית מתאפשרת החל מגיל שמונה (Piaget, 1952, 1968) אולם מחקרים אחרים אשר פורסמו מאוחר יותר (Holyoak, 1984; Tzuriel, & Klein, 1985; Nippold, & Sullivan, 1987; Goswamy, 1991; Robertson, 1993) מצביעים על כך, שגם ילדים צעירים יותר יכולים לפתור אנלוגיות קלסיות ויתרה מכך, לשפר יכולת זו בעקבות תיווך (גלינקא, 1999; זילבר, 2000; צוריאל, 2000).

מטרתו העיקרית של מחקר זה היא לבדוק את הקשר שבין החלקים המרכיבים את ה"חשיבה החשבונית" טרום כיתה א', לבין החשיבה האנלוגית, כפי שהיא נמדדת במבחן דינמי הבודק היבטים שונים של חשיבה אנלוגית קלסית.

מטרה נוספת היא לבדוק מהימנות ותקפות של הכלי לאבחון דידקטי בחשבון טרום כיתה א' (גילאי חמש וחצי עד שש וחצי שנים), אשר נבנה במיוחד לצורך מחקר זה. כלי זה, בודק את המוכנות בחשבון לקראת כיתה א' באמצעות מדדים אמפיריים המבוססים על הערכה כמותית של היכולת החשבונית. הכלי שונה מהכלים הקיימים כיום, אשר נסמכים על מדדים איכותיים בלבד.

2. רקע תיאורטי

2.1 ידע בחשבון טרום כיתה א'

2.1.1 מוכנות בחשבון לקראת כיתה א'

על מנת לבדוק מוכנות לחשבון יש צורך לברר קודם מהי מוכנות לחשבון, כלומר **מהו ידע בחשבון טרום כיתה א'**. ההגדרה התיאורטית, משלבת בין ההגדרה הנומינלית (אבן-שושן, 1986), לבין ההגדרה הלקסיקלית (לקסיקון לחינוך והוראה, 1997) ומתייחסת גם לגישות תיאורטיות נוספות (קדרון, 1985; פוירשטיין, 1998; גביש, 2003; Baroody, & Benson, 2001). לפי הגדרה זו הידע בחשבון טרום כיתה א' הוא סך-כל הידיעות והמיומנויות הדרושות להפעלה יעילה של מניפולציות חיבור וחסור, בהנחה שה"חשבון" מתחיל במקום שבו נעשה שימוש בפעולות חשבוניות. הגדרה זו מסכמת את הגישות שהוזכרו ונסמכת, בין השאר, על גישתה של קדרון בספרה **קשיים בלמידת החשבון** (1985). לכן, המוכנות היא פיתוח ותרגול הכישרים והכשרים של הילד הדרושים לפני התחלת ביצוע פעולות החשבון (גביש, 2003; 1998; Kozulin, 1998; Baroody, 1987; McCarthy, & Houston, 1980). לפי מחקרים שונים (Baroody, & Benson, 2001; Zaslow, Calkins, & Halle, 2000) שני הנושאים המרכזיים בתחום המוכנות לחשבון טרום כיתה א' הם: 1. **תפיסת המספר** הכוללת גם את המשמעות הכמותית וגם את המשמעות הסידורית של המספר. 2. **היכולת הקוגניטיבית** הכוללת התאמה מסוגים שונים ויכולות שימור כמות.

2.1.2 תיאוריות בהתפתחות החשיבה החשבונית

ישנן מספר תיאוריות מרכזיות בהתפתחות החשיבה החשבונית. בהתאם לגישות תיאורטיות אלה (קדרון, 1985; סגל, 1991; Baroody, & Benson, 2001; Baroody, 1987), מתעוררים הקשיים כבר בשלב תהליכי מוכנות לקראת הלמידה הבית-ספרית, וקשיים אלה מתעצמים עם השנים.

גישות אלה ונוספות (Zaslow, Calkins, & Halle, 2000) מצביעות על כך שחלק גדול

מהילדים, מגיע לכיתה א' ללא מוכנות מספקת בתחום החשבון. המוכנות למתמטיקה חשובה, שכן, כפי שמציין Butterworth (1999), איננו נולדים "עושים מתמטיקה", אלא עם יכולת ללמוד מתמטיקה. לדבריו, היכולות החשבוניות שלנו תלויות בשלבים החינוכיים המוקדמים. אחוז ניכר מהילדים שלא הגיע מוכן ללמידה בבית-הספר, גורר אחריו, להמשך חייו האקדמיים, פחדים בתחום זה. פחדים אלה, שהם חלק אינטגרלי מהתפתחות אמוציונלית, משפיעים ישירות על התחומים הקוגניטיביים השונים ובכלל זה גם על למידת החשבון.

עם זאת, הנטייה כיום היא לנסות ולאתר את מיקומם של הילדים על רצף המוכנות ומשם לקדמם. כדי לעשות זאת באופן מתוכנן ומובנה יש לספק למורים תוכניות אבחון ועבודה הנוגעות לכל ילד באופן אישי.

לפי הנחת היסוד אשר עומדת בבסיס בנית אבחון מוכנות במחקר זה, ישנו שקיים קשר בין ידע בחשבון טרום כיתה א', לבין רכישת ידע חשבוני בבית-הספר. הנחה זו מבוססת, כפי שצויין, על התפיסה שתחום החשבון הוא בעצם סוג של שפה (קדרון, 1985; גביש, 1998; שמואלי, 2002; Steele, 1999; Butterworth, 1999). כמו בתחומי השפה האחרים, גם כאן, הידע בחשבון טרום כיתה א' מבוסס על אינטראקציה בין בשלות ללמידה, סביבה ותורשה (פיאז'ה, 1968; פוירשטיין, 1998; Vygotsky, 1978; Gelman, & Gallister 1978; Steele, 1999; Siegler 2003). הנחה זו משולבת בהבנה שלצורך הלמידה על הילד לעבור את שני השלבים הבסיסיים של התאמה והטמעה (Piaget, Montangero, & Billeter, 1977). כל זאת תוך התייחסות לגישה הקונסטרוקטיבית המצביעה על כך שהתלמידים בונים את הידע המתמטי שלהם על בסיס ניסיונם המתמטי (לייקין, 2002; Kazemi, 1995; Greenes, 1998).

מטרה נוספת העומדת בבסיס פיתוח האבחון הנוכחי, היא למפות את כתות הגן בשלב של טרום הכניסה לכיתה א'. בדרך זו תתאפשר בניית תוכנית עבודה אישית לכל ילד ותינתן לילדים הזדמנות להשלים, באופן מתוכנן, את הידע החסר בחשבון שעליו נשענת הלמידה בכיתה א'. פעולה זאת תיעשה בשלב שבו הם ממילא נמצאים, באופן ספונטני, בתהליכי רכישת מיומנויות שונות של טרום חשבון. הזיהוי המקדים מאפשר לבדוק בתשומת לב

רבה שני עניינים: 1. את האופן שבו הידע האריתמטי הספונטני מתפקד בהוראת מתמטיקה. 2. את דרך השימוש בידע האריתמטי באופן מעשי במהלך שיעורי המתמטיקה בכיתה א' (Urbanska, 1993).

תהליך כזה, יאפשר לילד מעבר "חלק" לתוך העולם החשבוני, שכן מוכנות מספקת, תביא את הילד לבצע את פעולות החיבור והחיסור ביעילות, דהיינו, ברמת מאמץ בינונית ו/או נמוכה ובזמן סביר (קניאל, 2000, 2001). על-ידי כך יוכל הילד להיות מוכן לקראת משימות בחשבון בבית-הספר ולהימנע ממשלים מיותרים ומכאיבים.

2.1.3 אבחוני חשבון טרום כיתה א'

הסיבה העיקרית לפיתוח כלי חדש המיועד להערכה דיסקטית בחשבון טרום כיתה א' היא שהכלים לאבחון בחשבון, הקיימים כיום בעברית (להוציא את תת-מבחן "חשבון" במבחן וקסלר), עוסקים במדידה על בסיס התרשמותי ללא שימוש במדדים אמפיריים. המדידה האמפירית, מאפשרת לבחון כמותית את יכולתו של הילד, כך שניתן להשוותו לילדים אחרים בהתאמה לדרישות המערכת הפורמלית. לדוגמה: כאשר מבצעים ניתוח מטלה של משימה אשר בה הילד נדרש לסדר ברצף נכון פסי נייר ועליהם ציורים שונים בכמויות משתנות, עליו לשלוט ביעילות במיומנויות רבות. מיומנויות אלה כוללות: ספירה, מניה, ידיעת סדר המספרים, הבנת מושגים (לפני, אחרי, יותר, פחות...) יכולת להשוות בין כמויות, להשתמש באמצעי המחשה נמנים ולהבין את הקשר בין כמות לסדרתיות. תכני האבחון המוצעים בעבודה זו מבוססים על ניתוח המטלות הנדרשות מהילד בהגיעו לכיתה א' ונשענים על מקורות שונים (קדרון, 1985, 1989; סגל, 1991א', 1991ב', 1994, 1999; Cahrles Dana Center, 2002; Ginsburg, & Baroody, 2001; Garrett, 1996).

בעבר פותחו אומנם כלים אבחוניים, המאפשרים גם מדידה כמותית של יכולות קוגניטיביות וידיעות הלומד, אולם הכלים שפותחו הם בתחומי התפיסה השונים ובתחומי השפה הדבורה והכתובה, ולא בתחום הידע בחשבון טרום כיתה א'. נכון להיום לא ידוע על כלי בעברית, שעבר תהליכי תיקוף ומהימנות, והמאפשר מדידה מסודרת ואחידה, בתחומי החשבון בכלל, ובתחום הידע בחשבון טרום כיתה א' בפרט.

הכלי, אשר נבנה במיוחד לצורך מחקר זה, מיועד לאתר ילדים מתקשים בתחום החשבון על בסיס אמפירי-אובייקטיבי, ולא על בסיס התרשמותי-סובייקטיבי. בעזרת הכלי ניתן יהיה כבר בגיל הגן לטפח את החשבון, תוך התייחסות לקשיים ספציפיים של ילדים שונים. שכן, כפי שמציין קניאל בספרו **הפסיכולוגיה של השליטה על התודעה** (2001) במקצוע המתמטיקה, קושי בשלבים הראשונים של הלמידה יכול לנבא קושי הולך וגובר בשלבים מתקדמים יותר.

בבניית האבחון נעשה שימוש בכללי האבחון הדינמי. מטרתו של אבחון מסוג זה היא למדוד את יכולתו של היחיד להשתנות כתוצאה מתהליך הלמידה (Tzuriel, 1987; Pena, 2003; Feuerstein, Rand, Jensen, Kaniel, & Kozulin, 2003; Iglesias, & Lidz, 2001).

2.2 האבחון הדינמי

2.2.1 עקרונות האבחון הדינמי

באבחון הדינמי נבדק פוטנציאל הלמידה של הנבחן, על-פי יכולתו להתבסס על עקרונות שלמד לצורך פתרון בעיות (Tzuriel, 1998; Feuerstein, Rand, & Hoffman, 1979). ככל שהנבחן מסוגל ליישם את העקרונות שלמד לפתרון בעיות רחוקות יותר מאלה שבעזרתן התרחשה הלמידה, כך נתפס כושרו להפיק תועלת מתהליך הלמידה כגבוה יותר.

בסיטואציה של האבחון הדינמי, הבוחן הוא מורה-תצפיתן והנבדק הוא תלמיד-מבצע (Tzuriel, 1998). התקשורת ביניהם היא דו-סטטית, ומלווה בהדרכה ומשוב מצד הבוחן, אשר יחד עם הנבחן מנתח טעויות ו/או פתרונות על-מנת להגיע להכללה. תהליך זה מתרחש תוך התייחסות לאסטרטגיות, תהליכי עבודה, גורמי מוטיבציה, גורמים רגשיים וקשיים ספציפיים, ובמטרה להגיע להכללות שיקלו על הנבדק בהמשך הבדיקה. האוריינטציה של המבחן היא כזו שמושם בה דגש גם על תהליך הלמידה וגם על התוצר הסופי. מכאן שהתהליכים המטה-קוגניטיביים והשינויים שעובר הנבדק נתפסים כמדדים לניבוי שינויים אפשריים בעתיד.

המשימות באבחון הדינמי מזמנות לנבדק ולבודק אפשרויות ליישום תהליכים שנלמדו

במהלך האבחון. מטלות האבחון מסודרות באופן הדרגתי, על-פי רמות הקושי. בדרך זו זוכה הנבדק לתחושת יכולת הנובעת מיכולתו לפתור נכון את המשימות.

באבחון הדינמי ישנן באופן כללי, שתי גרסאות (צוריאל, 1998): האחת קלינית-חינוכית והשנייה מדידה-מחקר. הגרסה השנייה מורכבת משלושה שלבים:

1. בדיקת הביצוע ההתחלתי והגלוי של הנבחן;
2. תהליך למידה – הערכת קשיים ספציפיים מצד אחד ודרכי תיווך יעילות מצד שני;
3. ביצוע לאחר למידה – תוך התייחסות גם למימד האיכותי וגם למימד הכמותי.

באבחון הדינמי נעשה שימוש בשתי שיטות העברה שונות.

1. שיטת מבחן – מבחן חוזר, כאשר יש שלב למידה ביניהם (צוריאל 1998).
2. שיטת התדרוך המודרג (Graduated prompt), אשר בו הלמידה משולבת בתהליך העברת האבחון (Campion, & Brown, 1987).

אופן העברת האבחון הדינמי מצביע על כך שהדגש מושם על תהליך הלמידה של הנבדק ולא על התוצר הסופי. כלומר האספקט המשמעותי ביותר הוא השינוי שעובר הילד בתהליך האבחון. לכן, מוערכות תשובות הנבחן בהתאם לשינוי שחל בהן. ישנה התייחסות כמותית ואיכותית לתוצאות שהשיג הנבדק.

2.2.2 יכולת ההשתנות בחשיבה האנלוגית כפי שהיא נמדדת באמצעות המבחן הדינמי

המחקר מוכיח שנבדקים אשר נבדקו באמצעות מבחן דינמי הגיעו להישגים גבוהים יותר מאשר נבדקים שיכולתם נמדדה באמצעות המבחן הסטטי.

במחקר שביצעו צוריאל וקליין (Tzuriel, & Klein, 1985) נמצא שהציון הממוצע של הנבדקים במבחן דינמי להערכת כושר ההשתנות בחשיבה האנלוגית (CATM), לאחר תיווך, היו גבוהים בכ-30% מהציון הממוצע של נבדקים אשר נבדקו באמצעות מבחן אנלוגיות סטטי (רייבן צבעוני). כאשר נערך מחקר משווה בין תיווך אחיד לחשיבה אנלוגית לבין תיווך המותאם לצרכים האישיים של כל ילד, נמצא שתיווך המבוסס על צרכים אישיים יעיל יותר (Missiuna, & Samuels, 1989). תוצאות מחקרן של מיסואנה

וסמואלס (1989) הראו שבקבוצה אשר קיבלה תיווך אחיד לא נמצא שינוי מובהק בין הישגי הילדים לפני תיווך ולאחריו. לעומתם, קבוצת הילדים שקיבלה תיווך אשר הותאם לצרכי הילדים הראתה שינוי מובהק בין השלב שלפני למידה לשלב שלאחר למידה.

2.2.3 הקשר בין האבחון הדינמי לבין יכולות הלמידה

באמצעות האבחון הדינמי ניתן לעשות הבחנה בין ההישגים הגלויים של הנבחן לבין הפוטנציאל הלימודי שלו (צוריאל, 1998). בעבר, נמצא שהציונים לפני למידה מהווים מדד שונה מאשר הציונים לאחר למידה (קניאל וחב', 1991; רנד וקניאל, 1987):

- א. הציונים במבחן הדינמי לפני למידה משקפים את ההישגים הגלויים של הנבחן.
- ב. הציונים במבחן הדינמי לאחר למידה משקפים את יכולתו של הנבחן להתקדם.

חשיבות נוספת לאבחון הדינמי היא בכך שבאמצעותו ניתן לבנות תוכנית לימודים אישית (תל"א) אשר תכיל גם מטרות קצרות טווח וגם מטרות ארוכות טווח אשר תהיינה מבוססות על יכולת הלמידה של הילד.

כמו כן, מאתר האבחון הדינמי באופן מוצלח יותר מאשר האבחון הסטטי, ילדים המסוגלים להגיע לרמות חשיבה גבוהות (צוריאל, 1998). התוצאה היא, שינוי בעמדות הגורמים המתווכים כלפי הילד. שינוי בעמדות המורים מוביל לאפקט "הנבואה שמגשימה את עצמה" שכן כתוצאה מעלייה בציפיות המורים מהילד, עולות ציפיות הילד מעצמו ובהתאם לכך עולים הישגיו הלימודיים.

2.3 חשיבה אנלוגית

2.3.1 מהי חשיבה אנלוגית?

לחשיבה האנלוגית יש חלק חשוב בניתוח מידע, תהליכי חשיבה, ורכישת ידע (Goswami, 1992). החשיבה האנלוגית מאפשרת יצירת היפותזות תיאורטיות חדשות. היא באה לידי ביטוי ביכולת למפות מערכות יחסים על בסיס פונקציונלי בין מרכיבי האנלוגיה. כפי שצוין, דרך חשיבה זו, שונה מהשוואה פשוטה המתייחסת רק לעניין "צד שווה/צד שונה"

בין המרכיבים. האנלוגיה היא למעשה מיפוי והעברה של אינפורמציה מתחום המקור (base domain) לתחום היעד (target domain) (Gentner, 1983). החשיבה האנלוגית מאפשרת ליצור חוקים אשר ניתן ליישם על בעיות אחדות תוך הסתמכות על יחסים מתחום המקור המוכר והמובן יחסית והעברתם אל תחום היעד הבלתי מוכר והמובן פחות (Gick, & Holyoak, 1980). מכאן שהשימוש בחשיבה האנלוגית נעשה באופן פונקציונלי לצורך פתרון בעיות חדשות.

נהוג לחלק את החשיבה האנלוגית לשני סוגים עיקריים: 1. אנלוגיות קלסיות. 2. אנלוגיות בעיה. בעבודה זו אסתמך על בדיקת אנלוגיות קלסיות בלבד.

באנלוגיות קלסיות מעורבים לפחות ארבעה מונחים שונים אשר מתקיימים ביניהם יחסים מסוג: A:B::C:D. במלים אחרות, היחס בין המונח הראשון למונח השני זהה ליחס שבין המונח השלישי למונח הרביעי. Goswami (1992) מכנה תהליך זה בשם "זהות ביחסים". תהליך ה"זהות ביחסים" הוא זה העומד בבסיס האנלוגיה הקלסית.

2.3.2 תיאוריות מרכזיות בהתפתחות החשיבה האנלוגית

בספרות מוזכרות שלוש גישות תיאורטיות העוסקות בהתפתחות הסקה אנלוגית (Goswami, 1991). התיאוריה הראשונה עוסקת ב"מודל שלבי הסקה אנלוגית" (Piaget, Montanero, & Billeter, 1977). לפי תיאוריה זו, ההסקה האנלוגית היא מטלה מורכבת המתפתחת רק בתקופת האופרציות הפורמליות (גילאי 11-12 שנים). דבר זה תואם את תיאורית ההתפתחות הקוגניטיבית של פיאז'ה, אשר לפיה היכולת להסיק לגבי יחסים מתחילה בגיל שבע לערך. בגיל זה מתחילים הילדים להשתמש במיון קבוצות לצורך פתרון בעיות. לפי תיאוריה זו, היכולת למיין לקבוצות מצביעה על הבנת קשרים בין העצמים המרכיבים את הקבוצה. רק לאחר שהיכולת להבין יחסים בין עצמים קיימת, מתפתחת היכולת לבנות יחסים חדשים המבוססים על מערך יחסים מוכר. כלומר, לפי גישה תיאורטית זו היכולת להבין את עקרון הזהות ביחס המקשר בין שני המונחים הראשונים של האנלוגיה לשני המונחים האחרונים של האנלוגיה מתפתח בין גיל 11 לגיל 12. הסקה מסוג זה נקראת הסקה מ"המערך הגבוה". עד אז נוטים הילדים לבחור ביחס

מקשר אחד עבור שני המונחים הראשונים של האנלוגיה וביחס מקשר אחר עבור שני המונחים האחרונים של האנלוגיה. הסקה מסוג זה נקראת הסקה מה"מעריך הנמוך".

לדברי פיאוזה (1977) ישנן שלוש דרגות שונות בהתפתחות יכולת הסקה אנלוגית:

המאפיינים של **הדרגה הראשונה** הם תשובות אגוצנטריות ושונות רבה בין סוגי היחסים שעליהם נשענים הילדים, כדי לקשר בין מונחי האנלוגיה. דרגה זו מחולקת לשני שלבים:

1. לילדים עדיין אין יכולת לבנות יחסים.
2. הילדים מצליחים לבנות יחסים מה"מעריך הנמוך". הדרגה הראשונה אופיינית לילדים בני 5-6 שנים.

המאפיין המרכזי של **הדרגה השנייה** הוא הצלחה מקרית. גם דרגה זו מחולקת לשני שלבים:

1. הילדים פועלים בדרך של ניסוי וטעייה אך אינם מבינים את עיקרון הזהות ביחסים. הדבר בא לידי ביטוי בעובדה שהם מוכנים לקבל הצעות חלופיות הנוגדות את היחס האנלוגי בין מרכיבי האנלוגיה.
2. האנלוגיות נבנות עדיין בדרך של ניסוי וטעייה אולם הילדים מגלים יכולת לדחות הצעות הנוגדות את האנלוגיה. עם זאת, יכולת זו עדיין איננה עקבית. הדרגה השנייה אופיינית לילדים בני 8-11 שנים.

המאפיין המרכזי של **הדרגה שלישית** הוא שימוש ביחסים מה"מעריך הגבוה". לילדים יש יכולת לבנות אנלוגיות תוך שהם מבינים את עקרון הזהות ביחסים. הם מבחינים בפריטים שאינם שייכים ודוחים הצעות נגדיות. הדרגה שלישית אופיינית לילדים בני 11-12 שנים.

התיאוריה השנייה עוסקת ב"מודל הרכיבים" (Sternberg, 1977; Sternberg, & Nigro, Goldman, Pellegrino, Parseghian, & Sallis, 1980, 1982) ומצביעה על דרך נוספת להבנת התפתחות יכולת ההסקה האנלוגית. בהתאם לתיאוריה זו יש להתייחס לרצף המכיל חמישה צעדים בלתי תלויים המעורבים בתהליך ההסקה האנלוגי:

1. **קידוד** – הילד מזהה את האפיונים המשמעותיים של כל אחד ממרכיבי האנלוגיה. אפיונים אלא נשמרים בזיכרון העבודה של הילד.
2. **הסקה** – הילד מגלה את היחס המקשר בין המונח A למונח B של האנלוגיה.
3. **מיפוי** – הילד מגלה את היחס המקשר בין המונח A למונח C של האנלוגיה.
4. **התאמה** – בשלב זה, מחפש הילד את התשובה הנכונה מתוך מערך המסיחים. בתהליך החשיבה הוא ממפה את ההתאמה בין המונח C של האנלוגיות לבין כל אחד מהמסיחים ומחפש את האפשרות שיתקיים עם המונח C מערך יחסים זהה לזה שמתקיים בין המונח A למונח B של האנלוגיה.
5. **מתן תשובה** – בשלב זה הילד מאתר את התשובה הנכונה.

תיאוריה זו מצביעה על כך שההבדל בין פותר אנלוגיות מתחיל לפותר אנלוגיות מיומן הוא ברמת היעילות שבה מופעלים חמשת השלבים.

התיאוריה השלישית עוסקת ב"מיפוי מבני" ומיוצגת ע"י גנטנר (Gentner, 1983). לפי תיאוריה זו, ההנחה היא שאנלוגיה מוצלחת תיווצר כאשר יהיה מיפוי שיטתי ומקסימלי של הדמיון בין האובייקט הבסיסי לאובייקט המטרה. ההבדל בין הרמות השונות של היכולת לפתור אנלוגיות נובע, לפי גישה זו, ממידת השיטתיות והעקביות שבה הפותר משתמש ביחסים מה"מערך הגבוה". ככל שהפותר צעיר יותר, כך הוא יתבסס על דמיון בין אובייקטים המבוסס על מאפיינים שטחיים, או מאפיינים חסרי מיקוד הקשרי. לעומת זאת, פותרים מנוסים, יבססו את האנלוגיה על מיפוי הקשרי מעמיק עד לרמה של שימוש עקבי באופן מיפוי זה.

2.3.3 חשיבה אנלוגית בגיל הרך

במחקרים העוסקים ביכולתם של ילדים בגיל הרך לפתור אנלוגיות (Gentner, 1977; Holyoak, 1984; Holyoak, Junn, & Billman, 1984) נמצא שיכולתם של הילדים בתחום באה לידי ביטוי כאשר מתקיימים שלושה תנאים:

1. מונחי האנלוגיה מוכרים לילד;
2. האנלוגיות מוצגות באמצעות תמונות;

3. הפיתרון לאנלוגיה איננו ורבלי אלא מבוסס על בחירת המסיח הנכון מבין מסיחים מצוירים.

מכאן שכדי לבדוק חשיבה אנלוגית של ילדים צעירים יש צורך ביצירת מטלות המותאמות לגיל הנבדקים ושימוש בשיטות לא מסורתיות.

החוקרים (Gentner, 1977; Holyoak, 1984) מצאו שילדים בגילים ארבע-שבע מסוגלים להשתמש בהיגיון אנלוגי כאשר מציגים להם אנלוגיות הכוללות מושגים מתחומי תוכן המוכרים להם. מחקרים אלה התבססו, על הנחיות ברורות ופתרונות שלא נשענו על יכולות ורבליות. חוקרים נוספים (Holyoak, Junn, & Billman, 1984) השתמשו בשיטות לא מסורתיות כדי לבדוק חשיבה אנלוגית של ילדים בני חמש. הם סיפרו לילדים בגילאים אלו סיפור שכלל בעיה אשר נפתרה בדרך מסוימת. לאחר מכן סיפרו לילדים סיפור אחר אשר כלל בעיה דומה. הילדים התבקשו לפתור את הבעיה בסיפור השני. ממצאי המחקר הראו שהילדים הצליחו לפתור את הבעיה החדשה באמצעות הסתמכות על חשיבה אנלוגית שהתבססה על דרך הפיתרון שהוצגה בסיפור הראשון. מסקנת החוקרים מהממצאים הייתה ששימוש בשיטות לא מסורתיות לבדיקת החשיבה האנלוגיות של ילדי גן מאפשר זיהוי של יכולות החשיבה האנלוגית.

במחקר אחר (Nippold, & Sullivan, 1987), נבדקה יכולתם של ילדים בני חמש-שבע לפתור אנלוגיות תפיסתיות ואנלוגיות מילוליות. במחקר נמצא שלילדים צעירים קל יותר לפתור אנלוגיות מילוליות מאשר אנלוגיות תפיסתיות. נמצא גם קשר סטטיסטי בין הגיון אנלוגי תפיסתי לבין הגיון אנלוגי מילולי. עם זאת טווח השונות בגילאים אלה רחב כפי שניתן לראות ממצאי המחקר. הממצאים מצביעים על כך שאת האנלוגיות המילוליות פתרו ברמה העולה על רמת ניחוש, כל הילדים בגילאי שש ושבע וכן 87% מבני החמש. את האנלוגיות התפיסתיות, פתרו ברמה העולה על רמת ניחוש רק 47% מבני החמש, 67% מבני השש ו-70% מבני השבע. ממצאי המחקר מצביעים באופן ברור על כך שילדים צעירים יכולים להפעיל חשיבה אנלוגית.

במחקר שבו נבדקה יכולת לחשיבה אנלוגית של ילדים בני ארבע-חמש באמצעות אנלוגיות גיאומטריות תפיסתיות, נמצא שלילדים בגיל זה יש יכולת להסתמך על חשיבה

אנלוגית (Alexander, Willson, White, & Fuqua, 1987). במחקר זה הותאם הכלי האבחוני לגיל הרך. המבחן בנוי מצורות שונות, עשויות פלסטיק, המוכרות לילדים. המבחן הועבר בדרך של משחק המחייב הפעלת מניפולציות על חלקי המשחק. נמצא כי 25.6% מהילדים הצליחו בפתרון האנלוגיות.

