

מוסד שמואל נאמן
למחקר מתקדם במדע וטכנולוגיה



השוואה בין הפקולטה להנדסת תעשייה
וניהול בטכניון לבין פקולטות דומות
באוניברסיטאות בארה"ב על פי מדדים
ביכליומטריים

מריאן תחאוכו • הנחייה: ד"ר דפנה גץ

ספטמבר 2007

הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל



השוואה בין הפקולטה להנדסת תעשייה וניהול בטכניון לבין פקולטות דומות באוניברסיטאות בארה"ב על פי מדדים ביבליומטריים

מריאן תחאוכו
הנחייה: ד"ר דפנה גץ

ספטמבר 2007

Comparison Between the Faculty of Industrial Engineering and Management at the Technion and Similar Faculties from Universities in USA Using Bibliometric Indices

Marian Tehawkho

Supervision: Dr. Daphne Getz

מוסד שמואל נאמן

למחקר מתקדם במדע וטכנולוגיה

הטכניון, חיפה 32000

טלפון: 04-8292329, פקס: 04-8231889

<http://www.neaman.org.il>

© כל הזכויות האקדמיות לפרסום זה שמורות לחוקרים ולמוסד שמואל נאמן למחקר מתקדם במדע וטכנולוגיה.

למען הסר ספק, מודגש בזאת כי החוקרים ו/או מוסד נאמן למחקר מתקדם במדע וטכנולוגיה לא יהיו אחראים לכל נזק ו/או להוצאה ו/או להפסד מכל מין וסוג אשר יגרמו ל/או עלולים להיגרם לכם או למי מטעמכם עקב דו"ח זה, או בהקשר אליו.

אין להעתיק, לצלם או לשכפל כל חלק מפרסום זה ללא רשות בכתב ומראש מבעלי הזכויות.

תוכן עניינים

5	הקדמה
6	1. נתונים כלליים על הפקולטות
6	1.1 הפקולטה להנדסת תעשייה וניהול (תענ"ה) ע"ש ויליאם דוידסון- טכניון
7	H. Milton Stewart- School of Industrial & Systems Engineering (ISyE) - 1.2 Georgia Tech
8	School of Operations Research and Information Engineering (ORIE) - 1.3 Cornell University
9	Department of Management Science and Engineering (MSE) - Stanford 1.4 University
10	Industrial Engineering and Management Sciences (IEMS) - 1.5 Northwestern University
11	1.6 סיכום נתונים כלליים
12	2. נתונים ביבליומטריים
13	2.1 מדדי פוריות
15	2.2 מדדי קדימות
18	2.3 מדדי איכות
22	2.3.1 מדד ה-h-index
24	2.3.2 מאגר Highly Cited Papers
25	ביבליוגרפיה

הקדמה

עבודה זו בוצעה בתיאום עם דיקן הפקולטה להנדסת תעשייה וניהול (תענ"ה) בטכניון, פרופ' בועז גולני, כהמשך למחקר¹ שנערך בעבור הנהלת הטכניון לבקשת המשנה הבכיר לנשיא פרופ' אביב רזן, שבו נבחנה רמת המחקר ההנדסי בטכניון ובאוניברסיטאות בישראל בהשוואה לעולם על סמך נתונים ביבליומטריים.

בשל מורכבותה וריבוי תחומי המחקר בפקולטה לתעשייה וניהול בטכניון, מצאנו לנכון לבחון בנפרד את רמת המחקר ופוריות החוקרים בפקולטה זו בהשוואה לפקולטות דומות בחו"ל. המרכיב ההנדסי כמעט בכל התוכניות ובכל התארים בפקולטה לתענ"ה בטכניון הופך אותה לפקולטה ייחודית ואין פקולטה אחרת הדומה לה בדיוק, לכן משווים אותה עם פקולטות קרובות מבחינת תחומי המחקר. הפקולטות אשר נבחרו להשוואה הן:

- ISyE (School of Industrial and Systems Engineering), Georgia Institute of Technology
 - ORIE (School of Operations Research and Information Engineering), Cornell University
 - MSE (Department of Management Science and Engineering), Stanford University
 - IEMS (Industrial Engineering and Management Sciences), Northwestern University
- פקולטות אלה כולן ותיקות וידועות ומדרגות גבוה בתחומיהן.

פרק 1: מאתרי הפקולטות סיכמנו נתונים כלליים, כגון, מספר החוקרים, מספר הסטודנטים, תוכניות הלימוד ותחומי המחקר, על מנת לבחון מה דומה ומה שונה בין הפקולטות.

פרק 2: מאתר ה- ISI^2 דלינו נתונים ביבליומטריים עבור כל אחת מהפקולטות, לשנים 1998-2007, לצורך ביצוע השוואות בשלוש קבוצות מדדים:

- מדדי פוריות: סך הפרסומים בפקולטה ומספר הפרסומים הממוצע לחוקר.
- מדדי קדימות: שיעור הפרסומים בפקולטה, בתחום מסוים, מכלל הפרסומים בפקולטה.
- מדדי איכות הפרסומים: ממוצע הציטוטים ומדד ה-h-index.

בנוסף אנו מציגים את הפרסומים המצטיינים לפי מאגר ה-Highly Cited Papers.

ברוב הפרסומים מופיע שם הפקולטה אליה משתייכים החוקרים, אך לא על כולם, לכן דליית נתונים מאתר ה- ISI לפי פקולטות/מחלקות נותנת תמונה חלקית בלבד.

¹ גץ, ד., תחאוכו, מ., אילן, י., שפסקי, ג., (2006) "מעמד של ישראל והטכניון בהשוואה למדינות מוסדות נבחרים בעולם על פי מדדים ביבליומטריים", מוסד שמואל נאמן.

² אתר ה- ISI : <http://www.isiknowledge.com> :ISI Web of Knowledge

1. נתונים כלליים על הפקולטות

בפרק זה נציג נתונים כלליים³ על הפקולטה להנדסת תעשייה וניהול בטכניון ועל ארבע הפקולטות אשר נבחרו להשוואה, על מנת לבחון את מידת הדמיון בין הפקולטות מבחינת גודלן ותחומי הלימוד והמחקר שבהן:

1.1 הפקולטה להנדסת תעשייה וניהול (תענ"ה) ע"ש ויליאם דוידסון - טכניון⁴

הפקולטה לתענ"ה קיימת בטכניון כמחלקה נפרדת מאז 1957, ורק בשנת 1967 הפכה לפקולטה עצמאית. להלן הנתונים נכון ליולי 2007:

