



מדע וטכנולוגיה

מעמדה המחקרי של ישראל- מה באמת מתארים המדדים?

פרופ' אורי קירש

תכנון ארוך טווח

סביבה ואנרגיה

תעשייה וחדשנות

תשתיות פיזיות

בריאות

הון אנושי

השכלה גבוהה

חברה

חינוך

כלכלה



אודות מוסד שמואל נאמן

מוסד שמואל נאמן הוקם בטכניון בשנת 1978 ביוזמת מר שמואל (סם) נאמן והוא פועל להטמעת חזונו לקידומה המדעי-טכנולוגי, כלכלי וחברתי של מדינת ישראל.

מוסד שמואל נאמן הוא מכון מחקר המתמקד בהתווית מדיניות לאומית בנושאי מדע וטכנולוגיה, תעשייה, חינוך והשכלה גבוהה, תשתיות פיזיות, סביבה ואנרגיה ובנושאים נוספים בעלי חשיבות לחוסנה הלאומי של ישראל בהם המוסד תורם תרומה ייחודית. במוסד מבוצעים מחקרי מדיניות וסקירות, שמסקנותיהם והמלצותיהם משמשים את מקבלי החלטות במשק על רבדיו השונים. מחקרי המדיניות נעשים בידי צוותים נבחרים מהאקדמיה, מהטכניון ומוסדות אחרים ומהתעשייה. לצוותים נבחרים האנשים המתאימים, בעלי כישורים והישגים מוכרים במקצועם. במקרים רבים העבודה נעשית תוך שיתוף פעולה עם משרדים ממשלתיים ובמקרים אחרים היוזמה באה ממוסד שמואל נאמן וללא שיתוף ישיר של משרד ממשלתי. בנושאי התוויית מדיניות לאומית שעניינה מדע, טכנולוגיה והשכלה גבוהה נחשב מוסד שמואל נאמן כמוסד למחקרי מדיניות המוביל בישראל.

עד כה ביצע מוסד שמואל נאמן מאות מחקרי מדיניות וסקירות המשמשים מקבלי החלטות ואנשי מקצוע במשק ובממשל. סקירת הפרויקטים השונים שבוצעו במוסד מוצגת באתר האינטרנט של המוסד. בנוסף מוסד שמואל נאמן מסייע בפרויקטים לאומיים דוגמת המאגדים של משרד התמ"ס - מגני"ט בתחומים: ננוטכנולוגיות, תקשורת, אופטיקה, רפואה, כימיה, אנרגיה, איכות סביבה ופרויקטים אחרים בעלי חשיבות חברתית לאומית. מוסד שמואל נאמן מארגן גם ימי עיון מקיפים בתחומי העניין אותם הוא מוביל.

יו"ר מוסד שמואל נאמן הוא פרופ' **זאב תדמור** וכמנכ"ל מכהן פרופ' **עמרי רנד**.



כתובת המוסד :

מוסד שמואל נאמן, קרית הטכניון, חיפה 32000

טלפון : 04-8292329, פקס : 04-8231889

כתובת דוא"ל : info@neaman.org.il

כתובת אתר האינטרנט : www.neaman.org.il

מעמדה המחקרי של ישראל – מה באמת מתארים המדדים?

פרופ' אורי קירש

נובמבר 2016



אין לשכפל כל חלק מפרסום זה ללא רשות מראש ובכתב ממוסד שמואל נאמן מלבד לצורך ציטוט של קטעים קצרים במאמרי סקירה ופרסומים דומים תוך ציון מפורש של המקור הדעות והמסקנות המובאות בפרסום זה הן על דעת המחבר/ים ואינן משקפות בהכרח את דעת מוסד שמואל נאמן

הקדמה

להערכות מחקר על ידי מדדים כמותיים יתרונו רבים – נתוני המדדים מספקים מידע אובייקטיבי רב ערך. אך כל המדדים הם בעלי שימוש מוגבל, לכול אחד מהם יש חסרונות, מגבלות ופגמים העלולים לגרום להטיות ועיוותים. למרות ההכרה בחשיבותן – הערכות מחקר מהוות נושא שנוי במחלוקת. קיימת אי בהירות רבה בהבנת משמעותם של נתוני המדדים – במקרים רבים תוצאות ההערכה נתונות לפרשנויות שונות, מוטעות ואף נוגדות. הערכה של תחומי מחקר על בסיס נתוני המדדים – מהווה נושא מורכב ורגיש הדורש משנה זהירות. להבנת משמעותם של נתוני המדדים והערכה נכונה של המחקר יש צורך בהכרת הסוגיות, המגבלות והקשיים הכרוכים בכך, במבט רחב מחד – ומעמיק מאידך.

מטרה עיקרית של העבודה הנוכחית היא לתרום להבנת משמעותם של נתוני המדדים, ולהתייחס לשאלה – באיזו מידה הם אכן מתארים תמונה הנאמנה למציאות. בעבודה מתוארות גישות וסוגיות הנוגעות להערכות מחקר, מוצג מבט השוואתי מעודכן ונדונים תהליכים הנוגעים למעמד המחקרי של ישראל ואוניברסיטאות ישראל – בהתבסס על נתוני מדדים שונים ודירוגים בינלאומיים.

מסקנה עיקרית העולה מהנתונים היא כי, למרות מקומם המכובד עדיין של ישראל ואוניברסיטאות ישראל, בשנים האחרונות חל תהליך של ירידה ברורה במעמדם – המהווה נורת אזהרה. בצורה מפורשת:

- **מעמדה של ישראל.** לפי מאגרי מידע ומדדים שונים – קיימת ירידה במקומה של ישראל יחסית למדינות אחרות. מקומה של ישראל לפי מדד תפוקה נמוך ממקומה לפי מדד איכות. קיימת ירידה ברורה ביחסי עולם/ישראל בתפוקה היחסית של ישראל, קיימת עלייה מסוימת – באיכות היחסית.
- **מעמדן של אוניברסיטאות ישראל.** בעבר – שלוש אוניברסיטאות ישראליות היו מדורגות בין 100 הראשונות, בשנים האחרונות – מספרן הצטמצם לשתיים. בתחומים מסוימים – ארבע אוניברסיטאות מדורגות במקומות מאד מכובדים, אך בשנים האחרונות קיים תהליך ברור של ירידה בדירוגן. בשנת 2016 דורגו לראשונה תחומים הנדסיים – אוניברסיטאות ישראל דורגו במקומות נמוכים יחסית.

תוכן העניינים

תוכן העניינים	- 2 -
רשימת לוחות ותרשימים	- 3 -
1. מבוא	- 11 -
1.1 נושאי העבודה	- 11 -
1.2 רקע כללי	- 12 -
1.3 התפתחות המחקר – היבטים גלובאליים	- 14 -
2. הערכות מחקר – גישות וסוגיות	- 19 -
2.1 מבוא	- 19 -
2.2 מדדים כמותיים – סוגים ומאפיינים	- 20 -
2.3 מגבלות, הטיות, פגמים	- 23 -
3. מבט השוואתי על נתוני המדדים	- 28 -
3.1 מבט כללי	- 28 -
3.2 מבט השוואתי על התחומים השונים	- 30 -
3.3 מבט השוואתי על תחומים נבחרים	- 34 -
4. מבט השוואתי על מעמדה של ישראל	- 45 -
4.1 יחסי עולם/ישראל	- 45 -
4.2 מקום ישראל בעולם	- 53 -
4.3 שינויים במקומה של ישראל	- 57 -
5. מעמדן של אוניברסיטאות ישראל	- 62 -
5.1 מבט כללי	- 62 -
5.2 מבט על התחומים השונים	- 65 -
5.3 מבט השוואתי על תחומים נבחרים	- 70 -
6. דירוג אוניברסיטאות ישראל	- 78 -
6.1 סוגיות והיבטים כלליים	- 78 -

- 81 -6.2 נתונים על דירוג אוניברסיטאות ישראל
- 86 -7. מסקנות וסיכום
- 90 -8. מראי מקום

רשימת לוחות ותרשימים

- 28 -לוח 3.1. נתונים מעודכנים, 22 תחומי המחקר בישראל (T-R 2005-2015)
- 29 -לוח 3.2. נתונים מעודכנים, 27 תחומי המחקר בישראל (Scopus 1996-2014)
- 31 -תרשים 3.1. שיעור הפרסומים בתחומים השונים בעולם ובישראל (T-R 2005-2015)
- 32 -תרשים 3.2. ציטוטים לפרסום בתחומים השונים בעולם ובישראל (T-R 2005-2015)
- 33 -תרשים 3.3. מספרי פרסומים המצוטטים ביותר בעולם ובישראל (T-R 2005-2015)
- 36 -תרשים 3.4. מספרי פרסומים בשני המאגרים (T-R 2000-2010, Scopus 1996-2007)
- 37 -תרשים 3.5. ציטוטים לפרסום בשני המאגרים (T-R 2000-2010, Scopus 1996-2007)
- 38 -תרשים 3.6. מספרי פרסומים בשני המאגרים (T-R 2005-2015, Scopus 1996-2014)
- 39 -תרשים 3.7. ציטוטים לפרסום בשני המאגרים (T-R 2005-2015, Scopus 1996-2014)
- 40 -תרשים 3.8. שינויים במספרי פרסומים במאגר T-R (2000-2010, 2005-2015)
- 41 -תרשים 3.9. שינויים בציטוטים לפרסום במאגר T-R (2000-2010, 2005-2015)
- 42 -תרשים 3.10. שינויים במספרי פרסומים במאגר Scopus (1996-2007, 1996-2014)
- 43 -תרשים 3.11. שינויים בציטוטים לפרסום במאגר Scopus (1996-2007, 1996-2014)
- 46 -תרשים 4.1. יחסי עולם/ישראל, כלל התחומים
- 46 -תרשים 4.2. שינויים במספרי פרסומים, ציטוטים וציטוטים לפרסום (T-R 2005-2015)
- 47 -תרשים 4.3. שינויים ביחסי עולם/ישראל על פי שני המדדים (Scopus 1996-2014)
- 48 -תרשים 4.4. יחסי עולם/ישראל על פי שני המדדים (T-R 2005-2015)
- 49 -תרשים 4.5. יחסי עולם/ישראל בשני המאגרים (T-R 2000-2010, Scopus 1996-2007)
- 50 -תרשים 4.6. יחסי עולם/ישראל בשני המאגרים (T-R 2005-2015, Scopus 1996-2014)
- 51 -תרשים 4.7. שינויים ביחסי עולם/ישראל, במאגר T-R (2005-2015, 2000-2010)
- 52 -תרשים 4.8. שינויים ביחסי עולם/ישראל, במאגר Scopus (1996-2014, 1996-2007)

- לוח 4.1. נתונים מעודכנים עבור תחומים נבחרים בעולם (T-R 2005-2015)..... - 53 -
- לוח 4.2. נתונים מעודכנים עבור תחומים נבחרים בישראל (T-R 2005-2015)..... - 53 -
- לוח 4.3. נתונים מעודכנים עבור תחומים נבחרים בעולם (Scopus 1996-2014)..... - 54 -
- לוח 4.4. נתונים מעודכנים עבור תחומים נבחרים בישראל (Scopus 1996-2014)..... - 54 -
- לוח 4.5. מקום ישראל על פי שני המאגרים (Scopus 1996-2014), (T-R 2003-2013)..... - 55 -
- תרשים 4.9. מקום ישראל על פי שני המאגרים (Scopus 1996-2014), (T-R 2003-2013)..... - 56 -
- תרשים 4.10. מקום ישראל על פי שני המדדים (Scopus 1996-2014)..... - 56 -
- לוח 4.6. מקום ישראל בכלל התחומים, על פי שני המאגרים בפרקי זמן שונים..... - 57 -
- תרשים 4.11. מקום ישראל בכלל התחומים, על פי שני המאגרים בפרקי זמן שונים..... - 57 -
- לוח 4.7. מקום ישראל על פי שני המאגרים (T-R 2000-2010), (Scopus 1996-2007)..... - 59 -
- תרשים 4.12. מקום ישראל על פי שני המאגרים (T-R 2000-2010), (Scopus 1996-2007)..... - 59 -
- לוח 4.8. שינויים במקום ישראל (Scopus 1996-2014), (Scopus 1996-2007)..... - 60 -
- תרשים 4.13. שינויים במקום ישראל (Scopus 1996-2014), (Scopus 1996-2007)..... - 60 -
- לוח 4.9. שינויים במקום ישראל (T-R 1984-1988), (T-R 2003-2013)..... - 61 -
- תרשים 4.14. שינויים במקום ישראל (T-R 1984-1988), (T-R 2003-2013)..... - 61 -
- תרשים 5.1. מבט על כלל התחומים באוניברסיטאות (T-R 2005-2015)..... - 63 -
- תרשים 5.2. מבט על כלל התחומים באוניברסיטאות (T-R 2003-2013)..... - 64 -
- תרשים 5.3. מבט על כלל התחומים בתקופות שונות (T-R 2005-2015, T-R 2003-2013)..... - 65 -
- לוח 5.1. מספרי פרסומים בכל אחת מהאוניברסיטאות (T-R 2003-2013)..... - 67 -
- לוח 5.2. ציטוטים לפרסום בכל אחת מהאוניברסיטאות (T-R 2003-2013)..... - 68 -
- לוח 5.3. מבט השוואתי על המדדים השונים בתחומים נבחרים (T-R 2003-2013)..... - 70 -
- תרשים 5.4. מבט השוואתי על המדדים השונים בתחומים נבחרים (T-R 2003-2013)..... - 72 -
- תרשים 6.1. דירוג כללי של אוניברסיטאות ישראל בעולם. מקור: עיבוד מנתוני [22] ARWU..... - 83 -
- תרשים 6.2. דירוג אוניברסיטאות ישראל בעולם בתחומים רחבים. מקור: עיבוד מנתוני [22] ARWU..... - 83 -
- תרשים 6.3. דירוג אוניברסיטאות ישראל בעולם בתחומים שונים. מקור: עיבוד מנתוני [22] ARWU..... - 84 -
- לוח 6.1. דירוג אוניברסיטאות ישראל בעולם בתחומים הנדסיים, 2016. מקור: עיבוד מנתוני ARWU [22]..... - 86 -

תקציר מורחב

מבוא

העבודה הנוכחית עוסקת בהערכות מחקר המבוססות על נתוני מדדים כמותיים. הערכות איכותו ומצוינותו של המחקר התפתחו במהירות בשנים האחרונות, הן מהוות נושא שנוי במחלוקת – למרות ההכרה בחשיבותו. האמור הוא לא רק בכך שלהערכות באשר הן יש מגבלות, פגמים והסתייגויות מובנות (מוסדות וגופים לא אוהבים להוות מושא להערכות). קיימת אי בהירות רבה בהבנת משמעותם של נתוני המדדים הכמותיים, במקרים רבים תוצאות ההערכה אינן תואמות הערכות אחרות – לעתים הן אף נוגדות ונתונות לפרשנויות מוטעות. המטרות העיקריות של העבודה הן כלהלן:

- **לנתח את משמעותם של נתוני המדדים הכמותיים.** להבנת משמעותם הנכונה של נתוני המדדים, מתוארים מאפיינים, יתרונות, חסרונות, מגבלות ופגמים שלהם, ונדונות סוגיות הנוגעות לשאלה – באיזו מידה אכן מתארים המדדים תמונה הנאמנה למציאות.
- **לתאר מבט השוואתי על נתוני המדדים.** מתואר מבט השוואתי על תחומי המחקר השונים בישראל ובעולם – בהתייחס למאגרי נתונים, תקופות זמן ומדדים שונים. נבחנת מידת התאמתם של הנתונים המעודכנים לנתונים קודמים ממקורות שונים, ונדון אופיים של התהליכים המתרחשים לאורך זמן.
- **להציג תמונה מעודכנת ונאמנה על מעמדה המחקרי של ישראל.** מוצג מעמדה המחקרי של ישראל – יחסית לעולם ולמדינות אחרות – בהתבסס על נתוני מדדים המתארים תפוקה ואיכות מחקרית.
- **להציג תמונה מעודכנת ונאמנה על מעמדה המחקרי של אוניברסיטאות ישראל.** מוצג מעמדן הבינלאומי של האוניברסיטאות – בהתבסס על נתוני המדדים ועל דירוגים בינלאומיים של אוניברסיטאות מחקר.

משמעותם של נתוני המדדים הכמותיים

המדדים הכמותיים מבוססים על נתונים ביבליומטרים, הם מספקים מידע בעל ערך על התפתחות המחקר המדעי, ונועדו לסייע לעוסקים בתהליכים מורכבים של יצירת תובנות הנוגעות לאיכותו. המעריכים עצמם אמורים להעריך את המחקר, ולקבוע את המשקל הניתן למדדים השונים. הערכה מלאה של תחומי מחקר על בסיס נתוני המדדים, מהווה נושא מורכב ורגיש הדורש משנה זהירות, לכול אחד מהמדדים יש נקודות חוזק וחולשה, חסרונות, מגבלות ופגמים מובנים – העלולים לגרום להטיות, שגיאות ועיוותים.

נהוג להתייחס למידע כמותי כאל מידע אמין, אך נוצר רושם מוטעה כי קל להבין את משמעותם של נתוני המדדים. לעיתים קרובות חסרה ההבנה – באיזה מדדים ראוי להשתמש ולאיזה מטרות הם מתאימים. שימוש לא מושכל בנתוני המדדים וניתוח על ידי גורמים שאינם מומחים – יכולים להביא למסקנות מוטעות ומטעות. מעבר לאמור, אין ליחס לנתוני המדדים משמעויות החורגות ממה שהם אמורים לייצג.

להבנת משמעותם של הנתונים, קבלת מבט נכון על התפתחות המחקר, והערכה נכונה של התפוקה והאיכות המחקרית – יש צורך בהכרת הסוגיות, המגבלות והקשיים הכרוכים בכך. פירוש זהיר של משמעות הנתונים דורש מבט רחב מחד – ומעמיק מאידך. יהיה זה פשטני לקבוע את מעמדם של מדינה או מוסד על פי נתונים גולמיים של מדדים אלה או אחרים.

יתרונות השימוש. לשימוש בנתוני המדדים הכמותיים יש יתרונות רבים, להלן כמה מהם:

- המדדים מהווים מכשיר מרכזי, פשוט ונוח למדידה של תפוקה ואיכות מחקרית. הם מסייעים לגישה נוחה ולשימוש פשוט בנתונים זמינים, מפחיתים משמעותית את העבודה הכרוכה בהערכות מחקר, ומאפשרים מדידה פשוטה ובהירה של תפוקה מדעית ושל השפעות מחקר.
 - חשיבותם של נתוני המדדים נובעת מיכולתם למדוד השפעת פרסומים על התפתחותם וקידומם של תחומים מדעיים-טכנולוגיים, שבאים בעקבות פרסומים אלה. הם משמשים ללימוד מגמות במדע וטכנולוגיה, לניתוח התפתחויות במחקר, ולהערכת הרמה המדעית-טכנולוגית של מדינות ומוסדות.
 - בהעדר מדד אובייקטיבי לקביעת איכות פרסומים, מקובל להתייחס לנתוני מאגרי המידע כאל מדדים המשקפים הישגים אקדמיים. נתוני המדדים מספקים מידע אובייקטיבי רב ערך, המשמש גורמים וגופים שונים בתהליכי קבלת החלטות מימון ותקצוב חשובות, שללא כן עלולים להיות מוטעים.
 - נמצא כי קיימת התאמה טובה בין נתוני המדדים הכמותיים לבין הערכות עמיתים איכותניות ושיטות הערכה אחרות. כמו כן, מחקרים שונים בתחום הביבליומטרי מראים כי קיים מתאם בין מספר הפרסומים של מדינה או מוסד, לבין מספר הציטוטים שפרסומים אלה זוכים להם.
 - נתוני המדדים מקובלים על ציבור רחב של חוקרים, הם בעלי השפעה על קובעי מדיניות, ומשמשים למטרות חשובות ומגוונות כמו דירוג, תקצוב ומימון של מוסדות אקדמיים.
- מגבלות, הטיות, פגמים.** כל המדדים הם בעלי שימוש מוגבל ומתייחסים רק להיבטים מסוימים, הם לא מתארים תמונה מלאה של כל טווח פעילויות המחקר ושל איכותו. נושאים מדעיים רבים הם מורכבים מידי על מנת להעריכם במושגים פשוטים, לעתים קיים קושי להבחין בין מדע אמתי למדע מפוקפק. התוצאות יכולות להיות מוטות, על כן – הן לא מהוות בסיס מספק להערכה מלאה של תחומי מחקר. גופי מימון המשתמשים במדדים להערכת הישגים של מוסדות, גורמים להגברת מורכבות הבעיה.
- שימוש לא נכון במדדים לקביעת סדרי עדיפויות במימון עלול להביא להחלטות מימון מוטעות – ואף לנזקים. מעבר לאמור, ראוי להדגיש כי השפעה בטווח קצר אינה דומה להשפעה בטווח הארוך – שהיא חשובה יותר, קשה למדידה, וניתן לבחון אותה רק לאורך זמן. חסרונות המדדים הכמותיים הם תוצאה של סיבות שונות, להלן תמצית של כמה סוגיות הנוגעות למגבלות, הטיות ופגמים שלהם.
- **שוני בין תחומים.** קיימים הבדלים משמעותיים בין תחומי המחקר בנוהגי הציטוט, במספרי הפרסומים והציטוטים, ובגודלה של הקהילייה המדעית. מערכות המידע הקיימות לא מתאימות לכל תחומי המחקר, הן מתמקדות בביבליומטריה ומתעלמות מתחומים שונים – לא כל תחומי המחקר מתנהלים בכתבי עת.
 - **הגדרה, סיווג ומיפוי תחומים.** קיימות סוגיות שונות הנוגעות לסיווג והגדרת תחומי המחקר במאגרי המידע, חלוקה זו אינה מגדירה לעתים את התחומים בצורה ראויה. החלוקה הקלאסית לתחומים – שהייתה נהוגה בעבר – איבדה לאחרונה חלק ניכר ממשמעותה. כמו כן, הגדרת תחומים רחבים או צרים מידי עלולה לגרום להטיות עקב השפעות דומיננטיות של תחומי משנה, או הישגים נקודתיים גבוהים.
 - **פגמים מתודולוגיים.** מערכות המדידה הקיימות הן לא מספקות, שיטות המדידה ידועות כפגומות. פגמים מתודולוגיים שונים באים לביטוי בכך שהמידע אינו אמין או לא שלם. שגיאות וטעויות בבסיסי הנתונים גורמות להטיות, חסרים נתונים בדוקים על היקף המידע השגוי. קיימות הטיות עקב מחברים-שותפים רבים, אי-מתן קרדיט להוגי הרעיון, במות לא ראויות ומאמרים של עורכים, אי הבחנה בין סוגים שונים של ציטוטים, התעלמות מהשפעת ציטוטים עצמיים ועוד.

- **מידות ושימושים לא ראויים.** כל מערכת חשופה לעיוותים, מדידה צרה או מוטה של הישגים מדעיים מתארת תמונה מעוותת – ויכולה לגרום למדע צר או מוטה. קיימת תופעה ידועה של התנהלות מוסדות לא ראויה, במטרה להתאים עצמם לתוצאות משופרות של ההערכה – לא דווקא לקידום המצוינות.

מבט השוואתי על נתוני המדדים

הנתונים המוצגים בעבודה מבוססים על שני מאגרי המידע הידועים, הוותיקים והנפוצים ביותר בעולם – **Web of Science** של החברה **Thomson Reuters (T-R)**, ו- **Scopus** של החברה **Elsevier**. הנתונים כוללים את המאמרים המתפרסמים בעיתונות המדעית העיקרית, ומתייחסים למדדים הבאים:

- **מדד מספר הפרסומים**, המספק אומדן של התפוקה או הפוריות המחקרית בתחום מסוים בתקופה נדונה. מדד זה מייצג בעיקר כמות – לא בהכרח איכות.
 - **מדד ממוצע הציטוטים לפרסום** – המתקבל על ידי חלוקה של מספר הציטוטים במספר הפרסומים, בתחום מסוים בתקופה הנדונה. נחשב כמדד טוב להשפעת הפרסומים – ולפיכך משקף איכות של מחקר.
 - **מדד הפרסומים המצוטטים ביותר** – מספר הפרסומים הנמצאים בין "1% הפרסומים המצוטטים ביותר בעולם" בתחום ובתקופה מסוימים, מהווה אינדיקטור לאיכותם וחשיבותם של הפרסומים.
- מבט השוואתי על התחומים השונים.** הנתונים מצביעים על שוני רב בין התחומים בנוהגי הפרסום והציטוטים, ובכול אחד מהמדדים. בתחומים מסוימים מספר הפרסומים גבוה יחסית אך ממוצע הציטוטים לפרסום נמוך יחסית, בתחומים אחרים – התמונה הפוכה. האמור נכון הן לישראל – והן לעולם כולו.

נתוני מאגר **T-R** לשנים **2005-2015** מצביעים על המאפיינים הבאים:

- **שיעור פרסומים.** קיים שוני בין העולם לבין ישראל בשיעורי הפרסומים ובמקומם היחסי של התחומים השונים. לדוגמה, שיעורי הפרסומים הגבוהים ביותר בעולם הם: רפואה (18.5%), כימיה (11.5%), פיסיקה (8.7%), הנדסה (8.0%), מדעי החברה (5.8%). בשונה מכך, שיעורי הפרסומים הגבוהים ביותר בישראל הם: רפואה (20.5%), (פיסיקה 12.1%), מדעי החברה (6.9%), כימיה (6.8%), הנדסה (6.0%).
 - **ממוצעי ציטוטים לפרסום.** קיים שוני גם בממוצעי ציטוטים לפרסום. ציטוטים לפרסום הגבוהים בעולם הם: ביולוגיה מולקולרית וגנטיקה (25.2), אימונולוגיה (19.5) נויורולוגיה (18.0), מדעי החלל (17.3), ביולוגיה וביוכימיה (16.7). בשונה מכך, ממוצעי ציטוטים לפרסום הגבוהים בישראל הם: ביולוגיה מולקולרית וגנטיקה (33.5), מדעי החלל (26.7), אימונולוגיה (21.7), ביולוגיה וביוכימיה (21.1).
- מבט השוואתי על תחומים נבחרים.** מוצג מבט השוואתי על נתוני עשרה תחומים נבחרים בישראל ובעולם. המטרה היא לבחון את מידת ההתאמה או השוני שבין נתוני שני המאגרים בתקופות שונות, וכן שינויים שחלו במהלך השנים בנתונים של כול אחד מהמאגרים בנפרד. הממצאים העיקריים הם כלהלן:
- **מספרי פרסומים.** מספרי הפרסומים במאגר **Scopus** גדולים משמעותית מאלה של מאגר **T-R** – הן בעולם והן בישראל, בכול התחומים ובכול תקופות הזמן שנבחנו.
 - **ממוצעי ציטוטים לפרסום.** השוני בין נתוני המאגרים בממוצעי ציטוטים לפרסום אינו גדול יחסית – הן בעולם והן בישראל.
 - **שינויים בזמן בכול אחד מהמאגרים.** ניתן לראות בבירור כי בכול אחד מהמאגרים בנפרד – שיעור העלייה במספר הפרסומים בעולם הוא גבוה מאד, בעוד שבישראל הוא נמוך יחסית. בשונה מכך, על פי ממוצע הציטוטים לפרסום – שיעור העלייה בישראל לאורך זמן גבוה יחסית לשיעור העלייה בעולם.

מעמדה המחקרי של ישראל

יחסי עולם/ישראל. מבט השוואתי על יחסי עולם/ישראל על פי שני המדדים בשני המאגרים בתקופות זמן שונות, מראה כי מעמדה של ישראל בעולם על פי מספר הפרסומים הוא גבוה יותר במאגר T-R. בשונה מכך, מעמדה של ישראל על פי ממוצע ציטוטים לפרסום – גבוה יותר במאגר Scopus.

שינויים שחלו במהלך השנים ביחסי עולם/ישראל על פי שני המאגרים, מצביעים על התהליכים הבאים:

- בכלל התחומים – בעוד שמעמדה של ישראל יחסית לעולם על פי מדד מספר הפרסומים הולך ויורד – מעמדה על פי מדד ממוצע הציטוטים לפרסום הולך ומשתפר.
- בכול אחד מהתחומים ובכול אחד מהמאגרים בנפרד – מעמדה של ישראל על פי מספר הפרסומים הולך ויורד, מעמדה על פי ממוצע ציטוטים לפרסום – משתפר בחלק מהתחומים.

מבט מעודכן (T-R 2005-2015) מצביע על יחסים גבוהים עולם/ישראל של מספרי פרסומים בתחומי פסיכולוגיה ופסיכיאטריה (1.8%), מדעי החלל (1.6%), מתמטיקה (1.6%), מדעי המחשב (1.5%). יחסים גבוהים של ממוצעי ציטוטים לפרסום, קיימים במדע החומרים (1.66) ומדעי החלל (1.55).

מקום ישראל בעולם. מבט השוואתי על מקום ישראל בעולם בכמה תחומים נבחרים – על פי שני מאגרי הנתונים – מצביע על התאמה טובה ביניהם. מקומה של ישראל בעולם על פי מספר הפרסומים בתחומים רבים הוא בין 20-30. בשונה מכך, מקום ישראל על פי ממוצע הציטוטים לפרסום הינו טוב יותר באופן משמעותי – בכמה תחומים ישראל נמנית על 10 המדינות הראשונות בעולם על פי מדד זה. התחומים בהם מקומה של ישראל הוא הגבוה ביותר על פי נתונים מעודכנים (Scopus 1996-2014) הם כלהלן:

- **מספר הפרסומים.** מקומה של ישראל גבוה יחסית בתחומי הפסיכולוגיה (11), מדעי המוח, מדעי החברה (16), מתמטיקה (18), ביוכימיה גנטיקה וביולוגיה מולקולרית, פיסיקה (22), רפואה (23).
- **ממוצע ציטוטים לפרסום.** מקומה של ישראל גבוה בתחומי מדעי המחשב (2), הנדסה (3), פסיכולוגיה, מדעי המוח, מדעי החברה, מתמטיקה (6), ביוכימיה גנטיקה וביולוגיה מולקולרית, פיסיקה (7), כימיה (8). כאמור, מקומה של ישראל על פי מדד איכותי זה גבוה ממקומה על פי המדד הכמותי.

שינויים במקומה של ישראל. מבט השוואתי על מקומה של ישראל – על פי שני המאגרים, שני המדדים ופרקי זמן שונים – מצביע על המסקנות העיקריות כלהלן:

- **מספר פרסומים.** למרות שקיים שוני משמעותי בין המאגרים במספרי הפרסומים (מספרם גדול יותר במאגר Scopus), מקום ישראל בעולם על פי שני המאגרים הוא דומה. אך מסקנה בולטת היא כי – למרות הגידול במספר הפרסומים – חלה ירידה ברורה במקומה של ישראל בעולם במהלך השנים.
- **ממוצע ציטוטים לפרסום.** קיים שוני משמעותי בין שני המאגרים גם בממוצעי הציטוטים לפרסום, אך מקום ישראל בעולם גם על פי מדד זה – בפרקי הזמן השונים – הוא דומה. מסקנה בולטת היא כי ישראל נמצאת במקום יותר גבוה על פי מדד איכותי זה, מאשר על פי מדד התפוקה הכמותית (מספר פרסומים).

מעמדה המחקרי של אוניברסיטאות ישראל

מבט כללי. בשונה ממדינות רבות, רוב מכריע מבין פרסומי ישראל כולל מחברים מהאוניברסיטאות, על כן מעמדה של ישראל נקבע במידה רבה על פי מעמדה של האוניברסיטאות. השוני המשמעותי בין התחומים השונים – באופי ובהיקף הפעילות – גורם לשוני רב גם במאפייני האוניברסיטאות. מספר הפרסומים הגבוה ביותר מבין האוניברסיטאות הוא באוניברסיטת תל אביב, זאת במידה רבה בעקבות המספר הגבוה מאד

של פרסומים בתחום הרפואה – שהינו עתיר פרסומים. בהמשך מדורגים האוניברסיטה העברית (כ- 75% ממספר פרסומי אוניברסיטת תל אביב), הטכניון (כ- 60%) ומכון ויצמן (כ- 35%). ממוצע הציטוטים לפרסום הגבוה ביותר הוא במכון ויצמן, זאת במידה רבה בעקבות הערכים הגבוהים מאד של מדדים אלה בתחומי מדעי החיים. בהמשך מדורגים האוניברסיטה העברית (כ- 60% מממוצע הציטוטים לפרסום במכון ויצמן), אוניברסיטת תל אביב (כ- 55%) והטכניון (כ- 50%).

מספר הפרסומים באוניברסיטת תל אביב מהווה 28.0% מכלל פרסומי האוניברסיטאות, מספרם באוניברסיטה העברית – 19.0%, בטכניון – 16.4%, באוניברסיטת בן גוריון – 13.2%, במכון ויצמן – 10.9%, באוניברסיטת בר אילן – 7.1%, באוניברסיטת חיפה – 5.4%.

מבט על התחומים השונים. קיים שוני רב בנתוני המדדים בין התחומים ובין המוסדות השונים. מספרי פרסומים הגבוהים ביותר הם בתחום הרפואה (21.5% מכלל פרסומי האוניברסיטאות), פיסיקה (14.4%), כימיה (8.6%), הנדסה (6.8%), ביולוגיה וביוכימיה (6.5%), מדעי החברה (6.1%).

תחומים בהם ממוצעי ציטוטים לפרסום גבוהים ביותר הם – ביולוגיה מולקולרית וגנטיקה (27.6), מדעי החלל (21.3), נוירולוגיה (19.3). הדבר בא לביטוי בשוני בין המוסדות בממוצעי הציטוטים לפרסום בכלל התחומים: מכון ויצמן (22.6), האוניברסיטה העברית (14.3), אוניברסיטת תל אביב (12.2), הטכניון (10.8), בר אילן (9.2), בן גוריון (8.7), חיפה (7.4). נתונים אלה משקפים שוני בהיקף הפעילות בתחומים ובמוסדות. לדוגמה, במכון ויצמן – מתקיימת פעילות רחבה בתחומים בעלי ממוצע גבוה של ציטוטים לפרסום, באוניברסיטת חיפה עיקר הפעילות היא בתחומים אחרים.

דירוגי אוניברסיטאות. לדירוגים שהתפתחו לאחרונה יש השפעה רבה על מוניטין המוסד. יכולים להיות להם כמה היבטים חיוביים, אך הם מהווים נושא שנוי במחלוקת – על כולם קיימות ביקורות אלה או אחרות. דירוגי שנחאי (ARWU), הנחשבים כמשקפים טוב יותר מאחרים את איכות המחקר באוניברסיטאות, מצביעים על מקומן המכובד מאד של כמה אוניברסיטאות בישראל, אך גם על תהליך של ירידה ברורה במעמדן – המהווה נורת אזהרה לעתיד. בעוד שבשנים 2012, 2013 שלוש אוניברסיטאות ישראליות היו מדורגות בין 100 הראשונות, בשנים 2014-2016 מספרן הצטמצם לשתי אוניברסיטאות בלבד. הדירוג בשנים האחרונות הוא כלהלן: הטכניון במקומות 69-78 (69 בשנת 2016), האוניברסיטה העברית במקומות 53-87 (87 בשנת 2016), מכון ויצמן במקומות 92-150, אוניברסיטת תל אביב בקבוצת המקומות 100-200, אוניברסיטאות בן-גוריון, בר-אילן וחיפה במקומות יותר נמוכים.

דירוגים בתחומים רחבים. מדעי הטבע ומתמטיקה – בשנים 2011-2013 ארבע אוניברסיטאות היו מדורגות בין 100 הראשונות, בשנים 2014-2016 – שלוש אוניברסיטאות בלבד. הנדסה, טכנולוגיה ומדעי המחשב – בשנים האחרונות שתי אוניברסיטאות ישראליות היו מדורגות בין 100 הראשונות, מסתמנת ירידה במקומו של הטכניון בשנת 2016. מדעי החיים וחקלאות – בעוד שבשנת 2012 שלוש אוניברסיטאות היו מדורגות בין 200 הראשונות, בשנים 2013-2015 מספרם הצטמצם לשתיים, ובשנת 2016 לאחת בלבד.

דירוגים בכמה תחומים. מדעי המחשב – למרות המקומות המכובדים מאד של ארבע אוניברסיטאות, חלה לאחרונה ירידה ברורה במקומם של מכון ויצמן והאוניברסיטה העברית. מתמטיקה – שלוש אוניברסיטאות מדורגות בין 100 הראשונות, לאחרונה חלה ירידה מסוימת במקומן. כימיה – שתי אוניברסיטאות מדורגות בין 100 הראשונות, לאחרונה חלה ירידה במקומם של הטכניון ואוניברסיטת תל אביב, ועלייה במקום מכון ויצמן והאוניברסיטה העברית. פיסיקה – בעוד שבשנים 2011-2014 שלוש אוניברסיטאות ישראליות היו מדורגות בין 100 הראשונות, בשנת 2015 הצטמצם מספרן לשתיים.

ראוי לציין כי בדירוגי 2016 שפורסמו לאחרונה חלו שינויים מהותיים, כאשר במקום התחומים המדעיים הקודמים (מדעי המחשב, מתמטיקה, כימיה פיסיקה) הופיעו לראשונה דירוגים של שבעה תחומים הנדסיים, ונעשה שימוש במתודולוגיה ומדדים חדשים. נתוני הדירוגים החדשים מצביעים על מקומן הנמוך יחסית של אוניברסיטאות ישראל. מוקדם עדיין לנתח את משמעותם של נתונים אלה או לבקר אותם, כאמור לעיל – סיווג תחומים הנדסיים מהווה משימה מורכבת ביותר. כמו כן – נדרש פרק זמן מסוים על מנת לעמוד על אופיים של המתודולוגיה והמדדים החדשים.

מסקנות וסיכום

בהתבסס על הישגי העבר וההערכה הרבה לה זוכה ישראל, לכאורה המצב שפיר וניתן לנוח על זרי הדפנה. אולם חשוב לזכור כי בהערכות האיכות והמצוינות המחקרית, קבוע הזמן בהשגת מצוינות מחקרית הוא ארוך מאד – השקעות באות לביטוי רק אחרי שנים רבות, הישגי ההווה הם פרי השקעות העבר. בחינה מעמיקה מצביעה על תמרורי אזהרה המחייבים טיפול יסודי לטווח ארוך, ועל תהליכים חמורים המתרחשים בהווה שיורגשו רק בעוד כמה שנים – ועלולים לגרום למשבר קשה. האמור הוא בהתדרדרות תחומים מסוימים, גיל ממוצע גבוה של סגל אקדמי באוניברסיטאות, הגירה לחו"ל של צעירים מוכשרים ומדענים בעלי שם, קיצוצים בתקציבי המחקר ועוד. תופעות אלה חמורות במיוחד לאור חשיבותם המכרעת של המדע וההשכלה הגבוהה לכלכלת וביטחון ישראל, וכן בגלל בידודה הגיאוגרפי של ישראל ממרכזי הקדמה המדעית. עקב המאפיינים הייחודיים של ישראל למשבר כזה יהיו משמעותיות חמורות בהשוואה למדינות אחרות, חלקן אף בעלות היבטים קיומיים. הדברים מקנים משנה חשיבות לצורך בפתרונות הולמים שלא נמצאו עד כה באופן מספק.

בעוד שבמדינות אחרות נעשים מאמצים בלתי פוסקים לקידום המצוינות המחקרית, התהליכים שנמנו לעיל עלולים לגרום לתוצאה הפוכה בישראל. טכנולוגיות המידע והתקשורת מעודדות תחרות בין מדינות ואוניברסיטאות, על מוחות ועל סטודנטים. תחרות המצוינות נעשית צפופה, נוסף על המובילים המסורתיים מארה"ב ומאנגליה, אירופה מתעוררת והמזרח מצטרף לתחרות. בתחרות כזו יש לטפח את אלה להם יש סיכוי להצליח, יש צורך ביצירת תנאי תחרות המעודדים מצוינות. קרנות המחקר התחרותיות מבטיחות את המצוינות האקדמית דרך השיפוט החיצוני הבינלאומי והן משמשות גם כמקור חיוני למשאבים לצידוד מתקדם. חיוני לחזק קרנות אלה ולהבטיח משאבי מחקר, כולל בתחומים העיוניים שבהם "תפוקות המחקר" המקובלות קשות יותר למדידה.

שמירת המצוינות בעולם התחרותי דורשת השקעות הולכות וגדלות במחקר. יש לפעול לשמירה ולקידום הרמה הגבוהה של המצוינות המדעית והטכנולוגית באמצעות בניית תשתית אנושית ומחקרית ראויה, מדיניות מימון שתעודד תחרות בין כל האוניברסיטאות, והבטחת יציבות פעולתה במסגרת תקציב רב שנתי. הגדלת תקציבי המחקר באופן משמעותי תאפשר למוקדי מצוינות בחלק מהאוניברסיטאות להגיע לרמה הבינלאומית הגבוהה ביותר. הגדלה וניתוב כספי המחקר בכוון עידוד המצוינות יאפשרו לשתי אוניברסיטאות לפחות להגיע למעמד אוניברסיטת עילית, שיציבו אותן בין המוסדות המובילים בעולם.

לאור הישגי הנגישות בישראל בשנים האחרונות, המשימה העיקרית בשנים הקרובות צריכה להיות שיפור האיכות והמצוינות האקדמית. מערכת השכלה יש לתכנן לטווח ארוך, פתרונות קלים ומהירים תוך ציפייה לתוצאות מידיות, עלולים להביא לשיקול דעת מוטעה ולנזק רב למערכת לאורך זמן, שלא ניתן לתקנו אלא כעבור שנים רבות.

1. מבוא

1.1 נושאי העבודה

הערכות מחקר נכונות וראויות יכולות לתרום לקידום המחקר ואיכותו, מנגד – הערכות לא ראויות עלולות לגרום לתהליכים שליליים ובמקרים קיצוניים אף לנזקים משמעותיים. קיימות גישות ושיטות שונות להערכת המחקר, לכל אחת מהן יתרונות וחסרונות – אין שיטה מושלמת אחת. שיטה מתאימה ומועילה במצב אחד, עלולה להיות לא מתאימה ואף מזיקה במצב אחר.

העבודה הנוכחית עוסקת בהערכות מחקר המבוססות על נתוני מדדים כמותיים. נושא הערכת איכותו ומצוינותו של המחקר התפתח במהירות בשנים האחרונות. הערכות המחקר מהוות נושא שנוי במחלוקת – למרות ההכרה בחשיבותן. האמור הוא לא רק בכך שלהערכות באשר הן יש מגבלות, פגמים והסתייגויות מובנות (מוסדות וגופים לא אוהבים להוות מושא להערכות). קיימת אי בהירות רבה בהבנת משמעותם של נתוני המדדים הכמותיים, במקרים רבים תוצאות ההערכה אינן תואמות הערכות אחרות – לעתים הן אף נוגדות ונתונות לפרשנויות מוטעות. המטרות העיקריות של העבודה הן כלהלן:

- לנתח את משמעותם של נתוני המדדים הכמותיים. להבנת משמעותם הנכונה של נתוני המדדים, מתוארים מאפיינים, יתרונות, חסרונות, מגבלות ופגמים שלהם, ונדונות סוגיות הנוגעות לשאלה – באיזו מידה אכן מתארים המדדים תמונה הנאמנה למציאות.
- לתאר מבט השוואתי על נתוני המדדים. מתואר מבט השוואתי על תחומי המחקר השונים בישראל ובעולם – בהתייחס למאגרי נתונים, תקופות זמן ומדדים שונים. נבחנת מידת התאמתם של הנתונים המעודכנים לנתונים קודמים ממקורות שונים, ונדון אופיים של התהליכים המתרחשים לאורך זמן.
- להציג תמונה מעודכנת ונאמנה על מעמדה המחקרי של ישראל. מוצג מעמדה המחקרי של ישראל – יחסית לעולם ולמדינות אחרות – בהתבסס על נתוני מדדים המתארים תפוקה ואיכות מחקרית.
- להציג תמונה מעודכנת ונאמנה על מעמדן המחקרי של אוניברסיטאות ישראל. מוצג מעמדן הבינלאומי של האוניברסיטאות – בהתבסס על נתוני המדדים ועל דירוגים בינלאומיים של אוניברסיטאות מחקר.

במסגרת העבודה נדונים נושאים שונים ומוצגים נתוני מדדים כמותיים כלהלן:

- **בפרק 1** מוצג רקע כללי ומתוארים היבטים גלובאליים שונים הנוגעים להתפתחות המחקר – מחקר בסיסי ומחקר יישומי, התפתחויות העבר, סוגיות ומגמות בהווה, מבט לעתיד.
- **בפרק 2** מוצגות גישות וסוגיות הנוגעות להערכות מחקר, בדגש על מדדים כמותיים. מתוארים סוגים ומאפיינים של המדדים הכמותיים, ונדונים יתרונות, חסרונות, מגבלות ופגמים שלהם.
- **בפרק 3** מוצג מבט השוואתי על נתוני המדדים. מתואר מבט כללי ומוצג מבט השוואתי על תחומי המחקר השונים – ועל כמה תחומים נבחרים בפרט.
- **בפרק 4** מוצג מבט השוואתי על מעמדה של ישראל. מתוארים יחסי עולם/ישראל בתחומים שונים, מוצג מקומה של ישראל יחסית למדינות אחרות על פי מדדים שונים, וכן שינויים שחלו במהלך השנים.
- **בפרק 5** מוצג מעמדן המחקרי של אוניברסיטאות ישראל. מתואר מבט כללי על נתוני המדדים הכמותיים, וכן מבט השוואתי על התחומים השונים – בדגש על תחומים נבחרים.
- **פרק 6** מוקדש לדירוג אוניברסיטאות ישראל. מתוארות סוגיות שונות ונדונים היבטים כלליים הנוגעים לדירוג אוניברסיטאות, ומוצגים נתונים על דירוג אוניברסיטאות ישראל בשנים האחרונות.

- **פרק 7** מתואר מבט מסכם ומוצגות מסקנות כלליות – בהתייחס לנתוני המדדים, למעמדה המחקרי של ישראל, ולמעמדן של אוניברסיטאות ישראל.

1.2 רקע כללי

מדדים כמותיים. לשימוש בנתוני מדדים כמותיים יש יתרונות רבים – ניתן להפיק מידע רב ערך המשמש גורמים וגופים שונים, ומהווה בסיס לקבלת החלטות מימון ותקצוב חשובות. המדדים מהווים מכשיר מרכזי, פשוט ונוח למדידה של תפוקה ואיכות מחקרית. הם מסייעים לגישה נוחה ולשימוש פשוט בנתונים זמינים, מפחיתים משמעותית את העבודה הכרוכה בהערכות מחקר, ומאפשרים מדידה פשוטה ובהירה של תפוקה מדעית ושל השפעות מחקר. חשיבותם של נתוני המדדים נובעת מיכולתם למדוד השפעת פרסומים על התפתחותם וקידומם של תחומים מדעיים-טכנולוגיים – שבאים בעקבות פרסומים אלה. הם משמשים ללימוד מגמות במדע וטכנולוגיה, לניתוח התפתחויות במחקר, ולהערכת הרמה המדעית-טכנולוגית של מדינות ומוסדות. יתר על כן, נמצא כי קיימת התאמה טובה בין נתוני המדדים הכמותיים לבין הערכות עמיתים איכותניות ושיטות הערכה אחרות.

מעבר לאמור, הערכה מלאה של תחומי מחקר על בסיס נתוני המדדים, מהווה נושא מורכב ורגיש הדורש משנה זהירות, לכול אחד מהמדדים יש נקודות חוזק וחולשה, חסרונות, מגבלות ופגמים מובנים – העלולים לגרום להטיות, שגיאות ועיוותים. נהוג להתייחס למידע כמותי כאל מידע אמין, נוצר רושם מוטעה כי קל להבין את משמעותם של נתוני המדדים. לעיתים קרובות חסרה ההבנה – באיזה מדדים ראוי להשתמש ולאיזה מטרות הם מתאימים. שימוש לא מושכל בנתוני המדדים, וניתוח על ידי גורמים שאינם מומחים – יכולים להביא למסקנות מוטות ומטעות. כמו כן, אין ליחס לנתוני המדדים משמעויות החורגות ממה שהם אמורים לייצג.

להבנת משמעותם של הנתונים, קבלת מבט נכון על התפתחות המחקר, והערכה נכונה של התפוקה והאיכות המחקרית – יש צורך בהכרת הסוגיות, המגבלות והקשיים הכרוכים בכך, במבט רחב מחד ומעמיק מאידך, בפירוש זהיר של משמעות הנתונים. יהיה זה פשטני לקבוע את מעמדם של מדינה או מוסד על פי נתוני מדדים אלה או אחרים, גם אם באים בהם לביטוי גורמים שונים.

כל המדדים הם בעלי שימוש מוגבל ומתייחסים רק להיבטים מסוימים, הם לא מתארים תמונה מלאה של כל טווח פעילויות המחקר ושל איכותו. נושאים מדעיים רבים הם מורכבים מידי על מנת להעריכם במושגים פשוטים, לעתים קיים קושי להבחין בין מדע אמתי למדע מפוקפק. התוצאות יכולות להיות מוטות, על כן – הן לא מהוות בסיס מספק להערכה מלאה של תחומי מחקר.

קיימים הבדלים משמעותיים בין תחומי המחקר בנוהגי הציטוט, במספרי הפרסומים והציטוטים, ובגודלה של הקהילייה המדעית. מערכות המידע הקיימות לא מתאימות לכל תחומי המחקר, הן מתמקדות בביבליומטריה ומתעלמות מתחומים שונים – לא כל תחומי המחקר מתנהלים בכתבי עת. מערכות המדידה הקיימות הן לא מספקות, שיטות המדידה ידועות כפגומות. פגמים מתודולוגיים שונים באים לביטוי בכך שהמידע אינו אמין או לא שלם.

הערכות המחקר בישראל. בשנים האחרונות נעשו במוסד נאמן עבודות רבות בנושאים הנוגעים להערכות המחקר בישראל, בעיקר על ידי קבוצות חוקרים בראשותם של ג. שפסקי, ד. גץ ועל ידי המחבר [1-12]. הוצגו גישות שונות ונעשה שימוש בנתוני מדדים כמותיים להערכת התפתחות המחקר והרמה המדעית-טכנולוגית בישראל ובמדינות אחרות. בשתי עבודות רחבות שנעשו לאחרונה במוסד נאמן [13, 14] הוצגו היבטים כלליים שונים הנוגעים למעמדה המחקרי של ישראל.

בעבודה שנעשתה עבור אונסקו [13], מוצגת תמונה של המחקר והחדשנות בישראל. נאמר כי ישראל הינה מנהיגה עולמית בשיתוף פעולה מחקרי בין האקדמיה לתעשייה, אך מאידך – ההשקעות הגבוהות בחינוך היסודי, התיכוני והגבוה שנעשו בשלושת העשורים הראשונים מאז קום המדינה, לא נמשכו בעשורים שלאחר מכן. במיוחד, קיימת נטייה להפחתה משמעותית של השקעות בחינוך הגבוה. נתונים מהשנים האחרונות מצביעים על ירידה בהישגים חינוכיים בהשוואה למדינות OECD בנושאי לימוד מרכזיים (מתמטיקה ומדעים), לדוגמה במבחני PISA. השקעות בחינוך היסודי ירדו ונמצאות מתחת למוצע OECD, יש דאגה מירידת איכות המורים בשלבי החינוך השונים, ומהעדר ביקוש מצד סטודנטים.

