

**מטה אנליזה של מחקרי זיכרון עבודה וזיכרון מרומז בקרב
אוכלוסיות בעלות מוגבלות שכלית: מוגבלות שכלית ללא
אטיולוגיה ספציפית, תסמונת דאון ותסמונת ויליאמס,
בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה**

חיבור לשם קבלת התואר "דוקטור לפילוסופיה"

**מאת
שרית שטיין**

**בהנחיית: פרופ' ליפשיץ-והב חפציבה
פרופ' וקיל אלי**

**הפקולטה למדעי החברה
בית ספר לחינוך**

הוגש לסנאט של אוניברסיטת בר-אילן



**מחקר זה נערך בסיוע מענק מחקר מקרן שלם
הקרן לפיתוח שירותים לאדם עם מוגבלות שכלית התפתחותית ברשויות המקומיות**

2014

עבודה זו נעשתה בהדרכתם של **פרופ' חפציבה ליפשיץ-והב** מן המחלקה לחינוך של אוניברסיטת בר אילן רמת גן, ו**פרופ' אלי וקיל** מן המחלקה לפסיכולוגיה אוניברסיטת בר אילן.

שלמי תודה

תודתי נתונה, בראש ובראשונה, לפרופ' חפציבה ליפשיץ-והב אשר הייתה הרבה יותר ממנחה עבורי ונתנה לי הכוונה מקצועית ואישית יקרה מפז.

תודה גדולה שלוחה לפרופ' אלי וקיל אשר פרש בפניי ידע מקצועי עצום וסייע בידי בכל עת ובכל עניין במקצועיות רבה ובסבלנות אין קץ.

תודתי לפרופ' אבי קלוגר (האוניברסיטה העברית בי-ס), אשר סייע בידי בהכוונה ובלמידה משותפת בתחום הסטטיסטיקה ובהליכה בשדה הלא חרוש של תחום המטה אנליזה.

I would like to express my deepest appreciation and gratitude to **Prof. Micahel Borenstein** for providing me with precious guidance to the fascinating field of Meta-Analysis.

תודתי שלוחה גם לאורי ורחל שלו ולנתאלי ז'ורבסקי אשר פתחו בפניי את ביתם וסיפקו בנדיבותם את התנאים שאפשרו את כתיבתה של עבודה זו.

תודתי הגדולה ביותר היא לבעלי היקר עדי ולילדיו האהובים עילם, עתליה ועובל - שותפים מלאים לגמרי בכתיבת עבודה זו. בלעדיכם כל זה לא היה אפשרי.

עבודה זו מוקדשת לאמי האהובה, דניז ישיביץ (ז"ל), שנפטרה בטרם עת במהלך כתיבת עבודה זו. בזכות האמונה, הביטחון והאהבה שלה הצלחתי להגשים את חלומנו המשותף.

תוכן עניינים

עמוד

1

2

2

3

3

3

4

5

5

6

7

8

8

9

11

11

11

13

13

14

15

16

16

17

18

18

19

20

21

21

22

22

23

24

24

25

25

29

31

34

34

36

37

38

38

39

40

42

42

43

44

פרק

מבוא

פרק א: סקירת הספרות

א. מטה אנליזה

ב. מערכת הזיכרון

1. מערכת זיכרון העבודה (Working memory)

1.1 זיכרון לטווח קצר (Short term memory)

1.2 זיכרון עבודה (Working memory)

1.2.1 מודל הרכיבים של Baddeley

1.2.2 מטלות זיכרון העבודה בזיקה למודל הרכיבים של Baddeley

1.3 הבסיס הנוירולוגי של זיכרון העבודה

2. זיכרון לטווח ארוך (Long term memory)

2.1 מערכת הזיכרון המפורש/הדקלרטיבי (Explicit memory)

2.2 מערכת הזיכרון המרומז (Implicit memory)

2.3 הבסיס הנוירולוגי של זיכרון ארוך הטווח

ג. אוכלוסיות בעלות מוגבלות שכלית

1. ההגדרה המסורתית למונח "מוגבלות שכלית"

2. ההגדרה החדשה למונח "מוגבלות שכלית"

3. מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית (Nonspecific etiology)

3.1 תפקודי הזיכרון - מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית (NSE)

3.2 התפתחות מוחית בקרב בעלי מוגבלות שכלית (NSE)

4. תסמונת דאון (Down syndrome)

4.1 תסמונת דאון - תפקודי הזיכרון

4.1.1 תפקודי זיכרון העבודה (Working memory)

4.1.2 תפקודי זיכרון ארוך טווח (Long term memory)

4.2 התפתחות מוחית בקרב בעלי תסמונת דאון

5. תסמונת ויליאמס (Williams Syndrome)

5.1 תסמונת ויליאמס - תפקודי הזיכרון

5.1.1 תפקודי זיכרון העבודה (Working memory)

5.1.2 תפקודי הזיכרון המרומז (Implicit memory)

5.2 התפתחות מוחית בקרב בעלי תסמונת ויליאמס

ד. מחקרים בתחום הזיכרון באוכלוסיית בעלת מוגבלות שכלית

1. שינויים בתפיסת המושגים "מוגבלות שכלית" ו"זיכרון"

2. מחקרי הזיכרון באוכלוסיות בעלות מוגבלות שכלית עד שנות ה-90

3. חקר הזיכרון משנות ה-90 ואילך

3.1 מחקרי הזיכרון המפורש (Explicit memory) באוכלוסיות בעלות מוגבלות שכלית

3.2 מחקרי זיכרון העבודה באוכלוסיות בעלות מוגבלות שכלית

3.2.1 חקר זיכרון העבודה - מגמות ותיאוריות

3.2.2 מגמות העולות ממחקרי זיכרון העבודה באוכלוסיות בעלות מוגבלות

שכלית

3.3 מגמות העולות ממחקרי הזיכרון המרומז באוכלוסיות בעלות מוגבלות שכלית

ה. מטרתו של המחקר

1. מערכת זיכרון העבודה - שאלות אופרטיביות

2. מערכת הזיכרון המרומז - שאלות אופרטיביות

ו. תרומת המחקר

פרק ב: שיטת המחקר

1. קריטריונים להכללת המחקרים במטה-אנליזה

2. הליך איתור המאמרים והכללתם

2.1 סינון וקידוד המחקרים - זיכרון עבודה

2.2 ארגון הנתונים - זיכרון עבודה

2.3 סינון וקידוד המחקרים - זיכרון מרומז

3. המשתתפים

4. שיטת עיבוד הנתונים

44	4.1 חישוב גודל האפקט (Effect size) ומרווח הביטחון (Confidence Intervals)
46	4.1.1 בחירת מודל האפקט
46	4.1.2 שיקולים אנליטיים באשר לגודל האפקט
48	4.2 סטטיסטיקת ההומוגניות
49	4.3 בחינת המודל הקטגורי- זיהוי משתנים ממתנים
51	פרק ג: תוצאות - זיכרון עבודה
52	1. תפקודי זיכרון העבודה - השוואה כללית בין הקבוצות
55	2. תפקודי זיכרון העבודה - השוואה בין הקבוצות (ID, TD) בזיקה למשתנה הגיל (CA, MA)
55	2.1 תפקודי זיכרון העבודה - השוואה בין הקבוצות (ID, TD) התואמות בגילן המנטלי (MA)
58	2.2 תפקודי זיכרון העבודה - השוואה בין הקבוצות (ID, TD) התואמות בגילן הכרונולוגי (CA)
59	2.3 השוואה בין גדלי האפקט המתייחסים למשתנה הגיל (MA, CA)
61	3. תפקודי זיכרון העבודה - השוואה בין הקבוצות (ID, TD) בזיקה למשתנה רכיב הזיכרון
61	3.1 תפקודי הלולאה הפונולוגית (Phonological loop)- השוואה בין הקבוצות (ID, TD)
62	3.1.1 תפקודי הלולאה הפונולוגית בזיקה למשתנה הגיל (MA, CA)
64	3.2 תפקודי הלוח החזותי מרחבי (Visuo Spatial-Sketchpad)- השוואה בין הקבוצות (ID, TD)
65	3.2.1 תפקודי הלוח החזותי מרחבי בזיקה למשתנה הגיל (CA, MA)
67	3.3 תפקודי המעבד המרכזי (Central Executive) - השוואה בין הקבוצות (ID, TD)
68	3.3.1 תפקודי המעבד המרכזי (CE) בזיקה למשתנה הגיל (CA, MA)
70	3.4 השוואה בין ממוצעי גדלי האפקט המתייחסים לשלושת רכיבי זיכרון העבודה
72	4. תפקודי זיכרון העבודה - השוואה בין הקבוצות (ID, TD) בזיקה למשתנה סוג המטלה
72	4.1 תפקודי הלולאה הפונולוגית בזיקה למשתנה סוג המטלה
75	4.1.1 תפקודי הלולאה הפונולוגית בזיקה למשתנה סוג המטלה ומשתנה הגיל
76	4.2 תפקודי הלוח החזותי מרחבי בזיקה למשתנה סוג המטלה
78	4.2.1 תפקודי הלוח החזותי מרחבי בזיקה למשתנה סוג המטלה ומשתנה הגיל
79	4.3 תפקודי המעבד המרכזי (CE) בזיקה למשתנה סוג המטלה
79	4.3.1 תפקודי המעבד המרכזי (CE) בזיקה למשתנה רמת הבקרה (Level of control)
81	4.3.2 תפקודי המעבד המרכזי בזיקה למשתנה רמת הבקרה ומשתנה הגיל
82	4.3.3 תפקודי המעבד המרכזי בזיקה למשתנה המודאליות (Modality)
84	4.3.4 תפקודי המעבד המרכזי בזיקה למשתנה המודאליות ומשתנה הגיל
85	5. תפקודי זיכרון העבודה - השוואה בין הקבוצות (ID, TD) בזיקה למשתנה האטיולוגיה
86	5.1 תפקודי זיכרון העבודה בקרב בעלי מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית (NSE)
87	5.1.1 השוואה בין הקבוצות (NSE, TD) בזיקה למשתנה הגיל (CA, MA)
88	5.1.2 השוואה בין הקבוצות (NSE, TD) על פי רכיב הזיכרון
91	5.2 תפקודי זיכרון העבודה של בעלי תסמונת דאון (DS)
93	5.2.1 השוואה בין הקבוצות (DS, TD) על פי רכיב הזיכרון
94	5.3 תפקודי זיכרון העבודה של בעלי תסמונת וויליאמס (WS)
95	5.3.1 השוואה בין הקבוצות בזיקה למשתנה רכיב הזיכרון
97	5.4 השוואה בין ממוצעי גדלי האפקט המתייחסים למשתנה האטיולוגיה
100	5.4.1 השוואה בין גדלי האפקט על פי האטיולוגיה ורכיב הזיכרון
104	פרק ד: דיון ומסקנות - זיכרון העבודה
104	1. זיכרון עבודה (Working memory) - השוואה כללית בין הנבדקים
105	2. תפקודי זיכרון העבודה על פי משתנים ממתנים פוטנציאליים
105	2.1 תפקודי מערכת זיכרון העבודה על פי משתנים הקשורים במטלה - רכיב הזיכרון וסוג המטלה
111	2.2 תפקודי מערכת זיכרון העבודה בזיקה למשתנים הקשורים בנבדקים- גיל ואטיולוגיה
116	3. עיכוב התפתחותי או לקות סטרוקטוראלית?
118	פרק ה: תוצאות - זיכרון מרומז
119	1. תפקודי הזיכרון המרומז- השוואה כללית בין הקבוצות

120	2. השוואה בין תפקודי הזיכרון המרומז של בעלי מוגבלות שכלית לבין בעלי ההתפתחות התקינה על פי משתנה הגיל (MA, CA)
122	3. השוואה בין תפקודי הזיכרון המרומז של בעלי מוגבלות שכלית לבין בעלי ההתפתחות התקינה על פי סוג המטלה
123	4. השוואה בין תפקודי הזיכרון המרומז של בעלי מוגבלות שכלית לבין בעלי ההתפתחות על פי האטיולוגיה (DS, NSE, WS)
123	4.1 תפקודי הזיכרון המרומז בזיקה למשתנה האטיולוגיה (NSE, DS, WS)
126	4.2 השוואה בין תפקודי הזיכרון המרומז של בעלי מוגבלות שכלית ובעלי ההתפתחות התקינה בזיקה למשתנה האטיולוגיה (NSE, DS, WS) ומשתנה לרכיב הזיכרון (Priming/ Procedural learning)
129	פרק ו : דיון ומסקנות - זיכרון מרומז (Implicit memory)
132	פרק ז : דיון כללי
137	ביבליוגרפיה
164	נספח 1: רשימת המאמרים המשתתפים במטה-אנליזה זיכרון עבודה (Working memory) באוכלוסייה בעלת מוגבלות שכלית
169	נספח 2: מטה אנליזה ארגון הנתונים - מחקרי זיכרון העבודה
182	נספח 3: רשימת המאמרים המשתתפים במטה-אנליזה זיכרון מרומז (Implicit memory) בעלת מוגבלות שכלית
184	נספח 4: מטה אנליזה ארגון הנתונים - מחקרי זיכרון מרומז
188	נספח 5: חישוב גודל אפקט g ו d לכלל הניסויים המופיעים במחקרים השונים
192	נספח 6: תפקודי הלולאה הפונולוגית - השוואה בין בעלי מוגבלות שכלית לבעלי ההתפתחות התקינה (MA) בזיקה למשתנה סוג המטלה
194	נספח 7: תפקודי הלולאה הפונולוגית - השוואה בין בעלי מוגבלות שכלית לבעלי ההתפתחות התקינה (CA) בזיקה למשתנה סוג המטלה
195	נספח 8: השוואה בין בעלי מוגבלות שכלית לבעלי ההתפתחות התקינה (MA) במטלות מרחביות וחזותיות הבודקות את תפקודי הלוח החזותי מרחבי
196	נספח 9: השוואה בין בעלי מוגבלות שכלית לבעלי ההתפתחות התקינה הזיהוי (CA) במטלות מרחביות וחזותיות הבודקות את תפקודי הלוח החזותי מרחבי
197	נספח 10: תפקודי המעבד המרכזי השוואה בין הקבוצות (ID, TD) בזיקה למשתנה רמת הבקרה
198	נספח 11: תפקודי המעבד המרכזי של בעלי מוגבלות שכלי בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה (CA) בזיקה למשתנה רמת הבקרה
199	נספח 12: תפקודי המעבד המרכזי של בעלי המוגבלות השכלית (ID) בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה (TD) בזיקה למשתנה המודאליות והגיל המנטאלי (MA)
200	נספח 13: תפקודי המעבד המרכזי של בעלי המוגבלות השכלית (ID) בהשוואה לבעלי ההתפתחות (TD) בזיקה לאינטגרציה בין משתנה הגיל הכרונולוגי (CA) ומשתנה המודאליות
201	נספח 14: תפקודי זיכרון העבודה של בעלי מוגבלות שכלית (NSE) בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה (TD) - השוואה כללית

רשימת טבלאות

עמוד	טבלה
43	טבלה 1: התפלגות המשתתפים במחקר המטה אנליזה העוסק בזיכרון העבודה
43	טבלה 2: התפלגות המשתתפים במחקר המטה אנליזה העוסק בזיכרון מרומז
50	טבלה 3: רשימת המשתתפים הממתנים הפוטנציאליים - זיכרון עבודה
50	טבלה 4: רשימת המשתתפים הממתנים הפוטנציאליים - זיכרון מרומז
52	טבלה 5: מטה אנליזה זיכרון עבודה כללי- השוואה בין בעלי מוגבלות שכלית ובעלי ההתפתחות התקינה
56	טבלה 6: השוואה בין בעלי מוגבלות שכלית (ID) ובעלי התפתחות התקינה (TD) התואמים בגילם המנטאלי
58	טבלה 7: השוואה בין בעלי מוגבלות שכלית (ID) ובעלי התפתחות התקינה (TD) התואמים בגילם הכרונולוגי
61	טבלה 8: תפקודי הלולאה הפונולוגית של בעלי מוגבלות שכלית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה
63	טבלה 9: תפקודי הלולאה הפונולוגית- השוואה בין הקבוצות (ID, TD) על פי משתנה הגיל (CA, MA)
64	טבלה 10: תפקודי הלוח החזותי מרחבי של בעלי המוגבלות השכלית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה
65	טבלה 11: תפקודי הלוח החזותי מרחבי- השוואה בין הקבוצות (ID, TD) בזיקה למשתנה הגיל (CA, MA)
67	טבלה 12: תפקודי המעבד המרכזי של בעלי המוגבלות השכלית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה
68	טבלה 13: תפקודי המעבד המרכזי- השוואה בין הקבוצות (ID, TD) בזיקה למשתנה הגיל (CA, MA)
70	טבלה 14: מודל קטגוריות - השוואה בין ממוצעי גדלי האפקט המתייחסים למשתנה רכיב הזיכרון ומשתנה הגיל
73	טבלה 15: השוואה בין הקבוצות (ID, TD) במטלות מילוליות שונות, הבדקות את תפקודי הלולאה הפונולוגית
75	טבלה 16: מודל קטגוריות - השוואה בין ממוצעי גדלי האפקט המתייחסים לסוג המטלה בתוך רכיב הלולאה הפונולוגית
77	טבלה 17: רכיב הלוח החזותי מרחבי - השוואה בין בעלי מוגבלות שכלית לבעלי ההתפתחות התקינה במטלות מרחביות ומטלות חזותיות
78	טבלה 18: מודל קטגוריות - השוואה בין ממוצעי גדלי האפקט המתייחסים לסוג המטלה, בתוך רכיב של הלוח החזותי מרחבי
80	טבלה 19: תפקודי המעבד המרכזי - השוואה בין הקבוצות (ID, TD) בזיקה למשתנה רמת הבקרה
81	טבלה 20: מודל קטגוריות - השוואה בין ממוצעי גדלי האפקט המתייחסים למשתנה רמת הבקרה בתוך רכיב המעבד המרכזי
82	טבלה 21: תפקודי המעבד המרכזי- השוואה בין הקבוצות (ID, TD) בזיקה למשתנה המודאליות
84	טבלה 22: מודל קטגוריות - השוואה בין ממוצעי גדלי האפקט המתייחסים למשתנה המודאליות, בתוך רכיב המעבד המרכזי, ומשתני הגיל
86	טבלה 23: מודל קטגוריות - השוואה בין גדלי האפקט המתייחסים לתפקודי זיכרון העבודה של בעלי מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה (NSE) ובעלי ההתפתחות התקינה (TD), בזיקה למשתנה הגיל ורכיב הזיכרון
91	טבלה 24: מודל קטגוריות - השוואה בין גדלי האפקט המתייחסים לתפקודי

זיכרון העבודה של בעלי תסמונת דאון (DS) ובעלי ההתפתחות התקינה (TD), בזיקה למשתנה רכיב הזיכרון

- טבלה 25: מודל קטגוריות - השוואה בין גדלי האפקט המתייחסים לתפקודי זיכרון העבודה של בעלי תסמונת וויליאמס (WS) ובעלי ההתפתחות התקינה (TD), בזיקה למשתנה רכיב הזיכרון
- 94
- טבלה 26: מודל קטגוריות - השוואה בין גדלי האפקט המתייחסים לתפקודי זיכרון העבודה של בעלי מוגבלות שכלית (ID) ובעלי ההתפתחות התקינה (TD), על פי משתנה האטיולוגיה ומשתנה רכיב הזיכרון
- 97
- טבלה 27: מודל קטגוריות - השוואה בין גדלי האפקט המתייחסים לתפקודי הזיכרון המרומז של בעלי מוגבלות שכלית (ID) ובעלי ההתפתחות התקינה (TD), על פי משתנה האטיולוגיה ומשתנה רכיב הזיכרון
- 126

רשימת שרטוטים

עמוד	שרטוט
41	שרטוט 1: תהליך איתור המחקרים - בניית מסד הנתונים
54	שרטוט 2: תפקודי זיכרון העבודה של בעלי המוגבלות השכלית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה
60	שרטוט 3: השוואה בין גדלי האפקט המתייחסים למשתנה הגיל (CA, MA)
88	שרטוט 4: תפקודי זיכרון העבודה השוואה בין הקבוצות (NSE, TD) בזיקה למשתנה הגיל
92	שרטוט 5: תפקודי זיכרון העבודה של בעלי תסמונת דאון בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה (MA)
96	שרטוט 6: תפקודי זיכרון העבודה של בעלי תסמונת וויליאמס בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה (MA)
99	שרטוט 7: תפקודי זיכרון העבודה - השוואה בין גדלי האפקט על פי משתנה האטיולוגיה
101	שרטוט 8: הלואה הפונולוגית - השוואה בין גדלי האפקט על-פי משתנה האטיולוגיה
102	שרטוט 9: הלוח החזותי מרחבי- השוואה בין גדלי האפקט על-פי משתנה האטיולוגיה
103	שרטוט 10: המעבד המרכזי - השוואה בין ממוצעי גדלי האפקט על-פי משתנה האטיולוגיה
119	שרטוט 11: זיכרון מרומז- השוואה בין בעלי המוגבלות השכלית (ID) ובעלי ההתפתחות התקינה (TD)
121	שרטוט 12: זיכרון מרומז- השוואה בין בעלי המוגבלות השכלית ובעלי ההתפתחות התקינה בזיקה למשתנה הגיל
122	שרטוט 13: זיכרון מרומז - השוואה בין הקבוצות (ID, TD) בזיקה למשתנה רכיב הזיכרון
124	שרטוט 14: תפקודי הזיכרון המרומז- השוואה בין הקבוצות (ID, TD) על פי משתנה האטיולוגיה

תקציר

במחקר הנוכחי נערכה מטה-אנליזה של מחקרי זיכרון באוכלוסייה בעלת מוגבלות שכלית, המתחלקת לשני חלקים. האחד, עוסק במטה אנליזה של מערכת זיכרון העבודה (Working memory) והשני במערכת הזיכרון המרומז (Implicit memory). אוכלוסיית המחקר כוללת שלוש קבוצות של נבדקים בעלי מוגבלות שכלית (Intellectual disability): בעלי מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית (Nonspecific etiology), בעלי תסמונת דאון (Down syndrome) ובעלי תסמונת ויליאמס (Williams syndrome).

בשטחי מחקר רבים ובפרט בשטח המחקר החברתי, הכרחי לארגן את כמות הנתונים העצומה שהצטברה, להסביר את התוצאות ולברר את הסתירות המתקבלות לעיתים ממחקרים דומים. מכאן חשיבותו הרבה של תהליך מסכם ומסיק מסקנות (Hunter & Schmidt, 2000). כפתרון אפשרי לקשיים אלו פותחה המטה - אנליזה, שיטה סטטיסטית אינטגרטיבית של ממצאי קבוצת מחקרים בלתי תלויים אשר לכולם הנחה קונספטואלית משותפת, או תהליכים משותפים להשגת יעדי המחקר (Borenstein, Hedges, Higgins, & Rothstein, 2009; Cooper & Rosenthal, 1980). המטה-אנליזה, לעומת סקירה ספרותית, יכולה 'לסקור' את הממצאים הקיימים תוך שימוש בניתוח סטטיסטי כמותי, ולספק ממדים סטטיסטיים כתשובה לשאלות המחקר (Borenstein et al., 2009, 2011; Ellis, 2010; Hunter, Schmidt, & Jackson, 1982).

מטרתו העיקרית של המחקר הנוכחי הייתה לבדוק, האם קיימים הבדלים בתפקודי זיכרון העבודה (WM) והזיכרון המרומז (IM), של בעלי מוגבלות שכלית (ID), לבין בעלי ההתפתחות התקינה (Typical development). באמצעות מטרה זו, ניסינו לענות על שתי שאלות מרכזיות:

שאלה א': האם משתנים דמוגרפיים הקשורים בנבדקים (גיל ואטיולוגיה), ומשתנים הקשורים במטלה (רכיב הזיכרון, סוג המטלה והמודאליות), מהווים משתנים ממתנים, העשויים להסביר את ההבדלים בין תוצאות המחקרים אודות תפקודי זיכרון העבודה והזיכרון המרומז של בעלי המוגבלות השכלית?

שאלה ב': האם קיימים הבדלים בגדלי האפקט, המתייחסים לתפקודי הזיכרון של אוכלוסיות בעלות מוגבלות שכלית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה, בין ובתוך רכיבי המערכות השונות?

מסד הנתונים במטה האנליזה כלל מחקרים שנערכו משנות ה-90, וזאת בשל התגברות ההתעניינות המחקרית, למן העת הזו, באטיולוגיות השונות של המוגבלות השכלית, מתוך תפישה רעיונית, הרואה את המוגבלות האינטלקטואלית כפרופיל קוגניטיבי נפרד שניתן לתארו באופן איכותי וכמותי. בנוסף, בפרק זמן זה חל שינוי מהותי בטרמינולוגיה ובידע הכללי בתחום הזיכרון קצר הטווח (Short term memory) וארוך הטווח (Long term memory). הזיכרון קצר הטווח שולב במסגרת מרובת רכיבים, היא זיכרון העבודה (WM), המאפשר אחסון ועיבוד מידע בו זמנית. באשר לזיכרון ארוך הטווח הובן, כי הוא בנוי מתת מערכות (זיכרון מפורש וזיכרון מרומז), המשמשות ליכולת ללמוד ולשמר מידע באופן ישיר ומודע ולזכירת מיומנויות ללא מודעות ליכולת הזכירה, בהתאמה.

השילוב בין התמורות והידע שהצטבר בשני תחומים אלו, הביא לכמות גדולה של מחקרים קוגניטיביים לרבות מחקרי זיכרון, המספקים תוצאות מעורבות ואף סותרות אודות תפקודי הזיכרון השונים של בעלי המוגבלות השכלית (Schuchardt, Gebhardt, & Mäehler, 2010; Van der Molen, Van Luit, Jongmans, & Van der

(Molen, 2009). מכאן, המחקר הנוכחי התבצע בשיטת המטה אנליזה, במטרה להגיע למסקנות כוללות ומכלילות אודות תפקודי זיכרון העבודה והזיכרון המרומז של בעלי המוגבלות השכלית, תוך זיהוי תהליכים התפתחותיים ספציפיים, המעורבים ביצירת הפרופיל הקוגניטיבי, של קבוצות שונות בעלות מוגבלות שכלית.

מחקר המטה- אנליזה הקודם שנערך על ידי חוקרת המחקר הנוכחי (שטיין, 2009, Lifshitz, Shtein, Weiss, 2009), התמקד בתפקודי הזיכרון המפורש בלבד של אוכלוסיות בעלות מוגבלות שכלית, אשר מהווה רכיב אחד של מערכת הזיכרון. המחקר הנוכחי ביקש להרחיב את היריעה ועל כן התמקד בביצוע מטה - אנליזה של מחקרי זיכרון עבודה (WM) וזיכרון מרומז (IM), בקרב שלוש אוכלוסיות שונות בעלות מוגבלות שכלית (NSE, DS, WS), בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה (TD). מסקירת הספרות הרלוונטית נראה, למיטב ידעתנו, שזהו מחקר המטה אנליזה הראשון המתמקד בתפקודי זיכרון העבודה והזיכרון המרומז בקרב בעלי מוגבלות שכלית, תוך התבוננות דיפרנציאלית בין ובתוך מערכות הזיכרון השונות.

בניית מסד הנתונים לעריכת כל מטה אנליזה (זיכרון עבודה וזיכרון מרומז), נעשה לאחר איתורם של המחקרים במאגרי המידע השונים בשנים 1990-2012, בהתאם לקריטריונים תוכניים וסטטיסטיים, ההולמים את מטרות המחקר. המטה אנליזה הנוכחית העוסקת במערכת זיכרון העבודה כוללת 60 מאמרים, בהם הופיעו 72 מחקרים שונים. זו העוסקת במערכת הזיכרון המרומז, כוללת 18 מאמרים בהם 22 מחקרים שונים. הפרוצדורה המטה אנליטית בכל המחקר על חתכי השונים, נעשתה תוך שימוש בתוכנה סטטיסטית ייעודית- Comprehensive Meta-Analysis (Borenstein et al., 2005), וכללה ארבע שלבים עיקריים.

1. חישוב גודל אפקט (Effect size) משוקלל (d), שהתבסס על מודל האפקטים האקראיים (Random model), יחד עם מרווח הביטחון בגובה 95% (Confidence intervals) והמובהקות הסטטיסטית שלו (p).

2. חישוב הסטטיסטיקה ההומוגנית (Q), לרבות גודלה (I^2) ופיזור (Tau).

3. שימוש בבדיקת מודל קטגוריות המניב שתי תוצאות: אפקט תוך סיווגי (Q_w) ואפקט בין סיווגי (Q_b).

4. בחינת משתנה נתון כממתן.

להלן נציג את **שאלות המחקר, השערותיו וממצאיו** לגבי כל מערכת זיכרון בנפרד.

מערכת זיכרון העבודה - שאלות אופרטיביות

מחקרי הזיכרון באוכלוסייה בעלת מוגבלות שכלית ובהתאם לכך המטה אנליזה הנוכחית, התבססו במידה רבה על מודל הרכיבים של Baddeley (2000_a, 2000_b, 2003), הכולל מערכת של **מעבד מרכזי** (Central Executive), הנעזר בשתי מערכות אחסון קצרות טווח משניות המשועבדות לו: **הלולאה הפונולוגית** (Phonological loop), והלוח **החזותי-מרחבי** (Visuo Spatial Sketchpad). יתר על כן, המטה האנליזה הנוכחית בודקת את המחקרים על פי **מודל הרצף** של Cornoldi (Cornoldi, Rigoni, 2001; Cornoldi, Carretti, & De Beni, 2001; Venneri, & Vecchi, 2000; Cornoldi & Vecchi, 2003), המשמש על מנת לבחון משתנים שונים הקשורים ברמת הבקרה והמודאליות של המטלה. עלפי מודל זה יש לבחון את מטלות זיכרון העבודה באמצעות התייחסות לשני ממדים. **ממד הרצף האופקי** המתייחס למודאליות המטלה, ו**ממד הרצף האנכי**, המשקף את רמת הבקרה הנדרשת לביצוע המטלה בזיקה לדרישותיה.

א. שאלה כללית בנושא זיכרון עבודה:

האם גודל האפקט באשר לתפקודי זיכרון העבודה, יצביע על הבדלים בין בעלי המוגבלות השכלית לבין בעלי ההתפתחות התקינה?

השערה: גודל האפקט יצביע על הבדלים גדולים בין הקבוצות לטובת בעלי ההתפתחות התקינה. זאת לאור מחקרים שונים בהם נמצא קשר בין תפקודי זיכרון העבודה ומדדי אינטליגנציה (Gathercole, 1999; Gathercole et al., 2004, 2006; Yuan et al., 2006). לאור העובדה כי ב-60% מן המחקרים המהווים בסיס למחקר הנוכחי, נמצא כי תפקודם של בעלי המוגבלות השכלית במגוון מטלות זיכרון עבודה נמוכים בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה.

תוצאות: מתוצאות המטה אנליזה, עלה כי גודל האפקט ($d = 0.92$) ומרווח הביטחון ($LCI = 0.76$; $UCI = 1.10$) הצביעו על הבדלים גדולים בין הקבוצות. כלומר, השערת המחקר אושרה, תפקודי זיכרון העבודה של בעלי המוגבלות השכלית, נמצאו לקויים באופן משמעותי בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה. עם זאת, מבחן ההומוגניות הסטטיסטי (Q) הצביע על הטרוגניות גדולה בין המחקרים, המלמדת על כך שאינם חולקים תוצאות דומות. מכאן, בניסיון להגיע להומוגניות בין המחקרים, ובמטרה לזהות משתנים ממתנים, העשויים להסביר את חוסר העקביות בין המחקרים, סווג המחקרים על פי מספר משתנים שונים.

ב. שאלות אופרטיביות הקשורות במשתנים דמוגרפיים העשויים להיות משתנים ממתנים:

שאלה 1: האם קיימים הבדלים בין גדלי האפקט באשר לתפקודי זיכרון העבודה של בעלי המוגבלות השכלית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה בזיקה למשתנה הגיל (MA , CA) ?

השערה: ימצאו הבדלים בין גודל האפקט המתייחס להשוואה בין הקבוצות התואמות בגילן המנטאלי, לגודל האפקט המתייחס להשוואה בין הקבוצות המותאמות בגילן הכרונולוגי. השערה זו מתבססת הן, על מחקרים בהם נמצאה השפעתו של הגיל הכרונולוגי על תפקודי הזיכרון השונים (Kemper et al., 2010; Lifshitz et al., 2011; שטיין, 2009).

תוצאות: תוצאות המטה אנליזה הצביעו על כך, שקיימים הבדלים גדולים בתפקודי זיכרון העבודה בין בעלי המוגבלות השכלית לבין בעלי ההתפתחות התקינה, הן כאשר ההשוואה נעשתה על בסיס הגיל המנטאלי והן כאשר ההשוואה נעשתה על בסיס הגיל הכרונולוגי. עם זאת, הפערים בתפקודי זיכרון העבודה בין הקבוצות התואמות בגילן המנטאלי מצטמצמים באופן **מובהק ומשמעותי**, בניגוד להשוואה בזיקה לגיל הכרונולוגי. מכאן, השערת המחקר אומתה. עם זאת, לאור ההטרוגניות הגדולה בין המחקרים בכל קטגוריה (CA , MA), משתנה הגיל לא נמצא ממתן, קרי אינו יכול להסביר את ההבדלים הקיימים בין המחקרים.

שאלה 2: האם קיימים הבדלים בין גדלי האפקט באשר לתפקודי זיכרון העבודה של בעלי המוגבלות השכלית, בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה בזיקה למשתנה האטיולוגיה (DS , WS , NSE) ?

השערה: לאור הפרופיל הקוגניטיבי השונה של בעלי התסמונות השונות, ובעיקר זה המתייחס לבעלי תסמונת וויליאמס ותסמונות דאון (Breckenridge et al., 2013; Carney, et al., 2013; Kittler, et al., 2008; Vicari, & Carlesimo, 2006b; Lanfranchi, et al., 2002;), שיערנו כי ימצאו הבדלים בגדלי האפקט, המתייחסים לתפקודי זיכרון העבודה של בעלי המוגבלות השכלית ובעלי ההתפתחות התקינה בזיקה למשתנה האטיולוגיה.

תוצאות: תוצאות המטה אנליזה הצביעו על הבדלים מובהקים בין ממוצעי גדלי האפקט, המתייחסים לתפקודי זיכרון העבודה של קבוצות שונות בעלות מוגבלות שכלית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה. כלומר, בעלי האטיולוגיות השונות אינם חולקים פרופיל קוגניטיבי זהה בתחום זיכרון העבודה, גם כאשר נמצאו לכאורה, רמות מקבילות של פגיעה בתפקודי זיכרון העבודה בין האטיולוגיות השונות. לפיכך, השערת המחקר אומתה. עם זאת, לאור ההטרוגניות הגדולה בין המחקרים בכל קטגוריה (WS, DS, NSE), משתנה האטיולוגיה לא נמצא ממתן.

ג. שאלות אופרטיביות הקשורות במשתנים הקשורים במטלה העשויים להיות משתנים ממתנים:

שאלה 1: האם קיימים הבדלים בין גדלי האפקט, המתייחסים לתפקודם של בעלי מוגבלות שכלית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה בין רכיבי מערכת זיכרון העבודה (הלולאה הפונולוגית, הלוח החזותי-מרחבי, המעבד המרכזי)?

השערה: במחקרים רבים, בהם השתתפו נבדקים בעלי לקויות התפתחות שונות, שימש מודל הזיכרון של Baddeley (2003, 2000_b, 2000_a) על מנת להוכיח שהליקוי בתפקודי הזיכרון עשוי להיות ספציפי לרכיב אחד, בעוד שהתפקוד ברכיבים האחרים עשוי להיות תקין (Gathercole & Alloway, 2006; Henry & Winfield, 2010; Martinussen et al., 2005; Mosse & Jarrold, 2010; Purser & Jarrold, 2014; Trezise et al., 2005). לאור זאת שערנו, כי גודל האפקט יצביע על הבדלים בתפקודי זיכרון העבודה של בעלי המוגבלות השכלית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה בין רכיבי הזיכרון השונים.

תוצאות: תוצאות המטה אנליזה, אשר התבססו על מודל הרכיבים של Baddeley (2003, 2000_b, 2000_a), הצביעו על הבדלים מובהקים בין ממוצעי גדלי האפקט, המתייחסים לתפקודם של בעלי המוגבלות השכלית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה בזיקה למשתנה רכיב הזיכרון. בתוך כך, ניכר דפוס ביצועים הטרוגני של בעלי המוגבלות השכלית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה בין רכיבי מערכת זיכרון העבודה השונים. כמו כן, בחינת האינטראקציה בין משתנה האטיולוגיה ומשתנה רכיב המטלה תרמה לזיהוי דפוס הביצועים המובחן של כל קבוצה בעלת מוגבלות שכלית. מכאן, השערת המחקר אומתה. עם זאת, לאור ההטרוגניות הגדולה בין המחקרים בכל קטגוריה (הלולאה הפונולוגית, הלוח החזותי-מרחבי, המעבד המרכזי) משתנה רכיב הזיכרון לא נמצא ממתן.

שאלה 2: האם קיימים הבדלים בין גדלי האפקט, המתייחסים לתפקודם של בעלי מוגבלות שכלית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה בתוך רכיבי מערכות זיכרון העבודה בזיקה למשתנה סוג המטלה, רמת הבקרה והמודאליות?

השערה: בהתבסס על מחקרים שונים בהן נמצאו הבדלים בין בעלי המוגבלות השכלית לבעלי ההתפתחות התקינה רק בחלק מן מטלות הלולאה הפונולוגית והלוח החזותי מרחבי (לדוגמא, Numminen et al., 2002; Van der Molen et al., 2009, 2010), שיערנו שיהיו הבדלים בין גודלי האפקט, המתייחסים לתפקודם של בעלי מוגבלות שכלית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה, בתוך רכיבי מערכות זיכרון העבודה. יתרה מכך, שיערנו כי הבדלים אלו ימצאו גם באשר לרכיב המעבד המרכזי, בהתאם למודל זיכרון העבודה שהציע Cornoldi (2000, 2001, 2003).

תוצאות:

א. תוצאות המטה אנליזה לא הצביעו על הבדלים בין ממוצעי גדלי האפקט המתייחסים למשתנה סוג המטלה (Word span Digit span, Non word repetition task and General task), בתוך רכיב הלולאה הפונולוגית. תפקודם של בעלי המוגבלות השכלית נמצאו ליקויים באופן מובהק בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה בכל אחת מבין הקטגוריות המילוליות. לעומת זאת, תוצאות המטה אנליזה המתייחסות לרכיב הלוח החזותי מרחבי, הצביעו על הבדלים מובהקים בין ממוצעי גדלי האפקט המתייחסים למשתנה סוג המטלה (Visual task and Spatial task). תפקודם של בעלי המוגבלות השכלית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה (MA) נמצאו שמורים יחסית במטלות חזותיות, בעוד שאלו נמצאו לקויים באופן בינוני במטלות מרחביות. כמו כן משתנה סוג המטלה לא נמצא ממתן הן לגבי רכיב הלולאה הפונולוגית, הן לגבי רכיב הלוח החזותי מרחבי.

ב. תוצאות המטה אנליזה המתייחסות למשתני המטלה (רמת הבקרה והמודאליות) בתוך רכיב המעבד המרכזי, לא נמצאו הבדלים בין ממוצעי גדלי האפקט המתייחסים למשתנה רמת הבקרה (Level1, Level2, Level3). תפקודם של בעלי המוגבלות השכלית נמצאו לקויים בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה בכל שלוש רמות הבקרה. בדומה לזאת, לא נמצאו הבדלים בין ממוצעי גודלי האפקט המתייחסים למשתנה המודאליות (Verbal Task, Visual-Spatial Task and Dual Task). לעומת זאת, כאשר נבחנה האינטראקציה בין משתנה המודאליות והגיל המנטלי, תפקודם של בעלי המוגבלות השכלית במטלות חזותיות- מרחביות נמצא שמור יחסית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה, והפערים בין הקבוצות במטלות המילוליות הצטמצמו. משתנה רמת הבקרה והמודאליות לא נמצאו ממתנים.

לסיכום, דפוס הביצועים המובחן, מחזק את התפיסה הרואה בזיכרון העבודה מערכת המורכבת מחלקים, המובחנים מבחינה אנטומית ופונקציונאלית, וכן מהווה תמיכה במודל הרכיבים של Baddeley. מודל זה נמצא יעיל בזיהוי פרופיל זיכרון העבודה המובחן בקרב קבוצות שונות בעלות מוגבלות שכלית, בעיקר בין רכיב הלולאה הפונולוגית והלוח החזותי מרחבי. כמו כן, בחינת תפקודי זיכרון העבודה, של בעלי המוגבלות השכלית, בזיקה ל'מודל הרצף' של Comolli ושותפיו (2000, 2003), סיפקו ראיות לכך שרכיב המעבד המרכזי אינו עשוי מקשה אחת. מחד, במחקר הנוכחי, לא נמצאה הוכחה לכך, שהקשיים של בעלי המוגבלות השכלית (NSE, DS), הולכים וגדלים בביצוע מטלות זיכרון העבודה על פי רמת הבקרה הנדרשת. מאידך, נמצאו הוכחות לחשיבות חלוקתו של רכיב המעבד המרכזי, בזיקה למשתנה המודאליות.

במחקר המטה אנליזה הנוכחי, אף אחד מהמשתנים הקשורים בנבדקים ובמטלה לא נמצא ממתן, ואינו יכול להסביר את חוסר העקביות בין המחקרים. רק האינטראקציה בין המשתנים הקשורים במטלה ובנבדקים, הפחיתה באופן מובהק את ההטרוגניות בין המחקרים ואפשרה לעמוד על ההבדלים בין הקבוצות (TD, ID).

מערכת הזיכרון המרומז- שאלות אופרטיביות:

א. שאלה כללית: האם גודל האפקט באשר לתפקודי הזיכרון המרומז, יצביע על הבדלים בין בעלי המוגבלות השכלית לבין בעלי ההתפתחות התקינה?

השערה: חקר תפקודי הזיכרון המרומז בקרב אוכלוסיות בעלות מוגבלות שכלית, כפי שהוא בא לידי ביטוי במסד הנתונים במחקר הנוכחי, הושפע מהנחת היסוד אותה התווה Reber (1993; Reber et al.,)

1991). לפיה, בניגוד ללמידה המפורשת, הלמידה המרומזת אמורה לגלות שינויים קטנים, כפונקציה של הבדלים אינדיבידואליים בגיל ובבשלות, ולא להיפגע, יחסית, מהפרעות נוירולוגיות או פסיכולוגיות. בהתאם לכך, מבלי להתייחס למשתני האטיולוגיה, הגיל וסוג המטלה, שערנו, כי גודל האפקט יצביע על הבדלים קטנים, יחסית, בין תפקודי הזיכרון המרומז של בעלי המוגבלות השכלית ובעלי ההתפתחות התקינה.

תוצאות: מתוצאות המטה אנליזה (20 מחקרים), עלה כי גודל האפקט ($d = 0.43$) ומרווח הביטחון ($LCI = 0.25$; $UCI = 0.62$) מצביעים על הבדלים בינוניים ומובהקים בין הקבוצות. כלומר, השערת המחקר לא אוששה, תפקודי הזיכרון המרומז של בעלי המוגבלות השכלית, נמצאו לקויים באופן בינוני בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה. כמו כן, מבחן ההטרוגניות הסטטיסטי (Q) הצביע על הטרוגניות גדולה בין המחקרים, המלמדת על כך שאינם חולקים תוצאות דומות.

ב. שאלות אופרטיביות הקשורות במשתנים הדמוגרפיים העשויים להיות משתנים ממתנים:

שאלה 1: האם קיימים הבדלים בין גדלי האפקט באשר לתפקודי הזיכרון המרומז של בעלי המוגבלות השכלית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה בזיקה למשתנה הגיל (MA, CA)?

השערה: בהעדר מחקרים העוסקים בהשפעת משתנה הגיל על תפקודי הזיכרון המרומז של בעלי המוגבלות השכלית לא שוערה השערה אלא נוסחה שאלה בלבד.

תוצאות: תוצאות המטה אנליזה הצביעו על כך, שלא נמצאו הבדלים בין ממוצעי גודל האפקט המתייחסים למשתנה הגיל. בעלי המוגבלות השכלית מגלים פערים בינוניים ומובהקים בתפקודי הזיכרון המרומז הן בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה התואמים בגילם הכרונולוגי, הן בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה התואמים בגילם המנטאלי. לאור זאת, משתנה הגיל לא נמצא ממתן.

שאלה 2: האם קיימים הבדלים בין גדלי האפקט באשר לתפקודי הזיכרון המרומז של בעלי המוגבלות השכלית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה בזיקה למשתנה האטיולוגיה (DS, WS, NSE)?

השערה: לאור מחקרים בהם תוארו יכולות שונות של למידה מרומזת בקרב בעלי תסמונת דאון ובעלי תסמונת וויליאמס (Vicari et al., 2000, 2001, 2007), שיערנו כי בניגוד לתיאוריה של Reber (1993), גודל האפקט יצביע על הבדלים בתפקודי הזיכרון המרומז, בין בעלי האטיולוגיות השונות.

תוצאות: תוצאות המטה אנליזה הצביעו על הבדלים מובהקים בין ממוצעי גדלי האפקט המתייחסים למשתנה האטיולוגיה. גודל האפקט המתייחס לבעלי המוגבלות השכלית ללא אטיולוגיה ספציפית, הצביע על תפקודי זיכרון שמורים בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה, בעוד שגודל האפקט המתייחס לתפקודי הזיכרון המרומז של בעלי תסמונת דאון ובעלי תסמונת וויליאמס הצביע על תפקוד לקוי בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה. יודגש, כי מטה אנליזה זו מרחיבה את הראיות בדבר דפוסי תפקוד קוגניטיבי, השונים מבחינה איכותנית, בקרב בעלי האטיולוגיות השונות לעבר תחום הזיכרון המרומז. כלומר, בעלי האטיולוגיות השונות אינם חולקים אותה מערכת ליקויים ויכולות. לאור זאת ולאור ההומוגניות, שהושגה בין המחקרים בכל קטגוריה, משתנה האטיולוגיה נמצא ממתן ועשוי להסביר במידה רבה את חוסר העקביות בין תוצאות המחקרים השונים.

שאלות אופרטיביות הקשורות במשתנים הקשורים במטלה העשויים להיות משתנים ממתנים:

שאלה 1: האם קיימים הבדלים בין גדלי האפקט באשר לתפקודי הזיכרון המרומז של בעלי מוגבלות שכלית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה, בזיקה למשתנה סוג המטלה (מטלות Priming ומטלות פרוצדורליות)?

השערה: לאור תוצאות מחקרים, בהם ניכר שוני בתפקודם של בעלי תסמונת וויליאמס בין מטלות Priming למטלות פרוצדוראליות (Vicari et al, 2001), ולאור תפקודם הלא אחיד של בעלי תסמונת דאון ובעלי מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית, בביצוע מטלות ה- Priming השונות (לדוגמא, Komatsu et al., 1996; Mattson et al., 1999), שיערנו כי, ימצאו הבדלים בין גדלי האפקט המתייחסים לתפקודי הזיכרון המרומז של בעלי מוגבלות שכלית בסוגי מטלות שונים.

תוצאות: תוצאות המטה אנליזה הצביעו על כך, שלא נמצאו הבדלים בין ממוצעי גדלי האפקט המתייחסים למשתנה סוג המטלה. תפקודי הזיכרון המרומז של בעלי המוגבלות השכלית, כפי שהוא בא לידי ביטוי הן במטלות ה- Priming והן במטלות פרוצדוראליות, נמצא לקוי באופן בינוני בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה. בניגוד לכך כאשר נבחנו ההבדלים בתפקודי הזיכרון המרומז של כל קבוצה בעלת מוגבלות שכלית בנפרד (NSE, DS, WS), בין מטלות ה- Priming והמטלות הפרוצדורליות בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה, התגלה דפוס ביצועים הטרוגני, המצביע על תפקוד שונה בין המטלות. למרות זאת, משתנה סוג המטלה לא נמצא ממתן.

לסיכום, מטה אנליזה זו מרחיבה את הראיות בדבר דפוסי תפקוד קוגניטיבי, השונים מבחינה איכותנית, בקרב בעלי האטיולוגיות השונות לעבר תחום הזיכרון המרומז. בשונה מהנחת היסוד של Reber, בממצאי המחקר הנוכחי, ניכר כי היכולות המרומזות של בעלי המוגבלות השכלית, עשויים להשתנות כפונקציה של הבדלים אינדיבידואליים וסוג המטלה.

מבוא

המחקר הנוכחי הינו מטה - אנליזה של מחקרי זיכרון באוכלוסייה בעלת מוגבלות שכלית, ומתחלק לשני חלקים. הראשון, עוסק במערכת זיכרון- העבודה (Working memory), והשני במערכת הזיכרון המרומז (Implicit memory). אוכלוסיית המחקר כוללת שלוש קבוצות שונות של נבדקים בעלי מוגבלות שכלית: בעלי מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית (Nonspecific etiology), בעלי תסמונת דאון (Down syndrome) ובעלי תסמונת ויליאמס (Williams syndrome).

הרקע התיאורטי שלהלן יכלול את הפרקים הבאים: הגדרת המושגים "מטה אנליזה", "זיכרון" לרבות זיכרון עבודה (WM) וזיכרון ארוך הטווח (Long term memory), על מרכיביהם השונים. כמו כן, יוגדר המונח "מוגבלות שכלית" ויוצגו הפרופילים הקוגניטיביים של שלוש קבוצות שונות בעלות מוגבלות שכלית: תסמונת דאון (DS), תסמונת ויליאמס (WS) ומוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית (NSE). לאחר מכן, יוצגו המגמות העולות ממחקרי הזיכרון שנערכו בקרב אוכלוסיות בעלות מוגבלות שכלית החל משנות ה-90. פרק השיטה יכלול את הפרוצדורה המטה אנליטית, להשגת יעדי המחקר, עפ"י ארבעה שלבים עיקריים כפי שקבעה האגודה הפסיכולוגית האמריקאית (American Psychological Association-APA), (Cooper, 2010). לאור העובדה כי במחקר זה נערכו שתי מטה אנליזות שונות אודות תפקודי זיכרון העבודה והזיכרון המרומז של בעלי מוגבלות שכלית, יוצג פרק התוצאות והדיון הרלוונטי לגבי כל מחקר בנפרד. תחילה יוצגו תוצאות המטה אנליזה המתייחסות למערכת זיכרון העבודה והדיון הנובע מתוצאותיו. אחריו יוצגו תוצאות המטה אנליזה המתייחסות למערכת הזיכרון המרומז והדיון הרלבנטי. בסיום פרקים אלו יוצג סיכום מתכלל אודות מסקנות המחקר, השגיו והשלכותיו.

פרק א': סקירת הספרות

א. מטה אנליזה

במדעי החברה וההתנהגות, המסקנות אודות הידע המצטבר מבוססות יותר ויותר על תוצאותיהן של מטה אנליזות (Hunter & Schmidt, 2000). בשטחי מחקר רבים ובפרט בשטח המחקר החברתי, הכרחי לארגן את כמות הנתונים העצומה שהצטברה, להסביר את התוצאות ולברר את הסתירות המתקבלות לעיתים ממחקרים דומים. מכאן חשיבותו הרבה של תהליך מסכם ומסיק מסקנות. כפתרון אפשרי לקשיים אלו פותחה המטה-אנליזה, **שיטה סטטיסטית אינטגרטיבית של ממצאי קבוצת מחקרים בלתי תלויים אשר לכולם הנחה קונספטואלית משותפת, או תהליכים משותפים להשגת יעדי** המחקר (Borenstein, Hedges, Higgins, & Rothstein, 2009; Cooper & Rosenthal, 1980). מטרת המטה - אנליזה לתאר את הידע הקיים בתחום מחקר מסוים, תוך התחשבות במרבית המחקרים שפורסמו. המטה-אנליזה, לעומת סקירה ספרותית, יכולה 'לסקור' את הממצאים הקיימים תוך שימוש בניתוח סטטיסטי כמותי, ולספק ממדים סטטיסטיים כתשובה לשאלות המחקר (Borenstein et al., 2009, 2011; Ellis, 2010; Hunter, Schmidt, & Jackson, 1982). בעוד שבסקירה ספרותית אין קריטריונים ברורים וקפדניים, קשה לערוך סינתזה הולמת של ממצאי עשרות ואף מאות מחקרים, בשל כמויות המידע הגדולות שיש לעבד בתהליך שכזה. הקושי נובע הן בשל השוני בשיטות הניסוי, הן בשל הבדלים בתוצאות שבין המחקרים השונים. הטכניקות המטה אנליטיות פותחו כתשובה אפשרית לקשיים אלו. הן מאפשרות הערכה כמותית של ממצאי המחקרים הבלתי תלויים, גם כאשר מוקד המחקר עצמו נמדד בעזרת מדדים שונים. הניתוח המטה אנליטי מתמקד בשיטות ובמתודות המתבססות ישירות על הממצאים האמפיריים המדווחים, ומכאן שהמטה-אנליזה מספקת הערכה מדויקת יותר של האפקט הטיפול, דבר המאפשר הסקת מסקנות מדויקות יותר (Borenstein et al., 2009; Egger & Davey-Smith, 1997). מטבע הדברים השימוש במטה-אנליזה יעיל ובעל משמעות בתחום בו קיימים לפחות עשרות מחקרים שתפעלו באופן דומה משתנים זהים. בתנאים אלו מאפשרת המטה-אנליזה לנתח ולעבד מידע, המבוסס על מספר נבדקים גדול, ולהסיק מסקנות על סמך ניתוח סטטיסטי כמותי.

Glass (1976), הציע את שיטת המטה-אנליזה, אשר לפיה מתקבלת סדרה יחידה של מספרים המשקפת את חוזק הקשר בין המשתנים הנחקרים. בעקבות זאת עולה רמת המשמעות (Significance level) העונה על השאלה: "מה הסבירות שסדרת המחקרים המציגה את התוצאות הנ"ל יכלה להיווצר אלמלא היה קיים קשר ממשי ביניהם". כלומר, מטרת השיטה היא להגיע למסקנה כוללת של גודל האפקט (effect size) הנוצר בעקבות המחקרים השונים. במטה-אנליזה אנו הופכים תוצאות סטטיסטיות ממחקרים רבים לממד משותף, המשקף את עצמת הקשר בין המשתנים הנחקרים (גודל האפקט). (Lipsey & Wilson, 1993).

חוקרים שונים הציעו דרכים כיצד לפרש את גודל האפקט המתקבל בתוצאה. הפרוש המקובל ביותר הוא של Cohen (1988), שלפיו 0.2 מצביע על גודל אפקט קטן, 0.5 מצביע על גודל אפקט בינוני ו-0.8 על גודל אפקט גדול. שלבי עריכת מחקר המטה אנליזה הנוכחי יעשה עפ"י הקריטריונים, שקבעה האגודה הפסיכולוגית האמריקאית (American Psychological Association-APA), (Cooper, 2010), תוך שימוש בתוכנת Comprehensive Meta-Analysis (Borenstein et al., 2005) כפי שייפורט בפרק השיטה.

ב. מערכת הזיכרון

מערכת הזיכרון מהווה יסוד לתהליכים הקוגניטיביים העומדים בבסיס התפקוד האנושי. הספרות המחקרית עסקה רבות במבנים ובמודלים התיאורטיים המסבירים את מבנה הזיכרון. בשלושת העשורים האחרונים התגבשה הסכמה, לפיה הזיכרון האנושי אינו נחשב כפונקציה קוגניטיבית שהיא יחידה אחת. נתקים פונקציונאליים בקרב נבדקים בריאים, ונתקים נוירו-פסיכולוגיים בקרב מטופלים פגועי ראש, הצביעו על כך שמערכת הזיכרון מחולקת לסדרה של מערכות ומערכות משנה, הממוקמות באזורים מוחיים שונים, ומשמשות לעיבוד צורות שונות של מידע (Squire, 2004). בין החלקים השונים של מערכת הזיכרון ניתן לציין את זיכרון העבודה (Working memory), הכולל בתוכו את הזיכרון קצר הטווח (Short term memory), וזיכרון ארוך הטווח (Long term memory) על מרכיביהם השונים. המחקר הנוכחי יתמקד במטה-אנליזה של מחקרי זיכרון באוכלוסיות בעלות מוגבלות שכלית, לפיכך נגדיר תחילה את סוגי הזיכרון השונים.

1. מערכת זיכרון העבודה (Working memory)

המחקרים הנכללים במטה-אנליזה זו עושים שימוש במושגים 'זיכרון לטווח קצר' (STM) ו'זיכרון עבודה' (WM), ובחלקם אף נערכת הבחנה בין שני מושגים אלו מתוך תפיסה, כי מדובר בשתי מערכות שונות בעלות מבנה שונה (Pennington, Moon, Edgin, Stedron, & Nadel, 2003; Van der Molen, Van Luit, Jongmans, & Van der Molen, 2009). לנוכח אי האחידות בשימוש במונחים, בחלק הבא יוגדרו מושגים אלו בהקשרם התיאורטי (לסקירה ראה, Unsworth, & Engle, 2007; Engle & Oransky, 1999; Baddeley, 2000a).

1.1 זיכרון לטווח קצר (Short term memory)

המושגים 'זיכרון לטווח קצר' ו'זיכרון עבודה' מגובשים במסגרות, המבחינות בין מידע המשמש בטווח הקצר ובין מידע המשמש בטווח הארוך (Unsworth & Engle, 2007). חקר הזיכרון לטווח קצר, קרי שימור של יחידות מידע קטנות במשך פרקי זמן קצרים, היווה רכיב חשוב בהתפתחות הפסיכולוגיה הקוגניטיבית במהלך שנות ה-60 של המאה ה-20 (Baddeley, 2000a). בשנים אלו הוצעו על ידי החוקרים שלושה סוגי זיכרון מרכזיים: זיכרון חושי, זיכרון לטווח קצר וזיכרון לטווח ארוך - אשר מוצגים היטב במודל הארכיטקטוני שהציעו Atkinson and Shiffrin (1968). מודל זה רכש לאורך השנים השפעה רבה וזכה לכינוי 'מודל האופנות' (Modal model). על פי מודל זה המידע מגיע מהסביבה דרך תחנות ביניים, או תחנות רישום קצרות של זיכרון חושי, וממשיך לעבר הזיכרון לטווח קצר. הזיכרון לטווח קצר נתפש כמאגר זיכרון אחיד, בעל קיבולת מוגבלת, השומר את המידע באופן זמני לצורך עיבוד נוסף (Atkinson & Shiffrin, 1968, 1971; Baddeley, 2000a; Miyake & Shah, 1999). המידע בזיכרון לטווח קצר מתנוון לאחר שתי שניות, אלא אם עבר שינוי. מידע ששונן מקודד ונשמר בזיכרון לטווח ארוך (מאגר בלתי מוגבל שמשמר את הזיכרון למשך תקופות ארוכות). הזיכרון לטווח קצר משמש גם כזיכרון עבודה, המאפשר לעבד מידע שנרכש ולהעבירו זיכרון לטווח ארוך (Atkinson & Shiffrin, 1968, 1971; Baddeley, 2000a).

על אף ריבוי הנתונים התומכים בחלוקה בין זיכרון לטווח קצר וזיכרון לטווח ארוך, ופיתוח מודלים מפורשים לגבי חשיבותו של זיכרון קצר הטווח לקוגניציה, הובן שהמשגתו, הינה פשטנית מידי. זאת לאור מעורבותו בתהליכי למידה הכוללים פונקציות קוגניטיביות גבוהות, כגון קריאה והנמקה (Miyake & Shah, 1999;)

(Unsworth & Engle, 2007). יתרה מכך, מודל האופנות התקשה להסביר עדויות נוספות-פסיכולוגיות באשר למטופלים בעלי ליקוי בזיכרון לטווח קצר. לאור ההנחה כי הזיכרון לטווח קצר משמש גם כזיכרון עבודה, המאפשר לעבד מידע מורכב ולהעבירו לזיכרון לטווח ארוך, המודל ניבא כי מטופלים בעלי ליקויים באחסון לטווח קצר יציגו קיבולת מצומצמת גם של למידה ארוכת טווח וקשיים בפעילויות קוגניטיביות יומיומיות. אולם, נראה כי מהמקרים שנחקרו מטופלים אלו הראו קשיים קוגניטיביים מעטים וזיכרון לטווח ארוך תקין (Baddeley, 2000a, 2003). לפיכך, (Baddeley and Hitch, 1974), המשיגו מחדש את המונח זיכרון לטווח קצר, כמערכת דינאמית יותר, החשובה לאחסון מידע בטווח הקצר, ולצורך מטלות קוגניטיביות גמישות שבהן נדרשים הן אחסון והן מניפולציה. כלומר, ההמשגה הישנה של זיכרון לטווח קצר המתאפשרת למערכת אחסון אחידה, שולבה בתוך מסגרת מרובת רכיבים, שהיא זיכרון העבודה, המשתמשת באחסון כחלק מהפונקציות שלה (Baddeley, 2000a, 2003; 2007 Unsworth & Engle, 2007).

1.2 זיכרון עבודה (Working memory)

זיכרון העבודה הוא מונח המתאפשר אל היחסים הדינאמיים בין האחסון הפאסיבי ובין המניפולציה או השינוי שעובר המידע השמור בזיכרון. הוא משמש כמרחב פעולה מנטאלי, בו ניתן להשתמש באופן גמיש בעת ביצוע פעולות קוגניטיביות מורכבות (Gathercole & Alloway, 2006), לרבות הבנת השפה, למידה, קריאה, כתיבה, דימוי מנטאלי ועוד (Baddeley, 1986; Martinussen et al., 2005; Van der Molen et al., 2009). אחד המאפיינים החשובים של זיכרון העבודה הוא הקיבולת המוגבלת של המערכת, המחייבת חלוקת משאבים בין האחסון ובין העיבוד (Gathercole, & Alloway, 2006). פעולת אחסון המידע הזמני ועיבודו, דורשת מאמץ, תשומת לב ועל כן סיכוייה להיכשל גבוהים, בעיקר כאשר עומס המידע גבוה או מוטלות דרישות קוגניטיביות נוספות על הזיכרון (Brock et al., 2006; Gathercole, 1999).

קיימים מודלים שונים המרחיבים את תיאור הזיכרון לטווח קצר (Cowan, 1988; Davelaar, Goshen-Gottstein, Ashkenazi, Haarmann, & Usher, 2005; Kane, Conway, Hambrick, & Engle, 2007; Nairne, 1990), אך המודל המקובל ביותר הוא זה של Babbeley ועמיתיו (2007). מודל זה לתמיכה ניכרת בקשת רחבה של מחקרים נוספות-פסיכולוגיים ומחקרי הדמיה (Gathercole & Alloway, 2006; Henry, 2008; Henry & Winfield, 2010; Martinussen, Hayden, Hogg-Johnson, & Tannock, 2005; Nee et al., 2013), ובקרב מחקרי זיכרון באוכלוסיות בעלות מוגבלות שכלית (Poloczec, Büttner, & Hasselhorn, 2014). לפיכך נגדיר בקצרה מודל זה ובהתבסס עליו נתאר את מגוון מטלות זיכרון העבודה על מאפייניהם השונים.

1.2.1 מודל הרכיבים של Baddeley

המונח 'זיכרון עבודה' מתייחס למודל בעל ארבעה רכיבים (Baddeley, 2000a, 2003), בשונה מרכיב אחד, הנכלל במסגרת זיכרון קצר הטווח. מודל הרכיבים כולל מערכת של **מעבד המרכזי** (Central Executive), הנעזר בשתי מערכות אחסון קצרות טווח משניות המשועבדות לו: **הלולאה הפונולוגית** (Phonological loop), והלוח **החזותי-מרחבי** (Visuo Spatial Sketchpad), ומערכת **החוצץ האפיזודי** (Episodic buffer), המקשר בין המידע ממאגרי הזיכרון השונים (Baddeley, 2000b). אמנם מודל זה מתואר כמערכת רכיבים נפרדים, אך בה בעת מקיימת ביניהן אינטראקציות. כאשר רכיבים אלו מתפקדים בתיאום, הם מספקים מרחב פעולה מנטאלי גמיש, שיכול לשמש לשמירה ולשינוי של המידע במהלך פעילויות קוגניטיביות תובעניות (Baddeley, 2007).

א. **המעבד המרכזי** (Central Executive): הינו מערכת בקרה בעלת קיבולת קשב מוגבלת, המסוגלת לאחסן באופן זמני מידע המגיע מסוגי מודאליות מרובים. תפקידו לנהל את התהליכים המתחוללים ברכיבים האחרים של זיכרון העבודה, ולהקצות משאבי קשב נדרשים בהתאם לצורך. כמו כן, הוא תומך בפעילויות קוגניטיביות מורכבות (Baddeley, 2000a,b, 2003).

ב. **הלולאה הפונולוגית** (Phonological loop): זוהי מערכת משועבדת בעלת שני רכיבים, המתמחה באחסון זמני של חומר מילולי. האחד, מוקדש לשימור פסיבי של מידע מילולי בקוד פונולוגי (אחסון מילולי) והשני, (שינון באמצעות הגייה) מונע את דעיכת המידע המאוחסן באחסון הפונולוגי, באמצעות רענון העקבות הזמניים. בנוסף, הוא מעורב בקידוד מחדש של חומר מילולי המוצג באופן חזותי, כפורמט פונולוגי (Baddeley, 2000b, 2003).

ג. **הלוח החזותי מרחבי** (Visuospatial-Sketchpad): רכיב זה מהווה את המערכת המשועבדת השנייה, אשר מתמחה באחסון זמני של חומר חזותי-מרחבי (Baddeley, 2003). בהתבסס על נתונים קליניים וניסויים, הועלתה הטענה, שלפיה הזיכרון הזמני של מידע חזותי (כגון צבעים וצורות), וחומר מרחבי (כגון מיקום אובייקטים ורצף תנועה), נתמכים על-ידי מערכות קוגניטיביות שונות המשלימות זו את זו (לסקירה ראה, Vicari 2006).

ד. **החוצץ האפיזודי** (Episodic buffer): הינו מאגר אחסון בעל קיבולת מוגבלת, המשמר מידע מזיכרון העבודה ומהזיכרון לטווח ארוך. ההנחה היא שהוא נשלט, מבחינת הקשב, על ידי המעבד המרכזי, ושהוא נגיש למודעות. הקידוד הרב ממדי שלו מאפשר שילוב מערכות שונות, והמודעות מספקת תהליכי חיבור ואחזור נוחים. לכן יש לראות רכיב זה כמאפיין מכריע של יכולת הזיכרון הפעיל לפעול כמרחב עבודה גלובלי (Baddeley, 2007).

1.2.2 מטלות זיכרון העבודה בזיקה למודל הרכיבים של Baddeley

בספרות המחקרית נעשה שימוש במגוון רחב של מטלות, כדי למדוד פונקציות שונות של זיכרון עבודה (Poloczek, Buttner, & Hasselhorn, 2012; Trezise, Gray, Taffe, & Sheppard, 2014)

על פי מודל הרכיבים של Baddeley (2007), מטלות זיכרון הדורשות אחסון זמני של פרטי מידע מילולי או חזותי-מרחבי, מזוהות עם רכיבי המשנה של מערכת זיכרון העבודה קרי, הלולאה הפונולוגית והלוח החזותי מרחבי. במטלות אלו נדרש מן הנבדקים לאחסן רצפים של מילים (Word span) (Baddeley, 1986), ספרות (Digit Span) (Wechsler, 1955, 1981), צירופים שאינם מילים (Non-word repetition task) (Hasselhorn M. &)

(Körner, 1997), דגמים חזותיים (Pattern Span task) (Della Sala, Gray, Baddeley, Allamano, & Wilson, 1999), או מיקומים מרחביים (Corsi blocks Task) (Milner, 1971), ולהיזכר בהם על פי הסדר הנכון. אחד המאפיינים המשותפים לרבות מן השיטות הוא השימוש בפרוצדורת הטווח (Forward span), שבה כמות החומר שיש לזכור מוגדלת במהלך מספר ניסיונות הבאים ברצף בזה אחר זה. הבדיקה מתחילה בדרך כלל באורכי סדרות של שני גירויים וגדלה בגירוי אחד לאחר שני ניסיונות. הבדיקה מסתיימת כאשר הנבדק טועה בשני הניסיונות באותו האורך (Gathercole & Alloway, 2006).

לעומת זאת, מטלות הדורשות חלוקת משאבים בין האחסון ועיבוד הבו זמני, מיוחסות לרכיב המעבד המרכזי ונקראות מטלות טווח מורכבות (Complex memory span task) (Bopp & Verhaeghen, 2005; Yuan, 2006). מדדים אלו כוללים מטלות טווח לאחור (Backward span task), בהן נדרשים הנבדקים לחזור על רצף מילולי (Digit Span\ Word span) או חזותי-מרחבי (Corsi blocks Task\ Pattern Span), בסדר ההפוך לזה שהוצג בשלב ההצגה. בקבוצה אחרת של מדדים, הנבדקים נדרשים להעביר את הקשב הלוך ושוב בין מטלת הזיכרון הראשונית ומטלת העיבוד המשנית, כשהם מתאמים לאורך המטלה בין קידוד פרטי הזיכרון ובין עיבוד הגירויים האחרים שאין צורך לזכור אותם. לדוגמא, מטלות טווח הקריאה (Reading span) (Daneman & Carpenter, 1980), דורשות מן הנבדקים לקרוא סדרות של משפטים תוך זכירת המילה האחרונה בכל משפט; מטלות טווח ההקשבה (Listening span) (Daneman & Carpenter, 1980), דורשות מן הנבדקים להאזין למשפטים ולענות על שאלה פשוטה אודות המשפט, תוך זכירת המילה האחרונה בכל משפט; מטלת מציאת יוצא הדופן (Odd one out span task) (Henry, 2001), דורשת מן הנבדק למצוא אחת משלוש תמונות, שהינה יוצאת דופן לעומת השתיים האחרות, ולשמור את מיקומה המרחבי, בעודו מבצע החלטות נוספות של מציאת יוצא דופן. קבוצת מטלות אחרת, שבמודל העבודה של Baddeley מתייחסים אליה כאל מטלות המעבד המרכזי, נקראת מטלה כפולה (Dual task). מטלות אלו כוללות מטלת זיכרון ראשונית ומטלה משנית שאינה מטלת זיכרון, המתבצעות בו זמנית (Baddeley, 2007).

1.3 הבסיס הנוירולוגי של זיכרון העבודה

ההתקדמות בטכניקות הדמיה הנוירולוגיות הובילה לזיהוי סטרוקטורות ייחודיות לקליפת המוח, התומכות ברכיבי מערכת זיכרון העבודה (לסקירה ראה, Gathercole, 1999). ממצאי מחקרים התנהגותיים בקרב בעלי התפתחות תקינה וממחקרים נוירו פסיכולוגיים בקרב אוכלוסיות בעלות פגיעות מוחיות (לסקירה ראה, Trezise, Gray, Taffe, & Sheppard, 2014), מראים כי קיימות מערכות נפרדות מבחינה אנטומית ומבחינה פונקציונלית, המשמשות את אחסון המידע המיוחס ללולאה הפונולוגית והלוח החזותי מרחבי. נראה כי מטלות מילוליות מתמקדות יותר בצידו השמאלי של המוח, בעוד שמטלות מרחביות מתמקדות בצידו הימני. כמו כן, הנתונים מצביעים על כך שבתהליך זה פועלות סטרוקטורות עצביות שונות המיוחסות לרכיב המעבד המרכזי (Martinussen, Hayden, Hogg-Johnson, & Tannock, 2005). המעגל הנוירו אנטומי המעורב בזיכרון העבודה, תלוי באופייה של המטלה ובמורכבות המידע שיש לשמור או לבצע עליו מניפולציה (Thomason et al., 2009; Edgin, Pennington, Mervis, 2010). באוכלוסייה שהתפתחותה תקינה, האזורים שמופעלים בדרך כלל במהלך מטלות זיכרון עבודה, כוללים את קליפת המוח הקדם-מצחית האחורי-צדית (Dorsolateral prefrontal

area), קליפת המוח הגחוניית- צדית הקדם-מצחית (Ventrolateral prefrontal cortex), האזורים הדופניים (Parietal areas), ההיפוקמפוס, קליפות המוח הקדם- מוטוריות והמוח הקטן (cerebellum). דבר המצביע על רשת דיפוזית של פעילות (Bedwell et al., 2005; Cabeza & Moscovitch, 2013).

התפתחות זיכרון העבודה תלויה במידה רבה בגיל הכרונולוגי של הפרט (Kemper, Schmalzried, Hoffman & Herman, 2010). השיפור באחסון הזמני של חומר מבוסס דיבור, שמתרחש בתקופה המתפרשת החל משנות טרום ביה"ס (גיל 4) ונמשכת במהלך שנות ההתבגרות (גיל 14), משקפת שינויים התפתחותיים בתהליכים רבים. אלו כוללים ניתוח פרספטואלי, בנייה ושימור של עקבות זיכרון, שימור מידע אודות סדר, חזרה, אחזור ושחזור. פונקציה נוספת העוברת התפתחות משמעותית עם העלייה בגיל, היא היכולת לבצע מניפולציות במידע ולאחסנו בו זמנית. בין המקורות האפשריים לשינויים תלויי הגיל ברכיב המעבד המרכזי, נמצאים השיפור ביעילות העיבוד וביכולת הקשב וכן החלפה בין מטלות (Gathercole 1999; Gathercole, & Alloway, 2006; Kemper, 2010; ; Lanfranchi et al., 2010; Schmalzried, Hoffman & Herman, 2010). השליטה המלאה ברכיב המעבד מושגת כאמור, בגיל ההתבגרות או הברגרות המוקדמת, כאשר אזורי המוח הפרונטאליים מגיעים לידי הבשלה (Gathercole et al., 2004; Lanfranchi et al., 2010).

2. זיכרון לטווח ארוך (Long term memory)

הזיכרון לטווח הארוך מוגדר כמערכת שבה מאוחסן המידע שאנו קולטים למשך פרקי זמן ארוכים, כלומר כמערכת השומרת ידע כך שיהיה נגיש מאוחר יותר. ישנם סוגי ידע רבים ומגוונים, אך בכדי שהאדם יוכל לעשות בהם שימוש, הם צריכים להיות נגישים לו בשלב מאוחר יותר לאחר הלמידה. ההשקפה המרכזית בספרות המחקרית בתחום המחקר הניוירי התנהגותי גורסת כי הזיכרון לטווח ארוך בנוי משתי מערכות נפרדות ונבדלות: מערכת דקלרטיבית/מפורשת, ומערכת פרוצדוראלית/ מרומזת (Lewandowsky, Dunn, & Kirsner, 2014; Morgan-Short, Faretta-Stutenberg, Brill-Schuezt, Carpenter, & Wong, 2014; Witt & Vinter, 2012; Reich, Below, & Goldman, 2010).

חלוקת זיכרון ארוך הטווח לשתי מערכות נפרדות, הוצעה לראשונה על ידי Cohen and Squire (1980), אשר הבחינו בין מערכת זיכרון דקלרטיבית (Declarative memory) ומערכת זיכרון פרוצדוראלית (Procedural memory) או כפי שכונו מאוחר יותר על-ידי Grafh and Schacter (1987), כזיכרון מפורש (Explicit memory) וזיכרון מרומז (Implicit memory). ההבחנות בין מינוחים אלו אינן זהות לחלוטין, אבל חופפות במידה רבה. המשותף להן הוא הרעיון, שהזיכרון ארוך הטווח, אינו מדד אחיד אלא מורכב ממערכות שונות על פי התפקידים שהן משרתות (Cabeza & Moscovitch, 2013). להלן יפורטו ההגדרות המקובלות לתתי מערכות אלו של הזיכרון ארוך הטווח.

2.1 מערכת הזיכרון המפורש/הדקלרטיבי (Explicit memory)

מערכת זו מתייחסת ליכולת לרכוש ולאחסן מידע אפיוזדי (זיכרונות אישיים ואוטוביוגרפיים) ומידע סמנטי (ידע כללי), הנגישים לזכירה מודעת ומכוונת הדורשת מאמץ מנטאלי. הזיכרונות הגלויים ניתנים להצהרה באופן מילולי, כאשר הפרט מסוגל לבטא את המידע שרכש באופן מגוון ושונה מאופן הרכישה (Cabeza & Tulving & Schacter, 1990; Squire, Stark, & Clark, 2004; Squire, 1992; Moscovitch, 2013).

מטלות הזיכרות (Recall) והיכר (Recognition), מהוות את שיטת המחקר הבסיסית ביותר של חקר הזיכרון האפיוזדי, הנקראת פרדיגמת למידה-מבחן. לבדיקה טיפוסית של זיכרון מפורש שני שלבים: בשלב הראשון (שלב הלמידה), מוצגים לנבדקים גירויים שונים (למשל תמונות או מילים) שהנבדקים יתבקשו לזכור מאוחר יותר; בשלב השני (שלב המבחן), על הנבדק לבצע מבחן הזיכרות (recall) או מבחן היכר (recognition) בהם הוא מתבקש במישרין לחזור ולהיזכר בגירויים אשר הוצגו לו בשלב הלמידה על מנת להפיק או לבחור את התגובה הנכונה. בביצוע המטלה מתרחש חיפוש נשלט ומכוון של אינפורמציה מאוחסנת, הדורש מן הנבדק קשב ומודעות לפעולת ההיזכרות (MacLeod, & Bassili, 2014).

2.2 מערכת הזיכרון המרומז (Implicit memory)

מערכת זו עוסקת ביכולת לרכוש ולבצע מיומנויות והרגלים חדשים, ללא מודעות מכוונת ומאמץ קוגניטיבי. במילים אחרות, ביצוע המטלה על ידי הפרט נעשית ללא אקטיבציה של קשב או זיכרון מודע לתהליך הלמידה וזמן הלמידה (Graf & Schacter, 1985, 1987; Schacter, 1987).

מבחני זיכרון ישירים אינם רלוונטיים לבדיקת הזיכרון המרומז, שכן הנבדקים אינם מודעים לקשר בין תנאי הלמידה והמבחן או אף לעצם העובדה כי מדובר במבחן זכירה. לכן, קיימים מדדים אחרים, לפיהם ניתן יהיה לקבוע אם אכן המיומנות נשמרה בזיכרון, על ידי הערכת השיפור בביצוע המיומנות הנבדקת (Moscovitch, 1994; Goshen-Gottstein, & Vreizen, 1994). בהסתמך על Squire (1987), נהוג לחלק את מערכת הזיכרון המרומז לשלושה רכיבים: **התניה** (Conditioning), **אפקט ההטרמה** (Repetition priming effect) ו**מיומנויות פרוצדוראליות** (Procedural Learning). רכיבים אלו מובחנים מבחינה פונקציונאלית ונירולוגית (לסקירה ראה, Kirsner et al., 2013).

א. **התניה** (Conditioning): מתייחס ללמידת קישורן של תגובות פשוטות עם גירוי ספציפי בדומה להתניה הקלאסית של פבלוב, ללא מודעות ללמידה, ומבלי יכולת להסביר את הסיבה לפעולתו (Parkin, 1982; Cohen, 1984) אור

ב. **אפקט ההטרמה/אפקט ה-Priming** (Repetition priming effect), מתייחס ליכולת הפרט להפיק תועלת מחשיפה מוקדמת לגירויים (מילוליים או חזותיים), עליהם הוא אמור לדווח בהמשך. אפקט ה-Priming משקף שיפור בביצוע המטלה, הבא לידי ביטוי בזמן מהיר יותר ובפחות שגיאות, המהווה אינדיקציה לכך שהמידע נמצא בזיכרון למרות שהאדם לא נדרש לשלוף את המידע שלמד ישירות.

מטלת Priming טיפוסית בנויה משני שלבים: בשלב הראשון (הקרוי שלב הלמידה), מוצגים לנבדקים גירויים כגון: מילים (Word stem completion) (Salmon et al., 1988) או תמונות (Picture fragment)

Completion Task) (Snodgrass, 1980). בשלב השני (שלב המבחן), על הנבדקים לבצע מבחן בו הם מתבקשים להשלים או לזהות את הגירויים המוצגים במהירות האפשרית, כאשר הם אינם מודעים לכך שחלק מהגירויים הוצגו זמן קצר קודם לכן בשלב הלמידה. הפקת אחוז גבוה יותר של תגובות נכונות או זמן תגובה נמוך יותר לגירויים שהוצגו בשלב הלמידה יחסית לאלו שהוצגו אך ורק בשלב המבחן מהווה את אפקט ה-Priming.

ג. **למידה פרוצדוראלית/מיומנויות פרוצדוראליות** (Procedural Learning / Skill learning): מתייחסת לרכישת פרוצדורות קוגניטיביות ומוטוריות כתוצאה מאימון, כאשר מתרחש תהליך הדרגתי בו האדם רוכש פרוצדורות מסוימות, המצטרפות לכדי פעולה אחת, מכוונת מטרה המתבצעת בסופו של תהליך באופן אוטומטי (Cabeza & Moscovitch, 2013). כלומר, תהליך רכישת המיומנות הפרוצדוראלית, עשוי להיות איטי ואף מותנה בתרגול. עם זאת, כאשר המיומנויות נרכשיות היא נעשית במהירות וללא מאמץ מנטאלי (Lum, Conti-Ramsden, Page, & Ullman, 2012).

קיימים מגוון של מטלות פרוצדוראליות, המערבות מנגנונים קוגניטיביים גבוהים כגון חשיבה, תכנון ובקרה (לסקירה ראה, Cabeza & Moscovitch, 2013). המאפיין המרכזי של מטלות אלו הוא, שתוך כדי התנסות, הנבדק לומד חוקיות מסוימת, לעיתים באופן לא מודע, ומבצע את המטלה בהתאם לחוקיות זו.

אחת המטלות המקובלות ביותר לבחינת הלמידה המרומזת הינה מטלת הדקדוק המלאכותי (Artificial grammar learning task) (Reber, 1967). במטלה זו הנבדק נחשף תחילה למילות תפל, הבנויות ממספר אותיות, בעלות מבנה לוגי או חוקיות מסוימת. לאחר החשיפה לרשימת מילים המתאימות למבנה החוקי או הלוגי, מוצגות לפניו סדרת מילים מעורבת בה חלק מן המילים הן בעלות מבנה לוגי-חוקי וחלק לא. על הנבדק לומר האם אלו "מילים" או "לא מילים".

מטלה נוספת נפוצה שנחקרה רבות הינה חידת מגדלי האנוי (Tower of Hanoi Puzzle) (Newell, 1980), או המקבילה לה במבחן Tower of London (Krikorain, Bartok, & Gay, 1994). במתכונתה הבסיסית המטלה מורכבת משלוש עמודות, כאשר על העמודה הראשונה מונחות אחת על השנייה שלוש טבעות בגדלים שונים בצורת פירמידה. מטרת הנבדק היא להגיע למצב הסופי בו שלוש הטבעות מונחות באותו סדר, במינימום מהלכים, כאשר בכל צעד הוא יכול להעביר רק טבעת אחת ורק את העליונה, ואסור לו להניח טבעת גדולה על טבעת קטנה. המטלה בנויה כך שניתן לעלות את מספר הטבעות, ובכך לשנות את רמת הקושי.

2.3 הבסיס הנוירולוגי של זיכרון ארוך הטווח

חלוקת זיכרון ארוך הטווח לשתי מערכות נתמכת על ידי עדויות נוירו פסיכולוגיות ומחקרי הדמיה בקרב נבדקים בעלי פגיעות מוחיות שונות (Lewandowsky, Dunn, & Kirsner, 2014; Morgan-Short, Faretta-Stutenberg, Brill-Schuezt, Carpenter, & Wong, 2014; Reich, Below, & Goldman, 2010; Witt & Vinter, 2012). להלן יפורטו המנגנונים הביולוגיים העיקריים של הזיכרון המפורש והזיכרון המרומז המרכיבים את הזיכרון ארוך הטווח:

א. **הזיכרון המפורש** (Explicit memory) תלוי בשלמותו ובתפקודו של ההיפוקמפוס והמבנים הקשורים אליו אנטומית (Squir, Knowlton, & Musen, 1993). ממחקרי ההדמיה הממוחשבת וממחקרים נוירולוגיים, ניכר כי האונות הרקתיות האמצעיות (Medial Temporal Lobes) ואונות המצח (Frontal)

Lobes (האזורים הפרונטאליים), הוכחו כאזורים חשובים עבור הקידוד והאחזור האפיוזדי. בנוסף נמצאו תבניות פעילות שונות שאחראיות על קידוד ואחזור המידע המפורש. קליפת המוח השמאלית הקדמית (Left Prefrontal Cortex) מעורבת יותר ב**קידוד** האפיוזדי, בעוד שקליפת המוח הימנית קדמית (Right Prefrontal Cortex) נדרשת במהלך **האחזור** האפיוזדי. יתרה מכך, נמצא כי אונת המצח השמאלית קדמית קשורה בעיקר לעיבוד מידע מילולי, בעוד שהאונה הימנית הקדמית קשורה בעיבוד חומר שאינו מילולי במהלך הקידוד והאחזור האפיוזדי (Buckner & Koutstaal, 1998; Daselaar, Veltman, Rombouts, Raaijmakers, & Jonker, 2003).

ב. הבסיס העצבי אודות **הזיכרון המרומז (Implicit memory)**, פחות מובן מאשר זיכרון העבודה והזיכרון המפורש. עם זאת בשנים האחרונות, מתגבשת הדעה כי מערכת זו, נתמכת על ידי אזורים נוירו-אנטומיים שונים ולא על ידי אזור יחיד (Johns et al., 2012). לטענת Squire (2004), מעגלים עצביים שונים מעורבים בביצוע מטלות Priming, ומטלות פרוצדוראליות. הפיצול הזה נתמך ע"י ראיות נוירו-פסיכולוגיות ומחקרי הדמיה שונים לפיהן חלק מן ההפרעות המוחיות כדוגמת מחלת האלצהיימר, פוגעות בביצוע מטלות פריימינג, בניגוד למטלות הלמידה הפרוצדוראלית, בעוד שתופעות פתולוגיות אחרות, כגון מחלת Huntington, מסכנות את הלמידה הפרוצדוראלית, אולם מותירות את יכולת הפריימינג ללא פגע (Curran, & Schacter, 2013; Lewandowsky, Dunn, & Kirsner, 2014).

1. **מטלות פרוצדוראליות** - האזורים המזוהים עם מטלות אלו כוללים את הגרעיניים הבזאליים (Basal ganglia), המוח הקטן (Cerebellum), חלקים של קליפת המוח הקדמי (Frontal cortex) כולל הקורטקס המוטורי (Premotor cortex) והחלקים האחוריים של אזור ברוקה (Broca's area), בהתאם לסוג המטלה (תפיסתית, קוגניטיבית ומוטורית) (לסקירה ראה, Lum et al., 2012). בנוסף, קיימת הנחה, שהגרעיניים הבזאליים, מהווים תפקיד מכריע בשלב למידת המיומנות הפרוצדוראלית והתגבשותה, בעוד שהאזורים הקדמיים עשויים להיות חשובים יותר בעיבוד של מיומנויות שכבר נרכשו (Ulman, 2004; 2006).

2. **אפקט ה- Priming** - בספרות המחקרית קיימות טענות שונות אודות האזורים המוחיים המזוהים עם אפקט הפריימינג. לדוגמא, Squire, Knowlton, & Musen (1993), מצביעים על חשיבותו של ה- Posterior Cerebral Cortex הן הימני הן השמאלי. במחקר הדמיה שנערך לאחרונה נמצא כי ה- Perirhinal cortex בתוך האונה המדיאלית טמפורלית (Medial temporal lobe), מעורב בביצוע מטלת Priming מילולי (Wang, Lazzara, Ranganath, Knight, & Yonelinas, 2010). ממצא זה עומד בניגוד לטענתו של Squire (2004), לפיו האונה המדיאלית טמפורלית מזוהה עם הזיכרון המפורש בלבד.

ג. אוכלוסיות בעלות מוגבלות שכלית

המחקר הנוכחי יתמקד במחקרי זיכרון שנערכו בקרב שלוש אוכלוסיות שונות בעלות מוגבלות שכלית: תסמונת דאון (DS), תסמונת ויליאמס (WS) ומוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית (NSE). להלן נציג סקירת ספרות המתייחסת להגדרת המונח "מוגבלות שכלית". מן הראוי להקדים ולציין כי המונח "מוגבלות שכלית" (developmental intellectual disability) (DSM-5) או "מוגבלות שכלית התפתחותית" (developmental intellectual disability) (ICD-11), מחליף את המושג "פיגור שכלי" (Mental retardation), כשהיה נהוג עד כה (Willemssen & Kleefstra, 2014). בסקירה זו תוצגנה הגדרות, המוגבלות השכלית המסורתית (Grossman & Begab, 1983) והחדשה (Luckasson, Borthwick-Duffy et al., 2002, Luckasson, Coulter et al., 1992), ולאחריהן יוצגו בקצרה מאפייני האטיולוגיות השונות המהוות מושא למחקר זה.

1. ההגדרה המסורתית למונח "מוגבלות שכלית"

ההגדרה המסורתית מתבססת על המודל הפסיכו סוציאלי (Grossman, 1983), לפיו המוגבלות השכלית נקבע בהתאם לכישוריו ורמת תפקודו של הפרט בשני תחומים: האינטלקטואלי וההתנהגות המסתגלת. לפי הגדרה זו, "מוגבלות שכלית מתייחסת לתפקוד אינטלקטואלי נמוך מהממוצע, באופן משמעותי, המתקיים בד בבד עם פגם בהתנהגות המסתגלת משך תקופת ההתפתחות" (עמינדב, 1983). תפקוד אינטלקטואלי נחשב כנמוך כאשר קיימת סטייה של שני ציוני תקן מהממוצע, קרי, מנת המשכל עומדת על 70 ומוטה.

ההתנהגות המסתגלת מוגדרת כ"מידה בה נדרש הפרט לעמוד בקריטריונים של מחויבות אישית ואחריות חברתית, המצופות מבני גילו הכרונולוגי" (עמינדב, 1983). ההתנהגות המסתגלת נמדדת על פי מידת התפקוד בקריטריונים סטנדרטיים בארבעה תחומים: עזרה עצמית, תקשורת, חברות ותעסוקה. לצרכי חינוך ושיקום סווגו בעלי המוגבלות השכלית לארבע רמות בהתאם לקריטריונים הנ"ל (Grossman, 1983):

מוגבלות שכלית קלה - IQ 55-69 (Mildly retarded): בעלי יכולת רכישת מיומנויות אקדמיות, קריאה כתיבה וחשבון ובעלי עצמאות בניהול חיי היום יום. המשתייכים לקטגוריה זו יכולים להשתלב במסגרת תעסוקתית ובמגורים בקהילה.

בינוני מוגבלות שכלית בינונית - IQ 40-54 (Moderately retarded): בעלי יכולת רכישת מיומנויות אקדמיות כקריאה וכתיבה. מסוגלים לעסוק בעבודות אריגה, סריגה ואומנות. יכולים להשתלב בקהילה, אולם מבחינה חברתית-רגשית הנם תלויים וילדותיים יותר, מאשר בעלי המוגבלות השכלית הקלה.

מוגבלות שכלית קשה - IQ 25-39 (Severely retarded): בעלי יכולת רכישת מיומנויות עזרה עצמית בטכניקות מיוחדות כעיצוב התנהגות. בתחום התעסוקת, מסוגלים לבצע פעולה מונוטונית פשוטה אחת. המשתייכים לקטגוריה זו, בדרך כלל מתקשים לתפקד ועל כן הם מתגוררים לרוב במוסדות.

מוגבלות שכלית עמוקה - IQ 24 ומטה (Profoundly retarded): מרבית הפונקציות בתחומי ההתנהגות המסתגלת נמצאות בשלב בסיסי מאוד והם זקוקים להשגחה וטיפול תמידיים. בקבוצה זו נמצאים יחידים המרותקים למיטתם ובעלי מגבלות רפואיות, הזקוקים להשגחה רפואית.

2. ההגדרה החדשה למונח "מוגבלות שכלית"

לעומת ההגדרה המסורתית, נשענת ההגדרה החדשה (Luckasson et al., 1992, 2002) על מודל התמיכות שבסיסו הוא אקולוגי-חברתי (Landesman-Ramey, Dossett, & Echols, 1996). לפי מודל זה תפקוד היחיד

הינו תוצר של מידת יחסי הגומלין בין משתני הפרט (אינטליגנציה והתנהגות מסתגלת), לבין הסביבה (בית, בית ספר/עבודה, קהילה) לכן הסביבה הנה בעלת השפעה מכרעת על עיצוב תפקודו של בעלי המוגבלות השכלית. בתוך כך, המונח 'מוגבלות שכלית' מוגדר כ: "מוגבלות המאופיינת על-ידי מגבלות משמעותיות בתפקוד האינטלקטואלי וגם בהתנהגות המסתגלת, כפי שמתבטאת במיומנויות ההסתגלות הקונצפטואליות (מיומנויות קוגניטיביות, תקשורתיות ואקדמיות), חברתיות (ציות לחוקים וקיום כללים, אחריות, יחסים בין אישיים, הערכה עצמית, עמידה בפני הונאה, ניצול, הכשלה ונאיביות), והמעשיות (טיפול עצמי, פעילויות אינסטרומנטאליות של חיי יום-יום). מוגבלות זו מקורה לפני גיל 18".

על פי הגדרה זו, מגבלות בתפקוד הנוכחי חייבות להישקל בקונטקסט של הסביבות הקהילתיות האופייניות לבני גילו ותרבותו של הפרט.

הגדרה זאת מציגה מספר חידושים מהותיים בהשוואה להגדרה המסורתית:

א. **ראיית המוגבלות השכלית כ"מצב עכשווי" ודינאמי** (Luckasson et al., 1992). ההשתמעות הנובעת מתפיסה זו הנה כי פרט עשוי להיות מאובחן כבעל מוגבלות שכלית בתקופה אחת של חייו, אולם להימצא כבעל תפקוד תקין בתקופה אחרת.

ב. **העלאת הסף העליון ל-IQ של 70-75**. בזיקה להבנת השפעתה המכרעת של הסביבה, על תפקודו של הפרט בעל המוגבלות השכלית, נקבע סף מנת משכל המציין טווח ($IQ \leq 70-75$).

ג. **ביטול הסיווג לרמות פיגור**. ביטול הסיווג, על-פי רמות המוגבלות השכלית, נובע מתוך הכרה בכוחו השלילי של התיוג כמייצר סטיגמה חברתית ועל כן עלול לעכב השתלבות תקינה של הפרט עקב קשיים חברתיים ולא דווקא עקב בעיות תפקוד אישיות שמקורן במגבלות הפרט. ביטול הסיווג מטרתו לסייע להביא לידי שילוב במידת האפשר, של בעלי אוכלוסייה זו בחברה ובקהילה. ההתייחסות ליחידים באוכלוסייה איננה עוד לפי תג של פיגור "קל", "בינוני", "קשה" ו"עמוק", אלא נקבעת בהתאם למידת האינטנסיביות של התמיכות להן נזקק הפרט על מנת לממש את יכולתו ולהשתלב בחברה.

לסיכום, השינוי המשמעותי והבולט ביותר בהגדרה, מתייחס לביטול הסיווג על-פי רמות המוגבלות השכלית. ההתייחסות החדשנית לבעלי המוגבלות השכלית, בעיקר הקשה והעמוק, בהתאם ליכולותיהם וכישוריהם (Luckasson et al., 2002), הולמת את הגישה ה"אקטיבית המשנה" (Active Modifying) ואת תיאורית כושר ההשתנות הקוגניטיבי-מבני (Structural Cognitive Modifiability – SCM) של פוירשטיין ועמיתיו (Feuerstein & Rand, 1974; Feuerstein, Rand, & Hoffman, 1979; Rand & Feuerstein, 1977). הקונספציה העומדת מאחורי שתי התפיסות משקפת גישה דינאמית המאמינה ביכולתם של בעלי המוגבלות השכלית, כולל בעלי המוגבלות השכלית הקשה והעמוקה, להשתנות ולהתקדם. יתר על-כן, מהגדרת המוגבלות השכלית החדשה המושתתת על הגישה האקטיבית המשנה, עולה כי הידע שבעלי המוגבלות השכלית יכולים לרכוש הנה רבה וגדולה מעבר לצפיות החברה, על-כן תפקיד החברה הוא למצות את הפוטנציאל הקיים גם באוכלוסייה זו. בהקשר זה, ראוי להזכיר כי בעקבות אמנת האו"ם משנת 2006, לשוויון אנשים עם מוגבלויות, הוחלף המושג פיגור שכלי במונח **מוגבלות שכלית** (intellectual disability) (DSM-5) או **מוגבלות שכלית התפתחותית** (Developmental intellectual disability) (ICD-11) (Willemsen & Kleefstra, 2014).

3. מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית (Nonspecific etiology)

בקרב אוכלוסיות שונות בעלות מוגבלויות שכליות התפתחויות, בעלי מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית (NSE), בשונה מבעלי תסמונות גנטיות (כגון, תסמונות ויליאמס, דאון, ה-X השביר ועוד), מהווים את הקבוצה הגדולה ביותר בשכיחותה (כ- 70%) (Luckasson et al., 2002). בספרות המחקרית קיימים חילוקי דעות אודות מאפייני הפרופיל הקוגניטיבי וההתנהגותי של בעלי המוגבלות השכלית (NSE). להלן יוצגו חלק מן הקשיים הקוגניטיביים, חרף ההטרוגניות המאפיינת קבוצה זו, כפי שסיכמו אותם Schlatter and Büche (2000), ולאחר מכן יוצגו תפקודי הזיכרון השונים של קבוצת בעלי המוגבלות שכלית

בתחום השפתי ניכרות יכולות לשוניות לקויות (Borkowski & Büchel, 1983; Fink & Cegelka, 1982), הבאות לידי ביטוי באיחור התפתחות השפה, אוצר-מילים ותחביר מצומצמים, קושי בשימוש במושגים מופשטים ובבניית משפטים מורכבים (Borkowski & Büchel, 1983).

בתחום הקשב ניכר קושי במיקוד והפנייתו של הקשב לפרטי מטלה מסוימת, או למאפייני גירוי נתון (Polloway, Patton, Payne, & Payne, 1989). לאור זאת, בעלי המוגבלות השכלית מתקשים להתמקד במידע רלוונטי לשם פתרון בעיה נתונה, ובהתמודדות בו זמנית עם מספר היבטים של המטלה (Denny, 1964, 1966).

כמו כן ניכר קושי **בגיוס ובשימוש באסטרטגיות** לביצוע מטלות שונות (Brown, 1974; Borkowski, Carr, & Pressley, 1987; Polloway et al., 1989; Paour, 1992). קושי זה ניכר בעיקר במעבר מאסטרטגיה אחת לאחרת לאור השתנות דרישות המטלה ועל כן עלול לפגוע בהסתגלות לשם הביצוע היעיל שלה (Büchel & Scharnhorst, 1993; Campione & Brown, 1984; Klauer, 1989; Detterman, 1979; Scharnhorst & Büchel, 1995).

3.1 תפקודי הזיכרון - מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית (NSE)

התמונה העולה מן המחקרים האמפיריים אודות תפקוד זיכרון העבודה, בקרב נבדקים בעלי מוגבלות שכלית מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית אינה עקבית (Schuchardt, Gebhardt, & Mäehler, 2010; Van der Molen, Van Luit, Jongmans, & Van der Molen, 2009). באופן כללי ניתן לומר כי, רוב ההשוואות בין בעלי מוגבלות שכלית (NSE), ובעלי ההתפתחות התקינה בני גיל כרונולוגי דומה הצביעו על ליקויים רחבי היקף בכל שלושת רכיבי זיכרון העבודה, כפי שהומשג על ידי Baddeley (Poloczec, Büttner, & Hasselhorn, 2014; Schuchardt et al., 2010). לעומת זאת ממחקרי זיכרון העבודה, בהם הושו נבדקים בעלי מוגבלות שכלית (NSE), לנבדקים בעלי התפתחות תקינה התואמים בגילם המנטאלי, ניכר אי אחידות בין המחקרים. חלק מן המחקרים הראו כי בעלי המוגבלות השכלית מציגים קשיים בשורה של מטלות וביניהן במטלות הלולאה הפונולוגית (Henry & Winfield, 2010; Schuchardt et al., 2010), במטלות הלוח החזותי מרחבי (Numminen, Service, & Ruoppila, 2002) ובמטלות המעבד המרכזי (Van der Molen et al., 2009, 2010) בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה. לעומת זאת, במחקרים אחרים הוצג דפוס הטרוגני של יכולות וקשיים בתוך רכיבי זיכרון העבודה (Henry & NacLean, 2002; Numminen et al., 2002; Schuchardt et al., 2010, 2011; Van der Molen et al., 2009, 2010), דפוס הטרוגני זה ניכר גם במחקרים בהם הושו נבדקים בעלי מוגבלות שכלית

ללא אטיולוגיה ספציפית לקבוצות שונות בעלות מוגבלות שכלית תסמונתית (Chapman, 2006; Kittler et al., 2008; Rowe, Laveder, & Turk, 2006; Sánchez & Llera, 2007;). בדומה למחקרי זיכרון העבודה בקרב קבוצה זו, ניכרת שונות בין ממצאי מחקרי הזיכרון המרומז, חרף כמות המחקרית הקטנה. מחד, בחלק מן המחקרים ניכר כי, בעלי המוגבלות השכלית ללא אטיולוגיה ספציפית מגלים יכולות זיכרון מרומז שמורות (Vakil, Shelef-Reshef, & Levy-Shiff, 1997; Wyatt & Conners, 1998), מאידך אחרים מדווחים על תפקוד לקוי בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה (Hao & Tong, 2005; Inagaki, 2006; Gunji, Kokubo, & Kaga, 2006).