- **48 חברי סגל ואורחים:**
 - 15 פרופסורים (Professor) + 1 פרופסור אורח (Distinguished Visiting Professor) + 18 פרופסורים חברים (Associate Professor) + 10 מרצים בכירים (Senior Lecturer) + 3 מרצים (Lecturer) + 1 עמית הוראה בכיר (Senior Teaching Fellow).
 - 39 מרצים מן החוץ (Adjunct).
 - 10 פרופסורים אמריטוס (Professor Emeritus).
- **סה"כ סטודנטים לכל התארים** (לפי נתונים שהתקבלו מדיקן הפקולטה פרופ' בועז גולני): **1650 (350 מוסמכים)**
- **היחס בין מספר הסטודנטים (לכל התארים) למרצים (חברי סגל ומרצים מן החוץ): 19**
- **היחס בין מספר הסטודנטים לתארים מתקדמים לחברי הסגל (לא כולל מרצים מן החוץ): 7.3**
- **תוכניות הלימוד בפקולטה:**
 - לימודי תואר ראשון: מוסמך למדעים (B.Sc) או בוגר למדעים (B.A).
 - לימודי מוסמכים: מגיסטר למדעים (M.Sc), מגיסטר להנדסה (M.E), דוקטור לפילוסופיה (Ph.D).
 - שטחי לימוד: מדעי ההתנהגות- Behavioral Sciences
 - כלכלה ומימון- Economics & Finance
 - הנדסת תעשייה- Industrial Engineering & Quality Engineering
 - מערכות מידע- Information Systems Engineering
 - סטטיסטיקה והסתברות- Probability and Statistics
 - אסטרטגיה ויזמות- Strategic Management & Entrepreneurship
 - חקר ביצועים- Operations Research
 - תוכנית מנהל עסקים MBA

³ הנתונים נלקחו מאתרי הפקולטות והם מציגים את המצב נכון ליולי 2007.

⁴ אתר הפקולטה- <http://iew3.technion.ac.il>

H. Milton Stewart - School of Industrial & Systems 1.2 Engineering (ISyE) - Georgia Tech⁵

הפקולטה ISyE קיימת ב-Georgia Tech כתוכנית נפרדת מאז 1924 והפכה לפקולטה בשנת 1945.
להלן הנתונים נכון ליולי 2007:

- **65 Faculty:**

37 professors, 18 associate professors, 10 assistant professors.

9 adjuncts.

- סה"כ סטודנטים לכל התארים: כ-1400 (מתוכם 350 מוסמכים)
- היחס בין מספר הסטודנטים למרצים (חברי סגל ומרצים מן החוץ): 19
- היחס בין מספר הסטודנטים לתארים מתקדמים לחברי הסגל: 5.4
- תוכניות הלימוד בפקולטה:
 - תואר ראשון: BS
 - לימודי מוסמכים: M.Sc., Ph.D
 - שטחי לימוד בפקולטה: Industrial Engineering (IE)
Operations Research (OR)
Systems Engineering (SE)
 - executive programs:
 - The Executive Master's in International Logistics (EMIL)
 - The Supply Chain & Logistics Institute (SCL)
- פקולטות נוספות באוניברסיטה המלמדות תחומים קרובים לאלה הנלמדים בתענ"ה בטכניון:
 - College of Management (B.S., MBA, Ph.D.)
 - The School of Economics at Georgia Tech resides in the Ivan Allen College of Liberal Arts (B.S., M.Sc.)

⁵ אתר ה-ISyE - <http://www.isye.gatech.edu/>

School of Operations Research and Information Engineering 1.3 (ORIE) - Cornell University⁶

בשנת 1961 הוקמה הפקולטה ORIE ב-Cornell University ללימודי תואר ראשון בהנדסה, ובשנת 1965 נוספה התוכנית למוסמכים. להלן הנתונים נכון ליולי 2007:

- **30 faculty:**

20 professors, 3 associate professors, 5 assistant professors, 2 senior lecturers.

2 professors emeritus.

- סה"כ סטודנטים לכל התארים: 355 (90 בתואר שני ו-40 דוקטורט)
- היחס בין מספר הסטודנטים למרצים: 12
- היחס בין מספר הסטודנטים לתארים מתקדמים לחברי הסגל: 4.3
- תוכניות הלימוד בפקולטה:
 - תואר ראשון: B.S.
 - לימודי מוסמכים: M.E ו-Ph.D
 - שטחי לימוד בפקולטה: Operations Research (OR)
 - Dual Degree: M.E + MBA
- פקולטות נוספות באוניברסיטה המלמדות תחומים קרובים לאלה הנלמדים בתענ"ה בטכניון:
 - Johnson Graduate School of Management (MBA, Ph.D)

⁶ אתר ORIE - <http://www.orie.cornell.edu/>

Department of Management Science and Engineering 1.4 (MSE)⁷ - Stanford University

הפקולטה MSE קיימת ב-Stanford University במתכונתה הנוכחית מסוף שנת 1999, היא תוצאה של ארגון מחדש ומיזוג של שתי פקולטות קיימות⁸. להלן הנתונים נכון ליולי 2007:

- **35 Faculty**

20 professors, 5 associate professors, 10 assistant professors.

33 consulting faculty and lecturers.

12 professors emeritus.

- סה"כ סטודנטים לכל התארים: 523 (316 בתואר שני ו-100 בדוקטורט)

- היחס בין מספר הסטודנטים למרצים (חברי סגל ומרצים מן החוץ): 7.4

- היחס בין מספר הסטודנטים לתארים מתקדמים לחברי הסגל: 11.9

- תוכניות הלימוד בפקולטה:

- תואר ראשון: B.S

- לימודי מוסמכים: M.Sc ו-Ph.D

- שטחי מחקר בפקולטה:

- Organizations, Technology and Entrepreneurship

- Production and Operations Management

- Decision Analysis and Risk Analysis

- Economics and Finance

- Systems Modeling and Optimization

- Probability and Stochastic Systems

- Information Science and Technology

- Strategy and Policy

- פקולטות נוספות באוניברסיטה המלמדות תחומים קרובים לאלה הנלמדים בתענ"ה בטכניון:

- Graduate School of Business (MBA, Ph.D)

⁷ אתר MSE - <http://www.stanford.edu/dept/MSandE/>

⁸ In December 1999, the Board of Trustees, Stanford University authorized the creation of the Department of Management Science and Engineering from the Department of Industrial Engineering and Engineering Management and the Department of Engineering-Economic Systems and Operations Research.

Industrial Engineering and Management Sciences (IEMS)⁹- 1.5 Northwestern University

הפקולטה IEMS הוקמה ב-Northwestern University בשנת 1958. להלן הנתונים נכון ליולי 2007:

- **20 Faculty:**

11 professors, 6 associate professors, 2 assistant professors, 1 lecturer.

11 adjuncts.

2 professors emeritus.

- סה"כ סטודנטים לכל התארים: 118 (כ-48 לתארים מתקדמים).