כול שבע אוניברסיטאות המחקר שואפות למצוינות, ומשפיעות באופן מכריע על מספרי הפרסומים והציטוטים, חלקן מדורגות גבוה. חוקרים ישראלים זכו בחמישה פרסי נובל ובפרסים יוקרתיים בינלאומיים אחרים בשנים האחרונות, הם זוכים בשיעור גבוה של הצלחה בהשגת מענקי מחקר, ברישום פטנטים ובהעברת טכנולוגיות לתעשייה. מספר הפרסומים של חוקרים ישראלים מצביע על גידול לינארי בחמש השנים האחרונות, אך מספר הפרסומים לנפש מצביע על התנהגות אסימפטוטית שהגיעה לרוויה. מאז שנות 1960 המאוחרות, ישראל הייתה במשך זמן רב ראשונה על פי מדד זה, אך בשנת 1994 חל השינוי, בשנת 2014 ישראל נמצאת במקום 12. מספר הפרסומים לנפש כנגד GDP לנפש מצביע על רוויה, כתוצאה מכך – במהלך שני העשורים האחרונים חלה ירידה של 30% בשיעור פרסומי ישראל יחסית לעולם.

יתר על כן, בעוד שבקוריאה ובסין 80% מהפרסומים בתחומים העיקריים הם במדעי הטבע או בהנדסה וטכנולוגיה, בישראל – רק 60% מהפרסומים הם בתחומים אלה. במהלך שני העשורים האחרונים, שיעור הפרסומים במדעי הטבע ירד ב- 5%, בעוד ששיעור הפרסומים במדעי החברה גדל ב- 5%. תהליך זה הינו תוצאה ישירה של מדיניות הקפאת הגידול במספר חברי הסגל האקדמי, והפחתה משמעותית בתקציב ההשכלה הגבוהה למחקר, שחלה במהלך השנים 2003-2013.

בשנת 1991 מקורות המימון העיקריים למחקר ופיתוח היו שילוב יזמות עסקית ומקורות זרים (50%), ושילוב סקטורים ממשלתיים והשכלה גבוהה (49%). בשנת 2012 היו השיעורים 84% ו- 12% בהתאמה, המהווים ירידה משמעותית במימון הציבורי. בהתייחס לנקודות חולשה של המחקר והחדשנות, יש צורך להגדיל את ההשתתפות הציבורית ב- 30%. ישראל קיבלה כ- 800 מיליון מהקהילייה האירופאית במסגרת התכנית השביעית, כשני שלישים מסכום זה הגיעו לאוניברסיטאות. מערכת המדע-הנדסה-טכנולוגיה-חדשנות הישראלית תלויה במידה רבה בהשקעות בין-מדינתיות וחברות זרות.

בעבודה הנוגעת לאסטרטגיה הלאומית של ישראל, בהתייחס להיבטים מדעיים-טכנולוגיים [14], מוצגות עשר תובנות הנוגעות לסוגיות, בעיות וקשיים בהווה: חסרים בחינוך המדעי והטכנולוגי, חסרים בחינוך הטכנולוגי-מקצועי, קבוצות בלתי-משותפות גדולות מאוד באוכלוסייה, מחסור במורים מתאימים, היחלשותו של המחקר המדעי-טכנולוגי יחסית לחזית העולמית, חסמים בהעברת טכנולוגיה בין אקדמיה לתעשייה, חולשתן של תעשיות מסורתיות ושירותים, האטת הצמיחה בתעשיית ההייטק, מרכזיותם של מרכזי מו"פ זרים ובריחת ידע, חרם על ישראל, העדר סנכרון.

המסקנה הבסיסית והמכרעת המוצגת היא שהבעיה איננה נעוצה בפרט זה או אחר שאם יתוקן יבואו דברים על מקומם בשלום. מדובר בהיחלשות כלל המערך שמייצר, משמר ומקדם את היכולות המדעיות והטכנולוגיות של ישראל ומאפשר את נגזרותיהן ברווחה, בכלכלה ובביטחון. יש סדקים בכל המערכת שאם לא יטופלו בתיאום ובעת ובעונה אחת, יהא הבניין כולו מאוים.

העבודה מתייחסת להיחלשותו של המחקר המדעי-טכנולוגי יחסית לחזית העולמית. נטען כי מחקר זה ואוניברסיטאות מחקר ברמה בינלאומית הם נדבך חיוני לשמירה וקידום היכולות המדעיות והטכנולוגיות של המדינה ולמניעת הפרובינציאליזציה של המדע הישראלי. הן קובעות את הרף לכול שאר

המערך. מוצגים נתונים המבוססים על מדדים כמותיים המדגימים את הסטגנציה שחלה בשנים האחרונות בפוריות היחסית של הפרסומים המדעיים של ישראל, שהייתה בעבר המובילה בעולם. שורה של מדינות עוברות אותה, מדינות כמו טורקיה ואירן מפרסמות כיום יותר פרסומים לשנה מישראל, אם כי הפוריות היחסית (פרסומים לנפש) שלהן עדיין נמוכה משמעותית מזו של ישראל.

למדע הישראלי יש הישגים בולטים וכללית הוא עדיין מוערך מאוד בעולם. מדענים ישראליים זכו בפרסי נובל ובשורה ארוכה של פרסים יוקרתיים אחרים. ישראל עדיין נמצאת במקום טוב במדדים הכמותיים של המדע כמו פוריות – הנמדדת במספר היחסי של פרסומים מדעיים, ואיכות המדע – הנמדדת במספר הציטוטים שהמאמרים מקבלים [15]. במרבית השטחים ישראל עדיין מדורגת במדדי איכות מעל הממוצע, אך דירוגה במדדי פריון (פרסומים לנפש) ואיכות (ממוצע ציטוטים לפרסום) ממשיך במגמת ירידה. כמעט כל המדע הבסיסי בישראל נעשה באוניברסיטאות המחקר, מתוך שבע אוניברסיטאות המחקר בישראל – ארבע נמצאות במקום גבוה בדירוגים בינלאומיים (רק שתיים מהן מדורגות לאחרונה בין 100 המובילות בעולם על פי דירוג שנחאי הידוע). מדעני סגל האוניברסיטאות לא רק מפיקים את כל המדע הישראלי הבסיסי, אלא הם גם שהכשירו ומכשירים כיום את עשרות אלפי המהנדסים והמדענים המהווים את עמוד השדרה של התעשייה הישראלית, הן המסורתית והן עתירת הידע, הן האזרחית והן הבטחונית. רק אחוז קטן מבוגרי האוניברסיטאות ממשיך בקריירה אקדמית.

אולם איכות המדע איננה תלויה רק באיכות המדענים, אלא גם במשאבים העומדים לרשותם בציוד מדעי ובקרנות מחקר. המימון שהמדינה מעמידה לרשות האוניברסיטאות רחוק מלהספיק לצרכי התשתיות המדעיות והפיזיות של האוניברסיטאות. הפער המתרחב הזה במשך כל השנים מאז קום המדינה צומצם ע"י תרומות מיהדות התפוצות, ובעיקר יהדות ארה"ב. יתרה מזאת, כמעט כל התשתית הפיזית של בנינים, כתות לימוד והמעבדות באוניברסיטאות המחקר הוקמו מתרומות. התרומות הפילנתרופיות שניתנו למדע הישראלי מאז קום המדינה מסתכמות בהרבה מיליארדי דולר. בלעדי תרומות אלה היו לישראל אוניברסיטאות בינוניות ואנונימיות בעולם המדעי, ומיטב הסטודנטים היו לומדים כבר לתואר הראשון באוניברסיטאות המובילות בעולם.

תרומות אלה צפויות לדעוך עד היעלמן. המדינה חייבת לתכנן מראש חלופות למימון המחקר המדעי בטווח הבינוני והארוך. במקביל, המערכת למימון אוניברסיטאות המחקר צריכה להתייעל ע"י הגברת התחרותיות בין האוניברסיטאות על משאבי המחקר ולדאוג שמירב המשאבים יגיעו לחוקרים המצטיינים. הציוד המדעי בכל שטחי המדע הולך ומתייקר בצורה כמעט אקספוננציאלית, הן בגלל השתכללות הציוד עצמו, והן בגלל שהקדמה המדעית מובילה אותו לממדים פיזיים הולכים וקטנים מהמקור למיקרו, ננו, מולקולרי עד אטומי, וכל צעד כזה מביא לקפיצה בעלויות. סיבה נוספת להתייקרות התשתיות המדעיות מהווה הכורח למחקר רב-תחומי שנערך בצוותים גדולים ובמעבדות יקרות.

1.3 התפתחות המחקר – היבטים גלובאליים

מחקר בסיסי ומחקר יישומי. העבודה הנוכחית מתייחסת לתחומים העיקריים בהם נעשה מחקר בעל אופי אקדמי-אוניברסיטאי, בדגש על תחומים בעלי אופי מדעי-טכנולוגי. מדע וטכנולוגיה חובקי עולם וחופשיים, מקצרים במהירות את רווח הזמן שבין ההמצאה לבין מועד השימוש בה. בעבר היה נהוג להבחין בין מחקר "מדעי-בסיסי" לבין מחקר "יישומי". על פי הבחנה זאת המחקר הבסיסי מונע בעיקר על ידי סקרנות וחיפוש האמת המדעית – ומטרתו הבנת העולם והכלול בו. בשונה מכך, המחקר היישומי עוסק ביישום הידע המדעי למטרות מוגדרות, מכון לעיתים קרובות לקידום הכלכלה והחברה ולעיתים הוא בינתחומי.

אך מזה זמן ידוע כי בתחומים רבים ההבחנה בין שני סוגי המחקר היא לא ברורה ומעורפלת. קיימות דוגמאות רבות למחקר מדעי-בסיסי שהביא בעקבותיו ליישומים מעשיים רבי ערך (ומגד – למחקר "יישומי" שלא הביא לכך), ערכו האמיתי של מחקר מתגלה לעיתים רק לאחר שנים. מאחר ומחקר בסיסי מביא בעקבותיו לעתים קרובות לתוצאות שימושיות ביותר, יש צורך חיוני במחקר מונע סקרנות – שייתכן ויהיה ניתן ליישמו בעתיד. מסקנה מתבקשת היא שההבחנה הנכונה היא לא בין מחקר בסיסי ויישומי – אלא בין מחקר טוב ומחקר פחות טוב.

המחקר הבסיסי שבאחריות המדינה מתנהל בעיקר באוניברסיטאות. מחקר וחדשנות הם ליבת פעילות האוניברסיטה, ומהווים גורם מרכזי למעמדה, למוניטין שלה ובסיס להצלחה האקדמית והכספית. הם קריטיים להרחבת הידע ולהספקת בוגרים התורמים לתחרותיות הכלכלה. המחקר האוניברסיטאי תרם משמעותית להתפתחות ולשגשוג הכלכלה, הולכות וגדלות הציפיות ממנו למצוא פתרונות יצירתיים לבעיות סבוכות יותר ויותר. אך בה בעת, לחצים משולבים של ירידה בתמיכה הציבורית, שחיקה בתרומות ועלויות מרקיעות שחקים – מעמידים בסימן שאלה את המשך פריחתו של המחקר האקדמי.

מעבר להבנה כי המחקר הבסיסי חשוב לתעשייה בטווח הארוך, במקרים רבים מחקר יישומי שנעשה באוניברסיטאות איננו באמת יישומי, אלא מחקר שייתכן ויהיה "ניתן ליישום" בעתיד. חשוב שמחקר כזה אכן ייעשה באוניברסיטאות – אך בשותפות עם התעשייה.

הגדרת המצוינות תלויה על ידי הסטנדרטים של המחקר. קיימת נטייה למחקר דו-תכליתי – שיהיה בה בעת רלבנטי ואיכותי – אך הדבר עלול להביא למימון פרויקטים בינוניים באיכותם וברלבנטיות שלהם, ולפגיעה באיכות המדעית. מרבית התחומים המודרניים הם רלבנטיים בכול מקרה, על כן יש לשים את הדגש על איכותו של המחקר, בהנחה שהוא יהיה רלבנטי. במקרים רבים אכן נוצר שווי המשקל המתבקש בין דרישות התעשייה – לבין שאיפת האוניברסיטה לעשות את המחקר הטוב ביותר.

התפתחויות העבר. אוניברסיטאות המחקר האמריקאיות מהוות בעשורים האחרונים מודל חיקוי במדינות רבות, להלן נתייחס לכמה היבטים הנוגעים להתפתחותן. על פי המסורת האנגלית, האוניברסיטאות האמריקאיות הראשונות התמקדו בתכנית לימודים קשיחה – קלאסיקה, פילוסופיה, אתיקה, ובמידה פחותה יותר – במתמטיקה ובמדעים. מוסדות פרטיים אלה היו תלויים בשכר לימוד ובתרומות, לא הייתה בהן התמקדות במחקר. במרכזו של החזון עמדה העברת ידע וחינוך מנהיגות פוליטית וחברתית בקרב השכבות הגבוהות. בהמשך הורחבו תכניות החינוך והמחקר וכללו מדעים והנדסה. חלה יתר דמוקרטיזציה של החינוך שנתנה הזדמנות של חינוך גבוה לאוכלוסיות רחבות, וכן לעיסוק במחקר חיוני לחקלאות ולהנדסה. האוניברסיטאות הפרטיות הושפעו ממוניטין אוניברסיטאות המחקר האירופאיות, ושינו את מוקד תשומת הלב בכיוון יצירת ידע חדש באמצעות מחקר מקורי.

תמיכה פדראלית במחקר אקדמי החלה במהלך מלחמת העולם השנייה, חוקרים מהאוניברסיטאות השתתפו במעבדות שעסקו בנושאים טכנולוגיים קריטיים. נעשתה הבחנה בין מחקר "בסיסי" ו"יישומי", ונוצרה מציאות בה אוניברסיטאות המחקר מהוות מוקד מרכזי של מחקר בסיסי, יחד עם לימוד לתארים גבוהים. החלה תקופה של השקעות פדראליות והשקעות של המדינה לבניית תשתיות אוניברסיטאיות. בהמשך קמו סוכנויות פדראליות לתמיכה במחקר אוניברסיטאי, וחוקרי חוקים שתרמו להיקף המחקר. בשנות 1960, 1970 חוו האוניברסיטאות תקופה מרשימה של התרחבות, בבסיסה הייתה התמיכה הציבורית, המבוססת על ההשקפה שהאוניברסיטאות מהוות מרכיב חיוני בתרומתן לציבור, וכי מימון השכלה גבוהה מהווה השקעה בה החוזר הינו בעל ערך גבוה. שיתוף הממשל הפדרלי במימון תשתיות המחקר, יצר סביבה של פריחת החינוך הגבוה והכלכלה. בתחילת שנות 1980 התחילו שינויים משמעותיים

בחינוך הגבוה – שנמשכים עד היום. ההשקפה שאוניברסיטאות חיונית לביטחון הלאומי התערערה, והתחלפה ברעיון שעל אוניברסיטאות המחקר להציג ערך כלכלי.

תקופות האטה בכלכלה יצרו לחצים על תקציבי המדינות, התמיכה הפדראלית במחקר נהייתה רכיב מרכזי חשוב ביכולת האוניברסיטאות לקיים מחקר. תחרות מצד סוכנויות פדראליות גרמה לכך שהאוניברסיטאות נטלו חלק הולך וגדל בעלויות המחקר. עם סיום המלחמה הקרה הסתיימה התמיכה הלא מוגבלת במחקר הבסיסי האוניברסיטאי. בה בעת גברו הלחצים של חוגים פוליטיים שמרניים על תפקידן המחקרי של האוניברסיטאות, ועל עקרונות החופש האקדמי, הקביעות, וערך ההשקעה במחקר בסיסי. **סוגיות ומגמות בהווה.** המחקר האוניברסיטאי תרם בעבר משמעותית להתפתחותה ושגשוגה של הכלכלה. מחקר מבוזר, העומד בבסיס אוניברסיטת המחקר, מהווה גורם מרכזי להצלחתה הכלכלית של ארה"ב, על כן בהווה – הולכות וגדלות הציפיות ממנו למצוא פתרונות יצירתיים לבעיות סבוכות. מבין כלל פעילויות האוניברסיטה, המחקר הינו הפונקציה התחרותית והפשוטה ביותר למדידה – המצביעה על אוניברסיטאות המגדילות את המוניטין שלהן, מאזנות את תקציבן, ומושכות סטודנטים ואנשי סגל ברמה גבוהה. המערכת האמריקאית נשחקה בארבעים השנים האחרונות, ותגיע לנקודה קריטית בשנים הקרובות, כאשר קרנות התומכות במדע וטכנולוגיה יסיימו דרכן. יש בעיות מימון הפוגעות בהשכלה הגבוהה בכלל ובמחקר בפרט, בה בעת שכר הלימוד עלה משמעותית – דבר שהביא להסטת תשומת לב מהמחקר. לחצים משולבים של ירידה בתמיכה הציבורית, שחיקה בתרומות ועלויות מרקיעות שחקים, מעמידים בסימן שאלה את המשך פריחתו של המחקר האקדמי. כיום עתיד אוניברסיטת המחקר האמריקאית פחות ברור משהיה במשך 50 השנים האחרונות, במהלכן היו תקופות בהן התמיכה הציבורית למחקר אקדמי פסקה לצמוח. הגורמים שהביאו לשינויים הם כלהלן:

- עם סיום המלחמה הקרה, תקציבי המחקר והפיתוח שבאו בעבר בעיקר מתקציב הביטחון צומצמו. הדיבידנדים של השלום לא הולכים דווקא למחקר אזרחי, אלא לעדיפויות חברתיות אחרות.
 - תנאי המחקר השתנו אף הם, המעבר מביטחון צבאי לתחרות כלכלית עודד את הקשרים בין מדע-טכנולוגיה-אוניברסיטה ותעשייה. מספר החוקרים בתעשייה ובמעבדות ציבוריות גדל ועולה עתה על מספרם באוניברסיטאות ברחבי העולם. יש גם סוגיות הנוגעות לגישה חופשית לתוצאות מחקרים.
 - המהפכות המדעיות-טכנולוגיות נותנות כיום דחיפה לשינויים מהפכניים רבי פנים, עם מאפיינים הנוגעים לידע ותעשיות מבוססות הון. שינויים אלה תלויים במחקר בינתחומי, ותורמים לתהליך בו חברות פוסט תעשייתיות נשענות יותר על הון אינטלקטואלי, ופחות על משאבי טבע.
 - השינויים המדעיים-טכנולוגיים המקדמים גלובליזציה, מביאים לתלות גוברת בין כלכלות-חברות-ותרבויות, ומעודדות יתר אי-שוויון בין מדינות עשירות-מתקדמות טכנולוגית, לבין הלא מפותחות. הדגשים החדשים על תחרות כלכלית גלובאלית יחד עם הצלחת יפן, קוריאה, סין ומדינות אחרות, גורמים לתזוזת המחקר והפיתוח בכיוון צרכים תעשייתיים – במקום מחקר בסיסי – בתקווה ליצירת חדשנות מניבה רווחים. תשתיות והשקעות ענק במחקר בסיסי אינן מספיקות עוד – על מנת להשיג פריון וחדשנות. בארה"ב, רעיון המדע כ"משאב אינסופי" מוחלף עם זה של "חזית אינסופית". הדגש עתה הוא לא על יצירת ידע אלא על תקווה מעורפלת ל"תועלת בטווח הארוך". זאת על ידי שימוש בידע קיים לפתרון מהיר ככל שניתן של בעיות דחופות בתחומי הכלכלה והחברה. במערכת הערכים התרבותיים – פריון ותועלתיות מדעית מחליפים עתה באופן מפורש סקרנות מדעית. בהקשר של הרחבת הגלובליזציה והתחרותיות, תשתית טכנולוגית ולא מדע כשלעצמו – מהווה מנוע עיקרי לצמיחה כלכלית.
- מרכז הכובד של המחקר נע בכיוון אוניברסיטאות עילית מעטות. למרות שאין מדיניות או עדיפות מוצהרת לכך, הפער בין אלה לבין אוניברסיטאות מחקר "ממוצעות" – הולך וגדל. עלויות המחקר גדלות,

ומכוסות בחלקן על ידי האוניברסיטאות עצמן, אך התהליך לא יוכל להימשך, אוניברסיטאות רבות לא יוכלו לקיים מחקר תחרותי. מציאות זאת מביאה לירידה באיכות ובערך המחקר.

בעוד שמורכבות הסוגיות הגלובאליות דורשת גישות בינתחומיות, חל תהליך של הפחתת המחקר האקדמי וצמצומו למספר קטן של אוניברסיטאות, בחלקן הגדול פרטיות. המסר הוא זה: מחקר אוניברסיטאי שהיה הכוח המניע לכך שארה"ב נהייתה מנהיגת העולם, נמצא עתה בתהליך של שינויים מפליגים, מבלי שמקדישים מחשבה מספקת לתוצאות שהדבר יביא. לא ברור איך אוניברסיטאות המחקר יתמודדו עם הקיצוצים בתקציבים הציבוריים לחינוך גבוה בכלל – ולאחרונה למחקר בפרט.

האוניברסיטאות מהוות כיום מעוז לאומי משמעותי של המחקר הבסיסי, אך מידת ההשקעה הציבורית במחקר המדעי תהיה בסימן שאלה. שינויים בעתיד ידרשו יתר רלבנטיות, בנוסף למצוינות במחקר ופיתוח. מחקר מודרני לא יכול להיות עוד מנותק מטכנולוגיות אפשריות, התקדמות טכנולוגית תורמת לקידום המדע הבסיסי. השליטה המסורתית של המדעים והטכנולוגיה, יכולה להביא לכך שקידום ההנדסה יהיה חשוב מאשר קידום הידע.

המחקר האקדמי נמצא בפתחה של תקופה חדשה של משאבים מוגבלים, יתר אחריותיות וציפיות גבוהות יותר לביצועים. מגמה מרכזית במדיניות מחקר כיום היא מתן עדיפות למחקר תעשייתי וחדשנות, מגמה שהתעצמה עם שילוב השוק הפרטי כצרכן טכנולוגיות מתקדמות. המודלים הישנים של מדע וטכנולוגיה אינם תקפים יותר – מדע אינו מופרד עוד מטכנולוגיה, טכנולוגיה מהווה עתה סחורה המנוצלת כלכלית הרבה מעבר ליצירת ידע חדש. עקב צרכים משותפים משלימים – הנטייה כיום היא ליחסים קרובים בין תעשייה ואקדמיה. המחקר האקדמי-הנדסי יהיה בכוון יתר רלבנטיות לדרישות תעשייתיות בטווח הקצר. התפתחות חשובה בתהליכי חדשנות הן חברות הזנק המבוססות על תוצאות מחקר אוניברסיטאי.

המודלים הישנים של מדע וטכנולוגיה אינם תקפים יותר – מדע אינו מופרד עוד מטכנולוגיה, טכנולוגיה מהווה עתה סחורה המנוצלת כלכלית הרבה מעבר ליצירת ידע חדש. עדיין קיימת ההנאה שבגילוי, אך השימוש הישיר במדע אינו מהווה יותר גורם עיקרי במדיניות מדעית. רלבנטיות המחקר המדעי לשימושים מעשיים, שהייתה אקסיומה לפני עשרות שנים – מוטלת עתה בספק. בבסיס המודל "הליניארי" לחדשנות שאחרי מלחמת העולם השנייה, עומדת ההנחה שמדע כשלעצמו מהווה את הכוח המניע לקדמה טכנולוגית, על כן, הוא היה גורם מכריע בהשגת מטרות לאומיות. מודל פשוט ומושך זה הציע ראייה אידיאלית של "קידמה", הנמשך למישרין ממחקר בסיסי לפיתוח שימושי וממנו לשוק עצמו. המדע היווה אחד מהעדיפויות הלאומיות העליונות, אך התפתחויות בהמשך סייעו להבנה שחדשנות קשורה בגורמים רבים נוספים שאינם קשורים למדע או אף למחקר.

התלהבות מכוחות השוק קיימת כאשר יש מחסור במשאבים, תחרותיות כלכלית קשה, ואין פתרון פשוט לבעיות העיקריות – אך ביקוש והיצע לא יכולים להסביר הכול. המודל הליניארי נוטה להיות פופולארי בתקופות בהן גדלים המשאבים והאיומים האסטרטגיים, ומופיעות טכנולוגיות חדשות. התלהבות מכוחות השוק קיימת כאשר יש מחסור במשאבים, תחרותיות כלכלית קשה, ואין פתרון פשוט לבעיות העיקריות.

במודל הליניארי מדיניות מדעית מדגישה את פוטנציאל תוצאות המחקר המדעי, ומעבר לכך, את האידיאלים המדעיים של האוניברסיטה והעדר האינטרסים. במודל "השוק הטהור", מאחר ושיקולים כלכליים הם מעל לכול השאר, מדיניות המדע (והמחקר האוניברסיטאי) מתנהלת על פי כללי השוק, שיקולי התעשייה, וכן צרכים לאומיים להשגת יתרון מרבי – תוך שימוש בהגבלות ובהגנה על פטנטים וכדומה.

המודל הליניארי מהווה בהגדרה את ה"אני מאמין" של החוקרים האוניברסיטאיים, בעוד שמודל המבוסס על כוחות השוק מהווה את ה"אני מאמין" של מנהלים בתעשייה. חוקרים מצפים שהמדינה תסבסד מחקר בסיסי ללא קשר לתוצאות בטווח הקצר. בניגוד לכך, מנהלים מעדיפים תוצאות בטווח הקצר,

בהתבסס על דרישות השוק. בעידן של תקציבים מוגבלים, הנטייה היא לכפות על האוניברסיטאות מערכות הערכה, ניהול וערכים הנהוגים במעבדות תעשייתיות.

הצלחת ארה"ב במודל הליניארי שכנעה מדינות אחרות שמדע מהווה את "דרך המלך" לצמיחה כלכלית, אך המחקר הבסיסי תרם למעשה למימוש תכניות גדולות בתחום הביטחון. שיעור חשוב למדינות עניות מהמהפכה התעשייתית הוא שיש להשקיע תחילה בהרחבת החינוך הכללי, בקידום מהנדסים, מנהלים ועובדים מיומנים ליצירת בסיס לתעשייה. חוזק התחרותיות קשור ביכולת האזרחית לחדשנות.

מבט לעתיד. האוניברסיטאות היו בעבר גורם מכריע בהצלחה הכלכלית והחברתית, על כן יש ציפיות גבוהות שהמחקר והחדשנות האקדמית יהוו גורם מרכזי בהיענות לאתגרים חדשים, וכי הם יהיו מונעים בעיקר על ידי "צרכים" – לאו דווקא "הזדמנויות". אך כאמור לעיל, לחצים משולבים של ירידה בתמיכה הציבורית, שחיקה בתרומות ועלויות מרקיעות שחקים – מעמידים בסימן שאלה את המשך פריחתו של המחקר.

בעבר דובר על מעבר ממחקר בסיסי לשימושי, ממדע לטכנולוגיה, השאלה כיום היא – האם יש מעבר ממחקר לחדשנות. באשר למשמעותו של המחקר הבסיסי, ראוי לציין כי אוניברסיטאות מייצרות ידע, אך הן לא מצטיינות בהפצתו. התעשייה נוטלת חלק הולך וגדל במחקר ופיתוח, ומממנת אותם. ייתכן שבעתיד מחקר שיש עניין לבצעו באקדמיה – ולתעשייה אין עניין לממנו – יוגדר כמחקר בסיסי. מחקר מודרני לא יכול להיות עוד מנותק מטכנולוגיות אפשריות, התקדמות טכנולוגית תורמת לקידום המדע הבסיסי. נושא חשוב מהווה הניגוד בין מחקר חופשי לבין מחקר בו מעורבים אינטרסים.

עקב צרכים משותפים משלימים, הנטייה כיום היא ליחסים קרובים בין תעשייה ואקדמיה, ולא בכוון מחקר אקדמי בסיסי "טהור", המחקר האקדמי-הנדסי יהיה בכוון יתר רלבנטיות לדרישות תעשייתיות בטווח הקצר. אך יש לשמר את השליחות המסורתית של האוניברסיטאות, על מנת לקדם מחקר חופשי-לא צפוי לטווח הארוך, ללא תלות בתוצאות המידיות. האוניברסיטאות מנסות להגן על עצמן מפני אי-התאמות רבות הקיימות בין התעשייה והאקדמיה. אי התאמות כאלה מאיימות לערער את המחקר המדעי ארוך הטווח בעל הסיכון הגבוה, ולגרום לכך שההתייחסות למדע תהיה כאל סחורה.

הדיאלוג בין התעשייה לאקדמיה יהיה קשה יותר בעתיד, מאחר ומדענים באוניברסיטאות ירצו בהגנה כנגד לחצי התעשייה. בעתיד לא ניתן יהיה להימנע מהנטייה הגוברת לשימושים וחדשנות. האוניברסיטאות יהיו זקוקות לתמיכה מהתעשייה – התעשייה תהיה זקוקה ליותר ייעוץ מהמדענים. יהיה צורך בצורות חדשות של שותפות בין אוניברסיטה לתעשייה – בדגש על מחקר בסיסי טכנולוגי ותיאום היבטי מדיניות כלכליים-טכנולוגיים-מקצועיים.

2. הערכות מחקר – גישות וסוגיות

2.1 מבוא

היבטים כלליים. להערכות המחקר יכולות להיות מטרות שונות – קידום מצוינות ומוניטין, מימון ותקצוב ועוד. מושאי ההערכות הם מגוונים וכוללים, בין השאר, חברי סגל בודדים (לצורך גיוס וקידום), תחומי מחקר, אוניברסיטאות (לצורך מימון ציבורי, או כמידע לציבור) או מדינות – כמקור מידע על המעמד הבינלאומי. בתחילה ראוי להדגיש כי קיים שוני רב בין התחומים – באופי הפעילות ובהיקפה. התחומים יכולים להיות מאד רחבים (לדוגמה מדעי הטבע, מדעי החברה), רחבים פחות (פיסיקה, הנדסת מכונות), או אף תחומי משנה צרים. הערכות תחום רחב או צר מידי עלולות לגרום להטיות אלה או אחרות.

ראוי להבחין בין "מצוינות אקדמית של המחקר" לבין "השפעתו של המחקר". קשה להגדיר מושגים אלה אם כי יסודותיהם המהותיים קלים להבנה. אחת מתוצאות המצוינות האקדמית של המחקר הוא מוניטין אקדמי. ערכו של מחקר מדעי או תרומתו להבנה מתברר לעיתים קרובות תוך פרק זמן קצר, אולם לעיתים קיים קושי להעריך את ערכו האמיתי (הבסיסי או היישומי) של המחקר, המתגלה רק לאחר שנים רבות. מצוינות הסגל האקדמי מונעת בעיקר על ידי השאיפה להישגים משמעותיים במחקר, המביאים למוניטין אקדמי ולהוקרה הנלווים לכך. תרומת המחקר לתחרותיות הבינלאומית של האוניברסיטאות – עם כל המשתמע מכך – מסייעת גם היא לחיפוש המצוינות.

בעוד שהדגש העיקרי בהערכות המחקר נוגע למצוינות האקדמית, הולכת וגוברת הדרישה – מצד פוליטיקאים ואנשי תעשייה – לכך שההערכות יורחבו ויכללו גם את "השפעת המחקר". דהיינו – תרומה לכלכלה ולחברה, או מידת הערך והשימוש שנעשה בתוצאות המחקר לא רק על ידי הקהילה האקדמית, אלא בהקשר רחב יותר על ידי ממשלות, עסקים או החברה כולה. המכשול העיקרי הוא בקושי להעריך את גודלה של ההשפעה – למרות המאמצים לפיתוח מתודולוגיה לצורך זה. קיימת ביקורת על כוונם של מאמצים אלה – בעיקר על רעיון השימוש במדידה כמותית של "השפעה". סוגיה מרכזית בנושא "השפעת המחקר" נוגעת להערכת השפעתם ותרומתם של מדעי הרוח. סוגיה זו מעסיקה רבים, מאחר ושיטות כמותיות אינן מתאימות לתחומי מדעי הרוח, שהשפעתם ותרומתם רחבים – אך קשים ואף לא ניתנים לכימות.

גישות ושיטות הערכה. גישות ושיטות להערכת מחקר מהוות נושא שנוי במחלוקת. מבין הגישות הקיימות ניתן להבחין בין שיטות מדידה כמותיות, הערכות איכותניות, וגישות משולבות – המבוססות על שילוב של מדדים כמותיים והערכות איכותניות. לכל אחת מהגישות והשיטות יתרונות וחסרונות – כולן זוכות לביקורות הן מגורמים מקצועיים והן ממושאי ההערכה. אין שיטה מושלמת אחת, שיטה מתאימה ומועילה במצב אחד – עלולה להיות לא מתאימה ולעיתים אף מזיקה במצב אחר. העדפת גישת ההערכה מושפעת מכמה מאפיינים, הכוללים בין השאר את ההיבטים הבאים:

- אופי תחום העיסוק – היבטים תיאורטיים מול היבטים מעשיים.
- ייחודיות התחומים המוערכים, השוני ביניהם – וכן אינטרסים לגיטימיים הנובעים מכך.
- השפעות תהליך ההערכה על המוערכים – חלקן חיוביות (עידוד תחרות ומצוינות), חלקן האחר – שליליות (התנהלות לא ראויה ומותאמת לתהליך ההערכה, העלולה לגרום לנוזקים).

שיטות מדידה כמותיות. העבודה הנוכחית מבוססת על הערכות על פי נתוני מדדים כמותיים. מטבע הדברים, פשוט יותר להיעזר במדדים כאלה, אך לא תמיד הם זמינים. הרעיון הבסיסי לחקור את המדע על מנת לקדמו אינו חדש, הבסיס לכלים הנמצאים בשימוש עד היום הוא בן כחמישים שנים. מאז המצאת

מדדי הציטוטים המדעיים בשנות 1960, מדדים כמותיים להערכת חוקרים נהיו יותר ויותר רלבנטיים, בעלי השפעה ושנויים במחלוקת. אינדיקטורים כמותיים משמשים לכימות מושגים הקשים לכימות מעצם טבעם כמו – איכות מדעית, השפעה ויוקרה. אנליזה של מדע הינו תחום משגשג בעשורים האחרונים ושיטות המדידה הכמותיות זוכות לאחרונה להתעניינות רבה [לדוגמה 16, 17]. שיטות המדידה הכמותיות מבוססות בעיקר על מדע הביבליומטריה, ועל נתוני פרסומים וציטוטים ממאגרי מידע שונים – המשמשים להערכת תפוקה ואיכות מחקרית. היתרון והחיסרון של שיטות אלה הוא בהתמקדות בציטוטים כמדד להשפעה. בהקשר זה ראוי לציין כי מדידות כמותיות המבוססות על ציטוטים, הן פחות מתאימות לכמה תחומים כמו מדעי הרוח או מדעי החברה, בהם הציטוטים מוגבלים ורבים מהפרסומים הם מקומיים.

למרות היות תחום הביבליומטריה מוגבל בתחילתו, הוא עבר התפתחות משמעותית. השיטות הביבליומטריות מהוות כלי חשוב להערכה אובייקטיבית של הפעילות ושל התפוקה המחקרית של חוקרים. התפתחות המדדים המתוחכמים הואצה לאחרונה כתוצאה מהתפתחויות שחלו במחשוב, במאגרי המידע ובשיטות המדידה הביבליומטריות. כול אלה יחד עם זמינות הנתונים המקוונים, הגבירו את הנטייה להשתמש במדדים כמותיים למדידת תפוקה ואיכות מדעית.

פרוצדורות של הערכות כמותיות של פעילויות מדעיות (Scientometric) משמשות יותר ויותר לניתוח התפתחויות ומגמות במדע וטכנולוגיה. להחלטות שונות יש השלכות מרחיקות לכת, על כן, טיפול בנתונים ובנייה של מדדים דורשים ידע ומיומנויות של מומחים, הזמינים רק במידה מוגבלת. כמענה לכך, כמה אוניברסיטאות (אוניברסיטת וינה, אוניברסיטת Humboldt בברלין ואחרים) החלו לקיים בית ספר קיץ בנושאים אלה. באוניברסיטת Leiden בהולנד קיים מרכז למחקר בסיסי ושימושי בנושאי היבטים כמותיים של מדע וטכנולוגיה, עם דגש על אנליזה ביבליומטרית לבניית אינדיקטורים כמותיים להערכות מחקר ומיפוי מדעים.

הערכות איכותניות. גישות אלה כוללות ביו השאר הערכת עמיתים (peer review), פאנלים, ועדות הערכה, סקרים או משאלים. איכות ומצוינות אקדמית נשפטו מסורתית רק על ידי הערכת עמיתים אקדמיים – שהיא הגישה הוותיקה והחשובה ביותר להערכת איכות מחקרים. מדענים רבים מעדיפים גישה זו – היא נחשבת אמינה ונמצאת בשימוש נרחב באקדמיה.

אולם למרות חשיבותה של הערכת העמיתים – קיימות גם ביקורות על גישה זאת. הביקורת העיקרית נוגעת לחשש מסובייקטיביות ודעה קדומה, העלולים לגרום להטיות מסיבות אלה או אחרות. ניתן להתגבר על כך על ידי בחירה קפדנית של המעריכים ובאמצעים אחרים. חסרון נוסף של הערכת העמיתים הוא בכך שהיא כרוכה בהשקעת מאמצים ומשאבים רבים. כמו כן, לא ברורה אפקטיביות הערכת העמיתים כאשר מדובר בתחומים רחבים. תהליכי ההתמחות בתחומים צרים, מקשים על מציאת מעריכים מתאימים.

גישות משולבות. לאור החסרונות של ההערכות האיכותניות ושל שיטות המדידה הכמותיות, מסתמן לאחרונה כוון בינלאומי חדש – נטייה חזקה לשלב מדדים כמותיים המבוססים על ביבליומטריה והערכות עמיתים המבוססות על קריטריונים שונים.

2.2 מדדים כמותיים – סוגים ומאפיינים

הערכות מחקר המבוססות על נתוני מדדים כמותיים מהוות נושא שנוי במחלוקת – למרות ההכרה בחשיבותן. האמור הוא לא רק בכך שלהערכות באשר הן יש מגבלות, פגמים והסתייגויות מובנות (מוסדות וגופים לא אוהבים להוות מושא להערכות). קיימת אי בהירות בהבנת משמעותם של נתוני המדדים, במקרים רבים תוצאות ההערכה אינן תואמות הערכות אחרות – לעתים הן אף נוגדות ונתונות לפרשנויות מוטעות.

המדדים הכמותיים מבוססים על נתונים ביבליומטרים, הם מספקים מידע בעל ערך על התפתחות המחקר המדעי, ונועדו לסייע לעוסקים בתהליכים מורכבים של יצירת תובנות הנוגעות לאיכותו. המעריכים עצמם אמורים להעריך את המחקר, ולקבוע את המשקל הניתן למדדים השונים. הערכה מלאה של תחומי מחקר על בסיס נתוני המדדים, מהווה נושא מורכב ורגיש הדורש משנה זהירות, לכול אחד מהמדדים יש נקודות חוזק וחולשה, חסרונות, מגבלות ופגמים מובנים – העלולים לגרום להטיות, שגיאות ועיוותים. נהוג להתייחס למידע כמותי כאל מידע אמין, נוצר רושם מוטעה כי קל להבין את משמעותם של המדדים. לעיתים קרובות חסרה ההבנה – באיזה מדדים ראוי להשתמש, לאיזה מטרות הם מתאימים. שימוש לא מושכל בנתוני המדדים, וניתוח על ידי גורמים שאינם מומחים – יכולים להביא למסקנות מוטות ומטעות. כמו כן, אין ליחס לנתוני המדדים משמעויות החורגות ממה שהם אמורים לייצג. להבנת משמעותם של הנתונים, קבלת מבט נכון על התפתחות המחקר, והערכה נכונה של התפוקה והאיכות המחקרית – יש צורך בהכרת הסוגיות, המגבלות והקשיים הכרוכים בכך, במבט רחב מחד ומעמיק מאידך, בפירוש זהיר של משמעות הנתונים. יהיה זה פשטני לקבוע את מעמדם של מדינה או מוסד על פי נתוני מדדים אלה או אחרים, גם אם באים בהם לביטוי גורמים שונים.

יתרונות השימוש. לשימוש בנתוני המדדים הכמותיים יש יתרונות רבים, להלן כמה מהם:

- המדדים מהווים מכשיר מרכזי, פשוט ונוח למדידה של תפוקה ואיכות מחקרית. הם מסייעים לגישה נוחה ולשימוש פשוט בנתונים זמינים, מפחיתים משמעותית את העבודה הכרוכה בהערכות מחקר, ומאפשרים מדידה פשוטה ובהירה של תפוקה מדעית ושל השפעות מחקר.
- חשיבותם של נתוני המדדים נובעת מיכולתם למדוד השפעת פרסומים על התפתחותם וקידומם של תחומים מדעיים-טכנולוגיים, שבאים בעקבות פרסומים אלה. הם משמשים ללימוד מגמות במדע וטכנולוגיה, לניתוח התפתחויות במחקר, ולהערכת הרמה המדעית-טכנולוגית של מדינות ומוסדות.
- בהעדר מדד אובייקטיבי לקביעת איכות פרסומים, מקובל להתייחס לנתוני מאגרי המידע כאל מדדים המשקפים הישגים אקדמיים. נתוני המדדים מספקים מידע אובייקטיבי רב ערך, המשמש גורמים וגופים שונים בתהליכי קבלת החלטות מימון ותקצוב חשובות, שללא כן עלולים להיות מוטעים.
- נמצא כי קיימת התאמה טובה בין נתוני המדדים הכמותיים לבין הערכות עמיתים איכותניות ושיטות הערכה אחרות. כמו כן, מחקרים שונים בתחום הביבליומטרי מראים כי קיים מתאם חזק מאוד בין מספר הפרסומים של מדינה או מוסד לבין מספר הציטוטים הכולל שפרסומים אלה זוכים להם.
- נתוני המדדים מקובלים על ציבור רחב של חוקרים, הם בעלי השפעה על קובעי מדיניות, ומשמשים למטרות חשובות ומגוונות כמו דירוג, תקצוב ומימון של מוסדות אקדמיים.

מאגרי הנתונים. תחום הביבליומטריה מתמקד במספרי פרסומים וציטוטים בכתבי עת מדעיים, המהווים אינדיקטור להשפעה. תחום זה עבר התפתחות משמעותית בשנים האחרונות, בהן פותחו מספר רב של מדדי ציטוטים. שיטות המדידה הכמותיות להערכת המחקר מבוססות על מאגרי מידע. שיטות אלה מהוות כלי חשוב להערכה אובייקטיבית של הפעילות ושל התפוקה המחקרית של חוקרים.

הערכות כמותיות של פרסומים וציטוטים תלויות בנתונים ודורשות השקעת מאמצים רבים. בשנים האחרונות גדלה זמינות הנתונים המקוונים המסופקים על ידי חברות שונות. למאגרים יש גרסאות מקוונות, המתעדכנות לעתים קרובות. קיימים גם מאגרים ייחודיים לתחומים כמו מדעי החברה, מדעי הרוח ואמנויות. אך עיקר הפרסומים הם בתחומי מדעים שונים ורק מיעוטם בתחומי מדעי החברה והרוח.

הנתונים המוצגים בעבודה הנוכחית מבוססים על שני מאגרי המידע הידועים, הוותיקים והנפוצים בעולם – [18] Web of Science של החברה Thomson Reuters, ומאגר [19] Scopus של Elsevier. מאגרים אלה כוללים את המאמרים המתפרסמים בעיתונות המדעית העיקרית. מאגר Web of Science החל בפרסום מדדי ציטוטים כבר בשנת 1960. במהלך העשורים האחרונים נאספו במאגר זה נתונים רבים על פרסומים מדעיים וכן על ציטוטים שלהם, נתונים אלה פותחו לצורך שליפת מידע על ידי חוקרים. כתבי העת בהם מתפרסמים המאמרים מסווגים בהתאם לתחומים. מוגדרים 22 תחומים ראשיים וכן למעלה מ- 250 תחומים נוספים, חלקם מהווים תחומי משנה לתחומים העיקריים. הנתונים כוללים רק כתבי עת, לא ספרים המהווים במת פרסום עיקרית במדעי הרוח. כ- 80% מהפרסומים במאגרים אלה הם בתחומי המדעים והטכנולוגיה ורק כ- 20% הם בתחומי מדעי החברה והרוח. המאגרים כוללים כישוי טוב יותר של מדע בסיסי בהשוואה לתחומים יישומיים (כמו הנדסה), ספרים וכנסים מכוסים רק באופן חלקי.

מאגר Scopus החל בפעילותו מאוחר יותר, גם בו מוגדרים באופן דומה 27 תחומים ראשיים ותחומים נוספים, המהווים תחומי משנה לתחומים העיקריים. הגדרת התחומים העיקריים בשני המאגרים היא דומה, אך קיים שוני בתחומים מסוימים. מספר הפרסומים הנכלל במאגר Web of Science קטן יותר ממספרם במאגר Scopus, בו נכללים בנוסף לכתבי עת גם כנסים וכדומה.

סוגי המדדים. קיימים מדדים שונים, לכל אחד מהם מגבלות, היכולות להטות את התוצאות לכוון זה או אחר. המדדים העיקריים כוללים מספרי פרסומים, מספרי ציטוטים, ממוצעי ציטוטים לפרסום, מספרי מאמרים הנמצאים בין "1% הפרסומים המצוטטים ביותר", מדד H (H-index) ועוד. בדרך כלל אין להתייחס למדד אחד העשוי כביכול להסביר הכול, אלא למספר מדדים בלתי תלויים. להלן נתייחס לכמה מהמאפיינים של המדדים העיקריים המקובלים.

- **מדדי מספר הפרסומים**, מספקים אומדן של התפוקה או הפוריות המחקרית, מייצגים בעיקר כמות, לא איכות. קיימים מדדים שונים המבוססים על מספרי פרסומים כמו מספר פרסומים כולל, מספר פרסומים לנפש או מספר פרסומים מחולק בתמ"ג לנפש.
- **מדדי ציטוטים**, המודדים את מספרי הציטוטים לו זכו הפרסומים בתחום מסוים בתקופה נדונה, מהווים דרך פשוטה למדידת השפעתם של הפרסומים. ניתן להתייחס לציטוטים בכתבי עת מובילים, למספר ציטוטים לפרסום או לציטוטים מנורמלים לתחום. **מספר ציטוטים כולל** מהווה מדד טוב יותר מאשר מספר הפרסומים, למדידת השפעתם של הפרסומים, אך גם הוא יכול לספק תמונה לא נכונה. **מספר ממוצע של ציטוטים לפרסום** מהווה אינדיקטור טוב יותר לאיכותם של הפרסומים.
- **מספר המאמרים הנמצאים בין "1% הפרסומים המצוטטים ביותר בעולם"**, הינו מדד נוסף, המודד את מספרי הציטוטים של הפרסומים ומהווה אינדיקטור לאיכותם וחשיבותם של הפרסומים.
- **מדד H (H-index)**, שפותח על ידי Jorge Hirsch, פסיקאי מאוניברסיטת קליפורניה בסן דייגו, הוצג בשנת 2005 לצורך מדידת פוריות והשפעה מדעיים. ערכו מצטבר, לא יכול לרדת במהלך השנים, ושונה מתחום לתחום. מדד זה מהווה מכשיר המדרג חוקרים וגופים על פי איכות עבודתם, הוא מציין את מספר הפרסומים H להם יש לפחות H ציטוטים. דהיינו, לחוקר עם ערך H של מדד זה, יש H פרסומים שצוטטו לפחות H פעמים. לאחרונה מתרחב השימוש במדד H המבחין גם בין שותפים למאמרים בכך שהוא נותן אוטומטית פחות קרדיט לאלה שנראה כי תרמו פחות. במדד זה באים לביטוי בו-זמנית התפוקה (מספר הפרסומים) והאיכות (מספר הציטוטים). במהלך השנים הוצעו חלופות, עדכונים ושיפורים רבים, הכוללים התחשבות בפרסומים אחרונים, מתן משקל יתר למאמרים מצוטטים ועוד.

- **מדדי ציטוטים נוספים.** קיימים מדדי ציטוטים נוספים, יותר מורכבים, להערכת הישגים של יחידים או איכות של כתבי עת. מדדים אלה נותנים, למשל, משקל רב יותר לציטוטים מתוך מאמרים שלהם עצמם יש הרבה ציטוטים. מדד הציטוטים המשוקללים, הינו מדד הנותן יתר משקל לציטוט ממאמר פופולארי (כמו ב-Google Page Rank Algorithm).
- **גישות מקוונות.** קיימים מדדים נוספים המבוססים על גישות מקוונות, למשל, מספר הפעמים שהייתה גישה למאמר או שהוא הורד מהרשת. גישות אלה מתמקדות במאמרים בודדים, הן יותר מעודכנות מאשר מספרי ציטוטים והן מציעות נקודת מבט חדשה על תפקיד מדעי הרוח והחברה. יש התייחסות למאגר כתבי עת יותר רחב מאשר נתוני הציטוטים (המוטים לכוון מדעי הטבע), על כן מספר כתבי העת במדעי הרוח והחברה במיפוי מקוון בולט יותר מאשר במיפוי מבוסס ציטוטים. מדידות שימושים ברשת יכולות לתת מבט אלטרנטיבי ומעודכן על המדע. זו גישה חדשנית אך שנויה במחלוקת באשר לחשיבותה, שמא האמור בפתרון אופנתי ברוח הזמן, אך לא לאורך זמן. החיסרון העיקרי הוא שלא ניתן להבחין בין השפעת מאמר על כלל המשתמשים לבין השפעתו על הקהילייה המדעית. התוצאות תלויות באתרים פופולאריים שאינם אמונים על מצוינות דווקא.
- **מקדם ההשפעה (Impact Factor)** של כתב עת מדעי, הינו המספר הממוצע של ציטוטים במשך שנה מסוימת למאמרים שהתפרסמו בתקופת שתי השנים הקודמות בכתב העת (או מספר כולל של ציטוטים במשך שנה מסוימת, למאמרים שהתפרסמו בתקופת שתי השנים הקודמות, מחולק במספר מאמרים אלה). מדד זה שהוצג בשנת 1963 מתייחס להשפעה של כתבי עת בלבד, לא של חוקרים בודדים או של מאמרים. בשנת 2005 למשל, 89% ממקדם ההשפעה של העיתון Nature נתרמו על ידי 25% מהמאמרים. מקדם ההשפעה של כתבי עת מדעיים מהווה דוגמה לשימוש יתר שנעשה בו לצורך הערכת מוסדות, מחלקות וחוקרים בודדים. קיימים גורמים שונים העשויים להטות את גודלם של מקדמי ההשפעה, לעיתים אף כתוצאה מהתנהלות לא ראויה של עורכי כתבי עת מסוימים. דוגמא לכך מהווה הטענה כי עורכים מסוימים שוקלים קבלה של מאמר לפרסום בהתחשב בצפי למספר הציטוטים שלו, או פועלים מתוך כוונה להגדיל את מספר הציטוטים של מאמרים שפורסמו בכתב העת שלהם. ראוי לציין כי בהערכת חוקרים בודדים יש מקום להתייחס למספרי ציטוטים של מאמר, אך לא לגודלם של מקדמי ההשפעה של כתבי עת, שאינם מיועדים לכך. במקום לבחון באופן ישיר את מספרי הציטוטים של מאמרים, לעיתים מעריכים את איכות עבודת החוקר על פי הנתונים הזמינים של מקדמי ההשפעה של כתבי העת בהם הוא פרסם. יתר על כן, במדינות מסוימות מבוסס חלק ממימון המחלקות בהתחשב במקדמי השפעה של כתבי העת בהם מפרסמים חברי סגל המחלקה. חשוב לציין כי גודלם של מקדמי ההשפעה עשוי להיות חסר משמעות מאחר והם שונים באופן מהותי מתחום לתחום. לדוגמה, מספר הציטוטים למאמר בתחום המתמטיקה הוא קטן יחסית למספר הציטוטים למאמר בתחומי ביולוגיה מסוימים, בהם מספר ציטוטים אופייני למאמר הוא כמה עשרות. כתוצאה מכך, קיימים הבדלים גדולים במקדמי ההשפעה של כתבי העת הטובים בתחומים השונים.

