

ניתוח מבנה הבחינה הפסיכומטרית החדשה ניתוח גורמים מגשש ומאשש בשלושה חלקים

דביר קלפר

מרץ 2015



מרכז ארצי לבחינות ולהערכה (ע"ר)

NATIONAL INSTITUTE FOR TESTING & EVALUATION

المركز القطري للامتحانات والتقييم

מיסודן של האוניברסיטאות בישראל

דוח מרכז 414
ISBN:978-965-502-189-9

ניתוח מבנה הבחינה

הפסיכומטרית החדשה

ניתוח גורמים מגשש ומאשש בשלושה חלקים

דביר קלפר

מרץ 2015

המחבר מבקש להודות לצי"ר נעמי טפני ולצי"ר נועה סקה מהמרכז הארצי
למחנות ולהערכה על העצות הרבות שתרמו לשיפור עבודה זו אותן קיבל
מהלך ציונים רבים שערכו עמן.
המחבר רוצה עוד להודות לעמיתיו מאזור מחקר ובפרט ל:אליוט טורול
וכרמל אורן.

תוכן עניינים

8.....	תמצית.....	8.....
8.....	מבוא ומטרת המחקר.....	8.....
9.....	תוצאות.....	9.....
10.....	חלק I ניתוח גורמים מגשש ברמת סוג פריט.....	10.....
10.....	פרק 1 מערכת המיון לאוניברסיטאות.....	10.....
11.....	פרק 2 הבחינה הפסיכומטרית החדשה.....	11.....
11.....	פרק 2.1 מבנה הבחינה ומרכיביה.....	11.....
13.....	פרק 3 בחינה X.....	13.....
13.....	פרק 3.1 מבנה הבחינה.....	13.....
16.....	פרק 3.2 מספר נבחנים.....	16.....
17.....	פרק 3.3 סטטיסטיקה תיאורית.....	17.....
18.....	פרק 4 מודל שכולל 2 גורמים.....	18.....
18.....	פרק 4.1 ערכים עצמיים.....	18.....
20.....	פרק 4.2 לפני סיבוב.....	20.....
22.....	פרק 4.3 סיבוב אורתוגונלי.....	22.....
23.....	פרק 4.4 סיבוב נטוי.....	23.....
25.....	פרק 5 מודל שכולל 3 גורמים.....	25.....
25.....	פרק 5.1 כללי.....	25.....
25.....	פרק 5.2 סיבוב אורתוגונלי.....	25.....
27.....	פרק 5.3 סיבוב נטוי.....	27.....
28.....	פרק 6 הכנסת ציון הבגרות.....	28.....
28.....	פרק 6.1 ממוצעים וסטיות תקן.....	28.....
29.....	פרק 6.2 מתאמים בין ציון הבגרות לציוני משתני הבחינה הפסיכומטרית.....	29.....
29.....	פרק 6.3 סיבוב נטוי.....	29.....
31.....	פרק 7 תיקון למהימנות המשתנים.....	31.....
32.....	פרק 7.1 ערכים עצמיים.....	32.....
32.....	פרק 7.2 סיבוב נטוי – ניתוח 4 גורמים ראשונים.....	32.....
34.....	חלק II ניתוח גורמים מגשש ברמת פריט בודד.....	34.....
34.....	פרק 8 מתאמים.....	34.....
35.....	פרק 8.1 מתאם טטרקורי.....	35.....
35.....	פרק 9 ניתוח המבחן כולו (131 פריטים).....	35.....
36.....	פרק 9.1 ערכים עצמיים.....	36.....
37.....	פרק 9.2 3 גורמים.....	37.....
41.....	פרק 9.3 4 גורמים.....	41.....

45	פרק 10	ניתוח התחום הכמותי (40 שאלות)
45	פרק 10.1	כמותי פרק 4 (20 שאלות)
48	פרק 10.2	כמותי פרק 7 (20 שאלות)
50	פרק 10.3	כמותי פרקים 4+7 (40 שאלות)
52	פרק 11	ניתוח התחום המילולי – פרקים 1+3+6 (47 שאלות)
55	פרק 12	ניתוח אנגלית – פרקים 2+8 (44 שאלות)

חלק III ניתוח גורמים מאשש ברמת סוג פריט

60	פרק 13	בחינה Y
60	פרק 13.1	מבנה הבחינה
61	פרק 13.2	סטטיסטיקה תיאורית
62	פרק 14	מודל סטנדרטי
63	פרק 14.1	מודל תלת-גורמי
64	פרק 14.2	מדדי טיב ההתאמה
65	פרק 14.3	המודל הסופי
67	פרק 14.4	מתאמים בין הגורמים
68	פרק 14.5	מהימנות ותוקף
71	פרק 15	מודל לא סטנדרטי
71	פרק 15.1	המודל המוצע
72	פרק 15.2	מדדי טיב ההתאמה
72	פרק 15.3	המודל הסופי
73	פרק 16	חלק IV ?

סיכום

74	סיכום שלושת חלקי המחקר
75	חידושים וחשיבות התוצאות
76	מגבלות המחקר והצעות למחקרי המשך

מקורות

רשימת לוחות

16	לוח 1 – מתאמים בין תחומי הבחינה, הבגרות וציון התיכון
17	לוח 2 – ממוצעים וסטיות תקן לפי סוג פריט
17	לוח 3 – מתאמים בין 12 משתני המחקר
18	לוח 4 – ערכים עצמיים 12 משתנים
20	לוח 5 – מטריצת הדפוסים עבור 2 גורמים - ללא סיבוב
21	לוח 6 – מטריצת השאריות עם ייחודיות על האלכסון
22	לוח 7 – מטריצת הדפוסים עבור 2 גורמים - סיבוב אורתוגונלי
23	לוח 8 – מתאמים בין 2 הגורמים
24	לוח 9 – מטריצת הדפוסים עבור 2 גורמים – סיבוב נטוי
24	לוח 10 – מטריצת המבנה עבור 2 גורמים
25	לוח 11 – מטריצת הדפוסים עבור 3 גורמים – סיבוב אורתוגונלי
27	לוח 12 – מתאמים בין 3 הגורמים
28	לוח 13 – מטריצת הדפוסים עבור 3 גורמים – סיבוב נטוי
29	לוח 14 – ממוצעים וסטיות תקן לפני ולאחר הכנסת הבגרות
29	לוח 15 – מתאמים של הבגרות עם שאר המשתנים
30	לוח 16 – מתאמים בין 3 הגורמים (בגרות)
30	לוח 17 – מטריצת הדפוסים עבור 3 גורמים – סיבוב נטוי (בגרות)
31	לוח 18 – מתאמים בין 13 המשתנים מתוקנים למהימנויות
32	לוח 19 – ערכים עצמיים 13 משתנים (תיקון למהימנות)
32	לוח 20 – מתאמים בין 4 הגורמים (תיקון למהימנות)
33	לוח 21 – מטריצת הדפוסים עבור 4 גורמים (תיקון למהימנות)
36	לוח 22 – ערכים עצמיים עבור 131 משתנים
37	לוח 23 – מטריצת דפוסים, 131 פריטים, 3 גורמים, תחום כמותי, חלק 1 (פרק 4)
37	לוח 24 – מטריצת דפוסים, 131 פריטים, 3 גורמים, תחום כמותי, חלק 2 (פרק 7)
38	לוח 25 – מטריצת דפוסים, 131 פריטים, 3 גורמים, תחום מילולי, חלק 1 (פרקים 1+3)
39	לוח 26 – מטריצת דפוסים, 131 פריטים, 3 גורמים, תחום מילולי, חלק 2 (פרק 6)
40	לוח 27 – מטריצת דפוסים, 131 פריטים, 3 גורמים, אנגלית, חלק 1 (פרק 2)
40	לוח 28 – מטריצת דפוסים, 131 פריטים, 3 גורמים, אנגלית, חלק 2 (פרק 8)
41	לוח 29 – מטריצת דפוסים, 131 פריטים, 4 גורמים, תחום כמותי, חלק 1 (פרק 4)
42	לוח 30 – מטריצת דפוסים, 131 פריטים, 4 גורמים, תחום כמותי, חלק 2 (פרק 7)
43	לוח 31 – מטריצת דפוסים, 131 פריטים, 4 גורמים, תחום מילולי, חלק 1 (פרקים 1+3)
43	לוח 32 – מטריצת דפוסים, 131 פריטים, 4 גורמים, תחום מילולי, חלק 2 (פרק 6)
44	לוח 33 – מטריצת דפוסים, 131 פריטים, 4 גורמים, אנגלית, חלק 1 (פרק 2)
45	לוח 34 – מטריצת דפוסים, 131 פריטים, 4 גורמים, אנגלית, חלק 2 (פרק 8)
46	לוח 35 – ערכים עצמיים עבור פרק 4
46	לוח 36 – מטריצת דפוסים עבור פרק 4

47	לוח 37 – קושי יחסי של השאלות בפרק 4
48	לוח 38 – ערכים עצמיים עבור פרק 7
49	לוח 39 – מטריצת דפוסים עבור פרק 7
50	לוח 40 – קושי יחסי של השאלות בפרק 7
51	לוח 41 – ערכים עצמיים עבור פרקים 4+7
51	לוח 42 – מטריצת דפוסים עבור פרקים 4+7, חלק 1
52	לוח 43 – מטריצת דפוסים עבור פרקים 4+7, חלק 2
53	לוח 44 – ערכים עצמיים עבור פרקים 1+3+6
53	לוח 45 – מטריצת דפוסים עבור פרקים 1+3+6, חלק 1
54	לוח 46 – מטריצת דפוסים עבור פרקים 1+3+6, חלק 2
55	לוח 47 – ערכים עצמיים עבור פרקים 2+8
55	לוח 48 – מטריצת דפוסים עבור פרקים 2+8, 2 גורמים, חלק 1
56	לוח 49 – מטריצת דפוסים עבור פרקים 2+8, 2 גורמים, חלק 2
57	לוח 50 – קושי יחסי של השאלות בפרק 2
57	לוח 51 – קושי יחסי של השאלות בפרק 8
58	לוח 52 – מטריצת דפוסים עבור פרקים 2+8, 3 גורמים, חלק 1
58	לוח 53 – מטריצת דפוסים עבור פרקים 2+8, 3 גורמים, חלק 2
60	לוח 54 – מבנה בחינה Y
61	לוח 55 – ממוצעים וסטיות תקן עבור בחינה Y
61	לוח 56 – מתאמים בין 11 משתני בחינה Y
62	לוח 57 – מתאמים בין תחומי בחינה Y
65	לוח 58 – מדדי טיב ההתאמה עבור המודל הסטנדרטי
66	לוח 59 – טעינות הסולמות במודל הסטנדרטי
67	לוח 60 – מתאמים בין הגורמים בניתוח המאשש
67	לוח 61 – מהימנויות שלושת תחומי בחינה Y
69	לוח 62 – מהימנות אינדיקטור, תחום ושונות מחולצת
70	לוח 63 – מודל לבדיקת תוקף מבחין
72	לוח 64 – מדדי טיב ההתאמה עבור המודל הלא סטנדרטי מושווה לסטנדרטי
72	לוח 65 – טעינות הסולמות במודל הלא סטנדרטי

רשימת איורים

10	איור 1 – מבנה תעודת הבגרות
10	איור 2 – מרכיבי ציון הסכם
12	איור 3 – חלקי הבחינה הפסיכומטרית.....
14	איור 4 – מבנה הבחינה הפסיכומטרית.....
14	איור 5 – חלוקת השאלות לסוגי הפריטים: חשיבה כמותית
15	איור 6 – חלוקת השאלות לסוגי הפריטים: חשיבה מילולית.....
15	איור 7 – חלוקת השאלות לסוגי הפריטים: אנגלית
19	איור 8 – גרף דרדרת מלא.....
20	איור 9 – גרף דרדרת ללא גורם 1.....
23	איור 10 – 2 גורמים תצוגה גרפית דו ממדית.....
26	איור 11 – 3 גורמים תצוגה גרפית תלת-ממדית
27	איור 12 – 3 גורמים מבט מלמעלה
27	איור 13 – 3 גורמים מבט מהצד
34	איור 14 – מתאמים בין משתנים.....
36	איור 15 – גרף דרדרת עבור 131 פריטים
48	איור 16 – שתי השאלות האחרונות מפרק 4.....
63	איור 17 – סכמה של המודל המאשש הסטנדרטי.....
66	איור 18 – המודל הסטנדרטי הסופי
71	איור 19 – סכמה של המודל המאשש הלא סטנדרטי
73	איור 20 – המודל הלא סטנדרטי הסופי

תמצית

מבוא ומטרת המחקר

מטרת דו"ח זה היא לתאר ולסכם תוצאות של מספר ניתוחים, אשר נערכו על מנת לאפיין את המבנה של כלי המיון המרכזיים לאוניברסיטאות ובפרט של הבחינה הפסיכומטרית במתכונתה החדשה הנוהגת החל מספטמבר 2012.

מחקרים ברוח דומה נעשו במרכז הארצי לבחינות ולהערכה בעבר. למשל, בודסקו (1985) בדק את מבנה הבחינה הפסיכומטרית במתכונתה הראשונה (כאשר כללה חמישה תחומים : צורות, מתמטיקה, הבנה מילולית, אנגלית וידע כללי). במחקרו נמצאו שני גורמים – גורם של ידע (שכלל את ידע כללי ואנגלית) וגורם של חשיבה כמותית (שכלל את התחום הכמותי וצורות), כאשר התחום המילולי נטען על שניהם. מחקר נוסף נעשה ע"י בלר (1990) וכלל ניתוח גורמים כאחת משלוש שיטות ניתוח מבנה – מודל עצים חיבורי (ADDTREE) (Sattath & Tversky, 1977), אנליזת מרחב מינימלי (SSA – Smallest Space Analysis) (Guttman, 1968) וניתוח גורמים. גם במחקר זה נמצאו שני גורמים מרכזיים: ידע ופתרון בעיות.

העבודה הנוכחית חוקרת את המבנה הפנימי של המבחן הפסיכומטרי במתכונתו החדשה. החל מספטמבר 2012 כוללת הבחינה הפסיכומטרית חלק נוסף – מטלת כתיבה – המהווה 25% מן הציון בחלק המילולי. מטרת עבודה זו לראות כיצד משתלב חלק זה בשאר החלקים של הבחינה הפסיכומטרית בפרט ולחקור את המבנה של הבחינה הפסיכומטרית בכלל. לאור השינויים בבחינה הפסיכומטרית מן הראוי לחזור ולבדוק את המבנה שלה וזאת כחלק מפעולות התיקוף של הבחינה. בעבודה זו התקבלו גורמים דומים לאלו שהתקבלו בעבר, אלא שבמחקר הנוכחי, בנוסף לשני הגורמים האלו (ידע ופתרון בעיות) נבדק מבנה שבו נכפה פתרון של שלושה גורמים (בשני מקרים התקבל מבנה של ארבעה גורמים).

בנוסף, מחקר זה כולל את הפעולות הבאות :

- בוצע תיקון המתאמים בין המשתנים השונים על פי המהימנויות (מקדמי אלפה קרונברך) שלהם
- בוצע ניתוח ברמת הפריטים הבודדים תוך כדי שימוש במתאמים טטרכוריים
- בוצע ניתוח גורמים מאשש

עבודה זו מחולקת לשלושה חלקים :

בחלק הראשון ביצענו ניתוח גורמים מגשש (Exploratory Factor Analysis) עבור אחד הנוסחים במתכונת החדשה (נוסח שפורסם באתר מאל"ו – www.nite.org.il). הניתוח בחלק זה נעשה לפי ציונים של מקבצי פריטים לפי סוג הפריט בהתאם לאופן שבו הם מוצגים בבחינה עצמה. חלק זה בוצע בשלושה שלבים : בשלב הראשון הניתוח התבצע על הבחינה הפסיכומטרית בלבד. בשלב השני הוכנס גם ציון הבגרות כרכיב נפרד ובשלב השלישי חזרנו על הניתוח כמו בשלב השני רק שהפעם המתאמים תוקנו למהימנויות.

בחלק השני בוצע ניתוח מרכיבים ראשי מגשש (Exploratory Principal Component Analysis) ברמת הפריטים הבודדים. הניתוח נעשה בשני שלבים : על כל הבחינה ביחד (131 שאלות) ועל כל אחד מהתחומים בנפרד : כמותי (40 שאלות), מילולי (47 שאלות) והאנגלית (44 שאלות). לצורך ביצוע חלק זה חושבו מתאמים טטרכוריים בין השאלות רבות הברירה לבין עצמן ומתאם בי-סריאלי בין ציון מטלת הכתיבה לבין שאלות הברירה. לבסוף, בחלק השלישי, בוצע ניתוח גורמים מאשש (Confirmatory Factor Analysis) ברמת סוג פריט וזאת על מנת לבדוק את המודל שהתקבל בחלק הראשון (ניתוח מגשש ברמת סוג פריט). נבדק מודל סטנדרטי ולבסוף הוצע מודל לא סטנדרטי.

תוצאות

בחלק הראשון, בניתוח המגשש של הבחינה הפסיכומטרית (ללא הבגרות), התקבלו שני גורמים : חשיבה היסקית (גורם הכולל בתוכו את תחום החשיבה הכמותית ותחום החשיבה המילולית) וידע באנגלית. כאשר נכפה פתרון של שלושה גורמים התקבל כל אחד מתחומי המבחן כגורם נפרד – חשיבה כמותית (עיבוד כמותי), חשיבה מילולית (הבנה ועיבוד שפה) וידע באנגלית. בשלב השני, הוכנס גם ציון הבגרות לניתוח הגורמים ונמצא כי הוא טעון על גורם ההבנה ועיבוד שפה.

על מנת לוודא כי המבנה שהתקבל אמין, הוחלט לתקן את המתאמים לפי המהימנויות ולבצע ניתוח גורמים מחדש. בניתוח התקבלו ארבעה גורמים כאשר הגורם הרביעי כלל את פריטי ההיגיון ופריטי הבנת הנקרא בדיד (גורם שניתן אולי לפרש כגורם של לוגיקה מילולית).

בחלק השני, בוצע ניתוח ברמת פריטים (131 פריטים), ונמצאו שלושה גורמים : גורם של חשיבה היסקית (הכולל בתוכו את תחום החשיבה הכמותית וחלק מתחום החשיבה המילולית), גורם של הבנת הנקרא וגורם של ידע באנגלית. כאשר נכפה פתרון של ארבעה גורמים התפצל גורם החשיבה ההיסקית לפי תחומי המבחן – חשיבה כמותית והבנה מילולית, כאשר הגורם של הבנת הנקרא נשאר כגורם עצמאי.

בשלב השני בוצע ניתוח גורמים לכל אחד מתחומי הבחינה בנפרד.

ניתוח זה העלה כי עבור התחום הכמותי מתגלים שני גורמים מרכזיים לפי סוגי הפריטים : גורם שאלות ובעיות, והסקה מטבלה/מתרשים (בהתאם לפרק הבחינה). גורם שלישי הוא כנראה גורם של קושי השאלות. כאשר בוצע ניתוח גורמים על שני פרקי החשיבה הכמותית ביחד התאחדו שני החלקים של הסקה מטבלה והסקה מתרשים לכדי גורם אחד של הסקה גרפית, בעוד שאת הגורם השלישי שוב ניתן היה לפרש כגורם קושי.

בתחום החשיבה המילולית נמצאו שלושה גורמים : כתיבה ואנלוגיות, הגיון והבנת הנקרא. בתחום האנגלית התגלה גורם יחיד בלבד של ידע באנגלית.

בחלק השלישי התקבלה התאמה טובה למודל סטנדרטי מאשש החופף את המודל התלת-גורמי שהתקבל בחלק הראשון (חשיבה כמותית, חשיבה מילולית וידע באנגלית). המודל המאשש הלא סטנדרטי, שהצביע על קשרים נוספים הקיימים בין הסולמות והגורמים השונים, הראה התאמה מעט יותר טובה מזו של המודל הסטנדרטי שהוצע.

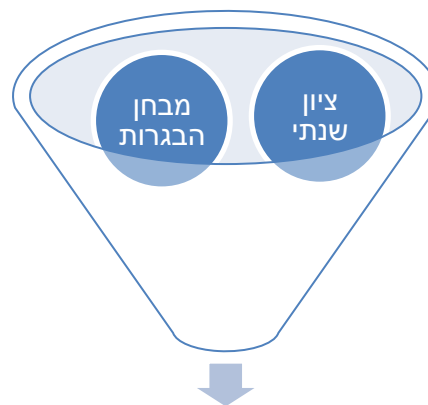
חלק I ניתוח גורמים מגשש ברמת סוג פריט

פרק 1

מערכת המיון לאוניברסיטאות

מערכת החינוך בישראל בנויה כך שעל-מנת לקבל תעודת בגרות על כל תלמיד תיכון בישראל להיבחן במספר מבחנים (מבחני הבגרות) במתכונת ארצית אשר ניתנים על-ידי משרד החינוך מספר פעמים בשנה (לרב נבחן התלמיד בסיום כיתה י"א ו-י"ב, בחלק גדול מן המקצועות המרכיבים את תעודת הבגרות). ציון זה מצטרף לציון השנתי (ציון התיכון) אותו מקבל התלמיד מבית הספר עבור כל מקצוע אותו למד ובו ניגש לבחינת הבגרות, וביחד שניהם יוצרים את ציון הבגרות במקצוע. צירוף הציונים במקצועות הבגרות מהווים ביחד את תעודת הבגרות של התלמיד (להלן בגרות).

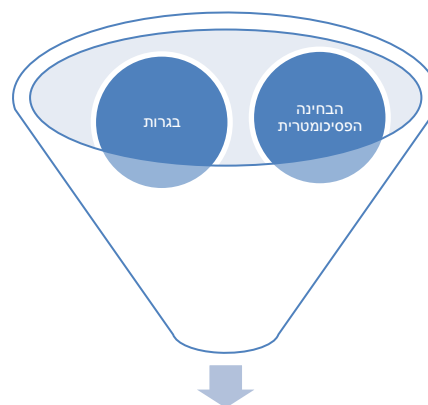
איור 1 - מבנה תעודת הבגרות



תעודת בגרות

האוניברסיטאות משקללות את ציון הבגרות ואת ציון הבחינה הפסיכומטרית (לרב במשקולות שווים) ומחשבות ציון חדש המכונה "ציון סכמ". על-פי ציון זה ולפי חתכים שונים בהתאם לחוגים השונים מתקבל הסטודנט לאוניברסיטה.

איור 2 - מרכיבי ציון הסכמ



ציון הסכמ

בדרך כלל אם כן, הציון הפסיכומטרי מהווה רכיב אחד משניים במערך המיון לאוניברסיטאות. בשלב הראשון במחקר יבוצע ניתוח גורמים על הבחינה הפסיכומטרית לבדה ובשלב השני, בפרק 6, יתווסף לניתוח גם ציון הבגרות. יש לציין כי ציון הבגרות שברשותנו עבור כל נבחן התקבל מדיווח עצמי ולכן יתכן שציון זה מוטא (מסיבות שונות כגון: שכחה, הטיה מכוונת וכו').

פרק 2 הבחינה הפסיכומטרית החדשה

הבחינה הפסיכומטרית היא כלי לחיזוי סיכויי ההצלחה בלימודים במוסדות להשכלה גבוהה, והיא משמשת את מוסדות הלימוד במיון מועמדיהם לחוגים השונים. הבחינה מאפשרת לדרג את כל המועמדים בסולם הערכה אחיד, ובהשוואה לאמצעי מיון אחרים היא מושפעת פחות מהרקע השונה של כל אחד מהם או ממשתנים סובייקטיביים אחרים.

הבחינה הפסיכומטרית אינה כלי מיון מושלם: אמנם לרוב היא מנבאת היטב הצלחה בלימודים, אולם ייתכן מיעוט מקרים שבהם מועמדים יצליחו בלימודיהם על אף הישגיהם הנמוכים בבחינה, ולהפך. כמו כן, הבחינה אינה מודדת במישרין גורמים כגון מוטיבציה, יצירתיות או התמדה, שיכולים בהחלט להיות קשורים להצלחה בלימודים. יש לציין כי מקצת התכונות האלה נבדקות בעקיפין הן בבחינה הפסיכומטרית הן בבחינות הבגרות.

מכל מקום, הבחינה הפסיכומטרית מעניקה הזדמנות שנייה לנבחנים בעלי פוטנציאל גבוה שמסיבות שונות לא ניתנה להם הזדמנות להביא לידי ביטוי את מלוא יכולתם בלימודים התיכוניים. כמו כן, בהיותה מתורגמת לכמה שפות, הבחינה הפסיכומטרית מאפשרת להחיל סולם מיון אחיד גם על מועמדים ששפת אמם אינה עברית או שאינם בעלי תעודת בגרות ישראלית.

מחקרים רבים מראים כי כושר החיזוי של הבחינה הפסיכומטרית טוב, כלומר: על פי רוב, נבחנים שקיבלו ציונים גבוהים בבחינה מצליחים בלימודיהם יותר מנבחנים שקיבלו ציונים נמוכים. כמו כן, נמצא כי מכל הצירופים השונים של אמצעי המיון הקיימים, הצירוף של הבחינה הפסיכומטרית ובחינות הבגרות הוא בעל כושר החיזוי הטוב ביותר.

פרק 2.1 מבנה הבחינה ומרכיביה

בבחינה הפסיכומטרית תשעה פרקים. כל פרק שייך לאחד משלושה תחומים: חשיבה כמותית, חשיבה מילולית או אנגלית. הפרק הראשון בבחינה הוא פרק מטלת כתיבה. שמונת הפרקים האחרים מורכבים משאלות ברירה שבהן על הנבחן לבחור בתשובה הנכונה מתוך ארבע אפשרויות. פרקים אלו יכוננו בהמשך "פרקי ברירה", והם אינם מופיעים בסדר קבוע. בראש כל פרק מצוינים מספר השאלות בו והזמן המוקצב לפתרונן. בפרקי הברירה בכל תחום מופיעות שאלות מכמה סוגים. שאלות מאותו סוג מקובצות יחד ומסודרות בסדר קושי עולה, חוץ משאלות הבנת הנקרא (בפרקי החשיבה המילולית ובפרקי האנגלית), המסודרות לפי סדר הופעת הנושאים בקטע.

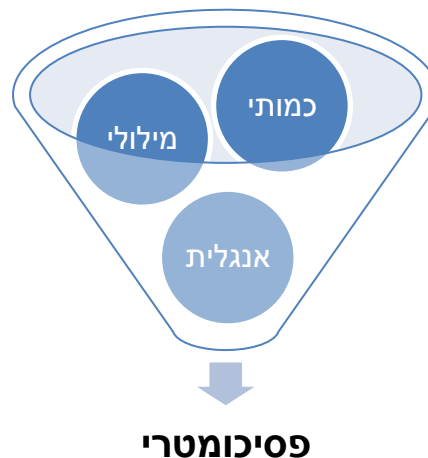
בשלושת התחומים נבדקות יכולות הדרושות להצלחה בלימודים אקדמיים:

בתחום החשיבה הכמותית נבדקות היכולת להשתמש במספרים ובמונחים מתמטיים כדי לפתור בעיות כמותיות, והיכולת לנתח נתונים המוצגים בצורות שונות, כמו טבלאות או תרשימים. חלק זה כולל שני פרקים של 20 שאלות כל אחד ובסה"כ 40 שאלות.