- היחס בין מספר הסטודנטים למרצים (חברי סגל ומרצים מן החוץ): 3.8

- היחס בין מספר הסטודנטים לתארים מתקדמים לבין חברי הסגל: 2.4

- תוכניות הלימוד בפקולטה:

 - תואר ראשון: B.S

 - לימודי מוסמכים: M.Sc, M.E ו-Ph.D

 - נושאי מחקר בפקולטה:

- Applied Statistics and Quality Engineering
- Decision and Risk Analysis
- Financial Engineering
- Optimization
- Organization Behavior and Technology Management
- Production and Logistics
- Production Planning
- Research Areas
- Stochastic Modeling and Analysis

 - dual degree: M.E +MBA

- פקולטות נוספות באוניברסיטה המלמדות תחומים קרובים לאלה הנלמדים בתענ"ה בטכניון:

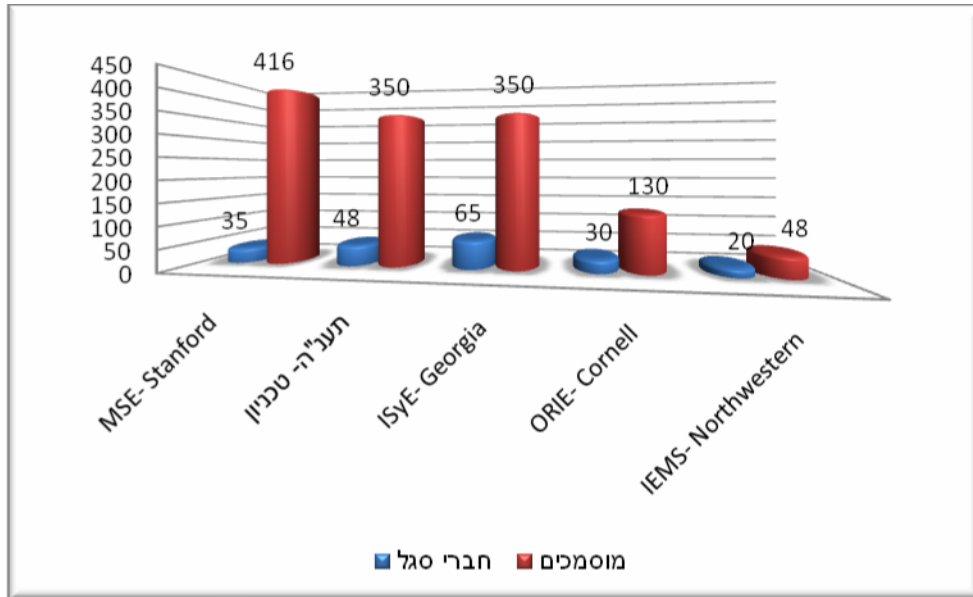
- Kellogg School of Management (MBA, Ph.D)

⁹ אתר IEMS - <http://www.iems.northwestern.edu/>

1.6 סיכום נתונים כלליים

- איור 1 מציג עבור כל אחת מהפקולטות את מספר הסטודנטים לתארים גבוהים (מוסמכים) ואת מספר חברי הסגל (לא כולל מרצים מן החוץ).

איור 1- מספר הסטודנטים לתארים גבוהים ומספר חברי הסגל בשנת 2007



מקורות: אתרי האינטרנט של הפקולטות.

כפי שניתן לראות באיור 1, בפקולטות תענ"ה, MSE, ו-ISyE יש יותר סטודנטים לתארים גבוהים. אך היחס בין מספר הסטודנטים לתארים גבוהים לבין מספר חברי הסגל ב-ORIE וב-IEMS הוא נמוך יותר, 4.33 ו-2.4 בהתאמה, לעומת 5.38 סטודנטים לחבר סגל ב-ISyE, 7.29 סטודנטים לחבר סגל בתענ"ה ו-11.89 סטודנטים לחבר סגל ב-MSE.

- בטכניון ביה"ס למנהל עסקים נחשב לחלק מהפקולטה לתעשייה וניהול, כאשר ביתר האוניברסיטאות הוא מחלקה נפרדת. בנוסף תענ"ה היא הפקולטה היחידה מבין אלה שאנו משווים ביניהן שאפשר ללמוד בה לתואר ראשון, תלת שנתי (B.A) בכלכלה. ב-Georgia Tech ישנה פקולטה נפרדת לכלכלה.

2. נתונים ביבליומטריים

בפרק זה נציג נתונים ביבלומטריים מאתר ה-ISI, עבור הפקולטה לתענ"ה בטכניון וארבע הפקולטות הנוספות שנבחרו להשוואה כפקולטות דומות מבחינת תחומי המחקר שלהן. ההשוואה תיעשה בשלוש קבוצות מדדים:

- **מדדי פוריות**- מספר הפרסומים בכל פקולטה תלוי בין היתר במספר החוקרים, לכן על מנת להשוות בין הפקולטות יש להתייחס למספר הפרסומים לחוקר (מספר החוקרים משתנה לאורך השנים, בחישוב מספר פרסומים ממוצע לחוקר אנו מתייחסים למספר החוקרים הנוכחי בלבד). הפקולטה Management Science and Engineering (MSE) ב-Stanford University הוקמה בסוף שנת 1999 בלבד, וביתר הפקולטות אנו מתייחסים לפרסומים מתחילת שנת 1998 לכן נוסף מדד נוסף והוא מספר הפרסומים הממוצע לחוקר לשנה.
- **מדדי קדימות**- בעזרת מדדי קדימות (אחוז הפרסומים בתת תחום מסוים מתוך כלל הפרסומים בפקולטה) ניתן לבחון ולהשוות את הקדימויות בפקולטות השונות ולראות אם הפקולטות אכן ברות השוואה מבחינת תחומי המחקר שלהן. עבור כל פקולטה נציג את 10 תתי התחומים העיקריים (בעלי הקדימות הכי גבוהה) בשנים 1998-2007.
- **מדדי איכות**- כדי לקבוע את איכות הפרסומים מקובל להשתמש במדד הציטוטים- ממוצע הציטוטים לו זכו הפרסומים בתקופה הנידונה. שיפור למדד זה ניתן לקבל ע"י שקלול ה-Impact Factor של העיתונים בהם מופיעים הפרסומים. באופן כללי, פרסומים זוכים לשיא הציטוטים בשנה השנייה, השלישית או הרביעית לאחר הפרסום. מדד הציטוטים שונה מאוד בתתי התחומים השונים לכן, כל השוואה במדד זה צריכה להיעשות רק בין פרסומים באותו תחום. עבור כל פקולטה נציג את מדד הציטוטים לשנים 1998-2007, בנוסף נשווה את מדד הציטוטים ב-5 תתי התחומים העיקריים של הפקולטה לתענ"ה בטכניון עם מדד הציטוטים של תתי תחומים אלה ביתר הפקולטות.
- נציג מדד נוסף והוא ה-**h-index**, זהו מדד אשר הומצא בשנת 2005 ע"י פיזיקאי מאוניברסיטת קליפורניה בשם ג'ורג' הירש (Jorge E. Hirsch), והוא משמש לאפיון תפוקה מחקרית של חוקרים. המדד יחסית חדש ועדיין לא זכה להכרה נרחבת בעולם. h-index של 20 משמעותו שישנם 20 פרסומים אשר זכו ל-20 ציטוטים ומעלה. למדד זה יתרון על פני מדדי פוריות אחרים, כיוון שהוא מנטרל את משקל היתר שמקבלים פרסומים שזוכים להרבה מאוד ציטוטים, ופרסומים שעדיין לא זכו לציטוטים כלל.
- לבסוף נשווה בין הפקולטות מבחינת החלק שלהן בפרסומים מצטיינים ונציג את מספר הפרסומים שלהן במאגר ה-**Highly Cited Papers** של ה-ISI, מאגר זה מכיל את הפרסומים המצטיינים בעולם בשנים 1997-2007.