2.3 מגבלות, הטיות, פגמים

הנתונים הגולמיים לא תמיד מתאימים לצרכי הערכות איכות, שימוש לא מושכל בנתונים לא מעובדים יכול להביא למסקנות לא נכונות ואף פוגעות. כל המדדים הם בעלי שימוש מוגבל ומתייחסים רק להיבטים מסוימים, הם לא מתארים תמונה מלאה של כל טווח פעילויות המחקר ושל איכותו. נושאים מדעיים רבים הם מורכבים מידי על מנת להעריכם במושגים פשוטים, לעתים קיים קושי להבחין בין מדע אמתי למדע

מפוקפק. התוצאות יכולות להיות מוטות, על כן – הן לא מהוות בסיס מספק להערכה מלאה של תחומי מחקר. שימוש לא נכון במדדים לקביעת סדרי עדיפויות במימון עלול להביא להחלטות מימון מוטעות – ואף לנזקים. מעבר לאמור, ראוי להדגיש כי השפעה בטווח קצר אינה דומה להשפעה בטווח הארוך – שהיא חשובה יותר, קשה למדידה, וניתן לבחון אותה רק לאורך זמן. חסרונות המדדים הכמותיים הם תוצאה של סיבות שונות, להלן תמצית של כמה סוגיות הנוגעות למגבלות, הטיות ופגמים שלהם.

- **שוני בין תחומים.** קיימים הבדלים משמעותיים בין תחומי המחקר – בנוהגי הציטוט, במספרי הפרסומים והציטוטים, ובגודלה של הקהילייה המדעית. מערכות המידע הקיימות לא מתאימות לכל תחומי המחקר, הן מתמקדות בביבליומטריה ומתעלמות מתחומים שונים – לא כל תחומי המחקר מתנהלים בכתבי עת. המאגרים מכסים טוב יותר את תחומי מדעי הטבע והרפואה בהשוואה למדעי מדעי החברה והרוח, בהם ספרים מהווים חלק ניכר מהפרסומים המדעיים. כמו כן ניתן כיסוי טוב יותר לתחומים בסיסיים – בהשוואה לתחומים יישומיים כמו הנדסה. הבדלים בנוהגי ציטוטים, הקיימים גם בתחומי המשנה של התחומים העיקריים, עלולים לגרום להטיות ואף לעיוותים.

- **הגדרה, סיווג ומיפוי תחומים.** מיפוי של תחומים מדעיים אינו פשוט, אם גם הוא מאפשר לעקוב אחרי התפתחות תחומים חדשים ומידת הקשר הקיימת ביניהם לבין תחומים קיימים. קיימות סוגיות שונות הנוגעות לסיווג והגדרת תחומי המחקר במאגרי המידע, חלוקה זו אינה מגדירה לעתים את התחומים בצורה ראויה. החלוקה הקלאסית לתחומים – שהייתה נהוגה בעבר – איבדה לאחרונה חלק ניכר ממשמעותה. כמו כן, הגדרת תחומים רחבים או צרים מידי עלולה לגרום להטיות עקב השפעות דומיננטיות של תחומי משנה, או הישגים נקודתיים גבוהים. ניתן להתגבר על הבעיה על ידי הגדרת התחומים על פי הציטוטים עצמם.

הפרסומים הנכללים בתחום מסוים במאגר נקבעים על פי הגדרת תחום כתב העת בו הם מתפרסמים. כתוצאה מכך, פרסומים בתחום מסוים המופיעים בכתב עת המסווג לתחום אחר – ישויכו לתחום האחר המתאים לכתב העת בו פורסמו. כמו כן, בתחומים מסוימים המאמרים החדשניים מתפרסמים בעיקר בכנסים, שלא בהכרח נכללים במאגר. קיים שוני רב במספרי ציטוטים בין התחומים השונים. ניתן לעשות נורמליזציה על ידי חלוקה למספר הציטוטים הממוצע בתחום הנדון, אולם אז מתעוררות בעיות הנוגעות לחלוקה הנכונה לתחומים, כך שלא ייווצרו עיוותים כתוצאה מכך שהתחום המוגדר רחב או צר מידי. שוני בנוהגי הפרסומים והציטוטים קיים לא רק בין התחומים הראשיים, אלא גם בין תחומי המשנה של תחומים אלה. שוני כזה – בנוהגי הציטוטים בתחומי המשנה של התחומים העיקריים – עלול לגרום להטיות ואף לעיוותים.

במסגרת הנוכחית לא ניתן לנתח היבטים אופייניים של כל אחד מהתחומים, נתייחס לדוגמה לתחום ההנדסה שהינו תחום רחב מאד הכולל תחומי משנה רבים עם שוני משמעותי בנוהגי הציטוטים. כתוצאה מסיבות היסטוריות, היה נהוג בעבר להתייחס לתחומי משנה קלאסיים כמו הנדסה אזרחית, הנדסת מכונות, הנדסת חשמל וכדומה. אולם, במהלך רבע המאה האחרון עבר זמנה של חלוקה מיושנת זו, העבודה שנעשת למעשה בתחומים השונים כוללת נושאים מגוונים ושונים החוצים גבולות של התחומים הקלאסיים, החל מקנה מידה גדול (רמת המקרו) דרך קנה מידה קטן (מיקרו) עד לקנה מידה זעיר (ננו). החדירה העמוקה של תחומי המדעים לתחום ההנדסה, יחד עם פיתוח ויצירת טכנולוגיות מודרניות, גרמו לשינויים מהפכניים בתחום ההנדסה, ולכך שהתחום שינה את פניו כליל בשנים האחרונות.

על כן, סיווג כל מה שנעשה בתחום זה תחת הכותרת הכללית "הנדסה" אינו נכון, הן מנקודת ראות בסיסית והן מנקודת ראות מושגית. מאחר ולשוני בין תחומי המשנה יש השפעה רבה על התחומים

הראשיים, יש להתייחס גם לכך. נמצא כי קיים שוני רב בממוצעי ציטוטים לפרסום בין תחומי המשנה של תחום ההנדסה, על כן אין זה נכון להתייחס לתחום ההנדסה כולו כמקשה אחת.

- **פגמים מתודולוגיים.** מערכות המדידה הקיימות הן לא מספקות, שיטות המדידה ידועות כפגומות. הערכות כמותיות של פרסומים, ציטוטים ופוטנטיים תלויות בנתונים ודורשות השקעת מאמצים רבים בעיבוד ראוי של נתונים אלה. קיימים פגמים מתודולוגיים שונים הנוגעים לציטוטים ובאים לביטוי בכך שהמידע אינו אמין או לא שלם, אין הבחנה בין סוגים שונים של ציטוטים (חיוביים או שליליים), התעלמות מהשפעת ציטוטים עצמיים (אם כי ניתן לכמת אותם). נטען כי קיימות הטיות בציטוטים, אי-מתן קרדיט להוגי הרעיון אלא לאלה שהשתמשו בו, אי-התחשבות בהשפעות לא פורמאליות שאינן מצוטטות, הכללת במות לא ראויות ומאמרים של עורכים. רוב המחברים לא מצטטים את רוב המקורות מהם הושפעו, ודאי שלא את כול המקורות. למניעת הטיות בדירוג לפי ממוצעי ציטוטים לפרסום, עקב התחשבות במדינות או מוסדות בהם היקף הפעילות קטן מאד, נהוג להתייחס רק למוסדות בהם מספר הפרסומים גבוה מסף תחתון מסוים. אולם במקרים רבים נקבעים גבולות תחתונים לא מתאימים.
- **מדידות ושימושים לא ראויים.** כל מערכת, מתוחכמת ככל שתהיה, חשופה לעיוותים. מדידה צרה או מוטה של הישגים מדעיים, מתארת תמונה מעוותת – ויכולה לגרום למדע צר או מוטה. קיימת תופעה ידועה של התנהלות מוסדות לא ראויה, במטרה להתאים עצמם לתוצאות משופרות של ההערכה – לאו דווקא לקידום המצוינות. בעבר נעשו ניסיונות להטות תוצאות בדרכים שונות, יש דוגמאות רבות לגמול שניתן בהסתמך על מדדים גרועים הגורמים לתוצאות מוטעות. למניעת תופעות לא רצויות יש צורך בעדכונים נמשכים של הכללים ושל משקלי המרכיבים השונים, אולם שינויים תקופים גורמים לאי יציבות. דוגמה לשימוש מעוות בדירוגים מהווה שימוש במדדי פרסומים לצורך קידום בשכר. באוסטרליה, בה מספר הפרסומים היווה בעבר בסיס לתמיכה באוניברסיטאות ובמדענים בודדים, מספר הפרסומים גדל באופן משמעותי בעוד שמספר הציטוטים ירד משמעותית. נטען כי המדדים למיניהם מהווים אינדיקטור פגום להערכת איכות מדענים, בהשוואה לפרסי הצטיינות המהווים אינדיקטור יותר מתאים לכך.
- **מגבלות בהערכת אוניברסיטאות.** כתוצאה ממגבלות ופגמים שונים של המדדים הכמותיים שפורטו לעיל, השוואה בין אוניברסיטאות על בסיס מדדים אלה מהווה נושא מורכב ורגיש הדורש משנה זהירות. כמה מהסוגיות, השאלות והחסרונות הנוגעים להערכות כמותיות של מדינות, עלולים לבוא לביטוי יותר קיצוני בהערכות של אוניברסיטאות. ככל שבסיס הנתונים יותר רחב וההערכות מתייחסות, למשל, למדינות, כן קטן החשש לשגיאות ולהטיות הנלוות לכך. כתוצאה מהשוני במאפייני המדדים והתחומים, קיים קושי בהצגת מבט כללי נכון על מעמדן של האוניברסיטאות. נתוני המדדים אכן מספקים מידע רב ערך, אולם לאור המגבלות והפגמים השונים הם לא מהווים בסיס מספק להשוואה נכונה ומלאה בין אוניברסיטאות. לקבלת הערכה נכונה יש צורך במבט רחב, בפירוט זהיר של משמעות הנתונים ובהבנת מגבלות המדדים. ניתוח הנתונים על ידי גורמים שאינם מומחים לדבר יכול להוות מכשיר בוטה ואף פוגע.
- **פגמים בהערכת בודדים.** מדדים כמותיים עלולים להטעות, לעיתים בצורה מפתיעה, ויש להישמר מלתת להערכות שטחיות לערער על הערכה מעמיקה הדורשת מאמץ רב. מדדים כמותיים רבים לא מיועדים להערכת חוקרים בודדים, אך משתמשים בהם באופן מוטעה להערכות אישיות. השימוש במדדים כמותיים בהערכות אישיות עלול להיות על חשבון הערכות איכותיות. יש חשש שתהליכי גיוס, קידום וקביעות של סגל אקדמי יתנו משקל יתר למדדים אלה ויפחיתו במשקלם של הערכות איכותיות חשובות אך קשות למדידה. קיימים קשיים הנוגעים לתופעות הציטוט העצמי של חוקרים והנוהג של ריבוי מחברים בעלי תרומה שולית מעוות את התוצאות. כמו כן, התפתחויות חדשות במחקר רב משתתפים

הופכות את התרומה האישית לכמעט בלתי ניתנת לבידוד. אולם למרות האמור, נטען כי קיימת התאמה טובה בין המצוינות של חוקרים כפי שהיא נמדדת על פי הערכת עמיתים ומדדים נוספים למצוינות, לבין מעמדם על פי מדדי הציטוטים של פרסומיהם.

תיקונים ועדכונים מתבקשים. התפתחות המדדים המתוחכמים הואצה לאחרונה כתוצאה מזמינות הנתונים המקוונים. תהליך "התפוצצות מספר המדדים" הוא בעיצומו, מדדי השפעה כמותיים מפותחים חדשים לבקרים, חלקם בהשפעת גופים ממשלתיים הנוטים לחפש תוצאות כמותיות להשקעות הלאומיות. בקרב חוקרים רבים רווחת תחושה כי הגיעה העת להאט ולבחון לאיזו מטרה נועדו מדדים אלה. הפתרון אינו במציאת מדדים חדשים, אלא בהסבר של מה הם מייצגים ומדוע הם חשובים.

עקב מורכבות הנושא וכן השפעותיו מרחיקות הלכת, על החוקרים המפתחים מדדים כמותיים להיות מודעים לאופן ולמטרות השימוש במדדים אלה. על מנת לתפוס את עיקרי המדע הטוב, על בעלי העניין לשלב כוחות על מנת ליצור מערכת פתוחה, מבוססת ועקבית למדידת כל הפעילויות היוצרות פרודוקטיביות אקדמית. מדענים חשים שעבודתם מורכבת מדי על מנת שיעריכו אותה במושגים פשוטים. דברים רבים לא ניתנים לחיזוי, על כן שימוש במדידות לסדרי עדיפויות בכספי מחקר עלול לגרום נזקים בתחומים מסוימים. ידוע כי קשה לפתח מדידות נכונות, אך זו אינה סיבה לזנוח אותן. יש לעודד חדשנות בתחום זה, מדידה לא נכונה מביאה לא רק להחלטות מימון לא טובות, אלא עלולה לגרום גם לפגיעה במדענים מבטיחים.

במחשבות על תיקון פגמים בשיטות דירוג כמותיות יש להתייחס לכך שהנזק העיקרי ששיטות אלה יכולות לגרום הוא לאו דווקא במתן תשובות לא נכונות, אלא בעידוד של מחקר לא טוב. כאשר מעודדים מדענים בכוון של השגת יוקרה, נוצר היזון חוזר בין המערכות העוסקות בדירוגים לבין המדענים עצמם. במקרים מסוימים נענים המדענים ונעשים אף פעילים בתהליכים המסייעים לקידום האישי. להלן כמה קווים מנחים עיקריים לשינויים שהוצעו בעבר ויבטיחו הערכה יותר הוגנת.

- קיים מגוון אפשרויות לשיפור על ידי פיתוח תחום מדידת המדעים, בתמיכה משולבת של הגורמים המעוניינים: גופי מימון, גופי מחקר מדעי ואף הוצאות לאור של פרסומים. יש צורך בפיתוח תיאוריות מתאימות המבוססות על איסוף נתונים איכותיים.
- המטרה היא לשלב בצורה הטובה ביותר את התיאוריה עם המעשה. על ידי עבודה משותפת של מדענים בתחומי מדעי הטבע ומדעי החברה, יש מקום לפיתוח שיטות מדידה חדשות ובדיקת תקיפותן באמצעים שמאפשרת הרשת. נטען כי על שיטות אלה לא להיות מוגבלות לגישות ביבולומטריות מסורתיות. השימוש במדדי ציטוטים החל לפני עשרות שנים, נראה כי עתה יש אפשרות לפתח שיטות יותר אמינות, שקופות וגמישות. הבסיס לכך נוצר על ידי כך שרוב הגופים הלאומיים המממנים, תומכים במחקר בנושא מדידות התפוקה המדעית. כמו כן, כמות עצומה של נתונים על פעילות מדעית נמצאת באינטרנט, הולכת ונוצרת קהילייה המשקיעה בפיתוח מדעי של מדידות כמותיות.
- יש צורך בהקמת תשתית נתונים אמינה ופתוחה ובאיסוף נתונים הנוגעים למלוא טווח עבודת המדענים. חלק מהגופים העוסקים בכך הם פרטיים, חלקם לא שקופים ויש צורך ביתר תיאום ביניהם. יש צורך במערכות המזהות ומאמתות בצורה נכונה שמות של חוקרים, נושא הזיהוי הנכון דורש תיאום והתייחסות בינלאומית דחופה. הנתונים הנאספים חייבים להיות פתוחים לקהילייה המדעית, כך שניתן יהיה לחזור על מדידות. הגופים המממנים משקיעים היום באופן לא מתואם בפרויקטים חופפים.

- האתגר המרכזי קשור לרצון לקבל מדד פשוט ואחיד מצד אחד, אך תקף ובעל ערך מצד שני. נטען כי המחקר בשנים הקרובות צריך לעסוק בסוגיה מרכזית זאת. מוצעות דרכים להתמודד עם האתגר, כמו פיתוח מערכות חדשות תוך פתיחות לכלים אינטרנטיים חדשים, המאתגרים את כתבי העת המסורתיים והספרים מבחינת המדיום היעיל לתפוצת המדע והשפעתו, אף מעבר לתחומי האקדמיה כשלעצמה. להצעות אלה כמה היבטים חיוביים, אך ישומן כרוך בקשיים מהותיים והיבטים עקרוניים. היבט אחד כזה הוא – קל למדוד כמות, הרבה יותר קשה להעריך איכות בכלל – ומצוינות בפרט.
 - אתגר לא פשוט נוסף הוא – להחליט איזה נתונים יש לאסוף ואיך להשתמש בהם. יצירת ידע הוא תהליך מורכב, על כן, יש לחשוב על מדדי יצירתיות ויצרנות אלטרנטיביים, רבים מאלה הם מדדי פעילות יותר מעודכנים מאשר ציטוטים. דרכי הפצת ידע באופן מהיר הן שונות מתחום לתחום, ייתכן כי לפרסומים בבמות שונות יש לתת משקל שונה בתחומים השונים. יש מחשבות על איסוף נתונים שונים מאלה שנאספו עד כה, באמצעות הרשת (למשל, תדירות חיפוש ערך מסוים). יש להקדיש יותר תשומת לב למשמעות הנתונים וכמו כן להשפעת איסוף הנתונים והמדידות על דפוסי ההתנהגות.
- עם כל האמור ולמרות הקשיים הכרוכים במתן מענה הולם לסוגיות שהועלו, להלן תמצית של כמה נקודות הנוגעות לכווני התפתחות אפשריים של מדדים ביבליומטריים.
- סיווג מעודכן של תחומים ונושאים, שעליו יתבססו המדדים.
 - התייחסות ממוקדת לשוני בין מאפייני הציטוטים בתחומים השונים.
 - פיתוח מדדים משולבים הקושרים מספר מדדים.
 - בהנחה שלא כל הציטוטים הם בעלי ערך זהה, סיווג האופנים בהם הפרסומים מצוטטים.
 - מתן משקל שונה לציטוטים מכתבי עת שונים.
 - פיתוח מדדים חדשים המתייחסים להיקף הידע ואופיו של המחקר.
 - התייחסות לפרסומים חופשיים (open access) ומאגרים נגישים (דוגמת Google Scholar).
 - מיפוי ביבליומטרי, מציאת הקשרים שבין ציטוטים, תחומים עיקריים ותחומים משניים.

3. מבט השוואתי על נתוני המדדים

3.1 מבט כללי

כאמור לעיל, הנתונים המוצגים בעבודה זאת מבוססים על שני מאגרי המידע הידועים והנפוצים בעולם – Web of Science של החברה (Thomson Reuters (T-R [18]), ו- Scopus [19] של החברה Elsevier. הנתונים כוללים את המאמרים המתפרסמים בעיתונות המדעית העיקרית, ומתייחסים למדדים הבאים:

- **מדד מספר הפרסומים**, המספק אומדן של התפוקה או הפוריות המחקרית בתחום מסוים בתקופה נדונה. מדד זה מייצג בעיקר כמות, לא בהכרח איכות.
- **מדד ממוצע הציטוטים לפרסום** – המתקבל על ידי חלוקה של מספר הציטוטים במספר הפרסומים, בתחום מסוים בתקופה הנדונה, נחשב כמדד טוב להשפעת הפרסומים ולפיכך משקף איכות של מחקר.
- **מדד הפרסומים המצוטטים ביותר** – מספר הפרסומים הנמצאים בין "1% הפרסומים המצוטטים ביותר בעולם", בתחום ותקופה מסוימים, מהווה אינדיקטור לאיכותם וחשיבותם של הפרסומים.

בהמשך מוצגים נתונים מעודכנים עבור ישראל לכול 22 התחומים המופיעים במאגר Web of Science (שיסומן להלן (T-R 2005-2015), וכול 27 התחומים המופיעים במאגר Scopus (1996-2014). בלוחות 3.1, 3.2, מוצגים נתונים מעודכנים של המדדים השונים בישראל עבור כול התחומים בשני המאגרים.

לוח 3.1. נתונים מעודכנים, 22 תחומי המחקר בישראל (T-R 2005-2015)

מקור: עיבוד מנתוני [18] Thomson Reuters

Research Fields	Documents	Cites	Cites/Paper	Top Papers
CLINICAL MEDICINE	26,677	419,072	15.7	447
CHEMISTRY	8,853	154,906	17.5	138
PHYSICS	15,770	240,810	15.3	270
ENGINEERING	7,802	58,305	7.5	75
SOCIAL SCIENCES, GENERAL	8,983	53,743	6.0	73
BIOLOGY & BIOCHEMISTRY	7,114	149,819	21.1	119
PLANT & ANIMAL SCIENCE	5,027	66,023	13.1	105
MATERIALS SCIENCE	3,157	52,359	16.6	61
NEUROSCIENCE & BEHAVIOR	6,731	137,062	20.4	80
MOL. BIOL. & GENETIC.	5,934	198,645	33.5	118
GEOSCIENCES	2,522	37,916	15.0	32
MATHEMATICS	6,140	26,974	4.4	59
ENVIRONMENT/ECOLOGY	2,719	39,511	14.5	34
AGRICULTURAL SCIENCES	1,924	22,471	11.7	30
PSYCHIATRY/PSYCHOLOGY	6,320	73,969	11.7	59
PHARMACOL. & TOXIC.	2,307	37,689	16.3	50
COMPUTER SCIENCE	5,115	33,648	6.6	51
IMMUNOLOGY	2,979	64,718	21.7	50
ECONOMICS & BUSINESS	2,335	20,554	8.8	26
MICROBIOLOGY	1,667	28,613	17.2	24

SPACE SCIENCE	2,299	61,176	26.7	71
MULTIDISCIPLINARY	170	3,150	18.5	1
ALL FIELDS	132,545	1,981,133	14.7	1973

לוח 3.2. נתונים מעודכנים, 27 תחומי המחקר בישראל (Scopus 1996-2014)

מקור: עיבוד מנתוני [19] Scopus

Research Fields	Documents	Cites	Cites/Paper
Medicine	86,595	1,743,391	21.3
Physics	45,338	791,882	18.2
Biochem. Genet. Mol. Biology	41,311	1,270,192	32.8
Engineering	33,145	355,068	11.7
Computer Science	30,222	348,393	14.6
Mathematics	30,034	288,597	10.8
Material Science	21,867	332,101	15.7
Social Science	20,729	206,460	13.0
Agricultural & Biolog. Science	19,169	367,075	20.8
Chemistry	18,858	451,955	24.5
Arts & humanities	12,582	234,003	24.1
Neuroscience	11,806	336,086	32.1
Psychology	10,227	173,685	20.8
Immunology & Microbiology	9,776	289,787	31.6
Earth & Planetary Sci.	9,453	190,688	22.2
Chemical Engineering	7,844	198,286	26.7
Environmental Science	7,767	128,033	18.3
Pharmacology, Toxicology	6,660	144,117	22.9
Business & Management	4,027	55,477	17.2
Health Professions	3,979	52,419	14.5
Economics & Finance	3,564	47,352	16.4
Decision Sciences	3,413	44,229	15.1
Nursing	3,121	43,328	16.0
Energy	2,895	34,329	13.0
Multidisciplinary	2,601	268,715	117.7
Dentistry	2,005	31,270	16.0
Veterinary	1,480	18,597	13.7
All Areas	272,352	5,079,652	20.6

ניתן לצפות כי חלק מהנתונים המתקבלים משני מאגרי המידע יהיו שונים כתוצאה מכמה סיבות – הגדרת התחומים בשני המאגרים אינה זהה, אם כי בתחומים רבים היא דומה, קיים שוני בכתבי העת אליהם מתייחסים הנתונים בשני המאגרים, קיים שוני מסוים גם בפרקי הזמן אליהם מתייחסים הנתונים. הנתונים המוצגים מצביעים על שוני רב בין התחומים בנוהגי הפרסום והציטוטים, ובכול אחד מהמדדים. ניתן להבחין כי בתחומים מסוימים מספר הפרסומים גבוה יחסית – בעוד שממוצע הציטוטים לפרסום נמוך יחסית, בתחומים אחרים – התמונה הפוכה, האמור נכון הן לישראל והן לעולם כולו.

בהמשך יוצגו נתונים השוואתיים המתייחסים לשוני בין ישראל לעולם, בשני המאגרים בפרקי זמן שונים. בסעיף 3.2 מוצג מבט השוואתי מעודכן על התחומים השונים בישראל ובעולם, בסעיף 3.3 מתואר ביתר פירוט מבט השוואתי על תחומים נבחרים בישראל ובעולם, בשני המאגרים בפרקי זמן שונים.

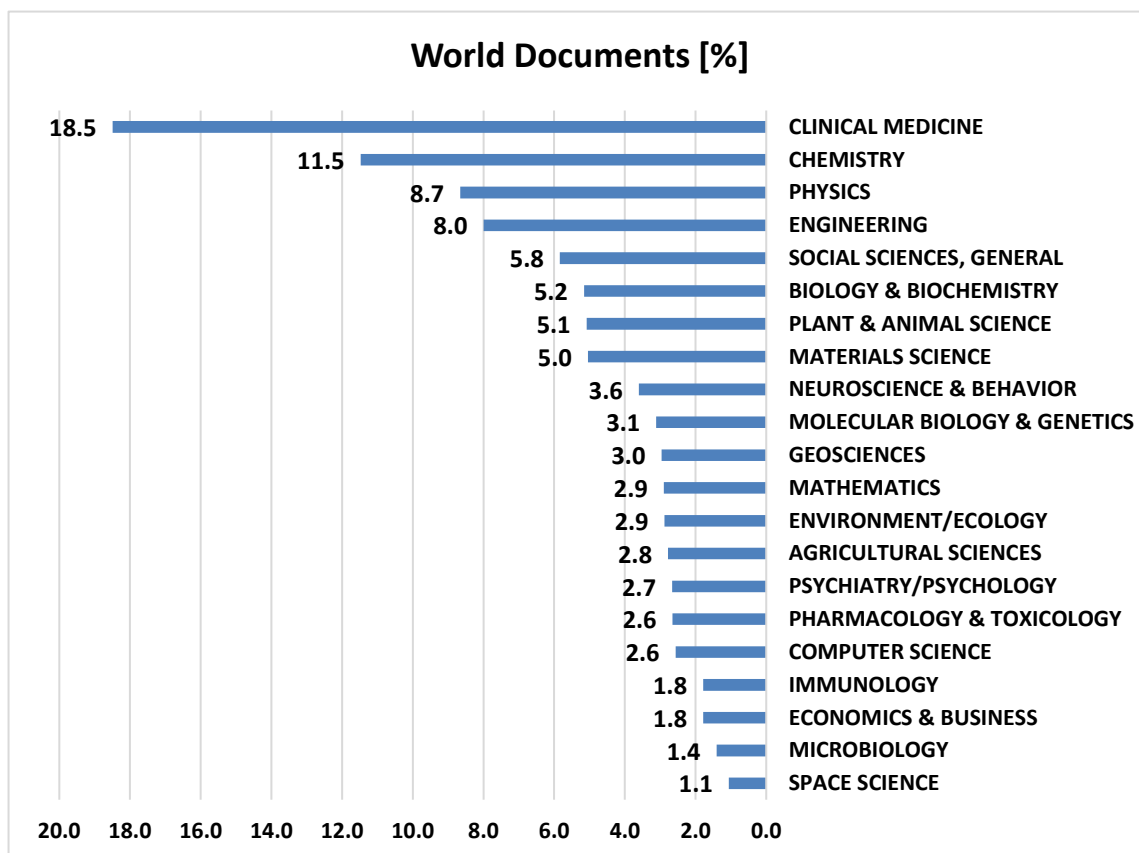
3.2 מבט השוואתי על התחומים השונים

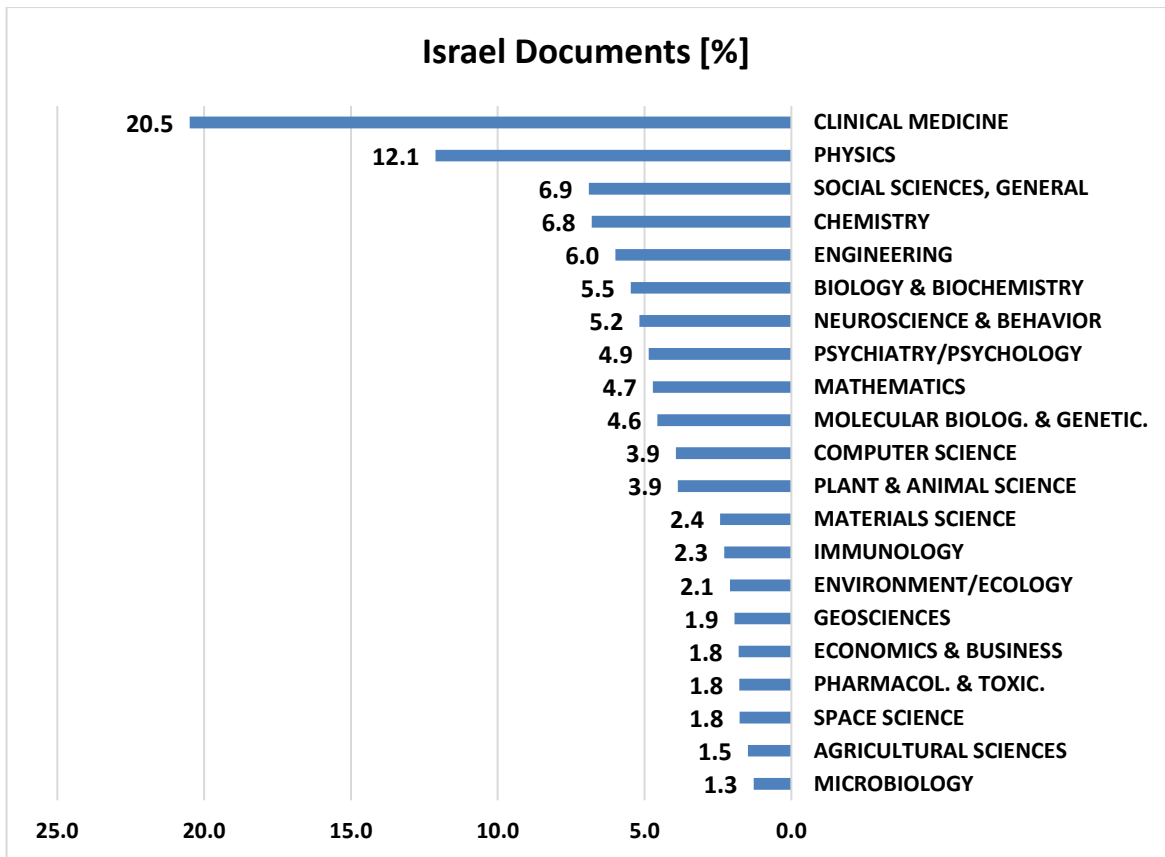
בתרשימים 3.1-3.3 מתואר מבט השוואתי על התחומים השונים בישראל ובעולם על פי מספרי פרסומים, ממוצעי ציטוטים לפרסום ומספרי פרסומים המצוטטים ביותר. הנתונים מתייחסים ל- Web of Science עבור השנים 2005-2015 (T-R 2005-2015) ומצביעים על המאפיינים הבאים:

- **תרשים 3.1, מבט השוואתי על שיעור הפרסומים בתחומים השונים בישראל ובעולם.** קיים שוני בין העולם לבין ישראל בשיעורי הפרסומים וכן מקומם היחסי של התחומים השונים. לדוגמה, שיעורי הפרסומים הגבוהים ביותר בעולם הם: רפואה (18.5%), כימיה (11.5%), פיסיקה (8.7%), הנדסה (8.0%), מדעי החברה (5.8%). בשונה מכך, שיעורי הפרסומים הגבוהים ביותר בישראל הם: רפואה (20.5%), (פיסיקה (12.1%), מדעי החברה (6.9%), כימיה (6.8%), הנדסה (6.0%).
- **תרשים 3.2, מבט השוואתי על ממוצעי ציטוטים לפרסום בישראל ובעולם.** קיים שוני בין העולם לבין ישראל גם בממוצעי ציטוטים לפרסום. ממוצאי הציטוטים לפרסום הגבוהים ביותר בעולם הם: ביולוגיה מולקולרית וגנטיקה (25.2), אימונולוגיה (19.5) נוירולוגיה (18.0), מדעי החלל (17.3), ביולוגיה וביוכימיה (16.7), מיקרוביולוגיה (15.4) וכימיה (13.1). בשונה מכך, ממוצעי הציטוטים לפרסום הגבוהים ביותר בישראל הם: ביולוגיה מולקולרית וגנטיקה (33.5), מדעי החלל (26.7), אימונולוגיה (21.7), ביולוגיה וביוכימיה (21.1), נוירולוגיה (20.4).
- **תרשים 3.3, מבט השוואתי על מספרי הפרסומים המצוטטים ביותר בישראל ובעולם.** קיים שוני בין העולם לבין ישראל גם בסדר מספרי הפרסומים המצוטטים ביותר. סדר מספרי הפרסומים המצוטטים ביותר בעולם הוא כלהלן: רפואה, כימיה, פיסיקה, הנדסה, מדעי החברה. סדר מספרי הפרסומים המצוטטים ביותר בישראל הוא כלהלן: רפואה, פיסיקה, כימיה, ביולוגיה וביוכימיה, ביולוגיה מולקולרית וגנטיקה.

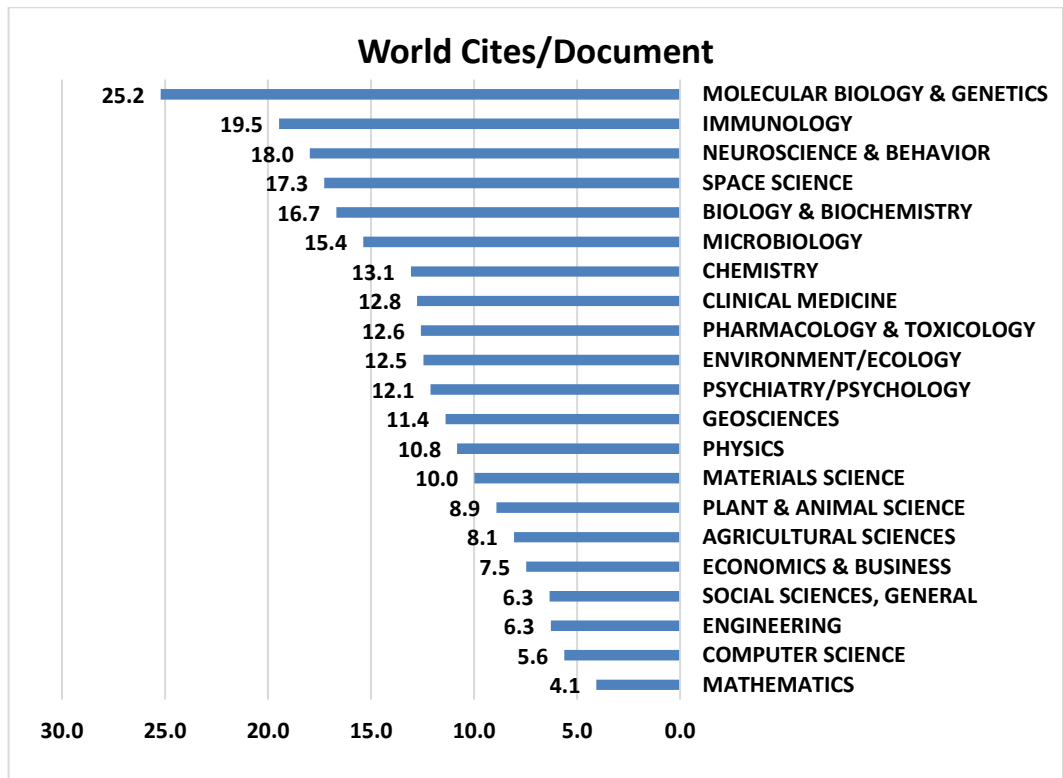
תרשים 3.1. שיעור הפרסומים בתחומים השונים בעולם ובישראל (T-R 2005-2015)

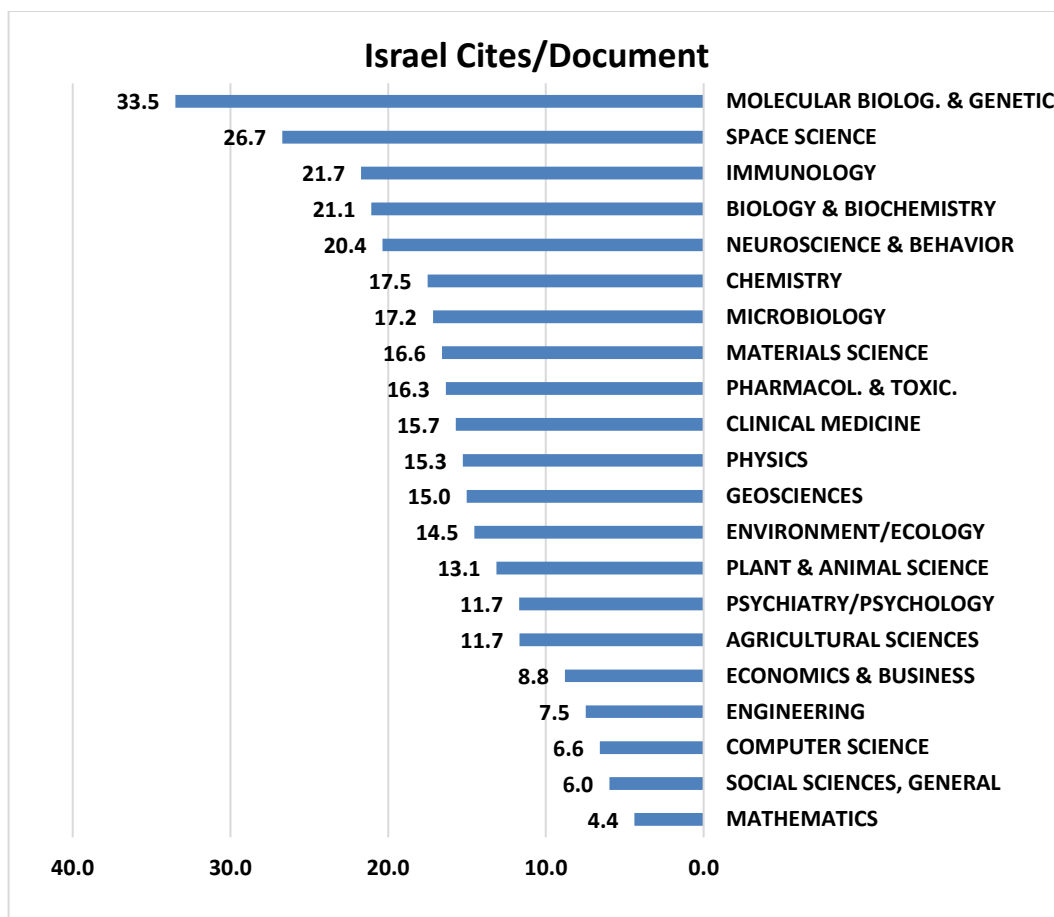
מקור: עיבוד מנתוני Thomson Reuters [18]



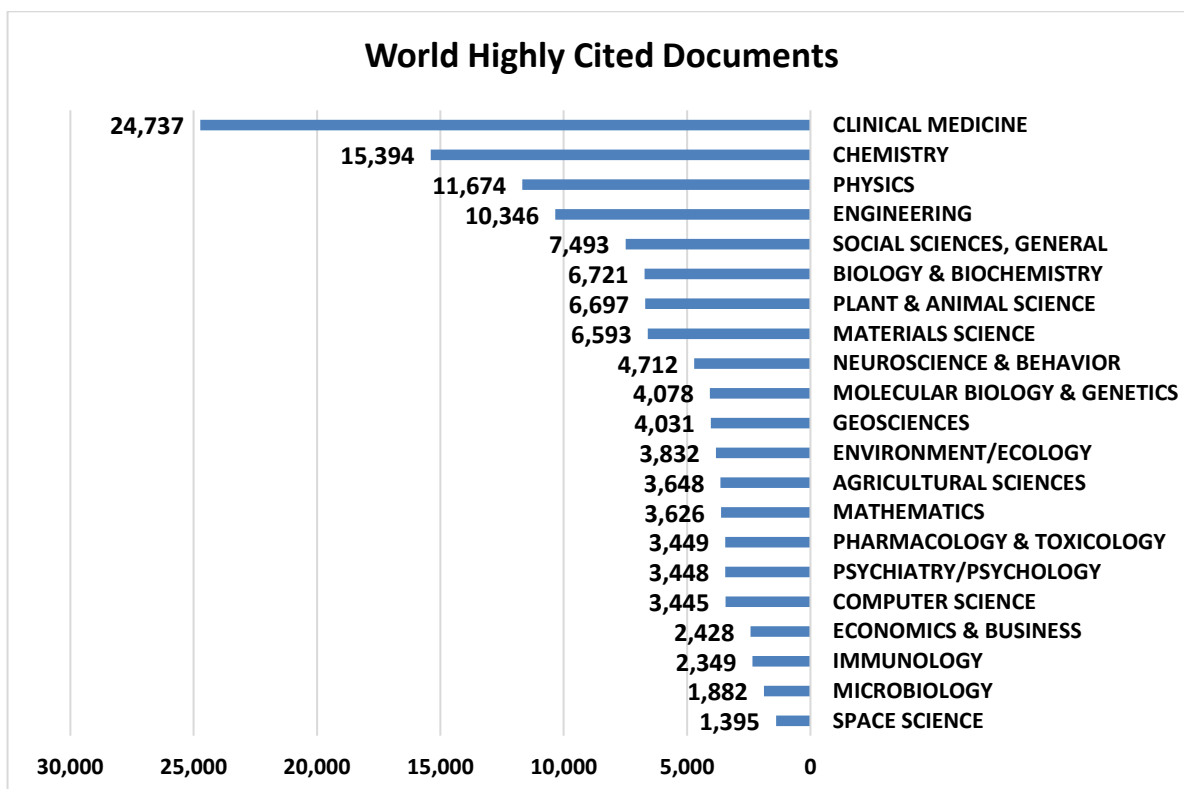


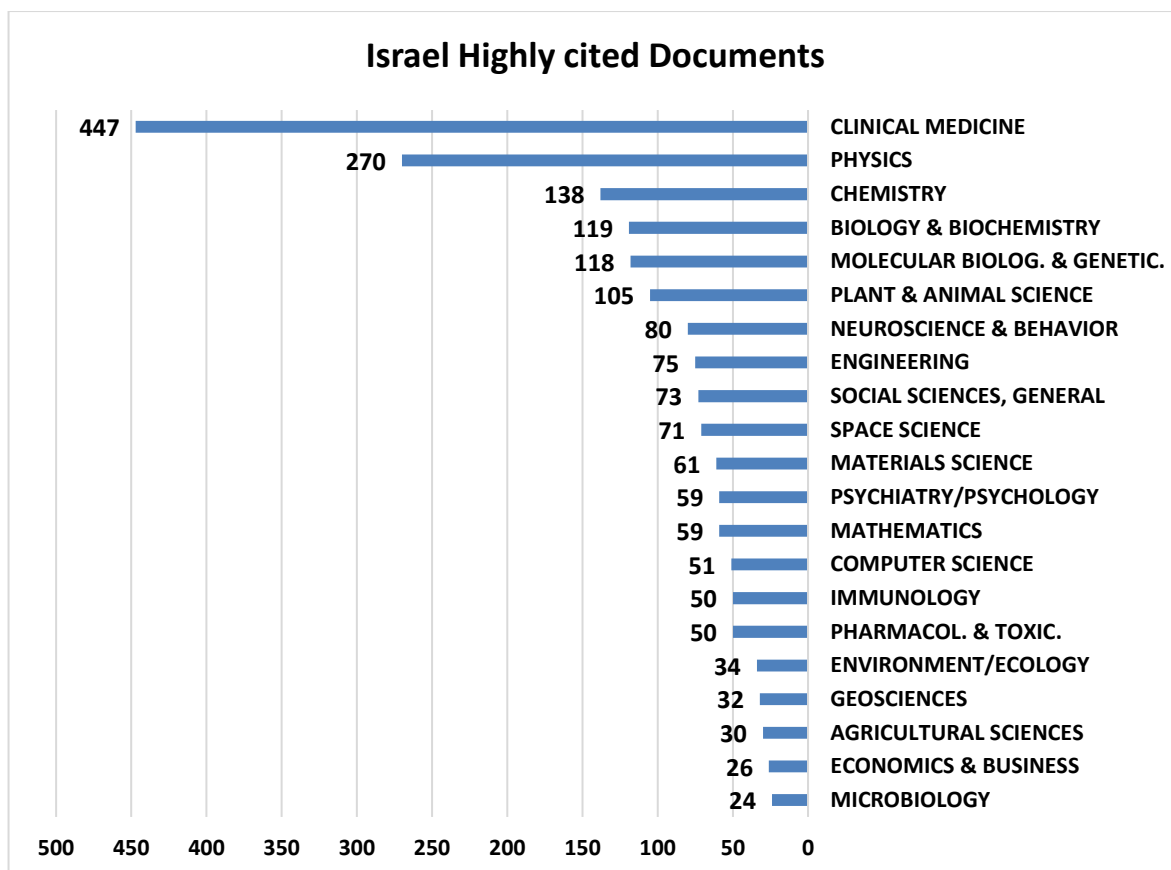
תרשים 3.2. ציטוטים לפרסום בתחומים השונים בעולם ובישראל (T-R 2005-2015)
 מקור: עיבוד מנתוני [18] Thomson Reuters





תרשים 3.3. מספרי פרסומים המצוטטים ביותר בעולם ובישראל (T-R 2005-2015)
מקור: עיבוד מנתוני [18] Thomson Reuters





3.3 מבט השוואתי על תחומים נבחרים

בסעיף זה מוצג מבט השוואתי על נתוני עשרה תחומים נבחרים בישראל ובעולם. המטרה היא לבחון את מידת ההתאמה או השוני שבין נתוני שני המאגרים בתקופות שונות, וכן שינויים שחלו במהלך השנים בנתונים של כול אחד מהמאגרים בנפרד. להלן פירוט הנתונים המוצגים וכן הממצאים העיקריים:

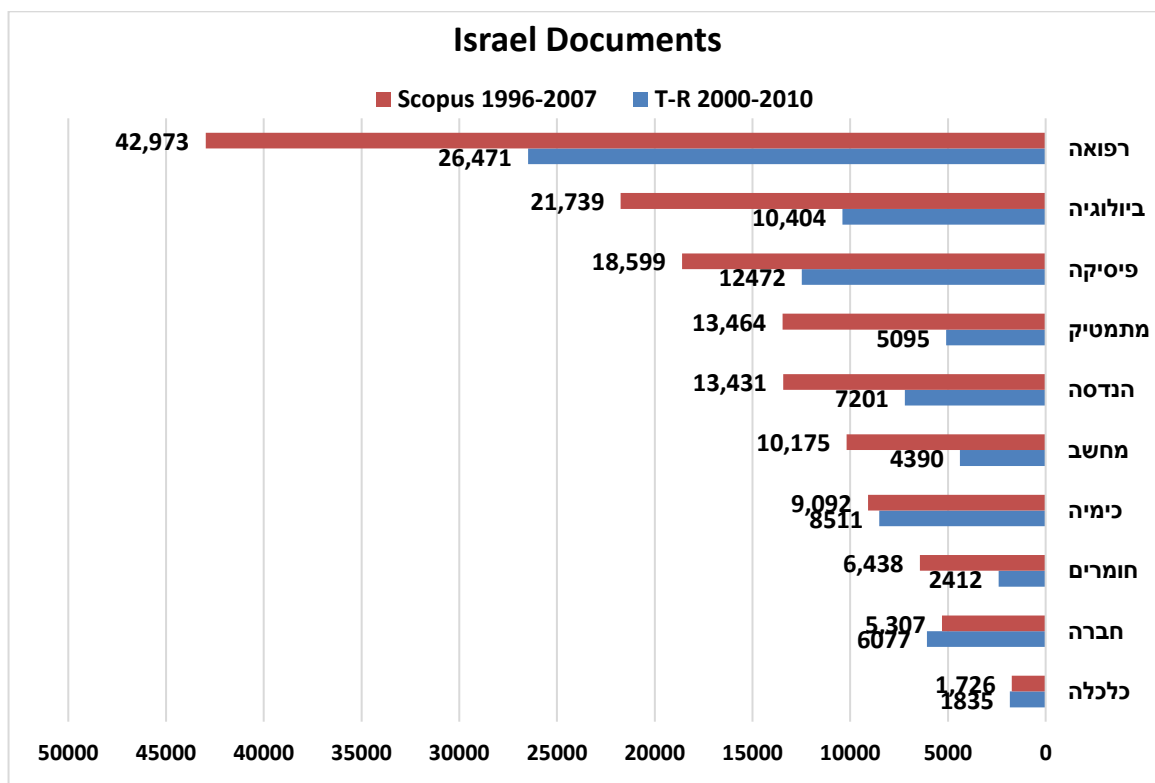
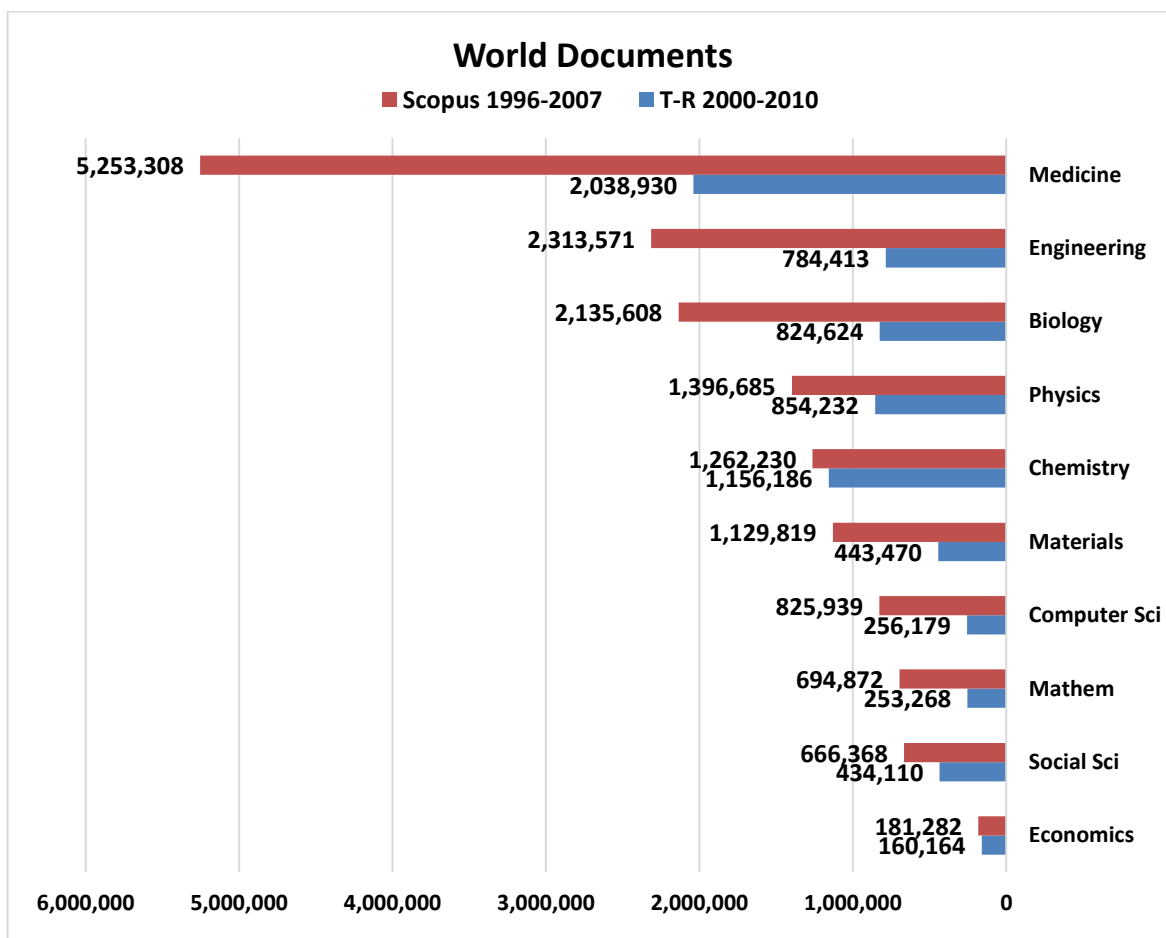
השוואה בין המאגרים בתקופה קודמת (T-R 2000-2010, Scopus 1996-2007)
 בתרשימים הבאים מוצגים נתונים השוואתיים בין ישראל והעולם ושני המאגרים בתקופות זמן קודמות בנות 10 שנים (T-R 2000-2010, Scopus 1996-2007), עבור שני המדדים – מספר הפרסומים וממוצע ציטוטים לפרסום. הממצאים העיקריים הם כלהלן:

- **תרשים 3.4, מספרי פרסומים בשני המאגרים (T-R 2000-2010, Scopus 1996-2007).** בדומה לנתונים המעודכנים שהוצגו בפרק 3, ניתן לראות כי מספרי הפרסומים במאגר Scopus גדולים משמעותית מאלה של מאגר T-R בכול התחומים, הן בעולם והן בישראל.
- **תרשים 3.5, ממוצעי ציטוטים לפרסום בשני המאגרים (T-R 2000-2010, Scopus 1996-2007).** ניתן לראות כי השוני בין נתוני שני המאגרים אינו גדול יחסית.