בתחום החשיבה המילולית נבדקים כשרים מילוליים הבאים לידי ביטוי בלימודים אקדמיים: עושר לשוני, כישורים לוגיים, היכולת להבין קטעי קריאה מורכבים ולנתחם, היכולת לחשוב בבהירות ובשיטתיות, והיכולת לגבש רעיון ולהביעו בכתב באופן מבוסס ומדויק. חלק זה כולל שלושה פרקים: פרק אחד של מטלת כתיבה ושני פרקים של 23 שאלות ברירה כל אחד ובסה"כ 46 שאלות ברירה + מטלת כתיבה אחת.

בתחום האנגלית נבדקת השליטה בשפה האנגלית הבאה לידי ביטוי, בין השאר, בעושר אוצר המילים וביכולת לקרוא קטעים ברמה אקדמית ולהביןם. חלק זה כולל שני פרקים של 22 שאלות כל אחד ובסה"כ 44 שאלות.

איור 3 – חלקי הבחינה הפסיכומטרית



בסה"כ הבחינה הפסיכומטרית מכילה 130 שאלות ברירה + מטלת כתיבה אחת.

הבטחת איכותן של השאלות: לפני הכללת השאלות בפרק המשמש בקביעת הציון יש לבחון את איכותן ולהבטיח שהן הוגנות ומבחינות בין נבחנים שיכולתם גבוהה לנבחנים שיכולתם נמוכה. לפיכך, שני פרקים בבחינה מורכבים משאלות המצויות בתהליך של בדיקת האיכות. שאלות שיצליחו לפי קריטריונים סטטיסטיים ואחרים עשויות להופיע בעתיד בפרקים המשמשים בקביעת הציון, והשאלות האחרות, שלא יעמדו בקריטריונים הנדרשים, לא ייכללו בבחינות עתידיות. כל הפרקים המשמשים בחישוב הציונים מורכבים משאלות שנבדקו בדיקת איכות כזו.

לאור האמור לעיל, בניתוח הגורמים שנעשה על-ידנו נותחו רק ששת הפרקים התפעולים.

פרק 3 בחינה X

לצורך ניתוח הגורמים בחרנו את אחד הנוסחים של הבחינה הפסיכומטרית. נוסח בחינה זה הועבר בדצמבר 2012 (נוסח X) ופורסם לציבור באתר מאל"ו.

פרק 3.1 מבנה הבחינה

כפי שהוסבר בפרק 2.1, הבחינה הפסיכומטרית מורכבת משלושה תחומים מרכזיים: חשיבה כמותית, חשיבה מילולית ואנגלית כאשר כל תחום מיוצג (בחלק התפעולי) על ידי שני פרקים. בהתאם לחלוקה הפנימית המופיעה בחוברת הבחינה כל אחד מהחלקים של הבחינה מחולק עוד לשלושה חלקים, כאשר לשלושת החלקים של החלק המילולי נוסף פרק נפרד (פרק 1) של מטלת הכתיבה.

החלוקה הפנימית היא כדלהלן:

חשיבה כמותית (פרקים 4+7)

שאלות ובעיות
הסקה מטבלה
הסקה מתרשים

חשיבה מילולית (פרקים 1+3+6)

מטלת הכתיבה
אנלוגיות
הבנה והסקה
הבנת הנקרא

אנגלית (פרקים 2+8)

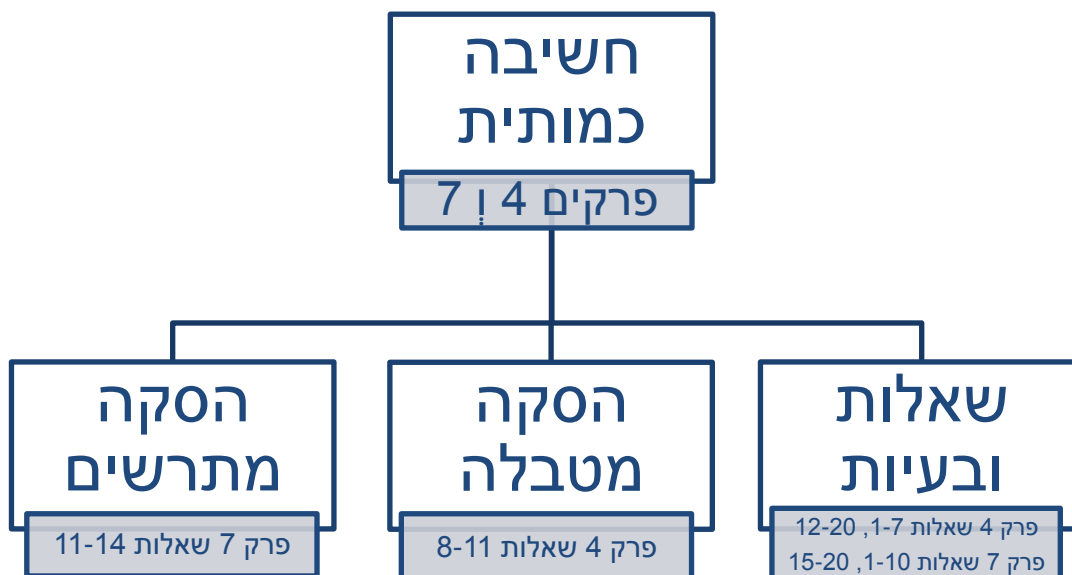
השלמת משפטים
ניסוח מחדש
הבנת הנקרא

מסיבות שיובהרו בהמשך, חילקנו עוד את החלק של ההבנה והסקה בחשיבה המילולית לשלושה תתי-חלקים על-פי סוגי הפריטים: השלמת משפטים, הגיון, והבנת הנקרא בדיד. בסה"כ התקבלו 12 סוגי פריטים שעליהם ביצענו ניתוח הגורמים. את החלוקה בצורה סכמתית ניתן לראות באיור הבא:

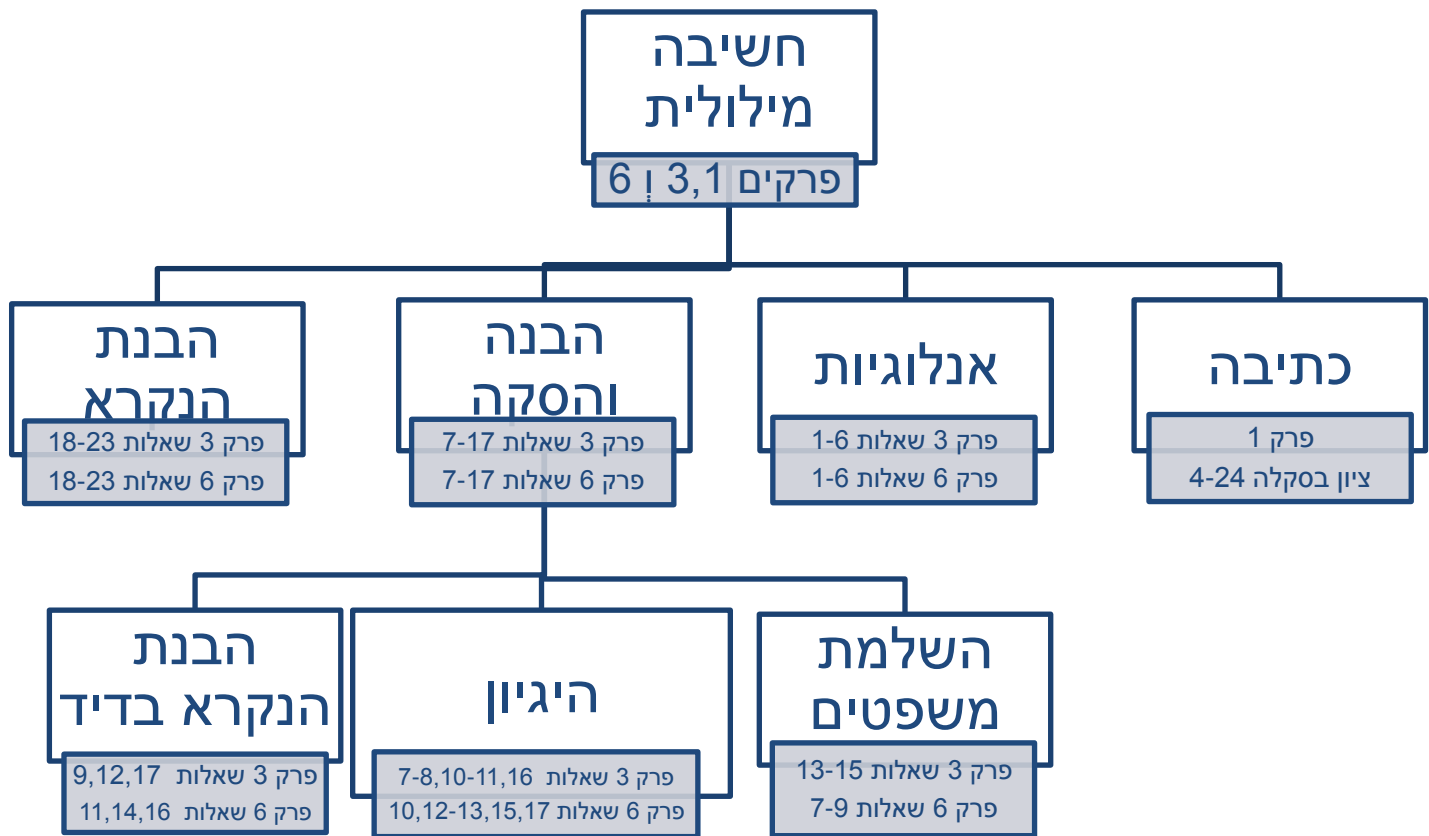


לצורך מעקב עתידי נתעד בשלב זה את החלוקה המדויקת של השאלות לסוגי הפריטים השונים; נציג זאת בשלשת האיורים הבאים המתייחסים כולם לנוסח X:

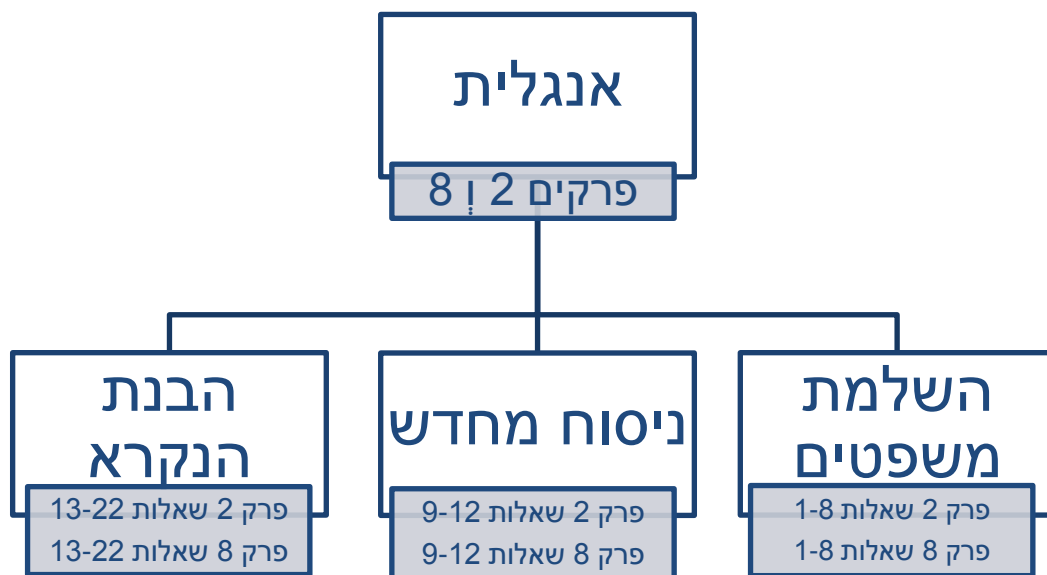
איור 5 - חלוקת השאלות לסוגי הפריטים: חשיבה כמותית



איור 6 – חלוקת השאלות לסוגי הפריטים: חשיבה מילולית



איור 7 – חלוקת השאלות לסוגי הפריטים: אנגלית



פרק 3.2 מספר נבחנים

בבחינה הפסיכומטרית בעברית בדצמבר 2012 (נוסח X) נבחנו בסה"כ 4,799 אנשים, כאשר

- 2,192 אנשים דיווחו את הבגרות שלהם
- 1,845 אנשים דיווחו את הציון השנתי שלהם
- 1,652 אנשים דיווחו גם את ציון הבגרות שלהם וגם את הציון השנתי שלהם

בסה"כ התקבל קובץ עם 4,799 רשומות (אחת לכל נבחן) כאשר לכל נבחן יש קוד בינארי לגבי הצלחתו בכל אחת מ-130 שאלות הברירה ועוד שלושה ציונים: ציון במטלת הכתיבה שניתן בסקלה של 4-24, הציון בבגרות, והציון השנתי.

בחלק זה של המחקר חושב ציון הגלם של כל נבחן בכל אחד מ-12 סוגי הפריטים בהתאם למפורט לעיל. על ציוני הגלם האלו בוצע ניתוח הגורמים בחלק זה של המחקר. בטבלה שלהלן מוצגים המתאמים בין ציוני שלושת תחומי המבחן, הציון הכולל, הבגרות וציון התיכון.

לוח 1 – מתאמים בין תחומי הבחינה, הבגרות וציון התיכון

	בגרות	תיכון	כמותי	מילולי	אנגלית	פסיכומטרי
בגרות	1.00	0.80	0.33	0.36	0.28	0.37
N	2,192	1,652	2,192	2,192	2,192	2,192
תיכון	0.80	1.00	0.37	0.38	0.30	0.39
N	1,652	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
כמותי	0.33	0.37	1.00	0.70	0.59	0.85
N	2,192	1,845	4,799	4,799	4,799	4,799
מילולי	0.36	0.38	0.70	1.00	0.66	0.89
N	2,192	1,845	4,799	4,799	4,799	4,799
אנגלית	0.28	0.30	0.59	0.66	1.00	0.88
N	2,192	1,845	4,799	4,799	4,799	4,799
פסיכומטרי	0.37	0.39	0.85	0.89	0.88	1.00
N	2,192	1,845	4,799	4,799	4,799	4,799

בשל המתאם הגבוה ביניהם, ציון הבגרות וציון התיכון מתקבצים לגורם אחד בניתוח גורמים ולכן, אין טעם לכלול את שניהם בניתוח. בשלב השני (בפרק 6) אם כן, יוכנס רק אחד מהם לניתוח הגורמים, ובהתאם לגודל המדגם בחרנו להכניס את ציון הבגרות (זהו גם הציון הקובע בתהליך המיון).

פרק 3.3 סטטיסטיקה תיאורית

פרק 3.3.1 ממוצעים וסטיות תקן

בלוח הבא מוצגים הממוצעים וסטיות התקן של המשתנים (סוגי הפריטים).

לוח 2 – ממוצעים וסטיות תקן לפי סוג פריט

משתנה	ממוצע	מספר שאלות	קושי	סטיית תקן	מהימנות
מטלת כתיבה	14.26	24	0.59	3.86	0.50
השלמת משפטים באנגלית	10.86	16	0.68	4.08	0.86
ניסוח מחדש	5.37	8	0.67	2.32	0.79
הבנת הנקרא אנגלית	13.06	20	0.65	4.46	0.84
אנלוגיות	8.51	12	0.71	2.47	0.68
השלמת משפטים בעברית	3.88	6	0.65	1.46	0.55
היגיון	6.15	10	0.62	1.93	0.56
הבנת הנקרא בדיד	3.46	6	0.58	1.40	0.46
הבנת הנקרא	7.02	12	0.58	2.99	0.76
שאלות ובעיות	19.75	32	0.62	6.31	0.86
הסקה מטבלה	2.68	4	0.67	1.10	0.42
הסקה מתרשים	2.39	4	0.60	1.31	0.60

המהימנות חושבה לפי אלפא של קרונבך (Cronbach, 1951) כאשר עבור מטלת הכתיבה נעשה שימוש באומדן שמתבסס הן על ממצאים שפורסמו בספרות והן על מתאם (מבחן – מבחן חוזר) - 0.5.

פרק 3.3.2 מתאמים

בלוח הבא מוצגים המתאמים בין המשתנים.

לוח 3 – מתאמים בין 12 משתני המחקר

N=4,799	מטלת כתיבה	השלמת משפטים באנגלית	ניסוח מחדש	הבנת הנקרא אנגלית	אנלוגיות	השלמת משפטים בעברית	היגיון	הבנת הנקרא בדיד	הבנת הנקרא	שאלות ובעיות	הסקה מטבלה	הסקה מתרשים
מטלת כתיבה	1.00	0.40	0.41	0.44	0.51	0.43	0.43	0.40	0.49	0.46	0.29	0.31
השלמת משפטים באנגלית	0.40	1.00	0.79	0.79	0.47	0.40	0.41	0.40	0.48	0.50	0.32	0.36
ניסוח מחדש	0.41	0.79	1.00	0.76	0.48	0.43	0.43	0.43	0.49	0.53	0.33	0.36
הבנת הנקרא אנגלית	0.44	0.79	0.76	1.00	0.47	0.44	0.46	0.45	0.56	0.56	0.36	0.42
אנלוגיות	0.51	0.47	0.48	0.47	1.00	0.50	0.50	0.43	0.50	0.57	0.34	0.37
השלמת משפטים בעברית	0.43	0.40	0.43	0.44	0.50	1.00	0.46	0.40	0.44	0.46	0.30	0.33

0.42	0.36	0.55	0.47	0.48	1.00	0.46	0.50	0.46	0.43	0.41	0.43	היגיון
0.35	0.29	0.43	0.44	1.00	0.48	0.40	0.43	0.45	0.43	0.40	0.40	הבנת הנקרא בדיד
0.41	0.35	0.52	1.00	0.44	0.47	0.44	0.50	0.56	0.49	0.48	0.49	הבנת הנקרא
0.55	0.48	1.00	0.52	0.43	0.55	0.46	0.57	0.56	0.53	0.50	0.46	שאלות ובעיות
0.38	1.00	0.48	0.35	0.29	0.36	0.30	0.34	0.36	0.33	0.32	0.29	הסקה מטבלה
1.00	0.38	0.55	0.41	0.35	0.42	0.33	0.37	0.42	0.36	0.36	0.31	הסקה מתרשים

ניתן לראות ששלושת המשתנים של התחום האנגלית נמצאים במתאם גבוה יחסית אחד עם השני; ואכן, נראה כי תחום האנגלית יעלה כגורם עצמאי מובהק. בנוסף, בחלק ה-II, בפרק 12, נגלה שבאנגלית למעשה יש רק גורם אחד. שאר המתאמים בלוח גבוהים פחות, ולכן כדי להסיק מסקנות לגבי המבנה הגורמי של תחומי הבחינה, יש להשתמש בניתוח גורמים.

פרק 4 מודל שכולל 2 גורמים

ביצענו ניתוח גורמים על 12 קבוצות הפריטים לפי סוג הפריט. השיטה שנבחרה היא שיטת הנראות המקסימלית עם $SMC=(\text{Squared Multiple Coefficient})$ כהערכה ראשונית לקומונליות. למרות שניתוח רכיבים היא השיטה הנפוצה יותר, חוקרים רבים מעדיפים את שיטת הנראות המקסימלית (Lawley and Maxwell, 1971). לשיטה יש תכונות אסימפטוטיות רצויות (Bickel and Doksum, 1977) והיא מפיקה אומדנים טובים יותר במדגמים גדולים. בנוסף, השיטה מאפשרת לבדוק השערות לגבי מספר הגורמים המשותפים ולקבל אומדנים לטעויות התקן של אומדנים אלה. שיטה זו נותנת משקל למשתנים בהתאם להופכי של הייחודיות (כלומר, ככל שהייחודיות יותר גדולה כך המשקל יותר קטן).

כפי שנראה בתת-הפרק הבא (פרק 4.1) ניתן עקרונית לפרש את הנתונים בהתבסס על מבנה שבו שני גורמים או על מבנה שכולל שלושה גורמים; פרק זה מטפל במקרה הראשון של שני גורמים והפרק הבא (פרק 5) מטפל במקרה של שלושה גורמים.

פרק 4.1 ערכים עצמיים

בלוח שלהלן מוצגים הערכים העצמיים לאחר ניתוח הגורמים.

לוח 4 - ערכים עצמיים 12 משתנים

ערכים עצמיים: סה"כ=13.712 ממוצע=1.143				
	ערך עצמי	הפרש	פרופורציה	מצטבר
1	12.9561	11.2636	0.9449	0.9449

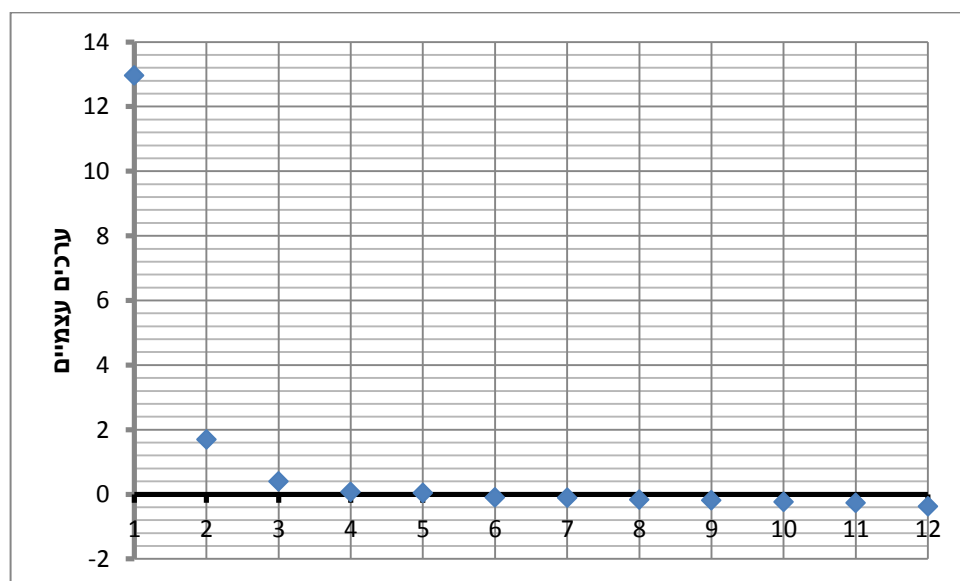
1.0683	0.1234	1.2986	1.6924	2
1.0970	0.0287	0.3236	0.3938	3
1.1021	0.0051	0.0253	0.0702	4
1.1054	0.0033	0.1405	0.0449	5
1.0984	-0.0070	0.0129	-0.0956	6
1.0905	-0.0079	0.0589	-0.1086	7
1.0783	-0.0122	0.0225	-0.1675	8
1.0644	-0.0139	0.0487	-0.1901	9
1.0470	-0.0174	0.0276	-0.2389	10
1.0275	-0.0194	0.1110	-0.2666	11
1.0000	-0.0275		-0.3776	12

כפי שניתן לראות בלוח ובהתאם לקריטריון קייזר (Kaiser, 1960) יש לבחור במודל שכולל 2 גורמים.

פרק 4.1.1 גרף "דודרת"

נציג כעת את ממצאי לוח 4 באיור 8 (Cattell, 1966).

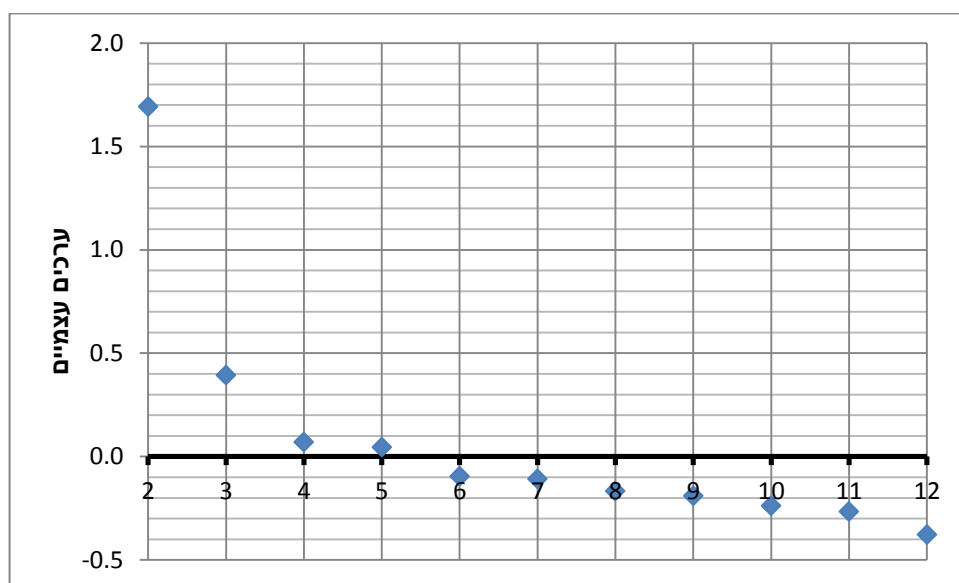
איור 8 - גרף דודרת מלא



גם באיור זה ניתן לראות שהשבירה היא לאחר גורם עצמי 2, מה ששוב מצדיק בחירת 2 גורמים.

היות שהגורם הראשון גדול בהרבה משאר הגורמים נציג באיור 9 את לוח 4, הפעם ללא הגורם הראשון.

איור 9 - גרף דרדרת ללא גורם 1



ברזולוציה שבאיור ניתן לראות שמיקום השבירה הוא לאחר גורם 3.
המודל שכולל 3 גורמים יוצג בפרק הבא (פרק 5).

פרק 4.2 לפני סיבוב

פרק 4.2.1 מטריצת הדפוסים

בלוח הבא מוצגת מטריצת הדפוסים לפני סיבוב של הגורמים.

לוח 5 - מטריצת הדפוסים עבור 2 גורמים - ללא סיבוב

גורם 2	גורם 1	
28	57*	מטלת כתיבה
-31	86*	השלמת משפטים באנגלית
-21	84*	ניסוח מחדש
-16	86*	הבנת הנקרא אנגלית
32	64*	אנלוגיות
28	57*	השלמת משפטים בעברית
37	60*	הגיון
24	56*	הבנת הנקרא בדיד
24	66*	הבנת הנקרא
35	70*	שאלות ובעיות
25	46*	הסקה מטבלה
29	52*	הסקה מתרשים
הערכים המוצגים מוכפלים ב-100 ומעוגלים לשלם הקרוב ביותר. ערכים מעל 0.4 מסומנים ב*		

פרק 4.2.2 ניתוח הגורמים

מהסתכלות בלוח 5 ניתן לראות שכל המשתנים טעונים על הגורם הראשון; מכאן ניתן לזהות גורם זה כגורם של יכולת למידה כללית.

כאן המקום להעיר שבכל הניתוחים שעשינו, במידה שלא נעשה שום סיבוב, מתקבל רק גורם אחד בעל משמעות, אותו אנו מזהים כיכולת למידה כללית. לכן, בהמשך הממצאים לא תוצג עוד מטריצת דפוסים זאת.

פרק 4.2.3 מטריצת השאריות

לאחר חישוב שני הגורמים ניתן לחשב את המתאמים בין המשתנים על סמך שני גורמים בלבד ולבדוק את טיב ההתאמה למטריצת המתאמים המקורית (לוח 3). ההפרש בין שתי המטריצות המתקבלות הוא מטריצת השאריות, כאשר על האלכסון מתקבלת הייחודיות.

