



מדע וטכנולוגיה

תפוקות מחקר ופיתוח בישראל פרסומים מדעיים דוח מסכם 2021

ד"ר דפנה גץ
רינת קליין
אלה ברזני

סביבה
ואנרגיה

תכנון
ארוך טווח

תעשייה
וחדשנות

תשתיות
פיזיות

בריאות

הון
אנושי

השכלה
גבוהה

חברה

חינוך

כלכלה

מוגש למשרד החדשנות,
המדע והטכנולוגיה

תפוקות מחקר ופיתוח בישראל פרסומים מדעיים

2021

דוח סופי

חוקרות:
ד"ר דפנה גץ
אלה ברזני
רינת קליין

דצמבר, 2021

המחקר נערך במימון ובהנחיית המועצה הלאומית למחקר ופיתוח אזורי (המולמו"פ) במשרד החדשנות, המדע והטכנולוגיה. אנו מודים לפרופ' פרץ לביא וד"ר גורי זילכה על ההערות המועילות שסייעו לשפר עבודה זאת.

הערות, הצעות ושאלות לגבי המידע המופיע בדוח זה ניתן להפנות במייל אל:

ella@sni.technion.ac.il

אין לשכפל כל חלק מפרסום זה ללא רשות מראש ובכתב ממשרד המדע והטכנולוגיה ו/או 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 המחברים ואינן משקפות בהכרח את דעת מוסד שמואל נאמן.

תוכן העניינים

1..... תודות.....

7..... תקציר מנהלים.....

פרק 1: ניתוח ביבליומטרי של פרסומים מדעיים - ישראל בהשוואה לעולם ... 10

10..... תקציר התוצאות.....

11..... תפוקות מחקר – פרסומים מדעיים.....

15..... שיתוף פעולה בינלאומי והשפעה מדעית.....

18..... מדדי ציטוטים.....

23..... פרסום ב-Open Access.....

25..... התפלגות הפרסומים לפי תחומי מחקר.....

27..... סיכום.....

פרק 2: מאפייני הפרסומים הישראלים המצוטטים ביותר 28

28..... תקציר התוצאות.....

28..... רקע.....

29..... מאפייני HCP ישראלים.....

33..... התפלגות HCP ישראלים לפי אוניברסיטאות.....

36..... תחומי המחקר של HCP ישראלים.....

38..... שת"פ בינלאומי במאמרי HCP ישראלים.....

40..... סיכום והמלצות.....

פרק 3: מאפייני פרסומים ישראלים ב-Nature Index 42

42..... תקציר התוצאות.....

42..... רקע.....

43..... התפלגות המאמרים ב-NI לפי מדינות.....

45..... התפלגות המאמרים הישראלים ב-NI לפי תחומי מחקר.....

47..... נתוני אוניברסיטאות ב-NI.....

48..... סיכום והמלצות.....

פרק 4: מיפוי מדדים אקדמיים המשמשים להערכת אוניברסיטאות בדירוגים

50	הבינלאומיים.....
50	תקציר התוצאות.....
50	רקע.....
51	מאפיינים של דירוגי האוניברסיטאות.....
52	מיפוי המדדים בדירוגי האוניברסיטאות.....
55	שימושים פוטנציאליים בנתוני הדירוגים האקדמיים.....
59	סיכום והמלצות.....

רשימת איורים

- איור 1: השינוי במספר הפרסומים הישראליים ושיעורם מכלל פרסומי העולם והמזרח התיכון 11
- איור 2: דירוג המדינות לפי מספר הפרסומים המדעיים בשנים 2016-2020 12
- איור 3: השינוי במספר הפרסומים המדעיים – ישראל ומדינות בנות השוואה, 2000-2020 13
- איור 4: דירוג המדינות לפי מספר פרסומים למיליון נפש, 2016-2020 14
- איור 5: שיעור השת"פ הבינלאומי בפרסומים מדעיים - ישראל בהשוואה למדינות נבחרות, 2010-2020 15
- איור 6: שיעור השת"פ הבינלאומי בפרסומים מדעיים, ביחס למספר הפרסומים וממוצע הציטוטים לפרסום – ישראל בהשוואה למדינות נבחרות, 2018 16
- איור 7: דירוג המדינות המובילות בפרסומים משותפים עם ישראל, 2018-2020 17
- איור 8: דירוג גופי המימון העיקריים שתרמו למאמרים שנכתבו בהשתתפות חוקרים ישראלים בשנים 2018-2020 18
- איור 9: מספר המאמרים המצוטטים ביותר - Highly Cited in Field, ישראל בהשוואה למדינות נבחרות, 2018-2020 19
- איור 10: השינוי בממוצע הציטוטים לפרסום - ישראל בהשוואה למדינות נבחרות, 2011-2020 20
- איור 11: Clinical Medicine - השינוי במספר המאמרים וממוצע הציטוטים לפרסום - ישראל בהשוואה למדינות נבחרות, 2011-2020²⁰ 21
- איור 12: Physics - השינוי במספר המאמרים וממוצע הציטוטים לפרסום - ישראל בהשוואה למדינות נבחרות, 2011-2020²⁰ 21
- איור 13: Social Sciences, General - השינוי במספר המאמרים וממוצע הציטוטים לפרסום - ישראל בהשוואה למדינות נבחרות, 2011-2020²⁰ 22
- איור 14: Chemistry - השינוי במספר המאמרים וממוצע הציטוטים לפרסום - ישראל בהשוואה למדינות נבחרות, 2011-2020²⁰ 22
- איור 15: Engineering - השינוי במספר המאמרים וממוצע הציטוטים לפרסום - ישראל בהשוואה למדינות נבחרות, 2011-2020²⁰ 23
- איור 16: שיעור המאמרים המתפרסמים ב-Open Access – ישראל בהשוואה למדינות נבחרות, 2010-2020 24
- איור 17: שיעור המאמרים המתפרסמים ב-Open Access ממספר מאמרי HCP – ישראל בהשוואה למדינות נבחרות, 2016-2020 25
- איור 18: התפלגות הפרסומים המדעיים לפי תחומי מחקר, 2020 26
- איור 19: השינוי בשיעור המאמרים הישראליים המצוטטים ביותר (HCP) מכלל הפרסומים המדעיים של ישראל במהלך העשור החולף 29

איור 20:	דירוג המדינות לפי מספר HCP ב-2019.....	30
איור 21:	דירוג המדינות לפי שיעור HCP מכלל פרסומי המדינה בשנים 2010-2020	31
איור 22:	השינוי במספר HCP שנתי - ישראל ומדינות בנות השוואה	32
איור 23:	השינוי במספר זכיות ERC - ישראל ומדינות בנות השוואה	33
איור 24:	השינוי בנתוני HCP ישראלים של אוניברסיטאות	34
איור 25:	נתוני HCP של האוניברסיטאות הישראליות לעומת מספר אנשי סגל (2019)	35
איור 26:	השינוי במספר הזכיות במענקי ERC של אוניברסיטאות ישראליות	35
איור 27:	התפלגות HCP ישראלים לפי תחומי מחקר של ESI, 2010-2020	36
איור 28:	התפלגות מענקי ERC ישראלים לפי תחומי מחקר, 2010-2020	37
איור 29:	התפלגות HCP ישראלים לפי כתבי-עת, 2010-2020	38
איור 30:	תרשים שת"פ בינלאומי במאמרי HCP ישראלים, 2010-2020	39
איור 31:	קשרי מחקר בין-מוסדיים במאמרי HCP ישראלים, 2010-2020	40
איור 32:	דירוג המדינות לפי מספר הפרסומים ב-Nature Index 2019	44
איור 33:	מספר הפרסומים השנתיים ב-NI, ישראל ומדינות בנות השוואה	45
איור 34:	התפלגות המאמרים הישראלים ב-NI לפי תחומי מחקר, 2020	46
איור 35:	התפלגות המאמרים הישראלים ב-NI לפי כתבי-עת, 2020	46
איור 36:	התפלגות המאמרים ב-NI לפי אוניברסיטאות, 2020	47
איור 37:	מספר המאמרים של אוניברסיטאות ישראליות ב-NI	48
איור 38:	השוואת נתונים של אוניברסיטאות ישראליות בדירוגים אקדמיים בינלאומיים	56
איור 39:	השוואת נתונים של אוניברסיטאות ישראליות במדדים העוסקים בקשרי אקדמיה-תעשייה	57

דוח זה נועד להציג תמונת מצב עדכנית המתארת את תפוקות המו"פ האקדמי בישראל כפי שהן באות לידי ביטוי בפרסומים מדעיים, לאורך זמן ובהשוואה בינלאומית. פרסומים מדעיים מהווים תפוקה מרכזית של מחקר ופיתוח, ולפיכך ניתוחם משקף את הפעילות המדעית ומשמש כלי מרכזי בהערכת המחקר, בדירוגים אקדמיים בינלאומיים ובהחלטות של חוקרים, מוסדות ומדינות.

הדוח נערך תוך שימוש בכלים ביבליומטריים ונתונים ממקורות שונים: מאגרי המידע Scopus מבית Elsevier, Web of Science (WoS) של Clarivate¹, מחקר חדש² שפורסם השנה ערך השוואה בין המאגרים הביבליומטריים של WoS, Scopus ו-Dimensions ומצא כי 99.11% מכתבי-העת שמאונדקסים ב-WoS מתועדים גם בסקופוס. מבחינת הכיסוי של מאמרים מכנסים (conference proceedings) – נמצא שרשימת המקורות של סקופוס גבוהה פי 1.5 מזו של שני המאגרים האחרים שנבדקו.

הפרק הראשון בדוח מציג ניתוח נתונים משולב של תפוקות המו"פ בישראל (כפי שהן באות לידי ביטוי בפרסומים מדעיים) לאורך זמן ובהשוואה בינלאומית. ניתוח הנתונים מתבצע מדי שנתיים, בשתי רמות (פרסומי ישראל במבט כללי ופרסומי ישראל לפי תחומי מחקר) ולפי 2 קבוצות מדדים (מדדים כמותיים ומדדי השפעה מדעית).

למעלה מ-83% מהפרסומים הישראליים בשנים 2016-2020 נכתבו בהשתתפות חוקרים מהאוניברסיטאות הישראליות. מספר הפרסומים הישראליים גדל פי 2.3 במהלך שני העשורים החולפים, אולם עליה זו מתונה ביחס לעליה בעולם בכלל, ובמזרח התיכון בפרט. לישראל – עליה של 23% בשיעור השת"פ הבינלאומי במהלך העשור החולף; כרבע מהמאמרים הישראליים נכתבו בשת"פ עם חוקרים מארה"ב. ממוצע הציטוטים לפרסומים ישראליים עלה ב-25% במהלך העשור החולף. שיעור הפרסומים הישראליים ב-Open Access עלה ב-39% באותה תקופה. ישראל מציגה עליה במדדי ההשפעה המדעית, אולם זו אינה מדביקה את קצב העליה במדינות אחרות. בהשוואה בינלאומית נמצא כי מדינות המציגות מיצוב מדעי גבוה של פרסומיהן במדדי פריזן והשפעה מדעית הן מדינות בהן שיעור גבוה מפרסומי המדינה נכתב בשותפות עם חוקרים ממדינות אחרות.

בנוסף למחקר הליבה, הדוח הנוכחי כולל פרקים שמתמקדים בנושאים שיש להם תרומה להבנת תמונת המו"פ בישראל, עם דגש על מדדי מצויינות ואינדיקטורים המשמשים להערכת אוניברסיטאות בדירוגים הבינלאומיים.

פרק 2 מתמקד בניתוח המאמרים הישראליים המצוטטים ביותר (Highly Cited Papers / HCP) – אחד האינדיקטורים המקובלים להערכת מצוינות מדעית שמאפשר השוואת ביצועי מחקר ברמה של חוקרים, מוסדות אקדמיים ומדינות. ניתוח הנתונים נמצא כי רוב ה-HCP הישראליים (86%) נכתבו בשיתוף פעולה עם חוקרים ממדינות אחרות. 29% מה-HCP הישראליים פורסמו בכתבי-עת העוסקים

¹ חלק מהנתונים במקורות אלה מחושבים בצורה שונה לעומת הנתונים שפרסמנו בדוחות קודמים

² Singh, V. K., Singh, P., Karmakar, M., Leta, J., & Mayr, P. (2021). The journal coverage of Web of Science, Scopus and Dimensions: A comparative analysis. *Scientometrics*, 1-30.

ברפואה קלינית. האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים השתתפה במימון של 21% מה-HCP הישראלים בתקופה שנבדקה. כ-65% מהמאמרים הישראלים המצוטטים ביותר בתקופה שנבדקה פורסמו במקורות פתוחים (Open Access). תוצאה זו תואמת לנתונים שפורסמו בעבר בסידרת הדוחות של פרסומים מדעיים ומהווה סיבה נוספת להמליץ על פרסום מאמרים במקורות פתוחים, מעבר ליתרונות של הנגשת תוצרי המחקר וקידום המדע.

הפרק השלישי עוסק בדירוג Nature Index (NI) שמתעד מאמרים מדעיים שפורסמו בכתבי-עת נבחרים ולכן עשוי לשמש כמדד משלים להערכת המצוינות של תפוקות מחקר בתחומים של מדעי הטבע ומדעי החיים (בשילוב עם מדדי ציטוטים ומדדים ביבליומטריים אחרים). לפי תוצאות דירוג NI 2020, ישראל ממוקמת במקום ה-16. התחומים העיקריים בהם עוסקים המאמרים הישראלים שנספרו ב-NI בתקופה זו הם פיזיקה (42%) ומדעי החיים (41%). תוצאות האנליזה הביבליומטרית שמפורטת בפרק זה מובילות למסקנה שכדאי לשקול הוספה של מדד NI לרשימת האינדיקטורים שמשמשים להערכת המצוינות של אוניברסיטאות, כאינדיקטור משלים שאינו מבוסס ישירות על נתוני ציטוטים.

הפרק הרביעי עוסק במיפוי מדדים אקדמיים המשמשים להערכת אוניברסיטאות בדירוגים הבינלאומיים, עם הדגמה של שימושים פוטנציאליים על נתוני אוניברסיטאות ישראליות. מיפוי של האינדיקטורים בדירוגים הבינלאומיים מצביע על למעלה מ-50 מדדים שונים שבהם משתמשים בתהליך ההערכה של הדירוגים הבינלאומיים וניתן לסווג אותם לשלוש קטגוריות ראשיות: מדדי פרסומים מדעיים וציטוטים, אינדיקטורים של קניין רוחני, ואינדיקטורים המתייחסים לאיכות אקדמית. בממוצע, כשליש מהציון בדירוגי האוניברסיטאות מחושב על בסיס מטריות של פרסומים ו/או ציטוטים.

ההמלצה העיקרית שלנו בפרק זה מתייחסת לכך שבתהליך ההערכה של אוניברסיטאות אין להתבסס על תוצאות של דירוג יחיד, כדאי לבצע ניתוח משולב של נתונים ממספר מקורות. השוואה משולבת של תוצאות ממבחר דירוגים אקדמיים שמשמשים במגוון של מדדים - עשויה לסייע בזיהוי האוניברסיטאות הישראליות שמצטיינות בדירוגים הבינלאומיים ותורמות לנראות של האקדמיה הישראלית בעולם. בהשוואה שביצענו נמצא שאוניברסיטת ת"א, האוניברסיטה העברית, מכון ויצמן והטכניון נמצאים בהרכב קבוע של 4 המוסדות המובילים מבין האוניברסיטאות הישראליות ב-7 דירוגים נבחרים שנבדקו במסגרת כתיבת הדוח.

בדוחות הקודמים שנכתבו במסגרת סידרת פרסומים זו הצגנו תוצאות של ניתוחים ביבליומטריים בנושאים הבאים:

- ניתוח נתוני HCR / Highly Cited Researchers ישראל בהשוואה למדינות נבחרות (2020)
- מאפייני פרסומים ישראלים ב-Open Access (2020)
- מאפייני פרסומים ישראלים שנכתבו בשת"פ בילטרלי (2020)
- אפיון מסלולי קריירה של דוקטורנטים ישראלים (2019-2020)
- הקשר בין פרסומים מדעיים למענקי מחקר (2019)
- דירוגי אוניברסיטאות (2019)
- ניתוח ביבליומטרי של פרסומים מדעיים – ישראל בהשוואה לעולם (2019)

- מכוני מחקר ממשלתיים (2018)
- השפעת ההשתתפות של חוקרים ישראלים בתשתיות מחקר בינלאומיות על מדדים ביבליומטריים (2018)
- גורמים שעשויים להשפיע על מספר הציטוטים של מאמרים (2018)
- השפעה טכנולוגית וקשרי אקדמיה-תעשייה (2018)

פרק 1: ניתוח ביבליומטרי של פרסומים מדעיים - ישראל

בהשוואה לעולם

מטרת דוח זה להציג תמונת מצב עדכנית המתארת ומנתחת את תפוקות המו"פ האקדמי בישראל כפי שהן באות לידי ביטוי בפרסומים מדעיים, לאורך זמן ובהשוואה בינלאומית.

הדוח נערך תוך שימוש בכלים ביבליומטריים ונתונים ממקורות שונים: מאגרי המידע Scopus ו-WoS, Elsevier, Clarivate של WoS. חלק מהנתונים במקורות אלה מחושבים בצורה שונה לעומת הנתונים שפרסמנו בדוחות קודמים. הערכת תפוקות המחקר נעשתה מבחינה כמותית (מספר הפרסומים), מבחינת התפלגות הפרסומים לפי שטחי המדע במדינה (שיעור הפרסומים בשטח מדעי מכלל פרסומי המדע במדינה) ומבחינת ההשפעה המדעית (המשתקפת במספר הציטוטים ומדדים נוספים), כל זאת בהשוואה בינלאומית ולאורך זמן.

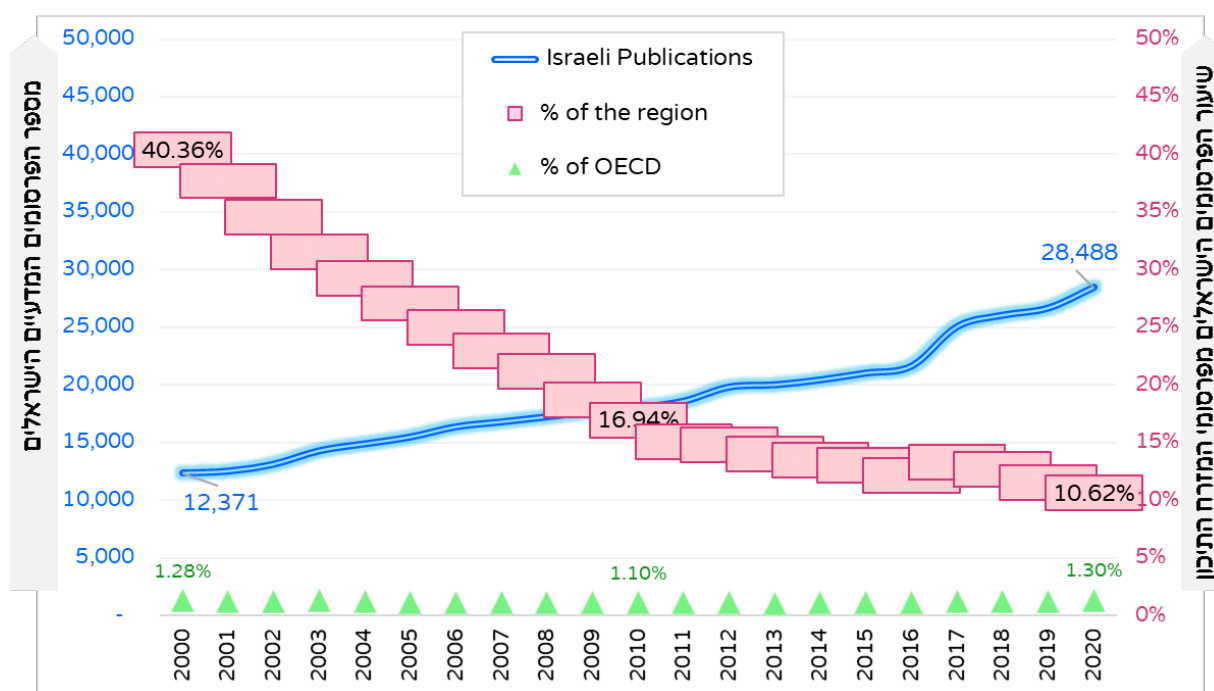
תקציר התוצאות

- למעלה מ-83% מהפרסומים הישראליים בשנים 2016-2020 נכתבו בהשתתפות חוקרים מהאוניברסיטאות הישראליות. 83% מהפרסומים המדעיים הם מאמרים מכתבי-עת (Journal), 10% פרסומים מכנסים (Conference Proceeding).
- מספר הפרסומים הישראליים גדל פי 2.3 במהלך שני העשורים החולפים; עם זאת שיעור הפרסומים הישראליים מכלל פרסומי העולם ירד מ-0.95% ב-2000 ל-0.77% ב-2020; שיעור הפרסומים הישראליים מכלל פרסומי המזרח התיכון ירד מ-40.36% ב-2000 ל-10.62% ב-2020. כלומר, על אף שחלה עליה במספר פרסומי ישראל לאורך השנים, עליה זו מתונה ביחס לעליה בעולם בכלל, ובמזרח התיכון בפרט.
- בדירוג המדינות לפי מספר הפרסומים למיליון נפש בין השנים 2016-2020 ישראל מדורגת במקום ה-17.
- לישראל – עליה של 23% בשיעור השת"פ הבינלאומי במהלך העשור החולף. כרבע מהמאמרים הישראליים נכתבו בשת"פ עם חוקרים מארה"ב; 10% נכתבו בשת"פ עם חוקרים מגרמניה; לאחר מכן – בריטניה, איטליה, צרפת וקנדה.
- הקרן הלאומית למדע (ISF) השתתפה במימון של 15% מהפרסומים הישראליים בשנים 2018-2020. ERC השתתפו במימון 4.8% מהפרסומים; NSF ו-H2020 - 4.5% כל אחת.
- ממוצע הציטוטים לפרסומים ישראליים עלה ב-25% במהלך העשור החולף.
- שיעור הפרסומים הישראליים ב-Open Access עלה ב-39% באותה תקופה.
- כ-30% מהפרסומים הישראליים עוסקים ברפואה; מדעי החברה - 13%; ביוכימיה, גנטיקה וביולוגיה מולקולרית - 13%; פיזיקה ואסטרונומיה - 13%; מדעי המחשב - 12%; הנדסה - 11%.

פרק זה מציג תפוקות מחקר ופיתוח בישראל בהשוואה בינלאומית, כפי שהן באות לידי ביטוי בפרסומים מדעיים. פרסומים מדעיים מהווים תפוקה מרכזית של מחקר ופיתוח (במיוחד באוניברסיטאות), ולכן ניתוחם משקף את הפעילות המדעית ומשמש כלי מרכזי בתהליכים של מיפוי מצוינות אקדמית³, הערכת ביצועי המחקר בדירוגים עולמיים שונים וקביעת אסטרטגיות של מדינות ומוסדות לגבי הקצאת משאבים וקידום חוקרים.⁴

איור 1 מציג את השינוי במספר הפרסומים הישראליים בשני העשורים החולפים. בעוד מספר הפרסומים גדל פי 2.3 בתקופה זו, שיעור הפרסומים הישראליים מכלל פרסומי העולם ירד מ-0.95% ב-2000 ל-0.77% ב-2020, וכן ירד שיעור הפרסומים הישראליים מכלל פרסומי המזרח התיכון⁵ מ-40.36% ב-2000 ל-10.62% ב-2020. שיעור הפרסומים הישראליים מכלל פרסומי OECD ירד מ-1.28% ב-2000 ל-1.10% ב-2020. ועלה ל-1.3% ב-2020. כלומר, על אף שחלה עליה במספר פרסומי ישראל לאורך השנים, עליה זו מתונה הן ביחס לעליה במדינות מפותחות (איור 3) והן ביחס לעליה בעולם כולו (שהיא משמעותית בעיקר במדינות מתפתחות – למשל באיזור המזרח התיכון). לכן, בהשוואה בינלאומית דירוגה של ישראל ממשיך במגמת הירידה במספר הפרסומים שהצגנו בדוח הקודם בסדרת מחקרים זו (פורסם לפני שנתיים⁶).

איור 1: השינוי במספר הפרסומים הישראליים ושיעורם מכלל פרסומי העולם והמזרח התיכון⁷



³ Bornmann, L., Mutz, R., Haunschild, R., de Moya-Anegón, F., Clemente, M. D. A. M., & Steffaner, M. (2021). Mapping the impact of papers on various status groups: A new excellence mapping tool based on citation and reader scores. arXiv preprint arXiv:2103.10225.

⁴ Weinberger, M., & Zhitomirsky-Geffet, M. (2021). Diversity of success: measuring the scholarly performance diversity of tenured professors in the Israeli academia. *Scientometrics*, 126(4), 2931-2970.