השוואה בין המאגרים המעודכנים (T-R 2005-2015, Scopus 1996-2014)
 בתרשימים הבאים מוצג מבט השוואתי מעודכן של נתוני המדדים בעולם ובישראל:

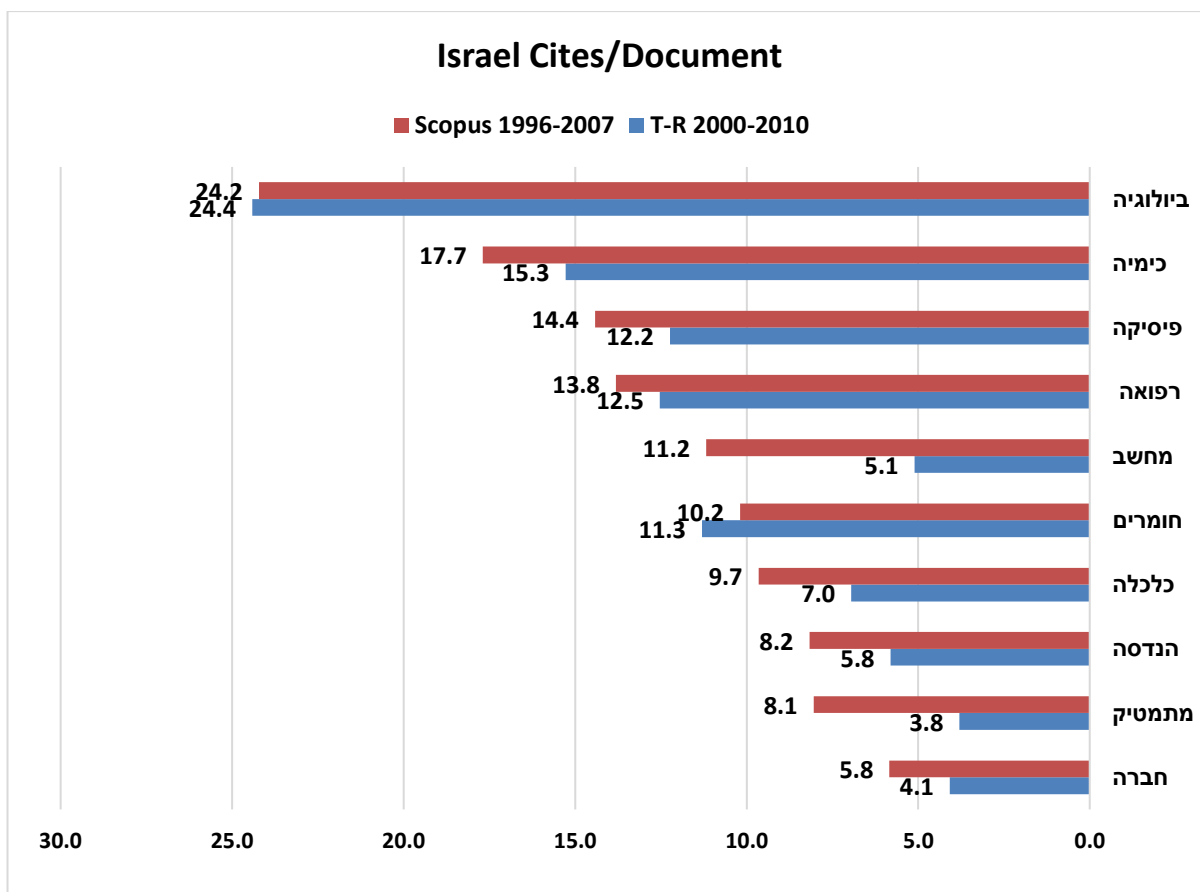
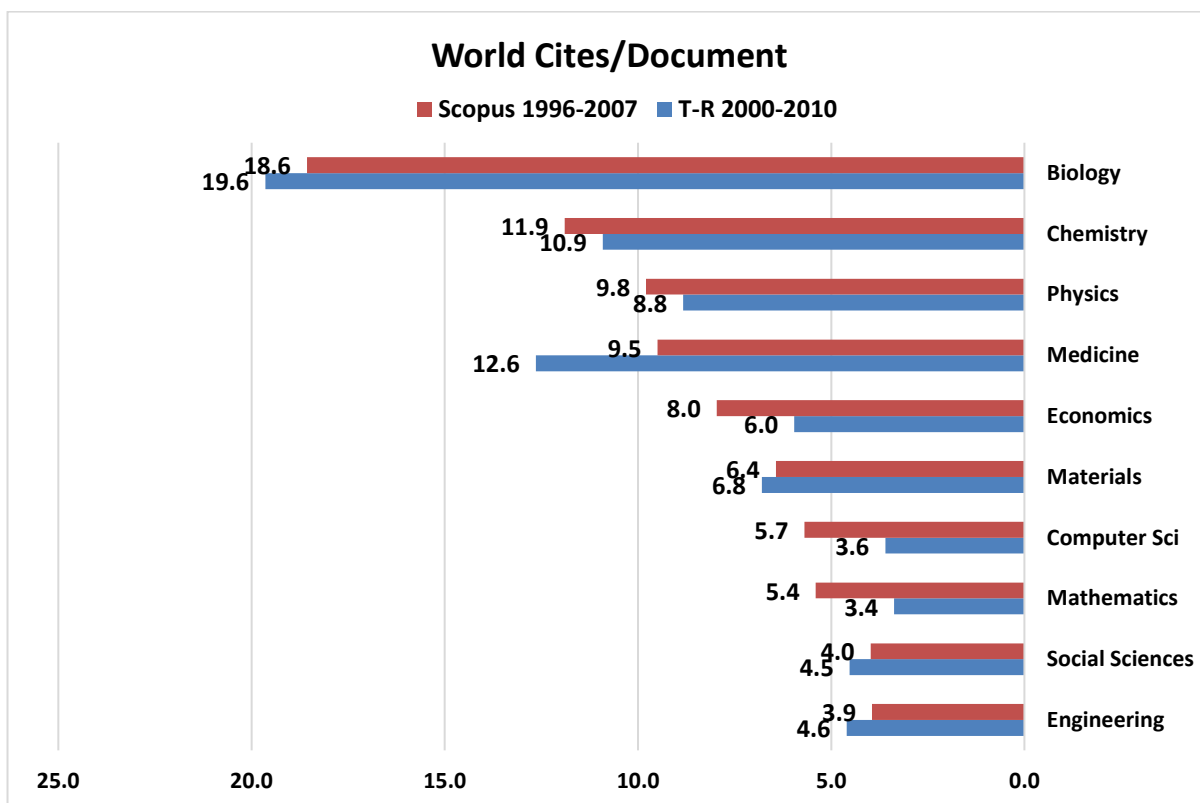
- **תרשים 3.6, מספרי פרסומים בעולם ובישראל בשני המאגרים (T-R 2005-2015, Scopus 1996-2014).**
ניתן לראות שוב כי מספרי הפרסומים במאגר Scopus גדולים משמעותית מאלה של מאגר T-R בכל התחומים, הן בעולם והן בישראל.
- **תרשים 3.7, ציטוטים לפרסום בעולם ובישראל (T-R 2005-2015, Scopus 1996-2014).** ניתן לראות שוב כי השוני בין נתוני שני המאגרים אינו גדול יחסית.
- **שינויים בזמן ככול מאגר בנפרד (T-R 2000-2010, 2005-2015), (Scopus 1996-2007, 1996-2014).**
בתרשימים הבאים מתואר מבט השוואתי של שינויים בזמן, לכול אחד מהמאגרים והמדדים בנפרד כלהלן:
- **תרשים 3.8, שינויים בזמן במספרי פרסום בעולם ובארץ במאגר T-R (2000-2010, 2005-2015).** ניתן לראות בבירור כי שיעור העלייה במספר הפרסומים בעולם הוא גבוה מאד, בעוד שבישראל הוא נמוך.
- **תרשים 3.9, שינויים בזמן בציטוטים לפרסום בעולם ובארץ במאגר T-R (2000-2010, 2005-2015).** ניתן לראות כי שיעור העלייה בישראל על פי מדד איכותי זה הוא גבוה יחסית לשיעור העלייה בעולם.
- **תרשים 3.10, שינויים בזמן במספרי פרסום בעולם ובארץ במאגר Scopus (1996-2007, 1996-2014).**
נראה כי בשונה ממאגר T-R, במאגר Scopus שיעור העלייה במספר הפרסומים הוא גבוה גם בישראל, אך חשוב לשים לב לשוני שבין שני פרקי הזמן.
- **תרשים 3.11, שינויים בזמן בציטוטים לפרסום בעולם ובארץ במאגר Scopus (1996-2007, 1996-2014).**
רואים כי בדומה למאגר T-R, גם במאגר Scopus שיעור העלייה בישראל על פי מדד איכותי זה הוא גבוה יחסית לשיעור העלייה בעולם.

תרשים 3.4. מספרי פרסומים בשני המאגרים (T-R 2000-2010, Scopus 1996-2007)
 מקור: עיבוד מנתוני [18] Thomson Reuters, [19] Scopus



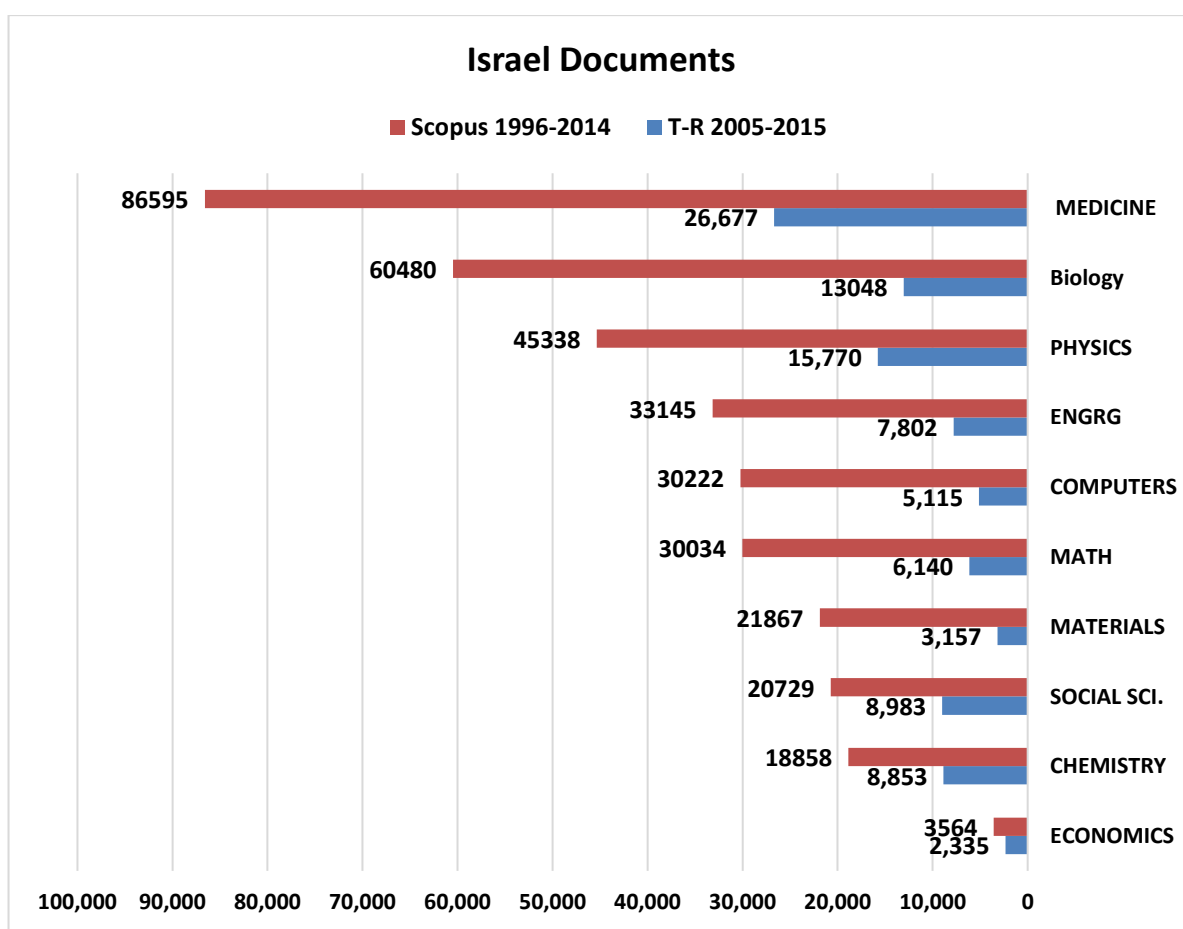
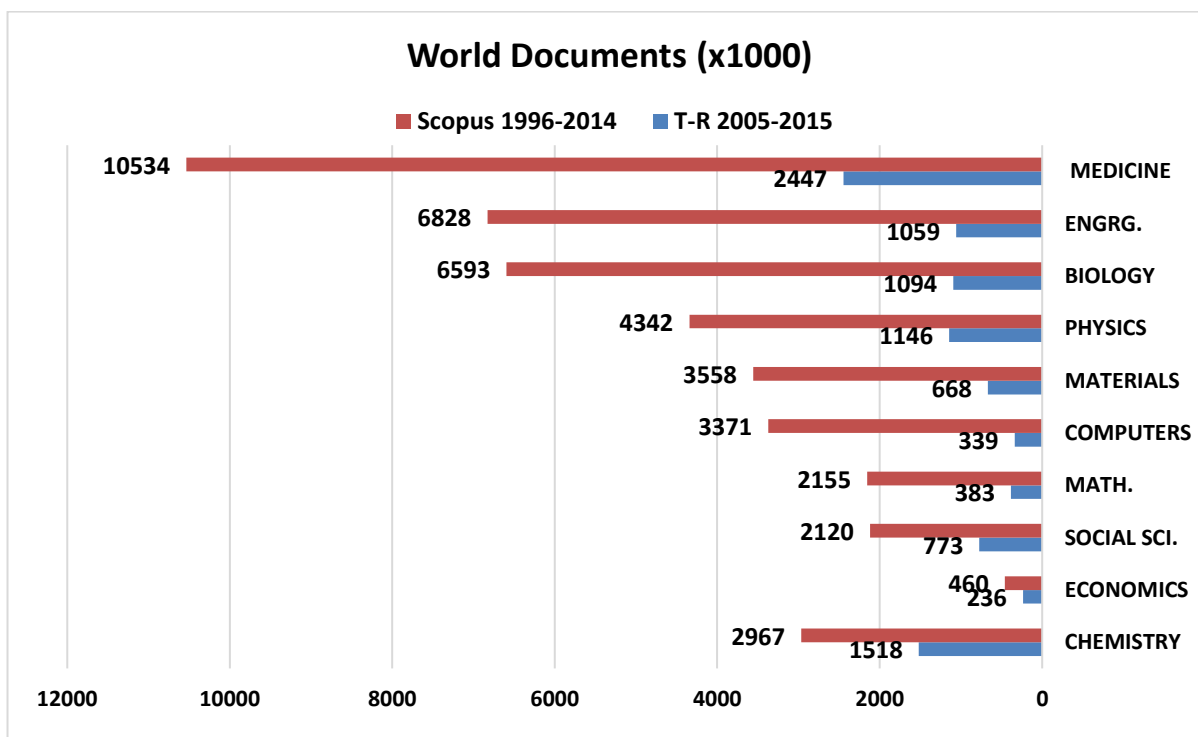
תרשים 3.5. ציטוטים לפרסום בשני המאגרים (T-R 2000-2010, Scopus 1996-2007)

מקור: עיבוד מנתוני [18] Thomson Reuters, [19] Scopus

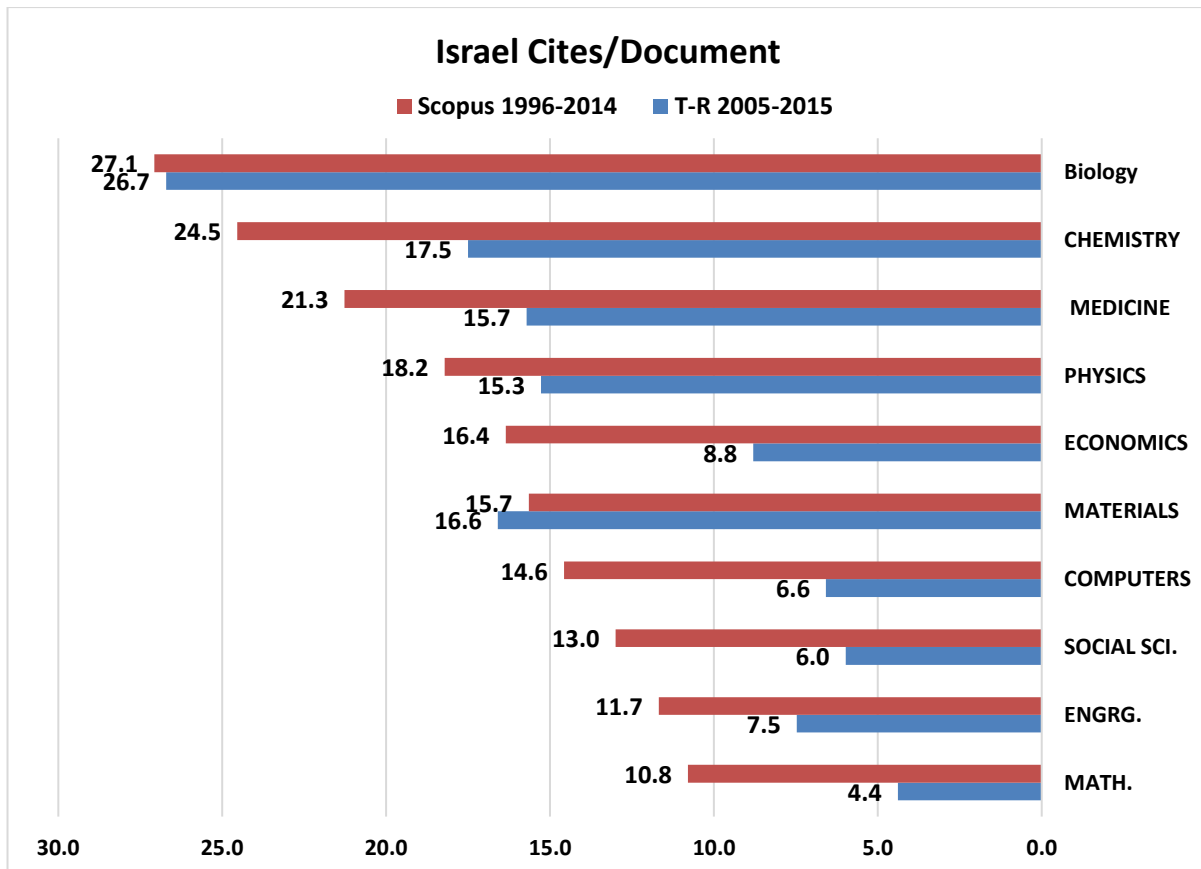
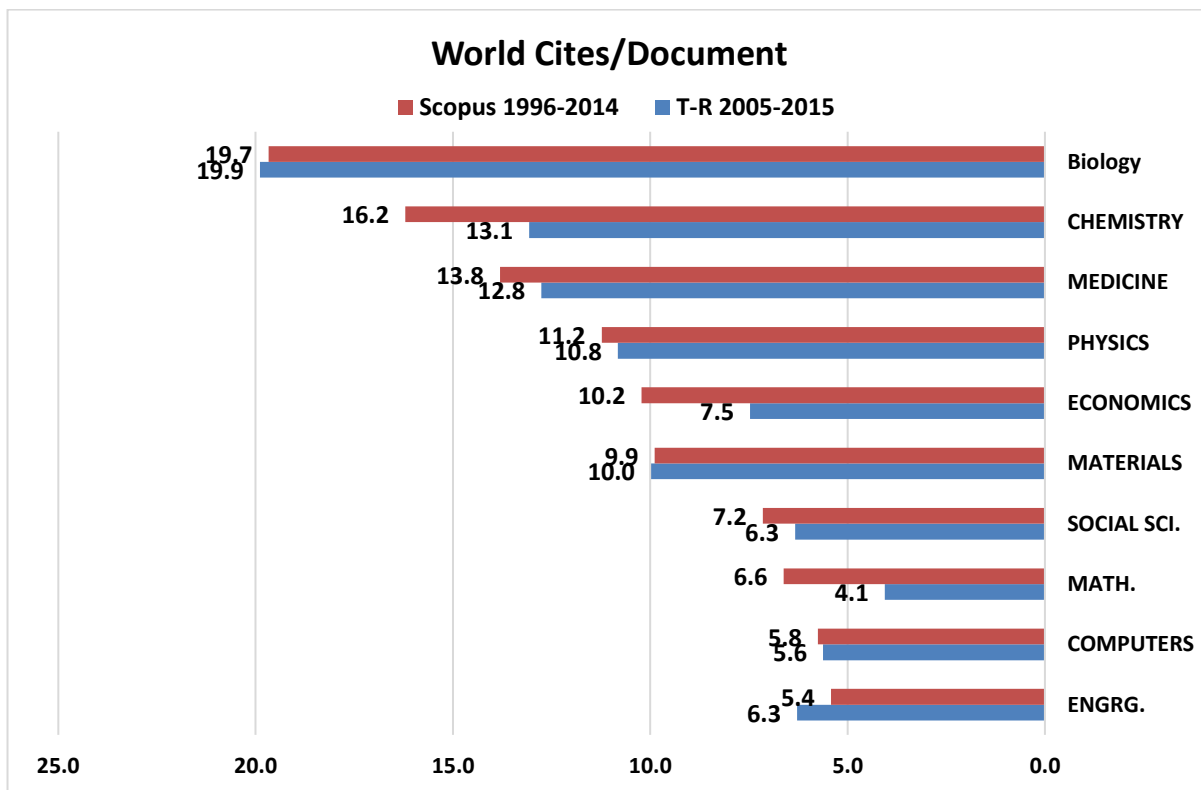


תרשים 3.6. מספרי פרסומים בשני המאגרים (T-R 2005-2015, Scopus 1996-2014)

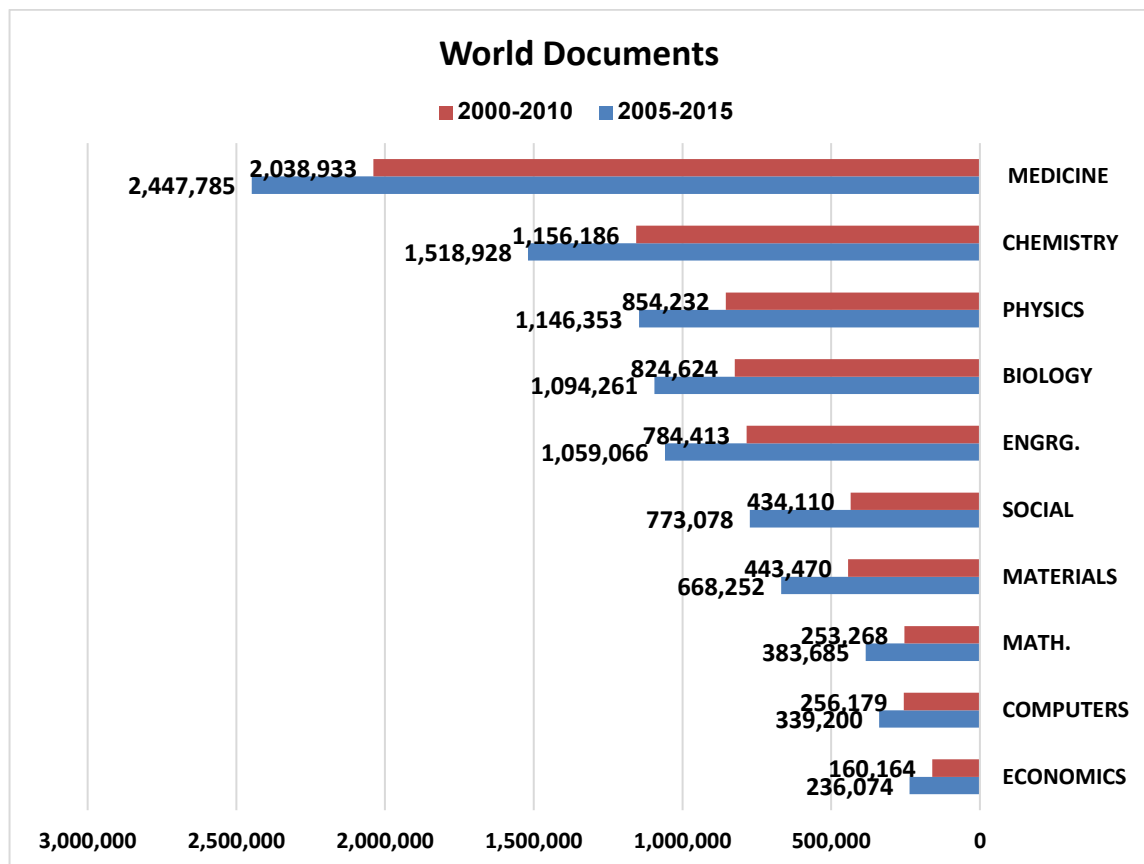
מקור: עיבוד מנתוני [18] Thomson Reuters, [19] Scopus

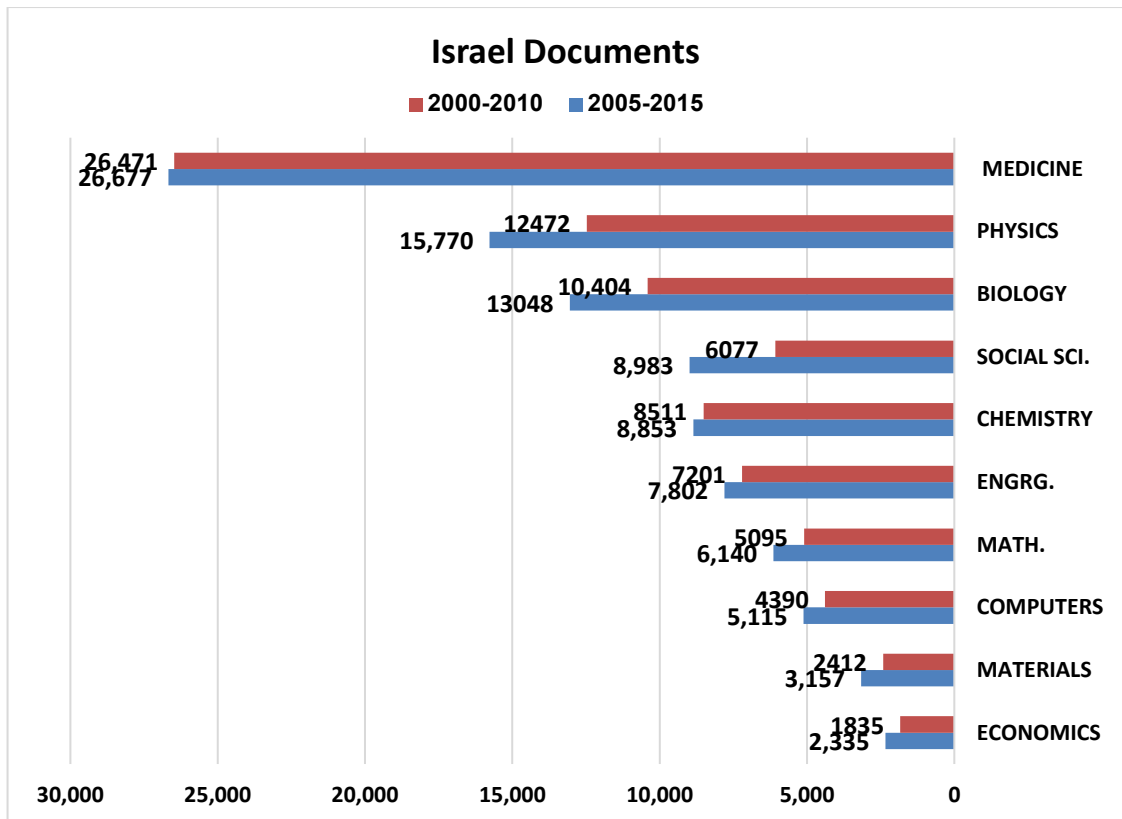


תרשים 3.7. ציטוטים לפרסום בשני המאגרים (T-R 2005-2015, Scopus 1996-2014)
 מקור: עיבוד מנתוני [18] Thomson Reuters, [19] Scopus

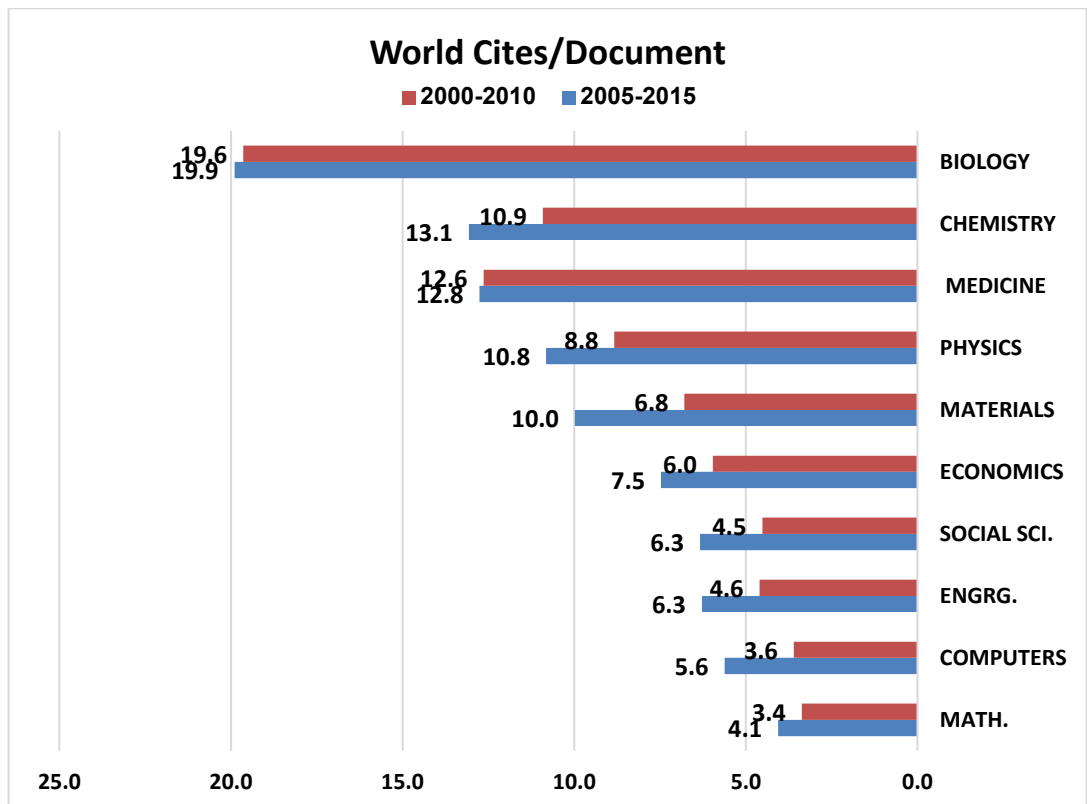


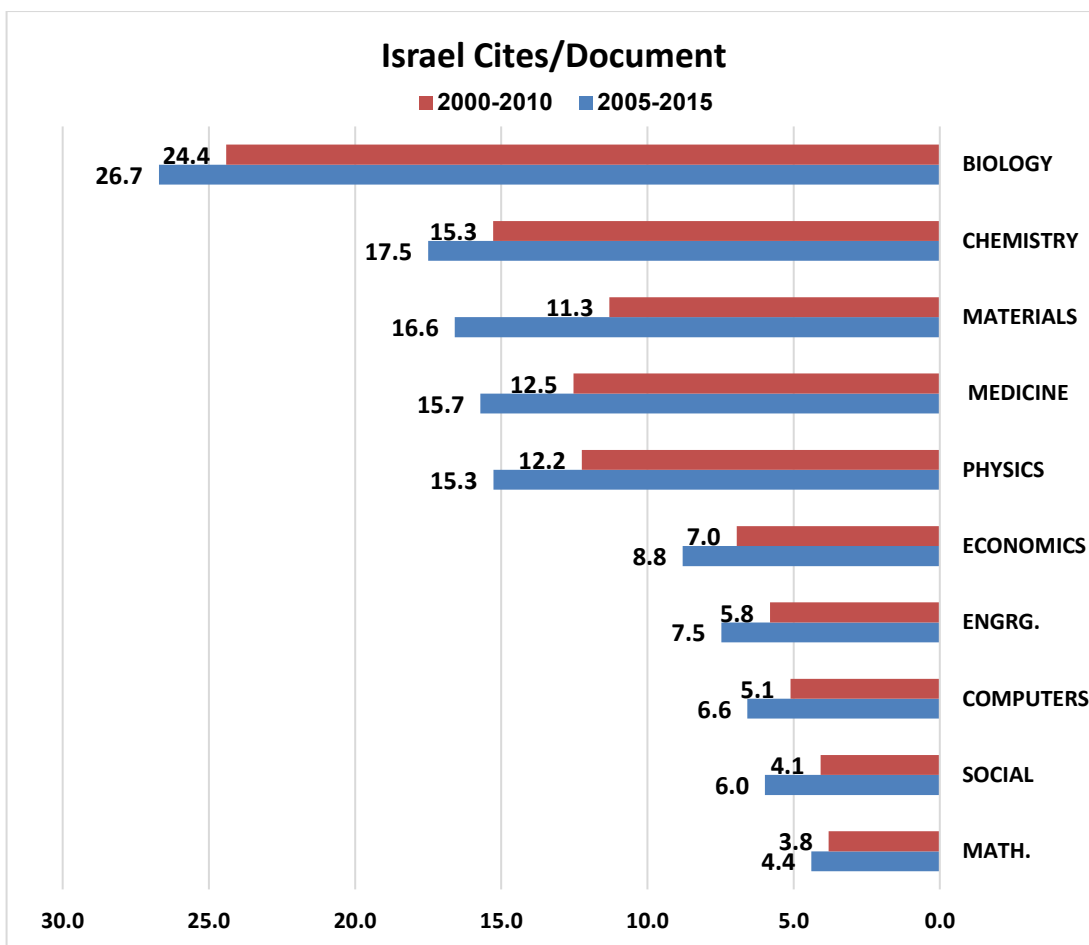
תרשים 3.8. שינויים במספרי פרסומים במאגר T-R (2000-2010, 2005-2015)
 מקור: עיבוד מנתוני [18] Thomson Reuters



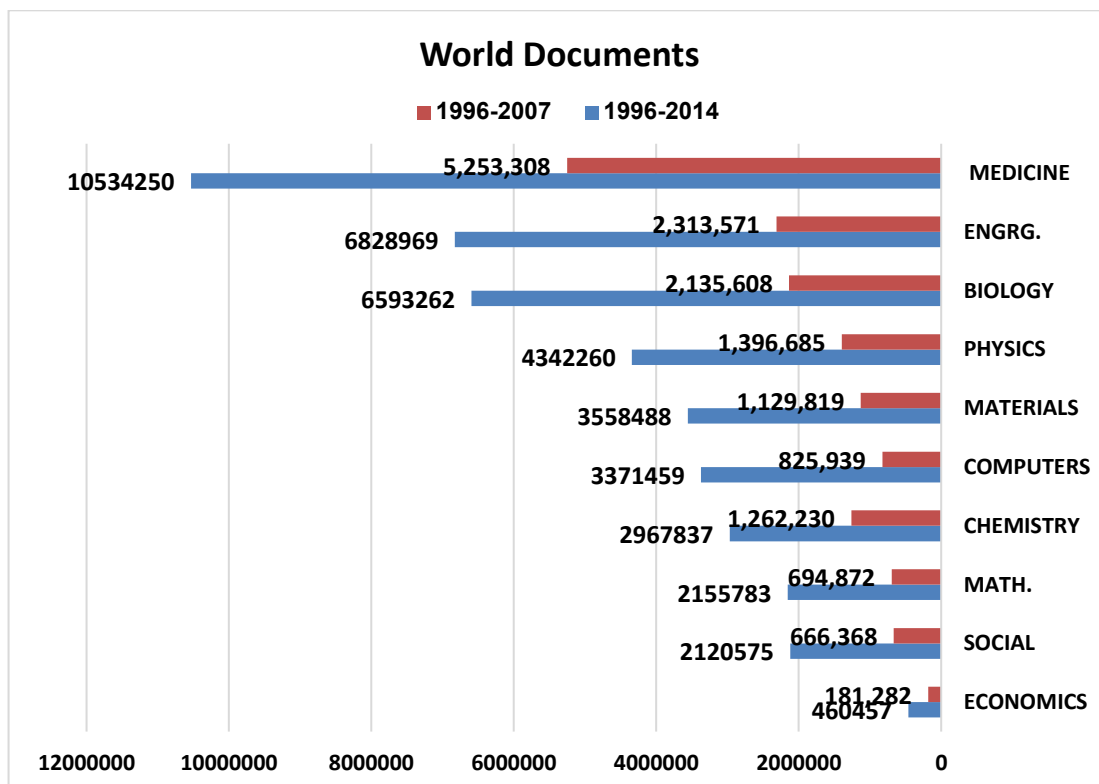


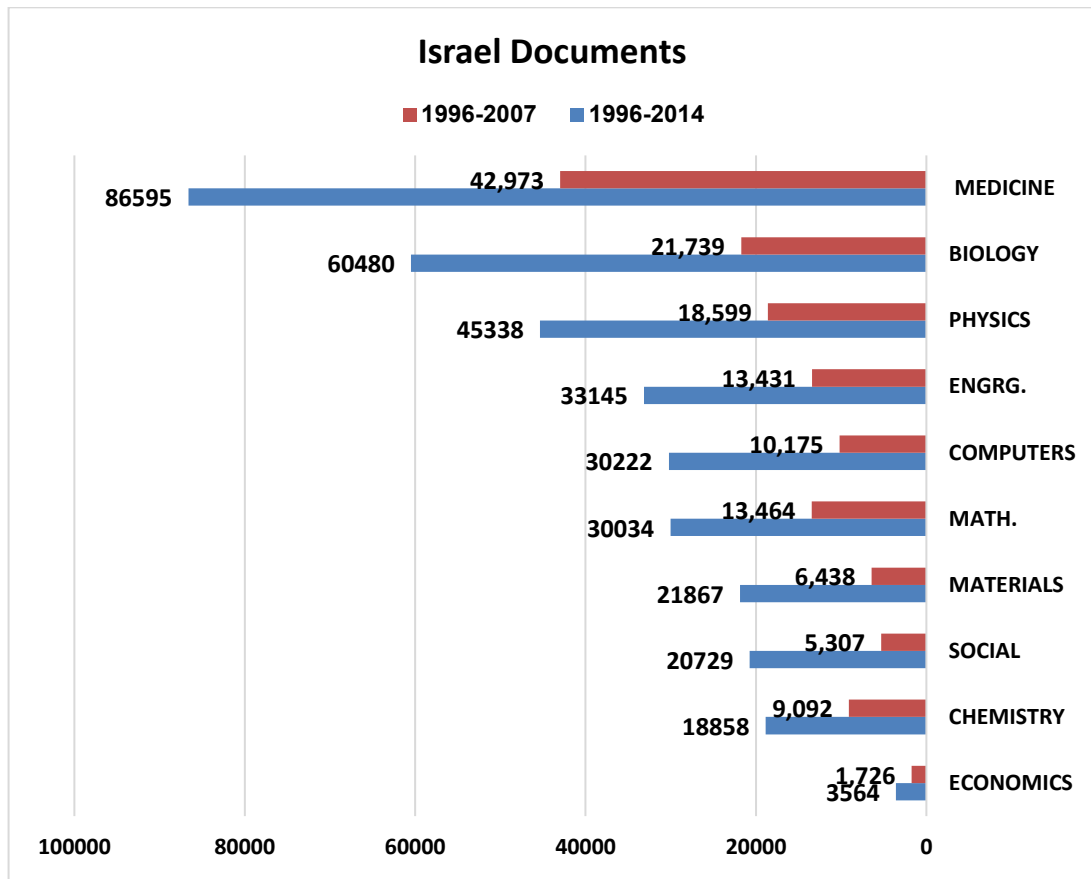
תרשים 3.9. שינויים בציטוטים לפרסום במאגר T-R (2000-2010, 2005-2015)
 מקור: עיבוד מנתוני [18] Thomson Reuters



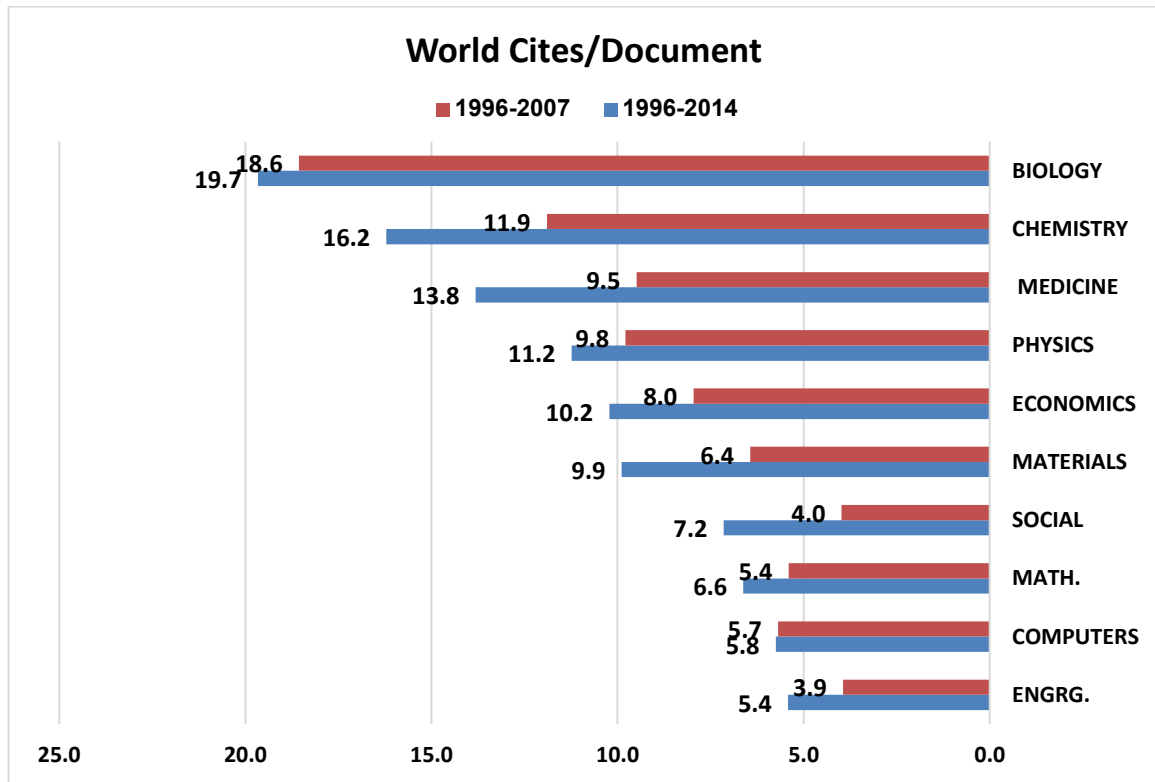


תרשים 3.10. שינויים במספרי פרסומים במאגר Scopus (1996-2007, 1996-2014)
 מקור: עיבוד מנתוני Scopus [19]



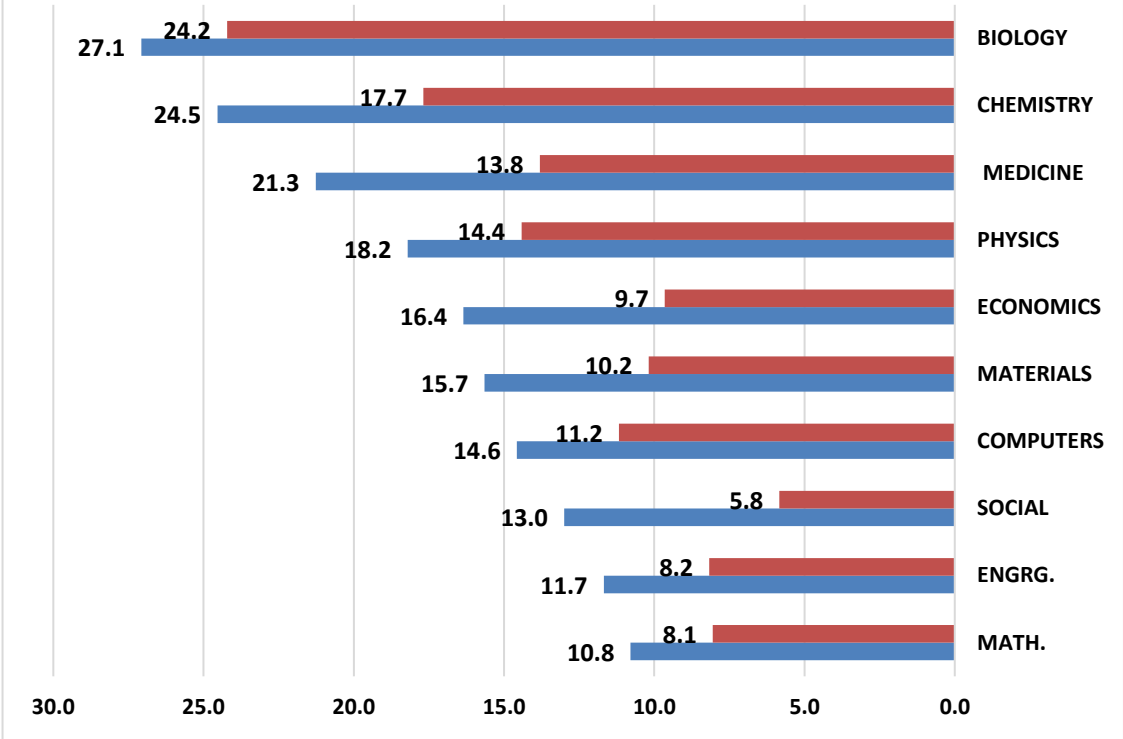


תרשים 3.11. שינויים בציטוטים לפרסום במאגר Scopus (1996-2007, 1996-2014)
 מקור: עיבוד מנתוני [19] Scopus



Israel Cites/Document

■ 1996-2007 ■ 1996-2014



4. מבט השוואתי על מעמדה של ישראל

4.1 יחסי עולם/ישראל

כלל התחומים. בתרשים 4.1 מתוארים היחסים עולם/ישראל בכלל התחומים עבור מספרי פרסומים, מספרי ציטוטים, וממוצעי ציטוטים לפרסום – בשני מאגרי המידע, ותקופות זמן שונות. **בתרשים 4.2** מתוארים השינויים שחלו במספר הפרסומים, במספר הציטוטים ובממוצע הציטוטים לפרסום בישראל במהלך השנים 2005-2015, על פי נתוני מאגר T-R. הנתונים מצביעים על עלייה בכול אחד מהמדדים, כאשר שיעור העלייה במספר הציטוטים הוא הגבוה ביותר, ושיעור העלייה במספר הפרסומים הוא הנמוך ביותר. נתונים אלה מתאימים במידה רבה לאלה של מאגר Scopus. **בתרשים 4.3** מתוארים מספרי פרסומים וממוצעי ציטוטים לפרסום בישראל ובעולם, והיחסים עולם/ישראל, במהלך השנים 1996-2014, על פי נתוני מאגר Scopus. רואים בבירור כי בעוד שעל פי מדד מספר הפרסומים מעמדה של ישראל יחסית לעולם הולך ומתדרדר – מעמדה על פי מדד ממוצע הציטוטים לפרסום הולך ומשתפר.

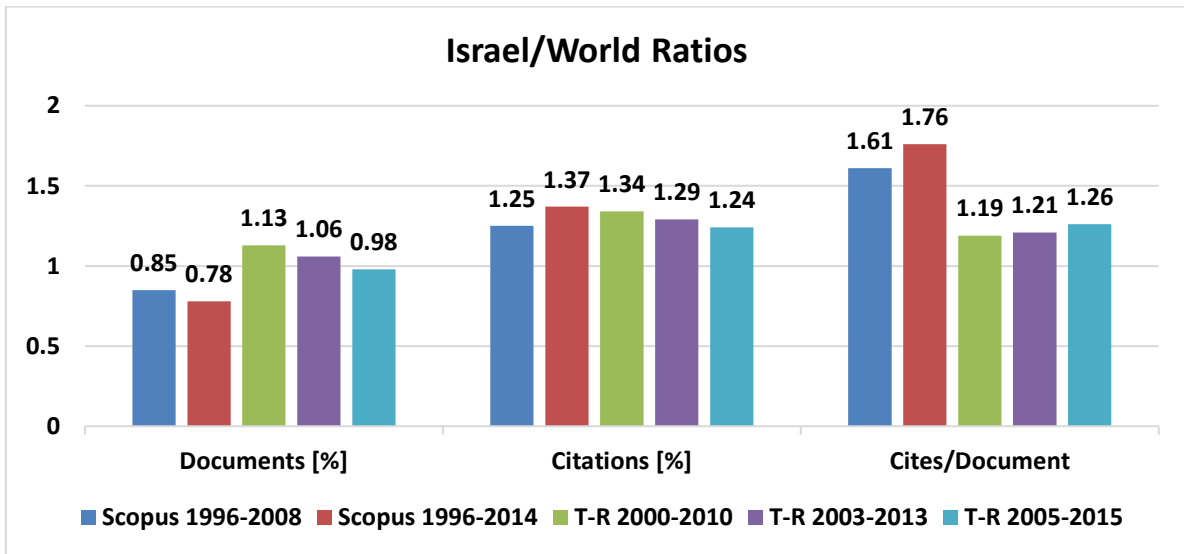
תחומים שונים. בתרשים 4.4 מתואר מבט מעודכן (T-R 2005-2015) של יחסי עולם/ישראל בתחומים השונים על פי שני המדדים. יחסים גבוהים עולם/ישראל של מספרי פרסומים קיימים בתחומי פסיכולוגיה ופסיכיאטריה (1.8%), מדעי החלל (1.8%), מתמטיקה (1.6%), מדעי המחשב (1.5%). יחסים גבוהים עולם/ישראל של ממוצעי ציטוטים לפרסום, קיימים במדע החומרים (1.66) ומדעי החלל (1.55).

בתרשימים 4.5, 4.6 מתואר מבט השוואתי של יחסי עולם/ישראל על פי שני המדדים, בשני המאגרים בתקופות זמן שונות. **בתרשים 4.5** מתוארים נתוני עבר (T-R 2000-2010, Scopus 1996-2007), **בתרשים 4.6** מתוארים נתונים מעודכנים יותר (T-R 2005-2015, Scopus 1996-2014). ניתן לראות כי בשתי התקופות מעמדה של ישראל בעולם על פי מספר הפרסומים הוא גבוה יותר במאגר T-R. בשונה מכך, מעמדה של ישראל על פי ממוצע הציטוטים לפרסום גבוה יותר במאגר Scopus.