לוח 6 – מטריצת השאריות עם ייחודיות על האלכסון

N=4,799	מטלת כתיבה	השלמת משפטים באנגלית	ניסוח מחדש	הבנת הנקרא אנגלית	אנלוגיות	השלמת משפטים בעברית	הגיון	הבנת הנקרא בדיד	הבנת הנקרא	שאלות ובעיות	הסקה מטבלה	הסקה מתרשים
מטלת כתיבה	60	0	0	-1	6	3	-2	1	5	-3	-5	-6
השלמת משפטים באנגלית	0	16	0	0	1	0	0	-1	-1	0	0	0
ניסוח מחדש	0	0	25	0	1	1	0	1	-1	1	0	-2
הבנת הנקרא אנגלית	-1	0	0	23	-3	-1	0	1	3	0	0	2
אנלוגיות	6	1	1	-3	49	4	0	-1	0	1	-4	-6
השלמת משפטים בעברית	3	0	1	-1	4	60	2	2	0	-4	-3	-4
היגיון	-2	0	0	0	0	2	50	6	-2	-1	-2	0
הבנת הנקרא בדיד	1	-1	1	1	-1	2	6	63	1	-5	-3	-2
הבנת הנקרא	5	-1	-1	3	0	0	-2	1	51	-2	-1	0
שאלות ובעיות	-3	0	1	0	1	-4	-1	-5	-2	39	7	8
הסקה מטבלה	-5	0	0	0	-4	-3	-2	-3	-1	7	72	7
הסקה מתרשים	-6	0	-2	2	-6	-4	0	-2	0	8	7	65

*המספרים בטבלה מוכפלים ב-100 ומעוגלים לשלם הקרוב ביותר

נרצה שהמספרים (פרט לאלכסון) יהיו קרובים כמה שאפשר לאפס; אכן המספרים קטנים, מה שמעיד על כך שמודל עם 2 גורמים מתאים די טוב לנתונים.

פרק 4.3 סיבוב אורתוגונלי

כפי שראינו בלוח 5, לפני סיבוב מתקבל מודל שכולל גורם כללי אחד של ידע כללי, ממנו קשה ללמוד על המבנה הפנימי של הבחינה; לכן, יש צורך לסובב. ראשית, יוצגו ממצאים לגבי ביצוע סיבוב אורתוגונלי ובתת-הפרק הבא (פרק 4.4) נבצע סיבוב נטוי. השיטה שנבחרה היא שיטת ה-Varimax.

פרק 4.3.1 מטריצת דפוסים

בלוח להלן מוצגת מטריצת הדפוסים עבור שני הגורמים.

לוח 7 – מטריצת הדפוסים עבור 2 גורמים - סיבוב אורתוגונלי

גורם 2	גורם 1	
26	57*	מטלת כתיבה
86*	30	השלמת משפטים באנגלית
78*	37	ניסוח מחדש באנגלית
77*	42*	הבנת הנקרא אנגלית
30	65*	אנלוגיות
27	57*	השלמת משפטים בעברית
23	67*	הגיון
29	54*	הבנת הנקרא בדיד
36	60*	הבנת הנקרא
33	71*	שאלות ובעיות
20	49*	הסקה מטבלה
22	55*	הסקה מתרשים
הערכים המוצגים מוכפלים ב-100 ומעוגלים לשלם הקרוב ביותר. ערכים מעל 0.4 מסומנים ב*		

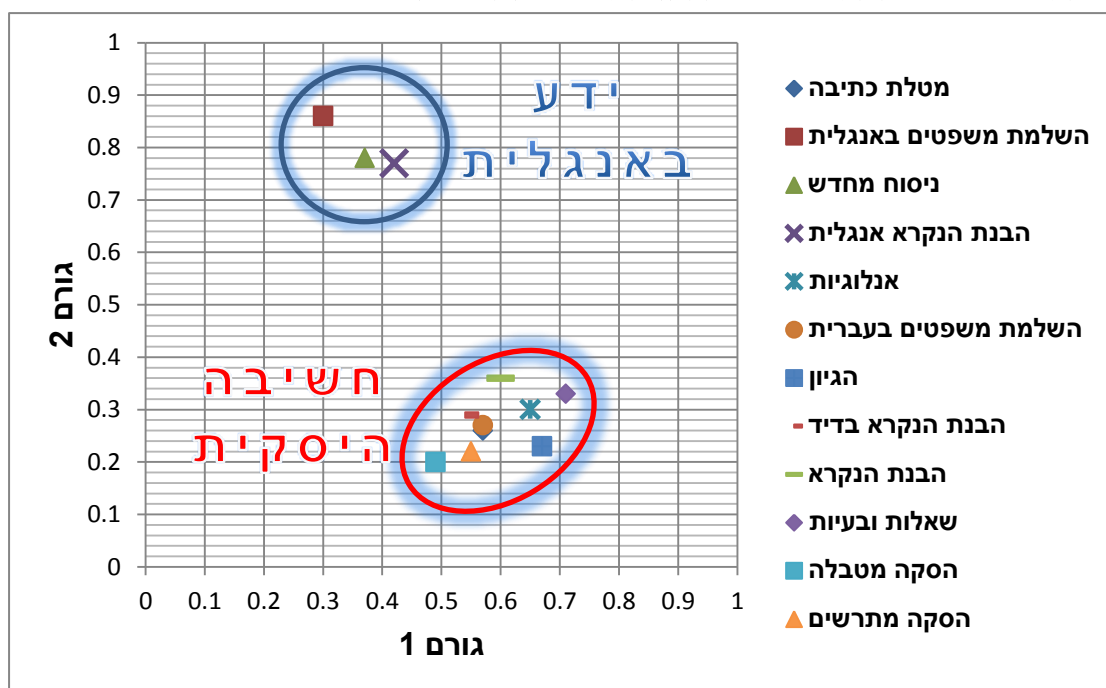
פרק 4.3.2 ניתוח הגורמים

על גורם 1 נטענים המשתנים מטלת הכתיבה, הבנת הנקרא, אנלוגיות, השלמת משפטים בעברית, הגיון, הבנת הנקרא בדיד, הבנת הנקרא, שאלות ובעיות, הסקה מטבלה והסקה מתרשים. לכן, ניתן לזהות את גורם 1 כ**משיבה היסקית**. על גורם 2 נטענים המשתנים השלמת משפטים באנגלית, ניסוח מחדש והבנת הנקרא באנגלית. לכן, נזהה את גורם 2 כ**מדע באנגלית**.

פרק 4.3.3 תצוגה גרפית

נציג כעת את ממצאי לוח 7 בצורה גרפית דו-ממדית.

איור 10 - 2 גורמים תצוגה גרפית דו ממדית



חשיבה היסקית

ניתן לראות באיור את שני הגורמים המובחנים של החשיבה ההיסקית ושל הידע באנגלית.

פרק 4.4 סיבוב נטוי

בהמשך ניתוח הנתונים, בוצע סיבוב נטוי בשיטת Promax.

פרק 4.4.1 מתאמים בין הגורמים

בלוח 8 מוצג המתאם בין שני הגורמים.

לוח 8 - מתאמים בין 2 הגורמים

גורם 2	גורם 1	
0.65	1.00	גורם 1
1.00	0.65	גורם 2

המתאם הגבוה בין שני הגורמים אכן מצדיק סיבוב נטוי.

פרק 4.4.2 מטריצת הדפוסים

בלוח 9 מוצגת מטריצת הדפוסים לאחר הסיבוב הנטוי.

לוח 9 – מטריצת הדפוסים עבור 2 גורמים – סיבוב נטוי

גורם 2	גורם 1	
8	57*	מטלת כתיבה
94*	-4	השלמת משפטים באנגלית
81*	8	ניסוח מחדש
78*	15	הבנת הנקרא אנגלית
9	65*	אנלוגיות
8	57*	השלמת משפטים בעברית
1	70*	הגיון
13	52*	הבנת הנקרא בדיד
19	56*	הבנת הנקרא
10	71*	שאלות ובעיות
4	50*	הסקה מטבלה
4	57*	הסקה מתרשים
הערכים המוצגים מוכפלים ב-100 ומעוגלים לשלם הקרוב ביותר. ערכים מעל 0.4 מסומנים ב*		

פרק 4.4.3 ניתוח הגורמים

הממצאים המתקבלים בעקבות הסיבוב הנטוי אינם שונים משמעותית מאלה שהתקבלו בעקבות הסיבוב האורתוגונלי, למעט העובדה שהגורמים המתקבלים – "חשיבה היסקית" ו"ידע באנגלית" – מובחנים יותר זה מזה.

פרק 4.4.4 מטריצת המבנה

בניגוד לסיבוב אורתוגונלי, כאשר מבצעים סיבוב נטוי שתי המטריצות הבאות אינן זהות זו לזו:

- מטריצת הדפוסים (Pattern Matrix) שמייצגת מקדמי רגרסיה מתוקננים.
- מטריצת המבנה (Structure Matrix) שמייצגת את המתאמים של המשתנים עם הגורמים.

מטריצת המבנה מוצגת בלוח 10.

לוח 10 – מטריצת המבנה עבור 2 גורמים

גורם 2	גורם 1	
45*	63*	מטלת כתיבה
91*	57*	השלמת משפטים באנגלית
86*	60*	ניסוח מחדש
87*	65*	הבנת הנקרא אנגלית
52*	71*	אנלוגיות
46*	63*	השלמת משפטים בעברית
46*	71*	הגיון
46*	60*	הבנת הנקרא בדיד
55*	68*	הבנת הנקרא
56*	78*	שאלות ובעיות

36	53*	הסקה מטבלה
41*	59*	הסקה מתרשים
הערכים המוצגים מוכפלים ב-100 ומעוגלים לשלם הקרוב ביותר. ערכים מעל 0.4 מסומנים ב*		

כפי שעולה מן הלוח, כמעט כל הסולמות טעונים על שני הגורמים – תוצאה שאינה מפתיעה לאור המתאם החזק בין הגורמים הבא לידי ביטוי בלוח 8.
פרט לכך, נראה שאין תוספת מידע משמעותית העולה ממטריצת המבנה, ולכן ממצאים המבוססים על מטריצה זו לא יוצגו בהמשך.

פרק 5 מודל שכולל 3 גורמים

פרק 5.1 כללי

ניתן לראות כי לפי טבלת הערכים העצמיים (לוח 4) ולפי קריטריון קייזר יש לאמץ מבנה שכולל רק 2 גורמים, אשר יחד מסבירים 106% מהשונות (בשל הערכה ראשונית מוטה של הקומונליות). לעומת זאת, מגרף דרדרת (איור 8) עולה כי תיתכן אופציה למבנה שכולל שלושה גורמים. משום זאת וגם בגלל גם טיעון הפרשנות, נכפה פתרון עם 3 גורמים ונראה מה קורה.
בהתאם למה שנאמר בפרק הקודם, נציג להלן את מטריצות הדפוסים בלבד (לאחר סיבוב אורתוגונלי ונטוי) ולא את המטריצה לפני הסיבוב או את מטריצה המבנה.

פרק 5.2 סיבוב אורתוגונלי

פרק 5.2.1 מטריצת הדפוסים

בלוח 11 מוצגת מטריצת הדפוסים לאחר סיבוב אורתוגונלי.

לוח 11 – מטריצת הדפוסים עבור 3 גורמים – סיבוב אורתוגונלי

גורם 3	גורם 2	גורם 1	
21	23	60*	מטלת כתיבה
21	85*	27	השלמת משפטים באנגלית
25	76*	32	ניסוח מחדש
31	75*	33	הבנת הנקרא אנגלית
30	26	62*	אנלוגיות
24	24	56*	השלמת משפטים בעברית
39	21	54*	הגיון
26	26	49*	הבנת הנקרא בדיד
33	33	52*	הבנת הנקרא
65*	29	43*	שאלות ובעיות
50*	18	23	הסקה מטבלה
59*	20	25	הסקה מתרשים
הערכים המוצגים מוכפלים ב-100 ומעוגלים לשלם הקרוב ביותר. ערכים מעל 0.4 מסומנים ב*			

פרק 5.2.2 ניתוח הגורמים

הגורם הראשון מזוהה כגורם של **הבנה ועיבוד שפה**, הגורם השני הוא גורם **ידע באנגלית** והגורם השלישי מזוהה כגורם של **עיבוד כמותי**. כלומר, כאשר אנו כופים שלושה גורמים, גורם החשיבה ההיסקית, שנתקבל בפתרון שני הגורמים לעיל, מתפצל לשניים.

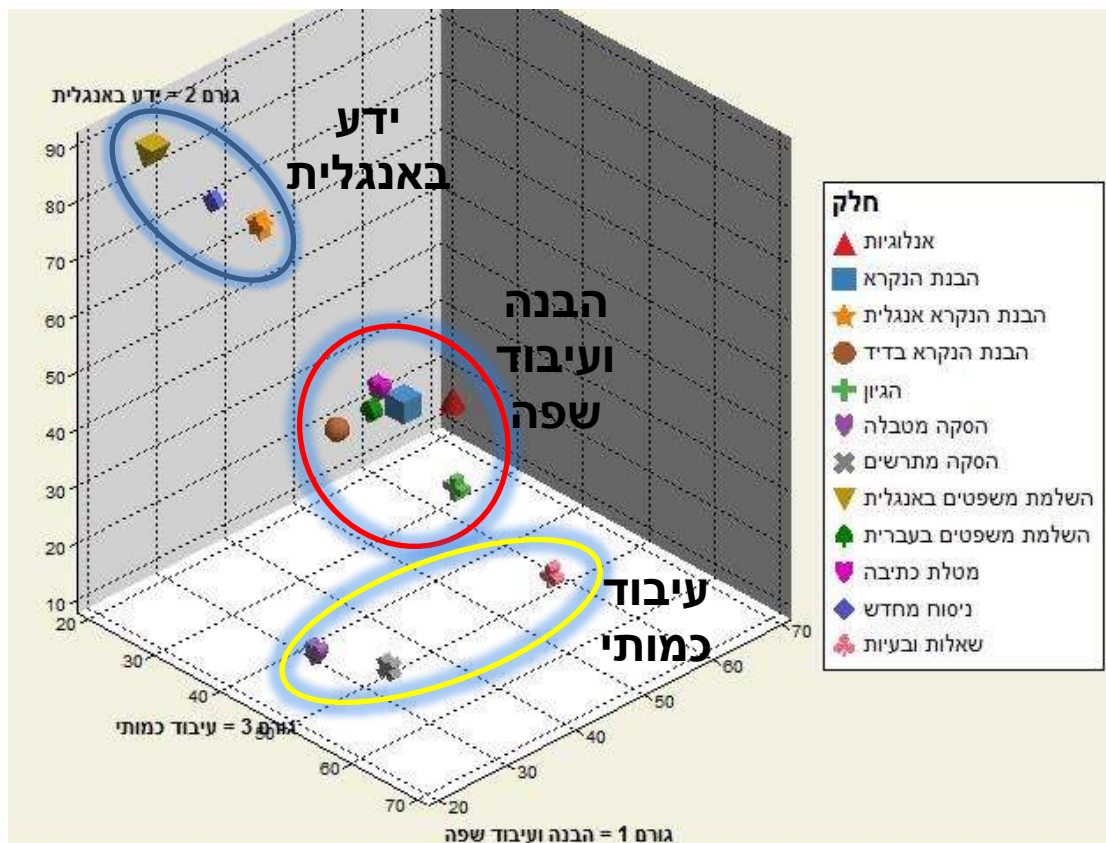
למעשה מצאנו את שלושת תחומי המבחן – ובמילים אחרות, אין הפתעות!

יש לציין כי מטלת הכתיבה טעונה על גורם 1 שהוא כאמור הגורם של הבנה ועיבוד שפה. ניתן לראות שהמשתנה "הגיון" אומנם טעון על גורם 1 שהוא הגורם של הבנה ועיבוד השפה, אולם הוא טעון יחסית גם על גורם 3 שהוא העיבוד הכמותי – ממצא זה אינו מפתיע היות שכדי לפתור שאלות הגיון יש צורך גם ביכולת כמותית. באופן דומה, המשתנה "שאלות ובעיות" שטעון על גורם 3 – גורם העיבוד הכמותי – טעון גם על גורם 1 של הבנה ועיבוד שפה, וזאת מכיוון שחלק מהשאלות הכמותיות מנוסחות במילים (בניגוד לנוסחאות) ומכאן הצורך ביכולת שפתית.

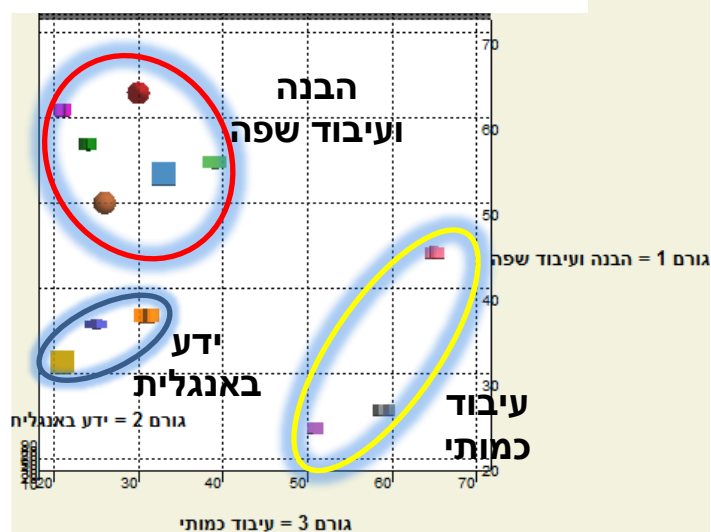
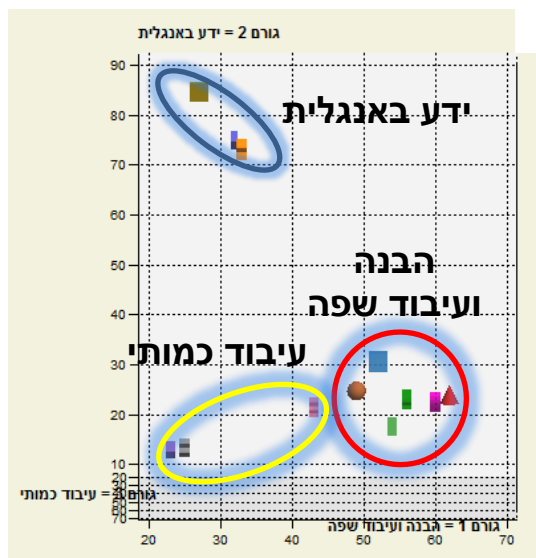
פרק 5.2.3 תצוגה גרפית

ממצאי לוח 11 מוצגים להלן בצורה גרפית. בשלושת האיורים הבאים מוצגים הממצאים העולים מלוח 11. ראשית מוצגים הממצאים בתלת-ממד (מכיוון גורמים 1 ו-3) ובהמשך מוצגות שתיים מההטלות הדו-ממדיות מנקודות הסתכלות נוספות (במילים אחרות, נציג את הגרף התלת-ממדי כאשר אנו מסתכלים עליו מכיוון למעלה (מכיוון גורם 2) ומכיוון צדדי (מכיוון גורם 3)).

איור 11 – 3 גורמים תצוגה גרפית תלת-ממדית



איור 12 – 3 גורמים מבט מלמעלה איור 13 – 3 גורמים מבט מהצד



ניתן לראות בבירור באיורים 11-13 את החלוקה לשלושת תחומי הבחינה הפסיכומטרית. כמו כן, ניתן לראות בבירור כיצד המשתנה של שאלות ובעיות בעיבוד הכמותי טעון גם על הגורם של הבנה ועיבוד שפה.

פרק 5.3 סיבוב נטוי

כפי שעשינו בתת-פרק 4.3 בוצע סיבוב נטוי בשיטת ה-Promax.

פרק 5.3.1 מתאמים בין הגורמים

בלוח 12 מוצגים המתאמים בין שלושת הגורמים.

לוח 12 – מתאמים בין 3 הגורמים

גורם 1	גורם 2	גורם 3
1.00	0.64	0.72
0.64	1.00	0.58
0.72	0.58	1.00

בהיזכרנו במשמעותו של כל גורם (ראה לוח 11 והלוח הבא, לוח 13) לוח זה הינו בר-השוואה ללוח 1. אכן, הדמיון בין המתאמים הינו רב, ממצא המחזק את ההשערה שמבנה הבחינה אכן כולל שלושה גורמים שמייצגים את שלושת תחומי הבחינה. לבסוף, הקשר החזק בין הגורמים אכן מצדיק סיבוב נטוי.

פרק 5.3.2 מטריצת הדפוסים

בלוח 13 מוצגת מטריצת הדפוסים לאחר הסיבוב הנטוי.

לוח 13 – מטריצת הדפוסים עבור 3 גורמים – סיבוב נטוי

גורם 3	גורם 2	גורם 1	
-4	4	68*	מטלת כתיבה
-3	93*	0	השלמת משפטים באנגלית
2	80*	8	ניסוח מחדש
10	77*	7	הבנת הנקרא אנגלית
7	5	65*	אנלוגיות
2	5	61*	השלמת משפטים בעברית
25	-1	51*	הגיון
7	11	49*	הבנת הנקרא בדיד
15	17	46*	הבנת הנקרא
63*	6	20	שאלות ובעיות
54*	3	3	הסקה מטבלה
66*	2	0	הסקה מתרשים
הערכים המוצגים מוכפלים ב-100 ומעוגלים לשלם הקרוב ביותר. ערכים מעל 0.4 מסומנים ב*			

פרק 5.3.3 ניתוח הגורמים

הממצאים למטריצה זו אינם שונים מאלה שהתקבלו עבור הסיבוב האורתוגונלי, למעט העובדה שהגורמים מובחנים יותר זה מזה: גורם 1 הוא הבנה ועיבוד שפה, גורם 2 הוא ידע באנגלית, וגורם 3 הוא עיבוד כמותי.

פרק 6 הכנסת ציון הבגרות

כפי שהוסבר בפרק 1, ציון הבגרות מהווה אחד הרכיבים בחישוב ציון הסכם – הציון שלפיו מתקבל המועמד לאוניברסיטה בישראל. לכן, בפרק זה הוסף לניתוח ציון הבגרות כרכיב נפרד. כפי שהוסבר בתת-פרק 3.2 מתוך 4,799 נבחנים בבחינה, רק 2,192 דיווחו על ציון הבגרות שלהם ולכן הניתוחים הבאים מבוססים על קבוצה זו של אנשים. כפי שיהיה ניתן לראות בתת-הפרק הבא (פרק 6.1), לפחות מבחינת הממוצעים וסטיות התקן, קבוצה זו איננה שונה מכלל אוכלוסיית הנבחנים בנוסח.

פרק 6.1 ממוצעים וסטיות תקן

בלוח 14 מוצגים הממוצע וסטיות התקן של המשתנים עבור כלל הנבחנים בנוסח ועבור קבוצת מדווחי הבגרות.

לוח 14 - ממוצעים וסטיות תקן לפני ולאחר הכנסת הבגרות

משתנה	ממוצע N=4,799	ממוצע N=2,192	מספר שאלות	קושי	סטיית תקן N=4,799	סטיית תקן N=2,192
בגרות		87.29				6.97
מטלת כתיבה	14.26	14.45	24	0.59	3.86	3.85
השלמת משפטים באנגלית	10.86	10.84	16	0.68	4.08	4.09
ניסוח מחדש	5.37	5.38	8	0.67	2.32	2.31
הבנת הנקרא אנגלית	13.06	13.09	20	0.65	4.46	4.35
אנלוגיות	8.51	8.58	12	0.71	2.47	2.45
השלמת משפטים בעברית	3.88	3.91	6	0.65	1.46	1.46
היגיון	6.15	6.13	10	0.62	1.93	1.90
הבנת הנקרא בדיד	3.46	3.46	6	0.58	1.40	1.39
הבנת הנקרא	7.02	7.10	12	0.58	2.99	2.95
שאלות ובעיות	19.75	20.14	32	0.62	6.31	6.17
הסקה מטבלה	2.68	2.70	4	0.67	1.10	1.11

כפי שניתן לראות בלוח, הן הממוצע והן סטיית התקן של המשתנים דומים מאוד עבור שתי הקבוצות של האנשים. לכן, במובן זה, התוצאות שנציג בהמשך מייצגות את כלל הנבחנים בבחינה זו.

פרק 6.2 מתאמים בין ציון הבגרות לציוני משתני הבחינה הפסיכומטרית

בלוח הבא מוצגים המתאמים של המשתנה בגרות עם משתני הבחינה הפסיכומטרית.

לוח 15 - מתאמים של הבגרות עם שאר המשתנים

N=2,192	מטלת כתיבה	השלמת משפטים באנגלית	ניסוח מחדש	הבנת הנקרא אנגלית	אנלוגיות	השלמת משפטים בעברית	היגיון	הבנת הנקרא בדיד	הבנת הנקרא	שאלות ובעיות	הסקה מטבלה
בגרות	0.31	0.24	0.28	0.28	0.33	0.24	0.27	0.20	0.28	0.33	0.16

ניתן לראות שציון הבגרות נמצא במתאם נמוך יחסית עם כל המשתנים. קשה לשער על איזה מהגורמים תהיה טעינותו הגבוהה ביותר.

פרק 6.3 סיבוב נטוי

כפי שנראה מיד, המתאמים בין הגורמים גבוהים ומצדיקים סיבוב נטוי. לכן נציג הפעם רק את מטריצת הדפוסים עבור סוג סיבוב זה.

פרק 6.3.1 מתאמים בין הגורמים

בלוח 16 מוצגים המתאמים בין שלושת הגורמים.

לוח 16 - מתאמים בין 3 הגורמים (בגרות)

גורם 3	גורם 2	גורם 1	
0.70	0.65	1.00	גורם 1
0.59	1.00	0.65	גורם 2
1.00	0.59	0.70	גורם 3

כאמור, קיים מתאם גבוה יחסית בין הגורמים.

פרק 6.3.2 מטריצת הדפוסים

בלוח 17 מוצגת מטריצת הדפוסים לאחר סיבוב נטוי.

לוח 17 - מטריצת הדפוסים עבור 3 גורמים - סיבוב נטוי (בגרות)

גורם 3	גורם 2	גורם 1	
2	1	40*	בגרות
-7	4	70*	מטלת כתיבה
-1	93*	-3	השלמת משפטים באנגלית
-1	81*	9	ניסוח מחדש
9	78*	6	הבנת הנקרא אנגלית
8	8	63 *	אנלוגיות
6	4	57 *	השלמת משפטים בעברית
27	-1	47*	הגיון
10	13	43 *	הבנת הנקרא בדיד
14	16	48 *	הבנת הנקרא
57*	11	22	שאלות ובעיות
51*	1	7	הסקה מטבלה
73*	1	-1	הסקה מתרשים
הערכים המוצגים מוכפלים ב-100 ומעוגלים לשלם הקרוב ביותר. ערכים מעל 0.4 מסומנים ב*			

פרק 6.3.3 ניתוח הגורמים

לוח 17 הוא בר-השוואה ללוח 13, ואכן בדומה לממצאים שהתקבלו שם, ניתן לפרש את גורם 1 כ-
הבנה ועיבוד שפה, את גורם 2 כ**ידע באנגלית**, ואת גורם 3 כ**עיבוד כמותי**. ניתן לראות כי הבגרות
 מצטרפת לגורם העיבוד השפתי.
 כאן המקום להזכיר שוב שציון הבגרות הוא ממוצע של מבחנים רבים בתחומים שונים, הדורשים
 ברובם, כפי הנראה, יכולת גבוהה מילולית.

פרק 7 תיקון למהימנות המשתנים

הועלתה הטענה שהיות שמהימנויות המשתנים אינן מושלמות, הניתוחים שבוצעו אינם מדויקים. לכן, טרם ביצוע ניתוח גורמים יש לתקן את המתאמים למהימנויות של המשתנים (ראה עמודה שמאלית בלוח 2, כאשר נזכיר שמהימנות מטלת הכתיבה הוערכה כ-0.5. עוד נזכיר שמהימנות הבגרות נקבעה להיות 0.68 – ערך שהתקבל ממטה-אנליזה שנערכה לציוני שנה א', קנת-כהן ושות', 1999). לבסוף נעיר עוד שלמיטב ידיעתנו תיקון שכזה לא נעשה בעבר במחקרים קודמים שנעשו במרכז הארצי לבחינות ולהערכה.