Goswami (1989) טוענת שישנו קשר בין יכולתם של ילדים צעירים לפתור אנלוגיות לבין יכולתם להבין את מונחי האנלוגיות והיחסים עליהם הן מבוססות. במחקרה, הציגה Goswami בפני ילדים בני ארבע שני סוגי אנלוגיות גיאומטריות: 1. "אנלוגיות דגם" 2. "אנלוגיות פרופורציה". נמצא כי אחוז גבוה יותר מהנבדקים פתר נכון אנלוגיות דגם מאשר אנלוגיות פרופורציה (36.9% לעומת 31.3%). בשני תתי-המבחן הצליחו הנבדקים לפתור נכון יותר אנלוגיות אשר התבססו על יחס מהמערך הנמוך יותר בין חלקי האנלוגיה מאשר אנלוגיות שהתבססו על יחס מהמערך הגבוה יותר בין חלקיה. מתוצאות המחקר הסיקה Goswami כי הקושי של נבדקים צעירים בפתרון אנלוגיות נובע מכך שיחסים אנלוגיים מה"מערך הגבוה" אינם מוכרים להם. לדבריה, ילדים צעירים מציגים יכולות חשיבה אנלוגית, כאשר האנלוגיות מתבססות על יחסים המוכרים להם.

במחקר נוסף שערכו Goswami & Brown (1990) נבדקה הטענה שילדים בגילאי ארבע-חמש מסתמכים על חשיבה אסוציאטיבית ולא על חשיבה אנלוגית כאשר הם פותרים בעיות אנלוגיות. האנלוגיות שהוצגו לנבדקים במחקר זה, היו כולן אנלוגיות תמונה המבוססות על יחסים מוכרים. בשלב הראשון צריכים היו הנבדקים לשער מהי התמונה המשלימה את האנלוגיה ולהסביר את תשובתם באופן מילולי. בשלב שני, הוצגו בפני הנבדקים ארבעה מסיחים. מסיחים אלה כללו מלבד התשובה הנכונה גם מסיח אסוציאטיבי, מסיח קטיגוריאלי ומסיח חזותי. החוקרים מצאו ש-60% מבני הארבע ו-65% מבני החמש הצליחו לפתור את האנלוגיות ולא נשענו על תשובות אסוציאטיביות. כלומר, רוב הילדים תפקדו ברמה העולה על רמת ניחוש. כמו כן, נמצא פער בין יכולתם של הילדים לפתור נכון אנלוגיות בשלב הניבוי לבין יכולתם לפתור אנלוגיות בשלב מבחן הרב-ברירה. מכאן, הסיקו החוקרים שהבדיקה באמצעות מבחן רב-ברירה משקפת בצורה טובה יותר את יכולת החשיבה האנלוגית של ילדים בגיל הרך. בנוסף לכך, נמצאה שכיחות גבוהה של טעויות על בסיס אסוציאטיבי, בשלב שבו נתבקשו הילדים לתת את

תשובתם באופן מילולי. מכאן הסיקו החוקרים שעצם הצורך של ילדים צעירים להסתמך על יכולת ורבליית לפתרון האנלוגיה מוביל אותם למתן תשובה על בסיס אסוציאטיבי.

מתוצאות מחקר המשווה בין חשיבה אנלוגית של ילדים "רגילים" בגילאי שלוש-חמש לבין חשיבה אנלוגית של ילדים עם ליקויי למידה על רקע אורגני (Robertson, 1993), ניתן ללמוד שילדים צעירים יכולים להתמודד עם משימות הדורשות הסקה אנלוגית ובלבד שיהיה להם הידע המושגי המתאים. ילדי המחקר חולקו לשתי קבוצות (בני שלוש-ארבע ובני ארבע-חמש). קבוצות המחקר נבדקו באמצעות אנלוגיות בתמונות. בבניית מבחן האנלוגיות נשענה Robertson על תוצאות מחקרים קודמים.

במחקר שבדק חשיבה אנלוגית מושגית ותפיסתית של ילדים בני ארבע באמצעות האבחון הדינמי (גלינקה, 1999), עלו הממצאים הבאים:

1. ילדים בני ארבע פתרו טוב יותר אנלוגיות תפיסתיות מאשר אנלוגיות מושגיות;
2. תיווך שהתמקד בפתרון אנלוגיות תפיסתיות שיפר את יכולתם לפתור אנלוגיות מושגיות;
3. תיווך שהתמקד באנלוגיות מושגיות לא השפיע על יכולתם של הילדים לפתור אנלוגיות מושגיות;
4. בעקבות התיווך שיפרו הבנות את הישגיהן יותר מאשר הבנים;
5. ככל שהילדים היו גדולים יותר כך הם שיפרו יותר את הישגיהם בעקבות התיווך.

לסיכום ניתן להסיק מכל המחקרים שהוזכרו, שילדים צעירים מגלים יכולת בחשיבה אנלוגית מסוגים שונים.

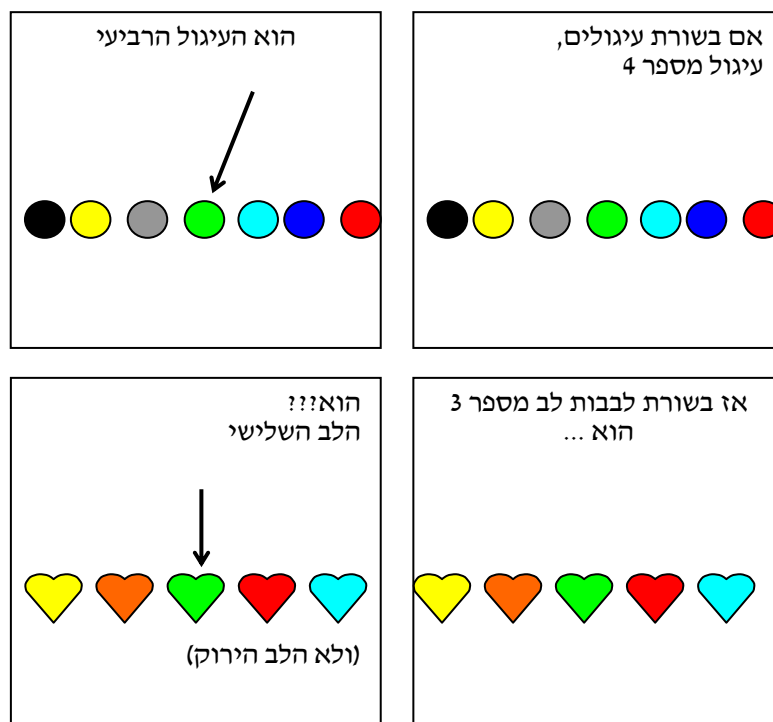
2.3.4 הקשר בין חשיבה אנלוגית וחשיבה חשבונית

הבסיס לבדיקה במחקר זה הן שתי התיאוריות האחרונות שהוזכרו לעיל (בסעיף 2.3.2). נראה כי קיים קשר לוגי ישיר בין ידע בחשבון טרום כיתה א' לבין התיאוריות הללו. כאשר מתייחסים לתיאוריה המיוצגת העוסקת ב"מוזל הרכיבים" (Sternberg, 1977;) ניתן לראות שכל ארבעת הצעדים המובילים למתן תשובה נכונה בתחום האנלוגיות,

מתקיימים גם לפני מתן תשובה נכונה בחשבון. ככל שהילד יפעיל את ארבעת השלבים הללו בדיוק וביעילות רבה יותר כך גדלים סיכוייו להגיע לתוצאה הנכונה. לדוגמה, לצורך פתרון בעיה מילולית צריך הילד לפעול במספר שלבים: 1. להצפין את רכיבי הבעיה, כלומר לפענח מהי השאלה 2. להסיק מתוך הנתונים בבעיה איזו פעולה חשבונית עליו לבצע 3. למפות את הבעיה בעזרת עזרים קונקרטיים ו/או דימוי מנטלי 4. להתאים בין הנתונים בבעיה לבין העזרים בהם הוא משתמש 5. לפתור את הבעיה.

בהתייחס לתיאוריה העוסקת ב"מיפוי מבני" (Gentner, 1977, 1983) ניתן להבין שבאותו אופן שבו הילד נזקק למיפוי הדמיון בין האובייקט הבסיסי לאובייקט המטרה, על-מנת לפתור אנלוגיות, כך הוא נסמך על מיפוי הדמיון בין אובייקט חשבוני אשר נלמד בעבר לבין אובייקט חשבוני שעליו הוא צריך לפעול ולגביו להסיק מסקנות. לדוגמה, כאשר הילד נשאל כמה הם שתיים ועוד שלוש, לאחר שלמד ששלוש ועוד שתיים הם חמש, עליו למפות את הדמיון בין שני התרגילים ולהגיע למסקנה שהדרך לפתרון שווה. כלומר לצורך הבנת חוק החילוף יש להסתמך על מיפוי שיטתי של הקשר בין תהליכי הפיתרון של שני תרגילים.

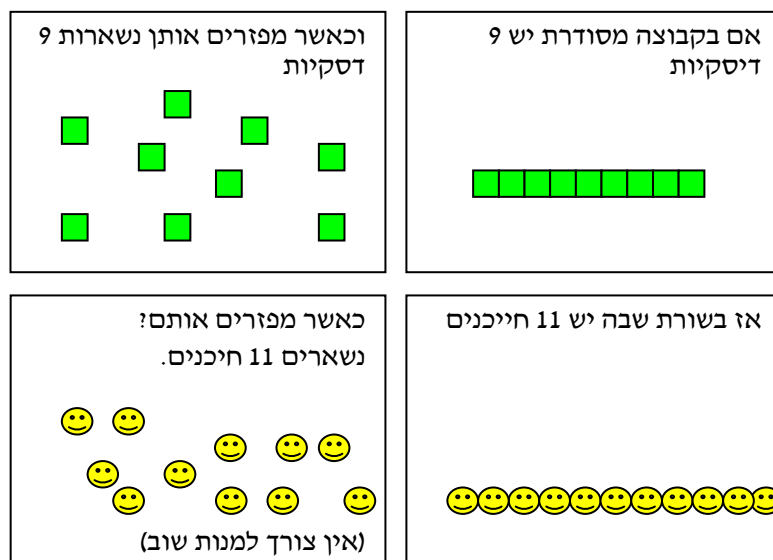
במחקר הנוכחי נעשה ניסיון לזהות את מידת הקשר בין חשיבה אנלוגית, הנמדדת על-ידי אנלוגיות קלסיות מסוג $A:B::C: _ (D)$, לבין חשיבה חשבונית. כפי שמציינת נשר (1993) החשיבה בכלל והחשיבה המתמטית בפרט, היא מתן פשר לחדש על בסיס הקיים. אחת הדרכים לעשות זאת היא על-ידי יצירת אנלוגיות בין מערכת מוכרת לבין מערכת חדשה אשר פועלת על-פי חוקיות דומה. החשיבה החשבונית בכלל, וזו הנדרשת מהילד לקראת כיתה א' בפרט, היא חשיבה המכילה בתוכה מרכיבי חשיבה אנלוגית. לדוגמה: אם מנייה מ-1 עד 3 משמעותה שיש שלושה חפצים, ההסקה הלוגית המתבקשת היא שמנייה מ-1 עד 4 פירושה שיש ארבעה חפצים. להלן דוגמה נוספת, מתחום המספר הסודר כפי שהיא מוצגת בתרשים 1: אם בשורה של עיגולים, עיגול מספר שלוש הוא העיגול השלישי, אז בשורת לבבות, לב מספר שלוש הוא הלב ה-____ (שלישי).



תרשים 1:

אנלוגיה חשבונית – דוגמה לשימוש בחשיבה אנלוגית בבעיה חשבונית

הדבר נכון גם כאשר הילד פועל עם חפצים קונקרטיים (תרשים 2) לדוגמה: מניחים דסקיות בשורה מסודרת וצפופה והילד מונה אותן ומגלה שבשורה יש תשע דסקיות. כאשר מפזרים אותן מבלי להוסיף ומבלי לגרוע, נשארות על השולחן תשע דסקיות. כדי להבין זאת ללא מניה חוזרת, הילד צריך להשתמש ביכולת שימור כמות בדידה. אולם, בשלב הבא, לאחר תיווך, גם ילד שיכולת שימור הכמות שלו לקויה יכול לשכלל אותה באמצעות השימוש באנלוגיה. ההישענות על חשיבה אנלוגית תגרום לכך שהילד יקיש מהמקרה הקודם ויבין שאם בשורה המסודרת והצפופה יש 11 חייכנים, אז כאשר מפזרים אותם נשארים 11 חייכנים.



תרשים 2

אנלוגיה חשבונית – דוגמה לשימוש בחשיבה אנלוגית בבעיה חשבונית

על בסיס כל האמור לעיל, עולה השאלה האם מבחינה אמפירית יימצא קשר בין חשיבה אנלוגית לבין ידע בחשבון לקראת כיתה א'.

קיימת כמובן האפשרות שיימצאו רמות קשר שונות בין ציון האנלוגיות לפני למידה ובין ציון האנלוגיות לאחר הלמידה, ובין תוצאות אבחון להערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א'. כמו כן קיימת אפשרות לשונות ברמות הקשר בין התוצאות במבחני אנלוגיות לבין תת-החטיבות השונות מהן בנוי האבחון להערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א'.

2.4 רציונל המחקר

מן הסקירה התיאורטית בעבודה זו ניתן לראות שישנה הסכמה בין החוקרים באשר לחשיבות רכישת ידע חשבוני בגיל הגן.

רציונל המחקר מבוסס על ההבנה שהסקה אנלוגית מהווה תהליך מרכזי בחשיבה, באינטליגנציה וברכישת ידע (גלינקא, 1999). כפי שהוזכר ברקע התיאורטי (2.3.2), גנטנר (Gentner, 1983) מגדירה אנלוגיה כמיפוי של אינפורמציה מתחום המקור לתחום היעד.

לדבריה, אנלוגיה טובה כוללת מיפוי של מערכת היחסים הפונקציונליים בין המרכיבים, להבדיל מהשוואה שכוללת קווי דמיון ושוני בלבד.

כמו כן, נשען רציונל המחקר על ההבנה שקיים שוני בין תהליכי החשיבה הנדרשים בפתרון אנלוגיות מסוגים שונים. באנלוגיות תפיסתיות מבוסס הקשר בין חלקי האנלוגיה על מאפיינים חזותיים ואילו באנלוגיות מושגיות מבוסס הקשר בין חלקי האנלוגיה על מאפיינים מושגיים-שפתיים. כמו כן, קיים שוני בין אנלוגיות סגורות ואנלוגיות בנייה. באנלוגיות סגורות נדרש הילד לבחור תשובה נכונה אחת מבין ארבע מסיחים. מבחן זה מועבר בשיטת מבחן-מבחן חוזר. באנלוגיות בנייה נדרש הילד לאתר את ארבעת מרכיבי האנלוגיה, מבין שש תמונות נתונות ולבנות את האנלוגיה בעצמו. מבחן זה מועבר בשיטת התדרוך המודרג (Graduated prompt).

2.5 שאלות המחקר

השאלות העומדות בבסיסה של עבודה זו הן:

1. האם קיים קשר בין חשיבה אנלוגית לבין ידע בחשבון לקראת כיתה א'?
2. האם חשיבה אנלוגית מושגית ותפיסתית, קשורה במידת עוצמה שונה עם כל אחת מארבע חטיבות המבחן להערכה דידיקטית בחשבון לקראת כיתה א'? במילים אחרות, מה היא התרומה הדיפרנציאלית של סוגי המבחנים השונים בחשיבה אנלוגית (מושגית ותפיסתית) להסבר השונות בידע בחשבון לקראת כיתה א'?
3. האם הערכת החשיבה האנלוגית בדרך דינמית תתרום להסבר השונות בידע בחשבון לקראת כיתה א'? במילים אחרות, האם הציונים אחר למידה במבחן הדינמי, יהיו קשורים עם מבחן החשבון יותר מאשר הציונים לפני למידה.

2.6 השערות המחקר

1. הקשר בין ידע בחשבון טרום כיתה א' לבין חשיבה אנלוגית **תפיסתית ומושגית לאחר למידה**, יהיה גבוה יותר מאשר עם חשיבה אנלוגית **תפיסתית ומושגית לפני למידה**. השערה זו מבוססת, על גישותיהם התיאורטיות של ויגוצקי ופורשטיין (Kozulin, 1995; Feuerstein, Rand, & Hoffman 1979) ותוצאות מחקרים של צוריאל (2000) לפיהם ביצועים קוגניטיביים לאחר למידה משקפים באופן מדויק יותר את יכולתו האינטלקטואלית של הילד, מאשר ביצועו לפני למידה. השערה זו מבוססת גם על תוצאות מחקר חלוץ שבו נבדקו 32 ילדים (Zilber, 2000). במחקר זה נמצא קשר חזק יותר בין ידע בחשבון טרום כיתה א' לבין חשיבה אנלוגית מושגית ותפיסתית לאחר למידה, מאשר עם חשיבה אנלוגית מושגית ותפיסתית לפני למידה.
2. השערות 2א ו-2ב מתייחסות לאנלוגיות (מושגיות ותפיסתיות) לפני למידה (2א) ואחר למידה (2ב).
 - 2א. הקשר שבין תוצאות מבחן הערכה דידקטית בחשבון טרום כיתה א' לבין היכולת לפתור אנלוגיות **מושגיות לפני למידה**, יהיה חלש יותר מהקשר עם אנלוגיות **תפיסתיות לפני למידה**.
 - 2ב. הקשר שבין תוצאות המבחן להערכה דידקטית בחשבון טרום כיתה א', לבין היכולת לפתור אנלוגיות **מושגיות לאחר למידה** יהיה חזק יותר מהקשר עם **אנלוגיות תפיסתיות לאחר למידה**. ההבדלים בעוצמת הקשר נובעים מהשוני בתהליכים הקוגניטיביים והלשוניים המוצגים בכל אחד מתתי-המבחנים השונים. השערה זו מבוססת על העובדה שגם לצורך פתרון מבחן הערכה דידקטית בחשבון טרום כיתה א' וגם לצורך פתרון אנלוגיות מושגיות, נשענים הילדים על יכולות שפתיות.
3. יהיה הבדל בעוצמת הקשר בין תתי-המבחנים השונים (ספירה, מנייה, רצף, שימור כמות...) מתוך מבחן להערכה דידקטית בחשבון טרום כיתה א', לבין היכולת לפתור אנלוגיות מושגיות ותפיסתיות. השערה זו מבוססת על העובדה שהיכולות השפתיות ומידת השימוש בדרכי חשיבה אנלוגיות משתנה בין תתי-המבחנים

המרכיבים את המבחן להערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א'. תוצאות מחקר החלוץ (Zilber, 2000) תומכות בהשערה זו.

4. הקשר בין תוצאות מבחן הערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א' לבין היכולת לפתור **אנלוגיות בנייה** (מושגיות ותפיסתיות) יהיה חזק יותר בהשוואה לקשר בין תוצאות אלו ליכולת לפתור **אנלוגיות סגורות** (מושגיות ותפיסתיות). השערה זו מבוססת על כך שגם במבחן הערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א' וגם באנלוגיות בנייה, שלב הלמידה משולב בתהליך המבחן לאורך כל שלבי העברתו.

3. שיטה

3.1 אוכלוסיית המחקר

המדגם כלל 100 ילדי גן-חובה מגני ילדים באזור המרכז, 54 בנים ו-46 בנות. גיל הנבדקים נע בין 58 ל-80 חודשים כאשר הגיל הממוצע הוא $M=70.97$ ($SD=4.72$).

במחקר לא נכללו ילדים שאובחנו בעבר כלקויי למידה או ילדים הסובלים מבעיות קשב וריכוז. כמו כן, נופו מהמדגם ילדים שזוהו כסובלים מקשיים התפתחותיים ו/או קשיים אחרים.

נתוני השכלת ההורים מוצגים בלוח 1. הנחקרים ברובם באו משכבה סוציו-אקונומית ותרבותית ממוצעת עד גבוהה. הנתונים הדמוגרפים של תעסוקה ומספר ילדים מוצגים בלוחות 2-3.

לוח 1: השכלת ההורים

השכלת אם	שכיחות באחוזים	דירוג אחוזוני	השכלת אב	שכיחות באחוזים	דירוג אחוזוני
מתחת ל-10 שנות לימוד	2	2	מתחת ל-10 שנות לימוד	1	1
עד 10 שנות לימוד	7	9	עד 10 שנות לימוד	1	2
12 שנות לימוד	33	42	12 שנות לימוד	43	45
על תיכונית לא אקדמית	12	54	על תיכונית לא אקדמית	13	58
בוגר אוניברסיטה	34	88	בוגר אוניברסיטה	19	77
מוסמך אוניברסיטה	12	100	מוסמך אוניברסיטה	17	94
			דוקטור	6	100

בלוח 1 ניתן לראות ש-91% מהאמהות הן בוגרות 12 שנות לימוד ומעלה ו-46% מהאמהות הן בעלות השכלה אקדמית. כמו כן, ניתן לראות בלוח זה ש-98% מהאבות הם בוגרי 12 שנות לימוד ו-42% מהאבות הם בעלי השכלה אקדמית.

לוח 2: מאפיינים התעסוקתיים של ההורים

תעסוקת אם	שכיחות באחוזים	דירוג אחוזוני	תעסוקת אב	שכיחות באחוזים	דירוג אחוזוני
אינה מועסקת	18	18	אינו מועסק	1	1
פועלת דחק	0	18	פועל דחק	2	3
פועלת לא מקצועית	3	21	פועל לא מקצועי	13	16
עובדת שירותים מקצועית	30	51	עובד שירותים מקצועי	34	50
טכנאית, הנדסאית, בעלת בית מלאכה	5	56	טכנאי, הנדסאי, בעל בית מלאכה	18	68
מורה, עו"ס, פסיכולוגית	35	91	מורה, עו"ס, פסיכולוג	6	74
מהנדסת, רו"ח, עו"ד	8	99	מהנדס, רו"ח, עו"ד	19	93
חוקרת אקדמית	1	100	חוקר אקדמית	7	100

בלוח 2 ניתן לראות כי 79% מהאמהות עוסקות בתחומים הדורשים הכשרה מקצועית, כאשר 44% מהן עובדות בתחומים הדורשים הכשרה על-תיכונית. כמו כן ניתן לראות כי 84% מהאבות עוסקים בתחומים הדורשים הכשרה מקצועית כאשר 50% עובדים בתחומים הדורשים השכלה על-תיכונית.

לוח 3: מספר הילדים בבית

מספר הילדים	שכיחות באחוזים	דירוג אחוזוני
1	8	8
2	38	46
3	34	80
4	20	100

בלוח 3 ניתן לראות כי ב-46% מהמשפחות היו עד שני ילדים וב-54% היו בין 3 ל-4 ילדים.

3.2 כלי המחקר

כלי המדידה בהם נעשה שימוש במחקר זה הם כלים דינמיים :

1. מבחן הערכה דיזקטית בחשבון טרום כיתה א' (Zilber, 2000).

מבחן זה בודק ידע בחשבון אצל ילדים בגיל הרך.

2. מבחן להערכת יכולת השתנות באנלוגיות מושגיות ותפיסתיות

CCPAM – Children's Conceptual and Perceptual Analogical Modifiability test

(Tzuriel, & Galinka, 1999; Tzuriel, 2002). מבחן זה בודק יכולת הסקה אנלוגית

של ילדים בגיל הרך. המבחן כולל שני תתי-מבחנים. א. אנלוגיות סגורות (Closed

Analogies) משני סוגים: מושגיות ותפיסתיות. ב. אנלוגיות בנייה (Construction

Analogies) הכולל אף הוא שני סוגים: מושגיות ותפיסתיות. בכל בעיה אנלוגיות

מוצגים בפני הילד שישה כרטיסים. עליו לבחור מתוכם ארבע כרטיסים

הרלוונטיים לבניית הבעיה ולארגנם בסדר הנכון.

3.2.1 מבחן הערכה דיזקטית בחשבון טרום כיתה א'

3.2.1.1 מבנה המבחן להערכה דיזקטית בחשבון טרום כיתה א'

מבחן זה, אשר מטרתו להעריך בדרך כמותית ידע בחשבון אצל ילדים בגן-חובה (ראה נספחים 1-4) נבנה לצורך המחקר הנוכחי על-ידי זילבר (2000). המבחן נבנה תוך הישענות על הרקע התיאורטי שהובא בפרק הראשון של עבודה זו, וכן על סמך התייעצות עם אנשי מקצוע בתחום (ראה תוקף מומחים). נושאי המבחן מוצגים בלוח 4. המבחן תוקן וקודד באופן סופי, בעקבות מחקר חלוץ שנערך על 32 ילדי גן. המבחן כולל 4 חלקים עיקריים :

חלק ראשון (ראה נספח 1) המכיל שאלון מפורט לבודק הכולל 314 פריטים ומקום לרישום תשובות הילדים.

החלק השני מכיל לוחות מצוירים עליהם פעל הילד (ראה נספח 2).

החלק השלישי כולל אביזרים נלווים לצורך המחשה, עבור ילדים הזקוקים לכך (ראה רשימת אביזרים נספח 3).

החלק הרביעי מכיל דפי ניקוד (נספח 4).

לוח 4: תחומי המבחן להערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א'

תחום	תת-תחום	נושאי אבחון, תכני הבדיקה
המספר	משמעות סידורית	ספירה
		מניה
		רצף המספרים
		קביעות המספר – אנליזה וסינתזה
		המספר הסודר
	משמעות כמותית	תפיסת כמות גלובלית
		השוואת כמויות
		השוואת מספרים עוקבים
		קשר בין משמעויות
		הרכב המספר
יכולת קוגניטיבית	התאמה	אפס כמייצג כמות
		חד-רב ערכית
		חד-חד ערכית
		סדרות
		משמעות החיבור
		משמעות החיסור
	שימור כמות	בעיות מילוליות
		בדידה
		רציפה
		יכולת הפיכות
מושגים ומונחים		שם המספר
		מילות המספר
		מושגי כמות ומרחב
		מונחי הפעולות

המבחן מיועד לילדים בגן חובה בני חמש-שבע. זהו מבחן דינמי שבו תהליך התיווך מתרחש במהלך המבחן, תוך שימוש בשיטת התדרוך המדורג (Graduated prompt) אשר הוצע על-ידי בראון וקמפיונה (Campione, & Brown, 1987). בהתאם לשיטה זו ניתנת עזרה לנבחן באופן מודרג כך שכל שלב של עזרה מפחית ממספר הנקודות המקסימלי האפשרי לאותה מטלה. הניקוד במבחן זה הוא בין 3 ל-0 לכל שאלה. באופן זה, 3 נקודות

ניתנות לתשובה נכונה ללא תיווך, 2 נקודות ניתנות כאשר נדרש תיווך מילולי, נקודה 1 כאשר נדרש תיווך עם עזרים קונקרטיים ו-0 נקודות כאשר אין לילד הצלחה למרות התיווך שניתן. מכיוון שתוך כדי המבחן תהליך התיווך הוא מהמופשט אל המוחשי, הילד מסיים תמיד בתחושת הצלחה. הציון הגולמי המקסימלי שניתן לקבל במבחן הוא 942.

השאלון כולל שתי חטיבות בדיקה עיקריות אשר כל אחת מהן בנויה משני תחומים מרכזיים (ראה תרשים 3).

- החטיבה הראשונה נקראת "**יכולות קוגניטיביות**". חטיבה זו כוללת 82 פריטים הפזורים לאורך כל המבחן. בחטיבה זו נבדקות היכולות הקוגניטיביות העומדות בבסיס רכישת הידע החשובני. שני התחומים המרכיבים אותה הם:

– **התאמה** – הכוללת את הנושאים הבאים: סדרות, התאמה חד-רב ערכית, התאמה חד-חד ערכית, משמעות החיבור, משמעות החיסור ובעיות מילוליות. תחום זה כולל 37 פריטים. מהימנות קרונבך אלפא המבוססת על המדגם הנוכחי שנמצאה עבור תחום זה היא $\alpha = .93$.

– **שימור כמות** – הכוללת את הנושאים הבאים: שימור כמות רציפה, שימור כמות בדידה, שם המספר והפיכות בכמויות ובסיפורים. תחום זה כולל 45 פריטים. מהימנות קרונבך אלפא שנמצאה עבור תחום זה היא $\alpha = .94$.