בתרשימים 4.7, 4.8 מתוארים שינויים ביחסי עולם/ישראל על פי שני המדדים בכול אחד מהמאגרים, עבור פרקי הזמן הבאים: מאגר T-R (2000-2010, 2005-2015), מאגר Scopus (1996-2007, 1996-2014). רואים כי לפי כול אחד מהמאגרים, מעמדה של ישראל לפי מספר הפרסומים ירד בכול אחד מהתחומים במהלך השנים. בשונה מכך, לפי ממוצע הציטוטים לפרסום מעמדה של ישראל עלה בחלק מהתחומים.

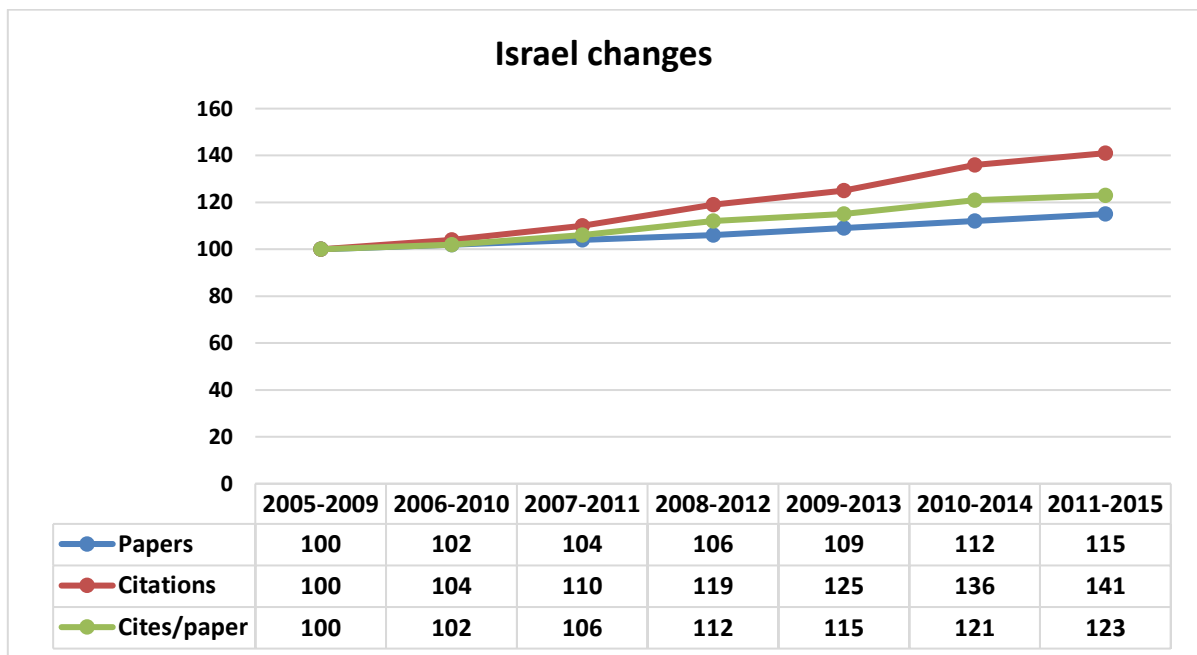
תרשים 4.1. יחסי עולם/ישראל, כלל התחומים

מקור: עיבוד נתוני [18] Thomson Reuters, [19] Scopus



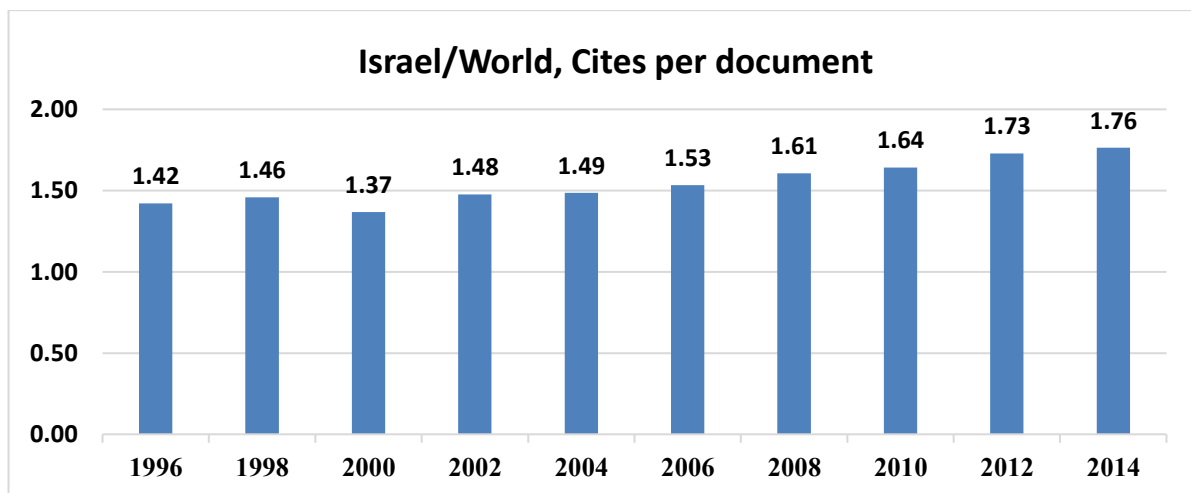
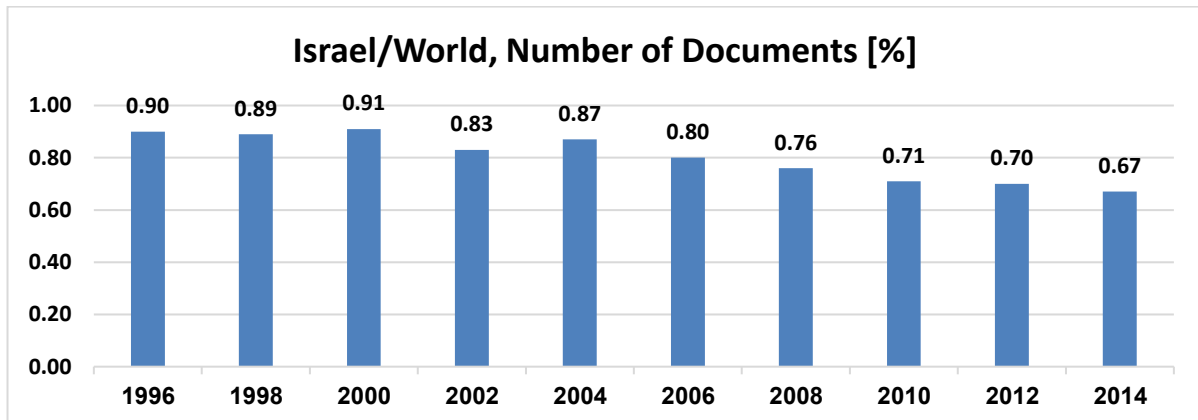
תרשים 4.2. שינויים במספרי פרסומים, ציטוטים וציטוטים לפרסום (T-R 2005-2015)

מקור: עיבוד מנתוני [18] Thomson Reuters



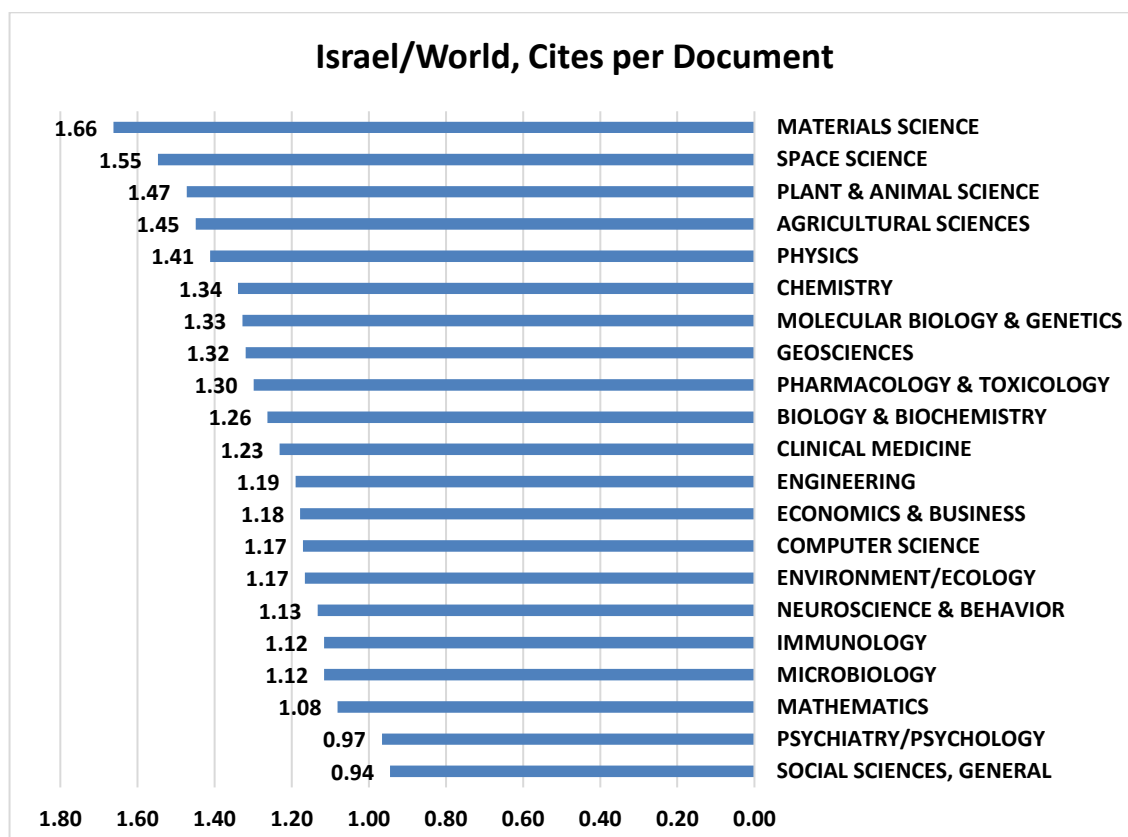
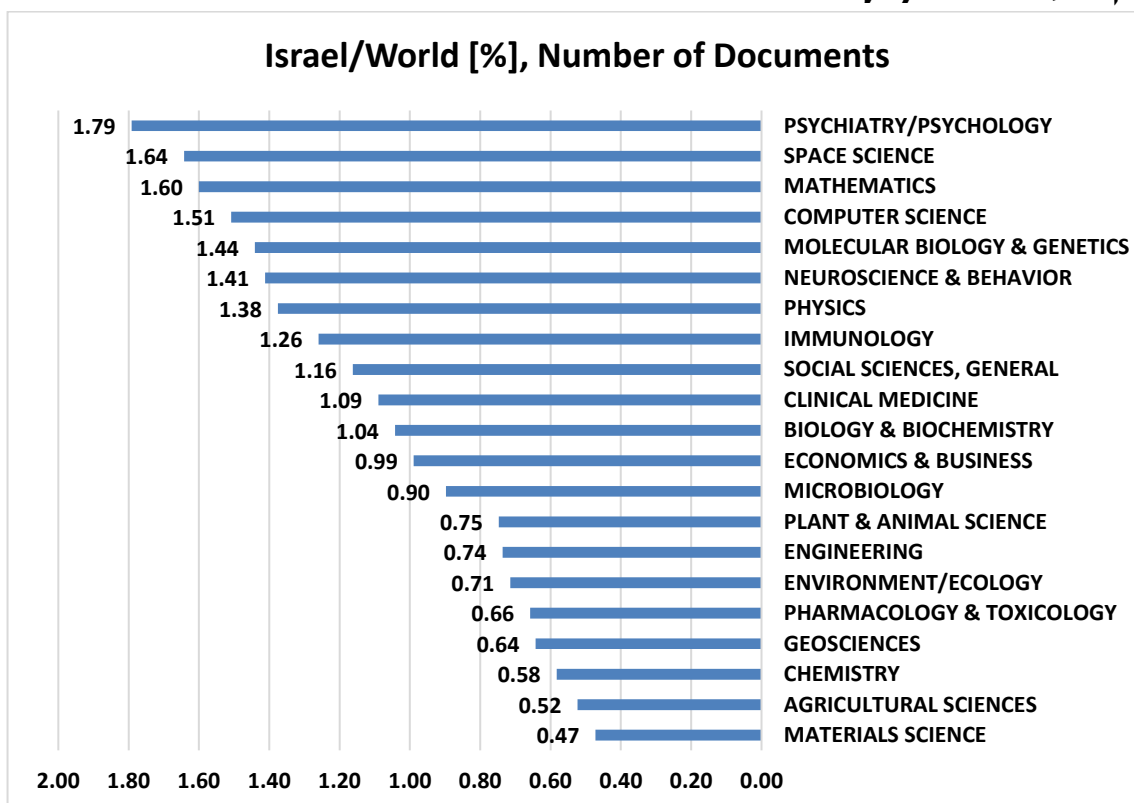
תרשים 4.3. שינויים ביחסי עולם/ישראל על פי שני המדדים (Scopus 1996-2014)

מקור: עיבוד מנתוני [19] Scopus



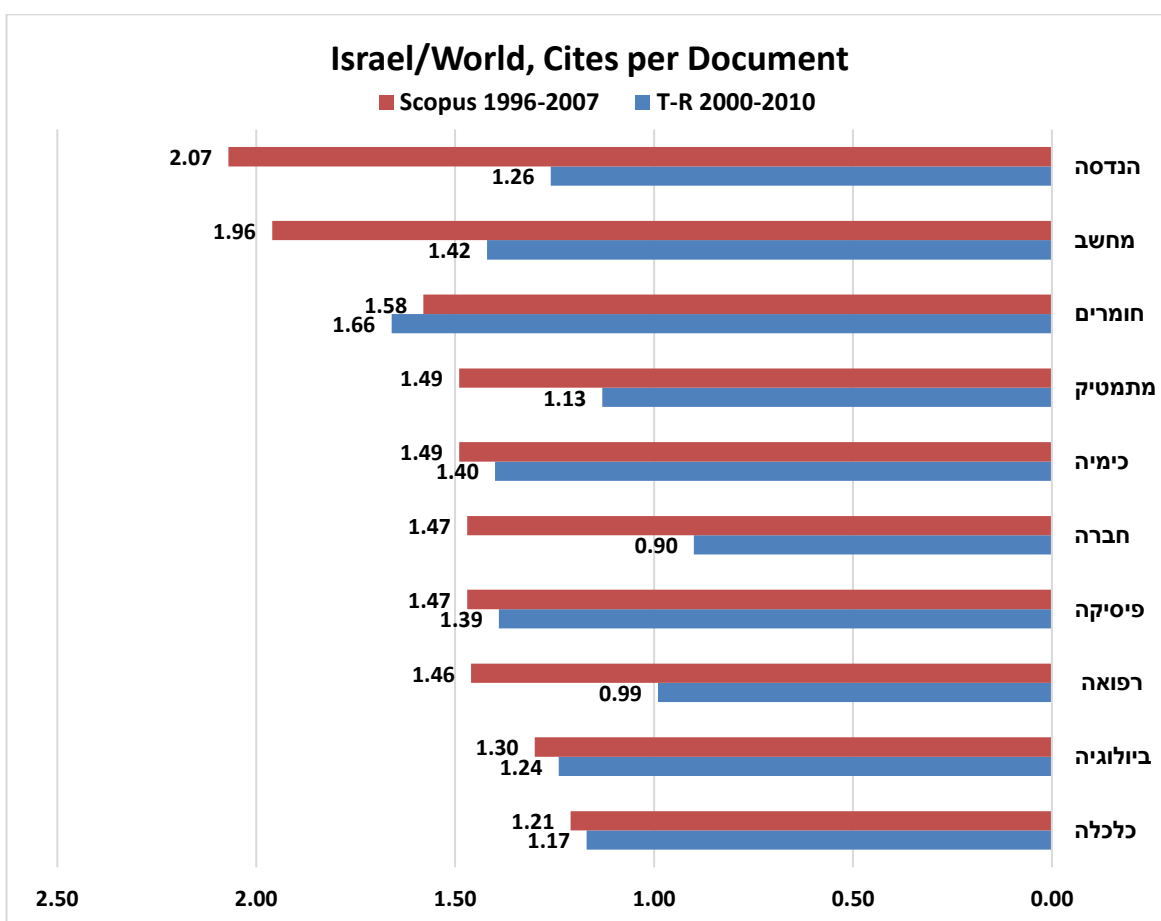
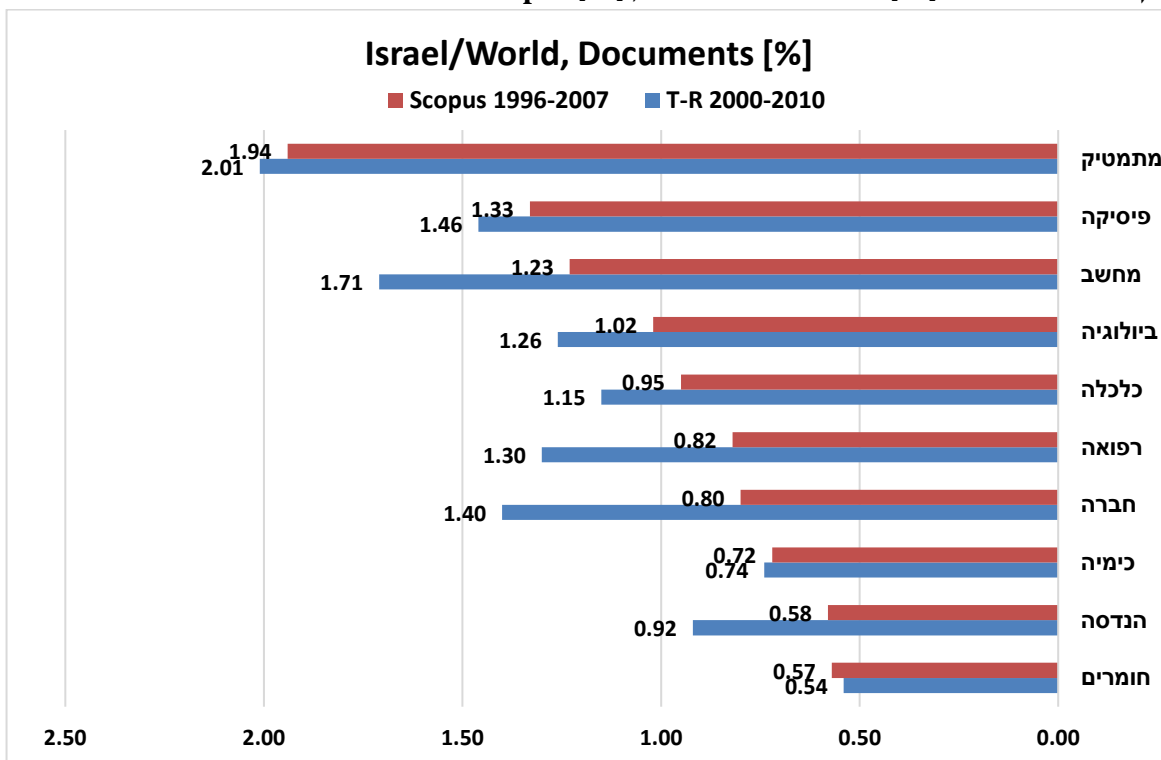
תרשים 4.4. יחסי עולם/ישראל על פי שני המדדים (T-R 2005-2015)

מקור: עיבוד מנתוני [18] Thomson Reuters

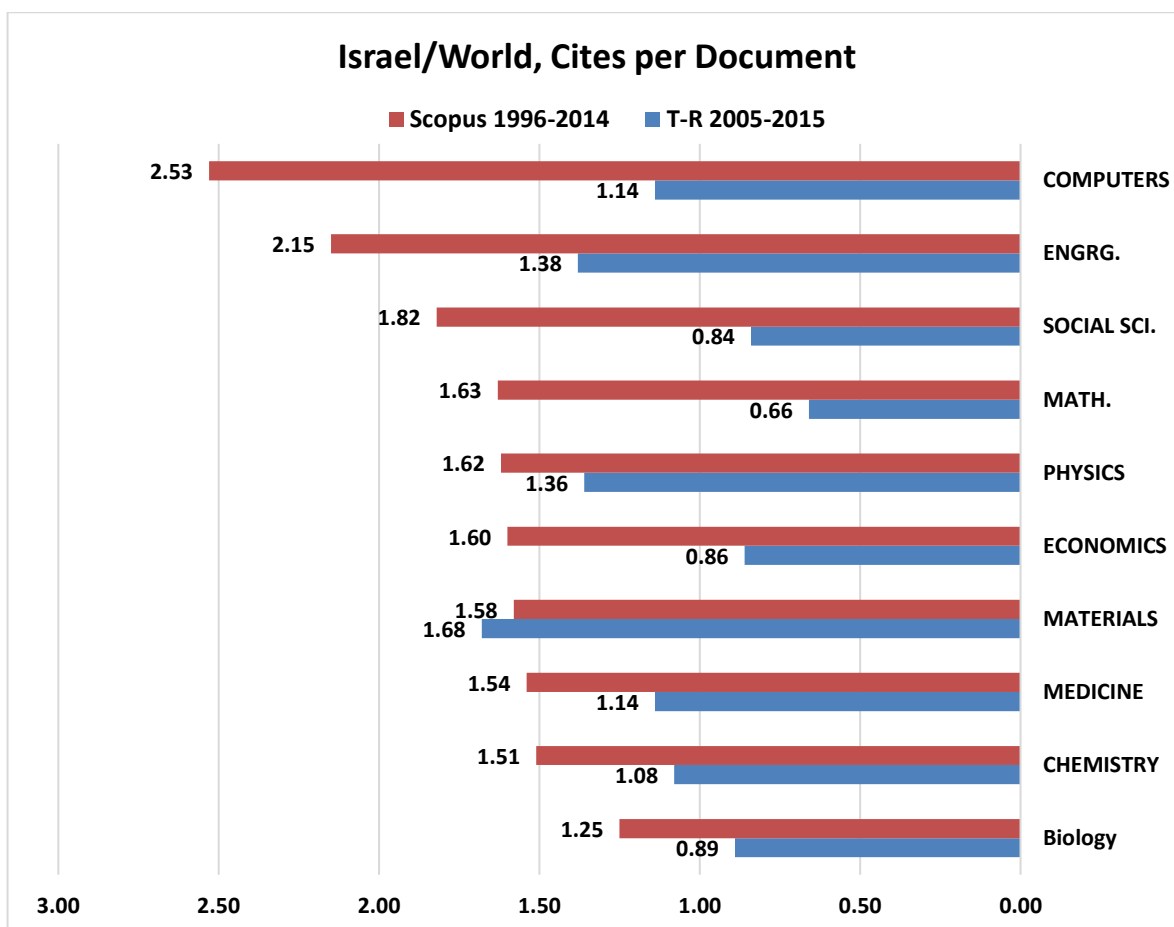
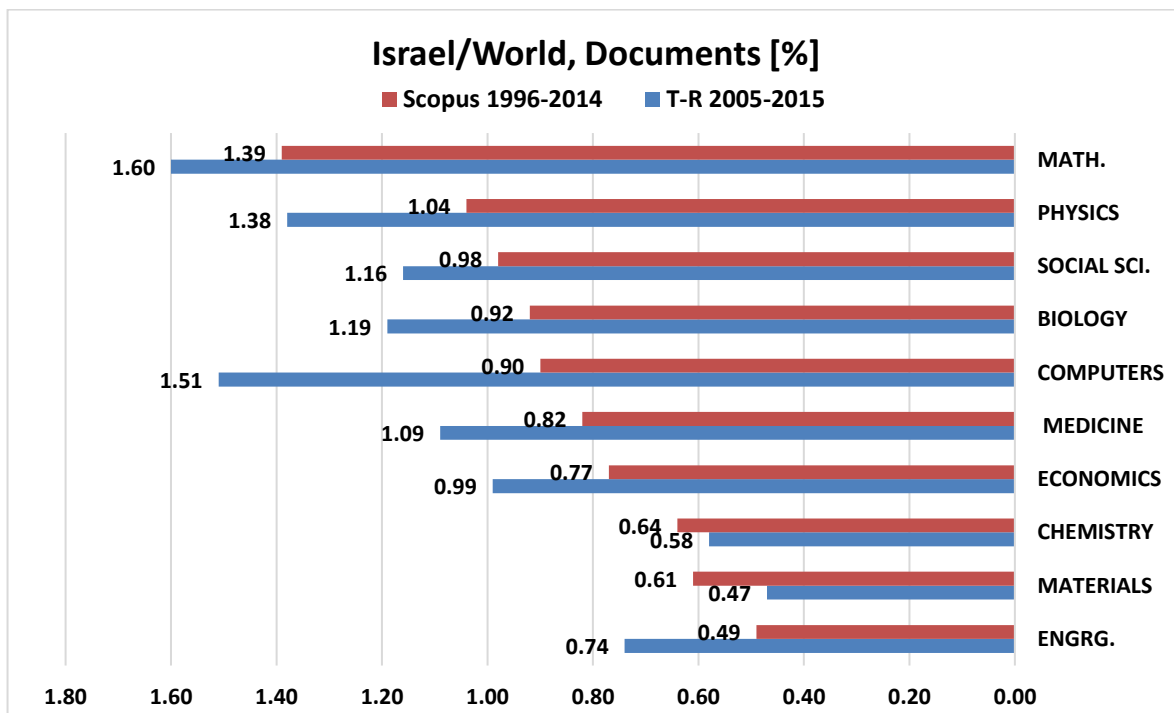


תרשים 4.5. יחסי עולם/ישראל בשני המאגרים (T-R 2000-2010, Scopus 1996-2007)

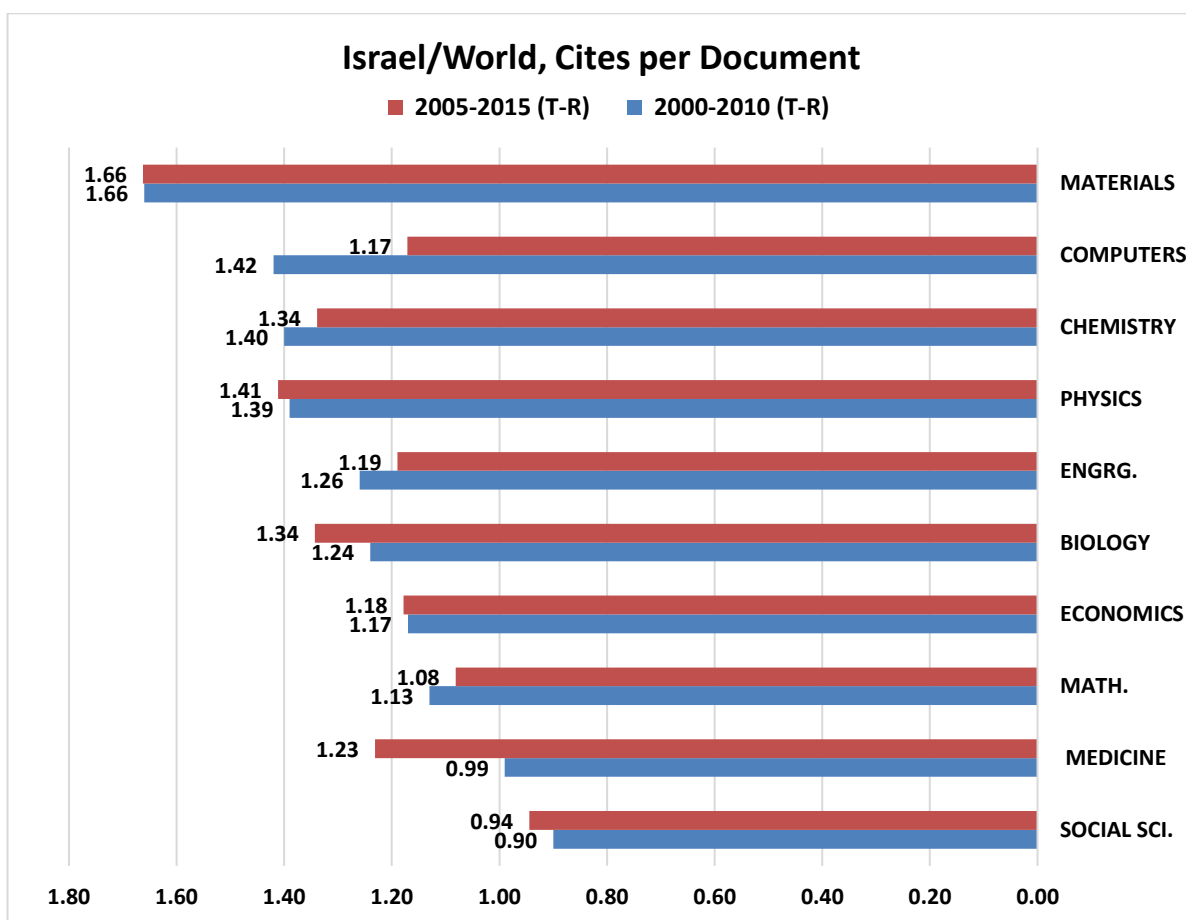
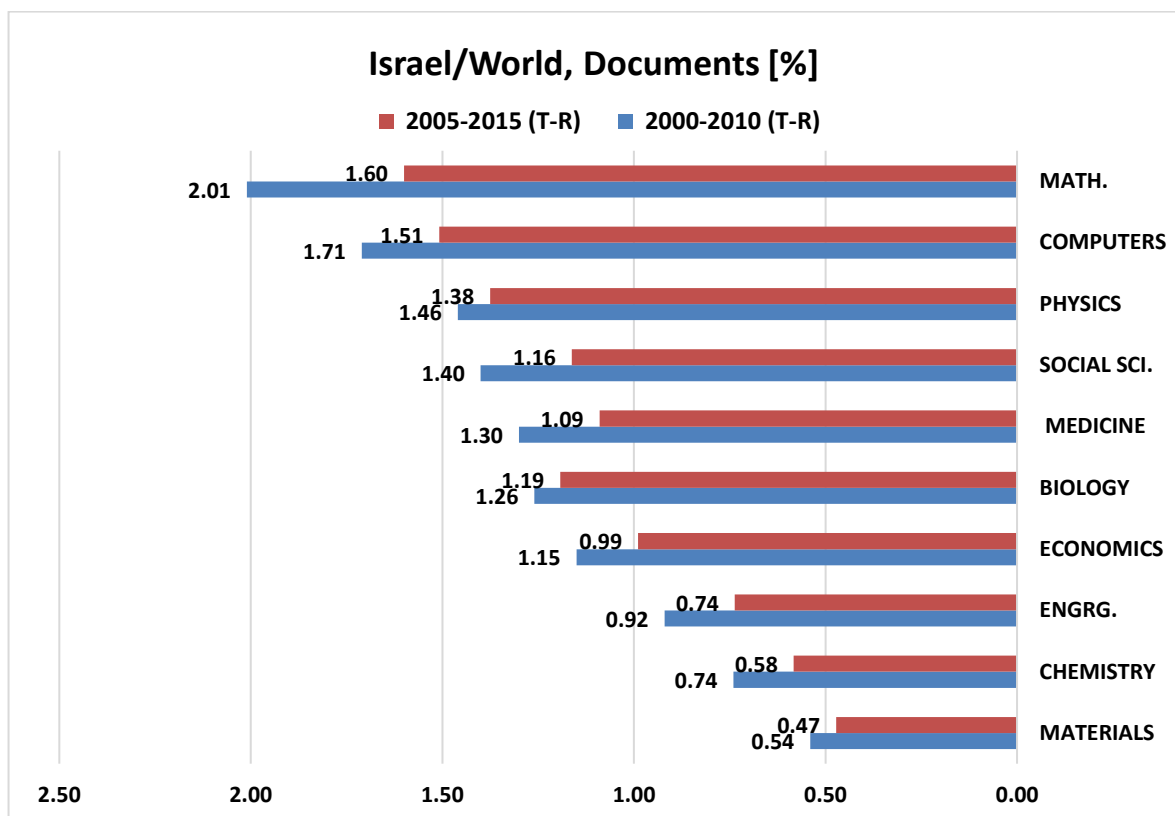
מקור: עיבוד מנתוני [18] Thomson Reuters, [19] Scopus



תרשים 4.6. יחסי עולם/ישראל בשני המאגרים (T-R 2005-2015, Scopus 1996-2014)
 מקור: עיבוד מנתוני [18] Thomson Reuters, [19] Scopus

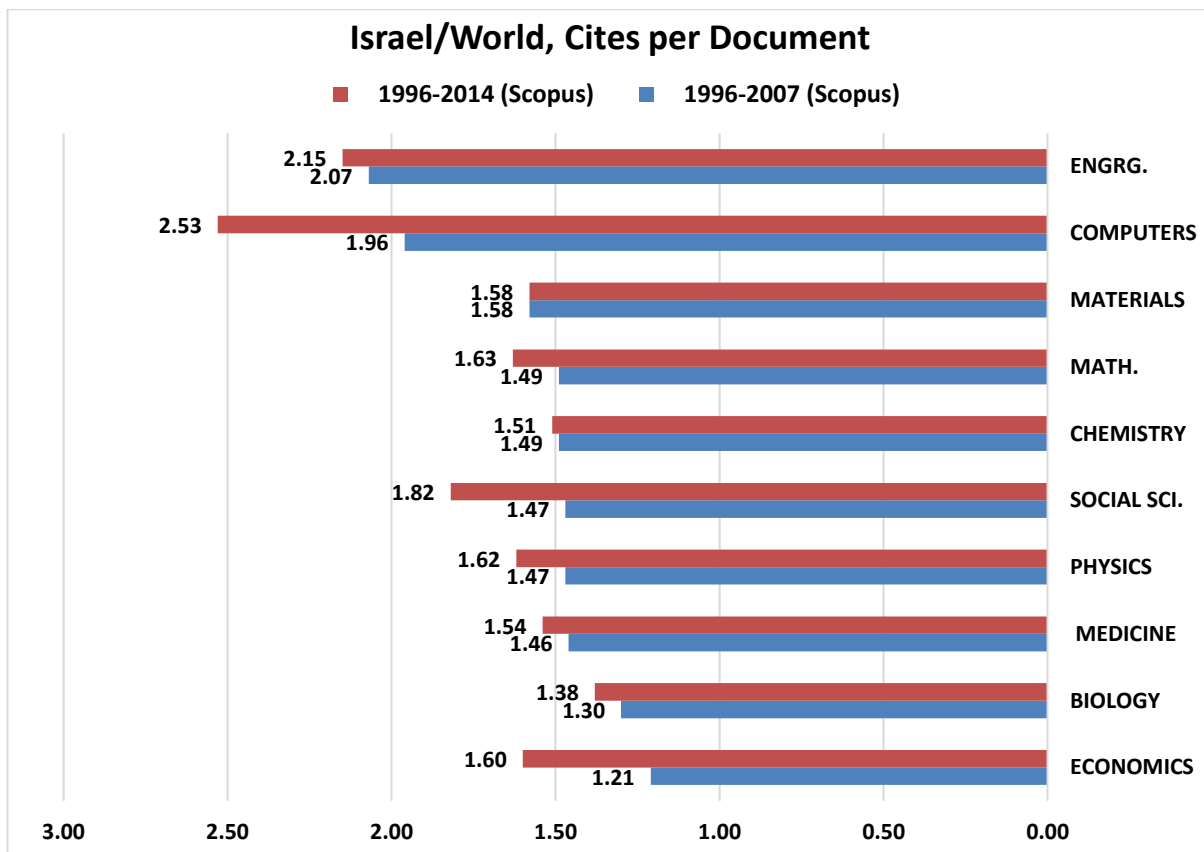
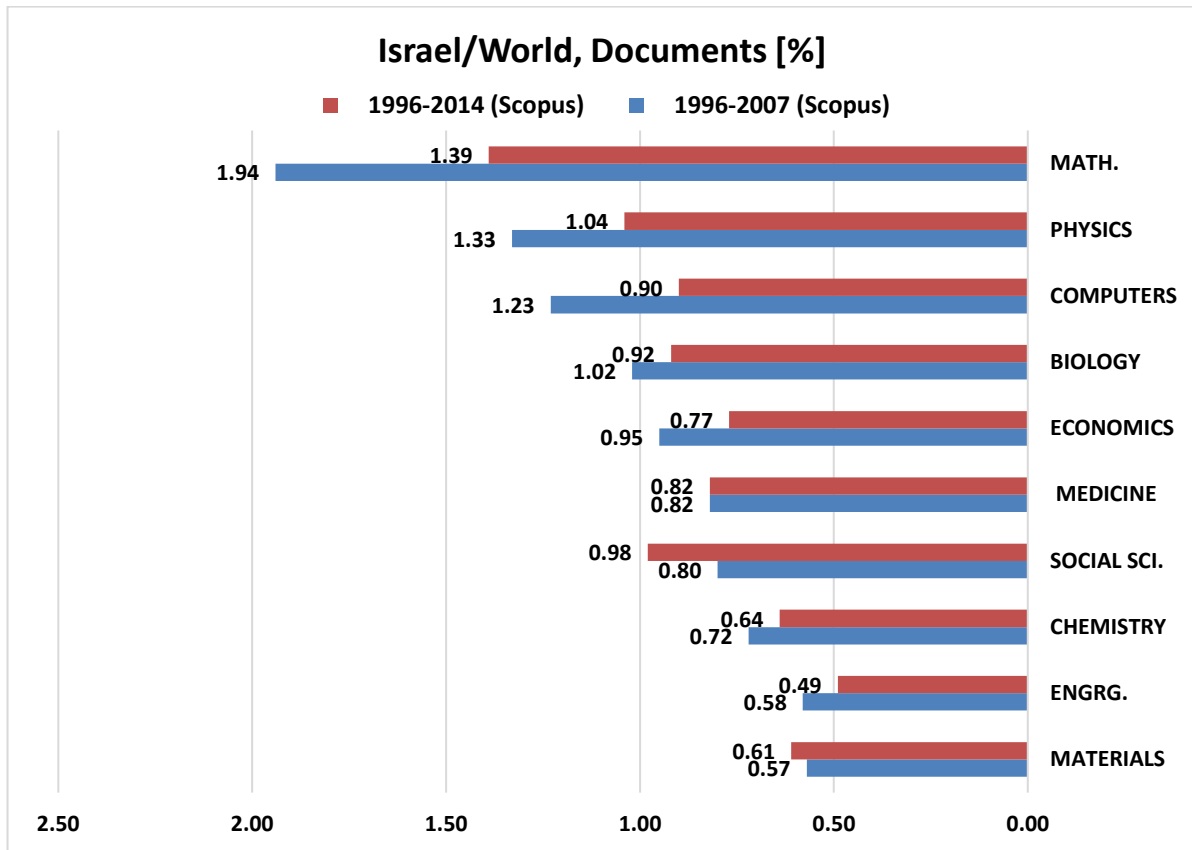


תרשים 4.7. שינויים ביחסי עולם/ישראל, במאגר T-R (2000-2010, 2005-2015)
 מקור: עיבוד מנתוני [18] Thomson Reuters



תרשים 4.8. שינויים ביחסי עולם/ישראל, במאגר Scopus (1996-2014, 1996-2007)

מקור: עיבוד מנתוני [19] Scopus



4.2 מקום ישראל בעולם

בלוחות 4.1-4.4 מוצג מבט השוואתי הכולל נתונים מעודכנים של המדדים השונים בעולם ובארץ, עבור 10 תחומים נבחרים בשני המאגרים (T-R 2005-2015, Scopus 1996-2014), בתקופות זמן ארוכות וחופפות.

לוח 4.1. נתונים מעודכנים עבור תחומים נבחרים בעולם (T-R 2005-2015)

מקור: עיבוד מנתוני [18] Thomson Reuters

Research Fields	Documents	Cites	Cites/Paper	Top Papers
CLINICAL MEDICINE	2,447,785	31,239,655	12.8	24,737
CHEMISTRY	1,518,928	19,848,827	13.1	15,394
PHYSICS	1,146,353	12,408,636	10.8	11,674
BIOLOGY	1,094,261	21,770,230	19.9	10,799
ENGINEERING	1,059,066	6,656,048	6.3	10,346
SOCIAL SCIENCES, GENERAL	773,078	4,895,126	6.3	7,493
MATERIALS SCIENCE	668,252	6,668,155	10.0	6,593
MATHEMATICS	383,685	1,557,810	4.1	3,626
COMPUTER SCIENCE	339,200	1,905,878	5.6	3,445
ECONOMICS & BUSINESS	236,074	1,763,867	7.5	2,428

לוח 4.2. נתונים מעודכנים עבור תחומים נבחרים בישראל (T-R 2005-2015)

מקור: עיבוד מנתוני [18] Thomson Reuters

Research Fields	Documents	Cites	Cites/Paper	Top Papers
CLINICAL MEDICINE	26,677	419,072	15.7	447
PHYSICS	15,770	240,810	15.3	270
BIOLOGY	13,048	348,464	26.7	237
SOCIAL SCIENCES, GENERAL	8,983	53,743	6.0	73
CHEMISTRY	8,853	154,906	17.5	138
ENGINEERING	7,802	58,305	7.5	75
MATHEMATICS	6,140	26,974	4.4	59
COMPUTER SCIENCE	5,115	33,648	6.6	51
MATERIALS SCIENCE	3,157	52,359	16.6	61
ECONOMICS & BUSINESS	2,335	20,554	8.8	26

לוח 4.3. נתונים מעודכנים עבור תחומים נבחרים בעולם (Scopus 1996-2014)

מקור: עיבוד מנתוני [19] Scopus

Research Fields	Documents	Cites	Cites/Paper
Medicine	10,534,250	145,458,004	13.8
Engineering	6,828,969	36,994,571	5.4
Biology	6,593,262	129,665,917	19.7
Physics	4,342,260	48,754,976	11.2
Material Science	3,558,488	35,193,621	9.9
Computer Science	3,371,459	19,401,295	5.8
Chemistry	2,967,837	48,101,128	16.2
Mathematics	2,155,783	14,280,668	6.6
Social Science	2,120,575	15,166,115	7.2
Economics & Finance	460,457	4,707,194	10.2

לוח 4.4. נתונים מעודכנים עבור תחומים נבחרים בישראל (Scopus 1996-2014)

מקור: עיבוד מנתוני [19] Scopus

Research Fields	Documents	Cites	Cites/Paper
Medicine	86,595	1,743,391	21.3
Biology	60,480	1,637,267	27.1
Physics	45,338	791,882	18.2
Engineering	33,145	355,068	11.7
Computer Science	30,222	348,393	14.6
Mathematics	30,034	288,597	10.8
Material Science	21,867	332,101	15.7
Social Science	20,729	206,460	13.0
Chemistry	18,858	451,955	24.5
Economics & Finance	3,564	47,352	16.4

ראוי לחזור ולציין שקיימות סוגיות שונות הנוגעות להגדרת התחומים. הגדרת תחומים צרים יכולה להצביע על הישגים גבוהים אך נקודתיים, הגדרת תחומים רחבים עלולה לגרום להטיות עקב השפעה דומיננטית של תחומי משנה מסוימים.

למניעת הטיית בדירוג לפי ממוצעי ציטוטים לפרסום, עקב התחשבות במדינות בהן היקף הפעילות קטן מאד, נהוג להתייחס רק למדינות בהן מספר הפרסומים גבוה מגבול תחתון מסוים. מאחר וישראל היא מדינה קטנה יחסית למדינות הנמצאות בחזית הידע, בהמשך נתייחס לגבולות תחתונים למספרי פרסומים – השווים בקירוב למספרי הפרסומים בישראל. גבולות יותר גבוהים היו מוציאים את ישראל מהדירוג, גבולות יותר נמוכים היו עשויים לשנות במידת מה את דירוג ישראל בכמה תחומים.

בלוח 4.5 ובתרשים 4.9 מתואר מבט השוואתי על מקומה של ישראל בעולם בכמה תחומים נבחרים, על פי שני המדדים ושני מאגרי הנתונים. הנתונים המוצגים מצביעים על התאמה טובה בין שני המאגרים. מקומה של ישראל בעולם על פי מספר הפרסומים בתחומים רבים הוא בין 20-30. בשונה מכך, מקומה של ישראל בעולם על פי הממד האיכותי של ממוצע הציטוטים לפרסום הינו טוב יותר באופן משמעותי – בכמה תחומים ישראל נמנית על 10 המדינות הראשונות בעולם על פי מדד זה.

בתרשים 4.10 מתוארים על מקומה של ישראל בעולם ב-12 תחומים נבחרים, על פי המדדים השונים ומאגר הנתונים המעודכן (Scopus 1996-2014). הנתונים המוצגים מצביעים שוב על מקומות מאוד מכובדים של ישראל בעולם בכמה תחומים, בהם ישראל נמנית על 10 המדינות הראשונות בעולם לפי ממוצעי ציטוטים לפרסום. כאמור לעיל, מקומה של ישראל לפי מספרי הפרסומים הוא פחות טוב, כלהלן:

- **ממוצע ציטוטים לפרסום.** מקומה של ישראל גבוה בתחומי מדעי המחשב (2), הנדסה (3), פסיכולוגיה, מדעי המוח, מדעי החברה, מתמטיקה (6), ביוכימיה גנטיקה וביולוגיה מולקולרית, פיסיקה (7), כימיה (8). ככלל, מקומה של ישראל על פי מדד איכותי זה גבוה ממקומה על פי הממד הכמותי.
- **מספר הפרסומים.** מקומה של ישראל גבוה יחסית בתחומי הפסיכולוגיה (11), מדעי המוח, מדעי החברה (16), מתמטיקה (18), ביוכימיה גנטיקה וביולוגיה מולקולרית, פיסיקה (22), רפואה (23).

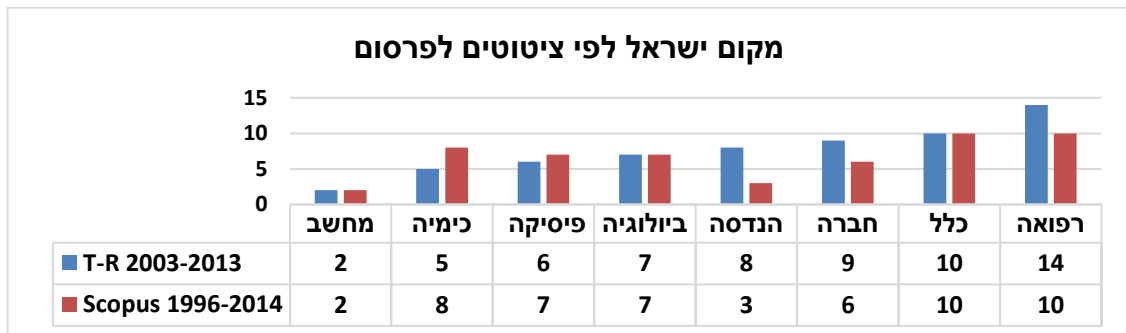
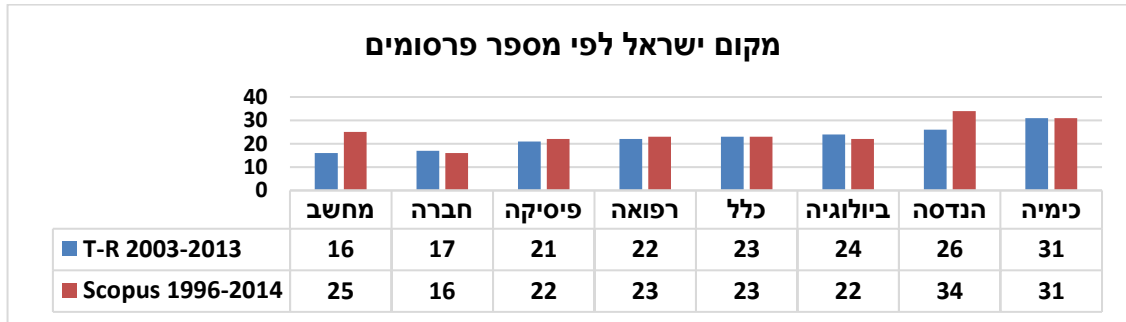
לוח 4.5. מקום ישראל על פי שני המאגרים (Scopus 1996-2014), (T-R 2003-2013)

מקור: עיבוד מנתוני [18] Thomson Reuters, [19] Scopus

ציטוטים לפרסום		תחום	פרסומים		תחום
T-R	Scopus		T-R	Scopus	
2003-2013	1996-2014		2003-2013	1996-2014	
2	2	מדעי המחשב	17	16	מדעי החברה
8	3	הנדסה	24	22	ביולוגיה
9	6	מדעי החברה	21	22	פיסיקה
7	7	ביולוגיה	22	23	רפואה
6	7	פיסיקה	23	23	כלל התחומים
5	8	כימיה	16	25	מדעי המחשב
10	10	כלל התחומים	31	31	כימיה
14	10	רפואה	26	34	הנדסה

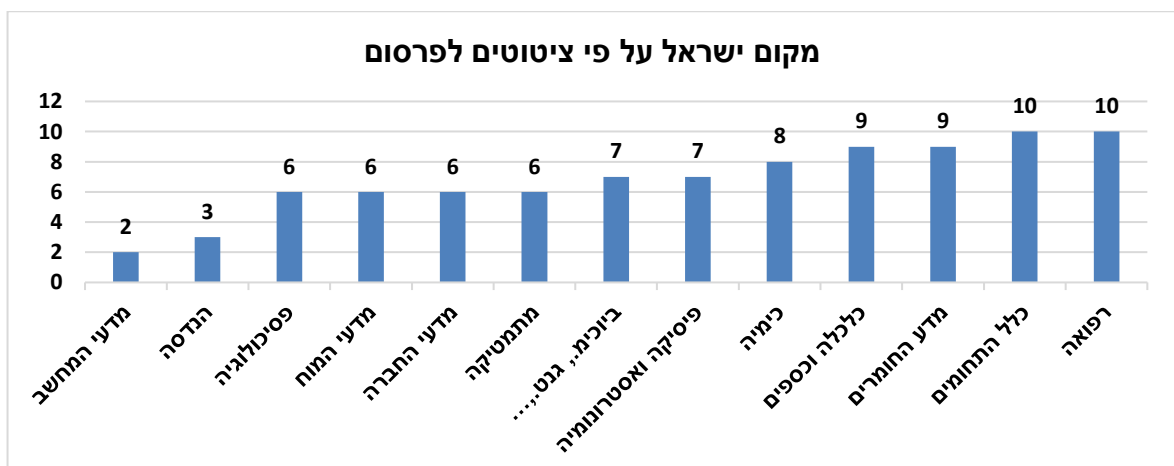
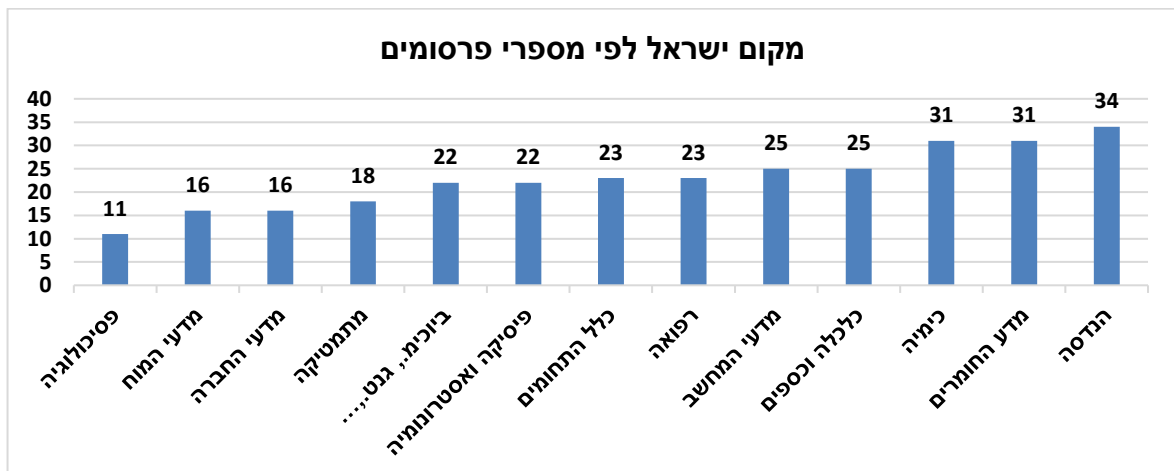
תרשים 4.9. מקום ישראל על פי שני המאגרים (Scopus 1996-2014), (T-R 2003-2013)

מקור: עיבוד מנתוני [19] Scopus, Thomson Reuters [18]



תרשים 4.10. מקום ישראל על פי שני המדדים (Scopus 1996-2014)

מקור: עיבוד מנתוני [19] Scopus



4.3 שינויים במקומה של ישראל

כלל התחומים. ראוי לחזור ולציין כי מאחר וקיים שוני רב בנוהגי פרסומים וציטוטים בין התחומים, להיקף הפעילות היחסי בכל אחד מהתחומים במדינות השונות יש השפעה רבה על הדירוג בכלל התחומים. בלוח 4.6 ובתרשים 4.11 מתוארים נתונים השוואתיים על מקומה של ישראל בכלל התחומים, על פי שני המאגרים, שני המדדים ושני פרקי זמן שונים. המסקנות העיקריות העולות מהנתונים הם כלהלן:

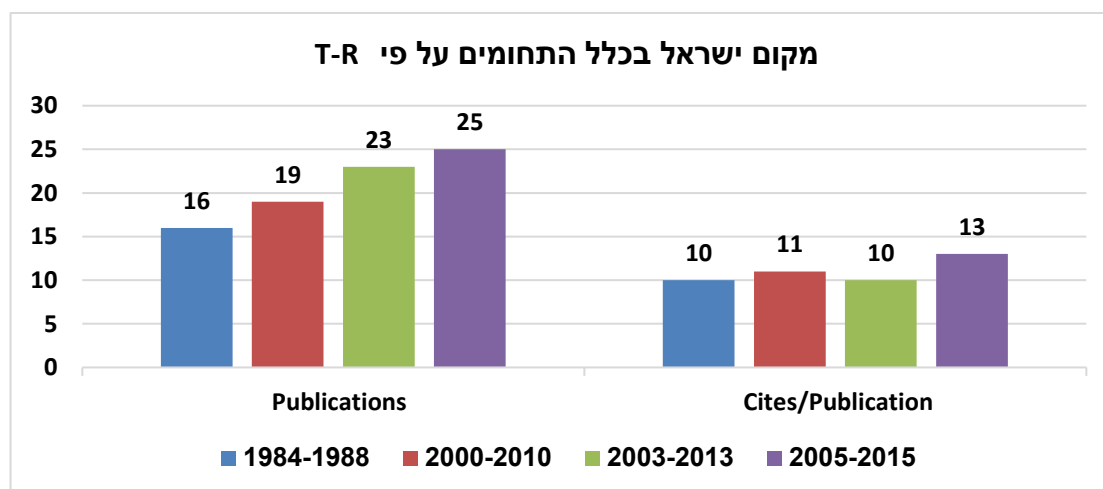
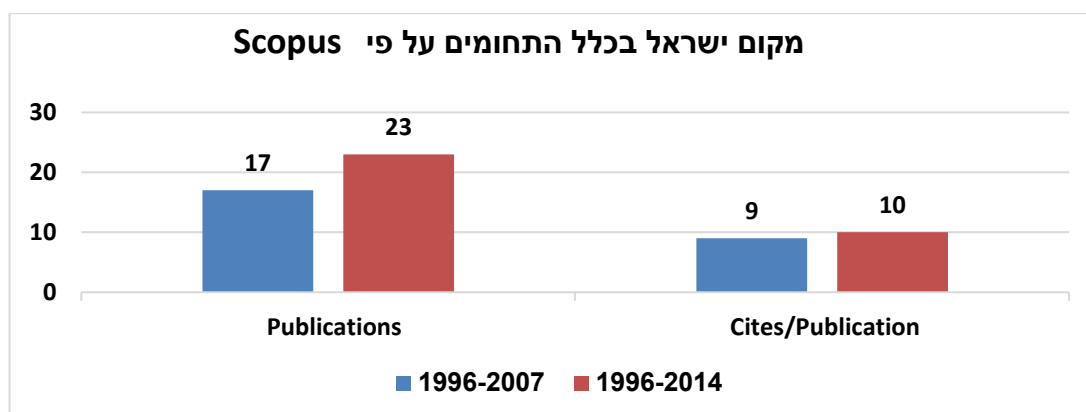
לוח 4.6. מקום ישראל בכלל התחומים, על פי שני המאגרים בפרקי זמן שונים

מקור: עיבוד מנתוני [18] Thomson Reuters, [19] Scopus

ציטוטים לפרסום		מספר פרסומים		מאגר
מקום ישראל	ערך בישראל	מקום ישראל	ערך בישראל	
11	12.7	19	108,706	T-R 2000-2010
13	14.7	25	130,166	T-R 2005-2015
9	14.8	17	147,884	Scopus 1996-2007
10	20.6	23	272,352	Scopus 1996-2014

תרשים 4.11. מקום ישראל בכלל התחומים, על פי שני המאגרים בפרקי זמן שונים

מקור: עיבוד מנתוני [18] Thomson Reuters, [19] Scopus



- מספר פרסומים. ניתן לראות כי למרות שקיים שוני משמעותי בין המאגרים הן במספרי הפרסומים והן בפרקי הזמן הנדונים (שניהם גדולים יותר במאגר Scopus), מקום ישראל בעולם על פי מספר

הפרסומים הוא דומה, בשני פרקי הזמן. מסקנה בולטת היא כי למרות הגידול במספר הפרסומים, חלה ירידה ברורה במקומה של ישראל בעולם במהלך השנים. (ראוי לציין נהוג לעתים להתייחס למספר פרסומים יחסית לגודל האוכלוסייה. בהיות ישראל מדינה בעלת אוכלוסייה קטנה, נורמליזציה כזו הייתה עשויה להצביע על מקום גבוה יותר של ישראל.