2.1 מדדי פוריות

מאגרי ה-ISI מתעדכנים מדי שבוע וכוללים מאמרים (לא כולל ספרים או פרקים בספרים) המתפרסמים בכ-22,000 כתבי עת. דליית נתונים מהאתר לפי פקולטות או מחלקות מתאפשרת מסוף שנת 1997 עד היום, אנו נתייחס לשנים 1998-2007. לא על כל הפרסומים מופיע שם הפקולטה, לכן דליית נתונים לפי פקולטות נותנת תמונה חלקית בלבד של מצב הפקולטות מבחינה ביבליומטרית. להלן מספר הפרסומים של הפקולטות שנבחרו להשוואה, לפי שני מאגרים של ה-ISI "Science Citation Index Expanded" ו-"Social Sciences Citation Index":

- **תענ"ה- טכניון:** בין השנים 1998-2007, היו לפקולטה לתענ"ה בטכניון **505**¹⁰ פרסומים בכל התחומים. כלומר **10.52** פרסומים בממוצע לחוקר (חוקרים = חברי סגל, לא כולל מרצים מן החוץ). בשנים אלה היו בפקולטה 6 חברי סגל עם 20 פרסומים ויותר¹¹ (בממוצע 2 פרסומים ומעלה בשנה).
- **ISyE- Georgia Tech:** בין השנים 1998-2007, היו לפקולטה ל-ISyE **634**¹² פרסומים בכל התחומים. כלומר **9.75** פרסומים בממוצע לחוקר. בשנים אלה היו בפקולטה 9 חברי סגל עם 20 פרסומים ויותר (בממוצע 2 פרסומים ומעלה בשנה).
- **ORIE- Cornell University:** בין השנים 1998-2007, היו לפקולטה ל-ORIE **208**¹³ פרסומים בכל התחומים. כלומר **6.93** פרסומים בממוצע לחוקר. בשנים אלה היו בפקולטה 3 חברי סגל עם 20 פרסומים ויותר (בממוצע 2 פרסומים ומעלה בשנה).
- **MSE- Stanford University:** פקולטה זו הוקמה בסוף 1998 בלבד ולכן נתייחס לפרסומיה מסוף 1999. בין השנים 1999-2007, היו לפקולטה ל-MSE **197**¹⁴ פרסומים בכל התחומים. כלומר **5.63** פרסומים בממוצע לחוקר (ל-9 שנים לעומת 10 שנים ביתר הפקולטות). בשנים אלה היו בפקולטה 2 חברי סגל עם 18 פרסומים ויותר (בממוצע 2 פרסומים ומעלה בשנה).

10 הבדיקה בוצעה בתאריך 03.09.07 תחת התיאור:

OG=(technion*) and SG=(Fac Ind) and PY=(1998-2007)

11 פרסומים שלא מופיע בהם שם הפקולטה לא נכללים בספירה, לכן מספר הפרסומים לחוקר יכול להיות יותר גבוה אם השאליתה היא לפי שם החוקר והמוסד ולא לפי שם הפקולטה.

12 הבדיקה בוצעה בתאריך 03.09.07 תחת התיאור:

OG=(Georgia*) and SG=(Sch Ind & Syst Engn) and PY=(1998-2007)

13 הבדיקה בוצעה בתאריך 03.09.07 תחת התיאור:

OG=(cornell*) and SG=(Sch Operat Res & Ind Engn) and PY=(1998-2007)

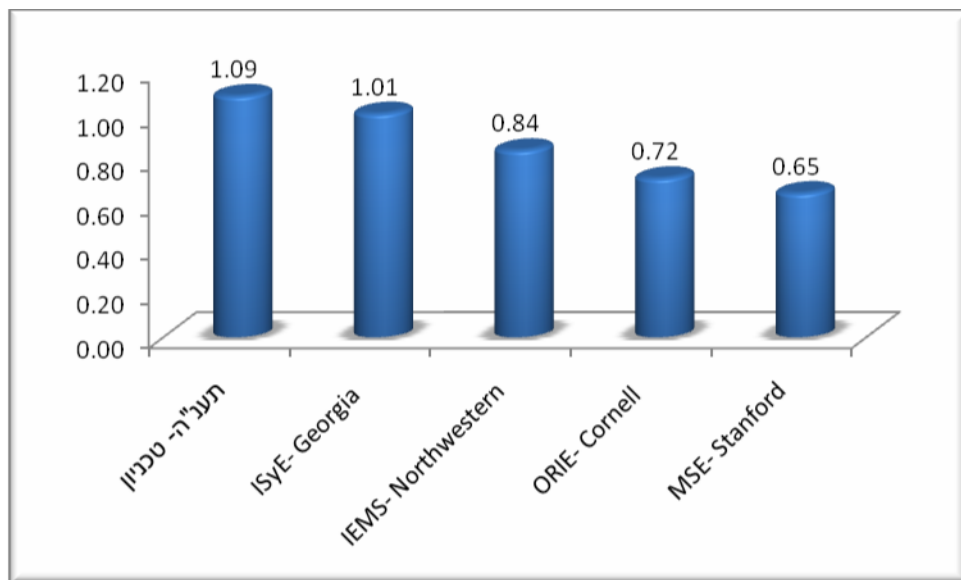
14 הבדיקה בוצעה בתאריך 03.09.07 תחת התיאור:

OG=(stanford*) and SG=(Dept Management Sci & Engn) and PY=(1998-2007)

- IEMS- Northwestern University: בין השנים 1998-2007, היו לפקולטה ל-IEMS ¹⁵163 פרסומים בכל התחומים. כלומר 8.15 פרסומים במוצע לחוקר. בשנים אלה היו בפקולטה 2 חברי סגל עם 20 פרסומים ויותר (במוצע 2 פרסומים ומעלה בשנה).