- החטיבה השנייה נקראת "**המספר**". בחטיבה זו נבדק הידע החשובני הפורמלי של הילדים. חטיבה זו כוללת 232 פריטים הפזורים לאורך כל המבחן. שני התחומים המרכיבים אותה הם:

– **משמעות סידורית** – הכוללת את הנושאים הבאים: ספירה, מנייה, קביעות המספר (אנליזה וסינתזה), רצף המספרים, המספר הסודר, תפיסת כמות סדרתית תוך מניית כמויות בדידות. תחום זה כולל 114 פריטים. מהימנות קרונבך אלפא שנמצאה עבור תחום זה היא $\alpha = .97$.

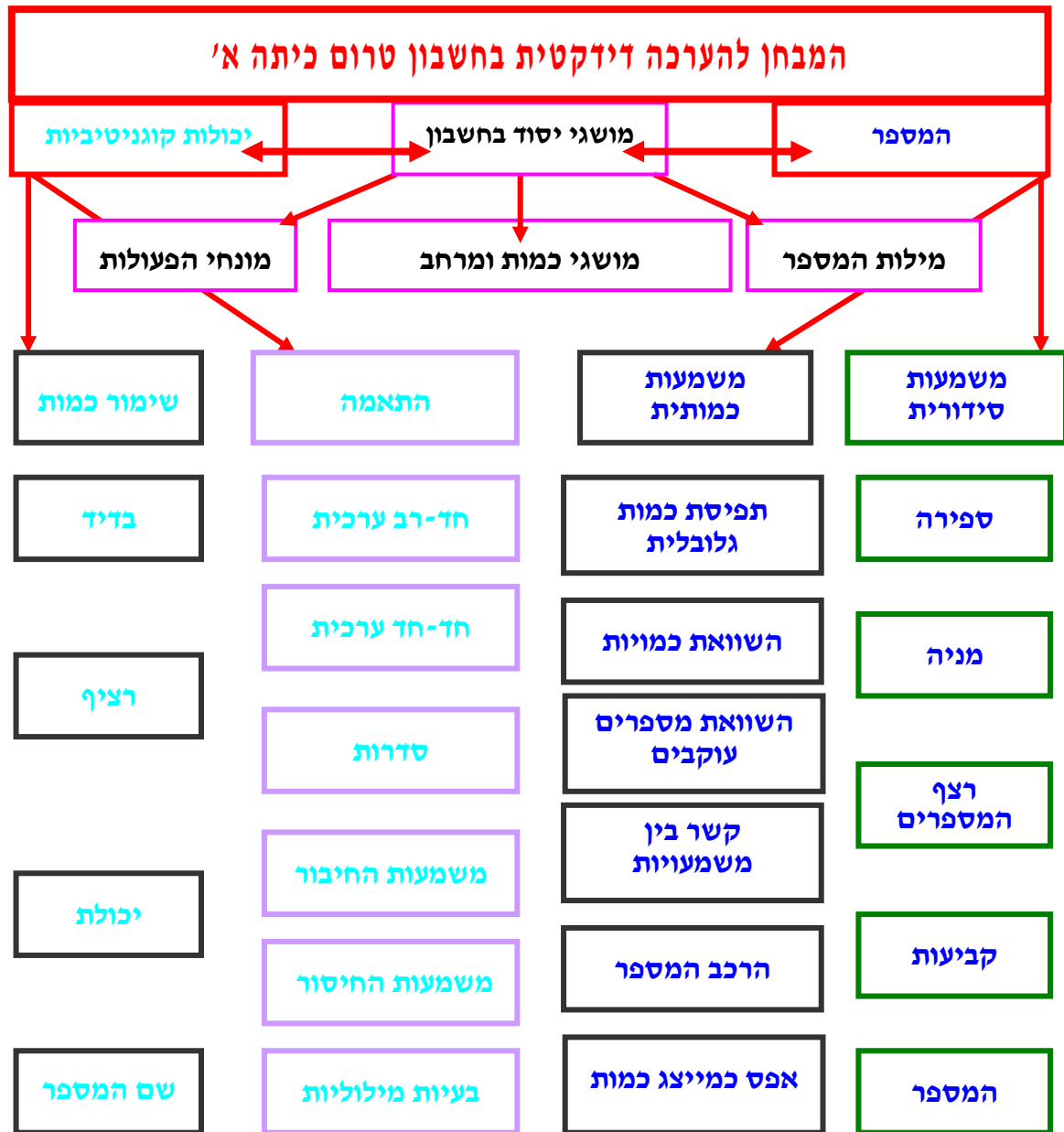
– **משמעות כמותית** – הכוללת את הנושאים הבאים: השוואת כמויות ומספרים עוקבים, קשר בין משמעויות, תפיסת כמות גלובלית, הרכב המספר בתבניות אקראיות, תבניות לאיי ותבניות קוביה, הבנת כמות והמודל המייצג. תחום זה כולל 118 פריטים. מהימנות קרונבך אלפא שנמצאה עבור תחום זה היא $\alpha=.98$.

ישנה אפשרות לתת ציון נפרד לכל אחד מחלקי המבחן, לכל אחת מחטיבות המבחן וכן ציון כולל למבחן כולו.

המבחן הועבר בשלוש פגישות שבהן הציג הבודק לילד את שאלות המבחן בסדר רץ. עם זאת, מכיוון שהמבחן בנוי "מהקשה אל הקל" אין צורך להעביר לילד את כל הפריטים, שכן ילד שעונה נכון על פריט "קשה" מקבל אוטומטית את הניקוד עבור פריטים "קלים" באותו תחום. לדוגמה: ילד המצליח למנות צורות זהות במעגל מקבל ניקוד גם עבור צורות עם מרכיב מבחין במעגל וגם עבור צורות שונות במעגל, מבלי לענות עליהן. דוגמה נוספת: ילד שמצליח לענות נכון על פריטים הבודקים התאמה חד-חד ערכית, מקבל אוטומטית את הניקוד גם עבור פריטים העוסקים בהתאמה חד-חד ערכית.

במהלך המבחן רושם הבודק את תשובות הילד כלשונן, במקום המיועד לכך בגוף המבחן ולאחר מכן מעביר את הממצאים לדפי ההערכה הכמותית.

מהימנות קרונבך אלפא שנמצאה עבור המבחן הכולל, בעבודה זו היא $\alpha=.99$. מהימנות גבוהה זו נובעת הן מריבוי הפריטים במבחן והן מהעובדה שתחומי התוכן שייכים אחד לשני ובנויים אחד על גבי השני.



תרשים 3

מבנה המבחן להערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א'

3.2.1.2 שלבי הכנת המבחן ל"הערכה דידקטית בחשבון טרום כיתה א"

המבחן הוכן כמבחן להערכה כמותית של ידע בחשבון אצל ילדים הלומדים שנה אחרונה בגן חובה. המבחן התבסס על מבחנים קיימים (צוות ליקויי למידה, 1989; קידרון, 1989; סגל, 1991א, 1991ב, 1994, 1999; Cahrles, A., Dana Center, The Texas education agency, 2002). המבחנים בעברית, נמצאים בשימוש במערכת החינוך אף שלא עברו תהליכי תיקוף וקידוד. המבחנים באנגלית מקודדים ומתוקפים בהתאמה לאזורים שבהם נכתבו ותוך התייחסות למחקרים קודמים ורקע תיאורטי כפי שפורטו בחלק א' של עבודה זו.

בשלב זה, הוכנו שאלות, בתחום העשרת הראשונה והשנייה בלבד. השאלון כלל 115 שאלות.

שלב א' – מחקר חלוץ ראשון

במחקר זה נבדקו 32 ילדי גן חובה. התוצאה שהתקבלה במחקר החלוץ הראשוני הייתה, "אפקט תקרה" כלומר, עבור ילדים רבים המבחן היה קל מדי. מכאן עלו שתי אפשרויות. אפשרות ראשונה – המבחנים הקיימים כיום קלים מדי, משום שהם מיועדים בעיקר לזיהוי אוכלוסיות עם ליקויי למידה בתחום החשבון. אפשרות שנייה – המבחנים הקיימים כיום קלים מדי, משום שאינם מבוססים על מחקר אמפירי ו/או מחקר איכותי. בכל מקרה, היה צורך להרחיב את תחומי הבדיקה של המבחן ולהוסיף שאלות בתחום העשרת השלישית.

שלב ב' – שכלול המבחן "הערכה דידקטית בחשבון טרום כיתה א"

בשלב זה יושמו הלקחים ממחקר החלוץ הראשוני והמבחן שוכלל בהתאמה. השינויים באו לידי ביטוי בעיקר בהוספת שאלות בתחום העשרת השלישית. כמו כן, נעשתה חלוקה מחודשת של שאלות המבחן. מבחן זה כלל 314 שאלות. המבחן נבדק על-ידי מומחים.

תוקף מומחים

המומחים אשר תקפו את הכלי, הן שלוש מורות בעלות מומחיות בתחום המוכנות בחשבון לקראת כיתה א'. המורה הראשונה היא בעלת תואר M.A. בחינוך מהאוניברסיטה העברית ירושלים. עבדה כמורה בכיתות א'-ב' רגילות ומשולבות במשך 16 שנה, לימדה בהשתלמויות לחינוך מיוחד ומשמשת היום כמורה בכיתות טיפוליות ורכזת החינוך המשלב. המורה השנייה היא מורה לחינוך מיוחד בגילאי 5-13 ומרצה במסגרת הקורסים להוראה מתקנת בחשבון וקורסים למאבחנות, בעלת וותק של למעלה מ-20 שנה. המורה השלישית היא בעלת וותק של 18 שנים, כמורה בכיתות א'-ב' רגילות ומשולבות. בתהליך הבדיקה נרשמו הערות על-ידי המומחיות לגבי מבנה האבחון ותכניו, ולאור זאת תוקן האבחון.

תוקף התוכן העומד בבסיס בניית אבחון להערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א', הושתת על שני המרכיבים הבאים:

א. ציפיות מהילד בכיתה א' – כלומר, יכולת לחשוב במונחים מספריים ולהשתמש בהם עם וללא אמצעי המחשה (McCarthy, & Hosuton, 1980; Wohlwill, & Jow, 1992). מרכיב זה מבוסס על גישה של ניתוח המטלה תוך התייחסות למפה הקוגניטיבית (צוריאל, 1998; Feuerstein, Brown, & Campione, 1979; Feuerstein, Rand, & Hoffman, 1986).

על-פי גישה זו, יש לנתח את המטלה הנדרשת לפרטיה, על בסיס של חשיבה לוגית, ולהתייחס לכל חלקי המטלה. בדרך זו נבנה אבחון שיאפשר לאתר יכולות וקשיים אצל ילדים שונים, ולבנות עבורם תוכנית לימודים אישית, המכינה אותם לדרישות הפורמליות בכיתה א' באופן יעיל.

ב. בשלות הילד – כלומר, הפוטנציאל שלו ללמידה (Vygotsky, 1978), ויכולתו ההתפתחותית-אישית (פיאז'ה, 1952). מרכיב זה מבוסס על הגישה ההתפתחותית (פיאז'ה 1968) שלפיה, מטלות חשובות ללמידה, בשלב ניתוח המטלה, צריכות להיות כאלה שהילד בשל אליהן מבחינה התפתחותית. עם זאת, יש התייחסות גם לגישתו של ויגוצקי (Allebone, 2001; Bovey, & Steele, 1999; Kozulin, 1995) שלפיה יש בילד פוטנציאל למידה, ותפקיד המתווך להביא לכך שהיכולת הפוטנציאלית תהפוך ליכולת בפועל.

שלב ג' – מחקר חלוץ חוזר

במחקר זה, נבדקו 30 ילדי גן חובה, אחרים מאלה שנבדקו במחקר החלוץ הראשון. נמצא שהמבחן עונה על הדרישות, וניתן לערוך בו שימוש לצרכי עבודה זו.

תכני המבחן

תכני המבחן מבוססים על תיאוריות ודרכי עבודה שפותחו בעבר על-ידי אנשי חינוך ופסיכולוגים. בתהליך בניית האבחון, נעשה שימוש באבחונים המבוססים על מדדים איכותיים והנמצאים היום בשימוש (קדרון, 1985; שפ"י, 1998; סגל, 1991; Cahrles Dana; 2002, Center, The Texas Education Agency). במהלך כתיבת האבחון, אורגנו הגישות השונות בדרך אקלקטית. על-ידי כך ניתן היה לבנות אבחון אחד, שיכלול בתוכו גם את הגישה הרואה במטרת האבחון זיהוי הידע של הילד בחשבון טרום כיתה א', וגם את הגישה הרואה באבחון כלי לזיהוי סוגי התפיסה של הילד (כגון, תפיסה סדרתית מול תפיסה כמותית).

השילוב בין שתי הגישות, נעשה תוך התייחסות לגישה האוריינית הרווחת כיום, שלפיה יש לבנות תוכנית אישית לכל ילד על בסיס ידיעותיו. השילוב בין הגישות האבחוניות שצוינו, הביא לכך שבאבחון זה, תוך כדי תהליך בדיקת הידע ויכולת הלמידה, נבדקים שני דברים נוספים:

- א. תהליכי הבשלה כגון תפיסה ושימור כמות (פיאז'ה, 1968; קדרון, 1985)
- ב. שליטה במושגים הנמצאים בשימוש יומיומי (לפני, אחרי, יותר...)

תחומי האבחון, כפי שמציגה אותם קדרון (1985), הם שלושה:

1. המספר
2. יכולת חשיבה חשבונית
3. מושגי יסוד – מונחים חשבוניים

במחקר זה, ביססנו את מטלות האבחון על-פי תחומים אלו. בתוך שלושת התחומים שזורים נושאי בדיקה שונים. שאלות מסוימות בודקות יותר מאשר נושא אחד ולעיתים אף יותר מאשר תחום אחד. בדרך זו ניתן ללמוד על יכולותיו וידיעותיו של הילד, מנקודות מבט רבות, לאורך כל שלבי האבחון, ולנטרל במידה רבה, משתנים אפקטיביים כמו התרגשות ראשונית, עייפות לקראת סיום, איבוד ריכוז וירידות בקשב.

חלקי האבחון כפי שהם מתקשרים לידע בחשבון טרום כיתה א' הם :

א. **המספר** – תפיסת המספר כמושג מתחילה להתפתח באופן ספונטני כבר בגיל הרך. בהמשך תהליך ההתפתחות, מפתח הילד גם תפיסת מספר כמותית, סדרתית וכן את הקשר בין שתיהן (קדרון, 1985; 2000; Baroody, 1980; McCarthy, & Hosuton, 1980). כחלק מהקשר בין שני סוגי התפיסה, אמור הילד לפתח, תוך הכרת שמות המספר, גם את השליטה במושג המספר העומדת בבסיס הידע בחשבון. ללא שליטה במושגי המספר, לפחות בתחום ה-5, יתקשה הילד בלמידה פורמלית בחשבון. באבחון הנבדק מופיע מושג המספר לאורך כל האבחון, שכן לא ניתן לבדוק כמעט אף תחום חשבוני ללא התייחסות למספר.

ב. **יכולת קוגניטיבית** – היכולת הקוגניטיבית הנוגעת לעניין זה קשורה בהבנתו של הילד כי ניתן לבצע מניפולציות חשבוניות במספרים שתפס (Baroody, 2000). תחום זה מחולק לשלושה שלבי התפתחות (קדרון, 1985): 1. **השלב הקדם מושגי** – בשלב זה, הרכב המספר נתפס בעיקר באספקטים איכותיים, בדומה לתפיסת המספר; 2. **שלב הייצוג האינטואיטיבי** – בשלב זה תפיסת הרכב המספר מתבצעת תוך שימוש בדימוי קונקרטי ו/או מנטלי (קדרון, 1985; קניאל, 1997) וייצוג מספרים על בסיס ארגונים במרחב; 3. **שלב ייצוג מופשט** – בשלב זה ישנה יכולת לבצע מניפולציות בדרך מופשטת. ככל שהילד מסוגל לבצע טוב יותר מניפולציות במספרים, כך גוברת יכולתו לבצע פעולות מתמטיות ביעילות ובמינימום מאמץ (קדרון, 1985; קניאל, 1997; קניאל, 2001; Flavell, & Markman, 1983). הלומד היעיל ניחן במיומנויות למידה כלליות, יש לו דרכים יעילות לפתרון בעיות, הוא מנצל טוב יותר מצבי למידה, מבצע העברה רחבה יותר, מחלק מאמציו בצורה יעילה, מפקח על התקדמותו ויודע מתי, איך ובמה להיעזר.

בשלושת השלבים שהוזכרו שזורות יכולות קוגניטיביות הקשורות בידע בחשבון טרום כיתה א' (קדרון, 1985; Baroody, 2000). בדיקת יכולות אלו נעשית בתוך תתי-הנושאים המרכיבים אבחון זה: 1. **יכולת שימור כמות** – יכולת זו היא הבסיס לתפיסת המספרים כתבנית וראייתם באופן מופשט; 2. **יכולת הפיכות** – יכולת שהיא תנאי חשוב להבנת הקשר בין פעולות החשבון; 3. **סידור בסדרה** – לפי

תכונות גלויות – יכולת זו היא הבסיס להבנת מושגים יחסיים כגון גדול – קטן ויחסים בין מספרים, כולל הבנת יחסים אסימטריים.

ג. **מושגי יסוד** – סעיף זה כולל רשימה ארוכה מאד של מילים שימושיות בתחום החשבון, כמו למשל: לספור, למנות, להשוות, קטן ב-, גדול ב-, ראשון, אחרון, יותר, פחות, הרבה, מעט, רחב, צר (McCarthy, & Hosuton, 1980). רשימה זו מהווה רק חלק קטן מהמילים הנכללות תחת הכותרת "שפת החשבון".

כאשר מחלקים את המלים הקשורות בחשבון לקבוצות, ישנן מספר קטיגוריות שבלי שליטה בהן יתקשו הילדים מאד בתחילת דרכם הפורמלית. הקטיגוריות הן: שמות המספר, מושגי מרחב, מושגי גודל והשוואתם, מושגי כמות והשוואתם, מושגי כיוון ומיקום, מונחי פעולות החשבון ומונחים שכיחים בשאלות חשבון.

שפת החשבון מתחילה להתפתח בו זמנית עם התפתחות מושג המספר. במבחן שפותח בעבודה זו, מהווה שפת החשבון חלק אינטגרלי מהבדיקה, כאשר כל תחום כולל בתוכו את המושגים הרלוונטיים לו.

ציינון

הציונים ניתנו על בסיס התוצאות שנרשמו בדפי קידוד באופן הבא: לכל שאלה יש ארבע רמות קושי והניקוד ניתן בהתאמה: מ-3 נקודות לרמה הקשה ביותר ועד 0 נקודות למי שלא הצליח לענות על השאלה כלל. המבחן בנוי כך, שהילד יוכל תמיד לסיים את המבחן עם תחושת הצלחה, זאת משום שהוא כולל בתוכו גם פריטים קלים (43-48, 1-4, 10, 25-27, 65-67, 94-97) שלגביהם צפוי להתקבל אפקט תקרה. פריטים אלה הם פריטים הבודקים יכולות נמוכות וצפוי כי בני ארבע-חמש יהיו בעלי יכולות אלו. בלי יכולות אלה יקשה על הילד להשתלב בשיעורי החשבון בכיתה א'. ילד שקיבל ניקוד עבור שאלות קשות, מקבל באופן אוטומטי גם את הניקוד עבור השאלות הקלות יותר, באותו תחום. לדוגמה: ילד שיכול למנות 14 דמויות זהות במעגל, יכול בוודאי למנות 9 צורות שונות במעגל, ולכן יקבל את הניקוד גם עבור שאלות אלה.

תוקף מבנה

תוקף המבנה, נעשה בעזרת מדדים אמפיריים ועיבודים סטטיסטיים, באופן הבא. במחקר החלוץ נבדקו המתאמים בין השאלות המרכיבות את שלושת תחומי האבחון: המספר, יכולת חשיבה חשבונית, ומושגי יסוד – מונחים חשבוניים. כמו כן, נבדקו המתאמים בתוך תתי-התחומים החשבוניים שצוינו, ונמצאו ביניהם קשרים חיוביים (טווח מתאמים – .93 – .99). מקדם המהימנות של המבחן כפי שנמצא במחקר החלוץ, הוא .92. במחקר הנוכחי נמצאו מקדמי המהימנות המתוארים בלוח 5.

לוח 5: ממוצעים, סטיות תקן, מהימנות וטווח הציונים של מדדי המחקר

המבחן	מספר פריטים	טווח הציונים לכל פריט	M	SD	α
מבחן להערכה דידקטית בחשבון טרום כיתה א' – תפיסת המספר:					
משמעות סידורית:	117	3-0	2.17	.38	.97
משמעות כמותית:	117	3-0	2.48	.51	.98
מבחן להערכה דידקטית בחשבון טרום כיתה א' – יכולות קוגניטיביות:					
שימור כמות:	47	3-0	2.50	.42	.94
התאמה:	32	3-0	2.50	.42	.93
ציון כולל במבחן להערכה דידקטית בחשבון טרום כיתה א':	314	3-0	2.38	.39	.99

3.2.2 מבחן כושר ההשתנות באנלוגיות מושגיות ותפיסתיות (CCPAM)

המבחן להערכת כושר ההשתנות באנלוגיות תפיסתיות ומושגיות – Children's Conceptual Tzuriel, & Galinka, 1999;) and Perceptual Analogical Modifiability test (CCPAM) (Tzuriel, 2002) הוא מבחן דינמי הבודק יכולת הסקה אנלוגית של ילדים בגיל הרך. המבחן כולל שני תתי-מבחן:

1. **אנלוגיות סגורות** – מושגיות ותפיסתיות (Closed Analogies). בתת-מבחן זה, האנלוגיות מוצגות בראש כל דף במטריצה של 2×2 . בתחתית הדף מוצגות ארבע אפשרויות לפתרון (תרשימים 5 עד 10). הילד צריך לבחור תמונה אחת מתוך ארבעה מסיחים המוצגים לפניו. התמונה שבחר כמונח D צריכה להתייחס למונח C של האנלוגיה כשם שתמונה B מתייחסת לתמונה A. הבעיות מוצגות ברמת קושי עולה.
2. **אנלוגיות בנייה** – מושגיות ותפיסתיות (Construction Analogies) – במבחן זה נבדקת יכולתו של הילד לבנות אנלוגיות מושגיות ותפיסתיות. בכל בעיה אנלוגית מונחים לפני הילד שישה כרטיסים ועליו לבחור מתוכם את ארבעה הכרטיסים הרלוונטיים לבניית הבעיה (תרשימים 6-7).

3.2.2.1 תת-מבחן – אנלוגיות סגורות (Closed Analogies)

תת-מבחן "אנלוגיות סגורות" כולל שני חלקים: 1. אנלוגיות מושגיות 2. אנלוגיות תפיסתיות. כל אחד מחלקי המבחן כולל 20 אנלוגיות קלסיות מסוג $A:B::C:(D)$ המוצגות בתמונות המסודרות ברמת קושי עולה. בתת-מבחן זה ישנן שתי סדרות: סדרה A – המשמשת להערכת היכולת לפני הלמידה. סדרה זו משמשת גם לצורך תהליך התיווך. סדרה B – המשמשת להערכת היכולת אחר הלמידה. בנוסף לפריטי המבחן, כוללת סדרה A גם שני פריטי אימון המופיעים בתחילת המבחן.

בכל אחת מהאנלוגיות מופיעות ארבע תשובות אפשריות והילד נדרש להצביע על אחת מהן שהיא התשובה הנכונה.

האנלוגיות בשתי הסדרות מקבילות זו לזו מבחינת היחס המובע באנלוגיה, ולאודוקא ברמת הקושי של הפריט. לדוגמה: הפריט בסדרה A – צפור:קן::כלב:מלונה. מקביל לפריט בסדרה B – דבורה:כוורת::תוכי:כלוב מבחינת היחס האנלוגי.

הציון הגולמי במבחן מבוסס על מתן נקודה אחת עבור כל תשובה נכונה.

מקדמי מהימנות קרונבך-אלפא כפי שדווחו על-ידי צוריאל וגלינקא (2001), הם כלהלן: במבחן האנלוגיות המושגיות בשלב A – .74 ושלב B – .85. במבחן האנלוגיות התפיסתיות בשלב A – .83. בשלב B – .91. מקדמי מהימנות קרונבך-אלפא כפי שנמצאו במחקר הנוכחי מוצגים בלוח 6:

לוח 6: מקדמי מהימנות קרונבך-אלפא לאנלוגיות סגורות מתוך מבחן CCPAM כפי שנמצאו במחקר הנוכחי

המבחן	מספר פריטים	טווח הציונים	M	SD	α
אנלוגיות סגורות – תפיסתיות					
לפני למידה	20	1-0	.52	.24	.84
אחרי למידה:	20	1-0	.65	.19	.76
אנלוגיות סגורות – מושגיות					
לפני למידה:	16	1-0	.56	.26	.83
אחרי למידה:	16	1-0	.74	.20	.77

חלק א' – אנלוגיות תפיסתיות סגורות

האנלוגיות התפיסתיות שונות מהאנלוגיות המושגיות במהות הקשר שבין חלקי האנלוגיה. בחלק הבודק אנלוגיות תפיסתיות, מבוסס הקשר שבין חלקי האנלוגיה על מאפיינים חזותיים. הילד נדרש לזהות ולהתייחס בו זמנית גם לקשר בין החלקים A ו-B וגם לקשר בין החלקים A ו-C (ראה דוגמאות תרשים 4).

מבחן האנלוגיות התפיסתיות כולל 16 פריטים בשלב שלפני למידה ו-16 פריטים בשלב שלאחר למידה. במבחן זה יש שלושה סוגי אנלוגיות עיקריים. סוגי האנלוגיות נבדלים זה מזה בסוג הקשר המתקיים בין חלקי האנלוגיה: (1) עשרה פריטים אשר הקשר ביניהם מבוסס על שינוי צורני. השינוי יכול להיות בצבע, במיקום במרחב, או במספר. לדוגמה: בתרשים 4 (שינוי צורני), בתמונה A יש גדר עץ ופרחים ורודים. בתמונה B משתנה צבע הפרחים לצהוב. בתמונה C משתנה גדר העץ לגדר אבן. בתמונה D, שאותה צריך הילד לזהות, הגדר זהה לגדר מתמונה C והפרחים זהים לפרחים מתמונה B. (2) שלושה

פריטים אשר הקשר ביניהם מבוסס על הוספה או הורדה של פריטים. לדוגמה: בתרשים 4 (הוספה או הורדה) כאשר בתמונה A מופיעה כוס עם משקה ובתמונה B חסר המשקה. בתמונה C משתנה צבע הכוס. בתמונה D, שאותה צריך הילד לזהות, הכוס זהה לתמונה C וריקה כמו בתמונה B. (3) שלושה פריטים אשר הקשר ביניהם הוא על בסיס הפכים. לדוגמה: תרשים 4 (הפכים) בתמונה A יש ספר סגור. בתמונה B הספר פתוח. בתמונה C משתנה הספר לארון סגור. בתמונה D, אותה צריך הילד לזהות, הארון זהה לתמונה C ופתוח, כמו בתמונה B.



תרשים 4

דוגמאות לפריטי אנלוגיה תפיסתית המבטאים שינוי צורני, הוספה/הורדה והפכים

המסיחים באנלוגיות התפיסתיות נבנו באופן הבא: 1. אפשרות זהה למונח B. 2. אפשרות המתייחסת רק לחלק ממרכיבי הבעיה וכוללת אפיון שאינו רלוונטי. 3. אפשרות זהה למונח C. סוגי האנלוגיות משולבים זה בזה באופן מקרי. בדרך זו נדרש הילד למעברים מהירים בתהליכי החשיבה האנלוגית שלו.

חלק ב' – אנלוגיות מושגיות סגורות

תת-מבחן אנלוגיות מושגיות כולל 20 פריטים בשלב שלפני למידה ו-20 פריטים בשלב שלאחר למידה.

באנלוגיות המושגיות מתקיים קשר מושגי מהותי בין המרכיבים A:B. על הילד לעמוד על קשר זה ולבחור תשובה שתקיים עם מרכיב C קשר זהה לקשר שמרכיב B מקיים עם מרכיב A. בניגוד לאנלוגיות התפיסתיות, באנלוגיות המושגיות הקשר בין המרכיבים A ו-C אינו הכרחי.