- **ממוצע ציטוטים לפרסום.** קיים שוני משמעותי בין שני המאגרים גם בממוצעי הציטוטים לפרסום ובפרקי הזמן הנדונים, אך מקום ישראל בעולם גם על פי מדד זה הוא דומה, בשני פרקי הזמן. מסקנה בולטת היא כי ישראל נמצאת במקום יותר גבוה על פי מדד איכותי זה, מאשר על פי מדד התפוקה הכמותית (מספר פרסומים). ראוי לציין כי על מנת למנוע הטיות במדד זה על ידי מדינות עם מספר פרסומים קטן, נהוג לקבוע גבול תחתון למספר הפרסומים. בעבודה הנוכחית נבחרו גבולות תחתונים כך שיכללו את ישראל. גבולות תחתונים יותר גבוהים היו מוציאים את ישראל מהדירוג, בעוד שגבולות יותר נמוכים היו עשויים לשנות במידת מה את דירוג ישראל.

תחומים נבחרים. בלוחות 4.7-4.9 ותרשימים 4.12-4.14 מוצגים נתונים השוואתיים עבור שני המדדים – מספר הפרסומים וממוצע ציטוטים לפרסום. הממצאים העיקריים הם כלהלן:

- **לוח 4.7 ותרשים 4.12,** מקום ישראל לפי שני המאגרים (T-R 2000-2010), (Scopus 1996-2007). רואים כי קיימת התאמה טובה במקומה של ישראל לפי שני המאגרים. בעוד שמקומה של ישראל לפי מספר פרסומים הוא בין 10-20, לפי ממוצע ציטוטים לפרסום הוא יותר גבוה ומאד מכובד – בין 10 המדינות המובילות בעולם.

- **לוח 4.8 ותרשים 4.13,** שינויים במקום ישראל לפי מאגר Scopus (1996-2014), (1996-2007). רואים כי חלה ירידה ברורה במקומה של ישראל לפי מספר פרסומים, בעוד שלפי ממוצע ציטוטים לפרסום – מקומה המכובד של ישראל נשמר.

- **לוח 4.9 ותרשים 4.14.** שינויים במקום ישראל לפי מאגר T-R (1984-1988), (2003-2013). התהליכים לפי מאגר זה מאד דומים לאלה המתוארים עבור מאגר Scopus, דהיינו – חלה ירידה ברורה במקומה של ישראל לפי מספר פרסומים, בעד שלפי ממוצע ציטוטים לפרסום – מקומה המכובד של ישראל נשמר.

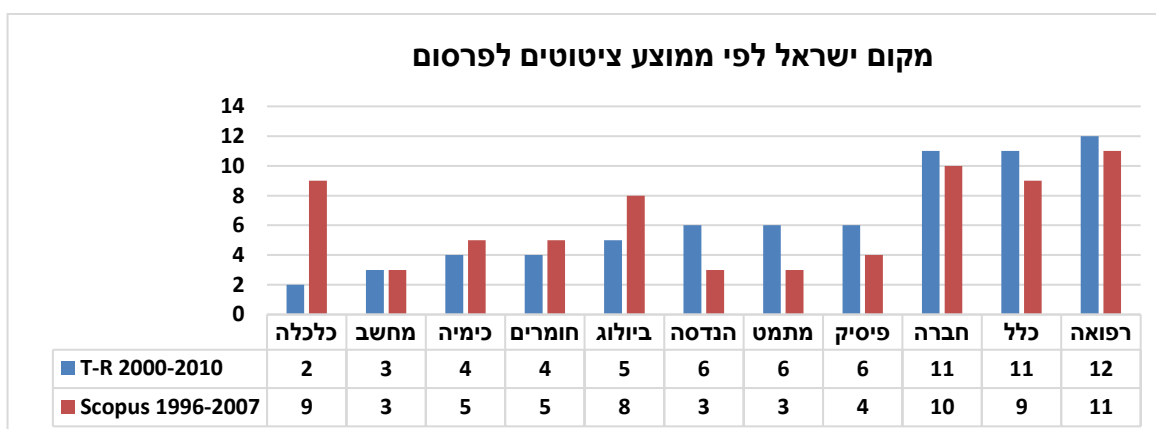
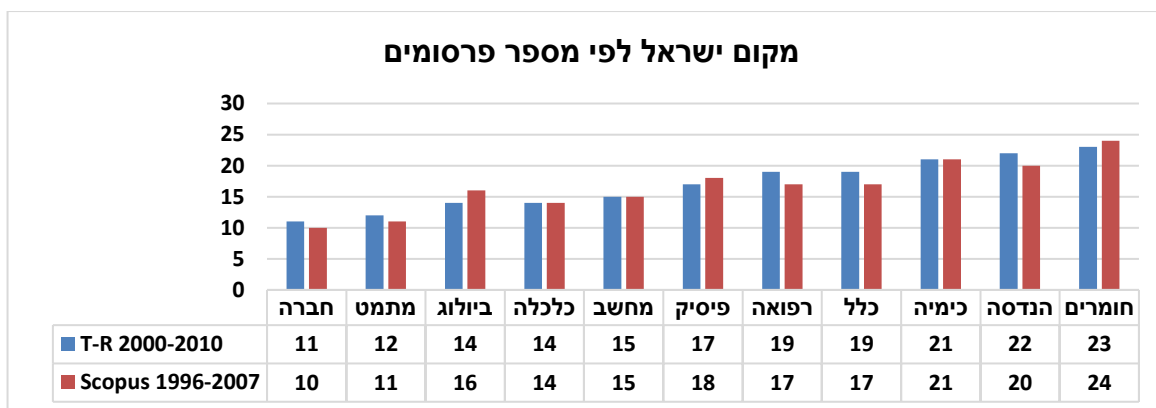
לוח 4.7. מקום ישראל על פי שני המאגרים (T-R 2000-2010), (Scopus 1996-2007)

מקור: עיבוד מנתוני [18] Thomson Reuters, [19] Scopus

ציטוטים לפרסום		תחום	פרסומים		תחום
Scopus 1996-2007	T-R 2000-2010		Scopus 1996-2007	T-R 2000-2010	
3	3	מדעי המחשב	10	11	מדעי החברה
3	6	הנדסה	11	12	מתמטיקה
3	6	מתמטיקה	16	14	ביולוגיה
10	11	מדעי החברה	18	17	פיסיקה
8	5	ביולוגיה	17	19	רפואה
4	6	פיסיקה	17	19	כלל התחומים
5	4	כימיה	14	14	כלכלה
5	4	מדעי החומרים	15	15	מדעי המחשב
9	2	כלכלה	24	23	מדעי החומרים
9	11	כלל התחומים	21	21	כימיה
11	12	רפואה	20	22	הנדסה

תרשים 4.12. מקום ישראל על פי שני המאגרים (T-R 2000-2010), (Scopus 1996-2007)

מקור: עיבוד מנתוני [18] Thomson Reuters, [19] Scopus



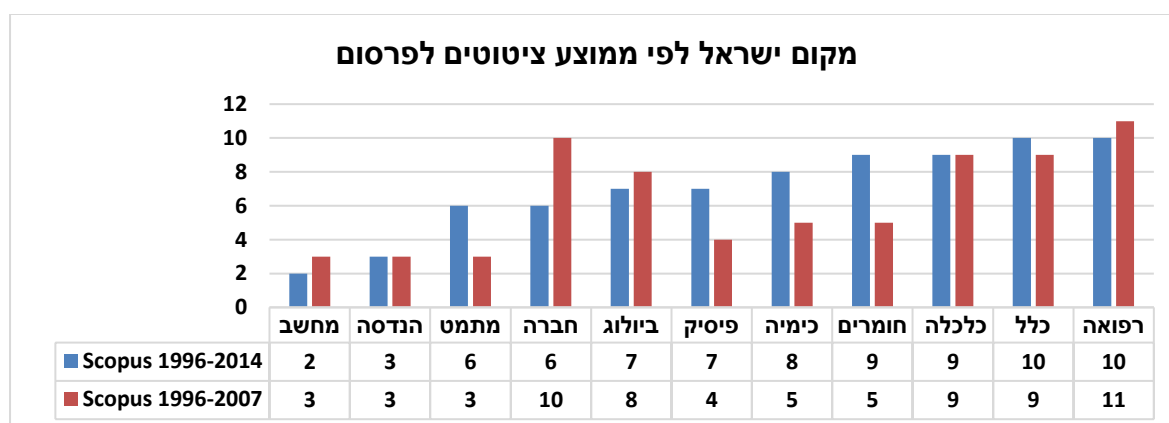
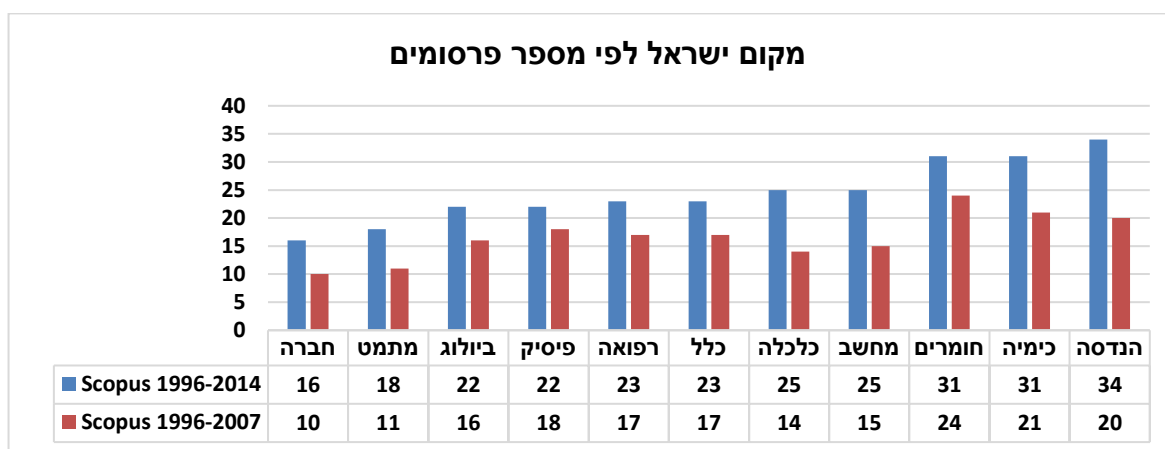
לוח 4.8. שינויים במקום ישראל (Scopus 1996-2014), (Scopus 1996-2007)

מקור: עיבוד מנתוני [19] Scopus

ציטוטים לפרסום		תחום	פרסומים		תחום
Scopus 1996-2014	Scopus 1996-2007		Scopus 1996-2014	Scopus 1996-2007	
2	3	מדעי המחשב	16	10	מדעי החברה
3	3	הנדסה	18	11	מתמטיקה
6	3	מתמטיקה	22	16	ביולוגיה
6	10	מדעי החברה	22	18	פיסיקה
7	8	ביולוגיה	23	17	רפואה
7	4	פיסיקה	23	17	כלל התחומים
8	5	כימיה	25	14	כלכלה
9	5	מדעי החומרים	25	15	מדעי המחשב
9	9	כלכלה	31	24	מדעי החומרים
10	9	כלל התחומים	31	21	כימיה
10	11	רפואה	34	20	הנדסה

תרשים 4.13. שינויים במקום ישראל (Scopus 1996-2014), (Scopus 1996-2007)

מקור: עיבוד מנתוני [19] Scopus



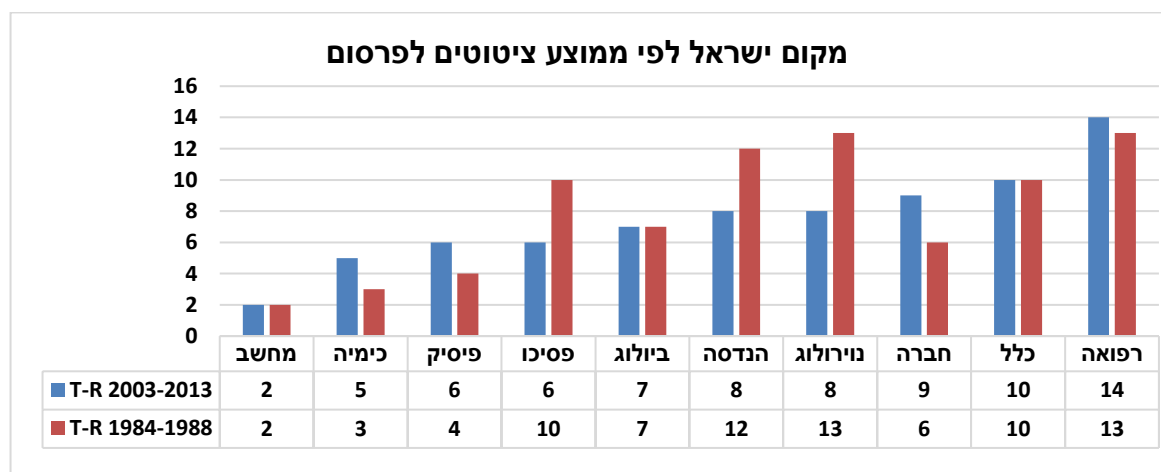
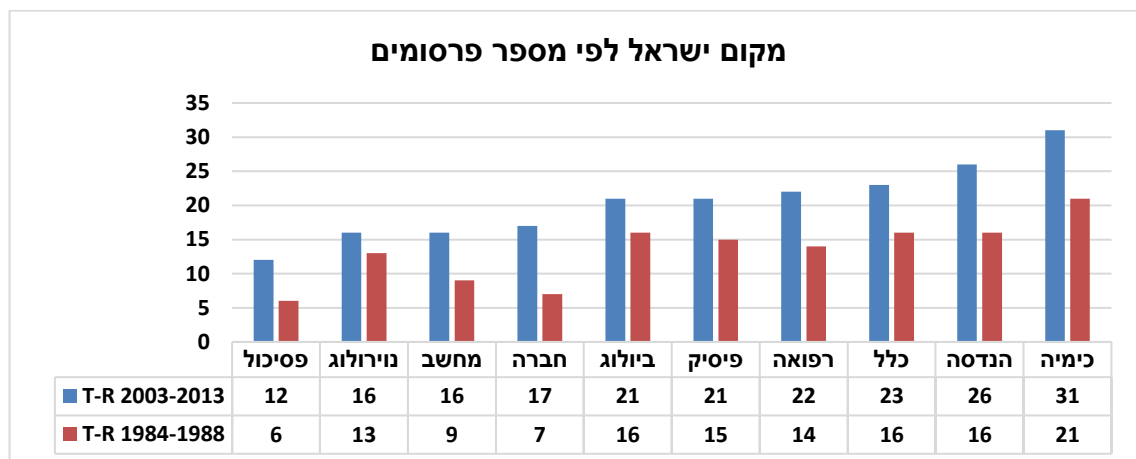
לוח 4.9. שינויים במקום ישראל (T-R 1984-1988), (T-R 2003-2013)

מקור: עיבוד מנתוני [18] Thomson Reuters

ציטוטים לפרסום		תחום	פרסומים		תחום
T-R 2003-2013	T-R 1984-1988		T-R 2003-2013	T-R 1984-1988	
14	13	רפואה	22	14	רפואה
6	4	פיסיקה	21	15	פיסיקה
5	3	כימיה	31	21	כימיה
8	12	הנדסה	26	16	הנדסה
7	7	ביולוגיה	21	16	ביולוגיה
8	13	נוירולוגיה	16	13	נוירולוגיה
2	2	מדעי המחשב	16	9	מדעי המחשב
9	6	מדעי החברה	17	7	מדעי החברה
6	10	פסיכולוג ופסיכיאטר	12	6	פסיכולוגיה
10	10	כלל התחומים	23	16	כלל התחומים

תרשים 4.14 שינויים במקום ישראל (T-R 1984-1988), (T-R 2003-2013)

מקור: עיבוד מנתוני [18] Thomson Reuters



5. מעמדן של אוניברסיטאות ישראל

5.1 מבט כללי

בפרק זה מוצג מעמדן המחקרי של אוניברסיטאות ישראל על פי נתוני מדדים כמותיים. כאמור לעיל, להבנת משמעותם הנכונה של הנתונים, להערכה נכונה של המחקר, ולמניעת הטיות בכוון זה או אחר – יש צורך במבט רחב מחד ומעמיק מאידך.

תרומת האוניברסיטאות לפרסומי ישראל. בתחילה ראוי לציין כי, בשונה ממדינות רבות, רוב מכריע מבין פרסומי ישראל כולל מחברים מהאוניברסיטאות. לדוגמה, בעשור 2003-2013 (T-R) כ- 92% מפרסומי ישראל ככול התחומים נעשו במסגרת האוניברסיטאות, על כן מעמדה של ישראל נקבע במידה רבה על פי מעמדן של האוניברסיטאות. בתחומים פיסיקה, ביולוגיה וביוכימיה, פסיכולוגיה ופסיכיאטריה, כימיה ומדעי החברה – למעלה מ- 95% מפרסומי ישראל נעשו באוניברסיטאות. בתחומים נוירולוגיה, ביולוגיה מולקולרית וגנטיקה, ומדע החומרים – למעלה מ- 90%, במדעי המחשב, הנדסה מדעי כדור הארץ 80%-90%. ברפואה, מדעי החי והצומח, סביבה ואקולוגיה, מיקרוביולוגיה – 70%-80%. בכמה אוניברסיטאות מספר הפרסומים ברפואה הוא גבוה במיוחד, חלק ניכר מפרסומים אלה נעשה עם מחברים-שותפים מבתי חולים. הפרסומים שאינם נכללים באוניברסיטאות המחקר הם, לדוגמה, פרסומי מוסדות אחרים (האוניברסיטה הפתוחה, מכללות), בתי חולים, גופים אחרים (רפא"ל, תעשייה אווירית, מכון וולקני ועוד).

בסעיף זה מתוארים נתונים הנוגעים לכלל התחומים. בסעיף 5.2 מוצגים נתונים על התחומים השונים בכול אחת מהאוניברסיטאות, בסעיף 5.3 מתואר מבט השוואתי על האוניברסיטאות בתחומים נבחרים.

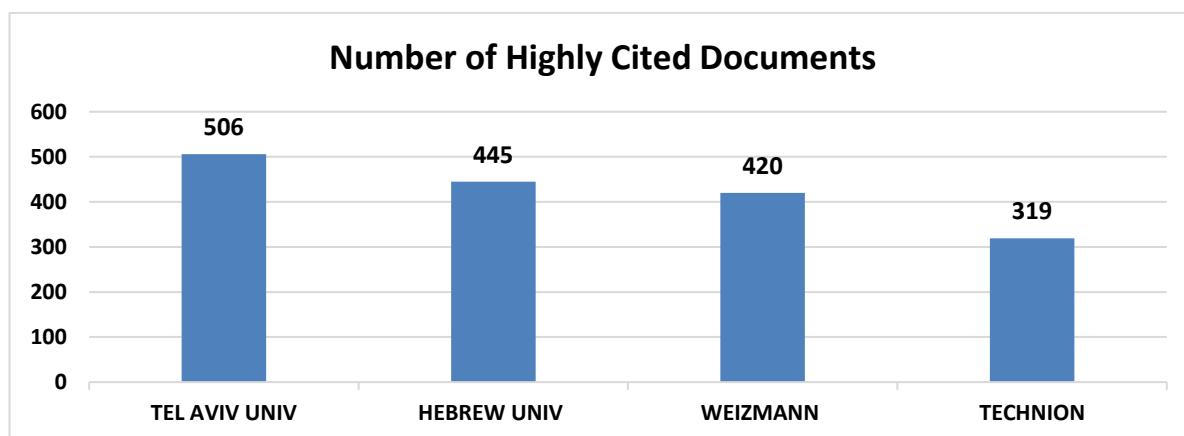
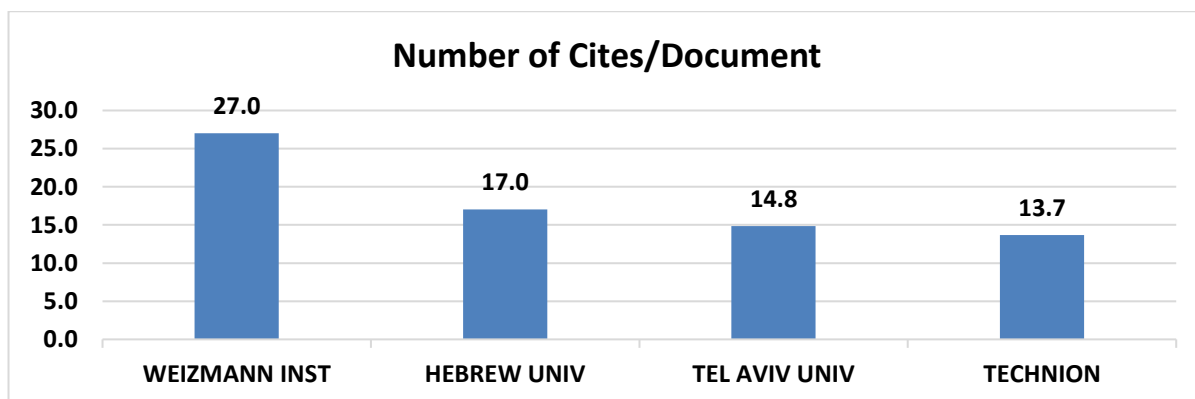
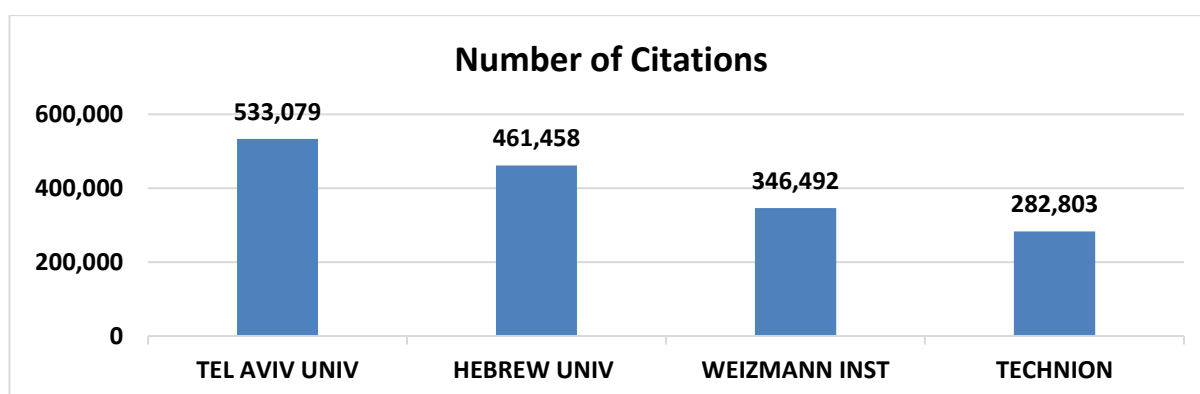
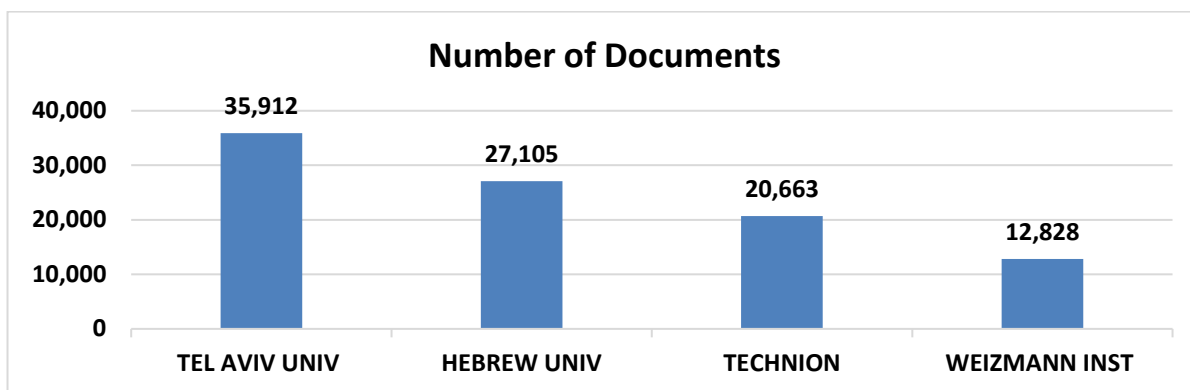
בתרשים 5.1 מתוארים נתונים מעודכנים של המדדים השונים (T-R 2005-2015) המתייחסים לכלל התחומים באוניברסיטאות ישראל. ראוי לציין כי השוני המשמעותי בין התחומים השונים – באופי ובהיקף הפעילות – גורם לשוני רב גם במאפייני האוניברסיטאות, דבר העלול לגרום להטיות. לדוגמה, במכון וויצמן עיקר הפעילות היא בתחומי מדעי הטבע ומדעי החיים, בטכניון – בהנדסה, במדעי הטבע ובמדעי החיים. באוניברסיטאות חיפה ובר אילן מתקיימת פעילות רחבה במדעי הרוח ובמדעי החברה. באוניברסיטת תל אביב, באוניברסיטה העברית ובטכניון מתקיימת פעילות רחבה בתחומים בהם מספר הפרסומים גבוה, במכון וויצמן ובעברית – בתחומים בהם ממוצע ציטוטים לפרסום גבוה.

מספר הפרסומים הגבוה ביותר מבין האוניברסיטאות הוא באוניברסיטת תל אביב, זאת במידה רבה בעקבות המספר הגבוה מאד של פרסומים בתחום הרפואה – שהינו עתיר פרסומים. בהמשך מדורגים האוניברסיטה העברית (כ- 75% ממספר פרסומי אוניברסיטת תל אביב), הטכניון (כ- 60%) ומכון וויצמן (כ- 35%). ממוצע הציטוטים לפרסום הגבוה ביותר הוא במכון וויצמן, זאת במידה רבה בעקבות הערכים הגבוהים מאד של מדדים אלה בתחומי מדעי החיים. בהמשך מדורגים האוניברסיטה העברית (כ- 60% מממוצע הציטוטים לפרסום במכון וויצמן), אוניברסיטת תל אביב (כ- 55%) והטכניון (כ- 50%). באשר למספרי הפרסומים המצוטטים ביותר, הם מושפעים כמובן מכלל מספרי הפרסומים והציטוטים.

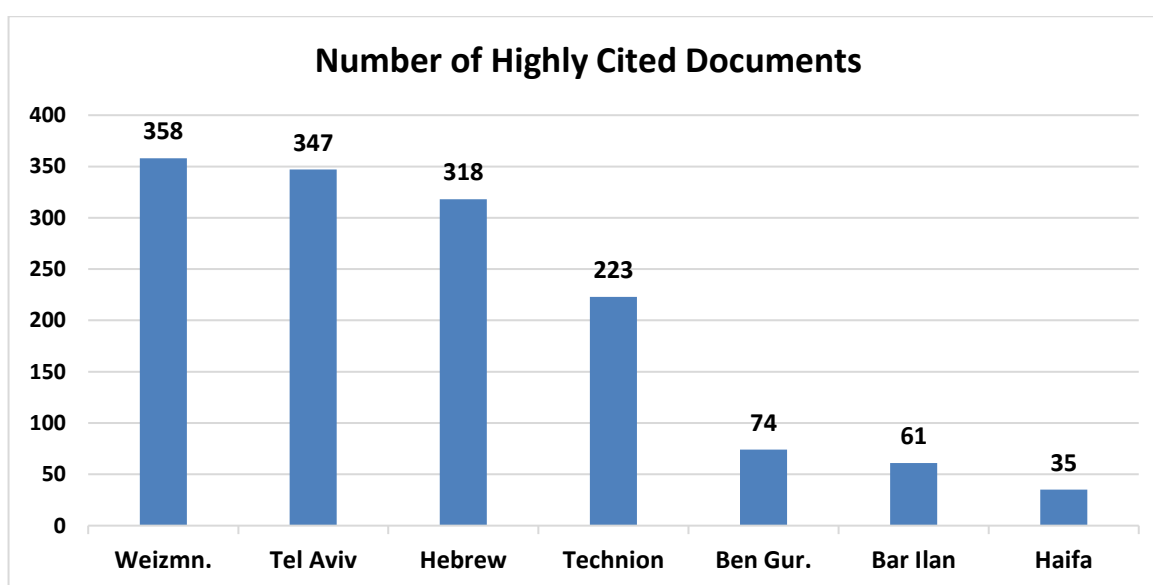
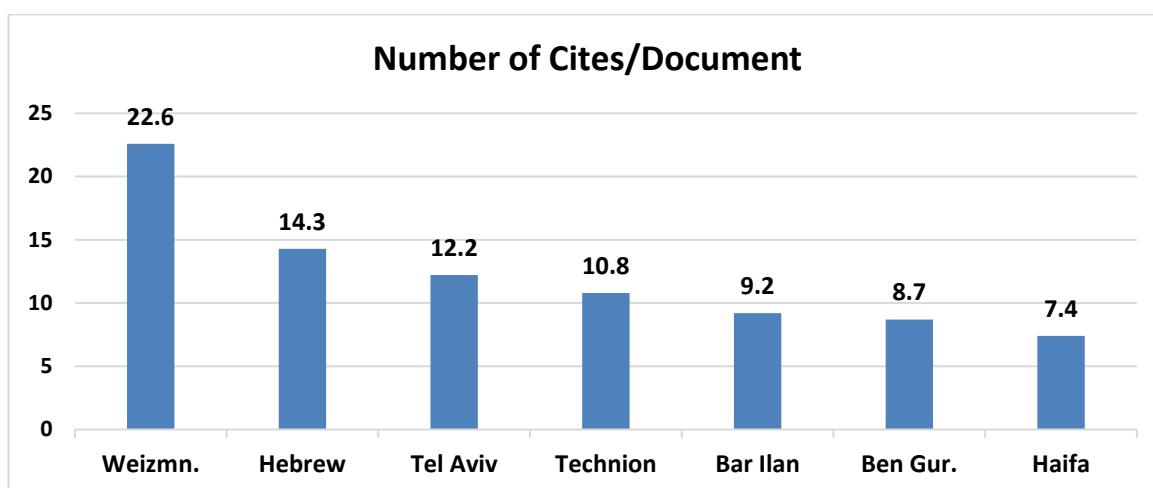
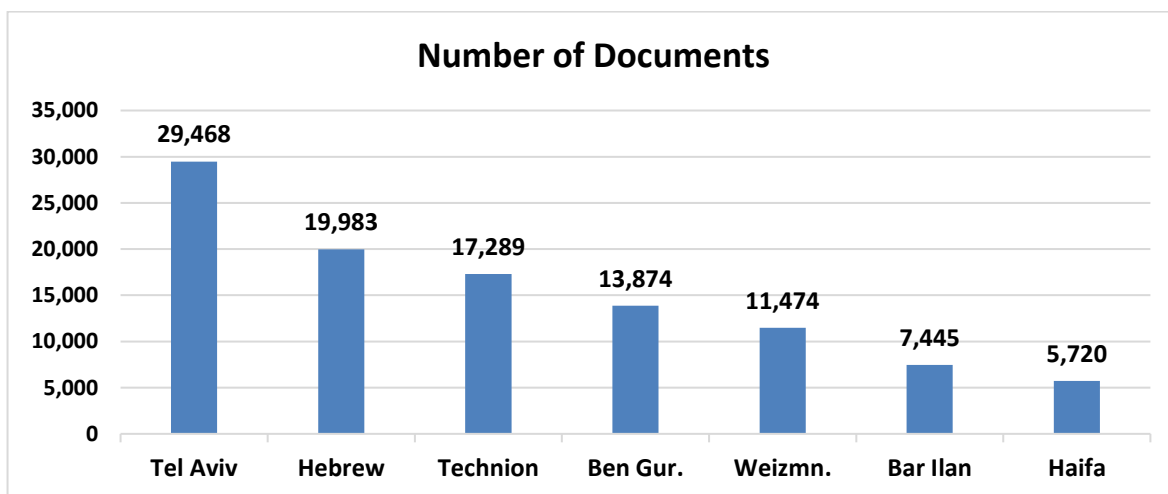
בתרשים 5.2 מתוארים נתוני המדדים השונים בכלל התחומים עבור כול אוניברסיטאות ישראל בתקופה מעט מוקדמת (T-R 2003-2013). על פי רוב, התמונה הכללית דומה, אך ראוי לציין כי חלו שינויים במעמד היחסי של המוסדות על פי מדד הפרסומים המצוטטים ביותר (לדוגמה, מכון וויצמן שעמד בשנים 2001-2011 בראש הדירוג, ירד בשנים 2005-2015 למקום השלישי מבין האוניברסיטאות).

בתרשים 5.3 מתוארת השוואה בין התקופות השונות, של נתוני המדדים בכלל התחומים.

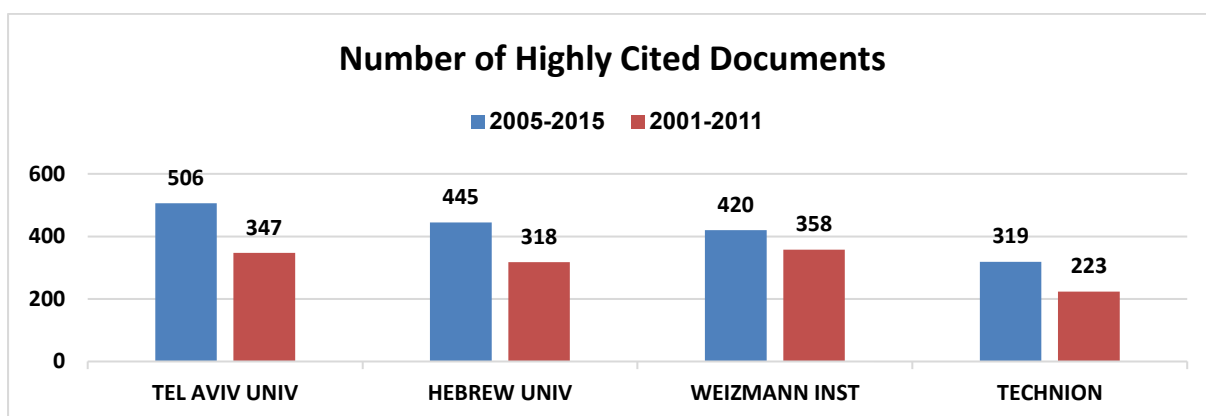
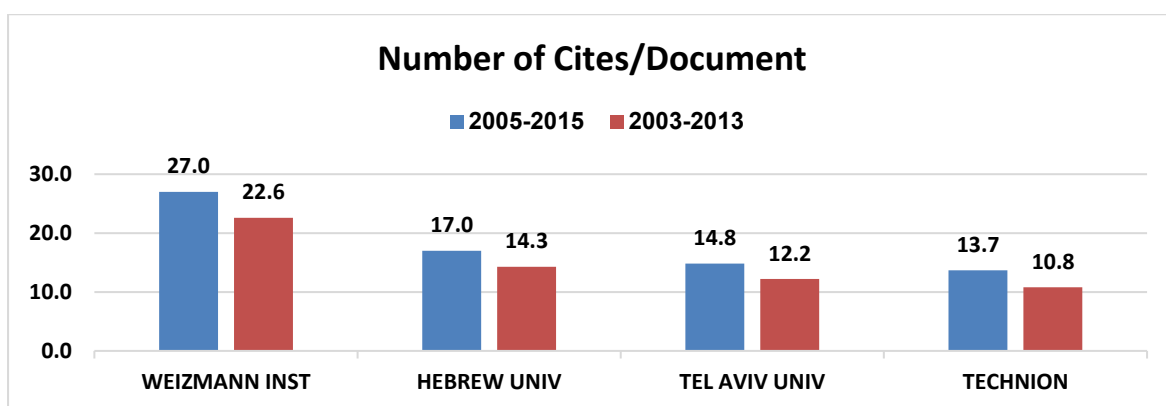
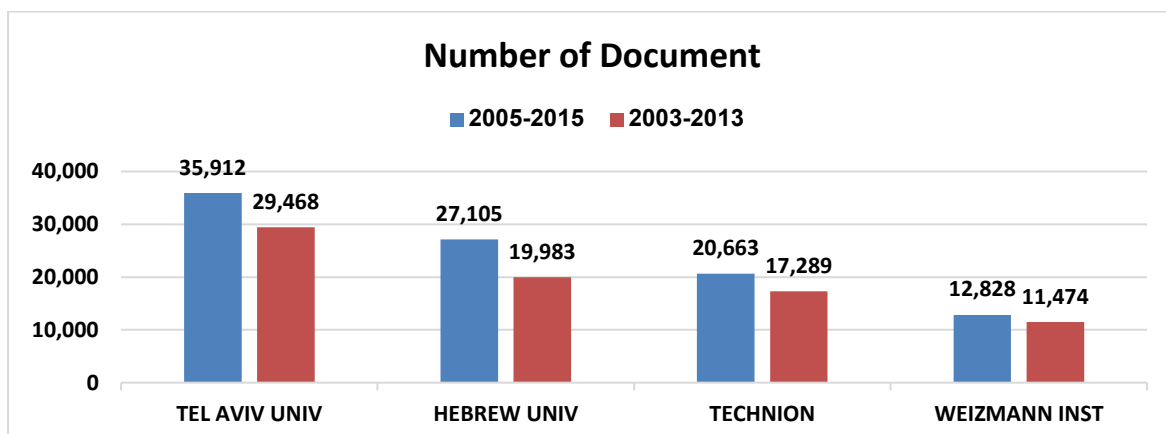
תרשים 5.1. מבט על כלל התחומים באוניברסיטאות (T-R 2005-2015)
 מקור: עיבוד מנתוני [18] Thomson Reuters



תרשים 5.2. מבט על כלל התחומים באוניברסיטאות (T-R 2003-2013)
 מקור: עיבוד מנתוני [18] Thomson Reuters



תרשים 5.3. מבט על כלל התחומים בתקופות שונות (T-R 2005-2015 ,T-R 2003-2013)
מקור: עיבוד מנתוני [18] Thomson Reuters



5.2 מבט על התחומים השונים

בלוחות 5.1, 5.2 מתוארים מספרי פרסומים ומוצע ציטוטים לפרסום בכל אחד מהתחומים ובכל אחת מהאוניברסיטאות, בעשור 2003-2013 (T-R). מופיעים רק תחומים בהם מספר הפרסומים הוא מעל סף תחתון, על כן חסרים נתונים על תחומים במוסדות שלא עומדים בסף זה. הנתונים בלוח 5.1 מצביעים על השוני הרב במספרי הפרסומים בין התחומים. מספרי הפרסומים הגבוהים ביותר – הם בתחומים כלהלן:

- רפואה קלינית – 20,902 פרסומים, המהווים 21.5% מכלל פרסומי האוניברסיטאות.
- פיסיקה – 13,926 פרסומים, המהווים 14.4% מכלל פרסומי האוניברסיטאות.

- כימיה – 8,332 פרסומים, המהווים 8.6% מכלל פרסומי האוניברסיטאות.
 - הנדסה – 6,555 פרסומים, המהווים 6.8% מכלל פרסומי האוניברסיטאות.
 - ביולוגיה וביוכימיה 6,307 פרסומים, המהווים – 6.5% מכלל פרסומי האוניברסיטאות.
 - מדעי החברה – 5,948 פרסומים, המהווים 6.1% מכלל פרסומי האוניברסיטאות.
- שיעור מכריע מבין פרסומי חלק מהאוניברסיטאות הוא בתחום הרפואה – חלק ניכר מהם נעשה עם מחברים-שותפים מבתי חולים. השוני במספרי הפרסומים בין המוסדות – הוא כלהלן:
- באוניברסיטת תל אביב – 29,468 פרסומים, המהווים 28.0% מכלל פרסומי האוניברסיטאות.
 - באוניברסיטה העברית – 19,983 פרסומים, המהווים 19.0% מכלל פרסומי האוניברסיטאות.
 - בטכניון – 17,289 פרסומים, המהווים 16.4% מכלל פרסומי האוניברסיטאות.
 - בבן גוריון – 13,874 פרסומים, המהווים 13.2% מכלל פרסומי האוניברסיטאות.
 - במכון ויצמן – 11,474 פרסומים, המהווים 10.9% מכלל פרסומי האוניברסיטאות.
 - בבר אילן – 7,445 פרסומים, המהווים 7.1% מכלל פרסומי האוניברסיטאות.
 - באוניברסיטת חיפה – 5,720 פרסומים, המהווים 5.4% מכלל פרסומי האוניברסיטאות.

הנתונים בלוח 5.2 מצביעים על שוני רב בין התחומים והמוסדות, בממוצעי הציטוטים לפרסום. תחומים בהם ממוצעי ציטוטים לפרסום הם הגבוהים ביותר הם: ביולוגיה מולקולרית וגנטיקה (27.6), מדעי החלל (21.3), נוירולוגיה (19.3). הדבר בא לביטוי בשוני בין המוסדות בממוצעי הציטוטים לפרסום בכלל התחומים: מכון ויצמן (22.6), האוניברסיטה העברית (14.3), אוניברסיטת תל אביב (12.2), הטכניון (10.8), בר אילן (9.2), בן גוריון (8.7), חיפה (7.4). נתונים אלה משקפים שוני בהיקף הפעילות בתחומים ובמוסדות. לדוגמה, במכון ויצמן – מתקיימת פעילות רחבה בתחומים בעלי ממוצע גבוה של ציטוטים לפרסום, באוניברסיטת חיפה עיקר הפעילות היא בתחומים אחרים.

כמה מהשאלות והסוגיות הנוגעות להערכות כמותיות של מדינות באות לביטוי יותר קיצוני בהערכות של אוניברסיטאות. מבט על האוניברסיטאות בישראל מצביע על שוני משמעותי ביניהן, לפי המדדים והתחומים השונים. ניתן להבחין כי במוסדות מסוימים קיימים תחומים בהם ממוצע הציטוטים לפרסום הוא גבוה מאד, אך בה בעת היקף הפעילות – כפי שבא לביטוי במספר הפרסומים – הוא קטן מאד. תופעה זו, יחד עם כמה תופעות בולטות נוספות, מצביעה על כך שיש להתייחס בזהירות רבה לנתוני המדדים וכי אין לקבלם כפשוטם. להבנת משמעותם של הנתונים, יש צורך במבט מעמיק על הנעשה בתחומים עצמם. הנתונים בלוח 5.2 נקבעו ללא התחשבות בסף תחתון למספר הפרסומים, להלן נדגים השפעת סף כזה על דירוג תחומי ההנדסה ומדעי החברה.

- **תחום ההנדסה.** מספרי הפרסומים הגבוהים ביותר בתחום זה הם בטכניון (2,616) ובאוניברסיטת תל אביב (1,502). מספרי הפרסומים באוניברסיטה העברית (463) ובמכון ויצמן (383) הם קטנים יחסית, אך ממוצעי הציטוטים לפרסום הגבוהים ביותר הם באוניברסיטה העברית (10.2) ובמכון ויצמן (9.4). קביעת סף תחתון של 500 פרסומים, לדוגמה, לא הייתה מותירה בהשוואה את האוניברסיטה העברית (463) ואת מכון ויצמן (383).
- **תחום מדעי החברה.** מספרי פרסומים הגבוהים ביותר בתחום זה הם באוניברסיטה העברית (1,385), ובאוניברסיטאות חיפה (1,269) ותל אביב (1,268), בעוד שממוצעי ציטוטים גבוהים לפרסום הם במכון ויצמן (10.7) ובטכניון (6.0). קביעת סף תחתון של 150 פרסומים, לדוגמה, לא הייתה מותירה את מכון

וויצמן בהשוואה. סף תחתון של 1000 פרסומים, לדוגמה, היה מותר בהשוואה רק את האוניברסיטה העברית ואוניברסיטאות חיפה ותל אביב.

דוגמה נוספת למגבלות הנתונים בהערכות המצוינות נוגעת לתחום המתמטיקה. בבסיס נתוני מאגר T-R מוגדרת המתמטיקה כתחום הכולל בתוכו גם את תחום המתמטיקה השימושית. בשל אופי העבודה ומספר העוסקים בתחום המתמטיקה, אפילו מאמר מצטיין זוכה למספר ציטוטים קטן יחסית. בתחום המתמטיקה השימושית אין זה כך. על כן, הצגת הציטוטים במתמטיקה יחד עם מתמטיקה שימושית לא מייצגת בצורה נאותה הצטיינות ב"מתמטיקה".

דוגמה אחרת נוגעת לתחום מדעי המחשב, בסיס נתוני מאגר T-R בתחום זה אינו מתאים לבחינת הצטיינות. עיקר המאמרים המצטיינים במדעי המחשב מתפרסמים בכנסים הנחשבים כמובילים. שיעור המאמרים המתקבלים לפרסום בכנסים כאלה הוא נמוך יחסית. בסיס הנתונים המשקף היטב את מאמרי הכנסים המובילים במדעי המחשב הוא CiteSheer, אך למרבה הצער בסיס נתונים זה אינו משוכלל דיו כדי לנתח הבדלים בין מדינות או אוניברסיטאות כפי שזה נעשה בבסיס נתוני מאגר T-R.