התיקון למהימנויות בוצע לפי הנוסחה הבאה (עבור ערכים מחוץ לאלכסון):

$$r'_{xy} = \frac{r_{xy}}{\sqrt{r_{xx}} \cdot \sqrt{r_{yy}}}$$

בלוח 18 מוצגים המתאמים בין 13 משתני המחקר מתוקנים למהימנויות.

לוח 18 – מתאמים בין 13 המשתנים מתוקנים למהימנויות

N=2,192	בגרות	מטלת כתיבה	השלמת משפטים באנגלית	ניסוח מחדש	הבנת הנקרא אנגלית	אנלוגיות	השלמת משפטים בעברית	הגיון	הבנת הנקרא בדיד	הבנת הנקרא	שאלות ובעיות	הסקה מטבלה	הסקה מתרשים
בגרות	1.00	0.53	0.31	0.38	0.37	0.49	0.39	0.44	0.36	0.39	0.44	0.30	0.31
מטלת כתיבה	0.53	1.00	0.61	0.67	0.69	0.86	0.81	0.78	0.80	0.80	0.69	0.64	0.56
השלמת משפטים באנגלית	0.31	0.61	1.00	0.95	0.93	0.64	0.57	0.58	0.65	0.59	0.61	0.54	0.52
ניסוח מחדש	0.38	0.67	0.95	1.00	0.93	0.68	0.63	0.63	0.71	0.64	0.66	0.58	0.52
הבנת הנקרא אנגלית	0.37	0.69	0.93	1.00	1.00	0.64	0.63	0.66	0.73	0.71	0.68	0.60	0.60
אנלוגיות	0.49	0.86	0.64	0.93	1.00	1.00	0.79	0.80	0.78	0.71	0.75	0.67	0.58
השלמת משפטים בעברית	0.39	0.81	0.57	0.63	0.63	0.79	1.00	0.81	0.76	0.68	0.65	0.64	0.58
הגיון	0.44	0.78	0.58	0.63	0.66	0.80	0.81	1.00	0.92	0.69	0.76	0.72	0.72
הבנת הנקרא בדיד	0.36	0.80	0.65	0.71	0.73	0.78	0.76	0.92	1.00	0.73	0.68	0.63	0.65
הבנת הנקרא	0.39	0.80	0.59	0.64	0.71	0.64	0.68	0.69	0.73	1.00	0.66	0.62	0.60
שאלות ובעיות	0.44	0.69	0.61	0.66	0.68	0.75	0.65	0.76	0.68	0.66	1.00	0.79	0.77
הסקה מטבלה	0.30	0.64	0.54	0.58	0.60	0.67	0.60	0.72	0.63	0.62	0.79	1.00	0.78
הסקה מתרשים	0.31	0.56	0.52	0.52	0.60	0.58	0.58	0.72	0.65	0.60	0.77	0.78	1.00

בדומה ללוח 3, גם כאן בולטים המתאמים הגבוהים בין משתני תחום האנגלית אשר מתקרבים ל-

פרק 7.1 ערכים עצמיים

הערכים העצמיים שמתקבלים מניתוח הגורמים (בשיטת הנראות המקסימלית) עבור הקלט של מטריצת המתאמים מוצגים בלוח 18.

לוח 19 – ערכים עצמיים 13 משתנים (תיקון למהימנות)

ערכים ראשוניים: סה"כ=97.652 ממוצע=7.511				
מצטבר	פרופורציה	הפרש	ערך עצמי	
0.8313	0.8313	69.1363	81.1814	1
0.9547	0.1233	9.3564	12.0451	2
0.9822	0.0275	0.5133	2.6887	3
1.0045	0.0223	1.1736	2.1754	4
1.0148	0.0103	0.5852	1.0018	5
1.0190	0.0043	0.2637	0.4166	6
1.0206	0.0016	0.1894	0.1529	7
1.0202	-0.0004	0.1366	-0.0365	8
1.0184	-0.0018	0.1027	-0.1731	9
1.0156	-0.0028	0.0484	-0.2758	10
1.0123	-0.0033	0.2105	-0.3242	11
1.0068	-0.0055	0.1314	-0.5347	12
1.0000	-0.0068		-0.6662	13

קביעת מספר הגורמים מושפעת ממספר שיקולים. מחד, ניתן לראות שממוצע הערכים העצמיים הוא 7.5, ממצא המצדיק לקיחת שני גורמים בלבד. מאידך, הערכים העצמיים 3-4 גדולים משמעותית מ-1, ונהוג להתייחס לגורמים אלה כאל גורמים משמעותיים. הבחירה בשניים או בשלושה גורמים מובילה לתוצאות דומות לממצאים שהוצגו לעיל, ולכן לא יוצגו. החידוש הוא שהפעם ניתן לפרש את התוצאות עבור ארבעה גורמים, פירוש שיוצג להלן בפרק זה.

פרק 7.2 סיבוב נטוי – ניתוח 4 גורמים ראשוניים

פרק 7.2.1 מתאמים בין הגורמים

בלוח 20 מוצגים המתאמים בין ארבעת הגורמים הראשוניים.

לוח 20 – מתאמים בין 4 הגורמים (תיקון למהימנות)

גורם 1	גורם 2	גורם 3	גורם 4
1.00	0.62	0.57	0.60
0.62	1.00	0.65	0.73
0.57	0.65	1.00	0.66
0.60	0.73	0.66	1.00

הקשר החזק בין הגורמים מצדיק סיבוב נטוי.

פרק 7.2.2 מטריצת הדפוסים

בהתאם ללוח 20 נציג רק את מטריצת הדפוסים לאחר סיבוב נטוי. התוצאות מופיעות בלוח הבא.

לוח 21 – מטריצת הדפוסים 4 גורמים (תיקון למהימנות)

גורם 4	גורם 3	גורם 2	גורם 1	
-15	7	61*	1	בגרות
17	-7	87*	3	מטלת כתיבה
-3	1	-1	100*	השלמת משפטים באנגלית
4	1	6	90*	ניסוח מחדש
9	7	5	83*	הבנת הנקרא אנגלית
16	16	58*	10	אנלוגיות
26	15	50*	4	השלמת משפטים בעברית
66*	33	9	-5	הגיון
92*	0	1	12	הבנת הנקרא בדיד
17	11	51*	14	הבנת הנקרא
-3	70*	20	12	שאלות ובעיות
-5	79*	16	2	הסקה מטבלה
17	81*	-10	2	הסקה מתרשים
הערכים המוצגים מוכפלים ב-100 ומעוגלים לשלם הקרוב ביותר. ערכים מעל 0.4 מסומנים ב*				

פרק 7.2.3 ניתוח הגורמים

ניתן לזהות שוב את גורם 1 כגורם של ידע באנגלית, את גורם 2 כהבנה ועיבוד שפה ואת גורם 3 כגורם של עיבוד כמותי. בנוסף, מניתוח זה עולה גורם משמעותי רביעי – לוגיקה מילולית. לוח זה מספק מענה לאחת השאלות המעניינות לגבי הבחינה במתכונת החדשה: מה מיקומו של המשתנה הבנת הנקרא בדיד? האם הוא שייך להבנה והסקה (חלוקה לפי פורמט) או שהוא שייך להבנת הנקרא (חלוקה לפי תוכן)? (ראה בנושא זה גם איור 4) מתוך הנתונים שהוצגו לעיל, נראה שהתשובה לשאלה זו היא שהבנת הנקרא בדיד אינו טעון על אותו הגורם כמו הבנת הנקרא, אלא טעון על גורם נפרד (תוצאה דומה נראה גם בחלק II של המחקר שלנו בו ננתח את המבחן לפי פריט בודד (ראה פרק 9.2.2 ופרק 11.3)). נשים לב שגורם 4, שמאגד את המשתנים הגיון והבנת הנקרא בדיד, מראה על המשותף לשני משתנים אלו; מאידך, ניתן לראות בבירור הבדל ביניהם: בעוד שהבנת הנקרא בדיד טעון אך ורק על הגורם הרביעי, המשתנה הגיון טעון יחסית גם על גורם 3 שהוא גורם העיבוד הכמותי (ממצא המתיישב עם ההיגיון, לאור זה שלצורך פתרון שאלות הגיון, גם אם הן מנוסחות בכתב יש צורך בכשרים מתחום החשיבה הכמותית).

חלק II ניתוח גורמים מגשש ברמת פריט בודד

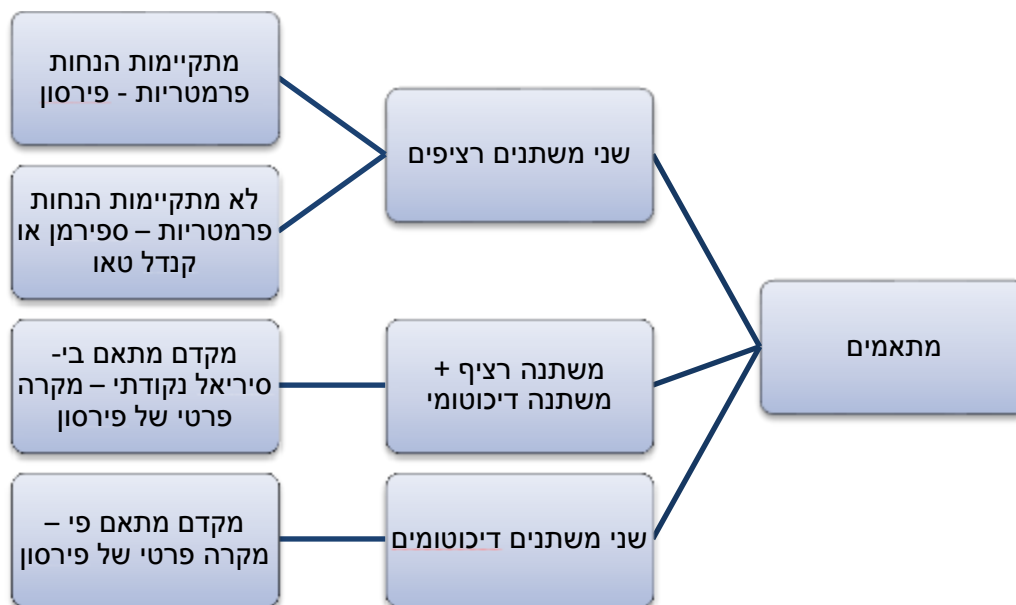
בחלק זה נבצע ניתוח פריטים ברמת הפריט הבודד. תחילה, נבצע ניתוח פריטים על פריטי המבחן כולו (פרק 9) ואז נעבור וננתח את כל אחד מתחומי הבחינה בנפרד (בפרק 10 נתאר את מבנה התחום הכמותי, בפרק 11 יתואר מבנה התחום המילולי ובפרק 12 יתואר מבנה תחום האנגלית). לפני כן, נקדיש את הפרק הבא (פרק 8) למתאמים באופן כללי ובפרט למתאם טטרורי.

פרק 8 מתאמים

כאשר השתנות של משתנה אחד קשורה בהשתנות של משתנה אחר מודדים את הקשר בעזרת מקדמי מתאם. מן הראוי להדגיש שמתאם בין משתנים מראה על עוצמת וכיוון קשר לינארי ביניהם אך לא מהווה אינדיקציה לקשר סיבתי ביניהם.

על מנת לבדוק את הקשר בין משתנים משתמשים במדדים סטטיסטיים שונים וזאת בהתאם לסוג המשתנים הנמדדים כאשר ההפרדה העיקרית היא בין משתנים רציפים לבין משתנים בדידים/דיכוטומיים. את החלוקה המרכזית לסוגים השונים ניתן לראות באיור הבא.

איור 14 - מתאמים בין משתנים



באיור 14 אנו מניחים שהמשתנה הדיכוטומי הינו משתנה דיכוטומי אמיתי (למשל: זכר או נקבה); במידה שהמשתנה איננו כזה אלא נוצר ממשתנה רציף (כמו במקרה שלנו) נהוג לבצע תיקון רציפות. התיקון עבור המקדם הבי-סריאלי נקודתי נקרא בי-סריאלי ועבור התיקון של מקדם פי המקדם נקרא (לאחר התיקון) מקדם מתאם טטרורי.

פרק 8.1 מתאם טטרקורי

תת-פרק זה מתמקד במקדם המתאם הטטרקורי בו נשתמש בפרק זה. בהתאם לאיור 14 ומה שהוסבר לאחר מכן, מקדם מתאם טטרקורי מודד קשר בין שני משתנים דיכוטומיים, כאשר שני המשתנים במהותם הם רציפים ולכן יש לתקן את המתאם ביניהם. הדבר נעשה כך (נלקח מ Digby, 1983):

- נניח כי p_1 ו p_2 הן הפרופורציות של תשובות נכונות עבור פריטים 1 ו 2 בהתאמה.
- הציון התקני ביחידות סטנדרטיות מוגדר ע"י $F(h) = p_1$ ו $F(k) = p_2$ כאשר $F(z)$ הוא השטח מתחת לעקומה הנורמלית מ z עד ∞ כלומר:

$$F(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_z^{\infty} e^{-\frac{x^2}{2}} dx$$

- בהנחה שמשתנים x ו y מתפלגים דו-נורמלי עם מתאם r ביניהם, ההסתברות של המאורע $\{x > h, y > k\}$ נתונה על-ידי
- $$L(h, k, r) = \frac{1}{2\pi\sqrt{1-r^2}} \int_k^{\infty} \int_h^{\infty} \exp\left(-\frac{x^2 + y^2 - 2rxy}{2(1-r^2)}\right) dx dy$$
- לחישוב מקדם המתאם הטטרקורי, $L(h, k, r)$ מושווה ל p_{11} - פרופורציית האנשים עם תשובה נכונה בשני הפריטים.
 - הפתרון הוא פתרון נומרי של אינטגרלים.

פרק 9 ניתוח המבחן כולו (131 פריטים)

בפרק זה ננתח את המבחן כולו שכאמור מורכב מ (ראה פרק 2.1):

- 40 שאלות בתחום הכמותי (2 פרקים * 20 שאלות)
- 47 שאלות בתחום החשיבה המילולית (2 פרקים * 23 שאלות + שאלה אחת של מטלת כתיבה)
- 44 שאלות באנגלית (2 פרקים * 22 שאלות)

מתאמים טטרקוריים חושבו בין 130 שאלות רבות הברירה, ומתאם בי-סיריאלי חושב בין כל אחת מהן לבין מטלת הכתיבה.

בפרק זה מתואר ניתוח הגורמים של פריטי הבחינה הפסיכומטרית בלבד, ולכן אוכלוסיית המחקר מונה 4,799 נבחנים שהם כלל נבחני נוסח זה (ראה דיון בפרק 3.2). בחלק זה, סוג הניתוח המתאים ביותר הוא ניתוח מרכיבים ראשיים. במטריצת הדפוסים ערך הטעינות שנקבע כבעל משמעות הוא 0.3.

לבסוף, כפי שראינו בחלק I, הגורמים השונים מתואמים ביניהם, ולכן, כפי שהוסבר שם, יש לבחון את התוצאות לאחר סיבוב נטוי; לכן, בחלק זה יוצגו רק התוצאות שהתקבלו לאחר ביצוע

סיבוב נטוי. גם הפעם השיטה שנבחרה לביצוע הסיבוב היא שיטת ה-Promax.

פרק 9.1 ערכים עצמיים

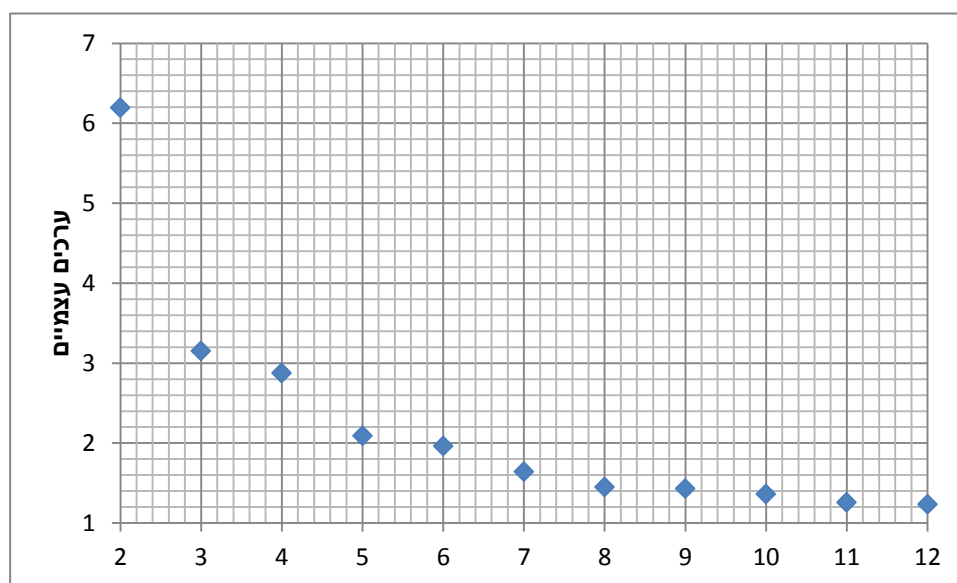
בלוח שלהלן מוצגים 12 מן הערכים העצמיים הראשוניים לאחר ניתוח מרכיבים ראשי.

לוח 22 – ערכים עצמיים עבור 131 משתנים

ערכים עצמיים: סה"כ=131 ממוצע=1				
מספר	פרופורציה	הפרש	ערך עצמי	
0.2636	0.2636	28.3445	34.5357	1
0.3109	0.0473	3.04080	6.19121	2
0.3349	0.0240	0.27916	3.15041	3
0.3569	0.0219	0.78492	2.87126	4
0.3728	0.0159	0.12570	2.08633	5
0.3878	0.0150	0.32302	1.96064	6
0.4003	0.0125	0.18986	1.63762	7
0.4113	0.0111	0.01906	1.44776	8
0.4222	0.0109	0.07133	1.42870	9
0.4326	0.0104	0.10240	1.35736	10
0.4422	0.0096	0.02486	1.25497	11
0.4515	0.0094	0.02193	1.23011	12

כפי שניתן לראות בלוח 22, מספר רב של ערכים עצמיים (למעשה עד ערך עצמי מספר 24) גדולים מ-1 כך שלא נוכל הפעם להסתמך על קריטריון קייזר. נסתכל אם כן על "גרף דרדרת", ובדומה למה שראינו באיור 8, היות שהערך העצמי הראשון גדול במידה ניכרת משאר הערכים יוצג הגרף ללא ערך עצמי 1.

איור 15 – גרף דרדרת עבור 131 פריטים



ניתן לראות באיור 15 כי השבירה היא בערך עצמי 3 או 4. נבדוק שני מבנים אלה: שלושה גורמים בפרק 9.2 וארבעה גורמים בפרק 9.3.

פרק 9.2 3 גורמים

בהתאם למה שהוסבר בפרק 9.1 בפרק זה ננתח שלושה גורמים. פרק זה מחולק ל-3 תתי-פרקים בהתאם לתחום המבחן. התוצאות מסתכמות בלוח אחד ארוך המחולק לשישה תתי-לוחות (ששת פרקי הבחינה) לצורך נוחות ההצגה והפירוש.

פרק 9.2.1 כמותי (פרקים 4+7)

בשני הלוחות הבאים מוצגים בהתאמה החלקים של מטריצת הדפוסים הכוללת, המתאימים לפרק 4 (לוח 23) ו-לפרק 7 (לוח 24).

לוח 23 – מטריצת דפוסים, 131 פריטים, 3 גורמים, תחום כמותי, חלק 1 (פרק 4)

גורם 3	גורם 2	גורם 1	
-5	48*	2	פרק 4 שאלה 1
5	45*	-6	פרק 4 שאלה 2
-3	71*	7	פרק 4 שאלה 3
-3	66*	-6	פרק 4 שאלה 4
-5	67*	2	פרק 4 שאלה 5
-3	60*	5	פרק 4 שאלה 6
5	63*	3	פרק 4 שאלה 7
10	36*	5	פרק 4 שאלה 8
23	14	2	פרק 4 שאלה 9
11	52*	0	פרק 4 שאלה 10
12	32*	4	פרק 4 שאלה 11
6	44*	6	פרק 4 שאלה 12
-1	43*	1	פרק 4 שאלה 13
7	29	-6	פרק 4 שאלה 14
31*	35*	-5	פרק 4 שאלה 15
11	55*	2	פרק 4 שאלה 16
-5	28	0	פרק 4 שאלה 17
14	44*	3	פרק 4 שאלה 18
33*	4	-11	פרק 4 שאלה 19
29	14	-3	פרק 4 שאלה 20
הערכים המוצגים מוכפלים ב-100 ומעוגלים לשלם הקרוב ביותר. ערכים מעל 0.3 מסומנים ב*			

לוח 24 – מטריצת דפוסים, 131 פריטים, 3 גורמים, תחום כמותי, חלק 2 (פרק 7)

גורם 3	גורם 2	גורם 1	
-12	64*	-1	פרק 7 שאלה 1
0	61*	1	פרק 7 שאלה 2
-7	68*	-2	פרק 7 שאלה 3
-11	69*	6	פרק 7 שאלה 4

פרק 7 שאלה 5	-1	61*	-11
פרק 7 שאלה 6	4	60*	1
פרק 7 שאלה 7	4	81*	-13
פרק 7 שאלה 8	2	65*	-7
פרק 7 שאלה 9	13	66*	-10
פרק 7 שאלה 10	13	58*	0
פרק 7 שאלה 11	0	26*	19
פרק 7 שאלה 12	0	33*	24
פרק 7 שאלה 13	3	54*	19
פרק 7 שאלה 14	5	46*	15
פרק 7 שאלה 15	-1	49*	13
פרק 7 שאלה 16	6	53*	2
פרק 7 שאלה 17	-2	41*	11
פרק 7 שאלה 18	-6	29	33*
פרק 7 שאלה 19	0	38*	14
פרק 7 שאלה 20	0	41*	11
הערכים המוצגים מוכפלים ב-100 ומעוגלים לשלם הקרוב ביותר. ערכים מעל 0.3 מסומנים ב*			

ניתן לראות בלוח 23 ובלוח 24 כי כמעט כל השאלות טעונות על גורם מספר 2. בשלב זה ניתן לשער שגורם זה מזוהה עם עיבוד כמותי, אולם בפרק הבא (פרק 9.2.2) נראה שגם התחום המילולי טעון ברובו על גורם זה ולכן נזהה גורם זה כגורם של חשיבה היסקית.

פרק 9.2.2 מילולי (פרקים 1+3+6)

בשני הלוחות הבאים מוצגים בהתאמה החלקים של מטריצת הדפוסים הכוללת המתאימים לפרקים 1+3 (לוח 25) ולפרק 6 (לוח 26).

לוח 25 – מטריצת דפוסים, 131 פריטים, 3 גורמים, תחום מילולי, חלק 1 (פרקים 1+3)

גורם 3	גורם 2	גורם 1	
44*	38*	-4	פרק 1 - מטלת כתיבה
14	32*	-6	פרק 3 שאלה 1
14	32*	9	פרק 3 שאלה 2
15	35*	1	פרק 3 שאלה 3
14	40*	-2	פרק 3 שאלה 4
24	29	10	פרק 3 שאלה 5
19	21	13	פרק 3 שאלה 6
14	43*	7	פרק 3 שאלה 7
10	47*	17	פרק 3 שאלה 8
12	31*	18	פרק 3 שאלה 9
5	35*	-8	פרק 3 שאלה 10
17	41*	9	פרק 3 שאלה 11
19	20	21	פרק 3 שאלה 12
22	35*	-1	פרק 3 שאלה 13
26	22	10	פרק 3 שאלה 14

פרק 3 שאלה 15	16	16	22
פרק 3 שאלה 16	0	12	28
פרק 3 שאלה 17	6	4	41*
פרק 3 שאלה 18	30	20	20
פרק 3 שאלה 19	12	16	38*
פרק 3 שאלה 20	14	18	38*
פרק 3 שאלה 21	10	8	48*
פרק 3 שאלה 22	18	2	58*
פרק 3 שאלה 23	11	-2	59*
הערכים המוצגים מוכפלים ב-100 ומעוגלים לשלם הקרוב ביותר. ערכים מעל 0.3 מסומנים ב*			

לוח 26 – מטריצת דפוסים, 131 פריטים, 3 גורמים, תחום מילולי, חלק 2 (פרק 6)

פרק 6 שאלה	גורם 1	גורם 2	גורם 3
פרק 6 שאלה 1	3	34*	7
פרק 6 שאלה 2	-1	41*	5
פרק 6 שאלה 3	15	47*	6
פרק 6 שאלה 4	11	30*	14
פרק 6 שאלה 5	7	26	20
פרק 6 שאלה 6	14	40*	12
פרק 6 שאלה 7	9	28	15
פרק 6 שאלה 8	13	35*	14
פרק 6 שאלה 9	8	25	25
פרק 6 שאלה 10	2	32*	14
פרק 6 שאלה 11	9	30*	20
פרק 6 שאלה 12	2	30*	25
פרק 6 שאלה 13	-3	36*	18
פרק 6 שאלה 14	9	5	28
פרק 6 שאלה 15	12	2	30*
פרק 6 שאלה 16	5	1	38*
פרק 6 שאלה 17	-10	16	36*
פרק 6 שאלה 18	4	17	38*
פרק 6 שאלה 19	9	24	33*
פרק 6 שאלה 20	10	21	34*
פרק 6 שאלה 21	1	4	51*
פרק 6 שאלה 22	6	-7	59*
פרק 6 שאלה 23	0	-6	57*
הערכים המוצגים מוכפלים ב-100 ומעוגלים לשלם הקרוב ביותר. ערכים מעל 0.3 מסומנים ב*			

אם נזכור את החלוקה לסוגי פריטים עבור התחום המילולי (איור 6) נוכל לזהות את גורם 2 (בהתאם למה שנאמר בתת-הפרק הקודם) כגורם של חשיבה היסקית ואת גורם מספר 3 כהבנת הנקרא וכתיבה.

פרק 9.2.3 אנגלית (פרקים 8+2)

בשני הלוחות הבאים מוצגים בהתאמה החלקים של מטריצת הדפוסים הכוללת המתאימים לפרק 2 (לוח 27) ולפרק 8 (לוח 28).