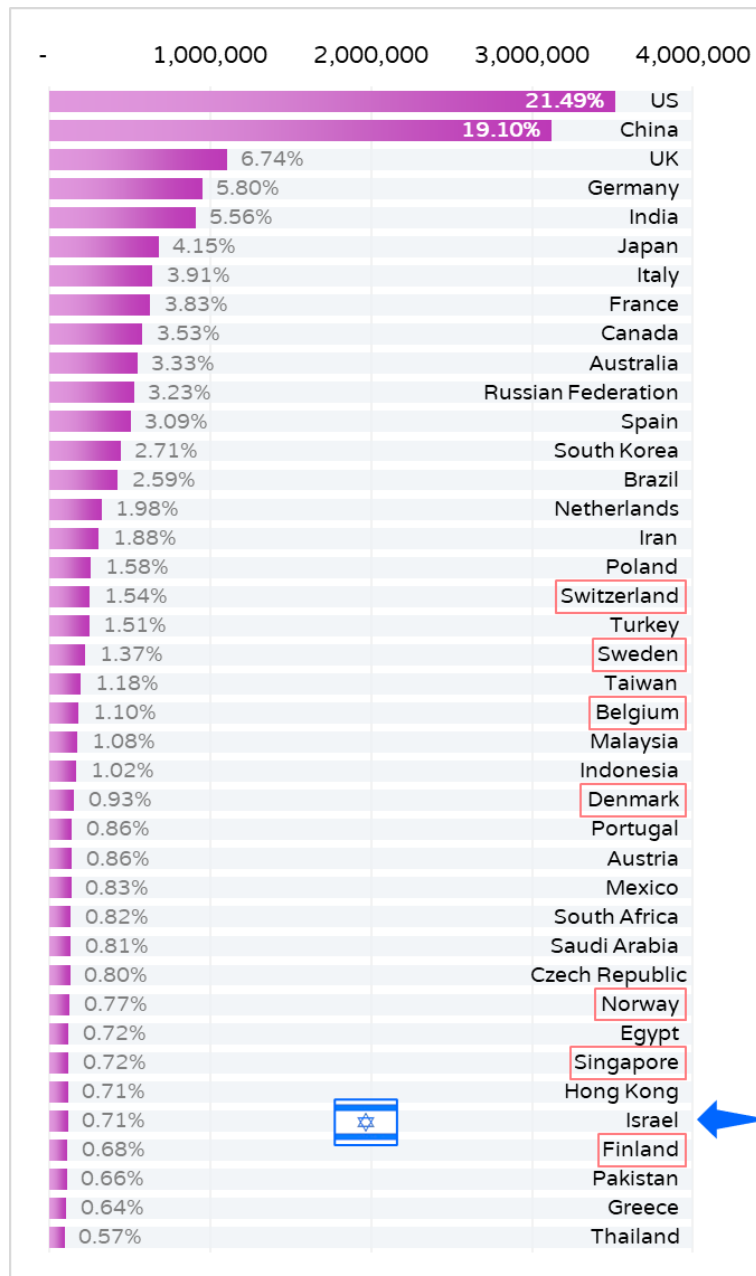
⁵ המקור לנתון זה: אתר Scimago

⁶ גץ דפנה, לביד נועה, ברזני אלה. תפוקות מחקר ופיתוח בישראל / פרסומים מדעיים - 2019. חיפה, ישראל מוסד שמואל נאמן, 2019 (קישור לדוח)

⁷ המקור לנתונים הביבליומטריים בפרק זה הינו מאגר Scopus (אלא אם כן צויין אחרת)

איור 2 מתאר את דירוג המדינות לפי מספר הפרסומים שלהן ושיעורם מכלל פרסומי העולם בשנים 2016-2020. ניתן לראות כי ישראל במקום ה-36 (ירידה של 4 מקומות בהשוואה לבדיקה הקודמת שנערכה לפני שנתיים), ומקדימות אותה מדינות רבות אוכלוסין כמו ארה"ב, סין, הודו, אירן ותורכיה, אך גם מדינות שגודל האוכלוסיה שלהן דומה לזה של ישראל – שווייץ, שוודיה, בלגיה, דנמרק, נורווגיה וסינגפור. בשנת 2000 ישראל דורגה במקום ה-21 במדד זה, בשנת 2005 – במקום ה-22, וב-2010 במקום ה-26.⁸

איור 2: דירוג המדינות לפי מספר הפרסומים המדעיים בשנים 2016-2020



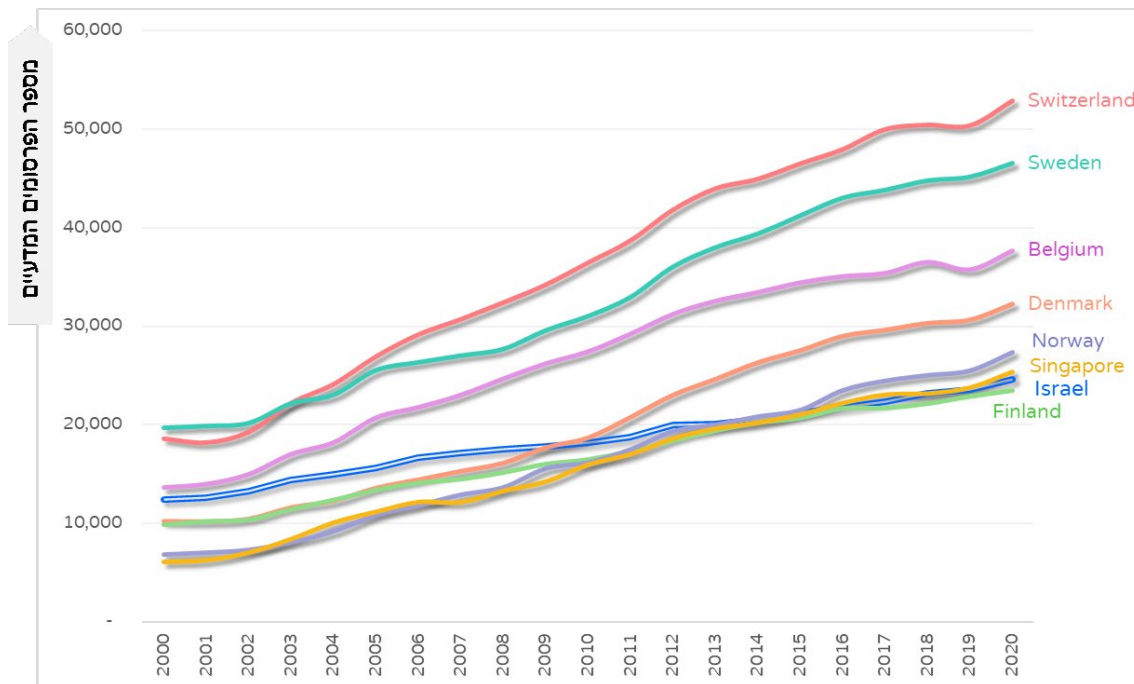
* האחוזים מציגים את שיעור הפרסומים של המדינה מכלל פרסומי העולם בתקופה.

מסומנות באדום מדינות בנות השוואה לישראל מבחינת גודל האוכלוסיה ומספר הפרסומים המדעיים

⁸ גץ דפנה, לביד נעה, ברזני אלה. תפוקות מו"פ בישראל: פרסומים מדעיים בהשוואה בינלאומית, 2017. חיפה, ישראל. מוסד שמואל נאמן, 2018 (קישור לאתר)

איור 3 מציג את השינוי במספר הפרסומים המדעיים על פני 20 שנה, בישראל ובמדינות בנות השוואה.⁹ ניתן לראות כי ישראל מציגה עליה ניכרת במספר הפרסומים (98%), אולם זו אינה מדביקה את שיעור העליה במדינות אחרות ולכן דירוגה של ישראל בין המדינות – יורד מהמקום הרביעי ב-2000 למקום השביעי ב-2020. החל מ-2004 שווייץ מובילה במספר הפרסומים המדעיים בין מדינות היחס. לסינגפור - שיעור הצמיחה הגבוה ביותר בתקופה שנבדקה - 317%; נורווגיה - 297%; דנמרק - 215%; שווייץ - 184%; בלגיה - 175%; שוודיה - 136%. שיעור הצמיחה הממוצע של 8 המדינות באיור 3 הינו 195% (כפול משיעור הצמיחה של ישראל).

איור 3: השינוי במספר הפרסומים המדעיים – ישראל ומדינות בנות השוואה, 2000-2020



איור 4 מציג דירוג של המדינות לפי מספר הפרסומים למיליון נפש בין השנים 2016-2020. ישראל מדורגת במקום ה-17; בשנים 2008-2010 ישראל דורגה במקום ה-13 במדד זה, וב-2016-2018 במקום ה-16.⁶ מספר הפרסומים לנפש בישראל מהווה כ-40% מהנתון המקביל של שווייץ המדורגת ראשונה (ובעלת אוכלוסיה דומה לזו של ישראל), וכמחצית מהתוצאה של דנמרק המדורגת שניה. ניתן לראות כי בראש הדירוג ממוקמות מדינות מפותחות ובתחתיתן - מדינות מתפתחות.

בהשוואה בינלאומית, דירוגה של ישראל ממשיך במגמת ירידה במדדי פריון שונים: מספר הפרסומים, מספר הפרסומים לנפש, חלקה בפרסומי העולם. ירידה זו נובעת הן מגורמים פנימיים של ישראל (שיעור צמיחה אקדמי נמוך במספר הפרסומים ובמיוחד במספר הפרסומים לנפש) והן מגורמים עולמיים (צמיחה תלולה במספר הפרסומים בכלל, ובמדינות מתפתחות בפרט).

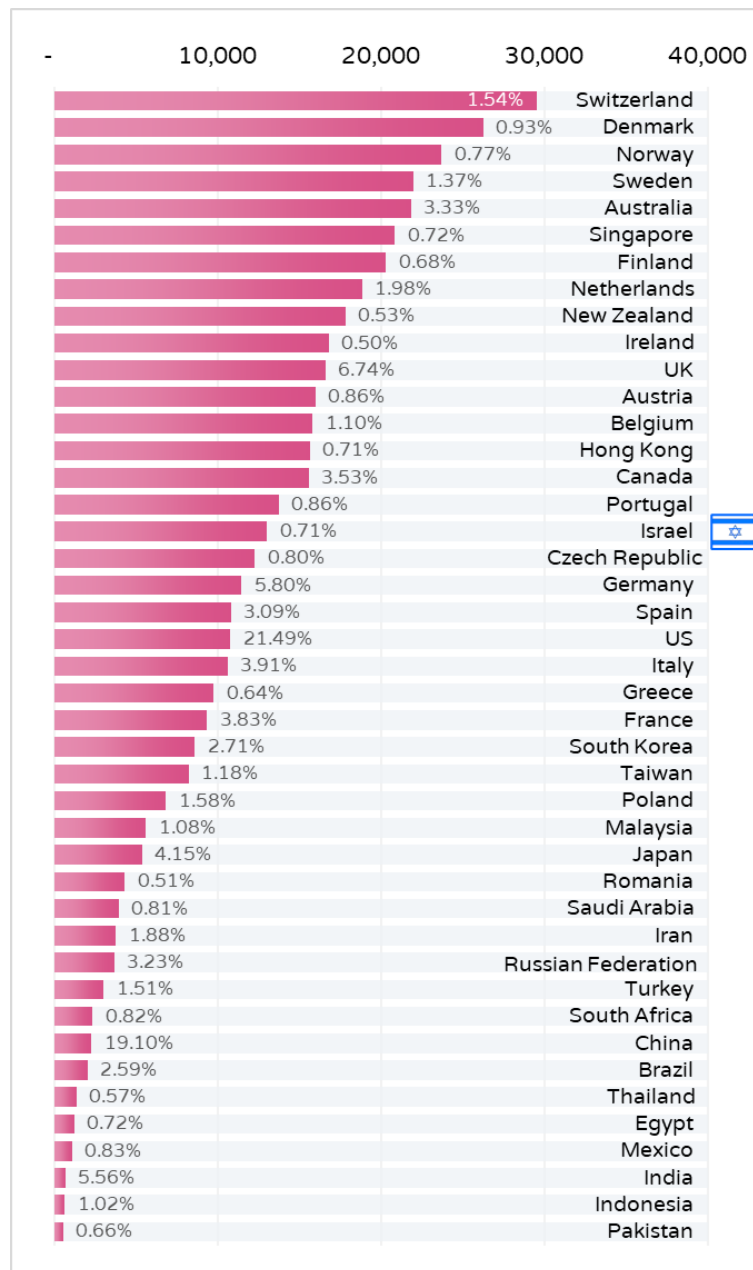
במחקרים¹⁰ קודמים נמצא שבמדינות שמשקיעות יותר במחקר – עשוי להיות מספר גבוה יותר של חוקרים, שעשוי להניב יותר פרסומים מדעיים; גובה ההשקעה פר חוקר – קשור לגובה ההשקעה של

⁹ לרשימת המדינות בנות ההשוואה נבחרו מדינות שדומות למדינת ישראל מבחינת גודל האוכלוסיה ומספר הפרסומים. השיקולים לבחירת המדינות מפורטים בפרק "השוואת ישראל למדינות נבחרות במדדים שונים" בדו"ח שפורסם בנושא "תפוקות מו"פ בישראל: פרסומים מדעיים בהשוואה בינלאומית, 2017".⁸ בדוח הנוכחי הורדנו את הולנד מרשימת מדינות היחס היות וגודל האוכלוסיה שלה כפול מזה של ישראל, ומספר הפרסומים גדול פי 2.8 ממספר הפרסומים הישראליים.

¹⁰ Chankseliani, M., Lovakov, A., & Pisyakov, V. (2021). A big picture: bibliometric study of academic publications from post-Soviet countries. *Scientometrics*, 126(10), 8701-8730.

המדינה במו"פ כאחוז מהתמ"ג (GDP); כלומר, למדינות שמשקיעות יותר במחקר מדעי עשוי להיות מספר גבוה יותר של חוקרים ומאמרים (לא בהכרח נמצא קשר ישיר בין גובה ההשקעה במחקר לאימפקט המדעי).

איור 4: דירוג המדינות¹¹ לפי מספר פרסומים למיליון נפש, 2016-2020



* האחוזים מציגים את שיעור הפרסומים של המדינה מכלל פרסומי העולם בתקופה

למעלה מ-83% מהפרסומים המדעיים הישראליים בשנים 2016-2020 נכתבו בהשתתפות חוקרים מהאוניברסיטאות הישראליות. בבדיקת המאפיינים הביבליומטריים של תפוקות המחקר נמצא ש-83% מהפרסומים המדעיים הם מאמרים מכתבי-עת, 10% פרסומים מכנסים (Conference Proceeding),

¹¹ הדירוגים כוללים את רשימת המדינות שפירסמו 0.5% מפרסומי העולם בתחום אחת מהתקופות.

נתוני האוכלוסיה חושבו לפי שנת הביניים 2018 (מקור: [The World Bank](https://www.worldbank.org/))

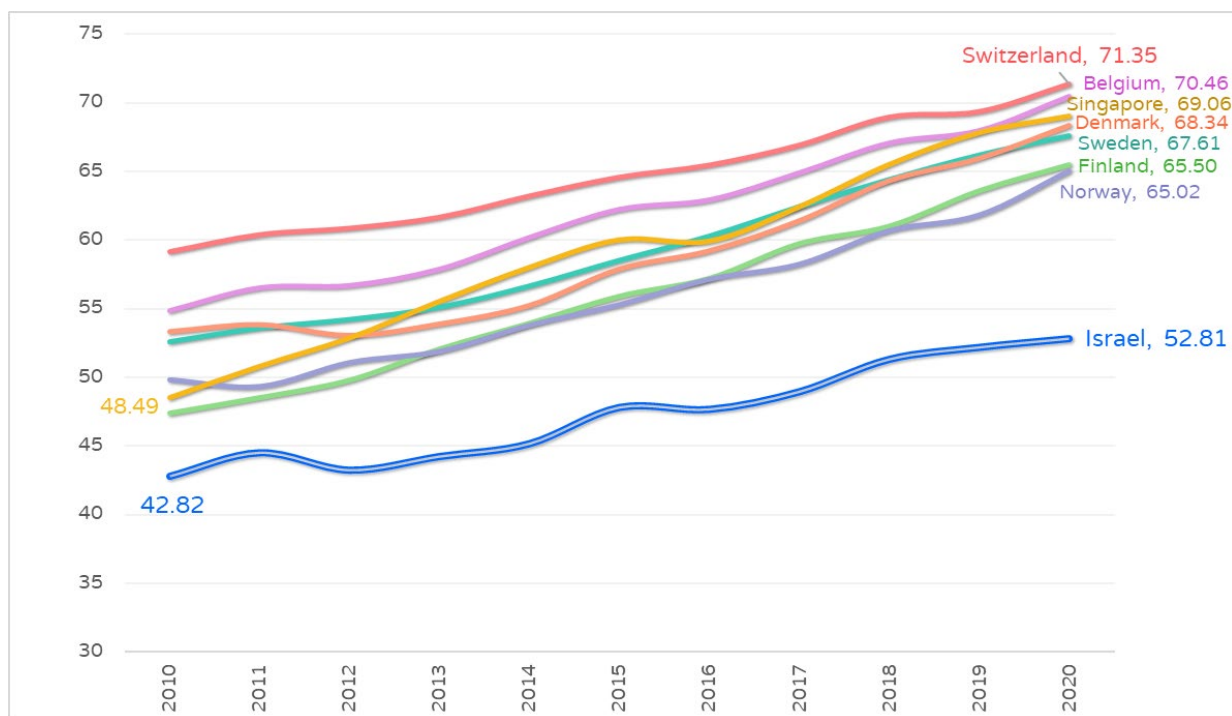
7% - פרקים בספרים. 6% מהפרסומים המדעיים הישראליים הם מאמרי סקירה (Review). שיעור המאמרים שפורסמו באנגלית גבוה מ-99% (65 מאמרים נכתבו בעברית).

שיתוף פעולה בינלאומי והשפעה מדעית

שיעור הצמיחה הגבוה בשיתוף הפעולה הבינלאומי בין חוקרים במהלך העשורים האחרונים תורם לשיתוף הידע ולקידום המדע. פרסומים ישראלים הנספרים כשת"פ בינלאומי כוללים מאמרים שנכתבו ע"י חוקרים בעלי שיוך לכתובת ישראלית יחד עם חוקרים ממדינות אחרות. פרסומים אלו כוללים הן מאמרים שנכתבו ע"י צוותי מחקר קטנים (לפחות 2 מחברים) והן מאמרים שפורסמו במסגרת פרויקטים בינלאומיים עתירי מחברים (דוגמת ATLAS).

איור 5 מציג את השינוי בשיעור השת"פ הבינלאומי בפרסומים מדעיים של ישראל בהשוואה למדינות נבחרות במהלך העשור החולף. שווייץ, בלגיה וסינגפור מובילות בשיעור המאמרים שנכתבו בשיתוף עם חוקרים ממדינות אחרות (מבין כלל הפרסומים המדעיים של המדינות שנבדקו). בסינגפור ניתן לראות את הצמיחה הגבוהה ביותר בשיעור השת"פ הבינלאומי בתקופה שנבדקה – 42%, אחריה פינלנד – עם עליה של 38%; לישראל – עליה של 23% בשיעור השת"פ הבינלאומי במהלך העשור.

איור 5: שיעור השת"פ הבינלאומי בפרסומים מדעיים - ישראל בהשוואה למדינות נבחרות, 2010-2020¹²



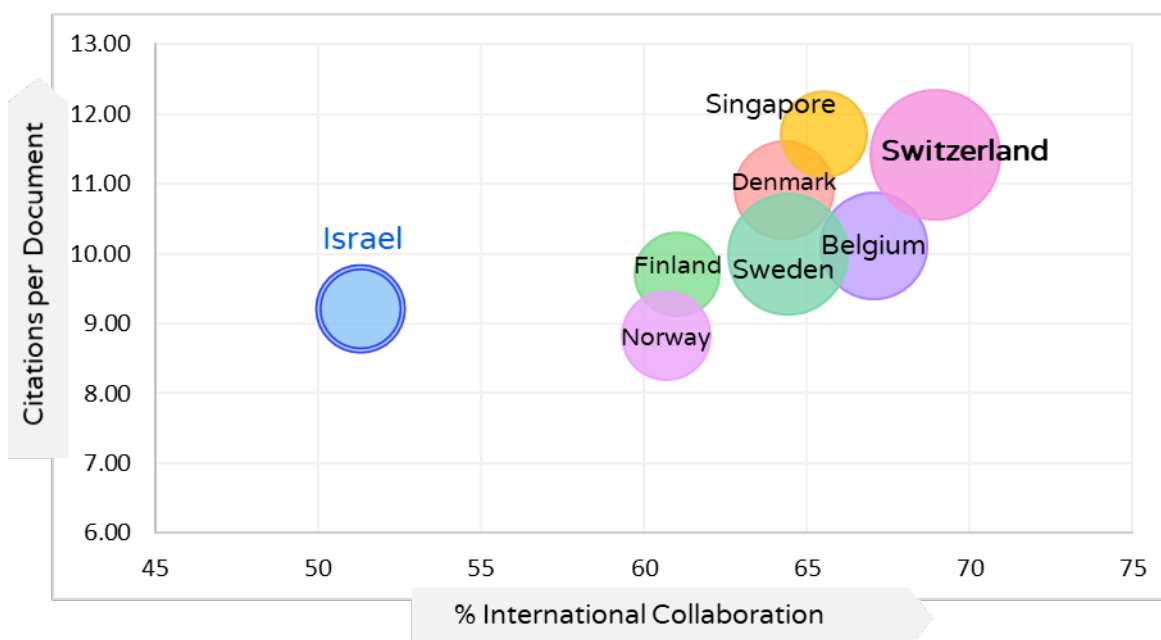
שיעור השת"פ הבינלאומי במחקרים מדעיים עשוי להשפיע על מספר המאמרים של מדינה היות ופרסומים הנכתבים במסגרת קבוצות מחקר בינלאומיות נספרים עבור כל אחת מהמדינות של מחברי המאמר. באיור 2 ניתן לראות ש-6 מתוך 7 המדינות ששיעור השת"פ הבינלאומי שלהן גבוה מזה של ישראל (איור 5), גם מדורגות גבוה מישראל במספר הפרסומים המדעיים, למרות שאלו מדינות בעלות

אוכלוסיה בגודל דומה לזה של מדינת ישראל. שיתוף פעולה בינלאומי עשוי להשפיע גם על מספר הציטוטים של פרסומים.

מחקר¹³ שפורסם ב-2020 אישש תוצאות של מחקרים קודמים שקבעו כי מאמרים הנכתבים בשת"פ של מחברים ממדינות שונות עשויים לזכות במספר גבוה יותר של ציטוטים. באיור 6 מוצג שיעור הפרסומים שנכתבו בשת"פ בינלאומי (של ישראל ומדינות בנות השוואה) ביחס למספר הפרסומים וממוצע הציטוטים לפרסום.

ניתן לראות כי לישראל שיעור נמוך של פרסומים שנכתבו בשת"פ בינלאומי, וגם ממוצע הציטוטים לפרסומים ישראלים נמוך בהשוואה למדינות היחס. תוצאות אלו ממשיכות את המגמה שהוצגה בדוח הקודם של סידרת מחקרים זו⁶; השינוי המשמעותי הוא של סינגפור שעקפה את שווייץ ועלתה למקום הראשון בדירוג לפי ממוצע ציטוטים לפרסום בתקופה שנבדקה (מבין מדינות היחס).

איור 6: שיעור השת"פ הבינלאומי בפרסומים מדעיים, ביחס למספר הפרסומים וממוצע הציטוטים לפרסום¹⁴ – ישראל בהשוואה למדינות נבחרות, 2018¹⁵



* גודל העיגול מייצג את מספר הפרסומים של כל מדינה

באיור 7 ניתן לראות את 30 המדינות המובילות בפרסומים משותפים עם ישראל במהלך השנים 2018-2020. רשימת עשרים המדינות הראשונות דומה לתוצאות שהוצגו בדוח הקודם. הודו עלתה מהמקום ה-19 ב-2016-2018 למקום ה-15 ב-2018-2020.

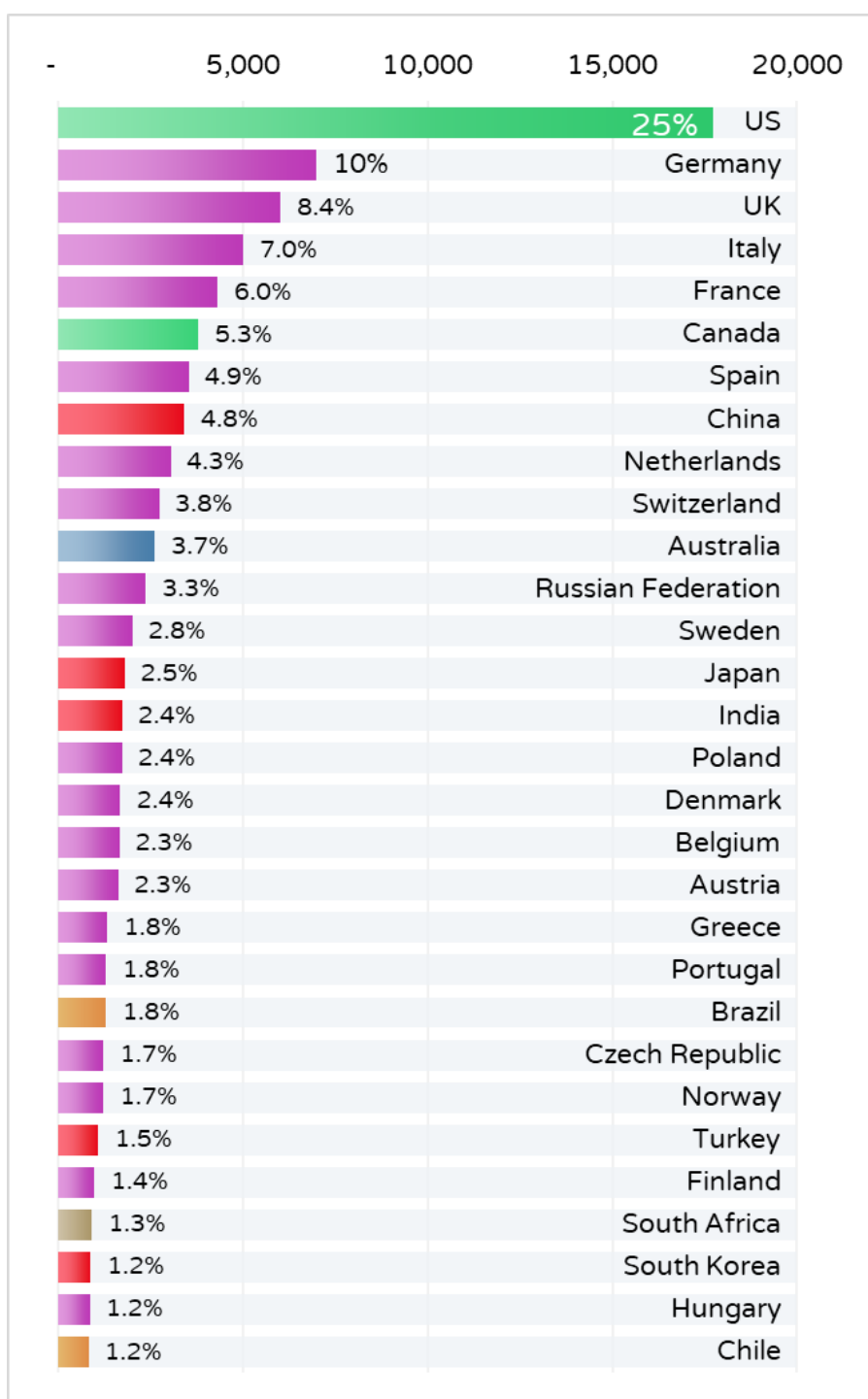
¹³ Schubert, A., & Schubert, G. (2020). Internationality at university level. *Scientometrics*, 123(3), 1341-1364.