לוח 5.1. מספרי פרסומים בכל אחת מהאוניברסיטאות (T-R 2003-2013)

מקור: עיבוד מנתוני [18] Thomson Reuters

Field	Technion	Hebrew	Weizmann	Tel Aviv	Bar Ilan	Ben Gurion	Haifa	All
AGRIC. SCIENCES	138	389	*	*	*	*	*	527
BIOLOG. & BIOCHEM.	758	1,451	1,384	1,696	328	690	*	6,307
CHEMISTRY	1,417	2,189	1,481	1,260	783	1,202	*	8,332
CLINICAL MEDICINE	3,276	3,158	910	9,955	566	2,497	540	20,902
COMPUTER SCIENCE	1,326	500	462	1,219	*	570	*	4,077
ECON. & BUSINESS	*	526	*	475	*	*	*	1,001
ENGINEERING	2,616	463	383	1,502	364	1,227	*	6,555
ENVIRON./ECOLOGY	278	552	101	345	*	528	*	1,804
GEOSCIENCES	*	683	239	403	*	365	*	1,690
IMMUNOLOGY	*	300	293	530	*	*	*	1,123
MATERIALS SCIENCE	704	322	271	291	222	508	*	2,318
MATHEMATICS	1,179	956	*	1,049	*	*	*	3,184
MICROBIOLOGY	179	464	137	399	*	*	*	1,179
MOL. BIOL. & GENET.	543	990	961	1,103	*	318	*	3,915
MULTIDISCIPLINARY	*	*	46	*	*	*	*	46
NEURO. & BEHAVIOR	434	970	644	1,473	*	419	323	4,263
PHARMA. & TOXIC.	148	416	*	333	*	*	*	897
PHYSICS	2,983	1,680	2,919	3,372	1,252	1,720	*	13,926
PLANT & ANIM. SCI.	154	1,485	250	635	195	526	363	3,608
PSYCHIAT./PSYCHOL.	208	715	*	1,247	762	734	906	4,572
SOCIAL SCIENCE	250	1,385	125	1,268	886	765	1,269	5,948
SPACE SCIENCE	*	*	*	821	*	*	*	821

Field	Technion	Hebrew	Weizmann	Tel Aviv	Bar Ilan	Ben Gurion	Haifa	All
ALL FIELDS	17,289	19,983	11,474	29,468	7,445	13,874	5,720	105,253

* חסרים נתונים

לוח 5.2. ציטוטים לפרסום בכל אחת מהאוניברסיטאות (T-R 2003-2013)

מקור: עיבוד מנתוני [18] Thomson Reuters

Field	Technion	Hebrew	Weizmann	Tel Aviv	Bar Ilan	Ben Gurion	Haifa	Israel
AGRIC. SCIENCES	13.1	10.3	*	*	*	*	*	10.2
BIOL. & BIOCHEM.	19.6	18.5	23.9	18.3	12.0	14.4	*	18.7
CHEMISTRY	13.0	19.2	21.2	16.8	14.7	10.2	*	15.6
CLINICAL MEDICINE	11.7	13.3	26.3	11.3	13.0	10.3	7.8	13.3
COMPUTER SCIENCE	5.2	6.4	6.9	7.0	*	3.9		5.5
ECON. & BUSINESS	*	7.3	*	8.7	*	*	*	6.9
ENGINEERING	6.2	10.2	9.4	6.8	5.0	4.4	*	6.1
ENVIRON./ECOLOGY	9.3	15.3	21.7	14.3	*	11.1		12.0
GEOSCIENCES	*	15.5	22.4	8.7	*	7.3		12.4
IMMUNOLOGY	*	19.2	28.9	16.0	*	*	*	18.8
MATERIALS SCIENCE	11.2	19.1	22.4	10.9	12.8	9.2	*	12.0
MATHEMATICS	4.0	3.7	*	4.3	*	*	*	3.6
MICROBIOLOGY	16.4	18.4	27.2	17.6	*	*	*	17.9
MOL. BIOL. & GEN.	22.4	27.0	42.2	24.2	*	18.6	*	27.6
MULTIDISCIPLINARY	*	*	21.7	*	*	*	*	11.2
NEURO. & BEHAV.	20.9	22.7	27.0	16.3	*	15.6	16.9	19.3
PHARMA. & TOXIC.	16.7	14.7	*	11.8	*	*	*	13.3
PHYSICS	10.6	9.4	20.9	11.6	9.4	6.8	*	11.8
PLANT & ANIM. SCI.	*	12.9	23.1	12.1	8.8	9.0	9.4	11.3
PSYCHIAT./PSYCHOL.	16.1	10.2	*	11.5	10.9	9.1	8.8	10.4
SOCIAL SCIENCE	6.0	4.9	10.7	4.7	4.0	4.1	5.1	4.6
SPACE SCIENCE	*	*	*	22.2	*	*	*	21.3

Field	Technion	Hebrew	Weizmann	Tel Aviv	Bar Ilan	Ben Gurion	Haifa	Israel
ALL FIELDS	10.8	14.3	22.6	12.2	9.2	8.7	7.4	12.5

* חסרים נתונים

5.3 מבט השוואתי על תחומים נבחרים

בלוח 5.3 ובתרשים 5.4 מתוארים נתוני מספרי פרסומים, ציטוטים לפרסום ופרסומים מצוטטים ביותר, עבור כלל התחומים ותשעה תחומים נבחרים בכול אחת מהאוניברסיטאות (T-R 2003-2013): ביולוגיה וביוכימיה, כימיה, רפואה קלינית, מדעי המחשב, הנדסה, ביולוגיה מולקולארית וגנטיקה, פיסיקה, מדעי החומרים, מתמטיקה. להלן כמה ממצאים העולים מהנתונים המתוארים:

לוח 5.3. מבט השוואתי על המדדים השונים בתחומים נבחרים (T-R 2003-2013)

מקור: עיבוד מנתוני [18] Thomson Reuters

Field		Technion	Hebrew	Weizmann	Tel Aviv	Bar Ilan	Ben Gurion	Haifa
ALL FIELDS	Publications	17,289	19,983	11,474	29,468	7,445	13,874	5,720
	Cites/Pub	10.8	14.3	22.6	12.2	9.2	8.7	7.4
	Most Cited	223	318	358	347	61	74	35
BIOLOG. & BIOCHEM.	Publications	758	1,451	1,384	1,696	328	690	*
	Cites/Pub	19.6	18.5	23.9	18.3	12.0	14.4	*
	Most Cited	11	23	24	35	2	4	3
CHEMISTRY	Publications	1,417	2,189	1,481	1,260	783	1,202	*
	Cites/Pub	13.0	19.2	21.2	16.8	14.7	10.2	*
	Most Cited	17	46	43	13	12	5	*
CLINICAL MEDICINE	Publications	3,276	3,158	910	9,955	566	2,497	540
	Cites/Pub	11.7	13.3	26.3	11.3	13.0	10.3	7.8
	Most Cited	35	30	36	65	3	11	3
COMPUTER SCIENCE	Publications	1,326	500	462	1,219	*	570	*
	Cites/Pub	5.2	6.4	6.9	7.0	*	3.9	*
	Most Cited	24	8	10	24	1	3	*
ENGINEERING	Publications	2,616	463	383	1,502	364	1,227	*
	Cites/Pub	6.2	10.2	9.4	6.8	5.0	4.4	*
	Most Cited	25	14	8	22	6	6	*
MOL. BIOL. & GENET.	Publications	543	990	961	1,103	*	318	*
	Cites/Pub	22.4	27.0	42.2	24.2	*	18.6	*
	Most Cited	8	17	39	10	2	2	*
PHYSICS	Publications	2,983	1,680	2,919	3,372	1,252	1,720	*
	Cites/Pub	10.6	9.4	20.9	11.6	9.4	6.8	*
	Most Cited	43	12	99	62	16	2	1
MATERIALS SCIENCE	Publications	704	322	271	291	222	508	*
	Cites/Pub	11.2	19.1	22.4	10.9	12.8	9.2	*
	Most Cited	13	17	15	4	1	10	*
MATHEMATICS	Publications	1,179	956	*	1,049	*	*	*
	Cites/Pub	4.0	3.7	*	4.3	*	*	*
	Most Cited	12	7	5	10	*	1	5

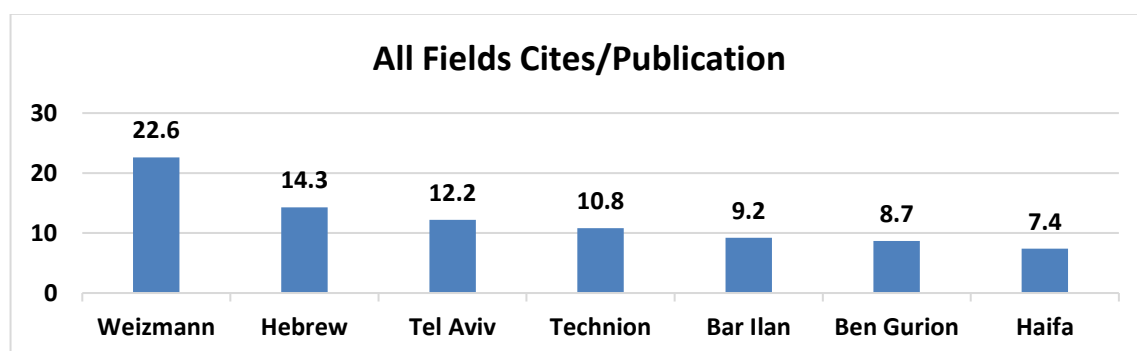
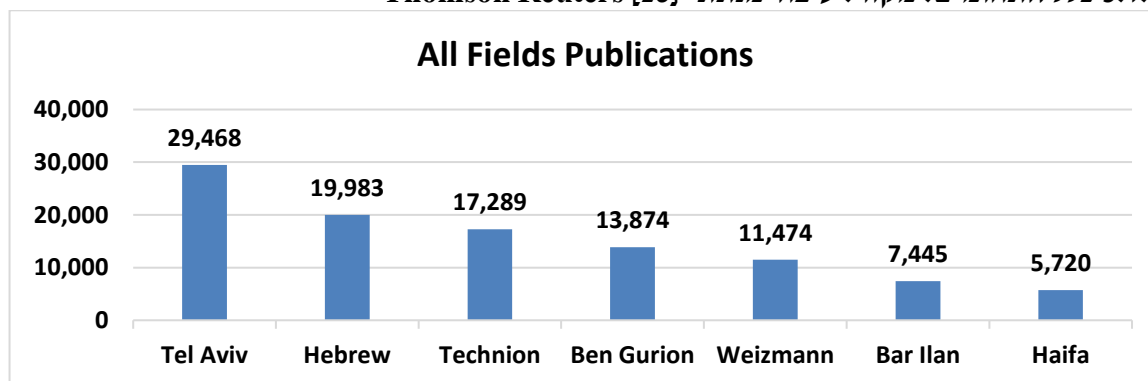
* חסרים נתונים

- **כלל התחומים – 5.4.1.** הנתונים מצביעים על שוני רב בין המוסדות על פי כל אחד מהמדדים. במקומות הראשונים מופיעים 4 מוסדות – מכון וויצמן, הטכניון, האוניברסיטה העברית ואוניברסיטת תל אביב (יוצא מכלל זה מדד מספר הפרסומים – באוניברסיטת בן גוריון הוא גבוה מזה של מכון וויצמן). מספר הפרסומים באוניברסיטת תל אביב גבוה משמעותית מאלה של המוסדות האחרים, זאת במידה רבה בעקבות מספר הפרסומים הגבוה ברפואה. ממוצע ציטוטים לפרסום הגבוה ביותר הוא במכון וויצמן, זאת במידה רבה בעקבות הממוצע הגבוה בתחומי מדעי החיים.
- **ביולוגיה וביוכימיה – 5.4.2.** מספר הפרסומים באוניברסיטת תל אביב הוא הגבוה ביותר, ובהמשך – האוניברסיטה העברית ומכון וויצמן. ממוצע ציטוטים לפרסום הגבוה הוא במכון וויצמן, ובהמשך – הטכניון, האוניברסיטה העברית ואוניברסיטת תל אביב.
- **כימיה – 5.4.3.** מספר הפרסומים באוניברסיטה העברית גבוה משמעותית מאלה של המוסדות האחרים. ממוצע ציטוטים לפרסום הגבוה ביותר הוא במכון וויצמן, ובהמשך – האוניברסיטה העברית ואוניברסיטת תל אביב.
- **רפואה קלינית – 5.4.4.** מספר הפרסומים באוניברסיטת תל אביב גבוה משמעותית מאלה של המוסדות האחרים. ממוצע ציטוטים לפרסום במכון וויצמן גבוה משמעותית מאלה של האחרים.
- **מדעי המחשב – 5.4.5.** מספרי פרסומים בטכניון ובאוניברסיטת תל אביב גבוהים משמעותית מהאחרים. ממוצעי ציטוטים לפרסום הגבוהים הם באוניברסיטת תל אביב, במכון וויצמן, באוניברסיטה העברית ובטכניון. נראה כי בסיס נתוני Thomson Reuters אינו מתאים לבחינת תפוקה ואיכות בתחום מדעי המחשב. עיקר המאמרים האיכותיים בתחום זה מתפרסמים בכנסים הנחשבים כמובילים. בסיס הנתונים המשקף היטב את מאמרי הכנסים המובילים הוא CiteSeerx, אך בסיס נתונים זה אינו משוכלל דיו כדי לנתח שוני בין מוסדות.
- **הנדסה – 5.4.6.** מספר הפרסומים בטכניון גבוה משמעותית מאלה של המוסדות האחרים. ממוצעי ציטוטים לפרסום הגבוהים הם באוניברסיטה העברית ובמכון וויצמן, בשני המוסדות מספר הפרסומים הוא נמוך יחסית. נראה כי במוסדות אלה מתקיימת פעילות בתחומי משנה בהם ממוצע הציטוטים לפרסום גבוה, אך יחד עם זה, היקף הפעילות הוא קטן יחסית.
- **ביולוגיה מולקולארית וגנטיקה – 5.4.7.** מספרי פרסומים הגבוהים הם בתל אביב, בעברית ובמכון וויצמן. ממוצע ציטוטים לפרסום במכון וויצמן גבוה משמעותית מהאחרים.
- **פיסיקה – 5.4.8.** מספרי פרסומים הגבוהים ביותר הם באוניברסיטת תל אביב, בטכניון ובמכון וויצמן. ממוצע ציטוטים לפרסום הגבוה הוא במכון וויצמן, בהמשך – תל אביב, הטכניון, העברית, בר אילן. ראוי לציין כי מקורם של חלק מהפרסומים בתחום הפיסיקה הוא בפרויקטים רב לאומיים גדולים, בהם משתתפים ממדינות רבות, כולל ישראל.
- **מדעי החומרים – 5.4.9.** מספרי פרסומים הגבוהים הם בטכניון ובאוניברסיטת בן גוריון. ממוצעי ציטוטים לפרסום הגבוהים הם במכון וויצמן ובאוניברסיטה העברית.
- **מתמטיקה – 5.4.10.** מספרי פרסומים הגבוהים הם בטכניון, בתל אביב ובעברית. ממוצעי ציטוטים לפרסום הגבוהים הם בתל אביב, בטכניון ובאוניברסיטה העברית.

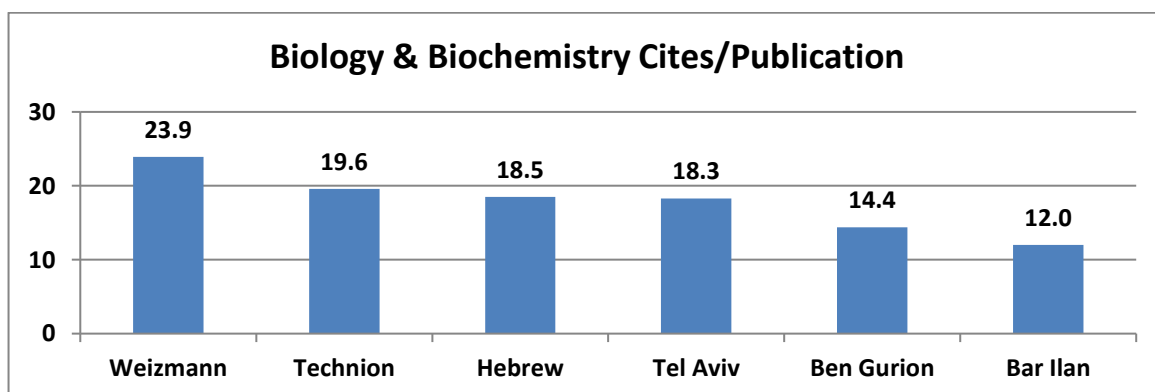
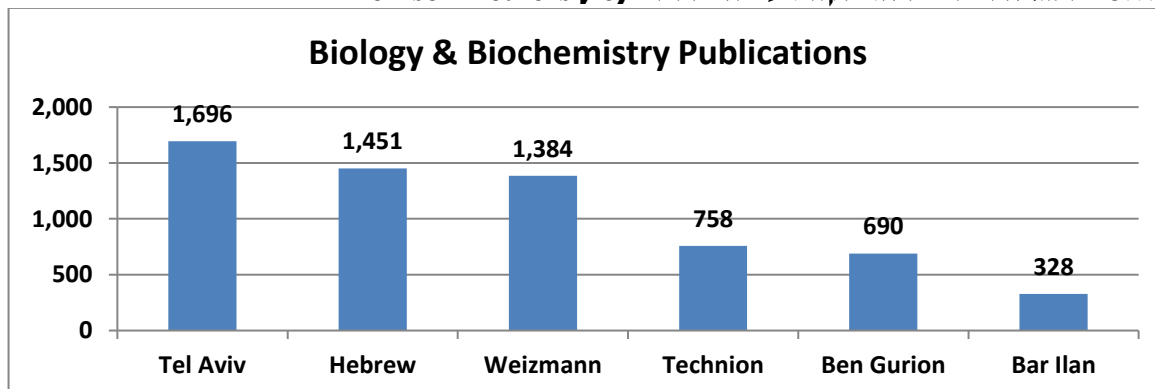
תרשים 5.4. מבט השוואתי על המדדים השונים בתחומים נבחרים (T-R 2003-2013)

מקור: עיבוד מנתוני [18] Thomson Reuters

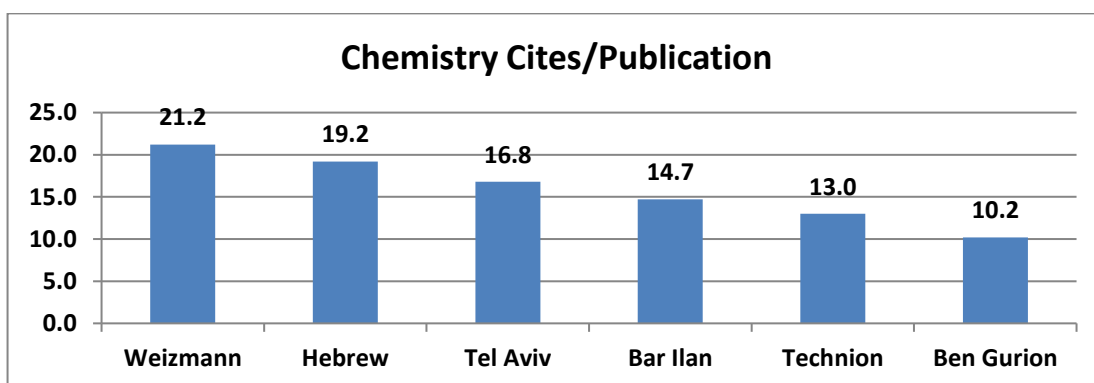
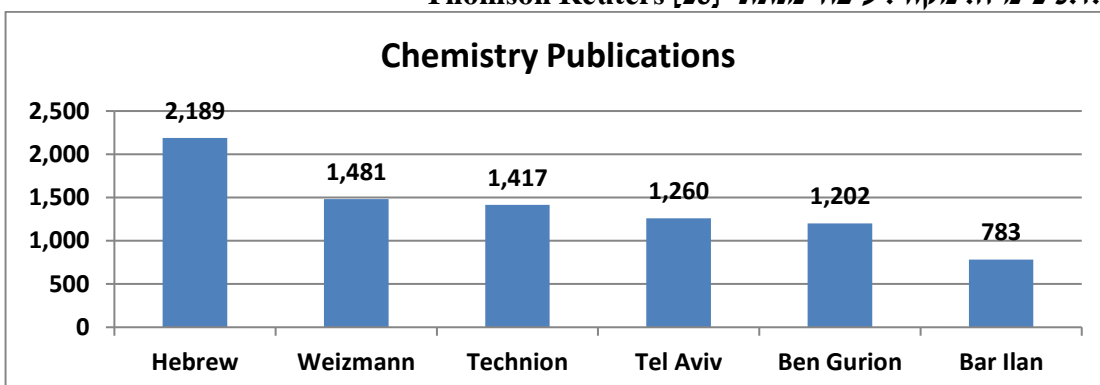
5.4.1 כלל התחומים. מקור: עיבוד מנתוני [18] Thomson Reuters



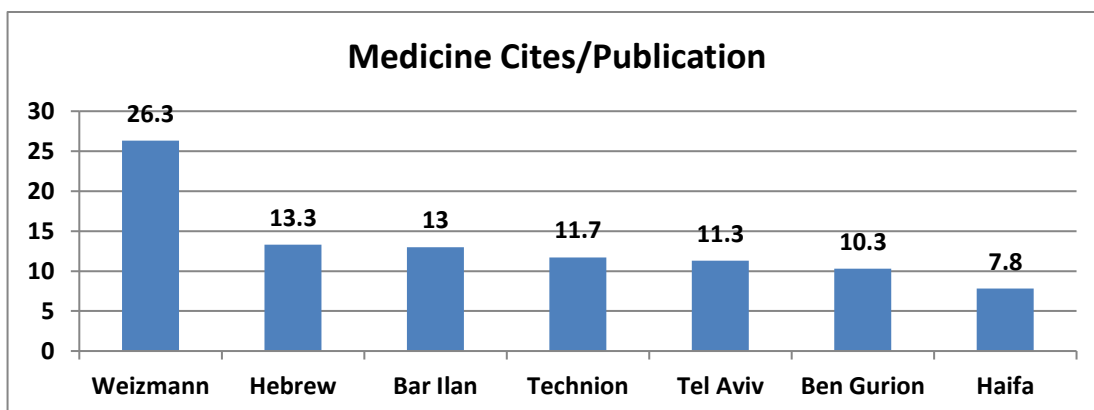
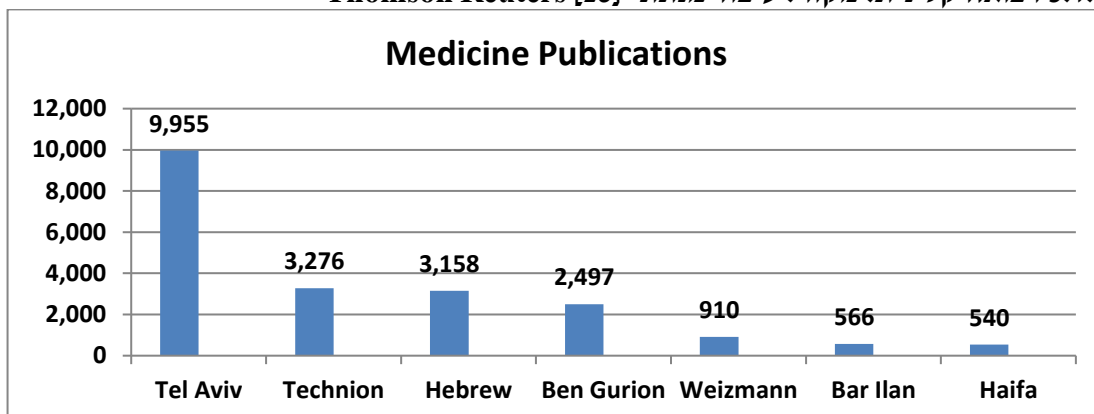
5.4.2 ביולוגיה וביוכימיה. מקור: עיבוד מנתוני [18] Thomson Reuters



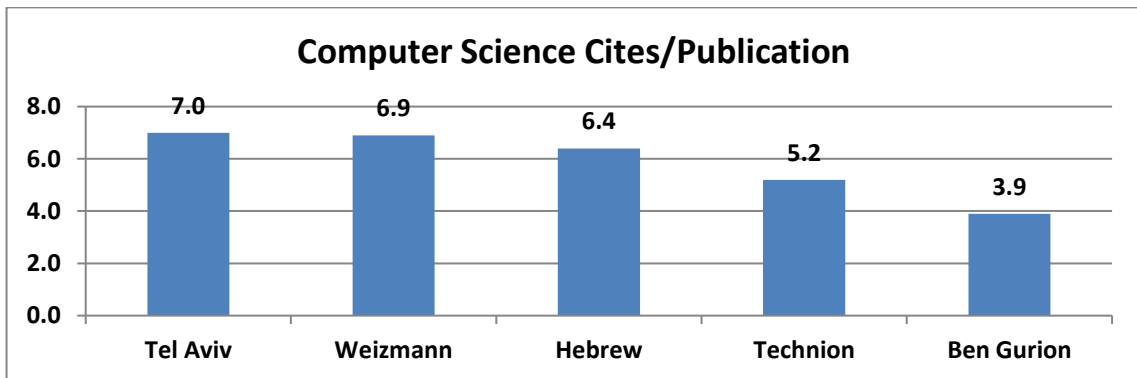
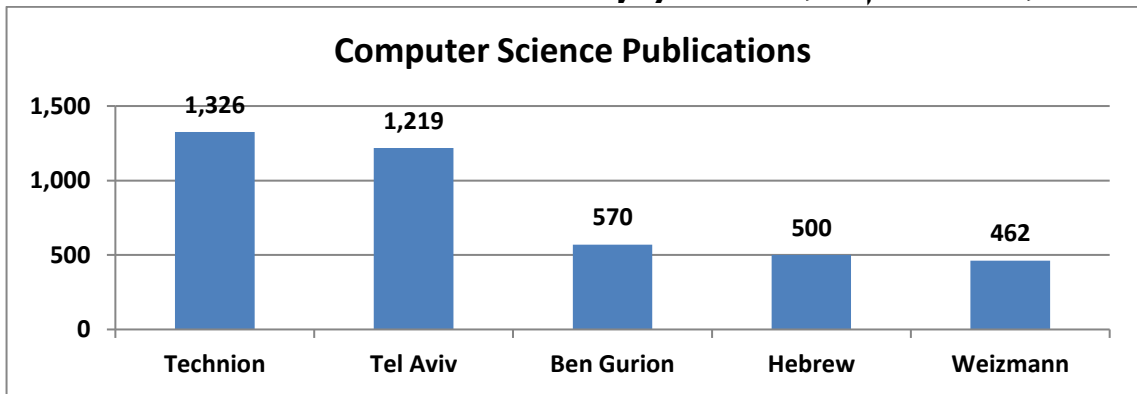
5.4.3 כימיה. מקור: עיבוד מנתוני [18] Thomson Reuters



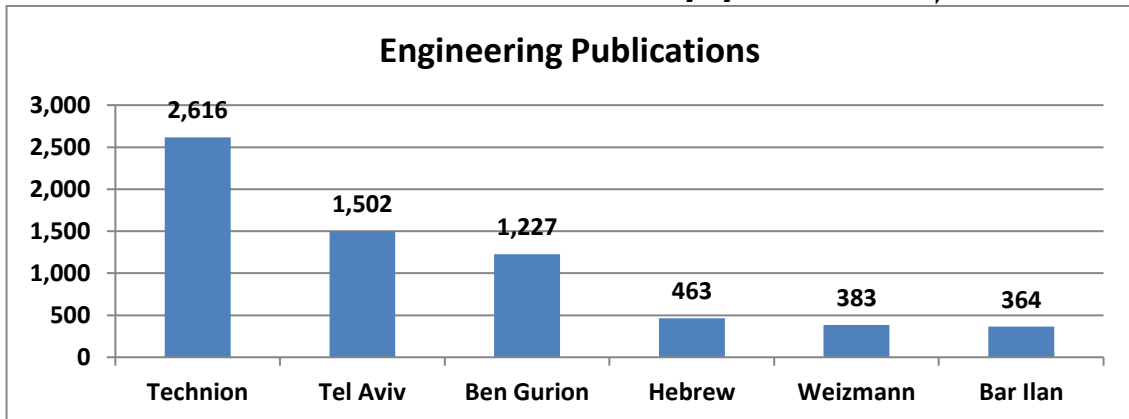
5.4.4 רפואה קלינית. מקור: עיבוד מנתוני [18] Thomson Reuters

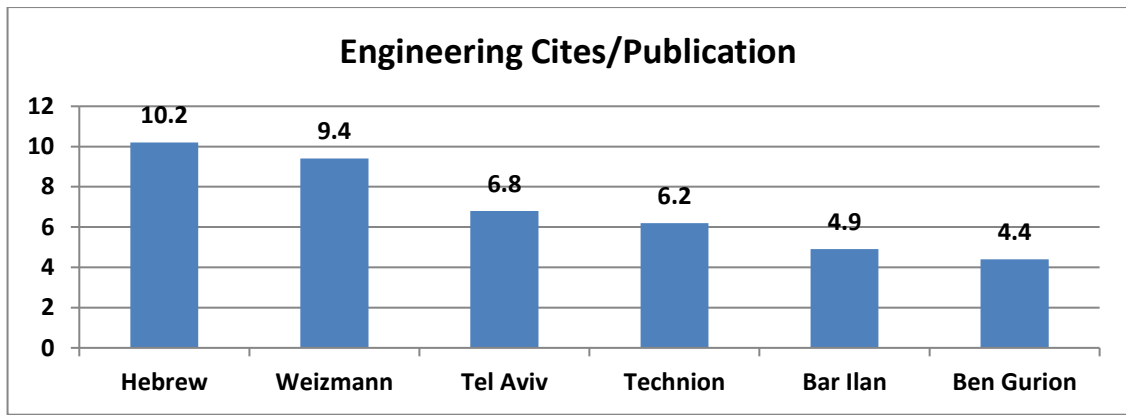


5.4.5 מדעי המחשב. מקור: עיבוד מנתוני [18] Thomson Reuters

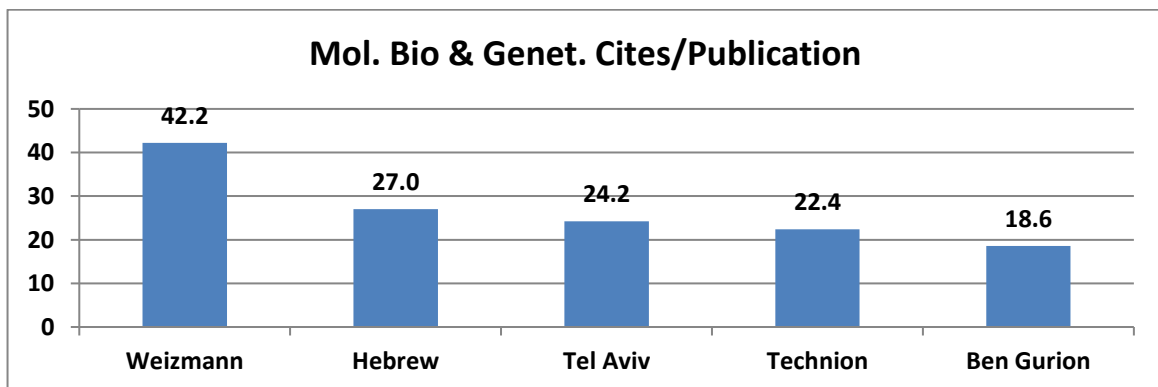
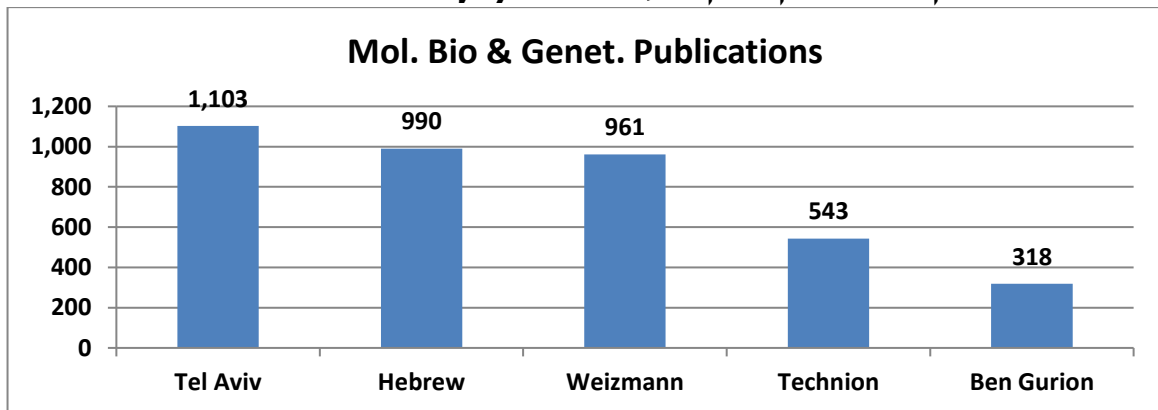


5.4.6 הנדסה. מקור: עיבוד מנתוני [18] Thomson Reuters

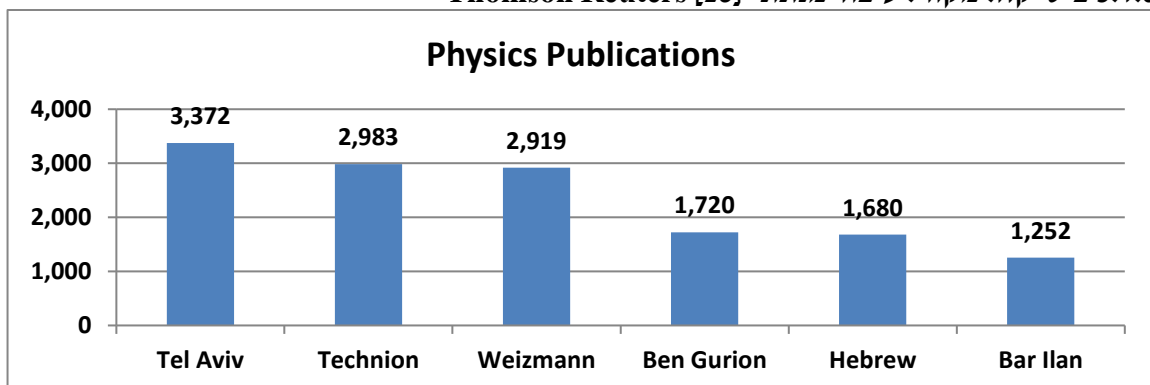


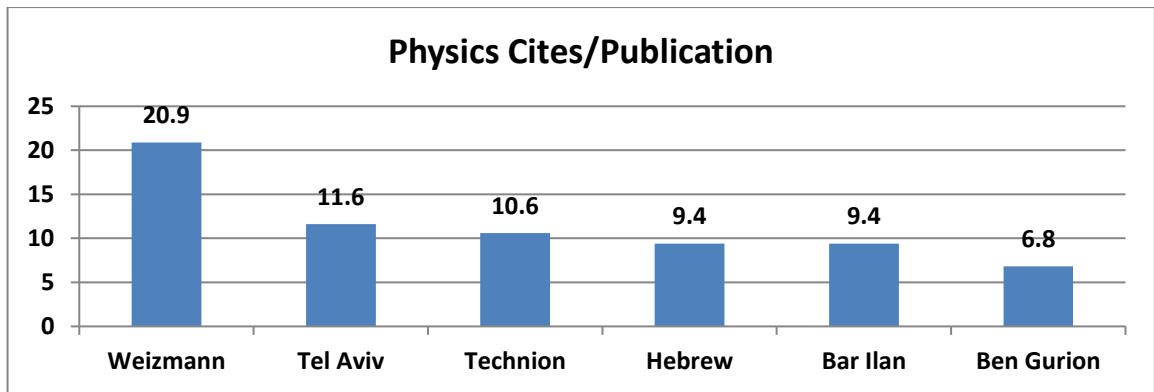


5.4.7 ביולוגיה מולקולרית וגנטיקה. מקור: עיבוד מנתוני [18] Thomson Reuters

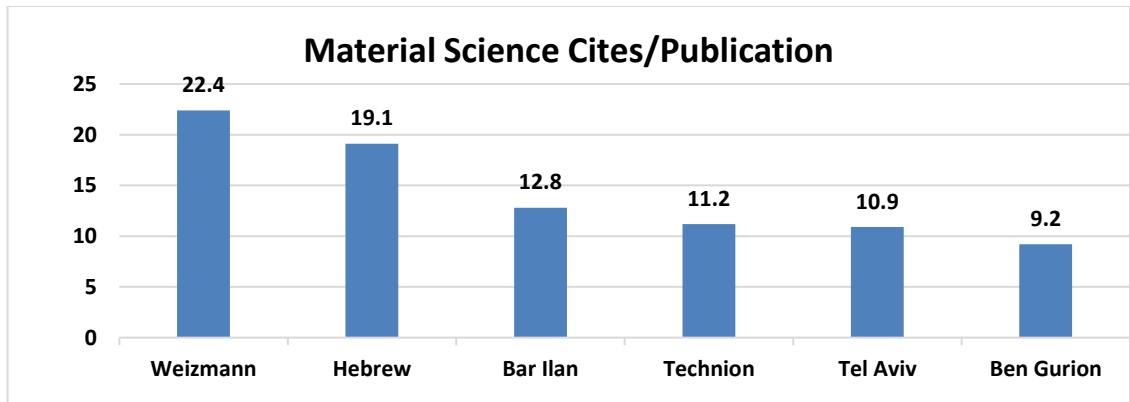
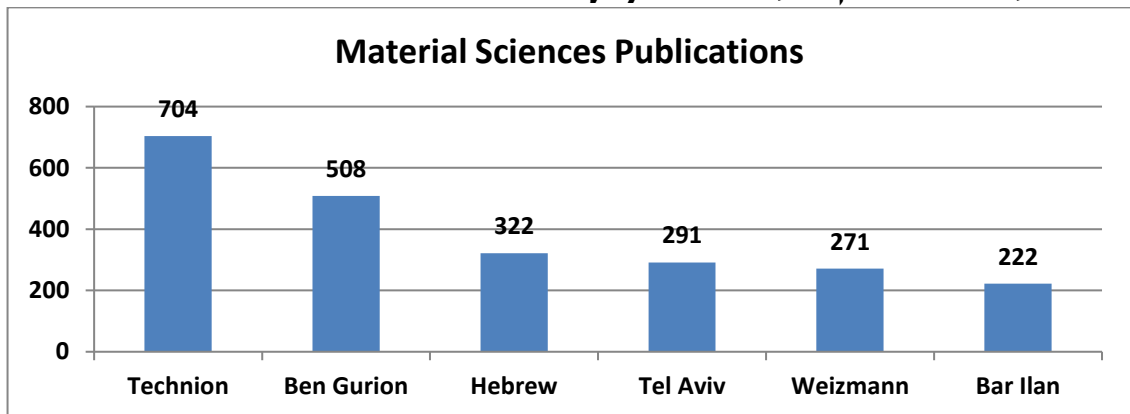


5.4.8 פיסיקה. מקור: עיבוד מנתוני [18] Thomson Reuters

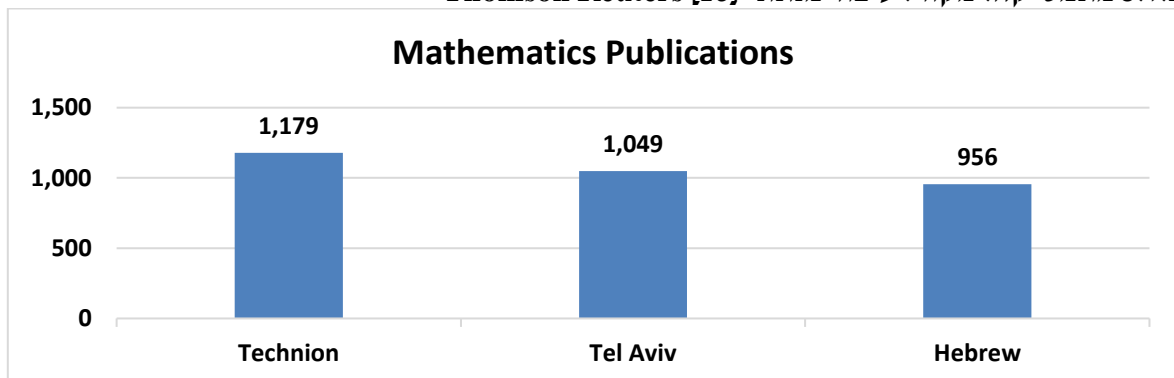


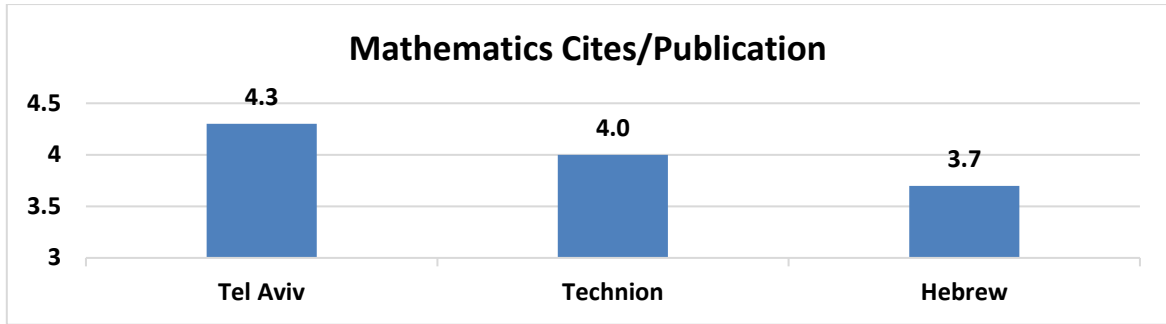


5.4.9 מדעי החומרים. מקור: עיבוד מנתוני [18] Thomson Reuters



5.4.10 מתמטיקה. מקור: עיבוד מנתוני [18] Thomson Reuters





6. דירוג אוניברסיטאות ישראל

6.1 סוגיות והיבטים כלליים

בפרקים הקודמים נדונו סוגיות הנוגעות להערכות מחקר על פי מדדים כמותיים, והוצגו נתונים על מעמדה של ישראל ומעמדן של אוניברסיטאות ישראל על פי מדדים אלה. בפרק זה יידונו סוגיות כלליות הנוגעות להערכות מחקר על פי דירוגי אוניברסיטאות – המבוססים במידה רבה על מדדים כמותיים – ויוצגו נתונים על מעמדן של אוניברסיטאות ישראל על פי דירוגים אלה.

בעקבות הגלובליזציה גבר לאחרונה הצורך למידע על איכות אקדמית – ועמו הדרישה להשוואות בינלאומיות ודירוג אוניברסיטאות ומחלקותיהן. למודלים השונים של דירוגי אוניברסיטאות שהתפתחו לאחרונה יש מטרות שונות, הם נבדלים במידת תקיפותם, בהיקפם, ברלבנטיות שלהם, במידת השימושיות שלהם ועוד. הדירוגים משמשים למגוון רחב של מטרות וזוכים לתשומת לב והתעניינות רבה. לדוגמה, בארצות הברית הם מכוונים בעיקר לסטודנטים פוטנציאליים ומשמשים כמקור מידע לבחירת מוסד, אך קיימים גם גורמים המדרגים על פי תפוקות המחקר ואיכות המדענים. באירופה הדירוגים מתייחסים לאוניברסיטאות כמוסדות ציבור המיועדים להעלות את איכות המחקר והפרסומים שלהם – ורק לאחר מכן את איכות ההוראה. במודלים המקובלים באירופה מעריכים בעיקר את כמות הפרסומים המדעיים האיכותיים, את הפרסים הניתנים למדענים ואת ההשתתפות במסגרות לאומיות ובינלאומיות.

גופים ממשלתיים מתחשבים בדירוגים בהערכת הישגים – מקום טוב בדירוג יכול להשפיע על מקבלי ההחלטות בנושאי מימון, ועל משיכת חוקרים וסטודנטים. הדירוגים יוצרים ליגה בינלאומית של אוניברסיטאות מחקר המבוססת על מערכת מידע עולמית – בו השונות תמשיך ותתפתח, אך בכלי קיבול אחד. בכמה מדינות קיימות מערכות הערכה לאומיות – לקידום אחריותיות, וחלוקת כספי מחקר לאוניברסיטאות על בסיס איכות והישגים.

אוניברסיטאות מקדמות אסטרטגיות לשיפור מיקומן בדירוג, חלקן באופן מפורש. אין ספק כי לדירוגים יש השפעה לא רק על ההשכלה הגבוהה, אלא גם על מגזרים חברתיים, כלכליים, תרבותיים וממשלתיים – המושפעים על ידה. הם הפכו לחלק בלתי נמנע של החיים הציבוריים, ולמכשיר בעל השפעה רבה – על מוניטין המוסד, על התנהגות הסטודנטים, על קובעי המדיניות ומקבלי ההחלטות, על אנשי אקדמיה, תורמים פוטנציאליים, אדמיניסטרטורים של מוסדות ואף על ממשלות. הדירוגים התפתחו מעבר לציפיות של יוזמיהם – אך יש נטייה להעניק להם משמעות גדולה מאשר הנתונים שלהם מאפשרים. צפוי כי השפעתם תגדל אף יותר – הן במישור הלאומי והן במישור הבינלאומי – אם כי עדיין יש הממעיטים בערכם של השוואות אלה שגרמו לשינויים בפני ההשכלה הגבוהה.

לדירוגים יכולים להיות כמה היבטים חיוביים מבחינת שיפור ההוראה, שיתופי פעולה במחקר, חילופי סגל וסטודנטים, שקיפות, אחריותיות ציבורית ועוד. למרות הספקות – הדירוגים גרמו לאיסוף נתונים טוב יותר על ידי המוסדות. צפוי כי סטודנטים עתידיים – בעיקר בעלי הישגים אקדמיים ואלה הנמנים על מעמד חברתי יותר גבוה – ייעזרו וישתמשו בטבלאות דירוג, התורמות לשוק תחרותי בינלאומי. שוק כזה המתנהל באופן ראוי יוכל לקדם איכות אקדמית, וכן דיון בשאלות חשובות כמו – תקפות מדידת האיכות כפי שהיא משתקפת בטבלאות הדירוג, השפעת הדירוגים על ההתנהגות האקדמית של האוניברסיטאות, האם להשאירם בידיים פרטיות, או שיש עניין ציבורי חשוב שלא בא בהם לביטוי.

יחד עם זאת, הדירוגים הקיימים מהווים נושא שנוי במחלוקת, על כולם קיימות ביקורות אלה או אחרות מצד גורמים מקצועיים – המצביעות על פגמים בולטים וליקויים שונים, שידונו בהמשך. אך מעבר

לאמור, הדירוגים מושכים עניין רב בעולם כולו ולא ניתן להזניח אותם. מקבלי החלטות רבים מאמינים כי למרות הפגמים הקיימים בדירוגים, המידע המופץ עצמו יעזור לתקן אותם ויביא לשיפורים.

הדירוגים הקיימים. קיימות מערכות שונות לדירוגים בינלאומיים של אוניברסיטאות, הנבדלות כאמור לעיל במטרותיהן. קיים שוני במדדים בהם הן משתמשות, במהלך השנים חלו שינויים הן במערכות עצמן והן באופי המדדים בהם נעשה שימוש. לדוגמה, דירוג THE-QS החל בשנת 2004 כתרגיל פרסום מסחרי על ידי מוסף ההשכלה הגבוהה של העיתון Times בלונדון (THE), בשותפות עם החברה הבריטית QS כספק הנתונים. בהמשך נפרדו שתי החברות, המקיימות דירוגים נפרדים [20] THE ו-[21] QS. בדירוגים אלה נעשה בעבר שימוש באינדיקטורים שונים הכוללים גם מייצגי הוראה וכן הערכת עמיתים "סובייקטיבית" של אלפי מומחים. הערכת העמיתים הייתה שנויה במחלוקת וספגה ביקורות שונות. בדומה לדירוגים אחרים, נשמעו גם טענות על העדר שקיפות, לדעת רבים ההערכות שנעשו בעבר לא היו מדויקות. האינדיקטורים החדשים מתייחסים לפעילויות שונות המייצגות את פעילות האוניברסיטאות (מחקר, פעילות כלכלית וחדשנות, שונות בינלאומית, ואינדיקטור מוסדי הכולל נתונים על מוניטין ההוראה, הכנסות, מספרי סגל וסטודנטים).

למערכות דירוג אלה נוספו במהלך השנים מערכות אחרות במקומות שונים בעולם. בגרמניה החל בשנת 2007 לפעול דירוג ה-CHE University, בו מצוינות תכניות לתארים גבוהים ומחקר באוניברסיטאות, בתחומי המדעים. הדירוג הצרפתי Professional Ranking of World Universities שהחל בשנת 2007, מודד את יעילות האוניברסיטאות על בסיס מקצועי (מספר המנהלים הבכירים בחברות). בשנת 2008 החל לפעול באוסטין טקסס הדירוג Global Language Monitor Internet-based rankings, המתבסס על נוכחות באינטרנט. דירוגי Webometrics Ranking of World Universities שהחלו בשנת 2004 מספקים מידע על 4000 אוניברסיטאות בהתבסס על מידת נוכחותן ברשת. הם משתמשים בשיטות כמותיות ואינדיקטורים המאפשרים למדוד פעילות מדעית ברשת, ומעריכים גורמים כמו מידת נוכחות ונראות של האוניברסיטה ברשת. מעבר לדירוגים הבינלאומיים, קיימים דירוגים לאומיים שונים.

דירוגי [22] ARWU – Academic Ranking of World Universities של המכון להשכלה גבוהה בשנחאי החלו בשנת 2003 כמיזם פנימי להשוואת הישגי המחקר של אוניברסיטאות סין עם אוניברסיטאות אחרות ומאז משך עניין ציבורי רב. דירוגים אלה מתבססים על מדדים ביבליומטרים שונים האמורים לייצג קריטריונים של ביצועי מאמרים מדעיים – פוריות המחקר, מצוינות המחקר והשפעתו. בדומה לביקורות על המתודולוגיה של דירוגים אחרים, קיימות ביקורות גם על דירוג ARWU. ביקורת עיקרית אחת נוגעת להעדפת מדעי הטבע (התייחסות לעיתונים Science, Nature, פרסי נובל, מדלית Fields). מעבר לאמור, ראוי להדגיש כי דירוגי ARWU הם מהידועים ביותר ונחשבים כמשקפים טוב יותר מאחרים את איכות המחקר באוניברסיטאות. בהמשך יוצגו נתוני דירוגים אלה עבור אוניברסיטאות ישראל.

פגמים בדירוגים הקיימים. כאמור לעיל, הדירוגים הקיימים מהווים נושא שנוי במחלוקת – על כולם קיימות ביקורות אלה או אחרות מצד גורמים מקצועיים, המצביעות על פגמים בולטים וליקויים שונים. אנשי אקדמיה מבקרים מזה זמן רב בחריפות היבטים שונים שלהם – ואת השפעתם החורגת. נשמעת אף טענה גורפת כי כל הדירוגים הנוכחיים הם מפוקפקים בצורה זו או אחרת, חלקם באופן בסיסי.

בחלק מהדירוגים קיימות תנודות קיצוניות במיקום של אוניברסיטאות משנה לשנה – שלא יכולות להיות מבוססות על שינויים באיכות. מנגד, ראוי לציין כי כאשר משווים בין תוצאות דירוגים שונים, יש מתאם סטטיסטי די גבוה ביניהם, אוניברסיטה טובה תישאר טובה וכך גם הגרועה. יש אמנם תזוזות בדירוגים אך נראה כי אין חשיבות משמעותית לשינויים במיקום המדויק.

ללא תלות בבעיות הדירוג עצמן, ברור שיש צורך בבסיסי נתונים של מידע אמין. על מנת להתגבר על הפגמים, גופים שונים מפתחים עתה דירוגים משלהם. להלן תמצית של כמה מהביקורות, בעיקר היבטים הנוגעים להשפעות מזיקות של התהליך עצמו וכן לבעיות מתודולוגיה ונתונים שגויים.

השפעות מזיקות של תהליך הדירוג עצמו. חלק מהביקורות מתייחסות להשפעתם השלילית של הדירוגים על התנהלות האוניברסיטאות, ועל הגורמים המניעים אותם. ללחצים להשגת דירוג גבוה יש השפעות מזיקות שונות, הישגים בטבלאות הדירוג יכולים להיות בקונפליקט או במתח עם עדיפויות אחרות של המוסדות, למשל – סטנדרטים אקדמיים, מעורבות בקהילה ותרומה חברתית.

התנהגות המוסדות והחלטותיהם מושפעים באופן משמעותי מהדירוגים, אם גם מהססים להודות בכך. אחת מתוצאות הדירוג האחד עלולה להיות שאוניברסיטאות יפעלו בניגוד לערכיהן, לייעודן ולחזון המקורי שלהן. מובן כי למוסדות חשובה התדמית הציבורית, אך חשוב שיהיו להם סדרי עדיפויות ומדיניות ברורים. נטען כי אוניברסיטאות עושות מניפולציות בנתונים על מנת להעלות את דירוגן (למשל, עיבוד לא נכון של יחסי סגל-סטודנטים, גיוס סגל וסטודנטים בינלאומיים).

בעיות מתודולוגיה ונתונים שגויים. קיימות ביקורות הנוגעות לבעיות מתודולוגיות וטכניות בשימוש בנתוני פרסומים וציטוטים בהקשר של הערכה. ביקורות רבות נוגעות לבסיס הנתונים של הדירוגים, אי דיוקים סטטיסטיים, מדדים לא מתאימים שנבחרו לייצג איכות אקדמית והמשקל שניתן להם, קריטריונים לא רלבנטיים ועוד. להלן תמצית של כמה מהנקודות שהועלו.