לוח 27 – מטריצת דפוסים, 131 פריטים, 3 גורמים, אנגלית, חלק 1 (פרק 2)

גורם 3	גורם 2	גורם 1	
2	13	45*	פרק 2 שאלה 1
-14	4	84*	פרק 2 שאלה 2
-10	4	74*	פרק 2 שאלה 3
2	-1	76*	פרק 2 שאלה 4
-3	-6	88*	פרק 2 שאלה 5
6	-17	69*	פרק 2 שאלה 6
3	-6	67*	פרק 2 שאלה 7
1	-3	73*	פרק 2 שאלה 8
-9	19	63*	פרק 2 שאלה 9
5	7	67*	פרק 2 שאלה 10
0	7	75*	פרק 2 שאלה 11
5	-5	63*	פרק 2 שאלה 12
8	1	53*	פרק 2 שאלה 13
-10	14	79*	פרק 2 שאלה 14
-11	3	76*	פרק 2 שאלה 15
-3	10	50*	פרק 2 שאלה 16
-9	16	68*	פרק 2 שאלה 17
24	-10	44*	פרק 2 שאלה 18
17	4	54*	פרק 2 שאלה 19
23	1	24	פרק 2 שאלה 20
31*	-13	31*	פרק 2 שאלה 21
25	-6	56*	פרק 2 שאלה 22
הערכים המוצגים מוכפלים ב-100 ומעוגלים לשלם הקרוב ביותר. ערכים מעל 0.3 מסומנים ב*			

לוח 28 – מטריצת דפוסים, 131 פריטים, 3 גורמים, אנגלית, חלק 2 (פרק 8)

גורם 3	גורם 2	גורם 1	
-15	18	74*	פרק 8 שאלה 1
-4	6	64*	פרק 8 שאלה 2
-5	2	72*	פרק 8 שאלה 3
2	-12	81*	פרק 8 שאלה 4
3	-6	69*	פרק 8 שאלה 5
0	7	57*	פרק 8 שאלה 6
20	-10	50*	פרק 8 שאלה 7
9	-12	63*	פרק 8 שאלה 8
-7	20	75*	פרק 8 שאלה 9
5	1	66*	פרק 8 שאלה 10
1	7	72*	פרק 8 שאלה 11

פרק 8 שאלה 12	50*	1	14
פרק 8 שאלה 13	56*	13	-7
פרק 8 שאלה 14	47*	1	4
פרק 8 שאלה 15	59*	12	1
פרק 8 שאלה 16	51*	12	-5
פרק 8 שאלה 17	69*	-1	-1
פרק 8 שאלה 18	52*	3	12
פרק 8 שאלה 19	64*	9	9
פרק 8 שאלה 20	42*	-2	9
פרק 8 שאלה 21	52*	-13	31*
פרק 8 שאלה 22	60*	-10	26
הערכים המוצגים מוכפלים ב-100 ומעוגלים לשלם הקרוב ביותר. ערכים מעל 0.3 מסומנים ב*			

ניתן לראות שכמעט כל הפריטים, הן בלוח 27 והן בלוח 28, טעונים על גורם מספר 1 ולכן נוהה אותו כגורם הידע באנגלית.

פרק 9.3 4 גורמים

כפי שראינו בפרק 9.1 ניתן לבחור גם במבנה בן ארבעה גורמים. בפרק זה נחקור פתרון זה. בדומה לפרק 9.2 גם פרק זה מחולק ל-3 תתי-פרקים בהתאם לתחומי המבחן. נדגיש שוב שמדובר למעשה בטבלה אחת ארוכה המחולקת ל-6 תתי-לוחות רק לצורך נוחות ההצגה והפירוש.

פרק 9.3.1 כמותי (פרקים 4+7)

בשני הלוחות הבאים מוצגים בהתאמה החלקים של מטריצת הדפוסים הכוללת המתאימים לפרק 4 (לוח 29) ולפרק 7 (לוח 30).

לוח 29 – מטריצת דפוסים, 131 פריטים, 4 גורמים, תחום כמותי, חלק 1 (פרק 4)

גורם 4	גורם 3	גורם 2	גורם 1	
-7	19	35*	1	פרק 4 שאלה 1
2	21	32*	-7	פרק 4 שאלה 2
-5	22	57*	7	פרק 4 שאלה 3
-7	28	47*	-6	פרק 4 שאלה 4
-8	26	49*	1	פרק 4 שאלה 5
-3	7	57*	6	פרק 4 שאלה 6
4	11	59*	4	פרק 4 שאלה 7
6	23	23	4	פרק 4 שאלה 8
19	18	6	1	פרק 4 שאלה 9
10	7	52*	1	פרק 4 שאלה 10
13	-8	43*	6	פרק 4 שאלה 11
6	1	47*	7	פרק 4 שאלה 12
-1	6	41*	2	פרק 4 שאלה 13
7	4	30*	-5	פרק 4 שאלה 14

פרק 4 שאלה 15	-3	47*	-4	31
פרק 4 שאלה 16	3	55*	7	10
פרק 4 שאלה 17	0	23	7	-5
פרק 4 שאלה 18	5	60*	-14	17
פרק 4 שאלה 19	-9	25	-17	34*
פרק 4 שאלה 20	-1	38*	-20	31*
הערכים המוצגים מוכפלים ב-100 ומעוגלים לשלם הקרוב ביותר. ערכים מעל 0.3 מסומנים ב*				

לוח 30 – מטריצת דפוסים, 131 פריטים, 4 גורמים, תחום כמותי, חלק 2 (פרק 7)

פרק 7 שאלה 1	גורם 1	גורם 2	גורם 3	גורם 4
פרק 7 שאלה 2	1	50*	18	-2
פרק 7 שאלה 3	-3	50*	26	-9
פרק 7 שאלה 4	6	54*	20	-12
פרק 7 שאלה 5	-3	35*	34*	-15
פרק 7 שאלה 6	5	60*	4	1
פרק 7 שאלה 7	4	59*	30*	-16
פרק 7 שאלה 8	1	45*	27	-10
פרק 7 שאלה 9	14	60*	10	-10
פרק 7 שאלה 10	14	57*	5	0
פרק 7 שאלה 11	2	32*	0	18
פרק 7 שאלה 12	1	36*	7	22
פרק 7 שאלה 13	4	51*	15	17
פרק 7 שאלה 14	6	47*	7	14
פרק 7 שאלה 15	0	44*	14	11
פרק 7 שאלה 16	7	53*	4	2
פרק 7 שאלה 17	-1	46*	0	11
פרק 7 שאלה 18	-3	52*	-17	35
פרק 7 שאלה 19	4	61*	-22	18
פרק 7 שאלה 20	4	62*	-21	15
הערכים המוצגים מוכפלים ב-100 ומעוגלים לשלם הקרוב ביותר. ערכים מעל 0.3 מסומנים ב*				

רואים בלוח 29 ובלוח 30 שרוב השאלות טעונות על גורם 2 ולכן נזהה גורם זה כגורם שלעומד כמותי.

פרק 9.3.2 מילולי (פרקים 1+3+6)

בשני הלוחות הבאים מוצגים בהתאמה החלקים של מטריצת הדפוסים הכוללת המתאימים לפרקים 1+3 (לוח 31) ולפרק 6 (לוח 32).

לוח 31 – מטריצת דפוסים, 131 פריטים, 4 גורמים, תחום מילולי, חלק 1 (פרקים 1+3)

גורם 4	גורם 3	גורם 2	גורם 1	
36*	39*	20	-6	פרק 1 - מטלת כתיבה
6	45*	2	-9	פרק 3 שאלה 1
6	48*	0	5	פרק 3 שאלה 2
8	38*	12	-2	פרק 3 שאלה 3
6	48*	9	-6	פרק 3 שאלה 4
17	37*	8	8	פרק 3 שאלה 5
12	37*	-2	10	פרק 3 שאלה 6
5	56*	5	3	פרק 3 שאלה 7
2	50*	13	14	פרק 3 שאלה 8
6	36*	8	15	פרק 3 שאלה 9
-1	38*	8	-10	פרק 3 שאלה 10
12	30*	24	7	פרק 3 שאלה 11
14	24	8	20	פרק 3 שאלה 12
13	52*	2	-5	פרק 3 שאלה 13
19	32*	4	8	פרק 3 שאלה 14
17	30*	-1	14	פרק 3 שאלה 15
24	13	9	-1	פרק 3 שאלה 16
37*	12	6	5	פרק 3 שאלה 17
15	25	7	28	פרק 3 שאלה 18
30*	37*	-3	9	פרק 3 שאלה 19
30*	35*	1	12	פרק 3 שאלה 20
41*	27	0	9	פרק 3 שאלה 21
50*	28	-6	17	פרק 3 שאלה 22
51*	29	-10	9	פרק 3 שאלה 23
הערכים המוצגים מוכפלים ב-100 ומעוגלים לשלם הקרוב ביותר. ערכים מעל 0.3 מסומנים ב*				

לוח 32 – מטריצת דפוסים, 131 פריטים, 4 גורמים, תחום מילולי, חלק 2 (פרק 6)

גורם 4	גורם 3	גורם 2	גורם 1	
0	47*	1	-1	פרק 6 שאלה 1
-2	46*	9	-5	פרק 6 שאלה 2
-2	54*	9	11	פרק 6 שאלה 3
8	37*	7	9	פרק 6 שאלה 4
14	32*	8	5	פרק 6 שאלה 5
6	38*	16	11	פרק 6 שאלה 6
4	61*	-14	4	פרק 6 שאלה 7
4	58*	-5	8	פרק 6 שאלה 8
19	35*	5	6	פרק 6 שאלה 9
5	49*	-1	-2	פרק 6 שאלה 10
13	38*	8	6	פרק 6 שאלה 11
18	38*	8	-1	פרק 6 שאלה 12
13	28	21	-4	פרק 6 שאלה 13
22	26	-8	7	פרק 6 שאלה 14
25	22	-8	10	פרק 6 שאלה 15
32*	25	-9	3	פרק 6 שאלה 16

פרק 6 שאלה 17	-9	29	-3	35*
פרק 6 שאלה 18	3	6	28	32*
פרק 6 שאלה 19	7	2	40*	25
פרק 6 שאלה 20	9	8	29	27
פרק 6 שאלה 21	-1	-1	23	44*
פרק 6 שאלה 22	6	-1	12	54*
פרק 6 שאלה 23	0	-2	13	51*
הערכים המוצגים מוכפלים ב-100 ומעוגלים לשלם הקרוב ביותר. ערכים מעל 0.3 מסומנים *				

בדומה למה שראינו בלוח 25 ובלוח 26 גם כאן התחום המילולי מתפצל לשניים, כך שניתן לזהות את גורם 3 כגורם של *הבנה ועיבוד שפה* ואת גורם 4 כ*הבנת הנקרא*.

פרק 9.3.3 אנגלית (פרקים 8+2)

בשני הלוחות הבאים מוצגים בהתאמה החלקים של מטריצת הדפוסים הכוללת המתאימים לפרק 2 (לוח 33) ולפרק 8 (לוח 34).

לוח 33 – מטריצת דפוסים, 131 פריטים, 4 גורמים, אנגלית, חלק 1 (פרק 2)

גורם 1	גורם 2	גורם 3	גורם 4	
פרק 2 שאלה 1	43*	1	18	-1
פרק 2 שאלה 2	83*	1	0	-12
פרק 2 שאלה 3	73*	0	3	-9
פרק 2 שאלה 4	75*	-3	4	2
פרק 2 שאלה 5	88*	-6	-1	-3
פרק 2 שאלה 6	68*	-16	-1	6
פרק 2 שאלה 7	68*	2	-10	5
פרק 2 שאלה 8	73*	2	-6	3
פרק 2 שאלה 9	62*	4	17	-11
פרק 2 שאלה 10	66*	7	2	5
פרק 2 שאלה 11	75*	7	0	0
פרק 2 שאלה 12	64*	2	-8	7
פרק 2 שאלה 13	53*	4	-1	8
פרק 2 שאלה 14	78*	7	6	-10
פרק 2 שאלה 15	75*	-1	3	-10
פרק 2 שאלה 16	49*	3	9	-4
פרק 2 שאלה 17	68*	8	9	-9
פרק 2 שאלה 18	44*	-1	-5	23
פרק 2 שאלה 19	55*	9	-1	17
פרק 2 שאלה 20	26	14	-10	23
פרק 2 שאלה 21	32*	1	-9	31
פרק 2 שאלה 22	56*	3	-4	25
הערכים המוצגים מוכפלים ב-100 ומעוגלים לשלם הקרוב ביותר. ערכים מעל 0.3 מסומנים *				

לוח 34 – מטריצת דפוסים, 131 פריטים, 4 גורמים, אנגלית, חלק 2
(פרק 8)

גורם 4	גורם 3	גורם 2	גורם 1	
-16	15	3	72*	פרק 8 שאלה 1
-4	0	6	64*	פרק 8 שאלה 2
-4	0	1	72*	פרק 8 שאלה 3
4	-7	-6	82*	פרק 8 שאלה 4
4	-1	-5	69*	פרק 8 שאלה 5
1	-4	10	57*	פרק 8 שאלה 6
20	-9	2	51*	פרק 8 שאלה 7
11	-13	0	64*	פרק 8 שאלה 8
-8	17	6	74*	פרק 8 שאלה 9
4	10	-5	65*	פרק 8 שאלה 10
1	2	6	72*	פרק 8 שאלה 11
14	-6	9	51*	פרק 8 שאלה 12
-9	16	0	55*	פרק 8 שאלה 13
2	13	-8	46*	פרק 8 שאלה 14
0	8	7	58*	פרק 8 שאלה 15
-6	12	2	50*	פרק 8 שאלה 16
0	-5	3	69*	פרק 8 שאלה 17
11	6	2	52*	פרק 8 שאלה 18
8	8	5	64*	פרק 8 שאלה 19
9	-5	3	43*	פרק 8 שאלה 20
32*	-15	6	53*	פרק 8 שאלה 21
25	-3	-2	60*	פרק 8 שאלה 22
הערכים המוצגים מוכפלים ב-100 ומעוגלים לשלם הקרוב ביותר. ערכים מעל 0.3 מסומנים ב*				

ניתן לראות שכמעט כל השאלות הן בלוח 33 והן בלוח 34 טעונות על גורם מספר 1 ולכן נזהה אותו כגורם הידע באנגלית.

פרק 10 ניתוח התחום הכמותי (40 שאלות)

פרק זה מתחיל סידרה של שלושה פרקים (יחד עם פרק 11 ופרק 12) אשר בכל אחד מהם נבצע ניתוח מרכיבים ראשי לאחד מתחומי הבחינה הפסיכומטרית בנפרד. מסיבות שיובנו במהלך הפרק פיצלנו פרק זה לשלושה תתי-פרקים. השניים הראשונים מנתחים לחוד כל אחד משני הפרקים הכמותיים (פרק 4 יבוצע בפרק 10.1 ופרק 7 יבוצע בפרק 10.2) כאשר תת-הפרק השלישי (פרק 10.3) מנתח את שני הפרקים (4+7) ביחד.

פרק 10.1 כמותי פרק 4 (20 שאלות)

כאמור תת-פרק זה מנתח את הפרק הכמותי הראשון (פרק 4).

פרק 10.1.1 ערכים עצמיים

בלוח הבא מוצגת טבלת הערכים העצמיים עבור ניתוח מרכיבים ראשיים שנעשה לפרק 4. נציג רק את 10 הערכים העצמיים הראשונים.

לוח 35 – ערכים עצמיים עבור פרק 4

ערכים עצמיים: סה"כ=20 ממוצע=1				
מס' ערך עצמי	ערך עצמי	הפרש	פרופורציה	מצטבר
1	5.7008	4.4260	0.2850	0.2850
2	1.2747	0.1665	0.0637	0.3488
3	1.1081	0.1347	0.0554	0.4042
4	0.9734	0.0197	0.0487	0.4529
5	0.9536	0.0338	0.0477	0.5005
6	0.9198	0.0428	0.0460	0.5465
7	0.8770	0.0411	0.0439	0.5904
8	0.8358	0.0505	0.0418	0.6322
9	0.7853	0.0409	0.0393	0.6714
10	0.7443	0.0198	0.0372	0.7087

בהתאם לקריטריון קיזור, ניקח שלושה גורמים ראשונים.

פרק 10.1.2 מטריצת דפוסים

בלוח הבא מוצגת מטריצת הדפוסים עבור ניתוח הגורמים שנעשה לפרק 4 עם שלושה גורמים.

לוח 36 – מטריצת דפוסים עבור פרק 4

פרק 4 שאלה	גורם 1	גורם 2	גורם 3
פרק 4 שאלה 1	63*	-16	-7
פרק 4 שאלה 2	40*	-10	20
פרק 4 שאלה 3	71*	2	9
פרק 4 שאלה 4	68*	-16	7
פרק 4 שאלה 5	72*	-7	-3
פרק 4 שאלה 6	68*	8	-10
פרק 4 שאלה 7	57*	13	17
פרק 4 שאלה 8	10	-4	63*
פרק 4 שאלה 9	-18	-2	82*
פרק 4 שאלה 10	43*	5	37*
פרק 4 שאלה 11	15	17	43*
פרק 4 שאלה 12	42*	17	10
פרק 4 שאלה 13	44*	7	3
פרק 4 שאלה 14	15	26	4
פרק 4 שאלה 15	23	42	22
פרק 4 שאלה 16	58*	27	-4
פרק 4 שאלה 17	38*	15	-29
פרק 4 שאלה 18	39*	45*	-7
פרק 4 שאלה 19	-24	79*	-2

פרק 4 שאלה 20	-4	64*	1
הערכים המוצגים מוכפלים ב-100 ומעוגלים לשלם הקרוב ביותר. ערכים מעל 0.3 מסומנים ב*			

פרק 10.1.3 ניתוח הגורמים

בהסתכלנו בלוח 36 ובהיזכרנו במבנה פרק 4 (ראה איור 5) ניתן לזהות את גורם 1 כשאלות ובעיות ואת הגורם השלישי כמסקה מטבלה. השאלה היא מה מייצג גורם מספר 2? ניתן לטעון כי גורם זה מייצג שאלות קשות (ראה תת-הפרק הבא לפירוט).

פרק 10.1.4 קושי פריט

בלוח הבא מוצג הקושי היחסי (1=הקל ביותר) של הפריטים של פרק 4.

לוח 37 - קושי יחסי של השאלות בפרק 4

שאלה	קושי יחסי
פרק 4 שאלה 1	1
פרק 4 שאלה 2	4
פרק 4 שאלה 3	6
פרק 4 שאלה 4	3
פרק 4 שאלה 5	5
פרק 4 שאלה 6	8
פרק 4 שאלה 7	11
פרק 4 שאלה 8	2
פרק 4 שאלה 9	7
פרק 4 שאלה 10	10
פרק 4 שאלה 11	14
פרק 4 שאלה 12	13
פרק 4 שאלה 13	9
פרק 4 שאלה 14	12
פרק 4 שאלה 15	16
פרק 4 שאלה 16	15
פרק 4 שאלה 17	17
פרק 4 שאלה 18	18
פרק 4 שאלה 19	19
פרק 4 שאלה 20	20

נציג את שתי השאלות האחרונות לצורך המחשה, ונשאיר לקורא להחליט האם אכן מדובר בשאלות קשות.

איור 16 – שתי השאלות האחרונות מפרק 4

19. A, B ו-C הן אותיות המייצגות ספרות שונות בין 0 ל-9.

$$\begin{array}{r} \text{AA} \\ \times \text{BB} \\ \hline \text{ACA} \end{array}$$

איזה נון המספרים הבאים יכול להיות AA?

(1) 77

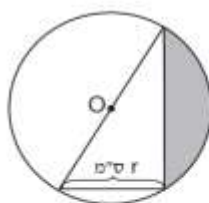
(2) 66

(3) 55

(4) 44

20. בסרטוט שלפניכם מנגל שמרכזו O ורדיוסו r ס"מ.

לפי נתונים אלה והנתונים שבסרטוט, מה גודל השטח הכהה (בסמ"ר)?



(1) $\left(\frac{\pi}{2} - \frac{\sqrt{3}}{3}\right)r^2$

(2) $\left(\frac{\pi}{2} - \frac{\sqrt{3}}{4}\right)r^2$

(3) $\left(\frac{\pi}{3} - \frac{\sqrt{3}}{3}\right)r^2$

(4) $\left(\frac{\pi}{3} - \frac{\sqrt{3}}{4}\right)r^2$

נעיר כי התשובה הנכונה לשתי השאלות היא תשובה מספר (4).

פרק 10.2 כמותי פרק 7 (20 שאלות)

תת-פרק זה מנתח את הפרק השני הכמותי (פרק 7).

פרק 10.2.1 ערכים עצמיים

בלוח הבא מוצגת טבלת הערכים העצמיים עבור ניתוח מרכיבים ראשיים שנעשה לפרק 7. נציג רק את 10 הערכים העצמיים הראשונים.

לוח 38 – ערכים עצמיים עבור פרק 7

ערכים עצמיים: סה"כ=20 ממוצע=1				
מספר	פרופורציה	הפרש	ערך עצמי	
0.3680	0.3680	5.9695	7.3602	1
0.4375	0.0695	0.1692	1.3907	2
0.4986	0.0611	0.2987	1.2214	3
0.5447	0.0461	0.1095	0.9227	4

0.5854	0.0407	0.0741	0.8132	5
0.6224	0.0370	0.0352	0.7391	6
0.6576	0.0352	0.0164	0.7038	7
0.6919	0.0344	0.0132	0.6874	8
0.7256	0.0337	0.0376	0.6742	9
0.7575	0.0318	0.0160	0.6367	10

בהתאם לקריטריון קייזר, ניקח שלושה גורמים ראשוניים.

פרק 10.2.2 מטריצת הדפוסים

בלוח הבא מוצגת מטריצת הדפוסים עבור ניתוח הגורמים שנעשה לפרק 4 עם שלושה גורמים.

לוח 39 – מטריצת הדפוסים עבור פרק 7

גורם 3	גורם 2	גורם 1	
1	-16	78*	פרק 7 שאלה 1
15	7	52*	פרק 7 שאלה 2
-1	10	62*	פרק 7 שאלה 3
-6	31*	54*	פרק 7 שאלה 4
7	-25	76*	פרק 7 שאלה 5
-5	54*	29	פרק 7 שאלה 6
5	12	72*	פרק 7 שאלה 7
-1	-1	74*	פרק 7 שאלה 8
-8	42*	50*	פרק 7 שאלה 9
1	49*	33*	פרק 7 שאלה 10
72	-4	-8	פרק 7 שאלה 11
77*	-4	0	פרק 7 שאלה 12
70*	9	16	פרק 7 שאלה 13
60*	10	13	פרק 7 שאלה 14
30*	16	26	פרק 7 שאלה 15
5	43*	27	פרק 7 שאלה 16
36*	18	10	פרק 7 שאלה 17
22	65*	-22	פרק 7 שאלה 18
1	77*	-11	פרק 7 שאלה 19
1	64*	-4	פרק 7 שאלה 20
הערכים המוצגים מוכפלים ב-100 ומעוגלים לשלם הקרוב ביותר. ערכים מעל 0.3 מסומנים ב*			

פרק 10.2.3 ניתוח הגורמים

בהסתכלנו בלוח 39 ובהיזכרנו במבנה פרק 4 (ראה איור 5) ניתן לזהות את גורם 1 כשאלות ובעיות ואת גורם 3 כמסקה מתרשים. השאלה היא שוב מה מייצג גורם מספר 2? שוב ניתן לטעון כי הוא מייצג שאלות קשות (ראה תת-הפרק הבא לפירוט).

פרק 10.2.4 קושי פריט

בלוח הבא מוצג הקושי היחסי (1=הקל ביותר) של הפריטים של פרק 7.

לוח 40 - קושי יחסי של השאלות בפרק 7

שאלה	ממוצע
פרק 7 שאלה 1	1
פרק 7 שאלה 2	6
פרק 7 שאלה 3	4
פרק 7 שאלה 4	7
פרק 7 שאלה 5	2
פרק 7 שאלה 6	8
פרק 7 שאלה 7	5
פרק 7 שאלה 8	3
פרק 7 שאלה 9	10
פרק 7 שאלה 10	13
פרק 7 שאלה 11	9
פרק 7 שאלה 12	11
פרק 7 שאלה 13	17
פרק 7 שאלה 14	15
פרק 7 שאלה 15	14
פרק 7 שאלה 16	12
פרק 7 שאלה 17	16
פרק 7 שאלה 18	19
פרק 7 שאלה 19	18
פרק 7 שאלה 20	20

פרק 10.3 כמותי פרקים 7+4 (40 שאלות)

ראינו בפרק 10.1 פרק 10.2 שבכל אחד מהם מתגלים סוגי הפריטים האופייניים לכל פרק. בחלק הבא נבדק המבנה הגורמי כאשר מאחדים את שני הפרקים. בפרט, בדקנו האם שני סוגי הפריטים הסקה מטבלה והסקה מתרשים דומים מספיק ומודדים אותו דבר, מה שיגרום להם להתאחד לגורם אחד? או שהם שונים דיים כדי ליצור שני גורמים? תת-פרק זה עונה על שאלה זו בעזרת ניתוח שני הפרקים הכמותיים (פרקים 4 ו 7) ביחד.

פרק 10.3.1 ערכים עצמיים

בלוח הבא מוצגת טבלת הערכים העצמיים עבור ניתוח מרכיבים ראשיים שנעשה לפרק 4 ולפרק 7 ביחד. נציג רק את 10 הערכים העצמיים הראשונים.

לוח 41 - ערכים עצמיים עבור פרקים 4+7

ערכים עצמיים: סה"כ=40 ממוצע=1				
	ערך עצמי	הפרש	פרופורציה	מצטבר
1	12.2375	10.4182	0.3059	0.3059
2	1.8194	0.3157	0.0455	0.3514
3	1.5037	0.3137	0.0376	0.3890
4	1.1900	0.1087	0.0297	0.4188
5	1.0812	0.0561	0.0270	0.4458
6	1.0251	0.0285	0.0256	0.4714
7	0.9966	0.0412	0.0249	0.4963
8	0.9554	0.0301	0.0239	0.5202
9	0.9253	0.0378	0.0231	0.5434
10	0.8875	0.0214	0.0222	0.5655

הפעם, בניגוד למקרה של ניתוח הפרקים הבודדים, הממצאים אינם חד-משמעיים. בפרט, נראה שגם פתרון של ארבעה גורמים אינו מתאר באופן מדויק את המבנה הפנימי של הבחינה (הגורם הרביעי לא יוצא טעון באף שאלה). לכן, בהיזכרנו בניתוח הגורמים של הפרקים הבודדים, ניקח שלושה גורמים.

פרק 10.3.2 מטריצת דפוסים

בשני הלוחות הבאים מוצגות מטריצות הדפוסים עבור ניתוח הגורמים שנעשה לפרקים 4+7 ביחד עם שלושה גורמים. הטבלה מחולקת לשני לוחות רק לצורך נוחות ההצגה ולמעשה מדובר בטבלה אחת ארוכה.

לוח 42 - מטריצת דפוסים עבור פרקים 4+7, חלק 1

גורם 3	גורם 2	גורם 1	
-6	7	47*	פרק 4 שאלה 1
-15	41*	24	פרק 4 שאלה 2
2	17	63*	פרק 4 שאלה 3
-7	14	57*	פרק 4 שאלה 4
9	-3	65*	פרק 4 שאלה 5
18	-2	55*	פרק 4 שאלה 6
13	27	42*	פרק 4 שאלה 7
-8	45*	16	פרק 4 שאלה 8
-14	58*	-7	פרק 4 שאלה 9
10	43*	23	פרק 4 שאלה 10
23	41*	-2	פרק 4 שאלה 11
23	15	28	פרק 4 שאלה 12
18	0	35*	פרק 4 שאלה 13
10	8	18	פרק 4 שאלה 14
35*	44*	-6	פרק 4 שאלה 15
31*	11	37*	פרק 4 שאלה 16
5	-15	35*	פרק 4 שאלה 17
58*	-8	26	פרק 4 שאלה 18

פרק 4 שאלה 19	-22	-4	60*
פרק 4 שאלה 20	-9	2	57*
הערכים המוצגים מוכפלים ב-100 ומעוגלים לשלם הקרוב ביותר. ערכים מעל 0.3 מסומנים ב*			

לוח 43 – מטריצת דפוסים עבור פרקים 4+7, חלק 2

גורם 3	גורם 2	גורם 1	
-28	9	71*	פרק 7 שאלה 1
1	18	51*	פרק 7 שאלה 2
0	1	65*	פרק 7 שאלה 3
10	-8	71*	פרק 7 שאלה 4
-22	8	65*	פרק 7 שאלה 5
32*	-6	51*	פרק 7 שאלה 6
-8	6	82*	פרק 7 שאלה 7
-10	0	72*	פרק 7 שאלה 8
19	-7	67*	פרק 7 שאלה 9
28	3	50*	פרק 7 שאלה 10
9	62*	-15	פרק 7 שאלה 11
1	69*	-5	פרק 7 שאלה 12
8	62*	17	פרק 7 שאלה 13
9	50*	16	פרק 7 שאלה 14
8	33*	27	פרק 7 שאלה 15
28	1	42*	פרק 7 שאלה 16
14	33*	14	פרק 7 שאלה 17
58*	25	-11	פרק 7 שאלה 18
63*	-6	13	פרק 7 שאלה 19
54*	-3	19	פרק 7 שאלה 20
הערכים המוצגים מוכפלים ב-100 ומעוגלים לשלם הקרוב ביותר. ערכים מעל 0.3 מסומנים ב*			

פרק 10.3.3 ניתוח הגורמים

ניתן לזהות את הגורם הראשון משאלות ובעיות. הגורם השני מאחד את שני סוגי השאלות האחרות מכל אחד משני הפרקים לחוד ונוחה אותו כגורם *הסקה גרפית*. לבסוף, הגורם השלישי הוא גורם השאלות הקשות.