בדומה לאנלוגיות התפיסתיות, גם בתת-מבחן זה ישנם שלושה סוגי אנלוגיות עיקריים. סוגי האנלוגיות נבדלים זה מזה בסוג הקשר המתקיים בין חלקי האנלוגיה: (1) 11 פריטים שהקשר ביניהם מבוסס על יחסים פונקציונליים – לדוגמה: קוף:בננה::ארנבת:גזר (תרשים 5). (2) חמישה פריטים שהקשר ביניהם מבוסס על יחסי חלק/שלם – לדוגמה: ציפור:מקור::אשה:פה (תרשים 5). (3) ארבעה פריטים שהקשר ביניהם מבוסס על שייכות קטיגוריאלית לדוגמה: עט:עיפרון::מעיל:גרם (תרשים 5).

המסיחים באנלוגיות המושגיות נבנו בהתאם למוצע על-ידי גוסוואמי ובראון (1989), כך שבנוסף לתשובה הנכונה מוצגים המסיחים הבאים: 1. אסוציאציה סמנטית לתמונה B או לתמונה C. 2. שייכות קטיגוריאלית – פריט השייך לקבוצה זהה לזו של תמונה C. 3. יחסי חלק/שלם או דמיון חזותי – חלק מן התמונה המופיעה בתמונה C. כאשר לא נמצא פריט כזה נבנה המסיח על בסיס של דמיון חזותי. לדוגמה, בבעיה "מטוס:שמים::אונייה:(ים)" מוצגים המסיחים הבאים: מסיח סמנטי – דג, מסיח קטיגוריאלי – סירה, מסיח חלק-שלם – עוגן.

התשובה הנכונה לאנלוגיה תלויה בסוג האנלוגיה: באנלוגיות שהיחס ביניהן הוא פונקציונלי התשובה הנכונה היא אסוציאציה סמנטית לתמונה C. באנלוגיות שהיחס ביניהן מבוסס על חלק-שלם התשובה הנכונה היא חלק מהפריט המופיע בתמונה C. באנלוגיות המביעות יחס קטיגוריאלי התשובה הנכונה היא על בסיס התאמה קטיגוריאלית לתמונה C.

כמו בתת-מבחן אנלוגיות תפיסתיות, גם כאן סוגי האנלוגיות משולבים זה בזה באופן מקרי. הדבר דורש מהילד מעברים מהירים בתהליכי החשיבה האנלוגית שלו.



שייכות קטיגוריאלית

יחס חלק/שלם

יחס פונקציונלי

תרשים 5

דוגמאות לפרטי אנלוגיה מושגית המביעים יחס פונקציונלי,
יחס של חלק/שלם ושייכות קטיגוריאלית

3.2.2.2 תת-מבחן – אנלוגיות בנייה (Construction Analogies)

תת-מבחן זה מכיל 18 אנלוגיות בנייה והוא כולל שני חלקים: 1. אנלוגיות מושגיות 2. אנלוגיות תפיסתיות. בכל אחד מחלקי המבחן נדרש הילד לבנות אנלוגיות קלסיות מסוג $A:B::C:(D)$. לפני הילד מוצגים שישה קלפים, בסדר אקראי. עליו לבחור מתוך ששת הקלפים את ארבעת הקלפים שמהם נבנית האנלוגיה ולהתעלם משני הקלפים הנוספים אשר משמשים כמסיחים. בכל קבוצה ישנן תשע אנלוגיות שאחת מהן ניתנת כדוגמה בתחילת המבחן.

תהליך הלמידה בתת-מבחן זה, מתבצע בשיטת התדרוך המדורג (graduated prompt). הציון הגולמי במבחן הוא בין 0 ל-6 נקודות עבור כל אנלוגיה. ציון זה מבוסס על שישה שלבי הדרכה מובנים וקבועים:

1. 6 נקודות – ללא הדרכה כלל.
2. 5 נקודות – מציגים בפני הילד את זוג התמונות הראשון (A:B) ללא הסבר מילולי. משאירים את שתי התמונות לפני הילד.
3. 4 נקודות – מוסיפים הסבר מילולי לשתי התמונות הראשונות. התמונות נשארות לפני הילד.
4. 3 נקודות – מוסיפים לשתי התמונות שהוסברו את תמונה C, חוזרים על ההסבר לגבי תמונות הראשונות. משאירים לפני הילד רק את A ו-B.
5. 2 נקודות – מוסיפים לתמונות שעל השולחן את תמונות C ו-D ללא הסבר מילולי. משאירים על השולחן את התמונות A, B, ו-C.
6. 1 נקודות – מוסיפים לתמונות שעל השולחן את תמונות C ו-D בליווי הסבר מילולי. משאירים על השולחן את התמונות A, B, ו-C.
7. 0 נקודות – תשובה שגויה

מידת ההדרכה שהילד זקוק לה מאפשרת להעריך את כושר הלמידה שלו ואת "אזור ההתפתחות המקורב" (לייקין, 2002; 1978; Vygotsky, 1982-1935).

מקדמי מהימנות קרונבך-אלפא כפי שדווחו על-ידי צוריאל (2000) על מדגם של 148 ילדי גן הם: אנלוגיות תפיסתיות – .83, אנלוגיות מושגיות – .84.

מקדמי מהימנות קרונבך-אלפא, לאנלוגיות הבנייה, כפי שנמצאו במחקר זה מוצגים בלוח 7:

לוח 7: מקדמי מהימנות קרונבך-אלפא לאנלוגיות בנייה מתוך מבחן (CCPAM) כפי שנמצאו במחקר הנוכחי (n=100)

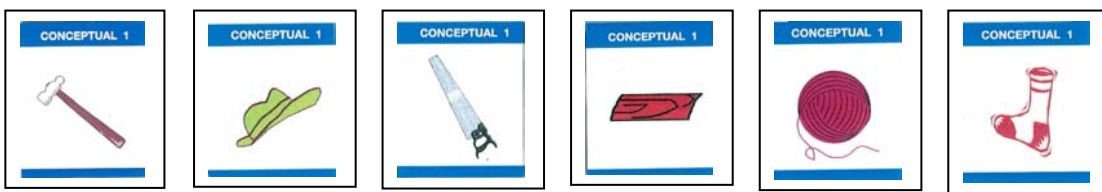
המבחן	מספר פריטים	טווח הציונים	M	SD	α
אנלוגיות בנייה					
תפיסתיות	8	6-1	4.33	1.07	.77
מושגיות	8	6-1	4.99	1.07	.86

חלק א' – אנלוגיות בנייה מושגיות

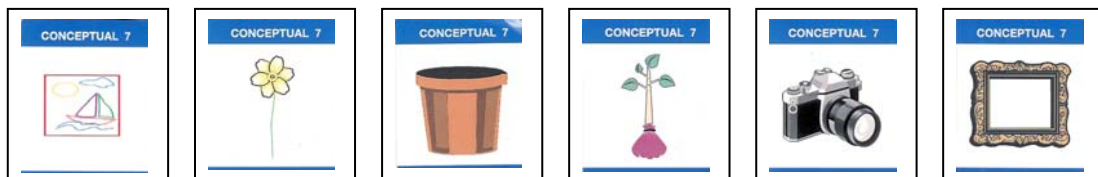
בחלק זה צריך הילד לסדר שני זוגות של קלפים באופן כזה שהקשר בין תמונה A לתמונה B, יהיה זהה לקשר שבין תמונה C לתמונה D.

בדומה לאנלוגיות הסגורות, גם בחלק זה ישנם שלושה סוגי אנלוגיות. האנלוגיות נבדלות זו מזו בסוג הקשר המתקיים בין חלקי האנלוגיה: (1) שני פריטים המבוססים על קשר קטיגוריאלי (ראה דוגמה תרשים 6); (2) שלושה פריטים המבוססים על קשר פונקציונלי או אסוציאטיבי (ראה דוגמה תרשים 6); (3) שלושה פריטים המבוססים על הקשר חלק-שלם (ראה דוגמה תרשים 6).

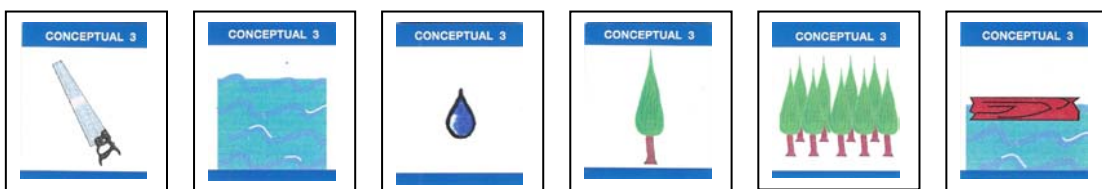
אנלוגיה המבוססת על קשר קטיגוריאלי



יחסי יש/אין על קשר פונקציונלי או אסוציאטיבי



אנלוגיה המבוססת על הקשר חלק/שלם



תרשים 6

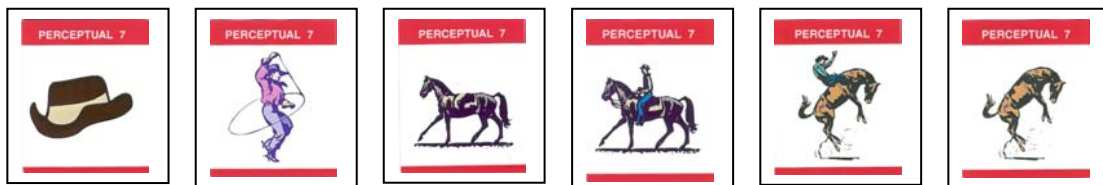
דוגמאות לפרטי אנלוגיות בנייה מושגיות המבוססים על קשר קטיגוריאלי, קשר פונקציונלי או אסוציאטיבי וקשר חלק/שלם

חלק ב' – אנלוגיות בנייה תפיסתיות

בחלק זה צריך הילד לסדר את ארבע הקלפים באופן כזה שהקשר בין תמונה A לתמונה B, יהיה זהה לקשר שבין תמונה C לתמונה D והקשר בין תמונה A לתמונה C, יהיה זהה לקשר שבין תמונה B לתמונה D.

בדומה לאנלוגיות המושגיות, גם בחלק זה ישנם שלושה סוגי אנלוגיות. האנלוגיות נבדלות זו מזו בסוג הקשר המתקיים בין חלקי האנלוגיה: (1) שני פריטים המבוססים על הפכים (תרשים 7); (2) שלושה פריטים המבוססים על קשר שינוי צבע (תרשים 7); (3) שלושה פריטים המבוססים על יחסי יש/אין (תרשים 7).

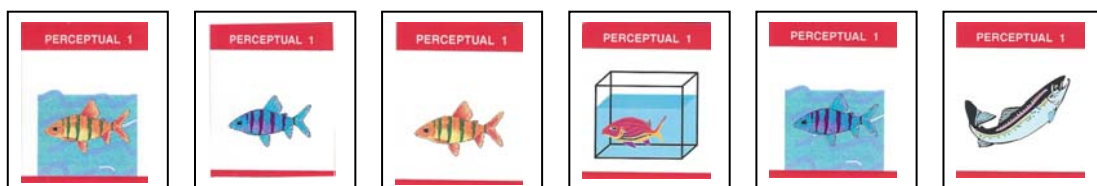
אנלוגיה המבוססת על הפכים



אנלוגיה המבוססת על קשר שינוי צבע



אנלוגיה המבוססת על יחסי יש/אין



תרשים 7

דוגמאות לפרטי אנלוגיות בנייה תפיסתיות המבוססות על הפכים, שינוי צבע ויחסי יש/אין

3.3 הליך המחקר

המחקר התבצע במספר שלבים :

שלב ראשון – הכנת המבחן "הערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א";

שלב שני – העברת מחקר חלוץ ראשוני, ל-32 ילדי גן חובה ;

שלב שלישי – שכלול המבחן "הערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א" בהתאם לממצאים במחקר החלוץ ;

שלב רביעי – מחקר חלוץ חוזר ל-30 ילדי גן חובה ;

שלב חמישי – ביצוע המחקר העיקרי – העברת מבחני המחקר ל-100 ילדי גן-חובה.

3.4 מערך המחקר

העברת המבחנים נעשתה בשיטה של Counter Balance, כאשר לחלק אחד מהנבדקים הועברו האנלוגיות המושגיות ראשונות, ולחלק השני, הועברו האנלוגיות התפיסתיות ראשונות. אנלוגיות הבנייה הועברו תמיד לאחר האנלוגיות הסגורות שכן במבחנים אלה הילדים מיישמים את אסטרטגיות הפתרון שרכשו במבחנים הסגורים. גם במהלך העברת מבחני אנלוגיות הבנייה נעשה שימוש בשיטת ה-Counter Balance כך שלמחצית הילדים ניתן החלק התפיסתי לפני המושגי ולמחצית השנייה ניתן החלק המושגי לפני התפיסתי. בדרך זו, לא השפיע סדר העברת המבחנים על מידת הניבוי של המשתנה המנובא. בלוח 8 מתוארת העברת המבחנים בשיטת ה-Counter Balance עבור 16 נבדקים מכלל המדגם. מבנה זה חוזר על עצמו עבור יתר נבדקי המחקר.

המבחנים הועברו ל-100 ילדי המחקר, בשבע פגישות בנות חצי שעה כל אחת. לכל הנחקרים, **המבחן ראשון** שהועבר היה מבחן "הערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א" שהוא המשתנה המנובא במחקר זה, זאת על מנת למנוע את השפעות ההתערבות במבחן ה-CCPAM על הביצוע במבחני החשבון.

המבחנים הועברו באופן אינדיבידואלי על-פי הסדר הבא: לאחר העברת המבחנים להערכה דידיקטית בחשבון, **המבחן הראשון** שהועבר היה מבחן האנלוגיות הסגורות, CCPAM **בשלב שלפני למידה**. לכל הבנים (ראה לוח 8), הועברו קודם האנלוגיות

המושגיות ואחר כך האנלוגיות התפיסתיות. לבנות, בקבוצה זו הועברו קודם האנלוגיות התפיסתיות ואחר כך האנלוגיות המושגיות. **שלב הלמידה** הועבר כך שמחצית מקבוצת הבנים ומחצית מקבוצת הבנות, קיבלו קודם תיווך מושגי ואחר כך תיווך תפיסתי והמחצית השנייה קיבלה קודם תיווך תפיסתי ואחר כך תיווך מושגי. **בשלב שלאחר למידה**, החלוקה הייתה כך שארבעה מתוך שמונת הילדים שקיבלו למידה של אנלוגיות בסדר **מושגי-תפיסתי**, נבדקו קודם באנלוגיות מושגיות אחר כך באנלוגיות תפיסתיות, וארבעת האחרים נבדקו קודם באנלוגיות תפיסתיות ואחר כך באנלוגיות מושגיות. אותו תהליך התבצע גם לגבי יתר הנבדקים. **המבחן השני** שהועבר היה מבחן אנלוגיות הבנייה. גם מבחן זה הועבר באותו אופן, כלומר, מחצית הילדים אשר בשלב הקודם נבחנו באנלוגיות סגורות, מושגיות לפני התפיסתיות, קיבלו אנלוגיות בנייה מושגיות לפני אנלוגיות בנייה תפיסתיות. מחצית הילדים אשר בשלב הקודם נבחנו קודם באנלוגיות תפיסתיות אחר כך באנלוגיות מושגיות, קיבלו אנלוגיות בנייה תפיסתיות לפני אנלוגיות בנייה מושגיות. מערך דומה הופעל גם לגבי מי שנבחנו באנלוגיות סגורות, תפיסתיות לפני המושגיות.

העברת המבחנים התבצעה כך שבכל פעם שהסתיימה בדיקתם של 16 ילדים, על-פי המערך המוצג בתרשים 8, החל סבב חדש על-פי אותו מערך, תוך החלפת קבוצת הבנים והבנות.

לוח 8 – שליטה במרכיבי המחקר בטכניקה של Counter Balance

פגישה 7 אנלוגיות בנייה	אנלוגיות סגורות CCPAM			מבחן "הערכה דידקטית בחשבון טרום כיתה א"			הנבדק
	פגישה 6 לאחר למידה	פגישה 5 למידה	פגישה 4 לפני למידה	פגישה 3 102 שאלות	פגישה 2 104 שאלות	פגישה 1 108 שאלות	
מושגיות ואחר כך תפיסתיות	מושגיות ואחר כך תפיסתיות	למידה מושגי ואחר כך למידה תפיסתי	אנלוגיות מושגיות ואחר כך אנלוגיות תפיסתיות	מבחן "הערכה דידקטית בחשבון טרום כיתה א"	מבחן "הערכה דידקטית בחשבון טרום כיתה א"	מבחן "הערכה דידקטית בחשבון טרום כיתה א"	1. בן
תפיסתיות ואחר כך מושגיות							2. בן
מושגיות ואחר כך תפיסתיות	תפיסתיות ואחר כך מושגיות	למידה מושגי ואחר כך למידה תפיסתי					3. בן
תפיסתיות ואחר כך מושגיות							4. בן
מושגיות ואחר כך תפיסתיות	מושגיות ואחר כך תפיסתיות	למידה תפיסתי ואחר כך למידה מושגי					5. בן
תפיסתיות ואחר כך מושגיות							6. בן
מושגיות ואחר כך תפיסתיות	תפיסתיות ואחר כך מושגיות	למידה מושגי ואחר כך למידה תפיסתי	7. בן				
תפיסתיות ואחר כך מושגיות			8. בן				
מושגיות ואחר כך תפיסתיות	מושגיות ואחר כך תפיסתיות	למידה מושגי ואחר כך למידה תפיסתי	9. בת				
תפיסתיות ואחר כך מושגיות			10. בת				
מושגיות ואחר כך תפיסתיות	תפיסתיות ואחר כך מושגיות	למידה מושגי ואחר כך למידה תפיסתי	11. בת				
תפיסתיות ואחר כך מושגיות			12. בת				
מושגיות ואחר כך תפיסתיות	מושגיות ואחר כך תפיסתיות	למידה תפיסתי ואחר כך למידה מושגי	13. בת				
תפיסתיות ואחר כך מושגיות			14. בת				
מושגיות ואחר כך תפיסתיות	תפיסתיות ואחר כך מושגיות	למידה מושגי ואחר כך למידה תפיסתי	15. בת				
תפיסתיות ואחר כך מושגיות			16. בת				

מטרת מחקר זה הייתה לבדוק ניבוי של ידע בחשבון טרום כיתה א' באמצעות יכולת ההשתנות הקוגניטיבית בחשיבה אנלוגית. במחקר זה, המשתנה המנובא – "ידע בחשבון" – הוא הציון הכולל שמתקבל ב"מבחן להערכה דידקטית בחשבון טרום כיתה א'" (Zilber, 2000).

משתנה זה מורכב מארבעה ציונים בהתאם לארבע חטיבות המבחן המשקפות היבטים שונים של ידע בחשבון. באופן כזה התקבלו ארבע ציונים המרכיבים את המשתנה המנובא. כל ציון מורכב מהתחומים הבאים:

1. **משמעות סידורית**: ספירה, מנייה, רצף המספרים, קביעות המספר, המספר הסודר;
2. **משמעות כמותית**: תפיסת כמות, השוואת כמויות, השוואת מספרים עוקבים, קשר בין משמעויות, הרכב המספר, תפיסת האפס כמייצג כמות;
3. **התאמה**: התאמה חד-חד ערכית, התאמה חד-רב ערכית, סדרות, משמעות החיבור והחיסור, בעיות מילוליות;
4. **שימור כמות**: שימור בדיד, שימור רציף, יכולת הפיכות, שם המספר.

המשתנה המנבא הוא יכולת החשיבה האנלוגית, כפי שבא לידי ביטוי במבחן ה-CCPAM (צוריאל וגלינקא, 1999; צוריאל 2001). מבחן CCPAM מורכב משני חלקים: אנלוגיות סגורות ואנלוגיות בנייה (צוריאל, 2002). כל אחד מהמבחנים הועבר על-פי עקרונות האבחון הדינמי (Feuerstein, Rand, & Hoffman, 1979; Feuerstein, 1997, 1999). במבחן האנלוגיות הסגורות הוערכה יכולת הנבדק לפני למידה ואחר למידה ובין ההערכות התבצע שלב תיווך. במבחן אנלוגיות הבנייה התיווך בוצע באמצעות שיטת התדרוך המודרג (Campione, & Brown, 1987). הקריטריונים למבחן זה מופיעים בנספח 5. באופן כזה התקבלו 6 ציונים המהווים את המשתנים המנבאים:

תת-מבחן ראשון – אנלוגיות סגורות – Closed Analogies

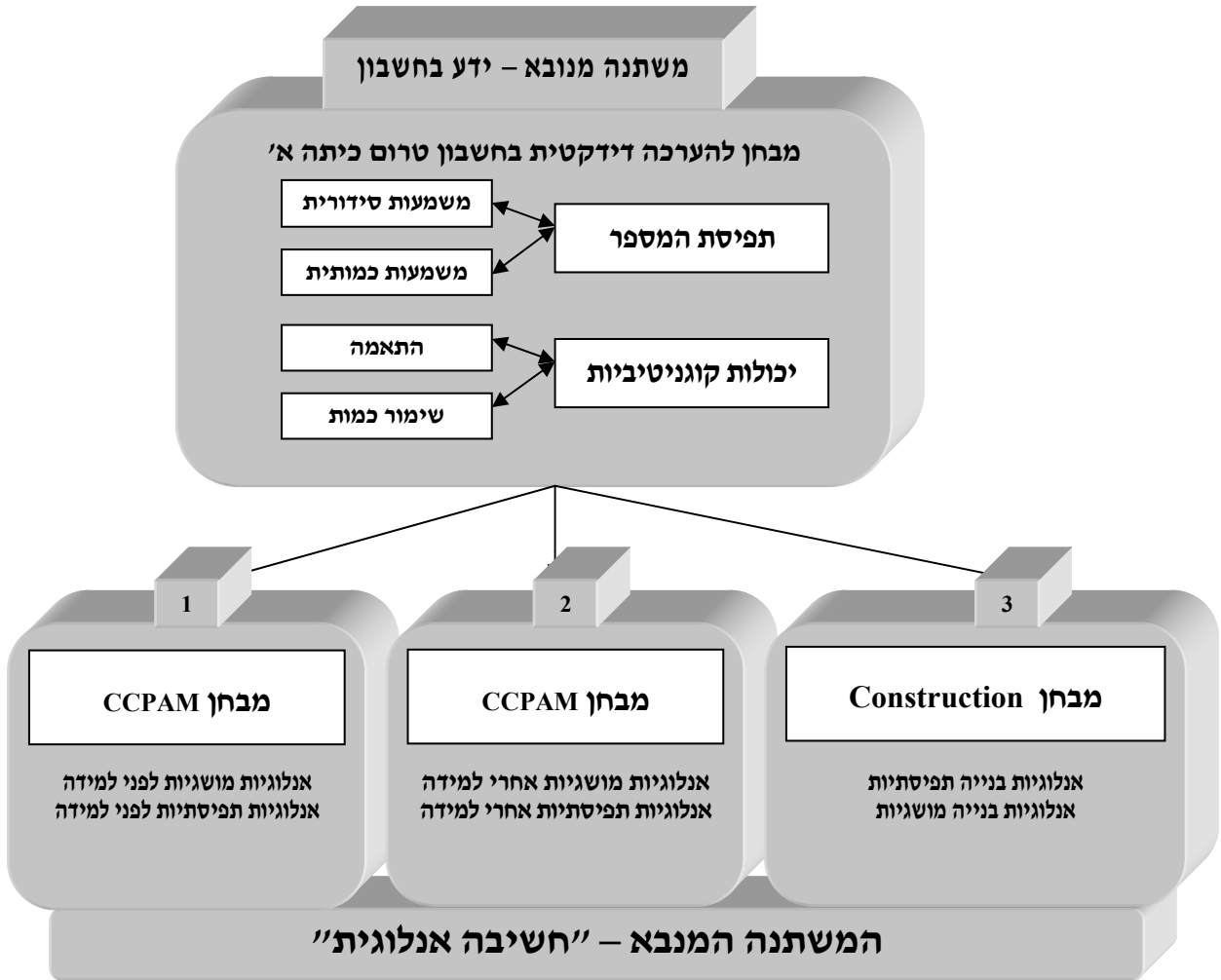
1. ציון באנלוגיות המושגיות לפני למידה;
2. ציון באנלוגיות המושגיות אחר למידה;
3. ציון באנלוגיות התפיסתיות לפני למידה;
4. ציון באנלוגיות התפיסתיות אחר למידה.

תת-מבחן שני – אנלוגיות-בנייה – Construction Analogies

5. ציון באנלוגיות-בנייה מושגיות;

6. ציון באנלוגיות בנייה תפיסתיות.

מערך המחקר מוצג בתרשים 8.



תרשים 8

מערך המחקר

4. ממצאים

4.1 מדדי המחקר

בלוח 9 מוצגים הממוצעים, סטיות התקן, מהימנויות קרוונבך אלפא וטווח הציונים של המדדים שבהם נעשה שימוש במחקר הנוכחי.

לוח 9: ממוצעים, סטיות תקן, מהימנות וטווח הציונים של מדדי המחקר (n=100)

מהימנות α	סטית תקן SD	ממוצע M	טווח הציונים	מספר פריטים	המבחן
אנלוגיות תפיסתיות – סגורות					
.84	.24	.52	20-0	20	לפני למידה
.76	.19	.65	20-0	20	אחרי למידה
אנלוגיות מושגיות – סגורות					
.83	.26	.56	16-0	16	לפני למידה
.77	.20	.74	16-0	16	אחרי למידה
אנלוגיות בנייה					
.77	1.07	4.33	48-0	8	תפיסתיות
.86	1.07	4.99	48-0	8	מושגיות
מבחן להערכה זידקטית בחשבון טרום כיתה א' – תפיסת המספר:					
.97	.38	2.17	351-0	117	משמעות סידורית
.98	.51	2.48	351-0	117	משמעות כמותית
מבחן להערכה זידקטית בחשבון טרום כיתה א' – יכולות קוגניטיביות:					
.94	.42	2.50	141-0	47	שימור כמות
.93	.40	2.62	99-0	33	התאמה
.99	.39	2.38	942-0	314	סה"כ חשבון

על בסיס המדדים שהוצגו, בדקנו במחקר זה באיזו מידה ידע בחשבון אצל ילדי גן חובה, מנובא על-פי מדדים שונים של חשיבה אנלוגית ובעיקר על-פי יכולת ההשתנות הקוגניטיבית בחשיבה האנלוגית.

במטרה לבדוק את השונות בהישגים בחשבון בין תת-המבחנים המרכיבים את המבחן להערכה דידקטית בחשבון טרום כיתה א', נערך מבחן Post Hoc של בונפרוני (ראה לוחות 10-11). מלוחות אלה עולה כי יש הבדלים מובהקים ביכולת חשבון לפי סוג מבחן. תרשים 2 ממחיש את ההבדלים שנמצאו.