3.2 התפתחות מוחית בקרב בעלי מוגבלות שכלית (NSE)

בניגוד לאטיולוגיה נירו-פסיכולוגית, שנמצאה בקרב בעלי התסמונות הגנטיות השונות, הסיבות להיווצרות המוגבלות השכלית ללא אטיולוגיה ספציפית אינן ידועות ברוב המקרים, ובעיקר כשמדובר במוטציות גנטיות (Haddad et al., 2013). הסיבות הגנטיות הקשורות למוגבלות השכלית ללא אטיולוגיה ספציפית, הן הטרוגניות ונדירות, וכתוצאה מכך, המידע הקליני המפורט הינו מצומצם ביותר (Willemsen, & Kleefstra, 2014). בספרות המחקרית הוצעו גורמים שונים ומגוונים שעלולים לגרום לפגיעה מוחית כגון מוטציות של גנים וכרומוזומים, ליקויים בחילוף החומרים בגוף, חשיפה לרעלים, חוסר חמצן, נזק מוחי ספציפי בלידה או בשלבים מוקדמים של החיים, גורמים סביבתיים (חברתיים, התנהגותיים וחינוכיים) ועוד. למשל, מחקרים קודמים מצאו כי אפשר לזהות אנומליות מבניות אצל 34%-98% בעלי מוגבלות שכלית, באמצעות מחקרים פתולוגיים של המוח לאחר המוות (McDaniel et al., 1998; Schaefer & Bodensteiner 1999). בניגוד לכך, טכניקות להדמיה נייבולוגית מאפשרות זיהוי של אנומליות אצל 35%-40% מהחולים.

ניתן לומר שבקרב בעלי המוגבלות השכלית הקלה, הגורמים הסביבתיים נפוצים ודומיננטיים יותר מאשר גורמים ביולוגיים. לעומת זאת, בקרב בעלי המוגבלות השכלית הבינונית ומטה הגורמים הביולוגיים (גנטיים ולא גנטיים) נפוצים ודומיננטיים יותר מאשר הגורמים הסביבתיים. חשוב לציין כי עקב מורכבותה של האינטראקציה בין הגורמים השונים, במקרים רבים לא ניתן להסביר את התהליך שגרם למוגבלות השכלית (McDaniel, Foster, 1998; Compton, & Courtney, 1998; Katz & Ellis, 1991; Willemsen, & Kleefstra, 2014). ההטרוגניות האטיולוגיות ומורכבות ההפרעה יוצרות מצב של פרופיל קוגניטיבי והתנהגותי לא אחיד (Willemsen, & Kleefstra, 2014).

Schaefer and Bodensteiner (1999), ערכו סקירה של הגורמים לאנומליות התפתחותיות של המוח בקרב בעלי מוגבלות שכלית (NSE). ממצאי מחקרם מצביעים על כך שגורמים אלו יכולים לנוע מעיוותים קשים במוח המזוהים בקלות ועד שינויים תת-מיקרוסקופיים מעודנים בקשרים הבין-ניורונים, שלעיתים קשה יותר לעקוב אחריהם, אפילו באמצעות חקר מיקרוסקופי של רקמות חולות שלאחר המוות. החוקרים ניסו להגדיר את סוגי הממצאים של ההדמיה נייבולוגית, הנראים אצל מטופלים בעלי מוגבלות שכלית. במקרים רבים נמצאו עיוותים במוח הנובעים מקטעת התהליכים הארגוניים הראשוניים להיווצרותו, המתרחשים בשלב מוקדם מאוד בתקופת העוברות. מבין העיוותים המוחיים הנפוצים נמצאו פגמים אינדוקטיביים, המתייחסים ללקויים בהפרדות והתחלקות של המוח הקדמי; פגמים בסגירת הצינור העצבי; אי הפרדה בין חלקי המוח; התפתחות לקויה של כפיס המוח; ליקויים בהתרבות ונדידת תאים במוח; הפרעה התפתחותית נדירה שמאופיינת בשסעים או בסדקים לא נורמאליים בהמיספרות של המוח; ירידה במספר החריצים של המוח הגדול (cerebrum) לעתים

עם עלייה בחומר המוח, דבר הגורם לגודל קיצוני של הרכסים; הגדלה של המוח הקטן; התפתחות לקויה של קליפות המוח הרקתיות, המצחיות והקדמיות.

4. תסמונת דאון (Down syndrome)

תסמונת דאון, היא האטיולוגיה השכיחה ביותר, מקרב בעלי המגבלות השכלית, אשר נגרמת בשל סטייה כרומוזומלית, ומופיעה בשכיחות של אחת ל-650-1,000 לידות ברחבי העולם. תסמונת זו נגרמת בשל טריזומיה של כרומוזום 21. סטייה כרומוזומלית זו משפיעה על ההתפתחות הפיזית וגם הקוגניטיבית, ויוצרת פנוטיפ אופייני, אם כי האינדיבידואלים הלוקים בה שונים במידה ניכרת מבחינת חומרת הליקויים הספציפיים (לסקירה ראה, Lott, & Dierssen, 2010; Hazlett, Hammer, Hooper, & Kamphaus, 2011; Silverman, 2007). לבעלי תסמונת דאון מראה אופייני הכולל, ראש קטן מהרגיל, כשחלקו האחורי עשוי להיות שטוח יותר והצוואר קצר בהשוואה לילדים רגילים. סימני ה"דאון" בפנים מתבטאים בעיניים מלוכסנות, פנים שטוחות, מצח רחב, לשון ארוכה, שיער דליל (Levy & Hermon, 2003). לחלקם בעיות פיזיולוגיות כמו מומים בלב, בעיות מעיים, בעיות ראייה ושמיעה וכן בעיות בבלוטת התריס. לעתים התסמונת אף כוללת דמנציה המזכירה את מחלת אלצהיימר הנה נפוצה אצל מבוגרים בעלי תסמונת דאון (Lott, & Dierssen, 2010).

פרופיל קוגניטיבי: הפרופיל הקוגניטיבי של בעלי תסמונת דאון הינו הטרוגני, הן במונחים של חומרת המוגבלות הקונטיבית (מנת המשכל) והן במונחים של סוג התפקוד הקוגניטיבי שנפגע (Contestabile, Benfenati, & Gasparini, 2010; Dierssen, 2012; Hazlett, Hammer, Hooper, & Kamphaus, 2011). מנת המשכל של בעלי תסמונת דאון נעה, בין מוגבלות שכלית קלה לבינונית ($IQ=40-70$), אך הם יכולים להיות גם בעלי רמות נמוכות יותר (Carr, 1995; Pueschel, 1995), והם מהווים כשליש מבעלי המוגבלות השכלית הבינונית ומטה (רמת IQ מ-55 ומטה) (Carr, 1995). תפקודם הקוגניטיבי מתבטא בהתפתחות לקויה, הבאה לידי ביטוי בתחום הלמידה, הזיכרון והשפה (Contestabile, et al., 2010; Dierssen, 2012; Hazlett, et al., 2011).

ההתפתחות השפתית בקרב בעלי תסמונת דאון לרוב מתעכבת והיא מגיעה לרמה לקויה יחסית, בהשוואה ליכולות קוגניטיביות לא-מילוליות (Hesketh & Chapman, 1998; Hick, Botting, & Conti-Ramsden, 2005; Laws, 1998; Laws & Bishop, 2004). חומרת הליקוי השפתי מאופיינת בשונות גדולה, וניכר כי רכיבים שונים של המערכת הלשונית פגועים בדרגות שונות (Vicari, 2006), וכוללות ליקויים בתחום הפונולוגיה, הבנת השפה והפקתה, אוצר מילים דל, קושי בתחביר ובדקדוק. מחקרים שהשוו את המבנים הדקדוקיים בהם משתמשים צעירים בעלי תסמונת דאון, מצאו שלמרות השימוש בתחביר מורכב, בעלי תסמונת דאון מתקשים בלימוד התחביר וברכישת כללי הדקדוק. מבנה המשפט שלהם מוגבל ורמתו נמוכה בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה (Bless, Swift, & Rosen, 1985; Hodapp & Zigler, 1990). כמו כן, רווחת הטענה כי קיים פער בין מיומנויות שפה רצפטיביות (פסיביות), הנפגעות באופן פחות חמור בהשוואה למיומנויות שפה אקספרסיביות (אקטיביות) (Charman, Drew, Baird and Baird, 2003; Fowler, 1990; Laws & Bishop, 2004; Miller, 1992). במטה אנליזה שנערכה לאחרונה (Næss, Lyster, Hulme, & Melby-Lervag, 2011), נמצא כי לילדים בעלי תסמונת דאון יש ליקוי לשוני נרחב המתבטא בכל תחומי הלשון למעט אוצר המילים הרצפטיבי. לדעת חוקרים שונים

(Carr, 1995; Levy & Hermon, 2003), ילדים בעלי תסמונת דאון מתקשים ברכישת מיומנויות קריאה וכתבה, אשר נובעים בשל קושי בזכירת רצפי מילים, מודעות פונולוגית לקויה, קושי בהבחנה בין צלילים דומים ואותיות דומות ובקושי לתרגם את הסמל הגראפי של האות לצליל. חוקרים רבים הדגישו בחיבוריהם כי הפרופיל הקוגניטיבי של בעלי DS מאופיין בליקוי ניכר ביכולות לשוניות, אשר בדרך כלל עולה על הליקויים ביכולות החזותיות-מרחביות. (Jarrold, Baddeley, & Hewes 1999; Vicari,) (Wang & Bellugi, 1994; Vicari, Bellucci, & Carlesimo, 2005; Wang & Bellugi, 1994). חרף זאת בספרות המחקרית קיימים ממצאים סותרים, המצביעים על תפקוד לקוי של בעלי תסמונת דאון הן במטלות מילוליות והן במטלות חזותיות-מרחביות (Bellugi, Biharle, Jernigan, Tranuner, & Doherty, 1990; Frenkel & Bourdin, 2009; Jones, Singer, Rossen, & Bellugi 1993; Trezise et al., 2014; Wang, Doherty, Rourke, & Bellugi, 1995).

4.1 תסמונת דאון- תפקודי הזיכרון

מחקרי הזיכרון שנעשו בקרב בעלי תסמונת דאון, ובעיקר בתחום זיכרון העבודה, העניקו מידע רב ומגוון אודות היכולות הקוגניטיביות הייחודיות לבעלי תסמונת דאון. להלן יוצג בקצרה פרופיל הזיכרון של בעלי תסמונת דאון בזיקה לכל מערכת בנפרד.

4.1.1 תפקודי זיכרון העבודה (Working memory)

חלק גדול מהמחקרים אודות תפקודי זיכרון העבודה בקרב בעלי תסמונת דאון הונחו במידה רבה על פי מודל הרכיבים של Baddeley (Lanfranchi, Baddeley, Gathercole, & Vianello, 2012), תוך שימוש במגוון גדול של מתודולוגיות (Trezise et al., 2014). רוב המחקרים עוסקים בתפקודי הלולאה הפונולוגית בעוד שמספר המחקרים העוסקים בתפקודי הלוח החזותי מרחבי והמעבד המרכזי קטנים יותר, בהתאמה. **הלולאה הפונולוגית והלוח החזותי מרחבי**: מחקרים קודמים אשר ביצעו השוואות ישירות בין סוגי המודאליות השונים (מילולי בהשוואה לחזותי-מרחבי) מצאוראיות רבות, המצביעות על ליקוי בתפקודי זיכרון העבודה המילוליים (Lanfranchi, Toffanin, Zilli, Panzeri, & Vianello, 2013), בניגוד לשימור יחסי של זיכרון העבודה החזותי מרחבי (לסקירה ראה, Baddeley & Jarrold, 2007). נתק זה בין היכולות המילוליות והחזותיות מרחביות, זכו לתמיכה נוספת בגוף מחקרים נוספים פסיכולוגיים, העוסק בבחינת הפרופילים ההתנהגותיים והקוגניטיביים של בעלי מוגבלות שכלית הנובעת מאטיולוגיות שונות (Kittler, Krinsky-McHale,) (Carney & Brown, 2013; Edgin, Pennington, Mervis, 2010; & Devenny, 2008). בעיקר נטען, כי פרופיל הזיכרון המיוחס לבעלי תסמונת דאון לעומת תסמונת וויליאמס, מצביע על דפוס הפוך של יכולות וקשיים. בתוך כך, נראה כי לבעלי תסמונת וויליאמס יתרונות מסוימים במטלות מילוליות לצד חולשה בקונסטרוקציה החזותית-מרחבית, ואילו בעלי תסמונת דאון מציגים יתרונות יחסיים במטלות חזותיות-מרחביות וקשיים לשוניים חמורים (Breckenridge, Braddick, Anker, Woodhouse, & Atkinson, 2013; Carney, Brown, &) (Henry; 2013; Vicari, & Carlesimo, 2006). החוזקות החזותיות לעומת המילוליות נצפו גם כאשר נערכה השוואה בין מבוגרים בעלי תסמונת דאון לבין בעלי מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית, שהותאמו עפ"י הגיל הכרונולוגי במטלות טווח מרחבי וטווח ספרות (Rowe, Lavender, & Turk, 2006). חרף זאת, קיימים

מחקרים אשר אינם תומכים בנתק בין יכולות זיכרון עבודה מילוליות וחזותיות-מרחביות בקרב בעלי תסמונת דאון. בסדרת מחקרים (Trezise et al., 2014; Munir, Cornish, & Wilding, 2000; Brock & Jarrold, 2005; Visu-Petra, Benga, Tincas, & Miclea, 2007), נמצא תפקוד לקוי של בעלי תסמונת דאון, הן במטלות זיכרון עבודה מילוליות והן במטלות זיכרון עבודה מרחביות, בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה התואמים בגילם המנטאלי.

יתרה מכך, ממספר מחקרים עדכניים (Frenkel & Bourdin, 2009; Vicari & Carlesimo, 2006) עולה כי אפיון הפרופיל הקוגניטיבי של נבדקים בעלי תסמונת דאון במונחים של נתק בין היכולת הלשונית ובין היכולת המרחבית- חזותית הנו פשטני למדי. במחקרים אלו, נמצאו ראיות ליכולות זיכרון עבודה מרחביות שמורות יחסית בקרב בעלי תסמונת דאון בהשוואה ליכולות זיכרון עבודה חזותיות מופחתות. לעומת זאת במחקרים אחרים לא נמצאו הבדלים בביצועיהם של בעלי תסמונת דאון בין מטלות חזותיות למרחביות (לסקירה ראה: Carretti & Lanfranchi, 2010).

מעניין לציין, שגם בין הממצאים העקביים, לכאורה, אודות תפקוד הזיכרון המילוליים הליקויים של בעלי תסמונת דאון ניתן למצוא דיווחים סותרים (Miolo, Chapman, McDuffie, Sindberg, & Chapman, 2007; Sindberg, 2005). חוקרים אלו מצאו שבחלק מן המטלות המילוליות, השיגו בעלי תסמונת דאון הישגים דומים או גבוהים יותר בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה. במחקר אחר (Munir et al., 2000), נמצא כי בעלי תסמונת דאון גילו יכולות טובות יותר, במטלת טווח הספרות לאחור (Backward Digit span), בהשוואה לנבדקים בעלי תסמונת ה-X השביר.

קיימים מחקרים מעטים העוסקים בתפקודי **המעבד המרכזי** של בעלי תסמונת דאון, מהם עולה תמונה מורכבת ולא אחידה (Lanfranchi, Jerman, Dal Pont, Alberti, & Vianello; 2010). כפי שצוין קודם לכן, חקר המעבד המרכזי נעשה על ידי מטלות זיכרון מורכבות, אשר מטילות עומסים משמעותיים הן על האחסון והן על העיבוד המנטאלי (Baddeley, 2007). חוקרים שונים טענו כי, הפער בין היכולות המילוליות והחזותיות בקרב בעלי תסמונת דאון, עשוי להיות עקבי רק כאשר מדובר בשימוש במטלות פשוטות המיוחסות ללולאה הפונולוגית והלוח החזותי מרחבי. לעומת זאת, כאשר נעשה שימוש במטלות מורכבות יותר, המיוחסות למעבד המרכזי, ניכרת פגיעות בתחום המילולי ובתחום החזותי-מרחבי כאחד, בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה (Trezise et al., 2014). קושי זה הוסבר בספרות המחקרית, על ידי גיוס לא יעיל או לא מספק של משאבים קוגניטיביים הנדרשים לביצוע המטלות (Lanfranchi et al., 2010). לעומת זאת במחקרים אחרים (Lanfranchi et al., 2012; Pennington, Moon, Edgin, Stedron, & Nadel, 2003), נמצא כי תפקודי המעבד המרכזי של בעלי תסמונת דאון בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה, הינו לקוי רק בחלק מן המטלות. תוצאות אלו, עולות בקנה אחד עם עדויות רחבות ההיקף לשיבוש ספציפי למודאליות, ומדגישות את הצורך להפריד בין סוגי מטלות המעבד המרכזי, כפי שיורחב בהמשך (Cornoldi, Rigoni, Venneri, & Vecchi, 2000; Lanfranchi et al., 2004, 2009a, 2012).

4.1.2 תפקודי זיכרון ארוך טווח (Long term memory)

חקר זיכרון ארוך הטווח בקרב בעלי תסמונת דאון נחקר בהיקף קטן יותר, בהשוואה למערכת זיכרון העבודה. מן הספרות המחקרית, העוסקת בתפקוד הזיכרון ארוך הטווח של נבדקים בעלי תסמונת דאון, ניכר נתק פונקציונאלי בין מערכת הזיכרון המרומז (Implicit memory), ומערכת הזיכרון המפורש (Explicit memory)

(Johns, Homewood, Stevenson, & Taylor, 2012; Lott & Dierssen, 2010; Vicari, Bellucci, & Carlesimo, 2000; Vicari, Verucci, & Carlesimo, 2007). במילים אחרות, בעלי תסמונת דאון מגלים יכולות דומות של זיכרון מרומז בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה, בעוד שיש להם יכולות זיכרון מפורש חלשות יותר, כאשר משווים אותם לחברי קבוצת ביקורת שהתפתחותם תקינה (לדוגמא, Vicari et al, 2000) ולחברי קבוצת ביקורת אחרת בעלת מוגבלות שכלית (לדוגמא, Vicari, 2001).

מעניין לציין, כי למרות המחקר המועט שבחן את תפקודי הזיכרון המרומז (Implicit memory) של בעלי תסמונת, ניכרת שונות בין המחקרים. מחד, קיימים מחקרים מהם עולה, כי בעלי תסמונת דאון מגלים יכולות מקבילות לאלו של בעלי ההתפתחות התקינה, הן במטלות פריימינג (Johns et al., 2012), הן במטלות פרוצדוראליות (Vicari, Verucci, & Carlesimo, 2007). מאידך, אחרים מצביעים על תפקוד זיכרון מרומז לקוי בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה (Mattson & Riley, 1999; Vinter & Detable, 2003).

4.2 התפתחות מוחית בקרב בעלי תסמונת דאון

מתצפיות העולות מנתיחות שלאחר המוות שנערכו בבעלי תסמונת דאון, דווח על נפח מוח נמוך יותר בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה. משקל נמוך זוהה בעיקר בהתייחס למוח הקטן (Cerebellum) האונות מצחיות והרקתיות. בהתאמה לכך, מחקרי נפח באמצעות MRI של בעלי תסמונת דאון, תיעדו נפחי מוח כלליים מוקטנים, עם נפחים קטנים באופן לא פרופורציונלי של האזור המצחי, הרקתי, לרבות, בלוטת האמיגדלה, ההיפוקמפוס ורכס הפארא –היפוקמפוס (Parahippocampal gyrus), וכן אזורי המוח הקטן. בניגוד לכך, מוחותיהם של בעלי DS מציגים בדרך כלל נפחים שמורים יחסית של האזורים התת-קליפתיים (Subcortical), כגון הגרעינים העדשתיים (Lenticular nuclei), וכן החומר הקליפתי האפור (Cortical gray matter) באזורים האחוריים (Posterior) (הקודקודיים (parietal) והעורפיים (Occipital) (לסקירה ראה, Lott, & Dierssen et al, 2010; Trezise et al., 2014; Vicari, 2006).

5. תסמונת ויליאמס (Williams Syndrome)

תסמונת ויליאמס הידועה גם בשם 'תסמונת ויליאמס-בוירן' (Lashkari, Smith, & Graham, 1999), הינה הפרעה גנטית המתבטאת במראה חריג, הכולל עיוות במבנה-הפנים, קומה נמוכה, בעיות במערכת הלב וכלי הדם (כגון היצרות על-מסתמית של אב העורקים), חריגויות בכליות, ליקויים נוירולוגיים, חריגות בחילוף-החומרים של הסיידן, פיגור בהתפתחות המוקדמת, עיכובים התפתחותיים, יתר לחץ-דם ובעיות משולבות (Bellugi et al., 1999; Chapman, De Plessis, & Poher, 1996; Morris, Demsey, Leonard, Dilts, & Blackburn, 1988). שכיחות ההפרעה היא 1:20,000 לידות והיא מופיעה בשכיחות זהה בקרב בנים ובנות (Udwin, Davies, & Howlin, 1996).

מבחינה גנטית, קשורה התסמונת לחסר בזרוע הארוכה של כרומוזום 7 ב-7q11.23, כאשר במרבית המקרים היא מתרחשת באופן ספורדי. האיזור החסר כולל את הגן אליסטין ובכך משפיע על היצרות כלי הדם וגורם

לבעיות פרקים ובעיות בשרירי השלד (Bellugi et al., 1999; Ewart et al., 1993; Lowery et al., 1995; Morris et al., 1988) הגנים האחרים שזוהו על החלק החסר, LIMK1 ו-FZD3, WSCR1, קשורים, כפי הנראה, להתפתחות ופעילות המוח, אולם הפעילות הספציפית של כל אחד מהם עדיין אינה ברורה במידה מספקת.

פרופיל קוגניטיבי: מנת המשכל של בעלי תסמונת וויליאמס נעה בין $IQ = 40-100$ כלומר, בין מוגבלות שכלית קלה לבינונית או תקין במידה שנמצא בטווח ה-100 (Pezzini, Vicari, Volterra, Milani, & Bellugi, 1999). הפרופיל הקוגניטיבי אינו אחיד, כאשר השוואות בין יכולות העיבוד החזותיות מרחביות ואלה המילוליות, עמדו במרכז אפיון הפנוטיפים ההתנהגותיים והקוגניטיביים של בעלי תסמונת וויליאמס (Sampaio et al., 2010). מחקרים שונים הצביעו על פער בין יכולות הקשורות לשפה, שהן שמורות יחסית, בהשוואה לחסכים משמעותיים בלמידת מיומנויות מטוריות, תפיסה מרחבית ותפיסת השלם (Menghini, Addona, Costanzo, & Vicari, 2000; Mervis et al., 2000). אולם, גם באשר ליכולת השפתית התוצאות אינן אחידות, ומצביעות על עקומה לא טיפוסית (Karmiloff-Smith, 1998; Lee, & Binder, 2014; Pléh et al., 2003). במיוחד, נטען שקיים נתק בין יכולות פונולוגיות חזקות-יחסית, ובין עיבוד סמנטי לא-טיפוסי, אם כי אופיו המדויק של הנתק הזה עדיין אינו ברור (Rossen, Klima, Bellugi, Bihrlé, & Jones, 1996; Temple, Almazn, & Sherwood, 2002; Thoma, 2003; Karmiloff-Smith, 2003). למעשה, ניקוד ה- IQ המילולי הממוצע במדגמים של בעלי-תסמונת-וויליאמס יכול להיות נמוך עד כדי 50. חלק מן החוקרים טוענים, שרמתם השפתית של בעלי תסמונת וויליאמס נמוכה יותר לעומת בעלי התפתחות תקינה (Karmiloff-Smith, 1997), בחלקם נמצא כי השפה האקספרסיבית עשירה וקולחת ואוצר המילים תקין (Bellugi & Wang, 1998; Bellugi, Wang, & Jernigan, 1994; Mervis et al., 2000).

בניגוד ליכולות השפתיות, התפיסה המרחבית בקרב בעלי תסמונת וויליאמס נמצאה לקויה, ונראה כי היכולות המילוליות מתפתחות בקצב מהיר יותר מאשר המיומנויות החזותיות-מרחביות (Jarrold, Baddeley, Hewes, & Phillips, 2001). הליקויים החזותיים-מרחביים ניכרים בביצועים חלשים במשימות הכוללת שרטוט והעתקה (Bellugi, Lichtenderger, Jones, Lai, & George, 2000; Farran & Jarrold, 2003).

5.1 תסמונת וויליאמס - תפקודי הזיכרון

בעשור האחרון ניכר עניין רב מצד חוקרים קוגניטיביים בבעלי תסמונת וויליאמס, לאור הפנוטיפ הלא אחיד המאפיין את תפקודם הקוגניטיבי וההתנהגותי (Lanfranchi, Cornoldi, & Vianello, 2002; Pléh et al., 2003). כאמור לעיל, בעיקר, דווח אודות הפרופילים המנוגדים המיוחסים לבעלי תסמונות דאון ותסמונת וויליאמס (Kittler et al., 2008). חרף זאת כמות מחקרי זיכרון העבודה וזיכרון ארוך הטווח (בהתאמה), בקרב בעלי תסמונת וויליאמס קטנים באופן ניכר, בהשוואה לכמות המחקרים בהן השתתפו נבדקים בעלי תסמונת דאון ובעלי מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית (כפי שiorחב בהמשך).

5.1.1 תפקודי זיכרון העבודה (Working memory)

ממחקרים שונים עולה כי זיכרון העבודה החזותי מרחבי של בעלי תסמונת וויליאמס לקוי בהשוואה לתפקודי זיכרון העבודה המילוליים, הן לעומת בעלי ההתפתחות התקינה (Jarrold, Baddeley, & Hewes, 1999; Jarrold, Phillips, & Baddeley, 2007; Vicari, Carlesimo, Brizzolara, & Pezzini, 1996; Breckenridge, Braddick, Anker, Woodhouse, & Atkinson, 2013; Porter, Coltheart, & Langdon, 2007; Carney et al., 2013; Edgin et al., 2010; Kittler et al., 2008). עם זאת, במחקר שנערך לאחרונה (Menghini et al., 2010), לא נמצאו הוכחות לנתק בין תפקודי זיכרון העבודה המילוליים לאלו החזותיים מרחביים. במילים אחרות, תפקודי זיכרון העבודה המילוליים והחזותיים-מרחביים של בעלי תסמונת וויליאמס נמצאו לקויים כאחד, בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה.

חרף התפיסה אודות החוזקות הלשוניות המיוחסות לבעלי תסמונת וויליאמס, ניכר כי מחקרי זיכרון העבודה סיפקו ראיות שנויות במחלוקת (Menghini et al., 2010). מחד, קיימים דיווחים על יכולות זיכרון מילוליות שמורות בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה (לדוגמא, Vicari, Brizzolara, Carlesimo, Pezzini, & Volterra, 1996b), מאידך, אחרים מדווחים על ליקויים בתפקודי זיכרון העבודה המילוליים בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה במגוון מטלות (Cowan, Jarrold, Don, Schellenberg, Reber, DiGirolamo, & Wang, 2003; Jarrold, 2004; Hewes, & Ribby, 2004). מעניין לציין, כי סתירות אלו באשר לתפקודי הזיכרון המילוליים של בעלי תסמונת וויליאמס, עלו גם בהתייחס לאופי הקשר בין מערכות הזיכרון השונות. מחד, נטען כי יכולות זיכרון העבודה המילוליות השמורות יחסית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה, עומדות בסתירה לקשייהם בתפקודי הזיכרון המילולי ארוך הטווח (Vicari et al., 1996a). מאידך, ממחקרים עדכניים עולה כי נבדקים בעלי תסמונת וויליאמס מגלים ליקויים גלובליים במיומנויות זיכרון העבודה וזיכרון ארוך הטווח (Brock, Brown, & Boucher, 2006; Sampaio, Sousa, Fernández, Henriques, & Gonçalves, 2008).

אפיון נוסף המתייחס לפרופיל תפקודי זיכרון העבודה של בעלי תסמונת וויליאמס, כפי שעולה מן הספרות המחקרית, מצביע על נתק בין יכולות זיכרון עבודה חזותיות שמורות יחסית, לבין תפקוד לקוי באלו המרחביות (Jarrold et al., 2007; Vicari, Bellucci, & Carlesimo, 2003). אולם, הבחנה זו לא קיבלה תמיכה במחקרים אחרים (Jarrold et al., 1999).

גם מחקרים בנוגע לתפקודי המעבד המרכזי של בעלי תסמונת וויליאמס, סיפקו ראיות שנויות במחלוקת. בחלקם נמצא כי לבעלי תסמונת וויליאמס ליקוי גלובלי ברכיבי המעבד המרכזי בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה (Menghini et al., 2010; Sampaio et al., 2008; Kittler, Krinsky-McHale, & Devenny, 2006; Wang & Bellugi, 1993). בעוד שאחרים תיעדו יכולות שמורות יחסית בהשוואה לקבוצות שונות בעלות מוגבלות שכלית (Kittler, Krinsky-McHale, & Devenny, 2006; Wang & Bellugi, 1993).

5.1.2 תפקודי הזיכרון המרומז (Implicit memory)

בספרות המחקרית, העוסקת בתפקוד הזיכרון ארוך הטווח אצל נבדקים בעלי תסמונת וויליאמס, ניכר נתק פונקציונאלי בין מערכת הזיכרון המרומז (Implicit memory), ומערכת הזיכרון המפורש (Explicit memory), הן בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה (Vicari, Bellucci, & Carlesimo, 2001; Vicari et al., 2000), והן בהשוואה לקבוצות שונות בעלות מוגבלות שכלית (Krinsky-McHale et al., 2005).

באופן כללי, ניכר שבעלי תסמונת וויליאמס מגלים יכולות זיכרון מרומז שמורות במטלות Priming, בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה, וכן בהשוואה לבעלי לקבוצות שונות בעלות מוגבלות שכלית (Vicari, Bellucci, & Carlesimo, 2001). לעומת זאת תפקודי הזיכרון המרומז כפי שנמדדו במטלות פרוצדוראליות שונות (Serial Reaction Time, Tower of London) הצביעו על תפקוד לקוי בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה ובהשוואה לקבוצות אחרות בעלות מוגבלות שכלית (Vicari et al., 2007). לעומת זאת, במחקר שערך Don et al. (2003), לא נמצאו ראיות ליכולות מצומצמות של למידה פרוצדוראלית בקרב בעלי תסמונת וויליאמס. במחקר זה השוו קבוצת ילדים ובוגרים בעלי תסמונת וויליאמס (CA= 9-49) לקבוצת ילדים ומבוגרים בעלי ההתפתחות התקינה (CA=9-50), שהתאמו עפ"י גילם הכרונולוגי, בפרדיגמת למידת דקדוק מלאכותי (Artificial grammar learning) ובמטלת מעקב אחר חוגה (Visuo motor rotor (pursuit task). התוצאות הצביעו על למידת מיומנות בשתי הקבוצות, קצב השיפור אצל בעלי ההתפתחות תקינה עלה על זה של בעלי תסמונת וויליאמס בשתי המטלות. אולם, פערים אלו לא היו מובהקים כאשר נלקחו בחשבון ההבדלים בין הקבוצות מבחינת זיכרון העבודה והאינטליגנציה הלא מילולית.

5.2 התפתחות מוחית בקרב בעלי תסמונת וויליאמס

ההתפתחות המוחית בקרב בעלי תסמונת וויליאמס, אשר נבדקה באמצעות בדיקת תהודת הדמיה מגנטית (MRI), תיעדה תפקוד תקין ונורמאלי של אונות המצח (Frontal Lobes), לצד הפחתה משמעותית באזורים האחוריים (קודקודים ועורפיים), ובעיקר בנתיב הגחוני (Ventral stream), בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה (Mills et al., 2013; Reiss, Eliez, Schmitt, & Straus, 2000; Schmitt et al., 2002). בתוך כך, דווח במחקרים רבים על חריגות ספציפיות בתצורה האנטומית ובקישוריות העצבית של האזורים הדופניים והעורפיים, לצד צמצום פעילות באזורים האחוריים של כפיס המוח (Curpus Callosum), והפחתה נפחית של האזורים האחוריים. כמו כן, באבחונים שלאחר המוות וכן במחקרי MRI תלת ממדים, נראו רכסים זעירים מרובים במוח, וחריגותיות אחרות ברכסים, במיוחד על גבי השטח של הקליפה הגבית (Galaburda & Bellugi, 2000; Mills et al., 2013; Sampaio et al., 2010; Schmitt, et al., 2001; Tomaiuolo et al., 2002). ההתפתחות המוחית של בעלי תסמונת וויליאמס מאופיינת בניוון ניכר של הגרעינים הבזאליים, אשר מיוחס להם תפקיד חשוב בביצוע מיומנויות מוטוריות (Vicari et al., 2001, 2007).

ד. מחקרים בתחום הזיכרון באוכלוסיות בעלות מוגבלות שכלית

מטרתו העיקרית של המחקר הנוכחי היא עריכת מטה-אנליזה של מחקרי זיכרון באוכלוסיות בעלות מוגבלות שכלית שנערכו החל משנות ה-90. הטעמים לבחירת מחקרים משנות ה-90 נבעה, הן משינויים הקשורים בהמשגתו ותפיסתו של מושג הזיכרון (Baddeley, 2000a, 2003, 2007; Cohen and Squire, 1980), והן משינויים הקשורים בחקר האוכלוסייה בעלת המוגבלות השכלית (Carlesimo, Marotta, & Vicari, 1997; Krinsky-MacHale, Kittler, Brown, Jenkins, & Devenny 2005; Vicari, Bellucci, & Carlesimo, 2001, 2005). תמורות אלו הביאו למחקר קוגניטיבי והתנהגותי ענף, אשר בא למצוא עדויות המתאימות לשינויים התיאורטיים והמושגים הללו. חרף, כמות המרשימה של מחקרי הזיכרון בקרב אוכלוסיות זו, ניכרת שונות גדולה בידע שהצטבר אודות היחסים בין מערכות הזיכרון השונות לבעלי המוגבלות השכלית. תחילה נתאר בקצרה את השינוי המרכזי שחל בתפיסת המושגים 'מוגבלות שכלית' ו'זיכרון', ולאחר מכן נציג ממצאים ראשוניים, שעלו מסקירת הספרות הרלוונטית, החל משנות ה-90, בהתייחס לכל מערכת זיכרון בנפרד (זיכרון עבודה וזיכרון לטווח ארוך).

1. שינויים בתפיסת המושגים "מוגבלות שכלית" ו"זיכרון":

א. **חקר אטיולוגיות המוגבלות השכלית** – עד שנות ה-90, רווחה ההנחה כי תפקוד הזיכרון הלקוי של אוכלוסיות בעלות מוגבלות שכלית נובע בשל עיכוב קוגניטיבי וההתייחסות לאוכלוסיית זו הייתה כמקשה אחת. החל משנות ה-90 גברה התעניינות המחקרית באטיולוגיות השונות של השכלי המוגבלות השכלית מבחינה גנטית, נוירולוגית, פסיכולוגית וקוגניטיבית (Vicari, Carlesimo, & Caltagirone, 1996). זאת, מתוך תפישה רעיונית, הרואה את המוגבלות האינטלקטואלית לא כסטייה כללית מההתפתחות הקוגניטיבית הטיפוסית, אלא כפרופיל קוגניטיבי נפרד, שניתן לתארו באופן כמותי ואיכותי (Carlesimo, Marotta, & Vicari, 1997; Krinsky-MacHale, Kittler, Brown, Jenkins, & Devenny 2005; Vicari, Bellucci, & Carlesimo, 2001, 2005).

ההתקדמות בחקר הגנטיקה הרחיבה את זיהוי התסמונות המבוססות גנטית, כגון תסמונת ה-X השביר, תסמונת Smith-Magenis, תסמונת חיד-לב-פנים (Velocardiofacial syndrome) ותסמונת ויליאמס, המקושרות למוגבלות אינטלקטואלית, ואפשרה אבחון חד משמעי של האינדיבידואלים הלוקים בהן. התקדמות זו הביאה למעבר מן החלוקה הפשטנית לקבוצות של אינדיבידואלים בעלי מוגבלויות אינטלקטואליות על פי רמת הליקוי הקוגניטיבי (קל, בינוני וקשה), לאפיון של פנוטיפים התנהגותיים ספציפיים לתסמונות הגנטיות השונות (Carney et al., 2013; Kittler et al., 2008; Porter et al., 2007).

אם עד שנות ה-90 קבוצות המשתתפים, שזכתה להתייחסות המחקרית הגדולה ביותר, הייתה הקבוצה בעלת תסמונת דאון, החל משנות ה-90 ואילך גברה ההתעניינות בקבוצות נוספות בעלות מוגבלות שכלית. בנוסף, במקום התייחסות מחקרית המשווה בין בעלי מוגבלות שכלית לבין בעלי ההתפתחות התקינה, החל להתפתח גוף מחקרי שהשווה בין קבוצות שונות בעלות מוגבלות שכלית (לדוגמא, Abbeduto et al., 2001, 2003; Burack et al., 1999; Kittler et al., 2008; Leonard et al., 1993; Lewis et al., 2006; Vicari, Albertini, & Caltagirone, 1992; Vicari et al., 2004; Vicari, S., Bellucci, S., & Giovanni, 2006).

ב. הטרימינולוגיה והידע הכללי בתחום הזיכרון:

זיכרון לטווח ארוך: במחקרי הזיכרון שנערכו באוכלוסייה הכללית ובאוכלוסייה בעלת מוגבלות שכלית עד שנות ה-80, המושגים של זיכרון דקלרטיבי וזיכרון פרוצדוראלי לא היו ידועים ונעשה שימוש במונחים כללים יותר בתחום. התרומה הייחודית של Squire Cohen and (1980), בחקר הזיכרון באותן השנים, התבטא בטענה שהזיכרון לטווח הארוך אינו מהווה מדד אחיד, אלא מורכב ממערכות שונות המשרתות תפקודים מובחנים בכללי פעולה שונים באופן בסיסי. Cohen and Squire ערכו הבחנה בין זיכרון דקלרטיבי וזיכרון פרוצדוראלי, או כפי שאלו כונו מאוחר יותר על-ידי Grafh and Schacter (1987), זיכרון מפורש (Explicit memory), שבו המידע הנרכש נגיש לזכירה מודעת ומכוונת, וזיכרון מרומז (Implicit memory), המתייחס להיזכרות לא מודעת ונגישה על-ידי תהליכים ברמה אוטומטית. מושגים אלו חדרו למחקרי הזיכרון באוכלוסייה בעלת מוגבלות השכלית רק משנות ה-90 ואילך וסייעו לבניית תשתית תיאורטית ומחקרית שיכולה להסביר טווח רחב יותר של תופעות בתחום הזיכרון.

זיכרון לטווח קצר/זיכרון עבודה: בנוסף, עד שנות ה-80, הזיכרון לטווח קצר נתפש כמאגר אחיד, בעל קיבולת מוגבלת, השומר את המידע באופן זמני לצורך עיבוד נוסף (Atkinson & Shiffrin, 1968, 1971; Baddeley, 2000a; Miyake & Shah, 1999). לאור פיתוח מודלים מפורשים לגבי חשיבותו של הזיכרון קצר הטווח לקוגניציה, הובן שהמשגתו, הינה פשטנית (Miyake & Shah, 1999; Unsworth & Engle, 2007). מכאן, הקונספט הישן של זיכרון לטווח קצר המתייחס למערכת אחסון אחידה, שולב בשנות ה-80 בתוך מסגרת מרובת רכיבים, שהיא זיכרון העבודה, (Baddeley, 2000a, 2003, 2007; Unsworth & Engle, 2007). בשנים אלו חלה האצה בחקר זיכרון העבודה, אשר הוצג באופן שונה על ידי מודלים רבים, באוכלוסייה הכללית (Baddeley, 2000a), ומאוחר יותר באוכלוסיות בעלות מוגבלות שכלית.

2. מחקרי הזיכרון באוכלוסיות בעלות מוגבלות שכלית עד שנות ה-90

עד שנות ה-90, נערכו מחקרי זיכרון רבים בקרב אוכלוסיות בעלות מוגבלות שכלית. במטה-אנליזה שערכו Forness and Kavale (1993), הם אספו 268 מחקרי זיכרון בקרב בעלי מוגבלות שכלית קלה ובינונית, משנת 1960 ועד שנת אמצע שנות ה-80. 172 מן המחקרים התמקדו בתפקודי הזיכרון, ואילו 96 מחקרים עסקו באסטרטגיות למידה לשיפור הזיכרון. כ-44% מן המחקרים נערכו בין השנים 1961-1970. 35% מהם נערכו בין השנים 1971-1975, משנת 1976 עד שנות ה-80 חלה ירידה בכמות המחקרים ואלו מהווים כ-15% מכלל המחקרים הנכללים במטה אנליזה זו. מן האמור לעיל עולה כי, מחקרי הזיכרון באוכלוסיית בעלי המוגבלות השכלית, נערכו בעיקר בין שנות ה-60 ל-80 קרי, משנות ה-80 חלה ירידה בהתעניינות המחקרית בנושא זה, בדומה למחקרים בתחום הקוגניטיבי בכלל, באוכלוסייה זו.

בשל העדר מינוחים אחידים בתחום הזיכרון במחקרם של Forness and Kavale, שלושה שופטים סווגו את תפקודי הזיכרון ל-12 קטגוריות על פי מאפייני המטלה, כדלהלן: היזכרות חופשית, היזכרות בסדרות לאחר ההשייה, עיבוד מידע ועוד. מניתוח מטה אנליזה זו עולות התוצאות הבאות: ראשית, נמצא כי בעלי המוגבלות השכלית מתפקדים ברמה נמוכה יותר בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה, כאשר הליקוי החמור ביותר בא לידי ביטוי בקטגורית עיבוד המידע, בו נדרש הנבדק להשתמש בידע קודם לשם פתרון בעיה חדשה. שנית, משתתפים בעלי תפקוד אינטלקטואלי גבולי אשר רכשו אסטרטגיות זכירה, השיגו שיפור גדול יותר בביצוע המטלות השונות,

בהשוואה למשתתפים בעלי מוגבלות שכלית בינונית, כאשר אלו האחרונים הציגו ביצועים טובים יותר בהשוואה לבעלי המוגבלות השכלית הקשה. לבסוף, נמצא כי ניתן לשפר את יכולת הלמידה והזיכרון של בעלי המוגבלות השכלית על ידי לימוד אסטרטגיות שונות, אך לא סופקו נתונים אודות האסטרטגיות היעילות.

למרות ממצאים אלו, קיימות מגבלות משמעותיות להסקת מסקנות שרלבנטיות גם לאחר השינויים הקונספטואליים שהתרחשו בתחום מן המחקרים שהיוו את מסד הנתונים למחקרם של Forness and Kavale (1993), המגבלה הראשונה נוגעת לשינויים בהגדרות ובקלסיפיקציה של המוגבלות השכלית בשנות ה-60 וה-70. חלק מהנבדקים שהשתתפו במחקרים אלה, אינם נכללים כיום בקטגוריית בעלי המוגבלות השכלית, והם משתייכים לקבוצת הגבוליים (borderline), קרי: ממוצע ה-IQ שלהם הוא מעל הסף העליון ($IQ = 70$) המהווה תנאי לקיומה של מוגבלות שכלית לפי הגדרת ה-AAMR משנת 1983 (Grossman, 1983); בנוסף, בדומה למחקרים שנערכו באוכלוסיה הכללית, במחקרי הזיכרון באוכלוסיה בעלת מוגבלות שכלית המושגים של Cohen and Squire (1980), (זיכרון דקלרטיבי וזיכרון פרוצדוראלי) לא היו ידועים עד שנות ה-80 ונעשה שימוש במונחים כללים יותר בתחום; כמו כן, במחקרי זיכרון אלו לא הייתה הפרדה בין האטיולוגיות השונות של בעלי המוגבלות השכלית, ונראה כי האבחנה היחידה שנעשתה הייתה על פי רמות המוגבלות השכלית (פיגור קל, בינוני וקשה). מעניין לציין כי בדומה למחקרים בתחום הקוגניטיבי בכלל, מאמצע שנות ה-80 ועד שנות ה-90 כמעט ולא נערכו מחקרי זיכרון באוכלוסיה בעלת מוגבלות שכלית.

3. חקר הזיכרון משנות ה-90 ואילך

חקר הזיכרון בקרב קבוצות שונות בעלות מוגבלות שכלית, בזיקה לתפיסתו המחודשת של זיכרון קצר הטווח והזיכרון ארוך הטווח, הצמיח כמות גדולה של מחקרים החל משנות ה-90 ואילך. להלן נתייחס למגמות מרכזיות ומסקנות ראשוניות העולות מסקירת הספרות הרלוונטית לגבי כל מערכת זיכרון בנפרד.

3.1 מחקרי הזיכרון המפורש (Explicit memory) באוכלוסיות בעלות מוגבלות שכלית

שטיין (2009), עורכת המחקר הנוכחי, ערכה בעבר מטה אנליזה (שעסקה בזיכרון מפורש בקרב בעלי מוגבלות שכלית משנות ה-90 (Lifshitz, Shtein, Weiss, & Vakil, 2011). לשם כך נאספו 26 מחקרים זיכרון באוכלוסייה בעלת מוגבלות שכלית, מתוכם הוצאו 40 גדלי אפקט שונים שהיוו את מסד הנתונים לביצוע מטה-אנליזה זו. המחקר כלל 10 ניתוחים בזיקה לשני סוגים של גורמים 'מתווכים' (Moderators) המשפיעים על תפקודי הזיכרון: גורמים הקשורים למשתנים הדמוגרפים של הנבדקים: גיל (Mental age, Chronological age) ואטיולוגיה (DS, WS, NAE) ומשתנים הקשורים במשימה: סוג המטלה (הזכרות/היכר) ואופנות המטלה (מילולי/חזותי). להלן יוצגו עיקרי הממצאים:

א. גורמים הקשורים למשתנים דמוגרפיים של הנבדקים:

1. **אטיולוגיה:** תפקודי הזיכרון המפורש של בעלי המוגבלות השכלית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה נמצא לקוי כאשר התקבלו הבדלים גדולים ומובהקים בין הקבוצות. לצד זאת, נמצאה שונות בתפקודי הזיכרון המפורש של קבוצות שונות בעלות מוגבלות שכלית: בקרב בעלי תסמונת דאון נמצאו הבדלים משמעותיים ומובהקים בתפקודי הזיכרון המפורש של בעלי תסמונת דאון, בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה בכל סוגי המודאליות. בקרב, הלוקים בתסמונת וויליאמס נמצאו הבדלים קטנים ולא מובהקים, בין תפקודי הזיכרון המפורש של בעלי תסמונת וויליאמס ובעלי ההתפתחות התקינה. יתרה מכך, יכולות

הזיכרון המפורש השמורות יחסית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה. לבסוף, **בעלי מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית**: נמצאו תפקודי זיכרון מפורש לקויים יותר בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה. פערים אלו בין הקבוצות, שצוינו לעיל, היו קטנים באופן מובהק מהפערים שנמצאו בין בעלי תסמונת דאון ובעלי ההתפתחות התקינה, אך גדולים מאלו שנמצאו בין בעלי תסמונת וויליאמס ובעלי ההתפתחות התקינה.

2. גיל שכלי/גיל כרונולוגי: כאשר ההתאמה בין הקבוצות (בעלי המוגבלות השכלית ובעלי ההתפתחות התקינה), נעשתה על בסיס הגיל הכרונולוגי (CA), גודל האפקט הצביע על הבדלים גדולים בין הקבוצות. לעומת זאת, כאשר ההתאמה נעשתה על בסיס המנטאלי (MA), גודל האפקט הצביע על הבדלים קטנים בין הקבוצות. מכאן הוסק כי לגיל הכרונולוגי תרומה רבה באשר לתפקודי הזיכרון המפורש של בעלי מוגבלות שכלית, הקשור בניסיון חיים ובשלות קוגניטיבית.

ב. גורמים הקשורים במשתנה המשימה:

- 1. סוג המבחן**: גודלי האפקט שנמצאו, כאשר חולקו 40 המחקרים בזיקה למשתנה סוג המטלה, הצביעו על פערים גדולים בין הקבוצות הן במטלות היזכרות והן במטלות היכר. ממצא זה עשוי להצביע על כך, שהפגיעה המוחית בקרב המוגבלות השכלית, מתמקדת לא רק בחלקים הקדמיים של המוח, הידועים כאחראים על תהליכי אחזור המידע, אלא ככל הנראה גם באזורים האחראים על תהליכי הקידוד.
- 2. אופנות המטלה**: בבחינת שאלת המחקר העוסקת באופנות המטלה, נמצא כי בעלי המוגבלות השכלית תפקדו טוב יותר באופן מובהק במטלות חזותיות לעומת מטלות מילוליות.

מחיפוש ממוחשב, עולה כי מטה אנליזה זו שתוארה לעיל (שטיין, 2009) הינה הראשונה והיחידה, שנערכה בנושא זיכרון בקרב אוכלוסיות בעלות מוגבלות שכלית. עם זאת, היא משקפת התייחסות רק לרכיב אחד של מערכת הזיכרון האנושית, קרי הזיכרון המפורש ולכן עדיין נותר על כנו הפער שמתייחס לבחינת רכיבי זיכרון נוספים - מערכת זיכרון העבודה (WM), ומערכת הזיכרון המרומז (IM), המהווה רכיב נוסף של מערכת הזיכרון לטווח הארוך, בקרב אוכלוסיות שונות בעלות מוגבלות שכלית (NSE, DS, WD). להלן תוצג סקירה המתייחסת למחקרים שנערכו לגבי כל מערכת זיכרון בנפרד כבסיס לעריכת מחקר המטה אנליזה הנוכחי.

3.2 מחקרי זיכרון העבודה באוכלוסיות בעלות מוגבלות שכלית

בחיפוש ממוחשב אחר מחקרים בהם הושאו תפקודי זיכרון העבודה של אוכלוסיות שונות בעלות מוגבלות שכלית, לבין בעלי ההתפתחות התקינה, בין השנים 1990-2012, נמצאו כ-130 מחקרים. יצוין כי 64 מתוכם, מהווים את מסד הנתונים למחקר הנוכחי. לאור כמות המחקרים הרבה וידע הרב שנצבר, קיימות תפיסות ותיאוריות שונות, המשפיעות על חקר זיכרון העבודה באוכלוסיה הכללית בכלל ובאוכלוסיית בעלי המוגבלות בפרט. לפיכך, להלן תפורט תפיסת מורכבותו של זיכרון העבודה, המהווה בסיס חשוב למתודולוגיית המחקר הנוכחי.

3.2.1 חקר זיכרון העבודה- מגמות ותיאוריות

א. הבחנות בין ובתוך רכיבי מערכת זיכרון העבודה: חקר הפרופילים הקוגניטיביים של בעלי מוגבלות שכלית כולל תחרות בין תיאוריות המעלות הצעות בדבר חשיבות מערכת הזיכרון עם ספציפיות למודאליות (Baddeley, 2000a, 2003, 2007; Cornoldi, Rigoni, Venneri, & Vecchi, 2000; Edgin,)

Pennington, Mervis, 2010; Yuan, et al., 2006). המודל של Baddeley (2000a, 2003), שימש לעתים קרובות כדי להוכיח, שלנבדקים שונים בעלי מוגבלות שכלית יש קושי ספציפי במטלות הקשורות לרכיב המילולי של זיכרון העבודה (הלולאה הפונולוגית) בעוד שאחרים עלולים להיכשל באחד משני הרכיבים הנוספים של זיכרון העבודה, קרי הלוח החזותי מרחבי והמעבד המרכזי. בדומה לזאת, גוף נרחב של מחקרים בחן את הפרופילים הקוגניטיביים של בעלי תסמונות דאון וויליאמס, כדי להדגיש את הנתק בין סוגי המודאליות החזותי-מרחבי והמילולי (Kittler, et al., 2008; Lanfranchi, Cornoldi, & Vianello, 2002). כאמור, פרופיל זיכרון העבודה של בעלי תסמונות וויליאמס מאופיין ביתרונות המיוחסים למטלות המילוליות ובחולשה במטלות החזותיות-מרחביות. בניגוד לכך, בעלי תסמונות דאון מציגים את הדפוס ההפוך, עם יתרונות במטלות חזותיות מרחביות וקשיים בתחום המילולי (Breckenridge et al., 2013; Carney, et al., 2013; Vicari, & Carlesimo, 2006b). החזותיות-מרחביות ואלה המילוליות עמדו במרכז אפיון הפנוטיפים ההתנהגותיים והקוגניטיביים של שתי תסמונות אלו. לאחרונה, הופנתה תשומת לב רבה יותר לתהליכים התפתחותיים ספציפיים, המעורבים ביצירת פנוטיפים התנהגותיים שונים, תוך שימת דגש על היתרונות והחולשות בין ובתוך התחומים המילוליים והחזותיים מרחביים (Vicari, & Carlesimo, 2006b).

ב. **הבחנה בין מטלות הלולאה הפונולוגית:** בספרות המחקרית קיים מגוון גדול של מתודולוגיות שפותחו על מנת לאמוד את תפקודי הלולאה הפונולוגית (לדוגמא: Word span, Digit span, Non word repetition task). כאמור, המשותף למטלות השונות היא התגובה הכרוכה בהיזכרות במידע, שמוצג למשך פרק זמן קצר ואינו מוצגת פיזית בזמן ההיזכרות (Gathercole, 1999; Martinussen et al., 2005; Unsworth & Engle, 2007). עם זאת, הספרות המחקרית, עוסקת בעיקר בהבדלים בדרישות המטלות של מדדי זיכרון העבודה המילוליים (הלולאה הפונולוגית), ובפרט במטלת טווח המילים (Word span), מטלת מילות תפל (Non word repetition task), ומטלת טווח הספרות (Digit span), על מנת להבין מהו תפקודה של הלולאה הפונולוגית ברכישת השפה (Abdelhameed & Porter, 2010; Baddeley, 2000a,b, 2003; Brock & Jarrold, 2004; Gathercole, 1999; Schuchardt, Maehler, & Hasselhorn, 2011). הבחנה זאת נעשית לאור ההנחה, כי קיים שוני בין המטלות ברמת הידע והמיומנויות הנדרשות לביצוען (Bopp & Verhaeghen, 2005; Brock & Jarrold, 2004; Yirmiya, Erel, Shaked, & Solomonica-Levi, 1998; Thomason et al., 2009; Unsworth & Engle, 2007). לדוגמא, Gathercole, Willis, Baddeley, and Emslie (1994), טענו כי מטלת 'מילות התפלי'/'צירופים שאינם מילים' (Non word repetition task), מודדת את קיבולת האחסון בלולאה הפונולוגית, ואילו מטלת טווח המילים הדומות, עוסקת ביכולת דיוק עיבוד המידע המילולי. ההבחנות הפונקציונאליות בין מטלות הלולאה הפונולוגית, הוכחו כבסיס תיאורטי שימושי לחקר הפרעות התפתחותיות שונות (לסקירה ראה, Schuchardt, Maehler, & Hasselhorn, 2011). כמו כן, ממצאים אלו סיפקו מסגרת לניתוח ליקויים ספציפיים ברכיב הלולאה הפונולוגית של בעלי המוגבלות השכלית (abdelhameed & Porter, 2010; Brock & Jarrold, 2004; Leonard et al., 2007; Poloczec et al., 2014; Schuchardt, Maehler, & Hasselhorn, 2011). מהממצאים העולים מהמחקרים השונים ניכרת שונות גדולה. מחד, נראה כי הליקוי בתפקודי הלולאה הפונולוגית של בעלי מוגבלות שכלית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה, מתבטא באופן דומה בכל סוגי המטלות המילוליות, דבר המצביע על תפקוד לקוי של

רכיב הלולאה הפונולוגית כולה ללא ספציפיות למבנים מסוימים. מאידך, אחרים מצאו כי ביצועיהם של בעלי המוגבלות השכלית לא היו זהים בכל סוגי המטלות המילוליות, דבר המצביע על כך, שהפגיעה הינה ספציפית לפונקציות משנה של הלולאה הפונולוגית (לסקירה ראה, Schuchardt, Maehler, & Hasselhorn, 2011; Poloczec et al., 2014).

ג. **הבחנה בין מטלות חזותיות ומרחביות:** הלוח החזותי-מרחבי מהווה, כאמור, רכיב נוסף במודל זיכרון העבודה של Baddeley, המתמחה באחסון זמני של מידע חזותי-מרחבי. על אף העובדה כי תפקוד רכיב זה נחקר הרבה פחות מרכיב הלולאה הפונולוגית, קיימות סיבות להניח כי גם כאן יש הפרדה בין הפונקציות שהוא ממלא (Frenkel & Bourdin, 2009). למעשה, נתונים שהתקבלו מניסויים קליניים תומכים בהשערה, כי עיבוד המידע החזותי (כגון רישום, צבעים ותמונות), ועיבוד המידע המרחבי של אובייקטים (מיקום ורצף תנועה), נתמכים על ידי מערכות קוגניטיביות שונות זו מזו אך משלימות אחת את השנייה. (Baddeley, 2000a, 2003; Cornoldi, & Vecchi, 2003; Della Sala et al. 1999; Nee et al., 2013; Vicari, 2006; Vicari et al., 2003). תמיכה נוספת עולה, ממחקרי הדמיה נוירולוגיים והתנהגותיים בקרב בעלי ההתפתחות התקינה ואוכלוסיות בעלות פגיעות נוירו פסיכולוגיות שונות (Baker et al. 1996; Della Sala et al. 1999; Logie & Pearson, 1997; Nelson et al., 2000; Nee et al., 2013; Pickering et al. 2001; Ungerleider et al., 1998; Ungerleider & Haxby 1994). מחקרים אלו דיווחו כי הנתב הגחוני (Ventral cortical stream), מזוהה עם מטלות חזותיות, בעוד שהנתב הגבי (Dorsal cortical stream), מזוהה עם המטלות המרחביות.

בהתאם להבחנות אלו, Cornoldi & Vecchi (2003) וגם Baddeley (2003), ערכו סקירה של המטלות החזותיות והמרחביות השכיחות בספרות המחקרית, תוך שימת דגש על הפונקציה שהן בודקות. שתי המטלות הבולטות הינן מטלת הקוביות של קורסי ומבחן טווח הדגמים. **מטלת הקוביות של קורסי** (Corsi blocks Task) (Milner, 1971), נחשבת כמטלה המרחבית השכיחה ביותר, בה הנסיין מניח סדרה של קוביות זהות על לוח וטופח תחילה על שניים מהם. על המשתתף לזכור את רצף הטפיחות הנכון העולה בהדרגה. המבחן מסתיים לאחר מספר ניסיונות שגויים באותו הרצף. **מבחן טווח הדגמים** (Pattern Span task) (Della Sala et al., 1999), משמש כמטלה החזותית השכיחה ביותר. במטלה זו, מוצגת בפני הנבדק מטריצה שבה מחצית מהתאים מלאים, באופן אקראי. לאחר הסרת המטריצה מנסה הנבדק להיזכר אלו תאים היו מלאים. הבחינה מתחילה במטריצה של 2x2, וגדלה בהדרגה עד שהביצוע מסתיים לאחר מספר ניסיונות שגויים.

רעיון ההפרדה בין הרכיב החזותי לזה המרחבי נמדד לאחרונה גם בהתייחס לאוכלוסיות בעלות מוגבלות שכלית. (לדוגמא, Frenkel & Henry & Winfeld, 2010; Bourdin, 2009) עם זאת, תמיכה לנתק בין היכולות החזותיות לאלו המרחביות נמצאה רק בחלק מן המחקרים (לדוגמא, Vicari et al., 2003).

ד. **חקר המעבד המרכזי:** חשיבות חלוקת רכיב המעבד המרכזי לפונקציות שונות, צמחה מתוך מחקרים נוירו פיסיוולוגיים וממחקרים קליניים שונים (Thomason et al., 2009). מהם עלו דיווחים אודות פעילות דיפרנציאלית של מעגלים עצביים, על פי סוג המטלה המיוחסת למעבד המרכזי. לאור ממצאים אלו, החלו Baddeley ועמיתיו להמשיג את המעבד המרכזי כ"מופרד לרכיבים" ולא כיחידה מגובשת אחת (Baddeley,

(Kittler et al., 2008; 2007). בין פונקציות המשנה המיוחסות למעבד המרכזי נמצאים: האינהיביציות (Inhibition), המניפולציות, עדכון המידע, העתקת הקשב, ארגון על פי סדר ועיבוד מטלות כפולות. גם חוקרי זיכרון אחרים, ניסו לעמוד על תפקודו של זיכרון העבודה, תוך התמקדות ברכיב המעבד המרכזי (CE), על תפקודיו השונים. תוצאות ניתוח הגורמים המאשש, שנערך על מטלות מרובות מתוך ארבע קבוצות מטלות, תומכות ברעיון שלפיו היבטי האחסון של מטלות זיכרון העבודה תלויים במשאבים מילוליים וחזותיים-מרחביים ספציפיים לתחום, בעוד רכיב העיבוד נתמך ע"י מאגר משותף של משאבי עיבוד (Alloway, Gathercole, & Pickering, 2006). אולם מחקרים אחרים שהשתמשו בנתוני קורלציות של ילדים (Tillman, Nyberg, & Bohlin, 2008), בביצוע מטלות כפולות (Ketelsen & Welsh, 2010) או בנתוני הדמייית מוח אצל מבוגרים (Fletcher & Henson, 2001), מצביעים על כך שיתכן כי תהליכי העיבוד מתבססים על משאבים נפרדים בתחום המילולי והחזותי-מרחבי.

בדומה לאמור לעיל, ובדגש על אוכלוסיות בעלות מוגבלות שכלית, Cornoldi ושותפיו (Cornoldi, Carretti, & De Beni, 2001; Cornoldi, Rigoni, Venneri, & Vecchi, 2000; Cornoldi & Vecchi, 2003), הציעו מודל זיכרון העבודה המורכב מרכיבים מילוליים וחזותיים-מרחביים מבוססי מודאליות שהם פאסיביים יחסית, ואשר מזינים **בהדרגה** מאגר אחר של עיבוד מרכזי. ככל שדרגת השליטה הנדרשת על המטלה גבוהה יותר, כך דרישות המטלות על משאבי העיבוד הללו גדולות יותר. לשיטתם, המודל של Baddeley בעל ארבעת הרכיבים, אינו נותן הסבר מספק לדרגות השונות של הפערים בין בעלי מוגבלות שכלית ובעלי ההתפתחות התקינה באשר למטלות שונות. מטלות הדורשות אחסון בלבד, על פי המודל של Baddeley (Forward memory span tasks), מיוחסות ללולאה הפונולוגית או ללוח החזותי-מרחבי. ואילו, שאר המטלות, הדורשות אחסון ועיבוד מידע בו זמני (Backward memory span tasks, Complex memory tasks and dual task), ללא הבחנה במודאליות של המטלה, וברמות הבקרה הכרוכות בביצוען. במילים אחרות, לטענת החוקרים, קיים מגוון רחב של מטלות, הדורשות רמות שונות של בקרה הכרוכות בסוגים שונים של מטלות, שאי אפשר למצוא להן מיקום ספציפי במודל של Baddeley. מכאן, הם הציעו להבדיל בין מטלות זיכרון העבודה באמצעות התייחסות לשני ממדים. **הרצף האנכי**, המשקף את רמת הבקרה הנדרשת לביצוע המטלה בזיקה לדרישותיה. קרי, דרגת העיבוד האקטיבי הנדרש כדי לבצע מניפולציה על המידע השמור במערכת הזיכרון. הרצף נע בין התהליכים הפסיביים יותר של היזכרות פשוטה, לבין דרגות שונות של עיבוד אקטיבי הדורש ביצוע מניפולציות במידע, לרבות שינוי מורכב יותר בסדר, מטלות בחירה, אינהביציה ושינוי ועד למטלות הדורשות עיבוד כפול. **הרצף האופקי** מתייחס למאפייני הגירוי, קרי מודאליות (מטלה מילולית, חזותית, מרחבית) (Cornoldi et al, 2000, 2001, 2003). נראה, כי בכל הנוגע לתחום המוגבלות השכלית, יש חשיבות מיוחדת לרצף האופקי, משום שהוא עשוי להסביר הסוגים השונים של ביצועי הזיכרון הקשורים לבעלי האטיולוגיות השונות (Lafranchi, Cornoldi & Vianello, 2002, 2004).

בהשראת מודל זה, חוקרים שונים החלו לסווג את מטלות זיכרון העבודה באופן שונה (Carretti, Belacchi, & Cornoldi, 2010; Lafranchi et al., 2002, 2004), ואף לפתח פרדיגמת זיכרון עבודה פשוטה יותר המתאימה לבעלי המוגבלות השכלית (Lafranchi et al., 2004). לשיטתם, מטלות הטווח הפשוטות, המזוהות עם הלולאה הפונולוגית או הלוח החזותי-מרחבי, בהסתמך על המודל של Baddeley, נחשבות

כמטלות פאסיביות, בהן דרגת התהליכים המבוקרים נמוכה מאוד (Low control). בתוך כך, על המשתתפים רק לשחזר את הפריטים שהוצגו להם, כאשר אסטרטגיה של שינון הפריטים מספיקה לביצוע המטלה (למשל במטלות Word Corsi blocks Task, Pattern Span, Non-word repetition task, Digit Span and span). לאורך הרצף האנכי, ביצוע מטלות הטווח הפשוט לאחר (Backward span task), בו הנבחן נדרש מעבר לאחסון המידע לבצע מניפולציה של היפוך הסדר, הינו הבא בתור (Low-medium control). מטלות ברמה גבוהה יותר של בקרה (Medium-high control), הן מטלות בהן נדרשים המשתתפים להעביר את הקשב הלוך ושוב בין מטלת הזיכרון הראשונית ומטלת העיבוד המשנית, כשהם מתאמים כל הזמן בין קידוד פרטי הזיכרון ובין עיבוד הגירויים האחרים, שאינם נדרשים לזכירה (לדוגמא: Listening Reading span Odd one out span task span). המטלות בעלות דרישות הבקרה הגבוהות ביותר (High control), הינן המטלות הכפולות (Dual task). לפיהן, על הנבדק לבצע שתי פעולות בו זמנית, האחת מטלת זיכרון בדומה לרמה הקודמת, והשנייה מטלת הסחה שאינה מטלת זיכרון (Lanfranchi, Baddeley, Gathercole, & Vianello, 2012).

מעניין לציין כי בהסתמך על חלוקה זו הניחו החוקרים כי עפ"י הרצף האנכי, קשייהם של בעלי המוגבלות השכלית ילכו ויגדלו, בעיקר בביצוע מטלות כפולות, ללא הבחנה בין האטיולוגיות השונות. במילים אחרות, בעלי המוגבלות השכלית יראו יכולות שמורות במטלות פשוטות המיוחסות ללולאה הפונולוגית או ללוח החזותי מרחבי, אך כאשר המטלות הופכות מורכבות יותר, ונדרש מהם עומס ניהולי גבוה יותר, יציגו בעלי המוגבלות השכלית קשיים רבים יותר (לסקירה דאון 2014). לעומת זאת, דפוס הביצועים הקשור לרצף האופקי (סוג התוכן והמודאליות), יהיה שונה בקרב קבוצות שונות בעלות מוגבלות שכלית (Carretti, et al., 2010; Lafranchi, et al., 2002, 2004).

3.2.2 מגמות העולות ממחקרי זיכרון העבודה באוכלוסיות בעלות מוגבלות שכלית

להלן תוצגנה מסקנות מרכזיות, העולות מניתוח ראשוני של מחקרי זיכרון העבודה השונים, בהתייחס לגורמים הקשורים במשתנים דמוגרפיים (גיל, אטיולוגיה) ומשתנים הקשורים במשימה (סוג המטלה והמודאליות).

א. גורמים הקשורים במשתנים דמוגרפיים של הנבדקים

1. **התאמת קבוצות השוואה בזיקה למשתנה הגיל (CA/MA):** מרבית המחקרים (76%) השוו בין בעלי המוגבלות השכלית לבין קבוצת ביקורת בעלת התפתחות תקינה, אשר הותאמה על-בסיס גיל מנטאלי (MA). מעניין לציין כי רק ב- 12% מבין כל המחקרים הושו בעלי המוגבלות השכלית לשתי קבוצות ביקורת בעלות התפתחות תקינה (MA/CA). עוד חשוב לציין, כי ברוב המחקרים (78%), בהן הייתה התאמה בין הקבוצות על פי הגיל הכרונולוגי (CA), השתתפו נבדקים בעלי מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית (NSE).
2. **השוואה בין הקבוצות- גיל מנטאלי:** ב- 30% מבין כל המטלות בהם הושו תפקודי זיכרון העבודה של בעלי המוגבלות השכלית, לאלו של בעלי ההתפתחות התקינה, התואמים בגילם המנטאלי, לא נמצאו הבדלים בין הקבוצות. יתרה מכך, ב- 12% מכלל מטלות הזיכרון, השיגו בעלי המוגבלות בשכלית תוצאות גבוהות יותר בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה.

3. **אטיולוגיה:** הקבוצה בעלת המוגבלות השכלית, שנחקרה באופן הרב ביותר הם בעלי תסמונת דאון, המהווים כ- 49% מכלל המחקרים, שעסקו בתפקודי זיכרון העבודה בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה. כ- 36% עסקו בבעלי מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית. הקבוצה שפחות נחקרה היא בעלת תסמונת ויליאמס (14%).
4. **תפקודי זיכרון העבודה- מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית:** ב- 78% מכלל המטלות הבודקות זיכרון עבודה, השיגו בעלי המוגבלות השכלית (NSE), ציונים נמוכים בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה (לדוגמא, Spruill, 1996; Henry, 2001; Schuchardt, Gebhardt, & Mäehler, 2010). מן הראוי לציין כי, ב- 12% מאלו שצוינו לעיל, נמצאו הבדלים קטנים בין הקבוצות (לדוגמא, Henry & Winfield, 2010; Van der Molen et al., 2009). עוד מעניין לציין, כי ב- 3.5% מבין כל המטלות השיגו בעלי המוגבלות השכלית ציונים גבוהים בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה (לדוגמא, Henry & McLean, 2003).
5. **תפקודי זיכרון העבודה- תסמונת ויליאמס:** ב- 61% מבין מטלות זיכרון העבודה, בעלי תסמונת ויליאמס גילו קשיים בהשוואה לנבדקים בעלי התפתחות תקינה (לדוגמא, Menghini, Addona, 2006; Costanzol, & Vicari, 2010; Vicari, Bellucci, & Carlesimo, 2003). לעומת זאת, ב- 49% מבין המטלות נמצאו תוצאות סותרות, בהם הודגמו ביצועים טובים יותר של בעלי תסמונת ויליאמס (לדוגמא, Jarrold et al., 1999; Vicari, Brizzolara, Carlesimo, Pezzini, & Volterra, 1996).
6. **תפקודי זיכרון העבודה- תסמונת דאון:** ב- 52% מכלל המטלות הבודקות זיכרון עבודה, נמצא, כי בעלי תסמונת דאון קבלו ציונים נמוכים, בהשוואה לקבוצה בעלת ההתפתחות התקינה (לדוגמא, Brock & Jarrold, 2004; Cairns & Jarrold, 2005; Jarrold, Thorn, & Stephens, 2009; Munir, Cornish, & Wildind, 2000). לעומת זאת, ב- 48% מבין המטלות לא נמצאו הבדלים בין הקבוצות, ואף בחלקם השיגו בעלי תסמונת דאון ציונים גבוהים יותר, בהשוואה לקבוצת הביקורת בעלת ההתפתחות התקינה (לדוגמא, Lanfranchi, Carretti, Spano, & Cornoldi, 2009).

ב. גורמים מתווכים הקשורים במשימה

1. **מספר רכיבי זיכרון העבודה -** ב- 43% מבין המחקרים נבחנו תפקודי זיכרון העבודה של בעלי המוגבלות השכלית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה ברכיב זיכרון אחד בלבד. ב- 49% מתוכם, נמדדו תפקודי הלולאה הפונולוגית. ב- 32% נמדדו תפקודי הלוח החזותי מרחבי, ואילו רכיב המעבד המרכזי נמדד בהיקף הקטן ביותר (19%).
2. **הבחנה בין רכיבי מערכת זיכרון העבודה:** בכ- 27% מכלל המחקרים נבחנו שלושת תפקודי זיכרון העבודה של בעלי המוגבלות השכלית בו זמנית. ב- 15% מבין המחקרים נבחנו תפקודי הזיכרון השונים, בשני רכיבי מערכת בלבד (הלולאה הפונולוגית והלוח החזותי מרחבי). ב- 14% מהמחקרים, נערכו השוואות בתפקודם של בעלי המוגבלות השכלית, בין אחד מרכיבי המשנה של זיכרון העבודה (הלולאה הפונולוגית/הלוח החזותי מרחבי), לבין רכיב המעבד המרכזי.
3. **השוואה בין תפקודי הלולאה הפונולוגית והלוח החזותי מרחבי:** ב- 55% מבין המחקרים נמצאו הבדלים בתפקודם של בעלי המוגבלות השכלית בין מטלות הלולאה הפונולוגית והלוח החזותי מרחבי (לדוגמא, Henry & Winfield, 2010; Mosse & Jarrold, 2010; Purser & Jarrold, 2005). ב- 25% מבין המחקרים

לא נמצאו הבדלים בתפקודם בין הרכיבים, ואילו ב- 20% מבין המחקרים נמצאו הבדלים רק בחלק מבין המטלות שנמדדו (לדוגמא, 2009, 2010, Van der Molen et al., 2002; Numminen et al.).

4. הבחנות בתוך רכיבי מערכת זיכרון העבודה :

א. ב- 21% מהמחקרים בלבד, נעשתה הבחנה בתפקודי הלולאה הפונולוגית של בעלי המוגבלות השכלית בין המטלות השונות. ב-40% מתוכם, הציגו בעלי המוגבלות השכלית קשיים בכל המטלות המילוליות (לדוגמא, 2004, Brock & Jarrold, 2010; Abdelhameed & Porter).

ב. ב-31% מבין המחקרים נעשתה הבחנה בתפקוד של בעלי המוגבלות השכלית, בין מטלות חזותיות למרחביות. בקרב כמחצית מתוכם נמצאו הבדלים בביצועי המטלות תלויות המודאליות (לדוגמא, Jarrold et al., 2009, 2010, Van de Molen, 2007).

ג. ב-30% מבין המחקרים בלבד, נעשתה הבחנה בתפקודי המעבד המרכזי של בעלי המוגבלות השכלית בין המטלות השונות, בזיקה לתיאוריה של Cornoldi ושותפיו (2000, 2001, 2003, Cornoldi et al.).

5. **חקר המעבד המרכזי- הבחנה בין אטיולוגיות :** ב-45% מכלל המחקרים נאמדו תפקודי המעבד המרכזי של בעלי מוגבלות שכלית. מספר המחקרים הקטן יחסית בתחום זה, לגבי אוכלוסיות בעלות מוגבלות שכלית, התגלו כמויות מעטות של מחקרים שנערכו בקרב בעלי תסמונת ויליאמס (10%) או בקרב בעלי תסמונת דאון (35%).

3.3 מגמות העולות ממחקרי הזיכרון המרומז באוכלוסיות בעלות מוגבלות שכלית

חקר הזיכרון המרומז, אשר נחקר רבות בקרב אוכלוסיות שונות החל משנות ה-90, הושפע מהנחת היסוד אשר התווה Reber (1993). לטענתו, בניגוד ללמידה המפורשת, הלמידה המרומזת אמורה לגלות שינויים קטנים, כפונקציה של הבדלים אינדיבידואליים בגיל ובבשלות, ולא להיפגע, יחסית, מהפרעות נוירולוגיות או פסיכולוגיות. יתרה מכך, הלמידה המרומזת אמורה להיות עצמאית יחסית ונפרדת מממדים של תפקוד קוגניטיבי גבוה יותר (Reber, Walkenfeld, & Hernsadt, 1991; Schacter, Chin, & Ochsner, 1993). בעקבות הנחה זו, נערכו מחקרים רבים בקרב אוכלוסיות פתולוגיות שונות, אשר ביקשו לבחון תיאוריה זו על היבטיה השונים (לדוגמא, 2010, Brown, Aczel, Jiménez, Kaufman, & Grant; 2011, Danner & Hagemann; 2012, Gofer-Levi; 2013, Silberg, Brezner, & Vakil; 2013, Kourkoulou, Leekam, & Findlay; 2014, Morgan-Short et al.). גם מחקר הזיכרון המרומז, בקרב אוכלוסיות שונות בעלות מוגבלות שכלית, אשר נחקר במידה מועטה, הונחה במידה רבה מתיאוריה זו (Witt et al., 2013). בעיקר, נבחנה שאלת הקשר בין התהליכים המרומזים והאינטליגנציה (לדוגמא 2000, Fletcher et al., 2013, Witt et al.), זאת בניגוד ללגוף מחקר דל, שעסק בהבדלים בין בעלי האטיולוגיות השונות (לדוגמא, 2007, Vicari et al.), והשפעת הגיל הכרונולוגי (לדוגמא, Wyatt & Connors, 1998) על תפקודי הזיכרון המרומז.

בחיפוש ממוחשב אחר מחקרי זיכרון מרומז, שנערכו בשנים 1990-2012, בקרב אוכלוסיות בעלות מוגבלות (DS, WS and NSE), נמצאו 28 מחקרים בלבד. 18 מתוכם, מהווים את מסד הנתונים למחקר הנוכחי, כאשר הבסיס

המשותף להם, הוא השוואת תפקודי הזיכרון המרומז, בין בעלי המוגבלות השכלית לבעלי ההתפתחות התקינה. כמות המחקרים הקטנה מצביעה על כך, שחקר הזיכרון המרומז באוכלוסיה זו, נמצא עוד בראשית דרכו, בהשוואה לשתי מערכות הזיכרון האחרות (Working memory and Explicit memory). להלן יוצגו המגמות העולות ממחקרי הזיכרון המרומז, בהתייחס לגורמים הקשורים במשתנים הדמוגרפים של הנבדקים (גיל ואטיולוגיה) ובהקשר לגורמים הקשורים במשימה (סוג המטלה).

א. גורמים הקשורים במשתנים הדמוגרפיים של הנבדקים

1. **גיל הנבדקים:** כמחצית מבין המחקרים (55%) השוו בין קבוצות בעלות מוגבלות שכלית לקבוצות בעלות ההתפתחות התקינה, שהותאמו על בסיס גילם המנטאלי (MA). בכמחצית מבין מחקרים אלו (58%), נמצא כי בעלי המוגבלות השכלית תפקדו יחסית בדומה לקבוצת הביקורת (לדוגמא, Vicari et al., 2000). מעניין לציין כי רק בשני מחקרים בלבד, נערכו השוואות בין בעלי המוגבלות השכלית לשתי קבוצות שונות בעלות התפתחות תקינה (CA, MA) (Johns, Homewood, Stevenson, 2000; Fletcher, Maybery, & Bennett, 2000; Taylor, 2012).

2. **אטיולוגיה:** ב-51% מבין המחקרים, נערכו השוואות בין נבדקים בעלי מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית (NSE) לבעלי ההתפתחות תקינה. לעומת זאת, נמצא מספר קטן של מחקרים, שעסקו בהשוואה בין בעלי תסמונת דאון (33%) ותסמונת ויליאמס (16%) לבעלי ההתפתחות תקינה.

3. **תפקודי זיכרון המרומז:** ב-60% מבין כלל המטלות, ניכר כי לבעלי מוגבלות שכלית יכולות זיכרון מרומז שמורות יחסית בהשוואה לבעלי ההתפתחות תקינה (לדוגמא, Vakil, Shelef-Reshef, & Levy-Shiff, 1997; Vicari et al., 2000; Vicari, 2001; Wyatt & Connors, 1998).

ב. גורמים הקשורים במטלה

1. **מטלות פרוצדוראליות:** ב-57% מכלל המטלות הבודקות למידה פרוצדוראלית נמצאו הבדלים בין בעלי המוגבלות השכלית ובעלי ההתפתחות התקינה (לדוגמא, Fletcher, Maybery, & Bennett, 2000; Reber et al., 2003).

2. **מטלת Priming:** ב-69% מכלל המטלות הבודקות את אפקט ה-Priming, לא נמצאו הבדלים בין בעלי המוגבלות השכלית ובעלי ההתפתחות התקינה (לדוגמא, Wyatt & Connors, 1998).

3. **כלי המחקר:** ב-61% מבין המחקרים השתמשו החוקרים במטלה אחת, על מנת לעמוד את תפקודי הזיכרון המרומז של בעלי המוגבלות השכלית, כאשר ב-32% מתוכם נעשה שימוש במטלות מסוג Priming, וב-68% נעשה שימוש במטלות פרוצדוראליות שונות. ב-10% מבין המחקרים נמדדו תפקודי הזיכרון המרומז של בעלי המוגבלות השכלית, הן במטלות פרוצדוראליות והן במטלות Priming.

המחקרים השונים שנערכו בתחום העניקו מידע רב אודות התפקוד הקוגניטיבי של אוכלוסיה זו, ותרמו להבחנה בין פרופילים נירוי פסיכולוגיים של קבוצות שונות (לרבות, NSE, WS, DS). חרף זאת, ניכר כי המחקרים הרבים, מספקים תוצאות מעורבות ואף סותרות אודות תפקודי הזיכרון השונים, ההופכות את הניסיון להגיע למסקנה כוללת למורכב וקשה (Frenkel & Bourdin, 2009; Henry, 2001; Schuchardt, Gebhardt, & Mäehler, 2010). לעניות דעתנו, חוסר העקביות בין המחקרים השונים נובע בשל הטעמים הבאים:

א. **גודל המדגם:** מספר הנבדקים, על פי רוב, הינו קטן ונע בין 10 ל-30 נבדקים. מדגם זה אינו מספק להגיע למסקנות תקיפות הן מבחינה מתודולוגית והן מבחינת סוגיית הייצוג של נבדקים אלו את כלל האוכלוסיה אליה

הם משתייכים. יתירה זאת. על פי כללי המטה-אנליזה (Cohen, 1992), נדרש מדגם בסדר גודל של כ- 390 נבדקים בקבוצה, כדי לקבל גודל אפקט מובהק אפילו בהיקף קטן.

ב. קבוצות ההשוואה: ברוב המחקרים משתתפת קבוצה אחת של נבדקים בעלי מוגבלות שכלית בטווח גילאים שונה, העומדת בהשוואה לנבדקים בעלי התפתחות תקינה. לעומת זאת, רק במספר קטן מאוד של מחקרים, משתתפות קבוצות שונות בעלות מוגבלות שכלית. ההתאמה בין הקבוצות בחלק מן המחקרים נעשית על פי הגיל המנטאלי (MA), בעוד שבאחרים ההתאמה נעשית לפי הגיל הכרונולוגי (CA); במחקרים בודדים בלבד נעשית ההתאמה בין בעלי המוגבלות השכלית לשתי קבוצות שונות בעלות התפתחות תקינה (MA, CA).

ג. חקר אטיולוגיות המוגבלות השכלית: חרף ההתעניינות הגוברת בזיהוי הפרופיל הקוגניטיבי של קבוצות שונות בעלות מוגבלות שכלית, נמצאו מחקרים בודדים בהן נערכו השוואות ישירות בין בעלי האטיולוגיות השונות.

ד. גיל הנבדקים: טווח הגילאים הן של בעלי המוגבלות השכלית והן של בעלי ההתפתחות התקינה שונה ממחקר למחקר, דבר המקשה על הסקת מסקנות, בנוגע להשפעתו של הגיל על תפקודי הזיכרון השונים.

ה. כלי הבדיקה: חקר מערכות הזיכרון השונות נעשה על-ידי שימוש במגוון גדול של מתודולוגיות ומטלות, הנבדלות במודאליות, באופן הצגתן, בשיטת עריכת המבחן וכן באופן מתן הניקוד. השונות הרבה באה לידי ביטוי, בעיקר, במחקרי זיכרון העבודה. זו מתבטאת בדרגת המורכבות הנדרשת לביצוע המטלות השונות, הנעה ממטלות טווח פשוטות דרך מטלות קליניות או ניסיוניות מורכבות, הדורשות גיוס של משאבים קוגניטיביים משמעותיים.

ו. היקף המחקר - התמונה הסותרת אודות ביצועי הזיכרון השונים בקרב בעלי מוגבלות שכלית, נותרה בעינה, משום שאף מחקר לא השתמש במגוון גדול של מדדים בו זמנית, כך שיאפשר הסקת מסקנות כמכלול.

ז. הבחנה בין ובתוך מערכות הזיכרון: אי האחידות בתוצאות המחקרים השונים ופירושם, עשוי לנבוע מחקר היבטים שונים של זיכרון העבודה והזיכרון המרומז. רק בחלק מן המחקרים בדקו החוקרים באופן ישיר את ההבדלים בביצועיהם של בעלי המוגבלות השכלית **בין** סוגי המודאליות השונים. ואף פחות מזה נבחנו תפקודם של בעלי המוגבלות השכלית **בתוך** רכיבי הזיכרון השונים.

ז. חקר מערכות הזיכרון: רוב המחקרים מתמקדים בבחינת סוג זיכרון אחד ואינם עורכים בדיקה בו זמנית של כלל מערכות הזיכרון השונות. למיטב ידיעתנו, עד כה לא נערך מחקר מקיף אשר בדק בו זמנית את תפקודי הזיכרון השונים של אוכלוסיות בעלות מוגבלות שכלית.

לסיכום, השונות הגדולה שהוצגה לעיל בין מחקרי הזיכרון מוציאה מכלל אפשרות הסקת מסקנות ברורות וחד משמעיות. חוסר העקביות נובע, ככל הנראה, משימוש בכלי מחקר שונים, בהבדלים בטווחי הגיל של הנבדקים וכן בהיקף המדגם נושא המחקר. בשל כך נשאלת השאלה האם המחקרים שנעשו עד כה, כשהם לעצמם, יכולים לחזות הבדלים בתפקודי הזיכרון השונים באוכלוסיות בעלות מוגבלות שכלית באופן כזה, שניתן להכיל את תוצאותיהם על כלל האוכלוסייה. בנוסף, גם כאשר מדובר במדגמים בהיקף ניכר, לא תמיד ניתן לעמוד על הבדלים בתפקודי הזיכרון ביחס למשתנים דמוגרפיים הקשורים בנבדקים (אטיולוגיה וגיל הנבדקים), ומשתנים הקשורים במטלה (סוג המטלה, מודאליות), בהנחה כי הבדלים כאלה אכן קיימים. מכאן, דווקא חיבור התוצאות של המחקרים השונים בשיטת המטה-אנליזה צפוי, לכאורה, לספק לנו הבנה ברורה יותר ומדויקת של תפקודי הזיכרון השונים בקרב בעלי המוגבלות השכלית.

ה. מטרתו של המחקר

מחקר המטה-אנליזה הקודם שנערך על ידי חוקרת המחקר הנוכחי (שטיין, 2009), התמקד, כאמור, בתפקודי הזיכרון המפורש בלבד באוכלוסיות בעלות מוגבלות שכלית, אשר מהווה רכיב אחד של מערכת הזיכרון. מטרתו של המחקר הנוכחי לבצע מטה אנליזה של זיכרון מרומוז וזיכרון עבודה, שיחד משלימים את התמונה של מחקרי הזיכרון בקרב אוכלוסיות בעלות מוגבלות שכלית לתמונה כוללת, רחבה יותר ובעלת תוקף חזק יותר להכללה.

מטרתו העיקרית של מחקר זה היא, **לבדוק האם גודל האפקט באשר לתפקודי הזיכרון (Working memory, Implicit memory), מצביע על הבדלים בין בעלי המוגבלות השכלית (WS, DS, NSE) לבין בעלי ההתפתחות התקינה.** באמצעות מטרה זו, ננסה לענות על שתי שאלות מרכזיות:

- א. האם משתנים דמוגרפיים (גיל ואטיולוגיה), ומשתנים הקשורים במטלה (רכיב הזיכרון, סוג המטלה והמודאליות), מהווים משתנים ממתנים, העשויים להסביר את ההבדלים בין המחקרים.
- ב. האם קיימים הבדלים בגודלי האפקט, המתייחסים לתפקודי הזיכרון של אוכלוסיות בעלות מוגבלות שכלית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה, בין ובתוך המערכות השונות. למיטב ידעתנו, זוהי המטה אנליזה הראשונה, מאז מחקרם של Forness and Kavale (1993), המתמקדת בתפקודי זיכרון העבודה והזיכרון המרומוז, של אוכלוסיות שונות בעלות מוגבלות שכלית, תוך בחינתם של תפקודים אלו באופן דיפרנציאלי **בין ובתוך** כל מערכת זיכרון.

להלן נציג את שאלותיו האופרטיביות של המחקר, בהתייחס לכל מערכת זיכרון בנפרד, תוך חלוקתם למשתנים דמוגרפיים הקשורים בנבדקים ובמטלה. ראשית יוצגו שאלות המחקר ולאחר כל שאלה תוצג ההשערה המתאימה.

1. מערכת זיכרון העבודה - שאלות אופרטיביות

א. **שאלה כללית:** האם גודל האפקט באשר לתפקודי זיכרון העבודה, יצביע על הבדלים בין בעלי המוגבלות השכלית לבין בעלי ההתפתחות התקינה?

השערה: גודל האפקט יצביע על הבדלים גדולים בין הקבוצות, כאשר בעלי ההתפתחות התקינה יראו ביצועי זיכרון עבודה גבוהים יותר בהשוואה לבעלי המוגבלות השכלית (ללא התייחסות למשתנה האטיולוגיה). זאת אנו מניחים, לאור מחקרים שונים בהם נמצא קשר בין תפקודי זיכרון העבודה ומדדי אינטליגנציה (Yuan et al., 2006; Gathercole et al., 2004, 2006; Gathercole, 1999). ולאור העובדה כי ב-60% מן המחקרים המהווים בסיס למחקר הנוכחי, הוכח כי בעלי המוגבלות השכלית נכשלים במגוון מטלות זיכרון העבודה.

ב. מטרות אופרטיביות הקשורות במשתנים דמוגרפיים של הנבדקים:

1. **שאלה:** האם קיימים הבדלים בין גודלי האפקט באשר לתפקודי זיכרון העבודה של בעלי המוגבלות השכלית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה בזיקה למשתנה הגיל (MA, CA)?

השערה: ימצאו הבדלים בין גודל האפקט המתייחס להשוואה בין הקבוצות התואמות בגילן המנטאלי, לגודל האפקט המתייחס להשוואה בין הקבוצות המותאמות בגילן הכרונולוגי. השערה זו מתבססת הן, על מחקרים בהם הוכחה השפעתו של הגיל הכרונולוגי על תפקודי זיכרון העבודה השונים (Kemper et al., 2010), והן בזיקה לתוצאות מחקר המטה אנליזה הקודם שערכנו באשר לתפקודי הזיכרון המפורש (שטיין, 2009);

(Lifshitz et al., 2011). על פי מחקרים אלו, ניכר כי ההבדלים בתפקודי הזיכרון המפורש של בעלי המוגבלות השכלית היו גדולים יותר, כאשר ההשוואה בין הקבוצות הייתה על בסיס הגיל הכרונולוגי.

2. שאלה: האם קיימים הבדלים בין גודלי האפקט באשר לתפקודי זיכרון העבודה של בעלי המוגבלות השכלית,

בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה בזיקה למשתנה האטיולוגיה (DS, WS, NSE)?

השערה: לאור הפרופיל הקוגניטיבי השונה של בעלי התסמונות השונות, ובעיקר זה המתייחס לבעלי תסמונת וויליאמס ותסמונת דאון (Breckenridge et al., 2013; Carney, et al., 2013; Kittler, et al., 2008; ; Vicari, & Carlesimo, 2006b; Lanfranchi, et al., 2002), אנו מניחים כי ימצאו הבדלים בגודלי האפקט, המתייחסים לתפקודי זיכרון העבודה של בעלי המוגבלות השכלית ובעלי ההתפתחות התקינה בזיקה לאטיולוגיה. באופן ממוקד יותר, אנו סבורים כי תפקודי זיכרון העבודה המילוליים של בעלי תסמונת וויליאמס בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה, יהיו פחות לקויים לעומת תפקודים אלו של בעלי תסמונת דאון ובעלי מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית (בהתאמה). לעומת זאת, אנו מניחים כי יתקבלו תוצאות הפוכות באשר לתפקודי זיכרון העבודה החזותיים – מרחביים. קרי, בעלי תסמונת דאון ובעלי מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית, יציגו פחות ליקויים במטלות חזותיות מרחביות בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה, בעוד שבעלי תסמונת וויליאמס יציגו ליקויים גדולים יותר בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה.

ג. שאלות אופרטיביות הקשורות במשתני המטלה:

1. שאלה: האם קיימים הבדלים בין גודלי האפקט, המתייחסים לתפקודם של בעלי מוגבלות שכלית בהשוואה

לבעלי ההתפתחות התקינה בין רכיבי מערכת זיכרון העבודה (הלולאה הפונולוגית, הלוח החזותי-מרחבי, המעבד המרכזי)?

השערה: במחקרים רבים, בהם השתתפו נבדקים בעלי לקויות התפתחות שונות, שימש מודל הזיכרון של על מנת להוכיח שהליקוי בתפקודי הזיכרון עשוי להיות ספציפי לרכיב אחד, בעוד שהתפקוד ברכיבים האחרים עשוי להיות תקין (Gathercole & Alloway, 2006; Henry & Winfield, 2010; Martinussen et al., 2005; Mosse & Jarrold, 2010; Purser & Jarrold, 2005; Trezise et al., 2014). לאור זאת אנו מניחים, כי גודל האפקט יצביע על הבדלים בתפקודי זיכרון העבודה של בעלי המוגבלות השכלית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה בין רכיבי הזיכרון השונים.

2. שאלה: האם קיימים הבדלים בין גודלי האפקט באשר לתפקודם של בעלי מוגבלות שכלית בהשוואה לבעלי

ההתפתחות התקינה בתוך רכיבי מערכות זיכרון העבודה בזיקה למשתנה סוג המטלה, המודאליות ורמת הבקרה?

השערה: בהתבסס על מחקרים שונים בהם נמצאו הבדלים בין בעלי המוגבלות השכלית לבעלי ההתפתחות התקינה רק בחלק ממטלות הלולאה הפונולוגית והלוח החזותי מרחבי (Lidz, 2002; Numminen et al., 2002; Van der Molen et al., 2009, 2010), אנו מניחים שיהיו הבדלים בין גודלי האפקט, המתייחסים לתפקודם של בעלי מוגבלות שכלית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה, בתוך רכיבי מערכות זיכרון העבודה. יתרה מכך, אנו מניחים כי הבדלים אלו ימצאו גם באשר לרכיב המעבד המרכזי, בהתאם למודל זיכרון העבודה שהציע Cornoldi (2000, 2001, 2003).

2. מערכת הזיכרון המרומז- שאלות אופרטיביות:

א. **שאלה כללית:** האם גודל האפקט באשר לתפקודי הזיכרון המרומז, יצביע על הבדלים בין בעלי המוגבלות השכלית לבין בעלי ההתפתחות התקינה?

השערה: חקר תפקודי הזיכרון המרומז בקרב אוכלוסיות בעלות מוגבלות שכלית, כפי שהוא בא לידי ביטוי במסד הנתונים במחקר הנוכחי, הושפע מהנחת היסוד אותה התווה Reber (1993; Reber et al.,) (1991). בהתאם לכך, מבלי להתייחס למשתני האטיולוגיה, הגיל וסוג המטלה, אנו מניחים כי גודל האפקט יצביע על הבדלים קטנים, יחסית, בין תפקודי הזיכרון המרומז של בעלי המוגבלות השכלית ובעלי ההתפתחות התקינה.

ב. שאלות אופרטיביות הקשורות במשתנים הדמוגרפיים של הנבדקים

1. **שאלה:** האם קיימים הבדלים בין גודלי האפקט באשר לתפקודי הזיכרון המרומז של בעלי המוגבלות השכלית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה בזיקה למשתנה הגיל (MA, CA)?

השערה: הנחת היסוד של Reber (1993), אודות העובדה שתפקודי הזיכרון המרומז אינם משתנים כפונקציה של הגיל, נאמדה רק במחקר אחד בו השוו בעלי המוגבלות השכלית על פי גיל כרונולוגי ומנטאלי (CA, MA) בעלות התפתחות תקינה (Fletcher et al., 2000). עם זאת ממחקר זה, לא ניתן להסיק האם ההבדלים שנמצאו בין הקבוצות נובעים בשל השונות הקוגניטיבית או בשל גיל הנבדקים. מכאן, במטה אנליזה זו, תיבחן לראשונה, למיטב ידיעתנו, סוגיה זו על ידי בחינת גודלי האפקט, המתייחסים לתפקודי הזיכרון המרומז של בעלי המוגבלות השכלית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה התואמים בגילם המנטאלי והכרונולוגי. עקב האופי הגישושי של סוגייה זו, קשה לבסס השערה בשלב זה.

2. **שאלה:** האם קיימים הבדלים בין גודלי האפקט באשר לתפקודי הזיכרון המרומז של בעלי המוגבלות השכלית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה בזיקה למשתנה האטיולוגיה (DS, WS, NSE)?

השערה: לאור מחקרים בהם תוארו יכולות שונות של למידה מרומזת בקרב בעלי DS ו-WS (Vicari et al., 2000, 2001, 2007), אנו מניחים כי בניגוד לתיאוריה של Reber (1993), גודל האפקט יצביע על הבדלים בתפקודי הזיכרון המרומז, בין בעלי האטיולוגיות השונות.

ג. **שאלה אופרטיבית הקשורה במשתנה המטלה:** האם קיימים הבדלים בין גודלי האפקט באשר לתפקודי הזיכרון המרומז של בעלי מוגבלות שכלית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה, בזיקה למשתנה סוג המטלה (מטלות Priming ומטלות פרוצדוראליות)?

השערה: אנו מניחים כי ימצאו הבדלים בין גודלי האפקט, באשר לתפקודי הזיכרון המרומז של בעלי מוגבלות שכלית בסוגי מטלות שונים בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה. זאת, לאור תוצאות מחקרים, בהם ניכר שוני בתפקודם של בעלי תסמונת וויליאמס בין מטלות Priming למטלות פרוצדוראליות (Vicari et al., 2001), ולאור תפקודם הלא אחיד של בעלי תסמונת דאון ובעלי מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית, בביצוע מטלות ה- Priming השונות (לדוגמה, Mattson et al., 1999; Komatsu et al., 1996).

ו. תרומת המחקר

מחקר מטה אנליזה מקיף זה על היבטיו השונים, עשוי לתרום להעמקת הידע אודות תפקודי הזיכרון של אוכלוסיות שונות בעלות מוגבלות שכלית בכמה היבטים:

1. **זיהוי הפרופיל הקוגניטיבי על פי אטיולוגית המוגבלות השכלית בזיקה למערכות הזיכרון על רכיביהם השונים.** בניגוד לגישה העולה מן הספרות, אודות הצורך בזיהוי הפרופיל הקוגניטיבי המובחן, לכאורה, של קבוצות שונות בעלות מוגבלות שכלית, בפועל, מספר המחקרים בהם נערכו השוואות ישירות בין בעלי האטיולוגיות השונות, קטן ממספר המחקרים בהן השוו קבוצות אלו לבעלי ההתפתחות התקינה. אנו מניחים, כי בעזרת המחקר הנוכחי ניתן יהיה לעמוד על ההבדלים בתפקודי הזיכרון השונים, של בעלי האטיולוגיות השונות. יתרה מכך, זיהוי תפקודי הזיכרון השונים, **בין ובתוך** רכיבי מערכות הזיכרון, עשוי לתרום למיפוי מדויק יותר ולהבחנה האיכותנית בין הפרופילים הקוגניטיביים, הייחודיים של בעלי האטיולוגיות השונות. ככל הידוע לנו, טרם בוצעה ההערכה דיפרנציאלית ממוקדת בתוך רכיבי המשנה של מערכות הזיכרון בהיקף כזה. כמו כן טרם נערך מחקר העורך השוואה בו זמנית בין כל מערכות הזיכרון.
2. **בחינת תפקודי המעבד המרכזי בזיקה לתיאוריות חדשות:** מחקר מטה אנליזה הנוכחי יערך בהתאם לתיאוריה של Baddeley, המהווה תשתית מבוססת מבחינה מחקרית ותאורטית לחקר תפקודי זיכרון העבודה בקרב אוכלוסיות בעלות מוגבלות שכלית. עם זאת ננסה לבחון את תרומתו האפשרית של מודל הזיכרון כפי שהציע Cornoldi (Cornoldi et al. 2000, 2001, 2003), על תפקודי המעבד המרכזי של בעלי המוגבלות השכלית. על כן, ממצאי המטה אנליזה יאפשרו לקבוע באילו מקרים התיאוריה של Baddeley מספקת הסבר טוב יותר, ולעומת זאת, תחת אילו תנאים דווקא המודל של Cornoldi מהווה פרשנות טובה יותר לממצאים.
3. **זיהוי יכולות שמורות:** תפקודי הזיכרון השונים ממלאים תפקיד חשוב בלמידה ובתפקוד היום-יומי הן בקרב בעלי ההתפתחות תקינה והן בקרב אוכלוסיות בעלות מוגבלות שכלית (Gathercole et al 2004, 2006; Kittler et al., 2008). מחקרים רבים עמדו, בעיקר, על הקשר בין מדדי זיכרון העבודה, למיומנויות לימודיות בקרב בעלי מוגבלות שכלית. בעיקר נטען שליקויים בזיכרון העבודה של בעלי מוגבלות שכלית, תורמים לקשיי הלמידה שלהם בקריאה, כתיבה ובמטלות חישוביות שונות (לסקירה ראה, Trezise et al., 2014). יובהר, כי המחקר הנוכחי אינו עוסק בקשר בין יכולות הזיכרון והלמידה. עם זאת, אנו מאמינים כי לזיהוי **יכולות זיכרון שמורות** - ולא רק אלא הפגעות בקרב בעלי המוגבלות השכלית - ישנה חשיבות רבה, מכיוון שהוא עשוי לסייע בשיטות הוראה ולימוד לבעלי לקויות אלו. יתירה מזאת, הזכירה היא מיומנות מפתח בתפקוד אינטלקטואלי, כיוון שהיא ממלאת תפקיד בכל פעילות קוגניטיבית. אנו סבורים כי לזיהוי יכולות הזיכרון השמורות, יחסית, לצד זיהוי הקשיים בקרב אוכלוסיות שונות בעלות מוגבלות שכלית, ערך רב הן לחקר הפנוטיפים השונים של בעלי האטיולוגיות השונות, הן להבנת הצורך בעריכת פרוטוקולים מותאמים אישית חינוכית ושיקומית.