פרק 11 ניתוח התחום המילולי – פרקים 1+3+6 (47 שאלות)

פרק זה מנתח בנפרד את התחום המילולי בלבד (פרקים 1+3+6).

פרק 11.1 ערכים עצמיים

בלוח הבא מוצגת טבלת הערכים העצמיים עבור ניתוח מרכיבים ראשיים שנעשה לפרקים 1, 3 ו-6 ביחד. נציג רק את 10 הערכים העצמיים הראשונים.

לוח 44 - ערכים עצמיים עבור פרקים 1+3+6

ערכים עצמיים: סה"כ=47 ממוצע=1				
	ערך עצמי	הפרש	פרופורציה	מצטבר
1	11.5695	9.4322	0.2462	0.2462
2	2.1373	0.5675	0.0455	0.2916
3	1.5698	0.1073	0.0334	0.3250
4	1.4625	0.2752	0.0311	0.3562
5	1.1873	0.0605	0.0253	0.3814
6	1.1268	0.0458	0.0240	0.4054
7	1.0810	0.0683	0.0230	0.4284
8	1.0127	0.0247	0.0215	0.4499
9	0.9879	0.0222	0.0210	0.4710
10	0.9657	0.0314	0.0205	0.4915

מתברר שניתן לפרש רק את שלושת הגורמים הראשונים ולכן נבצע ניתוח מרכיבים ראשיים עם שלושה גורמים.

פרק 11.2 מטריצת דפוסים

בשני הלוחות הבאים מוצגות מטריצות הדפוסים עבור ניתוח הגורמים שנעשה לפרקים 1+3+6 ביחד עם שלושה גורמים. הטבלה מחולקת לשני לוחות רק לצורך נוחות ההצגה ולמעשה מדובר בטבלה אחת ארוכה.

לוח 45 - מטריצת דפוסים עבור פרקים 1+3+6, חלק 1

פרק 1 - מטלת כתיבה	גורם 1	גורם 2	גורם 3
פרק 3 שאלה 1	59*	-2	20
פרק 3 שאלה 2	40*	9	-3
פרק 3 שאלה 3	53*	3	3
פרק 3 שאלה 4	57*	-2	0
פרק 3 שאלה 5	56*	4	-2
פרק 3 שאלה 6	50*	6	10
פרק 3 שאלה 7	38*	14	3
פרק 3 שאלה 8	10	58*	0
פרק 3 שאלה 9	13	67*	-4
פרק 3 שאלה 10	-12	73*	0
פרק 3 שאלה 11	12	35*	-11
פרק 3 שאלה 12	19	46*	0
פרק 3 שאלה 13	-7	63*	3
פרק 3 שאלה 14	35*	24	2
פרק 3 שאלה 15	19	33*	6
פרק 3 שאלה 16	26	22	7
פרק 3 שאלה 17	7	27	5
פרק 3 שאלה 18	7	20	24
פרק 3 שאלה 19	-3	50*	22
פרק 3 שאלה 20	11	24	34*
	7	16	51*

פרק 3 שאלה 21	2	11	57*
פרק 3 שאלה 22	-6	9	79*
פרק 3 שאלה 23	-6	1	79*
הערכים המוצגים מוכפלים ב-100 ומעוגלים לשלם הקרוב ביותר. ערכים מעל 0.3 מסומנים ב*			

לוח 46 - מטריצת דפוסים עבור פרקים 1+3+6, חלק 2

גורם 3	גורם 2	גורם 1	
-11	5	53*	פרק 6 שאלה 1
2	-20	69*	פרק 6 שאלה 2
-2	16	58*	פרק 6 שאלה 3
2	7	50*	פרק 6 שאלה 4
9	-10	57*	פרק 6 שאלה 5
3	17	46*	פרק 6 שאלה 6
-5	25	38*	פרק 6 שאלה 7
-5	39*	32*	פרק 6 שאלה 8
3	37*	19	פרק 6 שאלה 9
-6	34*	25	פרק 6 שאלה 10
0	44*	17	פרק 6 שאלה 11
8	48*	4	פרק 6 שאלה 12
-1	42*	10	פרק 6 שאלה 13
3	42*	-2	פרק 6 שאלה 14
11	52*	-19	פרק 6 שאלה 15
16	30*	0	פרק 6 שאלה 16
12	3	23	פרק 6 שאלה 17
39*	8	16	פרק 6 שאלה 18
39*	2	30	פרק 6 שאלה 19
48*	-7	27	פרק 6 שאלה 20
64*	-12	7	פרק 6 שאלה 21
65*	0	-5	פרק 6 שאלה 22
66*	-3	-9	פרק 6 שאלה 23
הערכים המוצגים מוכפלים ב-100 ומעוגלים לשלם הקרוב ביותר. ערכים מעל 0.3 מסומנים ב*			

פרק 11.3 ניתוח הגורמים

בהסתכלנו בלוח 45 ובלוח 46 ובהיזכרנו במבנה הפרקים 3+6 (ראה איור 6) ניתן לזהות את גורם 1 ככתיבה ואנלוגיות, את הגורם השני משאלות הגיון, ולבסוף את הגורם השלישי משאלות הבנה הנקרא (הלא בדיד!). תוצאה זו מספקת חיזוק נוסף לממצאים של תת-פרק 7.2.3 (לאחר הכנסת תיקון למהימנויות) ולאלה של תת-פרק 9.2.2 בניתוח התחום המילולי כחלק מכל המבחן (131 שאלות ביחד); שם וכאן אנו רואים שהבנת הנקרא בדיד לא מצטרף להבנת הנקרא; הבנת הנקרא יוצר גורם בפני עצמו.

הסבר אפשרי אחד הוא שהשאלות בהבנת הנקרא הן בעלות גזע משותף, כך שנוצר קשר חזק ביכולת לענות על השאלות והצלחה בכל השאלות תלויה בהבנת הקטע המשותף. יתכן שמאפיין זה גורם לכך ששאלות אלו מתאחדות לכדי גורם מבודד.

פרק 12 ניתוח אנגלית – פרקים 2+8 (44 שאלות)

פרק זה מנתח בנפרד את תחום האנגלית בלבד (פרקים 2+8).

פרק 12.1 ערכים עצמיים

בלוח הבא מוצגת טבלת הערכים העצמיים עבור ניתוח מרכיבים ראשיים שנעשה לפרק 2 ולפרק 8 ביחד. נציג רק את 10 הערכים העצמיים הראשונים.

לוח 47 – ערכים עצמיים עבור פרקים 2+8

ערכים עצמיים: סה"כ=44 ממוצע=1				
מצטבר	פרופורציה	הפרש	ערך עצמי	
0.4369	0.4369	17.5215	19.2250	1
0.4756	0.0387	0.3955	1.7035	2
0.5054	0.0297	0.3584	1.3080	3
0.5270	0.0216	0.0324	0.9496	4
0.5478	0.0208	0.0551	0.9172	5
0.5674	0.0196	0.0244	0.8622	6
0.5864	0.0190	0.0189	0.8377	7
0.6050	0.0186	0.0472	0.8189	8
0.6226	0.0175	0.0293	0.7716	9
0.6395	0.0169	0.0166	0.7423	10

שוב נשאלת השאלה כמה גורמים יש לקחת. לפי קריטריון קייזר יש לקחת שלושה גורמים. עם זאת, מהתבוננות בנימוכים בהמשך ניתן יהיה לראות שאפילו פתרון של שני גורמים הינו קשה לפירוש. בשני תתי-הפרקים הבאים נציג פתרון עבור שני גורמים (פרק 12.2) ועבור שלושה גורמים (פרק 12.4).

פרק 12.2 מטריצת דפוסים 2 גורמים

בשני הלוחות הבאים מוצגות מטריצות הדפוסים עבור ניתוח הגורמים שנעשה לפרק 2 ולפרק 8 ביחד עם שני גורמים. הטבלה מחולקת לשני לוחות רק לצורך נוחות ההצגה ולמעשה מדובר בטבלה אחת ארוכה.

לוח 48 – מטריצת דפוסים עבור פרקים 2+8, 2 גורמים, חלק 1

גורם 2	גורם 1	
3	53*	פרק 2 שאלה 1
-3	84*	פרק 2 שאלה 2
12	63*	פרק 2 שאלה 3
17	64*	פרק 2 שאלה 4
19	69*	פרק 2 שאלה 5
13	52*	פרק 2 שאלה 6
34*	38*	פרק 2 שאלה 7

פרק 2 שאלה 8	41*	39*
פרק 2 שאלה 9	71*	1
פרק 2 שאלה 10	48*	33*
פרק 2 שאלה 11	58*	28
פרק 2 שאלה 12	41*	29
פרק 2 שאלה 13	37*	27
פרק 2 שאלה 14	82*	2
פרק 2 שאלה 15	81*	-8
פרק 2 שאלה 16	52*	6
פרק 2 שאלה 17	77*	-1
פרק 2 שאלה 18	-4	67*
פרק 2 שאלה 19	38*	36
פרק 2 שאלה 20	-20	70*
פרק 2 שאלה 21	-19	72*
פרק 2 שאלה 22	31*	44*
הערכים המוצגים מוכפלים ב-100 ומעוגלים לשלם הקרוב ביותר. ערכים מעל 0.3 מסומנים ב*		

לוח 49 - מטריצת דפוסים עבור פרקים 2+8, 2 גורמים, חלק 2

גורם 2	גורם 1	
פרק 8 שאלה 1	94*	-18
פרק 8 שאלה 2	57*	13
פרק 8 שאלה 3	59*	17
פרק 8 שאלה 4	50*	33*
פרק 8 שאלה 5	32*	44*
פרק 8 שאלה 6	31*	39*
פרק 8 שאלה 7	5	62*
פרק 8 שאלה 8	14	58*
פרק 8 שאלה 9	86*	1
פרק 8 שאלה 10	50*	27
פרק 8 שאלה 11	61*	23
פרק 8 שאלה 12	16	53*
פרק 8 שאלה 13	74*	-14
פרק 8 שאלה 14	48*	4
פרק 8 שאלה 15	64*	6
פרק 8 שאלה 16	67*	-11
פרק 8 שאלה 17	58*	15
פרק 8 שאלה 18	40*	28
פרק 8 שאלה 19	66*	12
פרק 8 שאלה 20	31*	20
פרק 8 שאלה 21	20	51
פרק 8 שאלה 22	48*	26
הערכים המוצגים מוכפלים ב-100 ומעוגלים לשלם הקרוב ביותר. ערכים מעל 0.3 מסומנים ב*		

ניתן לראות שרוב השאלות טעונות על גורם 1 שאותו נוהה לכן כגורם ידע כללי באנגלית. גורם 2 פחות ברור, ויתכן שוב שמדובר בגורם קושי השאלות.

פרק 12.3 קושי פריט

בתת-הפרק הקודם התעוררה שאלה לגבי משמעותו של גורם 2, ועלתה ההשערה שהוא מייצג גורם של קושי השאלה. נציג בשני הלוחות הבאים את הקושי היחסי (1=הקל ביותר) של השאלות בפרקים 2+8 ונשאיר לשיקול דעת הקורא האם גורם 2 הינו אכן גורם קושי.

לוח 50 - קושי יחסי של השאלות בפרק 2

שאלה	ממוצע
פרק 2 שאלה 1	4
פרק 2 שאלה 2	6
פרק 2 שאלה 3	8
פרק 2 שאלה 4	9
פרק 2 שאלה 5	10
פרק 2 שאלה 6	14
פרק 2 שאלה 7	13
פרק 2 שאלה 8	19
פרק 2 שאלה 9	3
פרק 2 שאלה 10	11
פרק 2 שאלה 11	12
פרק 2 שאלה 12	20
פרק 2 שאלה 13	17
פרק 2 שאלה 14	7
פרק 2 שאלה 15	1
פרק 2 שאלה 16	2
פרק 2 שאלה 17	5
פרק 2 שאלה 18	21
פרק 2 שאלה 19	15
פרק 2 שאלה 20	18
פרק 2 שאלה 21	22
פרק 2 שאלה 22	16

לוח 51 - קושי יחסי של השאלות בפרק 8

שאלה	ממוצע
פרק 8 שאלה 1	1
פרק 8 שאלה 2	5
פרק 8 שאלה 3	7
פרק 8 שאלה 4	16
פרק 8 שאלה 5	14
פרק 8 שאלה 6	17
פרק 8 שאלה 7	22
פרק 8 שאלה 8	20
פרק 8 שאלה 9	3
פרק 8 שאלה 10	9
פרק 8 שאלה 11	12
פרק 8 שאלה 12	19
פרק 8 שאלה 13	4

15	פרק 8 שאלה 14
8	פרק 8 שאלה 15
2	פרק 8 שאלה 16
11	פרק 8 שאלה 17
13	פרק 8 שאלה 18
6	פרק 8 שאלה 19
21	פרק 8 שאלה 20
18	פרק 8 שאלה 21
10	פרק 8 שאלה 22

פרק 12.4 מטריצת דפוסים 3 גורמים

בשני הלוחות הבאים מוצגות מטריצות הדפוסים עבור ניתוח הגורמים שנעשה לפרק 2 ולפרק 8 ביחד עם שלושה גורמים. הטבלה מחולקת לשני לוחות רק לצורך נוחות ההצגה ולמעשה מדובר בטבלה אחת ארוכה.

לוח 52 - מטריצת דפוסים עבור פרקים 2+8, 3 גורמים, חלק 1

גורם 3	גורם 2	גורם 1	
3	3	51*	פרק 2 שאלה 1
6	-3	80*	פרק 2 שאלה 2
-6	16	67*	פרק 2 שאלה 3
6	16	62*	פרק 2 שאלה 4
-5	23	72*	פרק 2 שאלה 5
-6	17	55*	פרק 2 שאלה 6
-10	38*	46*	פרק 2 שאלה 7
0	39*	45*	פרק 2 שאלה 8
1	3	70*	פרק 2 שאלה 9
3	32*	50*	פרק 2 שאלה 10
10	25	56*	פרק 2 שאלה 11
9	26	39*	פרק 2 שאלה 12
7	25	36*	פרק 2 שאלה 13
12	1	76*	פרק 2 שאלה 14
18	-12	71*	פרק 2 שאלה 15
24	-1	41*	פרק 2 שאלה 16
20	-5	67*	פרק 2 שאלה 17
1	64*	2	פרק 2 שאלה 18
41	22	22	פרק 2 שאלה 19
14	62*	-19	פרק 2 שאלה 20
39*	55*	-29	פרק 2 שאלה 21
49*	26	13	פרק 2 שאלה 22
הערכים המוצגים מוכפלים ב-100 ומעוגלים לשלם הקרוב ביותר. ערכים מעל 0.3 מסומנים ב*			

לוח 53 - מטריצת דפוסים עבור פרקים 2+8, 3 גורמים, חלק 2

גורם 3	גורם 2	גורם 1	
8	-17	88*	פרק 8 שאלה 1
3	13	56*	פרק 8 שאלה 2

פרק 8 שאלה 3	60*	19	-1
פרק 8 שאלה 4	54*	35*	-4
פרק 8 שאלה 5	37*	44*	-1
פרק 8 שאלה 6	34*	39*	-1
פרק 8 שאלה 7	6	57*	11
פרק 8 שאלה 8	22	59*	-6
פרק 8 שאלה 9	82*	2	6
פרק 8 שאלה 10	52*	28	-1
פרק 8 שאלה 11	60*	22	6
פרק 8 שאלה 12	16	48*	10
פרק 8 שאלה 13	66*	-16	13
פרק 8 שאלה 14	44*	2	10
פרק 8 שאלה 15	58*	3	13
פרק 8 שאלה 16	50*	-21	35*
פרק 8 שאלה 17	46*	7	27
פרק 8 שאלה 18	17	9	56*
פרק 8 שאלה 19	46*	-2	46*
פרק 8 שאלה 20	15	7	38*
פרק 8 שאלה 21	-4	28	63*
פרק 8 שאלה 22	17	0	75*
הערכים המוצגים מוכפלים ב-100 ומעוגלים לשלם הקרוב ביותר. ערכים מעל 0.3 מסומנים ב*			

ראשית, שוב ניתן לראות שרוב השאלות טעונות על גורם 1 ולכן נזהה אותו כגורם שלידע כללי באנגלית. כדי לנסות ולפרש את שני הגורמים הנוספים ניזכר במבנה תחום האנגלית (איור 7), ושוב ניתן לשער כי גורם 2 הינו גורם המייצג שאלות קשות ואת גורם 3 כשאלות קשות בהבנת הנקרא.

פרק 12.5 סיכום

ראינו בלוח 48, לוח 49, לוח 52 ובלוח 53 שרוב השאלות טעונות על גורם 1 אותו זיהינו כגורם של ידע כללי באנגלית. גם במקרה של שני גורמים וגם במקרה של שלושה גורמים קשה היה לתת משמעות לגורמים האחרים. כל זאת מביא אותנו למסקנה **שעבור תחום האנגלית יש רק גורם אחד**, מה שלמעשה אומר שהאנגלית מהווה מקשה אחת אחידה. תוצאה זו קשורה אולי לממצאים שהוצגו בחלק I של עבודה זו; שם ראינו שהאנגלית תמיד יוצרת גורם נפרד (אולי בגלל המתאמים הגבוהים יחסית בין חלקיה; ראה בהקשר זה את לוח 3).

חלק III ניתוח גורמים מאשש ברמת סוג פריט

בחלק זה של עבודה זו בוצע ניתוח גורמים מאשש ברמת סוג פריט כאשר נבדקו שני מודלים : הראשון מודל סטנדרטי (פרק 14), והשני וריאציה לא סטנדרטית למודל הראשון (פרק 15). הפרק הבא (פרק 13) יציג את תיאור הבחינה שאותה ננתח.

פרק 13 בחינה Y

לצורך ניתוח הגורמים המאשש שנעשה בפרק זה נלקח נוסח אחר של הבחינה הפסיכומטרית. הנוסח שנבחר הוא נוסח Y שהועבר גם הוא במועד דצמבר 2012 (בשפה העברית). בנוסח זה נבחנו 3,704 אנשים.

פרק 13.1 מבנה הבחינה

מבנה נוסח בחינה Y דומה מאוד לזה של נוסח X אותו ניתחנו בחלקים I-II של עבודה זו (ראה איור 4) בהבדל אחד : בנוסח זה לא היה חלק של הסקה מטבלה בתחום הכמותי אלא שאלות של הסקה מתרשים בכל אחד משני הפרקים הכמותיים. למרות שהפעם לא נזדקק למבנה המדויק של החלוקה הפנימית של הפריטים לחלקי המבחן השונים, נתעד לצורך שלמות ההצגה בלוח 54 את המבנה המדויק של בחינה זו.

לוח 54 - מבנה בחינה Y

תחום	סוג פריטים	מספרי הפריטים
חשיבה כמותית (פרקים 2+6)	שאלות ובעיות	פרק 2 שאלות 1-8, 13-20 פרק 6 שאלות 1-8, 13-20
	הסקה מתרשים	פרק 2 שאלות 9-12 פרק 6 שאלות 9-12
חשיבה מילולית (פרקים 1+8+9)	מטלת כתיבה	פרק 9
	אנלוגיות	פרק 1 שאלות 1-6 פרק 8 שאלות 1-6
	השלמת משפטים בעברית	פרק 1 שאלות 15-17 פרק 8 שאלות 12-14
	הגיון	פרק 1 שאלות 7-10, 13 פרק 8 שאלות 7, 9, 11, 16-17
	הבנת הנקרא בדיד	פרק 1 שאלות 11, 12, 14 פרק 8 שאלות 8, 10, 15
	הבנת הנקרא	פרק 1 שאלות 18-23 פרק 8 שאלות 18-23
	השלמת משפטים באנגלית	פרק 3 שאלות 1-8
אנגלית (פרקים 3+7)		

פרק 7 שאלות 1-8	ניסוח מחדש	
פרק 3 שאלות 9-12		
פרק 7 שאלות 9-12	הבנת הנקרא אנגלית	
פרק 3 שאלות 13-22		
פרק 7 שאלות 13-22		

פרק 13.2 סטטיסטיקה תיאורית

בפרק זה נציג סטטיסטיקה תיאורית של בחינה Y וזאת בדומה למה שנעשה בפרק 3.3 עבור נוסח X.

פרק 13.2.1 ממוצעים וסטיות תקן

בלוח הבא מוצגים הממוצעים וסטיות התקן של המשתנים שלנו (סוגי הפריטים).

לוח 55 - ממוצעים וסטיות תקן עבור בחינה Y

משתנה	ממוצע	מספר שאלות	קושי	סטיית תקן	מהימנות
שאלות ובעיות	20.70	32	0.65	5.73	0.84
הסקה מתרשים	4.68	8	0.59	1.84	0.55
מטלת כתיבה	14.35	24	0.60	4.08	0.50
אנלוגיות	7.81	12	0.65	2.28	0.60
השלמת משפטים בעברית	3.60	6	0.60	1.44	0.46
היגיון	6.86	10	0.69	1.84	0.55
הבנת הנקרא בדיד	4.21	6	0.70	1.43	0.50
הבנת הנקרא	7.41	12	0.62	2.91	0.77
השלמת משפטים באנגלית	12.06	16	0.75	3.66	0.85
ניסוח מחדש	5.66	8	0.71	1.90	0.67
הבנת הנקרא אנגלית	13.29	20	0.66	4.22	0.82

עמודת המהימנות חושבה לפי אלפא של קרונבך (Cronbach, 1951) כאשר עבור מטלת הכתיבה נלקח אומדן מהימנות של 0.5.

לוח זה הינו בר-השוואה ללוח 2 המציג נתונים דומים עבור בחינה X.

פרק 13.2.2 מתאמים

בלוח הבא מוצגים המתאמים בין המשתנים השונים.

לוח 56 - מתאמים בין 11 משתני בחינה Y

N=3,709	שאלות ובעיות	הסקה מתרשים	מטלת כתיבה	אנלוגיות	השלמת משפטים בעברית	היגיון	הבנת הנקרא בדיד	הבנת הנקרא	השלמת משפטים באנגלית	ניסוח מחדש	הבנת הנקרא אנגלית
שאלות ובעיות	1.00	0.57	0.40	0.54	0.39	0.50	0.43	0.50	0.46	0.50	0.52

0.42	0.38	0.36	0.41	0.38	0.42	0.31	0.41	0.30	1.00	0.57	הסקה מתרשים
0.42	0.38	0.39	0.47	0.40	0.40	0.36	0.46	1.00	0.30	0.40	מטלת כתיבה
0.49	0.46	0.46	0.49	0.44	0.47	0.41	1.00	0.46	0.41	0.54	אנלוגיות
0.38	0.38	0.30	0.43	0.42	0.43	1.00	0.41	0.36	0.31	0.39	השלמת משפטים בעברית
0.46	0.43	0.40	0.46	0.52	1.00	0.43	0.47	0.40	0.42	0.50	היגיון
0.46	0.44	0.41	0.48	1.00	0.52	0.42	0.44	0.40	0.38	0.43	הבנת הנקרא בדיד
0.58	0.50	0.48	1.00	0.48	0.46	0.43	0.49	0.47	0.41	0.50	הבנת הנקרא
0.81	0.74	1.00	0.48	0.41	0.40	0.30	0.46	0.39	0.36	0.46	השלמת משפטים באנגלית
0.75	1.00	0.74	0.50	0.44	0.43	0.38	0.46	0.38	0.38	0.50	ניסוח מחדש
1.00	0.75	0.81	0.58	0.46	0.46	0.38	0.49	0.42	0.42	0.52	הבנת הנקרא אנגלית

לוח זה הינו בר-השוואה ללוח 3 המציג נתונים דומים עבור בחינה X.

מדובר, במתאמים לא מתוקנים למהימנויות. כפי שנראה בפרק 14.4 המהימנות משפיעה על המודל בדרך עקיפה דרך הטעויות, ולכן הניתוח שנבצע יהיה על לוח זה ללא תיקון למהימנויות.

לצורך דיון שיעשה בהמשך, בפרק 14.4, על המתאמים שמתקבלים במודל בין הגורמים השונים, נציג בלוח 57 את המתאמים המתקבלים בין שלושת תחומי המבחן השונים והציון הכולל.

לוח 57 - מתאמים בין תחומי בחינה Y

	כמותי	מילולי	אנגלית	פסיכומטרי
כמותי	1.00	0.67	0.55	0.83
מילולי	0.67	1.00	0.65	0.89
אנגלית	0.55	0.65	1.00	0.87
פסיכומטרי	0.83	0.89	0.87	1.00

לוח זה הינו בר-השוואה ללוח 1 המציג נתונים דומים עבור בחינה X.