- שאלה בסיסית היא האם אוניברסיטה היא בכלל היחידה המתאימה להערכה, או כאשר מדובר במחקר יותר מתאים – להעריך חוקרים בודדים, קבוצות מחקר או מחלקות. אחידות הדירוגים וייצוגם על ידי מספר בודד, לא מביא לביטוי את השונות והגוון של המוסדות להשכלה גבוהה.
- הערכת איכות המחקר על ידי שימוש בציטוטים לא מנרמלים לפי תחומים – גורמת לקיפוח מוסדות המצטיינים בתחומים בעלי מספר ציטוטים נמוך יחסית. ניתנת העדפת יתר למוסדות בהם יש עיסוק רב בתחומי הביו-רפואה בהם מספר הציטוטים גדול יחסית, מענישים מוסדות בהם יש עיסוק רב בהנדסה או במדעי החברה. המדדים מתמקדים בהיבטים מסוימים, הם לא מספיק רחבים, חסר מידע מתועד בנושאים מסוימים, לא מתייחסים לספרים המהווים במת פרסום עיקרית במדעי הרוח.
- הדירוגים מבוססים לעיתים קרובות על שיטות זולות ולא אפקטיביות של הערכות מדענים בודדים, והם משפיעים לרעה על המדע. לא זאת בלבד ששיטות אלה מהוות הערכה לא מדויקת, הן מעודדות מדענים להשיג בראש ובראשונה דירוגים גבוהים ורק לאחר מכן מדע טוב. נטען כי דירוג מוסדות מחקר על ידי שיטות ביבליומטריות הוא כלי לא מתאים להערכת הישגי מחקר, גם ברמה של מוסדות גדולים. הבעיה אינה בדירוג עצמו, אלא בכך שהאינדיקטורים המשמשים לדירוג הם לא מספיק מתקדמים.
- נטען כי נתוני הציטוטים של מאגר Thomson Reuters לא מתאימים למטרות דירוג אוניברסיטאות, אם כי הבעיה המרכזית אינה בהכרח בנתונים. שמות של מוסדות מופיעים לא באותה הצורה במאמרים שונים וההשתייכות המוסדית של המחברים לעיתים כלל לא מופיעה. כמו כן, נמצא כי אם נותנים לציטוטים משקלים המתאימים לתחומים השונים, אוניברסיטאות המצטיינות בתחומים בעלי מספר ציטוטים גבוה לא היו מקבלות דחיפה מלאכותית כלפי מעלה.
- נטען כי עצם ההיכללות בדירוגים מעלה את דירוג המוסדות, וכי יש הטיה לכוון ארצות דוברות אנגלית. כמו כן, משקל המרכיבים השונים לא תמיד מייצג נכונה את התמונה הכללית. הדירוגים מצביעים על מוניטין ולא בהכרח על איכות או הישגים של מוסדות.

- נושא שנוי במחלוקת הוא הערכת העמיתים, בהם הנשאלים מתבקשים לחוות דעתם מי הן האוניברסיטאות הטובות ביותר בתחומים שונים. נטען כי ההיענות לסקרים אינה גבוהה, מספר הנשאלים קטן מידי וחלקם לא מכירים את כל האוניברסיטאות עליהן הם נשאלים.

- נטען כי אין התחשבות במגוון רחב של מוסדות ייחודיים, הדירוגים נותנים משקל יתר לתפוקות מחקר על חשבון פעילויות אחרות כמו לימוד חשיבה ביקורתית ויצירתיות, הוראה וכן תרומה לחברה. לדוגמה, דירוג שנחאי מתרכז בתפוקות מחקר, השפעת ציטוטים, מספר מקבלי פרס נובל ומספר פרסומים ב- Science ו- Nature. רבים תומכים בהוספת מדדים רחבים יותר, לא רק כאלה הנוגעים למחקר. מנגד – עקב התייחסות לגורמים שונים אחרים – הם לא משקפים בצורה מספקת את המחקר.

שיפורים, עדכונים, יוזמות חדשות. מתוך הכרה כי הדירוגים ימשיכו להתקיים, להתפתח ואף יהיו בעתיד בשימוש יותר רחב, נטען כי לדירוגים הקיימים נדרשים תיקונים רבים. בהתחשב בהשפעתם הרבה, על מקבלי החלטות ועל המוסדות עצמם רובצת האחריות לקדם את הבנת הציבור למשמעותם של הדירוגים, וכן של מקורות מידע אחרים על ההשכלה הגבוהה. על האוניברסיטאות לא לאפשר לדירוגים להשפיע יתר על המידה על מדיניותן, אתגר האקדמיה הוא למנוע שימוש לרעה בהם, להסביר את מגבלותיהם, ולתמוך במאמצים להשגת מבט יותר שלם על האוניברסיטאות. פוליטיקאים ומקבלי החלטות עושים שימוש בטבלאות הדירוגים, על כן חשוב שהם יהיו משכנעים, עקביים, נגישים והוגנים.

דירוגים שונים יעשו בעתיד שימוש באינדיקטורים המתחשבים בנורמליזציה ביבליומטרית, אולם מיפוי תחומים מדעיים אינו פשוט, חלוקה לא נכונה לתחומים עלולה ליצור עיוותים כאשר התחום המוגדר הוא רחב או צר מידי. בניגוד למחקר, המהווה פעילות בעלת אופי בינלאומי עם אינדיקטורים הגיוניים ומקובלים לצורך השוואה, הוראה היא בעיקרה פעילות התלויה יותר במסורת, בתרבות ובמאפיינים לאומיים. על כן, היבטים חינוכיים באוניברסיטאות הם קשים להשוואה. מערכת המפותחת באוניברסיטת ליידן בהולנד כוללת אינדיקטורים שונים המיוחסים למחקר בסיסי, למחקר יישומי ולפיתוח ניסויי. סכמה זו היא תוצאת השראה של "כלכלת חדשנות ניסיונית" ושל "ביבליומטריה מתקדמת". במסגרת זו נדונות נקודות החוזק והחולשה של כמה מהאינדיקטורים, וכמו כן, נבחנות כמה נקודות אפשריות למידע נוסף שעל המוסדות לספק, על מנת לחזק את האינדיקטורים.

באשר לדירוגים המבוססים על הרשת, ערכם העיקרי הוא חיפוש מקורות קריאה בעלי ערך לצורכי מחקר. נטען, כי בדומה ל- Google Page Rank Algorithm, עיתונים חשובים הם אלה המצוטטים לעיתים קרובות על ידי עיתונים חשובים. קיימת כוונה לפתח מדדים ברמת המאמר, שיעזרו למדענים לקבוע סדרי עדיפויות מאמרים לקריאה. כל אלה הם מדדים ראויים, אך לא בהכרח מדדים המשקפים מצוינות. גישות חדשות לדירוג אוניברסיטאות הנמצאות עתה בשלבי פיתוח, מסיטות את הדגש מטבלאות גסות לעבר הערכות יותר מדויקות המספקות קוים מנחים לקובעי מדיניות, גופים מממנים, חוקרים וסטודנטים. גישות אלה מבטיחות דירוג על בסיס רחב יותר של קריטריונים והערכת איכויות לא מוחשיות כמו מצוינות בחינוך.

6.2 נתונים על דירוג אוניברסיטאות ישראל

להלן יוצגו נתוני דירוג אוניברסיטאות ישראל, המבוססים על דירוגי המכון להשכלה גבוהה בשנחאי – [22] ARWU (Academic Ranking of World Universities). דירוגים אלה הם מהידועים ביותר ונחשבים כמשקפים טוב יותר מאחרים את איכות המחקר באוניברסיטאות. הקריטריונים והמשקלים של דירוגים אלה עברו שינויים במהלך השנים, הקריטריונים הנהוגים בהווה ומשקלם היחסי – הם כלהלן:

- 10% - איכות ההוראה – מספר בוגרי המוסד שזכו בפרסי נובל ו- Fields (ללא פרסי Touring).
- 40% - איכות הסגל – חברי סגל שזכו בפרסי נובל ו- Fields, וכן המאמרים המצוטטים ביותר.
- 40% - תפוקה ואיכות מחקר – מדדי פרסומים מצוטטים ביותר ופרסומים ב- Nature, Science.
- 10% - התייחסות לגודל המוסד – ביצועים לחבר סגל.

ראוי לציין כי המיקום הכללי – השיוך לקבוצה (סדר הגודל) – מהווה מידע בעל ערך, אולם הסדר המדויק בדירוג אינו בעל משמעות רבה. לדוגמה, האוניברסיטאות האמריקאיות Harvard, Stanford, MIT נמנות בדרך כלל על 10 האוניברסיטאות הטובות בעולם, אך אין משמעות רבה למקומן המדויק בדירוג. בתחילה נתייחס למספר האוניברסיטאות במדינות שונות המדורגות בין 100 הראשונות בעולם בשנה הנוכחית, 2016. מספרן בארצות הברית הוא 50, בריטניה – 8, אוסטרליה – 6, שוויץ, קנדה, יפן – 4, גרמניה, צרפת, הולנד, שוודיה – 3, ישראל, דנמרק, בלגיה, סין – 2, רוסיה, סינגפור, נורבגיה, פינלנד – 1.

בתרשים 6.1 מוצגים נתוני דירוג כללי של אוניברסיטאות ישראל. ניתן לראות כי בעוד שבשנים 2012, 2013 שלוש אוניברסיטאות ישראליות היו מדורגות בין 100 הראשונות, בשנים 2014-2016 מספרן הצטמצם לשתי אוניברסיטאות בלבד. הנתונים המוצגים למעלה וכן בהמשך מצביעים על מקומן המכובד מאד של כמה אוניברסיטאות בישראל, אך גם על תהליך של ירידה ברורה במעמדן – המהווה נורת אזהרה לעתיד. באשר למיקום המוסד, בתחום 1-50 מצוין המיקום המדויק, מעבר לכך – מצוין המיקום הממוצע כלהלן:

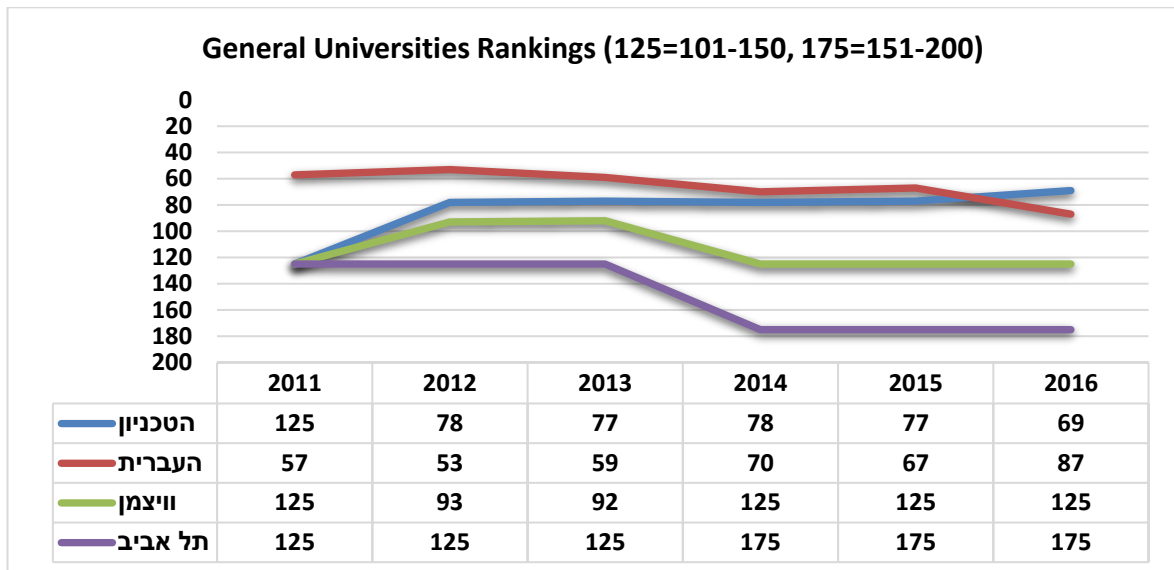
$$63=51-75, 88=76-100, 125=101-150, 175=151-200, 225=>201$$

הדירוגים בשנים האחרונות הם כלהלן: הטכניון במקומות 69-78 (69 בשנת 2016), האוניברסיטה העברית במקומות 53-87 (87 בשנת 2016), מכון וויצמן במקומות 92-150, אוניברסיטת תל אביב בקבוצת המקומות 100-200, אוניברסיטאות בן-גוריון, בר-אילן וחיפה במקומות יותר נמוכים.

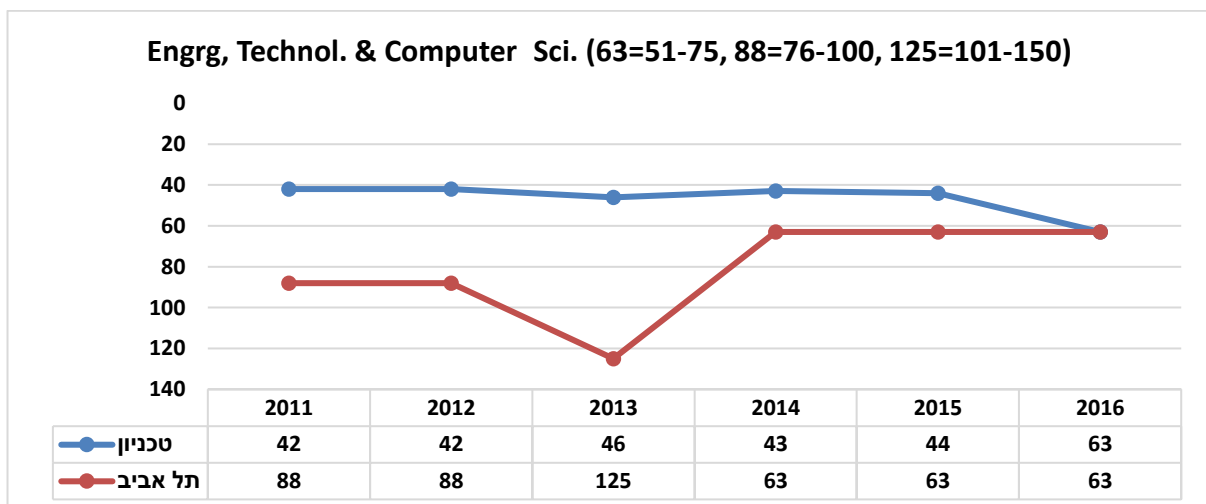
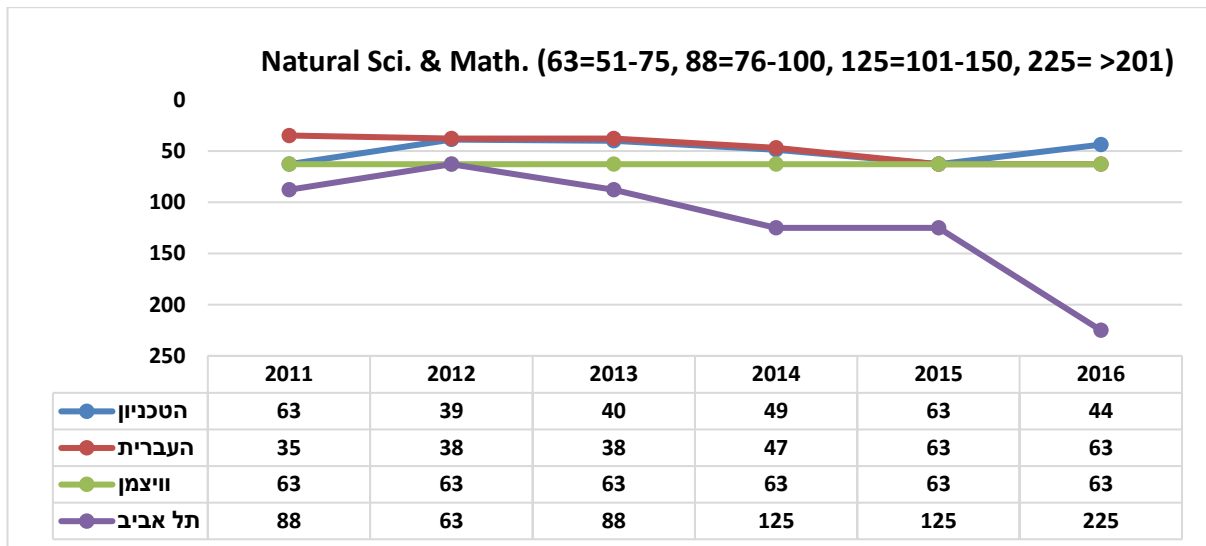
בתרשים 6.2 מתוארים דירוגים בתחומים רחבים. הדירוגים בתחומים הרחבים הבאים מצביעים על מקומות מכובדים – אך גם על תהליכים מדאיגים:

- **מדעי הטבע ומתמטיקה** – בשנים 2011-2013 ארבע אוניברסיטאות היו מדורגות בין 100 הראשונות, בשנים 2014-2016 – שלוש אוניברסיטאות בלבד. הטכניון מדורג במקומות 39-75 (44 בשנת 2016), האוניברסיטה העברית במקומות 35-75 (51-75 בשנת 2016) מכון וויצמן במקומות 51-75.
- **הנדסה, טכנולוגיה ומדעי המחשב** – בשנים האחרונות שתי אוניברסיטאות ישראליות היו מדורגות בין 100 הראשונות, מסתמנת ירידה במקומו של הטכניון בשנת 2016. הטכניון מדורג במקומות 42-75 בשנים אלה (51-75 בשנת 2016), אוניברסיטת תל אביב במקומות 51-150 (51-75 בשנת 2016).
- **מדעי החיים וחקלאות** – בעוד שבשנת 2012 שלוש אוניברסיטאות היו מדורגות בין 200 הראשונות, בשנים 2013-2015 מספרם הצטמצם לשתי אוניברסיטאות, ובשנת 2016 לאוניברסיטה אחת בלבד.

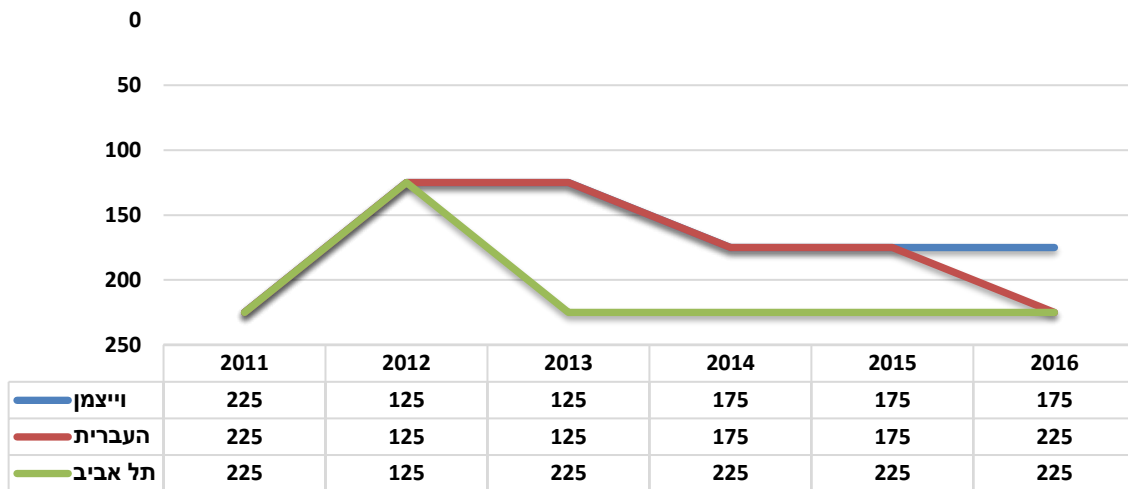
תרשים 6.1. זירוג כללי של אוניברסיטאות ישראל בעולם. מקור: עיבוד מנתוני [22] ARWU



תרשים 6.2. זירוג אוניברסיטאות ישראל בעולם בתחומים רחבים. מקור: עיבוד מנתוני [22] ARWU

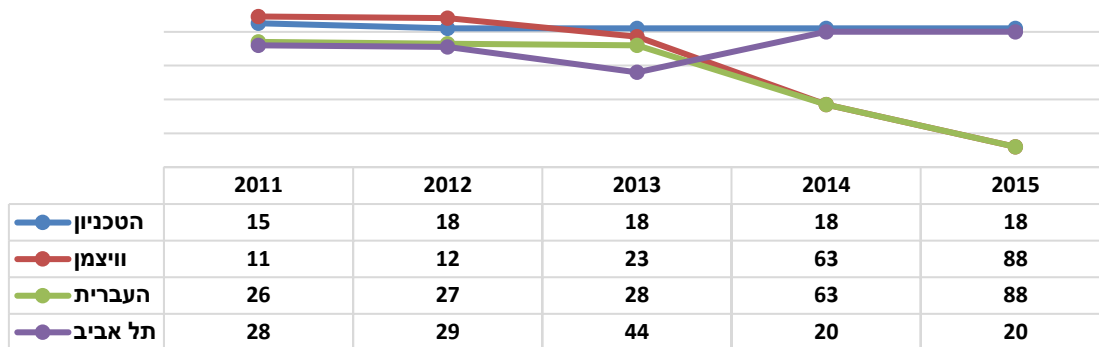


Life and Agriculture Science (125=101-150, 175=151-200, 225=>201)

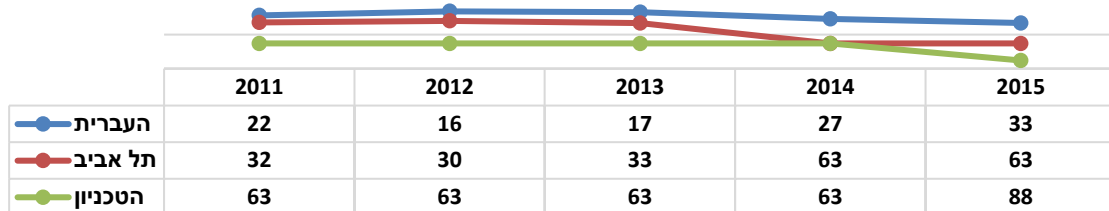


תרשים 6.3. זירוג אוניברסיטאות ישראל בעולם בתחומים שונים. מקור: עיבוד מנתוני [22] ARWU

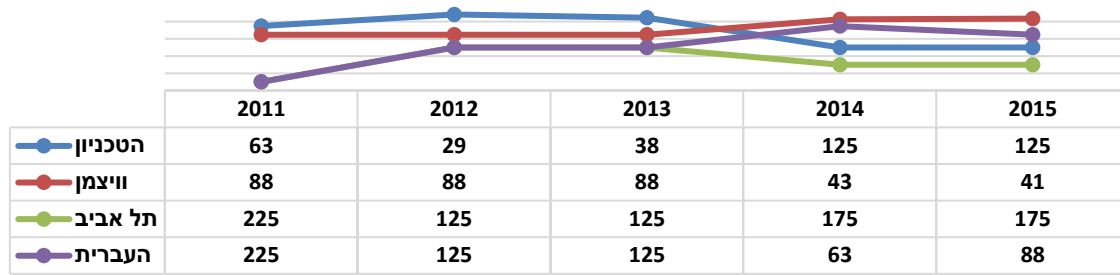
Computer Science (63=51-75, 88=76-100)



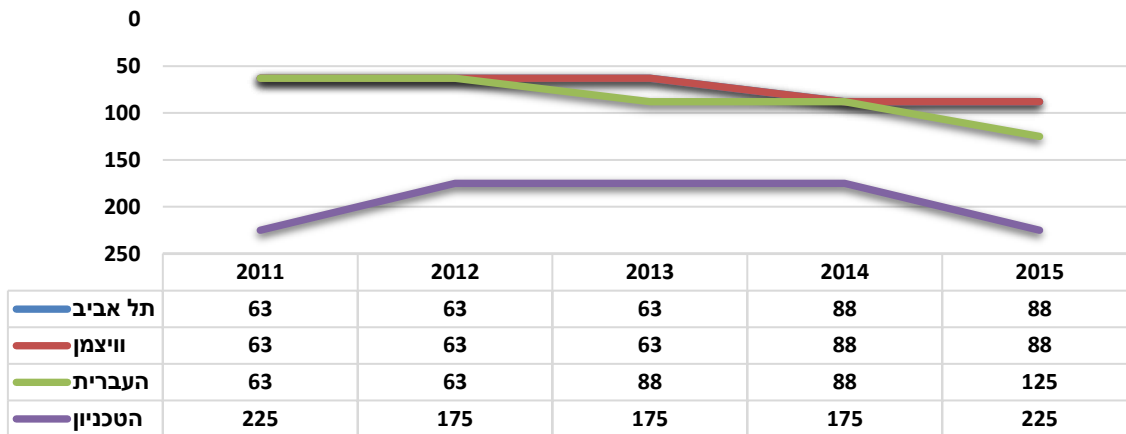
Mathematics (63=51-75, 88=76-100)



Chemistry (63=51-75, 88=76-100, 125=101-150, 175=151-200)



Physics (63=51-75, 88=76-100, 125=101-150, 175=151-200, 225= >201)



בתרשים 6.3 מוצגים דירוגים בכמה תחומים, המצביעים שוב על מקומות מכובדים וגם תהליכים מדאיגים:

- **מדעי המחשב** – למרות המקומות המכובדים מאד של ארבע אוניברסיטאות, חלה לאחרונה ירידה ברורה במקום של מכון וויצמן והאוניברסיטה העברית. הטכניון מדורג בשנים אלה במקומות 15-18, מכון וויצמן במקומות 11-23 בשנים 2011-2013 (לאחרונה חלה ירידה), אוניברסיטת תל אביב במקומות 28-44, האוניברסיטה העברית במקומות 26-28 בשנים 2011-2013 (לאחרונה חלה ירידה).
- **מתמטיקה** – שלוש אוניברסיטאות מדורגות בין 100 הראשונות, לאחרונה חלה ירידה מסוימת במקומן. האוניברסיטה העברית במקומות 16-33, אוניברסיטת תל אביב במקומות 30-75, הטכניון – 51-100.
- **כימיה** – שתי אוניברסיטאות מדורגות בין 100 הראשונות, לאחרונה חלה ירידה במקום הטכניון ותל אביב, ועלייה במקום מכון וויצמן והעברית. הטכניון מדורג במקומות 29, 38 בשנים 2012, 2013, מכון וויצמן במקומות 41-100, האוניברסיטה העברית ואוניברסיטת תל אביב במקומות יותר נמוכים.
- **פיסיקה** – בעוד שבשנים 2011-2014, שלוש אוניברסיטאות ישראליות היו מדורגות בין 100 הראשונות, בשנת 2015 הצטמצם מספרן לשתיים. אוניברסיטת תל אביב, מכון וויצמן והאוניברסיטה העברית (בה חלה לאחרונה ירידה) במקומות 51-100, הטכניון במקומות יותר נמוכים.

ראוי לציין כי בדירוגי 2016 שפורסמו לאחרונה חלו שינויים מהותיים, כאשר במקום התחומים המדעיים הקודמים (מדעי המחשב, מתמטיקה, כימיה פיסיקה) דורגו לראשונה שבעה תחומים הנדסיים, ונעשה שימוש במתודולוגיה ומדדים חדשים. נתוני הדירוגים החדשים המוצגים בלוח 6.1, מצביעים על מקומן הנמוך יחסית של אוניברסיטאות ישראל. מוקדם עדיין לנתח את משמעותם של נתונים אלה או לבקר אותם,

כאמור לעיל – סיווג תחומים הנדסיים מהווה משימה מורכבת ביותר. כמו כן – נדרש פרק זמן מסוים על מנת לעמוד על אופיים של המתודולוגיה והמדדים החדשים.

לוח 6.1. דירוג אוניברסיטאות ישראל בעולם בתחומים הנדסיים, 2016. מקור: עיבוד מנתוני ARWU [22]

Subject	Institution	Location	out of
Electrical & Electron. Engrg.	Technion	39	400
Mechanical Engrg.	Technion	101-150	300
	Tel Aviv Univ.	201-300	
Materials Science & Engrg.	Bar Ilan	151-200	600
	Tel Aviv Univ.	201-300	
	Technion	301-400	
	Hebrew Univ.	301-400	
	Weizmann Inst.	301-400	
	Ben Gurion Univ.	401-600	
Chemical Engrg.	Hebrew Univ.	101-150	300
	Tel Aviv Univ.	201-300	
	Weizmann Inst.	201-300	
Environ. Science & Engrg.	Ben Gurion	201-300	400
	Tel Aviv Univ.	201-300	
	Hebrew Univ.	201-300	
	Haifa Univ.	301-400	
Civil Engrg.	----	---	100
Energy Science & Engrg.	----	---	200

7. מסקנות וסיכום

בהתבסס על הישגי העבר וההערכה הרבה לה זוכות אוניברסיטאות ישראל, לכאורה המצב שפיר וניתן לנוח על זרי הדפנה. אולם חשוב לזכור כי בהערכות האיכות והמצוינות המחקרית קבוע הזמן בהשגת מצוינות מחקרית הוא ארוך מאד – השקעות באות לביטוי רק אחרי שנים רבות, הישגי ההווה הם פרי השקעות העבר. בחינה מעמיקה מצביעה על תמרורי אזהרה המחייבים טיפול יסודי לטווח ארוך, ועל תהליכים חמורים המתרחשים בהווה שיורגשו רק בעוד כמה שנים – ועלולים לגרום למשבר קשה. עקב המאפיינים הייחודיים של ישראל למשבר כזה יהיו משמעויות חמורות, בהשוואה למדינות אחרות, חלקן אף בעלות היבטים קיומיים. הדברים מקנים משנה חשיבות לצורך בפתרונות הולמים שלא נמצאו עד כה באופן מספק. בעוד שבמדינות אחרות נעשים מאמצים בלתי פוסקים לקידום המצוינות המחקרית, התהליכים שנמנו לעיל עלולים לגרום לתוצאה הפוכה בישראל. טכנולוגיות המידע והתקשורת מעודדות תחרות בין מדינות ואוניברסיטאות, על מוחות ועל סטודנטים. תחרות המצוינות נעשית צפופה, נוסף על המובילים המסורתיים מארה"ב ומאנגליה, אירופה מתעוררת והמזרח מצטרף לתחרות. בתחרות כזו יש לטפח את אלה להם יש סיכוי להצליח, יש צורך ביצירת תנאי תחרות המעודדים מצוינות. קרנות המחקר התחרותיות מבטיחות את המצוינות האקדמית דרך השיפוט החיצוני הבינלאומי והן משמשות גם כמקור חיוני למשאבים לציוד מתקדם. חיוני לחזק קרנות אלה ולהבטיח משאבי מחקר, כולל בתחומים העיוניים שבהם "תפוקות המחקר" המקובלות קשות יותר למדידה.

שמירת המצוינות בעולם התחרותי דורשת השקעות הולכות וגדלות במחקר. יש לפעול לשמירה ולקידום הרמה הגבוהה של המצוינות המדעית והטכנולוגית באמצעות בניית תשתית אנושית ומחקרית ראויה, מדיניות מימון שתעודד תחרות בין כל האוניברסיטאות, והבטחת יציבות פעולתה במסגרת תקציב רב שנתי. הגדלת תקציבי המחקר באופן משמעותי תאפשר למוקדי מצוינות בחלק מהאוניברסיטאות להגיע לרמה הבינלאומית הגבוהה ביותר. הגדלה וניתוב כספי המחקר בכוון עידוד המצוינות יאפשרו לשתי אוניברסיטאות לפחות להגיע למעמד אוניברסיטת עילית, שיציבו אותן בין המוסדות המובילים בעולם. למחקר הבסיסי הלא מכוון כמו גם למחקר המכוון, ייחודיות וחשיבות, ויש לקיים איזון נכון ביניהם. המחקר המכוון אמור גם הוא להיות רחב דיו ולא מוגבל לתחום צר. חשוב שאנשי אקדמיה יהיו מעורבים משמעותית בקביעת סדרי עדיפויות של המחקר המכוון. לאור הישגי הנגישות בישראל בשנים האחרונות, המשימה העיקרית בשנים הקרובות צריכה להיות שיפור האיכות והמצוינות האקדמית. מערכת השכלה יש לתכנן לטווח ארוך, הרבה מעבר לתקופת כהונה או בחירה אחת של ארבע שנים. פתרונות קלים ומהירים, תוך ציפייה לתוצאות מידיות, עלולים להביא לשיקול דעת מוטעה ולנזק רב למערכת לאורך זמן, נזק שלא ניתן לתקנו אלא כעבור שנים רבות. להלן מוצג מבט מסכם המתייחס למטרות העיקריות של העבודה הנוכחית, שהוגדרו כלהלן – ניתוח משמעותם של נתוני המדדים הכמותיים, תיאור מבט השוואתי על נתוני המדדים, הצגת תמונה מעודכנת ונאמנה של מעמדה המחקרי של ישראל, ומעמדן המחקרי של אוניברסיטאות ישראל.

משמעותם של נתוני המדדים

הערכה מלאה של תחומי מחקר על בסיס נתוני המדדים, מהווה נושא מורכב ורגיש הדורש משנה זהירות, לכול אחד מהמדדים יש נקודות חוזק וחולשה, חסרונות, מגבלות ופגמים מובנים – העלולים לגרום להטיות, שגיאות ועיוותים. אין ליחס לנתוני המדדים משמעותיות החורגות ממה שהם אמורים לייצג. נהוג להתייחס למידע כמותי כאל מידע אמין, נוצר רושם מוטעה כי קל להבין את משמעותם של המדדים. לעיתים קרובות חסרה ההבנה – באיזה מדדים ראוי להשתמש, לאיזה מטרות הם מתאימים. שימוש לא מושכל בנתוני המדדים, וניתוח על ידי גורמים שאינם מומחים – יכולים להביא למסקנות מוטות ומטעות.

להבנת משמעותם של הנתונים, קבלת מבט נכון על התפתחות המחקר, והערכה נכונה של התפוקה והאיכות המחקרית – יש צורך בהכרת הסוגיות המגבלות והקשיים הכרוכים בכך, בהבנת מגבלות המדדים, במבט רחב מחד ומעמיק מאידך, בפירוש זהיר של משמעות הנתונים. יהיה זה פשטני לקבוע את מעמדם של מדינה או מוסד על פי נתוני מדדים אלה או אחרים, גם אם באים בהם לביטוי גורמים שונים.

יתרונות השימוש. לשימוש בנתוני המדדים הכמותיים יש יתרונות רבים, להלן כמה מהם:

- המדדים מהווים מכשיר מרכזי, פשוט ונוח למדידה של תפוקה ואיכות מחקרית. הם מסייעים לגישה נוחה ולשימוש פשוט בנתונים זמינים, מפחיתים משמעותית את העבודה הכרוכה בהערכות מחקר, ומאפשרים מדידה פשוטה ובהירה של תפוקה מדעית ושל השפעות מחקר.
- חשיבותם של נתוני המדדים נובעת מיכולתם למדוד השפעת פרסומים על התפתחותם וקידומם של תחומים מדעיים-טכנולוגיים, שבאים בעקבות פרסומים אלה. הם משמשים ללימוד מגמות במדע וטכנולוגיה, לניתוח התפתחויות במחקר, ולהערכת הרמה המדעית-טכנולוגית של מדינות ומוסדות.
- בהעדר מדד אובייקטיבי לקביעת איכות פרסומים, מקובל להתייחס לנתוני מאגרי המידע כאל מדדים המשקפים הישגים אקדמיים. נתוני המדדים מספקים מידע אובייקטיבי רב ערך, המשמש גורמים וגופים שונים בתהליכי קבלת החלטות מימון ותקצוב חשובות, שללא כן עלולים להיות מוטעים.

- נמצא כי קיים מתאם בין נתוני המדדים הכמותיים לבין הערכות עמיתים איכותניות ושיטות הערכה אחרות. כמו כן, מחקרים שונים בתחום הביבליומטרי מראים כי קיים מתאם חזק מאוד בין מספר הפרסומים של מדינה או מוסד לבין מספר הציטוטים שפרסומים אלה זוכים להם.
- נתוני המדדים מקובלים על ציבור רחב של חוקרים, הם בעלי השפעה על קובעי מדיניות, ומשמשים למטרות חשובות ומגוונות כמו דירוג, תקצוב ומימון של מוסדות אקדמיים.
- **מגבלות, הטייות, פגמים.** כל המדדים הם בעלי שימוש מוגבל, ומתייחסים רק להיבטים מסוימים, הם לא מתארים תמונה מלאה של כל טווח פעילויות המחקר ושל איכותו. נושאים מדעיים רבים הם מורכבים מידי על מנת להעריכם במושגים פשוטים, לעתים קיים קושי להבחין בין מדע אמתי למדע מפוקפק. התוצאות יכולות להיות מוטות, על כן – הן לא מהוות בסיס מספק להערכה מלאה של תחומי מחקר. גופי מימון המשתמשים במדדים להערכת הישגים של מוסדות, גורמים להגברת מורכבות הבעיה. שימוש לא נכון במדדים לקביעת סדרי עדיפויות במימון – עלול להביא להחלטות מימון מוטעות ואף לנזקים. ראוי להדגיש כי השפעה בטווח קצר אינה דומה להשפעה בטווח הארוך – שהיא חשובה יותר, קשה למדידה, וניתן לבחון אותה רק לאורך זמן. חסרונות המדדים הכמותיים הם תוצאה של סיבות שונות, להלן העיקריות שבהן:
 - קיימים הבדלים משמעותיים בין תחומי המחקר מערכות המידע הקיימות לא מתאימות לכל התחומים.
 - סוגיות שונות נוגעות לסיווג והגדרת תחומי המחקר, החלוקה הקלאסית איבדה חלק ניכר ממשמעותה.
 - קיימים פגמים מתודולוגיים שונים הגורמים לשגיאות, טעויות, עיוותים והטיות.
 - התנהלות לא ראויה של מוסדות, במטרה להשיג תוצאות משופרות – לאו דווקא קידום המצוינות.

מבט השוואתי על נתוני המדדים

מבט השוואתי על התחומים השונים. נתוני מאגר T-R ל-2015-2005, מצביעים על המאפיינים הבאים:

- **שיעור פרסומים.** קיים שוני בין העולם לישראל בשיעורי הפרסומים השונים. שיעור הפרסומים הגדול ביותר הוא ברפואה (18.5% בעולם, 20.5% בישראל). הבאים בהמשך בעולם הם כימיה (11.5%), פיסיקה (8.7%), הנדסה (8.0%), מדעי החברה (5.8%), ביולוגיה וביוכימיה (5.2%). בישראל – פיסיקה (12.1%), מדעי החברה (6.9%), כימיה (6.8%), הנדסה (6.0%), ביולוגיה וביוכימיה (5.5%).
- **ממוצעי ציטוטים לפרסום.** קיים שוני גם בממוצעי ציטוטים לפרסום. הממוצע הגבוה ביותר הוא בביולוגיה מולקולרית וגנטיקה (25.2 בעולם, 33.5 בישראל). בהמשך בעולם – אימונולוגיה (19.5) נוירולוגיה (18.0), מדעי החלל (17.3), ביולוגיה וביוכימיה (16.7), מיקרוביולוגיה (15.4) וכימיה (13.1). בישראל – מדעי החלל (26.7), אימונולוגיה (21.7), ביולוגיה וביוכימיה (21.1), נוירולוגיה (20.4).
- **מבט השוואתי על תחומים נבחרים.** מוצג מבט השוואתי על נתוני עשרה תחומים נבחרים בישראל ובעולם. המטרה היא לבחון את מידת ההתאמה או השוני שבין נתוני שני המאגרים בתקופות שונות, וכן שינויים שחלו במהלך השנים בנתונים של כול אחד מהמאגרים בנפרד. הממצאים העיקריים הם כלהלן: מספרי פרסומים במאגר Scopus גדולים משמעותית מאלה של מאגר T-R – הן בעולם והן בישראל, בכול התחומים ובכול תקופות הזמן שנבחנו. השוני בין נתוני המאגרים בממוצעי ציטוטים לפרסום אינו גדול יחסית – הן בעולם והן בישראל. ניתן לראות בבירור כי בכול אחד מהמאגרים בנפרד – שיעור העלייה במספר הפרסומים בעולם הוא גבוה מאד, בעוד שבישראל הוא נמוך יחסית. בשונה מכך, על פי ממוצע הציטוטים לפרסום – שיעור העלייה בישראל לאורך זמן גבוה יחסית לשיעור העלייה בעולם.

מעמדה המחקרי של ישראל

יחסי עולם/ישראל. מבט השוואתי של יחסי עולם/ישראל על פי שני המדדים, בשני המאגרים בתקופות זמן שונות מראה כי מעמדה של ישראל בעולם על פי מספר הפרסומים הוא גבוה יותר במאגר T-R. בשונה מכך, מעמדה של ישראל על פי ממוצע ציטוטים לפרסום גבוה יותר במאגר Scopus. שינויים שחלו במהלך השנים ביחסי עולם/ישראל על פי שני המאגרים, מצביעים על התהליכים הבאים: בכלל התחומים – בעוד שמעמדה של ישראל יחסית לעולם על פי מדד מספר הפרסומים הולך ויורד – מעמדה על פי מדד ממוצע הציטוטים לפרסום הולך ומשתפר. בכל אחד מהתחומים ובכול אחד מהמאגרים בנפרד – בעוד שמעמדה של ישראל על פי מספר הפרסומים הולך ויורד, מעמדה על פי ממוצע ציטוטים לפרסום עלה בחלק מהתחומים.

מקום ישראל בעולם. מבט השוואתי על מקום ישראל בעולם בכמה תחומים נבחרים – על פי שני מאגרי הנתונים – מצביע על התאמה טובה ביניהם. מקומה של ישראל בעולם על פי מספר הפרסומים בתחומים רבים הוא בין 20-30. בשונה מכך, מקום ישראל על פי ממוצע הציטוטים לפרסום הינו טוב יותר באופן משמעותי – בכמה תחומים ישראל נמנית על 10 המדינות הראשונות בעולם על פי מדד זה.

שינויים במקומה של ישראל. מבט השוואתי על מקומה של ישראל בעולם על פי שני המאגרים, שני המדדים ופרקי זמן שונים מראה כי למרות הגידול במספר הפרסומים – חלה ירידה ברורה במקומה של ישראל בעולם במהלך השנים. ישראל נמצאת במקום יותר גבוה המדד האיכותי של ממוצע הציטוטים לפרסום.

מעמדה המחקרי של אוניברסיטאות ישראל

מבט כללי. בשונה ממדינות רבות, רוב מכריע מבין פרסומי ישראל כולל מחברים מהאוניברסיטאות, על כן מעמדה של ישראל נקבע במידה רבה על פי מעמדן של האוניברסיטאות. השוני המשמעותי בין התחומים השונים – באופי ובהיקף הפעילות – גורם לשוני רב גם במאפייני האוניברסיטאות. מספר הפרסומים הגבוה ביותר מבין האוניברסיטאות הוא באוניברסיטת תל אביב, זאת במידה רבה בעקבות המספר הגבוה מאד של פרסומים בתחום הרפואה – שהינו עתיר פרסומים. במשך מדורגים האוניברסיטה העברית (כ- 75% ממספר פרסומי אוניברסיטת תל אביב), הטכניון (כ- 60%) ומכון ויצמן (כ- 35%). ממוצע הציטוטים לפרסום הגבוה ביותר הוא במכון ויצמן, זאת במידה רבה בעקבות המספרים הגבוהים מאד של מדדים אלה בתחומי מדעי החיים. בהמשך מדורגים האוניברסיטה העברית (כ- 60% מממוצע הציטוטים לפרסום במכון ויצמן), אוניברסיטת תל אביב (כ- 55%) והטכניון (כ- 50%). באשר למספרי הפרסומים המצוטטים ביותר, הם מושפעים כמובן מכלל מספרי הפרסומים והציטוטים.

מבט על התחומים השונים. קיים שוני רב בנתוני המדדים בין התחומים השונים ובין המוסדות השונים. מספרי פרסומים הגבוהים ביותר הם בתחום הרפואה (21.5% מכלל פרסומי האוניברסיטאות), פיסיקה (14.4%), כימיה (8.6%), הנדסה (6.8%), ביולוגיה וביוכימיה (6.5%), מדעי החברה (6.1%). מספר הפרסומים באוניברסיטת תל אביב מהווה 28.0% מכלל פרסומי האוניברסיטאות, באוניברסיטה העברית 19.0%, בטכניון 16.4%, בבן גוריון 13.2%, במכון ויצמן 10.9%, בבר אילן 7.1%, באוניברסיטת חיפה 5.4%.

תחומים בהם ממוצעי ציטוטים לפרסום הם הגבוהים ביותר הם: ביולוגיה מולקולרית וגנטיקה [27.6], מדעי החלל [21.3], נוירולוגיה [19.3]. הדבר בא לביטוי בשוני בין המוסדות בממוצע הציטוטים לפרסום בכלל התחומים: מכון ויצמן [22.6], האוניברסיטה העברית [14.3], אוניברסיטת תל אביב [12.2], הטכניון [10.8], בר אילן [9.2], בן גוריון [8.7], חיפה [7.4]. נתונים אלה משקפים שוני בהיקף הפעילות בתחומים ובמוסדות. לדוגמה, במכון ויצמן – מתקיימת פעילות רחבה בתחומים בעלי ממוצע גבוה של ציטוטים לפרסום, באוניברסיטת חיפה עיקר הפעילות היא בתחומים אחרים.

דירוגי אוניברסיטאות. דירוגי שנחאי (ARWU), הנחשבים כמשקפים טוב יותר מאחרים את איכות המחקר באוניברסיטאות, מצביעים על מקומה המכובד מאד של ישראל, אך גם על תהליך של ירידה ברורה במעמדן של אוניברסיטאות ישראל – המהווה נורת אזהרה לעתיד. בעוד שבשנים 2012, 2013 שלוש אוניברסיטאות ישראליות היו מדורגות בין 100 הראשונות, בשנים 2014-2016 מספרן הצטמצם לשתי אוניברסיטאות בלבד. הדירוג בשנים האחרונות הוא כלהלן: הטכניון במקומות 69-78 (69 בשנת 2016), האוניברסיטה העברית במקומות 53-87 (87 בשנת 2016), מכון וויצמן במקומות 92-150, אוניברסיטת תל אביב בקבוצת המקומות 100-200, אוניברסיטאות בן-גוריון, בר-אילן וחיפה במקומות יותר נמוכים.

דירוגים בתחומים רחבים. מדעי הטבע ומתמטיקה – בשנים 2011-2013 ארבע אוניברסיטאות היו מדורגות בין 100 הראשונות, בשנים 2014-2016 – שלוש אוניברסיטאות בלבד. **הנדסה, טכנולוגיה ומדעי המחשב** – בשנים האחרונות שתי אוניברסיטאות ישראליות היו מדורגות בין 100 הראשונות, מסתמנת ירידה במקומו של הטכניון בשנת 2016. **מדעי החיים וחקלאות** – בעוד שבשנת 2012 שלוש אוניברסיטאות היו מדורגות בין 200 הראשונות, בשנים 2013-2015 מספרם הצטמצם לשתיים אוניברסיטאות, ב-2016 – לאחת בלבד.

דירוגים בכמה תחומים. מדעי המחשב – למרות המקומות המכובדים מאד של ארבע אוניברסיטאות, חלה לאחרונה ירידה ברורה במקומם של מכון וויצמן והאוניברסיטה העברית. **מתמטיקה** – שלוש אוניברסיטאות מדורגות בין 100 הראשונות, לאחרונה חלה ירידה מסוימת במקומן. **כימיה** – שתי אוניברסיטאות מדורגות בין 100 הראשונות, לאחרונה חלה ירידה במקומם של הטכניון והאוניברסיטת תל אביב, ועלייה במקום מכון וויצמן והאוניברסיטה העברית. **פיסיקה** – בעוד שבשנים 2011-2014, שלוש אוניברסיטאות ישראליות היו מדורגות בין 100 הראשונות, בשנת 2015 הצטמצם מספרן לשתיים.

ראוי לציין כי בדירוגי 2016 שפורסמו לאחרונה חלו שינויים מהותיים, כאשר במקום התחומים המדעיים הקודמים (מדעי המחשב, מתמטיקה, כימיה פיסיקה) הופיעו לראשונה דירוגים של שבעה תחומים הנדסיים, ונעשה שימוש במתודולוגיה ומדדים חדשים. נתוני הדירוגים החדשים מצביעים על מקומן הנמוך יחסית של אוניברסיטאות ישראל. מוקדם עדיין לנתח את משמעותם של נתונים אלה או לבקר אותם, כאמור לעיל – סיווג תחומים הנדסיים מהווה משימה מורכבת ביותר. כמו כן – נדרש פרק זמן מסוים על מנת לעמוד על אופיים של המתודולוגיה והמדדים החדשים.

8. מראי מקום

1. ג' ד., סגל ו., נתן-שץ א., ברל א., הערכת האיכות של מחקר הנדסי/מדעי והשפעתו על התעשייה, הכלכלה והחברה: סקירת ספרות, מוסד נאמן, 2006.
2. ג' ד., שומאף מ., אילן י., שפסקי ג. מעמדם של ישראל והטכניון בהשוואה למדינות ומוסדות נבחרים בעולם על פי מדדים ביבליומטריים, מוסד נאמן, 2006.
3. ג' ד., פלד ד., אבן-זוהר י., בוכניק צ., פרנקל ס., תחאוכו מ., פלג ס., ברנר נ., שי א., יוחאי ג., מדדים למדע, לטכנולוגיה ולחדשנות בישראל: תשתית נתונים השוואתית, מוסד נאמן והלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, 2007.
4. ג' ד., אבן-זוהר י., זלמנוביץ ב., לק ע., שפסקי ג., תפוקות מחקר ופיתוח בישראל: פרסומים מדעיים בהשוואה בינלאומית, מוסד נאמן, 2011.
5. ג' ד., גורדון א., לביד נ., אבן-זוהר י., אייל א., ברזני א., תפוקות מחקר ופיתוח בישראל: פרסומים מדעיים בהשוואה בינלאומית 1990-2011, מוסד נאמן 2013.

6. קירש א., מדיניות ההשכלה הגבוהה בישראל – נגישות, איכות ומצוינות במשאבים מוגבלים, מוסד נאמן, 2010.
7. קירש א., הערכות מצוינות האוניברסיטאות בישראל – גישות, סוגיות והישגים, מוסד נאמן, 2011.
8. אבן-זוהר י., גץ ד., קירש א., מבט השוואתי על התפתחות המחקר המדעי והטכנולוגי בישראל ובמדינות המזרח התיכון, על פי מדדים כמותיים, מוסד נאמן, 2011.
9. קירש א., היבטים ייחודיים בהתפתחות הטכניון – מצוינות, תרומה לאומית ותרבות ניהולית, מוסד נאמן, 2013.
10. קירש א., מעמדן המחקרי של אוניברסיטאות ישראל על פי מדדים כמותיים. מוסד נאמן, 2014.
11. קירש א., התפתחות אוניברסיטאות המחקר בישראל. מוסד נאמן, 2014.
12. קירש א., מערכת ההשכלה הגבוהה בישראל – סוגיות, מאפיינים והיבטים ייחודיים. מוסד נאמן, 2014.
13. Mapping Research and Innovation in the State of Israel, UNESCO report, 2016.
14. האשכול המדעי-טכנולוגי – מסמך מסכם, הפורום לאסטרטגית על, מוסד נאמן, 2016.
15. מצב המדע בישראל, דוח האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים לכנסת, 2013.
16. Editorial, Assessing Assessment, Nature, 465, 17 June, 2010, 845.
17. How to improve the use of Metrics, Nature, 465, 17.6.10, 870-872.
18. Web of Science, Thomson Reuters.
19. SCImago Journal & Country Rank (SJR), developed from the Scopus database, Elsevier.
20. Times Higher Education (THE) World University Rankings, GB.
21. Quacquarelli Symonds (QS) world University Rankings, GB.
22. Academic Ranking of World Universities (ARWU), the Institute for Higher Education at Shanghai Jiao Tong University.

מדע וטכנולוגיה



מוסד שמואל נאמן
למחקר מדיניות לאומית

טל. 04-8292329 | פקס. 04-8231889
הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל
קרית הטכניון, חיפה 3200003
www.neaman.org.il