פרק ב': שיטת המחקר

מחקר זה מציג מטה-אנליזה כמותית של תפקודי זיכרון עבודה (Working memory) וזיכרון מרומז (Implicit memory), בקרב אוכלוסיות בעלות מוגבלות שכלית, בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה. המטרה העיקרית של המטה אנליזה הנוכחית היא, לבדוק האם גודל האפקט באשר לתפקודי הזיכרון (WM, IM) מצביע על הבדלים בין בעלי המוגבלות השכלית (NSE, DS, WS), לבין בעלי ההתפתחות התקינה. בתוך כך, נתמקד בשתי שאלות אופרטיביות מרכזיות: (1) האם קיימים הבדלים, המתייחסים לתפקודם של בעלי המוגבלות השכלית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה, בין ובתוך רכיבי מערכות הזיכרון השונות? (2) האם משתנים דמוגרפיים הקשורים בנבדקים (גיל ואטיולוגיה), ומשתנים הקשורים במטלה (רכיב הזיכרון, סוג המטלה והמודאליות), מהווים משתנים ממתנים, העשויים להסביר את ההבדלים בין המחקרים? בפרק זה יוצגו השלבים בעריכת המחקר בהתאם לקריטריונים, שפרסמה האגודה הפסיכולוגית האמריקאית (American Psychological Association-APA), אודות שלבי עריכת מחקר מטה אנליזה. (Cooper, 2010).

1. קריטריונים להכללת המחקרים במטה-אנליזה

המחקרים שנכללו בניתוח ענו על הקריטריונים הבאים:

- א. מחקרים שנערכו משנות ה-90 ואילך המשווים ילדים, מתבגרים ומבוגרים בעלי מוגבלות שכלית (NSE, DS, WS), לבעלי ההתפתחות התקינה. כאמור, קריטריון זה נקבע לאור התמורות שחלו בשנות ה-90, אודות תפיסתם המחודשת של המושגים "זיכרון" ומוגבלות שכלית".
- ב. מחקרים שכללו שתי קבוצות השוואה, לפחות, הכוללות אוכלוסייה בעלת מוגבלות שכלית ואוכלוסייה בעלת התפתחות תקינה.
- ג. מחקרים שכללו אוכלוסייה בעלת מנת משכל $IQ \leq 70$ המוגדרים כבעלי מוגבלות שכלית, וללא ליקויים נוספים, לרבות, אוטיזם, מחלות נפש ולקויות למידה.
- ד. מחקרים שבהם נעשה שימוש במונחים: זיכרון עבודה (Working memory), זיכרון קצר טווח (Short term memory) וזיכרון מרומז (Implicit memory).
- ה. מחקרים בהם נעשה שימוש במונחים המתייחסים לרכיבי מערכות הזיכרון השונים. בנוגע למערכת זיכרון העבודה: הלולאה הפונולוגית (Phonological loop), הלוח החזותי-מרחבי (Visuo-spatial Sketchpad), המעבד המרכזי (Central Executive). באשר לזיכרון המרומז: זיכרון פרוצדוראלי (Skill learning/Procedural memory) ו- Priming (Repetition priming effect).
- ו. מחקרים בהם הוצגו נתונים סטטיסטיים הכוללים: גודל מדגם, ממוצעים וסטיות תקן או ניתוחי שונות כגון: t test, Anova, Mancova.
- ז. מאמרים המפורסמים באנגלית או מחקרים בשפות הזרות, שבהם מופיעים החלקים הסטטיסטיים והתקצירים באנגלית.

2. הליך איתור המאמרים והכללתם

על מנת לאתר מחקרים נעשה שימוש בשיטות שונות:

1. נעשה חיפוש במאגרי המידע האלקטרוניים השונים: Ebsco, Proquest, Eric, PsycINFO, Webspirs, Google. מאגרים אלו מכסים את הספרות הרלוונטית.

2. נערך חיפוש בכתבי העת השונים בנושא כגון:

Science; Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition; Cortex; Intelligence; Journal of Experimental Child Psychology; Journal of Cognitive and Psychology; Journal of Mental-Deficiency-Research; American journal of mental retardation; Down syndrome Research and Practice.

3. נערך חיפוש ברשימת המקורות של מאמרים רלוונטיים על מנת לאתר מחקרים נוספים בנושא.

תחילה, החיפוש התמקד באוכלוסיות בעלות מוגבלות שכלית בזיקה למושג זיכרון (זיכרון עבודה/זיכרון קצר טווח, זיכרון ארוך טווח). בחיפוש רחב זה נמצאו למעלה מ-300 מחקרים, כאשר כל תקצירי המחקרים שנמצאו נקראו בעיון רב. השונות הגדולה בין המחקרים, שנמצאו בשלב זה, העלתה קושי בקביעת מכנה משותף, אשר תחתיו ניתן לאגד את המחקרים. מכאן, נעשה חיפוש נוסף ממוקד יותר, בהתייחס לנושא המחקר, סוג ואיכות המבחנים, בחירת המשתתפים, אופי המחקר ומטרותיו. החיפוש הממוקד נעשה עפ"י הקריטריונים שצוינו לעיל, על פי מילות מפתח שונות המתייחסות למאפייני האוכלוסייה (פיגור שכלי, מוגבלות שכלית, תסמונת דאון ותסמונת ויליאמס) ומאפייני מערכות הזיכרון השונות, לרבות מילות מפתח המתייחסות למטלות הזיכרון השכיחות (כגון: Digit span, Word span, Pattern span, Corsi blocks test, Dual task, Serial Reaction Time, Tower of Hanoi, Tower of London, Picture fragment completion task). כמו כן, נערך חיפוש בכתבי העת העוסקים בנושא המחקר הנוכחי וברשימות הביבליוגרפיות של מקורות המידע השונים ועל-פיהם אותרו מאמרים נוספים.

בשלב זה אותרו 132 מאמרים שונים המתייחסים לתפקודי זיכרון העבודה בקרב אוכלוסיות בעלות מוגבלות שכלית. ו-29 מאמרים המתייחסים לתפקודי הזיכרון המרומוז באוכלוסייה זו. כל המאמרים נסקרו באופן יסודי במטרה לבדוק האם כל הקריטריונים שנקבעו מתקיימים בהם. מספר המאמרים שנכללו בניתוח המטה-אנליזה הסופי היה נמוך יותר, לאחר שהוצאו מן המדגם מחקרים אשר לא ענו על כל הקריטריונים, בשל סיבות מתודולוגיות שונות. תחילה נתייחס למסד הנתונים בנוגע לזיכרון העבודה, ולאחר מכן למסד הנתונים המתייחס לזיכרון המרומוז.

2.1 סינון וקידוד המחקרים - זיכרון עבודה

חלק מהמאמרים שאותרו, סוננו עקב הטעמים הבאים:

א. **מאמרים עיוניים:** הוצאו 7 מאמרים עיוניים, אשר לא כללו מדדים סטטיסטיים כלשהם.

ב. **אופן הצגת תוצאות המחקר:** 10 מאמרים הוצאו, היות ולא ניתן היה לחלץ מהם נתונים סטטיסטיים. בחלקם נבדקו שלוש קבוצות שונות והתוצאות שוקללו יחד, כשלא הוצגו ממוצעים וסטיות תקן. בחלקם דווח כי אין הבדלים בין הקבוצות ללא הצגת נתונים מספריים.

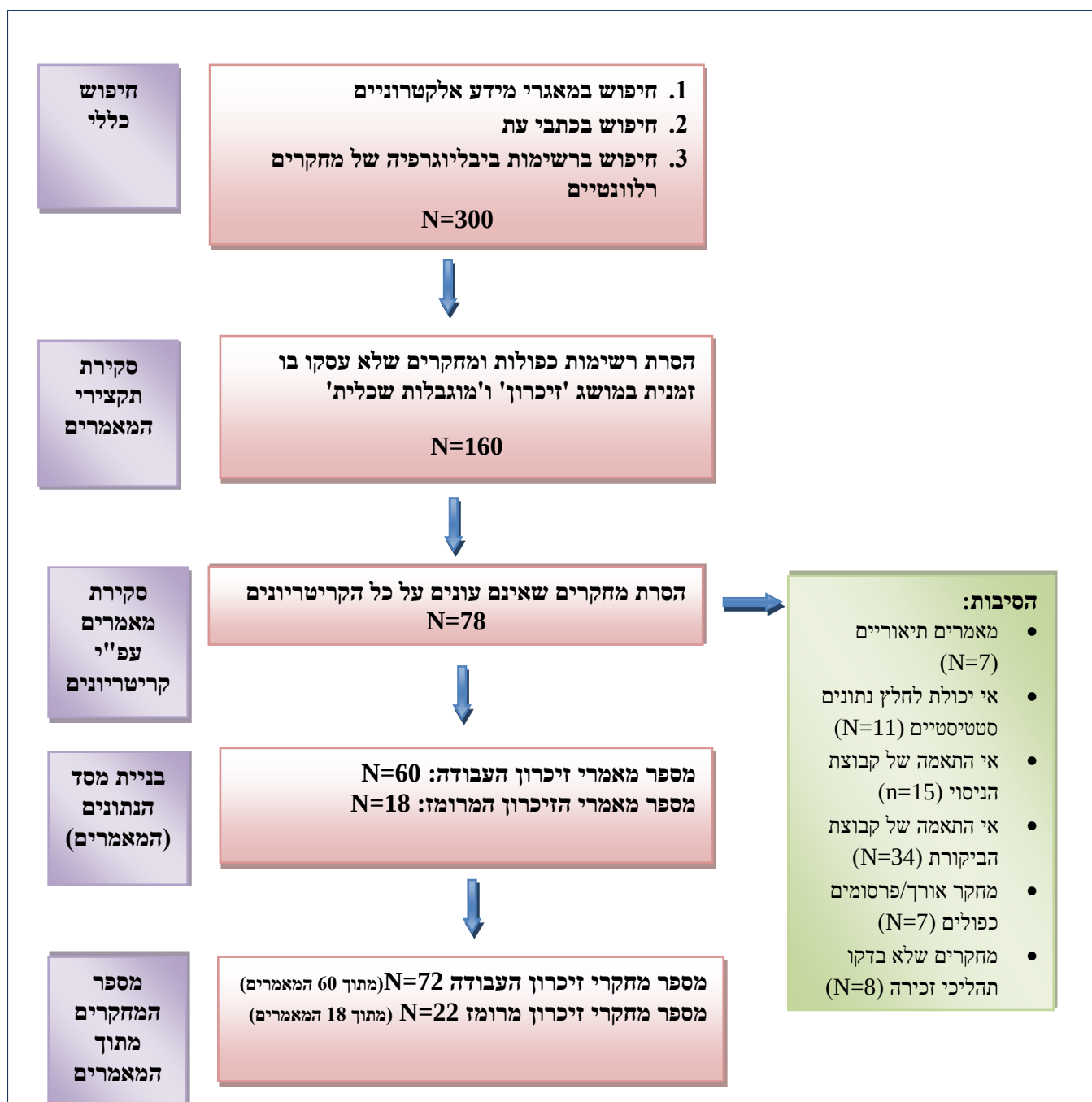
ג. **קבוצות הניסוי:** 13 מחקרים חקרו אוכלוסיות בעלות מוגבלות שכלית, אך בחלקם הוצגו ממוצעי מנת משכל (IQ) מעל 70-75. אחרים, כללו נבדקים ללא מוגבלות שכלית, הסובלים מלקויות אחרות כגון אוטיזם, הפרעות נפשיות ואלצהיימר. אחרים הגדירו את קבוצת הניסוי כגבוליים (בעלי לקויות למידה מורכבות).

ד. **קבוצות הביקורת:** 31 מאמרים נוספים, אשר עסקו באוכלוסיות בעלות מוגבלות שכלית, הוצאו ממסד הנתונים, היות ונערכו בהם השוואות בין אוכלוסיות בעלות מוגבלות שכלית בלבד, ללא קבוצת ביקורת בעלת התפתחות תקינה. הרעיון להכללת מאמרים אלו כמדגם מאמרים למטה אנליזה נפרדת, נפסל לאור השוני הגדול בין קבוצות הניסוי והביקורת.

ה. **מחקרי אורך:** 6 מחקרים בדקו את אותם נבדקים בנקודת זמן שונות (מחקרי אורך). עפ"י חוקי המטה אנליזה כל מחקר אמור לתרום גודל אפקט אחד (Rosenthal, 1991) (יוסבר בהרחבה בהמשך).

ו. **מטרת המחקר:** 5 מאמרים בחנו תהליכים קוגניטיביים הקשורים במערכות הזיכרון, אך לא התמקדו בתהליכי זכירה.

לאחר הסינון נותרו 60 מאמרים העוסקים בתפקודי זיכרון העבודה באוכלוסיות בעלות מוגבלות שכלית, העונים על כל הקריטריונים (ראה נספח 1) בהם מופיעים 72 מחקרים (ניסויים) (ראה נספח 3) שונים, העוסקים בתפקודי זיכרון העבודה באוכלוסיות בעלות מוגבלות שכלית, בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה (ראה שרטוט 1).



שרטוט 1: תהליך איתור המחקרים- בניית מסד הנתונים

2.2 ארגון הנתונים - זיכרון עבודה

המאמרים בהם פורסמו המחקרים, המהווים את מסד הנתונים נקראו באופן יסודי, כאשר לגבי כל ניסוי נערך רישום הכולל את הפרטים הבאים: שם המאמר, מחבר, שנה, מספר הנבדקים בכל קבוצה, גודל המדגם, גיל, מנת משכל (IQ) ושמות מבחני הזיכרון. מן הראוי לציין, כי לא הוכנסו למסד הנתונים מטלות הבודקות פונקציות קוגניטיביות שונות כגון, תכנון ובקרה (ראה לדוגמא: Numminen, Lehyo, & Ruoppila, 2001), שכן אין זהו מטרתו של מחקר זה. בשלב זה חולצו החישובים הסטטיסטיים הרלוונטיים מכל מחקר (ממוצעים, סטיות תקן, מבחן T, ומבחן F).

המשך הקידוד התייחס לסיווגם של המחקרים על פי משתנים שונים, אשר את מידת השפעתם אנו מבקשים לבדוק במחקר הנוכחי. משתנים אלו נקבעו, בהתאם לתדירות הופעתם בספרות האמפירית, ובזיקה לשיקולים תיאורטיים ומתודולוגיים, כפי שצוין בפרק המבוא. את המשתנים ניתן לחלק לשתי קבוצות עיקריות:

א. **משתנים הקשורים בנבדקים: אטיולוגיה (NSE, DS, WD) וגיל הנבדקים** (השוואת קבוצת הניסוי לקבוצת ביקורת אשר הותאמה על-פי הגיל הכרונולוגי או המנטאלי). כמו כן סווגו הנבדקים בהתאם לגילם הכרונולוגי הן בקבוצת בעלי המוגבלות השכלית, הן בקבוצת בעלי ההתפתחות התקינה (ילדים, מתבגרים ומבוגרים)

ב. **משתנים הקשורים במטלה:** בהתאם למודל הזיכרון של Babbeley (2007), סווגו המחקרים על פי **רכיב הזיכרון הנבדק**. מטלות הבודקות אחסון מילולי או חזותי מרחבי של המידע, סווגו תחת רכיבי המשנה של זיכרון העבודה, קרי הלולאה הפונולוגית (Phonological loop), והלוח החזותי מרחבי (Visuospatial-Sketchpad), בהתאמה. לעומת זאת, מטלות בהן נדרש אחסון ועיבוד בו זמני של המידע, סווגו תחת רכיב המעבד המרכזי (Central Executive).

כמו כן נערך סיווג מובחן בתוך רכיבי מערכת זיכרון העבודה, על מאפייניהם השונים, המתייחס למשתני **סוג המטלה, מודאליות ורמת הבקרה**. סיווג זה נעשה בהתאם לתיאוריות, ומודלים שנסקרו לעיל (Bopp & Verhaeghen, 2005; Brock & Jarrold, 2004; Cornoldi et al, 2000, 2001, 2003 Della Sala et al. 1999; Gathercole, 1994; Thomason et al., 2009; Unsworth & Engle, 2007).

2.3 סינון וקידוד המחקרים - זיכרון מרומז

בחיפוש שתואר לעיל אודות מאמרי זיכרון מרומז (IM), בקרב אוכלוסיות בעלות מוגבלות שכלית, נמצאו 28 מאמרים. מספר המחקרים שנכללו בניתוח האנליטי הופחת לאחר שהוצאו מחקרים אשר לא התאימו בשל סיבות מתודולוגיות שונות (ראה שרטוט 1):

1. **אופן הצגת תוצאות המחקר:** מאמר אחד הוצא, שכן דיווח התוצאות נעשה באופן תיאורי ללא הצגת נתונים מספריים.
2. **קבוצות הניסוי:** 2 מאמרים עסקו בהשפעת התפקוד הקוגניטיבי על תפקודי הזיכרון המרומז של קבוצות בעלות אינטליגנציה נמוכה אך לא בעלי מוגבלות שכלית.
3. **קבוצות הביקורת:** 3 מאמרים, הוצאו ממסד הנתונים, היות ולא נכללו בהן קבוצות ביקורת בעלות התפתחות תקינה.
4. **פרסומים כפולים:** מאמר אחד הוצא, שכן הנבדקים בו תוארו במחקר אחר הכלול במסד הנתונים.
5. **מטרת המחקר:** 3 מאמרים עסקו במושג הזיכרון, אך מטרתם הייתה שונה מהמחקרים המהווים את מסד הנתונים במחקר זה, קרי לא נבדק בהם זיכרון מרומז.

לאחר הסינון, נותרו 18 מאמרים העוסקים בתפקודי הזיכרון המרומז באוכלוסיות בעלות מוגבלות שכלית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה, העונים על כל הקריטריונים (ראה נספח 2). מתוכם אותרו 22 מחקרים (ניסויים) שונים בלתי תלויים (ראה נספח 4). קידודם של המחקרים נעשה בדומה למתואר לעיל אודות זיכרון העבודה (לרבות: שם המאמר, מחבר, שנה, מספר הנבדקים בכל קבוצה, גודל המדגם, גיל, מנת משכל (IQ) ושמות מבחני הזיכרון). מן הראוי לציין שני מקרים היוצאים מן הכלל. במחקרם של Inagaki, Gunji, Kokubo, & Kaga (2006), אותרו הנתונים הרלוונטיים מהתקציר, היות ולא ניתן היה לאתר את המאמר בספריות שונות בעולם. בנוסף, במחקרם של Vinter & Detable (2003), הוכנסו נתונים אודות קבוצה אחת של נבדקים בעלי מוגבלות שכלית, היות ולגבי האחרים הנתונים הסטטיסטיים לא היו רלוונטיים.

המשך הקידוד התייחס למשתנים הבאים אשר את מידת השפעתם אנו מבקשים לבדוק במחקר אנליטי זה:

א. **משתנים הקשורים בנבדקים**: **אטיולוגיה** (אטיולוגיה ספציפית, תסמונת דאון ותסמונת וויליאמס); **גיל הנבדקים** (השוואת קבוצת הניסוי לקבוצת ביקורת אשר הותאמה על-פי הגיל הכרונולוגי או המנטאלי).

ב. **משתנים הקשורים במטלה**: **בהתאם לתיאוריה של Squire (1987)** סווגו המחקרים השונים על פי סוג המטלה (Priming effect and Procedural learning).

3. המשתתפים

מספר הנבדקים הכולל ב-72 המחקרים, המהווים את מסד הנתונים למטה אנליזה העוסקת בזיכרון העבודה הוא: 3,349 (1,546 נבדקים בעלי מוגבלות שכלית ו-1,803 נבדקים בעלי ההתפתחות התקינה).

מספר הנבדקים הכולל ב-21 המחקרים, המהווים את מסד הנתונים למטה אנליזה העוסקת במערכת הזיכרון המרומז הוא: 856 (395 נבדקים בעלי מוגבלות שכלית, ו-461 נבדקים בעלי ההתפתחות התקינה).

להלן תוצגנה התפלגות המשתתפים בכל מטה אנליזה:

טבלה 1: התפלגות המשתתפים במחקר המטה אנליזה העוסק בזיכרון העבודה

ס"ה"כ	בעלי התפתחות תקינה	קבוצות מעורבות בעלות מוגבלות שכלית	מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית	תסמונת דאון	תסמונת וויליאמס	
מספר משתתפים	1,803*	10	599	776	171	3,349
מספר המחקרים	72	1	26	35	10	72

*בשמונה מחקרים השוו בעלי המוגבלות השכלית לקבוצות שונות בעלות התפתחות תקינה, מכאן נוספו לחישוב 241 נבדקים בעלי התפתחות תקינה. כמו כן, בשני מחקרים הושוו בעלי המוגבלות השכלית לאותה קבוצת ביקורת, מכאן הופחתו מן החישוב 72 נבדקים בעלי התפתחות תקינה.

טבלה 2: התפלגות המשתתפים במחקר המטה אנליזה העוסק בזיכרון מרומז

ס"ה"כ	בעלי התפתחות תקינה	קבוצות מעורבות בעלות מוגבלות שכלית	מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית	תסמונת דאון	תסמונת וויליאמס	
מספר משתתפים	461*	11	207	106	71	856
מספר המחקרים	23	1	11	6	3	23

*במחקר אחד השוו בעלי המוגבלות השכלית לקבוצות שונות בעלות התפתחות תקינה, מכאן נוספו לחישוב 20 נבדקים בעלי התפתחות תקינה. כמו כן, במחקר אחד הושוו בעלי המוגבלות השכלית לאותה קבוצת ביקורת, מכאן הופחתו מן החישוב 47 נבדקים בעלי התפתחות תקינה.

4. שיטת עיבוד הנתונים

לשיטת המטה אנליזה, בדרך-כלל, יש שלוש מטרות עיקריות. האחת, השגת מדד גלובלי אודות גודל האפקט (Effect size) של היחסים שנחקרו, והמובקהות הסטטיסטית שלו (מרווח ביטחון) (Confident interval). שנייה, לבחון האם תוצאות המחקרים השונים הינן הומוגניות ועקביות. השלישית, במידה וקיימת הטרוגניות בין המחקרים, יש לזהות את המשתנים האפשריים אשר ממתנים את התוצאות שהושגו (Huedo-Mediana, Sanchez-Meca, MarinMartinez, & Botella, 2006).

הפרוצדורה המטה אנליטית, להשגת יעדים אלו, כוללת ארבעה שלבים עיקריים. להלן נתאר שלבים אלו, כפי שהם נעשו במחקר הנוכחי, תוך שימוש בתוכנה הסטטיסטית: Comprehensive Meta-Analysis (Borenstein et al., 2005).

4.1 חישוב גודל האפקט (Effect size) ומרווח הביטחון (Confidence intervals)

המטה אנליזה, פותחה כאמור, על מנת לארגן את כמות הנתונים העצומה שהצטברה בשטחי מחקר שונים, תוך ניסיון להסביר את התוצאות ולברר את הסתירות, המתקבלות לעיתים ממחקרים דומים. המטה אנליזה, לעומת סקירה ספרותית, יכולה "לסקור" את הממצאים הקיימים, תוך שימוש בניחות כמותי ולספק מדדים סטטיסטיים כתשובה לשאלות המחקר (Borenstein et al., 2009, 2011; Ellis, 2010; Hunter, Schmidt, & Jackson, 1982). זאת, על-ידי הפיכתם של תוצאות סטטיסטיות ממחקרים רבים למדד משותף, המשקף את עצמת הקשר בין המשתנים הנחקרים. המדד המקובל ביותר בתחום מכונה "גודל האפקט" (Effect size). כאמור, השלב הראשון במחקר מטה אנליטי, הוא לקבוע את הממוצע המשוקלל המורכב של גודל האפקט ואת רמת המובהקות שלו.

ניתן למדוד את גודל האפקט בשתי דרכים (Ellis, 2010):

א. כהבדל מתוקן (standardized) בין שני ממוצעים (Cohen's d, Hedges's g).

ב. כמתאם (r) בין סיווג המשתנה הבלתי תלוי והתוצאות האינדיבידואליות של המשתנה התלוי. המתאם

הזה נקרא "מתאם גודל האפקט" (Ellis, 2010; Rosnow & Rosenthal, 1996).

במחקר הנוכחי, נמדד גודל האפקט כהבדל מתוקן בין ממוצעים (d), לפיכך לא נתייחס לגודל האפקט המחושב עפ"י מתאמים (r).

Cohen's d: Rosenthal (1978), השתמש ב- d statistic, שהוא מדד תיאורי ומוגדר כהבדל בין הממוצעים של שתי הקבוצות בהשוואה לסטיית התקן המשותפת לשתי הקבוצות. Cohen (1988) הגדיר את ה- d כהבדל בין הממוצעים (M) של הקבוצות המשתתפות במטה אנליזה (קבוצת ניסוי וקבוצת ביקורת), מחולקים על-ידי סטיית

התקן (σ) של כל אחת מהקבוצות, כאשר השונויות של שתי הקבוצות הן הומוגניות (σ).
$$d = \frac{M_1 - M_2}{\sigma} \quad \left(\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X - M)^2}{N}} \right)$$

בדרך כלל בחישוב גודל האפקט d נהוג להשתמש בטעות התקן (σ pooled) (Rosnow and Rosenthal, 1996)

$$\sigma_{pooled} = \sqrt{\frac{\sigma^2 + \sigma_2^2}{2}} \quad \boxed{d = \frac{M_1 - M_2}{\sigma_{pooled}}}$$

Hedges and Olkin (1985), ציינו כי התוצאה המתקבלת בשימוש בנוסחת Cohen's d מושפעת מהמכנה במשוואה, הווה אומר, אם סטיית תקן אחת גדולה מן האחרת, אזי הערך המתקבל משוקלל בכיוון זה. במטה אנליזה שתי הקבוצות נחשבות כקבוצת ניסוי וביקורת, כשבדרך כלל החיסור, $M1 - M2$, נעשה כך שהפרש חיובי מצביע בכיוון של שיפור (בכיוון הצפוי), ושלילי אם הוא בכיוון של הידרדרות (בניגוד לכיוון הצפוי).

Hedges's g : דרך נוספת לחישוב גודל האפקט היא נוסחת Hedges's g , שהוא מדד היסקי, המחושב בד"כ באמצעות שימוש בשורש ריבועי של טעות ממוצע הריבועים, מניתוח השונות למציאת ההבדלים בין שתי

$$g = \frac{M1 - M2}{\text{Spooled } s}$$

הקבוצות:

לטענת Hedges and Olkin (1985), Hedges's g משלב את גודל המדגם הן ע"י חישוב הערך במכנה המתייחס לגודלי המדגמים של סטיית התקן התואמת וגם יוצר שינוי בגודל האפקט הכללי בהתבסס על גודל מדגם הזה. ניתן גם לחשב את ה- Hedges's g מתוך ערכי מבחני t של ההבדלים בין שתי הקבוצות:

$$g = \frac{2t}{\sqrt{N}} \quad (\text{Ellis, 2010; Rosenthal and Rosnow, 1991})$$

במחקר זה גדלי האפקט השונים חושבו תוך שימוש בנוסחת גודל אפקט d . זאת נקבע לאחר בדיקה בה חושבו כל גודלי האפקט הן עפ"י נוסחת d והן עפ"י נוסחת g , ובה לא נמצאו הבדלים בתוצאות חישוב האפקט השונים (ראה ראה נספח 5). יתרה מכך, עפ"י הספרות המחקרית השימוש במבחן Q סטטיסטי ו- I^2 (מבחן הומוגניות-ראה הסבר בהמשך) מומלץ עם מדד גודל אפקט d (Huedo-Mediana, Sanchez-Meca, Marin Martinez, & Botella, 2006).

כאמור, על מנת לקבוע את גודל האפקט, קודדו המדדים הסטטיסטיים הרלבנטיים בכל אחד מן המחקרים הבודדים, תוך קביעת הכיוון (חיובי/שלילי), אשר מתאר את היחס בין המשתנים. ציון חיובי פירושו, שההבדל בין הקבוצות הוא לטובת בעלי ההתפתחות התקינה, ואילו ציון שלילי פירושו, שההבדל בין הקבוצות הוא לטובת בעלי המוגבלות השכלית. לאחר קידוד הכיוון, התבצעה המרה של הסטטיסטיקה הרלבנטית מכל מחקר (ממוצעים, וסטיות תקן, מבחני T Test, ומבחני שונות) לגודל אפקט סטנדרטי. גדלי האפקט הסטנדרטים שולבו, כדי לקבל את הממוצע המשוקלל. חשוב לציין כי, ניתן משקל רב יותר למחקרים שבהם המדגם גדול יותר. פרוצדורה זו מתקנת את ההטיה שעלולה להיגרם כתוצאה ממדגמים קטנים (Borenstein et al., 2009; Ellis, 2010; Hedges & Olkin, 1985).

חוקרים שונים הציעו דרכים כיצד לפרש את גודל האפקט המתקבל בתוצאה. הפרוש המקובל ביותר הוא של Cohen (1988), שלפיו 0.2 מצביע על גודל אפקט קטן, 0.5 מצביע על גודל אפקט בינוני ו-0.8 על גודל אפקט גדול. עם זאת, מן הראוי לציין, כי אפקט חזק לא בהכרח יהיה מובהק, ואילו אפקט חלש אינו בהכרח לא מובהק. שכן, המובהקות מושפעת מגודל המדגם ואילו גודל האפקט אינו מושפע מנתון זה.

במטה אנליזה הפרמטר לבדיקת מובהקותם של גודלי האפקט השונים הוא מרווח הביטחון (Confidence intervals).

מרווח הביטחון משמש על מנת לקבוע: האם ממוצע גודל האפקט שהתקבל הינו מובהק. על מנת לחשב את מרווח הביטחון $(d \pm 1.96 \times S_e)$ של כל מחקר ושל כלל המחקרים יחד ברמה של 0.95, נהוג להשתמש בשגיאת התקן (S_e) המשותפת של שתי הקבוצות בכל מחקר ומחקר (מספר הנבדקים= N) עפ"י הנוסחה הבאה:

$$S_e = \frac{\sqrt{N_e + N_c}}{N_e \times N_c} + \frac{d^2}{2 \times N_e + N_c}$$

לאחר חישוב שגיאת התקן, יוצרים סטנדרטיזציה של סטיית התקן על-ידי חלוקת המרחק מהגבוה והנמוך לציון התקן d חלקי שגיאת התקן.

מרווח הביטחון חושב הן לגבי ציון גודל אפקט בודד, הן לגבי גודלי אפקט משוקללים שונים. כאשר ה- d נמצא ברמה של 0, אזי הוא אינו מובהק ברמה של 0.05 והשערת האפס נדחת קרי, אין הבדלים בין הקבוצות. לעומת זאת, כאשר מרווח הביטחון אינו כולל את ה-0, ה- d הינו משמעותי ומצביע על הבדלים בין הקבוצות.

4.1.1 בחירת מודל האפקטים

חישוב גודל האפקט הכולל, במחקר הנוכחי, התבסס על מודל האפקטים האקראיים (Random effects). לפיו, השונות בין המחקרים יכולה לנבוע לא רק בשל טעות בדגימה, כמו במודל האפקטים הקבועים (Fix effects), אלא בשל הבדלים מתודולוגיים בין המחקרים השונים (Bornstein et al., 2009; Hunter & Schmidt, 2000; Huedo-Mediana et al., 2006). במילים אחרות, בשונה ממודל האפקטים הקבועים (FE), מודל האפקטים האקראיים (RE), אינו מניח הומוגניות ברמת גודל האפקט של אוכלוסיית המחקר. זאת לאור העובדה, שהומוגניות בין מחקרים הינה נדירה, ואף דרגה מסוימת של הטרוגניות בניהם הינה אוניברסאלית (National Research Council, 1992). על פי מדד גודל אפקט d , מודל האפקטים האקראיים, מאפשר את המצב בו ערכי פרמטר האוכלוסייה ישתנו ממחקר למחקר. עובדה זו חשובה שכן, במחקר הנוכחי קיימת שונות בין המחקרים, המהווים את מסד הנתונים באשר למתודולוגיית המחקר: אוכלוסיית המחקר, גיל הנבדקים, גודל המדגם וכלי המחקר. בנוסף, מודל האפקטים הקבועים יוצרים מרווחי ביטחון לגבי גדלי אפקטים ממוצעים, שהינם צרים מן הרחב הנומינלי שלהם ולכן גורמים להקצנה ברמת הדיוק בממצאי המטה אנליזה (Hunter & Schmidt, 2000).

4.1.2 שיקולים אנליטיים באשר לגודל האפקט

השימוש בגדלי אפקט מרובים הלקוחים מאותו מחקר הנו הפרה של הנחת אי התלות, משום שהתוצאות המדווחות במסגרת מחקר אחד אינן בלתי תלויות (Rosenthal, 1991). כלומר, הכללת גדלי אפקט מרובים מאותו ניסוי מתייחס לתוצאות תלויות כאל תוצאות עצמאיות, ועל כן, עלול להטות את התוצאה של המטה אנליזה. Rosenthal (1991) המליץ שכל מחקר יתרום גודל אפקט אחד, כדי להימנע מהטייה. בתוך כך ננקטו במחקר הנוכחי, מספר אמצעי זהירות כדי להבטיח את עצמאות הנתונים ממחקרים שונים:

א. מסד הנתונים למטה אנליזה, העוסק בזיכרון-העבודה, כולל 60 מאמרים, העונים על כל הקריטריונים שצוינו בתחילת פרק זה. יצוין כי ב-4 מאמרים דווח על שתי קבוצות שונות בעלות מוגבלות שכלית, אשר השוו לאותה

קבוצת ביקורת בעלת ההתפתחות התקינה (Henry, 2001; Vicari, et al., 2007), או לשתי קבוצות ביקורת שונות בעלות התפתחות תקינה (Lanfranchi, Cornoldi, & Vianello, 2004; Vicari, et al., 2006). לפיכך, מאמרים אלו הוכנסו פעמיים למסד הנתונים כמחקרים שונים בלתי תלויים (ראה 2). בדומה לזאת, גם במסד הנתונים למחקר המטה-אנליזה העוסק בזיכרון המרומז, נכללו שני מחקרים (Vicari et al, 2007; Wyatt & Connors, 1998) בהם השתתפו קבוצות שונות בעלות מוגבלות שכלית. לפיכך, מאמרים אלו הוכנסו פעמיים ונחשבו כמחקרים בלתי תלויים (ראה נספח 4).

ב. בשמונה מחקרים מתוך מסד הנתונים, העוסק בתפקודי זיכרון העבודה, הושוו בעלי המוגבלות השכלית לשתי קבוצות ביקורת שונות (ראה נספח 2). האחת, הותאמה על בסיס הגיל הכרונולוגי והשנייה על פי הגיל המנטלי. היות ומדובר באותה קבוצת ניסוי, למסד הנתונים הוכנסו רק הנתונים, המתייחסים להשוואה על בסיס הגיל המנטלי. אותם מחקרים שהושוו על בסיס הגיל הכרונולוגי, הוכנסו רק כאשר נבדקה השפעת הגיל הכרונולוגי על תפקודי זיכרון העבודה השונים. יובהר כי, כך גם נהגנו לגבי המטה אנליזה העוסקת בתפקודי הזיכרון המרומז (ראה נספח 4).

ג. במחקרי אורך עם נתונים מנקודת זמן שונות, נבחרה נקודת זמן אחת. במקרים בהם החוקרים פרסמו מחקרים שונים אודות תפקודי הזיכרון שהשתתפו בהם אותם הנבדקים, נבחר המחקר בו הוצגו מספר מדדי המחקר הגדול ביותר המייצג את רכיבי מערכת הזיכרון הנבדק.

ד. רבים מבין המחקרים הניבו יותר מגודל אפקט אחד לגבי תפקודי מערכת הזיכרון. לדוגמא, במחקרם של Henry & Winfield (2010), הוערכו תפקודי הזיכרון בעזרת שבעה מבחנים שונים. שני מבחנים העריכו את תפקודי הלולאה הפונולוגית, שלושה מבחנים העריכו את תפקודי הלוח החזותי-מרחבי, ושני מבחנים העריכו את תפקודי המעבד המרכזי (ראה נספח 2). מכאן מחקר זה, לכאורה, הניב 7 גודלי אפקט שונים. במטה האנליזה הנוכחית 19 מחקרים הניבו גודל אפקט אחד, 19 מחקרים אחרים הניבו 2 גודלי אפקט, 12 מחקרים הניבו 3 גודלי אפקט, 7 מחקרים הניבו 4 גודלי אפקט, 3 מחקרים הניבו 5 גודלי אפקט, מחקר אחד הניב 6 גודלי אפקט, 10 מחקרים הניבו 7 גודלי אפקט, מחקר אחד הניב 8 גודלי אפקט ומחקר אחד אחר הניב 9 גודלי אפקט. סה"כ 227 גודלי אפקט בודדים. כלומר, במחקר זיכרון העבודה בקרב אוכלוסיות בעלות מוגבלות שכלית אותו מדגם קיבל לעיתים קרובות יותר מאשר מטלה אחת, ולכן יצר יותר מאשר גודל אפקט אחד לכל השוואה. משום שהנחת אי התלות בין המחקרים הנה קריטית למטה אנליזה, חושב ממוצע של כל גודלי האפקט מאותו מדגם, כך שכל מחקר סיפק רק גודל אפקט אחד. יובהר כי כך, נהגנו בהתייחס למסד הנתונים במטה אנליזה העוסקת בזיכרון המרומז.

עם זאת, כאשר ביקשנו לעמוד על השפעתם של משתנים שונים על תפקודי הזיכרון של בעלי המוגבלות השכלית, ולאמוד את ההבדלים הקיימים בניהם, לכאורה, השתמשנו באותו מדגם מספר פעמים. תכנת המטה אנליזה, שבה נעשה שימוש במחקר הנוכחי (Borenstein et al., 2005), מאפשרת לבצע פרוצדורות אלו, מבלי לפגוע בהנחת אי התלות בין ובתוך המחקרים, ע"י הגדרת הפונקציות הסטטיסטיות הרלוונטיות לכך (לדוגמא: 'Subgroup within study').

4.2 סטטיסטיקת ההומוגניות

המטח אנליזה באה לענות על השאלה: האם קיים גודל אפקט משמעותי באוסף הכולל של המחקרים. אולם, לפני צירוף כלל המחקרים, לשם קבלת ממוצע גודל אפקט משוקלל, יש לקבוע תחילה האם כלל המאמרים, תוך התעלמות מכל הגורמים המשוערים של חלוקה לקבוצות, ראויים להיכלל יחד. במילים אחרות, האם כל המחקרים חולקים גודל אפקט משותף, זאת ע"י חישוב מדד כולל של הומוגניות (Q):

$$Q = \sum_{i=1}^k w_i (Y_i - M)^2,$$

במסגרת מודל האפקטים האקראיים (Hedges & Olkin, 1985; Huedo-Mediana et al., 2006). סטטיסטיקת ההומוגניות (Q) קובעת, האם המחקרים הנדונים מצאו באופן עקבי את הממוצע המשוקלל המורכב של גודל האפקט. אם כן, אפשר לראות בגודל אפקט זה, כמייצג את האוכלוסייה שממנה הם התקבלו, וכחופשי מן האפקט של המשתנים המתווכים או הממתנים. ערך מובהק במבחן ה-Q סטטיסטי, מצביע על השתנות מובהקת (הטרונגניות), בין גודלי האפקט במדגם המחקרים. אולם, יש לציין, כי ה-Q הוא סכום ולא ממוצע ולכן תלוי מאוד במספר המחקרים (Bornstein et al., 2009). סטטיסטיקת Q שימושית רק לשם בחינת קיומה של הטרונגניות, אולם לא לשם בחינת היקפה. מכאן, במחקר הנוכחי נעשה שימוש גם במדדי סטטיסטיקת I^2 ו- **מדד ה-Tau** המסייעים בקביעת דרגת ההטרונגניות ופיזור.

סטטיסטיקת I^2 :

משמשת כדי לקבוע באופן כמותי, את דרגת ההטרונגניות בין גודלי האפקט במדגם המחקרים המהווים את מסד הנתונים. מדד ה- I^2 הוא אחוז מתוך השונות הכוללת בין גודלי האפקט, המשקף הטרונגניות אמיתית ולא אקראית. במילים פשוטות, מדד זה מכמת את סדר הגודל של ההטרונגניות, וגם (Bornstein et al., 2009; Huedo-Mediana et al., 2006).

$$I^2 = \left(\frac{Q - df}{Q} \right) \times 100\%,$$

Higgins & Thompson (2002), הציעו לפרש את ערכי מדד ה- I^2 בדרך הבאה: כאשר המדד מקבל ערך סביב 25% ($I^2=25$) פירוש הדבר הטרונגניות נמוכה; 50% ($I^2=50$) פירוש הטרונגניות בינונית, 75% ($I^2=75$) פירוש הטרונגניות גבוהה. מדד זה לא נועד להתייחס להשלכות המהותיות של הפיזור.

מדד ה-Tau: מצביע על התפלגות גודלי האפקט (פיזור) סביב האפקט הממוצע, ומסייע בהסקה אודות טווח

גודלי האפקט האמיתיים (Bornstein et al., 2009). (

$$T = \sqrt{T^2}.$$

$$T^2 = \frac{Q - df}{C}$$

4.3 בחינת המודל הקטגורי-זיהוי משתנים ממתנים

המטה אנליזה מסתיימת כאשר מושגת הומוגניות. אולם, אם תוצאות המחקרים שנסקרו אינן עקביות, קרי לא הומוגניות, כפי שמתקבל בדרך כלל, נעשה שימוש בבדיקת מודל קטגוריות, כדי לזהות את המשתנים הממתנים הפוטנציאליים, העשויים להסביר את חוסר העקביות.

בחינת מודל קטגוריות הינה אנלוגית למודל ניתוח שונות, והיא מפיקה שתי סטטיסטיקות רלוונטיות:

א. **אפקט תוך- סיווגי** (Q_w): מצביע האם גדלי האפקט בכל קטגוריה של משתנה ממתן פוטנציאלי הנם הומוגניים. ב. **אפקט בין- סיווגי** (Q_b): האנלוגי לאפקט העיקרי בניתוח שונות, אשר מצביע האם קיימים הבדלים מובהקים בין הקטגוריות, של כל משתנה ממתן פוטנציאלי נתון. יובהר, כי כאשר הנסיין מבקש לעמוד על הבדלים בין גדלי אפקט של שתיים מתוך שלוש או יותר קטגוריות של משתנה ממתן, מחושב מבחן Contrast (X^2). זאת במטרה לקבוע האם גודל האפקט בתוך קטגוריה אחת שונה באופן מובהק מגודל האפקט בתוך קטגוריה אחרת (Hedges & Olkin, 1985).

על פרוצדורה זו של התאמה למודל, חוזרים בהתאם למספר המשתנים הממתנים, שהנסיין מעוניין לבדוק, או עד אשר מושגת הומוגניות.

השלב האחרון במטה אנליזה, אשר קשור לשלב בחינת המודל הקטגורי, מטרתו לקבוע האם משתנה בהגדרתו ממתן. לשם כך עליו לעמוד בשני תנאים בו זמנית. ראשית, לפחות שתיים מבין קטגוריות המשנה שלו, אמורות להיות הומוגניות, קרי להניב אפקט תוך סיווגי (Q_w) לא מובהק. שנית, על ההבדלים בין גדלי האפקט בקטגוריות המשנה, להיות מובהקים (Q_b) (Hedges & Olkin, 1985; Hunter & Schmidt, 2000). במילים אחרות, ניתוח זה המניב הבדלים בגדלי האפקט המשוקללים משתי קטגוריות הומוגניות, מאפשר להסיק אודות קיומו של משתנה ממתן. מן הראוי לציין, כי ניתן לעמוד על ההבדלים בין גודלי האפקט של הקטגוריות השונות (Q_b), גם כאשר אחת או יותר מבין הקטגוריות אינה הומוגנית. במקרה כזה, שבו ימצאו הבדלים מובהקים בין גודלי האפקט, חרף אי השגת הומוגניות, נציין כי הניתוחים הרלוונטיים, בעלי אופי של גישוש, במידה מסוימת, ושקשה לדעת בדיוק אלו גורמים אחרים עשויים היו לתרום לאפקט המובהק הבין סיווגי (Hedges & Olkin, 1985). במטה אנליזה הנוכחית יבחנו משתנים שונים הקשורים בנבדקים ובמטלה כמתנים. בטבלאות הבאות, מוצגים המשתנים הרלוונטיים והקטגוריות המשתייכות אליהן, לגבי כל מטה אנליזה בנפרד.

טבלה 3 : רשימת המשתנים הממתנים הפוטנציאליים - זיכרון עבודה

קבוצה	משתנה	קטגוריות	הערות
משתנים הקשורים בנבדקים	1. אטיולוגיה (Etiology)	1. מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית (NSE)	
		2. תסמונת דאון (DS)	
		3. תסמונת וויליאמס (WS)	
משתנים הקשורים במטלה	2. גיל (Age)	1. גיל מנטאלי (MA)	
		2. גיל כרונולוגי (CA)	
	3. רכיב הזיכרון (Memory)	1. לולאה פונולוגית (Phonological loop)	
		2. לוח חזותי מרחבי (Visuospatial-Sketchpad)	
		3. מעבד מרכזי המרכזי (Central Executive)	
	4. סוג המטלה	1. Word span	בתוך רכיב הלולאה הפונולוגית
	א. מטלה מילולית (Verbal task)	2. Digit span	
		3. Non word repetition	
		4. General task	
	ב. מטלה מרחבית חזותית (Visual-Spatial task)	1. מטלה חזותית	בתוך רכיב הלוח החזותי מרחבי
		2. מטלה מרחבית	
	5. רמת הבקרה (Level of control)	1. Level 1	בתוך רכיב המעבד המרכזי
		2. Level 2	
		3. Level 3	
	6. מודאליות (Modality)	1. מטלה מילולית	בתוך רכיב המעבד המרכזי
		2. מטלה חזותית מרחבית	
		3. מטלה כפולה	

טבלה 4 : רשימת המשתנים הממתנים הפוטנציאליים - זיכרון מרומוז

קבוצה	משתנה	קטגוריות	הערות
משתנים הקשורים בנבדקים	אטיולוגיה (Etiology)	1. תסמונת וויליאמס (WS)	
		2. תסמונת דאון (DS)	
		3. מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית (NSE)	
	גיל (Age)	1. גיל מנטאלי	
		2. גיל כרונולוגי	
משתנים הקשורים במטלה	סוג המטלה	1. Priming	
		2. למידה פרוצדוראלית (Procedural learning)	

פרק ג': תוצאות - זיכרון עבודה

המטרה העיקרית של המטה אנליזה הנוכחית היא, לבדוק האם גודל האפקט באשר לתפקודי זיכרון העבודה מצביע על הבדלים בין בעלי מוגבלות שכלית (NSE, DS, WS) לבין בעלי ההתפתחות התקינה. כמו כן תיבחן תרומתם של המשתנים הממתנים הפוטנציאליים הקשורים במטלה (רכיב הזיכרון, סוג המטלה, מודאליות, רמת בקרה) ובנבדקים (גיל, אטיולוגיה), העשויים להסביר את השונות בין ממצאי המחקרים השונים.

הפרוצדורה המטה אנליטית כוללת ארבעה שלבים עיקריים: 1. חישוב גודל אפקט כולל (d), שהתבסס על מודל האפקטים האקראיים יחד עם מרווח הביטחון בגובה 95% (Confidence intervals) והמובהקות הסטטיסטית שלו (p). 2. חישוב הסטטיסטיקה ההומוגנית (Q_b), לרבות גודלה (I^2) ופיזור (Tau), זאת במטרה לקבוע האם כלל המחקרים חולקים גודל אפקט משותף. 3. שימוש בבדיקת מודל קטגוריות המניב שתי תוצאות: א. אפקט תוך סיווגי (Q_w): מטרתו לקבוע האם גודלי האפקט בתוך כל קטגוריה של משתנה ממתן הינם הומוגניים. ב. אפקט בין סיווגי (Q_b): מטרתו לקבוע האם ממוצעי גודל האפקט של מערכות המשנה שונים באופן מובהק. בנוסף, בחלק מן המקרים, כאשר משנה ממתן פוטנציאלי מכיל יותר משתי קטגוריות, בוצע חישוב ערך ניגודיות (X^2), בין שתי קטגוריות. 4. בשלב האחרון מתקיימת בדיקה, על מנת לקבוע כי משתנה בהגדרתו ממתן.

כל החישובים והשרטוטים השונים נעשו תוך שימוש בתוכנה Comprehensive Meta-Analysis (Borenstein et al., 2005).

מסד הנתונים לעריכת המטה אנליזה כלל 72 מחקרים, העוסקים בתפקודי זיכרון העבודה באוכלוסיות בעלות מוגבלות שכלית, המופעים ב-60 פרסומים שונים. ארבעה פרסומים כללו שני מחקרים המתייחסים לקבוצות שונות בעלות מוגבלות שכלית, אשר נחשבו כבלתי תלויים (Henry, 2001; Lanfranchi, et al., 2004; Vicari, et al., 2006). בשמונה פרסומים (Danielsson et al., 2012; Henry, 2010; Henry et al., 2002; Munir et al., 2000; Schuchardt et al., 2010; Van der Molen et al., 2007, 2009, 2010) השושו בעלי המוגבלות השכלית (ID) לשתי קבוצות ביקורת שונות בעלות ההתפתחות תקינה (TD). האחת הותאמה על בסיס הגיל הכרונולוגי והשנייה על בסיס הגיל המנטאלי. בשל החשש להפרת הנחת אי התלות בין המחקרים (Rosenthal, 1991), למטה אנליזה הכללית לא הוכנסו שמונת המחקרים, המתייחסים להשוואה על בסיס הגיל הכרונולוגי. אלו הוכנסו כאשר נבדקה השפעת הגיל הכרונולוגי על תפקודי הזיכרון השונים. מכאן, המטה אנליזה הכללית מתבססת על 60 מחקרים, אשר הניבו 64 גודלי אפקט מתומצתים (חושב ממוצע של כל גודלי האפקט מאותו מדגם, כך שכל מחקר סיפק רק גודל אפקט אחד). גודלי אפקט אלו שימשו בניתוחים של הקטגוריות, המתייחסות למשתנה הגיל והאטיולוגיה, וסווגו לגודלי אפקט המייצגים בקטגוריות המתייחסות למשתנה רכיב הזיכרון וסוג המטלה (יורחב בהמשך).

תחילה יוצג חישוב גודל אפקט משוקלל המתייחס למערכת זיכרון העבודה כמקשה אחת, ולאחר מכן, יוצגו הניתוחים באשר למשתנים הממתנים השונים.

1. תפקודי זיכרון העבודה - השוואה כללית בין הקבוצות

64 המחקרים המהווים את מסד הנתונים למטה אנליזה השוו בין 1,546 נבדקים בעלי מוגבלות שכלית לבין 1,634 נבדקים בעלי התפתחות תקינה. תחילה לגבי כל אחד מ-64 המחקרים נעשתה המרה של הסטטיסטיקה הרלוונטית לגודל אפקט d . זאת נקבע לאחר בדיקה בה חושבו כל גודלי האפקט הן עפ"י נוסחת d הן עפ"י נוסחת g , ובה לא נמצאו הבדלים בתוצאות חישוב האפקט השונים (ראהנספח 5). לאחר מכן חושב ממוצע גודל אפקט, מרווח ביטחון ומובהקות לכל מחקר ולכלל המחקרים (ראה טבלה 5 ושרטוט 2).

טבלה 5: מטה אנליזה זיכרון עבודה כללי- השוואה בין בעלי מוגבלות שכלית ובעלי ההתפתחות התקינה

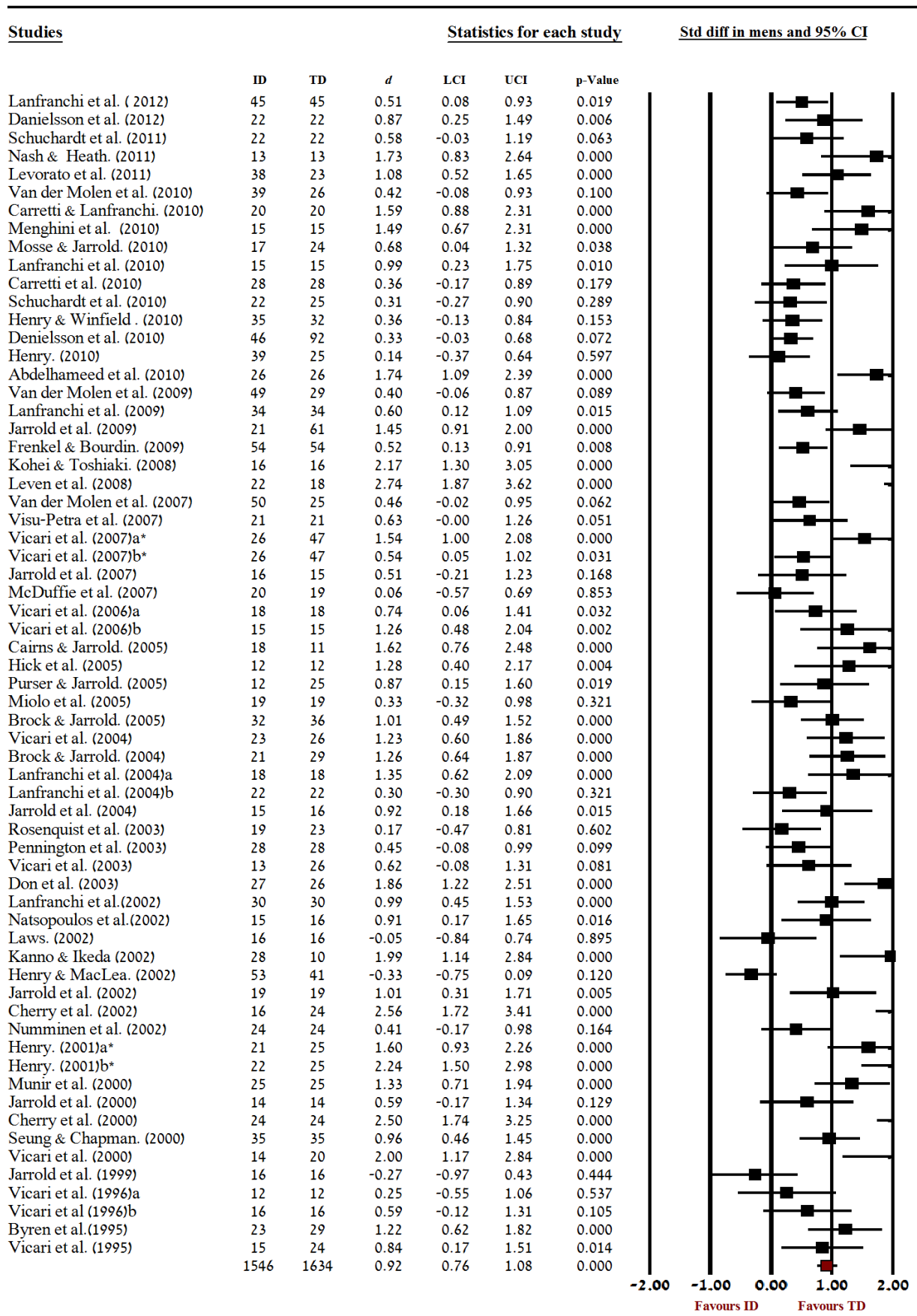
Model	Studies	Statistics for each study					
		ID	TD	d	LCI	UCI	p-value
	Abdelhameed et al. (2010)	26	26	1.74	1.09	2.39	.000
	Brock & Jarrold. (2004)	21	29	1.26	0.64	1.87	.000
	Brock & Jarrold. (2005)	32	36	1.01	0.49	1.52	.000
	Byren et al.(1995)	23	29	1.22	0.62	1.82	.000
	Cairns & Jarrold. (2005)	18	11	1.62	0.76	2.48	.000
	Carretti & Lanfranchi. (2010)	20	20	1.59	0.88	2.31	.000
	Carretti et al. (2010)	28	28	0.36	-0.17	0.89	.179
	Cherry et al. (2000)	24	24	2.50	1.74	3.25	.000
	Cherry et al. (2002)	16	24	2.56	1.72	3.41	.000
	Danielsson et al. (2012)	22	22	0.87	0.25	1.49	.006
	Denielsson et al. (2010)	46	92	0.33	-0.03	0.68	.072
	Don et al. (2003)	27	26	1.86	1.22	2.51	.000
	Frenkel & Bourdin. (2009)	54	54	0.52	0.13	0.91	.008
	Henry & MacLea. (2002)	53	41	-0.33	-0.75	0.09	.120
	Henry & Winfield. (2010)	35	32	0.36	-0.13	0.84	.153
	Henry. (2001)a*	21	25	1.60	0.93	2.26	.000
	Henry. (2001)b*	22	25	2.24	1.50	2.98	.000
	Henry. (2010)	39	25	0.14	-0.37	0.64	.597
	Hick et al. (2005)	12	12	1.28	0.40	2.17	.004
	Jarrold et al. (1999)	16	16	-0.27	-0.97	0.43	.444
	Jarrold et al. (2000)	14	14	0.59	-0.17	1.34	.129
	Jarrold et al. (2002)	19	19	1.01	0.31	1.71	.005
	Jarrold et al. (2004)	15	16	0.92	0.18	1.66	.015
	Jarrold et al. (2007)	16	15	0.51	-0.21	1.23	.168
	Jarrold et al. (2009)	21	61	1.45	0.91	2.00	.000
	Kanno & Ikeda (2002)	28	10	1.99	1.14	2.84	.000
	Kohei & Toshiaki. (2008)	16	16	2.17	1.30	3.05	.000
	Lanfranchi et al. (2012)	45	45	0.51	0.08	0.93	.019
	Lanfranchi et al. (2004)a	18	18	1.35	0.62	2.09	.000
	Lanfranchi et al. (2004)b	22	22	0.30	-0.30	0.90	.321
	Lanfranchi et al. (2009)	34	34	0.60	0.12	1.09	.015
	Lanfranchi et al. (2010)	15	15	0.99	0.23	1.75	.010
	Lanfranchi et al.(2002)	30	30	0.99	0.45	1.53	.000
	Laws. (2002)	16	16	-0.05	-0.84	0.74	.895
	Leven et al. (2008)	22	18	2.74	1.87	3.62	.000
	Levorato et al. (2011)	38	23	1.08	0.52	1.65	.000
	McDuffie et al. (2007)	20	19	0.06	-0.57	0.69	.853
	Menghini et al. (2010)	15	15	1.49	0.67	2.31	.000
	Miolo et al. (2005)	19	19	0.33	-0.32	0.98	.321
	Mosse & Jarrold. (2010)	17	24	0.68	0.04	1.32	.038
	Munir et al. (2000)	25	25	1.33	0.71	1.94	.000
	Nash & Heath. (2011)	13	13	1.73	0.83	2.64	.000
	Natsopoulos et al.(2002)	15	16	0.91	0.17	1.65	.016
	Numminen et al. (2002)	24	24	0.41	-0.17	0.98	.164
	Pennington et al. (2003)	28	28	0.45	-0.08	0.99	.099
	Purser & Jarrold. (2005)	12	25	0.87	0.15	1.60	.019
	Rosenquist et al. (2003)	19	23	0.17	-0.47	0.81	.602
	Schuchardt et al. (2010)	22	25	0.31	-0.27	0.90	.289
	Schuchardt et al. (2011)	22	22	0.58	-0.03	1.19	.063

Seung & Chapman. (2000)	35	35	0.96	0.46	1.45	.000
Van der Molen et al. (2007)	50	25	0.46	-0.02	0.95	.062
Van der Molen et al. (2009)	49	29	0.40	-0.06	0.87	.089
Van der Molen et al. (2010)	39	26	0.42	-0.08	0.93	.100
Vicari et al. (1995)	15	24	0.84	0.17	1.51	.014
Vicari et al. (1996)a	12	12	0.25	-0.55	1.06	.537
Vicari et al. (1996)b	16	16	0.59	-0.12	1.31	.105
Vicari et al. (2000)	14	20	2.00	1.17	2.84	.000
Vicari et al. (2003)	13	26	0.62	-0.08	1.31	.081
Vicari et al. (2004)	23	26	1.23	0.60	1.86	.000
Vicari et al. (2006)a	18	18	0.74	0.06	1.41	.032
Vicari et al. (2006)b	15	15	1.26	0.48	2.04	.002
Vicari et al. (2007)a*	26	47	1.54	1.00	2.08	.000
Vicari et al. (2007)b*	26	47	0.54	0.05	1.02	.031
Visu-Petra et al. (2007)	21	21	0.63	0.00	1.26	.051
Random	1,546	1,634	0.92	0.76	1.08	.000

a, b - נבדקים שונים בקבוצת הניסוי והביקורת. a*/b* אותה קבוצת ביקורת, נבדקים שונים בקבוצת הניסוי
ID=Intellectual disability, TD=Typical development, d=Effect size, LCI/ UCI =Low / Upper Confidence intervals

מטבלה 5 עולה כי ממוצע גודל האפקט המשוקלל אשר התבסס על מודל האפקטים האקראיים (Random model) הוא: $d = 0.92$, ומרווח הביטחון (CI) בגובה 95% המתייחס לממוצע גודל האפקט נע בין 0.76 (LCI) ל-1.108 (UCI). עפ"י Cohen (1988), ערך d מעל 0.8 מצביע על גודל אפקט גדול ופירושו לגבי מטה אנליזה זו הוא, שקיימים הבדלים גדולים בתפקודי זיכרון העבודה בין בעלי מוגבלות שכלית לבין בעלי ההתפתחות התקינה. הבדלים אלו הינם מובהקים, שכן מרווח הביטחון אינו כולל את ה-0. עם זאת, מבחן ההטרוגניות הסטטיסטי ($Q(63) = 259.91, p < .001; I^2 = 75.76\%; \text{Tau} = 0.55$) הצביע על הטרוגניות גדולה המשקפת חוסר עקביות בין גדלי האפקט השונים (ראה שרטוט 2). מבין 64 גודלי האפקט עולה כי ב-54% מבין המחקרים נמצאו הבדלים גדולים בתפקודי זיכרון העבודה של בעלי המוגבלות השכלית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה ($d > 0.8$). 17% מבין גודלי האפקט מצביעים על הבדלים בינוניים בין הקבוצות ($0.5 < d < 0.8$). 19% מבין גודלי האפקט מצביעים על הבדלים קטנים בין הקבוצות ($0.1 < d < 0.5$), ואילו 9% מבין גודלי האפקט מצביעים על תפקוד זהה או טוב יותר של בעלי המוגבלות השכלית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה ($d < 0$).

לסיכום: תפקודי זיכרון העבודה של בעלי המוגבלות השכלית נמצא לקוי באופן משמעותי, בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה. לאור העובדה, כי מבחן ההטרוגניות הסטטיסטי הצביע על הטרוגניות גדולה, קרי תוצאות המחקרים שנסקרו אינן עקביות, (לא הומוגניות), נעשה שימוש בבדיקת מודל קטגוריות במטרה לזהות משתנים ממתנים פוטנציאליים (ראה טבלה 3-4 בפרק השיטה). כאמור, כל גדלי האפקט המהווים את מסד הנתונים, חולקו לתתי קבוצות בהתבסס על חשיבותם התיאורטית ותדירות הופעתם בספרות המחקרית. לגבי כל קבוצה נערכו חישובים סטטיסטיים, על מנת לקבוע האם ממוצעי גדלי האפקט של רכיבי המשנה שונים באופן מובהק זה מזה. חלוקה זו אפשרה לבדוק, מהי מידת השפעתם של גורמים ממתנים הקשורים בנבדקים (אטיולוגיה, גיל) ובמטלה (רכיב הזיכרון, סוג המטלה, מודאליות ורמת הבקרה), על תפקודי זיכרון העבודה של אוכלוסיות בעלות מוגבלות שכלית.



שרטוט 2: תפקודי זיכרון העבודה של בעלי המוגבלות השכלית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה

a,b נבדקים שונים בקבוצת הניסוי והביקורת. a*/b* אותה קבוצת ביקורת, נבדקים שונים בקבוצת הניסוי. ID=Intellectual disability, TD=Typical development, d=Effect size, LCI/ UCI =Low / Upper Confidence intervals

2. תפקודי זיכרון העבודה - השוואה בין הקבוצות (TD, ID) בזיקה למשתנה הגיל (MA, CA)

במטה אנליזה זו בקשנו לבדוק האם גודל האפקט הנוצר בעקבות המחקרים השונים, מצביע על הבדלים בין בעלי המוגבלות השכלית (ID) ובעלי ההתפתחות התקינה (TD), בזיקה לקבוצות גיל שונות (גיל כרונולוגי CA , גיל שכלי MA). במילים אחרות, בקשנו לדעת האם קיימים הבדלים בין בעלי המוגבלות השכלית לבין בעלי ההתפתחות התקינה באותו גיל כרונולוגי והאם פערים אלו, בהנחה והם קיימים, יבואו לידי ביטוי גם כאשר נעשית התאמה בין קבוצות הניסוי והביקורת בזיקה לגיל המנטאלי.

במטרה לעמוד על השפעתו האפשרית של משתנה הגיל על תפקודי זיכרון העבודה נוספו שמונת המחקרים, שהוסרו ממסד הנתונים הכולל, בשל החשש להפרת הנחת אי התלות בין המחקרים (Danielsson et al., 2012; Henry, 2010; Henry et al., 2002; Munir et al., 2000; Schuchardt et al., 2010; Van der Molen et al., 2007, 2009, 2010). מחקרים אלו השוו בין בעלי המוגבלות השכלית לקבוצות ביקורת שונות בעלות התפתחות תקינה. האחת הותאמה על בסיס הגיל הכרונולוגי והשנייה על בסיס הגיל המנטאלי. שמונת המחקרים העוסקים בגיל הכרונולוגי היוו חלק ממסד הנתונים העוסק בגיל הכרונולוגי הן בניתוח זה, הן בניתוחים נוספים כפי שיפורט בהמשך.

72 המחקרים חולקו לשתי קבוצות על פי גיל הנבדקים המשתתפים (MA/CA). לגבי כל אחד מ-72 המחקרים נעשה קידוד נוסף בהתבסס על גילם הכרונולוגי של המשתתפים הן בעלי המוגבלות השכלית והן בעלי ההתפתחות התקינה. המחקרים סווגו לתת קבוצות על-פי ממוצע הגיל הכרונולוגי שהוצג בכל מחקר: ילדים (0-12), מתבגרים (12-21), מבוגרים (21 ומעלה).

לגבי כל קטגוריה המשתייכת למשתנה הגיל (CA/MA) חושב גודל אפקט משוקלל ומרווח ביטחון בגובה 95%. כמו כן לגבי כל קטגוריה חושב מבחן הטרוגניות סטטיסטי, המפיק שתי סטטיסטיקות רלוונטיות: אפקט תוך-סיווגי המצביע האם גודלי האפקט בכל קטגוריה שלמשתנה ממתן פוטנציאלי הנם הומוגניים (Q_w) ואפקט בין-סיווגי, המצביע האם קיימים הבדלים מובהקים בין קטגוריות של כל משתנה ממתן פוטנציאלי (Q_b), קרי בין גודל האפקט המתייחס לגיל המנטאלי לגודל האפקט המתייחס לגיל הכרונולוגי.

בחלק זה יוצגו בפני הקורא, תחילה, גדלי האפקט המתייחסים להשוואה על בסיס הגיל המנטאלי ולאחר מכן גודלי האפקט המתייחסים להשוואה על בסיס הגיל הכרונולוגי, ללא התייחסות למשתנים אחרים.

2.1 תפקודי זיכרון העבודה - השוואה בין הקבוצות (TD, ID) התואמות בגילן המנטלי (MA)

מטה האנליזה המתייחסת להשוואה בין תפקודי זיכרון העבודה של בעלי מוגבלות שכלית (ID), לבין בעלי ההתפתחות התקינה (TD), אשר הותאמו על בסיס הגיל המנטאלי (MA) כללה 55 מחקרים, בהם 1,330 נבדקים בעלי מוגבלות שכלית, ו-1,355 נבדקים בעלי ההתפתחות תקינה (סה"כ 2,685 נבדקים).

טבלה 6: השוואה בין בעלי מוגבלות שכלית (ID) ובעלי התפתחות התקינה (TD) התואמים בגילם המנטאלי

Model	Studies	Statistics for each study							
		ID	TD	CA ID	CA TD	d	LCI	ULI	p-value
	Abdelhameed et al. (2010)	26	26	9.94	4.03	1.74	1.09	2.39	.000
	Brock & Jarrold. (2004)	21	29	18.47	5.67	1.26	0.64	1.87	.000
	Brock & Jarrold. (2005)	32	36	17.60	6.11	1.01	0.49	1.52	.000
	Cairns & Jarrold. (2005)	18	11	15.40	5.83	1.62	0.76	2.48	.000
	Carretti & Lanfranchi. (2010)	20	20	7.50	5.40	1.59	0.88	2.31	.000
	Carretti et al. (2010)	28	28	38.40	6.50	0.36	-0.17	0.89	.179
	Danielsson et al. (2012)	22	22	13.16	7.30	0.87	0.25	1.49	.006
	Frenkel & Bourdin. (2009)	54	54	12.00	5.03	0.52	0.13	0.91	.008
	Henry & MacLea. (2002)	53	41	11.92	7.92	-0.33	-0.75	0.09	.120
	Henry & Winfield . (2010)	35	32	12.60	7.50	0.36	-0.13	0.84	.153
	Henry. (2010)	39	25	11.11	7.10	0.14	-0.37	0.64	.597
	Hick et al. (2005)	12	12	9.75	3.80	1.28	0.40	2.17	.004
	Jarrold et al. (1999)	16	16	17.40	5.20	-0.27	-0.97	0.43	.444
	Jarrold et al. (2000)	14	14	13.80	4.60	0.59	-0.17	1.34	.129
	Jarrold et al. (2002)	19	19	14.28	5.09	1.01	0.31	1.71	.005
	Jarrold et al. (2004)	15	16	15.50	8.37	0.92	0.18	1.66	.015
	Jarrold et al. (2007)	16	15	18.70	6.80	0.51	-0.21	1.23	.168
	Jarrold et al. (2009)	21	61	20.80	6.28	1.45	0.91	2.00	.000
	Kanno & Ikeda (2002)	28	10	16.10	5.42	1.99	1.14	2.84	.000
	Lanfranchi et al. (2012)	45	45	13.66	5.60	0.51	0.08	0.93	.019
	Lanfranchi et al. (2004)a	18	18	11.75	5.17	1.35	0.62	2.09	.000
	Lanfranchi et al. (2004)b	22	22	14.50	5.00	0.30	-0.30	0.90	.321
	Lanfranchi et al. (2009)	34	34	12.60	4.50	0.60	0.12	1.09	.015
	Lanfranchi et al. (2010)	15	15	15.20	5.90	0.99	0.23	1.75	.010
	Lanfranchi et al.(2002)	30	30	11.11	5.20	0.99	0.45	1.53	.000
	Laws. (2002)	16	16	11.08	4.06	-0.05	-0.84	0.74	.895
	Levorato et al. (2011)	38	23	14.11	6.60	1.08	0.52	1.65	.000
	McDuffie et al. (2007)	20	19	15.79	3.98	0.06	-0.57	0.69	.853
	Menghini et al. (2010)	15	15	19.11	7.60	1.49	0.67	2.31	.000
	Miolo et al. (2005)	19	19	19.96	4.21	0.33	-0.32	0.98	.321
	Mosse & Jarrold. (2010)	17	24	19.50	5.50	0.68	0.04	1.32	.038
	Munir et al. (2000)	25	25	11.70	7.58	1.33	0.71	1.94	.000
	Nash & Heath. (2011)	13	13	15.50	9.10	1.73	0.83	2.64	.000
	Natsopoulos et al.(2002)	15	16	30.50	5.25	0.91	0.17	1.65	.016
	Numminen et al. (2002)	24	24	49.88	5.50	0.41	-0.17	0.98	.164
	Pennington et al. (2003)	28	28	14.68	4.92	0.45	-0.08	0.99	.099
	Purser & Jarrold. (2005)	12	25	19.80	5.70	0.87	0.15	1.60	.019
	Rosenquist et al. (2003)	19	23	14.62	7.96	0.17	-0.47	0.81	.602
	Schuchardt et al. (2010)	22	25	15.00	7.00	0.31	-0.27	0.90	.289
	Schuchardt et al. (2011)	22	22	15.10	7.31	0.58	-0.03	1.19	.063
	Seung & Chapman. (2000)	35	35	16.39	4.48	0.96	0.46	1.45	.000
	Van der Molen et al. (2007)	50	25	15.24	10.96	0.46	-0.02	0.95	.062
	Van der Molen et al. (2009)	49	29	15.10	10.40	0.40	-0.06	0.87	.089
	Van der Molen et al. (2010)	39	26	15.12	10.36	0.42	-0.08	0.93	.100
	Vicari et al. (1996)a	12	12	9.11	5.20	0.25	-0.55	1.06	.537
	Vicari et al. (1996)b	16	16	10.12	5.38	0.59	-0.12	1.31	.105
	Vicari et al. (1995)	15	24	16.60	5.70	0.84	0.17	1.51	.014
	Vicari et al. (2000)	14	20	21.00	5.09	2.00	1.17	2.84	.000
	Vicari et al. (2003)	13	26	5.3-10.4	7.50	0.62	-0.08	1.31	.081
	Vicari et al. (2004)	23	26	19.20	5.90	1.23	0.60	1.86	.000
	Vicari et al. (2006)a	18	18	15.10	5.10	0.74	0.06	1.41	.032
	Vicari et al. (2006)b	15	15	19.80	6.10	1.26	0.48	2.04	.002
	Vicari et al. (2007)a*	26	47	15.80	6.60	1.54	1.00	2.08	.000
	Vicari et al. (2007)b*	26	47	17.10	6.60	0.54	0.05	1.02	.031
	Visu-Petra et al. (2007)	21	21	14.50	5.90	0.63	0.00	1.26	.050
Random		1,330	1,355			0.77	0.63	0.91	.000

a, b - נבדקים שונים בקבוצת הניסוי והביקורת. a*/b* אותה קבוצת ביקורת, נבדקים שונים בקבוצת הניסוי.

ID=Intellectual disability, TD=Typical development, d=Effect size, LCI/ UCI =Low / Upper Confidence intervals

מטבלה 6 עולה כי גודל האפקט המשוקלל שהתקבל ($d = 0.77$) ומרווח הביטחון ($LCI = 0.63$; $UCI = 0.91$), מצביעים על הבדלים בינוניים ומובהקים בין הקבוצות. 47% מבין גדולי האפקט הצביעו על הבדלים גדולים בתפקודי זיכרון העבודה של בעלי המוגבלות השכלית לבעלי ההתפתחות התקינה ואילו 11% מבין גודלי האפקט הצביעו על תפקוד טוב יותר של בעלי המוגבלות השכלית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה הזהים בגילם המנטאלי. מבחן ההטרוגניות הסטטיסטי הבין סיווגי מצביע על הטרוגניות גדולה בין המחקרים השונים ($Q_w(54)$ $= 151.37$, $p < .001$; $I^2 = 64.33\%$; $Tau = 0.41$), אולם אחוז השונות הכוללת (I^2), ומדד הפיזור (Tau) של גודלי האפקט המיוחס להטרוגניות, נמוכים יותר בהשוואה למטה אנליזה הכללית. כפי שכבר צוין קודם לכן השגת הומוגניות בין מחקרים הינה נדירה, ואף דרגה מסוימת של הטרוגניות בין במחקרים במטה אנליזה היא אוניברסאלית (National Research Council, 1992).

במטרה לעמוד על מידת השפעת משתנה הגיל על תפקודי זיכרון העבודה של בעלי המוגבלות השכלית, נעשתה חלוקה נוספת של מקבץ הנתונים הנוכחי, על פי הגיל הכרונולוגי. המחקרים סווגו ל-3 קבוצות גיל: ילדים (0-12), מתבגרים (12-21), מבוגרים (21 ומעלה).

מן הראוי לציין כי במסד הנתונים במטה אנליזה זו, קבוצת המשתתפים בעלי ההתפתחות התקינה כללה ילדים בלבד, בטווח הגילאים הממוצע 3.8-10.9. לעומת זאת, ב-70% מבין המחקרים נכללו מתבגרים בעלי מוגבלות שכלית (12-21), ב-22% נכללו ילדים בעלי מוגבלות שכלית (0-12) ורק ב-9% מבין המחקרים נכללו משתתפים מבוגרים (21+).

גודל האפקט המתייחס לתפקודי זיכרון העבודה של כל קבוצת גיל (ילדים, מתבגרים ומבוגרים) הצביע על הבדלים גדולים ומובהקים בין בעלי המוגבלות השכלית ($d \geq 0.75$), לבעלי ההתפתחות התקינה הזהים בגילם המנטאלי. האפקט הבין סיווגי, המתייחס להשוואה בין שלושת גודלי האפקט אינו מובהק ($Q_b(2) = 0.86$, $P = .67$). מכאן ניתן לומר כי לא קיים הבדל בין קבוצת הגילאים השונים.

2.2 תפקודי זיכרון העבודה- השוואה בין הקבוצות (TD, ID) התואמות בגילם הכרונולוגי (CA)

המטה האנליזה המתייחסת להשוואת תפקודי זיכרון העבודה של בעלי מוגבלות שכלית (ID), לבין בעלי ההתפתחות התקינה (TD), שהותאמו על בסיס גיל כרונולוגי כללה: 17 מחקרים, בהם 515 נבדקים בעלי מוגבלות שכלית, ו-520 נבדקים בעלי התפתחות תקינה (סה"כ 1,035 נבדקים).

טבלה 7: השוואה בין בעלי מוגבלות שכלית (ID) ובעלי התפתחות התקינה (TD) התואמים בגילם הכרונולוגי

Model	Studies	Statistics for each study							
		ID	TD	CA ID	CA TD	d	LCI	ULI	p-Value
	Byren et al.(1995)	23	29	8.20	7.10	1.22	0.62	1.82	.000
	Cherry et al. (2000)	24	24	40.70	34.40	2.50	1.74	3.25	.000
	Cherry et al. (2002)	16	24	44.60	28.00	2.56	1.72	3.41	.000
	Danielsson et al. (2012)*	22	22	13.16	12.30	2.71	1.89	3.53	.000
	Denielsson et al. (2010)	46	92	63.20	63.20	0.33	-0.03	0.68	.072
	Don et al. (2003)	27	26	23.70	23.70	1.86	1.22	2.51	.000
	Henry & MacLea. (2002)*	53	41	11.92	12.80	1.26	0.81	1.71	.000
	Henry. (2001)a*	21	25	11.11	11.11	1.60	0.93	2.26	.000
	Henry. (2001)b*	22	25	11.11	11.11	2.24	1.50	2.98	.000
	Henry. (2010)*	39	25	11.11	11.11	2.02	1.40	2.63	.000
	Kohei & Toshiaki. (2008)	16	16	21.00	23.80	2.17	1.30	3.05	.000
	Leven et al. (2008)	22	18	35.40	39.10	2.74	1.87	3.62	.000
	Munir et al. (2000)*	25	25	11.70	11.09	1.79	1.13	2.45	.000
	Schuchardt et al. (2010)*	22	25	15.00	15.50	2.55	1.77	3.33	.000
	Van der Molen et al. (2007)*	50	25	15.24	15.27	0.77	0.27	1.27	.003
	Van der Molen et al. (2009)*	49	39	15.10	15.10	1.23	0.77	1.69	.000
	Van der Molen et al. (2010)*	39	39	15.12	15.25	1.29	0.80	1.78	.000
Random		515	520			1.76	1.39	2.13	.000

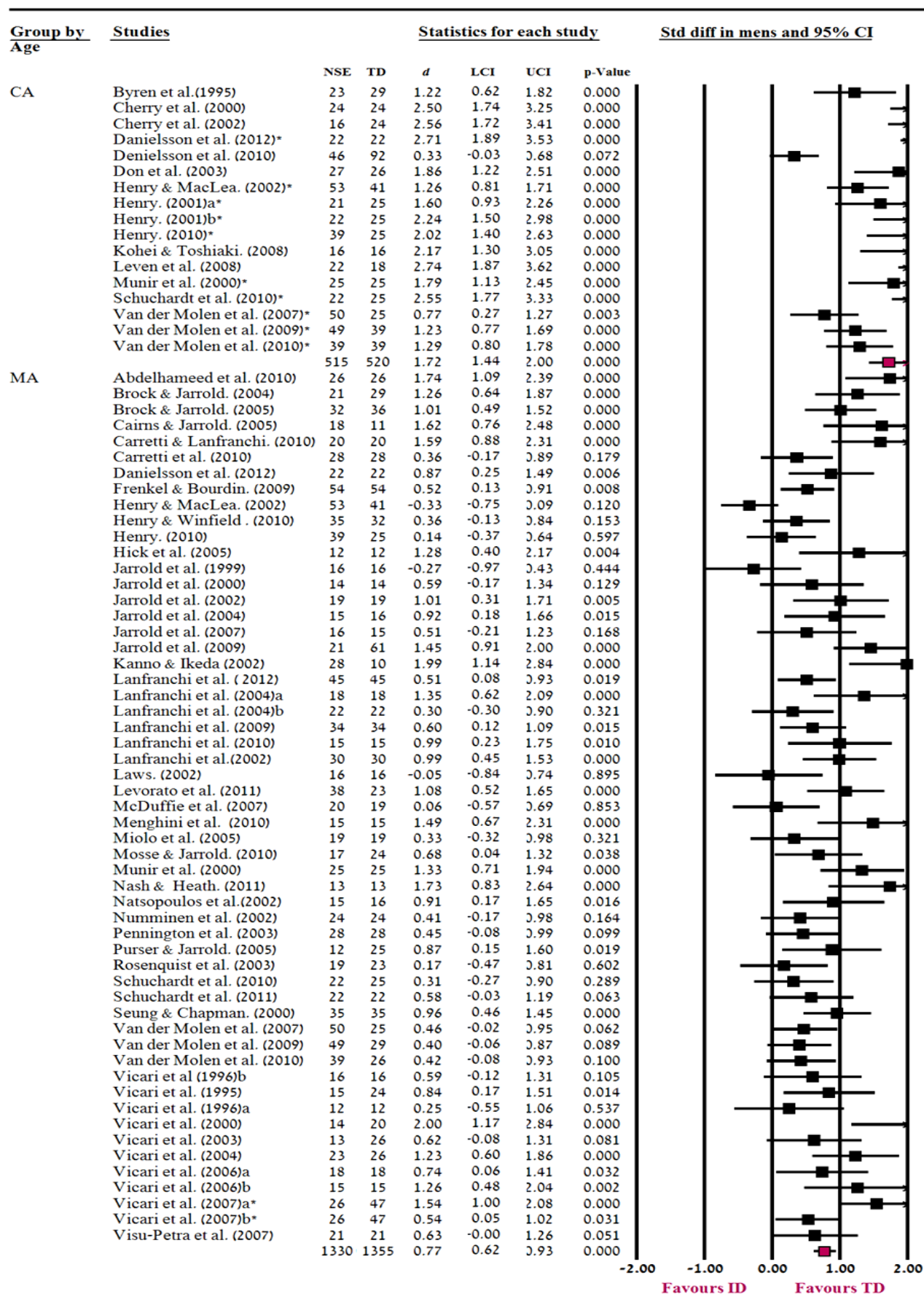
*מחקרים בהן השוו בעלי המוגבלות השכלית לשתי קבוצות ביקורת (MA/CA) Typical (TD) Intellectual disability (ID) development, d=Effect size, LCI/ UCI =Low / Upper Confidence intervals, CA= Chronological age

מטבלה 7 עולה כי גודל האפקט המשוקלל שהתקבל ($d = 1.76$) ומרווח הביטחון ($LCI = 1.39$; $UCI = 2.13$), מצביעים על הבדלים גדולים מאוד ומובהקים. כלומר, כאשר שתי הקבוצות זהות מבחינת גילם הכרונולוגי, בעלי המוגבלות השכלית מגלים קשיים משמעותיים בתפקודי זיכרון העבודה. מבחן ההטרוגניות הסטטיסטי התוך סיווגי מצביע על הטרוגניות גדולה בין המחקרים השונים $Q_w(16) = 100.17$, $p < .001$; $I^2 = 84\%$; $Tau = 0.69$. בניסיון להגיע להומוגניות הוצאו שני מחקרים ממסד הנתונים, בהם נמצא גודל אפקט קטן באופן משמעותי משאר המחקרים ($d < 0.8$). לאחר הוצאת המחקרים לא חל שינוי משמעותי בגודל האפקט שהתקבל $d = 1.90$ ($LCI = 1.62$; $UCI = 2.12$), אך עדיין הייתה הטרוגניות בין גודלי האפקט של המחקרים השונים $Q_w(14) = 41.13$, $p < 0.001$; $I^2 = 66\%$; $Tau = 0.45$. מן הראוי לציין כי לאחר הוצאת שני המחקרים גדלי האפקט בכל המחקרים, הצביעו על הבדלים גדולים בין הקבוצות ($d > 1$) (ראה שרטוט 3).

2.3 השוואה בין גדלי האפקט המתייחסים למשתנה הגיל (CA, MA)

במטה אנליזה זו ביקשנו לבדוק האם הגיל הינו משתנה ממתן, העשוי להסביר את ההבדלים שנמצאו בין המחקרים השונים, באשר לתפקודי זיכרון העבודה. כפי שצוין קודם לכן, מן ההבדלים בגודל האפקט המשוקלל משתי קטגוריות הומוגניות משתמע קיומו של משתנה ממתן. על אף העובדה, שלא הושגה הומוגניות בשתי הקטגוריות המתייחסות למשתנה הגיל, חושב אפקט בין סווגי (Q_b). חישוב זה מטרתו לעמוד על הבדלים, בהנחה ואלו קיימים, בין גדלי האפקט השונים. יובהר, כי חישוב הניגודיות עשוי להתבצע בעקבות אפקט בין סווגי מובהק, גם כאשר אחד הסיווגים, או שניהם, אינם הומוגניים. במקרה זה, מניגוד מובהק עולה כי הניתוחים הינם בעלי אופי של גישוש, במידה מסוימת, ושקשה לדעת בדיוק אלו גורמים אחרים עשויים היו לתרום לאפקט המובהק הבין סווגי (Hedges & Olkin, 1985). האפקט הבין סווגי הצביע על הבדלים מובהקים בין ממוצעי גודלי האפקט $Q_b(1) = 32.84, P = .000$. מכאן, ניתן לומר כי גודל האפקט המשוקלל המתייחס לתפקודי זיכרון העבודה של בעלי המוגבלות השכלית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה הזהים בגילם המנטאלי, קטן באופן מובהק, מגודל האפקט הממוצע המתייחס לתפקודי זיכרון העבודה של בעלי המוגבלות השכלית, בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה הזהים בגילם הכרונולוגי.

לסיכום, תוצאות המטה אנליזה המתייחסות למשתנה הגיל מצביעות, על כך שקיימים הבדלים בתפקודי זיכרון העבודה בין בעלי המוגבלות השכלית לבין בעלי ההתפתחות התקינה, הן כאשר ההשוואה נעשית על בסיס הגיל המנטאלי והן כאשר ההשוואה נעשית על בסיס הגיל הכרונולוגי. עם זאת, הפערים בתפקודי זיכרון העבודה בין הקבוצות, הזהות בגילם המנטאלי, מצטמצמים באופן משמעותי, לעומת ההשוואה הנערכת בין הקבוצות בזיקה לגיל הכרונולוגי. על אף האמור לעיל, לא הושגה הומוגניות בשתי הקטגוריות המתייחסות למשתנה הגיל, דבר המציע על כך שמשתנה זה אינו מהווה משתנה ממתן, ואינו יכול להסביר את ההבדלים בין מחקרי הזיכרון השונים. מכאן קיימים, לכאורה, משתנים נוספים העשויים להסביר את ההבדלים בין הקבוצות.



שרטוט 3: השוואה בין גדלי האפקט המתייחסים למשתנה הגיל (CA, MA)

a, b - נבדקים שונים בקבוצת הניסוי והביקורת. a*, b* אותה קבוצת ביקורת, נבדקים שונים בקבוצת הניסוי. * מחקרים בהם השוואה ל-2 קבוצות. (CA, MA). LCI/UCI = Lower / Upper Confidence intervals, CA=Chronological age, MA=Mental age

3. תפקודי זיכרון העבודה - השוואה בין הקבוצות (TD, ID) בזיקה למשתנה רכיב הזיכרון

אחת ממטרות המחקר הנוכחי היא, לבדוק את תפקודי זיכרון העבודה של אוכלוסיות בעלות מוגבלות שכלית (ID) בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה (TD), בכל אחד מרכיבי מערכת זיכרון העבודה (הלולאה הפונולוגית, הלוח חזותי-מרחבי והמעבד המרכזי) בזיקה למודל של Baddeley (2000a, 2003). כמו כן, הניתוח ינסה לעמוד על ההבדלים בין גודלי האפקט המשוקללים המתייחסים לרכיבים השונים. לאור זאת, חולקו המחקרים המהווים את מסד הנתונים בזיקה לשלושת רכיבי מערכת הזיכרון: הלולאה הפונולוגית (Phonological loop), הלוח החזותי-מרחבי (Visuospatial-Sketchpad) והמעבד מרכזי (Central Executive). לאור העובדה, כי במחקרים רבים נבדקו תפקודי הזיכרון של בעלי המוגבלות השכלית, במספר רכיבים בו זמנית, הוגדר משתנה רכיב הזיכרון כ: "Subgroup within study" (Bornstein et al., 2009). זאת, על מנת לא להפר את הנחת אי התלות בין המחקרים, ולבצע השוואה גם כאשר הנבדקים חוזרים על עצמם (Rosenthal, 1991). לעומת זאת, כאשר נמדד אותו רכיב זיכרון, באמצעות מספר מבחנים, חושב ממוצע גודל אפקט מאותו המדגם. בפרק זה תוצגנה תחילה בפני הקורא שלוש מטה אנליזות מרכזיות, בזיקה לרכיבי מערכת זיכרון העבודה בנפרד. (הלולאה הפונולוגית, הלוח החזותי-מרחבי והמעבד המרכזי), ולאחר מכן תוצגנה השוואה בין שלושת הרכיבים, על מנת לקבוע האם משתנה רכיב הזיכרון מהווה משתנה ממתן.

3.1 תפקודי הלולאה הפונולוגית (Phonological loop) - השוואה בין הקבוצות (TD, ID)

הניתוח המתייחס להשוואה בין בעלי המוגבלות השכלית (ID) לבין בעלי ההתפתחות התקינה (TD), באשר לתפקודי הלולאה הפונולוגית כלל 48 מחקרים, בהם 1,212 נבדקים בעלי מוגבלות שכלית ו-1,229 נבדקים בעלי ההתפתחות תקינה. גודלי האפקט (d) ומרווחי הביטחון (CI) בגובה 95% מוצגים בטבלה 8.

טבלה 8: תפקודי הלולאה הפונולוגית של בעלי מוגבלות שכלית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה

Model	Studies	Statistics for each study					
		ID	TD	<i>d</i>	LCI	ULI	p-value
	Abdelhameed et al. (2010)	26	26	1.74	1.09	2.39	.000
	Brock & Jarrold. (2004)	21	29	1.26	0.64	1.87	.000
	Brock & Jarrold. (2005)	32	36	1.69	1.13	2.24	.000
	Byren et al.(1995)	23	29	1.34	0.74	1.95	.000
	Cairns & Jarrold. (2005)	18	11	1.62	0.76	2.48	.000
	Carretti et al. (2010)	28	28	0.11	-0.41	0.64	.675
	Cherry et al. (2000)	24	24	2.51	1.75	3.27	.000
	Cherry et al. (2002)	16	24	2.57	1.72	3.41	.000
	Denielsson et al. (2010)	46	92	0.23	-0.12	0.59	.195
	Don et al. (2003)	27	26	1.49	0.88	2.09	.000
	Frenkel & Bourdin. (2009)	54	54	1.19	0.78	1.60	.000
	Henry & MacLea. (2002)	53	41	0.41	-0.01	0.83	.055
	Henry & Winfield . (2010)	35	32	0.77	0.27	1.27	.002
	Henry. (2001)a*	21	25	1.60	0.94	2.27	.000
	Henry. (2001)b*	22	25	1.87	1.18	2.56	.000
	Henry. (2010)	39	25	0.14	-0.37	0.64	.597
	Hick et al. (2005)	12	12	1.52	0.61	2.43	.001
	Jarrold et al. (1999)	16	16	-0.71	-1.42	0.01	.052
	Jarrold et al. (2000)	14	14	0.59	-0.17	1.34	.129
	Jarrold et al. (2002)	19	19	1.70	0.95	2.44	.000
	Jarrold et al. (2004)	15	16	0.92	0.18	1.66	.015
	Jarrold et al. (2009)	21	61	1.45	0.91	2.00	.000
	Kanno & Ikeda (2002)	28	10	1.99	1.14	2.84	.000

Kohei & Toshiaki. (2008)	16	16	2.17	1.30	3.05	.000
Lanfranchi et al. (2004)a	18	18	0.81	0.13	1.49	.019
Lanfranchi et al.(2002)	30	30	0.46	-0.05	0.98	.076
Laws. (2002)	16	16	1.48	0.70	2.27	.000
Leven et al. (2008)	22	17	2.77	1.89	3.65	.000
Levorato et al. (2011)	38	23	1.74	1.14	2.35	.000
McDuffie et al. (2007)	20	19	0.24	-0.39	0.87	.457
Menghini et al. (2010)	15	15	0.75	0.01	1.49	.048
Miolo et al. (2005)	19	19	0.61	-0.04	1.27	.066
Mosse & Jarrold. (2010)	17	24	1.02	0.36	1.68	.002
Munir et al. (2000)	25	25	1.28	0.67	1.89	.000
Natsopoulos et al.(2002)	15	16	0.91	0.17	1.65	.016
Numminen et al. (2002)	24	24	0.41	-0.16	0.99	.161
Pennington et al. (2003)	28	28	1.00	0.44	1.56	.000
Purser & Jarrold. (2005)	12	25	1.45	0.69	2.21	.000
Rosenquist et al. (2003)	19	23	0.82	0.18	1.45	.012
Schuchardt et al. (2010)	22	25	0.61	0.02	1.20	.044
Schuchardt et al. (2011)	22	22	0.58	-0.03	1.19	.063
Seung & Chapman. (2000)	35	35	0.96	0.46	1.45	.000
Van der Molen et al. (2007)	50	25	0.58	0.09	1.07	.020
Van der Molen et al. (2009)	49	29	0.46	0.00	0.93	.051
Van der Molen et al. (2010)	39	26	0.46	-0.05	0.96	.075
Vicari et al. (1996)a	12	12	0.25	-0.55	1.06	.537
Vicari et al. (1996)b	16	16	0.11	-0.59	0.80	.764
Vicari et al. (2004)	23	26	1.23	0.60	1.86	.000
Random	1,212	1,229	1.04	0.83	1.25	.000

a,b- נבדקים שונים בקבוצת הניסוי והביקורת. a*,b* אותה קבוצת ביקורת, נבדקים שונים בקבוצת הניסוי. ID=Intellectual disability, TD=Typical development, d=Effect size, LCI/ UCI =Low / Upper Confidence intervals

על פי טבלה 8, ממוצע גודל האפקט המשוקלל המתייחס לתפקודי הלולאה הפונולוגית, אשר התבסס על מודל האפקטים האקראיים (Random model) ($d = 1.04$) ומרווח הביטחון ($LCI = 0.83$; $UCI = 1.25$), מצביעים על הבדלים גדולים ומובהקים בין בעלי מוגבלות שכלית לבין בעלי ההתפתחות התקינה. על אף הממצא המובהק, מבחן ההטרוגניות הסטטיסטי התוך סיווגי, מצביע על הטרוגניות גדולה בין המחקרים השונים $Q_w(47) = 211.0$, $p = .000$; $I^2 = 77.72\%$; $Tau = 0.58$ להגיע להומוגניות, סווגו מחקרי הלולאה הפונולוגית על פי משתנה זה. קרי מחקרי הלולאה הפונולוגית המשווים בין הקבוצות על בסיס הגיל המנטאלי, ואלו המשווים בין הקבוצות על בסיס הגיל הכרונולוגי.

3.1.1 תפקודי הלולאה הפונולוגית בזיקה למשתנה הגיל (MA, CA)

המטה האנליזה המתייחסת להשוואה בין תפקודי הלולאה הפונולוגית של בעלי מוגבלות שכלית לבין בעלי ההתפתחות התקינה, אשר הותאמו על בסיס הגיל המנטאלי כללה 39 מחקרים (1,946 נבדקים) ואילו זו המתייחסת להשוואה על בסיס הגיל הכרונולוגי כללה 16 מחקרים (991 נבדקים). לקבוצה זו נוספו שישה מחקרים אשר הוצאו ממסד הנתונים הכולל, בשל החשש להפרת אי התלות בין המחקרים (Rosenthal, 1991) (ראה הסבר בפרק זה סעיף 1). גודלי האפקט (d) ומרווחי הביטחון (CI) בגובה 95% מוצגים בטבלה 9.

טבלה 9: תפקודי הלולאה הפונולוגית- השוואה בין הקבוצות (ID, TD) על פי משתנה הגיל (CA, MA)

Group	Studies	Statistics for each study					
Age		ID	TD	d	LCI	ULI	p-value
CA	Byren et al.(1995)	23	29	1.34	0.74	1.95	.000
	Cherry et al. (2000)	24	24	2.51	1.75	3.27	.000
	Cherry et al. (2002)	16	24	2.57	1.72	3.41	.000
	Denielsson et al. (2010)	46	92	0.23	-0.12	0.59	.195
	Don et al. (2003)	27	26	1.49	0.88	2.09	.000
	Henry & MacLea. (2002)*	53	41	1.52	1.06	1.99	.000
	Henry. (2001)a*	21	25	1.60	0.94	2.27	.000
	Henry. (2001)b*	22	25	1.87	1.18	2.56	.000
	Henry. (2010)*	39	25	2.02	1.40	2.63	.000
	Kohei & Toshiaki. (2008)	16	16	2.17	1.30	3.05	.000
	Leven et al. (2008)	22	17	2.77	1.89	3.65	.000
	Munir et al. (2000)*	25	25	1.63	0.98	2.27	.000
	Schuchardt et al. (2010)*	22	25	2.60	1.80	3.40	.000
	Van der Molen et al. (2007)*	50	25	1.02	0.51	1.53	.000
	Van der Molen et al. (2009)*	49	39	1.30	0.83	1.76	.000
	Van der Molen et al. (2010)*	39	39	1.35	0.86	1.85	.000
Random		494	497	1.67	1.37	1.97	.000
MA	Abdelhameed et al. (2010)	26	26	1.74	1.09	2.39	.000
	Brock & Jarrold. (2004)	21	29	1.26	0.64	1.87	.000
	Brock & Jarrold. (2005)	32	36	1.69	1.13	2.24	.000
	Cairns & Jarrold. (2005)	18	11	1.62	0.76	2.48	.000
	Carretti et al. (2010)	28	28	0.11	-0.41	0.64	.675
	Frenkel & Bourdin. (2009)	54	54	1.19	0.78	1.60	.000
	Henry & MacLea. (2002)	53	41	0.41	-0.01	0.83	.055
	Henry & Winfield . (2010)	35	32	0.77	0.27	1.27	.002
	Henry. (2010)	39	25	0.14	-0.37	0.64	.597
	Hick et al. (2005)	12	12	1.52	0.61	2.43	.001
	Jarrold et al. (1999)	16	16	-0.71	-1.42	0.01	.052
	Jarrold et al. (2000)	14	14	0.59	-0.17	1.34	.129
	Jarrold et al. (2002)	19	19	1.70	0.95	2.44	.000
	Jarrold et al. (2004)	15	16	0.92	0.18	1.66	.015
	Jarrold et al. (2009)	21	61	1.45	0.91	2.00	.000
	Kanno & Ikeda (2002)	28	10	1.99	1.14	2.84	.000
	Lanfranchi et al. (2004)a	18	18	0.81	0.13	1.49	.019
	Lanfranchi et al.(2002)	30	30	0.46	-0.05	0.98	.076
	Laws. (2002)	16	16	1.48	0.70	2.27	.000
	Levorato et al. (2011)	38	23	1.74	1.14	2.35	.000
	McDuffie et al. (2007)	20	19	0.24	-0.39	0.87	.457
	Menghini et al. (2010)	15	15	0.75	0.01	1.49	.048
	Miolo et al. (2005)	19	19	0.61	-0.04	1.27	.066
	Mosse & Jarrold. (2010)	17	24	1.02	0.36	1.68	.002
	Munir et al. (2000)	25	25	1.28	0.67	1.89	.000
	Natsopoulos et al.(2002)	15	16	0.91	0.17	1.65	.016
	Numminen et al. (2002)	24	24	0.41	-0.16	0.99	.161
	Pennington et al. (2003)	28	28	1.00	0.44	1.56	.000
	Purser & Jarrold. (2005)	12	25	1.45	0.69	2.21	.000
	Rosenquist et al. (2003)	19	23	0.82	0.18	1.45	.012
	Schuchardt et al. (2010)	22	25	0.61	0.02	1.20	.044
	Schuchardt et al. (2011)	22	22	0.58	-0.03	1.19	.063
	Seung & Chapman. (2000)	35	35	0.96	0.46	1.45	.000
	Van der Molen et al. (2007)	50	25	0.58	0.09	1.07	.020
	Van der Molen et al. (2009)	49	29	0.46	0.00	0.93	.051
	Van der Molen et al. (2010)	39	26	0.46	-0.05	0.96	.075
	Vicari et al. (1996)a	12	12	0.25	-0.55	1.06	.537
	Vicari et al. (1996)b	16	16	0.11	-0.59	0.80	.764
	Vicari et al. (2004)	23	26	1.23	0.60	1.86	.000
Random		995	951	0.87	0.68	1.06	.000

מחקרים בהן השוו בעלי המוגבלות השכלית לשתי קבוצות ביקורת (CA/MA). a,b- נבדקים שונים בקבוצת הניסוי והביקורת. a,b* אותה קבוצת ביקורת, נבדקים שונים בקבוצת הניסוי. ID=Intellectual disability, TD=Typical development, d=Effect size, LCI/ UCI =Low / Upper Confidence intervals, CA=Chronological age, MA=Mental age

א. מטבלה 9 עולה כי ממוצעי גדלי האפקט המשוקללים, שהתקבלו בכל מטה אנליזה המתייחסת לתפקודי **הלולאה הפונולוגית** בזיקה למשתנה **הגיל** (CA, MA) מצביעים על הבדלים גדולים ($d > 0.8$) ומובהקים בין הקבוצות (מרווח הביטחון אינו כולל את האפס). קרי, תפקודי הלולאה הפונולוגית של בעלי מוגבלות שכלית, לקויים באופן משמעותי בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה התואמים בגילם הכרונולוגי והמנטאלי. על אף מובהקותם של הממצאים, ההומוגניות נדחתה בכל מערכת נתונים:

(CA: $Q_w(38) = 120.21, p < .000; I^2 = 68.39\%; \text{Tau} = 0.45$)

(MA: $Q_w(15) = 87.12, p < .000; I^2 = 82.78\%; \text{Tau} = 0.66$)

ב. במטרה לעמוד על ההבדלים בין גודלי האפקט, שהתקבלו באשר למשתנה הגיל, חושב אפקט בין סיווגי ($Q_b(1) = 19.46, p < .001$). מתוצאה זו ניכר כי, **גודל האפקט המשוקלל**, המתייחס לתפקודי **הלולאה הפונולוגית** של בעלי המוגבלות השכלית, בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה, שהותאמו בגילם המנטאלי, **קטן באופן משמעותי מגודל האפקט המשוקלל** המתייחס להשוואה בין הקבוצות על שהותאמו בגילם הכרונולוגי. השוואה זו עולה בקנה אחד עם התוצאות, שהתקבלו במטה אנליזה המתייחסת למשתנה הגיל. עם זאת, היות ובשתי הקטגוריות המתייחסות למשתנה הגיל ניכרת הטרוגניות, **משתנה זה אינו מהווה משתנה ממתן**.