¹⁴ Citations per Document: Average citations per document published during the source year, --i.e. citations in years X, X+1, X+2, X+3... to documents published during year X

ממוצע הציטוטים משתנה עם הזמן ולכן הגרף מציג את נתוני הציטוטים של מאמרים שפורסמו בשנה אחת - 2016 – כדי לאפשר השוואה תקפה

¹⁵ המקור לנתונים באיור זה: אתר [Scimago](https://scimago.in) המתבסס על נתוני מאגר Scopus

איור 7: דירוג המדינות המובילות בפרסומים משותפים עם ישראל¹⁶, 2018-2020

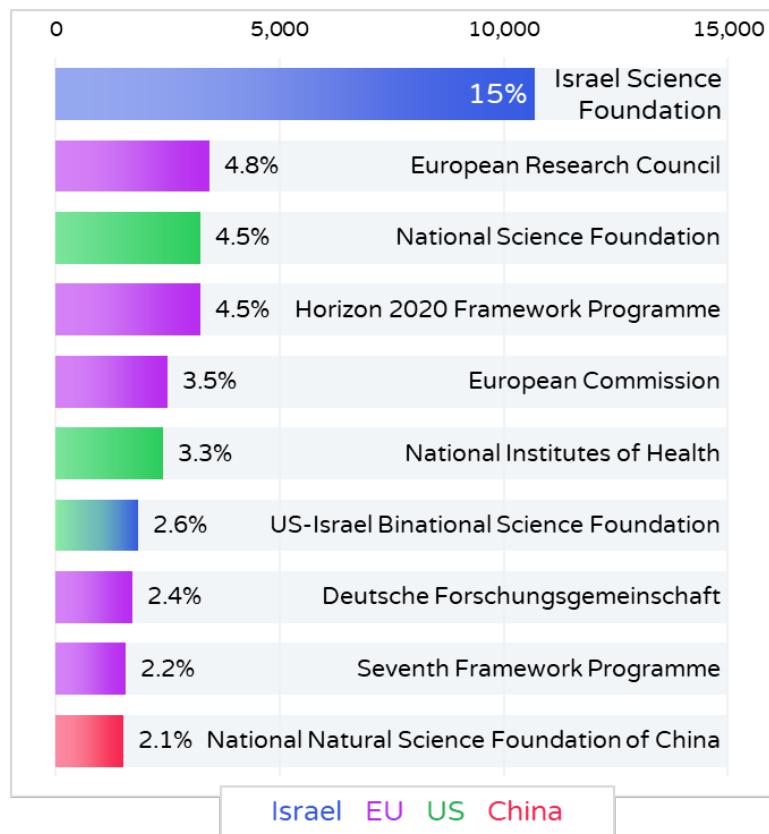


* האחוזים מציינים את שיעור המאמרים המשותפים עם המדינה מכלל הפרסומים הישראליים שנכתבו בשיתוף עם חוקרים מחו"ל בתקופה שנבדקה. מדינות מאותה יבשת – מסומנות בצבע זהה

¹⁶ מאמרים שנכתבו ע"י חוקרים ממספר מדינות נספרים עבור כל אחת מהמדינות ולכן סכום האחוזים גדול מ-100%

שיתוף פעולה עם חוקרים ממדינות אחרות מגדיל את היצע מקורות המימון ולכן עשוי לתרום למימון המחקר המדעי. איור 8 מציג את 10 הארגונים העיקריים שמופיעים ברשימות גופי המימון¹⁷ של מאמרים שנכתבו בהשתתפות מחברים מישראל בשנים 2018-2020. הקרן הלאומית למדע (ISF) השתתפה במימון של 15% מהפרסומים הישראלים בתקופה שנבדקה¹⁸; שאר גופי המימון בגרף מגיעים ממקורות זרים: ERC השתתפו במימון 4.8% מהפרסומים; NSF ו-H2020 – 4.5% כל אחת.

איור 8: דירוג גופי המימון העיקריים¹⁹ שתורמו למאמרים שנכתבו בהשתתפות חוקרים ישראלים בשנים 2018-2020



מדדי ציטוטים

ההשפעה המדעית של פרסומים נבחנת כיום בעיקר על סמך נתוני ציטוטים: באופן ישיר - ממוצע ציטוטים לפרסום; שיעור הפרסומים המצויים באחוזונים העליונים של הפרסומים המצוטטים ביותר, או באופן עקיף - שיעור הפרסומים שהופיעו בכתבי העת המובילים (שנקבעו כמובילים על פי מספר הציטוטים שהתקבלו עבור מאמרים שפורסמו בהם). מדדים אלה משמשים להערכת האוניברסיטאות בדירוגים הבינלאומיים ומכאן גם בקבלת החלטות של סטודנטים, חוקרים, מוסדות ומדינות.

¹⁷ חלק ניכר מהמאמרים זוכים למימון ממספר מקורות שונים; מאמרים שנכתבו במימון משותף של מספר ספונסרים - נספרים עבור כל אחד מהארגונים

¹⁸ המחקר להלן שפורסם ב-2011 מצא שחוקרים ממחלקות אקדמיות שקיבלו מענקים ממשלתיים היו פרודוקטיביים יותר מחוקרים במחלקות שלא קיבלו מימון ממשלתי

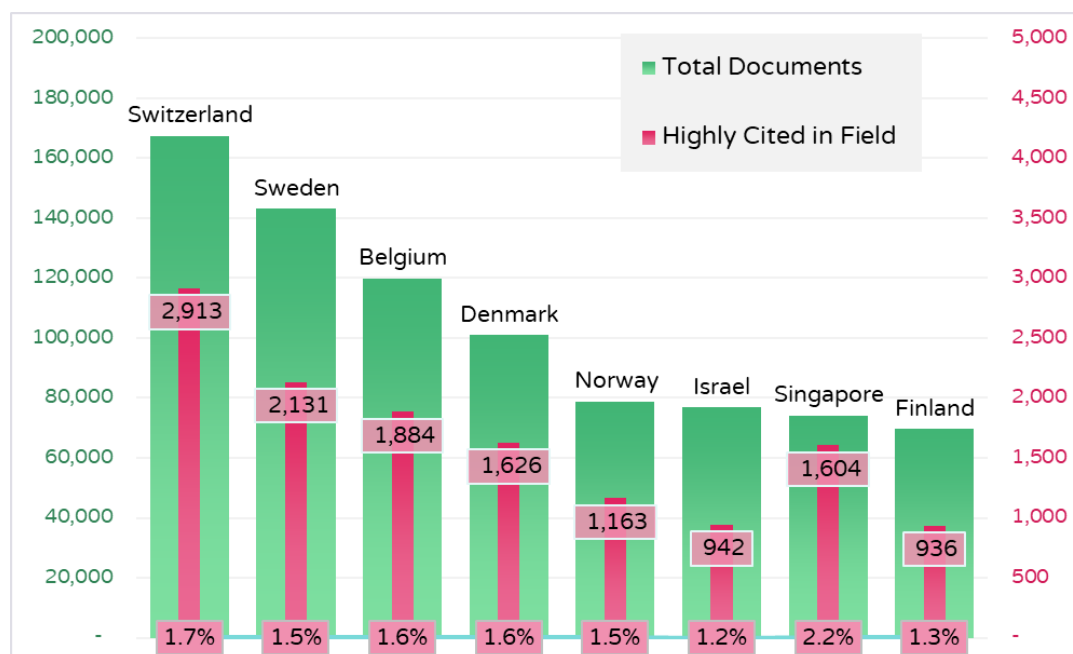
Pagel, P. S., & Hudetz, J. A. (2011). An analysis of scholarly productivity in United States academic anaesthesiologists by citation bibliometrics. *Anaesthesia*, 66(10), 873-878.

¹⁹ התפלגות גופי המימון על בסיס מספר הפרסומים לא בהכרח משקפת את התפלגות גובה ההשקעות

במהלך השנים עסקנו רבות במדדים הקשורים לציטוטים, ונוכחנו לדעת כי מספר הציטוטים הממוצע לפרסום עשוי להיות מושפע מגורמים כמו פרסום ב-Open Access ושיתוף פעולה בינלאומי במחקר²⁰.

איור 9 מציג את מספר המאמרים המוגדרים כמובילים במספר הציטוטים Highly Cited in Field²¹ של ישראל ושל מדינות נבחרות, בהשוואה למספר הפרסומים הכולל של כל מדינה. ישראל ממוקמת במקום ה-6 בדירוג לפי המספר של כלל המאמרים (מבין 8 המדינות שנבדקו) ובמקום ה-7 לפי מספר המאמרים המצוטטים ביותר (HCP); בבחינת שיעור ה-HCP מכלל פרסומי המדינה – ישראל מדורגת במקום השמיני עם 1.2%. תוצאות אלו דומות למגמה שהוצגה בדוח הקודם בסידרת פרסומים זו⁶. מעניין לראות ש-2.2% מהמאמרים של סינגפור הם HCP.

איור 9: מספר המאמרים המצוטטים ביותר - Highly Cited in Field²², ישראל בהשוואה למדינות נבחרות, 2018-2020



המקור לנתוני הפרסומים והציטוטים המוצגים באיור 10 עד איור 15 הינו Essential Science Indicators (ESI) של Clarivate. מאגר זה מכסה למעלה מ-11,000 כתבי-עת הנכללים ב-Web of Science Core Collection. חשוב לציין שמקור זה אינו כולל נתונים של פרסומים מכנסים – מה שעלול להשפיע על מדדים ביבליומטריים של תחומים שבהם חלק ניכר מהמאמרים מתפרסמים בכנסים, כמו מדעי המחשב והנדסה.

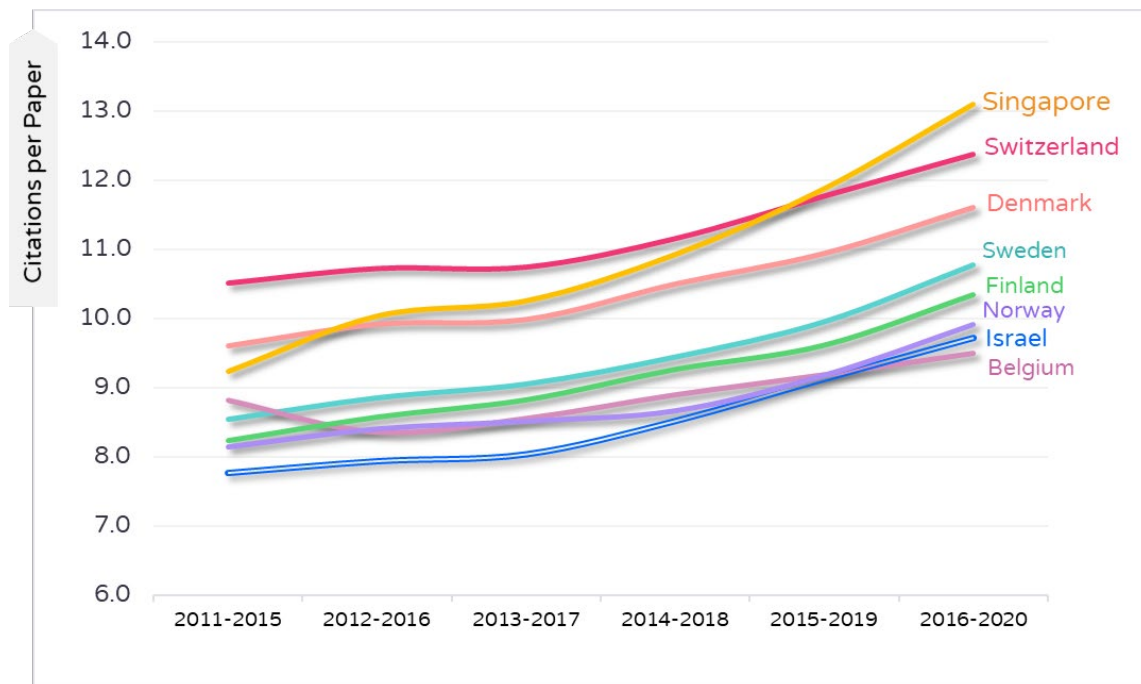
איור 10 מתאר את ממוצע הציטוטים לפרסום של ישראל ומדינות נבחרות בשנים 2011-2020. ניתן לראות כי בכל המדינות המוצגות בגרף יש עליה במדד זה. סינגפור עקפה את שווייץ במדד זה בזכות עליה של 42% במהלך העשור; לנורווגיה ופינלנד – עליה של 26%, ישראל – 25%, נורווגיה – 22%, דנמרק – 21%, שווייץ – 18%, בלגיה – 8%.

²⁰ ג' דפנה, לביד נעה, ברזני אלה. תפוקות מחקר ופיתוח בישראל - פרסומים מדעיים, 2018. חיפה, ישראל. מוסד שמואל נאמן

²¹ Web of Science defines highly cited papers as papers that "received enough citations to place [them] in the top 1% of the academic field based on a highly cited threshold for the field and publication year" (source)

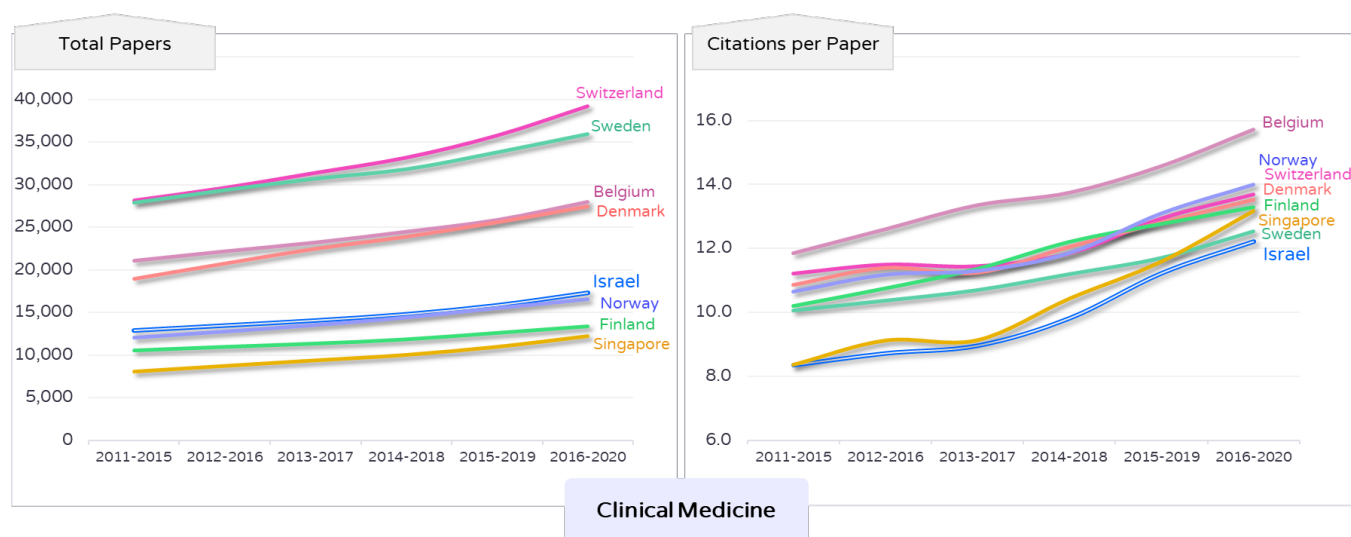
²² המקור לנתונים: Web of Science

איור 10: השינוי בממוצע הציטוטים לפרסום - ישראל בהשוואה למדינות נבחרות, 2011-2020²³

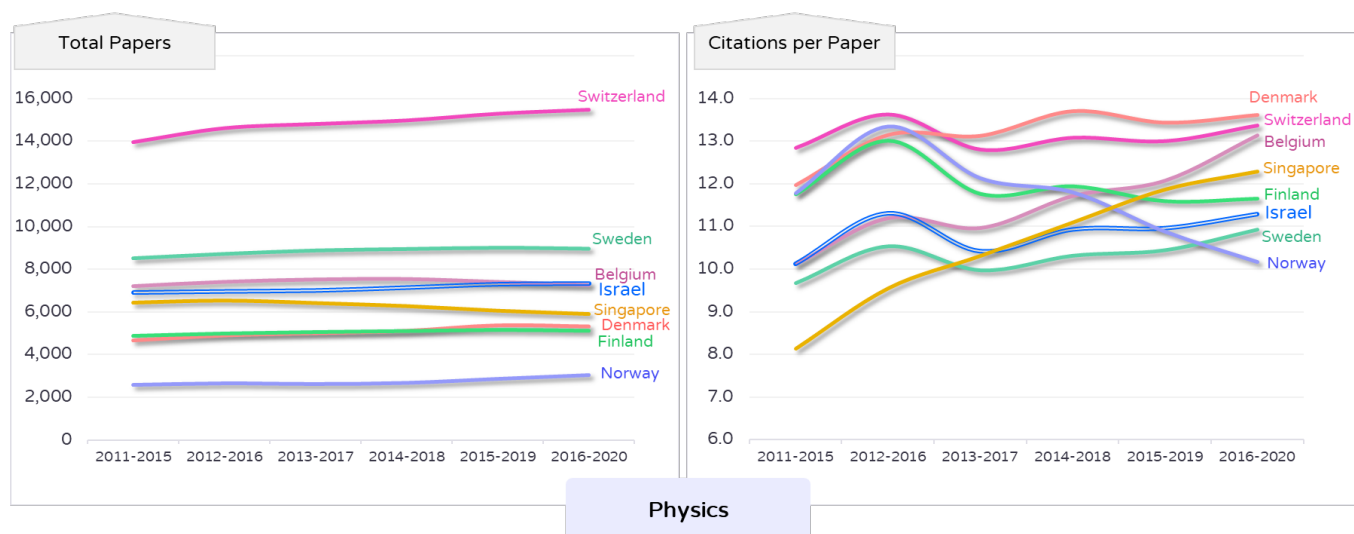


באיורים הבאים (איור 11-איור 15) מתואר השינוי במספר הפרסומים וממוצע הציטוטים לפרסום בתחומי מחקר נבחרים. ניתן לראות את העלייה המתונה במספר הפרסומים ובממוצע הציטוטים (Citations per Paper) של פרסומי ישראל בהשוואה למדינות היחוס.

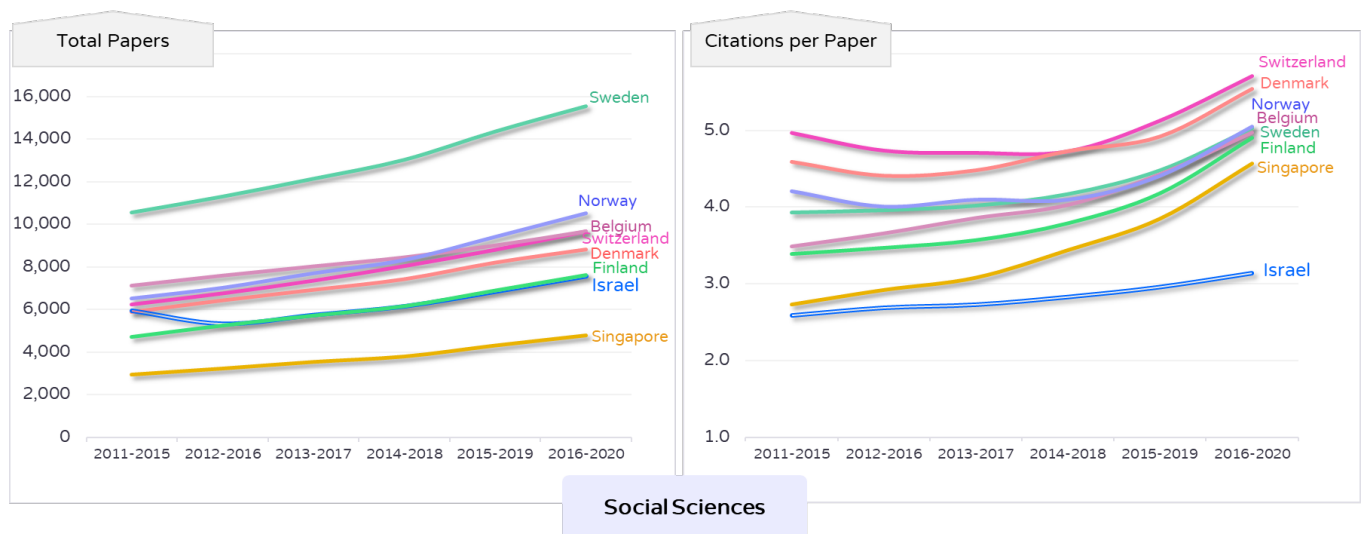
איור 11: Clinical Medicine - השינוי במספר המאמרים וממוצע הציטוטים לפרסום - ישראל
בהשוואה למדינות נבחרות, 2011-2020²³



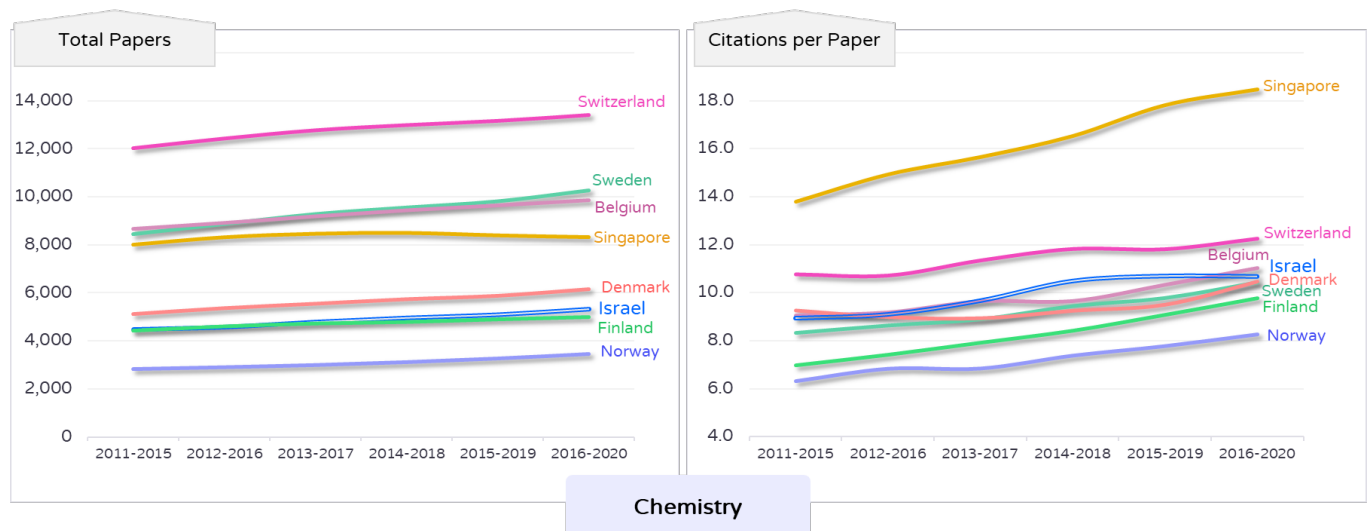
איור 12: Physics - השינוי במספר המאמרים וממוצע הציטוטים לפרסום - ישראל
למדינות נבחרות, 2011-2020²³



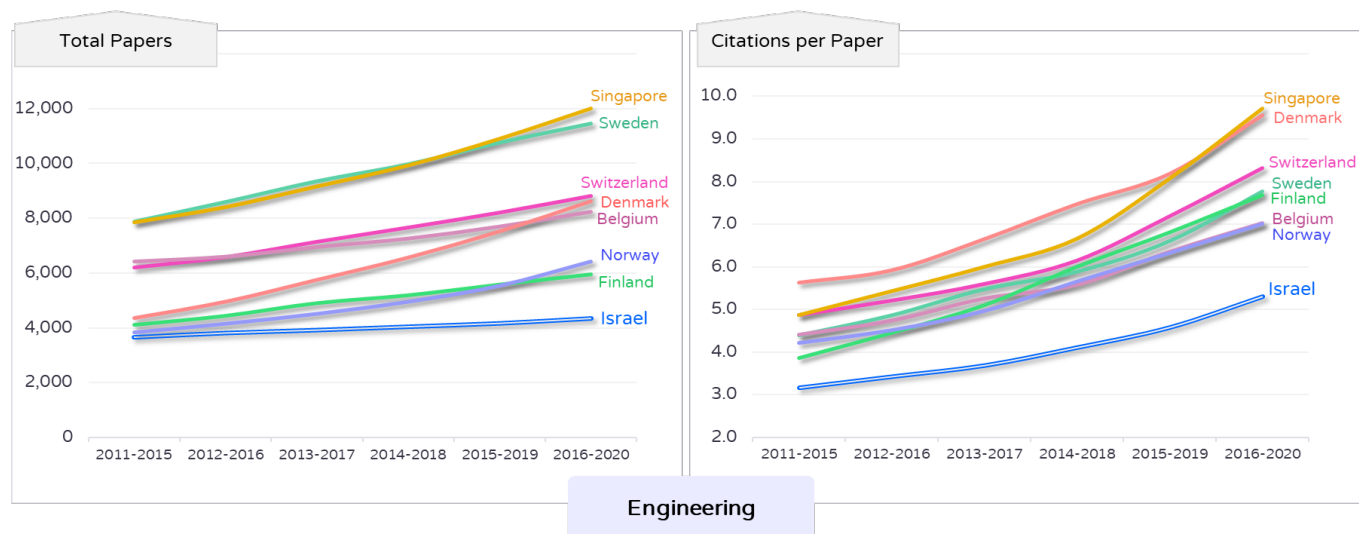
איור 13: Social Sciences, General - השינוי במספר המאמרים וממוצע הציטוטים לפרסום -
 ישראל בהשוואה למדינות נבחרות, 2011-2020²³



איור 14: Chemistry - השינוי במספר המאמרים וממוצע הציטוטים לפרסום - ישראל בהשוואה
 למדינות נבחרות, 2011-2020²³



איור 15: Engineering - השינוי במספר המאמרים ומוצע הציטוטים לפרסום - ישראל בהשוואה למדינות נבחרות, 2011-2020²³



בשנים האחרונות גופים ממשלתיים וקרנות מימון מחפשים מדדים נוספים שיסייעו להערכת התרומה של המחקר המדעי לחברה, מעבר למדדים הביבליומטריים שמשקפים באופן חלקי את המצוינות האקדמית³. המדדים האלטרנטיביים נקראים אלטמטריקס (altmetrics) ומתבססים על נתוני שימוש דיגיטליים בפרסומים מדעיים במגוון של מקורות:

- רשתות חברתיות כמו טוויטר ופייסבוק
- תוכנות לניהול ביבליוגרפיה כמו Mendeley ו- ResearchGate
- בלוגים אקדמיים
- דיווחים מדעיים בעיתונות היומית ובתכניות החדשות

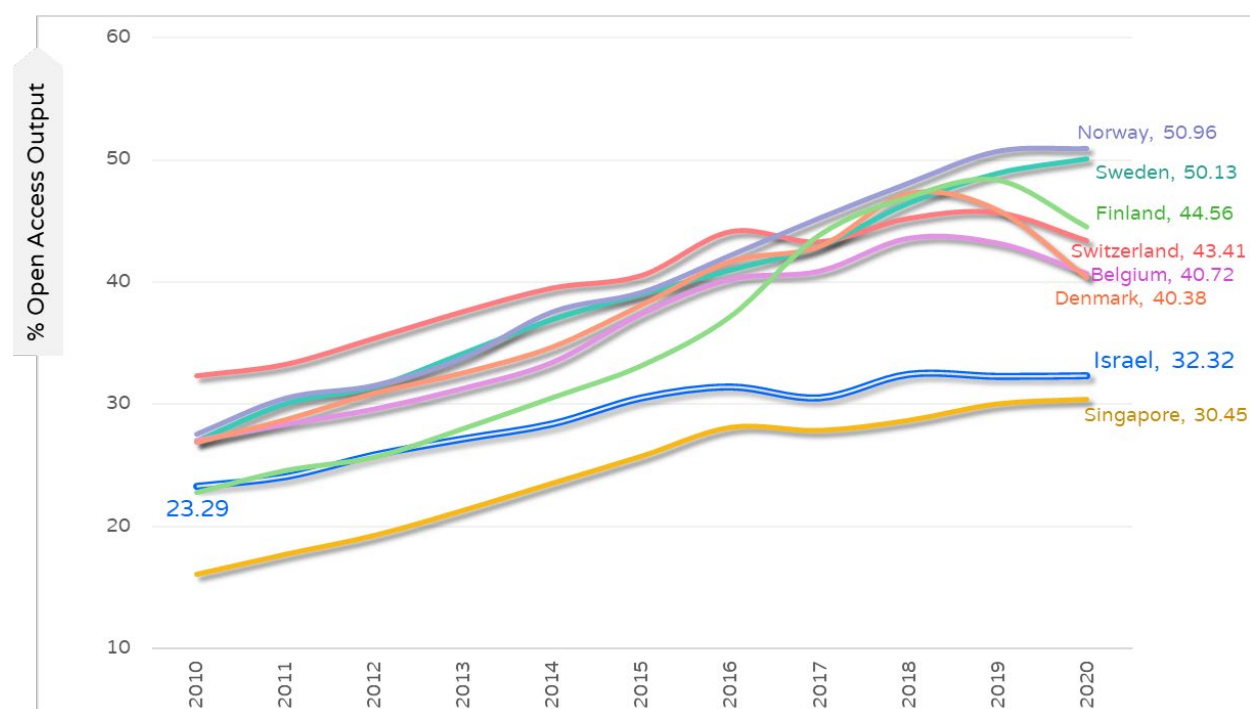
מחקרים אמפיריים שבחנו את המשמעות שניתן לייחס לאלטמטריקס עסקו, בין היתר, בשאלה מה בדיוק נמדד באמצעות מדדים אלו. רוב החוקרים הגיעו למסקנה שהאלטמטריקס משקפים בעיקר תשומת לב ועניין ציבורי בתחומים נבחרים, יותר מאשר השפעה מדעית.