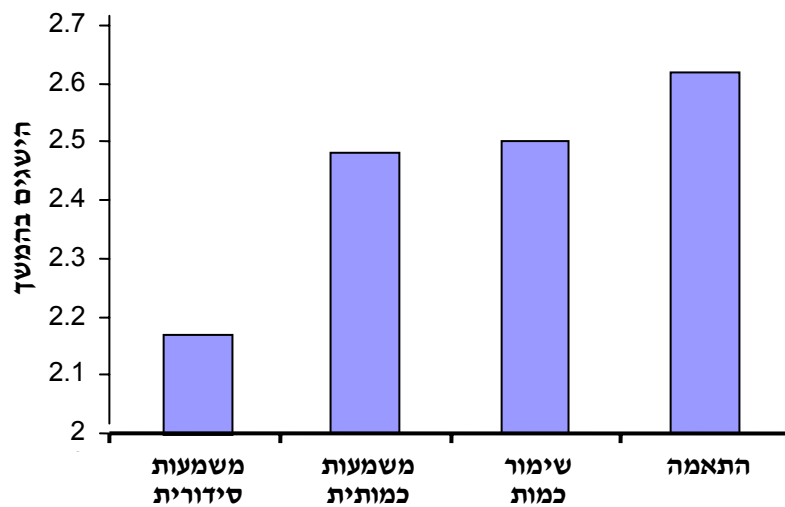
לוח 10: ממוצעים וסטיות תקן של הישגים במבחן להערכה דידקטית בחשבון טרום כיתה א' לפי סוג מבחן (n=100)

סוג מבחן	ממוצע	סטיית תקן
משמעות סידורית	2.17	.38
משמעות כמותית	2.48	.51
שימור כמות	2.50	.42
התאמה	2.62	.40

לוח 11: תוצאות ניתוח שונות של הישגים במבחן להערכה דידקטית בחשבון טרום כיתה א' לפי סוג מבחן

מקור השונות	Df	MS	F
אפקט תוך נבדקים			
סוג מבחן	3	3.79	75.02 **
שונות הטעות	297	.05	

** $p < .01$



תרשים 9

הבדלים בהישגים בחשבון לפי סוג מבחן

מלוח 10 ומתוצאות מבחן Post Hoc בונפרוני עולה כי מקור ההבדלים בהישגים בחשבון נובע מכך שההישגיים במשמעות סידורית היו נמוכים יותר ($M=2.17$) מאשר ההישגים במשמעות כמותית ($M=2.48$), בשימור כמות ($M=2.50$) ובהתאמה ($M=2.62$).

4.2 הבדלים בין בנים לבנות ביצע בחשבון טרום כיתה א' וביכולת לחשיבה אנלוגית

על מנת לבדוק האם למין הנבדקים יש קשר לחשיבה אנלוגית ולהישגים במבחן להערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א', ולנטרל השפעה זו בנייתוחים נוספים, נבדקו ההבדלים בין בנים לבנות. על-פי מבחני t דו-צדדיים למדגמים בלתי תלויים. בלוח 12 מוצגות התוצאות שהתקבלו.

לוח 12: ממוצעים, סטיות תקן וערכי t של היצע בחשבון והיכולת לחשיבה אנלוגית לפי מין

t	df	בנות (n=46)		בנים (n=54)		המשתנה
		SD	M	SD	M	
מבחן להערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א'						
.79	98	.33	2.35	.44	2.41	ציון כללי
.07	98	.34	2.16	.41	2.17	משמעות סידורית
.82	98	.46	2.43	.55	2.51	משמעות כמותית
1.77	98	.32	2.42	.48	2.57	שימור כמות
.74	98	.36	2.59	.44	2.65	התאמה
אנלוגיות מושגיות – סגורות						
.74	98	.27	.50	.26	.53	לפני למידה
.24	98	.21	.73	.19	.74	אחרי למידה
אנלוגיות תפיסתיות – סגורות						
.37	98	.23	.53	.24	.51	לפני למידה
.51	98	.19	.66	.19	.64	אחרי למידה
אנלוגיות בנייה						
.86	98	1.14	4.80	1.01	4.98	מושגיות
.89	98	1.11	4.23	1.04	4.42	תפיסתיות

מלוח 12 עולה כי לא נמצאו הבדלים בין המינים עבור אף אחד מן המדדים. לאור זאת
בניתוחים הבאים לא נכלל משתנה המין כמשתנה בלתי תלוי או מפוקח.

4.3 הקשר בין יכולת לחשיבה אנלוגית לבין ידע בחשבון טרום כיתה א'

על מנת לבדוק את הקשר בין יכולות בחשיבה אנלוגית לפני למידה ולאחריה לבין הישגים
במבחן להערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א', חושבו מיתאמי פירסון. בלוח 13 ניתן
לראות את הקשרים בין כל תתי-המבחנים המרכיבים את מבחן הערכה דידיקטית בחשבון
לבין כל ציוני האנלוגיות כפי שנמדדו במחקר זה.

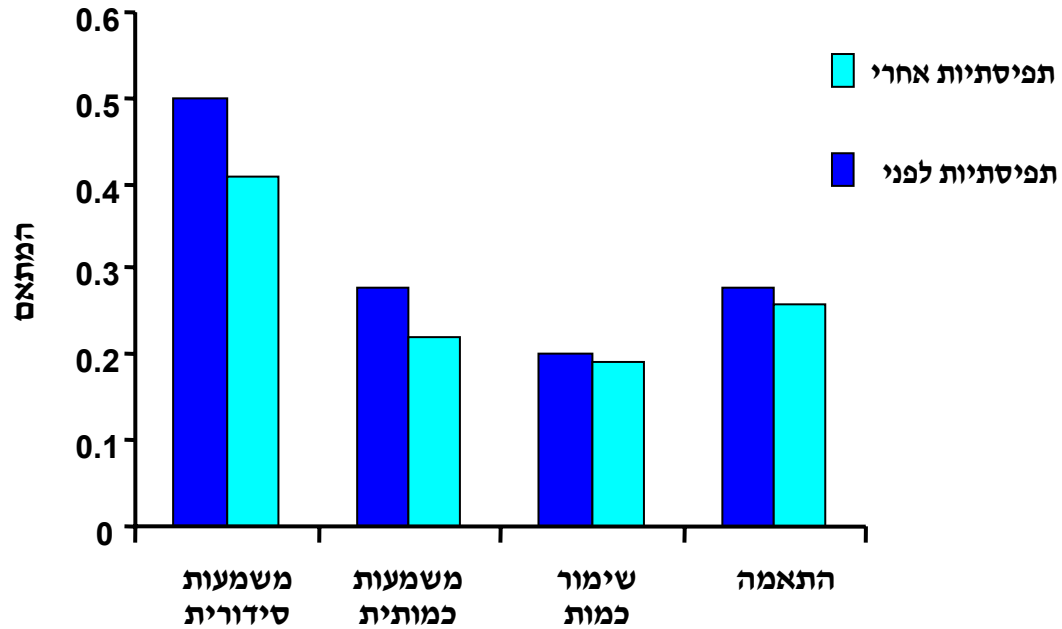
לוח 13: מתאמי פירסון בין ציוני החשיבה האנלוגית לבין ההישגים בתתי-המבחן
המרכיבים את המבחן להערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א'

התאמה	שימור כמות	משמעות כמותית	משמעות סידורית	
אנלוגיות סגורות				
.19	.16	.09	.24**	מושגיות לפני למידה
.37**	.21*	.23*	.34**	מושגיות אחרי למידה
.28**	.20*	.28**	.50**	תפיסתיות לפני למידה
.26**	.19	.22*	.41**	תפיסתיות אחרי למידה
אנלוגיות בנייה				
.41**	.35**	.36**	.57**	מושגיות
.44**	.33**	.36**	.54**	תפיסתיות

* $p < .05$ ** $p < .01$

הממצאים שהתקבלו בניתוח מיתאמי פירסון מוצגים בהמשך באופן גרפי. מטרת ההצגה
הגרפית היא להשוות את המיתאמים שהתקבלו בין סוגי האנלוגיות לבין ההישגים במבחן
להערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א'.

בתרשים 10 מוצגת השוואה בין המיתאמים באנלוגיות תפיסתיות לפני ואחר למידה לבין ההישגים בארבעת חלקי המבחן להערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א'.

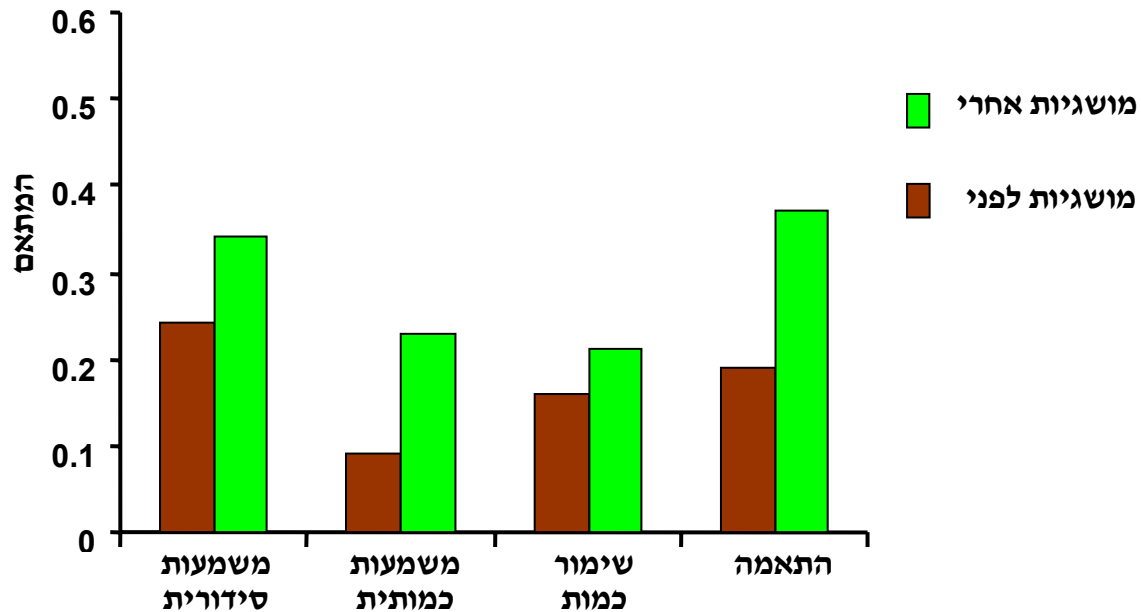


תרשים 10

מתאמי פירסון בין אנלוגיות תפיסתיות סגורות לפני למידה ואחר למידה לבין ההישגים בתתי-המבחן המרכיבים את המבחן להערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א'

מלוח 13 ומתרשים 10 עולה כי נמצאו מיתאמים חיובים בין אנלוגיות סגורות תפיסתיות לפני למידה ואחר למידה לבין כל תחומי הידע בחשבון טרום כיתה א'. כמו כן, ניתן לראות בתרשים שהמיתאמים בין תחומי החשבון לבין אנלוגיות סגורות תפיסתיות לפני למידה, היו גבוהים יותר מאשר המיתאמים עם אנלוגיות סגורות תפיסתיות לאחר למידה.

תרשים 11 ממחיש את ההשוואה בין המיתאמים באנלוגיות מושגיות לפני ולאחר למידה לבין ידע בחשבון טרום כיתה א'.

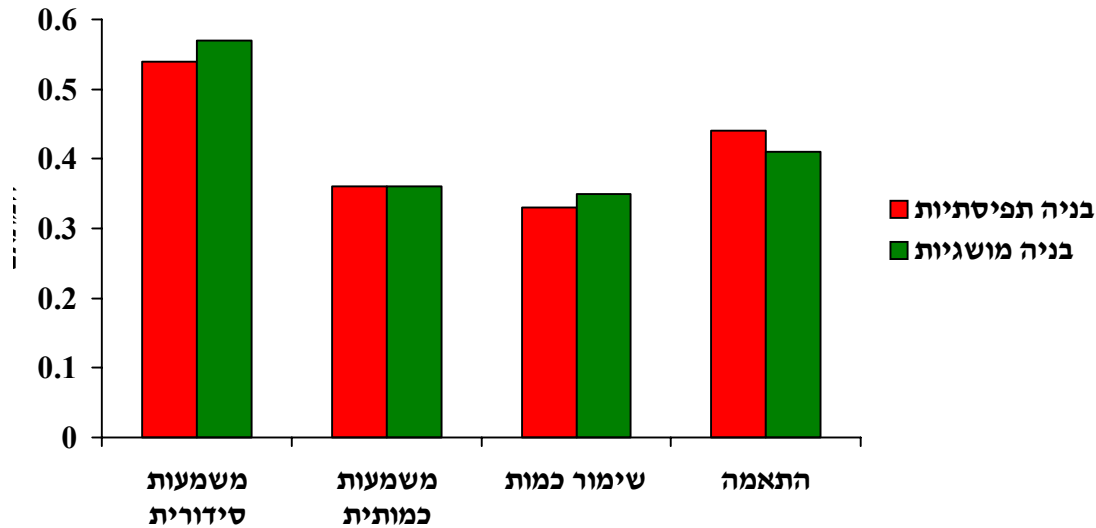


תרשים 11

מיתאמי פירסון בין אנלוגיות מושגיות סגורות לפני ואחר למידה לבין ההישגים בתתי-המבחן המרכיבים את המבחן להערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א'

מלוח 13 ומתרשים 11 עולה כי באנלוגיות מושגיות, בשלב שלפני למידה נמצא קשר חיובי מובהק רק עם משמעות סידורית ($r=.24, p<.01$). לעומת זאת, בשלב אחר למידה נמצא קשר חיובי בין אנלוגיות מושגיות לבין כל תחומי הידע בחשבון טרום כיתה א'.

תרשים 12 ממחיש ההשוואה בין המתאמים באנלוגיות בנייה לבין ידע בחשבון טרום כיתה א'.



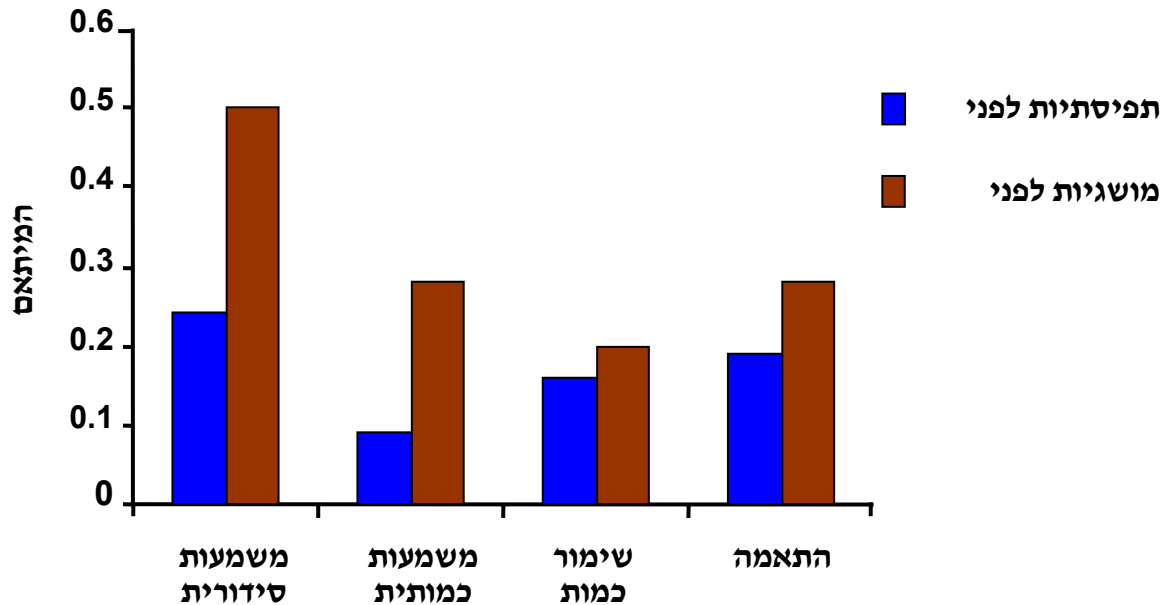
תרשים 12

מיתאמי פירסון בין אנלוגיות בנייה לבין ההישגים בתתי-המבחן המרכיבים את המבחן להערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א'

מלוח 13 ומתרשים 12 עולה כי נמצאו מיתאמים חיוביים מובהקים בין אנלוגיות בנייה מושגיות ותפיסתיות לבין כל תחומי הידע בחשבון טרום כיתה א'. המיתאמים שלך אנלוגיות הבנייה ומשמעות סידורית גבוהים יותר מאשר יתר המתאמים.

מתרשימים 10-12 עולה כי המתאמים שנמצאו, בין ציוני החשיבה האנלוגית לסוגיה לבין הציונים בתחומי הידע השונים בחשבון היו כולם חיוביים. בהשוואה בין התוצאות המוצגות בתרשימים 10-12 ניתן לראות שהמיתאמים עם אנלוגיות הבנייה לסוגיהן (תפיסתיות ומושגיות), היו גבוהים יותר מאשר המיתאמים עם האנלוגיות הסגורות לסוגיהן (תפיסתיות ומושגיות).

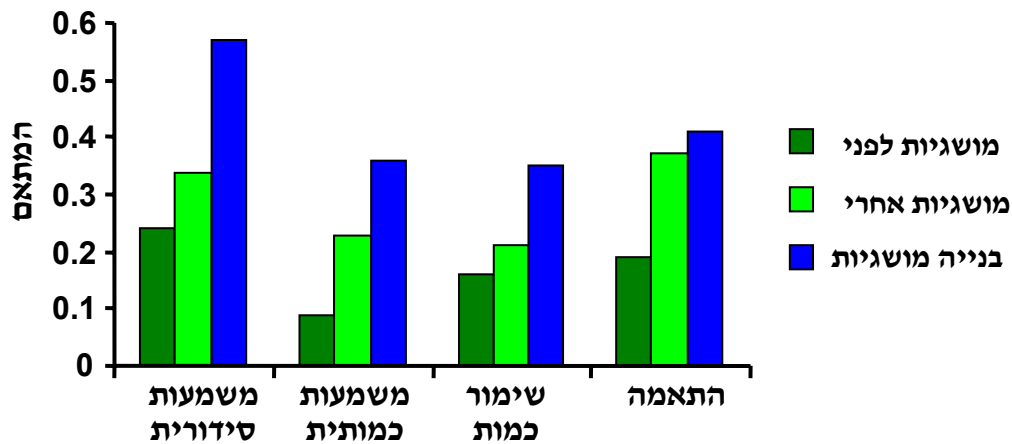
על מנת להציג את ההבדלים בעוצמות הקשר בין יכולות בחשיבה אנלוגית תפיסתית לפני למידה ויכולת בחשיבה אנלוגית מושגית לפני למידה לבין ההישגים במבחן להערכה דידיקטית בחשבון, נעשו תרשימים נוספים המבוססים על מיתאמי פירסון (ראה תרשים 13).



תרשים 13

מיתאמי פירסון בין אנלוגיות מושגיות ותפיסתיות לפני למידה לבין ההישגים בתתי-המבחן המרכיבים את המבחן להערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א'

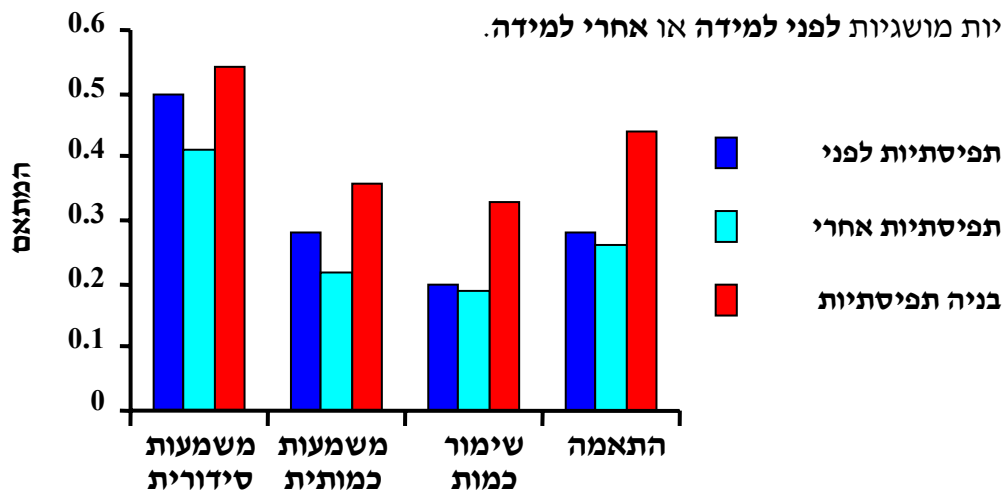
מלוח 13 ומתרשים 13 עולה כי נמצאו מיתאמים חיוביים בין האנלוגיות הסגורות התפיסתיות לפני למידה לבין כל תתי-המבחן בחשבון. לעומת זאת, נמצא קשר חיובי בין אנלוגיות מושגיות לפני למידה לבין משמעות סידורית בלבד ($r=.24, p<.01$). כדי לבדוק את ההבדלים בעוצמת הקשר שבין סוגי האנלוגיות המושגיות לבין ידע בחשבון מוצגות להלן השוואות בתוך כל סוג של אנלוגיות בנפרד. ההשוואה בתוך אנלוגיות מושגיות מוצגת בתרשים 14 והשוואה בתוך אנלוגיות תפיסתיות מוצגת בתרשים 15.



תרשים 14

הקשר בין אנלוגיות מושגיות לפני למידה, אחר למידה ואנלוגיות בנייה לבין ההישגים בתתי-המבחן המרכיבים את המבחן להערכה דידיקטית בחשבון

מתרשים 14 עולה כי הקשר של הערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א' עם אנלוגיות מושגיות לאחר למידה, גבוה יותר מאשר הקשר עם אנלוגיות מושגיות לפני למידה וכי הקשר של מבחן הידע בחשבון עם אנלוגיות בנייה מושגיות גבוה יותר מאשר הקשר עם אנלוגיות מושגיות לפני למידה או אחרי למידה.



תרשים 15

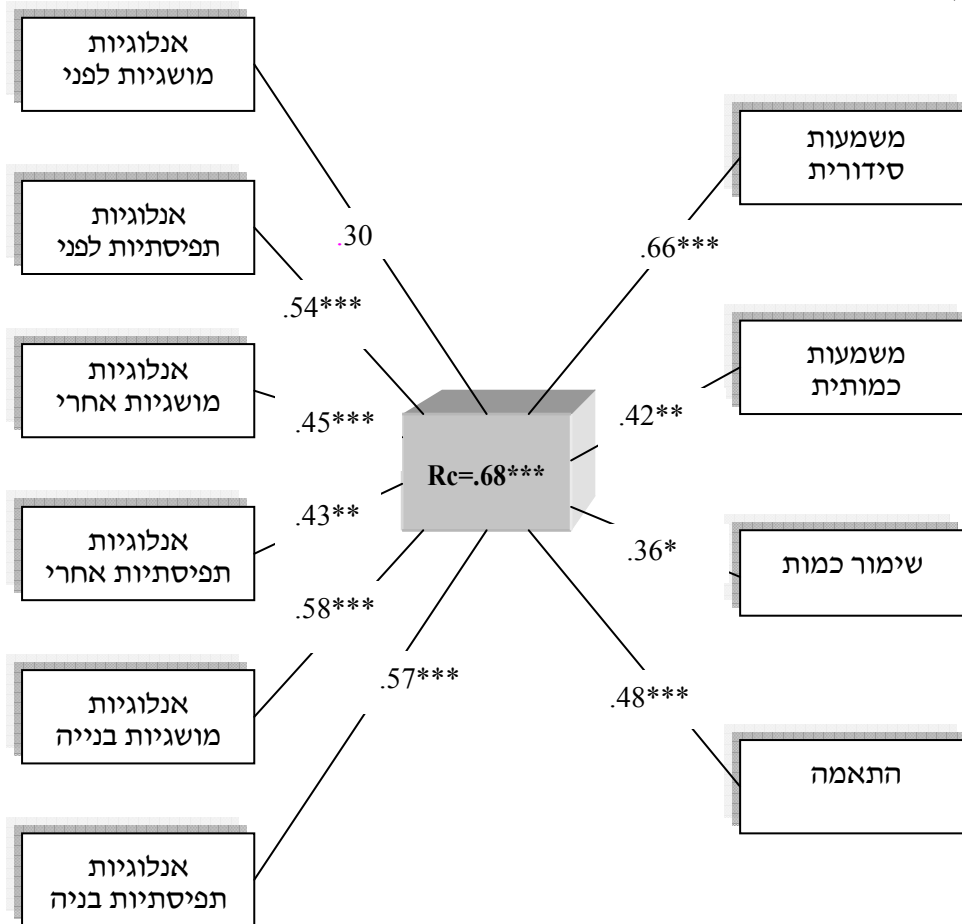
הקשר בין אנלוגיות תפיסתיות לפני למידה, אחר למידה ואנלוגיות בנייה לבין ההישגים בתתי-המבחן המרכיבים את המבחן להערכה דידיקטית בחשבון

מתרשים 15 עולה כי הקשר של המבחן להערכה דידיקטית בחשבון גבוה יותר עם אנלוגיות תפיסתיות לפני למידה מאשר עם אנלוגיות תפיסתיות אחר למידה. הקשר של המבחן להערכה דידיקטית בחשבון עם אנלוגיות הבנייה הוא הגבוה ביותר. יש לציין שהפערים בעוצמת המיתאמים בין הציונים לפני למידה והציונים אחר למידה, באנלוגיות התפיסתיות קטן יותר ולעיתים מיזערי, בהשוואה לפערים באנלוגיות המושגיות, בהתאמה.

4.4 מקדמי הרגרסיה הקנונית בין חשיבה אנלוגית לבין ההישגים במבחן להערכה דיזקטית בחשבון טרום כיתה א'

לבדיקת הקשר בין יכולת לחשיבה אנלוגית לבין יידע בחשבון נערך מיתאם קנוני בין כל מרכיבי החשיבה החשבונית לבין כל מרכיבי החשיבה האנלוגית. התוצאות מצביעות על מיתאם קנוני אחד מובהק ($\chi^2(24)=79.04, p<.001, Wilk's=.43, Rc=.68$).

בתרשים 24 מוצגים המקדמים של הרגרסיה הקנונית שבין חשיבה אנלוגית לבין ידע בחשבון.



תרשים 16

מקדמי הרגרסיה הקנונית בין חשיבה אנלוגית לבין ידע בחשבון

מתרשים 24 עולה כי נמצא קשר גבוה ומובהק בין ציוני האנלוגיות לבין ציוני ידע בחשבון. מקדמי הרגרסיה הקנונית מצביעים על קשר גבוה במיוחד בין משמעות סידורית (.66) לבין אנלוגיות הבנייה, הן המושגיות (.58) והן התפיסתיות (.57).

4.5 ניבוי הישגים במבחן להערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א' על-פי ציוני החשיבה האנלוגית

על מנת לבדוק את הניבוי של ציוני החשבון טרום כיתה א' על-פי חשיבה אנלוגית נעשו שלוש סדרות של ניתוחי רגרסיה:

בסדרה ראשונה נעשו ניתוחי רגרסיה.

בסדרה השנייה נעשו ניתוחי רגרסיה היררכית. מטרת סדרה זו של ניתוחי רגרסיה היררכית הייתה להסביר את הניבוי של ההישגים במבחן להערכה דידיקטית בחשבון על-פי הציונים אחר למידה ואנלוגיות בנייה, לאחר ניכוי של השונות המוסברת על-פי הציונים באנלוגיות לפני למידה. בניתוח זה ניתן למעשה לתת הסבר מהי מידת ניבוי ההישגים במבחן להערכה דידיקטית בחשבון על-פי **כושר ההשתנות** בחשיבה אנלוגית. **כושר ההשתנות** הוגדר אמפירית כציון השארית הבלתי מוסברת בציוני האנלוגיות אחר למידה, לאחר ניכוי השונות של הציונים לפני למידה.

כיוון שישנו מיתאם גבוה ($r=.82, p<.01$) בין אנלוגיות בנייה תפיסתיות ומושגיות ועל מנת למנוע בעיות של מולטיקוליניאריות, נעשו ניתוחי הרגרסיות פעמיים: פעם כאשר הוכנסו בשלב השלישי אנלוגיות הבנייה המושגיות ופעם כאשר הוכנסו בשלב השלישי אנלוגיות הבנייה התפיסתיות. כלומר (א) בצעד הראשון הוכנסו ציוני האנלוגיות לפני למידה, (ב) בצעד השני הוכנסו ציוני האנלוגיות אחר למידה, (ג) בצעד השלישי אנלוגיות הבנייה.

בסדרה השלישית נעשו ניתוחי רגרסיה היררכית לבדיקת התרומה הדיפרנציאלית של סוגי המבחנים השונים בחשיבה אנלוגית (מושגית לעומת תפיסתית) להסבר השונות בידע בחשבון. במילים אחרות, סדרה זו נערכה על מנת להסביר את השונות בהישגים במבחן החשבון באמצעות אנלוגיות מושגיות לעומת אנלוגיות תפיסתיות. בסדרה זו נערכו שלושה ניתוחים מול כל תת-מבחן מתוך המבחן להערכה דידיקטית בחשבון.

בכל אחת מהסדרות נערכו 5 ניתוחים :

1. ניבוי הציון בסך-כל ההישגים בחשבון ;
2. ניבוי הישגים בתת-מבחן "משמעות סידורית" ;
3. ניבוי הישגים בתת-מבחן "משמעות כמותית" ;
4. ניבוי הישגים בתת-מבחן "שימור כמות" ;
5. ניבוי הישגים בתת-מבחן "התאמה".