3.2 תפקודי הלוח החזותי מרחבי (Visuo spatial-Sketchpad) - השוואה בין הקבוצות (ID, TD)

הניתוח המתייחס להשוואה בין בעלי המוגבלות השכלית (ID) לבין בעלי ההתפתחות התקינה (TD), באשר לתפקודי הלוח החזותי מרחבי כלל 36 מחקרים. בהם נבדקים בעלי מוגבלות שכלית ו - 906 נבדקים בעלי התפתחות תקינה (סה"כ 1,761 נבדקים). גודלי האפקט (d) ומרווחי הביטחון (CI) בגובה 95% מוצגים בטבלה הבאה.

טבלה 10: תפקודי הלוח החזותי מרחבי של בעלי המוגבלות השכלית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה

Model	Studies	Statistics for each study					
		ID	TD	<i>d</i>	LCI	UCI	p-value
	Brock & Jarrold. (2005)	32	36	0.33	-0.15	0.80	.183
	Byren et al.(1995)	22	29	1.10	0.50	1.69	.000
	Carretti & Lanfranchi. (2010)	20	20	1.59	0.88	2.31	.000
	Frenkel & Bourdin. (2009)	54	54	0.19	-0.19	0.57	.329
	Henry & MacLea. (2002)	53	41	-0.86	-1.29	-0.44	.000
	Henry & Winfield . (2010)	35	32	0.17	-0.32	0.65	.493
	Henry. (2001)a*	21	25	1.51	0.85	2.17	.000
	Henry. (2001)b*	22	25	2.01	1.31	2.72	.000
	Hick et al. (2005)	12	12	0.82	-0.02	1.65	.055
	Jarrold et al. (1999)	16	16	-0.06	-0.75	0.64	.873
	Jarrold et al. (2002)	19	19	0.33	-0.32	0.98	.320
	Jarrold et al. (2007)	16	15	0.51	-0.21	1.23	.168
	Lanfranchi et al. (2004)b	22	22	-0.12	-0.72	0.47	.682
	Lanfranchi et al. (2009)	34	34	0.60	0.12	1.09	.015
	Laws. (2002)	16	16	-1.59	-2.39	-0.80	.000
	Leven et al. (2008)	23	18	3.25	2.31	4.18	.000
	McDuffie et al. (2007)	20	19	-0.30	-0.93	0.33	.350
	Menghini et al. (2010)	15	15	2.13	1.23	3.02	.000
	Miolo et al. (2005)	19	19	-0.24	-0.88	0.39	.455
	Mosse & Jarrold. (2010)	17	24	0.34	-0.28	0.97	.284

Munir et al. (2000)	25	25	1.32	0.71	1.94	.000
Numminen et al. (2002)	24	24	0.64	0.06	1.22	.031
Pennington et al. (2003)	28	28	0.20	-0.32	0.73	.454
Purser & Jarrold. (2005)	12	25	0.30	-0.39	0.99	.398
Rosenquist et al. (2003)	19	23	-1.12	-1.78	-0.47	.001
Schuchardt et al. (2010)	22	25	0.15	-0.43	0.72	.614
Van der Molen et al. (2009)	49	29	0.22	-0.24	0.69	.344
Van der Molen et al. (2010)	39	26	0.29	-0.22	0.79	.264
Vicari et al. (1996)b	16	16	1.08	0.34	1.82	.004
Vicari et al. (2000)	14	20	2.00	1.17	2.84	.000
Vicari et al. (2003)	13	26	0.62	-0.08	1.31	.081
Vicari et al. (2006)a	18	18	0.74	0.06	1.41	.032
Vicari et al. (2006)b	15	15	1.26	0.48	2.04	.002
Vicari et al. (2007)a*	26	47	1.54	1.00	2.08	.000
Vicari et al. (2007)b*	26	47	0.54	0.05	1.02	.031
Visu-Petra et al. (2007)	21	21	0.63	0.00	1.26	.051
Random	855	906	0.58	0.34	0.82	.000

a,b - נבדקים שונים בקבוצת הניסוי והביקורת. a*,b* אותה קבוצת ביקורת, נבדקים שונים בקבוצת הניסוי.
ID=Intellectual disability, TD=Typical development, d=Effect size, LCI/ UCI =Low / Upper Confidence intervals

מטבלה 10 עולה כי ממוצע גודל האפקט המשוקלל אשר התבסס על מודל האפקטים האקראיים (Random model) ($d = 0.58$) ומרווח הביטחון ($LCI = 0.34$; $UCI = 0.82$), מצביעים על הבדלים **בינוניים** ומובהקים בתפקודי הלוח החזותי מרחבי של בעלי מוגבלות שכלית, לבין בעלי ההתפתחות התקינה. על אף הממצא המובהק, מבחן ההטרוגניות הסטטיסטי התוך סיווגי מצביע על הטרוגניות גדולה בין המחקרים השונים ($Q_w(35)$ 246.19 , $p < .001$; $I^2 = 86.09\%$; $Tau = 0.75$). לאור תוצאות המטה אנליזה בנוגע למשתנה הגיל, ובניסיון להגיע להומוגניות סווגו **מחקרי הלוח החזותי-מרחבי** בזיקה למשתנה הגיל.

3.2.1 תפקודי הלוח החזותי מרחבי בזיקה למשתנה הגיל (CA, MA)

המטה האנליזה המתייחסת להשוואה בין תפקודי הלוח החזותי מרחבי של בעלי מוגבלות שכלית לבין בעלי ההתפתחות התקינה, אשר הותאמו על בסיס הגיל הכרונולוגי, כללה 9 מחקרים (542 נבדקים) (לקבוצה זו נוספו חמישה מחקרים, שהוצאו ממסד הנתונים הכולל), ואילו זו המתייחסת להשוואה לפי הגיל המנטאלי, כללה 32 מחקרים (1,576 נבדקים). גדלי האפקט (d) ומרווחי הביטחון (CI) בגובה 95% מוצגים בטבלה הבאה.

טבלה 11: תפקודי הלוח החזותי מרחבי – השוואה בין הקבוצות (ID, TD) בזיקה למשתנה הגיל (CA, MA)

Model	Group	Studies	Statistics for each stud					
	Age		ID	TD	d	LCI	UCI	p-value
CA		Byren et al.(1995)	22	29	1.10	0.50	1.69	.000
		Henry & MacLea. (2002)*	53	41	1.06	0.62	1.50	.000
		Henry. (2001)a*	21	25	1.51	0.85	2.17	.000
		Henry. (2001)b*	22	25	2.01	1.31	2.72	.000
		Leven et al. (2008)	23	18	3.25	2.31	4.18	.000
		Munir et al. (2000)*	25	25	1.93	1.26	2.61	.000
		Schuchardt et al. (2010)*	22	25	2.39	1.64	3.14	.000
		Van der Molen et al. (2009)*	49	39	1.31	0.85	1.77	.000
		Van der Molen et al. (2010)*	39	39	1.35	0.86	1.84	.000
		276	266	1.70	1.25	2.16	.000	
MA		Brock & Jarrold. (2005)	32	36	0.33	-0.15	0.80	.183

Carretti & Lanfranchi. (2010)	20	20	1.59	0.88	2.31	.000
Frenkel & Bourdin. (2009)	54	54	0.19	-0.19	0.57	.329
Henry & MacLea. (2002)	53	41	-0.86	-1.29	-0.44	.000
Henry & Winfield . (2010)	35	32	0.17	-0.32	0.65	.493
Hick et al. (2005)	12	12	0.82	-0.02	1.65	.055
Jarrold et al. (1999)	16	16	-0.06	-0.75	0.64	.873
Jarrold et al. (2002)	19	19	0.33	-0.32	0.98	.320
Jarrold et al. (2007)	16	15	0.51	-0.21	1.23	.168
Lanfranchi et al. (2004)b	22	22	-0.12	-0.72	0.47	.682
Lanfranchi et al. (2009)	34	34	0.60	0.12	1.09	.015
Laws. (2002)	16	16	-1.59	-2.39	-0.80	.000
McDuffie et al. (2007)	20	19	-0.30	-0.93	0.33	.350
Menghini et al. (2010)	15	15	2.13	1.23	3.02	.000
Miolo et al. (2005)	19	19	-0.24	-0.88	0.39	.455
Mosse & Jarrold. (2010)	17	24	0.34	-0.28	0.97	.284
Munir et al. (2000)	25	25	1.32	0.71	1.94	.000
Numminen et al. (2002)	24	24	0.64	0.06	1.22	.031
Pennington et al. (2003)	28	28	0.20	-0.32	0.73	.454
Purser & Jarrold. (2005)	12	25	0.30	-0.39	0.99	.398
Rosenquist et al. (2003)	19	23	-1.12	-1.78	-0.47	.001
Schuchardt et al. (2010)	22	25	0.15	-0.43	0.72	.614
Van der Molen et al. (2009)	49	29	0.22	-0.24	0.69	.344
Van der Molen et al. (2010)	39	26	0.29	-0.22	0.79	.264
Vicari et al (1996)b	16	16	1.08	0.34	1.82	.004
Vicari et al. (2000)	14	20	2.00	1.17	2.84	.000
Vicari et al. (2003)	13	26	0.62	-0.08	1.31	.081
Vicari et al. (2006)a	18	18	0.74	0.06	1.41	.032
Vicari et al. (2006)b	15	15	1.26	0.48	2.04	.002
Vicari et al. (2007)a*	26	47	1.54	1.00	2.08	.000
Vicari et al. (2007)b*	26	47	0.54	0.05	1.02	.031
Visu-Petra et al. (2007)	21	21	0.63	0.00	1.26	.051
Random	767	809	0.42	0.18	0.66	.001

מחקרים בהן השוו בעלי המוגבלות השכלית לשתי קבוצות ביקורת (CA/MA). a,b - נבדקים שונים בקבוצת הניסוי והביקורת. a,b* אותה קבוצת ביקורת, נבדקים שונים בקבוצת הניסוי. ID=Intellectual disability, TD=Typical development, d=Effect size, LCI/ UCI =Low / Upper Confidence intervals, CA=Chronological age, MA=Mental age

א. מטבלה 11 עולה כי ממוצע גודל האפקט המשוקלל שהתקבל במטה אנליזה המתייחסת לתפקודי הלוח החזותי מרחבי, בהם הושוו הנבדקים על בסיס גילם הכרונולוגי ($d = 1.71$) ומרווח הביטחון ($LCI = 1.25$; $UCI = 2.16$), מצביעים על הבדלים גדולים ומובהקים בין הקבוצות (מרווח הביטחון אינו כולל את האפס). קרי, תפקודי הזיכרון החזותי-מרחבי של בעלי המוגבלות השכלית לקוי באופן משמעותי, בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה התואמים בגילם הכרונולוגי. על אף מובהקותם של הממצאים ההומוגניות נדחתה $Q_w(8) = 29.11, p = 0.000; I^2 = 72.51\%; \text{Tau} = 0.49$.

ב. עוד עולה כי ממוצע גודל האפקט המשוקלל שהתקבל במטה אנליזה המתייחסת לתפקודי הלוח החזותי מרחבי, בהם הושוו הנבדקים על בסיס גילם המנטאלי ($d = 0.42$) ומרווח הביטחון ($LCI = 0.18$; $UCI = 0.66$), מצביעים על הבדלים קטנים ומובהקים בין הקבוצות (מרווח הביטחון אינו כולל את האפס). קרי תפקודי הלוח החזותי-מרחבי של בעלי מוגבלות שכלית, נמצא לקוי באופן יחסית קטן בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה התואמים בגילם המנטאלי. על אף מובהקותם של הממצאים ההומוגניות נדחתה $Q_w(31) = 172.97, p < 0.000; I^2 = 82.08\%; \text{Tau} = 0.64$.

ג. במטרה לבדוק האם קיימים הבדלים בין ממוצעי גודלי האפקט שהתקבלו בכל מטה אנליזה, חושב אפקט בין סיווגי $(Q_b(1) = 23.93, p = 0.00)$. ממצא זה הצביע על כך, שגודל האפקט המתייחס לתפקודי הלוח החזותי-מרחבי של בעלי מוגבלות שכלית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה הזהים בגילם המנטאלי, קטן באופן משמעותי מגודל האפקט המשוקלל המתייחס לסוג זיכרון זה, כאשר ההשוואה בין הקבוצות היא על בסיס גילם הכרונולוגי. השוואה זו מחזקת את התוצאות שהתקבלו במטה אנליזה המתייחסת למשתנה הגיל. עם זאת, לאור הומוגניות בין מחקרי הלוח החזותי מרחבי, משתנה הגיל אינו מהווה משתנה ממתן.

3.3 תפקודי המעבד מרכזי (Central Executive) - השוואה בין הקבוצות (ID, TD)

הניתוח המתייחס להשוואה בין בעלי המוגבלות השכלית לבין בעלי ההתפתחות התקינה, באשר לתפקודי המעבד המרכזי (CE), כלל 27 מחקרים. בהם נבדקים בעלי מוגבלות שכלית ו-447 נבדקים בעלי ההתפתחות תקינה (סה"כ 1,506 נבדקים). גודלי האפקט (d) ומרווחי הביטחון (CI) בגובה 95% מוצגים בטבלה 12.

טבלה 12: תפקודי המעבד המרכזי של בעלי המוגבלות השכלית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה

Model	Studies	Statistics for each study					
		ID	TD	d	LCI	UCI	p-value
	Carretti et al. (2010)	28	28	0.45	-0.08	0.98	.099
	Cherry et al. (2000)	24	24	2.49	1.73	3.24	.000
	Cherry et al. (2002)	16	24	2.56	1.71	3.40	.000
	Danielsson et al. (2012)	22	22	0.87	0.25	1.49	.006
	Denielsson et al. (2010)	46	92	0.42	0.06	0.78	.022
	Don et al. (2003)	27	26	2.24	1.55	2.93	.000
	Henry & MacLea. (2002)	53	41	-0.47	-0.89	-0.06	.025
	Henry & Winfield. (2010)	35	32	0.22	-0.26	0.70	.375
	Henry. (2001)a*	21	25	1.65	0.98	2.32	.000
	Henry. (2001)b*	22	25	2.63	1.84	3.43	.000
	Lanfranchi et al. (2012)	45	45	0.51	0.08	0.93	.019
	Lanfranchi et al. (2004)a	18	18	1.53	0.78	2.29	.000
	Lanfranchi et al. (2004)b	22	22	0.59	-0.02	1.19	.057
	Lanfranchi et al. (2010)	15	15	0.99	0.23	1.75	.010
	Lanfranchi et al. (2002)	30	30	1.12	0.57	1.67	.000
	Leven et al. (2008)	20	18	2.21	1.40	3.02	.000
	Levorato et al. (2011)	38	23	0.42	-0.10	0.95	.113
	Menghini et al. (2010)	15	15	1.54	0.73	2.36	.000
	Munir et al. (2000)	25	25	1.41	0.79	2.03	.000
	Nash & Heath. (2011)	13	13	1.73	0.83	2.64	.000
	Numminen et al. (2002)	24	24	0.17	-0.40	0.74	.556
	Pennington et al. (2003)	28	28	0.15	-0.37	0.68	.569
	Schuchardt et al. (2010)	22	25	0.12	-0.45	0.69	.678
	Van der Molen et al. (2007)	50	25	0.23	-0.26	0.71	.359
	Van der Molen et al. (2009)	49	29	0.48	0.02	0.95	.042
	Van der Molen et al. (2010)	39	26	0.49	-0.01	1.00	.056
	Vicari et al. (1995)	15	24	0.84	0.17	1.51	.014
Random		762	744	0.96	0.68	1.24	.000

a,b- נבדקים שונים בקבוצת הניסוי והביקורת. a*,b* אותה קבוצת ביקורת, נבדקים שונים בקבוצת הניסוי. ID=Intellectual disability, TD=Typical development, d =Effect size, LCI/ UCI =Low / Upper Confidence intervals

מטבלה 12 עולה כי ממוצע גודל האפקט המשוקלל אשר התבסס על מודל האפקטים האקראיים (Random model), ($d = 0.96$) ומרווח הביטחון בגובה 95% ($LCI = 0.68$; $UCI = 1.24$), מצביעים על הבדלים גדולים

ומובהקים בתפקודי המעבד המרכזי של בעלי מוגבלות שכלית לבין בעלי ההתפתחות התקינה. על אף הממצא המובהק, מבחן ההטרוגניות הסטטיסטי התוך סיווגי, מצביע על הטרוגניות גדולה בין המחקרים השונים

$$Q_w(26) = 182.03, p < 0.001; I^2 = 85.72\%; \text{Tau} = 0.71$$

לאור תוצאות המטה אנליזה בנוגע למשתנה הגיל, ובניסיון להגיע להומוגניות סווגו **מחקרי המעבד המרכזי** על פי **משתנה זה**. קרי מחקרי מעבד מרכזי המשווים בין הקבוצות על בסיס הגיל המנטאלי ומחקרי מעבד מרכזי, המשווים בין הקבוצות על בסיס הגיל הכרונולוגי.

3.3.1 תפקודי המעבד המרכזי (CE) בזיקה למשתנה הגיל (CA, MA)

המטה האנליזה המתייחסת להשוואה בין תפקודי המעבד המרכזי (CE) של בעלי מוגבלות שכלית (ID) לבין בעלי ההתפתחות התקינה (ID) אשר הותאמו על **בסיס הגיל המנטאלי**, כללה 20 מחקרים (1,096 נבדקים). כמו כן הניתוח המתייחס להשוואה על בסיס **הגיל הכרונולוגי** כללה 14 מחקרים (886 נבדקים). לקבוצה זו נוספו שבעה מחקרים אשר הוצאו ממסד הנתונים הכולל (ראה הסבר בסעיף 1). גודלי האפקט (d) ומרווחי הביטחון (CI) בגובה 95% מוצגים בטבלה 13.

טבלה 13: תפקודי המעבד המרכזי- השוואה בין הקבוצות (ID, TD) בזיקה למשתנה הגיל (CA, MA)

Model	Group	Statistics for each study						
	Age	Studies	ID	TD	d	LCI	UCI	p-value
CA		Cherry et al. (2000)	24	24	2.49	1.73	3.24	.00
		Cherry et al. (2002)	16	24	2.56	1.71	3.40	.00
		Danielsson et al. (2012)*	22	22	2.71	1.89	3.53	.00
		Denielsson et al. (2010)	46	92	0.42	0.06	0.78	.02
		Don et al. (2003)	27	26	2.24	1.55	2.93	.00
		Henry & MacLea. (2002)*	53	41	1.22	0.78	1.67	.00
		Henry. (2001)a*	21	25	1.65	0.98	2.32	.00
		Henry. (2001)b*	22	25	2.63	1.84	3.43	.00
		Leven et al. (2008)	20	18	2.21	1.40	3.02	.00
		Munir et al. (2000)*	25	25	1.97	1.29	2.64	.00
		Schuchardt et al. (2010)*	22	25	2.74	1.94	3.53	.00
		Van der Molen et al. (2007)*	50	25	0.25	-0.23	0.73	.31
		Van der Molen et al. (2009)*	49	39	1.13	0.67	1.58	.00
		Van der Molen et al. (2010)*	39	39	1.21	0.73	1.70	.00
Random			436	450	1.74	1.36	2.11	.00
MA		Carretti et al. (2010)	28	28	0.45	-0.08	0.98	.10
		Danielsson et al. (2012)	22	22	0.87	0.25	1.49	.01
		Henry & MacLea. (2002)	53	41	-0.55	-0.97	-0.14	.01
		Henry & Winfield . (2010)	35	32	0.22	-0.26	0.70	.38
		Lanfranchi et al. (2012)	45	45	0.51	0.08	0.93	.02
		Lanfranchi et al. (2004)a	18	18	1.53	0.78	2.29	.00
		Lanfranchi et al. (2004)b	22	22	0.59	-0.02	1.19	.06
		Lanfranchi et al. (2010)	15	15	0.99	0.23	1.75	.01
		Lanfranchi et al.(2002)	30	30	1.12	0.57	1.67	.00
		Levorato et al. (2011)	38	23	0.42	-0.10	0.95	.11
		Menghini et al. (2010)	15	15	1.54	0.73	2.36	.00
		Munir et al. (2000)	25	25	1.41	0.79	2.03	.00
		Nash & Heath. (2011)	13	13	1.73	0.83	2.64	.00
		Numminen et al. (2002)	24	24	0.17	-0.40	0.74	.56
		Pennington et al. (2003)	28	28	0.15	-0.37	0.68	.57
		Schuchardt et al. (2010)	22	25	0.12	-0.45	0.69	.68
		Van der Molen et al. (2007)	50	25	0.23	-0.26	0.71	.36

Van der Molen et al. (2009)	49	29	0.48	0.02	0.95	.04
Van der Molen et al. (2010)	39	26	0.49	-0.01	1.00	.06
Vicari et al. (1995)	15	24	0.84	0.17	1.51	.01
Model	586	510	0.63	0.32	0.93	0.00

*מחקרים בהן השוו בעלי המוגבלות השכלית לשתי קבוצות ביקורת (CA/MA). a,b- נבדקים שונים בקבוצת הניסוי והביקורת.
ID=Intellectual disability, TD=Typical development, d=Effect size, LCI/ UCI =Low / Upper Confidence intervals,
CA=Chronological age, MA=Mental age

א. מטבלה 13 עולה כי ממוצע גודל האפקט המשוקלל שהתקבל במטה אנליזה המתייחסת לתפקודי המעבד המרכזי בהם הושוו הנבדקים על **בסיס גילם הכרונולוגי** ($d = 1.74$) ומרווח הביטחון ($LCI = 1.36$; $UCI = 2.11$), מצביעים על הבדלים גדולים ומובהקים בין הקבוצות (מרווח הביטחון אינו כולל את האפס). קרי, תפקודי המעבד המרכזי של בעלי המוגבלות השכלית הינו לקוי באופן משמעותי, בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה התואמים בגילם הכרונולוגי. על אף מובהקותם של הממצאים ההומוגניות בין המחקרים נדחתה. $Q_w(13) = 111.21$, $p < .001$; $I^2 = 88.31\%$; $Tau = 0.82$

ב. עוד עולה כי ממוצע גודל האפקט המשוקלל שהתקבל במטה אנליזה המתייחסת לתפקודי המעבד המרכזי, בהם הושוו הנבדקים על **בסיס גילם המנטאלי** ($d = 0.63$) ומרווח הביטחון ($LCI = 0.32$; $UCI = 0.93$), מצביעים על הבדלים בינוניים ומובהקים בין הקבוצות (מרווח הביטחון אינו כולל את האפס). קרי, תפקודי המעבד המרכזי של בעלי מוגבלות שכלית, לקוי בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה התואמים בגילם המנטאלי. על אף מובהקותם של הממצאים ההומוגניות בין המחקרים נדחתה. $Q_w(19) = 74.80$, $p < .001$; $I^2 = 72.85\%$; $Tau = 0.46$ בלבד ($Age < 12$), ואילו הקבוצה בעלת המוגבלות השכלית כללה כ- 70% מתבגרים בגילאי 12-21.

ג. במטרה לבדוק האם קיימים הבדלים בין ממוצעי גודלי האפקט שהתקבלו בכל מטה אנליזה (CE) בזיקה למשתנה הגיל (CA, MA), חושב אפקט בין סיווגי ($Q_b(1) = 50.22$, $p < .001$). על אף העובדה כי לא הושגה הומוגניות בשתי מערכות הנתונים, ניכר הבדל מובהק בין גודלי האפקט, המתייחסים למשתנה הגיל. קרי, גודל האפקט המשוקלל, המתייחס לתפקודי **המעבד המרכזי** במטה אנליזה המשווה בין קבוצות שהותאמו על בסיס הגיל המנטאלי, **קטן** באופן מובהק מגודל האפקט המשוקלל המתייחס לסוג זיכרון זה כאשר הקבוצות הושוו על בסיס גילם הכרונולוגי. השוואה זו מחזקת את התוצאות שהתקבלו במטה אנליזה המתייחסת למשתנה הגיל כפי שהוצג קודם לכן. לאור העובדה כי לא הושגה הומוגניות בשתי קטגוריות הגיל, משתנה זה **אינו מהווה משתנה ממתן** בקבוצת המחקרים המתייחסים לתפקודי המעבד המרכזי.

3.4 השוואה בין ממוצעי גדלי האפקט המתייחסים לשלושת רכיבי הזיכרון העבודה

במטה אנליזה זו ביקשנו לבדוק האם משתנה סוג הזיכרון הינו משתנה ממתן, העשוי להסביר את ההבדלים שנמצאו בין הקבוצות באשר לתפקודי זיכרון העבודה. כפי שצוין קודם לכן, מן ההבדלים בגודל האפקט המשוקלל משתי קטגוריות הומוגניות משתמע קיומו של משתנה ממתן. בטבלה 14 מוצגים מבחני ההומוגניות הבין סיווגי השונים, שנערכו בזיקה למשתנה רכיב הזיכרון.

טבלה 14: מודל קטגוריות - השוואה בין ממוצעי גדלי האפקט המתייחסים למשתנה רכיב הזיכרון ומשתנה הגיל

Group by		Effect size and 95% CI				Heterogeneity Within studies (Q_w)				Between Studies Effect (Q_b)
	Subgroup within study	N Studies	d	LCI	UCI	Q-value	df (Q)	P-value	I^2	Tau
Memory										8.27
										$P < .05$
	PHL	48	1.04	0.83	1.25	211.00	47	.000	77.72	0.58
	VSS	36	0.58	0.34	0.82	244.67	35	.000	85.70	0.75
	CE	27	0.96	0.68	1.24	182.03	26	.000	85.72	0.71
Memory x Age (MA)										9.61
										$P = .008$
	PHL	39	0.87	0.67	1.06	120.21	38	.000	68.40	0.45
	VSS	32	0.41	0.20	0.62	172.96	31	.000	82.07	0.64
	CE	20	0.62	0.35	0.88	66.54	16	.000	71.44	0.44
Memory x Age (CA)										0.03
										$P = .8$
	PHL	16	1.74	1.32	2.15	17.70	15	.000	88.31	0.65
	VSS	9	1.71	1.21	2.21	15.45	8	.000	72.51	0.49
	CE	14	1.74	1.34	2.15	44.08	13	.000	82.78	0.82

ID=Intellectual disability, TD=Typical development, d =Effect size, LCI/ UCI =Low / Upper Confidence intervals, CA=Chronological age, MA=Mental age, PHL=Phonological loop, VSS= Visuo-Spatial Sketchpad, CE= Central Executive

א. מטבלה 14 עולה כי גודל האפקט, המתייחס לתפקודי הלולאה הפונולוגית של בעלי מוגבלות שכלית, בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה מצביע על הבדלים גדולים ($d > 0.8$), בכל אחד מהחתכים שנעשו. עוד ניתן לראות כי בכל רכיבי הזיכרון, גדלי האפקט מצביעים על הבדלים קטנים יותר בין הקבוצות, כאשר בסיס ההשוואה הוא הגיל המנטאלי ($0.2 < d < 0.8$), לעומת הגיל הכרונולוגי ($d \geq 1.7$).

ב. בחינת משתנה רכיב הזיכרון כמשתנה ממתן - משתנה רכיב הזיכרון לבדו אינו מהווה משתנה ממתן, היות ובכל אחת מן הקטגוריות (לולאה פונולוגית, לוח חזותי-מרחבי והמעבד מרכזי) נדחתה ההומוגניות, קרי קיימת מידה רבה של חוסר עקביות בין המחקרים. עם זאת, האפקט הבין סיווגי (Q_b), מצביע על הבדלים בין גדלי האפקט השונים. כלומר, תפקודי הלוח החזותי מרחבי של בעלי מוגבלות שכלית נמצא פחות לקוי בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה, ואילו תפקודי הלולאה הפונולוגית והמעבד המרכזי מצביעים על הבדלים גדולים בין הקבוצות.

כפי שכבר צוין קודם לכן, עפ"י חוקי המטה אנליזה חישוב ניגודיות בין ממוצעי גדלי האפקט השונים, עשוי להתבצע בעקבות אפקט בין סיווגי מובהק, גם כאשר אחד הסיווגים, או שניהם, אינם הומוגניים. במקרה זה, מניגוד מובהק עולה כי הניתוחים הינם בעלי אופי של גישוש, במידה מסוימת, ושקשה לדעת בדיוק אלו

גורמים אחרים עשויים היו לתרום לאפקט המובהק הבין סיווגי (Hedges & Olkin, 1985). חישוב הניגודיות בין גדלי האפקט המתייחסים לתפקודי הלולאה הפונולוגית והלוח החזותי-מרחבי, מצביע על הבדלים מובהקים בין ממוצעי גודלי האפקט המשוקללים ($\chi^2(1) = 8.02, p = .005$). כלומר, ניכר תפקוד טוב יותר של בעלי המוגבלות השכלית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה ברכיב הלוח החזותי מרחבי, בהשוואה לתפקודם ברכיב הלולאה הפונולוגית. לעומת זאת, לא נמצאו הבדלים בין גדלי האפקט המתייחסים להשוואה בין תפקודי הלולאה הפונולוגית והמעבד המרכזי ($\chi^2(1) = 0.29, p = .25$).

ג. בחינת רכיב הזיכרון כמשתנה ממתן בזיקה למשתנה הגיל: תוצאות דומות התקבלו גם כאשר נבחן משתנה רכיב הזיכרון, בזיקה למשתנה הגיל המנטאלי. ההומוגניות נדחתה בכל רכיב זיכרון אך, האפקט הבין סיווגי הצביע על הבדלים בין רכיבי מערכת זיכרון העבודה. גודל האפקט המשוקלל המתייחס לתפקודי הלוח החזותי מרחבי, קטן באופן מובהק מגודל האפקט המשוקלל, המתייחס לתפקודי הלולאה הפונולוגית ($\chi^2(1) = 8.95, p < .005$). כלומר תפקודי הלוח החזותי מרחבי, של בעלי המוגבלות השכלית, בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה הזהים בגילם המנטאלי, נמצאו פחות פגועים בהשוואה לתפקודי הלולאה הפונולוגית. עם זאת, לא ניכר הבדל מובהק בין גודלי האפקט, המתייחסים לתפקודי הלולאה הפונולוגית והמעבד המרכזי ($\chi^2(1) = 2.92, p = .88$). מן הראוי לציין, כי במחקרים המהווים את מסד הנתונים לחתך המתייחס לגיל המנטאלי, גילם הכרונולוגי של המשתתפים בעלי המוגבלות השכלית נע בין 12 ל-50, ואילו גיל הנבדקים בקבוצת הביקורת נע בין 5-10.

ד. עוד עולה מן הטבלה כי לא הושגה הומוגניות בכל קטגוריה, המתייחסת לרכיבי זיכרון העבודה, כאשר הקבוצות מותאמות בגילן הכרונולוגי. כמו כן, האפקט הבין סיווגי לא נמצא מובהק. מכאן, ניכרים הבדלים גדולים ($d < .1$), בין בעלי המוגבלות השכלית ובעלי ההתפתחות התקינה בכל רכיב זיכרון עבודה. על כן, משתנה רכיב הזיכרון אינו מהווה משתנה ממתן בקבוצת מחקרים אלו.

לסיכום, בחינת המודל הקטגורי, שנערך לגבי ההשוואה בין רכיבי מערכת זיכרון העבודה השונים של בעלי מוגבלות שכלית לבעלי ההתפתחות התקינה, הצביע על כך שמשתנה **סוג הזיכרון אינו מהווה משתנה ממתן**, ולכן אין באפשרותו להסביר את ההבדלים שנמצאו בין המחקרים. תוצאה דומה התקבלה גם כאשר, סווגו המחקרים על בסיס האינטראקציה בין משתנה רכיב הזיכרון ומשתנה הגיל. עם זאת, בכל רכיבי זיכרון העבודה שנבדקו, ניכר כי הפערים בין הקבוצות קטנים, כאשר ההשוואה היא על בסיס הגיל המנטאלי, בעיקר בהתייחס לרכיב הלוח החזותי-מרחבי והמעבד המרכזי.

4. תפקודי זיכרון העבודה - השוואה בין הקבוצות (TD, ID) בזיקה למשתנה סוג המטלה

הניתוח המתייחס למשתנה סוג המטלה מטרתו, לבדוק את תפקודי זיכרון העבודה של אוכלוסיות בעלות מוגבלות שכלית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה **בכל רכיב זיכרון עבודה בנפרד**. במילים האחרות, במטה אנליזה זו אנו מבקשים לבצע בדיקה מעמיקה ועצמאית יותר של הנתונים בתוך כל רכיב זיכרון בנפרד.

נזכיר בקצרה, כי בחינת **סוג המטלה** כמשתנה ממתן פוטנציאלי נעוץ בעובדה כי קיים שוני בין המטלות השונות האמורות לבדוק, לכאורה, את אותו סוג זיכרון, הן ברמות הקושי והן בדרישות המטלה (Bopp &

Verhaeghen, 2005; Brock & Jarrold, 2004; Yirmiya, Erel, Shaked, & Solomonica-Levi, 1998; Thomason et al., 2009; Unsworth & Engle, 2007).

המחקרים שנכללים במסד הנתונים סווגו תחילה בדומה למטה אנליזה העוסקת במשתנה רכיב מערכת זיכרון העבודה (הלולאה הפונולוגית, הלוח החזותי מרחבי זיכרון מרחבי חזותי והמעבד המרכזי), כאשר לגבי כל רכיב נעשתה חלוקה נוספת מובחנת. על מנת לבצע חלוקה זו הוגדר משתנה סוג המטלה כ"Subgroup within study" (Borenstein et al., 2009), ובכך התאפשר לבצע השוואה גם כאשר הנבדקים חוזרים על עצמם, ולא להפר את הנחת אי התלות בין המחקרים (Rosenthal, 1991). מן הראוי לציין, כי במקרים בהם נבדקה אותה מטלה יותר מפעם אחת בווריאציות שונות (ראה טבלה 5), חושב ממוצע גודל אפקט משוקלל, בהתאם לחוקי המטה אנליזה.

בפרק זה יוצגו בפני הקורא שלוש מטה אנליזות אודות סוג המטלה. תחילה, תוצגנה מטה אנליזה המתייחסת לאבחנה בין סוגי מטלות מילוליות, הבדקות את רכיב הלולאה הפונולוגית (Digit span, Word span, Non word repetition task, Verbal memory-g). לאחר מכן, תוצגנה מטה אנליזה המתייחסת להבחנה בין מטלות חזותיות ומרחביות, המתייחסות לרכיב הלוח חזותי-מרחבי. לבסוף, תוצג מטה אנליזה המתייחסת להבחנה בין מטלות המעבד המרכזי בזיקה למשתנה רמת הבקרה (רמת קושי) (Level1, Level2, Level3) ואופנות המטלה (מילולי, חזותי-מרחבי, מטלה כפולה).

4.1 תפקודי הלולאה הפונולוגית בזיקה למשתנה סוג המטלה

במטרה לבדוק האם קיימים הבדלים בתפקודי הלולאה הפונולוגית של בעלי מוגבלות שכלית לבין בעלי ההתפתחות התקינה **במטלות מילוליות שונות**, סווגו המחקרים לארבע קבוצות. בהתאם לספרות המחקרית הרלוונטית, נקבעו שלוש קבוצות של מטלות מילוליות: מטלות טווח ספרות לפנים (Digit span), מטלת טווח מילים (Word span) ומילות תפל (Non word repetition task). בקבוצה הרביעית, נכללו מבחנים מילוליים אחרים, פחות שכיחים אשר לא תאמו לשלוש הקטגוריות הקודמות שצוינו. קבוצת מחקרים אלו סווגו יחד כמטלות זיכרון מילולי כללי (Verbal memory-g). בטבלה 15 שלהלן, מופיע הניתוח המתייחס להשוואה בין בעלי המוגבלות השכלית לבין בעלי ההתפתחות התקינה בכל אחת מהמטלות המילוליות.

טבלה 15: השוואה בין הקבוצות (ID, TD) במטלות מילוליות שונות, הבדקות את תפקודי הלולאה הפונולוגית

Model	Subgroup within study	Statistics for each study						
	Type of task	Studies	ID	TD	<i>d</i>	LCI	UCI	p-Value
	Digit span	Abdelhameed et al. (2010)	26	26	2.68	1.94	3.43	.000
		Brock & Jarrold. (2004)	21	29	1.35	0.73	1.97	.000
		Brock & Jarrold. (2005)	32	36	1.69	1.13	2.24	.000
		Byren et al.(1995)	23	29	1.34	0.74	1.95	.000
		Cairns & Jarrold. (2005)	18	11	1.62	0.76	2.48	.000
		Cherry et al. (2000)	24	24	2.51	1.75	3.27	.000
		Cherry et al. (2002)	16	24	2.57	1.72	3.41	.000
		Don et al. (2003)	27	26	1.49	0.88	2.09	.000
		Henry & MacLea. (2002)	53	41	-0.12	-0.53	0.29	.562
		Henry & Winfield . (2010)	35	32	0.94	0.44	1.45	.000
		Henry. (2001)a*	21	25	1.54	0.88	2.20	.000
		Henry. (2001)b*	22	25	1.89	1.20	2.57	.000
		Hick et al. (2005)	12	12	1.35	0.46	2.23	.003
		Jarrold et al. (1999)	16	16	-0.71	-1.42	0.01	.052
		Jarrold et al. (2002)	19	19	1.70	0.95	2.44	.000
		Kohei & Toshiaki. (2008)	16	16	2.17	1.30	3.05	.000
		Laws. (2002)	16	16	1.48	0.70	2.27	.000
		Leven et al. (2008)	22	17	2.77	1.89	3.65	.000
		McDuffie et al. (2007)	20	19	-0.05	-0.68	0.57	.865
		Menghini et al. (2010)	15	15	0.75	0.01	1.49	.048
		Miolo et al. (2005)	19	19	0.29	-0.35	0.93	.376
		Munir et al. (2000)	25	25	1.50	0.87	2.12	.000
		Numminen et al. (2002)	24	24	0.00	-0.57	0.57	.999
		Pennington et al. (2003)	28	28	1.00	0.44	1.56	.000
		Schuchardt et al. (2010)	22	25	0.63	0.04	1.22	.036
		Seung & Chapman. (2000)	35	35	0.96	0.46	1.45	.000
		Van der Molen et al. (2007)	50	25	0.71	0.22	1.20	.005
		Van der Molen et al. (2009)	49	29	0.34	-0.13	0.80	.155
		Van der Molen et al. (2010)	39	26	0.20	-0.29	0.70	.425
		Vicari et al (1996)b	16	16	0.11	-0.59	0.80	.764
Random			761	710	1.11	0.86	1.35	.000
	Non-word repetition task	Abdelhameed et al. (2010)	26	26	1.27	0.67	1.87	.000
		McDuffie et al. (2007)	20	19	0.54	-0.10	1.17	.101
		Miolo et al. (2005)	19	19	0.94	0.27	1.61	.006
		Munir et al. (2000)	25	25	1.07	0.48	1.66	.000
		Numminen et al. (2002)	24	24	0.83	0.24	1.42	.006
		Schuchardt et al. (2010)	22	25	0.60	0.01	1.19	.048
		Schuchardt et al. (2011)	22	22	0.82	0.20	1.44	.009
		Van der Molen et al. (2007)	50	25	0.45	-0.03	0.94	.067
		Van der Molen et al. (2009)	49	29	0.59	0.12	1.06	.014
		Van der Molen et al. (2010)	39	26	0.71	0.20	1.23	.006
Random			296	240	0.78	0.36	1.19	.000
	Verbal memory-g	Brock & Jarrold. (2004)	21	29	1.23	0.62	1.85	.000
		Denielsson et al. (2010)	46	92	0.23	-0.12	0.59	.195
		Henry. (2010)	39	25	0.14	-0.37	0.64	.597
		Jarrold et al. (2009)	21	61	1.13	0.61	1.66	.000

		Mosse & Jarrold. (2010)	17	24	1.02	0.36	1.68	.002
		Natsopoulos et al.(2002)	15	16	0.91	0.17	1.65	.016
		Purser & Jarrold. (2005)	12	25	1.45	0.69	2.21	.000
Random			171	272	0.84	0.34	1.34	.001
	Word span	Carretti et al. (2010)	28	28	0.11	-0.41	0.64	.675
		Frenkel & Bourdin. (2009)	54	54	1.19	0.78	1.60	.000
		Henry & MacLea. (2002)	53	41	0.94	0.51	1.37	.000
		Henry & Winfield . (2010)	35	32	0.60	0.11	1.09	.016
		Henry. (2001)a*	21	25	1.67	1.00	2.34	.000
		Henry. (2001)b*	22	25	1.86	1.17	2.54	.000
		Hick et al. (2005)	12	12	1.69	0.75	2.62	.000
		Jarrold et al. (2000)	14	14	0.59	-0.17	1.34	.129
		Jarrold et al. (2004)	15	16	0.92	0.18	1.66	.015
		Jarrold et al. (2009)	21	61	1.77	1.21	2.34	.000
		Kanno & Ikeda (2002)	28	10	1.99	1.14	2.84	.000
		Lanfranchi et al. (2004)a	18	18	0.81	0.13	1.49	.019
		Lanfranchi et al.(2002)	30	30	0.46	-0.05	0.98	.076
		Levorato et al. (2011)	38	23	1.74	1.14	2.35	.000
		Rosenquist et al. (2003)	19	23	0.82	0.18	1.45	.012
		Schuchardt et al. (2011)	22	22	0.09	-0.50	0.68	.762
		Vicari et al. (1996)a	12	12	0.25	-0.55	1.06	.537
		Vicari et al. (2004)	23	26	1.23	0.60	1.86	.000
Random			465	472	1.02	0.71	1.34	.000

a,b נבדקים שונים בקבוצת הניסוי והביקורת. a*,b* אותה קבוצת ביקורת, נבדקים שונים בקבוצת הניסוי. ID=Intellectual disability, TD=Typical development, d=Effect size, LCI/ UCI =Low / Upper Confidence intervals

מטבלה 15 עולה כי, ממוצע גודל האפקט המשוקלל אשר התבסס על מודל האפקטים האקראיים (Random model), בכל קטגוריה של סוג המטלה המילולית (לולאה פונולוגית), ומרווחי הביטחון מצביעים על הבדלים גדולים ומובהקים בין הקבוצות (מרווחי היטחון אינם כוללים את האפס). על אף הממצאים המובהקים, מבחן ההטרוגניות הסטטיסטי התוך-סיווגי בשלוש קטגוריות של סוג המטלה, מצביע על הטרוגניות גדולה בין המחקרים השונים, ואילו הומוגניות הושגה בקבוצת המחקרים בהן נבדקה מטלת מילות תפל בלבד (ראה טבלה 16).

4.1.1 תפקודי הלולאה הפונולוגית בזיקה למשתנה סוג המטלה ומשתנה הגיל

לאור תוצאות המטה אנליזה בנוגע למשתנה הגיל, ובניסיון להגיע להומוגניות, סווגו המחקרים בזיקה למשתנה הגיל (MA\CA). פירוט הסטטיסטיקה הרלוונטית לכל מחקר מופיע בנספחים 6-7. בטבלה הבאה מוצג מודל קטגוריות במטרה לבחון האם משתנה סוג המטלה מהווה משתנה ממתן. יובהר כי למטה אנליזה הנוכחית נוספו שישה מחקרים העוסקים, בהשוואה בין הקבוצות התואמות בגילן הכרונולוגי, אשר הוצאו ממסד הנתונים הכולל בשל החשש להפרת אי התלות בין המחקרים (Rosenthal, 1991).

טבלה 16: מודל קטגוריות - השוואה בין ממוצעי גדלי האפקט המתייחסים לסוג המטלה, בתוך רכיב הלולאה הפונולוגית

Group by		Effect size and 95% CI					Heterogeneity Within studies (Q_w)			Between Studies Effect (Q_b)
	Subgroup within study	N Studies	d	LCI	UCI	Q-value	df (Q)	P-value	I ²	Tau
PHL	Type of task									2.23 P=.52
	Digit span	30	1.11	0.86	1.35	205.07	29	.000	85.86	0.78
	Non-word task	10	0.78	0.36	1.19	7.02	9	.635	0	0
	Verbal memory-g	7	0.84	0.34	1.34	21.80	6	.001	72.48	0.46
	Word span	18	1.02	0.70	1.34	63.33	17	.000	73.16	0.50
PHL x Age (MA)	Type of task									0.78 P=.85
	Digit span	22	0.80	0.55	1.05	122.33	21	.000	82.83	0.66
	Non-word task	10	0.77	0.41	1.14	7.02	9	.635	0.00	0.00
	Verbal memory-g	6	0.95	0.47	1.44	12.89	5	.024	61.21	0.40
	Word span	16	0.93	0.64	1.23	52.04	15	.000	71.18	0.47
PHL x Age (CA)	Type of task									-
	Digit span	14	1.91	1.60	2.21	36.23	13	.001	64.11	0.43
	Non-word task	5	1.13	0.66	1.60	5.20	4	.267	23.10	0.15
	Verbal memory-g	2	1.02	0.30	1.75	24.38	1	.000	95.90	1.23
	Word span	3	1.68	1.06	2.31	0.49	2	.781	0.00	0.00

PHL=Phonological loop, ID=Intellectual disability, TD=Typical development, d=Effect size, LCI/ UCI =Low / Upper Confidence intervals, CA=Chronological age, MA=Mental age

א. **בחינת משתנה סוג המטלה המילולית כמשתנה ממתן:** האפקט הבין סיווגי (Q_b) הצביע על כך, שאין הבדלים בין ממוצעי גדלי האפקט במטלות השונות. כלומר, תפקודי הלולאה הפונולוגית של בעלי המוגבלות השכלית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה, נמצאו ליקויים בכל המטלות המילוליות השונות, ולא נמצאו הבדלים בין גדלי האפקט. לאור זאת, ולאור ההטרוגניות הגדולה בין המחקרים בשלוש קטגוריות של סוג המטלה, משתנה זה אינו מהווה משתנה ממתן.

ב. **בחינת משתנה סוג המטלה בזיקה למשתנה הגיל (CA, MA):**

1. גודל האפקט המתייחס להשוואה בין הקבוצות (ID, TD) התואמים **בגילם המנטאלי**, בכל אחת מהמטלות המילוליות הבודקות את תפקודי הלולאה הפונולוגית, מצביע על הבדלים גדולים ומובהקים

בין הקבוצות ($d \geq 8$) (ראה הרחבה בנספח 6). על אף הממצאים המובהקים, הומוגניות הושגה במטלת מילות תפל (Non word repetition task) בלבד. האפקט הבין סיווגי אינו מצביע על הבדלים בין ממוצעי גודלי האפקט השונים. כלומר, נמצא הבדל גדול בכל אחת ממטלות הלולאה בין בעלי מוגבלות שכלית ובעלי ההתפתחות התקינה, ללא אבחנה בין המטלות המילוליות. לאור זאת, **משתנה סוג המטלה המילולית אינו מהווה משתנה ממתן**.

ג. במטרה לעמוד על תפקודם של בעלי המוגבלות השכלית בכל אחת **מהמטלות המילוליות** בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה הזהים **בגילם הכרונולוגי**, נוספו למסד הנתונים שמונת המחקרים, שהוסרו מהמטה אנליזה הכללית. עם זאת, בשל כמות המחקרים הקטנה בשלוש מבין ארבע קטגוריות המתייחסות למשתנה סוג המטלה, לא ניתן לעמוד על ההבדלים בין גודלי האפקט בכל קטגוריה. אך מן הראוי לציין, כי גודל האפקט בכל קטגוריה מצביע על הבדלים גדולים מאוד בין הקבוצות. ב-93% מבין כלל המחקרים המהווים את מסד הנתונים ניכרים הבדלים גדולים בין הקבוצות. הזהות בגילן הכרונולוגי ($d > 1$) (ראה נספח 7).

לסיכום, תוצאות המטה אנליזה בכל קטגוריה של משתנה סוג המטלה המילולית, הצביעו על הבדלים גדולים בתפקודי זיכרון העבודה המילולי של בעלי המוגבלות השכלית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה. ממוצע גודל האפקט המשוכלל בכל קטגוריה המתייחסת למשתנה סוג המטלה היה גדול ומובהק. תוצאות אלו באו לידי ביטוי, גם כאשר נעשה ניסיון לסווג את המטלות השונות עפ"י משתנה הגיל. בחינת המודל הקטגורי הצביעה על אפקט סיווגי לא מובהק, ומכאן אין הבדלים בין המטלות השונות. משתנה סוג המטלה המילולית (בלולאה הפונולוגית), אינו מהווה משתנה ממתן. קרי, קיימים, לכאורה, גורמים אחרים העשויים להסביר את ההבדלים בין המחקרים.

4.2 תפקודי הלוח החזותי מרחבי בזיקה למשתנה סוג המטלה

במטרה לבדוק האם קיימים הבדלים בתפקודם של בעלי המוגבלות השכלית בין סוגי המטלות, המיוחסות לרכיב הלוח החזותי מרחבי, סווגו המחקרים לשתי קבוצות: מטלות מרחביות (Spatial task) ומטלות חזותיות (Visual task). נזכיר, כי חלוקה זו נעשתה בקנה אחד עם הספרות המחקרית המדגישה את חשיבות ההבחנה בין העיבוד החזותי לעיבוד המרחבי (Baddeley, 2000a, 2003; Della Sala et al., 1999; Frenkel et al., 2007; Mills et al., 2013).

הניתוח המתייחס להשוואה בין בעלי המוגבלות השכלית (ID) ובעלי ההתפתחות התקינה (TD) במטלות מרחביות, כלל 31 מחקרים בהם 1,565 נבדקים. הניתוח המתייחס להשוואה בין הקבוצות במטלות חזותיות, כלל 15 מחקרים בהם 803 נבדקים. גודלי האפקט (d) ומרווחי הביטחון (CI) בגובה 95% מוצגים בטבלה הבאה.

טבלה 17: רכיב הלוח החזותי מרחבי - השוואה בין בעלי מוגבלות שכלית לבעלי ההתפתחות התקינה במטלות מרחביות ומטלות חזותיות

Model	Subgroup within study	Studies	Statistics for each study					
	Type of task		ID	TD	d	LCI	UCI	p-value
	Spatial Task	Brock & Jarrold. (2005)	32	36	0.33	-0.15	0.80	.183
		Carretti & Lanfranchi. (2010)	20	20	1.59	0.88	2.31	.000
		Frenkel & Bourdin. (2009)	54	54	-0.02	-0.40	0.36	.920
		Henry & MacLea. (2002)	53	41	-0.85	-1.28	-0.43	.000
		Henry & Winfield . (2010)	35	32	0.02	-0.46	0.50	.936
		Henry. (2001)a*	21	25	1.61	0.94	2.28	.000
		Henry. (2001)b*	22	25	2.08	1.37	2.80	.000
		Jarrold et al. (1999)	16	16	-0.03	-0.72	0.66	.936
		Jarrold et al. (2002)	19	19	0.33	-0.32	0.98	.320
		Jarrold et al. (2007)	16	15	0.48	-0.23	1.20	.186
		Lanfranchi et al. (2004)b	22	22	-0.12	-0.72	0.47	.682
		Lanfranchi et al. (2009)	34	34	0.60	0.12	1.09	.015
		Laws. (2002)	16	16	-1.59	-2.39	-0.80	.000
		McDuffie et al. (2007)	20	19	-0.30	-0.93	0.33	.350
		Menghini et al. (2010)	15	15	2.13	1.23	3.02	.000
		Mosse & Jarrold. (2010)	17	24	0.34	-0.28	0.97	.284
		Munir et al. (2000)	25	25	1.32	0.71	1.94	.000
		Numminen et al. (2002)	24	24	0.64	0.06	1.22	.031
		Pennington et al. (2003)	28	28	0.20	-0.32	0.73	.454
		Purser & Jarrold. (2005)	12	25	0.30	-0.39	0.99	.398
		Schuchardt et al. (2010)	22	25	0.15	-0.43	0.72	.614
		Van der Molen et al. (2009)	49	29	0.67	0.20	1.14	.005
		Van der Molen et al. (2010)	39	26	0.74	0.22	1.25	.005
		Vicari et al. (1996)b	16	16	1.08	0.34	1.82	.004
		Vicari et al. (2000)	14	20	2.00	1.17	2.84	.000
		Vicari et al. (2003)	13	26	1.23	0.51	1.95	.001
		Vicari et al. (2006)a	18	18	0.74	0.06	1.41	.032
		Vicari et al. (2006)b	15	15	1.26	0.48	2.04	.002
		Vicari et al. (2007)a*	26	47	1.54	1.00	2.08	.000
		Vicari et al. (2007)b*	26	47	0.54	0.05	1.02	.031
		Visu-Petra et al. (2007)	21	21	0.63	0.00	1.26	.051
Random			760	805	0.61	0.32	0.90	.000
	Visual Task	Byren et al.(1995)	22	29	1.10	0.50	1.69	.000
		Frenkel & Bourdin. (2009)	54	54	0.40	0.02	0.78	.041
		Henry & MacLea. (2002)	53	41	-0.88	-1.30	-0.45	.000
		Henry & Winfield . (2010)	35	32	0.24	-0.24	0.73	.326
		Henry. (2001)a*	21	25	1.41	0.76	2.06	.000
		Henry. (2001)b*	22	25	1.94	1.25	2.64	.000
		Hick et al. (2005)	12	12	0.82	-0.02	1.65	.055
		Jarrold et al. (1999)	16	16	-0.08	-0.78	0.61	.810
		Jarrold et al. (2007)	16	15	0.00	-0.71	0.70	.990
		Leven et al. (2008)	23	18	3.25	2.31	4.18	.000
		Miolo et al. (2005)	19	19	-0.24	-0.88	0.39	.455
		Rosenquist et al. (2003)	19	23	-1.12	-1.78	-0.47	.001
		Van der Molen et al. (2009)	49	29	-0.22	-0.68	0.24	.349
		Van der Molen et al. (2010)	39	26	-0.16	-0.66	0.33	.523
		Vicari et al. (2003)	13	26	0.00	-0.67	0.67	1.000
Random			413	390	0.38	-0.03	0.80	.070

a,b- נבדקים שונים בקבוצת הניסוי והביקורת. a*,b* אותה קבוצת ביקורת, נבדקים שונים בקבוצת הניסוי. ID=Intellectual disability, TD=Typical development, d=Effect size, LCI/ UCI =Low / Upper Confidence intervals.

מטבלה 17 עולה כי ממוצע גודל האפקט המשוקלל ($d = 0.61$) ומרווח הביטחון ($LCI = 0.32$; $UCI = 0.90$) המתייחסים למטלות המרחביות (Spatial task), מצביעים על הבדלים בינוניים ומובהקים, בין בעלי מוגבלות שכלית לבין בעלי ההתפתחות התקינה. בהמשך לכך, ממוצע גודל האפקט ($d = 0.38$) ומרווח הביטחון ($LCI = -0.38$; $UCI = 0.80$) המתייחסים למטלות החזותיות (Visual Task), מצביעים על הבדלים קטנים ולא מובהקים בין הקבוצות. כלומר, ניכר כי לא קיים פער משמעותי בתפקודי הזיכרון החזותי של בעלי מוגבלות שכלית לבין בעלי ההתפתחות התקינה. על אף הממצאים שהתקבלו, מבחן ההטרוגניות הסטטיסטי התוך סיווגי מצביע על הטרוגניות גדולה בין המחקרים השונים בכל תת קבוצה (ראה טבלה 17). בניסיון להגיע להומוגניות סווגו המחקרים לפי אינטראקציה בין משתנה סוג המטלה ומשתנה הגיל.

4.2.1 תפקודי הלוח החזותי מרחבי בזיקה למשתנה סוג המטלה ומשתנה הגיל

מחקרי זיכרון העבודה בהן נבחן רכיב הלוח החזותי מרחבי, סווגו על פי סוג המטלה ומשתנה והגיל. פירוט הסטטיסטיקה הרלוונטית לכל תת מטה אנליזה מופיע בנספחים 8-9. מן הראוי לציין כי, למסד הנתונים המתייחסים לגיל הכרונולוגי נוספו 5 מחקרים, שהוסרו מהחישוב הקודם (ראה הסבר סעיף 1). בטבלה הבאה מוצג מודל קטגוריות במטרה לבחון האם משתנה סוג המטלה החזותית-מרחבית מהווה משתנה ממתן.

טבלה 18: מודל קטגוריות - השוואה בין ממוצעי גדלי האפקט המתייחסים לסוג המטלה, בתוך רכיב של הלוח החזותי מרחבי

Group by	Subgroup within study	Effect size and 95% confidence interval				Heterogeneity Within studies (Q_w)				Between Studies Effect (Q_b)
		N Studies	d	LCI	UCI	Q-value	df (Q)	P-value	I^2	Tau
VSS	Type of task									0.82 P=.363
	Spatial task	31	0.61	0.32	0.90	190.61	30	0.000	84.26	0.69
	Visual task	15	0.38	-0.03	0.80	138.98	14	0.000	89.92	0.87
VSS X Age (MA)	Type of task									7.58 P=.006
	Spatial task	29	0.52	0.28	0.77	159.20	28	0.000	82.41	0.64
	Visual task	11	-0.13	-0.52	0.27	35.80	10	0.000	72.07	0.45
VSS X Age (CA)	Type of task									0.33 P=.560
	Spatial task	7	1.65	1.27	2.03	11.79	6	0.067	49.1	0.29
	Visual task	7	1.49	1.11	1.87	24.38	6	0.170	75.40	0.20

VSS= Visuo Spatial-Sketchpad, ID=Intellectual disability, TD=Typical development, d =Effect size, LCI/ UCI =Low / Upper Confidence intervals, CA=Chronological age, MA=Mental age

א. בחינת משתנה סוג המטלה כמשתנה ממתן: חישוב האפקט הבין-סיווגי, שמטרתו לבדוק האם קיימים הבדלים בין ממוצעי גדלי האפקט, בכל קטגוריה המתייחסת למשתנה סוג המטלה החזותי-מרחבי, מצביע על כך שאין הבדל בין ממוצעי גדלי האפקט. קרי, קיימים הבדלים בינוניים בין בעלי מוגבלות שכלית לבין בעלי ההתפתחות התקינה הן במטלות מרחביות והן במטלות חזותיות. לאור זאת ולאור ההטרוגניות הגדולה שנמצאה בכל קטגוריה, משתנה סוג המטלה אינו מהווה משתנה ממתן בקבוצת מחקרים אלו.

ב. בחינת משתנה סוג המטלה כמשתנה ממתן בזיקה למשתנה הגיל:

1. **השוואה בין הקבוצות בזיקה על פי הגיל המנטאלי:** כאשר בוצעה חלוקה נוספת ומובחנת של המחקרים בהתבסס על סוג המטלה והגיל המנטאלי, נמצא שקיים הבדל גדול ומובהק בין גדלי האפקט המתייחסים לסוג המטלה. כלומר, קיים הבדל בינוני בין בעלי מוגבלות שכלית ובעלי ההתפתחות התקינה הזהים בגילם המנטאלי במטלות מרחביות, אך הבדלים אלו אינם קיימים בנוגע למטלות החזותיות. ממצא זה מחזק את חשיבות ההבחנה בין זיכרון חזותי לזיכרון מרחבי, כפי שנמצא בספרות המחקרית בנושא. לאור העובדה כי לא הושגה הומוגניות בשתי הקטגוריות, חרף, ההבדל המובהק בין ממוצעי גדלי האפקט (החזותי והמרחבי), **משתנה סוג המטלה אינו מהווה משתנה ממתן בקבוצת מחקרים זו.**

2. **השוואה בין הקבוצות בזיקה לגיל הכרונולוגי:** האפקט הבין-סיווגי, מצביע על כך שאין הבדלים בין ממוצעי גדלי האפקט (החזותי והמרחבי). ניכר פער גדול ומובהק בין הקבוצות לטובת בעלי ההתפתחות התקינה, התואמות בגילן הכרונולוגי הן במטלות חזותיות והן במטלות מרחביות.

לסיכום, משתנה סוג המטלה ברכיב הלוח החזותי מרחבי אינו מהווה משתנה ממתן המסביר את ההטרוגניות שנמצאה בין המחקרים, גם כאשר נעשתה חלוקה מובחנת בזיקה למשתנה הגיל. עם זאת, ניכר הבדל בביצועם של בעלי המוגבלות השכלית במטלות מרחביות לעומת מטלות חזותיות, במחקרים בהם הקבוצות הותאמו על בסיס גילם המנטאלי.

4.3 תפקודי המעבד המרכזי (CE) בזיקה למשתנה סוג המטלה

במטרה לבדוק האם קיימים הבדלים בתפקודם של בעלי המוגבלות השכלית בין סוגי המטלות, המיוחסות למעבד המרכזי, סווגו המחקרים בזיקה למשתנה רמת הבקרה (Level of control), ומשתנה המודאליות (Modality), על בסיס מודל זיכרון העבודה של Cornoldi (Cornoldi et al., 2000, 2001, 2003; Kittler et al., 2010; Carretti et al., 2012; Lanfranchi et al., 2008). להלן נציג שתי מטה אנליזות המתייחסות למשתנה סוג המטלה.

4.3.1 תפקודי המעבד המרכזי (CE) בזיקה למשתנה רמת הבקרה (Level of control)

המחקרים המהווים את מסד הנתונים במטה אנליזה זו סווגו לשלוש קבוצות, על פי רמת הקושי של המטלה. מטלות בהן נדרשה מניפולציה פשוטה, כגון זכירת פריטים בסדר הפוך, סווגו כ-Level 1. מטלות בהן נדרש מן הנבדק לבצע זכירת מידע, תוך כדי קבלת החלטה אודות מהו מידע הרלוונטי לזכירה ומה אינו רלוונטי, סווגו כ-Level 2. מטלות בהן נדרש הנבדק לבצע שתי פעולות בו זמנית (מטלות כפולות), סווגו כ-Level 3. הניתוח המתייחס להשוואה בין בעלי המוגבלות השכלית לבין בעלי ההתפתחות התקינה בכל רמת בקרה מופיעה בטבלה הבאה.

טבלה 19: תפקודי המעבד המרכזי - השוואה בין הקבוצות (TD, ID) בזיקה למשתנה רמת הבקרה

Model	Subgroup within study	Studies	Statistics for each study					
	Level of control		ID	TD	<i>d</i>	LCI	UCI	p-Value
	Level 1	Carretti et al. (2010)	28	28	0.34	-0.19	0.86	.211
		Cherry et al. (2000)	24	24	2.49	1.73	3.24	.000
		Cherry et al. (2002)	16	24	2.56	1.71	3.40	.000
		Henry & MacLea. (2002)	53	41	-0.59	-1.01	-0.18	.005
		Henry. (2001)a*	21	25	1.42	0.77	2.07	.000
		Henry. (2001)b*	22	25	1.76	1.09	2.43	.000
		Lanfranchi et al. (2012)	45	45	-0.04	-0.45	0.38	.860
		Lanfranchi et al. (2004)a	18	18	0.92	0.23	1.61	.009
		Lanfranchi et al. (2004)b	22	22	0.26	-0.34	0.85	.397
		Lanfranchi et al.(2002)	30	30	0.62	0.10	1.14	.019
		Levorato et al. (2011)	38	23	0.42	-0.10	0.95	.113
		Menghini et al. (2010)	15	15	1.54	0.73	2.36	.000
		Munir et al. (2000)	25	25	1.41	0.79	2.03	.000
		Numminen et al. (2002)	24	24	0.17	-0.40	0.74	.556
		Schuchardt et al. (2010)	22	25	0.15	-0.43	0.72	.618
		Van der Molen et al. (2009)	49	29	0.68	0.21	1.15	.005
		Van der Molen et al. (2010)	39	26	0.58	0.07	1.08	.025
		Vicari et al. (1995)	15	24	0.84	0.17	1.51	.014
Random			506	473	0.82	0.46	1.17	.000
	Level 2	Carretti et al. (2010)	28	28	0.41	-0.12	0.94	.125
		Danielsson et al. (2012)	22	22	0.87	0.25	1.49	.006
		Don et al. (2003)	27	26	2.24	1.55	2.93	.000
		Henry & MacLea. (2002)	53	41	-0.41	-0.82	0.00	.051
		Henry & Winfield . (2010)	35	32	0.22	-0.26	0.70	.375
		Henry. (2001)a*	21	25	1.76	1.08	2.45	.00
		Henry. (2001)b*	22	25	3.07	2.22	3.92	.00
		Lanfranchi et al. (2012)	45	45	0.44	0.02	0.86	.04
		Lanfranchi et al. (2004)a	18	18	1.37	0.64	2.09	.00
		Lanfranchi et al. (2004)b	22	22	0.68	0.08	1.29	.03
		Lanfranchi et al.(2002)	30	30	1.24	0.69	1.79	.00
		Nash & Heath. (2011)	13	13	1.73	0.83	2.64	.00
		Pennington et al. (2003)	28	28	0.15	-0.37	0.68	.57
		Schuchardt et al. (2010)	22	25	0.10	-0.48	0.67	.74
		Van der Molen et al. (2009)	49	29	0.39	-0.08	0.85	.10
		Van der Molen et al. (2010)	39	26	0.45	-0.05	0.95	.08
Random			474	435	0.86	0.49	1.24	.00
	Level 3	Carretti et al. (2010)	28	28	0.59	0.05	1.12	.03
		Denielsson et al. (2010)	46	92	0.42	0.06	0.78	.02
		Lanfranchi et al. (2012)	45	45	0.66	0.23	1.08	.00
		Lanfranchi et al. (2004)a	18	18	2.31	1.47	3.16	.00
		Lanfranchi et al. (2004)b	22	22	0.83	0.21	1.44	.01
		Lanfranchi et al. (2010)	15	15	0.99	0.23	1.75	.01
		Lanfranchi et al.(2002)	30	30	1.32	0.75	1.88	.00
		Leven et al. (2008)	20	18	2.21	1.40	3.02	.00
		Van der Molen et al. (2007)	50	25	0.23	-0.26	0.71	.36
Random			274	293	1.01	0.51	1.51	.00

a,b- נבדקים שונים בקבוצת הניסוי והביקורת. a*,b* אותה קבוצת ביקורת, נבדקים שונים בקבוצת הניסוי. ID=Intellectual disability, TD=Typical development, d=Effect size, LCI/ UCI =Low / Upper Confidence intervals,

מטבלה 19 עולה כי, ממוצע גודל האפקט המשוקלל אשר התבסס על מודל האפקט האקראיים Random (model), בכל קטגוריה של רמת הבקרה יחד עם מרווחי הביטחון, מצביעים על הבדלים גדולים ומובהקים בין בעלי מוגבלות שכלית לבין בעלי ההתפתחות התקינה ($d > 0.8$). על אף הממצאים המובהקים, מבחן ההטרוגניות הסטטיסטי התוך-סיווגי בשלוש קטגוריות של משתנה סוג הבקרה, מצביע על הטרוגניות גדולה בין המחקרים השונים (ראה טבלה 20). בניסיון להגיע להומוגניות סווגו המחקרים בכל רמת בקרה בזיקה למשתנה הגיל (CA/MA).

4.3.2 תפקודי המעבד המרכזי בזיקה למשתנה רמת הבקרה ומשתנה הגיל

מחקרי רכיב המעבד המרכזי, סווגו על פי רמת קושי המטלה ומשתנה הגיל. פירוט הסטטיסטיקה הרלוונטית לכל מחקר מופיע בנספחים 10-11. מן הראוי לציין כי למטה אנליזה העוסקת בהשוואה בין הקבוצות על פי הגיל הכרונולוגי נוספו שישה מחקרים. אלו הוצאו מן המטה אנליזה המפורטת בטבלה 19, בשל החשש להפרת אי התלות בין המחקרים. בטבלה הבאה מוצג מודל קטגוריות במטרה לבחון האם משתנה רמת הבקרה (רמת קושי המטלה) מהווה משתנה ממתן.

טבלה 20: מודל קטגוריות - השוואה בין ממוצעי גדלי האפקט המתייחסים למשתנה רמת הבקרה בתוך רכיב המעבד המרכזי

Group by	Subgroup within study	Effect size and 95% confidence interval				Heterogeneity Within studies (Q_w)			Between Studies Effect (Q_b)	
		N Studies	d	LCI	UCI	Q-value	df (Q)	P-value	I ²	Tau
CE	Level of control									0.39 P = 0.82
	Level 1	18	0.82	0.46	1.17	123.37	17	0.000	86.22	0.73
	Level 2	16	0.86	0.49	1.24	115.21	15	0.000	87.0	0.74
	Level 3	9	1.01	0.51	1.51	38.46	8	0.000	79.19	0.54
CE x Age (MA)	Level of control									3.22 P=0.20
	Level 1	14	0.48	0.19	0.77	51.91	13	0.000	74.96	0.48
	Level 2	13	0.53	0.24	0.83	44.44	12	0.000	73.00	0.45
	Level 3	7	0.92	0.51	1.33	22.34	6	0.001	73.14	0.48
CE x Age (CA)	Level of control									5.70 P=0.06
	Level 1	9	1.80	1.35	2.25	26.26	8	0.001	69.53	0.46
	Level 2	8	1.91	1.44	2.40	41.18	7	0.000	83.00	0.678
	Level 3	3	0.85	0.10	1.61	18.26	2	0.000	89.04	0.734

CE= Central Executive, d=Effect size, LCI/ UCI =Low / Upper Confidence intervals, CA=Chronological age, MA=Mental age

א. בחינת משתנה רמת הבקרה כמשתנה ממתן : חישוב האפקט הבין סיווגי, שמטרתו לבדוק האם קיימים הבדלים בין ממוצעי גודלי האפקט, בכל קטגוריה המתייחסת למשתנה רמת הבקרה (רמת קושי המטלה), הצביע על כך, שאין הבדלים בין ממוצעי גודלי האפקט. קרי, קיים פער גדול בתפקודי המעבד המרכזי בקרב בעלי מוגבלות שכלית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה ($d > 0.8$) בכל רמות המטלה. לאור זאת, ולאור ההטרוגניות שהתקבלה משתנה זה אינו מהווה משתנה ממתן.

ב. בחינת משתנה סוג המטלה כמשתנה ממתן בזיקה למשתנה הגיל (CA, MA):

1. **השוואה בין הקבוצות בזיקה לגיל המנטאלי (MA):** ממוצע גדלי האפקט המשוקללים אשר התבססו על מודל האפקטים האקראיים (Random model), בקטגוריה של רמת בקרה 1 ורמת בקרה 2, מצביעים על הבדלים בינוניים ומובהקים, בין בעלי מוגבלות שכלית לבין בעלי ההתפתחות התקינה. החלוקה על פי הגיל המנטאלי, ברמת בקרה 3 מצביע על הבדלים גדולים ומובהקים, בין בעלי מוגבלות שכלית לבין בעלי ההתפתחות התקינה. עם זאת, האפקט הבין סיווגי (Q_b), מצביע על כך שאין הבדלים מובהקים בין שלושת ממוצעי גודלי האפקט. וכמו כן, עדיין ניכרת הטרוגניות (Q_w) בין המחקרים בכל קטגוריה המתייחסת למשתנה רמת הבקרה.

2. **תפקודי המעבד המרכזי בזיקה למשתנה סוג הבקרה (רמת קושי המטלה) והגיל הכרונולוגי:** ממוצעי גדלי האפקט המשוקללים שהתבססו על מודל האפקטים האקראיים (Random model), מצביעים על הבדלים גדולים ומובהקים, בין בעלי מוגבלות שכלית לבין בעלי ההתפתחות התקינה הזוהים בגילם הכרונולוגי בשתי רמות הבקרה ($d > 1.8$). על אף מובהקותם של הממצאים, מבחן ההטרוגניות הסטטיסטי התוך-סיווגי, הן ברמת מטלה 1, הן ברמת מטלה 2, מצביע על הטרוגניות גדולה בין המחקרים. מסד הנתונים המתייחס להשוואה בין הקבוצות במטלות רמה 3 הכיל שלושה מחקרים בלבד, ומכאן לא ניתן להתייחס בהכללה לנתונים אלו.

לסיכום, משתנה רמת הבקרה (רמת קושי המטלה) **אינו מהווה משתנה ממתן**, העשוי להסביר את ההבדלים בין המחקרים, גם כאשר נעשתה חלוקה מובחנת יותר בזיקה למשתנה הגיל. הבדלים בין הקבוצות ניכרים כבר ברמת בקרה נמוכה (Level 1). עם זאת, נראה כי הפערים התפקודיים ברמות המטלה השונות (1-2), בין בעלי המוגבלות השכלית ובעלי ההתפתחות התקינה מצטמצמים, כאשר נעשית התאמה בין הקבוצות על בסיס הגיל המנטאלי.

4.3.3 תפקודי המעבד המרכזי בזיקה למשתנה המודאליות (Modality)

המחקרים המהווים את מסד הנתונים במטה אנליזה זו סווגו לשלוש קבוצות בזיקה למשתנה המודאליות: מטלה מילולית (Verbal Task), מטלה חזותית-מרחבית (Visual-Spatial Task), מטלה כפולה (Dual Task). הניתוח המתייחס להשוואה בין בעלי המוגבלות השכלית (ID) לבין בעלי ההתפתחות התקינה (TD) בכל מטלה (מודאליות) מופיעה בטבלה הבאה.

טבלה 21: תפקודי המעבד המרכזי- השוואה בין הקבוצות (TD, ID) בזיקה למשתנה המודאליות

Model	Subgroup within study	Studies	Statistics for each study					
	Modality		ID	TD	d	95% LCI	UCI	P-Value
	Dual Task	Carretti et al. (2010)	28	28	0.59	0.05	1.12	.031
		Denielsson et al. (2010)	46	92	0.42	0.06	0.78	.022
		Lanfranchi et al. (2004)b	22	22	0.83	0.21	1.44	.009
		Lanfranchi et al. (2010)	15	15	0.99	0.23	1.75	.010
		Lanfranchi et al.(2002)	30	30	1.32	0.75	1.88	.000
		Van der Molen et al. (2007)	50	25	0.23	-0.26	0.71	.359
		Random	191	212	0.71	0.11	1.31	.020
	Visual Spatial Task	Henry & MacLea. (2002)	53	41	-0.31	-0.72	0.10	.136
		Henry & Winfield . (2010)	35	32	0.29	-0.19	0.77	.237
		Henry. (2001)a*	21	25	1.99	1.28	2.70	.000
		Henry. (2001)b*	22	25	2.65	1.86	3.43	.000

	Lanfranchi et al. (2004)b	22	22	0.47	-0.13	1.07	.125
	Van der Molen et al. (2009)	49	29	0.11	-0.35	0.56	.653
	Van der Molen et al. (2010)	39	26	0.18	-0.31	0.68	.466
Random		241	200	0.70	0.14	1.26	.014
Verbal Task	Carretti et al. (2010)	28	28	0.38	-0.15	0.90	.164
	Cherry et al. (2000)	24	24	2.49	1.73	3.24	.000
	Cherry et al. (2002)	16	24	2.56	1.71	3.40	.000
	Danielsson et al. (2012)	22	22	0.57	-0.04	1.17	.065
	Don et al. (2003)	27	26	2.24	1.55	2.93	.000
	Henry & Winfield . (2010)	35	32	0.14	-0.34	0.62	.556
	Henry. (2001)a*	21	25	1.48	0.83	2.13	.000
	Henry. (2001)b*	22	25	2.62	1.82	3.42	.000
	Lanfranchi et al. (2004)a	18	18	1.14	0.44	1.85	.002
	Lanfranchi et al.(2002)	30	30	0.93	0.39	1.47	.001
	Leven et al. (2008)	20	18	2.21	1.40	3.02	.000
	Levorato et al. (2011)	38	23	0.42	-0.10	0.95	.113
	Menghini et al. (2010)	15	15	1.41	0.61	2.21	.001
	Munir et al. (2000)	25	25	1.41	0.79	2.03	.000
	Numminen et al. (2002)	24	24	0.17	-0.40	0.74	.556
	Pennington et al. (2003)	28	28	0.15	-0.37	0.68	.569
	Schuchardt et al. (2010)	22	25	0.12	-0.45	0.69	.678
	Van der Molen et al. (2009)	49	29	0.67	0.20	1.15	.005
	Van der Molen et al. (2010)	39	26	0.65	0.14	1.15	.013
	Vicari et al. (1995)	15	24	0.84	0.17	1.51	.014
Random		518	491	1.08	0.75	1.42	.000

a,b- נבדקים שונים בקבוצת הניסוי והביקורת. a*,b* אותה קבוצת ביקורת, נבדקים שונים בקבוצת הניסוי. ID=Intellectual disability, TD=Typical development, d=Effect size, LCI/ UCI =Low / Upper Confidence intervals.

מטבלה 21 עולה כי ממוצעי גדלי האפקט המשוקללים אשר התבססו על מודל האפקטים האקראיים (Random model), בקטגוריות המטלות הכפולות ($d = 0.71$) והמטלות החזותיות-מרחביות ($d = 0.70$) מצביעים על הבדלים בינוניים ומובהקים (מרווחי הביטחון אינם כוללים את האפס), בין בעלי מוגבלות שכלית לבין בעלי ההתפתחות התקינה. ממוצע גודל האפקט המשוקלל בקטגוריית המטלה המילולית ($d = 1.08$) מצביע על הבדלים גדולים ומובהקים בין הקבוצות. יש לשים לב, כי מספר המחקרים בהן נבדקו מטלות מילוליות, המתייחסות למעבד המרכזי גדול באופן משמעותי ממספר המחקרים בשתי הקטגוריות האחרות. מבחן ההטרוגניות הסטטיסטי התוך- סיווגי (ראה טבלה 22), הצביע על הטרוגניות גדולה בקטגוריות המטלות המילוליות והמטלות המרחביות-חזותיות. הומוגניות יחסית הושגה בקטגוריית המטלות הכפולות. בשל ההטרוגניות הגדולה בשתי הקטגוריות סווגו המחקרים בזיקה למשתנה הגיל.

4.3.4 תפקודי המעבד המרכזי בזיקה למשתנה המודאליות ומשתנה הגיל

מחקרי רכיב המעבד המרכזי, סווגו על פי משתנה המודאליות ומשתנה גיל. פירוט הסטטיסטיקה הרלוונטית לכל מחקר מופיע בנספחים 12-13. בטבלה הבאה מוצג מודל קטגוריות, במטרה לבחון האם משתנה המודאליות בתוך רכיב המעבד המרכזי מהווה משתנה ממתן.

טבלה 22: מודל קטגוריות - השוואה בין ממוצעי גדלי האפקט המתייחסים למשתנה המודאליות, בתוך רכיב המעבד המרכזי, ומשתני הגיל

Group by	Subgroup within study	Effect size and 95% confidence interval				Heterogeneity Within studies (Q_w)				Between Studies Effect (Q_b)
		N Studies	d	LCI	UCI	Q-value	df (Q)	P-value	I ²	Tau
CE	Modality									1.94 P < .40
	Dual Task	6	0.71	0.11	1.31	11.07	5	.050	54.82	0.29
	Visual-Spatial Task	7	0.70	0.14	1.26	65.04	6	.000	90.78	0.85
	Verbal Task	20	1.08	0.75	1.42	122.79	19	.000	84.53	0.72
CE x Age (MA)	Modality									1.91 P = .38
	Dual Task	5	0.77	0.29	1.25	9.22	4	.056	56.64	0.34
	Visual-Spatial Task	6	0.32	-0.10	0.75	19.24	4	.196	74.0	0.44
	Verbal Task	16	0.58	0.31	0.85	52.49	13	.013	74.80	0.50
CE x Age (CA)	Modality									2.21 P < .20
	Visual-Spatial Task	5	1.47	0.94	1.99	20.89	4	.000	80.86	0.56
	Verbal Task	11	1.95	1.57	2.32	34.77	10	.000	71.24	0.51

CE= Central Executive, ID=Intellectual disability, TD=Typical development, d=Effect size, LCI/ UCI =Low / Upper Confidence intervals, CA=Chronological age, MA=Mental age

א. מבחן ההומוגניות הבין סיווגי הצביע על כך שאין הבדלים בין שלושת ממוצעי גדלי האפקט על פי משתנה המודאליות. קרי, קיים פער גדול בתפקודי המעבד המרכזי בקרב בעלי מוגבלות שכלית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה ($d > 7$) בכל המטלות. לאור זאת, ולאור ההטרוגניות שהתקבלה בכל קטגוריה משתנה המודאליות בתוך רכיב המעבד המרכזי לבדו אינו מהווה משתנה ממתן.

ב. תפקודי המעבד המרכזי בזיקה למשתנה המודאליות ולגיל המנטאלי: ממוצע גודל האפקט המשוקלל אשר התבסס על מודל האפקטים האקראיים (Random model), בקטגוריית המטלות הכפולות

($d = 0.77$) ומרווח הביטחון ($LCI = 0.28$; $LCI = 1.25$), מצביעים על הבדלים גדולים ומובהקים בין בעלי המוגבלות השכלית לבעלי ההתפתחות התקינה הזהים בגילם המנטאלי. בהמשך לכך, ממוצע גודל האפקט המשוקלל בקטגוריית המטלות המילוליות ($d = 0.58$) ומרווח הביטחון ($LCI = 0.31$; $LCI = 0.85$), מצביעים

על הבדלים בינוניים ומובהקים בין בעלי המוגבלות השכלית לבעלי ההתפתחות התקינה הזהים בגילם המנטאלי. ממוצע גודל האפקט המשוקלל ($d = 0.38$) בקטגוריית המטלות המרחביות חזותיות ומרווח הביטחון ($LCI = -0.10$; $LCI = 0.75$), מצביעים על הבדלים קטנים יחסית ולא מובהקים, בין בעלי המוגבלות השכלית לבעלי ההתפתחות התקינה הזהים בגילם המנטאלי.

מבחן ההטרוגניות הסטטיסטי התוך-סיווגי (Q_w), הצביע על הטרוגניות גדולה בקטגוריות מטלות מילוליות והמטלות המרחביות-חזותיות; הומוגניות יחסית הושגה בקטגוריית המטלות הכפולות. מבחן ההומוגניות הבין-סיווגי (Q_b), המתייחס למטה אנליזה זו, מצביע על כך שלא קיימים הבדלים מובהקים בין גדלי האפקט. קרי, משתנה המודאליות אינו מהווה משתנה ממתן גם כאשר נעשתה הבחנה בזיקה למשתנה הגיל המנטלי. יתכן ומספר המחקרים הקטן בשתיים מבין שלוש הקטגוריות, המתייחסות למשתנה המודאליות, אינו מאפשר לעמוד על הבדלים, בהנחה ואלו קיימים, בין גדלי האפקט השונים. חרף זאת, ניכר שדפוס הביצועים של בעלי המוגבלות השכלית אינו הומוגני בכל סוגי מטלות המעבד המרכזי.

ג. **תפקודי המעבד המרכזי בזיקה למשתנה המודאליות והגיל הכרונולוגי:** בטבלה 21 מוצגים גדלי האפקט המתייחסים למטלות מילוליות וחזותיות מרחביות בלבד, זאת לאור העובדה כי, מסד הנתונים כלל מחקר אחד בלבד בקטגוריית המטלה הכפולה. ממוצע גודל האפקט המשוקלל אשר התבסס על מודל האפקטים האקראיים (Random model), בקטגוריית המטלות המילוליות ($d = 1.95$) ובקטגוריית המטלות החזותיות מרחביות ($d = 1.57$), מצביעים על הבדלים גדולים מאוד ומובהקים (מרווחי הביטחון אינם כוללים את האפס), בין בעלי המוגבלות השכלית ובעלי ההתפתחות התקינה (ID, TD) התואמות בגילן הכרונולוגי. מן הראוי לציין כי, בכל המטלות, הן המילוליות הן החזותיות-מרחביות, גודל האפקט הצביע על הבדלים גדולים בין הקבוצות ($d > 1$) (ראה נספח 13).

5. תפקודי זיכרון העבודה - השוואה בין הקבוצות (TD, ID) בזיקה למשתנה האטיולוגיה

הניתוח המתייחס למשתנה האטיולוגיה מטרתו לבדוק, האם קיימים הבדלים בתפקודי זיכרון העבודה של אוכלוסיות שונות בעלות מוגבלות שכלית (NSE, DS, WS), לבין בעלי ההתפתחות התקינה (ID). לשם כך סווגו מחקרי זיכרון העבודה לשלוש קבוצות בהתאם למשתנה האטיולוגיה.

מסד הנתונים המתייחס לבעלי מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית, כלל 26 מחקרים. מתוכם, 14 מחקרים השוו בין בעלי המוגבלות השכלית ללא אטיולוגיה ספציפית לבעלי ההתפתחות התקינה הזהים בגילם הכרונולוגי (CA), ו-12 מחקרים השוו בין הקבוצות הזהות בגילם המנטאלי (MA). ב-35 מחקרים נבדקו תפקודי זיכרון העבודה של בעלי תסמונת דאון (DS) בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה. למעט שני מחקרים, ההתאמה בין הקבוצות בכל המחקרים נעשתה על בסיס הגיל המנטאלי. לעומת זאת, ב-10 מחקרים בלבד, נבדקו תפקודי זיכרון העבודה של בעלי תסמונת ויליאמס, בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה. למעט מחקר אחד, בסיס ההתאמה בין הקבוצות נעשתה בזיקה לגיל המנטאלי. לאור האמור לעיל, ההשוואה בין בעלי האטיולוגיות השונות, בפרק זה, תתבסס על מסד הנתונים הכולל מחקרים שערכו התאמה בין הקבוצות על בסיס הגיל המנטאלי בלבד. זאת, במטרה ליצור בסיס משותף, עד כמה שניתן, בין המחקרים השונים.

תחילה תוצגנה בפני הקורא שלוש מטה אנליזות מרכזיות שתעסוקנה בכל אטיולוגיה בנפרד (NSE, DS, WS), ולאחר מכן יוצגו השוואות בין גדלי האפקט המשוקללים, במטרה לבדוק האם קיימים הבדלים בין קבוצות שונות בעלות מוגבלות שכלית, באשר לתפקודי זיכרון העבודה.

5.1 תפקודי זיכרון העבודה בקרב בעלי מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית (NSE)

מסד הנתונים המתייחס לתפקודי זיכרון העבודה של בעלי המוגבלות השכלית ללא אטיולוגיה ספציפית כולל 26 מחקרים. מתוכם 7 מחקרים השוו בין בעלי המוגבלות השכלית לשתי קבוצות שונות בעלות התפתחות תקינה. האחת הותאמה על בסיס הגיל המנטאלי, השנייה הותאמה על בסיס הגיל הכרונולוגי. בשל החשש להפרת הנחת אי התלות בין המחקרים (Rosenthal, 1991), שבעת מחקרים אלו נכללו, רק כאשר נבחן משתנה הגיל הכרונולוגי. בטבלה 23 מתוארת הסטטיסטיקה הרלוונטית לגבי ההשוואה בין הקבוצות (NSE, TD) באשר לתפקודי זיכרון העבודה באופן כללי, ובזיקה למשתנה הגיל (MA, CA), ורכיב הזיכרון.

טבלה 23: מודל קטגוריות - השוואה בין גדלי האפקט המתייחסים לתפקודי זיכרון העבודה של בעלי מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה (NSE) ובעלי ההתפתחות התקינה (TD), בזיקה למשתנה הגיל ורכיב הזיכרון

Group by	Sub group within study	Effect size and 95% confidence interval				Heterogeneity Within studies (Q _w)			Between Studies Effect (Q _b)	
		N Studies	<i>d</i>	LCI	UC I	Q-value	df (Q)	P-value	I ²	Tau
Etiology (NSE)		19	0.90	0.54	1.26	139.34	18	.001	87.08	0.74
Etiology x Age (CA, MA)										33.58 P = .000
CA		14	1.76	1.42	2.09	96.88	13	.001	86.58	0.77
MA		12	0.34	0.08	0.57	14.46	11	.208	23.93	0.15
Etiology x MA	Memory Type									7.45 P < .05
	PHL	11	0.48	0.23	0.72	6.70	10	.753	0.00	0.00
	VSS	7	-0.07	-0.37	0.24	33.40	6	.000	82.34	0.56
	CE	9	0.26	0.06	0.40	18.16	8	.020	55.9	0.29
Etiology x CA	Memory Type									0.06 P = .97
	PHL	13	1.76	1.31	2.20	86.62	12	.000	86.15	0.74
	VSS	7	1.78	1.18	2.38	25.67	6	.000	76.63	0.54
	CE	12	1.70	1.24	2.16	100.98	11	.000	89.11	0.84

NSE=Nonspecific etiology, d =Effect size, LCI/ UCI =Low / Upper Confidence intervals, CA=Chronological age, MA=Mental age, PHL=Phonological loop, VSS= Visuo Spatial-Sketchpad, CE= Central Executive

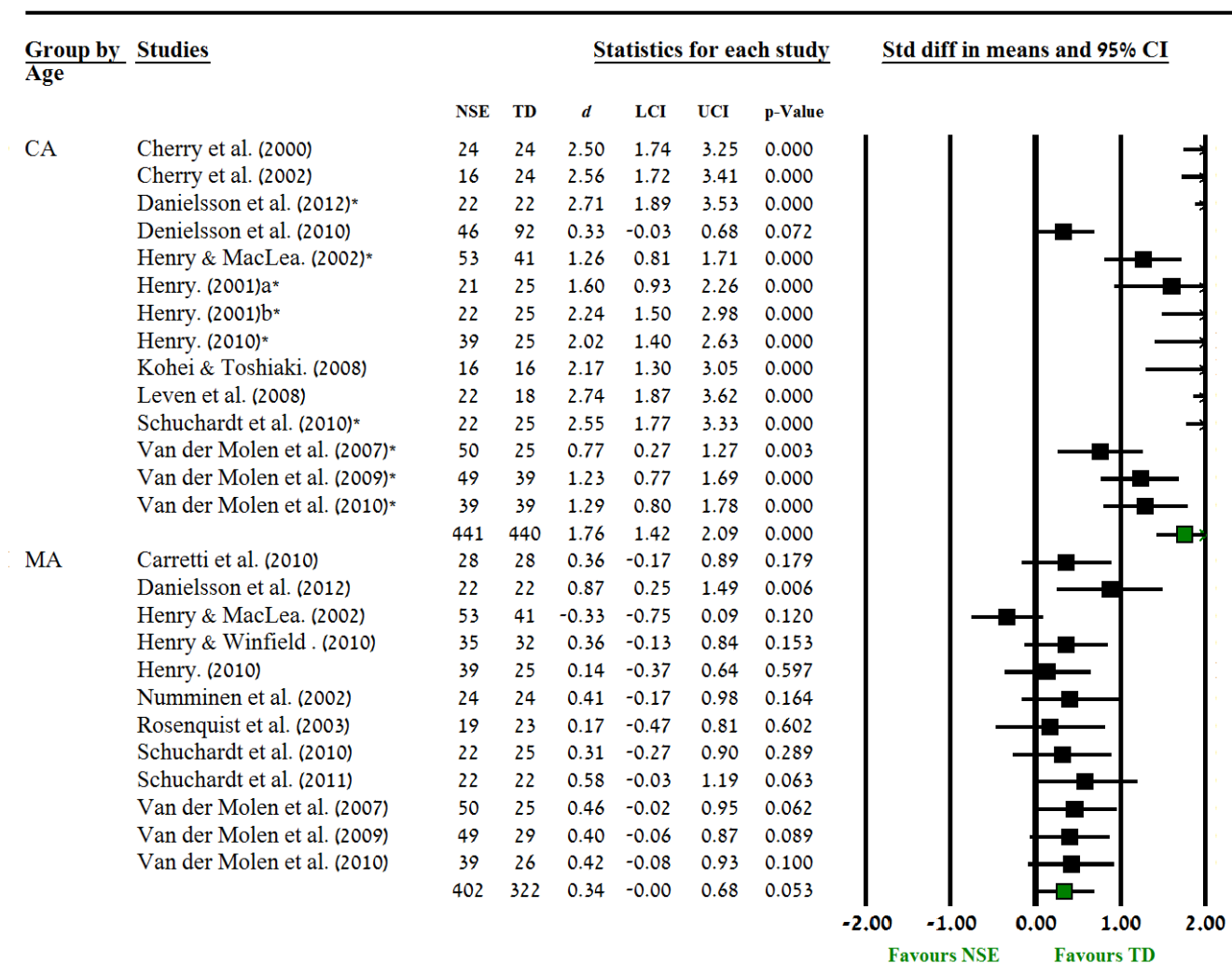
מתוך טבלה 23 עולה כי, גודל האפקט המשוקלל ($d = 0.90$) ומרווח הביטחון ($LCI = 0.54$; $UCI = 1.26$), שהתבססו על מודל האפקטים האקראיים, הצביעו על הבדלים גדולים בתפקודי זיכרון העבודה בין בעלי מוגבלות שכלית (NSE) ($N=569$) ובעלי ההתפתחות התקינה ($N=546$). (תיאור הסטטיסטיקה הרלוונטית לגבי כל מחקר מופיע בנספח 17). מבחן ההטרוגניות הסטטיסטי התוך סיווגי (Q_w), לרבות אחוז השונות הכוללת (I^2) ומדד הפיזור (Tau), הצביעו על הטרוגניות גדולה בין המחקרים השונים. לאור זאת סווגו המחקרים בזיקה למשתנה הגיל (ראה טבלה 23 ושרטוט 4), ומשתנה רכיב הזיכרון (ראה טבלה 23 ושרטוטים 8-10).

5.1.1 השוואה בין הקבוצות (NSE, TD) בזיקה למשתנה הגיל (CA, MA)

א. **השוואה בין הקבוצות על פי הגיל הכרונולוגי:** מתוך טבלה 23 ושרטוט 4, ניתן לראות כי גודל האפקט המשוקלל ($d = 1.76$), המתייחס לתפקודי זיכרון העבודה של בעלי מוגבלות שכלית (NSE) בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה (CA) ומרווח הביטחון ($LCI = 1.42$; $UCI = 2.09$), מצביעים על הבדלים גדולים ומובהקים בין הקבוצות. בהקשר זה חשוב להדגיש כי ב-86% מבין המחקרים, שהיוו את מסד הנתונים לחדת זה, גודל האפקט היה מעל 1. עם זאת, מבחן ההטרוגניות הסטטיסטי התוך-סיווגי (Q_w) **לרבות אחוז השונות הכוללת (I^2) ומדד הפיזור (Tau)**, מצביעים על הטרוגניות גדולה בין המחקרים השונים. תוצאות אלו עולות בקנה אחד עם תוצאות המטה אנליזה, שצוינו בפרק זה בהתייחס למשתנה הגיל הכרונולוגי.

ב. **השוואה בין הקבוצות על פי הגיל המנטאלי:** גודל האפקט המשוקלל ($d = 0.34$), המתייחס לתפקודי זיכרון העבודה של בעלי מוגבלות שכלית (NSE), בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה הזוהים בגילם המנטאלי ומרווח הביטחון ($LCI = 0.08$; $UCI = 0.57$) הצביעו על הבדלים קטנים ולא מובהקים בין הקבוצות (ראה טבלה 4). כלומר, ניכר תפקוד דומה בין בעלי מוגבלות שכלית (NSE) ובעלי ההתפתחות התקינה (MA) באשר לזיכרון העבודה. מבחן ההטרוגניות התוך-סיווגי (Q_w), הצביע על הומוגניות יחסית בין המחקרים, כלומר המחקרים בחדת זה חולקים גודל אפקט משותף. יש לשים לב, כי כאשר נערכה מטה אנליזה למשתנה הגיל לבדו (ראה סעיף 2 בפרק זה), נמצאה הטרוגניות גדולה בין המחקרים. אך, כאשר נבחן משתנה הגיל רק בקבוצת המחקרים בהם השתתפו בעלי מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית, הושגה הומוגניות. דבר זה מצביע על חשיבות משתנה האטיולוגיה בחקר זיכרון העבודה.

ג. **בחינת משתנה הגיל כמשתנה ממתן:** ההשוואה שנערכה בין גדלי האפקט המשוקללים המתייחסים למשתנה הגיל (Q_b), מצביעה על הבדלים מובהקים בין גדלי האפקט. כלומר, בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה הזוהים בגילם הכרונולוגי מגלים בעלי מוגבלות שכלית (NSE), פערים גדולים בתפקודי זיכרון העבודה. לעומת זאת, פערים אלו אינם ניכרים, כאשר ההשוואה בין הקבוצות הינה על בסיס הגיל המנטאלי. חרף האמור לעיל, **משתנה הגיל אינו מהווה משתנה ממתן** בקבוצת מחקרים אלו, היות ולא הושגה הומוגניות בשתי הקטגוריות (MA/CA).



שרטוט 4: תפקודי זיכרון העבודה השוואה בין הקבוצות (TD,NSE) בזיקה למשתנה הגיל

* מחקרים בהם השוואה נבדקה ל-2 קבוצות. CA,) NSE=Nonspecific etiology, TD=Typical development, *d*=Effect size, LCI/ UCI =Low / Upper Confidence intervals, CA=Chronological age, MA=Mental age (MA

5.1.2 השוואה בין הקבוצות (NSE, TD) בזיקה למשתנה רכיב הזיכרון

מטרתה של חלוקה זו של המחקרים בזיקה לרכיב הזיכרון, נועדה על מנת לבדוק האם קיימים הבדלים בתפקודי הזיכרון של בעלי המוגבלות השכלית (NSE) ובעלי ההתפתחות התקינה, בין רכיבי מערכת זיכרון העבודה (ראה טבלה 23 ושרטוטים 8-10):

א. **הלולאה הפונולוגית:** האפקט הבין-סיווגי ($Q_b(1) = 26.15, p = .000$), הצביע על הבדלים מובהקים בין

ממוצע גודל האפקט, המתייחס להשוואה בין הקבוצות (NSE, TD) התואמות בגילן הכרונולוגי ($d = 1.76$), לבין גודל האפקט המתייחס להשוואה בין הקבוצות התואמות בגילן המנטאלי ($d = 0.48$).