פרסום ב-Open Access

פרסום ב-Open Access (OA) כולל תפוקות מחקר שמתפרסמות במקורות מקוונים ושניתן להוריד אותן ללא תשלום. המקורות כוללים מאמרים מכתבי-עת אקדמיים שפיטים (peer-reviewed) וכולו שאינם שפיטים, מאמרים מכנסים (Proceedings), פרקים מספרים, תזות ועוד.

איור 16 מתאר את השינוי בשיעור ה-OA בפרסומים מדעיים של ישראל בהשוואה למדינות נבחרות במהלך העשור החולף. נורווגיה, שוודיה ופינלנד מובילות בשיעור המאמרים שפורסמו ב-OA (מבין המדינות שנבדקו). בפינלנד ניתן לראות את הצמיחה הגבוהה ביותר בשיעור ה-OA בתקופה שנבדקה – 95%, אחריה סינגפור – עם עליה של 89%; שוודיה – 86%; נורווגיה – 85%; לישראל – עליה של 39% בשיעור ה-OA במהלך העשור.

איור 16: שיעור המאמרים המתפרסמים ב-Open Access – ישראל בהשוואה למדינות נבחרות,
24 2010-2020



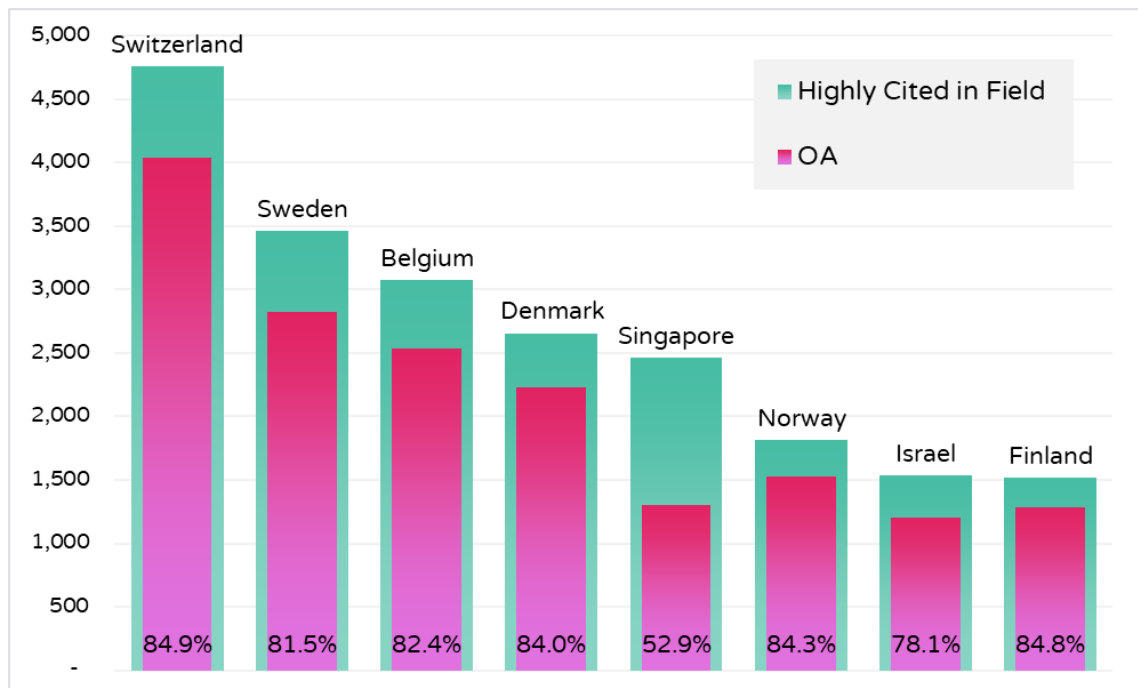
במחקר²⁵ שפורסם ב-2016 נמצא כי מאמרים שמתפרסמים ב-OA זוכים למספר ציטוטים גבוה יחסית - יתרון שהוגדר כ- Open Access Citation Advantage (OACA). מחקר²⁶ מאוחר יותר (2021) דן בקושי למדוד את ההשפעה של OA על מספר הציטוטים היות ומדובר בתהליך דינמי: ישנם מאמרים שמתפרסמים תחילה בכתבי-עת שזמינים למנויים בלבד, ובהמשך – עוברים לסטטוס של OA, כך שלא ניתן להעריך בצורה מדויקת מה תרומת ה-OA למספר הציטוטים.

איור 17 מתאר את שיעור ה-OA מתוך המאמרים המצוטטים ביותר (HCP) במהלך השנים 2016-2020. בממוצע על נתוני המדינות בגרף – 80% מהמאמרים המצוטטים ביותר בתקופה שנבדקה פורסמו ב-OA.

²⁴ המקור למספר המאמרים - מאגר Scopus; המקור לממוצע הציטוטים – אתר Scimago

²⁵ Tennant, J. P., Waldner, F., Jacques, D. C., Masuzzo, P., Collister, L. B., & Hartgerink, C. H. (2016). The academic, economic and societal impacts of Open Access: an evidence-based review. F1000Research, 5

²⁶ Basson, I., Blanckenberg, J. P., & Prozesky, H. (2021). Do open access journal articles experience a citation advantage? Results and methodological reflections of an application of multiple measures to an analysis by WoS subject areas. Scientometrics, 126(1), 459-484.



התפלגות הפרסומים לפי תחומי מחקר

מדרג תחומי המחקר מתאר את שיעור הפרסומים בכל שטח מדעי מכלל פרסומי המדינה. שיעור זה מושפע מהקצאת משאבים ומתרבות המחקר, מאפייני הפרסומים והציטוטים בכל תחום מדעי. חשוב לציין כי מדרג התחומים אינו מצביע על השפעה מדעית של המחקר בשטח כלשהו או על רמת המחקר במדינה, וכי קיימת חפיפה בין תחומים היות ומאמר יכול להיות מסווג למספר קטגוריות. מאגר המידע סקופוס מסווג את הפרסומים לתחומי המחקר בהתאם לכתבי העת בהם פורסמו וכולל סיווג ל-27 תחומי מדע ראשיים, שכל אחד מהם מורכב ממספר תתי שטחים (בסך הכל יש כ-330 תתי שטחים)²⁸.

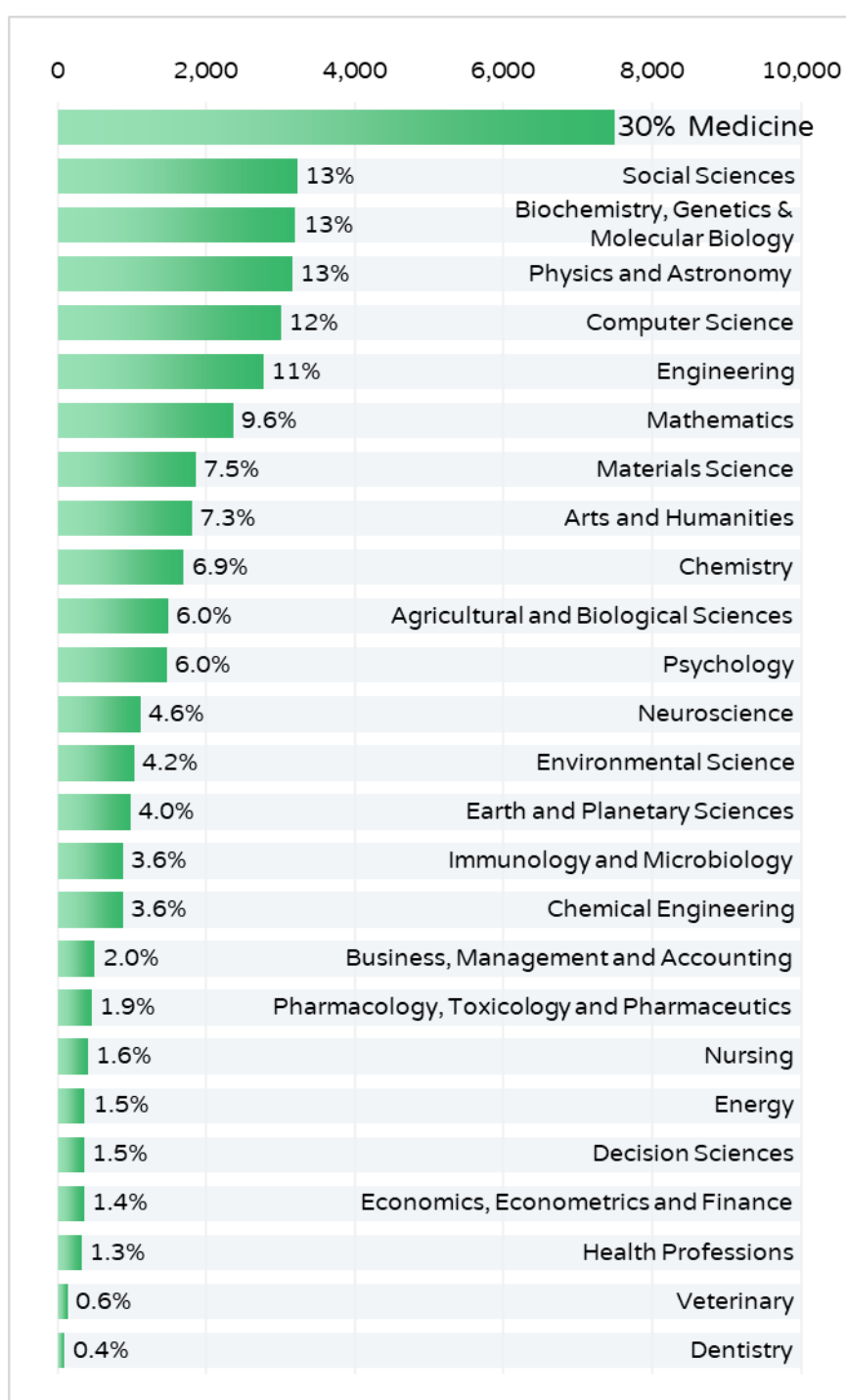
איור 18 מציג את מדרג תחומי המחקר של הפרסומים הישראליים ב-2020. דירוג תחומי המחקר דומה לתוצאות שהתקבלו בבדיקה הקודמת שנעשתה על נתוני 2018⁶. כ-30% מהפרסומים המדעיים שנכתבו בהשתתפות חוקרים ישראלים עוסקים ברפואה (בהשוואה ל-26% בעולם). באופן כללי, נמצא שהקטגוריות של מדעי החיים מובילות מבחינת הביצועים של תפוקות המחקר (בהשוואה לתחומים אחרים)⁴. התפלגות שאר תחומי המחקר בישראל דומה להתפלגות העולמית עם מספר הבדלים בולטים: שיעור הפרסומים העולמיים בהנדסה כפול מהשיעור הישראלי (21% בעולם – לעומת 11% בישראל); באופן דומה, שיעור הפרסומים העולמיים במדעי הסביבה כפול מהנתון הישראלי (8% בעולם – לעומת 4% בישראל).

מבחינת התרומה של הפרסומים הישראליים למספר הפרסומים בעולם - התוצאות הגבוהות ביותר התקבלו עבור התחומים של Psychology - 1.7%, Neuroscience - 1.3%, ו-Arts and Humanities - 1.2% (תרומת הפרסומים הישראליים לכלל פרסומי העולם עומדת על 0.77% ב-2020).

²⁷ המקור לנתונים: Web of Science

²⁸ חשוב לציין כי לפי השיטה הנהוגה במאגר Scopus מאמר יכול להיות מסווג למספר תחומים בהתאם לסיווג של כתב-העת בו הוא מופיע

איור 18: התפלגות הפרסומים המדעיים לפי תחומי מחקר, 2020



* האחוזים מציינים את שיעור הפרסומים בכל תחום מכלל פרסומי ישראל בשנה שנבדקה

למעלה מ-83% מהפרסומים הישראליים בשנים 2016-2020 נכתבו בהשתתפות חוקרים מהאוניברסיטאות הישראליות. מספר הפרסומים הישראליים גדל פי 2.3 במהלך שני העשורים החולפים, אולם עליה זו מתונה ביחס לעליה בעולם בכלל, ובמזרח התיכון בפרט. לישראל – עליה של 23% בשיעור השת"פ הבינלאומי במהלך העשור החולף; כרבע מהמאמרים הישראליים נכתבו בשת"פ עם חוקרים מארה"ב. ממוצע הציטוטים לפרסומים ישראליים עלה ב-25% במהלך העשור החולף. שיעור הפרסומים הישראליים ב-Open Access עלה ב-39% באותה תקופה.

ישראל מציגה עליה במדדי ההשפעה המדעית, אולם זו אינה מדביקה את קצב העליה במדינות אחרות. תופעה זו נובעת הן מגורמים פנימיים של ישראל (שיעור צמיחה אקדמי נמוך), והן מגורמים עולמיים (צמיחה תלולה במספר הפרסומים בכלל, ובמדינות מתפתחות בפרט).

בהשוואה בינלאומית נמצא כי מדינות המציגות מיצוב מדעי גבוה של פרסומיהן במדדי פריון והשפעה מדעית הן מדינות בהן שיעור גבוה מפרסומי המדינה נכתב בשותפות עם חוקרים ממדינות אחרות.

פרק 2: מאפייני הפרסומים הישראליים המצוטטים ביותר

נתוני HCP²⁹ / Highly Cited in Field כוללים מאמרים שזכו למספר גבוה במיוחד של ציטוטים ומשמשים כמדד להערכת המצוינות של תפוקות מחקר. בפרק זה נציג מאפיינים של HCP שנכתבו בהשתתפות חוקרים ישראלים במהלך העשור החולף.

תקציר התוצאות

- 86% מה-HCP הישראליים שפורסמו במהלך העשור החולף נכתבו בשיתוף פעולה עם חוקרים ממדינות אחרות
- כ-65% מהמאמרים הישראליים המצוטטים ביותר בתקופה זו פורסמו במקורות פתוחים (Open Access)
- 29% מה-HCP הישראליים פורסמו בכתבי-עת העוסקים ברפואה קלינית, 12.7% בפיזיקה, 6.9% בביולוגיה מולקולרית וגנטיקה
- האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים מופיעה ברשימת גופי המימון של 21% מה-HCP הישראליים בתקופה זו

רקע

מדד HCP / Highly Cited Papers נחשב לאחד האינדיקטורים המקובלים להערכת מצוינות מדעית³⁰. המדד מתבסס על נתוני מאגר Web of Science של Clarivate ומאפשר השוואת ביצועי מחקר ברמה של חוקרים, מוסדות אקדמיים ומדינות. החשיבות של מדד HCP עלתה בשנים האחרונות לאחר שעורכי דירוגים בינלאומיים של אוניברסיטאות (כמו דירוג שנחאי ודירוג ליידן) החלו להשתמש בנתוני HCP כחלק מחישוב ציוני האוניברסיטאות בדירוג.

מספר הציטוטים עשוי להצביע על מידת התועלת (usefulness) של המחקר שמתואר במאמר³¹. מרבית המאמרים המדעיים אינם מצוטטים, או שהם זוכים למספר נמוך יחסית של ציטוטים³⁰; רק חלק קטן מהמאמרים זוכה למספר גבוה של ציטוטים. הגדרת HCP לפי ESI / Clarivate מתייחסת למאמרים שקיבלו מספר ציטוטים גבוה שממקם אותם בין 1% המאמרים המצוטטים ביותר ביחס לתחום המחקר ולשנת הפרסום שלהם. החלוקה של ESI כוללת 22 תחומי מחקר שנקבעים ע"י הנושא של כתבי-העת בהם מתפרסמים המאמרים.

במחקרים קודמים³⁰ שבחנו נתוני HCP נמצא כי המאמרים המצוטטים ביותר מתאפיינים לרוב במספר גבוה של מחברים (Multi-authorship), נכתבים בשיתוף פעולה בינלאומי, מתפרסמים בכתבי-עת מובילים מבחינת האימפקט פקטור שלהם וכוללים שיעור גבוה של מאמרי סקירה (review articles). בפרק זה נבדוק את מאפייני המאמרים המצוטטים ביותר שנכתבו בהשתתפות של חוקרים ישראלים.

²⁹ HCP משמש קיצור ל-Highly Cited Papers

³⁰ Krajna, T., & Petrak, J. (2019). Croatian Highly Cited Papers. Interdisciplinary Description of Complex Systems: INDECS, 17(3-B), 684-696.

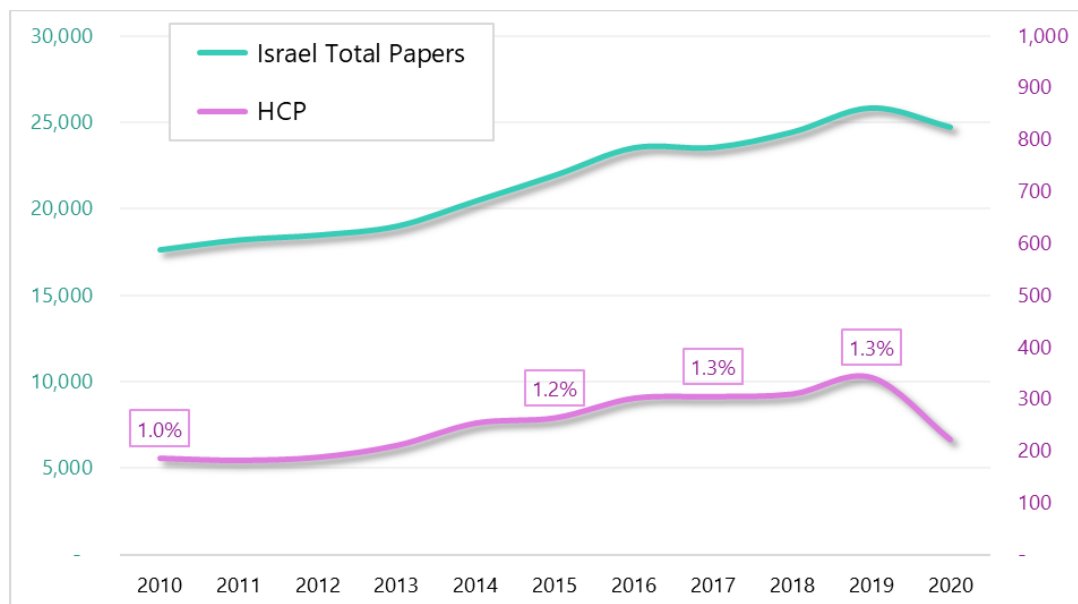
³¹ Bornmann, L., & Tekles, A. (2019). Productivity does not equal usefulness. Scientometrics, 118(2), 705-707.

במהלך העשור החולף מספר המאמרים המצוטטים ביותר (HCP) שכוללים לפחות מחבר אחד עם כתובת ישראלית היה 2,755³². ב-30% ממאמרים אלו המחבר הראשי (corresponding author) היה ישראלי.

המאמר המצוטט ביותר³³ בקבוצה זו עוסק בגנומיקה, פורסם ב-2011 וקיבל 9,150 ציטוטים עד כה; בקצה השני (של קבוצת ה-HCP הישראלים) - נמצא מאמר³⁴ בנושא Plant Biology שפורסם בפברואר 2020 וזכה ל-8 ציטוטים.

איור 19 מציג את השינוי בשיעור ה-HCP מכלל הפרסומים המדעיים של ישראל במהלך תקופה זו. בשנים 2015-2019 שיעור זה עמד בממוצע על 1.3%, בהשוואה ל-1.0% בתחילת העשור. שיעור הצמיחה במספר מאמרי HCP בשנים 2010-2019 היה גבוה משיעור הצמיחה בכלל פרסומי ישראל (84% לעומת 46%, בהתאמה).

איור 19: השינוי בשיעור המאמרים הישראלים המצוטטים ביותר (HCP) מכלל הפרסומים המדעיים³⁵ של ישראל במהלך העשור החולף



* יתכן שהנתונים ל-2020 אינם סופיים

איור 19 מפרט את דירוג המדינות לפי HCP ב-2019. ישראל מדורגת במקום ה-26 מתחת למדינות בנות השוואה כמו שווייץ, שוודיה, בלגיה, דנמרק, סינגפור, נורווגיה (ומעל פינלנד).

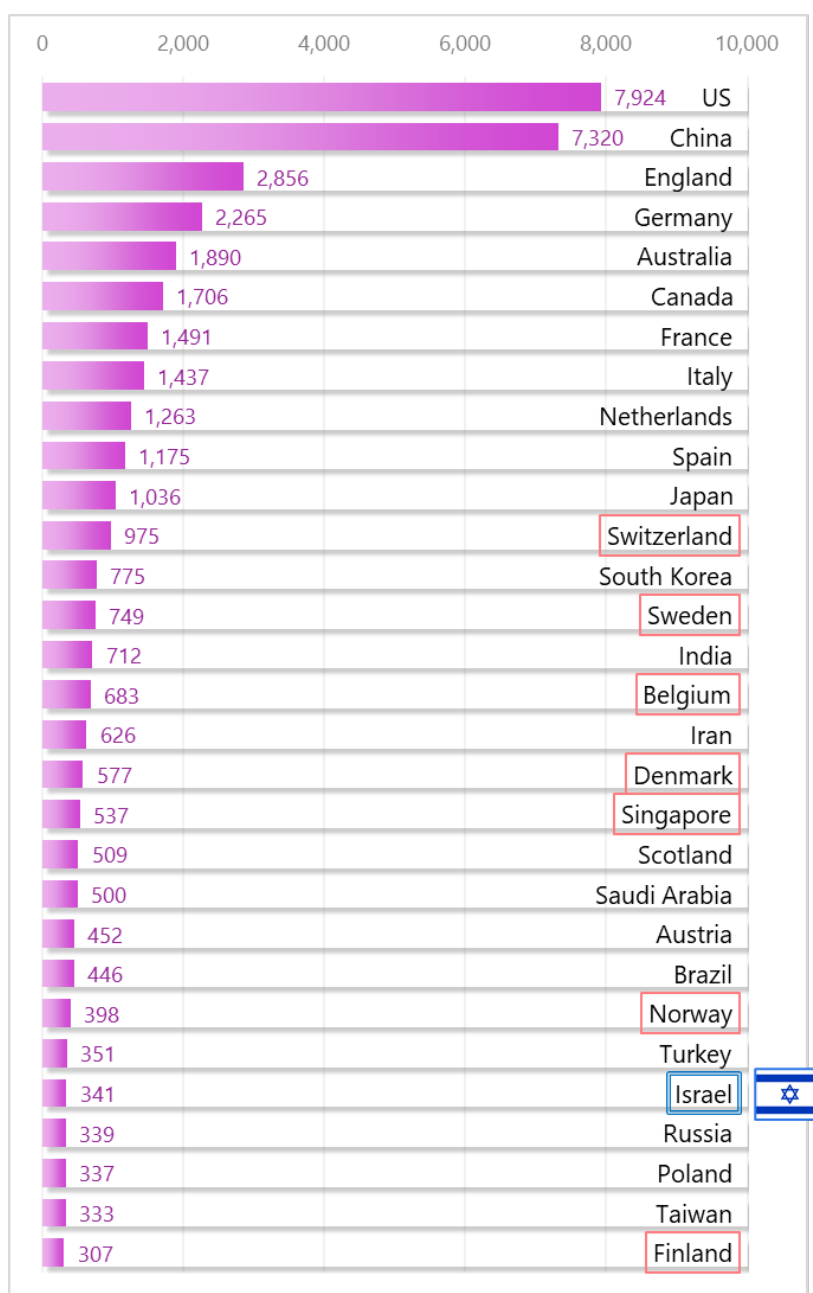
³² נכון למועד ביצוע הבדיקה במרץ 2021

³³ Grabherr, M. G., Haas, B. J., Yassour, M., Levin, J. Z., Thompson, D. A., Amit, I., ... & Regev, A. (2011). Full-length transcriptome assembly from RNA-Seq data without a reference genome. *Nature biotechnology*, 29(7), 644.

³⁴ Ackerman-Lavert, M., & Savaldi-Goldstein, S. (2020). Growth models from a brassinosteroid perspective. *Current opinion in plant biology*, 53, 90-97.