4.5.1 רגרסיות לניבוי ההישגים במבחן להערכה דידיקטית בחשבון על-פי ציוני החשיבה האנלוגית

בלוח 14 מוצגות תוצאות הרגרסיה לניבוי סך-כל ההישגים במבחן להערכה דידיקטית בחשבון.

לוח 14: ניתוח רגרסיה בצעדים לניבוי סך-כל הישגים במבחן להערכה דידיקטית בחשבון על-פי משתני החשיבה האנלוגית

F (1,98)	ΔR^2	R^2	R	T	β	
29.30 **	.23	.23	.48			שלב 1
				5.41 **	.48	בנייה מושגיות
18.62 **	.05	.28	.53			שלב 2
				4.21 **	.39	בנייה מושגיות
				2.52 *	.23	סגורות תפיסתיות לפני למידה

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$

מלוח 14 עולה כי אנלוגיות בנייה מושגיות ואנלוגיות סגורות תפיסתיות לפני למידה ניבאו 28% מהשונות של סך-כל ההישגים במבחן להערכה דידיקטית בחשבון. נראה כמו כן, כי לאנלוגיות הבנייה המושגיות משקל רב יותר בניבוי ההישגים במבחן להערכה דידיקטית בחשבון (23%) מאשר לאנלוגיות הסגורות התפיסתיות (5%). במילים אחרות, אנלוגיות תפיסתיות לפני למידה תרמו רק 5% נוספים מעבר ל-23% של השונות שנובאה על-ידי אנלוגיות הבנייה המושגיות.

ניתוחים דומים נערכו עבור כל אחד מתת-המבחנים של ידע בחשבון טרום כיתה א'. בלוח 15 מוצגות התוצאות עבור כל תתי-המבחנים בחשבון.

לוח 15: ניתוחי רגרסיה בצעדים לניבוי הישגים בכל אחד מתתי-המבחנים בחשבון על-פי משתני החשיבה האנלוגית

F (1,98)	ΔR^2	R^2	R	T	β	
<u>משמעות סידורית</u>						
46.30 **	.32	.32	.57			שלב 1
				6.80 **	.57	בנייה מושגיות
34.88 **	.10	.42	.65			שלב 2
				5.28 **	.44	בנייה מושגיות
				4.03 **	.34	תפיסתיות לפני למידה
<u>משמעות כמותית</u>						
14.46 **	.13	.13	.36			שלב 1
				3.80 **	.36	בנייה מושגיות
<u>שימור כמות</u>						
13.38 **	.12	.12	.35			שלב 1
				3.66 **	.35	בנייה מושגיות
<u>התאמה</u>						
22.99 **	.19	.19	.44			שלב 1
				4.80 **	.44	בנייה תפיסתיות

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$

מלוח 15 עולה כי אנלוגיות בנייה מושגיות ואנלוגיות סגורות תפיסתיות לפני למידה ניבאו 42% מהשונות של הישגים במבחן להערכה דידיקטית בחשבון במשמעות סידורית. אנלוגיות הבנייה ניבאו 32% מהשונות ואנלוגיות תפיסתיות (סגורות) לפני למידה ניבאו עוד 10% מהשונות. כמו כן, עולה מלוח 15, כי אנלוגיות בנייה מושגיות ניבאו 13% מהשונות של הישגים במשמעות כמותית, ו-12% מהשונות של הישגים בשימור כמות. אנלוגיות בנייה תפיסתיות ניבאו 19% מהשונות של הישגים בהתאמה.

4.5.2 רגרסיות היררכיות להסבר השונות של ההישגים במבחן להערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א' לפי יכולת החשיבה האנלוגית

בניתוח הרגרסיה ההיררכית הבא הוכנסו **בצעד הראשון** שני משתני החשיבה האנלוגית לפני למידה (מושגיות ותפיסתיות), **בצעד השני** הוכנסו שני משתני החשיבה האנלוגית אחר למידה (מושגיות ותפיסתיות), **ובצעד השלישי** הוכנסו שני משתני אנלוגיות הבנייה. מאחר וקיים מיתאם גבוה ($r=.82, p<.01$) בין אנלוגיות בנייה תפיסתיות ומושגיות ועל מנת למנוע בעיות של מולטיקוליניאריות נערכו שני ניתוחים נפרדים. בניתוח אחד הוכנסו בשלב השלישי אנלוגיות הבנייה המושגיות ובניתוח שני הוכנסו בשלב השלישי אנלוגיות הבנייה התפיסתיות.

בלוח 16 מוצגות תוצאות הרגרסיה להסבר סך-כל ההישגים במבחן להערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א', כאשר בשלב השלישי נכנסו אנלוגיות הבנייה המושגיות.

לוח 16: ניתוח רגרסיה היררכית להסבר השונות של סך-כל ההישגים במבחן להערכה דידיקטית בחשבון על-פי משתני החשיבה האנלוגית

F (2,97)	ΔR^2	R^2	R	T	β	
8.36 **	.15	.15	.38 **			שלב 1
				-0.45	-0.05	מושגיות לפני למידה
				3.63 **	.41	תפיסתיות לפני למידה
5.45 **	.04	.19	.43 **			שלב 2
				2.05 *	.27	מושגיות אחרי למידה
				.22	.03	תפיסתיות אחרי למידה
7.48 **	.10	.29	.53 **			שלב 3
				3.58 **	.39	בנייה מושגיות
7.38 **	.09	.28	.61 **			שלב 3 א
				3.38**	.37	בנייה תפיסתית

* $p<0.05$ ** $p<0.01$

א – השלבים הקודמים זהים לניתוח שבו השלב השלישי היה אנלוגיות בנייה מושגיות.

מהממצאים בלוח 16 ניתן לראות כי האנלוגיות לפני המידה תרמו 15% להסבר השונות של סך-כל ההישגים במבחן להערכה דידקטית בחשבון. מבין שני סוגי האנלוגיה התרומה העיקרית היא של האנלוגיות התפיסתיות. בשלב השני, האנלוגיות אחרי למידה תרמו 4% נוספים להסבר השונות. בשלב השלישי, אנלוגיות הבנייה המושגיות תרמו 10% נוספים להסבר השונות של סך-כל ההישגים במבחן להערכה דידקטית בחשבון.

ניתוח רגרסיה דומה שנעשה עבור אנלוגיות בנייה תפיסתיות בשלב השלישי (במקום אנלוגיות בנייה מושגיות), נמצא כי לאנלוגיות בנייה תפיסתיות תרומה נוספת של 9% להסבר השונות של סך-כל ההישגים במבחן להערכה דידקטית בחשבון טרום כיתה א' מעבר לתרומת האנלוגיות הסגורות (לפני ולאחר למידה).

בלוחות 17-20 שלהלן, יוצגו ניתוחי רגרסיה ההיררכית עבור כל אחד מחלקי המבחן להערכה דידקטית בחשבון (משמעות סידורית, משמעות כמותית, שימור כמות ותפיסה).

בלוח 17 מוצגות תוצאות הרגרסיה להסבר הישגים במשמעות סידורית.

לוח 17: ניתוח רגרסיה היררכית להסבר השונות של ההישגים במשמעות סידורית על-פי משתני החשיבה האנלוגית

F (2,97)	ΔR^2	R ²	R	T	β	
16.45 **	.24	.24	.50			שלב 1
				-0.48	-0.05	מושגיות לפני למידה
				5.01 **	.53	תפיסתיות לפני למידה
9.31 **	.04	.28	.53			שלב 2
				1.77	.22	מושגיות אחרי למידה
				.37	.05	תפיסתיות אחרי למידה
14.05 **	.15	.43	.65			שלב 3
				4.90 **	.47	בנייה מושגיות
14.05 **	.11	.39	.62			שלב 3 א
				4.40 **	0.42	בנייה תפיסתיות

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$

א – השלבים הקודמים זהים לניתוח שבו השלב השלישי היה אנלוגיות בנייה מושגיות.

מהממצאים בלוח 17 ניתן לראות כי האנלוגיות לפני הלמידה תורמות 24% להסבר השונות של הישגים בתת-מבחן במשמעות סידורית, מתוכן התרומה העיקרית היא של האנלוגיות התפיסתיות. לאנלוגיות אחרי למידה לא הייתה תרומה נוספת להסבר השונות. אנלוגיות הבנייה המושגיות תורמות 15% נוספים להסבר השונות של משמעות סידורית.

בגלל המיתאם הגבוה בין אנלוגיות הבנייה המושגיות לבין אנלוגיות הבנייה התפיסתיות, ועל מנת למנוע בעיות של מולטיקוליניאריות הוכנסו אנלוגיות הבנייה התפיסתיות בנייתו נפרד. בנייתו זה, שנעשה עם אנלוגיות בנייה תפיסתיות בשלב השלישי (במקום אנלוגיות בנייה מושגיות), נמצא כי לאנלוגיות בנייה תפיסתיות תרומה נוספת של 11.2% להסבר השונות של משמעות סידורית.

בלוח 18 מוצגות תוצאות הרגרסיה להסבר הישגים במשמעות כמותית.

לוח 18: ניתוח רגרסיה היררכית להסבר השונות של הישגים במשמעות כמותית על-פי משתני החשיבה האנלוגית

F (2,97)	ΔR^2	R^2	R	T	β	
4.46 *	.08	.08	.29			שלב 1
				.84	-.10	מושגיות לפני למידה
				2.85 *	.33	תפיסתיות לפני למידה
3.20 *	.04	.12	.34			שלב 2
				1.88	.26	מושגיות אחרי למידה
				.05	.01	תפיסתיות אחרי למידה
3.80 **	.05	.17	.41			שלב 3
				2.36 *	.28	בנייה מושגיות
3.80**	.05	.17	.41			שלב 3 א
				2.36 *	.28	בנייה תפיסתיות

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$

א – השלבים הקודמים זהים לניתוח שבו השלב השלישי היה אנלוגיות בנייה מושגיות.

מהממצאים בלוח 18 ניתן לראות כי האנלוגיות לפני למידה תורמות 8% להסבר השונות של הישגים במשמעות כמותית. לאנלוגיות אחרי למידה אין תרומה מובהקת להסבר השונות. אנלוגיות הבנייה המושגיות תורמות 5% נוספים להסבר השונות של משמעות כמותית.

בגלל המיתאם הגבוה בין אנלוגיות הבנייה המושגיות לבין אנלוגיות הבנייה התפיסתיות, ועל מנת למנוע בעיות של מולטיקוליניאריות הוכנסו אנלוגיות הבנייה התפיסתיות בנייתו נפרד. בנייתו זה, שנעשה עם אנלוגיות בנייה תפיסתיות בשלב השלישי (במקום אנלוגיות בנייה מושגיות) נמצא כי לאנלוגיות בנייה תפיסתיות תרומה נוספת של 5% להסבר השונות של משמעות כמותית.

בלוח 19 מוצגות תוצאות הרגרסיה להסבר הישגים בשימור כמות.

לוח 19: ניתוח רגרסיה היררכית להסבר השונות של הישגים בשימור כמות על-פי משתני החשיבה האנלוגית

F (2,97)	ΔR^2	R^2	R	T	β	
2.12	.04	.04	.21			שלב 1
				.57	.07	מושגיות לפני למידה
				1.33	.16	תפיסתיות לפני למידה
1.43	.02	.06	.24			שלב 2
				1.11	.16	אנלוגיות מושגיות אחרי למידה
				.27	.04	תפיסתיות אחרי למידה
2.73 *	.07	.13	.36			שלב 3
				2.75 **	.33	בנייה מושגיות
3.80 **	.06	.12	.42			שלב 3 א
				2.36 *	.30	בנייה תפיסתיות

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$

א – השלבים הקודמים זהים לניתוח שבו השלב השלישי היה אנלוגיות בנייה מושגיות.

מהממצאים בלוח 19 ניתן לראות כי האנלוגיות הסגורות לפני ואחרי למידה אינן תורמות באופן מובהק להסבר השונות של הישגים בשימור כמות. לאנלוגיות הבנייה המושגיות תרומה של 7% להסבר השונות של הישגים בשימור כמות.

בגלל המיתאם הגבוה בין אנלוגיות הבנייה המושגיות לבין אנלוגיות הבנייה התפיסתיות, ועל מנת למנוע בעיות של מולטיקוליניאריות הוכנסו אנלוגיות הבנייה התפיסתיות בנייתו נפרד. בנייתו זה, שנעשה עם אנלוגיות בנייה תפיסתיות בשלב השלישי (במקום אנלוגיות בנייה מושגיות), נמצא כי לאנלוגיות בנייה תפיסתיות תרומה נוספת של 5.8% להסבר השונות של הישגים בשימור כמות.

בלוח 20 מוצגות תוצאות הרגרסיה להסבר ההישגים בהתאמה.

לוח 20: ניתוח רגרסיה היררכית להסבר השונות של הישגים בהתאמה על-פי משתני החשיבה האנלוגית

F (2,97)	ΔR^2	R^2	R	T	β	
4.35 *	.08	.08	.29			שלב 1
				.41	.05	מושגיות לפני למידה
				2.20 *	.26	תפיסתיות לפני למידה
4.77 *	.09	.17	.41			שלב 2
				3.04 **	.41	מושגיות אחרי למידה
				.00	-.00	תפיסתיות אחרי למידה
4.96**	.04	.21	.46			שלב 3
				2.23 *	.25	בנייה מושגיות
18.62 **	.06	.23	.53			שלב 3 א
				4.22 **	.31	בנייה תפיסתיות

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$

א – השלבים הקודמים זהים לניתוח שבו השלב השלישי היה אנלוגיות בנייה מושגיות.

מהממצאים בלוח 20 ניתן לראות כי האנלוגיות לפני המידה תורמות 8% להסבר השונות של הישגים בהתאמה. לאנלוגיות אחרי למידה תרומה של 9% להסבר השונות, מתוכן התרומה העיקרית היא של האנלוגיות המושגיות. אנלוגיות הבנייה המושגיות תורמות 4% נוספים להסבר השונות של ההישגים בתחום ההתאמה.

בגלל המתאם הגבוה בין אנלוגיות הבנייה המושגיות לבין אנלוגיות הבנייה התפיסתיות, ועל מנת למנוע בעיות של מולטיקוליניאריות הוכנסו אנלוגיות הבנייה התפיסתיות בנייתו נפרד. בנייתו זה, שנעשה עם אנלוגיות בנייה תפיסתיות בשלב השלישי (במקום אנלוגיות בנייה מושגיות), נמצא כי לאנלוגיות בנייה תפיסתיות תרומה נוספת של 5.9% להסבר השונות של ההישגים בתחום ההתאמה.

4.5.3 רגרסיות היררכיות להסבר התרומה הדיפרנציאלית של סוגי המבחנים השונים בחשיבה אנלוגית להסבר השונות בידע בחשבון

על מנת לבדוק את התרומה הדיפרנציאלית של סוגי החשיבה האנלוגיות תפיסתיות לעומת מושגיות, להסבר השונות בהישגים במבחן להערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א', נערכה סדרה של ניתוחי רגרסיה היררכית בשלבים. בסדרה זו נבדקה השאלה איזה סוג של חשיבה אנלוגית, מושגית או תפיסתית, מנבאת טוב יותר את ההישגים במבחן להערכה דידיקטית בחשבון. ניתוחים אלו נערכו בנפרד עבור שלב לפני למידה ושלב אחר למידה.

4.5.3.1 הסבר השונות בהישגים במבחן להערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א' באמצעות אנלוגיות סגורות, מושגיות לעומת תפיסתיות, בשלב שלפני למידה

בלוח 21 מוצגות תוצאות הרגרסיה ההיררכית להסבר התרומה הדיפרנציאלית של מבחני האנלוגיות הסגורות בשלב שלפני למידה, להסבר השונות בסך-כל ההישגים במבחן להערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א'.

לוח 21: ניתוח רגרסיה היררכית להסבר השונות של ההישגים בתתי-המבחן להערכה דידיקטית בחשבון על-פי סוג המבחן באנלוגיות סגורות לפני למידה

F (2,97)	ΔR^2	R^2	R	T	β		
8.36 **	.15	.15	.38			שלב 1	סך-כל הישגים במבחן להערכה דידיקטית בחשבון
				-.04	-.05	מושגיות	
				3.63 **	.41	תפיסתיות	
16.45 **	.25	.25	.50			שלב 1	משמעות סידורית
				.48	-.05	מושגיות	
				5.01 **	.53	תפיסתיות	
4.46 *	.08	.08	.29			שלב 1	משמעות כמותית
				-.84	-.10	מושגיות	
				2.85 *	.33	תפיסתיות	
2.12	.04	.04	.21			שלב 1	שימור כמות
				.57	.07	מושגיות	
				1.33	.16	תפיסתיות	
4.35 *	.08	.08	.29			שלב 1	התאמה
				.41	.05	מושגיות	
				2.20 *	.26	תפיסתיות	

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$

מהממצאים בלוח 21 ניתן לראות בברור כי בשלב שלפני למידה, האנלוגיות התפיסתיות הסגורות תרמו 15% להסבר השונות בסך כל ההישגים במבחן להערכה דידיקטית בחשבון. לעומתן, לאנלוגיות המושגיות הסגורות לא הייתה תרומה מובהקת להסבר השונות בסך-כל ההישגים במבחן בחשבון.

ניתוחים דומים שנערכו עבור כל אחד מתתי-המבחנים בחשבון, הצביעו על כך שבשלב לפני למידה רק האנלוגיות התפיסתיות ניבאו באופן מובהק את הידע בחשבון בעוד שלאנלוגיות המושגיות תרומה שולית ובלתי מובהקת.

4.5.3.2 הסבר השונות בהישגים במבחן להערכה דידקטית בחשבון באמצעות אנלוגיות סגורות, מושגיות לעומת תפיסתיות, בשלב שלאחר למידה

בלוח 22 מוצגות תוצאות הרגרסיה ההיררכית להסבר התרומה הדיפרנציאלית של מבחני האנלוגיות הסגורות בשלב שלאחר למידה וכן להסבר השונות בסך-כל ההישגים במבחן להערכה דידקטית בחשבון בכל אחד מתתי-המבחן.

לוח 22: ניתוחי רגרסיה היררכית להסבר השונות של ההישגים במבחן להערכה דידקטית בחשבון על-פי סוג המבחן באנלוגיות סגורות לאחר למידה

F (2,97)	ΔR^2	R^2	R	T	β		
7.06 **	.13	.13	.36			שלב 1	סך-כל הישגים במבחן להערכה דידקטית בחשבון
				1.74	.20	מושגיות	
				1.90	.21	תפיסתיות	
11.28 **	.19	.19	.43			שלב 1	משמעות סידורית
				1.62	.18	מושגיות	
				2.92 **	.32	תפיסתיות	
3.47 *	.07	.07	.26			שלב 1	משמעות כמותית
				1.33	.15	מושגיות	
				1.22	.14	תפיסתיות	
2.65	.05	.05	.23			שלב 1	שימור כמות
				1.31	.15	מושגיות	
				.91	.11	תפיסתיות	
7.96 **	.14	.14	.38			שלב 1	התאמה
				2.91 *	.32	מושגיות	
				.76	.09	תפיסתיות	

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$

מהממצאים בלוח 22 ניתן לראות כי האנלוגיות הסגורות לאחר למידה תרמו יחד 13% להסבר השונות בסך-כל ההישגים במבחן להערכה דידקטית בחשבון. לא נמצאה דיפרנציאציה במידת התרומה של האנלוגיות המושגיות מול האנלוגיות התפיסתיות.

האנלוגיות הסגורות לאחר למידה תרמו יחד 19% להסבר השונות בהישגים בתת-מבחן משמעות סידורית. מתוכם התרומה העיקרית היא של האנלוגיות התפיסתיות.

האנלוגיות הסגורות לאחר למידה תרמו יחד 7% להסבר השונות בהישגים בתת-מבחן משמעות כמותית. לא נמצאה דיפרנציאציה בין תרומתן של האנלוגיות התפיסתיות לתרומתן של האנלוגיות המושגיות.

האנלוגיות הסגורות לאחר למידה אינן תורמות להסבר השונות בהישגים בתת-מבחן שימור כמות.

האנלוגיות הסגורות לאחר למידה תרמו יחד 14% להסבר השונות בהישגים בתת-מבחן משמעות כמותית, מתוכן, התרומה העיקרית היא של האנלוגיות המושגיות.

לסיכום, ניתן לומר שנמצאה מגמה מעורבת באשר לתרומתן של האנלוגיות הסגורות בשלב שלאחר למידה לניבוי השונות בחלקי המבחן המרכיבים את המבחן להערכה דידיקטית בחשבון.

4.5.3.3 הסבר השונות בהישגים במבחן להערכה דידיקטית בחשבון באמצעות אנלוגיות בנייה, מושגיות לעומת תפיסתיות

בלוח 23 מוצגות תוצאות הרגרסיה ההיררכית להסבר התרומה הדיפרנציאלית של מבחני אנלוגיות הבנייה וכן להסבר השונות בהישגים בכל חלקי המבחן להערכה דידיקטית בחשבון.

לוח 23: ניתוח רגרסיה היררכית להסבר השונות של הישגים בכל חלקי המבחן להערכה דידיקטית בחשבון על-פי משתני החשיבה באנלוגיות בנייה

F (2,97)	ΔR^2	R^2	R	T	β	אנלוגיות בנייה	
15.88 **	.25	.25	.50			שלב 1	סך-כל הישגים במבחן להערכה דידיקטית בחשבון
				1.92	.30			מושגיות
				1.45	.22		תפיסתיות
24.75 **	.34	.34	.58			שלב 1	משמעות סידורית
				2.62 *	.38			מושגיות
				1.58	.23		תפיסתיות
7.90 *	.14	.14	.38			שלב 1	משמעות כמותית
				1.24	.20			מושגיות
				1.14	.19		תפיסתיות
7.06 *	.13	.13	.36			שלב 1	שימור כמות
				1.37	.23			מושגיות
				.87	.15		תפיסתיות
11.89 **	.20	.20	.45			שלב 1	התאמה
				.91	.15			מושגיות
				1.99 *	.32		תפיסתיות

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$

מהממצאים בלוח 23 ניתן לראות כי אנלוגיות הבנייה תורמות יחד 25% להסבר השונות של סך-כל הישגים במבחן להערכה דידיקטית בחשבון. על יתרון לאנלוגיות המושגיות ($\beta = .30$) לעומת האנלוגיות התפיסתיות ($\beta = .22$).

ניתן לראות כי אנלוגיות הבנייה תורמות 34% להסבר השונות של הישגים בתת-מבחן משמעות סידורית. תרומתן של אנלוגיות הבנייה המושגיות גבוהה יותר ($\beta = .38$) מזו של אנלוגיות הבנייה התפיסתיות ($\beta = .23$).

כמו כן נמצא כי אנלוגיות הבנייה תורמות יחד 14% להסבר השונות בהישגים בתת-מבחן משמעות כמותית. לא נמצאה דיפרנציאציה מובהקת בין תרומתן של אנלוגיות הבנייה המושגיות לתרומתן של אנלוגיות הבנייה התפיסתיות.

נמצא כי אנלוגיות הבנייה תורמות יחד 13% להסבר השונות של ההישגים בתת-מבחן שימור כמות. התוצאות מראות על יתרון לאנלוגיות המושגיות ($\beta=.23$) לעומת האנלוגיות התפיסתיות ($\beta=.15$).

נמצא כי אנלוגיות הבנייה תורמות יחד 20% להסבר השונות של תת-מבחן התאמה. תרומתן של אנלוגיות הבנייה התפיסתיות גבוהה יותר ($\beta=.32$) מזו של אנלוגיות הבנייה המושגיות ($\beta=.15$).

5. דיון

בעבודה זו העליתי שלוש שאלות מחקר:

1. האם ישנו קשר בין חשיבה אנלוגית לבין ידע בחשבון טרום כיתה א'?
יש לקחת בחשבון הבדלים בדרגות הקשר שבין חשיבה אנלוגית לבין כל אחת מארבע חטיבות המבחן להערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א'.
2. מהי תרומת הערכת החשיבה האנלוגית בדרך דינמית לקשר שבין חשיבה אנלוגית לבין ידע בחשבון?
במלים אחרות, השאלה הייתה עד כמה הערכת החשיבה האנלוגית בדרך דינמית תתרום להסבר השונות במבחן להערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א', מעבר לאבחון הסטנדרטי של החשיבה האנלוגית.
3. מהי התרומה הדיפרנציאלית של סוגי המבחנים השונים בחשיבה אנלוגית להסבר השונות במבחן להערכה דידיקטית בחשבון?
שאלה זו מורכבת משני חלקים: 1. באיזו מידה אנלוגיות מושגיות לעומת אנלוגיות תפיסתיות מנבאות טוב יותר את הציונים בחשבון? 2. מהי התרומה הדיפרנציאלית של אנלוגיות סגורות לעומת אנלוגיות הבנייה בניבוי הציונים בחשבון?
ממצאי המחקר מאפשרים להציג מספר עובדות שניתן להתייחס אליהן באופן חד משמעי:
1. נמצא קשר בין ההישגים במבחן להערכה דידיקטית בחשבון, לבין ההישגים במבחני האנלוגיות השונים.
2. נמצא קשר עקבי וחזק בין ההישגים במבחן להערכה דידיקטית בחשבון לבין אנלוגיות בנייה. הציונים באנלוגיות בנייה, תורמים להסבר השונות ומנבאים את ההישגים בתתי-המבחן להערכה דידיקטית בחשבון יותר מאשר הציונים באנלוגיות סגורות.
3. הקשר בין אנלוגיות מושגיות סגורות אחר למידה, לבין הציונים בחשבון, חזק יותר מאשר עם אנלוגיות מושגיות סגורות לפני למידה.
4. הקשר בין אנלוגיות-תפיסתיות סגורות לפני למידה, עם הציונים בחשבון, חזק יותר מאשר עם אנלוגיות תפיסתיות סגורות לאחר למידה.

5. אנלוגיות תפיסתיות סגורות תרמו להסבר השונות של הציונים בחשבון, יותר מאשר אנלוגיות מושגיות סגורות.

בנוסף לכך, נמצאו מגמות נוספות, שאינן חד-משמעיות:

1. אנלוגיות תפיסתיות סגורות לפני למידה תרמו באופן מובהק לניבוי הציונים בחשבון.
2. אנלוגיות מושגיות סגורות לאחר למידה תרמו להסבר השונות של ניבוי הציונים בחשבון.
3. אנלוגיות בנייה מושגיות ותפיסתיות תרמו במידה שווה להסבר השונות של ההישגים בחשבון.

בדיון שבהמשך ייבחנו מסקנות אלה תוך התייחסות לשאלות ולהשערות שהועלו במחקר.

5.1 הקשר בין חשיבה אנלוגית להישגים במבחן להערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א'

הקשר בין חשיבה אנלוגית לבין ההישגים במבחן להערכה דידיקטית בחשבון נבדק במחקר זה תוך התייחסות להבדלים בדרגות הקשר שבין חשיבה אנלוגית לבין ההישגים בכל אחת מארבע חטיבות המבחן להערכה דידיקטית בחשבון.

נמצא קשר עקבי בין חשיבה אנלוגית כפי שהיא נמדדת באמצעות אנלוגיות הבנייה לבין ההישגים בכל החטיבות המרכיבות את מבחן ההערכה הדידיקטית בחשבון. עצמת הקשר משתנה בהתאם לחטיבות השונות המרכיבות את המבחן ונעה בין $r=.33$ ($p<.01$) לבין $r=.57$ ($p<.01$).

כמו כן נמצא קשר עקבי בין אנלוגיות מושגיות סגורות אחר למידה ואנלוגיות תפיסתיות לפני למידה לבין כל החטיבות המרכיבות את מבחן ההערכה הדידיקטית בחשבון. גם כאן עוצמת הקשר משתנה בהתאם לחטיבות השונות המרכיבות את המבחן. עוצמת הקשר נעה בין $r=.21$ ($p<.05$) לבין $r=.50$ ($p<.01$).