כלומר, הפערים בתפקודי הלולאה הפונולוגית של בעלי המוגבלות השכלית (NSE), בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה הזהים **בגילן הכרונולוגי** גדולים באופן מובהק, בהשוואה לפערים הבינוניים שנמצאו בין הקבוצות התואמות בגילן המנטאלי. מבחן ההטרוגניות התוך-סיווגי (Q_w), לרבות אחוז

השונויות הכוללת (I^2) ורמת הפיזור (Tau), המתייחסים לקבוצת המחקרים בהם השוו הקבוצות בהתאם לגילן הכרונולוגי, הצביעו על הטרוגניות גדולה בין המחקרים. לעומת זאת, מבחן ההטרוגניות התוך סיווגי (Q_w), המתייחס לקבוצת המחקרים בהם הותאמו הקבוצות בגילן המנטאלי, הצביע על הומוגניות בין המחקרים (ראה טבלה 23). קרי, המחקרים המהווים מסד נתונים לחתך זה, חולקים גודל אפקט משותף. **יובהר, כי ממצא זה הינו בעל חשיבות רבה לאור העובדה כי, רמת ההטרוגניות (Q_w), אחוז השונויות הכוללת (I^2) וממד הפיזור (Tau) הופחתו במידה ניכרת, בהשוואה למטה אנליזה, שבחנה את רכיבי הלואה הפונולוגית (ראה סעיף 3 בפרק זה), ללא התייחסות לאטיולוגיה. כלומר, ניכרת השפעתו של משתנה האטיולוגיה על חקר תפקודי הלואה הפונולוגית בקרב בעלי מוגבלות שכלית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה (MA) (ראה שרטוט 8).**

מן הראוי לציין, כי קבוצת המחקרים בקטגוריה זו סווגו גם על בסיס סוג המטלה המילולית (Word span, Digit span, Non word repetition), ולא נמצאו הבדלים בין גדלי האפקט השונים ($Q_b(2) = 32, p = 0.28$). כלומר, ניכר תפקוד דומה של בעלי המוגבלות השכלית ללא אטיולוגיה ספציפית, בכל המטלות המילוליות המיוחסות לרכיב הלואה הפונולוגית.

ב. הלוח החזותי מרחבי: חישוב האפקט הבין-סיווגי ($Q_b(1) = 29.13, p = 0.000$), הצביע על הבדלים מובהקים בין ממוצע גודל האפקט, המתייחס להשוואה בין הקבוצות (NSE, TD) התואמות בגילן הכרונולוגי ($d = 1.78$), לבין גודל האפקט המתייחס להשוואה בין הקבוצות התואמות בגילן המנטאלי ($d = -0.07$). כלומר, תפקודי הלוח החזותי-מרחבי של בעלי המוגבלות השכלית (NSE), נמצאו לקויים במידה רבה, כאשר בסיס ההשוואה בין הקבוצות הוא הגיל הכרונולוגי. לעומת זאת, לא נמצאו הבדלים מובהקים בין הקבוצות התואמות בגילן המנטלי. תפקודי הלוח החזותי-מרחבי של בעלי המוגבלות השכלית (NSE), דומים לאלו של בעלי ההתפתחות התקינה (MA). מן הראוי לציין, כי ב- 80% מבין המטלות החזותיות ניכר תפקוד טוב יותר של בעלי המוגבלות השכלית (NSE), בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה (MA).

מבחן ההטרוגניות התוך סיווגי (Q_w), לרבות אחוז השונויות הכוללת (I^2) ורמת הפיזור (Tau), הצביעו על הטרוגניות גדולה הן בקבוצות המחקרים המתייחסים להשוואה בין הקבוצות התואמות בגילן הכרונולוגי, הן בקבוצת המחקרים המתחייסים להשוואה בין הקבוצות התואמות בגילן המנטאלי.

ג. המעבד המרכזי: חישוב האפקט הבין סיווגי ($Q_b(1) = 20.60, p = 0.000$), הצביע על הבדלים מובהקים בין ממוצע גודל האפקט, המתייחס להשוואה בין הקבוצות (NSE, TD) התואמות בגילן הכרונולוגי ($d = 1.70$), לבין גודל האפקט המתייחס להשוואה בין הקבוצות התואמות בגילן המנטאלי ($d = 0.26$). כלומר, תפקודי המעבד המרכזי של בעלי המוגבלות השכלית (NSE), בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה, התואמים בגילם הכרונולוגי נמצאו לקויים במידה ניכרת. לעומת זאת, כאשר ההשוואה בין הקבוצות נעשתה בהתאם לגיל המנטאלי, נמצאו הבדלים קטנים ולא מובהקים בין הקבוצות באשר לתפקודי המעבד המרכזי.

מבחן ההטרוגניות התוך סיווגי (Q_w), לרבות אחוז השונות הכוללת (I^2) ורמת הפיזור (Tau), הצביעו על הטרוגניות גדולה בין המחקרים המתייחסים להשוואה בין הקבוצות התואמות בגילן הכרונולוגי. כמו כן, מבחן ההטרוגניות הסטטיסטי התוך סיווגי (Q_w), המתייחס לקבוצת המחקרים בהם השוו הקבוצות בזיקה לגיל המנטאלי, הצביע על הטרוגניות בין המחקרים. חרף זאת, רמת ההטרוגניות (Q_w), אחוז השונות הכוללת (I^2) ומדד הפיזור (Tau), הופחתו במידה ניכרת, בהשוואה למטה אנליזה שבחנה את רכיבי המעבד המרכזי (ראה טבלה), ללא התייחסות לאטיולוגיה. במילים אחרות, ניכרת השפעתו של משתנה האטיולוגיה על תפקודי המעבד המרכזי בקרב בעלי מוגבלות שכלית (NSE).

ד. בחינת משתנה רכיב הזיכרון כמשתנה ממתן: במטרה לבדוק, האם קיימים הבדלים בתפקודי הזיכרון של בעלי המוגבלות השכלית, בין שלושת רכיבי מערכת זיכרון העבודה, חושב אפקט בין סיווגי (Q_b). אפקט זה הצביע על כך, שקיימים הבדלים מובהקים בין ממוצעי גדלי האפקט המשוקללים ($Q_b(2) = 7.45, p = .05$). כלומר, תפקודי הלולאה הפונולוגית של בעלי המוגבלות השכלית (NSE), בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה התואמים בגילם המנטאלי נמצאו לקויים יותר, לעומת תפקודי הלוח החזותי-מרחבי והמעבד המרכזי. לאור זאת, ולאור העובדה כי הושגה הומוגניות יחסית, בשתיים מבין הקטגוריות (הלולאה הפונולוגית והמעבד המרכזי), ניתן לומר כי משתנה רכיב הזיכרון מהווה משתנה ממתן, המסביר חלק מהשונות בין המחקרים. ממצא זה בולט בהשוואה לתוצאות המטה אנליזה שבדקה את משתנה רכיב הזיכרון ללא התייחסות לאטיולוגיה, בה משתנה זה לא נמצא ממתן (ראה סעיף 3 בפרק זה). מכאן ניתן ללמוד על, חשיבותו של משתנה האטיולוגיה, בבחינת תפקודי זיכרון העבודה השונים של בעלי מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה הזהים בגילם המנטאלי. יש לשים לב כי, משתנה רכיב הזיכרון אינו מהווה משתנה ממתן בקבוצת המחקרים המתייחסים לגיל הכרונולוגי.

לסיכום, תפקודי הזיכרון של בעלי מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית, בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה הזהים בגילם הכרונולוגי, נמצאו לקויים בכל רכיבי זיכרון העבודה. גם האינטראקציה בין המשתנים (הגיל, האטיולוגיה ורכיב הזיכרון), אינם יכולים להסביר את חוסר העקביות בין המחקרים (אף משתנה לא נמצא ממתן). ניתן להסיק מכאן כי ככל הנראה קיימים משתנים אחרים המסבירים טוב יותר את השונות בין המחקרים. לעומת זאת, דפוס ממצאים שונה, ניכר בתפקודי זיכרון העבודה של בעלי מוגבלות שכלית (NSE), בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה התואמים בגילם המנטאלי. בתוך כך, ניתן לומר כי, תפקודי זיכרון העבודה בקרב קבוצה זו נמצאו יחסית שמורים בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה. בראייה מובחנת יותר, ניכר דפוס הטרוגני של ביצועים המיוחס לבעלי המוגבלות השכלית (NSE). קרי, תפקודי הלוח החזותי מרחבי והמעבד המרכזי של בעלי המוגבלות השכלית (NSE), נמצאו שמורים יחסית בהשוואה לתפקודם ברכיב הלולאה הפונולוגית. לסיכום, במחקרי זיכרון העבודה בהם נערכו השוואות בין הקבוצות התואמות בגילן המנטאלי, האינטראקציה בין המשתנים (גיל, אטיולוגיה ורכיב הזיכרון) הפחיתה באופן ניכר את רמת ההטרוגניות בין המחקרים.

5.2 תפקודי זיכרון העבודה של בעלי תסמונת דאון (DS)

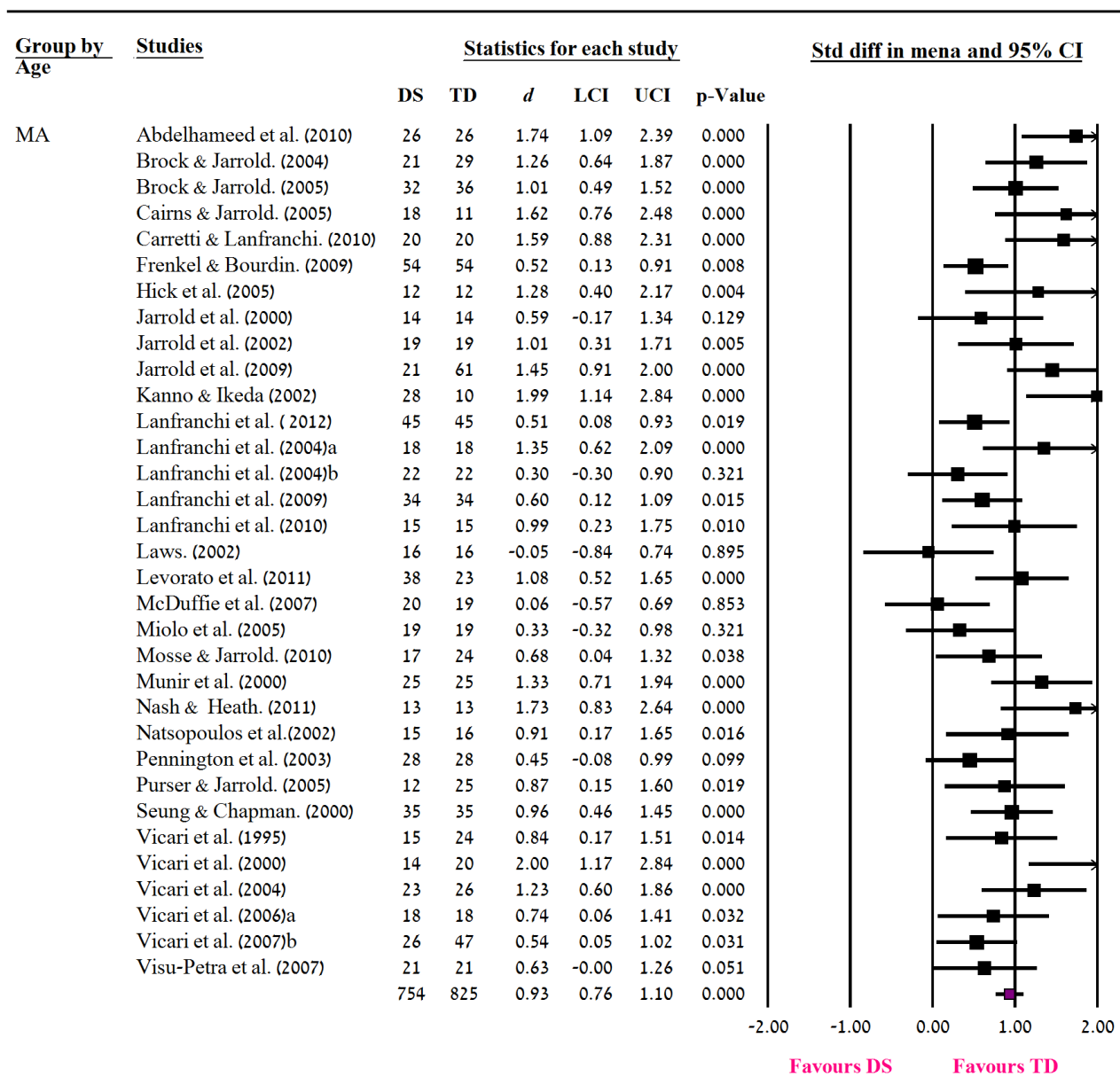
מסד הנתונים המתייחס לתפקודי זיכרון העבודה של בעלי תסמונת דאון כולל 35 מחקרים, מתוכם 33 מחקרים השוו בין בעלי תסמונת דאון לבעלי ההתפתחות התקינה, הזחים בגילם המנטאלי. במטרה ליצור מסד נתונים בעל מכנה משותף, הוסרו שני המחקרים בהן הייתה התאמה בין הקבוצות בזיקה לגיל הכרונולוגי. מכאן, תוצאות המטה אנליזה הנוכחית כפי שיוצגו בחלק זה, יתייחסו להשוואה בין הקבוצות התואמות בגילם המנטאלי בלבד. בטבלה 24 ובשרטוט 5, מתוארת הסטטיסטיקה הרלוונטית לגבי תפקודי זיכרון העבודה השונים של בעלי תסמונת דאון.

טבלה 24: מודל קטגוריות- השוואה בין גדלי האפקט המתייחסים לתפקודי זיכרון העבודה של בעלי תסמונת דאון (DS) ובעלי ההתפתחות התקינה (TD), בזיקה למשתנה רכיב הזיכרון

Group by	Sub group within study	Effect size and 95% confidence interval				Heterogeneity Within studies (Q _w)				Between Studies Effect (Q _b)
		N Studies	<i>d</i>	LCI	UCI	Q-value	df (Q)	P-value	I ²	Tau
Etiology (DS)		33	0.93	0.76	1.10	75.63	33	.000	57.01	0.36
Etiology (DS)	Memory Type	23.20 P < .001								
	PHL	22	1.24	1.01	1.46	34.87	21	.029	39.77	0.26
	VSS	19	0.41	0.18	0.66	74.91	18	.000	77.30	0.55
	CE	9	0.84	0.50	1.19	21.54	8	.006	62.86	0.40

DS=Down syndrome, d=Effect size, LCI/ UCI =Low / Upper Confidence intervals, PHL=Phonological loop, VSS=Visuo Spatial-Sketchpad, CE= Central Executive

מתוך טבלה 24 ושרטוט 5 ניכר כי, גודל האפקט המשוקלל ($d = 0.93$), שהתבסס על מודל האפקטים האקראיים ומרווח הביטחון ($LCI = 0.76$; $LCI = 1.10$), הצביעו על הבדלים גדולים בתפקודי זיכרון העבודה של בעלי תסמונת דאון ($N=754$) בהשוואה בעלי ההתפתחות התקינה הזחים בגילם המנטאלי ($N=825$). מבחן ההטרוגניות הסטטיסטי התוך סיווגי (Q_w), לרבות אחוז השונות הכוללת (I^2) וממד הפיזור (Tau), הצביעו על הטרוגניות גדולה בין המחקרים השונים.



שרטוט 5: תפקודי זיכרון העבודה של בעלי תסמונת דאון בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה (MA)
 DS=Down syndrome, TD=Typical development, *d*=Effect size, LCI/ UCI =Lower / Upper Confidence intervals, MA=Mental age

5.2.1 השוואה בין הקבוצות (DS, TD) בזיקה למשתנה רכיב הזיכרון

מטרתה של חלוקה זו של המחקרים לפי רכיב הזיכרון, נועדה על מנת לבדוק האם קיימים הבדלים בתפקודי הזיכרון של בעלי תסמונת דאון (DS) ובעלי ההתפתחות התקינה, בין רכיבי מערכת זיכרון העבודה (ראה טבלה 24 ושרטוטים 8-10).

א. הלולאה הפונולוגית: מטבלה 24 עולה כי, ממוצע גודל האפקט המשוקלל ($d = 1.24$), ומרווח הביטחון ($LCI = 1.01$; $UCI = 1.46$), המתייחסים לתפקודי רכיב הלולאה הפונולוגית של בעלי תסמונת דאון, בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה הזהים בגילם המנטאלי, הצביעו על הבדלים גדולים ומובהקים. כלומר, ניכר כי תפקודי הלולאה של בעלי תסמונת דאון, לקויים בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה (ראה שרטוט 8). מבחן ההטרוגניות הסטטיסטי התוך סיווגי (Q_w) מצביע על הומוגניות יחסית בין המחקרים. קרי המחקרים המהווים מסד נתונים לחתך זה, חולקים גודל אפקט משותף. **רמת ההטרוגניות (Q_w)**, אחוז השונות הכוללת (I^2) ומדד הפיזור (τ) הופחתו במידה ניכרת, בהשוואה למטה אנליזה שבחנה את רכיבי הלולאה הפונולוגית (ראה טבלה), ללא התייחסות לאטיולוגיה. במילים אחרות, ניכרת השפעתו של משתנה האטיולוגיה על חקר תפקודי הלולאה הפונולוגית בקרב בעלי תסמונת דאון. מן הראוי לציין, כי קבוצת המחקרים בקטגוריה זו סווגו גם בזיקה למשתנה סוג המטלה המילולית (Word span, Digit span, Non word repetition), ולא נמצאו הבדלים בין גודלי האפקט השונים ($Q_b(2) = 1.39$, $p = .50$). כלומר, תפקודי הלולאה הפונולוגית של בעלי תסמונת דאון לקויים בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה (MA), בכל סוגי המטלות.

ב. הלוח החזותי מרחבי: ממוצע גודל האפקט המשוקלל ($d = 0.41$) ומרווח הביטחון ($LCI = 0.18$; $UCI = 0.66$), המתייחס לתפקודי רכיב הלוח החזותי מרחבי של תסמונת דאון, בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה הזהים בגילם המנטאלי, הצביעו על הבדלים בינוניים ומובהקים בין הקבוצות (ראה שרטוט 9). כלומר, ניכר כי הלוח החזותי-מרחבי של בעלי תסמונת דאון, לקויים במידה בינונית, בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה. מבחן ההטרוגניות התוך סיווגי (Q_w), לרבות אחוז השונות הכוללת (I^2) ורמת הפיזור (τ), הצביעו על הטרוגניות גדולה בין המחקרים. מעניין לציין כי, 84% מבין המטלות שנבדקו בקטגוריה זו היו מטלות מרחביות.

ג. המעבד המרכזי: ממוצע גודל האפקט המשוקלל ($d = 0.84$) ומרווח הביטחון ($LCI = 0.50$; $UCI = 1.19$), המתייחסים לתפקודי רכיב המעבד המרכזי של בעלי תסמונת דאון בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה הזהים בגילם המנטאלי, הצביעו על הבדלים גדולים ומובהקים (ראה שרטוט 10). כלומר, ניכר כי תפקודי המעבד המרכזי של בעלי תסמונת דאון, לקויים בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה. מבחן ההטרוגניות התוך סיווגי (Q_w), לרבות אחוז השונות הכוללת (I^2) ורמת הפיזור (τ), הצביעו על הטרוגניות גדולה בין המחקרים.

ד. בחינת משתנה רכיב הזיכרון כמשתנה ממתן: במטרה לבדוק, האם קיימים הבדלים בתפקודי הזיכרון של בעלי תסמונת דאון, בין שלושת רכיבי מערכת זיכרון העבודה, חושב מבחן אפקט בין סיווגי (Q_b). מבחן זה הצביע על כך, שקיימים הבדלים מובהקים בין ממוצעי גדלי האפקט המשוקללים ($Q_b(2) = 7.45$, $p = .05$). כלומר, תפקודי הלולאה הפונולוגית והמעבד המרכזי של בעלי תסמונת דאון בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה, התואמים בגילם המנטאלי נמצאו לקויים יותר, לעומת תפקודם ברכיב הלוח

החזותי מרחבי . לאור העובדה, כי הושגה הומוגניות יחסית, רק בקטגוריה אחת מבין שלוש הקטגוריות (הלולאה הפונולוגית) המיוחסות למשתנה רכיב הזיכרון, **משתנה זה אינו מהווה משתנה ממתן**. **לסיכום**, תפקודי זיכרון העבודה של בעלי תסמונת דאון, בהכללה, נמצאו לקויים בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה התואמים בגילם המנטאלי. לעומת זאת, כאשר נערכה חלוקה מובחנת בזיקה למשתנה רכיב הזיכרון, ניכר דפוס ביצועים הטרוגני.

5.3 תפקודי זיכרון העבודה של בעלי תסמונת וויליאמס (WS)

מסד הנתונים המתייחס לתפקודי זיכרון העבודה, של בעלי תסמונת וויליאמס כלל 10 מחקרים בלבד. מתוכם 9 מחקרים השוו בין בעלי תסמונת וויליאמס לבעלי ההתפתחות התקינה הזהים בגילם המנטאלי. במטרה ליצור מסד נתונים בעל מכנה משותף, הוסר המחקר בו השוו הקבוצות על בסיס הגיל הכרונולוגי. יובהר, כי בשל מספר מחקרים קטן, הניתוחים הינם בעלי אופי גישושי בלבד ועל כן יש להסתייג מהתוצאות ולראות בהן כמצביעות על מגמה כללית הדורשת מחקר נוסף. בטבלה 25 ובשרטוט 6, מתוארת הסטטיסטיקה הרלוונטית לגבי תפקודי זיכרון העבודה השונים של בעלי תסמונת וויליאמס.

טבלה 25: מודל קטגוריות- השוואה בין גדלי האפקט המתייחסים לתפקודי זיכרון העבודה של בעלי תסמונת וויליאמס (WS) ובעלי ההתפתחות התקינה (TD), בזיקה למשתנה רכיב הזיכרון

Group by	Sub group within study	Effect size and 95% confidence interval				Heterogeneity Within studies (Q_w)				Between Studies Effect (Q_b)
		N Studies	d	LCI	UCI	Q-value	df (Q)	P-value	I^2	Tau
Etiology (WS)		9	0.77	0.36	1.18	23.37	8	.003	65.75	0.54
Etiology (WS)	Memory Type									3.37 P = .06
	PHL	5	0.26	-0.34	0.86	11.98	4	.018	66.61	0.53
	VSS	7	0.99	0.49	1.50	22.24	6	.001	73.02	0.59

WS=Williams syndrome, d =Effect size, LCI/ UCI =Low / Upper Confidence intervals, PHL=Phonological loop, VSS= Visuo Spatial-Sketchpad.

מתוך הטבלה ניכר כי, גודל האפקט המשוקלל ($d = 0.77$) ומרווח הביטחון ($LCI = 0.36$; $LCI = 1.18$), הצביעו על הבדלים גדולים ומובהקים בתפקודי זיכרון העבודה של בעלי תסמונת וויליאמס ($N=144$) ובעלי ההתפתחות התקינה הזהים בגילם המנטאלי ($N=178$). מבחן ההטרוגניות הסטטיסטי התוך סיווגי (Q_w), **לרבות אחוז השונות הכוללת (I^2) וממד הפיזור (Tau)**, הצביעו על הטרוגניות גדולה בין המחקרים השונים.

5.3.1 השוואה בין הקבוצות בזיקה למשתנה רכיב הזיכרון

מטרתה של חלוקת המחקרים על פי רכיב הזיכרון, נועדה על מנת לבדוק האם קיימים הבדלים בתפקודי הזיכרון של בעלי תסמונת וויליאמס (DS) ובעלי ההתפתחות התקינה, בין רכיבי מערכת זיכרון העבודה (ראה טבלה 25 ושרטוטים 8-9).

לאור העובדה כי מסד הנתונים כלל מחקר אחד, בו נבדקו תפקודי המעבד המרכזי, נערכה חלוקה של המחקרים לרכיב הלולאה הפונולוגית והלוח החזותי מרחבי בלבד. יתרה מכך, בשל כמות קטנה מאוד של מחקרים בכל קטגוריה, לא ניתן לקבוע מסקנות כוללניות, כי אם למצער להצביע על מגמה בלבד.

א. הלולאה הפונולוגית: ממוצע גודל האפקט המשוקלל ($d = 0.26$) ומרווח הביטחון (UCI) -0.34 ; LCI =

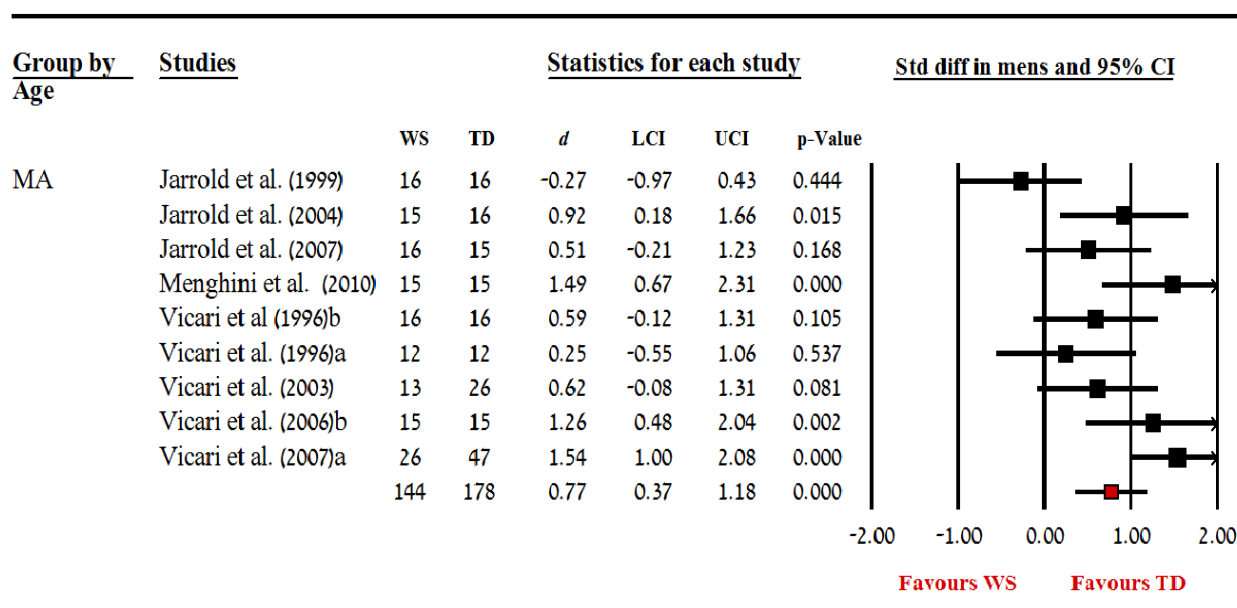
86, המתייחסים לתפקודי רכיב הלולאה הפונולוגית של בעלי תסמונת וויליאמס, בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה הזהים בגילם המנטאלי, הצביעו על הבדלים קטנים ולא מובהקים. כלומר, ניכר כי תפקודי הלולאה של בעלי תסמונת וויליאמס נמצאו שמורים, יחסית, בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה הזהים בגילם המנטאלי (ראה שרטוט 8). מבחן ההטרוגניות הסטטיסטי התוך סיווגי (Q_w), הצביע על הומוגניות יחסית בין המחקרים. קרי המחקרים המהווים מסד נתונים לחתך זה, חולקים גודל אפקט משותף. יודגש, כי רמת ההטרוגניות (Q_w), אחוז השונות הכוללת (I^2) ומדד הפיזור (Tau) הופחתו במידה ניכרת, בהשוואה למטה אנליזה שבחנה את רכיבי הלולאה הפונולוגית ללא התייחסות לאטיולוגיה (ראה סעיף 3 בפרק זה). במילים אחרות, ניכרת השפעתו של משתנה האטיולוגיה על חקר תפקודי הלולאה הפונולוגית בקרב בעלי תסמונת וויליאמס.

ב. הלוח החזותי מרחבי: ממוצע גודל האפקט המשוקלל ($d = 0.99$) ומרווח הביטחון (UCI) 0.49 ; LCI =

1.50, המתייחסים לתפקודי רכיב הלוח החזותי מרחבי של בעלי תסמונת וויליאמס, בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה הזהים בגילם המנטאלי, הצביעו על הבדלים גדולים ומובהקים בין הקבוצות (ראה שרטוט 9). חרף זאת, מבחן ההטרוגניות התוך סיווגי (Q_w), לרבות אחוז השונות הכוללת (I^2) ורמת הפיזור (Tau), הצביעו על הטרוגניות בין המחקרים

מעניין לציין, כי חלוקה מובחנת יותר, בזיקה לסוג המטלה, בתוך רכיב הלוח החזותי מרחבי, הצביע על תפקוד הטרוגני של בעלי תסמונת וויליאמס. גודל האפקט המשוקלל ($d = 1.08$) ומרווח הביטחון (UCI) 0.62 ; LCI = -0.68 ; 0.6 ; UCI = 1.51), המתייחסים למטלות מרחביות הצביעו על הבדלים גדולים ומובהקים בין הקבוצות. לעומת זאת, גודל האפקט המשוקלל ($d = 0$) ומרווח הביטחון (UCI) 0.62 ; LCI = -0.68 , המתייחסים למטלות החזותיות, לא הצביעו על הבדלים בין הקבוצות. למרות מיעוט המחקרים ניכרים הבדלים בין גודלי האפקט ($Q_b(1) = 7.67$, $p = .006$). חרף זאת, כפי שצוין קודם לכן יש לראות בתוצאה זו מגמה בלבד, לאור כמות המחקרים הקטנה בכל קטגוריה של משתנה סוג המטלה.

ג. **בחינת משתנה רכיב הזיכרון כמשתנה ממתן**: במטרה לבדוק, האם קיימים הבדלים בתפקודי הזיכרון של בעלי תסמונת וויליאמס, בין רכיב הלולאה הפונולוגית והלוח החזותי מרחבי, בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה, חושב מבחן אפקט בין סיווגי (Q_b). מבחן זה הצביע על כך, שקיימים הבדלים מובהקים בין ממוצעי גדלי האפקט המשוקללים ($Q_b(1) = 3.37, p = .06$). כלומר, תפקודי הלולאה של בעלי תסמונת וויליאמס, לעומת בעלי ההתפתחות התקינה נמצאו שמורים, בהשוואה לתפקודם ברכיב הלוח החזותי מרחבי. לאור העובדה כי הושגה הומוגניות יחסית, רק בקטגוריה אחת של משתנה רכיב הזיכרון (הלולאה הפונולוגית), **משתנה רכיב הזיכרון אינו מהווה משתנה ממתן**.



שרטוט 6: תפקודי זיכרון העבודה של בעלי תסמונת וויליאמס בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה (MA)
 WS=Williams syndrome, TD=Typical development, *d*=Effect size, LCI/UCI =Low / Upper Confidence intervals, MA=Mental age

5.4 השוואה בין ממוצעי גדלי האפקט המתייחסים למשתנה האטיולוגיה

במטה אנליזה זו ביקשנו לבדוק האם משתנה האטיולוגיה מהווה משתנה ממתן, שעשוי להסביר את ההבדלים בין המחקרים, באשר לתפקודי זיכרון העבודה של בעלי האטיולוגיות השונות. כפי שצוין קודם לכן, מסד הנתונים הכיל שלושה מחקרים בלבד בהם נבדקו תפקודי זיכרון העבודה של בעלי תסמונות דאון וויליאמס בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה התואמים בגילם הכרונולוגי. מכאן, מסד הנתונים להשוואה בין האטיולוגיות השונות, הינו בזיקה לגיל המנטאלי בלבד. תחילה יוצג הניתוח של משתנה האטיולוגיה לבדו (ראה טבלה 26 ושרטוט 7) ובהמשך תוצג בחינתו של משתנה זה בנוגע לרכיבי מערכת זיכרון העבודה השונים (ראה טבלה 26 ושרטוטים 8-10).

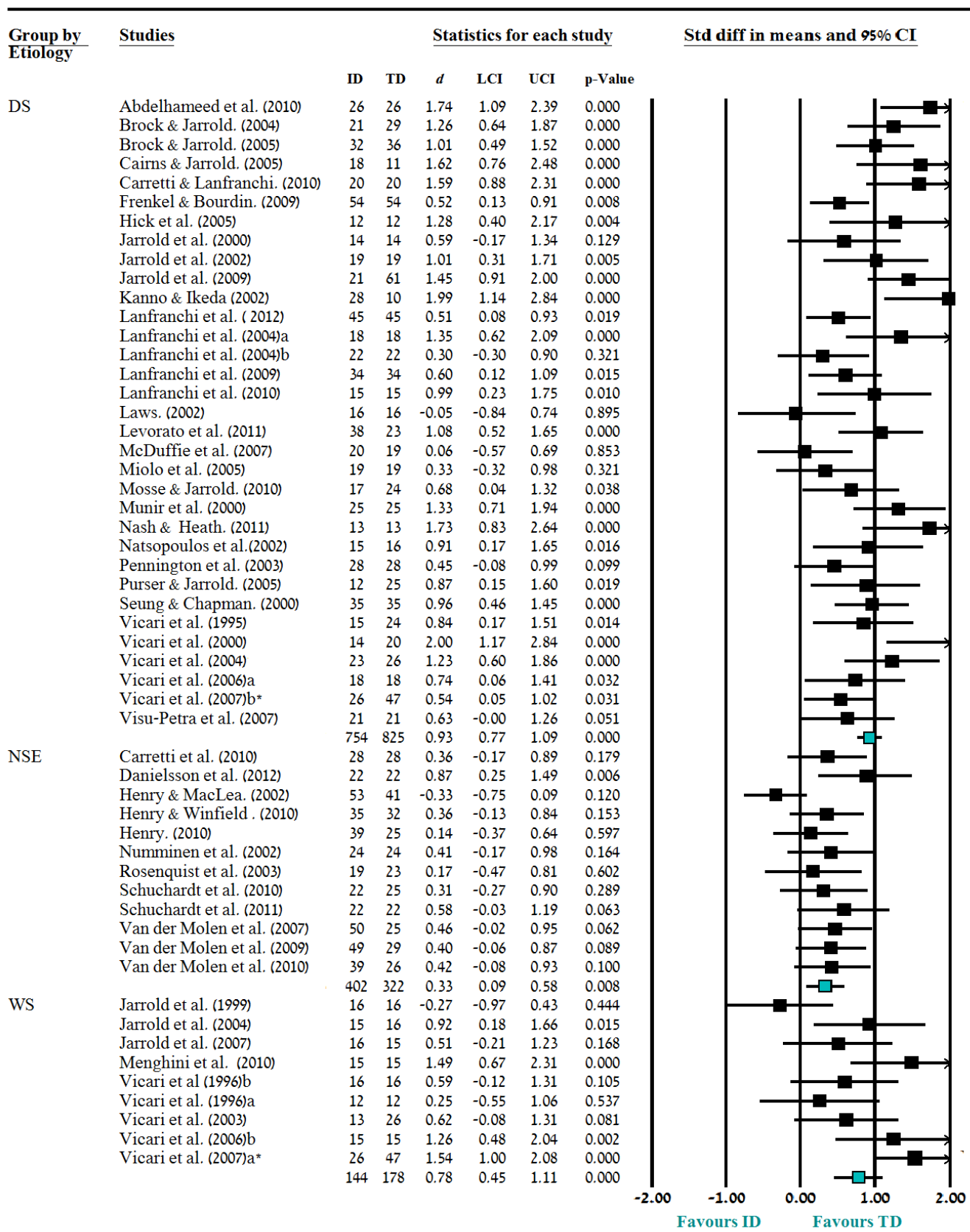
טבלה 26: מודל קטגוריות - השוואה בין גדלי האפקט המתייחסים לתפקודי זיכרון העבודה של בעלי מוגבלות שכלית (ID) ובעלי ההתפתחות התקינה (TD), על פי משתנה האטיולוגיה ומשתנה רכיב הזיכרון

Groups by	Sub group within study	Effect size and 95% CI				Heterogeneity Within studies (Q_w)			Between Studies Effect (Q_b)
		N Studies	d	LCI	UCI	Q-value	df (Q)	P-value	I^2 Tau
Etiology									15.92 P = .000
DS		33	0.93	0.76	1.10	75.63	33	.000	57.01 0.36
NSE		12	0.33	0.08	0.57	14.46	11	.208	23.93 0.15
WS		9	0.78	0.36	1.18	23.37	8	.003	65.75 0.54
Etiology Memory Type - PHL									41.60 P = .000
DS		22	1.24	1.01	1.46	34.87	21	.029	39.77 0.26
NSE		11	0.48	0.23	0.72	6.70	10	.753	0.00 0.00
WS		5	0.26	-0.34	0.86	11.98	4	.018	66.61 0.53
Etiology Memory Type - VSS									9.31 P < .05
DS		19	0.41	0.18	0.66	74.91	18	.000	77.30 0.55
NSE		7	-0.07	-0.37	0.24	33.40	6	.000	82.34 0.56
WS		7	0.99	0.49	1.50	22.24	6	.001	73.02 0.59
Etiology Memory Type - CE									7.00 P < .05
DS		9	0.84	0.50	1.19	21.54	8	.006	62.86 0.40
NSE		9	0.26	0.06	0.40	18.16	8	.020	55.9 0.29

DS=Down syndrome, NSE= Nonspecific etiology, WS=Williams syndrome, TD=Typical development, d=Effect size, LCI/ UCI =Low / Upper Confidence intervals, MA=Mental age, PHL=Phonological loop, VSS= Visuo Spatial Sketchpad, CE=Central Executive

בחינת משתנה האטיולוגיה כמשתנה ממתן: עקב ההטרוגניות שנמצאה בשתיים מבין הקטגוריות (DS, WS), משתנה האטיולוגיה לבדו אינו מהווה משתנה ממתן. עם זאת, האפקט הבין סיווגי (Q_b), הצביע על הבדלים מובהקים בין גדלי האפקט השונים. כפי שכבר צוין קודם לכן, עפ"י חוקי המטה אנליזה חישוב ניגודיות בין

ממוצעי גודלי האפקט השונים, עשוי להתבצע בעקבות אפקט בין סיווגי מובהק, גם כאשר אחד הסיווגים, או שניהם, אינם הומוגניים. במקרה זה, מניגוד מובהק עולה כי הניתוחים הינם בעלי אופי של גישוש, במידה מסוימת, וקשה לדעת בדיוק אלו גורמים אחרים עשויים היו לתרום לאפקט המובהק הבין סיווגי Hedges & Olkin, 1985). חישוב הניגודיות הצביע על כך, שגודל האפקט המשוקלל, המתייחס לתפקודי זיכרון העבודה של בעלי מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית, בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה, **קטן באופן מובהק** מגודל האפקט המשוקלל המתייחס לתפקודי זיכרון העבודה של בעלי תסמונת ויליאמס ($X^2(1) = 5.41, P < 0.005$) ותסמונת דאון ($X^2(1) = 17.38, P = .000$). לעומת זאת, לא נמצאו הבדלים בין גודלי האפקט המשוקללים המתייחסים לתפקודי זיכרון העבודה של בעלי תסמונת דאון, בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה ובעלי תסמונת ויליאמס בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה ($X^2(1) = 0.61, P = 0.43$). משמעות הדבר היא כי בעלי תסמונת ויליאמס ותסמונת דאון מגלים פערים גדולים, בתפקודי זיכרון העבודה, בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה הזוהים בגילם המנטאלי, בעוד שבעלי מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית מגלים יכולות שמורות יחסית (ראה שרטוט 7).



שרטוט 7: תפקודי זיכרון העבודה - השוואה בין גדלי האפקט על פי משתנה האטיולוגיה

DS=Down syndrome, נבדקים שונים בקבוצת הניסוי. a*,b*. אותה קבוצת ביקורת, נבדקים שונים בקבוצת הניסוי. a,b
NSE= Nonspecific etiology, WS=Williams syndrome, ID=Intellectual disability, TD=Typical development, d=Effect size, LCI/ UCI =Low / Upper Confidence intervals

5.4.1 השוואה בין גדלי האפקט על פי משתנה האטיולוגיה ומשתנה רכיב הזיכרון

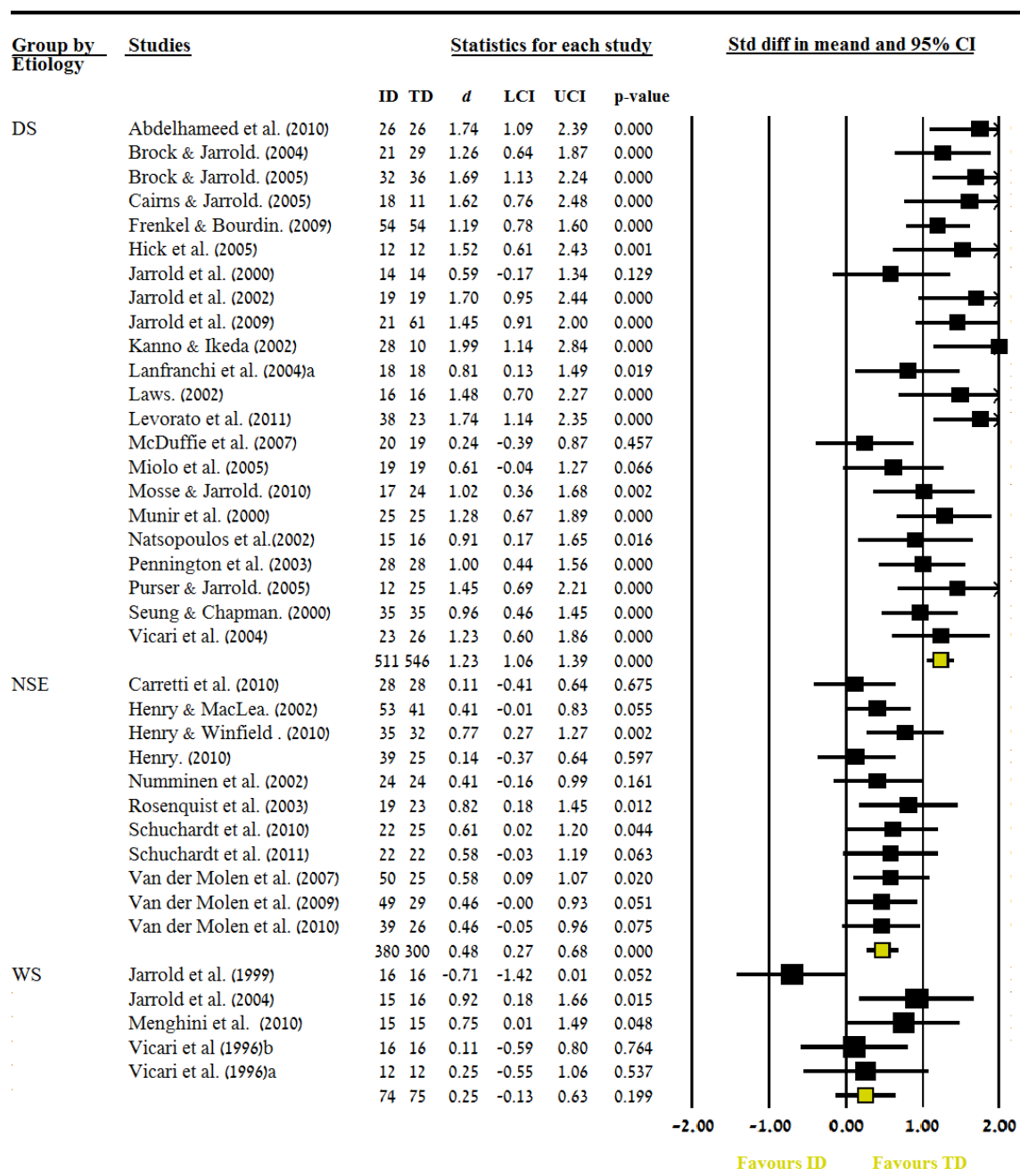
במטה אנליזה זו ביקשנו לבדוק האם קיימים הבדלים בין ממוצעי גודלי האפקט בהתייחס לאטיולוגיות השונות, בכל אחד מרכיבי מערכת זיכרון העבודה בנפרד (ראה טבלה 26 ושרטוטים 8-10).

א. **תפקודי הלולאה הפונולוגית:** במטה אנליזה המתייחסת לתפקודי הלולאה הפונולוגית, משתנה האטיולוגיה מהווה **משתנה ממתן**. זאת, לאור העובדה כי הושגה הומוגניות, יחסית, בכל הקטגוריות השייכות למשתנה האטיולוגיה, ולאור ההבדלים המובהקים, שנמצאו בין ממוצעי שלושת גודלי האפקט (Q_b). ערך חישוב הניגודיות בין ממוצעי גודלי האפקט, המיוחסים לתפקודי הלולאה הפונולוגית של בעלי תסמונת דאון ובעלי תסמונת ויליאמס הצביע על הבדלים מובהקים ביניהם ($X^2(1) = 16.76, P = .000$). כלומר, בעלי תסמונת דאון מגלים פערים גדולים בתפקודי הלולאה הפונולוגית, בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה (MA); לעומת זאת בעלי תסמונת ויליאמס מגלים יכולות שמורות יחסית, בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה (MA). תוצאות דומות התקבלו, גם כאשר חושב ערך הניגודיות בין גודלי האפקט, המתייחסים לתפקודי הלולאה הפונולוגית של בעלי תסמונת דאון ומוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית ($X^2(1) = 36.17, P = .000$). במילים אחרות, בעלי תסמונת דאון מגלים פערים גדולים בתפקודי הלולאה הפונולוגית, בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה (MA), לעומת זאת בעלי מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית מגלים ליקויים בינוניים יחסית, בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה (MA).

לעומת זאת, לא נמצאו הבדלים מובהקים בין ממוצעי גדלי האפקט המתייחסים לבעלי תסמונת ויליאמס ובעלי מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית. ($X^2(1) = 1.18, P = .276$), (ראה שרטוט 8).

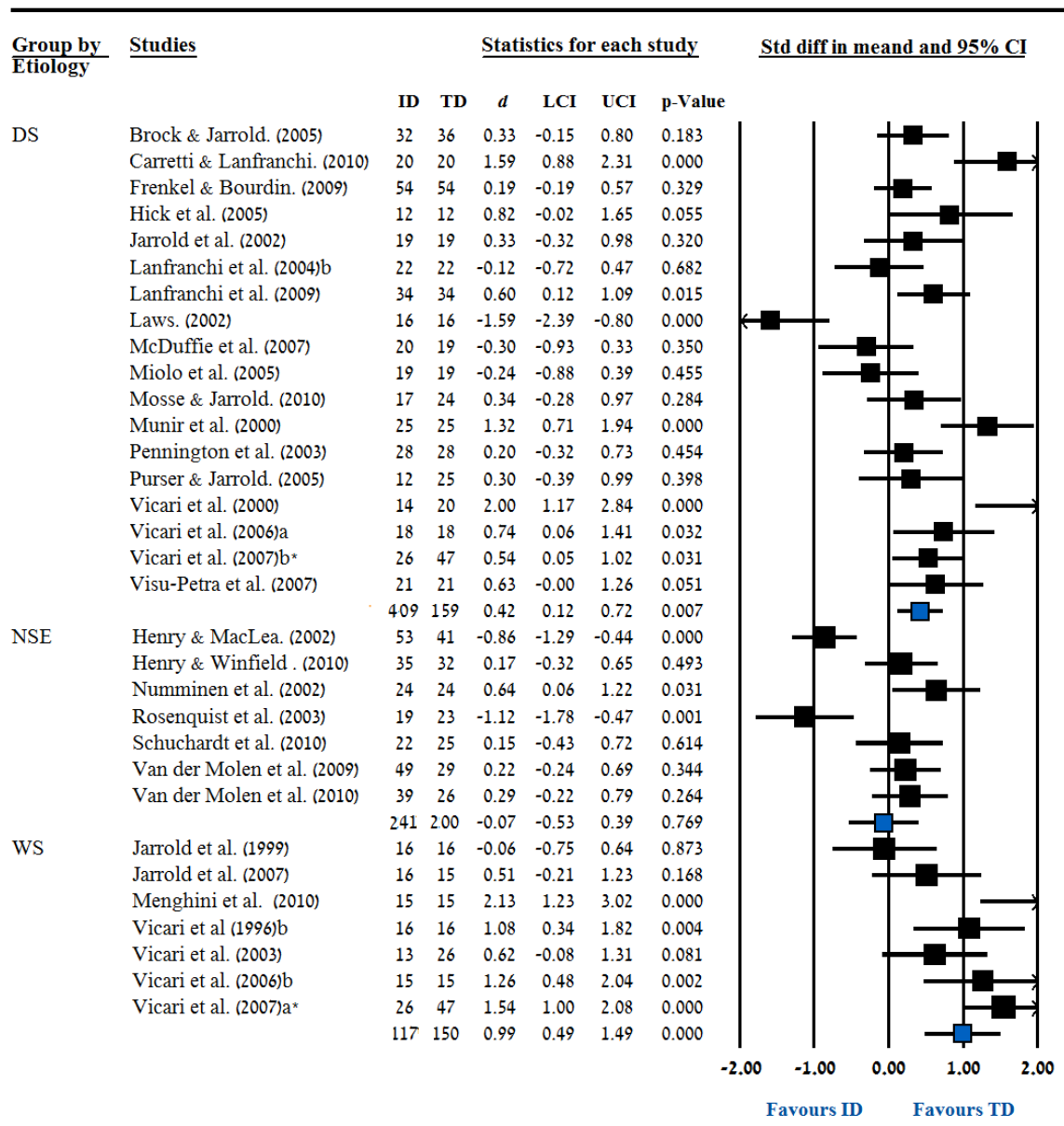
ב. **תפקודי הלוח החזותי מרחבי:** לאור ההטרוגניות הגדולה שנמצאה בין המחקרים בכל אחת מקטגוריות המתייחסת לרכיב הלוח החזותי מרחבי (DS, WS, NSE), ניתן לומר כי משתנה האטיולוגיה אינו מהווה **משתנה ממתן**. עם זאת, האפקט הבין סיווגי (Q_b) הצביע על הבדלים מובהקים בין גדלי האפקט המשוקללים. ערך חישוב הניגודיות בין ממוצע גודל האפקט, המיוחס לתפקודי הלוח החזותי מרחבי של בעלי תסמונת ויליאמס, בהשוואה לממוצע גודל האפקט המיוחס לבעלי תסמונת דאון ($X^2(1) = 3.78, P = .05$), ובעלי מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית ($X^2(1) = 9.03, P < .005$), הצביע על הבדלים מובהקים ביניהם. במילים אחרות, בעלי תסמונת ויליאמס מגלים פערים גדולים בתפקודי הלוח החזותי מרחבי, בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה הזוהים בגילם המנטאלי. זאת בניגוד לבעלי תסמונת דאון המגלים פערים בינוניים בתפקודי הלוח החזותי מרחבי בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה, ובניגוד לתפקוד השמור של בעלי המוגבלות השכלית ללא אטיולוגיה ספציפית (ראה שרטוט 9). לעומת זאת, לא נמצאו הבדלים מובהקים בין ממוצעי גודלי האפקט המתייחסים לבעלי תסמונת דאון ובעלי מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית ($X^2(1) = 3.01, P = .08$).

ג. **תפקודי המעבד המרכזי** - במטה אנליזה המתייחסת לתפקודי המעבד המרכזי של בעלי המוגבלות השכלית, משתנה האטיולוגיה **אינו ממתן**. עם זאת, מבחן ההומוגניות הבין סיווגי (Q_b), שנערך בין גדלי האפקט המתייחסים להשוואה בין בעלי מוגבלות שכלית (NSE) ובעלי ההתפתחות התקינה הזהים בגיל המנטאלי (MA), וכן בין בעלי תסמונת דאון ובעלי ההתפתחות התקינה הזהים בגיל המנטאלי (MA), הראו הבדלים מובהקים. כלומר, בעלי מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית מגלים יכולות שמורות יחסית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה הזהים בגיל המנטאלי, ואילו בעלי תסמונת דאון מגלים פערים משמעותיים בתפקודי המעבד המרכזי, בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה (ראה שרטוט 10).



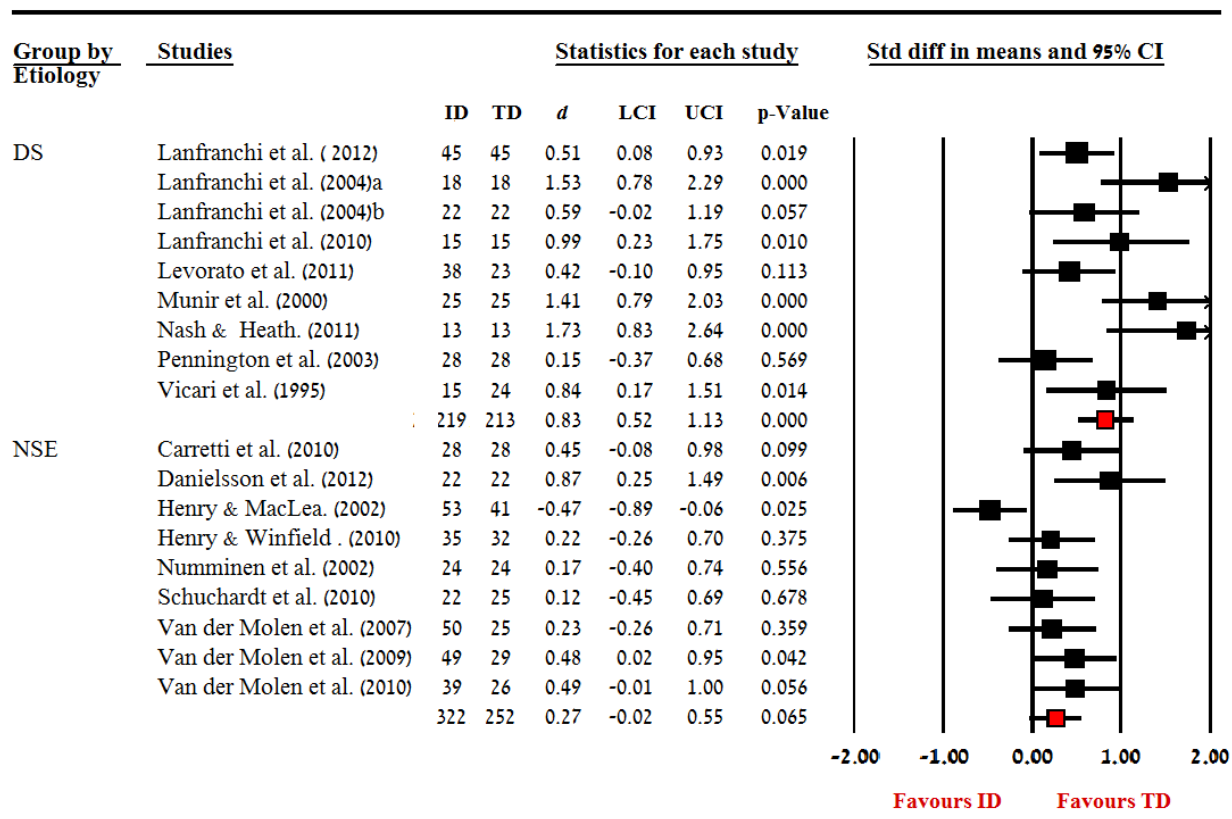
שרטוט 8: הלולאה הפונולוגית - השוואה בין גדלי האפקט על-פי משתנה האטיולוגיה

a,b - נבדקים שונים בקבוצת הניסוי והביקורת. DS=Down syndrome, NSE= Nonspecific etiologym, WS=Williams syndrome, ID=Intellectual disability, TD=Typical development, d=Effect size, LCI/ UCI =Low / Upper Confidence intervals



שרטוט 9: הלוח החזותי מרחבי- השוואה בין גדלי האפקט על-פי משתנה האטיולוגיה

a,b- נבדקים שונים בקבוצת הניסוי והביקורת. a*,b* אותה קבוצת ביקורת, נבדקים שונים בקבוצת הניסוי. DS=Down syndrome, NSE= Nonspecific etiologym, WS=Williams syndrome, ID=Intellectual disability, TD=Typical development, d=Effect size, LCI/ UCI =Low / Upper Confidence intervals



שרטוט 10: המעבד המרכזי - השוואה בין ממוצעי גדלי האפקט על-פי משתנה האטיולוגיה

a,b- נבדקים שונים בקבוצת הניסוי והביקורת. DS=Down syndrome, NSE= Nonspecific etiologym, ID=Intellectual disability, TD=Typical development, d=Effect size, LCI/ UCI =Low / Upper Confidence intervals

לסיכום, האטיולוגיה מהווה משתנה ממתן בקרב מחקרי הלולאה הפונולוגית בלבד. בנוסף לכך, רכיב הזיכרון, מהווה משתנה ממתן במחקרים בהם נערכו השוואות בין בעלי מוגבלות שכלית ובעלי ההתפתחות התקינה הזהים בגילם המנטאלי. בראיה מוכללת, בעלי תסמונת דאון ובעלי תסמונת ויליאמס מגלים פערים בתפקודי זיכרון העבודה, בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה הזהים בגילם המנטאלי, בעוד שאלו שמורים יחסית בקרב בעלי מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית. עם זאת, בראיה דיפרנציאלית, ניכר פרופיל תפקודי שונה בין שלוש הקבוצות בעלות המוגבלות השכלית: בעלי תסמונת ויליאמס מגלים פערים ברכיב הלוח החזותי מרחבי, לצד יכולות שמורות יחסית, ברכיב הלוח הלולאה הפונולוגית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה; לעומת זאת, בעלי תסמונת דאון מגלים פרופיל הפוך, המצביע על יכולת טובות יותר המיוחסות לרכיב הלוח החזותי מרחבי, לצד ליקויים משמעותיים ברכיב הלולאה הפונולוגית והמעבד המרכזי. כמו כן, בעלי מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית מגלים פערים קטנים יחסית ברכיב הלוח החזותי והמעבד המרכזי בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה, לצד ליקויים בינוניים בתפקודי הלולאה הפונולוגית. ממצאים אלו מחזקים את ההבחנה באשר לפרופיל הקוגניטיבי המובחן בין האטיולוגיות השונות, ותורמים לראיית מערכת זיכרון העבודה המורכב מרכיבים שונים.

פרק ד': דיון ומסקנות- זיכרון עבודה

חקר זיכרון העבודה בקרב בעלי מוגבלות שכלית, נבחן במספר גדול של מחקרים, שהעניקו מידע רב אודות התפקוד הקוגניטיבי של אוכלוסייה זו, ותרמו להבחנה בין הפרופילים הנוירו פסיכולוגיים של קבוצות שונות בעלות מוגבלות שכלית, לרבות תסמונות דאון (DS), וויליאמס (WS) ומוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית (NSE) (Carney et al., 2013; Kittler et al., 2008; Porter et al., 2007). מסקירת הספרות המחקרית הענפה עולים ממצאים סותרים ומתקבלת תמונה לא אחידה, היוצרת חילוקי דעות סביב שאלת היחסים בין זיכרון העבודה לבין המוגבלות השכלית. לאור זאת, מטרת המחקר העיקרית הייתה לבדוק, **האם קיימים הבדלים בתפקודי זיכרון בין בעלי המוגבלות השכלית לבין בעלי ההתפתחות התקינה**, תוך בחינת תרומתם האפשרית של משתנים ממתנים פוטנציאליים, הקשורים בנבדקים (גיל ואטיולוגיה), ובמטלה (רכיב הזיכרון, סוג המטלה והמודאליות), לשונות הקיימת בין המחקרים. מטרה נוספת וחשובה הייתה, לבדוק האם קיימים הבדלים בין בעלי המוגבלות השכלית (DS, WS, NSE) לבעלי ההתפתחות התקינה **בין ובתוך** רכיבי מערכת זיכרון העבודה. כאמור, מחקר המטה אנליזה הנוכחי התבסס במידה רבה על מודל הרכיבים של Baddeley (2000a,b, 2003), אשר שימש בסיס תיאורטי לרוב המחקרים שהרכיבו את מסד הנתונים שנותח בעבודה זו.

בפרק הדיון שלהלן יוצגו, תחילה, המסקנות המתייחסות לשאלת ההבדלים בין הקבוצות באופן כללי, ולאחר מכן יוצג דיון מפורט, אודות תפקודי זיכרון העבודה, תוך התייחסות לבחינת של משתנים הקשורים במטלה (רכיב הזיכרון, סוג המטלה, והמודאליות), ובנבדקים (גיל ואטיולוגיה).

1. זיכרון עבודה (Working memory) – השוואה כללית בין הנבדקים

המטרה המרכזית של המטה אנליזה הנוכחית הייתה לבדוק האם ממוצע גודל האפקט מצביע על הבדלים בתפקודי זיכרון העבודה, בין בעלי המוגבלות השכלית ובעלי ההתפתחות התקינה. מסד הנתונים כלל 64 מחקרים שהוצאו מ- 60 פרסומים שונים, ובהם 1,546 נבדקים בעלי מוגבלות שכלית ו- 1,634 נבדקים בעלי ההתפתחות התקינה. גודל האפקט שהתקבל הצביע על הבדלים גדולים ומובהקים בין בעלי המוגבלות השכלית ובעלי ההתפתחות התקינה לטובת האחרונים, לצד הטרוגניות גדולה מאוד בין המחקרים. תוצאה זו באופן כללי, מאששת את הטענה הרווחת בספרות לפיה אנשים הסובלים ממוגבלות שכלית הינם בעלי לקות בתפקוד זיכרון העבודה.

בניסיון להסביר תוצאה זו נתמקד בקצרה במאפייני זיכרון העבודה. שמירת מידע בזיכרון העבודה דורשת מאמץ, תובעת תשומת לב וסיכוייה להיכשל גבוהים בעיקר כאשר עומס המידע או דרישות קוגניטיביות אחרות המוטלות על הזוכר הנם גבוהות. תפקוד יעיל של זיכרון העבודה מותנה בהתפתחות תקינה של אזורי שונים במוח, בידע כללי על העולם, מודעות פונולוגית, שימוש באסטרטגיות לשיפור הזיכרון וביכולת להעריך את מאפייניו ומוגבלותיו של הזיכרון (Brock et al., 2006; Gathercole, 1999). לאור זאת, אין תמה כי בעלי המוגבלות השכלית, אשר מגלים קשת רחבה של קשיים קוגניטיביים לרבות, קשיי שפה, קשב, מיעוט בשימוש באסטרטגיות, קושי בקידוד ואחזור אקטיבי של מידע (Atwell et al., 2003; Carlin et al., 2001), מגלים קשיים משמעותיים בזיכרון העבודה בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה. יתרה מכך, מחקרים קודמים הראו כי, בעלי מוגבלות שכלית מאופיינים בהתפתחות לקויה של אזורי מוחיים שונים, ובפרט קליפת המוח (Cortex), ההכרחיים לתפקודו של זיכרון העבודה. (לסקירה ראה: Baddeley, 2003; Martinussen et al., 2005; Lott & Dierssen, 2005).

(2010; Vicari et al, 2006). על כן, ייתכן ובשל כך ניכרים קשיים בתפקודי זיכרון עבודה בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה.

כאמור, הכללת מחקרי זיכרון העבודה לשם קבלת ממוצע גודל אפקט משוקלל, הצביעה על הטרוגניות גדולה בין המחקרים שנכללו במסד הנתונים. הטרוגניות זו, מוציאה מכלל אפשרות את היכולת להסביר את הסתירות הרבות, הקיימות בין המחקרים השונים, ומצביעה, כנראה, על השפעתם של משתנים שונים שעשויים לתרום להבדלים אלו. לצורך הרחבת ההסבר של ההטרוגניות בין המחקרים, נבחרו מספר משתנים הקשורים במטלה (רכיב הזיכרון, סוג המטלה והמודאליות) ובנבדקים (גיל הנבדקים והאטיולוגיה), בעלי יכולת פוטנציאלית להסביר הטרוגניות זו.

2. תפקודי זיכרון העבודה על פי משתנים ממתנים פוטנציאליים

חלוקת המחקרים על פי המשתנים השונים ובחינתם כמתנים, אפשרה להגיע למסקנה חשובה. לפיה, בעת הניסיון לתאר את תפקודי זיכרון העבודה של אוכלוסיות בעלות מוגבלות שכלית, **יש לנקוט בגישה דיפרנציאלית ומובחנת**, ולהימנע מתיאור מכליל, הנמדד על ידי ממוצע גודל אפקט כללי בלבד. יתרה מכך, בבואנו לפרש נתונים ולהסיק מסקנות אודות תפקודי זיכרון העבודה, יש לעשות זאת, תוך הבאתם בחשבון של משתנים שונים הן הקשורים במטלה הן הקשורים בנבדקים, כפי שיתואר בהמשך. מסקנה זו מחזקת את התפיסות התיאורטיות, לפיהן, מערכת זיכרון העבודה מורכבת מרכיבים שונים, המובחנים מבחינה פונקציונאלית, ומקושרים לאזורי פעילות מוחית שונים (Edgin, Thomason et al., 2009; Pennington, Mervis, 2010). להבחנה זו יש משמעות רבה באיתור הפרופיל הקוגניטיבי הייחודי של קבוצות שונות בעלות מוגבלות שכלית, הכוללת יכולות לצד קשיים.

במחקר המטה אנליזה הנוכחי, על חתכי השונים, אף אחד מהמשתנים הקשורים בנבדקים (גיל ואטיולוגיה) ומשתנים הקשורים במטלה (רכיב הזיכרון, סוג המטלה, רמת הבקרה והמודאליות), לא נמצא ממתן, ועל כן אין באפשרותם להסביר את השונות הגדולה בין המחקרים הנכללים במסד הנתונים. רק האינטראקציה בין המשתנים (כגון האטיולוגיה וסוג המטלה), הפחיתה באופן מובהק את ההטרוגניות בין המחקרים, ואפשרה לעמוד על ההבדלים בין ממוצעי גדלי האפקט המשוקללים השונים.

חרף העובדה, כי אף משתנה לבדו אינו ממתן, ניכרת **תרומתו** של כל אחד מהם, להבנת תפקודי זיכרון העבודה של בעלי המוגבלות השכלית. תחילה, יוצגו המסקנות המתייחסות למשתנים הקשורים במטלה, ולאחר מכן יוצגו המסקנות הקשורות בנבדקים. מטבע הדברים, ולאור האמור לעיל, תוך כדי דיון נתייחס גם לאינטראקציה בין משתנים.

2.1 תפקודי מערכת זיכרון העבודה על פי משתנים הקשורים במטלה - רכיב הזיכרון וסוג המטלה

מטרת המטה אנליזה הנוכחית הייתה לבדוק האם קיימים הבדלים בתפקודי הזיכרון של בעלי המוגבלות השכלית ובעלי ההתפתחות התקינה **בין ובתוך** רכיבי המשנה של זיכרון העבודה (הלולאה הפונולוגית, הלוח החזותי-מרחבי, המעבד המרכזי).

על מנת לבחון את ההבדלים **בין** רכיבי מערכת זיכרון העבודה, וכן לבדוק האם גורם רכיב הזיכרון מהווה משתנה ממתן, סווגו המחקרים בהתאם למאפייני המודל של Baddeley (2000a,b, 2003, 2007). כל המחקרים בהם נעשה

שימוש במטלות מילוליות או חזותיות מרחביות, הדורשות אחסון בלבד, סווגו תחת משתנה רכיב הלולאה הפונולוגית ומשתנה הלוח החזותי-מרחבי בהתאמה. לעומת זאת, כל המחקרים בהם נעשה שימוש במטלות זיכרון הדורשות עיבוד ואחסון מידע בו זמנית, סווגו תחת רכיב המעבד המרכזי.

ממצאי המחקר הנוכחי הניבו, ההבדלים בין גדלי האפקט המתייחסים לרכיבי מערכת זיכרון העבודה השונים. הבדלים אלו מצביעים על דפוס ביצועים הטרוגני בקרב בעלי המוגבלות השכלית. בהכללה, ללא התייחסות למשתנה האטיולוגיה, תפקודי הלוח החזותי-מרחבי של בעלי המוגבלות השכלית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה (MA), נמצאו פחות ליקויים, בניגוד לתפקודם ברכיב הלולאה הפונולוגית והמעבד המרכזי. כאמור, דפוס הביצועים הדיפרנציאלי, מחזק את התפיסה, הרואה בזיכרון העבודה מערכת המורכבת מחלקים המובחנים מבחינה אנטומית ופונקציונאלית (Andres, 2003; Baddeley, 2000a,b 2003; Crone et al., 2006; Gathercole, 1999; Wager & Smith, 2003; Vicari & Carlesimo, 2006; Baddeley, 2006). לפי מודל זה, לנבדקים שונים בעלי ההתפתחות לקויה, עשוי להיות קושי ספציפי באחד מרכיבי מערכת זיכרון העבודה, בעוד שביתר הרכיבים תפקודם יהיה תקין יחסית (Martinussen et al., 2005; Trezise et al., 2014). כמו כן, משתנה רכיב הזיכרון, אינו מהווה משתנה ממתן, העשוי להסביר את ההבדלים בין המחקרים השונים, המהווים את מסד הנתונים במחקר הנוכחי. מכאן, ביקשנו לבחון את השאלה: האם דפוס הביצועים בתוך כל רכיב זיכרון עבודה, הינו אחיד, או שמא מצביע על קיומן של פונקציות משנה? במילים אחרות, האם הליקויים של בעלי המוגבלות השכלית מתבטאים באופן שווה בכל סוגי המטלות, השייכות לאותו רכיב זיכרון?

חלוקת המחקרים בכל קטגוריה של רכיב הזיכרון (הלולאה הפונולוגית, הלוח החזותי-מרחבי, המעבד המרכזי), על פי סוג המטלה והמודאליות, אפשרה לנו לנקוט בגישה מכוונת ומעמיקה בזהוי פרופיל ביצועי זיכרון העבודה של קבוצות שונות בעלות מוגבלות שכלית. המסקנה שנבעה מחלוקה זו, היא שתפקודי זיכרון העבודה של בעלי מוגבלות שכלית עשויים להשתנות כפונקציה של תוכן המטלה ויכולות הפרט. בניסיון להסביר מסקנה זו נתייחס לכל רכיב זיכרון בנפרד על המטלות השונות.

באשר ללולאה הפונולוגית, ניתן לומר כי באופן כללי (ללא התייחסות למשתנה האטיולוגיה), תפקודי הלולאה הפונולוגית של בעלי מוגבלות שכלית נמצאו לקויים באופן משמעותי, בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה, הן כאשר נעשתה התאמה בין הקבוצות על פי הגיל המנטאלי הן על פי הגיל הכרונולוגי. יתכן, וממצא זה קשור במתודולוגית המחקר הנוכחי. מרבית הנבדקים שהשתתפו במחקרים שנכללו במטה האנליזה שבחנה את רכיב הלולאה הפונולוגית, היו בעלי תסמונת דאון ומוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית, אשר לגבי כל אחת מהן בנפרד ניכר תפקוד לקוי בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה. זאת, בניגוד למספרם הקטן בעליל של הנבדקים בעלי תסמונת וויליאמס, אשר הציגו דפוס ביצועים שמור יחסית, כפי שידון בהמשך בהרחבה.

בניסיון לבחון את קיומן של פונקציות משנה בתוך רכיב הלולאה הפונולוגית, סווגו המחקרים על פי ארבע קטגוריות בהתאם לסוג המטלה (Word span, Digit span, Non word repetition task and General task). הסיווג נעשה בהתאם לספרות המחקרית ולאור התפיסה, כי קיים שוני בין המטלות ברמת הידע והמיומנויות הנדרשות לביצוען (Bopp & Verhaeghen, 2005; Brock & Jarrold, 2004; Yirmiya et al., 1998; Thomason et al., 2009; Unsworth & Engle, 2007). למרות ההבחנה בין המטלות המילוליות, המתייחסת לרכיב הלולאה הפונולוגית, לא נמצאו הבדלים בתפקודם של בעלי המוגבלות השכלית בין המטלות השונות, גם כאשר נבחנה האינטראקציה בין משתנה סוג המטלה, משתנה הגיל והאטיולוגיה. במילים אחרות, משתנה סוג

המטלה המילולית אינו מהווה משתנה ממתן. חרף האמור לעיל, ייתכן ומספר המחקרים הקטן בכל קטגוריה אשר נוצר מחלוקה דיפרנציאלית זו, הוציא מכלל אפשרות לעמוד על הבדלים בין המטלות, בהנחה ואלו קיימים. לצד ההסבר המתודולוגי, ניתן גם להתייחס לקשיים הקוגניטיביים של בעלי המוגבלות השכלית. בספרות המחקרית, המתייחסת בעיקר לבעלי תסמונת דאון, הוצעו הסברים מגוונים לקשיים הקוגניטיביים שלהם כמו למשל: קושי בשימוש באסטרטגיית השינון, ירידה בשמיעה, קושי בהפקה הלשונית, וליקוי בהתפתחות ומבנה המוח הספציפי של קבוצה זו (לסקירה ראה, Vicari, 2006; Lanfranchi et al., 2012). יש להדגיש כי במטה אנליזה זו, לא נעשה ניסיון להתחקות אחר מקור הקושי, אלא לתאר את הידע הקיים, על מנת להבין טוב יותר אודות תפקודי זיכרון העבודה של בעלי האטיולוגיות השונות. עם זאת, אנו מקבלים את מסקנתם של חוקרים שונים (Lanfranchi, Toffanin, Zilli, Panzeri, & Vianello, 2013; Lott & Dierssen, 2010; Vicari, 2006) הטוענים כי אין להוציא מכלל אפשרות כי תפקודי הלולאה הפונולוגית בקרב בעלי תסמונת דאון, עשויים לנבוע מאחד או יותר מן הגורמים שתוארו לעיל. אך עם זאת, יש לייחס אחריות רבה לכך שהלולאה הפונולוגית לקויה באופן גלובלי והיא זו המהווה מקור לקשיי השפה והלמידה בקרב אוכלוסייה זו. מסקנה דומה התקבלה במחקר שנערך לאחרונה בקרב בעלי מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית (Schuchardt, Maehler, & Hasselhorn, 2011), בו נמצא כי ליקוי בלולאה הפונולוגית לצד קשיים לשוניים הכרוכים בתפקודה התקין, הם התורמים לקשיים הקוגניטיביים בקרב בעלי מוגבלות שכלית. אנו נוטים לאמץ גישה זו, לאור הליקויים המשמעותיים של בעלי מוגבלות השכלית בכל אחת מן המטלות המילוליות המיוחסות לרכיב הלולאה הפונולוגית.

באשר למטלות **הלוח החזותי מרחבי**, תוצאות המטה אנליזה מצביעות בהכללה (ללא התייחסות למשתנה האטיולוגיה), על הבדלים בינוניים בין בעלי המוגבלות השכלית ובעלי ההתפתחות התקינה התואמים. פערם אלו קטנים כאשר בסיס ההשוואה בין הקבוצות הוא הגיל המנטאלי. עם זאת סיווג המחקרים על פי רכיב הלוח החזותי מרחבי, אפשר לנו לבחון את ההנחה הרווחת בספרות המחקרית, אודות הנתק, לכאורה, בין עיבוד מידע חזותי (המעורב בזכירת אובייקטים ותכונותיהם החזותיות כגון צבעים וצורות), לבין עיבוד מידע מרחבי (המעורב, לדוגמה, בזכירת מיקומם של ציוני דרך). (Baddeley, 2000a, 2003; Della Sala et al. 1999;) Frenkel & Bourdin, 2007; Mills et al., 2013; Nee et al., 2013; Vicari, 2006; Vicari et al., 2003. במחקר הנוכחי בחינת משתנה סוג המטלה (חזותי, מרחבי), בזיקה למשתנה הגיל המנטאלי, הצביע על הבדלים בין גודלי האפקט המשוקללים, המתייחסים למטלה המרחבית והמטלה החזותית. במטלות חזותיות, גודל האפקט הצביע על יכולות שמורות יחסית, בקרב בעלי המוגבלות השכלית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה הזהים בגילם המנטאלי. לעומת זאת, גודל האפקט במטלות המרחביות, הצביע על הבדלים בינוניים בין הקבוצות. יתרה מזאת, בהתבוננות מעמיקה ומובחנת, בתרומתה של האטיולוגיה להסבר השונות בין המחקרים, התקבלה מסקנה זהה: בעלי תסמונת וויליאמס ובעלי מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית גילו יכולות שמורות במטלות חזותיות בהשוואה למטלות מרחביות. מכאן, תוצאות אלו עשויות לתמוך בתפיסה שהזיכרון החזותי-מרחבי אינו נחשב כקונספט המורכב מיחידה אחת (Baker et al. 1996; Della Sala et al. 1999;) Ikeda et al 2013; Logie & Pearson, 1997; Nelson et al., 2000; Nee et al., (2013; Pickering et al., 2001; Ungerleider et al., 1998; Ungerleider & Haxby 1994. כמו כן, הבחנה זו בין רכיבי הלוח החזותי-מרחבי, עשוי לתרום להבנת הפרופיל הייחודי של כל קבוצה בעל מוגבלות שכלית הנובעת מאטיולוגיה אחרת, כפי שיורחב בהמשך.

מבחינת תפקודי המעבד המרכזי, במטה אנליזה זו, נמצא כי תפקודי המעבד המרכזי של בעלי המוגבלות השכלית לקויים, בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה. פערים אלו קטנו, כאשר בסיס ההשוואה בין הקבוצות היה הגיל המנטאלי. הספרות המחקרית החל משנות ה-60, דנה רבות בסוגיית המקור לליקוי בתהליכי חשיבה גבוהים, המזוהים עם בעלי המוגבלות השכלית. בשני העשורים האחרונים סוגיה זו נדונה בהקשר לרכיב המעבד המרכזי (לסקירה ראה Kohei & Toshiaki, 2008). במרבית המחקרים מייחסים את הפערים בין הקבוצות, במטלות המעבד המרכזי, לדרישות הבקרה של המטלה ולקושי בהקצאת קשב למטלות מרובות (Carretti, Belacchi, & Cornoldi, 2010; Lanfranchi, et al., 2004). יתרה מכך, מטלות זיכרון העבודה מתוכננות, בדרך כלל, כדי לחקות את הדרישות המנטאליות המתחרות זו בזו, הנדרשות ברבות מן הפעילויות היומיומיות. לאור זאת, נמצא כי הביצועים במטלות אלו, קשורים להישגים בתחומי מפתח אינטלקטואליים רבים וכן למדדים של אינטליגנציה כללית (Gathercole, 1999; Gathercole et al., 2006; Martinussen et al., 2005; Yuan et al., 2008). מכאן, הניחו חוקרי הזיכרון בקרב אוכלוסיות בעלות מוגבלויות שכליות כי בעלי המוגבלות השכלית, המתאפיינים ברמת אינטליגנציה נמוכה, יציגו קשיים בתפקודי המעבד המרכזי (Cornoldi, Carretti, & De Beni, 2001; Engle, Tuhloski, Laughlin, & Conway, 1999; ; Lanfranchi, et al., 2002, 2004; Osório et al., 2013; Passolunghi, Cornoldi, & De Liberto, 1999). אחרים הרחיבו מסקנה זו וטענו, כי לאור העובדה שאוכלוסיות שונות בעלות מוגבלות שכלית, מגלות ליקויים בתפקודי המעבד, יתקבל דפוס זהה של קשיים בקרב אוכלוסייה זו, שאינו מוגבל לתסמונות גנטיות ספציפיות (Lanfranchi, Baddeley, Gathercole, & Vianello, 2012). כפי שצוין, במחקר הנוכחי נמצא ליקוי בתפקודי המעבד המרכזי של בעלי המוגבלות השכלית. יחד עם זאת, כאשר נבחנו תפקודי המעבד המרכזי לגבי כל אטיולוגיה בנפרד, ניכר דפוס ביצועים שונה. גודל האפקט המתייחס לבעלי המוגבלות השכלית ללא אטיולוגיה ספציפית, בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה, הצביע על הבדלים קטנים בין הקבוצות. בניגוד לגודל האפקט שהתייחס להשוואה בין בעלי תסמונת דאון ובעלי ההתפתחות התקינה, אשר הצביע על הבדלים גדולים בין הקבוצות (מספר המחקרים הקטן שהתייחס לבעלי תסמונת וויליאמס, הוציא מכלל אפשרות הסקת מסקנות באשר לרכיב זיכרון זה. מכאן ניתן להסיק, כי לא ניתן לייחס באופן מוחלט את הליקוי בתפקודי המעבד המרכזי לירידה באינטליגנציה בלבד, ולכאורה קיימים גורמים נוספים התורמים להבדלים אלו (ראה לדוגמה, Friedman et al., 2006). לאור זאת, ולאור ההטרונגיות הגדולה שנמצאה בין המחקרים, סווגו מחקרי המעבד המרכזי בזיקה למשתנה סוג המטלה (רמת הבקרה והמודאליות), במטרה להבין טוב יותר את פרופיל הביצועים המיוחסים לרכיב המעבד המרכזי בקרב בעלי המוגבלות השכלית.

סיווג המחקרים על פי רמת הבקרה והמודאליות ובחינתם כמשתנים ממתנים, נבעה מתיאוריות עדכניות הממשיגות בצורה שונה את זיכרון העבודה בכלל ואת רכיב המעבד המרכזי בפרט (Carretti, Belacchi, & Cornoldi, 2010; Cornoldi, et al., 2000, 2001, 2003; Danielsson, Henry, Messer, & Ronnberg, 2012; Lee, et al., 2011). במטרה לדון במסקנה המתייחסת למשתנים אלו, נזכיר בקצרה את התיאוריה של Cornoldi ושותפיו (2000, 2003). לטענתם, המודל של Baddeley בעל שלושת הרכיבים אינו נותן הסבר מספק לדרגות השונות של הפערים בין בעלי מוגבלות שכלית לבין בעלי ההתפתחות התקינה בין המטלות השונות. המטלות הדורשות את הבקרה הנמוכה בזיקה למודל של Baddeley (Forward memory span tasks) מיוחסות ללולאה הפונולוגית או ללוח החזותי- מרחבי. שאר המטלות הדורשות בקרה גבוהה, קרי מטלות הטווח לאחור (Backward memory span tasks), מטלות הטווח המורכב (Complex memory tasks), והמטלות הכפולות (Dual task), מיוחסות למעבד המרכזי, ללא הבחנה באופי המטלה (מילולי/לא מילולי) וברמות הבקרה הכרוכות

בביצוע. במילים אחרות, לטענת החוקרים, קיים מגוון רחב של מטלות, הדורשות רמות שונות של בקרה הכרוכות בסוגים שונים של מטלות, שאי אפשר למצוא להן מיקום ספציפי במודל של Baddeley בעל שלושת החלקים. לפיכך, הם הציעו להבדיל בין מטלות זיכרון העבודה באמצעות התייחסות לשני ממדים - הרצף האנכי והרצף האופקי. **הרצף האנכי** משקף את רמת הבקרה הנדרשת לביצוע המטלה בזיקה לדרישותיה. קרי, דרגת העיבוד האקטיבי הנדרש כדי לבצע מניפולציה על המידע השמור במערכת הזיכרון. הרצף נע בין התהליכים הפסיביים יותר של היזכרות פשוטה, ובין דרגות שונות של עיבוד אקטיבי הדורש ביצוע מניפולציות במידע. לעומת זאת, **הרצף האופקי** מתייחס למאפייני הגירוי, קרי המודאליות (מטלה מילולית, חזותית, מרחבית). לאור האמור לעיל ובהסתמך על חלוקה דומה שנעשתה בספרות המחקרית (Carretti et al., 2010; Lanfranchi, et al., 2002, 2004, 2009), סווגה קבוצת המחקרים המיוחסים למעבד המרכזי, על בסיס משתנים אלו - רמת הבקרה והמודאליות.

בניגוד להנחות שהועלו בספרות המחקרית, כפי שהוצג לעיל, תפקודם של בעלי המוגבלות השכלית נמצאו לקויים, בכל שלוש **רמות הבקרה** שנבדקו בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה, גם כאשר נעשתה הבחנה נוספת עפ"י משתנה הגיל המנטאלי. אומנם, השוואה זו צמצמה, לכאורה, את הפערים בין הקבוצות התואמות בגיל המנטאלי, בשתי הקטגוריות הנמוכות של רמת הבקרה, אך אלו עדיין נותרו לקויים. יתרה מכך, גודל האפקט לא הצביע על עליה ברמת הליקוי של בעלי המוגבלות השכלית, בין המטלות הפאסיביות (לולאה פונולוגית והלוח החזותי מרחבי) לבין שלוש רמות הבקרה שנמדדו ברכיב המעבד המרכזי. במילים אחרות, לא נמצאה הוכחה לכך, שלבעלי המוגבלות השכלית, קשיים הולכים וגדלים בביצוע מטלות זיכרון העבודה, המתאימים לעלייה ברמת הבקרה הנדרשת, וכנראה אלו תלויים במשתנים אחרים.

סיווג המחקרים על פי **מודאליות** המטלה הצביע על כך, שקיימים פערים בין הקבוצות ברכיב המעבד המרכזי במטלות מילוליות, חזותיות-מרחביות ובמטלות כפולות כאחד. בתוך כך, כאשר בסיס ההשוואה בין הקבוצות היה הגיל המנטאלי בלבד, נמצא תפקוד שונה של בעלי המוגבלות השכלית בין מטלות המעבד השונות. תפקודם של בעלי המוגבלות השכלית במטלות חזותיות-מרחביות נמצא שמור יחסית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה. כמו כן, צומצמו הפערים בין הקבוצות במטלות המילוליות. חרף העובדה, שלא נמצאו הבדלים בין גדלי האפקט המתייחסים למודאליות, רמת ההטרוגניות בין המחקרים קטנה באופן ניכר בשתיים מתוך שלוש הקטגוריות המתייחסות למשתנה זה. לאור זאת, ניכרת חשיבותו של משתנה המודאליות בבחינת תפקודי המעבד של בעלי המוגבלות השכלית. על כן, ניתן לומר כי ממצאי המחקר הנוכחי תומכים בהנחה שהמעבד המרכזי אינו עשוי מקשה אחת אלא מחולק לרכיבים שונים. מן הראוי לציין, כי נוכח חלוקת המחקרים בתוך הקטגוריה המתייחסת למעבד המרכזי, מספר המחקרים בכל תת קבוצה קטן באופן ניכר. מכאן, יש לראות בתוצאות אלו מגמה בלבד, כאשר יתכן וכמות גדולה יותר מחקרים היו מצביעים על תוצאות אחרות.

כאמור, מתוצאות המטה אנליזה נראה כי לא ניתן להסביר את הקשיים בתפקודי המעבד המרכזי, המיוחסים לבעלי המוגבלות השכלית על ידי משתנה **רמת הבקרה**, כפי שהוצע במודל **הרצף האנכי** של Cornoldi ושותפיו (2000, 2003). במילים אחרות, בניגוד לממצאיהם של מחקרים קודמים (Danielsson et al., 2010; Carretti et al., 2002, 2004, et al., 2010), לא נמצא כי לבעלי המוגבלות השכלית קשיים גדלים והולכים במטלות המעבד המרכזי, המתאימים לעלייה ברמת השליטה הנדרשת. שכן, ניכר קושי בתפקודם כבר במטלות פשוטות, בעלות בקרה נמוכה, לכאורה.

לעומת זאת, תוצאות המטה אנליזה עשויות לתמוך במודל **הרצף האופקי**, כפי שנמצא במחקרים עדכניים, בהם נטען, כי הקושי בביצוע מטלות המעבד המרכזי בקרב בעלי מוגבלות שכלית, קשור במאפייני המטלה (Danielsson et al., 2012; Oka & Miura 2008; Lanfranchi et al., 2012). חשיבות חלוקת רכיב המעבד

המרכזי בהקשר למודאליות, נמצא גם במחקרים נורו-פיסיוולוגיים ובמחקרים קליניים שונים מהם עולים דיווחים אודות פעילות דיפרנציאלית של מעגלים עצביים, תלוי סוג המטלה המיוחסת למעבד המרכזי (Thomason et al., 2009).

בניסיון להסביר תוצאות אלו נתייחס למספר הסברים אפשריים העולים מן הספרות המחקרית. חוקרים שונים (Kittler et al., 2008; Lanfranchi et al., 2012), ייחסו את הביצועים הנמוכים במטלות המעבד המרכזי, לתפקוד האינטלקטואלי הלקוי של בעלי המוגבלות השכלית, אשר הופך את מטלות המעבד המרכזי הקונבנציונליות בעלות הטווח המורכב, לקשות עבור אוכלוסיה זו. בשל כך, נוצר אפקט ריצפה, המפחית באופן דרסטי את האפשרות לבצע פרדיגמות של מטלות מורכבות, ובעיקר מטלות כפולות בקרב אוכלוסיה זו, ועל כן בולט הצורך בפיתוח מבחנים פשוטים יותר. עוד צוין כי, ייתכן, ואפקט זה נוצר גם כאשר מדובר בילדים צעירים מאוד בעלי התפתחות תקינה, בעיקר במטלות הכפולות, בהן מעורבות הפעולות בעלות הבקרה הגבוהה ביותר של זיכרון העבודה.

הסבר אחר, נעוץ בקשר בין תפקודי זיכרון העבודה לבין הגיל הכרונולוגי. במחקר הנוכחי, ההשוואה בין הקבוצות על פי הגיל המנטאלי, כללה נבדקים צעירים בעלי התפתחות תקינה, שגילם הכרונולוגי היה קטן באופן משמעותי מזה של בעלי המוגבלות השכלית. אחת ההבחנות שנעשות בין רכיבי מערכת זיכרון העבודה מעבר להבדל הקונסטואלי, מתבסס על תהליכים נורו פיזיולוגיים שונים במוח. המעבד המרכזי עובר תקופת התפתחות ארוכה יותר, מאשר הלולאה הפונולוגית והלוח החזותי מרחבי, אשר נעוץ בפרק הזמן הממושך של התפתחות אונות המצח (האונות הפרונטאליות), המזוהה כאזור העיקרי במוח הקשור ליכולת המעבד המרכזי (Gathercole, 1999; Van der Molen et al., 2009). טענה זו הועלתה גם במחקרי זיכרון שונים, בהם נערכו השוואות בין בעלי מוגבלות שכלית לבין נבדקים צעירים בעלי התפתחות תקינה. לטענת החוקרים, ביצועיהם הנמוכים יחסית של בעלי ההתפתחות התקינה במטלות השונות, הוציאו מכלל אפשרות הבחנה בין הקבוצות. לעומת זאת, כאשר נבחרו נבדקים בעלי התפתחות תקינה בטווחי גילאים כרונולוגיים גבוה יותר, אכן נמצאו הבדלים בין הקבוצות. זאת, כנראה, לאור השיפורים ההתפתחותיים במעבד המרכזי, הכרוכים בעליית הגיל הכרונולוגי (Kittler et al., 2007; Lanfranchi et al., 2009; Visu Petra et al., 2008).

הסבר נוסף נעוץ בקשר המשוער בין רכיבי מערכת זיכרון העבודה. חוקרים שונים טענו, שאם ההסבר אודות הקושי שיש לבעלי המוגבלות השכלית בביצוע מטלות המעבד המרכזי, אינו יכול להתבסס על ליקוי בהקצאת קשב, יש להניח שהוא נובע מליקוי ברכיבי זיכרון העבודה האחרים כמו למשל הלולאה הפונולוגית או הלוח החזותי-מרחבי (Lanfranchi et al., 2012; Oka & Miura, 2008). ושותפיו (2012), הניחו כי הליקוי בעיבוד המילולי בקרב בעלי תסמונת דאון, יביא לפגיעה בכל מטלות זיכרון העבודה המילוליות הן המיוחסות לרכיב הלולאה, הן המיוחסות לרכיב המעבד המרכזי. לשיטתם, בעלי תסמונת דאון ובעלי ההתפתחות התקינה, כאחד, הפגינו ביצועים טובים יותר כאשר שתי המטלות המשולבות התחברו לסוגי מודאליות שונים, לעומת מצב בו שתי המטלות התחברו לאותה מודאליות. תוצאות הללו עולות בקנה אחד עם הראיות לשיבוש ספציפי למודאליות, ומדגישות את הצורך להפריד בין האפקטים האלה ובין האפקטים בין סוגי המודאליות המבוססים על המעבד המרכזי (Cornoldi et al., 2000, 2001, 2003; Lafranchi, et al., 2002, 2004).

Oka and Miura (2008), מצאו שכאשר בעלי מוגבלות שכלית מבצעים מטלה כפולה, שלא מפריעה לאחסון המשנה של הזיכרון הפעיל, קרי הלולאה הפונולוגית או הלוח החזותי מרחבי, הפונקציה של הקצאת הקשב

יכולה לפעול אצלם ללא כל ליקוי. במחקר רחב ומקיף שערכו Unsworth and Engle (2007), הם יצאו נגד הספרות המחקרית, הרואה ברכיבי זיכרון העבודה מושגים נפרדים האחד מהשני כתלות במורכבות המטלות הקוגניטיביות המזוהות עם כל אחד מהם. לטענתם, מטלות הטווח הפשוט והטווח המורכב מודדות, בעיקרון, אותם תהליכים בסיסיים (לדוגמה, שינון, שימור, עדכון, חיפוש מבוקר), אולם נבדלים במידה, שבה תהליכים אלה פועלים במטלה ספציפית. כלומר, ביצוע מטלה משקף שילוב של תהליכים כאשר, שתי מטלות שונות יכולות להיות כרוכות באותה מערכת תהליכים. עם זאת, תהליך ספציפי (או שילוב של תהליכים) יכול להשפיע על ביצוע של מטלה אחת יותר מאשר על ביצועה של מטלה אחרת. במילים אחרות, מטלות המזוהות עם טווח פשוט ומורכב מודדות ככל הנראה, אותם תהליכים, אולם הן שונות במידה שבה התהליכים הללו פועלים במטלה מסוימת. בתוך כך, טווחים פשוטים מתחילים להידמות לטווחים מורכבים במונחים של ביצועים כוללים, כאשר התהליכים הפונולוגיים משובשים.

בדומה להסבר זה, במטה אנליזה הנוכחית מצאנו כי, תפקודי הלולאה של בעלי המוגבלות השכלית, נמצאו לקויים, כבר בבחינת מטלות מילוליות פשוטות בהשוואה למטלות חזותיות מרחביות. ייתכן וממצא זה משפיע גם בתוך רכיב המעבד, כאשר נעשית הבחנה בזיקה למודאליות. כלומר, יתכן וליקוי בלולאה הפונולוגית ישפיע על מטלות מילוליות הקשורות במעבד המרכזי. מכאן הסבר חלופי, בדיעבד, המבוסס על המודל של Baddeley, צריך להניח את קיומה של מעורבות משולבת, במידה מסוימת, של מערכות המשנה (הלולאה הפונולוגית / הלוח החזותי מרחבי) והמעבד המרכזי (Lafranchi et al., 2004).

לסיכום, ממצאי המטה אנליזה הנוכחית, תומכים בהנחה כי רכיב המעבד המרכזי אינו עשוי מקשה אחת אלא בנוי מרכיבים שונים. בנוסף, **רמת הבקרה והמודאליות בתוך רכיב המעבד המרכזי לא נמצאו, בנייתו שנערך במחקר זה, כמשתנים ממתנים העשויים להסביר את השונות בין המחקרים בתחום**. חרף זאת, נמצא כי כאשר נבחן משתנה המודאליות בזיקה לגיל המנטאלי, ניכר דפוס ביצועים הטרונגי, בתוך רכיב המעבד המרכזי. מכאן, משתנה זה עשוי לתרום להבנת תפקודי המעבד המרכזי הקשורים לגנוטיפים השונים. מן הראוי לחזור ולהבהיר, כי אין להסיק, שמשתנה רמת הבקרה אינו מהווה הסבר לקושי של בעלי המוגבלות השכלית במטלות המעבד המרכזי. **ייתכן ובחינתו בזיקה למשתנה המודאליות ומשתנה האטיולוגיה כאחד**, כפי שהציעו Lafranchi ושותפיו (2004), היה מניב תוצאות אחרות. עם זאת, כמות המחקרים הקטנה בקטגוריית המעבד המרכזי כפי שהיא באה לידי ביטוי במטה האנליזה הנוכחית, לא אפשרה לנו לעמוד על סוגיה חשובה זו במחקר הנוכחי.

2.2 תפקודי מערכת זיכרון העבודה בזיקה למשתנים הקשורים בנבדקים - גיל ואטיולוגיה

הדיון שיובא להלן יתמקד בתרומתם של משתנה הגיל ומשתנה האטיולוגיה, להבנת תפקודי זיכרון העבודה של בעלי המוגבלות השכלית, בהשוואה לבעלי התפתחות תקינה כפי שנמצאו במחקר הנוכחי.

א. משתנה הגיל: בספרות המחקרית הערכת תפקודי זיכרון העבודה, של בעלי מוגבלות שכלית כרוכה, בדרך כלל, בהשוואתם לנבדקים בעלי התפתחות תקינה הזוהים בגיל הכרונולוגי (CA), או לנבדקים צעירים יותר, בעלי התפתחות תקינה, הזוהים בגילם המנטאלי (MA). מסד הנתונים בעבודה זו כלל 17 מחקרים בהם בסיס ההשוואה בין הקבוצות היה הגיל הכרונולוגי ו-55 מחקרים בהם בסיס ההשוואה בין הקבוצות היה הגיל המנטאלי. בשמונה מחקרים בלבד, נאמדו תפקודי זיכרון העבודה של בעלי המוגבלות השכלית בהשוואה לשתי קבוצות גיל (CA, MA).

תוצאות המטה אנליזה המתאייחסות למשתנה **הגיל** (ללא הבחנה בין רכיבי מערכת הזיכרון והאטיולוגיות השונות), מצביעות על כך שקיימים הבדלים גדולים בתפקודי זיכרון העבודה בין בעלי המוגבלות השכלית לבין בעלי ההתפתחות התקינה, הן כאשר ההשוואה נעשית על בסיס הגיל המנטאלי והן כאשר ההשוואה נעשית על בסיס הגיל הכרונולוגי. עם זאת, הפערים בתפקודי זיכרון העבודה בין הקבוצות התואמות בגילן המנטאלי מצטמצמים באופן **משמעותי ומובהק**, בניגוד להשוואה על בסיס הגיל הכרונולוגי. גם כאשר נעשתה אינטראקציה בין משתנה הגיל למשתנים האחרים שנבחנו (רכיב מערכת הזיכרון, סוג המטלה והאטיולוגיה), ניכר כי הפערים בין בעלי המוגבלות השכלית ובעלי ההתפתחות התקינה, התואמים בגילם המנטאלי הצטמצמו.

יתרה מכך, בכל מחקרי זיכרון העבודה, המהווים את מסד הנתונים למחקר זה, בהם הותאמו הקבוצות על בסיס הגיל הכרונולוגי, **נמצא דפוס מובהק ועקבי**. בעלי המוגבלות השכלית גילו תפקוד לקוי בכל רכיבי מערכת זיכרון העבודה ובכל המטלות השונות שנבדקו, בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה. לעומת זאת, **נמצא דפוס ביצועים לא עקבי** באשר לתפקודי זיכרון העבודה של בעלי המוגבלות השכלית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה התואמים בגילם המנטאלי. במילים אחרות, בעלי המוגבלות השכלית הציגו שונות נרחבת בדפוסי היתרונות והחולשות, באשר לתפקודי זיכרון העבודה השונים, בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה הזוהים בגילם המנטאלי. מעניין לציין כי דפוס הטרוגני זה עולה בקנה אחד עם ממצאי מחקרים שעסקו בבעלי לקויות קוגניטיביות שונות (Martinussen et al., 2005; Yirmiya et al., 1998).

התאמה בין הקבוצות על פי הגיל מנטאלי כרוכה, בדרך כלל, בהשוואתם של נבדקים בעלי מוגבלות שכלית לנבדקים צעירים יותר בעלי ההתפתחות תקינה (Bennet-Gates & Zigler, 1998). מכאן, יש להניח, שניתן לייחס את התוצאות שהתקבלו במחקר המטה אנליזה הנוכחי, לפער בגילם הכרונולוגי של הקבוצות. מסד הנתונים כלל משתתפים צעירים בעלי ההתפתחות תקינה, אשר טווח ממוצע גילם הכרונולוגי נע בין 3.8 ל-10.9. ואילו טווח הגילאים של הקבוצה בעל המוגבלות השכלית נע בין 7.5 ל-50. במילים אחרות, ב-81% מבין המחקרים השתתפו ילדים בעלי ההתפתחות תקינה (CA=0-12). לעומת זאת, רק ב-25% מבין המחקרים, השתתפו ילדים בעלי מוגבלות שכלית.

לאור האמור לעיל, אנו למדים כי לגיל הכרונולוגי נודעת תרומה חשובה לתפקודי זיכרון העבודה, החורגת מעבר לגיל המנטאלי. השפעתו של הגיל הכרונולוגי על תפקודו של זיכרון העבודה, קשורה הן בגורמים פיזיולוגיים-התפתחותיים (Gathercole, & Alloway, 2006; Gathercole, Alloway, Willis & Adams, 2004; Jarrold et al., 2000), הן בגורמים סביבתיים-חינוכיים-שיקומיים (Hester, Kinsella, & Ong, 2004). בתוך כך, לאורך תקופת הילדות וההתבגרות, עובר הפרט שינויים התפתחותיים וסביבתיים התורמים בצורה ניכרת לעיצוב תפקודי הזיכרון. יכולות זיכרון העבודה של ילדים גדלות באופן ניכר עד גיל ההתבגרות, כאשר בדרך כלל קיבולת הזיכרון מכפילה את עצמה פי שניים עד פי שלוש בין הגילאים 4-15. עם העלייה בגיל מתפתחות מיומנויות קוגניטיביות, הכרוכות בתפקודו היעיל של זיכרון העבודה על רכיביו השונים. השינויים תלויי הגיל ברכיב הלולאה הפונולוגית, בזיקה למודל של Baddeley, מתחילים משנות הילדות המוקדמות ונמשכים במהלך שנות ההתבגרות. שינויים אלו משקפים יעילות מוגברת במגוון גדול של תהליכים. לרבות, ניתוח פרספטואלי, בנייה ושימור של עקבות זיכרון, שימור מידע אודות סדר, חזרה, אחזור ושחזור מידע (Gathercole, 1999; Lanfranchi et al., 2010).