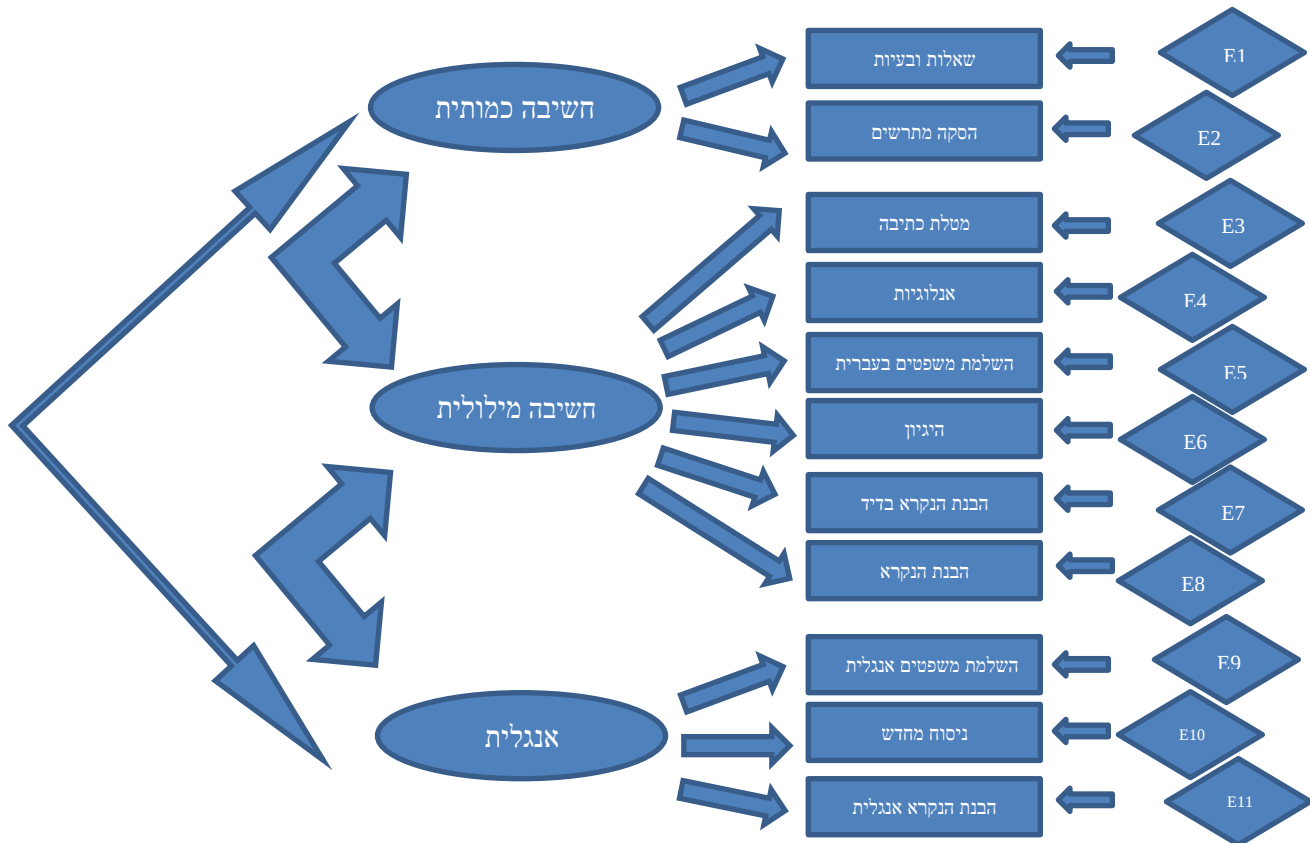
פרק 14 מודל סטנדרטי

פרק זה מציע מודל סטנדרטי לבדיקת התאמה במסגרת ניתוח גורמים מאשש. בפרק שלאחריו (פרק 15) נציג מודל לא סטנדרטי.

פרק 14.1 מודל תלת-גורמי

המודל המוצע לבדיקה הוא מודל עם שלושה גורמים בהתאם למה שהתקבל בפרק 5. כלומר, מודל הכולל שלושה גורמים חבויים (Latent Variables) לפי תחומי הבחינה : חשיבה כמותית, חשיבה מילולית ואנגלית, המחולקים ל-11 אינדיקטורים גלויים (Manifest Indicators) של סוגי הפריטים, המוסברים כל אחד בהתאם לתחום אליו הוא משתייך. נציג באיור 17 את המודל בצורה סכמתית.

איור 17 – סכמה של המודל המאוש הסטנדרטי



השרטוט מצויר בהתאם למוסכמה כי משתנים גלויים (האינדיקטורים) מצוירים בתוך מלבנים, משתנים חבויים (הגורמים) מצוירים בתוך אליפסות וטעויות במעוינים.

בסה"כ ישנם 11 משתנים אנדוגניים גלויים (Manifest Endogenous Variables) שהם 11 האינדיקטורים שלנו, שלושה משתנים אקסוגניים חבויים (Latent Exogenous Variables), שהם שלושת תחומי החשיבה : כמותית, מילולית וידע באנגלית ו-11 משתנים אקסוגניים של טעויות.

בשל אי-הבהירות של סקלת המדידה של הגורמים (Scale Indeterminacy Problem) קובעים את שונות הגורמים לערך 1, ולכן נותרו במודל בסה"כ 25 פרמטרים שאותם יש לאמוד (כל החצים) : 11 מקדמי טעינות של הסולמות על הגורמים, 11 שונויות של הטעויות ו-3 מתאמים בין הגורמים.

פרק 14.2 מדדי טיב ההתאמה

נסקור תחילה בתת-פרק 14.2.1 את המדדים השונים המשמשים לבדיקת טיב ההתאמה של המודל ולאחר מכן בתת-פרק 14.2.2 נציג את המדדים שהתקבלו עבור המודל אותו ניתחנו.

פרק 14.2.1 מדדי טיב התאמה כללי

רוב השיטות הסטטיסטיות דורשות רק מבחן סטטיסטי אחד כדי לקבוע את מובהקות התוצאות. עם זאת, בניית גורמים מאשש, נהוג להשתמש בכמה מבחנים סטטיסטיים כדי לקבוע באיזו מידה המודל מתאים לנתונים (Shur, 2006). יש לשים לב כי משמעותה של התאמה טובה בין המודל לנתונים אינה בהכרח קובעת שהמודל הוא "נכון", או אפילו שהוא מסביר חלק גדול מהשונות המשותפת. "התאמת מודל טובה" רק מציינת כי המודל מתקבל על הדעת (Schermele-Engel et al., 2003).

בדיווח מדדי טיב ההתאמה מקובל לדווח לפחות את המדדים הבאים (Kline, 2010; Hatcher, 1994):

- **מבחן חי-בריבוע**: מבחן חי-בריבוע בודק את ההבדל בין מטריצות השונות המשותפת בפועל לזו הצפויה לפי המודל. ערכים קרובים ל-0 מציינים התאמה טובה יותר. מבחן חי-בריבוע משמש בנוסף להשוואת התאמה של מודלים מקוננים לנתונים. אחד הקשיים המרכזיים בשימוש במבחן חי-בריבוע לבדיקת התאמת המודל היא, שהוא מושפע מאד מגודל המדגם. כאשר המדגם גדול, כמו במקרה שלנו, קיימת סבירות גדולה שהמודל יידחה (טעות מסוג II) (Gatignon, 2010). כתוצאה מכך פותחו מדדים נוספים.
- **שורש קירוב ממוצע ריבועי השגיאות (RMSEA)**: מדד זה נמנע מבעיות שנגרמות מגודל המדגם וזאת שהוא מנתח את הפער בין המודל המשוער עם פרמטרים אופטימליים לבין מטריצת שונות משותפת עבור האוכלוסייה (Hoper, Coughlan & Mullen, 2008). מדד זה נע בין 0 ל-1, עם ערכים קטנים המעידים על התאמה טובה. ערך מתחת ל-0.06 מעיד על התאמת מודל במידה סבירה (Hu & Bentler, 1999).
- **מדד טיב ההתאמה (GFI)**: מדד זה הוא מדד שמבוסס על השוואת מטריצות השונות המשותפות של המודל המשוער לאלה שבפועל. טווח מדד זה הינו 0 ל-1, כאשר ערך סף של 0.9 לפחות מצביע על התאמת מודל קבילה.
- **אינדקס התאמה נורמי ולא נורמי (NFI & NNFI)**: המדד הנורמי (NFI) מנתח את הפער בין ערך חי-בריבוע של המודל המשוער ומודל האפס (Bentler & Bonnett, 1980). מדד זה נמצא רגיש לגודל המדגם (Bearden, Sharma & Teel, 1982). המדד הלא נורמי (NNFI) פותר חלק מהבעיות של הרגישות לגודל המדגם, אם כי קורה מידי פעם שערכיו חורגים מהטווח 0 ל-1 (Bentler, 1990). הערכים של שני המדדים צריכים לנוע בין 0 ל-1, כאשר הערך 0.95 ומעלה מעיד על התאמה טובה למודל (Hu & Bentler, 1999).

- **מדד התאמה השוואתית (CFI):** מדד זה מנתח את התאמת המודל על ידי בחינת הפער בין הנתונים והמודל המשוער, תוך התאמה לגודל מדגם הגלום במבחן חי-בריבוע ושל מדד ההתאמה הנורמי. ערכים של מדד זה נעים בין 0 ל-1, כאשר ערכים גדולים יותר מצביעים על התאמה טובה יותר. ערך CFI של 0.9 או יותר נחשב בדרך כלל כמצביע על התאמה טובה של המודל.

פרק 14.2.2 מדדי טיב ההתאמה במודל התלת-גורמי

בלוח הבא מוצגים מדדי טיב ההתאמה שהתקבלו עבור המודל המוצע על ידנו (איור 17):

לוח 58 – מדדי טיב ההתאמה עבור המודל הסטנדרטי

קבילות הערך	ערך	מדד
X	502 (DF=41), $Pv < 0.0001$	Chi-Square
✓	0.0551	RMSEA
✓	0.9763	GFI
✓	0.9753/0.9695	NFI /NNFI
✓	0.9773	CFI

למעט ממד חי-בריבוע כל שאר המדדים מראים התאמה טובה מאוד של המודל. נזכיר שוב כי במדגמים גדולים (כמו אצלנו) חי-בריבוע יהיה מובהק אפילו אם המודל מראה התאמה טובה (James et al., 1982). לכן, מסתפקים במודלים עם ערך חי-בריבוע קטן ומתעלמים מהמובהקות. עד כמה קטן ערך חי-בריבוע צריך להיות? התשובה לכך תלויה בדרגות החופש. אם המודל המנותח הוא המודל הנכון, הערך של חי-בריבוע המצופה שווה למספר דרגות החופש (Marsh, Balla & MacDonald, 1988). לכן לרוב מחליפים את דרישת המובהקות בדרישה על יחס בין ערך חי-בריבוע לבין דרגות החופש שלו, כאשר ערך של פחות מ-3 מציין התאמה טובה. נעיר שגם ערך זה מושפע מאוד מגודל המדגם (Marsh et al., 1988), ולכן גם עם מדד זה יש לנקוט משנה זהירות. ערך מדד זה עבור המודל שלנו הוא 12.24, וכאמור גם ערך זה אינו מראה על התאמה טובה. בפרק הבא (פרק 15) בו נציע מודל לא סטנדרטי, נראה שערך זה ישתפר משמעותית.

פרק 14.3 המודל הסופי

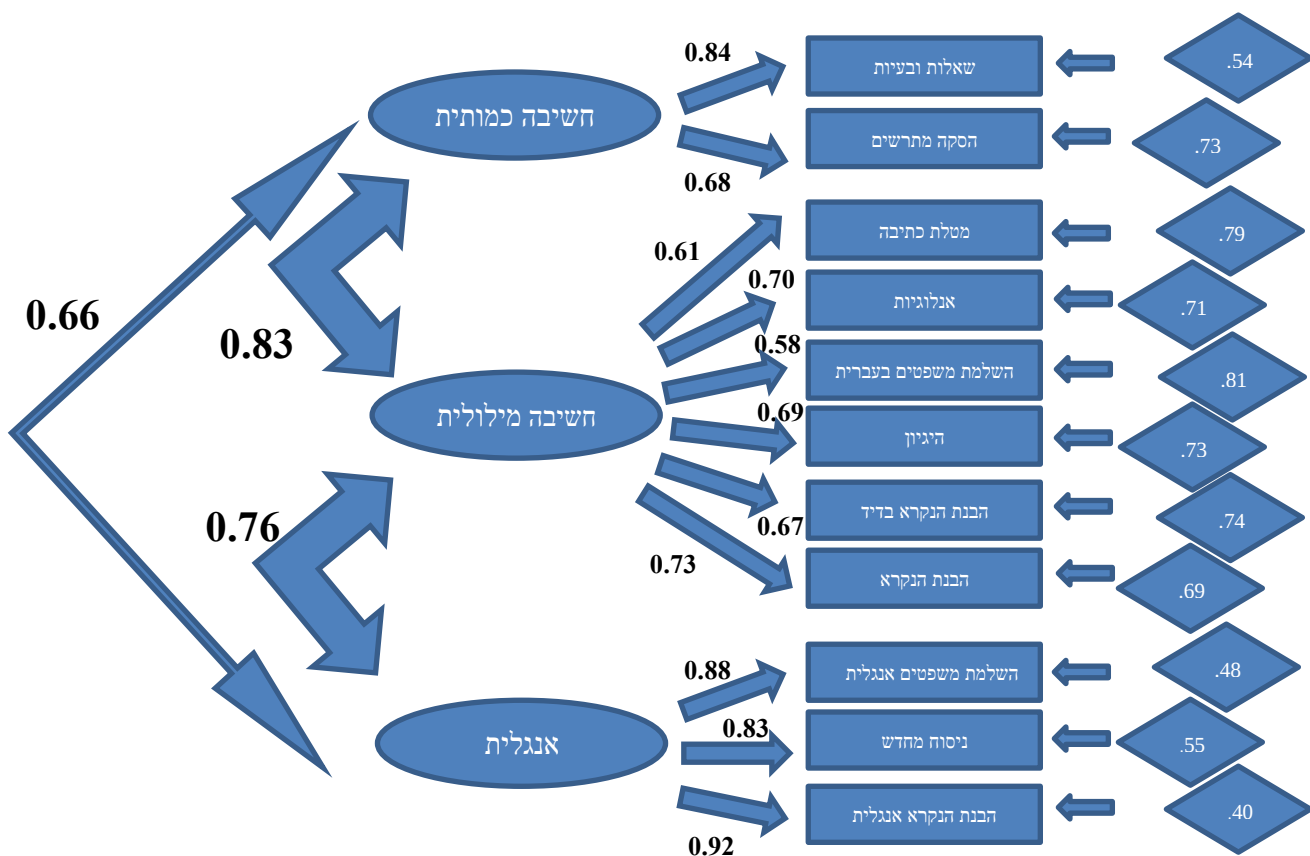
בלוח הבא מוצגות הטעינויות כולל ערכי מבחן t של המודל המבוסס על סוגי הפריטים (איור 17). מוצגים קודם כל הערכים הלא מתוקננים ולאחריהם, בעמודה האחרונה הערכים המתוקננים.

לוח 59 - טעינות הסולמות במודל הסטנדרטי

משתנה	לא מתוקן			מתוקן
	טעינות	טעות תקן	ערך t	
שאלות ובעיות	4.83	0.090	53.67	0.84
הסקה מתרשים	1.25	0.029	42.56	0.68
מטלת כתיבה	2.48	0.064	38.63	0.61
אנלוגיות	1.61	0.035	46.58	0.70
השלמת משפטים בעברית	0.84	0.023	36.74	0.58
היגיון	1.27	0.028	45.07	0.69
הבנת הנקרא בדיד	0.96	0.022	43.56	0.67
הבנת הנקרא	2.12	0.044	48.61	0.73
השלמת משפטים באנגלית	3.21	0.049	65.89	0.88
ניסוח מחדש	1.58	0.026	60.86	0.83
הבנת הנקרא אנגלית	3.87	0.055	70.68	0.92

היות שכל ערכי ה-t גדולים מ-3.291 כל הערכים מובהקים ברמה של 0.001. באיור הבא נציג את תוצאות הטבלה הקודמת (עמודה אחרונה של ערכים מתוקנים). באיור מוצגים גם ערכי הטעינות של הטעויות ואת המתאמים בין הגורמים (אשר בהם נדון בנפרד בתת-הפרק הבא).

איור 18 - המודל הסטנדרטי הסופי



פרק 14.4 מתאמים בין הגורמים

כפי שהוסבר לאחר איור 17, בנוסף למקדמי הטעינויות (מהגורמים לאינדיקטורים) ושוניות הטעויות, המודל מספק אומדנים למתאמים בין הגורמים (בדומה למה שמתקבל בניתוח גורמים מגוש עבור סיבוב נטוי; ראה למשל לוח 8 ולוח 12). בלוח 60 מוצגים המתאמים בין שלושת הגורמים במודל שלנו כפי שהתקבלו בניתוח המאשש שעשינו.

לוח 60 – מתאמים בין הגורמים בניתוח המאשש

אנגלית	חשיבה מילולית	חשיבה כמותית	חשיבה כמותית חשיבה מילולית אנגלית
0.66	0.83	1.00	
0.76	1.00	0.83	
1.00	0.76	0.66	

לוח 60 אמור להיות בר-השוואה ללוח 57 (כפי שלוח 12 אמור להיות בר-השוואה ללוח 1). מהסתכלות בשני הלוחות ניתן לראות שהמתאמים שהתקבלו מהניתוח המאשש גבוהים יחסית לאלו המקוריים (בין תוצאות הגלם של המבחן). אי-התאמה לכאורה זו מעלה ספק, האם באמת מצאנו בניתוח הזה את שלושת תחומי הבחינה. התשובה לשאלה הזו נעוצה באחת מתכונות המודל המאשש. במודל מאשש אנו מאפשרים גורם של טעות שמשפיע על כל אחד מהאינדיקטורים (ראה איור 17 וההסבר מיד אחריו). גורם טעות זה מגלם בתוכו סוג של תיקון מהימנויות ולמעשה המתאמים שמוצגים בלוח 60 הם ברי-השוואה למתאמים של לוח 57 לאחר תיקון למהימנויות. בפרק הבא (פרק 14.5) נחשב את מהימנות כל אחד מהגורמים מתוך המודל המאשש (ראה לוח 62). בשלב זה נציג בלוח 61 את מהימנות שלושת חלקי המבחן כפי שחושבו על-ידנו על בסיס ציוני הגלם.

לוח 61 – מהימנויות שלושת תחומי בחינה Y

גורם	מהימנות
גורם 1 = חשיבה כמותית	0.85
גורם 2 = חשיבה מילולית	0.85
גורם 3 = אנגלית	0.92

נשתמש שוב בנוסחה של תיקון המתאמים למהימנויות המשתנים (זו המופיעה בעמוד 31) ונקבל:

$$r(F1, F2) = \frac{0.67}{\sqrt{0.85} \cdot \sqrt{0.85}} = 0.79$$

$$r(F1, F3) = \frac{0.55}{\sqrt{0.85} \cdot \sqrt{0.92}} = 0.62$$

$$r(F2, F3) = \frac{0.65}{\sqrt{0.85} \cdot \sqrt{0.92}} = 0.74$$

ניתן לראות שהערכים שמתקבלים כאן דומים מאוד לאלה שבלוח 60.

פרק 14.5 מהימנות ותוקף

אחד היתרונות החשובים המוצעים על ידי ניתוח משתנים חבויים הוא האפשרות לאמוד את המהימנות והתוקף של משתני המחקר. בפרק זה נבצע הערכות של מהימנות ותוקף האינדיקטורים והגורמים כפי שהם עולים מניתוח הגורמים המאוש. פרק זה יחולק לשניים: קודם כל נדון במהימנות ולאחר מכן נדון בתוקף.

פרק 14.5.1 מהימנות

מהימנות אינדיקטור: מהימנות של משתנה אינדיקטור מוגדרת כריבוע הקורלציה בין המשתנה החבוי והאינדיקטור. במילים אחרות, מהימנות מציינת את אחוז השונות באינדיקטור המוסברת על ידי הגורם אותו הוא אמור למדוד (Long, 1983). ערך זה שווה לריבוע הטעינות המתוקנות של המשתנה על הגורם.

מהימנות מורכבת: כאשר מבצעים ניתוח גורמים מאוש, ניתן לחשב אינדקס מהימנות מורכבת עבור כל משתנה חבוי במודל. אינדקס זה אנלוגי למקדם קרונבך אלפא, ומשקף את המהימנות הפנימית של האינדיקטורים המודדים את אותו הגורם. נוסחה לחישוב אינדקס מהימנות מורכבת זה נתונה ע"י (Fornell & Larcker, 1981):

$$\text{Composite reliability} = \frac{(\sum L_i)^2}{(\sum L_i)^2 + \sum \text{Var}(E_i)}$$

כאשר: L_i = הטעינות המתוקנות של המשתנה על הגורם.

ו- $L_i^2 = 1 - \text{Var}(E_i)$ = הטעות הקשורה עם משתנה האינדיקטור.

אומדן לשונות המחולצת: פרונל ולרקר (1981) דנו באינדקס הנקרא אומדן לשונות המחולצת, אשר מעריך את שיעור השונות המוסברת על ידי גורם מתוך סך שונות המדידה. הנוסחה שהם מציעים היא:

$$\text{Variance extracted} = \frac{\sum L_i^2}{\sum L_i^2 + \sum \text{Var}(E_i)} = \frac{\sum L_i^2}{n}$$

עם אותם הסימונים כמו בנוסחה הקודמת (כאשר n הוא מספר המשתנים).

בלוח 62 מוצגים המדדים לעיל.

לוח 62 – מהימנות אינדיקטור, תחום ושונות מחולצת

תחום	משתנה	טעינות מתוקננת	מהימנות אינדיקטור*	מהימנות התחום	אומדן לשונות המחולצת
חשיבה כמותית	שאלות ובעיות	0.84	0.71	0.74	0.58
	הסקה מתרשים	0.68	0.46		
חשיבה מילולית	מטלת כתיבה	0.61	0.37	0.83	0.44
	אנלוגיות	0.70	0.50		
	השלמת משפטים בעברית	0.58	0.34		
	היגיון	0.69	0.47		
	הבנת הנקרא בדיד	0.67	0.45		
	הבנת הנקרא	0.73	0.53		
אנגלית	השלמת משפטים באנגלית	0.88	0.77	0.91	0.77
	ניסוח מחדש	0.83	0.69		
	הבנת הנקרא אנגלית	0.92	0.84		

*מחושבת כריבוע הטעינות המתוקננת על הגורם

עמודת מהימנות האינדיקטור בלוח 62 אמורה להיות בת-השוואה לעמודת המהימנות (עמודה אחרונה) בלוח 55. השוואת שני הלוחות מראה שפרט להבנת הנקרא באנגלית, המהימנויות שחושבו מתוך מודל ניתוח הגורמים המאשש נמוכות מאלו המחושבות ישירות דרך נוסחת קרונבך אלפא. יש להעיר שבלוח 55, המהימנויות חושבו בעזרת נוסחת קרונבך אלפא, על בסיס הפריטים הבודדים המהווים את האינדיקטור – מידע אשר לא הוכנס לניתוח הגורמים. לעומת מהימנות האינדיקטור, מהימנות התחום בלוח 62 אכן דומה מאוד למהימנות קרונבך אלפא המשתקפת בלוח 61, אשר חושבה שם שוב על בסיס הפריטים הבודדים היוצרים את האינדיקטור. (ניתן לראות שמהימנות חשיבה כמותית בלוח 61 אשר מורכבת רק משני סולמות יוצאת פחות מדויקת יחסית לשני התחומים האחרים שמורכבים מיותר סולמות). פרונל ולרקר (1981) קבעו סף של 0.5 בשונות המחולצת כערך סביר (כך שיהיה יותר גדול מהשונות הנובעת מטעות). ניתן לראות שתחום החשיבה הכמותית והאנגלית עומדים בסף זה בעוד שתחום החשיבה המילולית אינו עומד בו.

פרק 14.5.2 תוקף

תוקף מתכנס (Convergent validity) ותוקף מבחין (Discriminant validity) קשורים בדרך כלל בניתוח "ריבוי תכונות – ריבוי שיטות" (Multitrait Multimethod – MTMM), אשר בה מספר מבנים (תכונות) מוערכים ביותר משיטה אחת (Campbell & Fiske, 1959). יש הטוענים כי

שיטת MTMM מציגה הוכחות חזקות יותר לתוקף המתכנס והמבחין מזו המוצעת על ידנו כאן (למשל: Netemeyer, Johnston & Burton, 1990; Schmitt & Stults, 1986; Widaman, 1985). למרות זאת, הפרוצדורה המוצעת כאן שופכת אור על המבנה של הבחינה ושימושית כאשר לא ניתן להשתמש בשיטת ה-MTMM.

תוקף מתכנס: תוקף מתכנס מודגם כאשר כלים שונים המשמשים למדידת אותו המבנה מראים תוצאות מתואמות ביניהם. במחקר הנוכחי, תוקף מתכנס מוערך על ידי מובהקות הטעינות על הגורמים. אם כל הטעינויות של האינדיקטורים המודדים אותו מבנה מובהקים סטטיסטית (גדולים מפעמיים טעות התקן שלהם), הדבר מהווה אינדיקציה תומכת לתוקף המתכנס של אותם אינדיקטורים (Anderson & Gerbing, 1988). כפי שניתן לראות בלוח 59 כל הטעינויות נמצאו מובהקות סטטיסטית, ובהתאם לאמור לעיל הוכחנו תוקף מתכנס עבור המבנה המוצע.

תוקף מבחין: תוקף מבחין מודגם כאשר כלים שונים המשמשים למדידת גורמים שונים מראים מתאמים יחסית חלשים. מבחן שמראה תוקף מבחין מוכיח שהוא אינו מודד מבנה אותו הוא לא תוכנן למדוד. במחקר הנוכחי נשתמש במבחן "הפרשי חי-בריבוע" לבדוק את התוקף המבחין בין שלושת הגורמים המוצעים. נשווה בנפרד את המודל שהתקבל לשלושה מודלים אחרים השונים מהמודל המקורי בדבר אחד: בכל אחד מהם שניים מהגורמים מאולצים להיות מתואמים באופן מלא ($r = 1$). תוקף מבחין מוכח במידה שהחי-בריבוע של המודל המקורי נמוך (בצורה מובהקת) מכל אחד מהמודלים האחרים, היות שהדבר רומז שהמודל שבו שני המבנים הונחו להיות שונים (אבל מתואמים) עדיף על המודל בהם הגורמים שווים (Anderson & Gerbing, 1988; Bagozzi & Phillips, 1982). בלוח 63 מוצגים הנתונים לגבי מדדי חי-בריבוע עבור ארבעת המודלים לצורך בדיקת התוקף המבחין.

לוח 63 - מודל לבדיקת תוקף מבחין

המודל הנבדק	$\chi^2(df)$	$\Delta\chi^2(\Delta df)$
מודל מקורי	502(41)	
$r = 1$ (מילולי, כמותי)	775(42)	273(1)
$r = 1$ (אנגלית, כמותי)	1248(42)	746(1)
$r = 1$ (אנגלית, מילולי)	2340(42)	1838(1)

עבור דרגת חופש אחת כדי להוכיח מובהקות ברמה של 0.001 יש צורך בערך של 10.8. כל ההפרשים בלוח 63 גדולים (בהרבה) מערך זה ובכך הוא מוכיח את התוקף המבחין בין התחומים השונים במבחן.

פרק 15 מודל לא סטנדרטי

בחלק זה נציע מודל לא סטנדרטי, שהינו וריאציה למודל הסטנדרטי שהוצע בפרק הקודם (ראה איור 17).