בפקולטה MSE ב-Stanford University או מתייחסים לפרסומים ב-9 השנים האחרונות, לעומת 10 שנים אחרונות ביתר הפקולטות, לכן בהשוואה בין הפקולטות מבחינת פוריות, נתייחס למספר הפרסומים הממוצע לחוקר לשנה. איור 2 מציג את מספר הפרסומים הממוצע לחוקר לשנה¹⁶ בפקולטה לתענ"ה בטכניון וביתר הפקולטות שנבחרו להשוואה, בין השנים 1998-2007 (ב-MSE הנתונים מתייחסים לשנים 1999-2007). כפי שניתן לראות הפקולטה לתענ"ה בטכניון ממוקמת ראשונה מבחינת מדד זה.

איור 2: מספר הפרסומים הממוצע לחוקר לשנה, 2007-1998*



מקורות: 1. אתרי האינטרנט של הפקולטות
 2. ISI Web of Knowledge: www.isiknowledge.com
 * ב-MSE הנתון מתייחס לשנים 2007-1999

15 הבדיקה בוצעה בתאריך 03.09.07 תחת התיאור:

OG=(Northwestern Univ) and SG=(Dept Ind Engn & Management Sci) and PY=(1998-2007)
 16 הנתונים מתייחסים לתקופה שבין תחילת ינואר 1998 לבין תחילת ספטמבר 2007, לכן לחישוב מספר פרסומים ממוצע לחוקר לשנה, חילקנו את מספר הפרסומים לחוקר לכל התקופה ב-9.66 שנים (ב-MSE הנתונים מתייחסים לתקופה שבין תחילת ינואר 1999 לבין תחילת ספטמבר 2007 לכן חילקנו ב-8.66 שנים).

2.2 מדדי קדימות

הקדימות לה זוכה תת-תחום במחלקה (פקולטה במקרה שלנו) מסוימת, מתבטאת באחוז הפרסומים במחלקה בתת-תחום האמור, בתקופה נתונה, מתוך כלל הפרסומים במחלקה בכל תתי-התחומים באותה תקופה.

בעזרת מדדי קדימות ניתן לבדוק את תחומי המחקר העיקריים של הפקולטות ולראות אם הפקולטות ברות השוואה. עבור כל פקולטה נציג את מדד הקדימות של 10 תתי-התחומים העיקריים (תתי-התחומים שזוכים לקדימות הגבוהה ביותר) ונבדוק אם יש דמיון בין הפקולטות מבחינת תחומי המחקר שלהן. טבלאות 1-5 מציגות את התפלגות הפרסומים בפקולטה לתענ"ה בטכניון והפקולטות שנבחרו להשוואה לפי תתי תחומים¹⁷ (בכל פקולטה מוצגים 10 תתי התחומים העיקריים). הטבלאות מציגות את מספר הפרסומים בכל תת תחום בשנים 1998-2007, ואת הקדימות לה זוכים תתי התחומים השונים בכל פקולטה באותה תקופה (קדימות=אחוז הפרסומים בתת תחום מסוים מסך הפרסומים בפקולטה. כל פרסום יכול להופיע תחת יותר מנושא אחד, לכן סכום האחוזים עלול לעבור את ה-100).

טבלה 1: מספר הפרסומים והקדימות של 10 תתי התחומים העיקריים בפקולטה לתעשייה וניהול בטכניון, בשנים 1998-2007

	publications	percent
Operations Research & Management Science	126	25.0%
Statistics & Probability	65	12.9%
Mathematics, Applied	62	12.3%
Engineering, Industrial	57	11.3%
Management	56	11.1%
Computer Science, Theory & Methods	45	8.9%
Economics	42	8.3%
Computer Science, Artificial Intelligence	31	6.1%
Computer Science, Software Engineering	27	5.4%
Engineering, Manufacturing	27	5.4%

מקור: ISI Web of Knowledge: www.isiknowledge.com

¹⁷ במאגרים הרלבנטיים לנו, ישנם יותר מ-200 תתי תחומים (subject categories), יש לשים לב שהחלוקה הזו לפי תתי תחומים לא תואמת במדויק לחלוקה של שטחי הלימוד בפקולטות השונות.

טבלה 2: מספר הפרסומים וקדימות 10 תתי התחומים העיקריים ב-Georgia Tech - ISyE ,
בשנים 2007-1998

	publications	percent
Operations Research & Management Science	314	49.5%
Mathematics, Applied	117	18.5%
Statistics & Probability	106	16.7%
Management	79	12.5%
Engineering, Industrial	76	12.0%
Computer Science, Interdisciplinary applications	72	11.4%
Computer Science, Software Engineering	55	8.7%
Engineering, Manufacturing	35	5.5%
Engineering, Electrical & Electronic	32	5.1%
Transportation Science & Technology	25	3.9%

מקור: ISI Web of Knowledge: www.isiknowledge.com

טבלה 3: מספר הפרסומים וקדימות 10 תתי התחומים העיקריים ב-Cornell University - ORIE ,
בשנים 2007-1998

	publications	percent
Statistics & Probability	84	40.4%
Operations Research & Management Science	63	30.3%
Mathematics, Applied	39	18.8%
Management	16	7.7%
Computer Science, Theory & Methods	15	7.2%
Computer Science, Software Engineering	14	6.7%
Computer Science, Interdisciplinary applications	11	5.3%
Economics	11	5.3%
Mathematical & Computational Biology	10	4.8%
Biology	7	3.4%

מקור: ISI Web of Knowledge: www.isiknowledge.com

טבלה 4: מספר הפרסומים וקדימות 10 תתי התחומים העיקריים ב-MSE- Stanford University ,

בשנים 2007-1999

	publications	percent
Operations Research & Management Science	56	28.4%
Management	45	22.8%
Mathematics, Applied	35	17.8%
Computer Science, Theory & Methods	24	12.2%
Economics	18	9.1%
Statistics & Probability	15	7.6%
Business	12	6.1%
Computer Science, Software Engineering	12	6.1%
Engineering, Electrical & Electronic	11	5.6%
Engineering, Industrial	10	5.1%

מקור: ISI Web of Knowledge: www.isiknowledge.com

טבלה 5: מספר הפרסומים וקדימות 10 תתי התחומים העיקריים ב-IEMS- Northwestern University ,

בשנים 2007-1998

	publications	percent
Operations Research & Management Science	114	69.9%
Management	39	23.9%
Engineering, Industrial	29	17.8%
Mathematics, Applied	23	14.1%
Statistics & Probability	18	11.0%
Computer Science, Interdisciplinary applications	15	9.2%
Transportation	7	4.3%
Transportation Science & Technology	7	4.3%
Business, Finance	6	3.7%
Engineering, Manufacturing	6	3.7%

מקור: ISI Web of Knowledge: www.isiknowledge.com

מטבלאות 1-5 ניתן לראות שיש דמיון רב בין הפקולטה להנדסת תעשייה וניהול בטכניון לבין הפקולטות שנבחרו להשוואה מבחינת תחומי המחקר שלהן.