הלולאה הפונולוגית מהווה מקום לאחסון קצר טווח של ייצוגים פונולוגיים הנתונים לדעיכה מהירה, ומתקיים בה תהליך שינון ללא קול, לשם רענון הייצוגים הפונולוגיים הדועכים שבמקום האחסון. שימוש ספונטאני כזה באסטרטגיית השינון מופיע לרוב לאחר גיל 9 ומאז עוברת שינוי התפתחותי משמעותי (Gathercole et al., 2006; Lanfranchi et al., 2010; Van der Molen et al., 2007). יכולת מכרעת אחרת

שמשנתה לאורך הזמן היא תפקודו של רכיב המעבד המרכזי (Central Executive), הכולל ביצוע מניפולציות בחומר ואחסון בו זמני. בין המקורות האפשריים לשינויים תלוי הגיל ברכיב זה נכללים שיפור ביעילות העיבוד, הקשב ויכולת ההחלפה בין מטלות. (Gathercole, 1999). השליטה המלאה ברכיב המעבד מושגת בגיל ההתבגרות או הבגרות המוקדמת, כאשר אזורי המוח הפרונטאליים מגיעים לידי הבשלה (Gathercole et al., 2004; Lanfranchi et al., 2010). לאור זאת, ייתכן וגילם הצעיר של המשתתפים בעלי ההתפתחות

התקינה משקף את חוסר התפתחותו המלאה של זיכרון העבודה.

נראה כי לגיל ולניסיון החיים שרוכשים מתבגרים ומבוגרים בעלי מוגבלות שכלית נודעת תרומה רבה לתפקודם השכלי. תמיכה לכך ניתן למצוא בקשת רחבה של מחקרים קוגניטיביים, לרבות מחקרי זיכרון, מהם עולה ההשקפה כי עם העלייה בגיל, רמת העצמאות האישית וניסיון החיים של בעלי המוגבלות השכלית גדלים בהתאמה. ניסיון החיים והידע שרוכשים בעלי המוגבלות השכלית, לצד חשיפה ממושכת לחוויות אקדמיות ולגירויים לשוניים וחזותיים רבים, משתפרים ביצועיהם במשימות קוגניטיביות ומטה קוגניטיביות, לרבות שימוש יעיל באסטרטגיות זיכרון שונות. במילים אחרות, הפער בגיל הכרונולוגי בין הקבוצות, עשוי לשקף הבדלים בניסיון החיים, רמת הידע והחינוך, התורמים לשיפור תפקודי זיכרון העבודה באוכלוסיה זו. (Facon, and Facon-Bollengier, 1999; Hester et al., 2004; Lifshitz, Tzuriel, &)

(Weiss, 2005; Numminen, Service & Ruoppila, 2002).

הנחות אלו עולות בקנה אחד עם תיאורית ה"גיל המפצה", שפיתחה פרופסור ליפשיץ-והב (Lifshitz-Vahav, in press), באוכלוסיה בעלת מוגבלות שכלית. עפ"י תיאוריה זו, לגיל כרונולוגי תפקיד חשוב בקביעת רמת האינטליגנציה והכושר הקוגניטיבי של אנשים בעלי מוגבלות שכלית מעבר לגיל המנטאלי. בהמשך לכך, האינטליגנציה והכושר הקוגניטיבי של אנשים בעלי מוגבלות שכלית, עשויים להמשיך ולהתפתח גם בשנות הבגרות, הן לאור ניסיון החיים והתנסויות חינוכיות והן לאור התפתחות נוירולוגית בגיל מבוגר בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה.

ב. משתנה האטיולוגיה: ההתקדמות בחקר הגנטיקה והמחקר הנוירו פסיכולוגי הרחיבו את זיהוי התסמונות המבוססות גנטית, ואפשרו להגדיר פרופילים קוגניטיביים מובחנים בקרב בעלי מוגבלות שכלית הנובע מאטיולוגיות שונות. במטה אנליזה זו, בה סווגו מחקרי זיכרון העבודה על פי האטיולוגיה של המוגבלות השכלית, ניכר שהפרופילים הקוגניטיביים של בעלי האטיולוגיות השונות בתחום זיכרון העבודה אינם הומוגניים, ואלו מציגים דפוסים סותרים של ליקויים יחסיים בין הקבוצות. מסקנה זו תומכת בגישה התיאורטית הרואה בקבוצת בעלי המוגבלות השכלית כמורכבת מפרופילים ייחודיים, אינדיבידואליים שאפשר לפרט אותם באופן איכותני בניגוד לתפיסה הרואה בקבוצת בעלי המוגבלות השכלית מיקשה אחידה אחת שכל חבריה מתאפיינים בהאטה שכלית בלבד (Carney, Brown, & Henry, 2013; Edgin et al., 2010; Jarrold et al., 1999, 2004; Kittler et al., 2008; Trezise, Gray, Taffe, & Sheppard, 2014; Van der Molen et al., 2009; Vicari et al., 2006ab, 2007). חרף העובדה, כי משתנה האטיולוגיה לבדו אינו מהווה משתנה ממתן המסביר את השונות בין המחקרים, בחינתו יחד עם משתנים נוספים (גיל ורכיב הזיכרון), היה משמעותי מבחינה סטטיסטית ותיאורטית. המסקנה המרכזית מתוך מחקר המטה אנליזה הנוכחי, עולה באופן כללי בקנה אחד עם הספרות המחקרית בנושא, אולם, **מוסיפה מידע אודות ההטרוגניות בין המחקרים, שיש להביא בחשבון כאשר מפרשים את התוצאות.** האינטראקציה בין המשתנים הפחיתה באופן ניכר את ההטרוגניות בין המחקרים, עד כי בחלק מן הניתוחים שבוצעו חלקו המחקרים גודל אפקט משותף. לדוגמא, משתנה רכיב הזיכרון נמצא ממתן, בקבוצת המחקרים, המתייחסים להשוואה בין בעלי

מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית לבעלי ההתפתחות התקינה התואמים בגילם המנטאלי. זאת בניגוד לבחינתו של משתנה זה כמשתנה ממתן לבדו, ללא התייחסות למשתנה האטיולוגיה. משתנה האטיולוגיה נמצא ממתן גם כאשר נבחנו תפקודי הלולאה הפונולוגית של בעלי האטיולוגיות השונות בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה התואמים בגילן המנטאלי. **במילים אחרות, האינטראקציה בין המשתנים הקשורים בנבדקים, ובעיקר האטיולוגיה, ובמטלה, עשויים להסביר את ההבדלים בין המחקרים השונים.**

לאור זאת, בבואנו לתאר את תפקודי זיכרון העבודה, של בעלי האטיולוגיות השונות בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה, יש להתייחס בנפרד לכל קבוצה בעלת מוגבלות שכלית, תוך התחשבות בגיל הנבדקים, רכיב הזיכרון המתואר והמודאליות. שכן, הפגיעה הקוגניטיבית הבאה לידי ביטוי בזיכרון העבודה נמצאה ייחודית ושונה **בין ובתוך** הקבוצות בעלות המוגבלות השכלית. במילים אחרות, בעלי האטיולוגיות השונות, אינם חולקים מערכת של ליקויים משותפים, אשר יכולים להסביר את הקשיים המיוחדים להם בתפקודי זיכרון העבודה בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה. יתרה מכך, גם כאשר, נמצאו רמות מקבילות של פגיעה בזיכרון העבודה בין האטיולוגיות השונות, פרופיל הליקויים לא היה זהה. מסקנה חשובה זו עלתה לאחרונה במחקר מטה אנליזה (Bexkens, Ruzzano, Collot d'Escury-Koenigs, Van der Molen, & Huizenga, 2014), שבדק את הפרופיל ההתנהגותי בקרב בעלי מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית. חוקרי מחקר זה ציינו כי הפרופיל ההתנהגותי של בעלי המוגבלות השכלי הינו הטרוגני ומורכב, והבנתו מותנית בתיאור ההיבטים השונים שנבחנו באופן מפורט ודיפרנציאלי.

במחקר הנוכחי, נמצא כי תפקודי זיכרון העבודה של **בעלי מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית**, הינם לקויים בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה הזוהים בגילם הכרונולוגי. תמונה שונה התקבלה, כאשר נערכה השוואה בין הקבוצות על בסיס הגיל המנטאלי. באופן כללי, תפקודי הזיכרון של בעלי המוגבלות השכלית ללא אטיולוגיה ספציפית, נמצאו שמורים יחסית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה התואמים בגילם המנטאלי. באופן ספציפי יותר, נמצא כי תפקודי הלולאה הפונולוגית הינם לקויים, בעוד שתפקודי הלוח החזותי מרחבי והמעבד המרכזי נמצאו שמורים יחסית.

עוד נמצא כי תפקודי זיכרון העבודה של **בעלי תסמונת דאון ותסמונת ויליאמס** בנפרד, נמצאו לקויים באופן ניכר בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה התואמים בגילם המנטאלי. באופן ספציפי יותר, נמצא שדפוס הביצועים בין רכיבי מערכת הזיכרון היו שונה לגבי כל אטיולוגיה. לבעלי תסמונת דאון ישנו ליקוי כפול, הבא לידי ביטוי בקושי הן בתפקודי הלולאה הפונולוגית והן בתפקודי המעבד המרכזי, לצד תפקוד טוב יותר של הלוח החזותי מרחבי. לעומת זאת, לבעלי תסמונת ויליאמס ליקוי משמעותי בתפקוד הלוח החזותי-מרחבי לצד יכולות מילוליות שמורות בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה.

השוואות שנערכו בין ממוצעי גודלי האפקט, הצביעו על כך שהליקוי בתפקודי הלולאה הפונולוגית בקרב בעלי תסמונת דאון בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה, היה גדול יותר מזה המיוחס לבעלי מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית ובעלי תסמונת ויליאמס (בהתאמה). לעומת זאת, הליקוי בתפקודי הלוח החזותי-מרחבי המיוחס לבעלי תסמונת ויליאמס, בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה, היה גדול יותר מזה שנמצא בקרב בעלי תסמונת דאון ובעלי המוגבלות השכלית ללא אטיולוגיה ספציפית. כמו כן, תפקודי המעבד המרכזי של בעלי תסמונת דאון, בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה התואמים בגילם המנטאלי, נמצאו ליקויים בניגוד לתפקודם השמור יחסית של בעלי מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית.

ממצאים אלו עולים בקנה אחד עם מחקרים שונים, בהם נערכו השוואות ישירות בין בעלי מוגבלות שכלית על פי אטיולוגיות שונות. בסדרת מחקרים (Breckenridge, Braddick, Anker, Woodhouse, & Atkinson, 2013; Carney et al., 2013; Edgin et al., 2010; Jarrold et al., 1999; Kitller et al., 2008; Porter et al., 2007; Vicari et al., 2007; Wang & Bellugi, 1993), בהם הושו תפקודי זיכרון העבודה של בעלי

תסמונת וויליאמס לבעלי תסמונת דאון, נמצאו רמות מקבילות של פגיעה בזיכרון העבודה, אך פרופיל הליקויים לא היה זהה. כלומר, הפרופיל הקוגניטיבי ביחס לתפקודי הלולאה הפונולוגית והלוח החזותי היה שונה בין שתי התסמונות. תוצאות דומות התקבלו בקבוצת מחקרים אחרת בהן נערכו השוואות בין בעלי תסמונת דאון ובעלי מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית. במחקרים אלו נמצא כי הליקוי בתפקודי הלולאה הפונולוגית בקרב בעלי תסמונת דאון היה חמור מזה המיוחס לבעלי המוגבלות השכלית ללא אטיולוגיה ספציפית (Bower, & Hayes, 1994; Chapman, 2006; Kitler et al., 2008; Rowe et al., 2006; Trezise, et al., 2014), בעוד שלא ניכר הבדל בין הקבוצות בתפקודי הלוח החזותי מרחבי (Numminen et al., 2001; Rowe et al., 2006).

אחד ההסברים בספרות המחקרית, באשר לפרופיל הקוגניטיבי השונה בקרב האטיולוגיות השונות, נוגע לזוויות ראייה נורו-בולוגיות לפיה קיימות חריגויות בסטרוקטורות מוחיות שונות המעורבות בליקוי הקוגניטיבי בקרב בעלי המוגבלות השכלית (Vicari, 2006). הליקוי הכפול בתפקודי הלולאה הפונולוגית והמעבד המרכזי בקרב בעלי תסמונת דאון, מיוחס להתפתחות החריגה של המוח הקטן, האונות מצחיות והרקתיות, לרבות, בלוטת האמיגדלה, ההיפוקמפוס ורכס הפארא-היפוקמפוס. בניגוד לכך, מוחותיהם של בעלי תסמונת דאון מציגים בדרך כלל נפחים שמורים, יחסית, של האזורים התת-קורטיקאליים, כגון הגרעינים העדשתיים (Lenticular nuclei). וכן החומר הקליפתי האפור באזורים האחוריים (הקודקודיים והעורפיים) (לסקירה ראה: Lott, & Dierssen et al, 2010; Trezise et al., 2014; Vicari, 2006). מכאן, תפקודי הלוח החזותי-מרחבי שלהם נמצאו שמורים יחסית בהשוואה לביצועיהם המילוליים (Moon, 2003; Edgin, Stedron, & Nadel, 2003).

כמו כן, גם את התפקוד הלקוי של בעלי תסמונת וויליאמס ברכיב הלוח החזותי מרחבי נהוג לייחס להתפתחות לא תקינה של הנתבי הגחוני (גבי) (ventral stream) (Mills et al., 2013). במספר תצפיות שנערכו באמצעות טכניקת MRI לבעלי תסמונת וויליאמס, נמצא ליקוי אפשרי בנתיב זה. למעשה, דווח לא אחת על חריגות ספציפיות בתצורה האנטומית ובקישוריות העצבית של האזורים הדופניים והעורפיים, לצד צמצום פעילות באזורים האחוריים של כפיס המוח (Curpus Callosum), והפחתה נפחית של האזורים האחוריים. כמו כן, בניתוחים שלאחר המוות וכן במחקרי MRI תלת ממדים, נראו רכסים זעירים מרובים במוח, וחריגויות אחרות ברכסים, במיוחד על גבי השטח של הקליפה הגבית (Galaburda & Bellugi, 2000; Schmitt, et al., 2001; Tomaiuolo et al., 2002). לפיכך, יתכן שליקויים אלו עשויים להסביר את הקשיים ברכיב הלוח החזותי מרחבי, ובעיקר במטלות מרחביות, המותנים בתפקוד תקין של אזורים אלו (לסקירה ראה: Mills et al., 2013; Sampaio et al., 2010; Vicari, Bellucci, & Carlesimo; 2006).

מן הראוי לציין כי בקרב בעלי המוגבלות השכלית ללא אטיולוגיה ספציפית, ניכר קושי **בזיהוי הסטרוקטורות המוחיות המעורבות לכאורה בתפקודי הזיכרון השונים**. בניגוד לאבחנות הנורו פסיכולוגיות, שנמצאו בקרב בעלי תסמונות שונות (כגון תסמונת דאון ותסמונת וויליאמס), מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית עלולה להיגרם בשל סיבות רבות ומגוונות. עם זאת המשותף לכולם הוא מעורבות של מוח מוחי מולד או פגיעות שתוצאתן מוגבלות שכלית (McDaniel et al., 1998). הגורמים יכולים לנוע החל מעיוותים קשים במוח שמזוהים בקלות, ועד שינויים תת-מיקרוסקופיים מעודנים בקשרים הבין-נורונים, שאפשר או אי אפשר לעקוב אחריהם אפילו באמצעות חקר מיקרוסקופי של רקמות חולות שלאחר המוות. (Schaefer & Bodensteiner, 1999).

לסיכום,

דפוס ביצועי זיכרון העבודה של אוכלוסיות שונות בעלות מוגבלות שכלית, כפי שנמצא במחקר הנוכחי, הינו מורכב ולא אחיד. כאשר, פרופיל זיכרון העבודה, עשוי להשתנות כפונקציה של יכולת הפרט ותוכן המטלה. מחקר זה הראה, כי תיאור פרופיל הזיכרון תוך השוואת תפקודם של בעלי המוגבלות השכלית, בין רכיבי מערכת זיכרון העבודה אינו מספק. אלא, יש לנקוט בראיה מובחנת ודיפרנציאלית, המתייחסת לתפקודם **בתוך** כל רכיב זיכרון עבודה. אנו סבורים, שהבחנות דיפרנציאליות אלו ראוי שיתבצעו, תוך שימוש הן במודל הרכיבים של Baddeley והן במודל הזיכרון של Cornoldi ושותפיו (2000, 2003). יתרה מכך, אנו סבורים כי רק אינטראקציה בין המשתנים הקשורים במטלה ואלו הקשורים בנבדקים, תקבע את תפקוד זיכרון העבודה של בעלי מוגבלות שכלית. מן הראוי לציין, כי אינטראקציה זו בין המשתנים, אפשרה לנו לדון בסוגיה מרכזית, הנדונה במחקרי הקוגניציה השונים, באשר לזיהוי מקור הליקוי הקוגניטיבי, המיוחס לבעלי המוגבלות השכלית. להלן נקדיש את המשך הדיון בהקשר לשאלה זו.

3. עיכוב התפתחותי או לקות סטרוקטוראלית?

חלוקתו של זיכרון העבודה לרכיבים ולרכיבי משנה עורר מחדש את הדיון אודות השאלה: **"האם הליקוי בזיכרון המיוחס לאוכלוסייה זו, הינו בשל עיכוב התפתחותי (המודל ההתפתחותי)"** (Ziegler, 1969, Ziegler & Balla, 1982), או שמא משקף הבדלים מבניים ספציפיים בפעולות הבסיסיות של המוח (לקות סטרוקטורלית) (Lanfranchi et al., 2012; Poloczek et al., 2014; Vicari, Verucci, & Carlesimo, 2007). בספרות המחקרית, ניכר קושי רב לענות על שאלה זו, כאשר ההסברים השונים המוצעים על ידי חוקרי הזיכרון, מתמקדים בשני פרמטרים מרכזיים (גיל ואטיולוגיה), הקשורים בבסיס ההשוואה בין הקבוצות. אפשרות אחת לענות על שאלה זו, כרוכה בהערכת הביצועים של נבדקים בעלי מוגבלות שכלית בהשוואה לנבדקים שהתפתחותם תקינה באותו גיל כרונולוגי (CA) או לנבדקים צעירים יותר, שהתפתחותם תקינה והם באותו גיל מנטאלי (MA). כאשר ביצועיהם של בעלי המוגבלות השכלית פחות טובים מאשר אלה של קבוצת הביקורת התואמת בגילה הכרונולוגי, ההנחה היא שהם מציגים עיכוב התפתחותי. כאשר הביצועים שלהם פחות טובים גם מאשר ילדי קבוצת הביקורת עם MA, ההנחה היא שיש להם ליקוי סטרוקטורלי (לדוגמא, Danielsson et al., 2010; Lanfranchi et al., 2002; Levy, 2011; Van der Molen et al., 2007, 2009). אפשרות אחרת, כרוכה בהשוואתם של קבוצות בעלות מוגבלות שכלית בשל אטיולוגיה שונה. אם נבדקים בעלי מוגבלות שכלית, בשל אטיולוגיות שונות, באותה רמה קוגניטיבית יציגו תפקודי זיכרון דומים, אזי מדובר בלקות אינטלקטואלית כללית, ואפשר לנבא את התפקוד הקוגניטיבי לכלל אוכלוסיית המוגבלים בשכלם ע"י משתנה זה ("הגישה ההתפתחותית"). בניגוד לגישה ההתפתחותית, קיימת "גישה ההבדלים" הטוענת כי יתכן שהתפתחות היכולות הקוגניטיביות איננה זהה בקבוצות אטיולוגיות שונות בשל התפתחות הא-נורמאלית של המוח שלהם. במקרה זה, עלינו לצפות לפרופילים הטרוגניים של ליקוי קוגניטיבי, גם אם הקבוצות בעלות האטיולוגיות השונות זהות ברמתם השכלית ובגילן המנטאלי או הכרונולוגי (לסקירה ראה, Vicari et al., 2007). ממצאי הספרות המחקרית בנושא מציגים תמונה מעורבת, אשר אינה מספקת תשובה חד משמעית בסוגיה זו. מחד, במחקרים בהם השוואו את תפקודי הזיכרון השונים של בעלי מוגבלות שכלית לקבוצה בעלת התפתחות התקינה התואמת בגילם הכרונולוגי, נמצאו ליקויים בכל רכיבי זיכרון העבודה שנמדדו. חוקרים אלו הסיקו כי הליקויים בזיכרון הולכים וגדלים כפונקציה של דרגת המוגבלות האינטלקטואלית (IQ). (Henry, 2001; Mähler, 2010; Schuchardt, 2009; Pickering & Gathercole, 2004; Schuchardt, 2010). מאידך, השוואות בין נבדקים

בעלי אותו גיל מנטאלי הדגישו ליקויים ספציפיים ברכיבי מערכת זיכרון העבודה השונים, העולים בקנה אחד עם השערת ההבדל הסטרוקטורלי. (Hasselhorn & Mähler, 2007; Henry & MacLean, 2002; Jarrold, Baddeley, & Hewes, 2000; Poloczek et al., 2014; Rosenquist, Conners, & Roskos-Ewoldson, 2003).

במחקר מטה אנליזה הנוכחי נמצא כי לא ניתן לאפיין את דפוס הליקוי במערכת הזיכרון כפועל יוצא של עיכוב התפתחותי או לקות סטרוקטורלית בלבד. שכן, ניכר דפוס מעורב של תוצאות המלמד על כך, ששאלה זו צריכה להישאל ולהיבחן באופן מובחן לגבי כל אטיולוגיה ורכיב זיכרון בנפרד. מחד, ההשוואות בין הקבוצות התואמות בגילן הכרונולוגי, בכל רכיבי מערכת זיכרון העבודה, הצביעו על תפקוד לקוי של בעלי האטיולוגיות השונות. לכאורה, מנתון זה ניתן להסיק כי מדובר בהבדלים התפתחותיים הנובעים מהמוגבלות האינטלקטואלית. מאידך, כאשר נעשתה הבחנה על פי הגיל המנטאלי, ניכר דפוס לא עקבי של תוצאות, אשר הלך והעמיק כאשר נבחן משתנה האטיולוגיה. באופן כללי, הממצאים מציעים כי תפקודי זיכרון העבודה של בעלי תסמונת ויליאמס ותסמונת דאון לקויים בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה ומכאן להניח שמדובר בלקות אינטלקטואלית כללית. עם זאת, תפקודי זיכרון העבודה של בעלי המוגבלות השכלית ללא אטיולוגיה ספציפית, נמצאו פחות לקויים, בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה ומכאן ניתן להניח, כי יתכן והשונות נובעת בשל הבדלים סטרוקטורליים.

התנגשות בין הגישות באה לידי ביטוי, גם כאשר נבחנו תפקודי זיכרון העבודה של אותה האטיולוגיה בין רכיבי המערכת השונים. בתוך כך, בעלי תסמונת דאון הציגו קשיים בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה התואמים בגילם המנטאלי ברכיב הלולאה הפונולוגית והמעבד המרכזי, קשים שעשויים לעלות בקנה אחד עם השערת ההבדל הסטרוקטורלי. לעומת זאת, כאשר נבחן רכיב הלוח החזותי מרחבי, קטנו הפערים בין הקבוצות התואמות בגילן המנטאלי, דבר המצביע על עיכוב התפתחותי.

תוצאות הפוכות התקבלו ביחס לבעלי תסמונת ויליאמס. תפקודי הלוח החזותי מרחבי נמצאו לקויים בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה התואמים בגילם המנטאלי, נתון המצביע על הבדלים סטרוקטורליים. לעומת זאת, תפקודי הלולאה הפונולוגית נמצאו שמורים יחסית, דבר המצביע על עיכוב התפתחותי.

פרופיל שונה התקבל כאשר לבעלי מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית. תפקודי המעבד המרכזי והלוח החזותי של אלו האחרונים, נמצאו שמורים יחסית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה התואמים בגילם המנטאלי, בעוד תפקודי הלולאה נמצאו לקויים.

לסיכום, במטה אנליזה זו ניכרת שונות גדולה בתפקודם של בעלי המוגבלות השכלית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה בין ובתוך מערכות הזיכרון השונות. ממצאי המחקר הנוכחי מציינים תמונה מעורבת, אשר אינה ספקת תשובה חד משמעית בסוגיית המקור לליקוי הקוגניטיבי בתחום הזיכרון. תשובה לשאלה זו צריכה להישאל בזיקה לאטיולוגיה המיוחסת למוגבלות השכלית, גיל הנבדקים רכיב הזיכרון הנדון ומאפייני המטלה.

פרק ה': תוצאות - זיכרון מרומז

מטרתה העיקרית של המטה אנליזה הנוכחית, היא לבדוק האם גודל האפקט באשר לתפקודי הזיכרון המרומז, מצביע על הבדלים בין בעלי המוגבלות השכלית (NSE, DS, WS) לבין בעלי ההתפתחות התקינה. כמו כן, תיבחן תרומתם של משתנים ממתנים פוטנציאליים, הקשורים במטלה (סוג המטלה) ובנבדקים (גיל, אטיולוגיה), העשויים להסביר את השונות בין ממצאי המחקרים השונים.

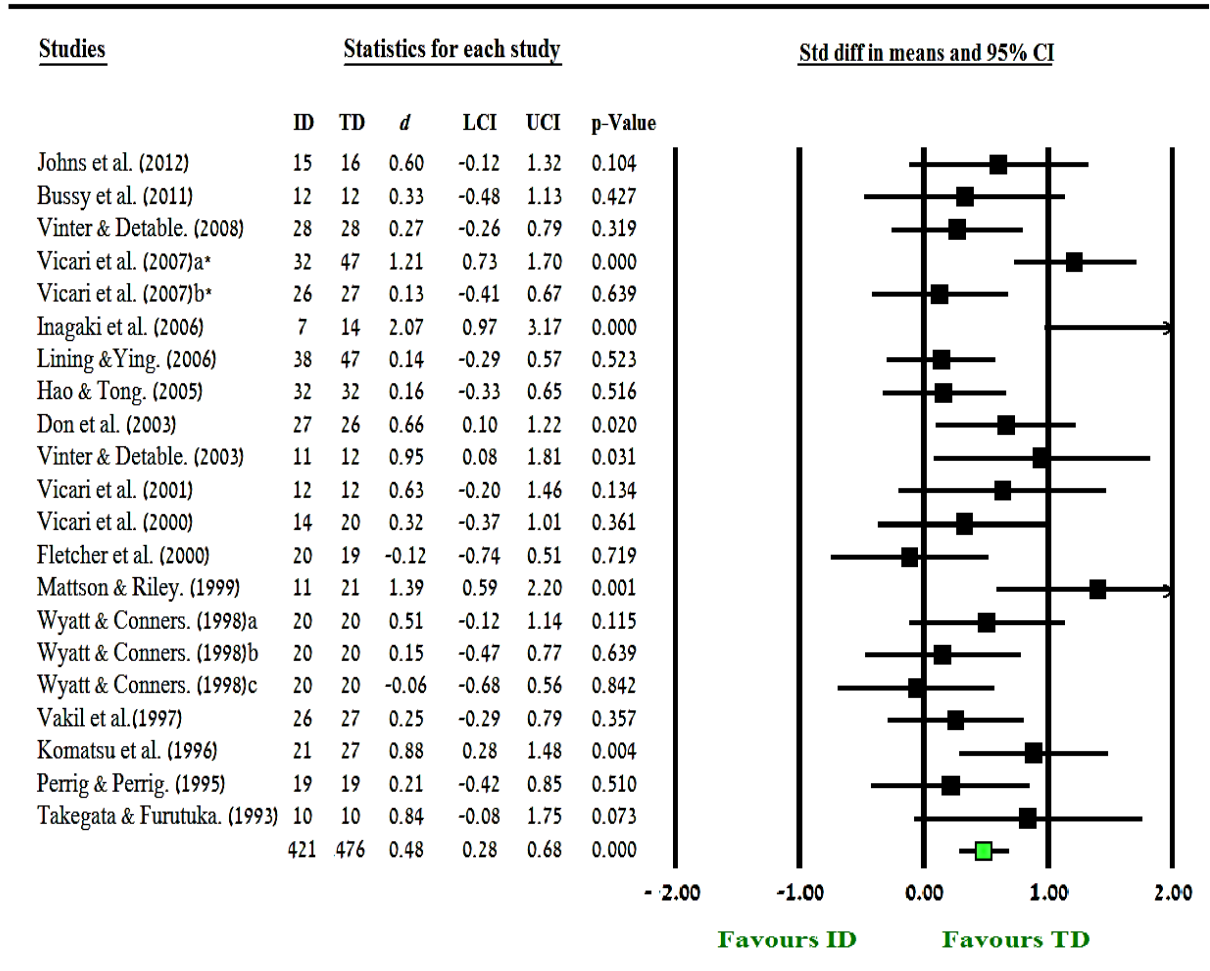
הפרוצדורה המטה אנליטית כוללת ארבעה שלבים עיקריים: 1. חישוב גודל אפקט כולל (d), שהתבסס על מודל האפקטים האקראיים יחד עם מרווח הביטחון בגובה 95% (Confidence intervals) והמובהקות הסטטיסטית שלו (p). 2. חישוב הסטטיסטיקה ההומוגנית (Q_b), לרבות גודלה (I^2) ופיזור (Tau), זאת במטרה לקבוע האם כלל המחקרים חולקים גודל אפקט משותף. 3. שימוש בבדיקת מודל קטגוריות המניב שתי תוצאות: א. אפקט תוך סיווגי (Q_w): מטרתו לקבוע האם גודלי האפקט בתוך כל קטגוריה של משתנה ממתן הינם הומוגניים. ב. אפקט בין סיווגי (Q_b): מטרתו לקבוע האם ממוצעי גודל האפקט של מערכות המשנה שונים באופן מובהק. 4. בשלב האחרון מתקיימת בדיקה, על מנת לקבוע כי משתנה בהגדרתו ממתן. כל החישובים והשרטוטים השונים נעשו תוך שימוש בתוכנה (Comprehensive Meta-Analysis (Borenstein et al., 2005).

מסד הנתונים כלל 18 מחקרים בלבד, העוסקים בתפקודי הזיכרון המרומז באוכלוסיות שונות בעלות מוגבלות שכלית, מהם הוצאו 22 גודלי אפקט שונים. זאת התאפשר לאור העובדה כי, בשלושה מחקרים נכללו מספר קבוצות ניסוי וביקורת שונות (Fletcher et al., 2000; Vicari et al., 2007; Wyatt & Conners). (ראה נספחים 2, 4).

בשל החשש להפרת הנחת אי התלות בין המחקרים (Rosenthal, 1991), הוצא ממסד הנתונים מחקרם של Fletcher ושותפיו (2000), בו נעשתה התאמה בין הקבוצות על פי הגיל הכרונולוגי. מחקר זה נכלל, רק כאשר נבחנה השפעתו של משתנה הגיל על תפקודי הזיכרון המרומז של בעלי המוגבלות השכלית. עוד יובהר כי, ברוב המחקרים ($N=19$), נעשה שימוש במבחן אחד, הבודק את תפקודי הזיכרון המרומז, ואילו בארבעה מחקרים נבדקו תפקודי הזיכרון המרומז ביותר ממבחן אחד. במקרים אלו ($N=4$) נערך ממוצע גודל אפקט (אפקט מתומצת), כך שכל מחקר סיפק גודל אפקט אחד. בפרק זה תוצגנה תחילה תוצאות המטה אנליזה הכללית, המתייחסת לתפקודי הזיכרון המרומז של בעלי מוגבלות שכלית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה, ולאחר מכן יוצגו הניתוחים המתייחסים לתפקודי הזיכרון המרומז על פי משתנים הקשורים בנבדקים (גיל ואטיולוגיה), ומשתנים הקשורים במטלה (סוג המטלה).

1. תפקודי הזיכרון המרומז - השוואה כללית בין הקבוצות

21 המחקרים, המהווים את מסד הנתונים למטה אנליזה הנוכחית, השוו בין 421 נבדקים בעלי מוגבלות שכלית לבין 476 נבדקים בעלי התפתחות תקינה. בשרטוט 11 מוצגים גודלי האפקט (d) ומרווחי הביטחון (CI) בגובה 95%, לגבי כל מחקר בנפרד, וממוצע גודל אפקט משוקלל המתייחס להשוואה בין הקבוצות (ID, TD).



שרטוט 11: זיכרון מרומז- השוואה בין בעלי המוגבלות השכלית (ID) ובעלי ההתפתחות התקינה (TD)

a,b,c - נבדקים שונים בקבוצת הניסוי והביקורת. a*,b* אותה קבוצת ביקורת, נבדקים שונים בקבוצת הניסוי. ID=Intellectual disability, TD=Typical development, d =Effect size, LCI/ UCI =Low / Upper Confidence intervals

ממוצע גודל האפקט המשוקלל, אשר התבסס על מודל האפקטים האקראיים (Random model) ($d = 0.48$), ומרווח הביטחון (CI) בגובה 95%, ($LCI = 0.28$; $UCI = 0.68$), הצביעו על הבדלים בינוניים ומובהקים בין הקבוצות. במילים אחרות, תפקודי הזיכרון המרומז של בעלי המוגבלות השכלית, נמצאו לקויים בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה. מהתבוננות פרטנית, בגודלי האפקט של כל מחקר בנפרד, עולה כי ב-23% מבין המחקרים נמצאו הבדלים קטנים בין הקבוצות (ID, TS), ואילו ב-28% מבין המחקרים, ניכר תפקוד זהה של הקבוצות. חרף ההבדלים המובהקים שנמצאו בין הקבוצות, מבחן ההטרוגניות הסטטיסטי התוך סיווגי (Q_w) הצביע על הטרוגניות בין המחקרים ($Q(20)=40.94$, $p<0.004$; $I^2=51.46\%$; $Tau=0.32$).

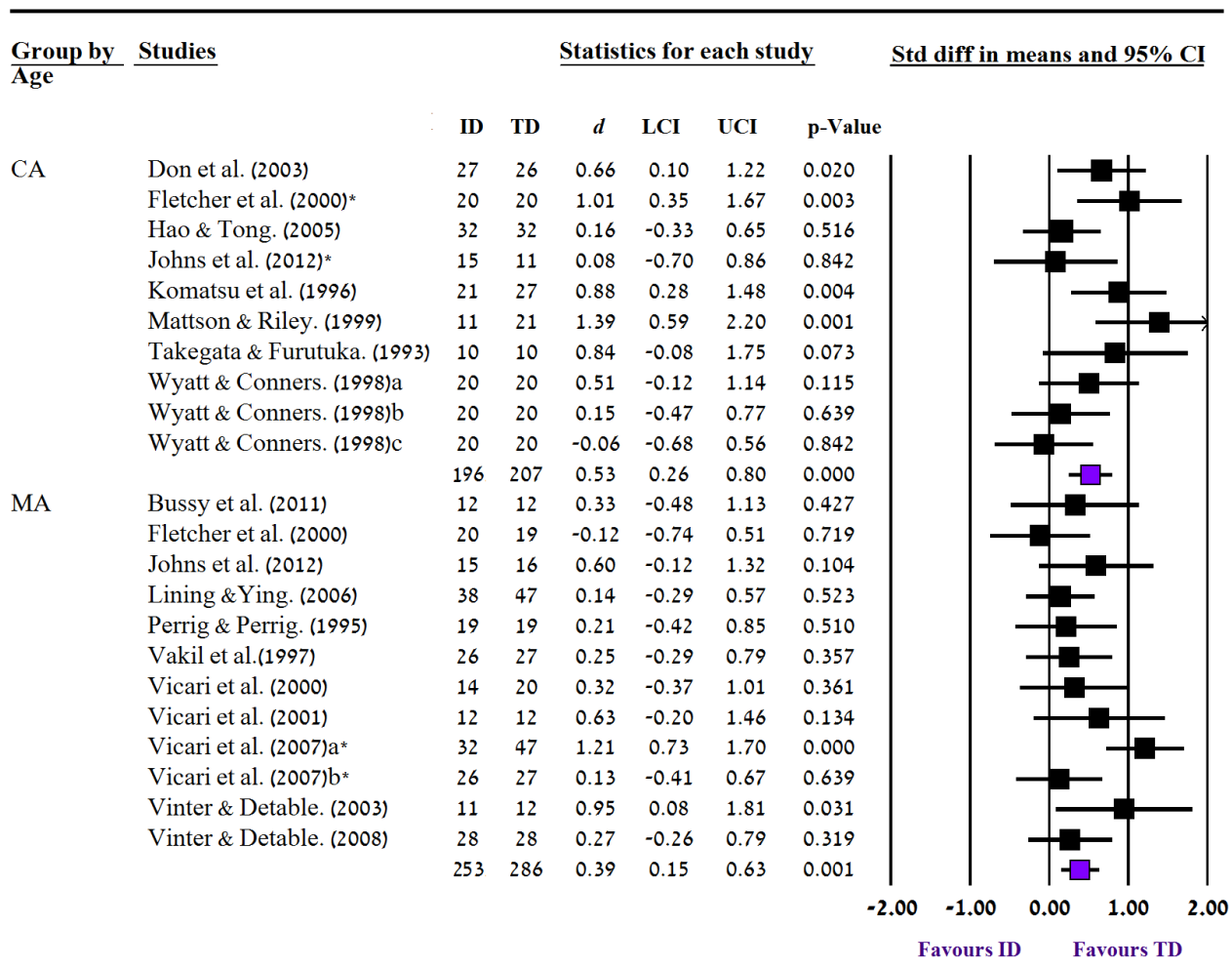
לאור ההטרוגניות הגדולה, נעשה ניסיון לזהות מחקרים בעלי תוצאות חריגות ($2.5 < \text{outliers}$) סטיות תקן מגודל האפקט הממוצע), על-ידי שימוש בתרשים מסוג, forest plot (Borenstein et al., 2005; 2009). יוסבר כי, כאשר

מזוהים בתרשים מחקרים בעלי תוצאות חריגות, הם מוצאים ממסד הנתונים, ונערך ניתוח רגישות על מנת לבחון, האם טווח גדלי האפקט הכוללים, השתנו לאחר שהוסרו ה-outliers. במטה אנליזה זו זוהה מחקר אחד (Inagaki et al., 2006) בעל תוצאה חריגה ($d = 2.07$) (ראה שרטוט 11), והוא הוסר ממסד הנתונים. לאחר הוצאתו, לא חל שינוי משמעותי בממוצע גודל האפקט המשוקלל ($d = 0.43$) ובמרווח הביטחון ($LCI = 0.25$; $UCI = 0.62$). נתונים אלו עדיין מצביעים על הבדלים בינוניים ומובהקים בין הקבוצות. לעומת זאת, רמת ההטרוגניות הופחתה ($Q(19)=32.48, p < .05$; $I^2 = 41.50\%$; $Tau=0.26$). מן הראוי לציין, כי גודל האפקט המתוקן שישמש בהמשך המטה אנליזה הינו ללא מחקרם של Inagaki ושותפיו (2006).

לסיכום, השערת המחקר המסתמכת על הספרות המחקרית, המהווה את מסד הנתונים למחקר הנוכחי אוששה בחלקה. לא ניתן לומר בהכללה, כי תפקודי הזיכרון המרומז של בעלי מוגבלות שכלית זהים לאלו של בעלי ההתפתחות התקינה. לאור ההטרוגניות בין המחקרים ובמטרה לבחון את השפעתם האפשרית של גורמים שונים על תפקודי הזיכרון המרומז, סווגו המחקרים על פי משתנים הקשורים ב**נבדקים (גיל ואטיולוגיה) ובמטלה (סוג המטלה)**.

2. השוואה בין תפקודי הזיכרון המרומז של בעלי מוגבלות שכלית לבין בעלי ההתפתחות התקינה על פי משתנה הגיל (MA, CA)

מטרת המטה אנליזה הנוכחית הייתה לבדוק האם גודל האפקט הנוצר בעקבות המחקרים השונים בתחום הזיכרון המרומז, מצביע על הבדלים בזיקה לקבוצות גיל שונות (MA, CA). כלומר, האם קיימים הבדלים בין בעלי המוגבלות השכלית לבין בעלי ההתפתחות התקינה התואמים בגילם הכרונולוגי? והאם פערים אלו, בהנחה והם קיימים, יבואו לידי ביטוי גם כאשר נעשית התאמה בין קבוצות על פי הגיל המנטאלי? מסד הנתונים כלל 22 מחקרים אשר חולקו לשתי קבוצות על פי משתנה הגיל (MA/CA). 10 מחקרים השוו בין בעלי המוגבלות השכלית ובעלי ההתפתחות התקינה הזהים בגילם הכרונולוגי (CA). 12 מחקרים השוו בין בעלי מוגבלות שכלית ובעלי ההתפתחות התקינה הזהים בגילם המנטאלי (MA). לגבי כל קטגוריה, המשתייכת למשתנה הגיל, חושב גודל אפקט משוקלל ומרווח ביטחון בגובה 95% (ראה שרטוט 12). כמו כן, חושב מבחן הטרוגניות סטטיסטי תוך-סיווגי (Q_w), על מנת לקבוע האם המחקרים השונים עקביים בתוצאותיהם, ומבחן הטרוגניות בין-סיווגי (Q_b), שמטרתו לבחון, האם קיימים הבדלים בין ממוצעי גודלי האפקט השונים.



שרטוט 12: זיכרון מרומז- השוואה בין בעלי המוגבלות השכלית ובעלי ההתפתחות התקינה בזיקה למשתנה הגיל

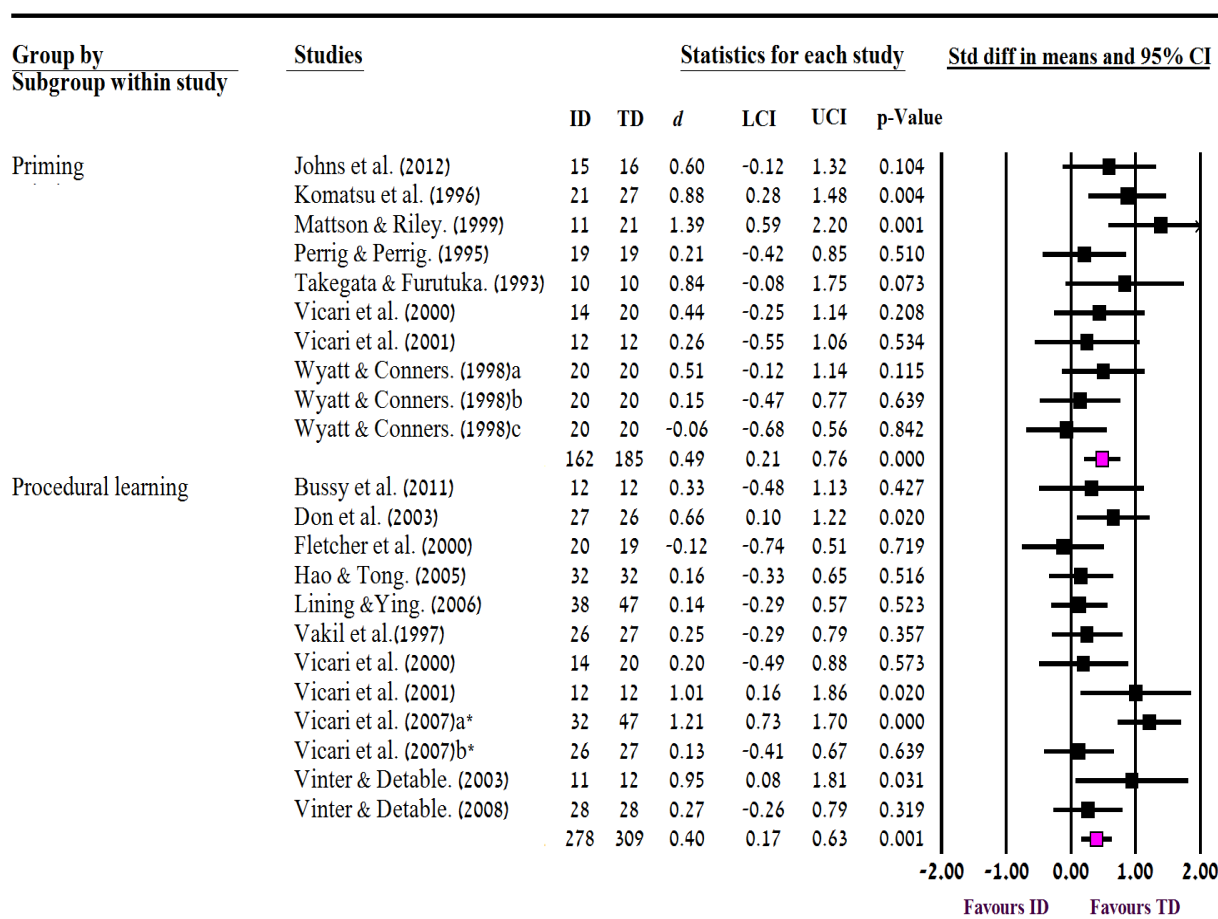
מחקרים בהן השוו בעלי המוגבלות השכלית לשתי קבוצות ביקורת. a,b,c- נבדקים שונים בקבוצת הניסוי והביקורת. a,b* אותה קבוצת ביקורת, נבדקים שונים בקבוצת הניסוי. ID=Intellectual disability, TD=Typical development, d=Effect size, LCI/ UCI =Low / Upper Confidence intervals, CA=chronological age, MA=Mental age

גדלי האפקט המשוקללים ומרווחי הביטחון, המתייחסים להשוואה בין הקבוצות התואמות בגילן הכרונולוגי (CA) ($d = 0.53$, LCI = 0.26; UCI = 0.80), ובגילן המנטאלי (MA) ($d = 0.39$, LCI = 0.15; UCI = 0.63), הצביעו על הבדלים בינוניים ומובהקים בין בעלי המוגבלות שכלית לבין בעלי ההתפתחות התקינה. מבחן ההטרוגניות התוך סיווגי הצביע על הטרוגניות בינונית בין המחקרים, בשתי הקטגוריות המתייחסות למשתנה הגיל (MA: $Q_w(11) = 18.74$, $p = .060$; $I^2 = 46.328\%$; $Tau = 0.30$), (CA: $Q(9) = 16.76$, $p = .052$; $I^2 = 41.31\%$; $Tau = 0.25$).

חישוב האפקט הבין סיווגי ($Q_b(1) = 0.5$, $p = 0.46$), הצביע על כך, שאין הבדלים בין ממוצעי גדלי האפקט המתייחסים למשתנה הגיל. כלומר, בעלי המוגבלות השכלית מגלים פערים בינוניים בתפקודי הזיכרון המרומז, הן בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה התואמים בגילם הכרונולוגי והן בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה הזוהים בגילם המנטאלי. לאור זאת, **משתנה הגיל אינו מהווה משתנה ממתן**, העשוי להסביר את ההבדלים בין המחקרים.

3. השוואה בין תפקודי הזיכרון המרומז של בעלי מוגבלות שכלית לבין בעלי ההתפתחות התקינה על פי משתנה סוג המטלה

מטרת המטה אנליזה הנוכחית הייתה לבדוק האם קיימים הבדלים בין גדלי האפקט, המתייחסים לתפקודי הזיכרון המרומז של בעלי המוגבלות השכלית, בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה, בזיקה למשתנה סוג המטלה. לאור זאת, סווגו המחקרים לשתי קבוצות על פי סוג המטלה (Priming/Procedural learning). 10 מחקרים היוו את מסד הנתונים, המתייחס לתפקודם של בעלי המוגבלות השכלית במטלות ה- Priming, ו-12 מחקרים היוו את מסד הנתונים המתייחס למטלות הפרוצדוראליות. יובהר כי בחלק מבין המחקרים (ראה נספח 4), המהווים את מסד הנתונים, נמדדו תפקודי הזיכרון המרומז של בעלי המוגבלות השכלית בשני סוגי המטלות. על מנת לא לפגוע בהנחת אי התלות בין המחקרים (Rosenthal, 1991), הוגדר משתנה סוג המטלה, כ: "Subgroup within study" (Borenstein et al., 2009). כמו כן, במחקרים בהם נמדד רכיב זיכרון מרומז, כלשהו, ביותר ממטלה אחת, חושב גודל אפקט ממוצע. בשרטוט 13, מוצגים גדלי האפקט ומרווחי הביטחון בגובה של 95% בכל קטגוריה המתייחסת למשתנה סוג המטלה.



שרטוט 13: זיכרון מרומז - השוואה בין הקבוצות (ID, TD) בזיקה למשתנה רכיב הזיכרון

a,b,c - נבדקים שונים בקבוצת הניסוי והביקורת. a*,b* אותה קבוצת ביקורת, נבדקים שונים בקבוצת הניסוי.

ID=Intellectual disability, TD=Typical development, *d*=Effect size, LCI/ UCI =Low / Upper Confidence intervals

משרטוט 13 עולה כי גודל האפקט המשוקלל ($d=0.48$), ומרווח הביטחון ($LCI = 0.21$; $UCI = 0.76$), המתייחסים למטלת ה-Priming, הצביעו על הבדלים בינוניים ומובהקים בין בעלי המוגבלות השכלית, לבין בעלי ההתפתחות התקינה. מבחן ההטרוגניות התוך סיווגי, הצביע על הומוגניות יחסית בין המחקרים ($Q_w(9)=12.35$, $p = 0.19$; $I^2=27.15\%$; $Tau=0.21$) הנתונים בקבוצה זו, חולקים גודל אפקט משותף. לעומת זאת, ההומוגניות בין המחקרים בקטגוריה המתייחסת למטלה הפרוצדוראלית, נדחתה ($Q_w(11)=21.85$, $p = 0.026$; $I^2 = 49.65\%$; $Tau=0.29$). זאת למרות ממוצע גודל האפקט המשוקלל ($d=0.40$) ומרווח הביטחון ($LCI = 0.17$; $UCI = 0.63$), שהצביעו על הבדלים בינוניים ומובהקים בין הקבוצות (ID, TD).

במטרה לבחון האם סוג המטלה מהווה משתנה ממתן, חושב אפקט בין סיווגי. אפקט זה הצביע על כך, שאין הבדלים בין גדלי האפקט המשוקללים בקטגוריית סוג המטלה ($Q_b(1)=0.22$, $P = .63$). מכאן, ניתן לומר כי משתנה סוג המטלה, אינו מהווה משתנה ממתן בניתוח זה. במילים אחרות, נמצא כי תפקודי הזיכרון המרומז של בעלי מוגבלות שכלית, הינם לקויים באופן בינוני בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה בכל סוגי המטלות. יובהר, כי בשל כמות מחקרים קטנה בכל קטגוריה של סוג המטלה, לא בוצע סיווג מובחן יותר בזיקה למודאליות.

4. השוואה בין תפקודי הזיכרון המרומז של בעלי מוגבלות שכלית לבין בעלי ההתפתחות התקינה על פי משתנה האטיולוגיה (NSE, DS, WS)

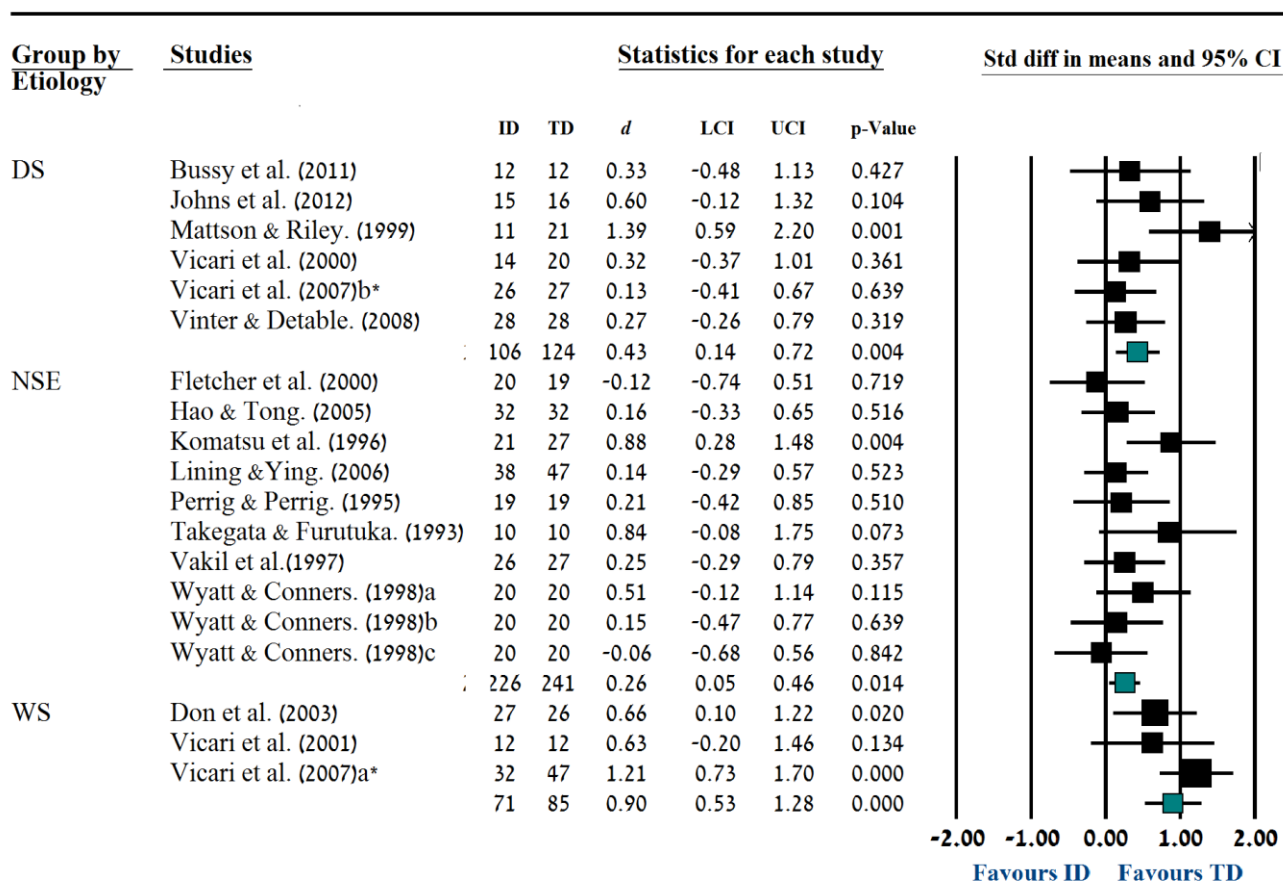
מטרת המטה אנליזה הנוכחית הייתה לבדוק האם קיימים הבדלים בין גדלי האפקט, המתייחסים לתפקודי הזיכרון המרומז של קבוצות שונות בעלות מוגבלות שכלית (DS, NSE, WS), בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה. כמו כן לבדוק האם קיימים הבדלים בתפקודה של כל קבוצה בנפרד בעלת מוגבלות שכלית, בין מטלות הזיכרון המרומז השונות (Procedural learning/ Priming). תחילה יוצגו תוצאות המטה אנליזה באשר למשתנה האטיולוגיה, ולאחר מכן יוצגו התוצאות המתייחסות לאינטראקציה בין משתנה האטיולוגיה ומשתנה סוג המטלה.

4.1 תפקודי הזיכרון המרומז בזיקה למשתנה האטיולוגיה (NSE, DS, WS)

מסד הנתונים כלל 19 מחקרים בהם נבדקו תפקודי זיכרון העבודה של בעלי אטיולוגיות שונות (DS, NSE, WS), בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה. זאת לאחר, שמחקרם של Vinter & Detable (2003), הוצא ממסד הנתונים, היות וקבוצת הניסוי כללה נבדקים בעלי תסמונת דאון ומוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית יחדיו. מסד הנתונים כלל 6 מחקרים, בהם נבדקו תפקודי הזיכרון המרומז של בעלי תסמונת דאון (DS), בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה (סה"כ 198 נבדקים); 11 מחקרים בהם נערכו השוואות בין בעלי מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית (NSE), לבעלי ההתפתחות התקינה (סה"כ 467 נבדקים); ואילו בשלושה מחקרים, בלבד, נבדקו תפקודי הזיכרון המרומז של בעלי תסמונת וויליאמס בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה (156 נבדקים). לאור מספר המחקרים הקטן בכל קבוצה בעלת אטיולוגיה שונה, ובפרט בקבוצה

המתייחסת לבעלי תסמונת וויליאמס, יש להניח כי הניתוחים הינם בעלי אופי גישושי ולפיכך מצביעים על מגמה בלבד.

בשרטוט 14, מוצגים ממוצעי גדלי האפקט המשוקללים (d) ומרווחי הביטחון (CI) בגובה של 95%, לגבי תפקודי הזיכרון המרומז של כל קבוצה בעלת מוגבלות שכלית.



שרטוט 14: תפקודי הזיכרון המרומז - השוואה בין הקבוצות (ID, TD) על פי משתנה האטיולוגיה

a,b- נבדקים שונים בקבוצת הניסוי והביקורת. a*,b* אותה קבוצת ביקורת, נבדקים שונים בקבוצת הניסוי. DS=Down syndrome, NSE= Nonspecific etiology, WS=Williams syndrome, ID=Intellectual disability, TD=Typical development, d =Effect size, LCI/ UCI =Low / Upper Confidence intervals

א. תפקודי זיכרון המרומז של בעלי מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית (NSE): גודל האפקט המשוקלל ($d = 0.25$), ומרווח הביטחון (LCI = 0.05; UCI = 0.46), הצביעו על הבדלים קטנים ולא מובהקים בין הקבוצות (NSE, TD). כלומר, בעלי מוגבלות שכלית (NSE), מגלים יכולות זיכרון מרומזות שמורות, יחסית, בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה. יתרה מכך, מבחן ההטרוגניות התוך סיווגי $Q_w(9) = 9.25$, $p = .41$; $I^2 = 2.70\%$; $Tau = 0.05$). הצביע על הומוגניות בין המחקרים. כלומר, ניכרת עקביות בין תוצאות המחקרים השונים (ראה טבלה 24).

ב. תפקודי הזיכרון המרומז של בעלי תסמונת דאון (DS): גודל האפקט המשוקלל ($d = 0.43$), ומרווח הביטחון (LCI = 0.14; UCI = 0.72), הצביעו על הבדלים בינוניים ומובהקים בין הקבוצות (DS, TD). כלומר, לבעלי תסמונת דאון ליקויים בינוניים בתפקודי הזיכרון המרומז בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה. יתרה מכך,

מבחן ההטרונגיות התוך סיווגי $(Q_w(5) = 7.40, p = .193; I^2 = 32.43\%; \text{Tau} = 0.23)$, הצביע על הומוגניות יחסית בין המחקרים (ראה טבלה 24).

ג. **תפקודי הזיכרון המרומז של בעלי תסמונת וויליאמס (WS):** גודל האפקט המשוקלל ($d = 0.90$), ומרווח הביטחון ($LCI = 0.52; UCI = 1.28$), הצביעו על הבדלים גדולים ומובהקים בין הקבוצות (DS, TD). כלומר, לבעלי תסמונת וויליאמס, ליקויים בתפקודי הזיכרון המרומז בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה. מבחן ההטרונגיות התוך סיווגי ($Q_w(2) = 2.69, p = .26; I^2 = 25.66\%; \text{Tau} = 0.18$), הצביע על הומוגניות יחסית בין המחקרים. יחד עם זאת, מן הראוי להתייחס לתוצאה זו בהסתייגות רבה, הן בשל מספר המחקרים הקטן בקבוצה זו והן משום ששלוש מבין ארבע המטלות המוצגות במחקרים אלו, בדקו מיומנויות פרוצדוראליות.

ד. **בחינת משתנה האטיולוגיה כמשתנה ממתן:** האפקט הבין סיווגי ($Q_b(1) = 8.76, P = .02$), הצביע על הבדלים מובהקים בין ממוצעי גדלי האפקט המשוקללים, המתייחסים לקטגוריית משתנה האטיולוגיה. כלומר, תפקודי הזיכרון המרומז של קבוצות שונות בעלות מוגבלות שכלית (NSE, DS, WS), בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה אינם אחידים. בעלי המוגבלות השכלית ללא אטיולוגיה ספציפית (NSE), מגלים יכולות זיכרון מרומזות שמורות יחסית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה, בעוד שבעלי תסמונת דאון ובעלי תסמונת וויליאמס מגלים ליקויים בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה. לאור זאת, ולאור ההומוגניות היחסית (Q_w), שהושגה בין המחקרים בכל קטגוריה, ניתן לומר כי **משתנה האטיולוגיה מהווה משתנה ממתן**, העשוי להסביר את חוסר העקביות בין תוצאות המחקרים השונים המהווים את מסד הנתונים למחקר זה.

4.2 השוואה בין תפקודי הזיכרון המרומז של בעלי מוגבלות שכלית ובעלי ההתפתחות התקינה בזיקה למשתנה האטיולוגיה (NSE, DS, WS) ומשתנה רכיב הזיכרון (Priming, Procedural learning)

במטרה לבחון, האם קיימים הבדלים בתפקודי הזיכרון המרומז, של קבוצות שונות בעלות מוגבלות שכלית, בין המטלות השונות, סווגו המחקרים על-פי משתנה האטיולוגיה וסוג המטלה. בטבלה 24, מוצגים ממוצעי גדלי האפקט, מרווחי הביטחון בגובה 95% ומבחני ההטרוגניות הסטטיסטית השונים.

טבלה 27: מודל קטגוריות- השוואה בין גדלי האפקט המתייחסים לתפקודי הזיכרון המרומז של בעלי מוגבלות שכלית (ID) ובעלי ההתפתחות התקינה (TD), על פי משתנה האטיולוגיה ומשתנה רכיב הזיכרון

Group by	Subgroup within study	Effect size and 95% confidence interval				Heterogeneity Within studies (Q _w)			Between Studies Effect (Q _b)	
Etiology		N Studies	<i>d</i>	LCI	UCI	Q-value	df (Q)	P-value	I-squared	Tau
8.76 P < .02										
DS		6	0.43	0.13	0.72	7.40	5	.193	32.43	0.23
NSE		10	0.25	0.05	0.46	9.25	9	.41	2.70	0.05
WS		3	0.90	0.52	1.28	2.69	2	.26	25.66	0.18
DS	Memory Type	4.14 P < .05								
	Priming	3	0.76	0.33	1.18	3.36	2	0.186	40.53	0.31
	Procedural learning	4	0.21	-0.09	0.52	0.21	3	0.976	0.00	0.00
NSE	Memory Type	1.69 P < .2								
	Priming	6	0.39	0.12	0.65	6.55	5	0.25	23.64	0.18
	Procedural learning	4	0.13	-0.12	0.38	0.81	3	0.84	0.00	0.00
WS	Memory Type	-								
	Priming	1	0.26	-0.56	1.07	-	-	-	-	-
	Procedural learning	3	0.98	0.63	1.33	2.14	2.00	0	6.57	0.08

DS=Down syndrome, NSE= Nonspecific etiology, WS=Williams syndrome, d=Effect size, LCI/ UCI =Low / Upper Confidence intervals

א. השוואת תפקודי הזיכרון המרומז של בעלי המוגבלות השכלית (NSE) בין המטלות: מטבלה 27 עולה כי ממוצע גודל האפקט המשוקלל ($d = 0.39$) ומרווח הביטחון ($LCI = 0.12$; $UCI = 0.65$), המתייחסים לתפקודם של בעלי המוגבלות השכלית (NSE) במטלות ה- Priming, בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה, הצביעו על הבדלים בינוניים ומובהקים בין הקבוצות לטובת אלו האחרונים. גודל האפקט המשוקלל ($d = 0.13$) ומרווח הביטחון ($LCI = -0.12$; UCI), המתייחסים לתפקודם של בעלי המוגבלות השכלית (NSE) במטלות פרוצדוראליות, בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה, לא הצביעו על הבדלים בין הקבוצות. במילים אחרות, בעלי מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית, מגלים יכולות זיכרון מרומז דומות לבעלי ההתפתחות התקינה, כאשר המטלה הינה פרוצדוראלית.

מבחן ההטרונגניות התוך סיווגי (Q_w), הצביע על הומוגניות בשתי הקטגוריות המתייחסות לסוג המטלה (מטלת Priming ומטלה פרוצדוראלית). לעומת זאת, האפקט הבין סיווגי (Q_b), לא הצביע על הבדלים מובהקים בין ממוצעי גדלי האפקט. מכאן, משתנה סוג המטלה בקבוצת המחקרים המתייחסת לבעלי מגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית, אינו מהווה משתנה ממתן בניתוח זה. מן הראוי להסתייג ולומר, כי יתכן ואילו היו מספר גדול יותר של מחקרים בכל קטגוריה, היו מתקבלות תוצאות אחרות.

ב. השוואת תפקודי הזיכרון המרומז של בעלי תסמונת דאון (DS) בין המטלות: מתוך טבלה 27 עולה כי ממוצע

גודל האפקט המשוקלל ($d = 0.76$) ומרווח הביטחון ($LCI = 0.33$; $UCI = 1.18$), המתייחסים לתפקודם של בעלי דאון במטלות ה- Priming, בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה, הצביעו על הבדלים גדולים ומובהקים בין הקבוצות. כלומר תפקודם של בעלי תסמונת דאון במטלות ה- Priming ליקויים בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה.

גודל האפקט המשוקלל ($d = 0.21$) ומרווח הביטחון ($LCI = 0.09$; $UCI = 0.52$) המתייחסים לתפקודם של בעלי תסמונת דאון במטלות פרוצדוראליות, בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה, הצביעו על הבדלים קטנים ולא מובהקים בין הקבוצות. במילים אחרות, בעלי תסמונת דאון, מגלים יכולות שמורות בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה, כאשר המטלה הינה פרוצדוראלית. האפקט הבין סיווגי (Q_b), הצביע על הבדלים מובהקים בין ממוצעי גדלי האפקט המתייחסים לסוג המטלה. מכאן, ניתן לומר כי תפקודי הזיכרון המרומז של בעלי תסמונת דאון, בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה, הינם בעלי דפוס הטרונגני. לפיו, ניכר יכולות פרוצדוראליות שמורות לצד ליקויים במטלות ה- Priming.

תוצאות מבחן ההטרונגניות התוך סיווגי (Q_w), הצביעו על הומוגניות בשתי הקטגוריות המתייחסות לסוג המטלה. לאור זאת משתנה סוג המטלה בקבוצת המחקרים המתייחסת לבעלי תסמונת דאון **מהווה משתנה ממתן**, העשוי להסביר את חוסר העקביות בין המחקרים.

ג. השוואת תפקודי הזיכרון המרומז של בעלי תסמונת וויליאמס (WS) בין המטלות: גודל האפקט המשוקלל

($d = 0.98$) ומרווח הביטחון (CI), המתייחסים לתפקודי הזיכרון המרומז של בעלי תסמונת וויליאמס, בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה במטלות פרוצדורליות, הצביעו על הבדלים גדולים ומובהקים בין הקבוצות. קרי, לבעלי תסמונת וויליאמס ליקויים ניכרים במטלות פרוצדוראליות בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה. חשוב להדגיש כי עקב כמות המחקרים המועטה יש להתייחס בהסתייגות לתוצאה זו ולראות בה מגמה בלבד. כמו כן, יש לציין כי במטה אנליזה זו לא ניתן היה לעמוד על תפקודי הזיכרון המרומז של בעלי תסמונת וויליאמס במטלות ה- Priming, לאור העובדה כי מסד הנתונים כלל מחקר אחד בלבד בתחום זה.

ד. השוואת תפקודי הזיכרון המרומז בין בעלי האטיולוגיות השונות, בזיקה למשתנה סוג המטלה:

1. במטרה לבדוק האם קיימים הבדלים בביצוע מטלות פרוצדוראליות בין בעלי האטיולוגיות השונות (NSE, DS, WS), חושב אפקט בין סיווגי. אפקט זה, הצביע על הבדלים מובהקים בין ממוצעי גדלי האפקט המשוקללים ($Q_b(2)=17.03$, $P<0.001$). כלומר, נמצא תפקוד לא אחיד, של בעלי האטיולוגיות השונות במטלות פרוצדוראליות, בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה. גודל האפקט המשוקלל, המתייחס להשוואה בין בעלי תסמונת וויליאמס ובעלי ההתפתחות התקינה, גדול באופן מובהק, הן

מגודל האפקט, המתייחס להשוואה בין בעלי תסמונת דאון ובעלי ההתפתחות התקינה ($X^2(1) = 10.82$, $P < .001$), והן מגודל האפקט המשוקלל, המתייחס להשוואה בין בעלי מוגבלות שכלית מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית ובעלי ההתפתחות התקינה ($X^2(1) = 15.65$, $P < 0.001$). לעומת זאת לא נמצאו הבדלים מובהקים בין ממוצע גודל האפקט, המתייחס להשוואה בין בעלי תסמונת דאון ובעלי ההתפתחות התקינה, לבין גודל האפקט המתייחס לבעלי מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית ובעלי ההתפתחות התקינה ($X^2(1) = 0.189$, $P > 0.25$). משמעות הדבר היא שבעלי תסמונת דאון ובעלי מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית מגלים יכולות פרוצדוראליות שמורות, בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה, בעוד שתפקוד זה נמצא לקוי בקרב בעלי תסמונת וויליאמס בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה.

2. במטרה לבדוק האם קיימים הבדלים בביצוע מטלות ה- Priming בין בעלי האטיולוגיות השונות (NSE, DS), חושב אפקט בין סיווגי ($Q_b(1) = 1.60$, $P = .21$). לפיו, לא נמצאו הבדלים בין גודל האפקט, המתייחס להשוואה בין בעלי תסמונת דאון ובעלי ההתפתחות התקינה, לבין גודל האפקט המתייחס להשוואה בין בעלי מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית ובעלי ההתפתחות התקינה. מן הראוי להסתייג ולומר, כי יתכן ומספר המחקרים הקטן, באופן ניכר, הוציא מכלל אפשרות לעמוד על ההבדלים, בהנחה ואלו קיימים, בין ממוצעי גודל האפקט.

לסיכום, ניתן לומר כי נמצאו הבדלים בינוניים בין בעלי המוגבלות השכלית ובעלי ההתפתחות התקינה, באשר לתפקודי הזיכרון המרומז על רכיביו השונים. עם זאת, באופן ספציפי יותר נראה כי פרופיל תפקודי הזיכרון המרומז של קבוצות שונות בעלות מוגבלות שכלית, אינו אחיד. משתנה האטיולוגיה נמצא ממתן ועשוי להסביר את חוסר העקביות בין המחקרים, בעוד שמשתנה הגיל וסוג המטלה, לא נמצאו ממתנים.

פרק ו': דיון ומסקנות - זיכרון מרומז (Implicit memory)

מטרת המטה אנליזה הנוכחית הייתה לבדוק האם גודל האפקט המשוקלל מצביע על הבדלים בתפקודי הזיכרון המרומז בין בעלי מוגבלות שכלית לבין בעלי ההתפתחות התקינה. מסד הנתונים כלל 18 מחקרים בלבד, בהם בסך הכל השתתפו 476 נבדקים בעלי מוגבלות השכלית, ו-421 נבדקים בעלי ההתפתחות התקינה. מספר המחקרים הקטן בעליל, מצביע על כך, שחקר הלמידה המרומזת בקרב בעלי מוגבלות שכלית עדיין מצומצם, ויש לראות במסקנות שתוצגנה בהמשך מגמה בלבד, הראויה להיבחן במחקרים עתידיים.

בתחום המחקר הנוירו-פסיכולוגי קיימת הנחה רווחת, שלפיה מערכת הזיכרון לטווח הארוך (Long term memory) מתחלקת לשתי מערכות נפרדות ונבדלות (Squire et al., 2004). אחת, מערכת מפורשת (דקלרטיבית), בה המידע האגור נגיש לזכירה מודעת ומכוונת. השנייה, מערכת מרומזת המחולקת לתת מערכות (procedural learning and priming effect), העוסקת ביכולת לרכוש ולבצע מיומנויות והרגלים חדשים, ללא מודעות מכוונת ומאמץ קוגניטיבי (לסקירה ראה, Kirsner et al., 2013).

השאלה המרכזית המשותפת לכלל 18 המחקרים, המהווים בסיס למטה אנליזה הנוכחית, עסקה בסוגיית היחסים בין התהליכים המרומזים לנושא האינטליגנציה. הבחינה נעשתה תוך התייחסות לטענתו של Reber (1993) שגרס כי בניגוד ללמידה המפורשת, הלמידה המרומזת אמורה לגלות שינויים קטנים, כפונקציה של הבדלים אינדיבידואליים בגיל ובבשלות, ולא להיפגע, יחסית, מהפרעות נוירולוגיות או פסיכולוגיות. יתרה מכך, הלמידה המרומזת אמורה להיות עצמאית יחסית ונפרדת מממדים של תפקוד קוגניטיבי גבוה יותר (Reber, Walkenfeld, & Hershadt, 1991; Schacter, Chin, & Ochsner, 1993). בהנחה ותהליכי הלמידה המרומזת, אכן אינם משתנים במידה ניכרת בשל הבדלים אינדיבידואליים, המיוחסים לגיל וליכולות קוגניטיביות (IQ), ניתן לצפות שהם יהיו שמורים יחסית בקרב כלל בעלי המוגבלות השכלית. לאור זאת, במטה האנליזה הנוכחית, סווגו המחקרים השונים בזיקה למשתני הגיל (MA/CA), סוג המטלה (procedural learning), והאטיולוגיה (NSE, DS, WS) ונבחנה תרומתם האפשרית של אלו לשונות הקיימת בין המחקרים.

תוצאות המטה אנליזה הנוכחית הצביעו על הבדלים ברמה בינונית בין בעלי המוגבלות השכלית ובעלי ההתפתחות התקינה. הבדלים אלו לא הושפעו ממשנתה הגיל, שכן הפער בתפקודי הזיכרון המרומז, התגלה באופן דומה כאשר הותאמו הקבוצות הן בגילן הכרונולוגי והן בגילן המנטאלי. במילים אחרות, משתנה הגיל לא נמצא ממתן ואינו יכול להסביר את השונות בין המחקרים. יחד עם זאת, כאשר סווגו המחקרים על פי האטיולוגיה של המוגבלות השכלית, התגלו הבדלים בביצועים בין בעלי האטיולוגיות השונות. יתרה מכך, משתנה זה נמצא ממתן, ועשוי להסביר חלק מן ההבדלים שנמצאו בין המחקרים המהווים את מסד הנתונים. תפקודי הזיכרון המרומז של בעלי מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית, נמצאו שמורים יחסית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה, גם כאשר נעשתה הבחנה בין מטלות פרוצדוראליות ומטלות Priming. לעומת זאת, ניכר כי לבעלי תסמונת דאון יכולות שמורות יחסית במטלות למידה פרוצדוראליות בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה, לצד קשיים במטלות ה-Priming. באשר לבעלי תסמונת ויליאמס, ניכר קושי משמעותי בביצוע מטלות למידה פרוצדוראלית בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה. חשוב להדגיש כי כמות המחקרים הקטנה המתייחסת לבעלי תסמונת זו, מוציאה מכלל אפשרות הסקת מסקנות רחבות ומכלילות, ויכולה לרמוז על מגמה בלבד.

לאור הממצאים שצינו לעיל, ניתן לומר כי, **מטה אנליזה זו מרחיבה ומחזקת את הראיות הקיימות בדבר הבדלים בדפוסי תפקוד קוגניטיבי בקרב בעלי האטיולוגיות השונות לעבר תחום הזיכרון המרומז**. בתוך כך, הממצאים מחזקים את ההשקפה הרואה את המוגבלות השכלית כמגוון תופעות, שבהן פונקציות קוגניטיביות מסוימות עלולות להיות משובשות יותר מן האחרות, ולא כתופעה אחידה המאופיינת באיטיות הומוגנית של ההתפתחות הקוגניטיבית. מכאן, לא ניתן לאפיין את פרופיל הזיכרון המרומז של כלל אוכלוסיית המוגבלים בשכלם על ידי מדד גודל אפקט ממוצע כללי אלא יש צורך בהתחשבות בסוג האטיולוגיה. על כן, ראוי שתיאור תפקוד הזיכרון המרומז שידווח בנפרד לגבי כל אטיולוגיה, תוך שימת דגש על ההבדלים באופי המטלה הנמדדת, בעיקר כשמדובר בבעלי תסמונות וויליאמס ודאון. במילים אחרות, **הזיכרון המרומז מושפע מהבדלים אינדיבידואליים המיוחסים ליכולות קוגניטיביות** בניגוד להנחת היסוד של Reber (1993). מסקנה זו תומכת במחקרים שונים, בהם נמצא כי תפקודי הזיכרון המרומז מושפע מיכולות קוגניטיביות (Danner, IQ), (Lah, Hagemann, Schankin, Hager, & Funke, 2011; Epps, Levick, & Parry, 2011; Kourkoulou, Leekam, & Findlay, 2011; Brown, Aczel, Jiménez, Kaufman, & Grant, 2010; Gofer-Levi, Silberg, Brezner, & Vakil, 2013; Reich, Below, & Goldman, 2010).

ניתן להסביר דפוס ממצאים זה במספר אופנים. ראשית, פרופיל הזיכרון המרומז הנפרד שהוצג ע"י קבוצות שונות בעלות מוגבלות שכלית עשוי לנובע, ככל הנראה, ממאפיינים ספציפיים מסוימים של התפתחות א-נורמלית של חלק מהמבנים המוחיים שלהם (Johns et al., 2012; Sampaio et al., 2010; Witt & Vinter, 2013, Vicari et al., 2007a). מחקרי הדמיה נוירולוגית עדכניים תיעדו את קיומם של מאפיינים מורפולוגיים מוחיים ספציפיים, כדי להסביר את הפרופילים הקוגניטיביים וההתנהגותיים הנפרדים של בעלי תסמונות גנטיות ידועות. על אף חוסר מיפוי מספק של הגורמים התומכים בזיכרון המרומז, הנתונים הנוירו פסיכולוגיים וגם הפונקציונליים (Brooks et al., 2014; Van Der Graaf, De Jong, Maguire, Meiners, & Leenders, 2004) מייחסים תפקיד קריטי לגנגליונים הבזאליים (Basal ganglia) ולמוח הקטן (Cerebellum) בלמידה המרומזת של מיומנויות חזותיות- מוטוריות (Boyd & Winstein, 2004). לעומת התפתחות תקינה של מבנים אלו, התפתחות המוח של בעלי תסמונת וויליאמס, מאופיינת בניוון ניכר של הגנגליונים הבזאליים ואילו המורפולוגיה של המוח הקטן הנה בדרך כלל נורמלית. בנוסף, דווח על שינוי נוירי כימי (N-acetylaspartate) במוח הקטן אצל בעלי תסמונת וויליאמס (Eliez, Schmitt, Capone, & Reiss, 2001). לעומת זאת, מוחם של בעלי DS מציג תת-התפתחות (hypoplasia) חמורה של המוח הקטן בצד מורפולוגיה נורמלית של הגנגליונים הבזאליים (Lott et al., 2010; Vicari et al., 2007).

הסבר נוסף, שעשוי לתמוך בהבדלים בפרופיל הביצועים ההטרוגני המיוחס לבעלי המוגבלות השכלית, נעוץ בהבחנה בין המטלות השונות המזוהות עם הזיכרון המרומז (Brown et al., 2010; Squire, 2004; Witt et al., 2013). Squire (2004), מעגלים עצביים שונים מעורבים בביצוע מטלות Priming ומטלות פרוצדוראליות חזותיות- מוטוריות. הפיצול הזה נתמך ע"י ראיות נוירו פסיכולוגיות, שלפיהן חלק מן ההפרעות המוחיות כדוגמת מחלת האלצהיימר, פוגעות בביצוע מטלות Priming, בניגוד למטלות הלמידה הפרוצדוראלית, בעוד שתופעות פתולוגיות אחרות, כגון מחלת Huntington, עלולות לסכן את הלמידה הפרוצדוראלית, אולם מותירות את ה- Priming ללא פגע.

הבחנה אחרת אשר נדונה בספרות, מתייחסת להבדלים בין אזורי המוח השונים הכרוכים במאפיינים הספציפיים של סוג מטלת ה- Priming. לדעת החוקרים, מטלת Priming חזותי (Picture fragment Completion Task), מהווה מדד מדויק יותר של הזיכרון המרומז, בעוד שמטלת Priming מילולי (Word stem completion) מערבת גם את הזיכרון המפורש (Brown et al., Curran, & Schacter, 2013; Lewandowsky, Dunn, & Kirsner, 2014). תוצאות דומות דווחו גם במחקרים בקרב בעלי מוגבלות שכלית. מחקרים שבחנו זיהוי תמונות שאיכותן הופחתה (Picture fragment Completion Task), בשל חשיפה קודמת לאותן תמונות עצמן, דיווחו באופן עקבי על אפקט פריימינג מקביל אצל בעלי מוגבלות שכלית ובעלי התפתחות תקינה, שהותאמו הן בגילם הכרונולוגי (CA) והן בגיל המנטלי (MA). אולם, כאשר נחקר אפקט ה- Priming של החזרה על חומר מילולי (Word stem completion), נוצר דפוס תוצאות מורכב יותר (Komatsu et al., 1996; Mattson et al., 1999; Vicari & Carlesimo, 2002). מכאן, הסיקו החוקרים שלזיכרון המרומז שני רכיבים שונים: האחד תפיסתי, שאינו משתנה עם הגיל ועם הרמה האינטלקטואלית, והשני אשר מתפתח עם הגיל, ומושפע מרמת האינטלקטואליות, ושקשור בעיבודים המושגיים של הגירוי (Johns et al., 2012; Mattson & Riley, 1999).

לסיכום, ממצאי המטה אנליזה שבוצעה לבחינת השפעת האטיולוגיה על הזיכרון המרומז, מצביעים על כך שהפרופילים הקוגניטיביים של בעלי האטיולוגיות השונות בתחום הזיכרון המרומז אינם הומוגניים, ואלו מציגים דפוסים סותרים של יכולות וליקויים יחסיים בין ובתוך הקבוצות. בהתבסס על תוצאות מחקר זה ניתן לומר, כי תפקודי הזיכרון המרומז נפגעים כתוצאה מתפקוד אינטלקטואלי נמוך, שכן, במחקר הנוכחי נמצאו הבדלים בין בעלי המוגבלות השכלית ובעלי ההתפתחות התקינה בתפקודי הזיכרון המרומז. יתרה מכך, משתנה האטיולוגיה נמצא ממתן, ומכאן חשיבותו הרבה לחקר מערכת זיכרון זה. במילים אחרות, ההבדלים בהתפתחות המוחית של בעלי האטיולוגיות השונות, הנקבעת בשל שיבושים גנטיים שונים, הם הגורמים, כנראה, להבדלים בתפקודי הזיכרון המרומז. לעומת זאת, לא נמצאו ראיות במחקר הנוכחי להבדלים בתפקודי הזיכרון המרומז בין הקבוצות, הנובעים בשל גילם של הנבדקים. מכאן ניתן לומר כי המחקר הנוכחי תומך באופן חלקי בתיאוריה של Reber (1993). חשוב להדגיש כי מרבית מחקרי הזיכרון עסקו בשאלת היחסים בין ביצוע המטלות המרומזות והאינטליגנציה, ופחות בחנו את ההטרונגיות האינדיבידואלית בין בעלי האטיולוגיות השונות והשפעתו של הגיל הטרונגיות זו. מספר המחקרים הקטן המהווה את מסד הנתונים למחקר זה, אינו מאפשר הסקת מסקנות רחבות וכוללות באופן מובחן ומדויק לגבי כל אטיולוגיה בנפרד. מכאן, יש לראות במסקנות אלו שתוארו לעיל מגמה בלבד הראויה להיבחן במחקרים עתידיים.

פרק ז': דיון כללי

מחקרים רבים בחנו את נושא הזיכרון בכלל ובקרב בעלי מוגבלות שכלית בפרט כאשר כולם תרמו במידה זו או אחרת להבחנה טובה יותר בין הפרופילים הקוגניטיביים והנוירו פסיכולוגיים של קבוצות שונות בעלות מוגבלות שכלית. למרות זאת, מסקירת הספרות הענפה שנסקרה בפתח העבודה הנוכחית, ניכר כי התגלו תוצאות מעורבות ואף סותרות אודות תפקודי הזיכרון השונים, ההופכות את הניסיון להגיע למסקנה כוללת למורכבת וקשה. חוסר העקביות בין תוצאות המחקרים נובע, ככל הנראה, משימוש בכלי מחקר שונים, בהבדלי גיל הנבדקים וכן בהיקף המדגם נושא המחקר. לאור זאת, השימוש במטה אנליזה, המאפשר צירוף של תוצאות ממחקרים שונים, סייעה במחקר הנוכחי הן בארגון מחדש של הממצאים אודות הקשר בין תפקודי הזיכרון ומוגבלות שכלית והן בקביעת מסקנות חשובות, הפותרות חלק מהסתירות בין המחקרים הבודדים.

ככל הידוע למחברת, מחקר זה הינו ראשון מסוגו, המתמקד בתפקודי זיכרון העבודה והזיכרון המרומז בקרב אוכלוסיות שונות בעלות מוגבלות שכלית (DS, WS, NSE). מחקר זה מצטרף למחקר המטה אנליזה הקודם, שערכנו אודות תפקודי הזיכרון המפורש באוכלוסייה זו. אופן שיטת המחקר על תוצאותיו ומסקנותיו, מאפשר זווית ראייה ייחודית המקיפה את כל הממדים שזכרו בספרות המחקרית במסה אחת. **ככל הידוע**, עד כה לא נערך אף מחקר מקיף באוכלוסיית המוגבלים בשכלם, המתייחס בו זמנית לכל מערכות הזיכרון, תוך בחינה מובחנת של כל רכיב על היבטיו השונים.

מטרת המחקר העיקרית הייתה לבדוק, **האם קיימים הבדלים בתפקודי הזיכרון של בעלי המוגבלות השכלית, לבין בעלי ההתפתחות התקינה**, תוך בחינת תרומתם האפשרית של משתנים ממתנים פוטנציאליים, הקשורים בנבדקים (גיל ואטיולוגיה), ובמטלה (רכיב הזיכרון, סוג המטלה, רמת הבקרה המודאליות). מטרה נוספת וחשובה הייתה, לבדוק האם קיימים הבדלים בין בעלי המוגבלות השכלית (DS, WS, NSE) ובעלי ההתפתחות התקינה **בין ובתוך** רכיבי מערכות הזיכרון השונים. מטרת אלו משקפות שתי תמורות חשובות, שחלו בעולם המחקר, החל משנות ה-90 - הראשונה הינה ההמשגה המחודשת של זיכרון העבודה וזיכרון ארוך הטווח, והאחרת הינה התעניינות גוברת בחקר האטיולוגיות השונות הקשורות במוגבלות השכלית. יתר על כן, מחקר זה נערך בכדי לזהות תהליכים התפתחותיים ספציפיים, המעורבים ביצירת פרופילים שונים בקרב בעלי האטיולוגיות השונות, תוך שימת דגש על היתרונות והחולשות **בין ובתוך רכיבי מערכות הזיכרון השונים**.

המסקנות המשותפות, העולות ממחקר זה באשר למערכת זיכרון העבודה למערכת הזיכרון המרומז, **מוסיפות מידע אודות ההטרוגניות בין המחקרים, שיש להביא בחשבון כאשר מפרשים את התוצאות** השונות. בעת תיאור תפקודי הזיכרון בקרב אוכלוסיות בעלות מוגבלות שכלית, יש לנקוט בגישה **דיפרנציאלית ומובחנת**, ולהימנע מתיאור מכליל, הנמדד על ידי ממוצע כללי.

במטה אנליזה המתייחסת לזיכרון העבודה, אף אחד מהמשתנים הקשורים בנבדקים (גיל ואטיולוגיה) ומשתנים הקשורים במטלה (רכיב הזיכרון, סוג המטלה, רמת הבקרה והמודאליות), לא נמצא ממתן, ואינו יכול להסביר את השונות הגדולה בין המחקרים המהווים את מסד הנתונים. כאמור, רק האינטראקציה בין המשתנים (כגון האטיולוגיה וסוג המטלה), הפחיתה באופן מובהק את ההטרוגניות בין המחקרים, ואפשרה לעמוד על ההבדלים בין הקבוצות. באשר לבחינת תפקודי הזיכרון המרומז, משתנה הגיל וסוג המטלה לא נמצאו ממתנים, בניגוד למשתנה האטיולוגיה שנמצא ממתן, ועשוי להסביר את השונות בין המחקרים המהווים את מסד הנתונים. מכאן, עולה מסקנה חשובה, לפיה, **רק האינטראקציה בין שתי קבוצות המשתנים, הקשורים במטלה ובנבדקים, תקבע את תפקודי הזיכרון של בעלי מוגבלות שכלית**.

כמו כן, תוצאות המחקר הנוכחי הציגו וריאציות נרחבות בדפוסי היתרונות והחולשות, באשר לתפקודי הזיכרון השונים בקרב בעלי המוגבלות שכלית. כלומר, בעלי האטיולוגיות השונות, אינם חולקים מערכת של ליקויים

משותפים, אשר יכולים להסביר את הקשיים המיוחדים להם, בתפקודי הזיכרון בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה. שכן, גם כאשר נמצאו רמות דומות של פגיעה בזיכרון העבודה או המרומז, פרופיל הליקויים לא היה זהה. אחד ההסברים, שהוצע בהתייחס לממצא זה, נעוץ בזוויות ראייה נזירות- ביולוגית המציעה כי סטרוקטורות מוחיות שונות, המעורבות בליקוי הקוגניטיבי של קבוצות שונות בעלות מוגבלות שכלית, אחראיות לפחות במידה מסוימת להבנת הפרופיל הייחודי של כל אחת מהן.

תרומתו העיקרית של המחקר אשר עסק **במערכת זיכרון העבודה**, היא המסקנה שהפרופיל הקוגניטיבי של קבוצות שונות בעלות מוגבלות שכלית, משתנה לא רק בין רכיבי המערכת (הלולאה הפונולוגית, הלוח החזותי מרחבי והמעבד המרכזי), אלא גם בתוך הרכיבים עצמם. פרופיל זיכרון העבודה, המיוחס לבעלי המוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית, בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה (MA), מצביע על יכולות שמורות יחסית של רכיבי הלוח החזותי מרחבי והמעבד המרכזי, לצד ליקוי ברכיב הלולאה הפונולוגית. לעומת זאת, פרופיל הזיכרון המיוחס לבעלי תסמונת דאון, משקף ליקוי כפול בתפקודי הלולאה הפונולוגית והמעבד המרכזי, לצד יכולות שמורות יחסית, של רכיב הלוח החזותי מרחבי. לעומת זאת, פרופיל הזיכרון המיוחס לבעלי תסמונת ויליאמס, מצביע על דפוס ביצועים הפוך, לפיו רכיב הלולאה הפונולוגית מתפקדת בצורה שמורה יחסית אולם ניכרים קשיים ברכיב הלוח החזותי מרחבי. מעבר לכך, פרופיל הביצועים של כל קבוצה בעלת מוגבלות שכלית, היה הטרוגני ושונה בתוך כל רכיב זיכרון. נתון זה מצביע על כך, שרכיבי מערכת זיכרון העבודה **אינם עשויים מקשה אחת**, אלא ניתן לזהות בהם פונקציות נפרדות. נסתייג ונאמר, כי דברים אלו מתייחסים לרכיב הלוח החזותי- מרחבי והמעבד המרכזי. כאמור, לא נמצאו הבדלים בתפקודי הזיכרון של בעלי המוגבלות השכלית בין המטלות השונות המיוחסות לרכיב הלולאה הפונולוגית. מכאן, דפוס הביצועים המובחן, מחזק את התפיסה, הרואה בזיכרון העבודה מערכת המורכבת מחלקים, המובחנים מבחינה אנטומית ופונקציונאלית, וכן מהווה תמיכה במודל הזיכרון של Baddeley. לפיו, לנבדקים שונים בעלי ההתפתחות לקויה, עשוי להיות קושי ספציפי באחד מרכיבי מערכת זיכרון העבודה, בעוד שביתר הרכיבים תפקודם יהיה תקין יחסית.

במחקר הנוכחי 'מודל הרכיבים' של Baddeley, הוכח ככלי יעיל בזיהוי פרופיל זיכרון העבודה המובחן, בקרב קבוצות שונות בעלות מוגבלות שכלית, בעיקר בין רכיב הלולאה הפונולוגית והלוח החזותי מרחבי. עם זאת, מודל זה **אינו** יכול להסביר את השונות בתפקודם של בעלי המוגבלות השכלית, בתוך כל רכיב זיכרון בנפרד. עובדה זו חשובה בעיקר בהתייחס למעבד המרכזי שאינו תלוי, לכאורה, במודאליות, על-פי 'מודל הרכיבים'. בחינת תפקודי המעבד המרכזי, של בעלי המוגבלות השכלית, בזיקה ל'מודל הרצף' של Cornoldi ושותפיו (2000, 2003), סיפקו ראיות לכך שרכיב זה הינו מחולק ואינו אחיד. במחקר הנוכחי נמצאו הוכחות לחשיבות חלוקתו של רכיב המעבד המרכזי, בזיקה למשתנה המודאליות. אך לא נמצאה ראיה לכך, שלבעלי המוגבלות השכלית (NSE, DS), קשיים הולכים וגדלים בביצוע מטלות זיכרון העבודה, המתאימים לעלייה ברמת הבקרה הנדרשת. חשוב להדגיש בהקשר זה כי כמות המחקרים הקטנה בכל קטגוריה המתייחסת למשתנה המודאליות, לא אפשרה לנו לעמוד על הבדלים בין גודלי האפקט השונים. יתרה מכך, לא ניתן היה לבחון את 'מודל הרצף' באופן דיפרנציאלי לגבי כל אטיולוגיה בנפרד, ואת האינטראקציה בין משתנה רמת הבקרה והמודאליות, כפי שהציעו Lafranchi ושותפיו (2004).

לסיכום, לאור תוצאות המטה אנליזה, רצוי שתפקודי זיכרון העבודה של בעלי המוגבלות השכלית ייבחנו באופן מודולארי יותר, תוך שילוב בין מודל הרכיבים של Baddeley ו'מודל הרצף' של Cornoldi ושותפיו. ייתכן ובאופן שכזה, יהיה ניתן לבחון ביתר דיוק, האם הליקוי הפוטנציאלי ברכיבי המשנה של זיכרון העבודה, המיוחס לבעלי האטיולוגיות השונות, הינו אחיד או הטרוגני, המצביע על קיומן של פונקציות משנה. יתרה מכך, חרף ההוכחות שנמצאו במחקר זה, לחלוקתו של זיכרון העבודה לרכיבים שונים, פרופיל הביצועים של הקבוצות השונות בעלות

המוגבלות השכלית, מצביע על קשר המתקיים, לכאורה, ביניהם. על כן, אנו סבורים כי במחקרים עתידיים יש לעמוד על קשר אפשרי זה.

תרומה חשובה נוספת שנבעה מהמחקר הנוכחי, וראויה לציון, מתייחסת להבדלים שנמצאו בתפקודם של בעלי המוגבלות השכלית, בהשוואה לקבוצות שונות בעלות התפתחות תקינה התואמות בגילן המנטאלי או הכרונולוגי. תפקודי זיכרון העבודה השונים, של בעלי האטיולוגיות השונות, נמצאו ליקויים באופן גורף כאשר הושוּו לבעלי ההתפתחות התקינה התואמים בגילם הכרונולוגי. לעומת זאת, כאשר השוּו לקבוצה התואמת בגילם המנטאלי, ניכר דפוס ביצועים המצביע על יכולות לצד קשיים. תוצאות אלו תומכות בממצאי מחקרים קודמים שהדגישו את תרומתו של הגיל הכרונולוגי על תפקודי זיכרון העבודה של בעלי המוגבלות השכלית. בתוך כך, לניסיון החיים ולידע שרוכשים בעלי המוגבלות השכלית, לצד חשיפה ממושכת לחוויות אקדמיות ולגירויים לשוניים וחזותיים רבים יש תרומה משמעותית בשיפור ביצועיהם במשימות הזיכרון.

המסקנה המרכזית שעלתה מהמטה-אנליזה, שעסקה בתפקודי הזיכרון המרומז של בעלי המוגבלות השכלית, בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה, ערערה על הטענה של Reber (1993). ממצאי המחקר הנוכחי, מראים כי תפקודי הזיכרון המרומז של בעלי המוגבלות השכלית, עשויים להשתנות כפונקציה של הבדלים אינדיבידואליים וסוג המטלה. מטה אנליזה זו, מרחיבה את הראיות בדבר דפוס תפקוד קוגניטיבי, השונים מבחינה איכותנית בקרב בעלי האטיולוגיות השונות לעבר תחום הזיכרון המרומז, ומחזקות את ההשקפה הרואה את המוגבלות השכלית כמגוון תופעות, שבהן פונקציות קוגניטיביות מסוימות עלולות להיות משובשות יותר מן האחרות, ולא כתופעה אחידה המאופיינת באיטיות ההתפתחות הקוגניטיבית בצורה הומוגנית.

לסיכום, מסקנות המחקר מצביעות על כך, שאי אפשר להמשיג את הליקויים בתפקודי הזיכרון כליקוי ליבה שהינו מאפיין מוגבלות שכלית. תחת זאת, דפוס תפקודי הזיכרון של בעלי המוגבלות השכלית הטרוגני ומגוון, ומושפע בו זמנית ממשתנים הקשורים במטלה ובנבדקים. מכאן, יש לשקול בקפידה את בחירת קבוצות ההשוואה ומאפייני המטלה, ולהביאם בחשבון כאשר מפרשים נתונים ומסיקים מסקנות.

מגבלות המחקר והמלצות למחקרי המשך:

למחקר הנוכחי מספר מגבלות הנובעות הן משיטת המחקר והן מבחירת מסד הנתונים למחקר הנוכחי.

1. **הטיית פרסום:** למרות שננקטה גישה קפדנית בסקירת המחקרים לעבודה הנוכחית, כבכל מטה אנליזה, ייתכן הטיית פרסום בשל מחקרים שלא פורסמו, או שלא ניתנת אליהם גישה. לכן, יש לקחת בחשבון שהתוצאות שהתקבלו מתייחסות למסד הנתונים הקיים, וייתכן כי אם היו נכללים בה גם מחקרים שלא פורסמו היו מתקבלות תוצאות שונות.

2. **כמות המחקרים:** במקרים שונים נבחנו תפקודי הזיכרון של בעלי המוגבלות השכלית על סמך מספר מועט של מחקרים בקטגוריה הנבדקת, אשר הביא לקושי מבחינה סטטיסטית, בבחינתם של משתנים ממתנים פוטנציאלית. זאת בעיקר, כאשר נעשתה אינטראקציה בין מספר משתנים כגון, משתני האטיולוגיה (DS, WS) גיל הנבדקים וסוג המטלה (חזות/מרחבי, מטלות המעבד המרכזי, מטלת Priming ומטלה פרוצדוראלית). כמו כן, למרות שאחד הממצאים המרכזיים בעבודה הנוכחית נוגע להשפעת סוג האטיולוגיה, מספר המחקרים בהם השתתפו בעלי תסמונת וויליאמס (WS), קטן באופן ניכר, בהשוואה לשתי הקבוצות האחרות בעלות המוגבלות השכלית (DS, NSE). ייתכן וכמות מחקרים מספקת, הייתה מאפשרת לבדוק באופן מובהק יותר, אילו משתנים ממתנים עשויים היו לתרום להטרוגניות בין המחקרים. לאור זאת, במקרים בהם הוסקו מסקנות על סמך היקף קטן של מחקרים, יש לפרשם בזהירות ולהתייחס אליהם כאל מחקר גישוש.