ממצאים נוספים מצביעים על קשר בין אנלוגיות תפיסתיות (אחר למידה) לבין התוצאות במבחן ההערכה הדידקטית בחשבון. הקשר נמצא בעיקר עם שלוש מתוך ארבע חטיבות המבחן בחשבון: משמעות סידורית, משמעות כמותית והתאמה. עוצמת הקשר נעה בין $r=.22$ ($p<.05$) לבין $r=.41$ ($p<.01$). לא נמצא קשר מובהק עם החטיבה הבודקת יכולת שימור כמות ($r=.19$ ($p<.05$)).

ממצא נוסף מצביע על קשר בין אנלוגיות מושגיות סגורות (לפני למידה) לבין חטיבת המשמעות הסידורית ($r=.24$ ($p<.01$)).

יתכן, וההסבר לכך שכמעט באופן עקבי לא נמצא קשר בין התוצאות במבחן להערכה דידיקטית בחשבון לבין אנלוגיות מושגיות סגורות לפני למידה, נעוץ בעובדה שלצורך פתרון האנלוגיות המושגיות נדרש הילד למיומנויות אינטלקטואליות מורכבות אשר דורשות תהליך למידה, כפי שהוא מתבצע במבחן הדינמי.

עניין זה מסביר מדוע נמצא קשר בעוצמה גבוהה יותר בין ידע בחשבון לבין אנלוגיות תפיסתיות לפני למידה, מאשר עם אנלוגיות תפיסתיות לאחר למידה. כדי לפתור את האנלוגיות התפיסתיות נדרש הילד לשימוש ביכולות תפיסה הפועלות על אלמנטים קונקרטיים-תפיסתיים ואילו לצורך השליטה בחשבון נדרש הילד להבנה מושגית-מופשטת.

על מנת לבסס הסבר זה, יש לערוך מחקר נוסף תוך שימוש בכלים אנלוגיים נוספים שבהם יצטרך הילד לעשות שימוש בתהליכי חשיבה דומים לאלה שעשה בהם שימוש במבחנים הנוכחיים.

העובדה כי מתקיים קשר בעוצמות בינוניות עד חזקות בין התוצאות במבחן ההערכה הדידקטית בחשבון לבין אנלוגיות הבנייה ואילו הקשר עם האנלוגיות הסגורות נע בין עוצמה בינונית להעדר קשר, מובילה את הדיון לשני כיוונים המשלימים זה את זה:

כיוון אחד מצביע על כך שיש לבחון את הדברים במבט כולל, הרואה במבחן ההערכה הדידקטית בחשבון יחידה גלובלית, שמולה נמדדו הקשרים עם מבחני האנלוגיות. בצורת הסתכלות כזו, ניתן לומר שקיים קשר מובהק בין חשיבה אנלוגית כפי שהיא באה לידי ביטוי במבחנים שהועברו במחקר זה, לבין תוצאות המבחן להערכה דידיקטית בחשבון.

כיוון שני, מצביע על כך שיש מקום לבחון את הדברים במבט פחות כוללני ויותר פרטני ומעמיק. בהסתכלות כזו, יש להתייחס לכל אחד מתתי-המבחן להערכה דיסקטית בחשבון בנפרד ולבדוק את מידת הקשר שלו עם כל אחד מחלקי המבחן לחשיבה האנלוגית. לאור זאת, התוצאות בלוח 13 מצביעות על מספר נקודות מעניינות.

1. נמצא קשר בין **"משמעות סידורית"** לבין כל תחומי האנלוגיה שנבדקו. רמות הקשר הגבוהות יותר נמצאו עם **אנלוגיות מושגיות אחר למידה** ($r=.34$, $p<.01$), **אנלוגיות תפיסתיות לפני למידה** ($r=.50$, $p<.01$), **אנלוגיות תפיסתיות אחר למידה** ($r=.41$, $p<.01$), **אנלוגיות בנייה מושגיות** ($r=.57$, $p<.01$) ו**אנלוגיות בנייה תפיסתיות** ($r=.54$, $p<.01$).

2. נמצא קשר מובהק בין **"משמעות כמותית"** לבין כל תחומי האנלוגיה שנבדקו מלבד אנלוגיות **מושגיות סגורות לפני למידה** ($r=.09$). רמות הקשר הגבוהות יותר נמצאו עם **אנלוגיות תפיסתיות לפני למידה** ($r=.28$, $p<.01$), **אנלוגיות בנייה מושגיות** ($r=.36$, $p<.01$) ו**אנלוגיות בנייה תפיסתיות** ($r=.36$, $p<.01$). הקשר של תת-מבחן **"משמעות כמותית"** עם אנלוגיות מושגיות אחר למידה ($r=.23$, $p<.05$) ואנלוגיות תפיסתיות אחר למידה ($r=.22$, $p<.05$) נמצא נמוך יחסית.

3. נמצא קשר בין תת-מבחן **"שימור כמות"** לבין כל תחומי האנלוגיה שנבדקו מלבד אנלוגיות **מושגיות סגורות לפני למידה** ($r=.16$) ואנלוגיות **תפיסתיות סגורות לאחר למידה** ($r=.19$). רמות הקשר הגבוהות יותר נמצאו עם אנלוגיות **בנייה מושגיות ותפיסתיות** ($r=.35$, $p<.01$). הקשר של תת-מבחן **"שימור כמות"** עם אנלוגיות **מושגיות אחרי למידה** ($r=.21$, $p<.05$) ואנלוגיות **תפיסתיות לפני למידה** ($r=.20$, $p<.05$) נמצא נמוך יחסית.

4. נמצא קשר בין תת-מבחן **"התאמה"** לבין כל תחומי האנלוגיה שנבדקו מלבד אנלוגיות **מושגיות סגורות לפני למידה** ($r=.19$). רמות הקשר הגבוהות יותר נמצאו עם **אנלוגיות מושגיות אחרי למידה** ($r=.37$, $p<.01$), **אנלוגיות תפיסתיות לפני למידה** ($r=.28$, $p<.01$), **אנלוגיות בנייה מושגיות** ($r=.41$, $p<.01$) ו**אנלוגיות בנייה תפיסתיות** ($r=.44$, $p<.01$). הקשר של תת-מבחן **"התאמה"** עם אנלוגיות **תפיסתיות סגורות לאחר למידה** ($r=.26$, $p<.05$) נמצא נמוך יחסית.

כאשר מתייחסים באופן נפרד, לכל אחד מחלקי המבחן להערכה דידיקטית בחשבון, ניתן לטעון כי הפער שנמצא ברמות הקשר, מצביע על כך שהקשר הוא נקודתי ונוגע לתחומים חשבוניים ספציפיים. במילים אחרות, סביר שהקשר בין מיומנויות הילד בחשבון, לבין ההישגים בחשיבה האנלוגית מתייחס למרכיבים קוגניטיביים שונים הבאים לידי ביטוי בכל אחד מתתי-המבחן להערכה דידיקטית בחשבון. אפשרות נוספת להסבר היא, שקשרים שנמצאו בין ציוני האנלוגיה לבין ההישגים בחשבון מבטאים קשר המושפע מגורם שלישי כלשהו. כגון יכולת המשגה בכלל, או יכולת מילולית בפרט.

במחקרים בעתיד יש לבדוק את הקשר, תוך שימוש במבחנים הבודקים מגוון סוגים של חשיבה אנלוגית אשר מבטאים היבטים שונים של יכולות זו, תוך התייחסות להיבטים השונים של היכולת החשבונית.

בניתוח רגרסיה קנונית המוצג בתרשים 9 ($R_c=0.68$) ניתן לראות ש-46% מהשונויות בהישגים שאליהם הגיעו הילדים במבחן להערכה דידיקטית בחשבון, מוסברים באמצעות מדדי החשיבה האנלוגית בהם נעשה שימוש במחקר זה.

מתוך הממצאים ניתן לראות כי השערת המחקר שלפיה יימצא קשר בין חשיבה אנלוגית לבין התוצאות במבחן להערכה דידיקטית בחשבון אוששה, בעיקר כאשר החשיבה האנלוגית נבדקת באמצעות אנלוגיות בנייה. אולם בדיקת ההשערה מול האנלוגיות הסגורות מתוך מבחן ה-CCPAM, מצביעה על כך שכדי לאשש את ההשערה מעל לכל ספק יש מקום למחקר נוסף. במחקר מסוג זה יש מקום לבדוק את הקשר בין חשיבה אנלוגית לסוגיה לבין התוצאות במבחן להערכה דידיקטית בחשבון תוך שימוש בכלים נוספים המיועדים להערכת החשיבה האנלוגית, וזאת על מנת לבסס את הקשר בין שני המשתנים, "חשיבה אנלוגית" ו"ידע בחשבון", מעבר לאופן שבו הם נמדדים באמצעות כלי הערכה של מחקר זה. יש צורך במחקר נוסף מכיוון שהקשר עם האנלוגיות הסגורות איננו עקבי. מחקר כזה יאפשר הבנה מעמיקה יותר של התהליכים הקוגניטיביים הנדרשים מהנבדק במבחן ה-CCPAM.

בנוסף לכך, לאור תוצאות הקשר החד משמעי שהתקבל בין מבחן אנלוגיות הבנייה לבין התוצאות במבחן להערכה דידיקטית בחשבון יש מקום להמשיך ולחקור את מהותו של

הקשר הזה כדי להבין את השלכותיו היישומיות. שכן לצורך המחשת נושאים מתמטיים שונים, נעשה שימוש בעזרים דידקטיים אנלוגיים המבוססים על העברה מהקונקרטי אל המופשט. המשתמשים בעזרים אלו מבססים את תהליך ההוראה על כך שהילד יישם העברה אנלוגית מהעזר הדידקטי הקונקרטי (בדידי גטניו, לבני דיג'י) אל ההבנה המתמטית המופשטת.

מכיוון שמחקר זה איננו מחקר התערבותי, וכדי שניתן יהיה להציע יישומים לקשר שנמצא בין חשיבה אנלוגית לבין ידע בחשבון, יש צורך במחקרים התערבותיים לטווח ארוך. יש להוכיח באמצעות מחקרי-התערבות שילדים צעירים, בגיל הגן, מסוגלים לנצל הסקה אנלוגית לצורך הבנת החוקיות המתמטית.

הקשר בין חשיבה אנלוגית וחשיבה חשבונית אצל ילדים צעירים נבדק בעבר על-ידי Goswamy (1991) ונמצא כי אכן קיים קשר כזה. עם זאת, לא ברור, באיזו מידה יכולים הילדים להשתמש בחשיבה אנלוגית לצורך הבנת יסודות החשבון. מחקרה של Goswamy לא הצביע על יכולתם של ילדים בגן לנצל יכולות חשיבה אנלוגיות לצורך הבנת השפה המתמטית. מחקרים אחרים המצביעים על כך שבגנים שבהם נעשה שימוש בעזרים דידקטיים הנשענים על חשיבה אנלוגית (לבני דיג'י), הגיעו הילדים להישגים מתמטיים גבוהים יותר מאשר גנים שבהם לא התבצע תהליך דומה (סלע, 2003). אם תוכח יכולת כזו ניתן להציע שימוש בחשיבה אנלוגית במהלך הצעדים הראשונים של רכישת הידע המתמטי בגן הילדים.

לסיכום ניתן לומר כי נמצא קשר בין ההישגים במבחן CCPAM לבין התוצאות במבחן החשבון. ייתכן שקשר זה אכן מבטא קשר בין חשיבה אנלוגית לבין התוצאות במבחן החשבון. עם זאת, מכיוון שהקשר עם אנלוגיות סגורות לא היה עקבי, יש להביא בחשבון שייתכן והקשר שנמצא בין ההישגים בשני המבחנים מבטא קשר בין התוצאות בחשבון לרכיב קוגניטיבי אחר הבא לידי ביטוי במבחני האנלוגיה. על מנת לבסס את הממצאים שהתקבלו בעבודה זו וכדי להגיע למסקנה שאכן קיים קשר בין חשיבה אנלוגית וידע בחשבון טרום כיתה א', דרושים מחקרי המשך שבהם יוכח הקשר בין הידע בחשבון לבין חשיבה אנלוגית תוך שימוש במספר כלי הערכה הבודקים חשיבה אנלוגית.

כדי להשלים את הדיון בקשר שבין חשיבה אנלוגית לבין התוצאות במבחן החשבון יש לציין את הקשר שנמצא בין התוצאות במבחן החשבון לבין חשיבה אנלוגית. קשר זה מאפשר להצביע על החשיבה האנלוגית כעל אחד מהמנגנונים הקוגניטיביים העומדים בבסיס הידע החשבוני. עם זאת, דרושים מחקרי אורך התערבותיים אשר יוכיחו את יעילות השימוש באנלוגיה לצורך הבנה ושכלול הידע בחשבון. מחקר אורך נוסף דרוש על מנת לבדוק את הקשר בין הצלחה באנלוגיות CCPAM בגן לבין הצלחה בחשבון בסוף כיתה א'.

5.2 תרומת הערכת החשיבה האנלוגית בדרך דינמית לקשר שבין חשיבה אנלוגית לבין הישגים במבחן להערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א'

שאלת התרומה שיש להערכת החשיבה האנלוגית בדרך דינמית לקשר שבין חשיבה אנלוגית לבין ידע בחשבון טרום כיתה א' היא בעלת חשיבות רבה. חשיבות זו נובעת מכך ששימוש בכלים סטטיים, שהוא נוח יותר מאשר השימוש בכלים דינמיים, לא תמיד משקף את היכולת האמיתית של הילד. מסיבה זו, יש מקום להוכיח שהשימוש בכלים דינמיים מנבא יכולות אקדמיות, טוב יותר, מאשר השימוש בכלים סטטיים. העובדה שבמחקר זה נעשה שימוש בכלי דינמי המועבר בשיטת לפני אחרי, מאפשרת לנסות ולבדוק שאלה זו.

בהתייחסות הכוללת את כל חלקי מבחן ה-CCPAM ניתן להצביע על כך שנמצא קשר עקבי גבוה יותר האנלוגיות לאחר למידה לבין המבחן להערכה דידיקטית בחשבון, מאשר עם האנלוגיות לפני למידה.

נמצא שהקשר בין אנלוגיות סגורות **בשלב שלפני למידה** לבין תתי-המבחן בחשבון היה חלקי בלבד. לעומת זאת, הקשר בין אנלוגיות סגורות **בשלב שלאחר למידה** לבין כל תתי-המבחן בחשבון היה חזק ומובהק, להוציא את תתי-המבחן שימור כמות מול אנלוגיות סגורות. במקרה זה התוצאה שהתקבלה היא גבולית ($\beta = .19$) (תרשימים 18-20).

מכאן, שהשלב **לאחר למידה** מנבא טוב יותר את ההישגים בחשבון מאשר השלב **שלפני למידה**. מסקנה זאת נובעת, הן ביחס לממצאים שהתקבלו באנלוגיות הסגורות והן ביחס

לאנלוגיות הבנייה. מכיוון שאנלוגיות הבנייה ניתנו כולן בשלב שלישי, כלומר לאחר ההתנסות והלמידה באנלוגיות הסגורות, ניתן להתייחס אליהן כאל שלב יישום אחר למידה. נקודת מבט כזו מאפשרת לומר שהשערת המחקר הראשונה, שלפיה הקשר בין ידע בחשבון לבין חשיבה אנלוגית תפיסתית ומושגית לאחר למידה, גבוה יותר מאשר עם חשיבה אנלוגית, תפיסתית ומושגית, לפני למידה, אוששה.

עם זאת, יתכן והקשר העקבי של תוצאות מבחן להערכה דידקטית בחשבון עם אנלוגיות הבנייה איננו נובע רק מהעובדה שהן ניתנו בשלב שלישי, כלומר לאחר למידה, אלא מהשונויות בסוג המטלה וסוג התיווך שניתן בהן. זה המקום להזכיר, ששלב הלמידה, באנלוגיות הבנייה הוא חלק מתהליך העברתן, בדומה לשלב הלמידה במבחן להערכה דידקטית בחשבון. שני המבחנים ניתנו לפי גישת התדרוך המודרג (Campione, & Brown, 1987). לכן, קיימת האפשרות שהקשר העקבי שנמצא בין התוצאות שהתקבלו במבחני אנלוגיות הבנייה לסוגיהן לבין התוצאות בחשבון, נובע מאופן העברת המבחנים. עם זאת, כדי שניתן יהיה להסיק מסקנות חד-משמעיות לגבי השאלה האם העובדה שמבחני האנלוגיות הועברו בדרך דינמית תרמה להעצמת הקשר בין תוצאותיהם לבין תוצאות מבחן להערכה דידקטית בחשבון, יש מקום לעריכת מחקר נוסף.

במחקר ההמשך, יש צורך לערוך השוואה בין ילדים שיקבלו את מבחן אנלוגיות הבנייה לפני האנלוגיות הסגורות ולהפך. כלומר, יש לחלק את הנבדקים באופן הבא:

קבוצה אחת תקבל מיד לאחר המבחן להערכה דידקטית בחשבון את מבחן אנלוגיות הבנייה, ורק אחר כך את האנלוגיות הסגורות. **קבוצה שנייה** תקבל מיד לאחר המבחן להערכה דידקטית בחשבון את מבחן האנלוגיות הסגורות, ורק אחר כך את אנלוגיות הבנייה. במידה וימצאו עוצמות קשר זהות בין תוצאות המבחן בחשבון לבין אנלוגיות הבנייה כשהן מועברות בשלב ראשון ובשלב שלישי, ניתן יהיה ללמוד על כך שהקשרים במחקר הנוכחי הם תוצאה של סוג המבחן ולא של העברה.

בכדי לסכם את הדיון בשאלת התרומה שיש להערכת החשיבה האנלוגית בדרך דינמית לקשר שבין חשיבה אנלוגית לבין הישגים בחשבון, חשוב להצביע על שתי נקודות מרכזיות: 1. שבכל הניתוחים שנעשו, נמצא שהשלב האחרון במבחן האנלוגיות ניבא טוב

יותר את ההישגים בחשבון. 2. לאור השוני בין אופן ההעברה והציינון של אנלוגיות סגורות לבין אופן ההעברה והציינון של אנלוגיות בנייה, לא ברור האם הממצאים שהתקבלו קשורים לשלב הלמידה או שהם תוצאה של שוני מהותי בין תתי-המבחנים.

5.3 התרומה הדיפרנציאלית של סוגי המבחנים השונים בחשיבה אנלוגית להסבר השונות בהישגים במבחן להערכה דיזקטית בחשבון טרום כיתה א'

כאשר בודקים את התרומה הדיפרנציאלית של סוגי האנלוגיות שנבדקו במחקר זה, להסבר השונות בחשבון, ניתן לבחון אותן משלושה היבטים. א. **אנלוגיות לפני למידה מול אנלוגיות לאחר למידה**. תרומתן הדיפרנציאליות של אנלוגיות לפני למידה מול אנלוגיות אחר למידה, נדונה בסעיף 5.2 בפרק זה. ב. **אנלוגיות מושגיות מול אנלוגיות תפיסתיות**. הדיון בשאלת תרומתן הדיפרנציאליות של אנלוגיות תפיסתיות מול אנלוגיות מושגיות, יובא בהמשך. ג. **אנלוגיות סגורות מול אנלוגיות בנייה**. מבחן האנלוגיות הסגורות שונה ממבחן אנלוגיות הבנייה בהרכב המבחן, באופן העברתו ותיווכו. הדיון בשאלת תרומתן הדיפרנציאליות של אנלוגיות סגורות מול אנלוגיות הבנייה, יובא בחלקו האחרון של תת-פרק זה. יש להזכיר שמדובר בחלקים שונים של אותו מבחן עצמו (CCPAM), כפי שצויין ברקע התיאורטי.

בהתאם להיבטים השונים שהוזכרו, חולק הדיון בשאלת **התרומה הדיפרנציאלית של סוגי המבחנים השונים בחשיבה אנלוגית להסבר השונות** בידע בחשבון לשני חלקים:

1. התרומה השונה של **האנלוגיות המושגיות מול האנלוגיות התפיסתיות** להסבר השונות בהישגים בידע בחשבון.
2. התרומה השונה של **האנלוגיות הסגורות מול אנלוגיות הבנייה** להסבר השונות בהישגים בידע בחשבון.

5.3.1 התרומה הדיפרנציאלית של האנלוגיות התפיסתיות מול אנלוגיות מושגיות להסבר השונות בתוצאות המבחן להערכה דידיקטית בחשבון טרום כיתה א'

על מנת לדון בתרומה הדיפרנציאלית של האנלוגיות התפיסתיות מול אנלוגיות מושגיות להסבר השונות בידע בחשבון, יש להישען על ההבנה שקיים שוני בין אנלוגיות מושגיות לתפיסתיות. השוני בין האנלוגיות התפיסתיות למושגיות הוא בהרכב התוכני השונה בין המבחנים. הרכב זה, מוביל את הילד לשימוש בתהליכי חשיבה שונים, כפי שהוצג בחלק העוסק בכלי המחקר.

כאן המקום להזכיר שבאנלוגיות התפיסתיות מתקיים קשר חזותי-תפיסתי בין החלקים המרכיבים את האנלוגיה: שינוי צבע, שינוי צורה, שינוי מיקום או יחסי יש/אין. מכאן, שהקשר בין חלקי האנלוגיה התפיסתית נראה לעין ואין הכרח להמלילו או ליצור אותה. לעומת זאת, באנלוגיות המושגיות מתקיים בין החלקים המרכיבים את האנלוגיה קשר מושגי: פונקציונלי, קטיגוריאלי או חלק-שלם. מכאן, שהקשר בין חלקי האנלוגיות המושגיות אינו נראה לעין והילד צריך למצוא את המושג המופשט שיחבר ביניהם.

בניתוחי רגרסיה בצעדים (לוחות 14-18) נמצאה מגמה מעורבת. האנלוגיות המושגיות נכנסו בצעד ראשון מול כל חלקי המבחן להערכה דידיקטית בחשבון, להוציא את תת-מבחן התאמה אשר מולו נכנסו בצעד ראשון האנלוגיות התפיסתיות. כמו כן האנלוגיות התפיסתיות נכנסו בניתוח זה, כצעד שני בניבוי של משמעות סידורית וסך-כל ההישגים בחשבון (לוח 24).

סיכום סכמטי של כל ניתוחי הרגרסיה מובא להלן בלוח 24.

לוח 24: סיכום תוצאות ניתוחי רגרסיה בצעדים של ההישגים במבחן להערכה דידיקטית בחשבון

התחום החשבוני	צעד 1	צעד 2
סך-כל הישגים בחשבון	מושגיות	תפיסתיות
משמעות סידורית	מושגיות	תפיסתיות
משמעות כמותית	מושגיות	
שימור כמות	מושגיות	
התאמה	תפיסתיות	

התוצאות מראות כי מלבד בתת-מבחן התאמה, בכל יתר תתי-המבחנים ציון האנלוגיות המושגיות נכנס בצעד ראשון לניבוי ההשגים בחשבון.

כאן עולה השאלה אם קיים הבדל מהותי בין תת-מבחן התאמה לבין תתי-המבחן האחרים המרכיבים את המבחן להערכה דיסקטית בחשבון. השאלה עולה בעקבות העובדה שרק מול תת-מבחן זה נכנסו האנלוגיות התפיסתיות בצעד ראשון (יחיד) כגורם המסביר את השונות בהישגים החשבוניים.

כאשר בודקים את התהליכים שעליהם נשען הילד לצורך פתרון תתי-המבחן השונים בחשבון ניתן לראות שבתתי-המבחן משמעות סידורית, משמעות כמותית ושימור כמות, חייב הילד להיעזר בשפת החשבון לצורך מציאת התשובה הנכונה. כלומר, בתתי-המבחן הללו יש צורך בהבנת המושגים המחברים בין השאלה לתשובה. לדוגמה, **משימה בתחום שימור הכמות** (נספח 1, משימה 287). במשימה זו מוצגים לפני הילד שני כלים מכוילים זהים ובתוכם נוזל בגובה שווה. מאחד הכלים מועבר הנוזל לכלי אחר, רחב יותר. תוצאת ההעברה היא שהנוזל בכלי הרחב מגיע לגובה נמוך יחסית לנוזל שנשאר בכלי הצר. הילד מתבקש לענות על השאלה האם כמות הנוזל גדלה, קטנה או נשארה זהה. כדי לענות נכון על השאלה (כמות הנוזל נשארה זהה), הילד צריך להתעלם מהקשר חזותי-תפיסתי המטעה, ולהישען על המשגת התהליך. דוגמה נוספת היא **משימה בתחום התפיסה הכמותית** (נספח 1, משימה 192). במשימה זו מראים לילד כרטיס עם שבעה עיגולים. לאחר שמוודאים שהוא יודע כמה עיגולים יש על הכרטיס מבקשים ממנו לעצום את עיניו ומסתירים שני עיגולים. בשלב זה מבקשים ממנו לפקוח את העיניים ולגלות כמה עיגולים מוסתרים. כדי לענות נכון על השאלה (שני עיגולים) הילד צריך לשמר בזכרון את הכמות שראה, להתייחס לכמות הגלויה שנשארה (5) ולהישען על הבנת הרכב המספר והמשגת תהליך החיסור. דוגמה נוספת, משימה **בתחום התפיסה הסידורית** (ראה נספח 1, משימה 149): מראים לילד שורה של לבבות בצבעים שונים ומבקשים ממנו להראות את הלב ה"אחרון". כדי להצביע על הלב הנכון עליו להתעלם מההיבט החזותי הבולט (צבע) ולהתייחס למשמעות המושג "אחרון".

בניגוד לצורך בהישענות בעיקר על הקשר המושגי בשלושת תתי-המבחן שהוזכרו, צריך הילד במשימות מתוך **תת-מבחן התאמה**, לבסס את תשובותיו בעיקר על הקשר חזותי-תפיסתי. לדוגמה, במשימה מספר 118 (נספח 1) מונח לפני הילד דף עם תמונות של 3 בתים בצד שמאל ו-4 גגות בצד ימין. שואלים את הילד כמה בתים חסרים כאן? כדי לענות נכון (1) עליו להישען על הציורים שלפניו, כלומר על הקשר החזותי-תפיסתי.

מתוך ניתוח המשימות שהובא כאן ניתן להבין מדוע האנלוגיות המושגיות תרמו להסבר השונות בידע בחשבון, בתתי-מבחנים של שימור כמות, משמעות כמותית ומשמעות סידורית, בעוד האנלוגיות התפיסתיות תרמו בעיקר בתת-מבחן התאמה.

כאשר מסתכלים על הצעד השני בניתוח הרגרסיה בצעדים, מגלים שגם כאן תרומתן של האנלוגיות התפיסתיות להסבר השונות בציוני המבחן הבודק ידע בחשבון הייתה חלקית. למעשה, מניתוחי הרגרסיה בצעדים עולה שהאנלוגיות **התפיסתיות** תרמו בצעד שני רק לתת-מבחן **משמעות סידורית**, ולציון **הכולל של המבחן**.

כדי להסביר זאת עלינו לחזור ולבדוק את המשימות במשמעות סידורית. בדיקה זו מגלה שחלק מהמשימות **במשמעות סידורית** נשענות על קשר חזותי-תפיסתי. לדוגמה במשימה 10 (נספח 1) מניחים לפני הילד דף עם מטריצה של 12 עיגולים הוא מתבקש למנות את מספר העיגולים בדף. על מנת להגיע למספר הנכון (12) עליו להישען לא רק על מושגי המספר אלא גם על כמות העיגולים שלפניו, כלומר להשתמש ביכולת ליצירת קשר חזותי-תפיסתי. עם זאת, כנראה בגלל העובדה שגם במשימות הסידוריות הדורשות הישענות על קשר חזותי-פיסי יש צורך בהמשגה, נכנסו האנלוגיות התפיסתיות רק בצעד שני.

על מנת להבין מדוע נכנסו האנלוגיות התפיסתיות בצעד שני לניתוח הרגרסיה בצעדים, מול **הציון הכללי** במבחן להערכה דידקטית בחשבון, עלינו להתייחס למבחן במבט כולל. מנקודת מבט זו, ניתן לראות שלמרות שהחשבון הוא תחום מופשט, יש בו משימות שונות המזמנות הישענות על אלמנטים חזותיים-תפיסתיים. עם זאת, מכיוון שכמות המשימות הנשענות על האלמנטים חזותיים-תפיסתיים קטנה יותר מכמות המשימות הדורשות המשגה, האנלוגיות התפיסתיות נכנסו רק בצעד שני.