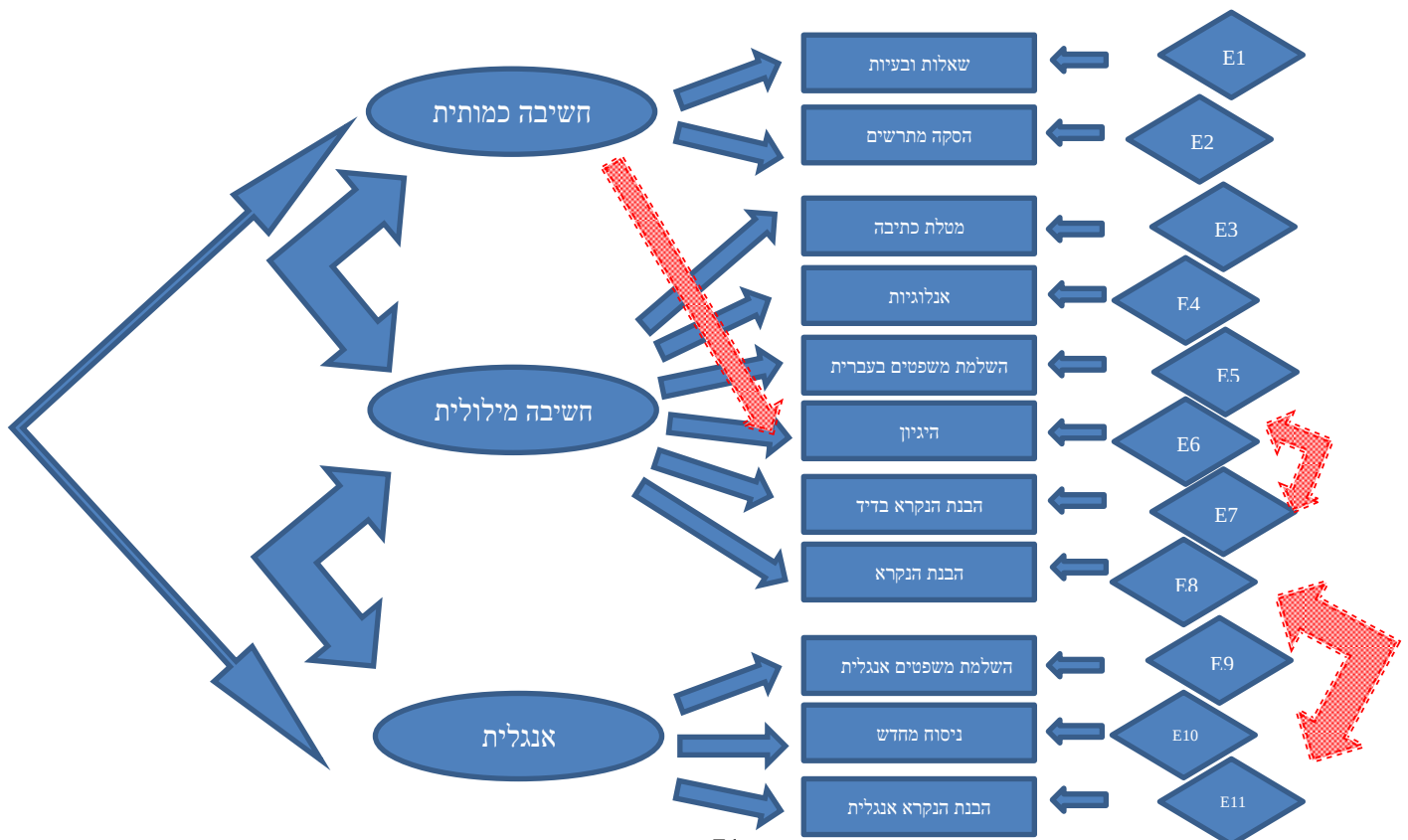
מודל לא סטנדרטי שונה ממודל סטנדרטי בשני הדברים הבאים שהוא מאפשר :

- אינדיקטור יכול להיות מושפע מיותר מגורם אחד (Multidimensional Indicator)
- תיתכן שונות משותפת בין הטעויות

פרק 15.1 המודל המוצע

בהתאם למידע שיש ברשותנו מחלק I ו II של מחקר זה ובהתאם לשני מדדי תיקון – מבחן ואלד ובעיקר מבחן כופל לג'ראנג', אנו מציעים מודל בו האינדיקטור היגיון מושפע משני התחומים : חשיבה כמותית וחשיבה מילולית. בנוסף, אנו מאפשרים שונות משותפת בין האינדיקטורים : הבנת הנקרא והבנת הנקרא באנגלית ובין היגיון והבנת הנקרא בדיד. נזכיר כי במודל הלא סטנדרטי דבר זה נעשה ע"י כך שאנו מאפשרים לטעויות המתאימות למשתנים אלו להיות מתואמות. באיור 19 מוצג המודל שהוצג לעיל בסקיצה (השינויים מהמודל הסטנדרטי המופיע באיור 17 מסומנים בחצים שונים).

איור 19 – סכמה של המודל המאשש הלא סטנדרטי



פרק 15.2 מדדי טיב ההתאמה

בלוח 64 מוצגים מדדי טיב ההתאמה עבור המודל הלא סטנדרטי המוצע (עמודה שלישית). לצורך השוואה, בעמודה השנייה מוצגים המדדים שהתקבלו עבור המודל הסטנדרטי.

לוח 64 – מדדי טיב ההתאמה עבור המודל הלא סטנדרטי מושווה לסטנדרטי

מדד	מודל סטנדרטי	מודל לא סטנדרטי
Chi-Square	502 (DF=41), $P_v < 0.0001$	332 (DF=38), $P_v < 0.0001$
Chi-square/DF	12.24	8.76
RMSEA	0.0551	0.0458
GFI	0.9763	0.9842
NFI /NNFI	0.9753/0.9695	0.9837 / 0.9790
CFI	0.9773	0.9855

ניתן לראות בלוח 64 כי המודל הלא סטנדרטי אכן מהווה שיפור (בנושא זה ראה גם פרק 16) למודל הסטנדרטי – כל המדדים מראים התאמה יותר טובה. נשים לב שגם כאן ערך החי-בריבוע הינו מובהק סטטיסטית (תוצאה לא טובה), אבל היחס בין ערך חי-בריבוע לדרגות החופש קטן בהרבה (ועדיין גבוה מרף ה-3).

פרק 15.3 המודל הסופי

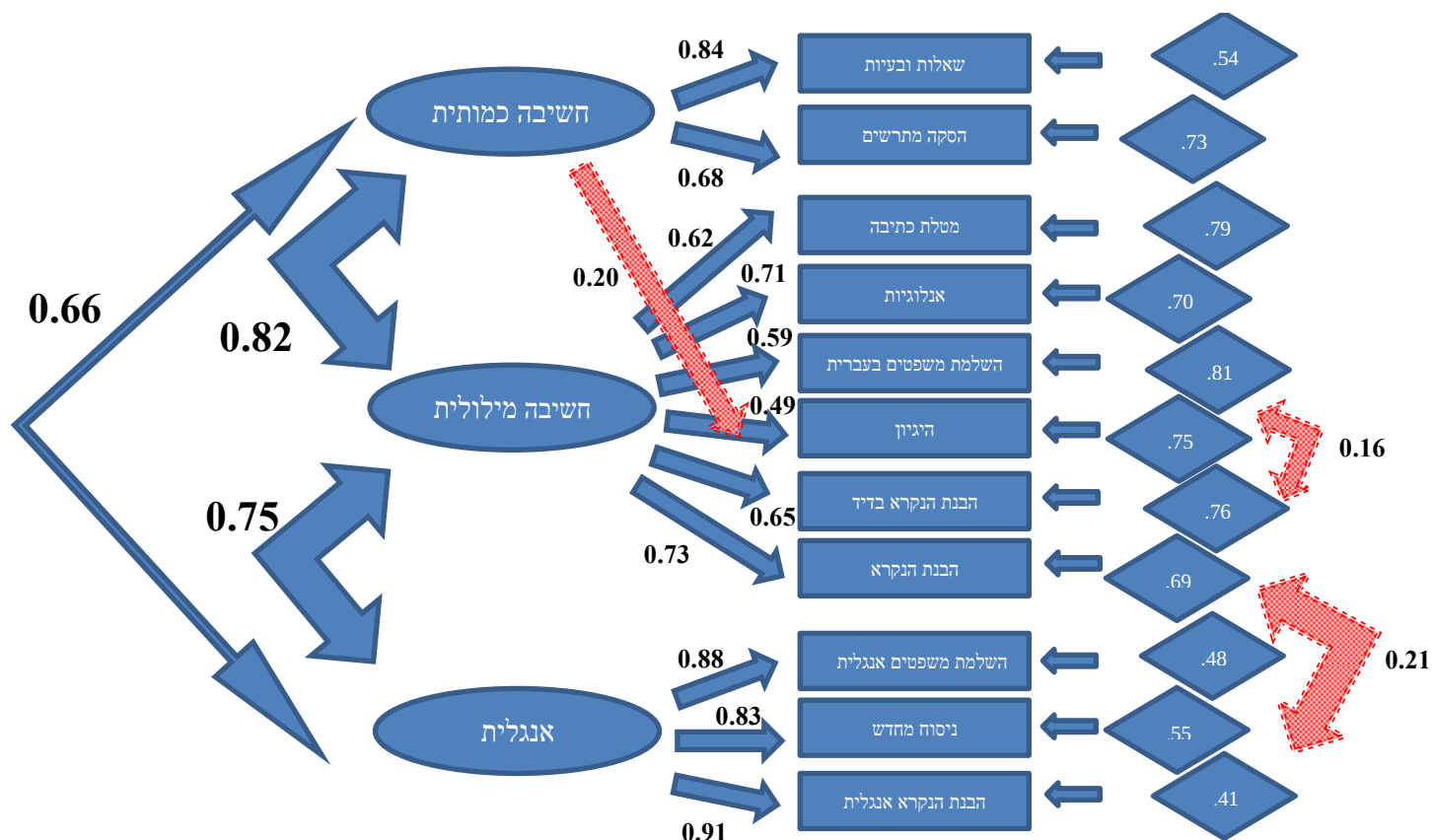
בלוח הבא מוצגים הערכים שהתקבלו עבור הטעינות כולל המובהקות שלהם עבור המודל הלא סטנדרטי. מוצגים קודם כל הערכים הלא מתוקננים ולאחריהם, בעמודה האחרונה הערכים המתוקננים. נשים לב שבניגוד ללוח 59 כאן הוספנו עמודה של הגורם כדי שנוכל להבחין בין הטעינות של אינדיקטור ההיגיון על גורם החשיבה הכמותית לבין גורם החשיבה המילולית.

לוח 65 – טעינות הסולמות במודל הלא סטנדרטי

תחום	משתנה	לא מתוקנן			מתוקנן
		טעינות	טעות תקן	ערך t	
חשיבה כמותית	שאלות ובעיות	4.83	0.090	53.87	0.84
	הסקה מתרשים	1.25	0.029	42.54	0.68
	היגיון	0.37	0.065	5.69	0.20
חשיבה מילולית	מטלת כתיבה	2.51	0.065	38.91	0.62
	אנלוגיות	1.62	0.035	46.92	0.71
	השלמת משפטים בעברית	0.84	0.023	36.55	0.59
	היגיון	0.90	0.066	13.82	0.49
	הבנת הנקרא בדיד	0.94	0.022	41.75	0.65
	הבנת הנקרא	2.11	0.044	48.17	0.73
אנגלית	השלמת משפטים באנגלית	3.22	0.049	66.20	0.88
	ניסוח מחדש	1.59	0.026	60.90	0.83
	הבנת הנקרא אנגלית	3.84	0.055	70.18	0.91

היות שכל ערכי ה-t גדולים מ-3.291, כל הערכים מובהקים ברמה של 0.001. באיור 20 נציג את תוצאות הטבלה הקודמת (עמודה אחרונה של ערכים מתוקנים) באיור סכמתי. נסיף לאיור את ערכי הטעינות של הטעויות ואת המתאמים בין הגורמים והטעויות.

איור 20 – המודל הלא סטנדרטי הסופי



כאשר משווים את איור 20 לאיור 18 ניתן לראות שבסה"כ הטעינות והמתאמים דומים יחסית כאשר הטעינות של היגיון על חשיבה מילולית שהייתה 0.69 במודל הסטנדרטי התפצלה לשניים: 0.20 לחשיבה כמותית ו-0.49 לחשיבה מילולית במודל הלא סטנדרטי.

פרק 16 חלק IV ?

ניתן לשאול ובצדק מדוע לא נעשה ניתוח גורמים מאשש ברמת פריט בודד (המקביל של חלק II עבור ניתוח מאשש). ובכן, היה ניסיון לעשות זאת. מדדי טיב ההתאמה (GFI/NNFI/CFI) שהתקבלו היו בסביבות 0.83, כלומר לא נמצא מבנה מובהק בשיטה זו. כדי להדגים את משמעות הערך 0.83, נעשתה סימולציה שבה קובצו הפריטים הבודדים בתחום מסוים, באקראי לסולמות (כביכול סוגי הפריטים). עבור מודל אקראי זה המדדים שהתקבלו היו בסדר גודל של 0.8. תוצאה זו מראה שהמודל המבוסס על ניתוח ברמת הפריט הבודד יותר קרוב למודל אקראי מאשר למודלים שקיבלנו בשני הפרקים הקודמים בחלק זה. מהשוואה זו ניתן ללמוד עוד שאפילו הבדל של 0.03 במדדי טיב ההתאמה היו בעל משמעות.

סיכום

סיכום שלושת חלקי המחקר

עבודה זו התחלקה לשלושה חלקים:

- בחלק הראשון ביצענו ניתוח גורמים מגשש עבור אחד הנוסחים במתכונת החדשה של הבחינה. הניתוח בחלק זה נעשה לפי ציונים של מקבצי פריטים לפי סוג הפריט בהתאם לאופן שבו הם מוצגים בבחינה עצמה. חלק זה בוצע בשלושה שלבים: בשלב הראשון הניתוח התבצע על הבחינה הפסיכומטרית בלבד. בשלב השני הוכנס גם ציון הבגרות כרכיב נפרד ובשלב השלישי חזרנו על הניתוח כמו בשלב השני רק שהפעם המתאמים תוקנו למהימנויות.
- התוצאות של השלב הראשון מצביעות על שני גורמים: חשיבה היסקית (גורם הכולל בתוכו את תחום החשיבה הכמותית ותחום החשיבה המילולית) וידע באנגלית. כאשר נכפה פתרון של שלושה גורמים התקבל כל אחד מתחומי המבחן כגורם נפרד – חשיבה כמותית (עיבוד כמותי), חשיבה מילולית (הבנה ועיבוד שפה) וידע באנגלית. מטלת הכתיבה נטענה על גורם החשיבה המילולית, ממצא התומך בהכללתה בחישוב הציון המילולי, כפי שנעשה כיום.
- תוצאות השלב השני מראות כי ציון הבגרות טעון על גורם ההבנה ועיבוד שפה. לבסוף, בשלב השלישי בו תוקנו המתאמים לפי המהימנויות, התקבלו ארבעה גורמים כאשר הגורם הרביעי כלל את פריטי ההיגיון ופריטי הבנת הנקרא בדיד (גורם שניתן אולי לפרש כגורם של לוגיקה מילולית).
- בחלק השני בוצע ניתוח מרכיבים ראשי מגשש ברמת הפריטים הבודדים. הניתוח נעשה בשני שלבים: על כל הבחינה ביחד (131 שאלות) ועל כל אחד מהתחומים בנפרד: כמותי (40 שאלות), מילולי (47 שאלות) והאנגלית (44 שאלות). לצורך ביצוע חלק זה חושבו מתאמים טטרקוריים בין השאלות רבות הברירה לבין עצמן ומתאם בי-סריאלי בין ציון מטלת הכתיבה לבין שאלות הברירה.
- תוצאות ניתוח הבחינה כולה מצאו שלושה גורמים: גורם של חשיבה היסקית (הכולל בתוכו את תחום החשיבה הכמותית וחלק מתחום החשיבה המילולית), גורם של הבנת הנקרא וגורם של ידע באנגלית. כאשר נכפה פתרון של ארבעה גורמים התפצל גורם החשיבה ההיסקית לפי תחומי המבחן – חשיבה כמותית והבנה מילולית, כאשר הגורם של הבנת הנקרא נשאר כגורם עצמאי.
- תוצאות ניתוח הגורמים לכל אחד מתחומי הבחינה בנפרד העלה כי עבור התחום הכמותי מתגלים שני גורמים מרכזיים לפי סוגי הפריטים: גורם שאלות ובעיות, והסקה מטבלה/מתרשים (בהתאם לפרק הבחינה). גורם שלישי הוא כנראה גורם של קושי השאלות. כאשר בוצע ניתוח גורמים על שני פרקי החשיבה הכמותית ביחד התאחדו שני

החלקים של הסקה מטבלה והסקה מתרשים לכדי גורם אחד של הסקה גרפית, בעוד שאת הגורם השלישי שוב ניתן היה לפרש כגורם קושי.

בתחום החשיבה המילולית נמצאו שלושה גורמים: כתיבה ואנלוגיות, הגיון והבנת הנקרא.

בתחום האנגלית התגלה גורם יחיד בלבד של ידע באנגלית.

- בחלק השלישי, על מנת לבדוק את המודל שהתקבל בחלק הראשון, בוצע ניתוח גורמים מאשש ברמת סוג פריט כאשר נבדק מודל סטנדרטי ולבסוף הוצע מודל לא סטנדרטי. התוצאות מראות שהתקבלה התאמה טובה למודל סטנדרטי מאשש החופף את המודל התלת-גורמי שהתקבל בחלק הראשון (חשיבה כמותית, חשיבה מילולית וידע באנגלית). בנוסף, בדיקות נוספות שמודל מסוג זה מאפשר לבצע הראו שוב שהבחינה הפסיכומטרית במבנה התלת גורמי שלה נמצאה תקפה (תוקף מתכנס ומבחין) ומהימנה (מהימנות אינדיקטור ומורכבת). לבסוף, המודל המאשש הלא סטנדרטי הראה התאמה מעט יותר טובה מזו של המודל הסטנדרטי שהוצע. מודל זה הצביע על קשרים נוספים הקיימים בין הסולמות והגורמים השונים: נמצא מתאם משמעותי בין הבנת הנקרא בשפה העברית לבין הבנת הנקרא בשפה האנגלית, וכן נמצא כי הסולם "הגיון" טעון במידה מסוימת גם על גורם החשיבה הכמותית.

חידושים וחשיבות התוצאות

הבחינה הפסיכומטרית ממלאת מקום חשוב בתהליך הקבלה לאוניברסיטאות ולכן יש חשיבות רבה לבחינה מדוקדקת של מאפייניה הפסיכומטריים, הבטחת איכותה ויכולתה לנבא ביעילות את הקריטריונים אותם נועדו לנבא.

העבודה הנוכחית חוקרת את המבנה הפנימי של המבחן הפסיכומטרי במתכונתו החדשה. החל מספטמבר 2012 כוללת הבחינה הפסיכומטרית חלק נוסף – מטלת כתיבה – המהווה 25% מן הציון בחלק המילולי. מטרת עבודה זו הייתה לראות כיצד משתלב חלק זה בשאר החלקים של הבחינה הפסיכומטרית בפרט ולחקור את המבנה של הבחינה הפסיכומטרית בכלל. לאור השינויים בבחינה הפסיכומטרית מן הראוי היה לחזור ולבדוק את המבנה שלה וזאת כחלק מפעולות התיקוף של הבחינה.

מחקרים ברוח דומה נעשו במרכז הארצי לבחינות ולהערכה בעבר. למשל, בודסקו (1985) בדק את מבנה הבחינה הפסיכומטרית במתכונתה הראשונה (כאשר כללה חמישה תחומים: צורות, מתמטיקה, הבנה מילולית, אנגלית וידע כללי). במחקרו נמצאו שני גורמים – גורם של ידע (שכלל את ידע כללי ואנגלית) וגורם של חשיבה כמותית (שכלל את התחום הכמותי וצורות), כאשר התחום המילולי נטען על שניהם. מחקר נוסף נעשה ע"י בלר (1990) וכלל ניתוח גורמים כאחת משלוש שיטות ניתוח מבנה – מודל עצים חיבורי (ADDTREE) (Sattath & Tversky, 1977), אנליזת מרחב מינימלי (SSA – Smallest Space Analysis) (Guttman, 1968) וניתוח גורמים. גם במחקר זה נמצאו שני גורמים מרכזיים: ידע ופתרון בעיות.

בעבודה זו התקבלו גורמים דומים לאלו שהתקבלו בעבר, אלא שבמחקר הנוכחי, בנוסף לשני הגורמים האלו (ידע ופתרון בעיות) נבדק מבנה שבו נכפה פתרון של שלושה גורמים (ובשני מקרים התקבל מבנה של ארבעה גורמים).

בנוסף, מחקר זה כלל את הפעולות הבאות, פעולות שלא ננקטו במחקרי העבר:

- בוצע תיקון המתאמים בין המשתנים השונים על פי המהימנויות (מקדמי אלפה קרונברך) שלהם
- בוצע ניתוח ברמת הפריטים הבודדים תוך כדי שימוש במתאמים טטרכוריים
- בוצע ניתוח גורמים מאשש

מאחר שממצאי המחקר הנוכחי תומכים במבנה התיאורטי המשוער של הבחינה הפסיכומטרית, ובחלוקה התיאורטית לשלושה תחומי תוכן שונים, הם מחזקים את הרציונל העומד בבסיס הבחינה, ואת אופן חישוב הציונים השונים בה. בפרט, נראה כי, בהתאם לכוונת מפתחי הבחינה, הבחינה אכן בודקת כישורים שפתיים, כישורים כמותיים ורמת ידע באנגלית. לאור זאת, נראה גם כי פרקטיקת חישוב הציונים המקובלת כיום, אשר מאפשרת לקבל ציון בדגש מילולי, ציון בדגש כמותי וציון כללי, תואמת את הממצאים האמפיריים, ויכולה להוות פרקטיקה תקפה לקבלת החלטות קבלה או דחייה באופן דיפרנציאלי בתחומים שונים.

בנוסף, ממצאי המחקר תומכים בתוקף הנראה של הבחינה, ומצביעים על כך שהשינויים שנערכו אינם פוגעים במבנים התיאורטיים העומדים בבסיס הבחינה, וכי ניתן להמשיך להשתמש בפורמט הבחינה החדש.

מגבלות המחקר והצעות למחקרי המשך

נציין מספר מגבלות של המחקר הנוכחי. ראשית, נציין כי המחקר נערך על שני נוסחי בחינה בלבד, שהועברו במועד מסוים. על אף שהמדגם של כל אחד מהם גדול וייצוגי, יש מקום לבחון את שחזור הממצאים במדגמים נוספים אשר יעשו שימוש בנוסחים נוספים ובמועדי בחינה שונים. שחזור הממצאים במחקרים כאלה יתמוך משמעותית בתוקף המודל שהוצע.

נוכיר כי ציון הבגרות הוא ממוצע של מבחנים רבים בתחומים שונים, הדורשים ברובם, כפי הנראה, יכולת גבוהה מילולית. לכן אין זה מפתיע שבחלק הראשון של המחקר הנוכחי, הבגרות נטענת על גורם ההבנה ועיבוד שפה. מעניין היה לראות, לו היו ברשותנו ציוני בגרות במקצועות שונים, כיצד כל אחד מהם היה נטען על הגורמים השונים.

לסיכום, המחקר הנוכחי, אשר בדק ממדים שונים של תוקף הבחינה הפסיכומטרית במתכונתה החדשה, ובפרט את המבנה הגורמי שלה, מספק תמיכה ראשונית טובה לתוקף הבחינה, ותומך בהשערה שהשינויים שבוצעו בתוכן הבחינה ובמבנה הבחינה לא פגעו בתוקף המדידה. מחקרים עתידיים יבחנו את השאלה האם השינויים תרמו לשיפור תוקף הניבוי ולא יכוחה של הבחינה.

מקורות

- בודסקו, ד. (1985). ניתוח גורמים של מערכת מבחני הכניסה הכלל אוניברסיטאיים (דוח מס' 21). ירושלים: מרכז ארצי לבחינות ולהערכה.
- קנת-כהן, ת., ברונר, ש. ואורן, כ. (1999). ניתוח-על של תוקף הניבוי של מרכיבי מערכת המיון לאוניברסיטאות בישראל כלפי מידת ההצלחה בלימודים. *מגמות, כרך מ' (1)*, 54-71.
- Anderson, J.C. & Gerbing, D.W. (1988). Structural equation modeling in practice: A review and recommended two-step approach. *Psychological Bulletin*, 103, 411-423.
- Bagozzi, R.P. & Phillips, L.W. (1982). Representing and testing organizational theories: A holistic construal. *Administrative Science Quarterly*, 27, 459-489.
- Bearden, W.O., Sharma, S., & Teel, J.E. (1982). Sample size effects on chi square and other statistics used in evaluating causal models. *Journal of Marketing Research*, 19, 425-430.
- Beller, M., (1990). Tree Versus Geometric Representation of Tests and Items. *Applied Psychological Measurement*, 14(1), 13-28.
- Bentler, P.M. (1990). Comparative fit indexes in structural models. *Psychological Bulletin*, 107(2), 238-46.
- Bentler, P.M., & Bonnett, D.G. (1980). Significance tests and goodness of fit in the analysis of covariance structures. *Psychological Bulletin*, 88, 588-606.
- Bickel, P.J., Doksum, D.A. (1977). *Mathematical Statistics: Basic Ideas and Selected Topics*. San Francisco: Holden-Day, Inc.
- Campbell, D.T. & Fiske, D.W. (1959). Convergent and discriminant validation by the multitrait-multimethod matrix. *Psychological Bulletin*, 56, 81-105.
- Cattell, R.B. (1966). The Scree test for the number of factors. *Multivariate Behavioral Research*, 1, 245-276.
- Cronbach, L.J. (1951). Coefficient Alpha and the Internal Structure of Test. *Psychometrika*, 16, 297-334.
- Digby, P.G.N. (1983). Approximating the Tetrachoric Correlation Coefficient. *Biometrics*, 38, 753-757.

- Fornell, C. & Larcker, D.F. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of Marketing Research*, 18, 39-50.
- Gatignon, H. (2010). *Statistical analysis of management data*, 2nd Edition, New York, NY, Springer (Chapter 4).
- Guttman, L. (1968). A general nonmetric technique for finding the smallest coordinate space for a configuration of points. *Psychometrika*, 33(4), 469-506.
- Hatcher, L. (1994). *A Step by Step Approach to Using SAS for Factor Analysis and Structural Equation Modeling*. Cary, N.C.: SAS Institute Inc.
- Hu, L. & Bentler, P.M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling*, 6(1), 1-55.
- Hooper, D., Coughlan, J. & Mullen, M.R. (2008). Structural equation modelling: Guidelines for determining model fit. *Journal of Business Research Methods*, 6, 53–60.
- James, L.R., Mulaik, S.A. & Brett, J.M. (1982). *Causal analysis*. Beverly Hills: Sage.
- Kaiser, H.F., (1960). The Application of Electronic Computers to Factor Analysis. *Educational and Psychological Measurement*, 20, 141-151.
- Kline, R. B. (2010). *Principles and practice of structural equation modeling (3rd ed.)*. New York, New York: Guilford Press.
- Lawley D.N., Maxwell, A.E. (1971). *Factor Analysis as Statistical Methods*, 2nd Edition, Butterworths, London.
- Long, J.S. (1983). *Confirmatory factor analysis: A preface to LISREL*. Sage University Paper Series on Quantitative Application in the Social Sciences, 07-033. Beverly Hills: Sage.
- Marsh, H.W., Balla, J.R. & MaDonald, R.P. (1998). Goodness-of-fit indexes in confirmatory factor analysis: The effect of sample size. *Psychological Bulletin*, 103, 391-410.
- Netemeyer, R.G., Johnston, M.W. & Burton, S. (1990). Analysis of Role conflict and role ambiguity in a structural equations framework. *Journal of Applied*

Psychology, 75, 148-157.

Sattath, S. & Tversky, A. (1977). Additive Similarity Trees. *Psychometrika*, 42(3), 319-345.

Schermelleh-Engel, K., Moosbrugger, H., & Müller, H. (2003). Evaluating the fit of structural equation models: Tests of significance and descriptive goodness-of-fit measures, *Methods of Psychological Research Online*, 8(2), 23-74.

Schmitt, N. & Stults, D.M. (1986). Methodology review: Analysis of multitrait-multimethod matrices. *Applied Psychological Measurement*, 10, 1-22.

Shur, D.D. (2006). Exploratory or confirmatory factor analysis? *Statistics and Data Analysis*, 200-31. In the Proceedings of the 31st Annual SAS Users Group International Conference. Cary, NC: SAS Institute Inc.

Widaman, K.F. (1985). Hierarchically nested covariance structure models for multitrait-multimethod data. *Applied Psychological Measurement*, 9, 1-26.