2.3 מדדי איכות

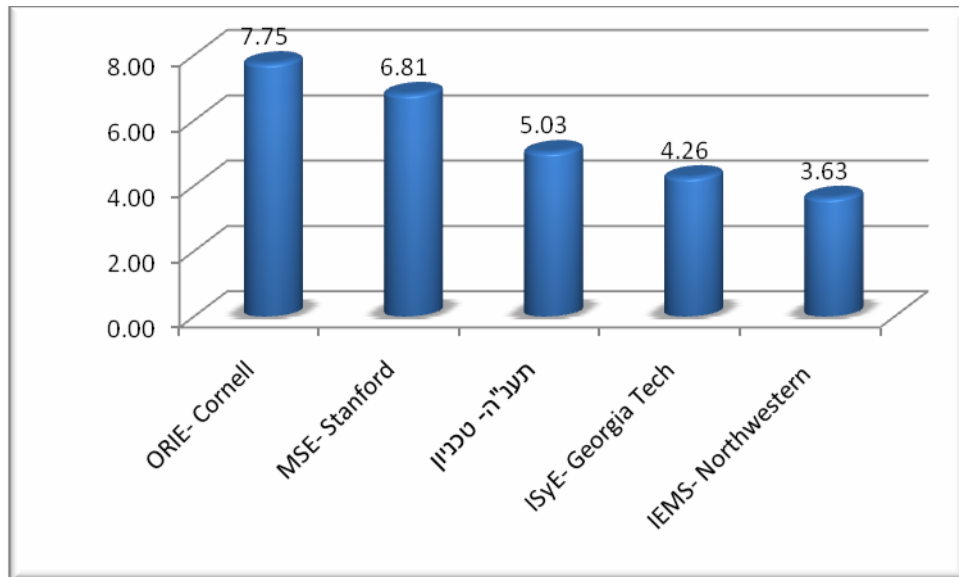
המדד הנפוץ ביותר לקביעת איכות הפרסומים הינו מדד הציטוטים- ממוצע הציטוטים לו זכו הפרסומים בתקופה הנידונה (מספר הציטוטים לו זכו הפרסומים בפקולטה בתחום מסוים, מחולק במספר הפרסומים).

כאשר מציגים את מדד הציטוטים יש להתייחס גם למגבלות שלו:

- ❖ מדד הציטוטים שונה מאוד בתחומים השונים, לכן כל השוואה במידת הציטוטים צריכה להיעשות רק בין פרסומים באותו תחום או תת-תחום.
- ❖ המדד מציג את הרמה הממוצעת של הפרסומים ומתעלם מהפרסומים המצטיינים, שתרומתם חשובה יותר מהמדדים הממוצעים. נציג בהמשך מדדים אשר מבודדים ומשווים את הפרסומים המצטיינים לפי פקולטות ולפי חוקרים.

איור 3 מציג את מדד הציטוטים של הפקולטה לתענ"ה בטכניון ויתר הפקולטות שנבחרו להשוואה, בין השנים 1998-2007:

איור 3: מדד הציטוטים לשנים 1998-2007*



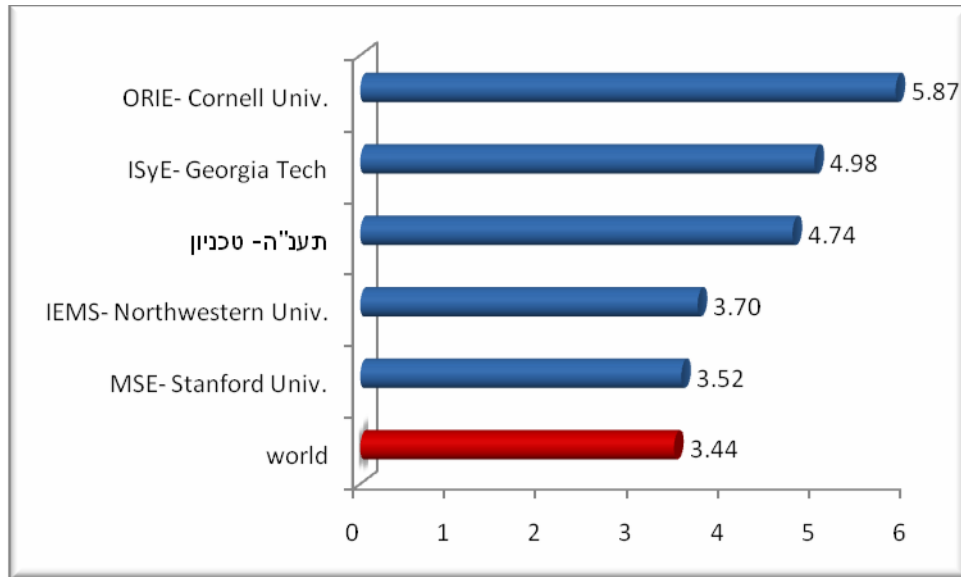
מקור: ISI Web of Knowledge: www.isiknowledge.com

* ב-MSE הנתון מתייחס לשנים 1999-2007

מדד הציטוטים שונה בתתי התחומים השונים, נשווה את מדד הציטוטים ב-5 תתי התחומים העיקריים של הפקולטה לתענ"ה בטכניון עם מדד הציטוטים של תתי תחומים אלה ביתר הפקולטות שנבחרו להשוואה.