³⁵ המקור לנתונים בפרק זה: מאגר Web of Science של Clarivate

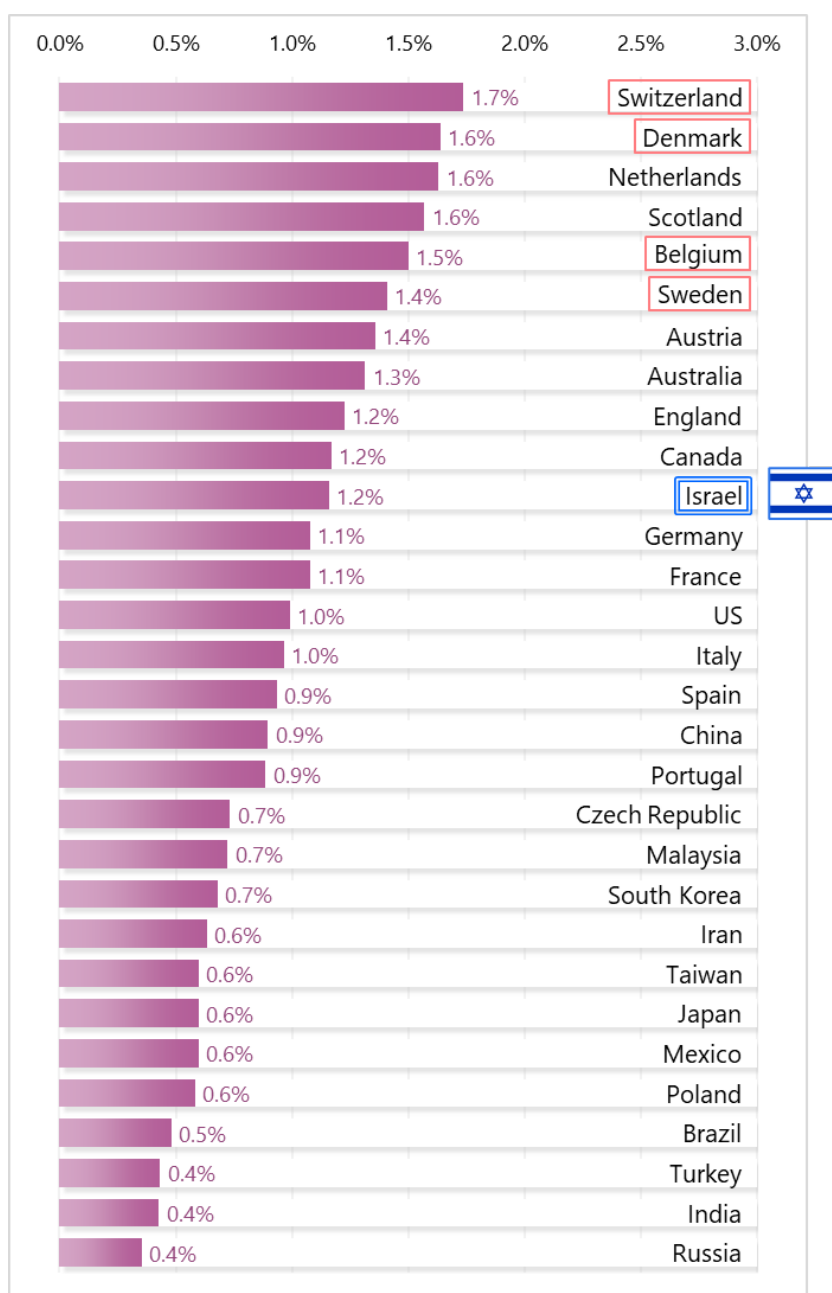
איור 20: דירוג המדינות לפי מספר HCP ב-2019



* מסומנות באדום מדינות בנות השוואה שגודל האוכלוסייה שלהן דומה לזה של ישראל

איור 21 מציג את דירוג המדינות לפי שיעור ה-HCP מכלל פרסומי המדינה בשנים 2010-2020 מבין 30 המדינות המובילות במספר הפרסומים בתקופה זו. שווייץ מובילה את הדירוג עם 1.7%, אחריה דנמרק, הולנד וסקוטלנד עם 1.6%; ישראל מדורגת במקום ה-11 עם שיעור של 1.2% במהלך העשור החולף.

איור 21: דירוג המדינות לפי שיעור HCP מכלל פרסומי המדינה בשנים 2010-2020

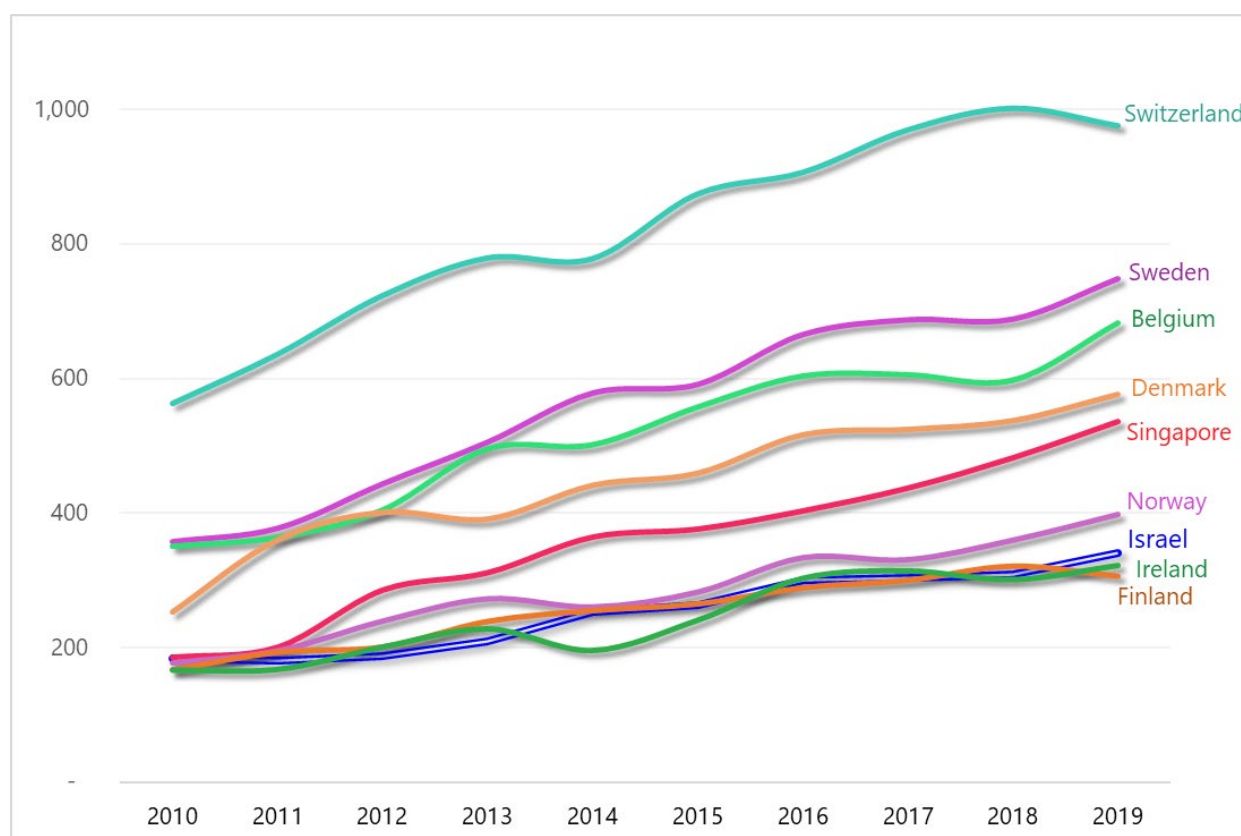


* דירוג זה כולל את 30 המדינות המובילות במספר הפרסומים בתקופה שנבדקה

איור 22 מתאר את השינוי במספר HCP של ישראל ומדינות בנות השוואה³⁶. ניתן לראות כי דירוג המדינות לפי HCP שומר על יציבות: הסדר ב-2010 דומה לסדר המדינות ב-2019. מספר HCP של מדינות הייחוס עלה בממוצע ב-108% במהלך השנים 2010-2019. מספר ה-HCP של סינגפור הוכפל פי 3 בתקופה זו.

³⁶ מדינות הדומות לישראל מבחינת גודל האוכלוסייה ומספר הפרסומים המדעיים

איור 22: השינוי במספר HCP שנתי - ישראל ומדינות בנות השוואה

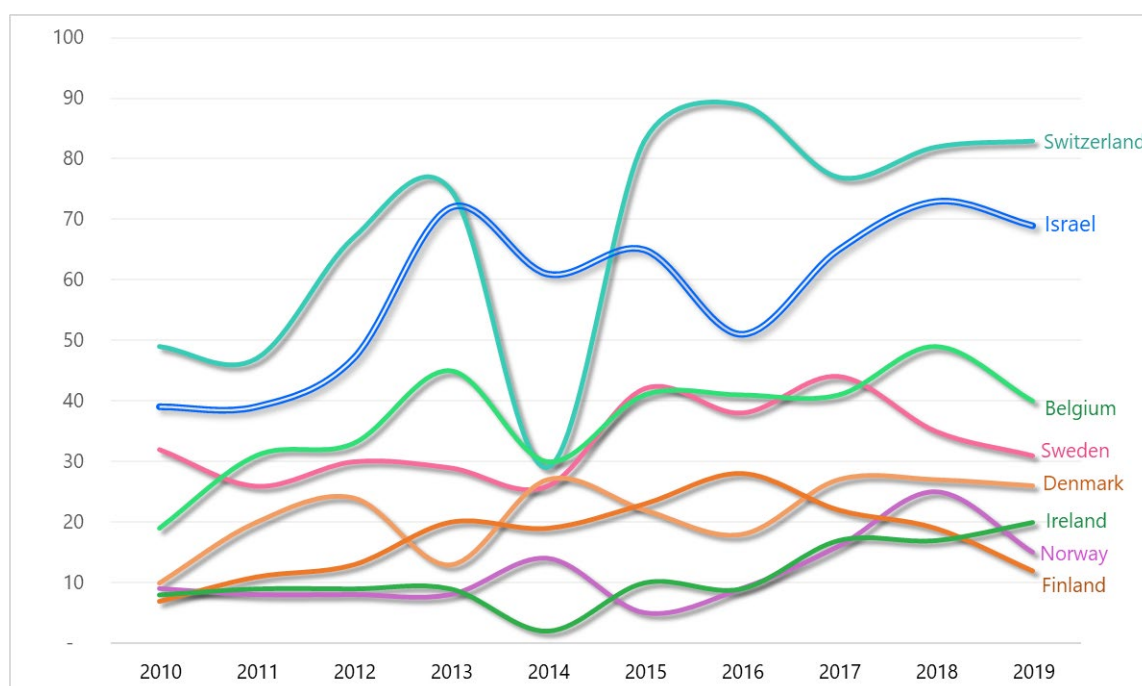


לצורך השוואה, בדקנו את מספר הזכיות במענק ERC - שמהווה מדד נוסף למצוינות מדעית. באיור 23 ניתן לראות את השינוי במספר הצעות המחקר של חוקרים ישראלים שזכו ב-ERC ביחס לנתוני מדינות הייחוס. שווייץ היא המדינה היחידה שהחוקרים שלה זכו במספר גבוה יותר של מענקי ERC מישראל (לאורך העשור); שאר מדינות הייחוס נמצאות הרחק מאחור. חשוב לזכור, כי ישראל אינה נמנית עם המדינות החברות באיחוד האירופי, אלא נחשבת כאחת המדינות הנלוות (³⁷ Associated countries), ולכן יש לה מעמד שונה בקבלת מענקי EU. חוקרים ישראלים זכו בתקופה זו ב-622 מענקי ERC, כמות המהווה בין חמישה לשבעה אחוזים מסך מקבלי ה-ERC.³⁸

³⁷ מדינה נלווית - מעמד המוענק למדינות שאינן חברות באיחוד האירופי אשר ניתנה להן אפשרות להשתתף בתכניות מסגרת האירופיות לאחר ניהול משא ומתן ותשלום עבור ההשתתפות. [החל מ-2017](#) רשימת המדינות הנלוות כוללת את ישראל, שווייץ, איסלנד, נורווגיה, אלבניה, בוסניה והרצגובינה, צפון מקדוניה, מונטנגרו, סרביה, תורכיה, מולדובה, איי פארו, אוקראינה, טוניס, גאורגיה וארמניה.

³⁸ מסגרות ERC כוללות ERC Starting Grants, ERC Consolidator Grants, ERC Advanced GRANTS, ERC Synergy Grants - Proof of Concept.

איור 23: השינוי במספר זכיות ERC - ישראל ומדינות בנות השוואה



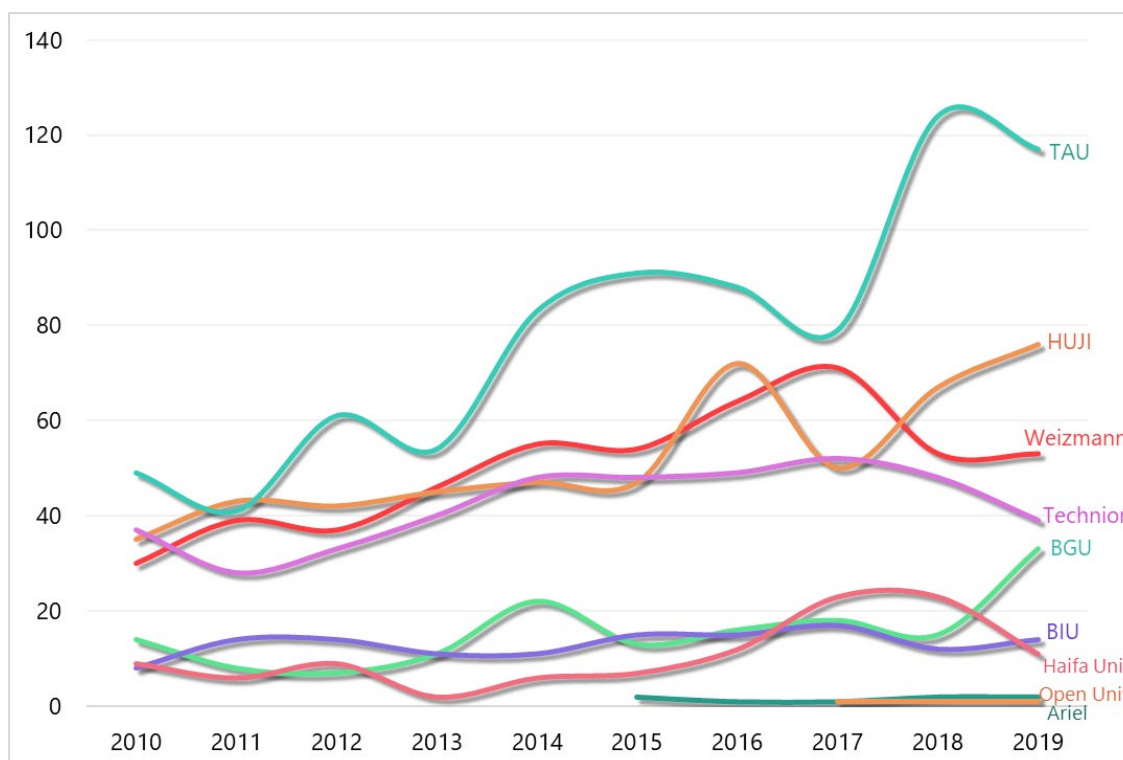
השוואה בין נתוני HCP (איור 22) לנתוני ERC (איור 23) של מדינות הייחוס מגלה שדירוג המדינות דומה, מלבד המיקום של ישראל שמשתנה משמעותית: מקום שביעי לפי HCP, לעומת מקום שני לפי ERC.

התפלגות HCP ישראלים לפי אוניברסיטאות

איור 24 מתאר את השינוי במספר HCP של האוניברסיטאות הישראליות במהלך השנים 2010-2019. אוניברסיטת ת"א מובילה במדד זה; אחריה – האוניברסיטה העברית, מכון ויצמן והטכניון³⁹. מספר ה-HCP של אוניברסיטת ת"א, האוניברסיטה העברית ואוניברסיטת בן-גוריון הוכפל במהלך העשור.

³⁹ חלק ניכר מהמאמרים של הטכניון מתפרסמים בכנסים בגלל האופי ההנדסי של המוסד, מה שעלול להשפיע על נתוני ה-HCP

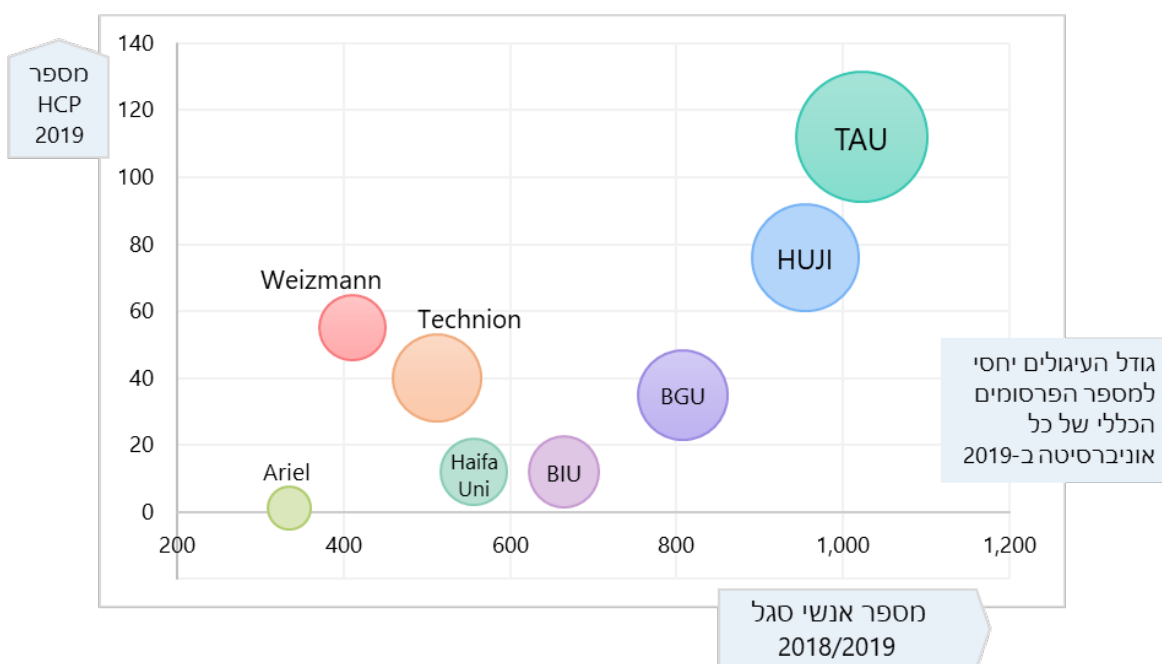
איור 24: השינוי בנתוני HCP ישראלים של אוניברסיטאות



איור 25 מתאר נתוני HCP של האוניברסיטאות הישראליות ב-2019 ביחס למספר אנשי סגל⁴⁰; גודל העיגולים מוסיף אינדיקציה לגבי מספר המאמרים הכולל של כל אוניברסיטה באותה שנה.

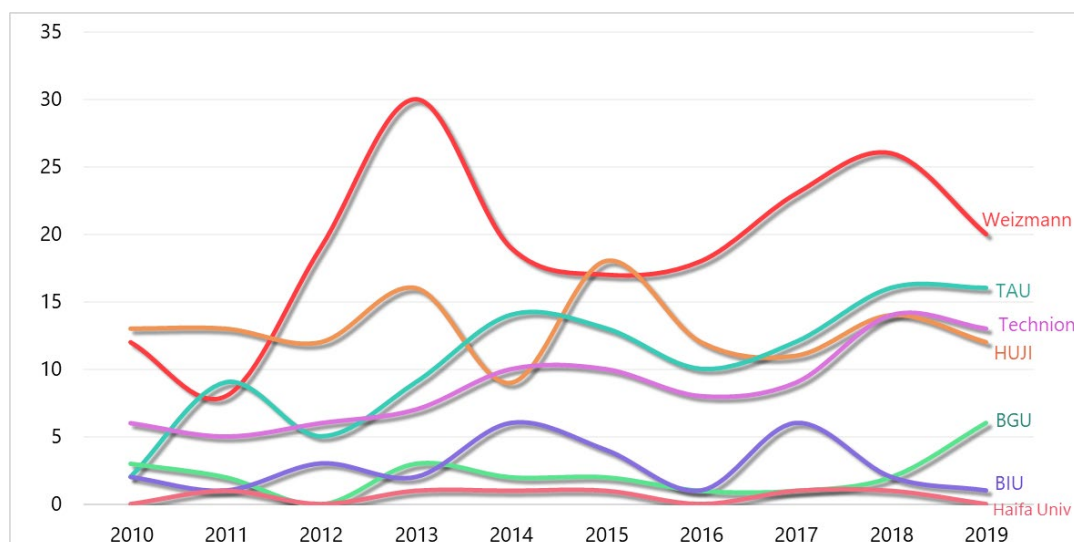
⁴⁰ מקור לנתוני אנשי סגל: ניתוח ההכנסה ממודל ההוראה והמחקר של ות"ת לחבר סגל אקדמי בכיר באוניברסיטאות תשע"ט-תש"ף (קישור)

איור 25: נתוני HCP של האוניברסיטאות הישראליות לעומת מספר אנשי סגל⁴¹ (2019)



לצורך השוואה, בדקנו את מספר הזכיות ב-ERC לפי אוניברסיטאות ישראליות. ניתן לראות שבמהלך רוב התקופה מכון ויצמן הוביל במספר הזכיות במענקי ERC ואחריו אוניברסיטת תל אביב, האוניברסיטה העברית והטכניון בסדר יורד (חוקרים מהאוניברסיטה הפתוחה ומאוניברסיטת אריאל לא זכו במענקי ERC בתקופה זו).

איור 26: השינוי במספר הזכיות במענקי ERC של אוניברסיטאות ישראליות



⁴¹ מקור לנתוני חברי סגל:

ניתוח ההכנסה ממודל ההוראה והמחקר של ות"ת לחבר סגל אקדמי בכיר באוניברסיטאות תשע"ט-תש"ף (קישור)

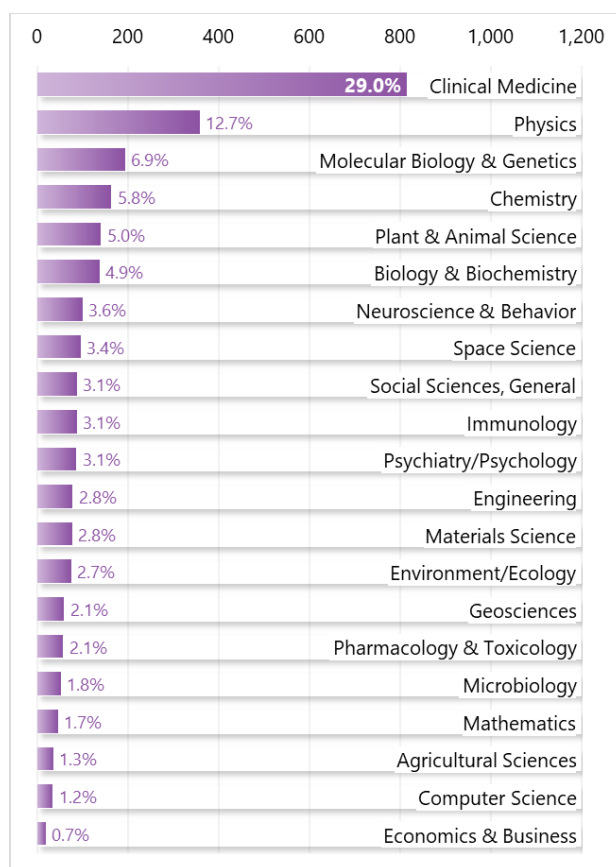
השוואה בין נתוני HCP (איור 24) לנתוני ERC (איור 26) של אוניברסיטאות ישראל מגלה שבשני המקרים מופיע הרכב דומה של 4 האוניברסיטאות שמובילות בשני המדדים לאורך העשור, אך בסדר שונה: אוניברסיטת ת"א, האוניברסיטה העברית, מכון ויצמן והטכניון.

תחומי המחקר של HCP ישראלים

כ-65% מהמאמרים הישראלים המצוטטים ביותר במהלך העשור החולף פורסמו במקורות פתוחים (Open Access). 77% מה-HCP הישראלים פורסמו בפורמט של מאמרים (article), 22% פורסמו כמאמרי סקירה (review), והשאר – פרקים מספרים⁴² ומאמרים מכנסים (proceedings papers).

איור 27 מפרט את התפלגות תחומי המחקר של ה-HCP הישראלים שפורסמו במהלך התקופה 2010-2020 על בסיס נתוני ESI⁴³ / Essential Science Indicators. 29% מה-HCP הישראלים פורסמו בכתבי-עת העוסקים ברפואה קלינית, 12.7% בפיזיקה, 6.9% בביולוגיה מולקולרית וגנטיקה⁴⁴. מעניין לציין שגם חלק ניכר ממאמרי HCP שמסווגים לקטגוריית מדעי החברה עוסקים בנושאים רפואיים כמו אפידמיולוגיה ובריאות הציבור.

איור 27: התפלגות HCP ישראלים לפי תחומי מחקר של ESI, 2010-2020



⁴² חלק מהפרקים בספרים מוגדרים במאגר WoS כמאמרי סקירה (Review Articles)

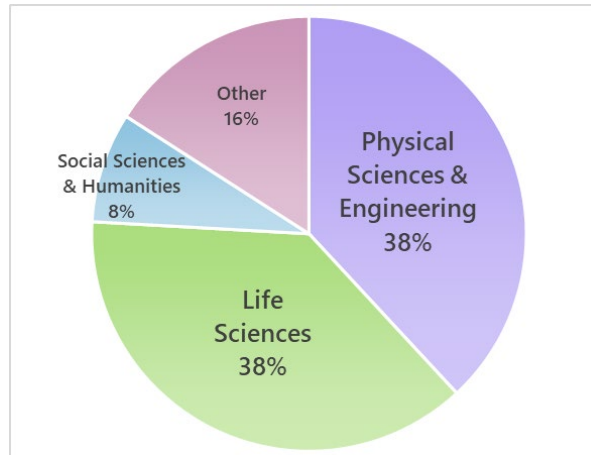
⁴³ Essential Science Indicators ([website](https://www.esi.info/))

במאגר זה כל מאמר מסווג לתחום אחד בלבד – מתוך 22 Research Fields

⁴⁴ בתחומים של מדעי המחשב והנדסה – חלק ניכר מהמאמרים מתפרסמים בכנסים ולכן אינם נכללים בנתוני HCP של ESI

איור 28 מתאר את תחומי המחקר של ההצעות הישראליות שזכו במענקי ERC. ניתן לראות שלפי הנתונים המצטברים במהלך העשור - שיעור ההצעות בתחום מדעי החיים (LS - Life Sciences) ובתחום מדעי ההנדסה והפיזיקה (PS - Physical Sciences and Engineering) היה דומה. יש לציין שבין 2018 ל-2019 חלה עלייה משמעותית בכמות ההצעות הזוכות בתחום מדעי החיים לעומת מדעי ההנדסה והפיזיקה (43-45% לעומת 23-29%).