3. **משתנה מנת המשכל (IQ):** מחקרים רבים מתמקדים לעיתים קרובות בפרופיל הזיכרון המיוחס לבעלי האטיולוגיות השונות, כגון בעלי תסמונות דאון וויליאמס. אולם, רק מעטים הבחינו בין קבוצות משנה בעלות דרגות שונות של מוגבלות שכלית (IQ) (Henry, 2001; Schuchardt et al., 2010). במחקרים אלו נמצא קשר בין חומרת הפגיעה הקוגניטיבית (IQ), לבין תפקודי הזיכרון השונים של בעלי המוגבלות השכלית. עם זאת, במחקר הנוכחי, לא ניתן היה לבדוק את השפעתו הפוטנציאלית של מנת המשכל, כמשתנה ממתן בשל שני טעמים מרכזיים. ברוב המחקרים, הקבוצה בעלת המוגבלות השכלית, הורכבה הן מנבדקים בעלי מוגבלות שכלית קלה והן מנבדקים בעלי מוגבלות שכלית בינונית כאשר, החוקרים, במחקרים אלו, לא סיפקו מידע בנפרד לגבי מנת המשכל של כל קבוצה, אלא דיווחו על ציון ממוצע. יתרה מכך. בחלק מן המחקרים, דווח כי בקבוצת בעלי המוגבלות השכלית, נכללו נבדקים בעלי מנת משכל 70 ומטה, ללא דיווח על ציון ממוצע. לאור האמור לעיל, יתכן ובחינתו של משתנה מנת המשכל עשוי היה לתרום לתוצאות המחקר הנוכחי. מכאן, על מחקרים עתידיים להתמקד בהשפעתו הפוטנציאלית של משתנה זה על תפקודי הזיכרון השונים.
 4. **קבוצות המחקר:** מחקר המטה אנליזה הנוכחי התמקד בשלוש קבוצות שונות בעלות מוגבלות שכלית בלבד (DS, WS, NSE), לאור העניין בקבוצות אלו בספרות המחקרית. אנו סבורים, כי יש להעמיק ולבחון את הידע בתחום הזיכרון, תוך המקדות בקבוצות אחרות בעלות מוגבלות שכלית. יתרה מכך, חשוב שזיהוי פרופיל הזיכרון, יעשה לא רק בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה, אלא גם באמצעות השוואתם של קבוצות שונות בעלות מוגבלות שכלית בו זמנית האחת לשנייה ואיפיון פרופיל זיכרון קוגניטיבי עבור כל אחת מהן.
 5. **בחינת הקשר בין מערכות הזיכרון השונות:** המחקר הנוכחי מצטרף למחקר המטה אנליזה הקודם (שטיין, 2009), אשר עסק בתפקודי הזיכרון המפורש באוכלוסייה בעלת מוגבלות שכלית. מחקרים אלו יחדיו, מעניקים ראיה הוליסטית ותורמים לידע אודות הפרופיל הקוגניטיבי של אוכלוסייה זו. במחקר הנוכחי לא נבחן הקשר בין מערכות הזיכרון השונות, אך לא ניתן להתעלם מדפוס הליקויים הדומה של בעלי המוגבלות השכלית, בחלק מן המקרים, בין מערכות הזיכרון השונות. לדוגמה, דפוס הליקוי המילולי המיוחס לבעלי תסמונת דאון באשר למערכת זיכרון העבודה, ניכר גם בהקשר לזיכרון המפורש ותועד גם במטלות מטלות Priming מילולי (Mattson & Riley, 1999). דוגמה נוספת הינה הנתק בין יכולות מילוליות ומרחביות-חזותיות, הן בזיכרון העבודה והן במערכת הזיכרון המפורש המיוחסות לבעלי תסמונת ויליאמס. הנחות אלו, עולות בקנה אחד עם מחקרים שונים, המנסים לעמוד על האינטראקציה בין מערכות הזיכרון השונות, הן מבחינה פונקציונלית, הן מבחינה נוירולוגית (Edgin et al., 2010; Guida, Tardieu, & Nicolas, 2009; Johns, Homewood, Stevenson, & Taylor, 2012; Ruchkin, Grafman, Cameron, & Berndt, 2003; Sampaio et al., 2010).
- תמיכה לכך ניתן למצוא גם במודל זיכרון העבודה המחודש של Baddeley (2000), בו נוסף רכיב החוצץ האפיזודי (Episodic buffer), שמטרתו לספק אחסון של מידע בקוד מרובה-מודאליות ולחבר מידע רכיבי אחסון אחרים, השייכים לזיכרון העבודה והזיכרון ארוך הטווח. קיומו של רכיב זה עשוי לרמז על ליקוי בתפקוד פונקציה ספציפית של מערכת זיכרון אחת שנמצא בבסיסו של ליקוי במערכת זיכרון אחרת. מכאן, הנחה זו ראויה להיבדק במחקרים עתידיים.

תרומת המחקר

הזכירה היא מיומנות מפתח בתפקוד אינטלקטואלי, כיוון שהיא ממלאת תפקיד בכל פעילות קוגניטיבית והיא מהווה תנאי בסיס לפיתוחן של מיומנויות מורכבות יותר ולתפקודו של הפרט. ממצאי המחקר הנוכחי מציעים כי קיימים פרופילים שונים של תפקודי זיכרון בקרב בעלי מוגבלות שכלית לעומת אנשים בעלי התפתחות תקינה. בתוך כך, המחקר הצליח להבחין בין תפקודי הזיכרון הפגועים לבין תפקודי הזיכרון השמורים בקרב בעלי המוגבלויות השכליות השונות על פי גיל, אטיולוגיה וסוג המטלה. אנו סבורים כי לזיהוי יכולות הזיכרון השמורות, יחסית, לצד זיהוי הקשיים בקרב אוכלוסיות שונות בעלות מוגבלות שכלית, ערך רב הן לחקר הפנוטיפים השונים של בעלי האטיולוגיות השונות והן להבנת הצורך בעריכת פרוטוקולים מותאמים אישית חינוכית ושיקומית. פרופיל הזיכרון השונה והמורכב, המיוחס לקבוצות שונות בעלות מוגבלות שכלית, כפי שניכר במחקר הנוכחי, מלמד על צרכים שונים ומגוונים של כל קבוצה בעלת מוגבלות שכלית. אחד מהרבדים היישומיים של המחקר הנוכחי הינו תכנון התערבויות בחינוך המיוחד שמטרתן שילוב טוב יותר והעלאת רמת התפקוד של הפרט. רצוי כי התערבויות אלו יבנו בצורה ספציפית יותר על פי האטיולוגיה של המוגבלות השכלית מכיוון שלכל אחת מסוגי האטיולוגיות צרכים שונים ויכולות זיכרון ייחודיות. הכרת היתרונות והמגבלות של קבוצות שונות בעלות מוגבלות שכלית, כפי שנמצאה במחקר הנוכחי, עשויה לאפשר התאמה ספציפית של שיטות ההוראה לכל אחת מהן, ובכך לשפר את תפקודם.

תרומה מעשית נוספת הנוגעת להוראת ילדים בעלי מוגבלות שכלית. בספרות המחקרית קיימות ראיות לכך, שליקויים בזיכרון העבודה, בקרב ילדים בעלי מוגבלות שכלית, גורמים לקשיים בלמידת הקריאה, הכתיבה והמתמטיקה (לסקירה ראה, Poloczek, Buttner, & Hasselhorn, 2012). קיבולת הולמת של זיכרון עבודה הנה חיונית לשם למידה ועיבוד מידע בין אם הוא מילולי או חזותי-מרחבי (St. Clair-Thompson & Gathercole, 2006). ייתכן ומתן מענה ספציפי וייחודי למוגבלות הזיכרון, תוך השענות על היכולות השמורות, תסייע בהפחתת הליקויים התפקודיים בקרב אוכלוסיה זו. לדוגמא, ייתכן כי הוראת מידע בשלבים קטנים ופשוטים, עשויה להפחית את העומס על תהליכי למידה הכוללים זכירה ועיבוד מידע בו זמני (Gathercole et al., 2006; Oka et al., 2008).

כמו כן, יתכן וילדים בעלי מוגבלות שכלית יפיקו תועלת ממערכות תמיכה חיצונית ההולמת את יכולתם, לשם זכירת פעולות ופרוצדורות לימודיות שונות. לדוגמא, פעילויות כיתתיות רבות מסתמכות במידה רבה על הנחיות מילוליות. עבור בעלי תסמונת דאון ובעלי מוגבלות שכלית ללא אטיולוגיה ספציפית, המגלים קשיים משמעותיים ברכיב הלולאה הפונולוגית, אופן הוראה זו אינה יעילה ואף עלול להעמיק את קשייהם. יש להניח כי תהליך למידה, המלווה בעזרים חזותיים או מבוסס על פעולות למידה סמויה פרוצדוראליות, עשוי לשפר את הישגיהם (Liseise et al., 2014).

לבסוף, באופן קונספטואלי, ממצאי המטה אנליזה מציעים כי יש ערך חשוב למיפוי ספציפי יותר של הפרופילים הקוגניטיביים של המוגבלות השכלית. בהמשך לכך, ראוי להחיל גישה דומה גם להפרעות נוספות כגון אוטיזם, לקויות למידה ומוגבלויות אחרות בכדי להעשיר את המודל התאורטי, כמו גם לספק פתרונות מעשיים לאוכלוסיות אלו. על כן, המחקר הנוכחי יכול להוות מודל חשוב לחקר תסמונות גנטיות נוספות הקשורות במוגבלות השכלית, ולקבוצות שונות בעלות התפתחות לקויה.

רשימת אנשי מקצוע והשטח העשויים להפיק ממחקר זה: חוקרים העוסקים בחקר המוגבלות השכלית ובחקר מערכת הזיכרון בסקטור האקדמי.

ביבליוגרפיה

עמינדב, ח. (1983). *הגדרת הפיגור השכלי*. משרד העבודה והרווחה. פרסום פנימי.

פזרשטיין, ר., ורנד, י. (1998). אל תקבלונו כמות שאני. "גישת פעילה-משנה" לחינוך האדם עם פיגור תפקודי. המרכז הבינלאומי לקדם כושר הלמידה המכון למחקר ע"ש הדסה-ויצו-קנדה. ירושלים: הוצאת פרינד בע"מ.

שטיין, ש. (2009). מטה אנליזה של מחקרי זיכרון מפורש בקרב אוכלוסיות בעלות פיגור שכלי. הצעת מחקר לעבודת גמר לשם קבלת תואר מוסמך, המחלקה לחינוך, אוניברסיטת בר-אילן.

Abbeduto, L., Murphy, M. M., Cawthon, S. W., Richmond, E. K., Weissman, M. D., Karadottir, S., & O'Brien, A. (2003). Receptive language skills of adolescents and young adults with down or fragile X syndrome. *American Journal of Mental Retardation*, 108, 149-160.

Abbeduto, L., Pavetto, M., Kesin, E., Weissman, M. D., Karadottir, S., O'Brien, A., & Cawthon, S. (2001). The linguistic and cognitive profile of Down syndrome: Evidence from a comparison with fragile X syndrome. *Downs Syndr Res Pract*, 7(1), 9-15.

Abdelhameed, H., & Porter, J. (2010). Verbal Short-term Memory Performance in Pupils with Down syndrome. *International Journal of Disability, Development and Education*, 57(4), 427-438.

Alloway, T. P., Gathercole, S. E., & Pickering, S. J. (2006). Verbal and Visuospatial Short-Term and Working Memory in Children: Are They Separable? *Child development*, 77(6), 1698-1716.

Andres, P. (2003). Frontal cortex as the central executive of working memory: Time to revise our view. *Cortex*, 39, 871-895. Associates, Hillsdale, NJ.

Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. In K. W. Spence (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 2, pp. 89-105). New York: Academic Press.

Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1971). *The control processes of short-term memory*. Institute for Mathematical Studies in the Social Sciences, Stanford University.

Atwell, J.A., Conners, F.A., & Merrill, E.C.(2003). Implicit and Explicit Learning in Young Adults with Mental Retardation. *American Journal on mental retardation*, 108 (1), 56-68.

Baddeley A. D. & Hitch G. J. (1974) Working memory. In: *Recent Advances in Learning and Motivation*, Vol. 8 (ed. G. A. Bower), pp. 47-90. Academic Press, New York.

Baddeley, A. D. (1986). *Working Memory*. Oxford: Oxford University Press.

Baddeley, A.D. (2000a). Short-term memory and Working memory. In E. Tulving & F. I. M. Craik (Eds.), *The Oxford Handbook of Memory* (77-92). Oxford: Oxford UP.

- Baddeley, A.D. (2000b). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in cognitive sciences*, 4 (11), 417-423.
- Baddeley, A. D. (2003). Working memory: Looking back and looking forward. *Neuroscience*, 4, 829-839.
- Baddeley, A. D. (2007). *Working Memory, Thought and Action*. Oxford: Oxford University Press.
- Baddeley, A. Gathercole, S. E., & Papagno, C. (1998), The phonological loop as a language learning device. *Psychological Review*, 105,158–173.
- Baddeley, A., & Jarrold, C. (2007). Working memory and Down syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research*, 51, 925– 931.
- Baddeley, A.D., & Hitch, G.J. (1974). Working Memory. In G.A. Bower (ed.), *Recent Advances in Learning and Motivation*, Vol. 8 (pp. 47–89). New York: Academic Press.
- Baker S. C., Frith C. D., Frackowiak R. S. & Dolan R. J. (1996) Active representation of shape and spatial location in man. *Cerebral Cortex* 6, 612–619.
- Bedwell, J. S., Horner, M. D., Yamanaka, K., Li, X., Myrick, H., Nahas, Z., & George, M. S. (2005). Functional neuroanatomy of subcomponent processes involved in verbal working memory. *International Journal of Neuroscience*, 115, 1017–1032.
- Bellugi, U., & Wang, P. P. (1998). Williams' Syndrome: From cognition to brain to gene. In G. Edelman & B. H. Smith (Eds.), *Encyclopedia of neuroscience*. Amsterdam: Elsevier Science.
- Bellugi, U., Lichtenderger, L., Mills, D., Galaburda, A., & Korenberg, J. R. (1999). Bridging cognition, the brain, and molecular genetics: Evidence from Williams' Syndrome. *Trends in Neuroscience*, 22, 197-207.
- Bellugi, U., Biharle, A., Jernigan, T., Tranuner, D., & Doherty, S. (1990). Neuropsychological, neurological and neuroanatomical profile of Williams syndrome. *American Journal of Medical Genetics*, 6, 115-125.
- Bellugi, U., Lichtenderger, L., Jones W., Lai, Z., & ST. George, M. (2000). The neurocognitive profile of Williams' Syndrome: A complex pattern of strengths and weaknesses. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12, 7-29.
- Bellugi, U., Wang, P. P., & Jernigan, T. L. (1994). Williams' Syndrome: An unusual neuropsychological profile. In S. H. Broman & J. Grafman (Eds.), *Atypical cognitive deficit in developmental disorder: Implications for brain function* (pp. 23-56). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Bennet-Gates, D., & Zigler, E. (1998). Resolving the developmental-difference debate: An evaluation of the triarchic and systems theory model. In J. A. Burack, R. M. Hodapp, & E. Zigler (Eds.), *Handbook of mental retardation and development* (pp. 209–239). Cambridge, UK: Cambridge University Press.

- Bexkens, A., Ruzzano, L., Collot d'Escury-Koenigs, A. M. L., Van der Molen, M. W., & Huizenga, H. M. (2014). Inhibition deficits in individuals with intellectual disability: a meta-regression analysis. *Journal of Intellectual Disability Research*, 58(1), 3-16.
- Bless, D., Swift, E., & Rosen, M. (1985). *Communication profiles of children with Down's Syndrome*. Waisman Center on Mental Retardation and Human Development. University of Wisconsin.
- Bopp, K. L., & Verhaeghen, P. (2005). Aging and verbal memory span: A meta-analysis. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 60(5), P223-P233.
- Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P. T., & Rothstein, H. R. (2005). Comprehensive meta-analysis Version 2 (software). Englewood. NJ: Biostat.
- Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P. T., & Rothstein, H. R. (2009). *Introduction to Meta-Analysis*. John Wiley & Sons.
- Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P., & Rothstein, H. R. (2011). *Introduction to Meta-Analysis*. John Wiley & Sons.
- Borkowski, J. G., & Büchel, F. P. (1983). Learning and memory strategies in the mentally retarded. In M. Pressley & J. R. Levin (Eds.), *Cognitive strategy research* (pp. 103-128). New York: Springer.
- Borkowski, J. G., Carr, M., & Pressley, M. (1987). "Spontaneous" strategy use: Perspectives from metacognitive theory. *Intelligence*, 11, 61-75.
- Bower, A., & Hayes, A. (1994). Short-term memory deficits and Down Syndrome: A comparative study. *Down syndrome research and practice*, 2(2), 47-50.
- Bowey, J. A. (1996). On the association between phonological memory and receptive vocabulary in five-year-olds. *Journal of Experimental Child Psychology*, 63(1), 44-78.
- Boyd, L. A., & Winstein, C. J. (2004). Providing explicit information disrupts implicit motor learning after basal ganglia stroke. *Learning and Memory*, 11, 388-396.
- Bray, N. W. (1979). Strategy production in the retarded. In N. R. Ellis (Ed.), *Handbook of mental deficiency: Psychological theory and research* (2nd ed., pp. 699-726). New York: McGraw-Hill.
- Breckenridge, K., Braddick, O., Anker, S., Woodhouse, M., & Atkinson, J. (2013). Attention in Williams' syndrome and Down's syndrome: Performance on the new early childhood attention battery. *British Journal of Developmental Psychology*, 31(2), 257-269.
- Brock, J. Brown, G. D.A., & Boucher, J. (2006). Free recall in Williams' Syndrome: is there a dissociation between a short and long-term memory? *Cortex*, 42, 366-375.
- Brock, J., & Jarrold, C. (2004). Language influences on verbal short-term memory performance in Down Syndrome: Item and order recognition. *Language, and Hearing Research*, 47(6), 1334-1346.

- Brock, J., & Jarrold, C. (2005). Serial order reconstruction in Down syndrome: evidence for a selective deficit in verbal short-term memory. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 46(3), 304-316
- Brooks, S. J., Savoy, V., Allzen, E., Benedict, C., Fredriksson, R., & Schiöth, H. B. (2012). Exposure to subliminal arousing stimuli induces robust activation in the amygdala, hippocampus, anterior cingulate, insular cortex and primary visual cortex: a systematic meta-analysis of fMRI studies. *Neuroimage*, 59(3), 2962-2973.
- Brown, A. L. (1974). The role of strategic behaviors in retarded memory. In N. R. Ellis (Ed.), *International review of research in mental retardation* (Vol. 7, pp. 55-111). New York: Academic Press.
- Brown, J., Aczel, B., Jiménez, L., Kaufman, S. B., & Grant, K. P. (2010). Intact implicit learning in autism spectrum conditions. *The quarterly journal of experimental psychology*, 63(9), 1789-1812.
- Buchel, E. P., & Scharnhorst, U. (1993). Training des induktiven Denkens bei Lern und Geistigbehinderten. In K. J. Klauer (Hrsg.), *Kognitives Training* (pp. 95-123). Gottingen: Hogrefe.
- Buckley, S. (1985). Attaining basic educational skills: Reading, writing and numbers. In D. Lane & B. Stratford (Eds.), *Current approaches to Down's syndrome*. Preager (pp. 315-343). Eastbourne: Holt, Rinehart & Winston.
- Buckner, L., & Koutstaal, W. (1998). Functional neuroimaging studies of encoding, priming, and explicit memory retrieval. *National Academy of Sciences of the United States of America*, 95, 891-898.
- Burack, J., Shulman, C., Katzir, E., Schaap, T., Brennan, J.M., Iarocci, G., Wilansky, P., & Amir, N. (1999). Cognitive and Behavioural Development of Israeli Males with Fragile X and Down Syndrome. *International Journal of Behavioral Development*, 23 (2), 519-531.
- Bussy, G., Charrin, E., Brun, A., Curie, A., & Des Portes, V. (2011). Implicit procedural learning in fragile X and Down syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research*, 55(5), 521-528.
- Byrne, A., Buckley, S., MacDonald, J., & Bird, G. (1995). Investigating the literacy, language and memory skills of children with Down syndrome. *Down syndrome Research and Practice*, 3(2), 53-58.
- Cabeza, R., & Moscovitch, M. (2013). Memory Systems, Processing Modes, and Components Functional Neuroimaging Evidence. *Perspectives on Psychological Science*, 8(1), 49-55.
- Cairns, P., & Jarrold, C. (2005). Exploring the correlates of impaired non-word repetition in Down syndrome. *British Journal of Developmental Psychology*, 23, 401-416.
- Campione, J. C., & Brown, A. L. (1984). Learning ability and transfer propensity as sources of individual differences in intelligence. In P. H. Brooks, R. Speber & C. McCauley (Eds.), *Learning and cognition in the mentally retarded* (pp. 265-293). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

- Carlesimo, G. A., Marotta, L., & Vicari, S. (1997) Long-term memory in mental retardation: Evidence for a specific impairment in subjects with Down's syndrome, *Neuropsychologia*, 35 (1), 71-79.
- Carney, D. P., Brown, J. H., & Henry, L. A. (2013). Executive function in Williams and Down syndromes. *Research in developmental disabilities*, 34(1), 46-55.
- Carr, J. (1995). *Down's syndrome, children growing up*. Great Britain: University Press, Cambridge.
- Carretti, B., Belacchi, C., & Cornoldi, C. (2010). Difficulties in working memory updating in individuals with intellectual disability. *Journal of Intellectual Disability Research*, 54 (4), 337-345.
- Carretti, B., & Lanfranchi, S. (2010). The effect of configuration on VSWM performance of Down syndrome individuals. *Journal of Intellectual Disability Research*, 54 (12), 1058-1066.
- Chapman, C. A., De Plessis, A., & Pober, B. R. (1996). Neurologic findings in children and adults with Williams syndrome. *Journal of Child Neurology*, 11, 63-65.
- Chapman, R. (2006). Language learning in Down syndrome: the speech and language profile compared to adolescents with cognitive impairment of unknown origin. *Down Syndrome Research and Practice*, 10 (2), 61-66.
- Chapman, R. S. (1995). Language development in children and adolescents with Down Syndrome. In P. Fletcher & B. Macwhinney (Eds.), *Handbook of Child Language* (pp. 641-663). Oxford: Blackwell.
- Charman, T., Drew, A., Baird, C., & Baird, G. (2003). Measuring early language development in preschool children with autism spectrum disorder using the MacArthur Communicative Development Inventory (Infant Form). *Journal of Child Language*, 30, 213-236.
- Cherry, K. E., Applegate, H. R., & Celinda, M. (2002). Do adults with mental retardation show pictorial superiority effects in recall and recognition? *Research in Developmental Disabilities*, 23, 135-147
- Cherry, K. E., Njardvik, U., & Dawso, J. E. (2000). Effects of verbal elaborations on memory for sentences in adults with mental retardation. *Research in Developmental Disabilities*, 21, 137-150.
- Cohen, J. (1992). A Power Primer. *Psychological Bulletin*, 112, 155-159.
- Cohen, N. J. (1984). Preserved learning capacity in amnesia: Evidence of multiple memory system. In L. R. Squire & N. Butters (Eds.), *Neuropsychology of memory* (pp. 83-103). New York: Guilford press.
- Cohen, N. J., & Squire, L. R. (1980). Preserved learning and retention of pattern analyzing skill in amnesia: Dissociation of knowing how and knowing that. *Science*, 210, 207-210.

- Cohen, N. J., Eichendaum, H., Deacedo, B. S., & Corkin, S. (1985). Different memory system underlying acquisition of procedural and declarative knowledge. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 444, 54-71.
- Contestabile, A., Benfenati, F., & Gasparini, L. (2010). Communication breaks-Down: from neurodevelopment defects to cognitive disabilities in Down syndrome. *Progress in neurobiology*, 91(1), 1-22.
- Cooper, H. (2010). *Research synthesis and meta-analysis: A step-by-step approach* (4th ed., Applied Social Research Methods Series, Vol. 2). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Cooper, H., Hedges, L. V., & Valentine, J. C. (Eds.). (2009). *The handbook of Research Synthesis and Meta-Analysis*. Russell Sage Foundation.
- Cornoldi, C., & Vecchi, T. (2003). *Visuospatial Working Memory and Individual Differences*. Hove, UK: Psychology Press.
- Cornoldi, C., Carretti, B., & De Beni, R. (2001). How the pattern of deficits in groups of learning-disabled individuals helps to understand the organization of working memory. *Issues in Education*, 7, 71–78.
- Cornoldi, C., Rigoni, F., Venneri, A., & Vecchi, T. (2000). Passive and active processes in visuo-spatial memory: Double dissociation in developmental learning disabilities. *Brain and Cognition*, 43, 117–120.
- Cowan, N. (1988). Evolving conceptions of memory storage, selective attention, and their mutual constraints within the human information processing system. *Psychological Bulletin*, 104, 163-191.
- Crone, E. A., Wendelken, C., Donohue, S., Van Leijenhorst, L., & Bunge, S. A. (2006). Neurocognitive development of the ability to manipulate information in working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 103, 9315–9320.
- Curran, T., & Schacter, D. L. (2013). Implicit memory and perceptual brain mechanisms. *Basic and applied memory research: Theory in context*, 1, 221-240.
- Daneman, M., & Carpenter, P. A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of verbal learning and verbal behavior*, 19(4), 450-466.
- Danielsson, H., Henry, L., Messer, D., & Rönnerberg, J. (2012). Strengths and weaknesses in executive functioning in children with intellectual disability. *Research in developmental disabilities*, 33(2), 600-607.
- Danielsson, H., Henry, L., Rönnerberg, J., & Nilsson, L. G. (2010). Executive functions in individuals with intellectual disability. *Research in developmental disabilities*, 31(6), 1299-1304.
- Danner, D., Hagemann, D., Schankin, A., Hager, M., & Funke, J. (2011). Beyond IQ: A latent state-trait analysis of general intelligence, dynamic decision making, and implicit learning. *Intelligence*, 39(5), 323-334.

- Daselaar, S.M., Veltman, D. J., Rombouts, S. A. R. B., Raaijmakers, J. G. W. ,& Jonker, C. (2003). Neuroanatomical correlates of episodic encoding and retrieval in young and elderly subjects. *Brain*, 126, 43- 56.
- Davelaar, E. J., Goshen-Gottstein, Y., Ashkenazi, A., Haarmann, H. J., & Usher, M. (2005). The Demise of short-term memory revisited: Empirical and computational investigations of Recency effects. *Psychological Review*, 112(1), 3-42.
- Della Sala, S., Gray, C., Baddeley, A., Allamano, N., & Wilson, L. (1999). Pattern span: a tool for unwelcoming visuo-spatial memory. *Neuropsychologia*, 37(10), 1189-1199.
- Denny, M. R. (1964). Research in Learning and Performance. In H. Stevens & R. Heber (Eds.), *Mental retardation: A review of research* (pp. 100-142). Chicago: University of Chicago Press.
- Denny, M. R. (1966). A theoretical analysis and its application to training and the mentally retarded. In N. R Ellis (Ed.), *International review of research in mental retardation* (Vol. 2, pp. 1-27). New-York: Academic Press.
- Detterman, D. K. (1979). Memory in the mentally retarded. In N. R. Ellis (Ed), *Handbook of mental deficiency* (2nd ed., pp. 729-760). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Dierssen, M. (2012). Down Syndrome: the brain in trisomic mode. *Nature reviews Neuroscience*, 13(12), 844-858.
- Don, A. G., Schellenberg, E. G., Reber, A. S., DiGirolamo, K. M., & Wang, P. P. (2003). Implicit learning in children and adults with Williams' Syndrome. *Developmental Neuropsychology*, 23(1&2), 201-225.
- Edgin J., Pennington B., Mervis C. (2010). Neuropsychological components of intellectual disability: the contributions of immediate, working, and associative memory *Journal of Intellectual Disability Research* ,54, 406-417.
- Egger, M., & Davey Smith G. (1997). Meta-analysis: potentials and promise. *BMJ*, 315, 1371-1374.
- Ellis, N. R., & Hope, R. (1968). Memory processes and the serial position curve. *Journal of Experimental Psychology*, 77, 613-619.
- Ellis, P. D. (2010). *The essential guide to effect sizes: Statistical power, meta-analysis, and the interpretation of research results*. Cambridge University Press.
- Engle, R. M., Tuhloski, S. W., Laughlin, J. E., & Conway, A. R. A. (1999). Working memory, short-term memory and general fluid intelligence: A latent variable approach. *Journal of Experimental Psychology: General*, 128, 309- 331.
- Engle, R. W., & Oransky, N. (1999). The evolution from short-term to working memory: Multi-store to dynamic models of temporary storage. In R. Sternberg (Ed.), *The nature of cognition* (pp. 514-555). Cambridge, MA: MIT Press.

- Engle, R. W., Kane, M. J., & Tuholski, S. W. (1999). Individual differences in working memory capacity and what they tell us about controlled attention, general fluid intelligence and functions of the prefrontal cortex. In A. Miyake & P. Shah (Eds.), *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control* (pp. 102–134). New York, USA: Cambridge University Press.
- Evans, R. A., & Bilsky, L. H. (1979). Clustering and categorical list retention in mentally retarded. In N. R. Ellis (Ed.), *Handbook of mental deficiency: Psychological theory and research* (2nd ed., pp. 533-568). New York: McGraw-Hill.
- Ewart, A. K., Morris, C. A., Ensing, G. J., Loker, J., Moore, C., Leppert, M., & Keating, M. T. (1993). A human vascular disorder, supraaortic stenosis, maps to chromosome 7. *Proceeding of the National Academy of Science USA*, 90, 3226-3230.
- Facon, B., & Facon-Bollengier, T. (1999). Chronological age and crystallized intelligence of people with intellectual disability. *Journal of Intellectual Disability Research*, 43 (6), 489-496
- Farran, E. K., & Jarrold, C. (2003). Visuo-spatial cognition in Williams syndrome: Reviewing and accounting for the strengths and weaknesses in performance *Developmental Neuropsychology*, 23, 175-202.
- Feuerstein, R., & Rand, Y. (1974). Mediated learning experience: An outline of proximal etiology for differential development of cognitive functions. *International Understanding*, 10, 7-37.
- Feuerstein, R., Rand, Y., & Hoffman, M. B. (1979). *The dynamic assessment of retarded performers: The learning potential assessment device, theory, instruments, and techniques*. Baltimore: University Park Press.
- Fink, W., & Cengelka, P. T. (1982). Characteristics of the moderately and severely mentally retarded. In P. T. Cengelka & H. Y. Prehm (Eds.), *Mental retardation* (pp. 231-259). Columbus, OH: Merrill.
- Fletcher, J., Maybery, M. T., & Bennett, S. (2000). Implicit learning differences: A question of developmental level? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 26(1), 246-252.
- Fletcher, P. C., & Henson, R. N. (2001). Frontal lobes and human memory: Insights from functional neuroimaging. *Brain and Cognition*, 124(Pt. 5), 849–881.
- Forness, S. R., & Kavale, K. A. (1993). Strategies to improve basic learning and memory deficits in mental retardation: A meta-analysis of experimental studies. *Education and Training in Mental-Retardation*, 28(2), 99-110.
- Fowler, A. E. (1990). Language abilities in children with Down syndrome: Evidence for a specific syntactic delay. In D. Cicchetti & M. Beeghly (Eds.), *Children with Down syndrome: developmental perspective* (pp. 302-328). Cambridge, UK: Cambridge University press.
- Frenkel, S., & Bourdin, B. (2009). Verbal, visual, and spatio-sequential short-term memory: assessment of the storage capacities of children and teenagers with Down's syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research*, 53 (2), 152-160

- Friedman, N. P., Miyake, A., Corley, R. P., Young, S. E., DeFries, J. C., & Hewitt, J. K. (2006). Not all executive functions are related to intelligence. *Psychological science*, 17(2), 172-179.
- Galaburda, A.M., & Bellugi, U. (2000). Multi-level analysis of cortical neuroanatomy in Williams syndrome. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12, 74–88.
- Gathercole, S. E. (1999). Cognitive approaches to the development of short-term memory. *Trends in cognitive sciences*, 3 (11), 410-419.
- Gathercole, S. E., & Alloway, T. P. (2006). Practitioner review: Short-term and working memory impairments in neurodevelopmental disorders: *Diagnosis and remedial support*. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 47 (1), 4-15.
- Gathercole, S. E., Adams, A.-M., & Hitch, G. (1994). Do young children rehearse? An individual-differences analysis. *Memory & Cognition*, 22, 201–207.
- Gathercole, S. E., Willis, C., Baddeley, A. D., & Emslie, H. (1994). The Children's Test of Nonword Repetition: A test of phonological working memory. *Memory*, 2, 103–127.
- Gathercole, S.E., Alloway, T.P., Willis, C., & Adams, A.M. (2004). *Working memory in children with literacy and mathematical difficulties*. Manuscript submitted for publication.
- Glass, G.V. (1976). Primary, secondary and Meta-analysis of research. *Educational Researcher*, 5, 3-8.
- Glidden, L. R. (1979). Training of learning and memory in retarded persons: Strategies, techniques, and teaching tools. In N. R. Ellis (Ed.), *Handbook of mental deficiency: Psychological theory and research* (2nd ed., pp. 619-658). New York: McGraw-Hill.
- Gofer-Levi, M., Silberg, T., Brezner, A., & Vakil, E. (2013). Deficit in implicit motor sequence learning among children and adolescents with spastic Cerebral Palsy. *Research in developmental disabilities*, 34(11), 3672-3678.
- Graf, P., & Schacter, D. L. (1985). Implicit and explicit memory for new association in normal and amnesic patients. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 11, 501-518.
- Graf, P., & Schacter, D. L. (1987). Selective effects of interference on implicit memory for new associations. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 13, 45-53.
- Grossman, H. J. (Ed.). (1983). *Classification in mental retardation*. Washington, DC: American Association on Mental Deficiency.
- Guida, A., Tardieu, H., & Nicolas, S. (2009). The personalisation method applied to a working memory task: Evidence of long-term working memory effects. *European Journal of Cognitive Psychology*, 21(6), 862-896.
- Gunn, P., & Crombie, M. (1996). Language and speech. In B. Stratford & P. Gunn (Eds.), *New approaches to Down syndrome*. (pp. 249-267). London: New Cassell

- Haddad, D. M., Vilain, S., Vos, M., Esposito, G., Matta, S., Kalscheuer, V. M. & Verstreken, P. (2013). Mutations in the Intellectual Disability Gene (i) Ube2a(i) Cause Neuronal Dysfunction and Impair Parkin-Dependent Mitophagy. *Molecular cell*, 50(6), 831-843.
- Hao, X., Tong, L. (2005). Comparative Study of Implicit and Explicit Memory between Mentally Retarded Students and Normal Students. *Psychological Science (China)*, 28(5), 1060-1062.
- Hardman, M. L., & Drrew, C. J. (1975). Incidental learning in mentally retarded: A review. *Education and Training of the Mentally Retarded*, 10, 3-9.
- Hasselhorn, M. (1998). *Memory processes and working memory in children with mental retardation*. Paper presented at the Second European Conference Psychological Theory and Research on Mental Retardation, Aix-en Provence, France.
- Hazlett, H. C., Hammer, J., Hooper, S. R., & Kamphaus, R. W. (2011). Down syndrome. In S. Goldstein & C. R. Reynolds (Eds.), *Handbook of neuro developmental and genetic disorders in children* (2nd edition, pp. 362–381). New York, NY: Guilford Press.
- Hedges, L.R. (1984). Advances in statistical methods for meta-analysis. In J.W. Yeaton & P.M. Wortman (Eds), *Issues in data synthesis* (pp. 25-42). San Francisco: Jossey-Bass.
- Hedges, L.V., & Olkin, I. (1985). *Statistical methods for meta-analysis*. San Diego, CA: Academic Press.
- Heindel, W. C., Butters, N., & Salomon, D. P. (1988). Impaired learning of motor skill in patients with Huntington's disease. *Behavioral Neuroscience*, 102, 141-147.
- Heindel, W. C., Salomon, D. P., Shults, C. W., Walicke, P., & Butters, N. (1989). Neuropsychological evidence for multiple implicit memory systems: A comparison of Alzheimer's Huntington's and Parkinson's disease patients. *Journals of Neuroscience*, 9, 582-587.
- Henry, L. A. (2001). How does the severity of a learning disability affect working memory performance? *Memory*, 9, 233-247.
- Henry, L. A. (2010). The episodic buffer in children with intellectual disabilities: An exploratory study. *Research in developmental disabilities*, 31(6), 1609-1614
- Henry, L. A. (2008). Short-Term Memory Coding in Children with Intellectual Disabilities. *American Journal on Mental Retardation*, 113 (3), 187-200.
- Henry, L. A., & MacLean, M. (2002). Working memory performance in children with and without intellectual disabilities. *Journal Information*, 107(6).
- Henry, L., & Winfield, J. (2010). Working memory and educational achievement in children with intellectual disabilities. *Journal of Intellectual Disability Research*, 54(4), 354-365.
- Hesketh, L. J., & Chapman, R. S. (1998). Verb use by individuals with Down Syndrome. *American Journal on Mental Retardation*, 103, 288-304.

- Hester, R. L., Kinsella, G. J., & Ong, B. (2004). Effect of age on forward and backward span tasks. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 10(04), 475-481.
- Hick, R. F., Botting, N., & Conti-Ramsden, G. (2005). Short-term memory and vocabulary development in children with Down syndrome and children with specific language impairment. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 47(8), 532-538.
- Higgins, J. P. T., & Thompson, S. G. (2002). Quantifying heterogeneity in a meta-analysis. *Statistics in Medicine*, 21, 1539-1558.
- Hodapp, R. M., & Zigler, E. (1990). Applying the developmental perspective to individuals with Down's syndrome. In D. Cicchetti & M. Beeghly (Eds.), *Children with Down syndrome - a developmental perspective*. (pp.1-28). Cambridge University Press.
- Holyoak, K. J. (1984). Analogical thinking and human intelligence. In R. S. Sternberg (Ed.), *Advances in the psychology of human intelligence* (Vol. 2, pp. 199-230). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Huedo-Medina TB, Sánchez-Meca J, Marín-Martínez F, Botella J. (2006). Assessing heterogeneity in meta-analysis: Q statistic or I2 index? *Psychological Methods*, 11(2):193-206.
- Hunter, J. E., & Schmidt, F. L. (2000). Fixed Effects vs. Random Effects Meta-Analysis Models: Implications for Cumulative Research Knowledge. *International Journal of Selection and Assessment*, 8(4), 275-292.
- Hunter, J.E., Schmidt, F.L., & Jackson, G.B. (1982). *Meta-analysis: Cumulating Research Findings Across Studies*. Beverly Hills, CA: SAGE Publication.
- Ikeda, K., Kasugai, H., Yamaguchi, A., Uchino, Y., Katase, H., & Kanno, A. (2013). Visual perceptual strengths and weaknesses in adults with intellectual disabilities compared with a birth year-matched norm. *Journal of Intellectual Disability Research*, 57(1), 67-79.
- Inagaki, M., Gunji, A., Kokubo, N., & Kaga, M. (2006). Implicit memory functions in children with developmental disorders. *Neuropediatrics*, 37(1), TP98.
- Jamie O. Edgin, J.O., Pennington, B.F., & Mervis, C.B. (2010). Neuropsychological components of intellectual disability: the contributions of immediate, working, and associative memory. *Journal of Intellectual Disability Research*, 54(5), 406-417.
- Jarrold C., Baddeley A. D. & Hewes A. K. (1999). Genetically dissociated components of working memory: Evidence from Down syndrome and Williams syndrome. *Neuropsychologia*, 37, 637-51.
- Jarrold, C., Baddeley, A. D., & Hewes, A. K. (2000). Verbal short-term memory deficits in Down syndrome: A consequence of problems in rehearsal ? *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 41(2), 223-244
- Jarrold, C., Baddeley, A. D., & Phillips, C. E. (2002). Verbal short-term memory in Down syndrome: A problem of memory, audition, or speech. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 45, 531-544.

- Jarrold, C., & Towse, J. N. (2006). Individual differences in working memory. *Neuroscience*, 139, 39-50.
- Jarrold, C., Baddeley, A. D., & Hewes, A. K. (1999). Genetically dissociated components of working memory: Evidence from Down's syndrome and Williams syndrome. *Neuropsychologia*, 37, 637-651.
- Jarrold, C., Baddeley, A. D., Hewes, A. K., & Phillips, C. A. (2001). Longitudinal assessment of diverging verbal and non-verbal abilities in Williams syndrome phenotype. *Cortex*, 37, 243-431.
- Jarrold, C., Baddeley, A. D., & Phillips, C. (2007). Long-term memory for verbal and visual information in Down syndrome and Williams syndrome: performance on the Doors and People test. *Cortex*, 43, 233-247.
- Jarrold, C., Cowan, N., Hewes, A. K., & Riby, D. M. (2004). Speech timing and verbal short-term memory: Evidence for contrasting deficits in Down syndrome and Williams syndrome. *Journal of Memory and Language*, 51(3), 365-380.
- Jarrold, C., Phillips, C., & Baddeley, A. D. (2007). Binding of visual and spatial short-term memory in Williams syndrome and moderate learning disability. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 49(4), 270-273.
- Jarrold, C., Thorn, A. C. S., & Stephens, E. (2009). The relationships among verbal short-term memory, phonological awareness, and new word learning: Evidence from typical development and Down syndrome. *Journal of Experimental Child Psychology*, 102, 196-218.
- Johns, A., Homewood, J., Stevenson, R., & Taylor, A. (2012). Implicit and explicit olfactory memory in people with and without Down syndrome. *Research in Developmental Disabilities*, 33(2), 583-593.
- Jones, W., Singer, N., Rossen, M. L., & Bellugi, U. (1993). *Fractionations of higher cognitive functions in Williams Syndrome: Developmental trajectories*. Paper presented at ASHA National Convention, Anaheim, California.
- Kane, M. J., Conway, A. R. A., Hambrick, D. Z., & Engle, R. W. (2007). Variation in working memory capacity as variation in executive attention and control. In A. R. A. Conway, C. Jarrold, M. J. Kane, A. Miyake, & J. N. Towse (Eds.), *Variation in Working Memory* (pp. 21-48). New York: Oxford University Press.
- Kanno, K., & Ikeda, Y. (2002). Word-length effect in verbal short-term memory in individuals with Down's syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research*, 46(8), 613-618.
- Karmiloff-Smith, A. (1997). Crucial differences between developmental cognitive neuroscience and adult neurophysiology. *Developmental Neuropsychology*, 13(4), 513-524.
- Karmiloff-Smith, A. (1998). Development itself is the key to understanding developmental disorders. *Trends in Cognitive Sciences*, 2, 389-398.
- Katz, E. R., & Ellis, N. R. (1991). Memory for spatial location in retarded and nonretarded persons. *Journal of Mental Deficiency Research*, 35, 209-220.

- Kemper, S., Schmalzried, R., Hoffman, L., & Herman, R. (2010). Aging and the vulnerability of speech to dual task demands. *Psychology and aging*, 25(4), 949.
- Ketelsen, K., & Welsh, M. (2010). Working memory and mental arithmetic: A case for dual central executive resources. *Brain and Cognition*, 74(3), 203–209.
- Kirsner, K., Speelman, C., Maybery, M., O'Brien-Malone, A., & Anderson, M. (Eds.). (2013). *Implicit and Explicit Mental Processes*. Psychology Press. (p.13-35)
- Kittler, P. M., Krinsky-McHale, S. J., & Devenny, D. A. (2008). Dual-task processing as a measure of executive function: A comparison between adults with Williams and Down syndromes. *American Journal on Mental Retardation*, 113 (2), 117–132.
- Kittler, P., Krinsky-McHale, S. J., & Devenny, D. A. (2006). Verbal intrusions precede memory decline in adults with Down syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research*, 50(1), 1-10.
- Kittler, P., Krinsky-McHale, S. J., & Devenny, D.A. (2004). Semantic and phonological loop effects on verbal working memory in middle aged adults with mental retardation. *American Journal on Mental Retardation*, 109, 456–466.
- Kittler, P., Krinsky-McHale, S. J., & Devenny, D.A. (2006). Verbal intrusions precede memory decline in middle-aged adults with Down syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research*, 50, 1–10.
- Klauer, K. L. (1989). Teaching for analogical transfer as a means of improving problems solving thinking and learning. *Instructional Science*, 18, 179-192.
- Kohei, O., & Toshiaki, M. (2008). Allocation of attention and effect of practice on persons with and without mental retardation. *Research in Developmental Disabilities*, 29, 165-175.
- Komatsu, S., Naito, M., & Fuke, T. (1996). Age-related and intelligence-related differences in implicit memory: Effects of generation on word-fragment completion test. *Journal of Experimental Child Psychology*, 62, 151-172.
- Kourkoulou, A., Leekam, S. R., & Findlay, J. M. (2012). Implicit learning of local context in autism spectrum disorder. *Journal of autism and developmental disorders*, 42(2), 244-256.
- Krikorian R, Bartok J, Gay N. (1994) Tower of London Procedure: a standard method and developmental data. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*;16(6):840±50
- Krinsky-MacHale, S.J., Kittler, P.M., Brown, W.T., Jenkins, E.C., & Devenny. D.A. (2005). Repetition priming in adult with Williams syndrome: Age Related dissociation between Implicit and Explicit memory. *American Journal on mental retardation*, 110 (6), 482-496.
- Lafranchi S., Cornoldi C. & Vianello R. (2004) Verbal and visuospatial working memory deficits in children with Down syndrome. *American Journal on Mental Retardation*, 109, 456–66.

- Lanfranchi, S., Jerman, O., Dal Pont, E., Alberti, A., & Vianello, R. (2010). Executive function in adolescents with Down syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research*, 54(5), 308-319.
- Lah, S., Epps, A., Levick, W., & Parry, L. (2011). Implicit and explicit memory outcome in children who have sustained severe traumatic brain injury: Impact of age at injury (preliminary findings). *Brain Injury*, 25(1), 44-52.
- Landesman-Ramey, S., Dossett, E., & Echols, K. (1996). The social ecology of mental retardation. In J. W. Jacobson & J. A. Mulick (Eds.), *Manual of diagnosis and professional practice in mental retardation* (pp. 55-65). Washington DC: American Psychology Association.
- Lanfranchi S., Carretti B., Spanò G. & Cornoldi C. (2009b) A specific deficit in visuo- spatial simultaneous working memory in Down syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research* 53, 474–83.
- Lanfranchi S., Jerman O. & Vianello, R. (2009a) Working memory, cognitive skills in individuals with Down syndrome. *Child Neuropsychology* 15, 397–416.
- Lanfranchi, S., Baddeley, A., Gathercole, S., & Vianello, R. (2012). Working memory in Down syndrome: is there a dual task deficit? *Journal of Intellectual Disability Research*, 56(2), 157-166.
- Lanfranchi, S., Carretti, B., Spano, G., & Cornoldi, C. (2009). A specific deficit in visuospatial simultaneous working memory in Down syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research*, 53(5), 474-483.
- Lanfranchi, S., Cornoldi, C., & Vianello, R. (2002). Working memory deficits in individuals with and without mental retardation. *Journal of Cognitive, Education and Psychology*, 2(3), 301-312.
- Lanfranchi, S., Jerman, O., Dal Pont, E., Alberti, A., & Vianello, R. (2010). Executive function in adolescents with Down syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research*, 54(5), 308-319.
- Lanfranchi, S., Toffanin, E., Zilli, S., Panzeri, B., & Vianello, R. (2013). Memory coding in individuals with Down syndrome. *Child Neuropsychology*, 43, 1-13.
- Lashkari, A., Smith, A.K., Graham, J.M. (1999). Williams-Beuren Syndrome: an update and review for the primary physician. *Clinical Pediatrics*, 38, 189-208.
- Laws, G. (2002). Working memory in children and adolescents with Down syndrome: Evidence from a colour memory experiment. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 43(3), 353-364.
- Laws, G. (1998). The use of nonword repetition as a test of phonological memory in children with Down syndrome. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, 39, 1119-1130.
- Laws, G., & Bishop, D. V. (2004). Verbal deficits in Down's syndrome and specific language impairment: a comparison. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 39(4), 423-451.

- Lee, C. S., & Binder, K. S. (2014). An Investigation into semantic and phonological processing in Individuals with Williams Syndrome. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 57(1), 227-235.
- Lee, N. R., Fidler, D. J., Blakeley-Smith, A., Daunhauer, L., Robinson, C., & Hepburn, S. L. (2011). Caregiver report of executive functioning in a population-based sample of young children with Down syndrome. *American journal on intellectual and developmental disabilities*, 116(4), 290-304.
- Leonard, C. M., Williams, C. A., Nicholls, R. D., Agee, O. F., Voeller, K. K., Honeyman, J. C., & Staab, E. V. (1993). Angelman and Prader-Willi syndrome: A magnetic resonance imaging study of differences in cerebral structure. *American Journal of Medical Genetics*, 46(1), 26-33.
- Leven, A., Lyxell, B., Andersson, J., Danielsson, H., & Rönnerberg, J. (2008). Prospective memory, working memory, retrospective memory and self-rated memory performance in persons with intellectual disability. *Scandinavian Journal of Disability Research*, 10(3), 147-165.
- Levorato, M. C., Roch, M., & Florit, E. (2011). Role of verbal memory in reading text comprehension of individuals with Down syndrome. *American journal on intellectual and developmental disabilities*, 116(2), 99-110.
- Levy, Y. (2011). IQ predicts word decoding skills in populations with intellectual disabilities. *Research in Developmental Disabilities* 32(6), 2267-2277.
- Levy, Y., & Hermon, S. (2003). Morphological abilities of Hebrew-speaking adolescent with Williams syndrome. *Developmental Neuropsychology*, 23, 59-83.
- Lewandowsky, S., Dunn, J. C., & Kirsner, K. (Eds.). (2014). *Implicit Memory: Theoretical Issues*. Psychology Press. P. 292-295.
- Lewis, P., Abbeduto, L., Murphy, M. M., Giles, N., Richmond, E. K., Bruno, L., & Schroeder, S. (2006). Cognitive, language, and social-cognitive skills of individuals with fragile X syndrome with and without autism. *Journal of Intellectual Disability Research*, 50, 532-545.
- Lifshitz H., Lifshitz H., Tzuriel, D., & Weiss, I. (2005). Effects of training in conceptual versus perceptual analogies among adolescents and adults with intellectual disability. *Journal of Cognitive Education and Psychology*, 5(2), 144-167.
- Lifshitz, H., Shtein, S., Weiss, I., & Vakil, E. (2011). Meta-analysis of explicit memory studies in populations with intellectual disability. *European Journal of Special Needs Education*, 26(1), 93-111.
- Lifshitz-Vahab, H. (in press). Compensation Age Theory (CAT): The effect of chronological age in population of intellectual disability
- Lining, S., & Ying, Z. (2006). The difference between explicit and implicit memory of mental retarded children and normal children. *Psychological science- shanghai*, 29(2), 473

- Lipsey, M. W., & Wilson, D. B. (1993). The efficacy of psychological, educational, and behavioral treatment: Confirmation from meta-analysis. *American Psychologist*, 48, 1181-1209.
- Logie R. H. & Pearson D. G. (1997) The inner eye and the inner scribe of visuo-spatial working memory: evidence from developmental fractionation. *European Journal of Cognitive Psychology* 9, 241–57.
- Lott, I.T., & Dierssen, M. (2010) Cognitive deficits and associated neurological complications in individuals with Down's syndrome. *Lancet Neurol*, 9, 623–633.
- Lowery, M. C., Morris, C. A., Ewart, A., Brothman, L. J., Zhu, X. L., Leonard, C. O., Carey, J. C., Keating, M., & Brothman, A. R. (1995). Strong correlation of elastin deletion, detected FISH, with Williams syndrome: Evaluation of 235 patients. *American Journal of Human Genetics*, 57, 49-53.
- Luckasson, R., Borthwick-Duffy, S., Buntinx, W. H. E., Coulter, D. L., Craig, E. M., Reeve, A., Schalock, R. L., Shell, M. E., Spitalnick, D. M., Spreat, S., & Tass'e, M. J. (2002). *Mental retardation: Definition, classification, and systems of supports* (10th ed.). Washington, DC: American association on mental Retardation.
- Luckasson, R., Coulter, D. L., Polloway, E. A., Reiss, S., Schalock, R. L., Shell, M. E., Spitalnick, D. M., & Stark, J. A. (1992). *Mental retardation: Definition, calcification, and systems of supports* (9th ed.). Washington, DC: American association on mental retardation.
- Lum, J. A., Conti-Ramsden, G., Page, D., & Ullman, M. T. (2012). Working, declarative and procedural memory in specific language impairment. *Cortex*, 48(9), 1138-1154.
- MacLeod, C. M., & Bassili, J. N. (2014). Are Implicit and Explicit Tests Differentially Sensitive to Item-Specific versus Relational Information? *Implicit memory: Theoretical issues*, 159.
- Martinussen, R., Hayden, D.C., Hogg-Johnson, S., & Tannock, R. (2005). A Meta-Analysis of Working Memory Impairments in Children With Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 44(4), 377-384.
- Martinussen, R., Hayden, J., Hogg-Johnson, S., & Tannock, R. (2005). A meta-analysis of working memory impairments in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 44(4), 377-384.
- Martone, M., Becker, J.T., Butters, N., Payne, M., & Sax, S. (1984). Dissociations between skill learning and verbal recognition in amnesia and dementia. *Archives of Neurology*, 41, 965-970.
- Mattson, S.M., & Riley, E. P. (1999). Implicit and explicit memory functioning in children with heavy prenatal alcohol exposure, *Journal of the International Neuropsychological Society*, 5, 462–471
- McDaniel, W. F., Foster, R. A., Compton, D. M., & Courtney, A. S. (1998). A strategy for screening memory functions with individuals with mental retardation, *Research in Developmental Disabilities*, 19 (4), 317–325

- McDuffie, A. S., Sindberg, H. A., Hesketh, L. J., & Chapman, R. S. (2007). Use of speaker intent and grammatical cues in fast-mapping by adolescents with Down syndrome. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 50(6), 1546-1561
- Menghini, D., Addona, F., Costanzo, F., & Vicari, S. (2010). Executive functions in individuals with Williams syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research*, 54(5), 418-432.
- Mervis C. B., Robinson B. F., Bertrand J., Morris C. A., Klein-Tasman B. P. & Armstrong S. C. (2000) The Williams syndrome cognitive profile. *Brain and Cognition* 44, 604–28.
- Mervis, C. B., Robinson, B. F., Bertrand, J., Morris, C. A., Klein-Tasman, B. P., & Armstrong, S. C. (2000). The Williams syndrome cognitive profile. *Brain & Cognition*, 44, 604-628.
- Miller, J. F. (1992). Development of speech and language in children with Down syndrome. In I. T. Lott & E. E. McCoy (Eds.), *Down syndrome: Advances in Medical Care* (pp.39-50). New York: Wiley-Liss.
- Mills, D. L., Dai, L., Fishman, I., Yam, A., Appelbaum, L. G., St. George, M., & Korenberg, J. R. (2013). Genetic Mapping of Brain Plasticity across Development in Williams Syndrome: ERP Markers of Face and Language Processing. *Developmental neuropsychology*, 38(8), 613-642.
- Milner, B. (1971). Interhemispheric differences in the localization of psychological processes in man. *British Medical Bulletin*, 27, 272-277.
- Miolo, G., Chapman, R. S., & Sindberg, H. A. (2005). Sentence comprehension in adolescents with Down syndrome and Typically Developing Children: Role of sentence voice, visual context, and auditory-verbal short-term memory. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 48(1), 172-188.
- Mishkin, M., & Pertt, H. L. (1984). Memories and habits: some considerations for the analysis of learning and retention. In L. R. Squire, & N. Butters (Eds.), *The Neuropsychology of memory* (pp. 287-296). New-York: Guilford Press
- Miyake, A., & Shah, P. (Eds.). (1999). *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control*. Cambridge University Press.
- Morgan-Short, K. A. R. A., Faretta-Stutenberg, M. A. N. D. Y., Brill-Schuezt, K. A., Carpenter, H., & Wong, P. (2014). Declarative and procedural memory as individual differences in second language acquisition. *Bilingualism: Language and Cognition*, 17(01), 56-72.
- Morris, C. A., Demsey, S. A., Leonard, C. O., Dilts, C., & Blackburn, B. L. (1988). Natural history of Williams syndrome: Physical characteristics. *The Journal of Pediatrics*, 113, 318-326.
- Mosse, E. K., & Jarrold, C. (2010). Searching for the Hebb effect in Down syndrome: Evidence for dissociation between verbal short-term memory and domain-general learning of serial order. *Journal of Intellectual Disability Research*, 54(5), 295-307
- Munir, F., Cornish, K. M., & Wilding, J. (2000). Nature of the working memory deficit in Fragile-X syndrome. *Brain and Cognition*, 44(3), 387-401

- Næss, K. A. B., Lyster, S. A. H., Hulme, C., & Melby-Lervåg, M. (2011). Language and verbal short-term memory skills in children with Down syndrome: A meta-analytic review. *Research in developmental disabilities*, 32(6), 2225-2234.
- Nairne, J. S. (1990). A feature model of immediate memory. *Memory and Cognition*, 18, 251–269.
- Nash, H., & Heath, J. (2011). The role of vocabulary, working memory and inference making ability in reading comprehension in Down syndrome. *Research in developmental disabilities*, 32(5), 1782-1791
- National Research Council (1992) *Combining Information: Statistical Issues and Opportunities for Research*. Washington, DC: National Academy Press.
- Natsopoulos, D., Christou, C., Koutselini, M., Raftopoulos, A., & Karefillidou, C. (2002). Structure and coherence of reasoning ability in Down syndrome adults and typically developing children. *Research in Developmental Disabilities*, 23(4), 297-307.
- Nee, D. E., Brown, J. W., Askren, M. K., Berman, M. G., Demiralp, E., Krawitz, A., & Jonides, J. (2013). A meta-analysis of executive components of working memory. *Cerebral Cortex*, 23(2), 264-282.
- Nelson C. A., Monk C. S., Lin J., Carver L. J., Thomas K. M. & Truwit C. L. (2000) Functional neuroanatomy of spatial working memory in children. *Developmental Psychology* 36, 109–16.
- Numminen, H., Service, E., Ahonen, T., & Ruoppila, I. (2001). Working memory and everyday cognition in adults with Down's syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research*, 45(2), 157-168.
- Numminen, H., Lehto, J.E., & Ruoppila, I. (2001). Tower of Hanoi and working memory in adult persons with intellectual disability. *Research in Developmental Disabilities* 22, 373–387.
- Numminen, H., Service, E., & Ruoppila I. (2002). Working memory, intelligence and knowledge base in adult persons with intellectual disability. *Research in Developmental Disabilities*, 23, 105-118.
- Numminen, H., Service, E., Ahonen, T., & Ruoppila, I. (2001). Working memory and everyday cognition in adult persons with Down's syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research*, 45, 157-168.
- Oka, K., & Miura, T. (2008). Allocation of attention and effect of practice on persons with and without mental retardation. *Research in developmental disabilities*, 29(2), 165-175.
- Osório, A., Cruz, R., Sampaio, A., Garayzábal, E., Martínez-Regueiro, R., Gonçalves, Ó. F., & Fernández-Prieto, M. (2012). How executive functions are related to intelligence in Williams syndrome. *Research in developmental disabilities*, 33(4), 1169-1175.
- Paour, J. L. (1992). Induction of logic structures in the mentally retarded: An assessment and intervention instrument. In H. C. Haywood & D. Tzuriel (Eds.), *Interactive assessment* (pp. 149-166). New York: Springer Verlag.

- Parkin, A.J. (1982). Residual learning capability in organic amnesia. *Cortex*, 18, 417-440.
- Pascual-Leone A, Grafman J, Hallett M (1994) Modulation of cortical motor output maps during development of implicit and explicit knowledge. *Science*, 263,1287-1289.
- Passolunghi M.C., Cornoldi C., & De Liberto S. (1999). Working memory and intrusion of irrelevant information in a group of specific poor problem solvers. *Memory and cognition*, 27, 779-799.
- Pennington, B. F., Moon, J., Edgin, J., Stedron, J., & Nadel, L. (2003). The neuropsychology of Down syndrome: Evidence for hippocampus dysfunction. *Child Development*, 74, 75-93.
- Pennington, B.F., Moon, J., Edgin, J., Stedron, J., & Nadel, L. (2003). The Neuropsychology of Down Syndrome: Evidence for Hippocampal Dysfunction. *Child Development*, 74(1), 75-93.
- Perrig, P., & Perrig W. J. (1995). Implicit and explicit memory in mentally retarded, learning disabled and normal children, *Swiss Journal of Psychology*, 54(2), 77-86.
- Pezzini, G., Vicari, S., Volterra, V., Milani, L., & Ossella, M. T. (1999). Children with Williams syndrome: Is there a single neuropsychological profile? *Developmental Neuropsychology* 15(1), 141-155.
- Pickering S. J., Gathercole S. E., Hall M. & Lloyd S. A. (2001) Development of memory for pattern and path: further evidence for the fractionation of visuo-spatial memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology A: Human Experimental Psychology*, 54, 397–420.
- Pinter, J. D., Eliez, S., Schmitt, J. E., Capone, G. T., & Reiss, A. L. (2001). Neuroanatomy of Down's syndrome: A high resolution MRI study. *American Journal of Psychiatry*, 158, 1659–1665.
- Pléh, C., Lukács, Á., & Racsmány, M. (2003). Morphological patterns in Hungarian children with Williams syndrome and the rule debates. *Brain and language*, 86(3), 377-383.
- Polloway, E. S., Patton. J. R., Payne, J. S., & Payne, R. A. (1989). *Strategies for teaching special needs learning* (4th Edition). Columbus, OH: Charles E. Merrill.
- Poloczek, S., Buttner, G., & Hasselhorn, M. (2012). Relationships Between Working Memory and Academic Skills: Are There Differences Between Children With Intellectual Disabilities and Typically Developing Children? *Journal of Cognitive Education and Psychology*, 11(1), 20-38.
- Poloczek, S., Büttner, G., & Hasselhorn, M. (2014). Phonological short-term memory impairment and the word length effect in children with intellectual disabilities. *Research in developmental disabilities*, 35(2), 455-462.
- Porter, M. A., Coltheart, M., & Langdon, R. (2007). The neuropsychological basis of hypersociability in Williams and Down syndrome. *Neuropsychologia*, 45(12), 2839-2849
- Pueschel, S. M. (Ed.). (1995). *A Parent's Guide to Down Syndrome. Fourth printing*. Baltimore, Maryland: Paul H. Brookes Publishing Co., Inc.

- Purser, H. R. M., & Jarrold, C. (2005). Impaired verbal short-term memory in Down syndrome reflects a capacity limitation rather than atypically rapid forgetting. *Journal of Experimental Child Psychology*, 91(1), 1-23
- Rand, Y., & Feuerstein, R. (1977). An analysis of the effects of instrumental enrichment on disadvantaged adolescents. In P. Mittler (Ed.), *From Research to Practice on Mental Retardation* (Vol. 2). Baltimore: University of Park Press.
- Reber, A., Walkenfeld, F. F., & Hernstadt, R. (1991). Implicit and explicit learning: individual differences and IQ. *Journal of Experimental Child Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 17, 888-896.
- Reber, A.S. (1967). Implicit learning of artificial grammars. *Verbal Learning and Verbal Behavior*, 5 (6): 855–863.
- Reich, R. R., Below, M. C., & Goldman, M. S. (2010). Explicit and implicit measures of expectancy and related alcohol cognitions: a meta-analytic comparison. *Psychology of addictive behaviors*, 24(1), 13.
- Reich, R. R., Below, M. C., & Goldman, M. S. (2010). Explicit and implicit measures of expectancy and related alcohol cognitions: a meta-analytic comparison. *Psychology of addictive behaviors*, 24(1), 13.
- Rosenthal, R. (1991). *Meta-analytic Procedures for Social Research* (Rev). Newbury Park, CA: Sage.
- Rosenthal, R., & Rosnow, R. L. (1991). *Essentials of Behavioral Research: Methods and Data Analysis* (2nd ed.). New York: McGraw Hill.
- Rosenquist, C., Conners, F. A., & Roskos-Ewoldsen, B. (2003). Phonological and visuo-spatial working memory in individuals with intellectual disability. *American Journal on Mental Retardation*, 108(6), 403-413.
- Rosnow, R. L., & Rosenthal, R. (1996). Computing contrasts, effect sizes, and counternulls on other people's published data: General procedures for research consumers. *Psychological Methods*, 1, 331-340.
- Rossen, M., Klima E. S., Bellugi, U., Bihle, A., & Jones, W. (1996). Interaction between language and cognition: Evidence from Williams syndrome. In J. H. Beitchman, N. Cohen, M. Konstantareas, & R. Tannock (Eds.), *Language Learning and Behaviour* (pp. 367-392). New York: Cambridge University Press.
- Rowe, J., Laveder, A., & Turk, V. (2006). Cognitive executive function in Down's syndrome. *The British journal of clinical psychology*, 45, 5-17
- Ruchkin, D. S., Grafman, J., Cameron, K., & Berndt, R. S. (2003). Working memory retention systems: A state of activated long-term memory. *Behavioral and Brain Sciences*, 26(06), 709-728.

- Rutland, A. F., & Campbell, R. N. (1996). Relevance of Vygotsky's theory of 'zone of proximal development' to the assessment of children with intellectual disabilities. *Journal of Intellectual Disabilities Research*, 40(2), 151-158.
- Ryan, J. F., Chivers, J., & Redding, G. (1969). Short-term memory and rehearsal in educable subnormals. *American Journal of Mental Deficiency*, 74, 218-222.
- Salmon, D.P., Shimamura, A.P., Butters, N., & Smith, S. (1988). Lexical and semantic priming deficits in patients with Alzheimer's disease. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 10, 477- 494
- Sampaio, A., Sousa, N., Fernández, M., Henriques, M., & Gonçalves, O. F. (2008). Memory abilities in Williams syndrome: Dissociation or developmental delay hypothesis? *Brain and Cognition*, 66(3), 290-297.
- Sampaio, A., Sousa, N., Fernández, M., Vasconcelos, C., Shenton, M. E., & Gonçalves, Ó. F. (2010). Williams syndrome and memory: a neuroanatomic and cognitive approach. *Journal of autism and developmental disorders*, 40(7), 870-877.
- Sánchez, L. F. P., & Llera, J. A. B. (2007). Memory Strategy Training in Spanish People with Moderate Intellectual Disabilities in a Technological Setting. *Journal of Special Education Technology*, 22(2).
- Schalock, R. L., Shell, M. E., Spitalnick, D. M., Spreat, S., & Tass`e, M. J. (2002). *Mental Retardation: Definition, Classification, and Systems of Supports* (10th ed.). Washington, DC: American association on mental Retardation.
- Scharnhorst, U., & Buchel, F. P. (1995). Teaching and evaluation of inductive reasoning in nonretarded and mildly retarded students. In J. S. Carlson (Ed.), *Advances in cognition and educational practice* (Vol. 3, pp. 209-240). Greenwich, CT: JAL.
- Schacter, D. L. (1987). *Implicit memory: History and current status*. *Journal of experimental psychology: Learning, memory, and cognition*, 13, 501-518.
- Schacter, D. L., & Cooper, L. A. (1993). Implicit and explicit memory for novel visual objects: Structure and function. *Journal of Experimental Psychology: Learning, memory and cognition*, 19, 995-1009.
- Schacter, D. L., Chin, C. Y. C., & Ochsner, K. N. (1993). Implicit memory: A selective review. *Annual review of neuroscience*, 10, 159-182.
- Schlatter, C., & Buchel, F. P. (2000). Detecting reasoning abilities of persons with moderate mental retardation: The analogical reasoning learning test (ARLT). In C. S. Lidz & J. G. Elliott (Eds.), *Dynamic Assessment prevailing models and application* (pp. 155-186). New York: Elsevier.
- Schmitt, J. E., Watts, K., Eliez, S., Bellugi, U., Galaburda, A.M., & Reiss, A.L. (2002). Increased gyrification in Williams syndrome: evidence using 3D MRI methods. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 44, 292-295.

- Schuchardt, K., Gebhardt, M., & Mäehler, C. (2010). Working memory functions in children with different degrees of intellectual disability. *Journal of Intellectual Disability Research*, 54(5), 346-353.
- Schuchardt, K., Maehler, C., & Hasselhorn, M. (2011). Functional deficits in phonological working memory in children with intellectual disabilities. *Research in Developmental Disabilities*, 32(5), 1934-1940.
- Shah, P., & Miyake, A. (1996). The separability of working memory resources for spatial thinking and language processing: Individual differences approach. *Journal of Experimental Psychology*, 125, 4-27.
- Seung, H. K., & Chapman, R. (2000). Digit span in individuals with Down syndrome and typically developing children: Temporal aspects. *Journal of speech language and hearing research*, 43, 609-620.
- Silverman W. (2007) Down syndrome: cognitive phenotype. *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews*, 13, 228-36.
- Snodgrass, J.G., & Vanderwart, M. (1980). A standardized set of 260 pictures: Norms for name agreement, image agreement, familiarity, and visual complexity. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 6, 174-215.
- Squire L. R., Stark C. E. & Clark R. E. (2004). The medial temporal lobe. *Annual Review of Neuroscience*, 27, 279-306.
- Squire, L. R. (1987). *Memory and Brain*. Oxford: Oxford University Press.
- Squire, L. R. (1992). Memory and hippocampus: A synthesis from findings with rats, monkeys and humans. *Psychological Review*, 99, 195-231.
- Squire, L.R., Knowlton, B., & Musen, F. (1993). The structure and organization of memory. *Annual Review of Psychology*, 44, 453-495.
- Squire, L. R. (2004). Memory systems of the brain: a brief history and current perspective. *Neurobiology of learning and memory*, 82(3), 171-177.
- St Clair-Thompson, H. L. (2010). Backwards digit recall: A measure of short-term memory or working memory? *European Journal of Cognitive Psychology*, 22(2), 286-296.
- St. Clair-Thompson, H. L., & Gathercole, S. E. (2006). Executive functions and achievements in school: Shifting, updating, inhibition, and working memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 59, 745-759.
- Takegata, R., & Furutuka, T. (1993). Perceptual priming effect in mentally retarded persons: Implicit and explicit remembering. *Japanese Journal of Educational Psychology*, 41, 176-182.
- Temple, C. M., Almazan, M., & Sherwood, S. (2002). Lexical skills in Williams syndrome: A cognitive neuropsychological analysis. *Journal of Neurolinguistics*, 15, 463-495.

- Thomas, M. S. C., & Karmiloff-Smith, A. (2003). Modeling language acquisition in atypical phenotypes. *Psychological Review*, 110, 647-682.
- Thomason, M. E., Race, E., Burrows, B., Whitfield-Gabrieli, S., Glover, G. H., & Gabrieli, J. D. E. (2009). Development of spatial and verbal working memory capacity in the human brain. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 21, 316-332.
- Tillman, C. M., Nyberg, L., & Bohlin, G. (2008). Working memory components and intelligence in children. *Intelligence*, 36, 394-402.
- Tomaiuolo, F., Di Paola, M., Caravale, B., Vicari, S., Petrides, M., & Caltagirone, C. (2002). Morphology and morphometry of the corpus callosum in Williams syndrome: a magnetic resonance imaging analysis. *Neuroreport*, 13, 1-5.
- Trezise, K. L., Gray, K. M., Taffe, J., & Sheppard, D. M. (2014). Working memory in adolescent males with Down syndrome and males with autism and intellectual disability: Implications for the classroom. *Journal of Intellectual and Developmental Disability*, (ahead-of-print), 1-11.
- Tulving, E. (1972). Episodic and semantic memory. In E. Tulving & W. Donaldson (Eds.), *Organization of Memory* (pp. 381-403). New York: Academic Press.
- Tulving, E., & Schacter, D. L. (1990). Priming and human memory systems. *Science*, 247, 301-305.
- Udwin, O., Davies, M., & Howlin, P. (1996). A longitudinal study of cognitive abilities and educational attainment in William syndrome. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 38, 1020-1029.
- Ullman, M. T. (2004). Contributions of memory circuits to language: The declarative/procedural model. *Cognition*, 92(1), 231-270.
- Ullman, M. T. (2006). Is Broca's area part of a basal ganglia thalamocortical circuit? *Cortex*, 42(4), 480-485.
- Ungerleider L. G. & Haxby J.V. (1994) 'What' and 'where' in the human brain. *Current Opinion in Neurobiology* 4, 157-165.
- Ungerleider L. G., Courtney S. M. & Haxby J.V. (1998). *A neural system for human visual working memory*. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 95, 883-90.
- Unsworth, N., & Engle, R. W. (2007). On the Division of Short-Term and Working Memory: An Examination of Simple and Complex Span and Their Relation to Higher Order Abilities. *Psychological Bulletin*, 133 (6), 1038-1066.
- Vakil, E., Shelef-Reshef, E., & Levy-Shiff, R. (1997). Procedural and declarative memory processes: Individuals with and without mental retardation. *American Journal on Mental Retardation*, 102, 147-160.

- Van Der Graaf F. H., De Jong B. M., Maguire R. P., Meiners L. C. & Leenders K. L. (2004). Cerebral activation related to skills practice in a double serial reaction time task: striatal involvement in random-order sequence learning. *Brain Research and Cognitive Brain Research* 20, 120–31.
- Van der Molen, M. J., Van Luit, J. E. H., Van der Molen, M. W., & Jongmans, M. J. (2010). Everyday memory and working memory in adolescents with mild intellectual disability. *Journal Information*, 115(3).
- Van der Molen, M. J., Van Luit, J. E. H., Jongmans, M. J., & Van der Molen, M. W. (2007). Verbal working memory in children with mild intellectual disabilities. *Journal of Intellectual Disability Research*, 51(2), 162-169.
- Van der Molen, M. J., Van Luit, J. E. H., Jongmans, M. J., & Van der Molen, M. W. (2009). Memory profiles in children with mild intellectual disabilities: Strengths and weaknesses. *Research in Developmental Disabilities*, 30, 1237-1247.
- Van der Molen, M. J., Van Luit, J. E. H., Van der Molen, M. W., & Jongmans, M. J. (2010). Everyday memory and working memory in adolescents with mild intellectual disability. *Journal Information*, 115(3).
- Vicari, S., Carlesimo, G. A., & Caltagirone, C. (1996). Short-term memory in persons with Down's Syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research*, 39, 532-537
- Vicari, S., Bellucci, S., & Carlesimo, G.A. (2003). Visual and spatial working memory Dissociation: Evidence from Williams's syndrome. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 45, 269-273.
- Vicari S., Bellucci S. & Carlesimo G. A. (2006) Evidence from two genetic syndromes for the independence of spatial and visual working memory. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 48, 126–31.
- Vicari S., Carlesimo G., Brizzolara D. & Pezzini G. (1996). Short-term memory in children with Williams syndrome: a reduced contribution of lexical-semantic knowledge to word span. *Neuropsychologia*, 34, 9, 919-925.
- Vicari, S. (2001). Implicit versus explicit memory function in children with Down and Williams syndrome. *Down Syndrome Research and Practice*, 7, 35-40.
- Vicari, S. (2006). Motor development and neuropsychological patterns in persons with Down syndrome. *Behavior Genetics*, 36, 355-364.
- Vicari, S., Bellucci, S., & Carlesimo, G.A. (2001). Procedural learning deficit in children with Williams syndrome, *Neuropsychologia* 39, 665-677.
- Vicari, S., Bellucci, S., Carlesimo, G.A. (2000). Implicit and explicit memory: functional dissociation in person white Down Syndrome, *Neuropsychologia* 38, 240-251.
- Vicari, S., Giovanni, A., & Carlesimo, G.A. (2006). Short-Term Memory Deficits Are Not Uniform in Down and Williams Syndromes. *Neuropsychology Review*, 16(2), 87-94
- .

- Vicari, S., & Carlesimo, G. A. (2006). Evidence from two genetic syndromes for the independence of spatial and visual working memory. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 48(2), 126-131.
- Vicari, S., & Carlesimo, G. A. (2006). Short-term memory deficits are not uniform in Down and Williams syndromes. *Neuropsychology review*, 16(2), 87-94.
- Vicari, S., Albertini, G., & Caltagirone, C. (1992). Cognitive profiles in adolescents with mental retardation. *Journal of Intellectual Deficiency Research*, 36, 415-423.
- Vicari, S., and Carlesimo, G.A. (2002). Children with intellectual disabilities. In A. Baddeley, B. Wilson, and M. Kopelman (eds.), *Handbook of Memory Disorders*. John Wiley & Sons, Ltd., pp. 501–518.
- Vicari, S., Bates, E., Csellì, M. C., Pasqualetti, P., Gagliardi, C., Tonucci, F., & Volterra, V. (2004). Neuropsychological profile of Italians with Williams syndrome: An example of dissociation between language and cognition. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 10, 862-876.
- Vicari, S., Bellucci, S., & Carlesimo, G. A (2003). Visual and spatial working memory dissociation: Evidence from Williams syndrome. *Developmental Medicine and child Neurology*, 45, 269-273.
- Vicari, S., Bellucci, S., & Carlesimo, G. A. (2005). Visual and spatial long-term memory: differential pattern of impairments in Williams and Down Syndromes. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 47, 305–311.
- Vicari, S., Bellucci, S., & Giovanni, A.C., (2006). Evidence from two genetic syndromes for the independence of spatial and visual working memory. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 48, 126-131.
- Vicari, S., Brizzolara, D., Carlesimo G.A., Pezzini G., & Volterra V. (1996). Memory abilities in children with Williams syndrome, *Cortex*, 32, 503-514.
- Vicari, S., Carlesimo, G. A., & Caltagirone, C. (1996). Short-term memory in persons with Down's Syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research*, 39, 532-537.
- Vicari, S., Marotta, L., & Carlesimo, G. A. (2004). Verbal short term memory in Down syndrome an articulatory loop deficit. *Journal of Intellectual Disability Research*, 48, 80-92.
- Vicari, S., Verucci, L., & Carlesimo, G. A. (2007). Implicit memory is independent from IQ and age but not from etiology: evidence from Down and Williams syndromes. *Journal of Intellectual Disability Research*, 51(12), 932-941.
- Vinter, A., & Detable, C. (2003). Implicit learning in children and adolescents with mental retardation, *American Journal on mental retardation*, 108(2), 94-107.
- Vinter, A., & Detable, C. (2008). Implicit and explicit motor learning in children with and without Down's syndrome. *British Journal of Developmental Psychology*, 26(4), 507-523.

- Visu-Petra L., Benga O., Tincas I. & Miclea M. (2007). Visual-spatial processing in children and adolescents with Down syndrome: a computerized assessment of memory skills. *Journal of Intellectual Disability Research* 51, 942–52.
- Visu-Petra, L., Benga, O., & Miclea, M. (2007). Visual-spatial processing in children and adolescents with Down's syndrome: a computerized assessment of memory skills. *Journal of Intellectual Disability Research*, 51(12), 942-952.
- Vitevitch, M.S. *et al.* (1997) Phonotactics and syllable stress: implications for the processing of spoken non-words. *Language and Speech* 40, 47–62.
- Wager, T. D., & Smith, E. E. (2003). Neuroimaging studies of working memory: A Meta-Analysis. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 3, 255–274.
- Wang, P. & Bellugi, U. (1994). Evidence from two genetic syndromes for dissociation between verbal and visual-spatial short-term memory. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 16(2), 317-332.
- Wang, P. P., & Bellugi, U (1993). Evidence from two genetic syndromes for dissociation between verbal and visual-spatial short-term memory. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 16, 317-322.
- Wang, P. P., & Bellugi, U. (1994). Evidence from two genetic syndromes for a dissociation between verbal and visuo-spatial short-term memory. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 2, 317–322.
- Wang, P. P., Doherty, S., Rourke, S. B., & Bellugi, U. (1995). Unique profile of visuo-preceptual skills in a genetic syndrome. *Brain and Cognition*, 29, 54-65.
- Wang, W. C., Lazzara, M. M., Ranganath, C., Knight, R. T., & Yonelinas, A. P. (2010). The medial temporal lobe supports conceptual implicit memory. *Neuron*, 68(5), 835-842.
- Willemssen, M. H., & Kleefstra, T. (2014). Making headway with genetic diagnostics of intellectual disabilities. *Clinical genetics*, 85(2), 101-110.
- Witt, A., & Vinter, A. (2013). Children with intellectual disabilities may be impaired in encoding and recollecting incidental information. *Research in developmental disabilities*, 34(2), 864-871.
- Wechsler, D. (1981). *WAIS-R manual: Wechsler adult intelligence scale-revised*. Psychological Corporation.
- Wyatt, B.S., & Conners, F.A. (1998). Implicit and explicit memory in individuals with mental retardation. *American Journal on mental retardation*, 102 (5), 511-526.
- Yirmiya, N., Erel, O., Shaked, M., & Solomonica-Levi, D. (1998). Meta-analyses comparing theory of mind abilities of individuals with autism, individuals with mental retardation, and normally developing individuals. *Psychological Bulletin*, 124(3), 283.
- Yuan, K., Steedle, J., Shavelson, R., Alonzo, A., & Oppezzo, M. (2006). Working memory, fluid intelligence, and science learning. *Educational Research Review*, 1(2), 83-98.

- Zigler E. & Balla D. (1982). Introduction: the developmental approach to mental retardation. In: *Mental Retardation: The Developmental Difference Controversy* (eds. E. Zigler & D. Balla), pp. 3–8. Lawrence Erlbaum.
- Zigler E. (1969). Developmental versus difference theories of mental retardation and the problem of motivation. *American Journal of Mental Deficiency*, 73, 536–56.

נספח 1: רשימת המאמרים המשתתפים במטה-אנליזה זיכרון עבודה

(Working memory) באוכלוסייה בעלת מוגבלות שכלית

1. Abdelhameed, H., & Porter, J. (2010). Verbal Short-term Memory Performance in Pupils with Down syndrome. *International Journal of Disability, Development and Education*, 57(4), 427-438
2. Brock, J., & Jarrold, C. (2004). Language influences on verbal short-term memory performance in Down Syndrome: Item and order recognition. *Language, and Hearing Research*, 47(6), 1334-1346.
3. Brock, J., & Jarrold, C. (2005). Serial order reconstruction in Down syndrome: evidence for a selective deficit in verbal short-term memory. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 46(3), 304-316.
4. Byrne, A., Buckley, S., MacDonald, J., & Bird, G. (1995). Investigating the literacy, language and memory skills of children with Down syndrome. *Down syndrome Research and Practice*, 3(2), 53-58.
5. Cairns, P., & Jarrold, C. (2005). Exploring the correlates of impaired non-word repetition in Down syndrome. *British Journal of Developmental Psychology*, 23, 401-416.
6. Carretti, B., Belacchi C., & Cornoldi, C. (2010). Difficulties in working memory updating in individuals with intellectual disability. *Journal of Intellectual Disability Research*, 54(5), 337-345.
7. Carretti, B., & Lanfranchi, S. (2010). The effect of configuration on VSWM performance of Down syndrome individuals. *Journal of Intellectual Disability Research*, 54(12), 1058-1066.
8. Cherry, K. E., Applegate, H. R., & Celinda, M. (2002). Do adults with mental retardation show pictorial superiority effects in recall and recognition? *Research in Developmental Disabilities*, 23, 135-147.
9. Cherry, K. E., Njardvik, U., & Dawso, J. E. (2000). Effects of verbal elaborations on memory for sentences in adults with mental retardation. *Research in Developmental Disabilities*, 21, 137-150.
10. Danielsson, H., Henry, L., Messer, D., & Rönnerberg, J. (2012). Strengths and weaknesses in executive functioning in children with intellectual disability. *Research in developmental disabilities*, 33(2), 600-607.
11. Danielsson, H., Henry, L., Rönnerberg, J., & Nilsson, L. G. (2010). Executive functions in individuals with intellectual disability. *Research in developmental disabilities*, 31(6), 1299-1304.
12. Don, A.G., Schellenberg, E. G., Reber, A. S., DiGirolamo, K. M., & Wang, P. P. (2003). Implicit Learning in Children and Adults with Williams Syndrome, *Developmental neuropsychology*, 23(1and2), 201-225.
13. Frenkel, S., & Bourdin, B. (2009). Verbal, visual, and spatio-sequential short-term memory: assessment of the storage capacities of children and teenagers with Down's syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research*, 53(2), 152-160 .

14. Henry, L. A. (2001). How does the severity of a learning disability affect working memory performance? *Memory*, 9, 233-247.
15. Henry, L. A. (2010). The episodic buffer in children with intellectual disabilities: An exploratory study. *Research in developmental disabilities*, 31(6), 1609-1614.
16. Henry, L. A., & MacLean, M. (2002). Working memory performance in children with and without intellectual disabilities. *Journal Information*, 107(6).
17. Henry, L., & Winfield, J. (2010). Working memory and educational achievement in children with intellectual disabilities. *Journal of Intellectual Disability Research*, 54(5), 354-365.
18. Hick, R. F., Botting, N., & Conti-Ramsden, G. (2005). Short-term memory and vocabulary development in children with Down syndrome and children with specific language impairment. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 47(8), 532-538.
19. Jarrold, C., Baddeley, A. D., & Hewes, A. K. (1999). Genetically dissociated components of working memory: Evidence from Down's and Williams syndrome. *Neuropsychologia*, 37(6), 637-651.
20. Jarrold, C., Baddeley, A. D., & Hewes, A. K. (2000). Verbal short-term memory deficits in Down syndrome: A consequence of problems in rehearsal ? *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 41(2), 223-244.
21. Jarrold, C., Baddeley, A. D., & Phillips, C. E. (2002). Verbal short-term memory in Down syndrome: A problem of memory, audition, or speech. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 45, 531-544.
22. Jarrold, C., Cowan, N., Hewes, A. K., & Riby, D. M. (2004). Speech timing and verbal short-term memory: Evidence for contrasting deficits in Down syndrome and Williams syndrome. *Journal of Memory and Language*, 51(3), 365-380.
23. Jarrold, C., Phillips, C., & Baddeley, A. D. (2007). Binding of visual and spatial short-term memory in Williams syndrome and moderate learning disability. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 49(4), 270-273.
24. Jarrold, C., Thorn, A. C. S., & Stephens, E. (2009). The relationships among verbal short-term memory, phonological awareness, and new word learning: Evidence from typical development and Down syndrome. *Journal of Experimental Child Psychology*, 102, 196-218
25. Kanno, K., & Ikeda, Y. (2002). Word-length effect in verbal short-term memory in individuals with Down's syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research*, 46(8), 613-618.
26. Kohei, O., & Toshiaki, M. (2008). Allocation of attention and effect of practice on persons with and without mental retardation. *Research in Developmental Disabilities*, 29, 165-175.
27. Lanfranchi, S., Baddeley, A., Gathercole, S., & Vianello, R. (2012). Working memory in Down syndrome: is there a dual task deficit? *Journal of Intellectual Disability Research*, 56(2), 157-166.
28. Lanfranchi, S., Carretti, B., Spano, G., & Cornoldi, C. (2009). A specific deficit in visuospatial simultaneous working memory in Down syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research*, 53(5), 474-483.

29. Lanfranchi, S., Cornoldi, C., & Vianello, R. (2002). Working memory deficits in individuals with and without mental retardation. *Journal of Cognitive, Education and Psychology*, 2(3), 301-312.
30. Lanfranchi, S., Cornoldi, C., & Vianello, R. (2004). Verbal and Visuospatial Working Memory Deficits in Children with Down syndrome. *American Journal on Mental Retardation*, 109(6), 456-466.
31. Lanfranchi, S., Jerman, O., Dal Pont, E., Alberti, A., & Vianello, R. (2010). Executive function in adolescents with Down syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research*, 54(5), 308-319.
32. Laws, G. (2002). Working memory in children and adolescents with Down syndrome: Evidence from a colour memory experiment. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 43(3), 353-364.
33. Leven, A., Lyxell, B., Andersson, J., Danielsson, H., & Rönnberg, J. (2008). Prospective memory, working memory, retrospective memory and self-rated memory performance in persons with intellectual disability. *Scandinavian Journal of Disability Research*, 10(3), 147-165.
34. Levorato, M. C., Roch, M., & Florit, E. (2011). Role of verbal memory in reading text comprehension of individuals with Down syndrome. *American journal on intellectual and developmental disabilities*, 116(2), 99-110.
35. McDuffie, A. S., Sindberg, H. A., Hesketh, L. J., & Chapman, R. S. (2007). Use of speaker intent and grammatical cues in fast-mapping by adolescents with Down syndrome. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 50(6), 1546-1561.
36. Menghini, D., Addona, F., Costanzo, F., & Vicari, S. (2010). Executive functions in individuals with williams syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research*, 54(5), 418-432.
37. Miolo, G., Chapman, R. S., & Sindberg, H. A. (2005). Sentence comprehension in adolescents with Down Syndrome and Typically Developing Children: Role of sentence voice, visual context, and auditory-verbal short-term memory. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 48(1), 172-188.
38. Mosse, E. K., & Jarrold, C. (2010). Searching for the Hebb effect in Down syndrome: Evidence for dissociation between verbal short-term memory and domain-general learning of serial order. *Journal of Intellectual Disability Research*, 54(5), 295-307.
39. Munir, F., Cornish, K. M., & Wilding, J. (2000). Nature of the working memory deficit in Fragile-X syndrome. *Brain and Cognition*, 44(3), 387-401.
40. Nash, H., & Heath, J. (2011). The role of vocabulary, working memory and inference making ability in reading comprehension in Down syndrome. *Research in developmental disabilities*, 32(5), 1782-1791.
41. Natsopoulos, D., Christou, C., Koutselini, M., Raftopoulos, A., & Karefillidou, C. (2002). Structure and coherence of reasoning ability in Down syndrome adults and typically developing children. *Research in Developmental Disabilities*, 23(4), 297-307.
42. Numminen, H., Service, E., & Ruoppila, I. (2002). Working memory, intelligence and knowledge base in adult persons with intellectual disability. *Research in Developmental Disabilities*, 23(2), 105-118.
43. Pennington, B.F., Moon, J., Edgin, J., Stedron, J., & Nadel, L. (2003). The Neuropsychology of Down Syndrome: Evidence for Hippocampal Dysfunction. *Child Development*, 74(1), 75-93.

44. Purser, H. R. M., & Jarrold, C. (2005). Impaired verbal short-term memory in Down syndrome reflects a capacity limitation rather than atypically rapid forgetting. *Journal of Experimental Child Psychology*, 91(1), 1-23.
45. Rosenquist, C., Conners, F. A., & Roskos-Ewoldsen, B. (2003). Phonological and visuo-spatial working memory in individuals with intellectual disability. *American Journal on Mental Retardation*, 108(6), 403-413.
46. Schuchardt, K., Gebhardt, M., & Mäehler, C. (2010). Working memory functions in children with different degrees of intellectual disability. *Journal of Intellectual Disability Research*, 54(5), 346-353.
47. Schuchardt, K., Maehler, C., & Hasselhorn, M. (2011). Functional deficits in phonological working memory in children with intellectual disabilities. *Research in developmental disabilities*, 32(5), 1934-1940.
48. Seung, H. K., & Chapman, R. (2000). Digit span in individuals with Down syndrome and typically developing children: Temporal aspects. *Journal of speech language and hearing research*, 43, 609-620.
49. Van der Molen, M. J., Van Luit, J. E. H., Jongmans, M. J., & Van der Molen, M. W. (2007). Verbal working memory in children with mild intellectual disabilities. *Journal of Intellectual Disability Research*, 51(2), 162-169.
50. Van der Molen, M. J., Van Luit, J. E. H., Jongmans, M. J., & Van der Molen, M. W. (2009). Memory profiles in children with mild intellectual disabilities: Strengths and weaknesses. *Research in Developmental Disabilities*, 30, 1237-1247.
51. Van der Molen, M. J., Van Luit, J. E. H., Van der Molen, M. W., & Jongmans, M. J. (2010). Everyday memory and working memory in adolescents with mild intellectual disability. *Journal Information*, 115(3).
52. Vicari, S., Bellucci, S., & Carlesimo, G. A. (2000). Implicit and explicit memory: Functional dissociation in person with Down syndrome, *Neuropsychologia*, 38, 240-251.
53. Vicari, S., Bellucci, S., & Carlesimo, G.A. (2003). Visual and spatial working memory Dissociation: Evidence from Williams's syndrome. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 45, 269-273.
54. Vicari, S., Brizzolara, D., Carlesimo G. A., Pezzini G., & Volterra V. (1996). Memory abilities in children with Williams syndrome. *Cortex*, 32, 503-514.
55. Vicari, S., Bellucci, S., & Carlesimo, G. A. (2006). Evidence from two genetic syndromes for the independence of spatial and visual working memory. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 48(2), 126-131.
56. Vicari, S., Carlesimo, G., Brizzolara, D., & Pezzini, G. (1996). Short-term memory in children with Williams syndrome: A reduced contribution of lexical-semantic knowledge to word span. *Neuropsychologia*, 34(9), 919-925.
57. Vicari, S., Carlesimo, A., & Caltagirone, C. (1995). Short-term memory in persons with intellectual disabilities and down's Syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research*, 39(6), 532-537.
58. Vicari, S., Marotta, L., & Carlesimo, G. A. (2004). Verbal short term memory in Down syndrome an articulatory loop deficit. *Journal of Intellectual Disability Research*, 48, 80-92.