איור 4: מדד הציטוטים בתת תחום Operations Research & Management Science, שנים

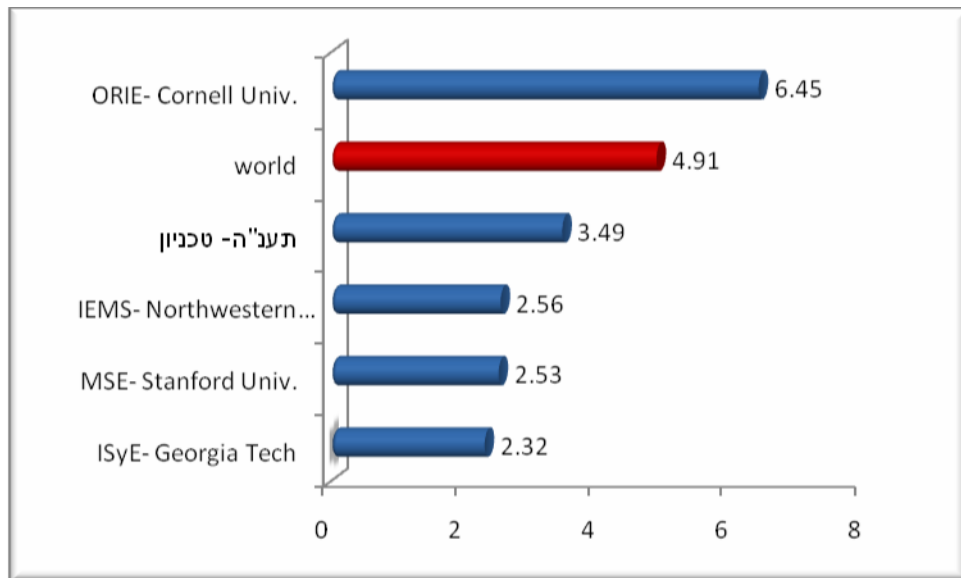
2007-1998



מקור: ISI Web of Knowledge: www.isiknowledge.com

* ב-MSE הנתון מתייחס לשנים 1999-2007

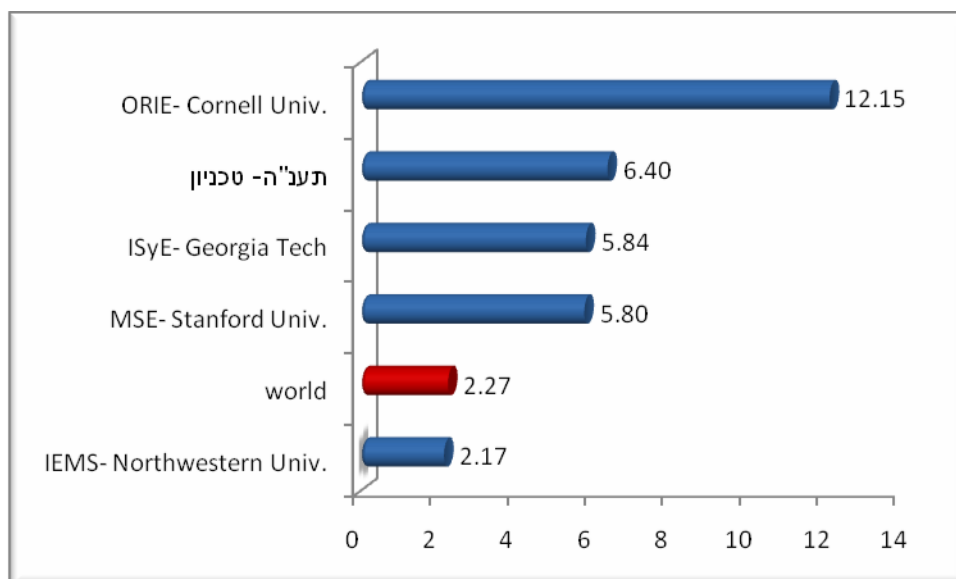
איור 5: מדד הציטוטים בתת תחום Statistics & Probability, שנים 2007-1998



מקור: ISI Web of Knowledge: www.isiknowledge.com

* ב-MSE הנתון מתייחס לשנים 1999-2007

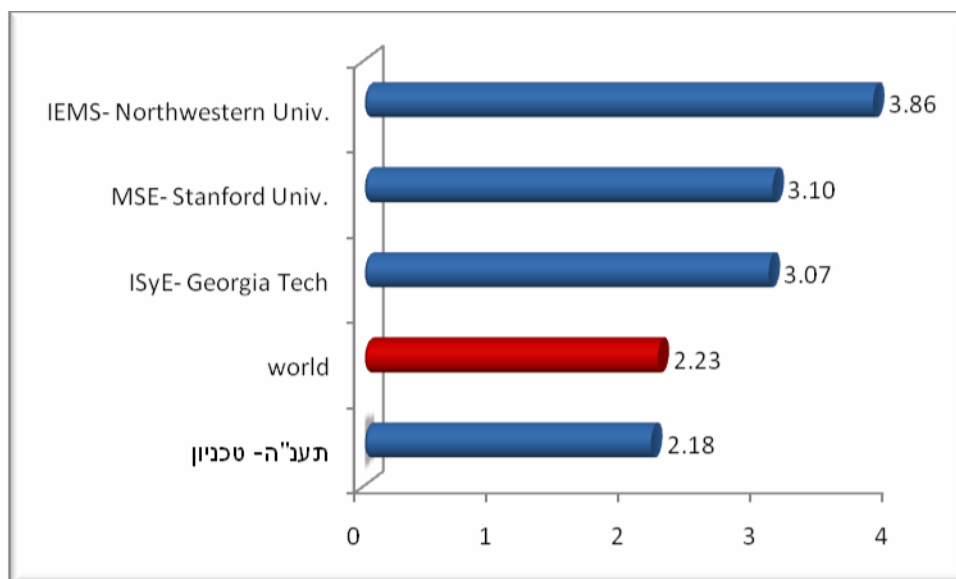
איור 6: מדד הציטוטים בתת תחום Mathematics, Applied, שנים 2007-1998



מקור: ISI Web of Knowledge: www.isiknowledge.com

* ב-MSE הנתון מתייחס לשנים 2007-1999

איור 7: מדד הציטוטים בתת תחום Engineering, Industrial, שנים 2007-1998

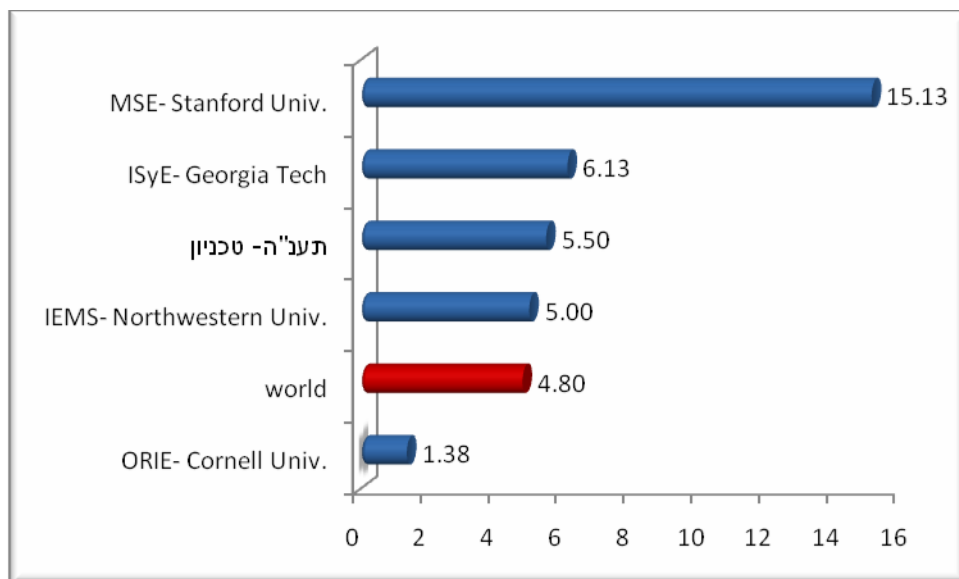


מקור: ISI Web of Knowledge: www.isiknowledge.com

* ב-MSE הנתון מתייחס לשנים 2007-1999

** ב-ORIE היה פרסום אחד בלבד בכל התקופה בתת תחום Engineering, Industrial לכן הוא לא מופיע בטבלה.

איור 8: מדד הציטוטים בתת תחום Management, שנים 1998-2007



מקור: ISI Web of Knowledge: www.isiknowledge.com

* ב-MSE הנתון מתייחס לשנים 1999-2007

2.3.1 מדד ה-"h-index"