איור 28: התפלגות מענקי ERC ישראלים לפי תחומי מחקר⁴⁵, 2010-2020

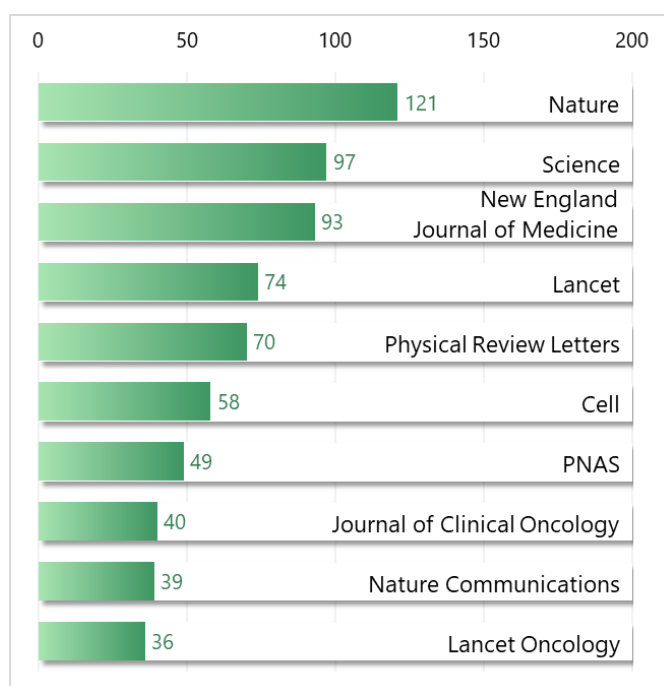


איור 29 מציג את כתבי-העת העיקריים בהם התפרסמו המאמרים המצוטטים ביותר של ישראל בין השנים 2010-2020 (כרבע מה-HCP בתקופה זו). רוב כתבי-העת בגרף זה עוסקים בתחומים של מדעי החיים. בדיקת האימפקט פקטור של כתבי-העת ברשימה מגלה ש-10 הראשונים מסווגים כולם ברבעון העליון (Q1) לפי נתוני JCR⁴⁶. תוצאות אלו תואמות למאפייני HCP שתוארו במחקרים קודמים³⁰. עם זאת, חשוב לציין שמאמרים שמתפרסמים בכתבי-עת בעלי אימפקט פקטור גבוה – לא בהכרח זוכים למספר גבוה של ציטוטים.

⁴⁵ נתוני 2020 אינם סופיים

⁴⁶ InCites Journal Citation Reports ([source](#))

איור 29: התפלגות HCP ישראלים לפי כתבי-עת, 2010-2020



* PNAS: Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America

ש"פ בינלאומי במאמרי HCP ישראלים

86% מה-HCP הישראלים שפורסמו במהלך העשור החולף נכתבו בשיתוף פעולה עם חוקרים ממדינות אחרות (רק 14% נכתבו ע"י חוקרים ישראלים בלבד). גם מאפיין זה תואם לתוצאות של מחקרים קודמים שבהם נמצא שיעור גבוה מאוד של ש"פ בינלאומי במאמרי HCP³⁰. לצורך השוואה, שיעור השת"פ בכלל פרסומי ישראל הינו כ-50%.

62 מה-HCP הישראלים בתקופה זו נכתבו במסגרת ש"פ של חוקרים ישראלים עם פרויקט ATLAS⁴⁷ שמאפשר שימוש בתשתיות המחקר של CERN. השתתפות בפעילות של רשתות מחקר בינלאומיות מאפשרת לחוקרים להתנסות בשימוש בתשתיות מחקר בינלאומיות ולפתח רעיונות בדיונים משותפים עם מדענים ממדינות אחרות; ש"פ בינלאומי משפיע על הארגונים המדעיים ותורם לפיתוח המחקר המקומי של מדינות ומוסדות אקדמיים⁴⁸.

האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים מופיעה ברשימת גופי המימון של 21% מה-HCP הישראלים שפורסמו במהלך העשור; שיעור דומה נמצא עבור הגופים הבאים: HHS, NIH ו-EC⁴⁹.

איור 30 מתאר את קשרי המחקר הבינלאומיים של מחברים ישראלים בהתבסס על השתתפות בפרסום מאמרי HCP בין השנים 2010-2020. כ-64% מה-HCP הישראלים בתקופה זו נכתבו בהשתתפות

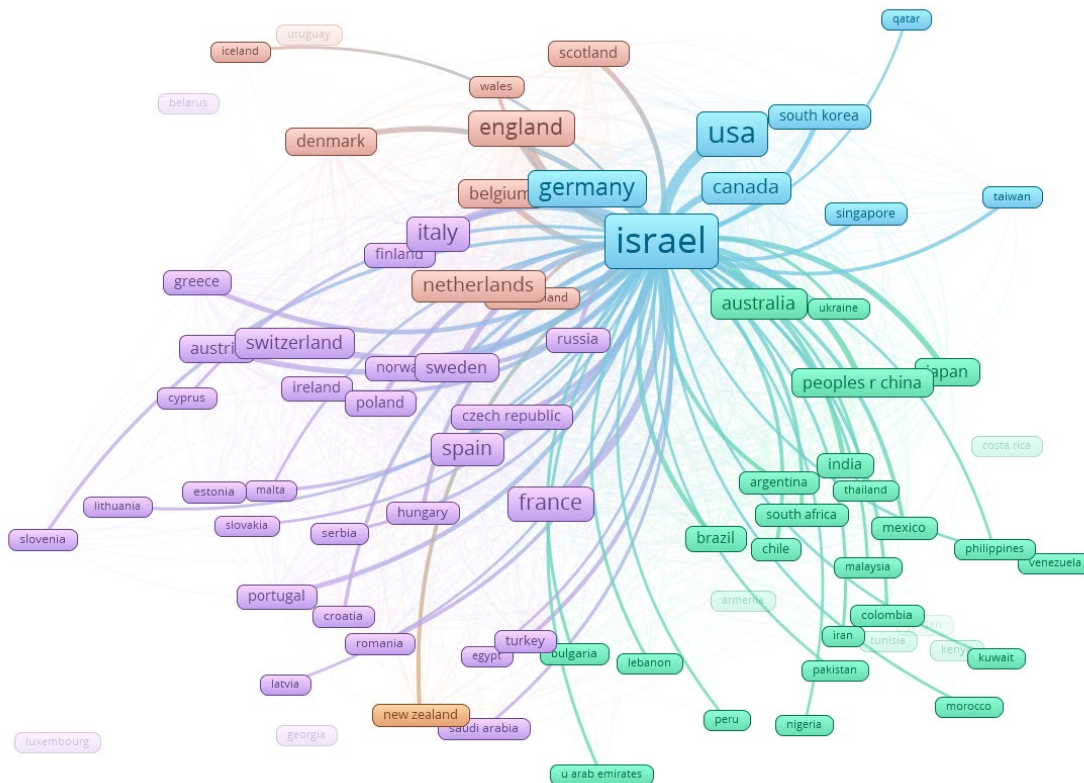
⁴⁷ ATLAS experiments ([website](#))

⁴⁸ Wagner, C. S., & Leydesdorff, L. (2005). Network structure, self-organization, and the growth of international collaboration in science. Research policy, 34(10), 1608-1618.

⁴⁹ HHS - United States Department of Health Human Services
NIH - National Institutes of Health NIH USA
EC - European Commission

חוקרים מארה"ב, 38% עם חוקרים מגרמניה, 34% עם חוקרים מאנגליה, ו-30% עם חוקרים מצרפת או איטליה⁵⁰. כ-18% מה-HCP הישראליים נכתבו בשת"פ עם חוקרים מסיין.

איור 30: תרשים שת"פ בינלאומי במאמרי HCP ישראלים, 2010-2020⁵¹

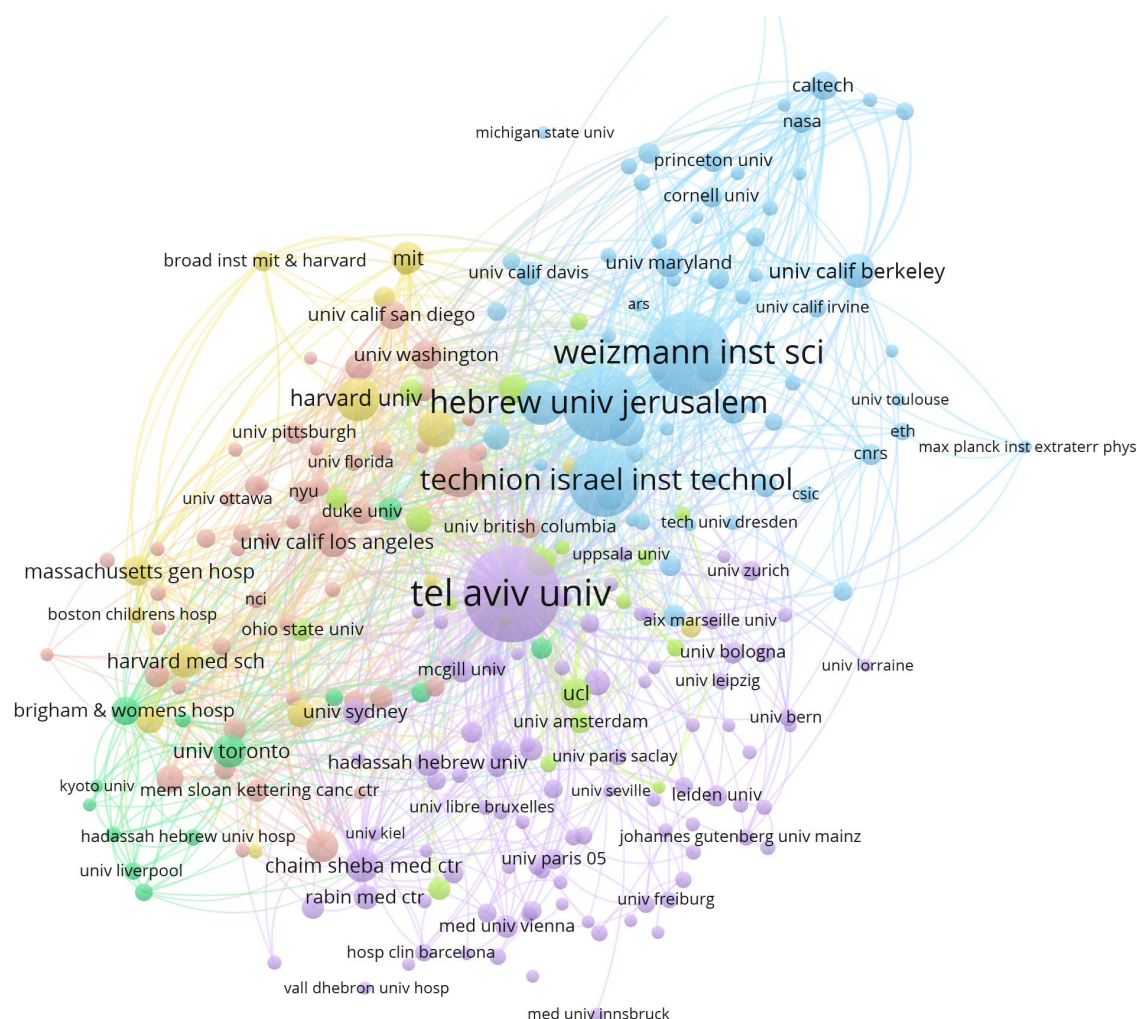


איור 31 מתאר את קשרי המחקר של מוסדות ישראלים בהתבסס על השתתפות בפרסום מאמרי HCP בין השנים 2010-2020. כ-21% מה-HCP הישראליים נכתבו בהשתתפות עם חוקרים מאוניברסיטת קליפורניה, 20% עם חוקרים מהרווארד, 16% עם חוקרים מאוניברסיטת לונדון, 12% - עם חוקרים מאוניברסיטת טורונטו.

⁵⁰ מאמר שנכתב ע"י חוקרים ממספר מדינות (co-authorship) – נספר פעם אחת עבור כל אחת מהמדינות השותפות

⁵¹ התרשים מבוסס על נתוני HCP שנכתבו ע"י מחברים מ-25 מדינות ומטה.

מדינות שיש להן מספר גבוה יחסית של פרסומים משותפים משוייכות לרשתות (קלאסטרים) בצבע זהה.

סיכום והמלצות

מדד Highly Cited Papers / HCP משמש כאינדיקטור להערכת מצוינות מדעית בדירוגים אקדמיים כמו מדד שנחאי ודירוג ליידן.

שיעור הצמיחה במספר מאמרי HCP ישראלים במהלך העשור החולף היה גבוה משיעור הצמיחה בכלל פרסומי ישראל. אוניברסיטת ת"א מובילה במספר HCP לאורך העשור; אחריה – האוניברסיטה העברית, מכון ויצמן והטכניון.

בבחינת המאפיינים של HCP ישראלים נמצא שיעור גבוה של שת"פ בינלאומי.

29% מה-HCP הישראלים פורסמו בכתבי-עת העוסקים ברפואה קלינית, 12.7% בפיזיקה, 6.9% בביוכימיה מולקולרית וגנטיקה.

⁵² התרשים מבוסס על נתוני HCP שנכתבו ע"י מחברים מ-25 מוסדות ומטה.

מוסדות שיש להם מספר גבוה יחסית של פרסומים משותפים משוייכים לרשתות (קלאסטרים) בצבע זהה.

כ-65% מהמאמרים הישראליים המצוטטים ביותר בתקופה שנבדקה פורסמו במקורות פתוחים (Open Access). תוצאה זו תואמת לנתונים שפרסמנו בעבר בסידרת הדוחות של פרסומים מדעיים⁵³ ומהווה סיבה נוספת להמליץ על פרסום מאמרים במקורות פתוחים, מעבר ליתרונות של הנגשת תוצרי המחקר וקידום המדע.

כדאי לשקול שימוש בנתוני HCP בתהליך הערכת רכיב הפרסומים במודל התקצוב של ות"ת, באופן שיאפשר לבצע חישוב שנותן משקל למצוינות של מאמרים שזכו במספר גבוה במיוחד של ציטוטים.

⁵³ תפוקות מו"פ בישראל: פרסומים מדעיים בהשוואה בינלאומית ([קישור למאגר הדוחות](#))

פרק 3: מאפייני פרסומים ישראלים ב-Nature Index

דירוג Nature Index (NI) מתעד מאמרים מדעיים שפורסמו בכתבי-עת נבחרים ועשוי לשמש כמדד משלים להערכת המצוינות של תפוקות מחקר בתחומים של מדעי הטבע ומדעי החיים בשילוב עם מדדי ציטוטים ומדדים ביבליומטריים אחרים.

תקציר התוצאות

- בדירוג NI 2020 ישראל ממוקמת במקום ה-16 - מתחת למדינות בנות השוואה כמו שווייץ ושוודיה, ומעל לסינגפור, בלגיה, דנמרק, נורווגיה, פינלנד ואירלנד
- התחומים העיקריים בהם עוסקים המאמרים הישראלים שנספרו ב-NI בתקופה זו הם פיזיקה (42%) ומדעי החיים (41%)
- לפי מדד NI האוניברסיטאות הישראליות מדורגות בסדר הבא: מכון ויצמן – 423 מאמרים; אוניברסיטת ת"א – 326; האוניברסיטה העברית – 292; הטכניון – 281; אוניברסיטת בן-גוריון – 161; אוניברסיטת בר-אילן – 102; אוניברסיטת חיפה – 39; אוניברסיטת אריאל – 10 מאמרים ב-NI. סדר זה של האוניברסיטאות הישראליות נשאר דומה בשנים 2015-2019
- מומלץ להוסיף את מדד NI לרשימת האינדיקטורים שמשמשים להערכת המצוינות של אוניברסיטאות, כמדד משלים שאינו מבוסס ישירות על נתוני ציטוטים

רקע

דירוג Nature Index (NI)⁵⁴ הינו מדד חדש שהושק ב-2014 ע"י צוות מחקר של Nature ומתבסס על ספירת מאמרים מדעיים שפורסמו בכתבי-עת נבחרים הנחשבים מובילים בתחומם. 82 כתבי-העת⁵⁵ שנכללים בדירוג NI נבחרו ע"י פאנל של חוקרים פעילים⁵⁶ שהתבקשו לבחור את כתבי-העת המדעיים המובילים מבחינת הסטנדרטים של העריכה (editorial standards), ללא התייחסות לאימפקט פקטור של העתונים⁵⁷.

מדד NI עשוי לשמש כאינדיקטור להערכת המצוינות⁵⁷ לתפוקות המחקר של אוניברסיטאות ומדינות בתחומים של כימיה, פיזיקה, מדעי החיים ומדעי הסביבה. מאגר NI מאפשר פילוח נתונים לפי אזורים גיאוגרפיים ומגזרים: אקדמיה, תעשייה, ממשלה, בריאות, מלכ"רים (NGO/NPO).

⁵⁴ <https://www.natureindex.com/>

⁵⁵ רשימת כתבי העת מופיעה באתר NI (מקור)

⁵⁶ Bornmann, L., & Haunschild, R. (2017). An empirical look at the nature index. Journal of the Association for Information Science and Technology, 68(3), 653-659.

⁵⁷ Waltman, L., & Traag, V. (2017). Is the Nature Index at odds with DORA?. Nature, 545(7655), 412-412

הנתונים ב-NI כוללים ספירת מאמרים - AC (Article Count) וספירה פרקציונלית FC – (Fractional⁵⁸ Count)⁵⁹. לצורך ניתוח הנתונים בפרק זה – השתמשנו בנתוני AC (שדומה לשיטת הספירה של המאגרים הביבליומטריים העיקריים). חשוב לציין שמדד זה אינו לוקח בחשבון את מספר הציטוטים שקיבל כל אחד מהמאמרים שנספרו, ולכן מומלץ להשלים את התמונה באמצעות שילוב תוצאות של מדדי ציטוטים ונתונים ביבליומטריים אחרים (חלקם מתוארים בפרק הקודם).

התפלגות המאמרים ב-NI לפי מדינות

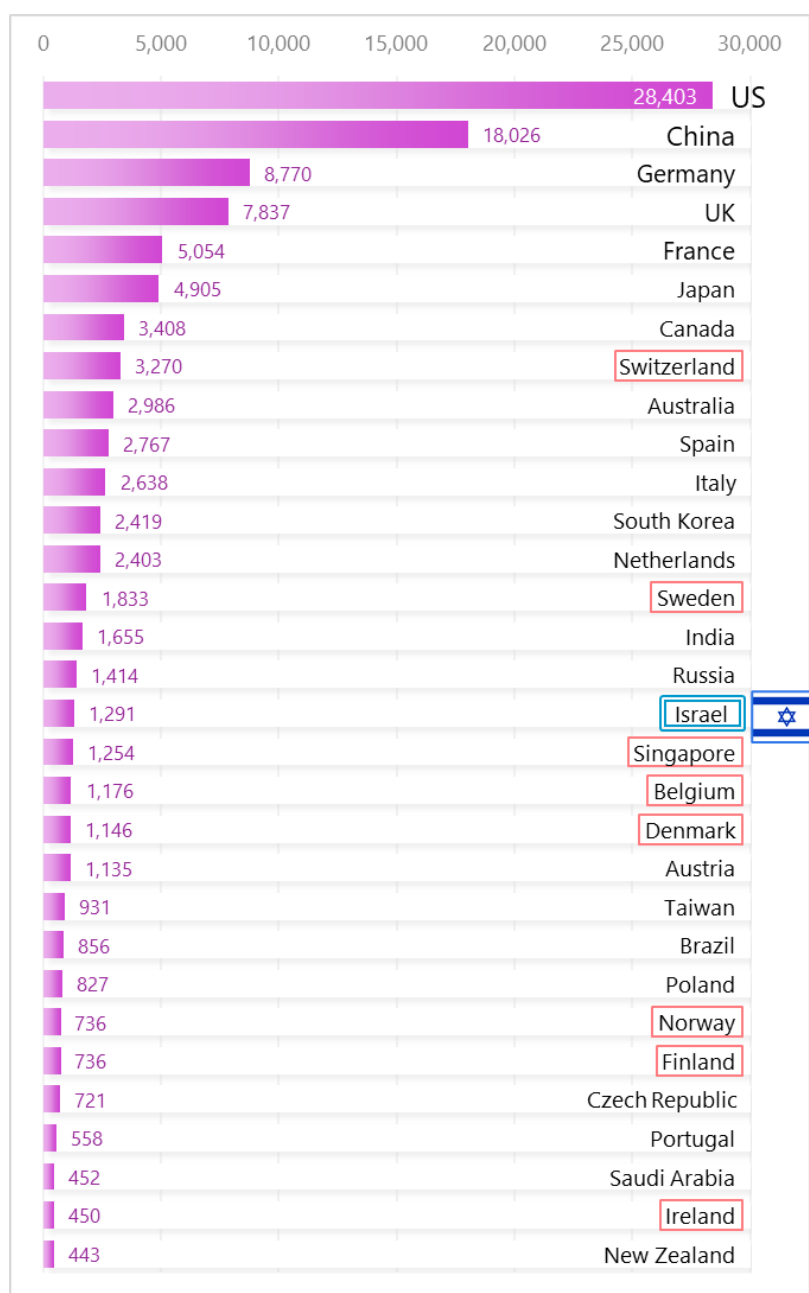
איור 32 מציג את דירוג המדינות לפי מספר הפרסומים ב-NI 2020 (המחושב לפי מספר הפרסומים ב-2019). ארה"ב, סין, גרמניה ובריטניה מובילות את הרשימה. ישראל ממוקמת במקום ה-16 - מתחת למדינות בנות השוואה כמו שווייץ ושוודיה, ומעל לסינגפור, בלגיה, דנמרק, נורווגיה, פינלנד ואירלנד. המיקום של ישראל לפי ספירת המאמרים ב-NI גבוה בהרבה מהמיקום בדירוגים לפי ספירת מאמרים כללית (שמתבססת על נתוני סקופוס / WOS) שבהם ישראל נמצאת בדרך כלל סביב המקום ה-30. מספר המאמרים הישראליים שמתועדים ב-NI ב-2019 מהווים כ-5.5% מכלל המאמרים הישראליים (לפי נתוני סקופוס)⁶⁰.

⁵⁸ Fractional count referred to as Share, which takes into account the share of authorship on each article. The total Share available per article is 1, which is distributed among all authors under the assumption that each contributed equally. For instance, an article with 10 authors means that each author receives a Share of 0.1. For authors who are affiliated with more than one institution, the author's Share is then split equally between each institution. The total Share for an institution is calculated by summing the Share for individual affiliated authors ([source](#))

⁵⁹ A guide to the Nature Index. Nature 569, S31 (2019).

⁶⁰ חשוב להדגיש שאין להשתמש בנתוני NI כמדד יחיד להערכת תפוקות המחקר של מוסדות אקדמיים; יש לבדוק מדד זה בשילוב עם מדדים נוספים שמשמשים להערכה של ביצועי האוניברסיטאות

איור 32: דירוג המדינות לפי מספר הפרסומים ב-2019 Nature Index⁶¹



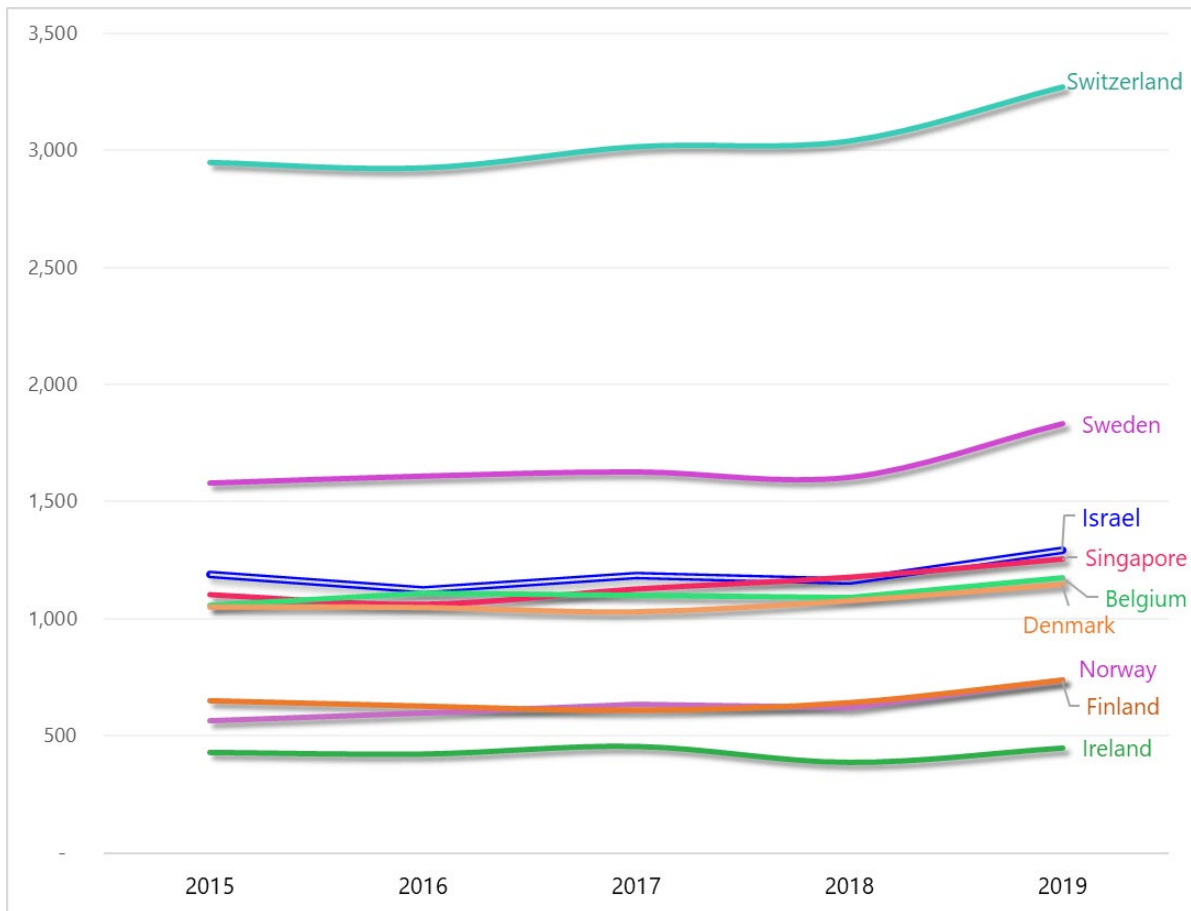
* מסומנות באדום מדינות בנות השוואה שגודל האוכלוסייה שלהן דומה לזה של ישראל

איור 33 מתאר את השינוי במספר המאמרים השנתיים שנספרו ב-NI של ישראל ומדינות בנות השוואה⁶². ניתן לראות כי דירוג המדינות שומר על יציבות: הסדר ב-2015 דומה לסדר המדינות ב-2019. מספר המאמרים ב-NI של מדינות הייחוס עלה ב-13% בממוצע במהלך 2015-2019. מספר המאמרים הישראליים עלה ב-9%; מספר המאמרים הנורווגיים עלה ב-30% באותה תקופה. חלק מהעליה ניתן לייחס לשינוי במספר כתבי-העת שנבחרים ל-NI (מספר כתבי-העת ב-NI עלה מ-68 בדירוג הראשון ל-82 בדירוג האחרון).