מכאן שהדיון בשאלת התרומה הדיפרנציאלית של האנלוגיות התפיסתיות מול אנלוגיות מושגיות להסבר השונות בידע בחשבון מוביל אותנו להבנה שיש משמעות לסוג האנלוגיה הספציפי בניבוי התחום החשבוני הספציפי.

עם זאת, כדי לוודא שאכן האנלוגיות המושגיות והתפיסתיות במחקר זה תרמו באופן שונה להסבר השונות בהישגי הילדים בחשבון נערכו ניתוחי רגרסיה היררכית חד-שלביים, כלומר, בכל ניתוח הוכנסו האנלוגיות התפיסתיות והמושגיות בהתאם לשלב ההעברה (לוח 21), מול כל אחד מתתי-המבחן להערכה דיסקטית בחשבון (ראה פרק ממצאים סעיף 4.5.3).

מניתוחים אלה עולות הנקודות בבאות:

1. בשלב שלפני למידה האנלוגיות **הסגורות התפיסתיות** תרמו תרומה מובהקת להסבר השונות של הציון הכולל במבחן להערכה דיסקטית בחשבון, וכן בכל אחד מתי המבחן בנפרד, להוציא את תת-מבחן שימור כמות. תרומתן של האנלוגיות המושגיות לפני למידה לא הייתה מובהקת, בכל המקרים. כלומר **נמצאה דיפרנציאלית ברורה בתרומתן של האנלוגיות המושגיות והתפיסתיות בשלב שלפני למידה.**
2. בשלב שלאחר למידה התקבלה מגמה מעורבת. האנלוגיות **התפיסתיות הסגורות** תרמו במידה מובהקת, יותר מאשר האנלוגיות **המושגיות הסגורות** להסבר השונות של תת-מבחן **משמעות סידורית**. האנלוגיות **המושגיות הסגורות** תרמו במידה מובהקת, יותר מאשר האנלוגיות **התפיסתיות הסגורות** להסבר השונות של תת-מבחן **התאמה**. מול **הציון הכללי** ומול תת-מבחן **משמעות כמותית** לא ניתן היה לקבוע באופן חד משמעי איזה סוג של אנלוגיה תרם יותר להסבר השונות. **האנלוגיות הסגורות** לאחר למידה לא תרמו כלל להסבר השונות בתת-מבחן **שימור כמות**.
3. בדומה לשלב לאחר למידה, גם בנייתוחים שבהם הוכנסו אנלוגיות הבנייה התקבלה מגמה מעורבת. אנלוגיות **הבנייה התפיסתיות** תרמו במידה מובהקת, יותר מאשר אנלוגיות **הבנייה המושגיות** להסבר השונות של תת-מבחן **התאמה**. אנלוגיות **הבנייה המושגיות** תרמו במידה מובהקת, יותר מאשר אנלוגיות **הבנייה התפיסתיות**

להסבר השונות של תת-מבחן **משמעות סידורית**. מול **הציון הכללי** במבחן להערכה דידיקטית בחשבון, ומול תתי-המבחן **משמעות כמותית ושימור כמות**, לא ניתן היה לקבוע באופן חד משמעי איזה סוג של אנלוגיה תרם יותר להסבר השונות.

מההתייחסות שהובאה לממצאים, ניתן להבין שאין אפשרות לקבוע באופן חד משמעי האם האנלוגיות התפיסתיות תורמות יותר מאשר האנלוגיות המושגיות, להסבר השונות בהישגים במבחן להערכה דידיקטית בחשבון. כדי לנסות לענות על שאלה זו יש מקום לעריכת מחקר נוסף שיעשה שימוש במספר כלים הבודקים אנלוגיות מושגיות מול שימוש במספר כלים הבודקים אנלוגיות תפיסתיות.

5.3.2 התרומה הדיפרנציאלית של האנלוגיות הסגורות מול אנלוגיות הבנייה להסבר השונות בידע בחשבון טרום כיתה א'

בכל ניתוחי הרגרסיה בצעדים שנערכו נמצא שאנלוגיות **הבנייה** תורמות להסבר השונות בהישגים במבחן להערכה דידיקטית בחשבון, יותר מאשר האנלוגיות **הסגורות** (ראה לוחות 14-18 בפרק הממצאים). בנוסף לכך, נמצא שכאשר בוצע ניתוח רגרסיה בצעדים נכנסו האנלוגיות הסגורות, כגורם להסבר השונות בידע בחשבון, רק מול **ציוני המבחן הכלליים** ומול תת-מבחן **משמעות סידורית**. כלומר, האנלוגיות הסגורות לא הסבירו את השונות בחשבון בתתי-המבחן הבאים: משמעות כמותית, שימור כמות והתאמה.

כאשר מסתכלים בממצאים שהתקבלו בניתוח הרגרסיה בצעדים (לוחות 14-18) מתקבלת תמונה המצביעה על כך שהאנלוגיות הסגורות כמעט ואינן תורמות להסבר השונות ביחס לאנלוגיות הבנייה. ייתכן ודבר זה נובע מהשוני בין תתי-המבחן המרכיבים את המבחן להערכה דידיקטית בחשבון, כפי שניתן לראות בפרק הממצאים (תרשים 17). עם זאת, כפי שכבר צוין, יתכן והתרומה הדיפרנציאלית של האנלוגיות הסגורות מול אנלוגיות הבנייה, להסבר השונות בידע בחשבון, קשורה בדרכי התיווך השונות של כל אחד מתתי-המבחנים הללו.

מניתוחי הרגרסיה ההיררכית עולה שאנלוגיות הבנייה תרמו תרומה עקבית ומובהקת להסבר השונות בהישגים במבחן להערכה דידיקטית בחשבון למרות שהוכנסו רק בצעד

שלישי (לוחות 19-23). כמו כן, נמצא בניתוחים אלה, שאנלוגיות הבנייה תרמו להסבר השונות בידע בחשבון באופן עקבי יותר מאשר האנלוגיות הסגורות.

כפי שהוסבר בפרק הממצאים, נעשו ניתוחי הרגרסיה ההיררכית בשלושה צעדים. בצעד הראשון הוכנסו ציוני האנלוגיות לפני למידה, בצעד השני הוכנסו ציוני האנלוגיות אחר למידה, ובצעד השלישי אנלוגיות הבנייה. שלושת הצעדים נבנו כך, כדי שאפשר יהיה להסביר את השונות של ההישגים בחשבון, לאחר ניכוי של השונות המוסברת על-פי הציונים באנלוגיות לפני למידה. בלוח 25 מוצג סיכום של אחוזי התרומה הדיפרנציאלית של האנלוגיות השונות, להסבר השונות בידע בחשבון.

מהתבוננות בלוח 25 ניתן ללמוד שאנלוגיות הבנייה, אשר הוכנסו בצעד שלישי, תרמו להסבר השונות בידע בחשבון. תרומתן באה לידי ביטוי, גם בניבוי הציון הכולל וגם בניבוי כל אחד מתתי-המבחנים המרכיבים את המבחן להערכה דידיקטית בחשבון. לעומת זאת, האנלוגיות הסגורות תרמו להסבר השונות תרומה חלקית.

לוח 25: אחוזי התרומה הדיפרנציאלית של סוגי האנלוגיות, להסבר השונות של ההישגים במבחן להערכה דידיקטית בחשבון, כפי שהתקבלו בניתוחי רגרסיה בצעדים

התחום החשבוני	צעד 1	צעד 2	צעד 3
	אחוז תרומת האנלוגיות הסגורות לפני למידה להסבר השונות בידע בחשבון	אחוז תרומת האנלוגיות הסגורות אחרי למידה להסבר השונות בידע בחשבון	אחוז תרומת אנלוגיות הבנייה להסבר השונות בידע בחשבון
הישגים בחשבון (סה"כ)	15%	4%	10%
משמעות סידורית	24%	–	22%
משמעות כמותית	8%	–	5%
שימור כמות	–	–	13%
התאמה	–	4%	12%

מהנתונים בלוח 25 ניתן לראות שכושר ההשתנות באנלוגיות בנייה מנבא באופן עקבי את ההישגים בחשבון.

האפשרות שייתכן וממצאים אלה נובעים מהעובדה שאופן התיווך והציינון במבחן אנלוגיות הבנייה דומה לאופן התיווך והציינון בו נעשה שימוש במבחן להערכה דידיקטית בחשבון, כבר הועלתה לעיל (סעיף 5.2), העוסק בתרומת הערכת החשיבה האנלוגית בדרך דינמית לקשר שבין חשיבה אנלוגית לבין הישגים בחשבון טרום כיתה א'.

בשני המבחנים נעשה שימוש בשיטת התדרוך המדורג (graduated prompt). בנוסף לכך, קיימת האפשרות שממצאים אלה התגבשו בעקבות העובדה שאנלוגיות הבנייה הוצגו לילד כשלב אחרון במבחני האנלוגיה, כלומר האנלוגיות הסגורות היוו שלב למידה עבורו. כדי לברר סוגיה זו יש לערוך מחקר נוסף שבו ינתנו אנלוגיות בנייה אשר יועברו לנבדקים באופני תיווך שונים. במערך מחקר כזה (לוח 26) צריך לחלק את הנבדקים לארבע קבוצות. לקבוצה הראשונה יינתנו מבחני אנלוגיות הבנייה כפי שנתנו במחקר זה, כלומר בשלב שלישי ובשיטת התדרוך המדורג. לקבוצה שניה יינתנו אנלוגיות הבנייה בשלב שלישי אולם התיווך יעשה בשיטת הלפני אחרי. לקבוצה השלישית יינתנו אנלוגיות הבנייה בשלב ראשון, כלומר לפני האנלוגיות הסגורות ובשיטת התדרוך המדורג. לקבוצה הרביעית יינתנו אנלוגיות הבנייה בשלב ראשון, כלומר לפני האנלוגיות הסגורות ובשיטת הלפני אחרי.

לוח 26: הצעת מערך מחקר לבדיקת השפעת אופנות התיווך באנלוגיות בנייה על הסבר השונות של ההישגים במבחן להערכה דידיקטית בחשבון

קבוצה	סוגי מבחני האנלוגיות וסדר העברתם
1	סגורות לפני למידה למידה סגורות לאחר למידה
2	בנייה בשיטת התדרוך המדורג לפני למידה אנלוגיות סגורות לפני למידה
3	סגורות לפני למידה למידה בנייה בשיטת הלפני אחרי
4	בנייה בשיטת הלפני אחרי לפני למידה אנלוגיות סגורות לפני למידה

במחקר כזה ניתן יהיה לבדוק עד כמה משפיע שלב הלמידה ואופן הלמידה על רמות הקשר בין חשיבה אנלוגית לבין ידע בחשבון.

לסיכום הדיון בשאלת התרומה הדיפרנציאלית של האנלוגיות הסגורות מול אנלוגיות הבנייה להסבר השונות בידע בחשבון טרום כיתה א' ניתן לומר שבמחקר זה נמצא יתרון בולט לאנלוגיות הבנייה. עם זאת לא ניתן לקבוע בוודאות מהו הגורם המרכזי ליתרון זה.

ביבליוגרפיה

- אבן-שושן, א' (1986, תשל"ב). **המילון העברי המרוכז**. ירושלים: קרית-ספר.
- אופיר, ש' ולבנברג, א' (2003). **לספר על מספרים**, כנס ארצי: הכשרת מורים למתמטיקה לבית-הספר היסודי, חיפה: מכללת גורדון.
- גביש, ת' (2003). **לדעת חשבון – ספר למורה**, מתוך אתר האינטרנט של תלמה גביש מכללת אורנים:
http://www.web.macam.ac.il/~talma_g/openpage.htm
- (1998). **לחשוב להבין להצליח – פיתוח חשיבה מתמטית**. קרית-ביאליק, חיפה: אח.
- גרדנר, ה' (1996). **אינטליגנציות מרובות – התאוריה הלכה למעשה**. ירושלים: מכון ברנכו וייס לטיפוח החשיבה.
- גלינקא, ע' (1999). **השפעת התווך על יכולתם של בני ארבע שנים לפתור אנלוגיות קלסיות**. עבודת גמר לתואר מוסמך. רמת-גן: בית-הספר לחינוך, אוניברסיטת בר-אילן.
- גלנץ, י' (1961, תשכ"א). **יסודות הפסיכולוגיה ההתפתחותית**. אחיאסף, ברונפמן, תל-אביב.
- הררי, י' (1992). **"מחר 98": דו"ח הוועדה העליונה לחינוך מדעי וטכנולוגי**, עמ' 9. ירושלים: משרד החינוך והתרבות.
- ולדן, צ' (1996). ניצני אורניות, אורניות ובורינות. בתוך נ' פלד (עורכת), **דרכים לאורניות כרך א': מדיבור לכתיבה**, 263-280. ירושלים: כרמל.
- זילבר, ד' (2000). **אבחון מוכנות בחשבון לכיתה א' תיקוף ומהימנות**, עבודה סמינריונית במסגרת הלימודים לתואר מוסמך, רמת-גן: בית-הספר לחינוך, אוניברסיטת בר-אילן.
- חוזר המנהל הכללי (1991, תשנ"ב). **פדגוגיה – חינוך לאורניות בבית-הספר היסודי**. נב/4, כ"ד כסלו, 20-23. ירושלים: משרד החינוך והתרבות.
- חורין, נ' (1993). **השפה הדבורה לעומת השפה המתמטית, מספר חזק 9**, 16-20. חיפה: מכללת גורדון.
- לייקין, ר' (2002). **שלשת ההוראה וידע מורים**, כנס מורי מורים במסגרת פרוייקט התמקצעות. חיפה: אוניברסיטת חיפה.

נשר, פי (1993). **היש קשר בין ביצוע אלגוריתמי והבנה**, הרצאה בכנס מוח (מרץ). תדפיס ע"י משרד החינוך, ירושלים: לשכת המדען הראשי.

נשר, פי, מאונטוויטן, מ', אוברמן, ג', אלברט, ג', וייס, ר', עמית, מ', פרידלנדר, א', ראסלאן, א', קורן, מ' ושטיינברג, ר' (2000). **טיוטת תוכנית 2000 – תכנית לימודים במתמטיקה לבית-הספר היסודי הממלכתי והממלכתי דתי**. ת"ל משרד החינוך האגף לתכנון ולפיתוח תכניות לימודים.

סגל, ד' (1991א). **אבחון מושג המספר**. חיפה: אח.

————— (1991ב). **פיתוח תהליכי חשיבה מתמטיים, מערכת אבחונים**. חיפה: אח.

————— (1994). **אבחון המספרים השלמים**, טבעון: מכללת אורנים.

————— (1999). **אבחון מושג המספר – מוכנות לחשבון לקראת כיתה א', ערכה הכוללת: אבחון, אבזרים וטבלה מצטברת**. חיפה: אח.

סלע, ע' (2003). **Digi-Block בגני ילדים בישראל, הקדמה משמעותית בהתפתחות מושג המספר ומושגים נלווים בעקבות התנסויות מתמטיות בלתי פורמליות עם לבני דיגי**. חיבור לשם קבלת תואר דוקטור בחינוך, באר-שבע: אוניברסיטת בן-גוריון.

פירשטיין, ר' (1998). **האדם כיישות משתנה – על תורת הלמידה המתווכת**. ישראל: משרד הביטחון.

פטקין, ד' (2001). **שפה מתמטיקה ומה שביניהן. החינוך וסביבו, כ"ג, 341-351**.

פטקין, ד', מלאת, ש' ועזר, ח' (2000). **אוריינות במתמטיקה ואוריינות מתמטית – חקר מקרה**. האגודה הישראלית לחקר החינוך (איל"ה), הכנס המדעי השניים עשר, ספר הכנס, תל-אביב: רכס, אוניברסיטת תל-אביב.

פלייבל ה' ג' (1970 תשל"א). **הפסיכולוגיה ההתפתחותית של זאן פיאז'ה**. תל-אביב: אוצר למורה.

פסטרנק, ר' (1987). **המעגל הראשון – המשפחה כמחנכת – חממה או מלכודת? תל-אביב: אחיאב**.

צוות ליקויי למידה (1989). **מבחן לאיתור קשיים ביסודות החשבון**. ירושלים: שפ"י.

צוריאל, ד' (1998). **השתנות שכלית: אבחון דינמי של יכולת הלמידה, 187-190**. תל אביב: ספריית פועלים.

קדרון, ר' (1985 תשמ"ה). קשיים בלמידת החשבון – איפיון, איבחון וטיפול. תל-אביב: אוצר למורה.

————— (1989). מטלות בסיסיות בחשבון. מערכת אבחונים טיפולית. תל-אביב: ניצן.

קניאל, ש' (1997). כתיבת עבודות מחקר בחינוך הגבוה. רמת-גן: אוניברסיטת בר-אילן.

————— (2001). הפסיכולוגיה של השליטה על התודעה. רמת-גן: אוניברסיטת בר-אילן.

קרמינסקי, ב' ומברך, ז' (1993). שפה מתמטית: האומנם שפה תקשורתית? כנס מדעי עשירי.

קשתי, י', אריאלי, מ' ושלסקי, ש' (עורכים) (1997). לקסיקון לחינוך והוראה. תל-אביב: רמות, אוניברסיטת תל-אביב.

רגב, ח' ושמעוני, ש' (2000). לשוחח מתמטיקה – מדוע? למה? ואיך? על"ה – עלון להוראת המתמטיקה, גיליון 25, ירושלים: המרכז להוראת המדעים, האוניברסיטה העברית:

<http://mathcenter-k6.haifa.ac.il/ale/regev.pdf>

שמואלי, ח' (1996). חשבון שפה קשה. כמעט 2000 – כתב העת למדע וטכנולוגיה, ירושלים: האוניברסיטה העברית, המרכז להוראת המדעים:

http://www.snunit.k12.il/heb_journals/kimat2000/007009.html

- Australian Council for Educational Research (ACER), Netherlands National Institute for Educational Measurement (CITO), Educational Testing Service (ETS, USA), National Institute for Educational Research (NIER, Japan) & Westat (USA), (1999). *Measuring student knowledge and skills: A new framework for assessment*. Paris, France: OECD Publications.
- Baroody, A. J. (1987). *Children's mathematical thinking: A developmental framework for preschool, primary, and special education teachers*. New York: Teachers College Press.
- (2000). Does mathematics instruction for three-to five-year-olds really make sense? *Young children*, 55, 61-67.
- Baroody, A. J., & Benson, A. (2001). Early number instruction. *Teaching children mathematics*, 8, 154-158.
- Baroody, A. J., & Coslick, R. T. (1998). *Fostering children's mathematical power: An investigative approach to K-8 mathematics instruction*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Bennett, T. L. (2000). Teachers' use of children's literature, *Mathematics manipulative, and scaffolding to improve preschool mathematics achievement: Does it work?* Dissertation prepared for the degree of doctor of education. Texas: University of North Texas.
- Bovey, J., & Allebone, B. (2001). 6 is not odd and 13 is. *Mathematics teaching*, 174, 3-4.
- Butterworth, B. (1999). *What counts: How every brain is hardwired for math*. USA: Simon & Schuster Inc.
- Campione, J. C., & Brown, A. L. (1987). *Linking dynamic assessment with school achievement*. In C. S. Lids (Ed.), *Dynamic assessment*, 85-115. New York: Guilford.
- Carey, D. A. (1992). Student's use of symbols. *Arithmetic teacher*, 40, 184-186.
- Charles, A. Dana Center, The Texas Education Agency (2002). *Mathematics TEKS toolkit: Mathematics assessment connections-for grade K-8*. Texas: University of Texas, from
<http://www.tenet.edu/teks/math/clarifying/assessconnk8.html>

- Copeiand, R. W. (1982). *Mathematics and the elementary teacher* (4th ed). NY: MacMillan Publishing Company.
- Deborah, A. C. (1992). Students' use of symbols. *Arithmetic teacher*, 40, 184-186.
- Dehaene, S., Spelke, E., Pined, P., & Tsivkin, S. (1999). Sources of mathematical thinking: Behavioral and brain-imaging evidence. *Science*, 284, from <http://www.sciencemag.org>
- Falkner, K. P., Levi, L., & Carpenter, T. P. (1999). Children's understanding of equality: A foundation for algebra. *Teaching children mathematics*, 6, 232-236.
- Feuerstein, R., Brown, A., & Campione, J. (1986). Children's learning and transfer of inductive reasoning rules: Studies of proximal development. *Child development*, 57, 1087-1099.
- Feuerstein, R., Rand, Y., & Hoffman, M. B. (1979). *The dynamic assessment of retarded performers: The learning potential assessment device theory, instruments and techniques*. Baltimore, MD: University Park Press.
- Feuerstein, R., Rand, Y., Jensen, M. R., Kaniel, S., & Tzuriel (1987). Prerequisites for assessment of learning potential: The LPAD model. In C. S. Lidz (Ed.), *Dynamic assessment, an interactional approach to evaluating learning potential*. 35-51, NY: Guilford Press.
- Fischbein, E. (1989). Tacit models & mathematical reasoning. *For the learning of mathematics*, 9, 9-14.
- Flavell, J. H., & Markman, E. M. (1983) (Eds.). Cognitive development, in Mussen, P. H. *Handbook of child psychology*, NY: John Wiley and Sons.
- Gardner, H. (1993). *Multiple intelligences / the theory in practice*. NY: Harper Collins Inc.
- Garrett, S. (1996). *Stanford achievement test*. Harcourt educational measurement.
- Gelman, R., & Gallister, C. R. (1978). The development of the how to count principles. *The child's understanding of number*, 8, 83-133. Cambridge, MA: Harvard University Press.

- Gentner, D. (1977). Children's performance on spatial analogies task. *Child development, 48*, 1034-1039.
- (1983). Structure mapping: A theoretical framework for analogy. *Cognitive science, 7*, 155-170.
- Graeder, A. O. (1993). Misconceptions about multiplication and division. *Arithmetic teacher, 40*, 408-411.
- Greenes, C. (1995). Mathematics learning and knowing: A cognitive process. *Journal of education, 177*, 85-105.
- Goswamy, U. (1991). Analogical reasoning: What develops? A review of research and theory. *Child development, 62*, 1-22.
- (1992). *Analogical reasoning in children*, 117-131. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Goswamy, U. (1995). Transitive relational mapping in three-and four-year-olds: The analogy of goldilocks and the three bears. *Child development, 66*, 877-892.
- Goswami, U., & Brown, A. L. (1989). Melting chocolate and melting snowmen: Analogical reasoning and causal relation. *Cognition, 35*, 69-95.
- Hainstock, E. G. (1968). *Teaching Montessori in the home the pre-school years*, Arrangement with Random House, INC.
- Hiebert, J., & Carpenter, T. P. (1992). Learning and teaching with understanding. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning*, 65-97. NY: MacMillan
- Holyoak, K. J. (1984). Analogical thinking and human intelligence. In R. J. Sternberg (Ed.), *Advances in the psychology of human intelligence, 2*, 199-230. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Kaniel, S., & Fisherman, S. (1991). Level of permanence and distribution of errors in the Progressive Matrices Test: A comparison between Ethiopian and Israeli adolescents. *International journal of psychology, 26*, 25-33.
- Kaniel, S., Tzuriel, D., Feuerstein, R., Ben-Shachar, N., & Eitan, T. (1990). Dynamic assessment, learning, and transfer abilities of Jewish Ethiopian immigrants to

- Israeli. In R. Feuerstein, P. S. Klein & A. Tannenbaum (Eds.). *Mediated learning experience*, 179-209. London: Freund.
- Kazemi, E. (1998). Discourse that promotes conceptual understanding. *Teaching children mathematics*, 4, 410-414.
- Kozulin, A. (1995). The learning process: Vygotsky theory in the mirror of its interpretations, *School Psychology International*, 16, 117-129. London, CA & New Delhi: Sage.
- (1998). *Psychological tools, a sociocultural approach to education*. Cambridge, Massachusetts, London, England: Harvard University Press.
- Kozulin, A. et al, (2003). Cognitive enrichment of culturally different students: Feuerstein's theory. *New horizons for learning online journal*, from <http://www.newhorizons.org/strategies/multicultural/kozulin.htm>
- Los Angeles County Office of Education, (2000-2001). *TEAMS mathematics, teaching number concepts*, from http://www.hsv.k12.al.us/dept/etv/number_pdf/number_concept_intro.pdf
- McCarthy, M. A., & Houston J. P. (1980). *Fundamentals of early childhood education*. University of California.
- Missiuna, C., & Samuels, M. (1998). Dynamic assessment of preschool children in special education with special needs. *Comparison of mediation and instruction remedial and special education*, 5, 1-22.
- NCTM – National Council of Teachers of Mathematics (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Reston, Va.
- (1991). *Professional standards for school mathematics*. Reston, Va.
- Nippold, M. A., & Sullivan, M. P. (1987). Verbal and perceptual analogical reasoning and proportional metaphor comprehension in young children. *Journal of speech and hearing research*, 30, 367-376.
- Peña, E., Iglesias, A., & Lidz, C. S. (2001). Reducing test bias through dynamic assessment of children's word learning ability. *American journal of speech-language pathology*. 10, 138-154.

- Piaget, J. (1952). *The child's conception of number*. London: Routledge & Kagan, Paul.
- (1968). *The psychology of the child*. London: Routledge & Kagan, Paul.
- (1977). Phenocopy in biology and the psychological development of knowledge. Gruber, H.E./Vonèche, J. (Eds.). *The essential Piaget*, NY: Basic Books.
- Rand, T., & Kaniel, S. (1987). Group administration of the LPAD. In C.S. Lidz (Ed.), *Dynamic assessment*, 196-204, NY: Guilford.
- Robertson, J. (1993). Verbal analogical reasoning in severely learning disabled and normally developing children. *British journal of developmental psychology*, 11, 283-298.
- Siegler, R. S. (2003). Implications of cognitive science research for mathematics education. In Kilpatrick, J., Martin, W. B., & Shifter, D. E. (Eds.), *A research companion to principles and standards for school mathematics*, 219-233. Reston, VA: National council of teachers of mathematics.
- Steele, D. F. (1999). Learning mathematical language in the zone of proximal development. *Teaching children mathematics*, 6, 38-42.
- Sternberg, R. J. (1977). Component processes in analogical reasoning. *Psychological review*, 84, 353-378.
- Sternberg, R. J., & Nigro, G. (1980). Developmental patterns in the solution of verbal analogies. *Child development*, 51, 27-38.
- Swartz, R. J. (1977). Teaching science literacy and critical thinking skills through problem-based learning. *Supporting the spirit of learning*, 117-140.
- The National Education Goals Panel (1997). Goal eight: Parental participation math reform: Get parents involved. *National education goals panel*, 7, 65-68. Washington, DC.
- Tracy, D. M. (1994). Using mathematical language to enhance mathematical conceptualization. *Childhood education*, 70, 221-224.
- Tzurirl, D. (2000). Dynamic assessment of young children: Education and intervention perspectives. *Educational psychology review*. 12, 385-435.

- (2000). *Children conceptual and perceptual analogical modifiability test (CCPAM). Construction Analogies Version*. Ramat-Gan: School of Education, Bar-Ilan University.
- (2001). *Dynamic assessment of young children*. NY: Kluwer Academic / Plenum Press.
- Tzuriel, D., (Ed.). (1992). *Special issue: Mediated learning experience*. Tel Aviv: Religious Teachers Organization Press.
- Tzuriel, D., & Galinka, E. (1999). *Children Conceptual and Perceptual Analogical Modifiability Test (CCPAM). Instruction Manual*. Ramat-Gan: School of Education, Bar-Ilan University.
- Tzuriel, D., & Klein, P. S. (1985). The assessment of analogical thinking modifiability among regular, special education, and mentally retarded children. *Journal of abnormal child psychology*, 13, 539-552.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society. Interaction between learning & development*, 79-104. Harvard Univ.
- Wohlwill, J. F., & Jow, R. C. (1962). An experimental analysis of the development of the conservation of number. *Child development*, 33, 153-167.
- Wright, J. R. (1994). A study of the numerical development of 5-year-olds and 6 year-olds. *Educational studies in mathematics*, 26, 25-44. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Zaslow, M., Calkins, J., & Halle, T. (2000). *Final report to the knight foundation. background for community-level work on school readiness: A review of definitions, assessments, and investment strategies part I: Defining and assessing school readiness – building on the foundation of NEGP work*. Washington DC: Copyright Child Trends, from <http://www.childtrends.org/schoolreadiness/testsr.htm>