את המדד המציא פיזיקאי בשם ג'ורג' הירש מאוניברסיטת קליפורניה בסן דייגו. זהו מדד חדש יחסית, משנת 2005, ועדיין לא נעשה בו שימוש רב. ההגדרה של הממציא¹⁸ ל-h-index:

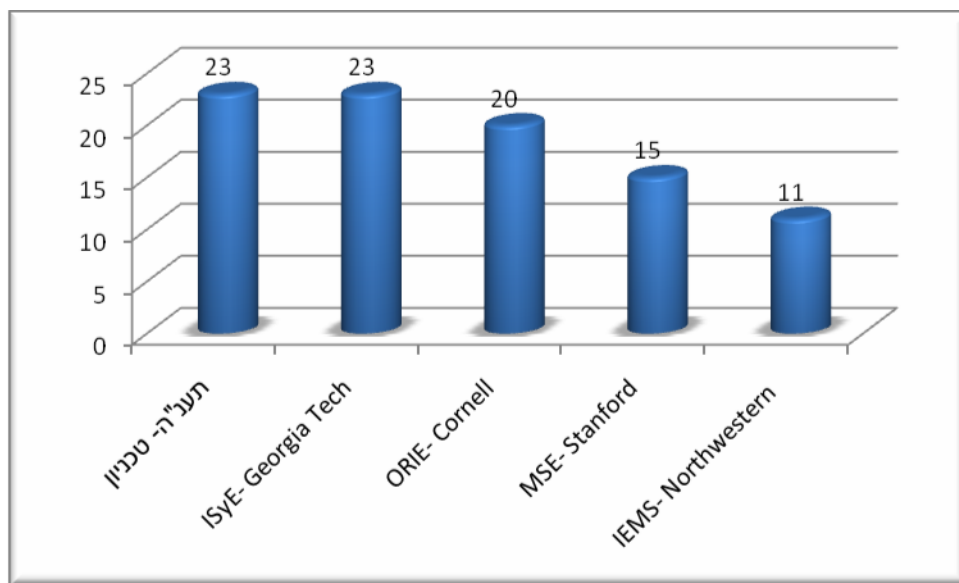
A scientist has index h if h of his/her N_p papers have at least h citations each, and the other ($N_p - h$) papers have no more than h citations each.

כלומר, לחוקר עם אינדקס 20 למשל, יש 20 פרסומים אשר זכו ל-20 ציטוטים ומעלה. אחד היתרונות של מדד זה על פני מדדים אחרים, שהוא מנטרל את משקל היתר שמקבלים פרסומים שזוכים להרבה מאוד ציטוטים, ופרסומים שעדיין לא זכו לציטוטים כלל.

למדד יתרון נוסף, לפי הטענה של הירש, שלחוקרים קשה מאוד להשפיע על המדד שלהם בעזרת ציטוטים עצמיים, כיוון שעל מנת להגדיל את המדד, החוקר צריך לצטט הרבה מהפרסומים שלו פעמים רבות. אך יש החולקים גם על נכונות טענה זו.

איור 4 מציג את מדד ה-h-index של הפקולטה לתעשייה וניהול בטכניון ושל הפקולטות שנבחרו להשוואה, עבור התקופה 2007-1998:

איור 9: מדד ה-h-index של הפקולטות, 2007-1998



מקור: ISI Web of Knowledge: www.isiknowledge.com

* ב-MSE הנתון מתייחס לשנים 2007-1999

¹⁸ Hirsch, J. E. (2005) "An index to quantify an individual's scientific research output", Proceedings of the National Academy of Sciences 102: 16569-16572.

2.3.2 מאגר "Highly Cited Papers" של ה-ISI:

מאגר ה-"Highly Cited Papers" מכיל את 1% הפרסומים המצוטטים ביותר בכל שנה, בכל אחד מ-22 השטחים הראשיים. המאגר מתייחס לפרסומים מינואר 1997 עד יולי 2007. טבלה 5 מציגה את החלק של הטכניון ושל הפקולטות שנבחרו להשוואה, במאגר הני"ל, לפי שטחים ראשיים:

טבלה 5: התפלגות הפרסומים של הפקולטות במאגר ה-"Highly Cited Papers" לפי שטחים, בשנים 2007-1997

	<i>Economics & Business</i>	<i>Mathematics</i>	<i>Engineering</i>	<i>Social Sciences, General</i>	<i>Computer Science</i>	<i>Total</i>
תענ"ה- טכניון	2	6	2	1	--	11
ISyE- Georgia Tech	1	7	4	--	1	13
ORIE- Cornell Univ.	1	13	--	--	1	15
MSE- Stanford Univ.	9	2	--	--	3	14
IEMS- Northwestern Univ.	1	--	--	1	--	2

מקור: ISI Web of Knowledge: www.isiknowledge.com

ביבליוגרפיה

1. גץ, ד., תחאוכו, מ., אילן, י., שפסקי, ג., "מעמדם של ישראל והטכניון בהשוואה למדינות ומוסדות נבחרים בעולם על פי מדדים ביבליומטריים", מוסד שמואל נאמן, 2006.
2. אתר הטכניון: <http://www.technion.ac.il>
3. Georgia Tech Website: <http://www.gatech.edu/>
4. Cornell University Website: <http://www.cornell.edu/>
5. Stanford University Website: <http://www.stanford.edu/>
6. Northwestern University Website: <http://www.northwestern.edu/>
7. ISI Web of Knowledge: www.isiknowledge.com
8. Hirsch, J. E. "An index to quantify an individual's scientific research output", Proceedings of the National Academy of Sciences 102: 16569-16572, 2005.
<http://www.pnas.org/cgi/content/full/102/46/16569>
9. Ball, P. "Achievement index climbs the ranks", *Nature* 448, 737 (16 August, 2007).
<http://www.nature.com/nature/journal/v448/n7155/full/448737a.html>
10. Technion Israel Institute of Technology, "William Davidson Faculty of Industrial Engineering and Management", Review Report, Haifa, May 2001.