⁶¹ 2020 tables: Countries/territories ([source](#))

⁶² מדינות הדומות לישראל מבחינת גודל האוכלוסייה ומספר הפרסומים המדעיים

איור 33: מספר הפרסומים השנתיים ב-NI, ישראל ומדינות בנות השוואה

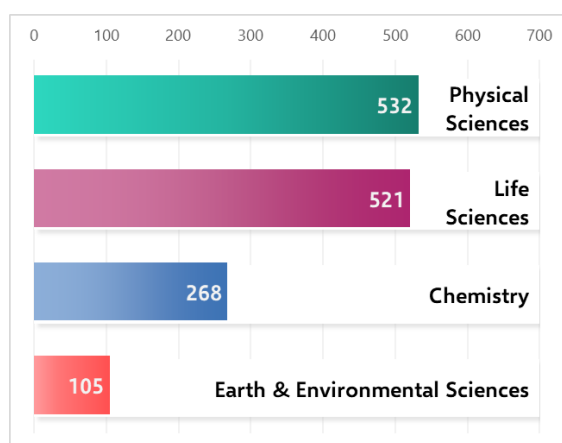


התפלגות המאמרים הישראלים ב-NI לפי תחומי מחקר

איור 34 מציג את המאמרים הישראלים שנספרו ב-NI במהלך דצמבר 2019-נובמבר 2020 בהתפלגות לפי תחומי מחקר. מאמר יכול להיכנס ליותר מתחום אחד.⁶³ התחומים העיקריים בהם עוסקים המאמרים הישראלים שתועדו ב-NI בתקופה זו הם פיזיקה (42%) ומדעי החיים (41%).

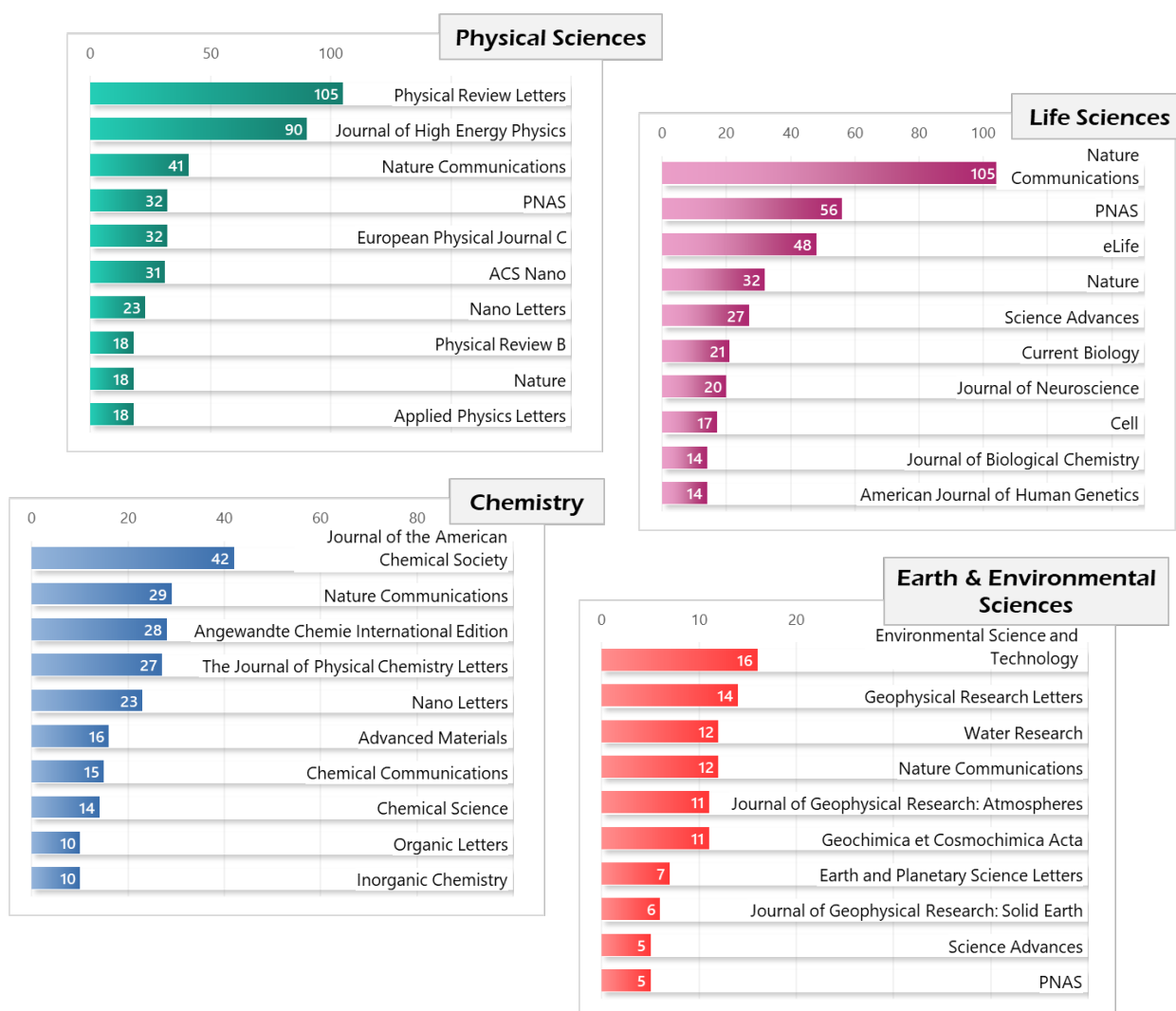
⁶³ 12% מהמאמרים הישראלים נספרו עבור יותר מתחום אחד

איור 34: התפלגות המאמרים הישראליים ב-NI לפי תחומי מחקר, 2020



איור 35 מפרט את התפלגות המאמרים לפי כתבי-עת שבהם פורסמו רוב המאמרים בכל אחד מתחומי המחקר של NI.

איור 35: התפלגות המאמרים הישראליים ב-NI לפי כתבי-עת, 2020

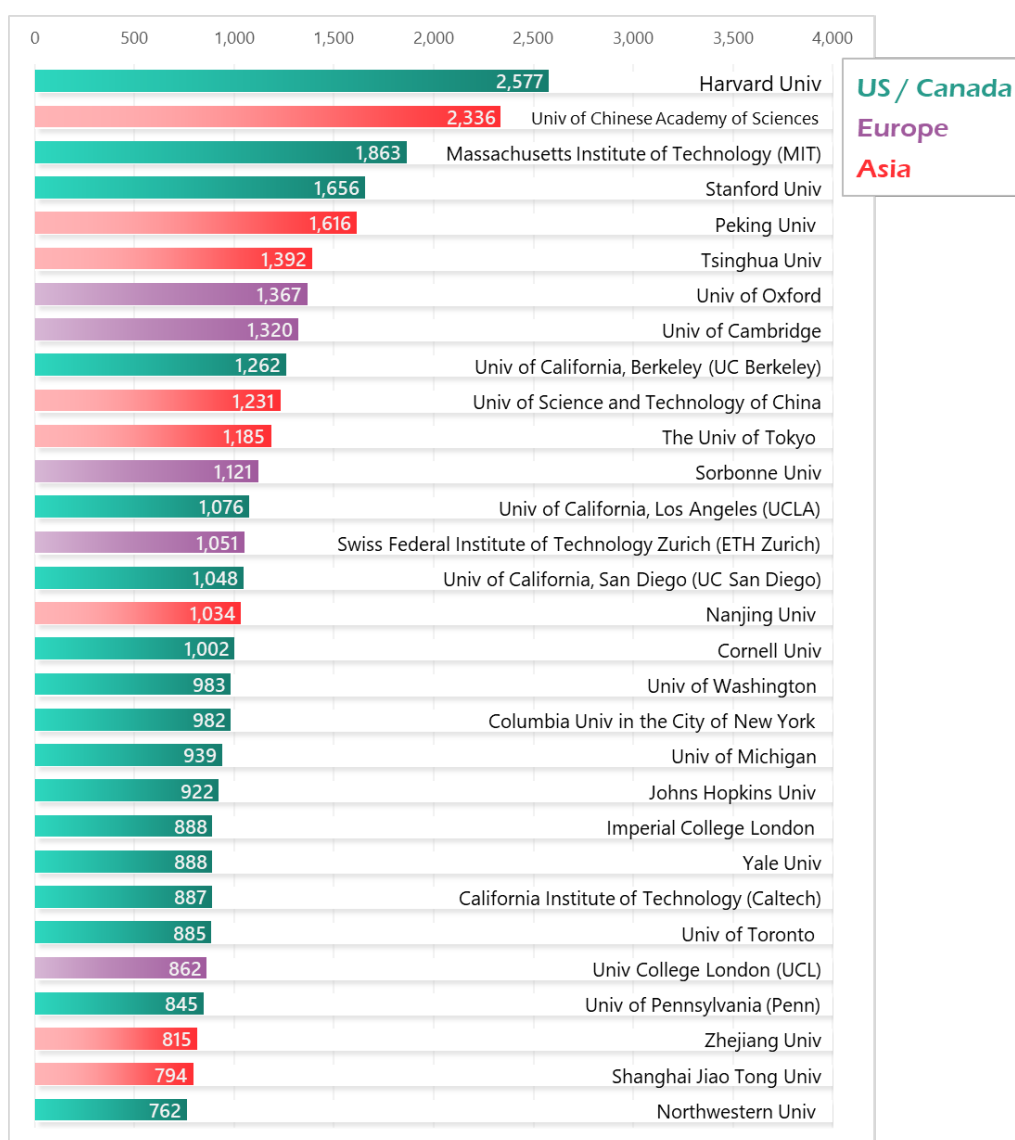


* PNAS: Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America

איור 36 מציג את 30 המוסדות האקדמיים המובילים לפי ספירת המאמרים ב-NI 2020; 28 מהן מדורגות בין 100 האוניברסיטאות הראשונות בדירוג שנחאי⁶⁴ בשנה המקבילה. מחצית מהאוניברסיטאות ברשימה אמריקאיות, 23% סיניות ו-13% בריטיות. אם בעבר נטען שהחוקרים הסיניים מפרסמים הרבה⁶⁵ אבל במקורות פחות נחשבים מבחינת האיכות המדעית, ניתן לראות שבדירוג 2020 NI לאוניברסיטאות הסיניות יש נוכחות בולטת.

חשוב להדגיש שמדד NI לא נועד לשמש כמדד יחיד להערכת תפוקות המחקר של אוניברסיטאות; יש להציג מדד זה בשילוב עם מדדים נוספים שמשמשים להערכת ביצועים אקדמיים (חלקם מתוארים בפרקים אחרים של דוח זה).

איור 36: התפלגות המאמרים ב-NI לפי אוניברסיטאות, 2020

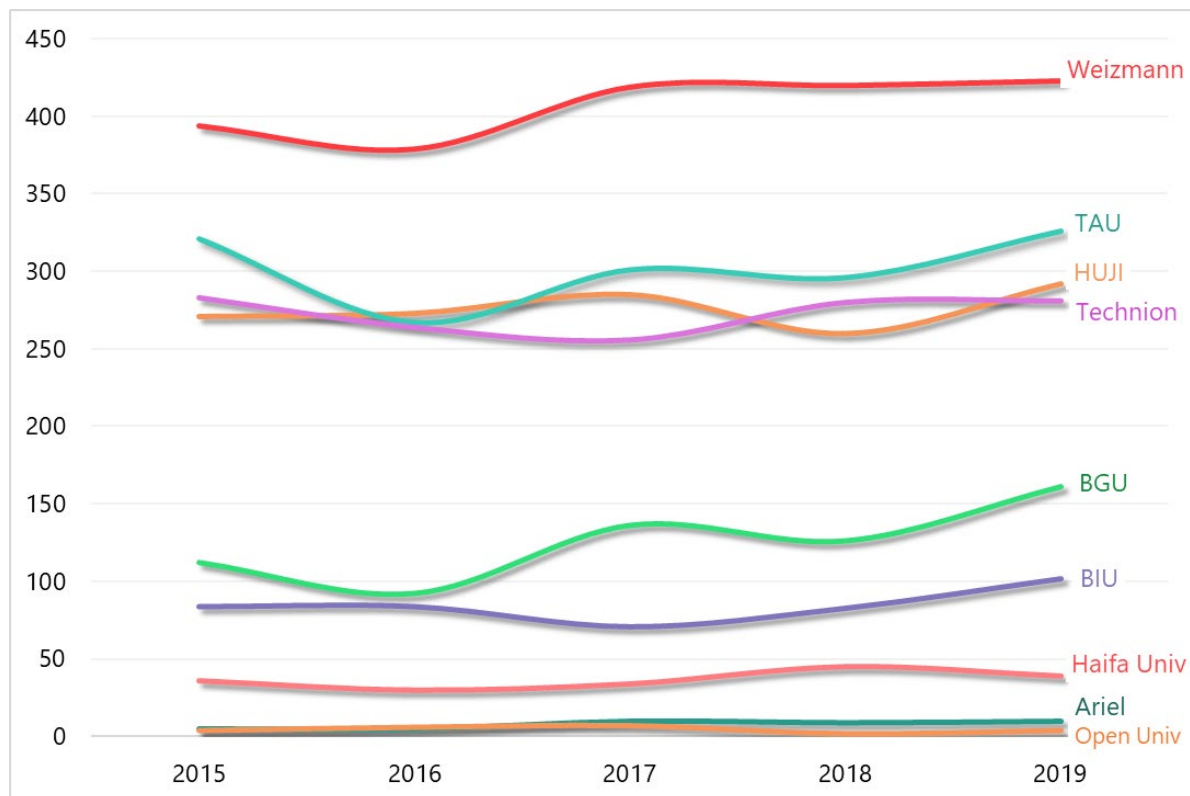


⁶⁴ Academic Ranking of World Universities 2020 (website)

⁶⁵ Liu, Y., Lin, D., Xu, X., Shan, S., & Sheng, Q. Z. (2018). Multi-views on Nature Index of Chinese academic institutions. Scientometrics, 114(3), 823-837.

בדירוג NI 2020 המתבסס על ספירת מאמרים שהתפרסמו ב-2019 האוניברסיטאות הישראליות – מדורגות בסדר הבא: מכון ויצמן – 423 מאמרים; אוניברסיטת ת"א – 326; האוניברסיטה העברית – 292; הטכניון – 281; אוניברסיטת בן-גוריון – 161; אוניברסיטת בר-אילן – 102; אוניברסיטת חיפה – 39; אוניברסיטת אריאל – 10 מאמרים ב-NI. סדר זה של האוניברסיטאות הישראליות נשאר דומה בשנים 2015-2019, כפי שניתן לראות באיור 37 שמציג את השינוי במספר המאמרים ב-NI לאורך השנים.⁶⁶ ניתן לייחס חלק מהעלייה במספר המאמרים לשינוי במספר כתבי-העת שמתועדים ב-NI.

איור 37: מספר המאמרים של אוניברסיטאות ישראליות ב-NI



4 האוניברסיטאות הישראליות המובילות ב-NI 2020 מופיעות גם ברביעייה הראשונה של האוניברסיטאות הישראליות בדירוג שנחאי (בשנה המקבילה); בשני דירוגים אלו – מכון ויצמן מוביל את הרשימה.

סיכום והמלצות

לסיכום, בבדיקת הדירוג לפי מצוינות תפוקות המחקר של האוניברסיטאות הישראליות לפי מדד NI קיבלנו תוצאות דומות לנתונים של דירוג שנחאי המחושב במתודולוגיה שונה (שמתוארת בפרק 3 של דוח פרסומים מדעיים 2019⁶⁷). מומלץ להמשיך ולעקוב אחר נתוני דירוג NI (שאינם תלויים ישירות

⁶⁶ תחומי המחקר של האוניברסיטאות עשויים להשפיע על המיקום בדירוג היות ו-NI כולל כתבי-עת בתחומי מדעי הטבע בלבד. חלק ניכר מהפרסומים המדעיים של הטכניון מופיע בכנסים הנדסיים - שאינם נכללים בדירוג NI

⁶⁷ גץ דפנה, לביד נועה, ברזני אלה. תפוקות מחקר ופיתוח בישראל / פרסומים מדעיים - 2019. חיפה, ישראל מוסד שמואל נאמן, 2019 (קישור לדוח).

יש לציין שבמדד שנחאי יש רכיב אחד שנותן משקל של 20% למאמרים המתפרסמים ב-Science ו-Nature.

במספר הציטוטים למאמרים), כהשלמה למדדים אקדמיים שמשמשים להערכת הביצועים של האוניברסיטאות הישראליות.

כדאי לשקול שימוש בנתוני NI בתהליך הערכת רכיב הפרסומים במודל התקצוב של ות"ת, באופן שיאפשר לבצע חישוב משוקלל שלוקח בחשבון מצוינות של מאמרים שהתפרסמו בכתבי-עת מובילים.

בנוסף, מאגר המידע הפתוח והחינמי של NI עשוי להיות מקור שימושי לאיסוף מידע עבור ניתוח והשוואת מדדי מצוינות של תפוקות מחקר של מדינות ומוסדות שעוסקים בתחומי מדעי הטבע⁶⁸.

⁶⁸ בניתוח הנתונים צריך לקחת בחשבון הטיות שעלולות לנבוע מתהליך בחירת כתבי-עת במאגר והשימוש במידע חלקי

פרק 4: מיפוי מדדים אקדמיים המשמשים להערכת אוניברסיטאות בדירוגים הבינלאומיים

באוגוסט 2021 פורסם עדכון לדירוג שנחאי⁶⁹ שבו נכללו 3 אוניברסיטאות ישראליות בין המאה הראשונות: האוניברסיטה העברית (#90), מכון ויצמן (#92), הטכניון (#94). אפשר להתייחס לתוצאה זו כהישג מרשים לאקדמיה הישראלית.

דירוגי האוניברסיטאות עושים שימוש במגוון רחב של מדדים לצורך השוואה בין אוניברסיטאות מכל רחבי העולם. בפרק זה נערוך מיפוי של המדדים האקדמיים והדגמה של שימושים פוטנציאליים על נתוני אוניברסיטאות ישראליות.

תקציר התוצאות

- ▶ ישנם למעלה מ-24 דירוגים בינלאומיים של אוניברסיטאות; לפחות מחצית מהם כוללים דירוג של אוניברסיטאות ישראליות.
- ▶ מיפוי של האינדיקטורים בדירוגים הבינלאומיים מצביע על למעלה מ-50 מדדים שונים שבהם משתמשים בתהליך ההערכה של הדירוגים הבינלאומיים.
- ▶ ניתן לסווג את האינדיקטורים לשלוש קטגוריות ראשיות: מדדי פרסומים מדעיים וציטוטים, אינדיקטורים של קניין רוחני, ואינדיקטורים המתייחסים לאיכות אקדמית. בממוצע, כשליש מהציון בדירוגי האוניברסיטאות מחושב על בסיס מטריקות של פרסומים ו/או ציטוטים.
- ▶ ההמלצה העיקרית שלנו בפרק זה מתייחסת לכך שבתהליך ההערכה של אוניברסיטאות אין להתבסס על תוצאות של דירוג יחיד, עדיף לבצע ניתוח משולב של נתונים ממספר מקורות.
- ▶ השוואה משולבת של תוצאות ממבחר דירוגים אקדמיים שמשתמשים במגוון של מדדים - עשויה לסייע בזיהוי האוניברסיטאות הישראליות שמצטיינות בדירוגים הבינלאומיים ותורמות לנראות של האקדמיה הישראלית בעולם.
- ▶ בהשוואה שביצענו נמצא שאוניברסיטת ת"א, האוניברסיטה העברית, מכון ויצמן והטכניון נמצאים בהרכב קבוע של 4 המוסדות המובילים מבין האוניברסיטאות הישראליות ב-7 דירוגים נבחרים שנבדקו במסגרת כתיבת הדוח.

רקע

מערכות לדירוג אוניברסיטאות מהוות פלטפורמה להשוואה והערכה של אוניברסיטאות על-סמך ביצועי המחקר ומדדים אקדמיים. הדירוג משמש לצרכי תקצוב, ואוניברסיטאות עשויות להשתמש בתוצאות הדירוגים לצרכי שיווק של המוסדות. במחקרים שונים נטען כי קיימת אי-ודאות לגבי הערך האמיתי של הדירוגים בקביעת האיכות ותפוקות המחקר של המוסדות האקדמיים⁷⁰.

⁶⁹ 2021 Academic Ranking of World Universities ([website](#))

⁷⁰ Vernon, M. M., Balas, E. A., & Momani, S. (2018). Are university rankings useful to improve research? A systematic review. PloS one, 13(3), e0193762.

מאפיינים של דירוגי האוניברסיטאות

מאמר⁷⁰ שפורסם ב-2018 מציג סקירה של 24 מערכות המשמשות לדירוג אוניברסיטאות. מערכות אלו עושות שימוש במדדים שבדקים את ביצועי המחקר של המוסדות, איכות ההוראה באקדמיה, נתוני פרסים מדעיים של חברי סגל ובוגרי האוניברסיטאות, ותוצאות של סקרי מוניטין.

ראשי האוניברסיטאות משתמשים בתוצאות הדירוגים כאינדיקטור שעשוי לשקף שיפור בהישגים ביחס לזמן ולתוצאות של אוניברסיטאות אחרות. עליה בדירוג עשויה לשמש כעדות להתקדמות של האוניברסיטה בעת הגשת בקשות למענקי מחקר ומימון ממשלתיים. סטודנטים משתמשים בתוצאות הדירוג לצורך בחירת מוסדות לימוד אקדמיים מקומיים ובינלאומיים. כדי לקבל הערכה מקיפה של הביצועים האקדמיים ואיכויות המחקר של האוניברסיטאות כדאי לשלב נתונים של מספר מערכות דירוג, היות ואין דירוג יחיד שיכול לספק תמונה מלאה.

המדדים שמשמשים להערכת ביצועי המחקר (research performance) מתבססים על הגדרות של NIH⁷¹ וכוללים רשימה של תפוקות מחקר מסוגים שונים: מאמרים מכתבי-עת וכנסים, מצגות, אתרי אינטרנט, טכנולוגיות וטכניקות; המלצות, פטנטים ורישיונות (licenses); מאגרי מידע, סטים של נתונים, אוספים, תוכנות, מודלים, מכשירים וציוד, הקמה של חברות ועסקים.

האיכות האקדמית (academic quality) מוגדרת על סמך השיפור בידע או ביכולות של הסטודנטים כתוצאה מהלימודים באוניברסיטה מסוימת. רכיב זה נמדד באמצעות מטריקות שמאפשרות להעריך את ההתקדמות או ההישגים של הסטודנטים, ואיכות ההוראה של המרצים⁷⁰.

טבלה 1 מפרטת רשימת מאפיינים של מערכות בינלאומיות לדירוגים אקדמיים שכוללות בתוצאות שלהם אוניברסיטאות ישראליות. 6 מתוך 12 הדירוגים בטבלה כוללים לפחות אוניברסיטה ישראלית אחת במדיה המובילה.

טבלה 1: רשימת דירוגים

דירוג	שם מקוצר	שנת התחלה	מספר אינדיקטורים	מספר אוניברסיטאות בדירוג	מספר אוניברסיטאות ישראליות בדירוג	מספר אוניברסיטאות ישראליות במדיה הראשונה	קישור לתוצאות אחרונות
Academic Ranking of World Universities	שנחאי / ARWU	2003	6	500	7	3	2021
Center for World University Rankings	CWUR	2012	7	2,000	8 ⁷²	2	2021-22
CWTS Leiden Ranking	Leiden	2011	25	1,175	7	1	2020
QS World University Rankings	QS	2013	6	1,186	7	0	2021
Round University Ranking	RUR	2010	20	867	5 ⁷²	1	2021
SCImago Institutions Rankings	SCImago	2009	17	4,126	9 ⁷³	0	2021

⁷¹ National Institutes of Health. (2015). NIH and other PHS agency Research Performance Progress Report (RPPR) instruction guide.

⁷² בנוסף, הדירוג כולל את IDC

⁷³ הדירוג כולל מכללות

דירוג	שם מקוצר	שנת התחלה	מספר אינדיקטורים	מספר אוניברסיטאות בדירוג	מספר אוניברסיטאות ישראליות בדירוג	מספר אוניברסיטאות ישראליות במאיה הראשונה	קישור לתוצאות אחרונות
Times Higher Education World University Rankings	THE	2004	13	1,500	7	0	2021
World's Most Innovative Universities	Reuters Top 100	2015	10	100	2	2	2019
U-Multirank	U-Multirank	2014	30	1,700	8	*	2020
U.S. News & World Report Best Global Universities	U.S. News	2014	13	1,678	7	0	2021
University Ranking by Academic Performance	URAP	2010	6	3,000	8 ⁷³	0	2020-21
Webometrics Ranking of World Universities	Webometrics	2004	4	31,000	9 ⁷³	1	2021

* סעיף לא רלבנטי / מידע חלקי

באוגוסט 2021 פורסם עדכון לדירוג שנחאי שבו נכללו 3 אוניברסיטאות ישראליות בין המאה הראשונות: האוניברסיטה העברית (#90), מכון ויצמן (#92), הטכניון (#94). הפעם הקודמת שבה שלוש אוניברסיטאות ישראליות הצליחו להיכנס למאה המובילה היתה בשנים 2012/2013 עם אותו הרכב של 3 אוניברסיטאות (בסדר שונה)⁷⁴.