59. Vicari, S., Verucci, L., & Carlesimo, G. A. (2007). Implicit memory is independent from IQ and age but not from etiology: evidence from Down and Williams syndromes. *Journal of Intellectual Disability Research*, 51(12), 932-941.
60. Visu-Petra, L., Benga, O., & Miclea M. (2007). Visual-spatial processing in children and adolescents with Down's syndrome: A computerized assessment of memory skills. *Journal of Intellectual Disability Research*, 51(12), 942-952

נספח 2: ארגון הנתונים - מחקרי זיכרון העבודה

Article Name	Article	N ID	N TD	Etiology	TEST	MEMORY	T- test
Working memory in Down syndrome: is there a dual Task deficit?	Lanfranchi, Baddeley, Gathercole, & Vianello. (2012)	N=45 CA=13.66 (3.16)	N=45 CA=5.6 (0.6)	DS	Selective word recall Task (Lanfranchi, Cornoldi, & Vianello, 2004)	CE	2.08
					Verbal/visuo spatial Task (Lanfranchi, Cornoldi, & Vianello, 2004)	CE	4.24
					Verbal dual Task (Lanfranchi, Baddeley, Gathercole, & Vianello, 2011)	CE	3.25
					Selective pathways Task (Lanfranchi, Cornoldi, & Vianello, 2004)	CE	-0.176
					Visuo spatial/verbal Task (Lanfranchi, Cornoldi, & Vianello, 2004)	CE	1.92
					Visuo spatial dual Task (Lanfranchi, Baddeley, Gathercole, & Vianello, 2011)	CE	3.1
Strengths and weaknesses in executive functioning in children with intellectual disability	Danielsson, Henry, Messer, & Ronnberg. (2012)*	N=22 CA=13.16 (1.16) MA=7.4 (1.6)	N=22 CA=12.3 (1) MA=14.75 (1.25)	NSE	Listening Span (WMTB-C; Pickering & Gathercole, 2001)	CE	8
					Odd one out Span Task (Henry, 2001)	CE	10
Strengths and weaknesses in executive functioning in children with intellectual disability	Danielsson, Henry, Messer, & Ronnberg. (2012)	N=22 CA=13.16 (1.16) MA=7.4 (1.6)	N=22 CA=7.3 (9) MA=8 (0.9)	NSE	Listening Span (WMTB-C; Pickering & Gathercole, 2001)	CE	1.88
					Odd one out Span Task (Henry, 2001)	CE	3.9
Functional deficits in phonological working memory in children with Intellectual disabilities	Schuchardt, Maehler, & Hasselhorn. (2011)	N=22 CA=15.1 (1.12) IQ=61.82	N=22 CA= 7.31 (0.52) IQ=106.73	NSE	Word span (One-syllable dissimilar)	FHL	-0.41
					Word span (Three-syllable dissimilar)	FHL	1.25
					Word span (One-syllable similar)	FHL	0.07
					Non-word repetition task (Gathercole, Willis, Baddeley, & Emslie, 1994)	FHL	2.16
					Non-word repetition task (Gathercole, Willis, Baddeley, & Emslie, 1994)	FHL	2.24
					Non-word repetition task (Gathercole, Willis, Baddeley, & Emslie, 1994)	FHL	4.5
					Non-word repetition task (Gathercole, Willis, Baddeley, & Emslie, 1994)	FHL	0.68
					Non-word repetition task (Gathercole, Willis, Baddeley, & Emslie, 1994)	FHL	3.57

					Non-word repetition task (Gathercole, Willis, Baddeley, & Emslie, 1994)	FHL	3.24
The role of vocabulary, working memory and inference making ability in reading comprehension in Down syndrome.	Nash & Heath. (2011)	N=13 CA=15.5 (2.6)	N=13 CA=9.1 (0.6)	DS	Listening Recall (Pickering & Gathercole, 2001)	CE	4.42
Role of Verbal Memory in Reading Text Comprehension of Individuals With Down Syndrome	Levorato, Roch, & Florit. (2011)	N=38 CA=14.11 (2) IQ=48 (10)	N=23 CA=6.6 (4)	DS	Word Span – Forward (Marconi, Ott, Pesenti, Ratti, & Tarella, 1994)	FHL	6.6
					Word Span Back-word (Marconi, Ott, Pesenti, Ratti, & Tarella, 1994)	CE	1.6
Everyday Memory and Working Memory in Adolescents With Mild Intellectual Disability.	Van der Molen, Van Luit, Jongmans, & Van der Molen. (2010)	N=39 CA=15.12 (1) MA=9.84 (0.9) IQ=65 (5.29)	N=26 CA=10.36 (0.9) MA=10.5 (1.02) IQ=97.1 (7.86)	NSE	Digit Recall (Baddeley, 1986)	FHL	0.8
					Non-word Recall (Baddeley, 1986)	FHL	2.82
					Block Recall (Pickering & Gathercole, 2001)	VSS	2.91
					Visual Patterns test (Della Sala, Gray, Baddeley, & Wilson, 1997)	VSS	-0.64
					Backward Digit Recall (Pickering & Gathercole, 2001)	CE	2.28
					Listening Recall (Pickering & Gathercole, 2001)	CE	2.82
					Odd-One-Out test (Henry, 2001)	CE	0.73
Everyday Memory and Working Memory in Adolescents With Mild Intellectual Disability.	Van der Molen, Van Luit, Jongmans, & Van der Molen. (2010)*	N=39 CA=15.12 (1) MA=9.84 (0.9) IQ=65 (5.29)	N=39 CA=15.25 (0.47) MA=15.21 (1.01) IQ=99.8 (7.6)	NSE	Digit Recall (Baddeley, 1986)	FHL	7.33
					Non-word Recall (Baddeley, 1986)	FHL	4.62
					Block Recall (Pickering & Gathercole, 2001)	VSS	5.76
					Visual Patterns test (Della Sala, Gray, Baddeley, & Wilson, 1997)	VSS	6.14
					Backward Digit Recall (Pickering & Gathercole, 2001)	CE	5.43
					Listening Recall (Pickering & Gathercole, 2001)	CE	5.16
					Odd-One-Out test (Henry, 2001)	CE	5.5

The effect of configuration on VSS performance of Down syndrome individuals.	Carretti & Lanfranchi. (2010)	N=20 CA=7.5 (2.2)	N=20 CA=5.4 (0.3)	DS	Spatial-simultaneous working memory Task (Lanfranchi et al., 2009)	VSS	5.04
Executive functions in individuals with Williams syndrome.	Menghini, Addona, Costanzo, & Vicari. (2010)	N=15 CA=19.11 IQ=53.3	N=15 CA=7.6 IQ=95.7	WS	The Corsi Block Test -forward (Orsini et al., 1987)	VSS	5.82
					The Corsi Block Test -Backward (Orsini et al., 1987)	CE	4.61
					The Digit Span Test -forward (Orsini et al., 1987)	FHL	2.05
					The Digit Span Test-Backward (Orsini et al., 1987)	CE	3.85
Searching for the Hebb effect in Down syndrome: evidence for dissociation between verbal short-term memory and domain-general learning of serial order.	Mosse & Jarrold. (2010)	N=17 CA=19.5	N=24 CA=5.5	DS	Verbal Hebb learning Task (Majerus et al., 2006)	FHL	3.21
					Corsi blocks Task.	VSS	1.08
Executive function in adolescents with Down Syndrome.	Lanfranchi, Jerman, Dal Pont, Alberti, & Vianello. (2010)	N=15 CA=15.2 (2.2)	N=15 CA=5.9 (8)	DS	Verbal and visuo-spatial dual Tasks (Lanfranchi et al., 2004)	CE	2.82
					Verbal and visuo-spatial dual Tasks (Lanfranchi et al., 2004)	CE	2.62
Difficulties in working memory updating in individuals with intellectual disability.	Carretti, Belacchi, & Cornoldi. (2010)	N=28 CA=38.4 (12.3) MA=6.2 (1.6) IQ=40-75	N=28 CA=6.5 (1.3) MA=6.6 (1.4)	NSE	Word span-f (WMTB-C; Pickering & Gathercole, 2001)	FHL	0.42
					Word span-b (WMTB-C; Pickering & Gathercole, 2001)	CE	1.26
					Selective Word span (WMTB-C; Pickering & Gathercole, 2001)	CE	1.55
					Dual task (WMTB-C; Pickering & Gathercole, 2001)	CE	2.2
Working memory functions in children with different degrees of intellectual disability.	Schuchardt, Gebhardt, & Maehler. (2010)	N=22 CA=15 (1.15) MA=7.1 IQ=61.82	N=25 CA=7 (3.95) MA=7.1 IQ=104.91	NSE	Digit span	FHL	2.15
					One-syllable non-word Span Task	FHL	0.4
					Non-word repetition Task (Hasselhorn & Körner, 1997)	FHL	3.7
					Location span task	VSS	-0.63
					Corsi block Tasks	VSS	0.5
					Corsi block Tasks-complex (Zoelch & Schumann-Hengsteler, 1999)	VSS	1.65

					Backward Digit	CE	0.5
					Counting Span Task, (Case et al., 1982).	CE	0.33
Working memory functions in children with different degrees of intellectual disability.	Schuchardt, Gebhardt , & Maehler. (2010)*	N=22 CA=15 (1.15) MA=7.1 IQ=61.82	N=25 CA=15.5 (5.49) IQ=109.8	NSE	Digit span	FHL	12.04
					One-syllable non-word Span Task	FHL	5.78
					Location span task	VSS	9.24
					Corsi block Tasks	VSS	6.87
					Corsi block Tasks-complex (Zoelch & Schumann-Hengsteler, 1999)	VSS	8.4
					Backward Digit	CE	9.38
					Counting Span Task (Case et al., 1982).	CE	9.34
Working memory and educational achievement in Children with intellectual disabilities.	Henry & Winfield . (2010)	N=35 CA=12.6 (0.55) MA=7.7 (0.96) IQ=56	N=32 CA=7.5 (0.7) MA=7.8 (1.27) IQ=100.7	NSE	Word Span-British Ability Scales II (BAS II- Elliott et al., 1996)	FHL	2.46
					Digit Span (BAS II- Elliott et al., 1996)	FHL	3.85
					Picture Span (BAS II- Elliott et al., 1996)	FHL	2.92
					Spatial Span (BAS II- Elliott et al., 1996)	VSS	0.08
					Pattern Span (BAS II- Elliott et al., 1996)	VSS	-0.92
					Listening Span (BAS II- Elliott et al., 1996)	CE	0.59
					Odd one out Span (BAS II- Elliott et al., 1996)	CE	1.19
Executive functions in individuals with intellectual disability.	Danielsson, Henry, Ronnberg, & Nilsson. (2010)	N=46 CA=63.2 (8.1) IQ=62.8 (5.7)	N=92 CA=63.2 (8) IQ=99.2 (8.7)	NSE	Word recall	FHL	1.3
					Dual task	CE	2.32
The episodic buffer in children with intellectual disabilities: An exploratory study.	Henry. (2010)	N=39 CA=11.11 (4.7) MA=7.2 (0.96) IQ=54.5 (9.2)	N=25 CA=7.1 (0.85) MA=7.4 (1.06) IQ=104.5 (9.3)	NSE	Memory for stories- TOMAL (Reynolds & Bigler, 1994)	FHL	0.53
The episodic buffer in children with intellectual disabilities: An exploratory study.	Henry. (2010)*	N=39 CA=11.11 (4.7) MA=7.2 (0.96) IQ=54.5 (9.2)	N=25 CA=11.11 (4.3) MA=12 (1.22)	NSE	Memory for stories- TOMAL (Reynolds & Bigler, 1994)	FHL	7.87

			IQ=101.8 (9.9)				
Verbal Short term memory performance in pupils with Down syndrome.	Abdelhameed & Porter. (2010)	N=26 CA=9.94 (1.89) MA=3.94 (0.62)	N=26 CA=4.03 (0.5) MA=4.05 (0.73)	DS	Digit Span Task	FHL	9.68
					Non-word repetition task- one-syllable non words	FHL	3.25
					Non-word repetition task- Two-syllable non words	FHL	5.9
Memory profiles in children with mild intellectual Disabilities: Strengths and weaknesses.	Van der Molen, Van Luit, Jongmans, & Van der Molen. (2009)	N=49 CA=15.1 (1) MA=10.2 (1.24)	N=29 CA=10.4 (0.9) MA=10.35 (1.3)	NSE	Digit span	FHL	1.43
					Non-word Recall (Baddeley, 1986)	FHL	2.52
					The Corsi Test	VSS	2.86
					Visual Patterns Test (Della Sala, Gray, Baddeley, & Wilson, 1997)	VSS	-0.94
					Digit span- b	CE	2.91
					Listening Recall (Pickering & Gathercole, 2001)	CE	2.85
					Odd-One-Out Test	CE	0.45
Memory profiles in children with mild intellectual Disabilities: Strengths and weaknesses.	Van der Molen, Van Luit, Jongmans, & Van der Molen. (2009)*	N=49 CA=15.1 (1) MA=10.2 (1.24)	N=39 CA=15.1 (0.47) MA=15.2 (1.15)	NSE	Digit span	FHL	7.48
					Non-word Recall (Baddeley, 1986)	FHL	4.61
					The Corsi Test	VSS	6.2
					Visual Patterns Test (Della Sala, Gray, Baddeley, & Wilson, 1997)	VSS	6
					Digit span- b	CE	6.1
					Listening Recall (Pickering & Gathercole, 2001)	CE	5.08
					Odd-One-Out Test	CE	4.57
A specific deficit in visuospatial simultaneous working memory in Down Syndrome.	Lanfranchi, Carretti, Spano, & Cornoldi. (2009)	N=34 CA=12.6 (2.5) MA=5.9 (1)	N=34 CA=4.5 (0.8) MA=5.6 (1.4)	DS	Spatial sequential & spatial simultaneous working memory Task (Cornoldi & Vecchi, 2003)	VSS	2.48
The relationships among verbal short-term memory, Phonological awareness, and new word learning: Evidence from	Jarrold, Thorn, & Stephens. (2009)	N=21 CA=20.8 (3.9)	N=61 CA=6.28 (0.9)	DS	Serial Recall (Morrison, Chappelle, & Ellis, 1997)	FHL	7

typical development and Down syndrome.							
Verbal, visual, and spatio-sequential short-term memory: Assessment of the Storage capacities of children and teenagers with Down's syndrome.	Frenkel & Bourdin. (2009)	N=54 CA=12 (2.65) MA=5.01 (1.47)	N=54 CA=5.03 (1.48) MA=5.03 (1.48)	DS	Auditory word Span Task (Kaufman & Kaufman, 1993)	FHL	6.2
					Visual Pattern Task (Kaufman & Kaufman, 1993)	VSS	2.06
					Corsi Blocks Task (Kaufman & Kaufman, 1993)	VSS	-0.1
Allocation of attention and effect of practice on persons with and without mental retardation.	Kohei, Toshiaki. (2008)	N=16 CA=21 (3)	N=16 CA=23.8 (2.3)	NSE	Digit Span Task (Baddeley, Della Sala, Gray, Papagno, & Spinnler, 1997)	FHL	6.15
Prospective Memory, Working Memory, Retrospective Memory and Self-Rated Memory Performance in Persons with Intellectual Disability.	Leven, Lyxell, Andersson, Danielsson. (2008)	N=20 CA=35.4 (9.1)	N=18 CA= 39.1 (11.3)	NSE	Listening Span Task (Daneman & Carpenter, 1980)	CE	6.81
		N=22	N=17		Digit Span Task	FHL	8.58
		N=23	N=18		Picture Span Task	VSS	10.32
Verbal working memory in children with mild intellectual disabilities	Van der Molen., Van Luit, Jongmans, & Van der Molen. (2007)	N=50 CA=15.24 (1.02) MA=10.69 (0.69)	N=25 CA=10.96 (1.1) MA=11 (1.5)	NSE	Digit span	FHL	2.9
					Non-word task	FHL	1.85
					Dual-Task management Test (Baddeley et al., 2007)	CE	0.92
Verbal working memory in children with mild intellectual disabilities	Van der Molen., Van Luit, Jongmans, & Van der Molen. (2007)*	N=50 CA=15.24 (1.02) MA=10.69 (0.9)	N=25 CA=15.27 (0.77) MA=15 (1.5)	NSE	Digit span	FHL	5.21
					Non-word task	FHL	3.14
					Dual-Task management Test (Baddeley et al., 2007)	CE	1.02
Visual-spatial processing in children and adolescents with Down's syndrome: a computerized assessment of memory skills	Visu-Petra, Benga, & Miclea. (2007)	N=25 CA=14.5 (3.6) MA=5.9 (1.1)	N=25 CA=5.9 (1.1) MA=5.6 (1.2)	DS	SSP-Spatial Span Neuropsychological Test Automated Battery (Fray et al., 1996)	VSS	1.84
		N=17	N=17		SWM- Neuropsychological Test Automated Battery (Fray et al., 1996)	VSS	2.16
Implicit memory is independent from IQ and age but not from etiology: evidence	Vicari, Verucci, & Carlesimo. (2007)a*	N=26 CA=15.8	N=47 CA=6.6	WS	Visual-spatial Working Memory (Vicari &	VSS	6.3

from Down and Williams syndromes		MA=6.8		Carlesimo 2002; Vicari et al., 2003)			
Implicit memory is independent from IQ and age but not from etiology: evidence from Down and Williams syndromes	Vicari, Verucci, & Carlesimo. (2007)b*	N=26 CA=17.1 MA=6.4	N=47 CA=6.6	DS	Visual-spatial Working Memory (Vicari & Carlesimo 2002; Vicari et al., 2003)	VSS	2.19
Binding of visual and spatial short term memory in Williams syndrome and moderate learning disability	Jarrold, Phillips, & Baddeley. (2007)	N=16 CA=18.7 (7.6)	N=15 CA=6.8 (0.58)	WS	Visual and spatial (Iteme) working memory (Hitch, 1990)	VSS	-0.012
					Visual and spatial (Location) working memory (Hitch, 1990)	VSS	1.34
					Visual and spatial (Iteme & Location) working memory (Hitch, 1990)	VSS	2.92
Use of speaker intent and grammatical cues in fast mapping by adolescents with down syndrome.	McDuffie, Sindberg, & Chapman. (2007)	N=20 CA=15.79 (2.13)	N=19 CA=3.98 (0.75)	DS	Visual short term memory (SB-BA) (Tharndike, Hag en, & Sattler, 1986)	VSS	-0.94
					Digit Span (K-ABC) (Kaufman & Kaufman, 1983)	FHL	-0.17
					Non word repetition (NRT)- Dollaghan & Campbell, 1998)	FHL	1.67
Evidence from two genetic syndromes for the independence of spatial and visual working memory.	Vicari, at el., (2006)a	N=18 CA=15.1 (5.8) MA=5.1 (0.7)	N=18 CA=5.2 (0.8) MA=5.2 (0.7)	DS	Spatial and visual Span (Vicari & Carlesimo 2002)	VSS	2.21
Evidence from two genetic syndromes for the independence of spatial and visual working memory.	Vicari, et al., (2006)b	N=15 CA=19.8 (6.1) MA=6.11 (1.5)	N=15 CA=6.1 (0.1) MA=6.11 (0.8)	WS	Spatial and visual Span (Vicari & Carlesimo, 2002)	VSS	3.45
Exploring the correlates of impaired non-word repetition in Down syndrome.	Cairns & Jarrold. (2005)	N=18 CA=15.4 (2.46)	N=11 MA=5.83 (0.8)	DS	Digit recall Task (BPVS) (Dunn, Dunn,& Whetton, 1982)	FHL	4.23
Short-term memory and vocabulary development in children with Down syndrome and children with specific language impairment	Hick, Botting, & Conti-Ramsden. (2005)	N=12 CA=9.75 (1.06) MA=4.5 (0.49)	N=12 CA=3.8 (0.33) MA=4.3 (0.52)	DS	Digit Span-British Ability Scales (Elliot et al., 1978)	FHL	3.3
					Word Span (Joseph et al., 2002)	FHL	4.13
					Pettern span (Wilson, Scott, & Power, 1987)	VSS	2
Impaired verbal short-term memory in Dow syndrome reflects a capacity limitation rather than atypically rapid forgetting.	Purser & Jarrold. (2005)	N=12 CA=19.8 (4.8) MA=8.02 (1.72)	N=25 CA=5.7 (0.5) MA=6.45 (1.13)	DS	Verbal memory (Morrison, Chappell, & Ellis, 1997; Snodgrass and Vanderwart, 1980)	FHL	4.13
					Visuo-spatial memory (Snodgrass and Vanderwart,1980)	VSS	0.85

Sentence Comprehension in Adolescents With Down Syndrome and Typically Developing Children: Role of Sentence Voice, Visual Context, and Auditory-Verbal Short-Term Memory	Miolo, Chapman, & Sindberg. (2005)	N=19 CA=19.96 (2.05)	N=19 CA=4.21 (0.67)	DS	Visual short term memory (Tharndike, Hagen, & Sattler, 1986)	VSS	-0.75
					Auditory Verbal short term memory (Kaufman & Kaufman, 1983)	FHL	0.89
					Non word repetition (NRT) (Dollaghan & Campbell, 1998)	FHL	2.9
Serial order reconstruction in Down syndrome: evidence for a selective deficit in verbal short-term memory	Brock & Jarrold. (2005)	N=32 CA=17.6 (4.17)	N=36 CA=6.11 (1.3)	DS	Spatial task	VSS	1.34
					Digit span	FHL	6.94
Verbal short term memory in Down syndrome an articulatory loop deficit.	Vicari, Marotta, & Carlesimo. (2004)	N=29 CA=19.2 (5.4) MA=5.9 (0.8)	N=28 CA=6.2 (0.9) MA= 6.3 (0.8)	DS	Verbal word Span Test (Brizzolara et al., 1993)	FHL	6.83
		N=16	N=24		Verbal word Span Test (Brizzolara et al., 1993)	FHL	2.02
Language Influences on Verbal Short-Term Memory Performance in Down Syndrome.	Brock & Jarrold. (2004)	N=21 CA=18.47 (3.91) MA=7.73 (1.04) IQ=43.1	N=29 CA=5.67 (0.58) MA=6.7 (1.23)	DS	Digit span	FHL	4.72
					Word order memory	FHL	3.68
					Non word order memory	FHL	2.87
					Word item memory	FHL	4.8
					Non word item memory	FHL	5.88
Verbal and Visuospatial Working Memory Deficits in Children With Down Syndrome.	Lanfranchi, Cornoldi, & Vianello. (2004)a	N=18 CA=11.75 (3) MA=5.42 (0.83)	N=18 CA=5.17 (0.6) MA=5.17 (0.58)	DS	Forwards word recall	FHL	2.43
					Backwards word recall	CE	2.76
					Selective word recall	CE	4.1
					Dual request word recall	CE	6.94
Verbal and Visuospatial Working Memory Deficits in Children With Down Syndrome.	Lanfranchi, Cornoldi, & Vianello. (2004)b	CA=22 CA=14.5 (2.75) MA=4.5 (0.58)	CA=22 CA=5 (0.58) MA=4.5	DS	Memory for positions	VSS	-0.45
					Pathway forward	VSS	-0.37
					pathway backwards	CE	0.85

					Starting position selection	CE	2.27
					Dual request Selective task	CE	2.74
Speech timing and verbal short-term memory: Evidence for contrasting deficits in Down syndrome and Williams syndrome.	Jarrold, Cowan, Hewes, & Riby. (2004)	N=15 CA=15.5 (7.38) MA=8.7 (3.82)	N=16 CA=8.37 (0.2) MA=8.31 (1.63)	WS	Verbal short-term memory (Carrol, Davies, & Richman, 1971)	FHL	2.57
Phonological and visuo-spatial working memory in individuals with intellectual disability	Rosenquist, Conners, & Roskos-Ewoldsen. (2003)	N=19 CA=14.62 (0.35) MA=8.8 (0.2) IQ=63.37 (1.69)	N=23 CA=7.96 (0.8) MA=8.21 (0.16)	NSE	Verbal memory Span: Woodcock Johnson Tests of Cognitive Ability (Woodcock & Johnson, 1989).	FHL	3.29
					Verbal memory Span: Woodcock Johnson Tests of Cognitive Ability (Woodcock & Johnson, 1989).	FHL	1.98
					Visual memory Span (Wilson, Scott, and Power, 1987).	VSS	-3.62
The Neuropsychology of Down Syndrome: Evidence for Hippocampal Dysfunction.	Pennington, Moon, Edgin, Stedron, & Nadel,. (2003)	N=28 CA=14.68 (2.72)	N=28 CA=4.92 (0.75)	DS	Recall of Digits sub Test from the DAS (Differential Abilities Scale) (Elliott, 1990).	FHL	3.74
					CANTAB-Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery (Petrides & Milner, 1982)	VSS	0.75
					The Counting Span Task (Case, Kurland, & Goldberg, 1982)	CE	0.57
Visual and spatial working memory dissociation: evidence from Williams syndrome.	Vicari, Bellucci, & Carlesimo. (2003)	N=13 CA=5.3-10.4 MA=7.1 (1.5)	N=26 MA=7.2 (1.4)	WS	Visual and spatial working memory (Hitch, 1990)	VSS	0
					Visual and spatial working memory (Hitch, 1990)	VSS	3.63
Implicit Learning in Children and Adults With Williams Syndrome.	Don, Schellenberg, Reber, DiGirolamo, & Wang. (2003)	N=27 CA= (4-49) 23.7 (13.6)	N=26 CA=(9-50) 23.7 (13.4)	WS	The Number Recall subTest - Kaufman Assessment Battery for Children- K-ABC(Kaufman & Kaufman, 1983)	FHL	5.41
					Counting Span Test (Case, Kurland, & Goldberg, 1982)	CE	8.16
Working memory deficits in individuals with and without mental retardation.	Lanfranchi, et al., (2002)	N=30 CA=11.11 (3.08)	N= 30 CA=5.2 (0.5)	Mix MR	Recall of word forward	FHL	1.8
					Recall of word backward	CE	2.4
					Selective word recall	CE	4.8
					Dual selective word (Baddely, 1996)	CE	6.6
					Visuo-spatial WM- dual task	CE	3.6

Structure and coherence of reasoning ability in Down syndrome adults and Typically developing children.	Natsopoulos, Christou, Koutselini, Raftopoulos, & Karefillidou. (2002)	N=15 CA=30.5 (7)	N=16 CA=5.25 (0.27)	DS	Sentence short term memory (WPPSI-RUK) (Wechsler, 1990)	FHL	2.52
Working memory in children and adolescents with Down syndrome: Evidence from a colour memory experiment	Laws, (2002)	N=16 CA=11.08 (3.05)	N=16 CA=4.06 (1.01)	DS	Digit Span- McCarthy Scales of Children's Ability (McCarthy, 1972).	FHL	4.2
					Corsi blocks Test (Milner, 1971)	VSS	-4.5
Word-length effect in verbal short-term memory in individuals with Down's syndrome.	Kanno & Ikeda, (2002)	N=28 CA=16.1 (1.64) MA=5.42 (0.5)	N=10 CA=6.02 (0.98)	DS	Serial recall Task (NLRI 1981)	FHL	5.4
Working memory performance in children with and without intellectual disabilities	Henry & MacLea, (2002)	N=53 CA=11.92 (5.5) IQ=57.2 (11.7)	N=41 CA=7.92 (5.5) IQ=101 (12.3)	NSE	Digit Span: Test of Memory and Learning (Reynolds & Bigler, 1994)	FHL	-0.58
					Word Span (British Ability Scales-II)	FHL	4.53
					Pattern Span: Test of Memory and Learning (Reynolds & Bigler, 1994)	VSS	-4.22
					Spatial Span (British Ability Scales-II)	VSS	-4.09
					Listening Span (British Ability Scales-II)	CE	-2.45
					Odd-one-out Span (British Ability Scales-II)	CE	-1.5
					Reverse digits: Test of Memory and Learning (Reynolds & Bigler, 1994).	CE	-2.86
Working memory performance in children with and without intellectual disabilities	Henry & MacLea, (2002)*	N=53 CA=11.92 (5.5) IQ=57.2 (11.7)	41	NSE	Digit Span: Test of Memory and Learning (Reynolds & Bigler, 1994)	FHL	7.16
					Word Span (British Ability Scales-II)	FHL	7.5
					Pattern Span: Test of Memory and Learning (Reynolds & Bigler, 1994)	VSS	4.17
					Spatial Span (British Ability Scales-II)	VSS	6.02
					Listening Span (British Ability Scales-II)	CE	7.59
					Odd-one-out Span (British Ability Scales-II)	CE	4.17
					Reverse digits: Test of Memory and Learning (Reynolds & Bigler, 1994).	CE	5.88
Verbal short-term memory in Down syndrome: A problem of memory, audition, or speech	Jarrold, Baddeley, & Phillips. (2002)	N=19 CA=14.28 (8.17)	N=19 CA=5.09 (0.56)	DS	Digit Span - British Picture Vocabulary Scale (Dunn, Dunn, Whetton, & Pintilie, 1982).	FHL	6.03

					Digit Span - British Picture Vocabulary Scale (Dunn, Dunn, Whetton, & Pintilie, 1982).	FHL	4.42
					Corsi blocks Test (Milner, 1971)	VSS	-0.73
					Corsi blocks Test (Milner, 1971)	VSS	2.77
Do adults with mental retardation show pictorial superiority effects in recall and recognition	Cherry, Applegate, & Celinda. (2002)	N=16 CA=44.6 (7.3)	N=24 CA=28 (3)	NSE	Forward Digit Span (Wechsler, 1955)	FHL	7.95
					Backward Digit Span (Wechsler, 1955).	CE	7.92
Working memory, intelligence and knowledge base in adult persons with intellectual disability	Numminen, Service, & Ruoppila. (2002)	N=24 CA=49.88 (3.76)	N=24 CA=5.5 (1.73)	NSE	Digit Span backwards Task (Wechsler, 1981)	CE	0.59
	Numminen, Service, & Ruoppila. (2002)				Non word Span Task (Service, 1998)	FHL	2.86
	Numminen, Service, & Ruoppila. (2002)				Forwards Digit Span (Wechsler, 1981)	FHL	0.001
	Numminen, Service, & Ruoppila. (2002)				Corci Blocks Task (Milner, 1971)	VSS	2.21
How does the severity of a learning disability affect working memory performance?	Henry (2001)a*	N=21 CA=11.11 (5) MA=7.9 (0.5) IQ=60.5	N=25 CA=11.11(4) MA=13 (1.25) IQ=104.5	NSE	Digit Span -Test of Learning and Memory (Reynolds & Bigler,1994)	FHL	5.2
					Word Span -Test of Learning and Memory (Reynolds & Bigler,1994)	FHL	5.64
					Pattern Span (Reynolds & Bigler,1994)	VSS	4.76
					Spatial Span (BAS II; Elliott, 1996)	VSS	5.44
					Listening Span (BAS II; Elliott, 1996)	CE	5.2
					Odd one out Span (BAS II; Elliott, 1996)	CE	6.72
					Reverse digit (Reynolds & Bigler, 1994)	CE	4.8
How does the severity of a learning disability affect working memory performance?	Henry (2001)b*	N=22 CA=11.11 (7) MA=6.4 (0.5) IQ=45.8	N=25 CA=11.11 (4) MA=13 (1.25) IQ=104.5	NSE	Digit Span -Test of Learning and Memory (Reynolds & Bigler,1994)	FHL	6.45
					Word Span -Test of Learning and Memory (Reynolds & Bigler,1994)	FHL	6.35
					Pattern Span (Reynolds & Bigler,1994)	VSS	6.65
					Spatial Span (BAS II; Elliott, 1996)	VSS	7.13
					Listening Span (BAS II; Elliott, 1996)	CE	11.93
					Odd one out Span (BAS II; Elliott, 1996)	CE	9.06

					Reverse digit (Reynolds & Bigler, 1994)	CE	6.02
Nature of the working memory deficit in Fragile-X syndrome.	Munir, Cornish,& Wilding. (2000)	N=25 CA=11.7 (2.49) MA=6.09 (1.51)	N=25 CA=7.58 (1.58) MA=6.96 (1.38)	DS	Children's Nonword Repetition Task (Gathercole & Baddeley, 1996).	FHL	3.79
					Forward Digit Span (WISC-III-R)	FHL	5.29
					Spatial Memory Task (Kaufman Assessment Battery for Children -K-ABC).	VSS	4.68
					Backward Digit Span (WISC-III-R)	CE	4.98
Nature of the working memory deficit in Fragile-X syndrome.	Munir, Cornish,& Wilding. (2000)*	N=25 CA=11.7 (2.49) MA=6.09 (1.51)	N=25 CA=11.09 (2.15) MA=10.2 (1.13)	DS	Children's Nonword Repetition Task (Gathercole & Baddeley, 1996).	FHL	4.42
					Forward Digit Span (WISC-III-R)	FHL	7.08
					Spatial Memory Task (Kaufman Assessment Battery for Children -K-ABC).	VSS	6.84
					Backward Digit Span (WISC-III-R)	CE	6.96
Verbal short-term memory deficits in Down Syndrome: A consequence of problems in rehearsal?	Jarrold, Baddeley, & Hewes. (2000)	N=14 CA=13.8 (2.88) MA=4.6 (1.08)	N=14 CA=4.6 (0.7) MA=4.6 (1.07)	DS	Verbal memory Span (Sort words) (Carrol, Davies, and Richman , 1971)	FHL	1.55
Effects of verbal elaborations on memory for sentences in adults with mental retardation	Cherry, Njardvik, & Dawso. (2000)	N=24 CA=40.7 (8.4) IQ=47 (11.7)	N=24 CA=34.4 (10.6)	NSE	Forward Digit Span (Wechsler, 1955)	FHL	8.7
					Backward Digit Span Tests (Wechsler, 1955)	CE	8.61
Digit Spans in individuals with Down syndrome and typically developing children: temporal aspects.	Seung & Chapman. (2000)	N=35 CA=16.39 (4.48)	N=35 CA=4.48 (1.23)	DS	Digit Span – Illinois Test of Psycholinguistic Abilities sub Test (Kirk and Kirk, 1968)	FHL	4.01
Implicit and explicit memory: functional dissociation in person white Down Syndrome.	Vicari, Bellucci, & Carlesimo. (2000)	N=14 CA=21 (2.42) MA=6.5 (0.76)	N=20 CA=5.09 (0.6) MA=6.3 (0.82)	DS	Corsi Cube Test (Milner, 1971)	VSS	5.75
Genetically dissociated components of working memory: Evidence from Down's and Williams syndrome	Jarrold, Baddeley, & Hewes. (1999)	N=16 CA=17.4 (7.16)	N=16 CA=5.2 (0.19)	WS	Digit Span (Wilson, Scott, & Power, 1987)	FHL	-2
					Corsi blocks Test (Milner, 1971).	VSS	-0.08
					Pattern recall (Wilson, Scott, & Power, 1987)	VSS	-0.24

Short-term memory in children with Williams syndrome: A reduced contribution of lexical-semantic knowledge to word Span	Vicari, Carlesimo, Brizzolara, & Pezzini. (1996)	N=12 CA=9.11 (2.9) MA=5.6 (0.96)	N=12 CA=5.2 (0.91)	WS	Sort term memory (Thorndike. Hagen, & Sattler, 1996)	FHL	0.62
Memory abilities in children with Williams syndrome.	Vicari, Brizzolara, Carlesimo, Pezzini & Volterra. (1996)	N=16 CA=10.12 (2.75) IQ=52.2 (13.2)	N=16 CA=5.38 (1.09) IQ=90.3 (16.2)	WS	Digit forward Span Test (Wechsler, 1945)	FHL	0.3
					Block Tapping (Milner, 1971)	VSS	3.06
Investigating the literacy, language and memory skills of children with Down syndrome.	Byren, Buckley, MacDonald, & Bird. (1995)	N=22 CA=8.2 (1.65)	N=29 CA=7.1 (1.55)	DS	Visual recall test	VSS	3.88
		N=23	N=29		Digit test	FHL	4.8
Short-term memory in persons with intellectual disabilities and down's Syndrome.	Vicari, Carlesimo, & Caltagirone. (1995)	N=15 CA=16.6 (2.9) MA=5.3 (1.2) IQ=36 (8.4)	N=24 CA=5.7 (11.2) MA=5.5 (1.8) IQ=101 (7.4)	DS	Digit span-b	CE	2.55

נספח 3: רשימת המאמרים המשתתפים במטה-אנליזה זיכרון מרומז (Implicit memory) באוכלוסיה בעלת מוגבלות שכלית

1. Bussy, G., Charrin, E., Brun, A., Curie, A., & Des Portes, V. (2011). Implicit procedural learning in fragile X and Down syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research*, 55(5), 521-528.
2. Don, A. G., Schellenberg, E. G., Reber, A. S., DiGirolamo, K. M., & Wang, P. P. (2003). Implicit learning in children and adults with Williams Syndrome. *Developmental neuropsychology*, 23, 201-225.
3. Fletcher, J., Maybery, M. T., & Bennett, S. (2000). Implicit learning differences: A question of developmental level? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 26(1), 246-252.
4. Hao, X., Tong, L. (2005). Comparative Study of Implicit and Explicit Memory between Mentally Retarded Students and Normal Students. *Psychological Science (China)*, 28(5), 1060-1062.
5. Inagaki, M., Gunji, A., Kokubo, N., & Kaga, M. (1996). Implicit memory functions in children with developmental disorders. *Neuropediatrics*, 37(1), TP98.
6. Johns, A., Homewood, J., Stevenson, R., & Taylor, A. (2012). Implicit and explicit olfactory memory in people with and without Down syndrome. *Research in developmental disabilities*, 33(2), 583-593.
7. Komatsu, S. I., Naito, M., & Fuke, T. (1996). Age-related and intelligence-related differences in implicit memory: Effects of generation on a word-fragment completion test. *Journal of Experimental Child Psychology*, 62, 151-172.
8. Mattson, S. M., & Riley, E. P. (1999). Implicit and explicit memory functioning in children with heavy prenatal alcohol exposure, *Journal of the International Neuropsychological Society*, 5, 462-471.
9. Lining, S., & Ying, Z. (2006). The difference between explicit and implicit memory of mental retarded children and normal children. *Psychological science- shanghai*, 29(2), 473.
10. Perrig, P., & Perrig W. J. (1995). Implicit and explicit memory in mentally retarded, learning disabled and normal children, *Swiss Journal of Psychology*, 54(2), 77-86.
11. Takegata, R., & Furutuka, T. (1993). Perceptual priming effect in mentally retarded persons: Implicit and explicit remembering. *Japanese Journal of Educational Psychology*, 41, 176-182.
12. Vakil, E., Shelef-Reshef, E., & Levy-Shiff, R. (1997). Procedural and declarative memory processes: Individuals with and without mental retardation. *American Journal on Mental Retardation*, 102, 147-160.
13. Vicari, S., Bellucci, S., & Carlesimo, G. A. (2000). Implicit and explicit memory: Functional dissociation in person white Down syndrome, *Neuropsychologia*, 38, 240-251.
14. Vicari, S., Bellucci, S., & Carlesimo, G. A. (2001). Procedural learning deficit in children with Williams syndrome, *Neuropsychologia*, 39, 665-677.
15. Vicari, S., Verucci, L., & Carlesimo, G. A. (2007). Implicit memory is independent from IQ and age but not from etiology: evidence from Down and Williams syndromes. *Journal of Intellectual Disability Research*, 51(12), 932-941.
16. Vinter, A., & Detable, C. (2003). Implicit learning in children and adolescents with mental retardation, *American Journal on mental retardation*, 108(2), 94-107.

17. Vinter, A., & Detable, C. (2008). Implicit and explicit motor learning in children with and without Down's syndrome. *British Journal of Developmental Psychology*, 26(4), 507-523.
18. Wyatt, B. S., & Conners, F. A. (1998). Implicit and explicit memory in individuals with mental retardation, *American Journal on mental retardation*, 102(5), 511-526.

נספח 4: ארגון הנתונים - מחקרי זיכרון מרומז

Article name	Author	N ID	N TD	Etiology	Test	MEMORY	T test
Implicit and explicit olfactory memory in people with and without Down syndrome.	Johns, Homewood, Stevenson, & Taylor. (2012)	N=15 CA=8-21 IQ=55.93	N=16	DS	The 'Where's Wally?' odour task (WWOT)	priming	1.66
Implicit procedural learning in fragile X and Down syndrome	Bussy, Charrin, Brun, Curie & des Portes. (2011)	N=12 CA=24.6 (7.95) MA=7 (1.07)	N=12 CA=5.92 (0.66) MA=5.82	DS	Serial Reaction Time (SRT) task (Nissen and Bullemer, 1987)	Procedural learning	0.8
Implicit and explicit motor learning in children with and without Down's syndrome	Vinter & Detable. (2008)	N=14 CA=11.56 (2.6) (7.9-13.7) Ma=5.7 (1.9) IQ=53.9 N=14 CA=11.16 (2.01) (8.1-13.6) IQ=53.9	N=14 CA=6 (1.1) (4.10-7.5) Ma=6.0 (0.9) N=14 CA=5.10 (1.2) (4.8-7.4)	DS	Start rotation principle (Van Sommers (1984)	Procedural learning	1
Implicit memory is independent from IQ and age but not from etiology: evidence from Down and Williams syndromes.	Vicari, Verucci1, & Carlesimo. (2007)a*	N=32 CA=15.8 (7.7-29) MA=6.8 (4.9-10.3)	N=47 CA= 6.6 (5-10.5)	WS	Serial Reaction Time (SRT) task (Nissen and Bullemer, 1987)	Procedural learning	5.3
Implicit memory is independent from IQ and age but not from etiology: evidence from Down and Williams syndromes.	Vicari, Verucci1, & Carlesimo. (2007)b*	N=26 CA=17.1 (11.5-29.5) MA=6.4 (5.6-8.0)	N=47 CA= 6.6 (5-10.5)	DS	Serial Reaction Time (SRT) task (Nissen and Bullemer's 1987)	Procedural learning	0.47
Implicit memory functions in children with developmental disorders.	Inagaki, Gunji, Kokubo, & Kaga. (2006)	N=7 CA=6-14	N=14	NSE	Picture fragment Completion Task (Snodgrass, 1980).	Priming	4.47
The Difference between Explicit and Implicit Memory of Mental Retarded	Lining & Ying. (2006)	N= 38 CA=15	N=47 CA=11	NSE	Process dissociation procedure (PDP) (Jacoby,	Procedural learning	0.64

Children and Normal Children					1991)		
A Comparative Study of Implicit and Explicit Memory between Mentally Retarded Students and Normal Students.	Hao & Tong. (2005)	N=32 CA=13.9 (1.49) CA=19.3 (1.49)	N=32 CA=13.6 (0.48) CA=19.1 (0.83)	NSE	Process dissociation procedure (PDP) (Jacoby, 1991)	Procedural learning	0.65
Implicit Learning in Children and Adults With Williams Syndrome.	Don, Schellenberg, Reber, DiGirolamo & Wang. (2003)	N=27 CA=23.7 (13.6) (9-49)	N=26 CA=23.7 (13.4) (9-50)	WS	Visuo motor rotor pursuit (RP) task	Procedural learning	3.82
					Artificial grammar learning (AGL) task	Procedural learning	1
Implicit learning in children and adolescents with mental retardation.	Vinter & Detable. (2003)	N=11 CA=7.67 (0.95) MA=4.58 IQ=50-69	N0= 12 CA=4.83 (0.15) MA=4.75	NSE+DS	Tracing task (Vinter & Detable, 2003)	Procedural learning.	2.27
Procedural learning deficit in children with Williams syndrome.	Vicari, Bellucci, & Carlesimo. (2001)	N=12 CA=14.7 (2.8) MA=6.5 (0.8) (11-19)	N=12 CA=6 (0.76) MA=6.7 (0.8)	WS	Tower of London (Krikorain, Bartok, & Gay, 1994)	Procedural learning	2.32
					Serial reaction time task (Nissen and Bullemer, 1987)	Procedural learning	2.62
					Fragmented pictures test	Priming	0.8
					Word stem completion	Priming	0.45
Implicit and explicit memory: functional dissociation in person white Down Syndrome.	Vicari, Bellucci, & Carlesimo. (2000)	N=14 CA=21 (2.42) MA=6.5 (0.76)	N=20 CA=5.09 (0.6) MA=6.3 (0.82)	DS	Tower of London (Krikorain, Bartok, & Gay, 1994)	Procedural learning	0.32
					Serial Reaction Time Test	Procedural learning	0.81
					Fragmented Pictures Test	Priming	1.76
					Stem completion	Priming	0.79

Implicit Learning Differences: A Question of Developmental Level?	Fletcher, Maybery, & Bennett. (2000)*	N=20 CA=9.21 (12.9) MA=5.81 (14.8) IQ=59.6 (14.6)	N=20 CA=9.66 (8.2) MA=12.38 (22.4) IQ= 120.3 (11.8)	NSE	Implicit learning test for location (Maybery et al., 1995)	Procedural learning	3.20
Implicit Learning Differences: A Question of Developmental Level?	Fletcher, Maybery, & Bennett. (2000)*	N=20 CA=9.21 (12.9) MA=5.81 (14.8) IQ=59.6 (14.6)	N=19 CA=6.25 (7.2) MA=6.31 (14.3) IQ=100.8 (9.6)	NSE	Implicit learning test for location (Maybery et al., 1995)	Procedural learning	-0.36
Implicit and explicit memory functioning in children with heavy prenatal alcohol exposure.	Mattson & Riley. (1999)	N=11 CA=12.9 (9.3-16.0) IQ= 42.6 (3.4) (40-50)	N=21 CA= 12.1 (8.5-18.0) IQ=112.6 (12.8) (92-141)	DS	Word stems completed (Salmon at el. 1988)	Priming	3.74
Implicit and explicit memory in individuals with mental retardation.	Wyatt & Conners. (1998) ^a	N=20 CA=7.1 (0.6) IQ=57.4 (6.6)	N=20 CA=7.4 (0.8)	NSE	Picture fragment Completion Task (Snodgrass, 1990; Snodgrass & Corwin, 1988; Snodgrass at el. 1987)	Priming	1.60
Implicit and explicit memory in individuals with mental retardation.	Wyatt & Conners. (1998) ^b	N=20 CA= 11.7 (0.7) IQ=64.6 (5.7)	N=20 CA=11.7 (0.6)	MSE	Picture fragment Completion Task (Snodgrass, 1990; Snodgrass & Corwin, 1988; Snodgrass at el. 1987)	Priming	0.47
Implicit and explicit memory in individuals with mental retardation. Wyatt, B.S., & Conners, F.A. (1998).	Wyatt & Conners. (1998) ^c	N=20 CA =16.2 (0.8) IQ=65.7 (6.2)	N=20 CA= 15.9 (0.9)	NSE	Picture fragment Completion Task (Snodgrass, 1990; Snodgrass & Corwin, 1988; Snodgrass at el. 1987)	Priming	-0.20
Procedural and declarative memory processes: Individuals with and without mental retardation.	Vakil, Shelef-Reshef, & Levy-Shiff.(1997)	N =26 CA=18.57 (16-21)	N= 27 CA= 10.7 (9-12)	NSE	Porteus Mazes (Porteus, 1950)	Procedural learning	0.97

IQ=60.23							
					Tower of Hanoi (TOH) (Cohen and Squire, 1980)	Procedural learning	0.88
Age-Related and Intelligence- Related Differences in Implicit Memory: Effects of Generation on a Word-Fragment Completion Test.	Komatsu, Naito, & Fuke. (1996)	N= 21 CA=18.1 MA=10.01	N=27 CA=20.08	NSE	Word-fragment completion task (Naito 1990; Ohkubo 1985)	Priming	3.02
Implicit and explicit memory in mentally retarded, learning disabled and normal children.	Perrig & Perrig. (1995)	N=19 CA= 12.4 MA=6.9	N= 11 CA=6.0 MA=6.2	NSE	Picture fragment test (Snodgrass & Vanderwart, 1980)	Priming	0.66
<i>Perceptual priming effect in mentally retarded persons: implicit and explicit remembering.</i>	Takegata & Furutuka. (1993)	N=10 CA=20.5 (3.7) 17-23	N=10 CA=22.5 (1.20) (25.4-21.2)	NSE	Picture fragment test (Snodgrass & Vanderwart, 1980)	Priming	1.87

נספח 5 : חישוב גודל אפקט d ו g לכלל הניסויים המופיעים במחקרים השונים

Authors	Test	ID	TD	T Test	d	g
Lanfranchi et al. (2012)	Selective pathways task	45	45	-0.17	-0.04	-0.04
	Selective word recall task	45	45	2.08	0.44	0.43
	Verbal dual task	45	45	3.25	0.69	0.68
	Verbal/visuo spatial task	45	45	4.24	0.89	0.89
	Visuo spatial dual task	45	45	3.10	0.65	0.65
	Visuo spatial/verbal task	45	45	1.92	0.40	0.40
Danielsson et al. (2012)	Odd one out span	22	22	3.90	1.18	1.15
	Listening Span	22	22	1.88	0.57	0.56
Schuchardt et al. (2011)	Non-word repetition task- Four-syllable distorted	22	22	3.24	0.98	0.96
	Non-word repetition task- Four-syllable undistorted	22	22	4.50	1.36	1.33
	Non-word repetition task- Three-syllable distorted	22	22	3.57	1.08	1.06
	Non-word repetition task- Three-syllable undistorted	22	22	2.24	0.68	0.66
	Non-word repetition task- Two-syllable distorted	22	22	0.68	0.21	0.20
	Non-word repetition task- Two-syllable undistorted	22	22	2.16	0.65	0.64
	Word span (One-syllable dissimilar)	22	22	-0.41	-0.12	-0.12
	Word span (One-syllable similar)	22	22	0.07	0.02	0.02
	Word span (Three-syllable dissimilar)	22	22	1.25	0.38	0.37
Nash & Heath. (2011)	Listening recall	13	13	4.42	1.73	1.68
Levorato et al. (2011)	Word Span – Forward	38	23	6.6	1.74	1.72
	Word Span-b	38	23	1.6	0.42	0.42
Van der Molen et al. (2010)	Odd one out span	39	26	0.73	0.18	0.18
	Corsi block Tasks	39	26	2.91	0.74	0.73
	Digit span	39	26	0.8	0.20	0.20
	Digit span- b	39	26	2.28	0.58	0.57
	Listening span	39	26	2.82	0.71	0.71
	Non-word repetition task	39	26	2.82	0.71	0.71
	Pattern span	39	26	-0.64	-0.16	-0.16
Carretti & Lanfranchi. (2010)	Spatial WM	20	20	5.04	1.59	1.56
Menghini et al. (2010)	Corsi-b	15	15	4.61	1.68	1.64
	Corsi-f	15	15	5.82	2.13	2.07
	Digit span-b	15	15	3.85	1.41	1.37
	Digit span-f	15	15	2.05	0.75	0.73
Mosse & Jarrold. (2010)	Corsi-f	17	24	1.08	0.34	0.34
	Verbal task	17	24	3.21	1.02	1.00
Lanfranchi et al. (2010)	Verbal dual task	15	15	2.82	1.03	1.00
	Visuo spatial dual task	15	15	2.62	0.96	0.93
Carretti et al. (2010)	Dual task	28	28	2.20	0.59	0.58
	Selective Word span	28	28	1.55	0.41	0.41
	Word span-b	28	28	1.26	0.34	0.33
	Word span-f	28	28	0.42	0.11	0.11
Schuchardt et al. (2010)	Backward Digit	22	25	0.50	0.15	0.14
	Corsi block Tasks	22	25	0.50	0.15	0.14
	Corsi block Tasks-complex	22	25	1.65	0.48	0.47
	Counting span task	22	25	0.33	0.10	0.09
	Digit span	22	25	2.15	0.63	0.62
	Location span task	22	25	-0.63	-0.18	-0.18
	Non word span	22	25	0.40	0.12	0.11
	Non-word repetition task	22	25	3.7	1.08	1.06
	Odd one out span	35	32	1.19	0.29	0.29
Henry & Winfield . (2010)	Digit span	35	32	3.85	0.94	0.93
	Listening span	35	32	0.59	0.14	0.14
	Pattern span	35	32	-0.92	-0.23	-0.22
	Picture span	35	32	2.92	0.71	0.71
	Spatial span	35	32	0.08	0.02	0.02
	Word span	35	32	2.46	0.60	0.59
	Dual task	46	92	2.32	0.42	0.42
Denielsson et al. (2010)	Word recall	46	92	1.30	0.23	0.23
Henry. (2010)	Memory for stories	39	25	0.53	0.14	0.13

Abdelhameed et al. (2010)	Digit Span Task	26	26	9.68	2.68	2.64
	Non-word repetition task- one-syllable non words	26	26	3.25	0.90	0.89
	Non-word repetition task- Two-syllable non words	26	26	5.90	1.64	1.61
Van der Molen et al. (2009)	Odd one out span	49	29	0.45	0.11	0.10
	Corsi block Tasks	49	29	2.86	0.67	0.66
	Digit span	49	29	1.43	0.34	0.33
	Digit span- b	49	29	2.91	0.68	0.68
	Listening span	49	29	2.85	0.67	0.66
	Non-word repetition task	49	29	2.52	0.59	0.58
	Pettern span	49	29	-0.94	-0.22	-0.22
Lanfranchi et al. (2009)	Spatial WM	34	34	2.48	0.60	0.59
Jarrold et al. (2009)	Item + order recognition	21	61	4.48	1.13	1.12
	Serial recall	21	61	7.00	1.77	1.75
Frenkel & Bourdin. (2009)	Auditory Word span	54	54	6.20	1.19	1.18
	Corsi block Tasks	54	54	-0.10	-0.02	-0.02
	Pattern span	54	54	2.06	0.40	0.39
Kohei & Toshiaki. (2008)	Digit span	16	16	6.15	2.17	2.12
Leven et al. (2008)	Digit Span Task	22	17	8.58	2.77	2.71
	Listening Span Task	20	18	6.81	2.21	2.17
	Picture Span Task	23	18	10.32	3.25	3.18
Van der Molen et al. (2007)	Digit span	50	25	2.90	0.71	0.70
	Dual task	50	25	0.92	0.23	0.22
	Non-word task	50	25	1.85	0.45	0.45
Visu-Petra et al. (2007)	Spatial span-ssp	25	25	1.84	0.52	0.51
	SWM	17	17	2.16	0.74	0.72
Vicari et al. (2007)a*	Visual spatial WM	26	47	6.30	1.54	1.52
Vicari et al. (2007)b*	Visual spatial WM	26	47	2.19	0.54	0.53
Jarrold et al. (2007)	Visual spatial WM (item in location)	16	15	2.92	1.05	1.02
	Visual spatial WM (item)	16	15	-0.01	0.00	0.00
	Visual spatial WM (location)	16	15	1.34	0.48	0.47
McDuffie et al. (2007)	Auditory verbal STM	20	19	-0.17	-0.05	-0.05
	Non-word repetition task	20	19	1.67	0.54	0.52
	Visual STM	20	19	-0.94	-0.30	-0.29
Vicari et al. (2006)a	Visual spatial WM	18	18	2.21	0.74	0.72
Vicari et al. (2006)b	Visual spatial WM	15	15	3.45	1.26	1.23
Cairns & Jarrold. (2005)	Digit span	18	11	4.23	1.62	1.57
Hick et al. (2005)	Digit span	12	12	3.30	1.35	1.30
	Pattern span	12	12	2.00	0.82	0.79
	Word span	12	12	4.13	1.69	1.63
Purser & Jarrold. (2005)	Verbal memory	12	25	4.13	1.45	1.42
	Visuo-spatial memory	12	25	0.85	0.30	0.29
Miolo et al. (2005)	Auditory verbal STM	19	19	0.89	0.29	0.28
	Non-word repetition task	19	19	2.90	0.94	0.92
	Visual STM	19	19	-0.75	-0.24	-0.24
Brock & Jarrold. (2005)	Digit span	32	36	6.94	1.69	1.67
	Spatial task	32	36	1.34	0.33	0.32
Vicari et al. (2004)	Verbal word memory	29	28	6.83	1.81	1.78
	Verbal word memory word span	16	24	2.02	0.65	0.64
Brock & Jarrold. (2004)	Digit span	21	29	4.72	1.35	1.33
	Non word item memory	21	29	5.88	1.68	1.66
	Non word order memory	21	29	2.87	0.82	0.81
	Word item memory	21	29	4.80	1.38	1.35
	Word order memory	21	29	3.68	1.05	1.04
Lanfranchi et al. (2004)a	Backwards word recall	18	18	2.76	0.92	0.90
	Dual request word recall	18	18	6.94	2.31	2.26
	Forwards word recall	18	18	2.43	0.81	0.79
	Selective word recall	18	18	4.10	1.37	1.34
Lanfranchi et al. (2004)b	Dual request Selective task	22	22	2.74	0.83	0.81
	Memory for positions	22	22	-0.45	-0.14	-0.13
	Pathway backwards	22	22	0.85	0.26	0.25
	Pathway forward	22	22	-0.37	-0.11	-0.11
	Starting position selection	22	22	2.27	0.68	0.67
Jarrold et al. (2004)	Verbal STM	15	16	2.57	0.92	0.90
Rosenquist et al. (2003)	Verbal memory span similarity task	19	23	1.98	0.61	0.60

	Verbal STM memory word length	19	23	3.29	1.02	1.00
	Visual memory	19	23	-3.62	-1.12	-1.10
	CANT-AB	28	28	0.75	0.20	0.20
	Counting span task	28	28	0.57	0.15	0.15
	Recall of Digits	28	28	3.74	1.00	0.99
Vicari et al. (2003)	Spatial working memory	13	26	3.63	1.23	1.21
	Visual working memory	13	26	0.00	0.00	0.00
Don et al. (2003)	Counting span task	27	26	8.16	2.24	2.21
	Number recall	27	26	5.41	1.49	1.46
Lanfranchi et al.(2002)	Dual Selective word	30	30	6.60	1.70	1.68
	Recall of word backward	30	30	2.40	0.62	0.61
	Recall of word forward	30	30	1.80	0.46	0.46
	Selective word recall	30	30	4.80	1.24	1.22
	Visuo-spatial WM- dual task	30	30	3.6	0.93	0.92
Natsopoulos et al.(2002)	Sentence STM	15	16	2.52	0.91	0.88
Laws. (2002)	Corsi span	16	16	-4.50	-1.59	-1.55
	Digit span	16	16	4.20	1.48	1.45
Kanno & Ikeda (2002)	Serial recall	28	10	5.40	1.99	1.95
Henry & MacLea. (2002)	Digit span	53	41	-0.58	-0.12	-0.12
	Listening span	53	41	-2.45	-0.51	-0.51
	Odd one out span	53	41	-1.50	-0.31	-0.31
	Pettern span	53	41	-4.22	-0.88	-0.87
	Revers Digits	53	41	-2.86	-0.59	-0.59
	Spatial span	53	41	-4.09	-0.85	-0.84
	Word span	53	41	4.53	0.94	0.93
Jarrold et al. (2002)	Corsi blocks test	19	19	-0.73	-0.24	-0.23
	Corsi blocks test recognition	19	19	2.77	0.90	0.88
	Digit span recall	19	19	6.03	1.96	1.92
	Digit span recognition	19	19	4.42	1.43	1.40
Cherry et al. (2002)	Digit span-b	16	24	7.92	2.56	2.51
	Digit span-f	16	24	7.95	2.57	2.51
Numminen et al. (2002)	Corsi blocks test	24	24	2.21	0.64	0.63
	Digit span-b	24	24	0.59	0.17	0.17
	Digit span-f	24	24	0.00	0.00	0.00
	NonWord span task	24	24	2.86	0.83	0.81
Henry. (2001)a*	Digit span	21	25	5.20	1.54	1.51
	Digit span-b	21	25	4.80	1.42	1.40
	listening span	21	25	5.20	1.54	1.51
	Odd one out span	21	25	6.72	1.99	1.96
	Pattern span	21	25	4.76	1.41	1.38
	Spatial span	21	25	5.44	1.61	1.58
	Word span	21	25	5.64	1.67	1.64
Henry. (2001)b*	Digit span	22	25	6.45	1.89	1.85
	Digit span-b	22	25	6.02	1.76	1.73
	listening span	22	25	11.93	3.49	3.43
	Odd one out span	22	25	9.06	2.65	2.60
	Pettern span	22	25	6.65	1.94	1.91
	Spatial span	22	25	7.13	2.08	2.05
	Word span	22	25	6.35	1.86	1.83
Munir et al. (2000)	Digit span-b	25	25	4.98	1.41	1.39
	Digit span-f	25	25	5.29	1.50	1.47
	Non-word repetition task	25	25	3.79	1.07	1.06
	Spatial memory	25	25	4.68	1.32	1.30
Jarrold et al. (2000)	Verbal WM	14	14	1.55	0.59	0.57
Cherry et al. (2000)	Digit span-b	24	24	8.61	2.49	2.44
	Digit span-f	24	24	8.70	2.51	2.47
Seung & Chapman. (2000)	Digit span-f	35	35	4.01	0.96	0.95
Vicari et al. (2000)	Corsi cube test	14	20	5.75	2.00	1.96
Jarrold et al. (1999)	Corsi cube test	16	16	-0.08	-0.03	-0.03
	Digit span-f	16	16	-2.00	-0.71	-0.69
	Pattern span	16	16	-0.24	-0.08	-0.08
Vicari et al. (1996)a	Word span	12	12	0.62	0.25	0.24
Vicari et al (1996)b	Corsi block Tasks	16	16	3.06	1.08	1.05
	Digit span-f	16	16	0.30	0.11	0.10

Byren et al.(1995)	Digit test	23	29	4.80	1.34	1.32
	Visual recall test	22	29	3.88	1.10	1.08
Vicari et al. (1995)	Digit span-b	15	24	2.55	0.84	0.82

הערה : סדר הופעת המחקרים הינה לפי שנת ההוצאה.

מחקרים בהן השוו בעלי המוגבלות השכלית לשתי קבוצות ביקורת (CA) a,b - נבדקים שונים בקבוצת הניסוי והביקורת. a/b* אותה קבוצת ביקורת, נבדקים שונים בקבוצת הניסוי

נספח 6: תפקודי הלולאה הפונולוגית- השוואה בין בעלי מוגבלות שכלית לבעלי ההתפתחות התקינה (MA) בזיקה למשתנה סוג המטלה

Model	Subgroup within study	Studies	Statistics for each study					
	Type of task		ID	TD	<i>d</i>	UCI	UCI	p-value
	Digit span	Abdelhameed et al. (2010)	26	26	2.68	1.94	3.43	.000
		Brock & Jarrold. (2004)	21	29	1.35	0.73	1.97	.000
		Brock & Jarrold. (2005)	32	36	1.69	1.13	2.24	.000
		Cairns & Jarrold. (2005)	18	11	1.62	0.76	2.48	.000
		Henry & MacLea. (2002)	53	41	-0.12	-0.53	0.29	.562
		Henry & Winfield . (2010)	35	32	0.94	0.44	1.45	.000
		Hick et al. (2005)	12	12	1.35	0.46	2.23	.003
		Jarrold et al. (1999)	16	16	-0.71	-1.42	0.01	.052
		Jarrold et al. (2002)	19	19	1.70	0.95	2.44	.000
		Laws. (2002)	16	16	1.48	0.70	2.27	.000
		McDuffie et al. (2007)	20	19	-0.05	-0.68	0.57	.865
		Menghini et al. (2010)	15	15	0.75	0.01	1.49	.048
		Miolo et al. (2005)	19	19	0.29	-0.35	0.93	.376
		Munir et al. (2000)	25	25	1.50	0.87	2.12	.000
		Numminen et al. (2002)	24	24	0.00	-0.57	0.57	.999
		Pennington et al. (2003)	28	28	1.00	0.44	1.56	.000
		Schuchardt et al. (2010)	22	25	0.63	0.04	1.22	.036
		Seung & Chapman. (2000)	35	35	0.96	0.46	1.45	.000
		Van der Molen et al. (2007)	50	25	0.71	0.22	1.20	.005
		Van der Molen et al. (2009)	49	29	0.34	-0.13	0.80	.155
	Van der Molen et al. (2010)	39	26	0.20	-0.29	0.70	.425	
	Vicari et al (1996)b	16	16	0.11	-0.59	0.80	.764	
Random			590	524	0.80	0.55	1.05	.000
	Non-word repetition task	Abdelhameed et al. (2010)	26	26	1.27	0.67	1.87	.000
		McDuffie et al. (2007)	20	19	0.54	-0.10	1.17	.101
		Miolo et al. (2005)	19	19	0.94	0.27	1.61	.006
		Munir et al. (2000)	25	25	1.07	0.48	1.66	.000
		Numminen et al. (2002)	24	24	0.83	0.24	1.42	.006
		Schuchardt et al. (2010)	22	25	0.60	0.01	1.19	.048
		Schuchardt et al. (2011)	22	22	0.82	0.20	1.44	.009
		Van der Molen et al. (2007)	50	25	0.45	-0.03	0.94	.067
		Van der Molen et al. (2009)	49	29	0.59	0.12	1.06	.014
		Van der Molen et al. (2010)	39	26	0.71	0.20	1.23	.006
Random			296	240	0.78	0.41	1.14	.000
	Verbal memory-g	Brock & Jarrold. (2004)	21	29	1.23	0.62	1.85	.000
		Henry. (2010)	39	25	0.14	-0.37	0.64	.597
		Jarrold et al. (2009)	21	61	1.13	0.61	1.66	.000
		Mosse & Jarrold. (2010)	17	24	1.02	0.36	1.68	.002
		Natsopoulos et al.(2002)	15	16	0.91	0.17	1.65	.016
		Purser & Jarrold. (2005)	12	25	1.45	0.69	2.21	.000
Random			125	180	0.96	0.47	1.44	.000
	Word span	Carretti et al. (2010)	28	28	0.11	-0.41	0.64	.675
		Frenkel & Bourdin. (2009)	54	54	1.19	0.78	1.60	.000
		Henry & MacLea. (2002)	53	41	0.94	0.51	1.37	.000
		Henry & Winfield . (2010)	35	32	0.60	0.11	1.09	.016
		Hick et al. (2005)	12	12	1.69	0.75	2.62	.000
		Jarrold et al. (2000)	14	14	0.59	-0.17	1.34	.129
		Jarrold et al. (2004)	15	16	0.92	0.18	1.66	.015
		Jarrold et al. (2009)	21	61	1.77	1.21	2.34	.000
		Kanno & Ikeda (2002)	28	10	1.99	1.14	2.84	.000
		Lanfranchi et al. (2004)a	18	18	0.81	0.13	1.49	.019
		Lanfranchi et al.(2002)	30	30	0.46	-0.05	0.98	.076
		Levorato et al. (2011)	38	23	1.74	1.14	2.35	.000
		Rosenquist et al. (2003)	19	23	0.82	0.18	1.45	.012
		Schuchardt et al. (2011)	22	22	0.09	-0.50	0.68	.762

Vicari et al. (1996)a	12	12	0.25	-0.55	1.06	.537
Vicari et al. (2004)	23	26	1.23	0.60	1.86	.000
Random	422	422	0.93	0.64	1.23	.000

מחקרים בהן השוו בעלי המוגבלות השכלית לשתי קבוצות ביקורת (CA, MA) -a,b נבדקים שונים בקבוצת הניסוי והביקורת. a/b* אותה קבוצת ביקורת, נבדקים שונים בקבוצת הניסוי

נספח 7: תפקודי הלולאה הפונולוגית - השוואה בין בעלי מוגבלות שכלית לבעלי ההתפתחות התקינה (CA) בזיקה למשתנה סוג המטלה

Model	Subgroup within study	Studies	Statistics for each study					
	Type of task		ID	TD	<i>d</i>	LCI	UCI	p-value
	Digit span	Byren et al.(1995)	23	29	1.34	0.74	1.95	.000
		Cherry et al. (2000)	24	24	2.51	1.75	3.27	.000
		Cherry et al. (2002)	16	24	2.57	1.72	3.41	.000
		Don et al. (2003)	27	26	1.49	0.88	2.09	.000
		Henry & MacLea. (2002)*	53	41	1.49	1.03	1.95	.000
		Henry. (2001)a*	21	25	1.54	0.88	2.20	.000
		Henry. (2001)b*	22	25	1.89	1.20	2.57	.000
		Kohei & Toshiaki. (2008)	16	16	2.17	1.30	3.05	.000
		Leven et al. (2008)	22	17	2.77	1.89	3.65	.000
		Munir et al. (2000)*	25	25	2.00	1.32	2.68	.000
		Schuchardt et al. (2010)*	22	25	3.52	2.61	4.43	.000
		Van der Molen et al. (2007)*	50	25	1.28	0.75	1.80	.000
		Van der Molen et al. (2009)*	49	39	1.61	1.12	2.09	.000
		Van der Molen et al. (2010)*	39	39	1.66	1.15	2.17	.000
Random			409	380	1.91	1.60	2.21	.000
	Non-word repetition task	Munir et al. (2000)*	25	25	1.25	0.64	1.86	.000
		Schuchardt et al. (2010)*	22	25	1.69	1.02	2.36	.000
		Van der Molen et al. (2007)*	50	25	0.77	0.27	1.26	.002
		Van der Molen et al. (2009)*	49	39	0.99	0.54	1.43	.000
		Van der Molen et al. (2010)*	39	39	1.05	0.57	1.52	.000
Random			185	153	1.13	0.66	1.60	.00
	Verbal memory-g	Denielsson et al. (2010)	46	92	0.23	-0.12	0.59	.195
		Henry. (2010)*	39	25	2.02	1.40	2.63	.000
Random			85	117	1.02	0.30	1.75	.01
	Word span	Henry & MacLea. (2002)*	53	41	1.56	1.10	2.02	.000
		Henry. (2001)a*	21	25	1.67	1.00	2.34	.000
		Henry. (2001)b*	22	25	1.86	1.17	2.54	.000
Random			96	91	1.68	1.06	2.31	.000

*מחקרים בהם השוו הנבדקים לשתי קבוצות ביקורת (CA, MA)

**נספח 8: השוואה בין בעלי מוגבלות שכלית לבעלי ההתפתחות התקינה (MA)
במטלות מרחביות וחזותיות הבודקות את רכיב הלוח החזותי מרחבי**

Model	Subgroup within study	Studies	Statistics for each study					
	Type of task		ID	TD	<i>d</i>	LCI	UCI	p-value
Spatial Task		Brock & Jarrold. (2005)	32	36	0.33	-0.15	0.80	.183
		Carretti & Lanfranchi. (2010)	20	20	1.59	0.88	2.31	.000
		Frenkel & Bourdin. (2009)	54	54	-0.02	-0.40	0.36	.920
		Henry & MacLea. (2002)	53	41	-0.85	-1.28	-0.43	.000
		Henry & Winfield . (2010)	35	32	0.02	-0.46	0.50	.936
		Jarrold et al. (1999)	16	16	-0.03	-0.72	0.66	.936
		Jarrold et al. (2002)	19	19	0.33	-0.32	0.98	.320
		Jarrold et al. (2007)	16	15	0.48	-0.23	1.20	.186
		Lanfranchi et al. (2004)b	22	22	-0.12	-0.72	0.47	.682
		Lanfranchi et al. (2009)	34	34	0.60	0.12	1.09	.015
		Laws. (2002)	16	16	-1.59	-2.39	-0.80	.000
		McDuffie et al. (2007)	20	19	-0.30	-0.93	0.33	.350
		Menghini et al. (2010)	15	15	2.13	1.23	3.02	.000
		Mosse & Jarrold. (2010)	17	24	0.34	-0.28	0.97	.284
		Munir et al. (2000)	25	25	1.32	0.71	1.94	.000
		Numminen et al. (2002)	24	24	0.64	0.06	1.22	.031
		Pennington et al. (2003)	28	28	0.20	-0.32	0.73	.454
		Purser & Jarrold. (2005)	12	25	0.30	-0.39	0.99	.398
		Schuchardt et al. (2010)	22	25	0.15	-0.43	0.72	.614
		Van der Molen et al. (2009)	49	29	0.67	0.20	1.14	.005
		Van der Molen et al. (2010)	39	26	0.74	0.22	1.25	.005
		Vicari et al. (1996)b	16	16	1.08	0.34	1.82	.004
		Vicari et al. (2000)	14	20	2.00	1.17	2.84	.000
		Vicari et al. (2003)	13	26	1.23	0.51	1.95	.001
		Vicari et al. (2006)a	18	18	0.74	0.06	1.41	.032
		Vicari et al. (2006)b	15	15	1.26	0.48	2.04	.002
		Vicari et al. (2007)a*	26	47	1.54	1.00	2.08	.000
		Vicari et al. (2007)b*	26	47	0.54	0.05	1.02	.031
		Visu-Petra et al. (2007)	21	21	0.63	0.00	1.26	.051
Random			717	755	0.52	0.28	0.77	.000
Visual Task		Frenkel & Bourdin. (2009)	54	54	0.40	0.02	0.78	.041
		Henry & MacLea. (2002)	53	41	-0.88	-1.30	-0.45	.000
		Henry & Winfield . (2010)	35	32	0.24	-0.24	0.73	.326
		Hick et al. (2005)	12	12	0.82	-0.02	1.65	.055
		Jarrold et al. (1999)	16	16	-0.08	-0.78	0.61	.810
		Jarrold et al. (2007)	16	15	0.00	-0.71	0.70	.990
		Miolo et al. (2005)	19	19	-0.24	-0.88	0.39	.455
		Rosenquist et al. (2003)	19	23	-1.12	-1.78	-0.47	.001
		Van der Molen et al. (2009)	49	29	-0.22	-0.68	0.24	.349
		Van der Molen et al. (2010)	39	26	-0.16	-0.66	0.33	.523
	Vicari et al. (2003)	13	26	0.00	-0.67	0.67	1.000	
Random			325	293	-0.13	-0.52	0.27	.530

a,b - נבדקים שונים בקבוצת הניסוי והביקורת. a*,b* אותה קבוצת ביקורת, נבדקים שונים בקבוצת הניסוי

נספח 9: השוואה בין בעלי מוגבלות שכלית לבעלי ההתפתחות התקינה (CA) במטלות מרחביות וחזותיות הבודקות את רכיב הלוח החזותי מרחבי

Model	Subgroup within study	Studies	Statistics for each study					
	Type of task		ID	TD	d	LCI	UCI	p-value
	Spatial Task	Henry & MacLea. (2002)*	53	41	1.25	0.81	1.70	.00
		Henry. (2001)a*	21	25	1.61	0.94	2.28	.00
		Henry. (2001)b*	22	25	2.08	1.37	2.80	.00
		Munir et al. (2000)*	25	25	1.93	1.26	2.61	.00
		Schuchardt et al. (2010)*	22	25	2.39	1.64	3.14	.00
		Van der Molen et al. (2009)*	49	39	1.33	0.87	1.79	.00
Random		Van der Molen et al. (2010)*	39	39	1.30	0.82	1.79	.00
	Visual Task		231	219	1.65	1.27	2.03	.00
		Byren et al.(1995)	22	29	1.10	0.50	1.69	.00
		Henry & MacLea. (2002)*	53	41	0.87	0.44	1.29	.00
		Henry. (2001)a*	21	25	1.41	0.76	2.06	.00
		Henry. (2001)b*	22	25	1.94	1.25	2.64	.00
		Leven et al. (2008)	23	18	3.25	2.31	4.18	.00
		Van der Molen et al. (2009)*	49	39	1.29	0.83	1.75	.00
		Van der Molen et al. (2010)*	39	39	1.39	0.90	1.89	.00
Random			229	216	1.49	1.11	1.87	.00

מחקרים בהם השוו הנבדקים לשתי קבוצות ביקורת (CA, MA). a, b* אותה קבוצת ביקורת, נבדקים שונים בקבוצת הניסוי

**נספח 10 : תפקודי המעבד המרכזי השוואה בין הקבוצות (ID, TD) בזיקה
למשתנה רמת הבקרה**

Model	Subgroup within study	Studies	Statistics for each study					
	Level of control		ID	TD	d	LCI	UCI	p-value
Level 1		Carretti et al. (2010)	28	28	0.34	-0.19	0.86	.211
		Henry & MacLea. (2002)	53	41	-0.59	-1.01	-0.18	.005
		Lanfranchi et al. (2012)	45	45	-0.04	-0.45	0.38	.860
		Lanfranchi et al. (2004)a	18	18	0.92	0.23	1.61	.009
		Lanfranchi et al. (2004)b	22	22	0.26	-0.34	0.85	.397
		Lanfranchi et al.(2002)	30	30	0.62	0.10	1.14	.019
		Levorato et al. (2011)	38	23	0.42	-0.10	0.95	.113
		Menghini et al. (2010)	15	15	1.54	0.73	2.36	.000
		Munir et al. (2000)	25	25	1.41	0.79	2.03	.000
		Numminen et al. (2002)	24	24	0.17	-0.40	0.74	.556
		Schuchardt et al. (2010)	22	25	0.15	-0.43	0.72	.618
		Van der Molen et al. (2009)	49	29	0.68	0.21	1.15	.005
		Van der Molen et al. (2010)	39	26	0.58	0.07	1.08	.025
		Vicari et al. (1995)	15	24	0.84	0.17	1.51	.014
	Random		423	375	0.48	0.19	0.77	.001
Level 2		Carretti et al. (2010)	28	28	0.41	-0.12	0.94	.125
		Danielsson et al. (2012)	22	22	0.87	0.25	1.49	.006
		Henry & MacLea. (2002)	53	41	-0.41	-0.82	0.00	.051
		Henry & Winfield . (2010)	35	32	0.22	-0.26	0.70	.375
		Lanfranchi et al. (2012)	45	45	0.44	0.02	0.86	.040
		Lanfranchi et al. (2004)a	18	18	1.37	0.64	2.09	.000
		Lanfranchi et al. (2004)b	22	22	0.68	0.08	1.29	.027
		Lanfranchi et al.(2002)	30	30	1.24	0.69	1.79	.000
		Nash & Heath. (2011)	13	13	1.73	0.83	2.64	.000
		Pennington et al. (2003)	28	28	0.15	-0.37	0.68	.569
		Schuchardt et al. (2010)	22	25	0.10	-0.48	0.67	.742
		Van der Molen et al. (2009)	49	29	0.39	-0.08	0.85	.103
		Van der Molen et al. (2010)	39	26	0.45	-0.05	0.95	.081
	Random		404	359	0.53	0.24	0.83	.000
	Level 3		Carretti et al. (2010)	28	28	0.59	0.05	1.12
		Lanfranchi et al. (2012)	45	45	0.66	0.23	1.08	.002
		Lanfranchi et al. (2004)a	18	18	2.31	1.47	3.16	.000
		Lanfranchi et al. (2004)b	22	22	0.83	0.21	1.44	.009
		Lanfranchi et al. (2010)	15	15	0.99	0.23	1.75	.010
		Lanfranchi et al.(2002)	30	30	1.32	0.75	1.88	.000
		Van der Molen et al. (2007)	50	25	0.23	-0.26	0.71	.359
Random		208	183	0.92	0.51	1.33	.000	

a,b- נבדקים שונים בקבוצת הניסוי והביקורת

נספח 11: תפקודי המעבד המרכזי של בעלי מוגבלות שכלי בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה (CA) בזיקה למשתנה רמת הבקרה

Model	Subgroup within study	Studies	Statistics for each study					
	Level of control		ID	TD	d	LCI	UCI	p-value
	Level 1	Cherry et al. (2000)	24	24	2.49	1.73	3.24	.000
		Cherry et al. (2002)	16	24	2.56	1.71	3.40	.000
		Henry & MacLea. (2002)*	53	41	1.22	0.78	1.67	.000
		Henry. (2001)a*	21	25	1.42	0.77	2.07	.000
		Henry. (2001)b*	22	25	1.76	1.09	2.43	.000
		Munir et al. (2000)*	25	25	1.97	1.29	2.64	.000
		Schuchardt et al. (2010)*	22	25	2.74	1.94	3.54	.000
		Van der Molen et al. (2009)*	49	39	1.31	0.85	1.77	.000
		Van der Molen et al. (2010)*	39	39	1.23	0.75	1.71	.000
Random		271	267	1.80	1.35	2.25	.000	
	Level 2	Danielsson et al. (2012)*	22	22	2.71	1.89	3.53	.000
		Don et al. (2003)	27	26	2.24	1.55	2.93	.000
		Henry & MacLea. (2002)*	53	41	1.22	0.78	1.67	.000
		Henry. (2001)a*	21	25	1.76	1.08	2.45	.000
		Henry. (2001)b*	22	25	3.07	2.22	3.92	.000
		Schuchardt et al. (2010)*	22	25	2.73	1.93	3.53	.000
		Van der Molen et al. (2009)*	49	39	1.04	0.59	1.48	.000
		Van der Molen et al. (2010)*	39	39	1.21	0.72	1.69	.000
		Random		255	242	1.92	1.44	2.39
	Level 3	Denielsson et al. (2010)	46	92	0.42	0.06	0.78	.022
		Leven et al. (2008)	20	18	2.21	1.40	3.02	.000
		Van der Molen et al. (2007)*	50	25	0.25	-0.23	0.73	.309
		Random		116	135	0.86	0.10	1.61

*מחקרים בהם השוו הניבדקים לשתי קבוצות ביקורת (CA, MA)

נספח 12: תפקודי המעבד המרכזי של בעלי המוגבלות השכלית (ID) בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה (TD) בזיקה למשתנה המודאליות והגיל המנטאלי (MA)

Model	Subgroup within study	Studies	Statistics for each study					
	Modality		ID	TD	<i>d</i>	LCI	UCI	p-Value
	Dual Task	Carretti et al. (2010)	28	28	0.59	0.05	1.12	.031
		Lanfranchi et al. (2004)b	22	22	0.83	0.21	1.44	.009
		Lanfranchi et al. (2010)	15	15	0.99	0.23	1.75	.010
		Lanfranchi et al.(2002)	30	30	1.32	0.75	1.88	.000
		Van der Molen et al. (2007)	50	25	0.23	-0.26	0.71	.359
Random			145	120	0.77	0.29	1.25	.002
	Visual Spatial Task	Henry & MacLea. (2002)	53	41	-0.31	-0.72	0.10	.136
		Henry & Winfield . (2010)	35	32	0.29	-0.19	0.77	.237
		Lanfranchi et al. (2004)b	22	22	0.47	-0.13	1.07	.125
		Menghini et al. (2010)	15	15	1.68	0.85	2.52	.000
		Van der Molen et al. (2009)	49	29	0.11	-0.35	0.56	.653
		Van der Molen et al. (2010)	39	26	0.18	-0.31	0.68	.466
			213	165	0.32	-0.11	0.75	.139
Random		Carretti et al. (2010)	28	28	0.38	-0.15	0.90	.164
	Verbal Task	Danielsson et al. (2012)	22	22	0.57	-0.04	1.17	.065
		Henry & MacLea. (2002)	53	41	-0.55	-0.97	-0.14	.009
		Henry & Winfield . (2010)	35	32	0.14	-0.34	0.62	.556
		Lanfranchi et al. (2004)a	18	18	1.14	0.44	1.85	.002
		Lanfranchi et al.(2002)	30	30	0.93	0.39	1.47	.001
		Levorato et al. (2011)	38	23	0.42	-0.10	0.95	.113
		Menghini et al. (2010)	15	15	1.41	0.61	2.21	.001
		Munir et al. (2000)	25	25	1.41	0.79	2.03	.000
		Nash & Heath. (2011)	13	13	1.73	0.83	2.64	.000
		Numminen et al. (2002)	24	24	0.17	-0.40	0.74	.556
		Pennington et al. (2003)	28	28	0.15	-0.37	0.68	.569
		Schuchardt et al. (2010)	22	25	0.12	-0.45	0.69	.678
		Van der Molen et al. (2009)	49	29	0.67	0.20	1.15	.005
		Van der Molen et al. (2010)	39	26	0.65	0.14	1.15	.013
		Vicari et al. (1995)	15	24	0.84	0.17	1.51	.014
Random			454	403	0.58	0.31	0.85	.000

a,b- נבדקים שונים בקבוצת הניסוי והביקורת

נספח 13 : תפקודי המעבד המרכזי של בעלי המוגבלות השכלית (ID) בהשוואה לבעלי ההתפתחות (TD) בזיקה לאינטגרציה בין משתנה הגיל הכרונולוגי (CA) ומשתנה המודאליות

Model	Subgroup within study	Studies	Statistics for each study					
	Modality		ID	TD	<i>d</i>	LCI	UCI	p-value
	Visual Spatial Task	Henry & MacLea. (2002)*	53	41	0.87	0.44	1.29	.000
		Henry. (2001)a*	21	25	1.99	1.28	2.70	.000
		Henry. (2001)b*	22	25	2.65	1.86	3.43	.000
		Van der Molen et al. (2009)*	49	39	0.98	0.54	1.43	.000
		Van der Molen et al. (2010)*	39	39	1.25	0.76	1.73	.000
Random			184	169	1.47	0.94	1.99	.000
	Verbal Task	Cherry et al. (2000)	24	24	2.49	1.73	3.24	.000
		Cherry et al. (2002)	16	24	2.56	1.71	3.40	.000
		Don et al. (2003)	27	26	2.24	1.55	2.93	.000
		Henry & MacLea. (2002)*	53	41	1.40	0.95	1.86	.000
		Henry. (2001)a*	21	25	1.48	0.83	2.13	.000
		Henry. (2001)b*	22	25	2.62	1.82	3.42	.000
		Leven et al. (2008)	20	18	2.21	1.40	3.02	.000
		Munir et al. (2000)*	25	25	1.97	1.29	2.64	.000
		Schuchardt et al. (2010)*	22	25	2.74	1.94	3.53	.000
		Van der Molen et al. (2009)*	49	39	1.20	0.74	1.66	.000
		Van der Molen et al. (2010)*	39	39	1.20	0.72	1.68	.000
Random			318	311	1.95	1.57	2.32	.000

*מחקרים בהם השוו הנבדקים לשתי קבוצות ביקורת (CA, MA)

נספח 14: תפקודי זיכרון העבודה של בעלי מוגבלות שכלית (NSE) בהשוואה לבעלי ההתפתחות התקינה (TD) - השוואה כללית

Model	Studies	Statistics for each study					
		ID	TD	<i>d</i>	LCI	UCI	p-value
	Carretti et al. (2010)	28	28	0.36	-0.17	0.89	.179
	Cherry et al. (2000)	24	24	2.50	1.74	3.25	.000
	Cherry et al. (2002)	16	24	2.56	1.72	3.41	.000
	Danielsson et al. (2012)	22	22	0.87	0.25	1.49	.006
	Denielsson et al. (2010)	46	92	0.33	-0.03	0.68	.072
	Henry & MacLea. (2002)	53	41	-0.33	-0.75	0.09	.120
	Henry & Winfield . (2010)	35	32	0.36	-0.13	0.84	.153
	Henry. (2001)a*	21	25	1.60	0.93	2.26	.000
	Henry. (2001)b*	22	25	2.24	1.50	2.98	.000
	Henry. (2010)	39	25	0.14	-0.37	0.64	.597
	Kohei & Toshiaki. (2008)	16	16	2.17	1.30	3.05	.000
	Leven et al. (2008)	22	18	2.74	1.87	3.62	.000
	Numminen et al. (2002)	24	24	0.41	-0.17	0.98	.164
	Rosenquist et al. (2003)	19	23	0.17	-0.47	0.81	.602
	Schuchardt et al. (2010)	22	25	0.31	-0.27	0.90	.289
	Schuchardt et al. (2011)	22	22	0.58	-0.03	1.19	.063
	Van der Molen et al. (2007)	50	25	0.46	-0.02	0.95	.062
	Van der Molen et al. (2009)	49	29	0.40	-0.06	0.87	.089
	Van der Molen et al. (2010)	39	26	0.42	-0.08	0.93	.100
Random		569	546	0.90	0.54	1.26	.000

a*, b* אותה קבוצת ביקורת, נבדקים שונים בקבוצת הניסוי

Abstract

Divided into two parts, the meta-analysis in this study examined memory studies among populations with intellectual disabilities. While the first, deals with a meta-analysis of Working Memory (WM) the other investigates the Implicit Memory system (IM). The study population consisted of three groups of subjects, all of whom with intellectual disability (ID): participants with a Non-specific etiology, Down Syndrome or Williams' Syndrome.

In many research fields, particularly social research, it is necessary to organize a vast amount of accumulated data, all the while attempting to provide an explanation of the results, and clarify the contradictions that are sometimes obtained from similar studies. Thus, there is a great importance in compiling the various studies and drawing aggregate conclusions (Hunter & Schmidt, 2000). Meta-analysis was developed as a possible solution for this problem. It is a statistical method that integrates the findings of independent studies that share the same conceptual assumption, or processes to achieve common research goals (Borenstein, Hedges, Higgins, & Rothstein, 2009; Cooper & Rosenthal, 1980). Meta-analysis, unlike a literature review, can "review" the findings available through quantitative statistical analysis, and provide statistical dimensions to the research questions (Borenstein *et al.*, 2009, 2011; Ellis, 2010; Hunter, Schmidt, & Jackson, 1982).

This study's primary purpose was to examine any differences in both the working memory (WM) and implicit memory (IM) functioning, between those individuals with an intellectual disability (ID), and those with typical development (TD). With this main goal, the following main questions were examined:

Question 1: Do demographic variables of subjects (Age and Etiology), and task variables (Memory components, Type of task, Level of control, and Modality), comprise moderators that may explain the differences between results of studies on WM and IM among populations with intellectual disabilities?

Question 2: Are there differences in the effect sizes of memory functioning between population with intellectual disabilities as compared to those with typical development, between and within the various system components?

The database of the meta-analysis included studies from the 1990's, as a consequence of the enhanced interest during this period in the research of various etiologies of mental disabilities derived from a conceptual approach that considered intellectual disability as a separate cognitive profile that can be described in a qualitative and quantitative manner. In addition, the 1990's saw significant change in the terminology and general knowledge pertaining to the field of short-term

and long-term memory. Short-term memory was incorporated into a multi-component framework (Conceptualized as Working Memory) that enables simultaneous information storage and processing. Long-term memory has been found constructed from subsystems (explicit and implicit memory) as part of the process utilized for direct and conscious learning and information retention and for subconscious memory and recall skills and processes, respectively. The combination of changes and accumulated knowledge in both these areas, led to a large number of cognitive studies including those pertaining to memory, providing mixed and even contradictory results concerning various memory functioning in populations with intellectual disabilities (Schuchardt, Gebhardt, & Mäehler, 2010; Van der Molen, Van Luit, Jongmans, & Van der Molen, 2009). Hence, the present study was conducted utilizing a meta-analysis method in order to achieve generalized conclusions concerning working memory and implicit memory functioning in population with intellectual disabilities, including identification of specific developmental processes involved in creating a cognitive profile of different groups with intellectual disabilities.

A previous meta-analysis conducted by the author of this current study (Shtain, 2009; Lifshitz, Shtain, Weiss, Vakil, & 2011), focused solely on explicit memory functioning, that is only a single component of the memory system, among populations with intellectual disabilities. The present study sought to expand the scope and therefore focused on conducting a meta-analysis of studies that examined working memory (WM) and implicit memory (IM), in three different populations with intellectual disabilities (NSE, DS, WS), compared to subjects with typical development (TD). The review of pertinent literature has shown, to the best of our knowledge, that this is the first meta-analysis that focuses on working memory and implicit memory functioning in people with intellectual disabilities, while observing the differences between and within the different memory systems.

The process for constructing a database for each of the two meta-analyses (working memory and implicit memory) began by locating appropriate studies conducted between 1990 - 2012, according to content and statistical inclusion criteria. The present meta-analysis pertaining to working memory consists of 60 articles that included 72 different studies. The meta-analysis concerning implicit memory consists of 18 articles, including 22 different studies.

The meta-analytical procedure for the research and all its cross-sections used a designated statistical software "Comprehensive Meta-Analysis" (Borenstein *et al.*, 2005), and consisted of four main stages.

1. Calculating weighted effect size (d), based on the random effects model, along with a 95% confidence interval height and statistical significance (p).
2. Calculating homogeneous statistics

(Q), including its size (I^2) and its distribution (Tau). 3. A 'Categories' model which yielded two results: within-classification effect (Q_w) and between-classification effect (Q_b). 4. Examination of a given variable as a moderator.

We now present the following **research questions, hypotheses and findings**, separately for each of the individual memory systems.

Working Memory System – Operational Questions

Memory studies that were conducted amongst populations with the aforementioned intellectual disabilities and, accordingly, the current meta-analysis, were based largely upon the Baddeley's model of components (Baddeley, 2000a, 2000b, 2003) that includes a Central Executive, assisted by two secondary 'slave system storage units: phonological loop and Visuo Spatial Sketchpad. Moreover, the current meta-analysis examined the studies conducted according to the Cornoldi's Continuum Model (Cornoldi, Carretti, & De Beni, 2001; Cornoldi, Rigoni, Venneri, & Vecchi, 2000; Cornoldi & Vecchi, 2003) that examines variables related to task control level and modality. According to this model, working memory tasks are to be tested by referring to two dimensions; the **horizontal dimension** as related to task modality, and the **vertical** one as reflecting the level of control required for task performance in linkage to its demands.

A. A General Question Pertaining to Working Memory:

Does the effect size with respect to working memory functioning would indicate differences between populations with intellectual disabilities and with typical development?

Hypothesis: Effect size would indicate a large difference between groups, leaning in favor towards the typical development population. This hypothesis was assumed since various studies found a link between working memory functioning and intelligence indices (Gathercole, 1999; Gathercole *et al.*, 2004, 2006; Yuan *et al.*, 2006). In addition, 60% of the studies in the current meta-analysis found that performance of a variety of working memory tasks is lower among the population with intellectual disabilities, as compared to those with typical development.

Results: The results of this meta-analysis showed that effect size ($d = 0.92$) and confidence interval (LCI = 0.76; UCI = 1.10) indicated large differences between the groups. Therefore, the research hypothesis was confirmed. WM functions among the intellectual disabilities population were significantly impaired in comparison to those with typical development. However, the homogeneity test (Q) showed a large heterogeneity between studies; indicating they do not share similar results. Hence, in order to reach homogeneity between the studies, and identify moderators that may explain the inconsistency among studies; studies were classified according to several variables.

B. Operational Questions Related to Potentially Demographic Moderators:

Question 1: Are there differences in effect sizes of working memory functioning amongst the intellectual disability population as compared to the typical development population according to the age variable (MA, CA)?

Hypothesis: Differences in effect sizes between groups according to Mental and Chronological age would be found. This is based upon studies that found an influence of chronological age on various memory functioning (Kemper *et al.*, 2010; Lifshitz *et al.*, 2011; Shtain, 2009).

Results: Results of the meta-analysis indicated there are significant differences between working memory functions amongst the intellectual disabilities population and typical development population, both when the comparison was made upon the basis of mental and chronological age criteria. However, the differences between working memory functioning compatible with mental age are **largely and significantly reduced** when compared with chronological age. Hence, the hypothesis was confirmed. However, given the large degree of heterogeneity between the studies in each category (CA, MA), the age variable was not found to be a moderator, namely, it cannot explain the differences between the studies.

Question 2: Are there differences in effect sizes of working memory functioning amongst the intellectual disabilities population as compared to the typical development population according to etiology (NSE, DS, WS)?

Hypothesis: In light of the different profiles of people with different syndromes (particularly between Williams Syndrome and Down Syndrome) (Breckenridge *et al.*, 2013; Carney, *et al.*, 2013; Kittler, *et al.*, 2008; Lanfranchi, *et al.*, 2002;; Vicari, & Carlesimo, 2006b), it was hypothesized that effect sizes differences would be found concerning working memory functioning between the intellectual disabilities population and those with typical development according to the variable etiology.

Results: The results of the meta-analysis indicated significant differences between mean effect sizes that refer to the working memory functioning of different groups with intellectual disabilities as compared to with those with typical development. In other words, there are different cognitive profiles concerning working memory according to different etiologies, even with similar levels of damage between etiologies. Therefore, the research hypothesis was confirmed. However, given the large degree of heterogeneity between the studies in each category (NSE, DS, WS), a variable etiology was not found as a moderator.

C. Operational Questions Pertaining to Task-Related Variables that may be Moderators:

Question 1: Are there differences between effect sizes in the functioning of population with intellectual disabilities as compared to that of the typical development population between working memory system components (Phonological Loop, Visuo Spatial-Sketchpad, Central Executive)?

Hypothesis: Many studies conducted on subjects with the various types of aforementioned disability syndromes used Baddeley's model (Baddeley, 2000a, 2000b, 2003) to demonstrate that impaired functioning of the memory maybe specific to a single component, while the functioning of other components remain intact (Gathercole & Alloway, 2006; Henry & Winfield, 2010; Martinussen *et al.*, 2005; Mosse & Jarrold, 2010; Purser & Jarrold, 2005; Trezisea *et al.*, 2014). Therefore, it was hypothesized that effect size would indicate differences in the working memory functioning of a population with intellectual disabilities as compared to those with typical development in various memory components.

Results: The results of the meta-analysis based upon components Baddeley's model of components (Baddeley, 2000a, 2000b, 2003), indicated significant differences between mean effect sizes, relative to functioning of the population with intellectual disabilities and as compared to those population with typical development with according to memory component variable. In addition, discernible heterogeneity in the performance pattern was found to exist between groups in various components of the working memory system. In addition, an examination of the interaction between etiology and task component variable contributed to the identification of the distinctive performance pattern of each group with intellectual disabilities. Hence, the research hypothesis was confirmed. However, given the large degree of heterogeneity between the studies in each category (Phonological Loop, Visuo Spatial-Sketchpad, Central Executive) memory component variable is a moderator.

Question 2: Are there differences between effect sizes with regard to the functioning of the population with intellectual disabilities as compared to those with typical development within the components of the working memory system according to task type variable, control levels and modality?

Hypothesis: Based on various studies that found differences between subjects with intellectual disabilities and with typical development only in some of phonological loop and visuo-spatial sketchpad tasks (*e.g.*, Numminen *et al.* , 2002; Van der Molen *et al.*, 2009, 2010), it was hypothesized that a difference between the intellectual disabilities and typical development populations would be found in effect sizes **within** the components of the functioning of working memory system. Furthermore, it was hypothesized that these differences would be found

concerning the Central Executive component, consistent with the working memory model proposed by Cornoldi (Cornoldi *et al.* 2000, 2001, 2003).

Results:

A. The results of the meta-analysis showed no differences between mean effect sizes relating to a type of task (Word span, Digit span, Non-word repetition task and General task) within the phonological loop component. The functioning of the population with intellectual disabilities was found to be significantly impaired in comparison to the typical development population in each one of the verbal categories. However, the results of the meta-analysis relating to Visuo Spatial-Sketchpad component indicated significant differences between mean effect sizes related to type of task (Visual task and Spatial task). In comparison to the typical development population (MA), the functioning of the intellectual disabilities population was relatively preserved in regards to visual tasks, whereas spatial tasks were found to be moderately impaired. Task type variable, too, was not found to be a moderator, both in regards to the phonological loop or the spatial component of the visuo-spatial sketchpad.

B. The results of the meta-analysis pertaining to task variables (control level and modality) in the Central Executive component found no differences between the mean effect sizes relating to level of control (Level 1, Level 2, Level 3). The functioning of the intellectual disabilities population was impaired compared to the typical development population in all three levels of control. Similarly, no differences were found between the mean effect sizes relating to modality (Verbal Task, Visuo-spatial Task and Dual Task). However, when examining the interaction between modality and mental age variables, the functioning of people with disabilities in visual-spatial task was found to be relatively preserved in comparison with the typical development population while the gap between groups in verbal tasks was reduced. Level of control and modality were not found to be moderators.

In conclusion, the distinctive pattern of performance enhanced the assumption that a working memory system consists of distinct parts, anatomically and functionally speaking, and therefore supports the Baddeley's model of components. This model was found useful in identifying a distinctive working memory profile among different groups with intellectual disabilities, especially between the phonological loop component and Visuo Spatial-Sketchpad. Additionally, an examination of the working memory functioning in the population with intellectual disabilities, in relation to the Cornoldi *et al* sequence model (2000, 2003), has provided evidence that the Central Executive component is not monolithic. On the one hand, the present study shows no proof that the difficulties inherent in intellectual disability (NSE, DS) are increased by performing memory tasks according to the required level of control. On the other hand, an

evidence of the importance of dividing the Central Executive component, in relation to the variable modality was found.

In the current meta-analysis, none of the variables related to subjects or task were found to be moderators, and therefore cannot explain the inconsistency between the studies. Only the interaction between task-related and subjects-related variables significantly reduced the heterogeneity between studies and allowed observing differences between the groups (ID, TD).

Implicit-Memory System Operational Questions:

A. General question: Would the effect size of the implicit memory functioning indicate differences between the population with intellectual disabilities and those with typical development?

Hypothesis: As reflected in the present database, previous studies of implicit memory functions among populations with intellectual disabilities were influenced by the premise outlined by Reber (Reber, 1993; Reber *et al.*, 1991), that in contrast to explicit learning, implicit learning should reveal small changes as a function of individual differences in age and maturity, and it should be relatively unimpaired by neurological or psychological disorders. Accordingly, irrespective of variables of etiology, age, and type of task, it was hypothesized that effect size would indicate small differences in implicit memory functioning between the population with intellectual disabilities and those with typical development.

Results: The results of the meta-analysis (20 studies), showed that effect size ($d = 0.43$) and confidence interval (LCI = 0.25; UCI=0.62) indicated significant and moderate differences between the groups. Hence, the research hypothesis was not supported; implicit memory functioning amongst the population with intellectual disabilities was found moderately impaired relative to the population with typical development. In addition, a test of statistical heterogeneity (Q) showed a large heterogeneity between studies, indicating that they do not share similar results.

B. Operational Questions Related to Demographic, Potentially Moderating Variables:

Question 1: Are there differences in effect sizes of implicit memory functioning between the population with an intellectual disabilities as compared with those with typical development according to age variable (MA, CA)?

Hypothesis: In the absence of studies concerning the effect of the age variable on the functioning of implicit memory in population with an intellectual disability no hypothesis was assumed *a priori*, only a question was formulated.

Results: The results of the meta-analysis indicated there were no differences in the mean effect size according to the age variable. People with intellectual disabilities have moderate to significant gaps in implicit memory functioning, both in comparison to those with typical development matched according to chronological and in comparison to those matched according to mental age. Consequently, the age variable is not a moderator.

Question 2: Are there differences concerning the effect size of implicit memory functioning in the intellectual disability population as compared to those with typical development, according to etiology (NSE, DS, WS)?

Hypothesis: In light of studies that have described different capacities of implicit learning among individuals with Down syndrome and those with Williams Syndrome (Vicari *et al.*, 2000, 2001, 2007), it was hypothesized that in contrast to Reber's theory (1993), effect size would indicate differences in implicit memory functioning, between the different etiologies.

Results: The results of the meta-analysis indicated significant differences between the mean effect sizes relating to etiology. Effect size in regard to those with intellectual disabilities without a specific etiology, indicated preserved memory functioning in comparison to those with typical development, while the effect size of implicit memory functioning in those with Down and Williams syndromes indicated impaired functioning in comparison to the typical development population. It should be noted that this meta-analysis extends the evidence concerning patterns of cognitive functioning, which are qualitatively different, amongst the various etiologies, to the implicit memory domain. In other words, people with different etiologies do not share the same set of weaknesses and capabilities. As a consequence of these results and the homogeneity between studies in each category, etiology was found to be a moderator that might explain the inconsistency between the results of the various studies.

C. Operational Questions Related to Task-Related Potentially Moderating Variables:

Question 1: Are there differences in the effect sizes of implicit memory functioning of population with intellectual disabilities as compared with population with typical development, according to type of task (Priming and procedural tasks)?

Hypothesis: In light of the results of studies that found a difference in the performance levels of individuals with Williams syndrome between priming and procedural tasks (Vicari *et al.*, 2001), and in light of the uneven functioning of study subjects with Down syndrome and those with intellectual disabilities without a specific etiology in various priming tasks (*e.g.* Komatsu *et al.*, 1996; Mattson *et al.*, 1999), it was hypothesized that differences in effect sizes relating to implicit memory functioning within the intellectual disabilities population would be found in different types of tasks..

Results: The results of this meta-analysis indicated there were no differences between the mean

effect sizes according to type of task variable. Implicit memory functioning in individuals with intellectual disabilities, as is expressed in both priming and procedural tasks, is moderately impaired compared to those with typical development. In contrast, when an examination was conducted concerning the differences in implicit memory functioning of each intellectual disability group separately (NSE, DS, WS), between their performance of priming and procedural tasks, in comparison with those typical development population, a heterogeneous pattern of performance was found, suggesting a differing level of functioning of each of the various tasks. Nevertheless, the type of task variable was not found to be a moderator.

In conclusion, this meta-analysis extends the evidence regarding patterns of cognitive functioning that differ in qualitative terms, amongst the various etiologies to the implicit memory domain. Unlike Reber's premise, the findings of this study suggest that implicit capabilities of those with intellectual disabilities, may vary as a function of individual differences and task type.

Table of Content

Chapter	Page
Introduction	1
Chapter A: Literature Review	2
A. Meta-analysis	2
B. Memory system	3
1. Working memory system	3
1.1 Short-term memory	3
1.2 Working Memory	4
1.2.1 Baddeley's model of components	5
1.2.2 Working memory tasks according to Baddeley's model of components	5
1.3 Neurological basis of working memory	6
2. Long-term memory	7
2.1 Explicit / Declarative memory system	8
2.2 Implicit memory system	8
2.3 The neurological basis of long-term memory	9
C. Populations with intellectual disabilities	11
1. The traditional definition of the term "intellectual disability"	11
2. New definition to the term "intellectual disability"	11
3. Intellectual disabilities with nonspecific etiology	13
3.1 Memory functioning among people with intellectual disabilities without specific etiology (NSE)	13
3.2 Brain development among people with intellectual disabilities (NSE)	14
4. Down syndrome	15
4.1 Down syndrome – memory functioning	16
4.1.1 Working memory functioning	16
4.1.2 Long-term memory functioning	17
4.2 Brain development in Down syndrome	18
5. Williams syndrome	18
5.1 Memory functioning in Williams syndrome	19
5.1.1 Working memory functioning	20
5.1.2. Implicit memory functioning	21
5.2 Brain development in Williams syndrome	21
D. Studies in the field of memory in populations with intellectual disabilities	22
1. Changes in the perception of the terms "intellectual disability" and "Memory"	22
2. Memory research in populations with intellectual disabilities until the 1990s	23
3. Memory research from the 1990s onwards	24
3.1 Explicit memory studies in populations with intellectual disabilities	24
3.2 Working memory studies in populations with intellectual disabilities	25
3.2.1 Trends and theories in the research of working memory	25
3.2.2 Trends emerging from the working memory research in populations with intellectual disabilities	29
3.3 Trends emerging from the implicit memory research in populations with intellectual disabilities	31
E. The Purpose of the Study	34
1. Working memory system - Operational Questions	34

2. Implicit memory system - Operational Questions	36
F. Contribution of the Study	37
Chapter B: Methodology	38
1. Criteria for inclusion of studies in meta-analysis	38
2. Procedure of locating and inclusion of articles	39
2.1 Screening and coding of working memory studies	40
2.2 Data organization of working memory studies	42
2.3 Screening and coding –of implicit memory studies	42
3. Participants	43
4. The data processing method	44
4.1 Calculation of effect size and confidence interval	44
4.1.1 Choosing effect model	46
4.1.2 The analytical considerations regarding the effect size	46
4.2 Homogeneity statistics	48
4.3 Examination of the categorical model – identification of moderating variables	49
Chapter C: Results - working memory	51
1. Working memory functioning – a general comparison between groups	52
2. Comparison of working memory functioning between groups (ID – intellectual disability, TD – typical development) according to the age variable (MA – mental age, CA – chronological age)	55
2.1 Working memory functioning – comparison between the groups (ID, TD) matched according to their MA	55
2.2 Working memory functioning – comparison between the groups (ID, TD) matched according to their chronological age CA	58
2.3 Comparison of effect sizes relating to the age variable (MA, CA)	59
3. Comparison of working memory functioning between groups (ID, TD) according to the memory component variable	61
3.1 Comparison of phonological loop functioning between ID and TD populations	61
3.1.1 Phonological loop functioning according to the age variable (MA, CA)	62
3. 2 Comparison of Visuospatial Sketchpad functioning between ID and TD populations	64
3.2.1 Visuospatial- Sketchpad functioning according to the age variable (MA, CA)	65
3.3. Comparison of Central Executive functioning between ID and TD populations	67
3.3.1 Central Executive functioning according to the age variable (MA, CA)	68
3.4 Comparison between mean effect sizes of the three components of working memory	70
4. Comparison working memory functioning between groups (ID, TD) according to type of task variable	72
4.1 The phonological loop functioning according to the type of task variable	72
4.1.1 The phonological loop functioning according to the type of task variable and the age variable	75
4.2 The Visuospatial- Sketchpad functioning according to the type of task variable	76

4.2.1 The Visuospatial- Sketchpad functioning according to the type of task variable and the age variable	78
4.3 The Central Executive functioning according to the type of task variable	79
4.3.1 The Central Executive functioning according to the level of control variable	79
4.3.2 The Central Executive functioning according to the level of control variable and the age variable	81
4.3.3 The Central Executive functioning according to the modality variable	82
4.3.4 The Central Executive functioning according to modality variable and age variable	84
5. Comparison of working memory functioning between groups (ID, TD) according to the etiology variable	85
5.1 Working memory functioning in populations with intellectual disabilities without specific etiology (NSE)	86
5.1.1 Comparison of working memory functioning between groups according to the age variable	88
5.1.2 Comparison between the groups (NSE, TD) according to memory component	90
5.2 The working memory functioning in people with Down Syndrome (DS)	91
5.2.1 Comparison between the groups (DS, TD) according to memory component	93
5.3 Working memory functioning in population with Williams Syndrome (WS)	94
5.3.1. Comparison between the groups according to memory component variable	95
5.4 Comparison between the mean effect sizes relating to etiology	99
5.4.1 Comparison of the effects sizes according to etiology and memory component	100
Chapter D: Discussion and Conclusions about Working Memory	104
1. Working Memory – a general comparison between subjects	104
2. Working memory functioning according to potential moderating variables	105
2.1 The working memory system functioning according to the task-related variables: the memory component and the type of task	105
2.2 The working memory system functioning according to subjects-related variables: age and etiology	111
Chapter E: Results of Implicit Memory	116
1. Implicit Memory functioning – overall comparison between groups	119
2. Comparison of implicit memory functioning between ID and TD populations according to age (MA, CA)	120
3. Comparison of implicit memory functioning between ID and TD populations according to type of task	122
4 Comparison of implicit memory functioning between ID and TD populations according to etiology (DS, NSE, WS)	123
4.1. Implicit memory functioning according to the etiology variable (NSE, DS, WS)	123
4.2 Comparison of implicit memory functioning between ID and TD populations according to the etiology (NSE, DS, WS) and memory	126

component variable (Priming / procedural learning).	
Chapter F. Discussion and Conclusions - Implicit Memory	129
Chapter G: General Discussion	132
References	137
Appendix 1: List of articles studied in the meta-analysis of working memory in population with mental disability	164
Appendix 2: Data organization in meta-analysis – working memory studies	169
Appendix 3: List of articles of implicit memory in population with mental retardation studied in the meta-analysis	182
Appendix 4: Data organization in meta-analysis - implicit memory research	184
Appendix 5: Calculation of effect size d and g for all experiments listed in the various studies	188
Appendix 6: Phonological loop functioning – a comparison between ID and TD populations (MA) according to type of task variable	192
Appendix 7: Phonological loop functioning - a comparison between ID and TD populations (CA) according to a type of task variable	194
Appendix 8: Comparison between ID and TD populations matched according to MA in visual and spatial tasks that examine the functioning of visuospatial sketchpad	195
Appendix 9: Comparison between ID and TD populations matched according to CA in visuospatial tasks that examine the functioning of visuospatial sketchpad	196
Appendix 10: A comparison central executive functioning between groups (ID, TD) in respect to the variable level of control	197
Appendix 11 Central executive functioning of people with ID compared with TD (CA) by level of control	198
Appendix 12: The central executive functioning in population with ID in comparison with TD according to modality variable and MA	199
Appendix 13: The central executive functioning in population with ID in comparison with population with TD according to the integration of CA variable and modality variable	200
Appendix 14: Working memory functioning in people with intellectual disabilities (NSE) in comparison with people with TD – a general comparison	201
Abstract	

This work was carried out under the supervision of **prof. Hefziba Lifshitz-Vahav**
School of Education, Bar-Ilan University and **prof. Eli Vakil** Psychology
Department, Bar-Ilan University.



Sarit Stein

prof. Eli Vakil

Ph.D. Thesis



2014