מיפוי המדדים בדירוגי האוניברסיטאות

טבלה 2 מציגה פירוט של המדדים העיקריים בדירוגי האוניברסיטאות בסיווג לשלוש קטגוריות: מדדי פרסומים מדעיים וציטוטים, אינדיקטורים של קניין רוחני ואינדיקטורים המתייחסים לאיכות אקדמית. בממוצע, כשליש מהציון בדירוגי האוניברסיטאות מחושב על בסיס מטריקות של פרסומים ו/או ציטוטים; נתוני הפרסומים והציטוטים מתבססים לרוב על מידע מהמאגרים הביבליומטריים של Scopus או Web of Science. התוצאות של הערכת עמיתים (peer evaluation) למוניטין אקדמי ומחקרי יחד עם נתוני פרסים מדעיים תורמים קרוב ל-40% לציון המשוקלל (בדירוגים המשתמשים במדדים אלו)⁷⁰.

דירוג CWUR הינו היחיד שעושה שימוש בנתוני h-index מוסדי כמדד שמשקף את האימפקט של אוניברסיטה על-סמך נתוני פרסומים וציטוטים. h-index של אוניברסיטה מוגדר כ-X אם חוקרי המוסד פירסמו X מאמרים שכל אחד מהם צוטט לפחות X פעמים.

דירוג ליידן מפרסם בשקיפות את נתוני הגלם ששימשו לביצוע החישובים, ולכן מאפשר בדיקה של התוצאות (בניגוד לשאר הדירוגים ברשימה).

⁷⁴ ד"ר אלירן זרד, דירוגים בינלאומיים של מוסדות אקדמיים, הכנסת, אפריל 2021

טבלה 2: סיווג מדדים נבחרים בדירוגי האוניברסיטאות⁷⁵

מקור הנתונים	מקור הנתונים	מקור הנתונים	מספר דירוגים שמשתמשים במדד	מדדים
סקר	דיווח עצמי	מאגרי מידע		מדדי פרסומים מדעיים וציטוטים
	X	X	9	Number of Publications
		X	11	Number of Citations (may be normalized)
		X	1	Number of Articles as Corresponding Author
		X	3	Number of Articles in Nature or Science, or top 25% of journals
		X	7	Number of Articles with International Collaboration
		X	2	Number of Articles with Industry Collaboration
		X	6	Number/Percent of Articles within the top most cited/field
		X	1	Number of Articles within the most cited as main contributor
		X	2	Ratio of citations per publication
			1	Interdisciplinary of publications
			1	Ratio of Citations and Papers per staff
		X	1	Industry Article Citation
		X	1	H-index of institution
סקר	דיווח עצמי	מאגרי מידע	מספר דירוגים שמשתמשים במדד	אינדיקטורים של קניין רוחני / IP
		X	3	Patents Filed
		X	1	Patents Awarded
		X	3	Number of Publications cited in Patents applications
		X	1	Co-Patents with Industry
	X		1	Start-Ups Initiated
	X	X	3	R&D Expenditures
	X		2	R&D from Industry
	X		1	Papers per research income
	X		1	Research/Institutional income per staff and students

⁷⁵ פירוט של המאגרים הרלבנטיים ורשימת המדדים המלאה ניתן למצוא במאמר:

Vernon, M. M., Balas, E. A., & Momani, S. (2018). Are university rankings useful to improve research? A systematic review. PloS one, 13(3), e0193762.

		X	1	Science and Engineering (S&E) Staff
	X		1	Ratio of R&D to Institutional Income
X			3	Reputation Survey
	X	X	2	Total Faculty
		X	3	Awards by Faculty/Alumni
סקר	דיווח עצמי	מאגרי מידע	מספר דירוגים שמשמשים במדד	אינדיקטורים של איכות אקדמית
X			5	Reputation Survey - Academic Quality
			1	Institutional Income
	X		4	Student/Faculty Ratio
	X		1	Reputation Survey - Employer
	X	X	3	Doctoral Degrees Conferred
	X		4	International Student Ratio
	X		4	International Faculty Ratio
		X	1	Number of Alumni who are CEOs on Forbes 100
		X	2	Web presence

רק 3.5% מהמדדים בדירוגים האקדמיים נותנים משקל לנתוני פטנטים וקניין רוחני של האוניברסיטאות; ישנם 4 דירוגים שמשמשים לפחות במדד אחד מסוג זה (CA, SCImago, CWUR) ו-UMR). דירוג World's Most Innovative Universities⁷⁶ של Clarivate / Reuters הינו היחיד שמתבסס בעיקר על מדדים של IP (Intellectual Property); האינדיקטורים כוללים נתונים לגבי שיעור ההצלחה בפטנטים (patent success ratio) ומחושבים באמצעות היחס בין מספר הפטנטים שאושרו למספר הפטנטים שהוגשו. דירוג זה פורסם לאחרונה ב-2019 ואינו מאפשר גישה לנתוני המקור שבהם השתמשו בתהליך ההערכה. דירוגי UMR ו-CWUR מתבססים על נתונים של מספר הגשות פטנטים (patent applications). מדד ה-IP של SCImago מתייחס למספר המאמרים שצוטטו בפטנטים ותורם 30% לציון המשוקלל⁷⁰.

שישה מהדירוגים הבינלאומיים עושים שימוש במדדים של איכות אקדמית שכוללים תוצאות של סקרי עמיתים, יחס בין מספר סטודנטים למספר אנשי סגל, מספר תארי דוקטורט שהוענקו ע"י האוניברסיטה, שיעורי גיוון (diversity) של סטודנטים ואנשי סגל; דירוג CWUR נותן משקל של 25% למספר הבוגרים שעובדים כמנכ"לים ומופיעים ברשימת המאה של Forbes.

הדירוגים של SCImago ו-Webometrics נותנים משקל למדדים שמחושבים לפי הנוכחות האינטרנטית (web presence) של האוניברסיטאות במטרה לעודד חוקרים ומוסדות אקדמיים להגדיל את הנראות שלהם ברשת. המדדים כוללים ספירה של עמודי אינטרנט (webpages) הקשורים לאוניברסיטה.

⁷⁶ The World's Most Innovative Universities 2019 ([source](#))

חמישה דירוגים נותנים משקל משמעותי לתוצאות של סקרי מוניטין; 50% מהציון הכולל של דירוג QS מחושב לפי סקרי מוניטין אקדמיים וסקר מעסיקים; 33% מהציון בדירוג Times נקבע ע"י סקרי מוניטין. נתוני הגלם שנאספו אינם מתפרסמים.

עורכי הדירוגים משתמשים בשיטות שונות של נרמול לצורך חישוב הציונים; הנרמול מתבצע ביחס למספר חברי סגל, הוצאות מחקר (research expenditures); חלק מהדירוגים מבצעים נרמול של מספר הציטוטים ביחס לתחומי המחקר וספירה פרקציונלית של מאמרים.

שימושים פוטנציאליים בנתוני הדירוגים האקדמיים

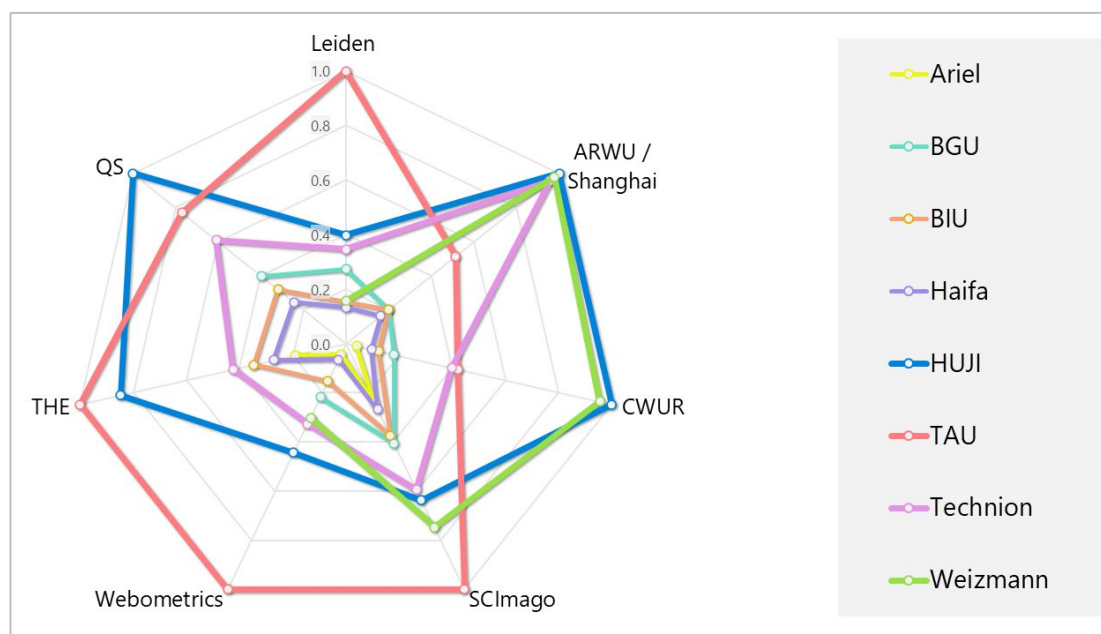
רבות נכתב על הבעיות הנלוות לדירוגי האוניברסיטאות. דוגמאות לטענות שהועלו ע"י קובעי המדיניות בישראל ניתן למצוא בסקירה שפורסמה ע"י מרכז המידע של הכנסת באפריל 2021⁷⁴. המל"ג קבע ש"הדירוגים אינם יכולים לשמש מצפן לניווט מערכת ההשכלה הגבוהה. לאור הגיוון והשונות בין הדירוגים יש להתייחס בערבון מוגבל להגדרה שלהם למצוינות מחקרית לצרכי מדיניות לאומית". ביקורת בינלאומית על בעיות המאפיינות את המתודולוגיות של הדירוגים ניתן למצוא בדוח קודם של סידרת פרסומים זו⁷⁷. אחת המסקנות הנובעות מהבעיות שמאפיינות את הדירוגים היא שלא כדאי להסתמך על תוצאות של דירוג יחיד, ורצוי לבצע ניתוח משולב של מספר דירוגים - שמשתמשים במגוון של מדדים שונים, כדי לקבל תמונה רחבה יותר.

הקושי בניתוח משולב של דירוגים נובע מהשוני במספר האוניברסיטאות המדורגות, הרכב המדדים והערכים של הציונים שמאפיינים כל דירוג ומקשים על ביצוע השוואה של הנתונים על פלטפורמה אחת. הפתרון שאנו מציעים בפרק זה הינו שימוש בגרפים מסוג ספיידר שמאפשרים תצוגה יחסית של הנתונים באופן שמסייע לראות בקלות את יחסי הכוחות בין האוניברסיטאות שנבדקו.

איור 38 מציג השוואה סכמטית של דירוגי האוניברסיטאות הישראליות ב-7 מהדירוגים שמפורטים בטבלה 1. במבט מהיר ניתן לראות שאוניברסיטת ת"א, האוניברסיטה העברית, מכון ויצמן והטכניון נמצאים בהרכב קבוע של 4 המוסדות המובילים מבין האוניברסיטאות הישראליות בכל הדירוגים שנבדקו. הרכב זה נשאר אחיד לאורך העשור החולף⁷⁴, כשסדר האוניברסיטאות בתוך הקבוצה משתנה. אוניברסיטת ת"א מובילה בין האוניברסיטאות הישראליות ב-4 מהדירוגים.

⁷⁷ דפנה גץ, נועה לביד ואלה ברזני, תפוקות מחקר ופיתוח בישראל – פרסומים מדעיים, דוח מסכם, מוסד שמואל נאמן, 2019 (מקור)

איור 38: השוואת נתונים⁷⁸ של אוניברסיטאות ישראליות בדירוגים בינלאומיים



* הציון של כל אוניברסיטה בגרף חושב ביחס למיקום של האוניברסיטה המובילה בכל אחד מהדירוגים⁷⁹

** בדירוג שנחאי לא מוצג ציון משוקלל עבור אוניברסיטאות שלא מדורגות בין מאה הראשונות, ולכן במקרה זה – השיעורים חושבו ביחס למיקום של האוניברסיטה הישראלית המובילה בדירוג (מכון ויצמן)

החשיבות של העברת ידע (knowledge transfer) במסגרת קשרי אקדמיה-תעשייה זוכה להכרה גוברת בשנים האחרונות על תרומתם למשק ולחברה. שיתוף פעולה מחקרי בין האוניברסיטאות למגזר העסקי מהווה ערוץ להעברת ידע בין שני המגזרים. מאמר⁸⁰ שפורסם ב-2021 מצא שרוב דירוגי האוניברסיטאות הפופולריים לא נותנים משקל לפעילות של העברת ידע שמתבצעת במסגרת קשרי אקדמיה-תעשייה. פעילות משותפת זו עשויה להתבטא באמצעות מדדים שמתבססים על נתוני מאמרים משותפים, פטנטים והכנסות ממסחר, חברות spin-off ועוד.

איור 39 מציג תוצאות משוקללות של האוניברסיטאות הישראליות ב-5 מדדים הקשורים לקשרי אקדמיה-תעשייה עפ"י דירוגי אוניברסיטאות שונים. לצורך נרמול התצוגה, הגרף כולל גם נתונים של מספר חוקרים ומספר פרסומים כללי של כל אוניברסיטה (הגדרות המדדים וקישורים למקורות לנתונים מפורטים בטבלה שמתחת לאיור). השיעורים חושבו ביחס לנתוני האוניברסיטה המובילה בכל אחד מהמדדים. במקרים שבהם פורסמו המספרים הגולמיים – החישוב בוצע ביחס לנתונים – Data; במקרים אחרים לפי הציון בדירוג – Score.

יתרון נוסף של תצוגה מהסוג שמתואר באיור 39 הינו האפשרות לבצע השוואה בין האוניברסיטאות באופן שמאפשר להימנע מהגדרות שרירותיות לגבי המשקל שמקבל כל אחד מהאינדיקטורים בציון הכולל; הגדרות כאלו עלולות לגרום להטיות בתוצאות המתקבלות. פתרון דומה הוצע לאחרונה בדוח של מוסד נאמן שעסק בניתוח קשרי אקדמיה-תעשייה על סמך נתוני אקדמיים ממקורות שונים⁸¹.

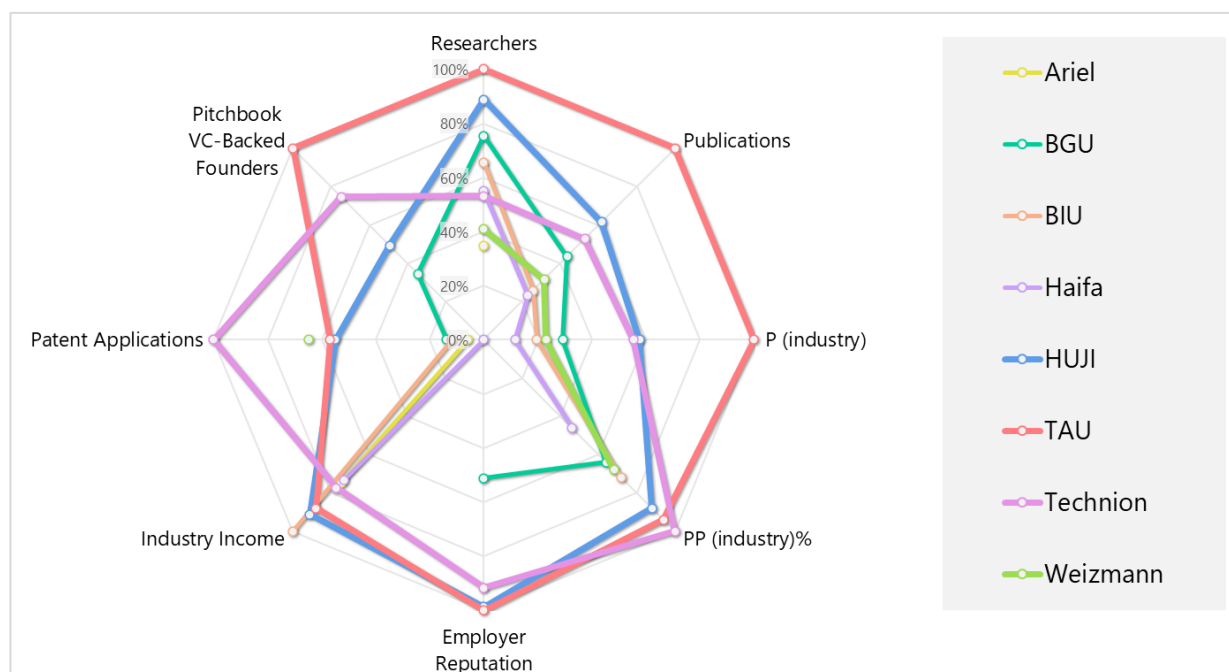
⁷⁸ הנתונים חושבו על בסיס התוצאות האחרונות שפורסמו בכל דירוג

⁷⁹ במקרים שבהם המיקום נקבע בטווח מסוים – החישוב בוצע לפי התוצאה האמצעית; למשל, במקרה שבו אוניברסיטה דורגה במקום 151-200 – המספר ששימש לביצוע החישוב היה 175

⁸⁰ Dip, J. A. (2021). What does U-multirank tell us about knowledge transfer and research?. *Scientometrics*, 126(4), 3011-3039.

⁸¹ Bentur, A. (2019). University–Industry Relations: Evidence Based Insights. ([source](#))

איור 39: השוואת נתונים⁸² של אוניברסיטאות ישראליות במדדים העוסקים בקשרי אקדמיה-תעשייה



טבלה 3: המדדים לאיור 39 – הגדרות ומקורות

הערות	סוג הנתון	מקור	הגדרת המדד	מדד
סה"כ אנשי סגל תש"פ	Data	CHE 2019/2020	Total number of researchers	Researchers
מספר פרסומים לפי נתוני ליידן	Data	CWTS Leiden Ranking 2020	Total number of annual publications	Publications
כולל שת"פ עם חברות זרות	Data	CWTS Leiden Ranking 2020	The number of a university's publications that have been co-authored with one or more industrial organizations	P (industry)
כולל שת"פ עם חברות זרות	Calculated	CWTS Leiden Ranking 2020	The proportion of a university's publications that have been co-authored with one or more industrial organizations	PP (industry) %
לחלק מהאוניברסיטאות לא מוצגים נתונים	Score	THE World University Rankings 2021	This category seeks to capture the knowledge-transfer activity by looking at how much research income an institution earns from industry (adjusted for PPP), scaled against the number of academic staff it employs	Industry Income

⁸² הנתונים חושבו על בסיס התוצאות האחרונות שפורסמו בכל מדד

Employer Reputation	Based on almost 50,000 responses to QS Employer Survey which asks employers to identify those institutions from which they source the most competent, innovative, effective graduates	QS World University Rankings	Score	לחלק מהאוניברסיטאות לא מוצגים נתונים
Patent Application	Total number of annual USPTO Patent Applications	USPTO AppFT: Applications	Data	מספר בקשות לפטנטים שהוגשו ל-USPTO
Pitchbook VC-Backed Founders	The number of venture capital-backed founders among university alumni	2021 PitchBook university rankings: Top 50 colleges for founders	Data	מספר הבוגרים היזמים שהקימו חברות וגייסו עיבורן ⁸³ הון

השוואות מהסוג שמתואר באיור 38 ואיור 39 עשויות לסייע בזיהוי האוניברסיטאות הישראליות שמצטיינות בדירוגים הבינלאומיים ותורמות לנראות של האקדמיה הישראלית בעולם.

חשוב לציין שמעבר לדירוגים שנסקרו בפרק זה, ישנם עשרות דירוגי אוניברסיטאות נוספים שמתבצעים ע"י גופים שונים ומתבססים על מדד יחיד או תחום מחקר נבחר. מספר דוגמאות לדירוגים בתחומי מדעי המחשב:

< CSRankings – דירוג מוסדות אקדמיים שמתבסס על מספר הפרסומים בכנסים נבחרים⁸⁴
 < Excellence Maps – דירוג אוניברסיטאות המשלב נתונים ביבליומטריים (highly cited papers) ואלטמטריקס (highly bookmarked papers)⁸⁵

< guide2research – דירוג אוניברסיטאות על-סמך נתוני החוקרים ב-Google Scholar⁸⁶
 < מדד ישראלי לדירוג אוניברסיטאות בתחום הסייבר – פורסם ע"י אוניברסיטת בן-גוריון בשנת 2014⁸⁷

ההמלצה העיקרית שלנו בפרק זה מתייחסת לכך שבתהליך ההערכה של אוניברסיטאות אין להתבסס על תוצאות של דירוג יחיד, עדיף תמיד לבצע ניתוח משולב של נתונים ממספר מקורות.

המלצה נוספת נובעת מהחשיבות של הדיוק בפרטי המחברים שמופיעים בפרסומים המדעיים: חשוב שהחוקרים יבצעו תחזוקה שוטפת של הפרופילים הביבליומטריים שלהם, ושהאוניברסיטאות יערכו בקרת איכות קבועה כדי לוודא שהפרטים במאמרים מדויקים ומקושרים בצורה נכונה לשדות המתאימים.

⁸³ The 2021 university rankings are based on the number of founders whose companies received a first round of venture funding between Jan. 1, 2006 and Oct. 31, 2021 ([source](#))

⁸⁴ CSRankings: Computer Science Rankings ([website](#))

⁸⁵ Excellence Maps: Computer Science ([website](#))

⁸⁶ guide2research: Ranking for Computer Science & Electronics ([website](#))

⁸⁷ חוקרים מהמחלקה להנדסת מערכות מידע יצרו מדד חדש לדירוג אוניברסיטאות בתחום הסייבר. 2014 ([מקור](#))

לאדמיניסטרטורים אקדמיים, גופי מימון (ובעלי עניין אחרים) מומלץ להסתייע בדירוגי אוניברסיטאות שהוכיחו עקביות לאורך השנים ומשתמשים במגוון רחב של מדדים מסוגים שונים. דירוגי אוניברסיטאות שנותרו משקל גבוה לסקרי מוניטין, או נתונים אחרים שלא ניתנים לשחזור ובדיקה - יוצרים פלטפורמה שעלולה לגרום לעיוותים בתהליך ההערכה של מוסדות אקדמיים⁷⁰.

הדירוגים של ליידן, Clarivate Analytics Innovation Ranking ו-SCImago עושים שימוש במגוון רחב של אינדיקטורים שניתן לאמת, ולכן עשויים להיות מועילים בהערכת ביצועי המחקר של אוניברסיטאות.

רוב דירוגי האוניברסיטאות אינם לוקחים בחשבון מדדים של פטנטים ו-IP שעשויים לשקף את תרבות החדשנות במוסדות האקדמיים. חשוב להדגיש שצמיחה במספר הפטנטים או הפרסומים המדעיים עשויה להתבטא בעליה של האוניברסיטה בדירוג, אך לא בהכרח מעידה על תרומה אמיתית למדע.

לצורך הערכת האיכות האקדמית - חלק גדול מהדירוגים משתמשים בתוצאות של סקרי עמיתים, הישגים של אנשי סגל, יחס בין מספר סטודנטים למספר חברי סגל, ומספר תארי דוקטור; מדדים אלו לא משקפים בצורה מלאה את סביבת ההוראה והלימוד של הסטודנטים.

נתוני הוצאות המחקר משמשים לעתים קרובות כאינדיקטור להערכת העוצמה ואיכות המחקר המדעי של אוניברסיטאות. מחקרים שבדקו את הקשר בין שני הפקטורים האלו מצאו שהגדלה של הוצאות המחקר לא בהכרח מובילה לשיפור באיכות המחקר, כך למשל עליה במימון מ-NIH הביאה לגידול במספר הפרסומים, אך לא בהכרח לפיתוח של טיפולים רפואיים חדשים⁷⁰.

דירוגי האוניברסיטאות נוטים להתמקד בנתונים ביבליומטריים שמושפעים מהטיה לטובת פרסומים שנכתבים באנגלית, ולכן משקפים מידע חלקי. מצד שני, סקרי מוניטין ומדדי "יוקרה" שמחושבים לפי זכיה בפרסי נובל עלולים ליצור הטיה לטובת אוניברסיטאות עליות. מחקר⁸⁸ שפורסם ב-2021 המליץ להוסיף לתהליך הערכת האוניברסיטאות מדדים שמתייחסים לרקע הכלכלי של המדינה, שפת המדינה, וגם ותק אקדמי של המוסד. בתהליך הערכת האוניברסיטאות, כדאי להשתמש בתוצאות של מספר דירוגים ולא להתבסס על מקור יחיד.

רצוי שדירוגי האוניברסיטאות יכללו מגוון רחב של מדדים ויתבצעו בשקיפות שתאפשר בדיקה ושחזור של הנתונים. כדי לאפשר זאת, רצוי לבנות מאגר מידע ישראלי שיכלול נתונים שנתיים שידווחו ע"י האוניברסיטאות הישראליות. לצורך הגדרת הנתונים הנדרשים ניתן להיעזר ברשימות המדדים שמתועדים במאגרים של AUTM⁸⁹ האמריקאי ו-HESA⁹⁰ הבריטי.

המדדים שנכללים כיום בדירוגי האוניברסיטאות לא משקפים בצורה מספיק מדויקת את תפוקות המחקר של המוסדות. נדרש פיתוח של מדדים נוספים שיאפשרו הערכה טובה יותר של ביצועי האוניברסיטאות והערך החברתי שלהן באמצעות תגליות מדעיות, תפוקות כלכליות וההשפעה על בריאות הציבור⁹¹. אוניברסיטת חיפה הודיעה ביולי 2021 כי היא "החליטה לאמץ את 17 היעדים

⁸⁸ Qureshi, M. S., & Daud, A. (2021). Fine-grained academic rankings: mapping affiliation of the influential researchers with the top ranked HEIs. *Scientometrics*, 1-31.

⁸⁹ AUTM Licensing survey ([website](#))

⁹⁰ HESA - the Higher Education Statistics Agency ([website](#))

⁹¹ נתונים של ניסויים קליניים עשויים להיות שימושיים למטרה זו, כפי שאפשר לקרוא בהרחבה במאמר:

Vernon, M. M., Danley, C. M., & Yang, F. M. (2021). Developing a measure of innovation from research in higher education data. *Scientometrics*, 1-10.

לפיתוח בר־קיימא שפרסם האו"ם כמודל חדש להערכת מחקר ופעילות אקדמיים. אוניברסיטת חיפה היא המוסד הראשון שהחליט על שינוי משמעותי במדיניותו"⁹².

כדאי להתייחס לדירוגי האוניברסיטאות ככלי עזר אנליטי בתהליכי קבלת החלטות, ולא כמטרה בפני עצמה.

⁹² מודל המחקר החדש של אוניברסיטת חיפה מתמקד ביחסי אקדמיה וחברה. הארץ. יולי 2021 ([מקור](#))

מדע וטכנולוגיה



מוסד שמואל נאמן
למחקר מדיניות לאומית

טל. 04-8292329 | פקס. 04-8231889
קרית הטכניון, חיפה 3200003-ww
w.neaman.org.il