

מחקר והוראת המגוון הביולוגי באוניברסיטאות המחקר של ישראל

דוח שאושר במועצת האקדמיה כמסמך יהלום,
ביום כ"ט בניסן תשע"א, 3 במאי 2011

ירושלים תשע"ב / 2012

דוח על מחקר והוראת המגוון הביולוגי באוניברסיטאות
המחקר של ישראל

יהלום – יחידת האקדמיה לייעוץ והערכה מדעיים

האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים

מדע וחינוך לארץ ישראל

דוח מחקר והוראת המגוון הביולוגי בישראל

Report on Biodiversity Research and Higher Education in Israel

Issues in Science Policy

Biodiversity Research and Higher Education at the Research Universities of Israel

The Academy Council approved the report as a YAHALOM
document, on May 3, 2011

Jerusalem 2012

Biodiversity Research and Higher Education at the
Research Universities of Israel

YAHALOM – Academy Unit for Scientific Counsel
and Evaluation

The Israel Academy of Sciences and Humanities

מחקר והוראת המגוון הביולוגי באוניברסיטאות המחקר של ישראל

מוגש ע"י:

תמר דיין, צבי בן-אברהם, רן נתן, דן יקיר, ארנון לוטם, דוד זלץ, אמציה גנין
הפורום למגוון ביולוגי וסביבה
האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים

יהודית בירק, רפי משולם, יוסי לוי, עודד נבון, יעל לובין, אהוד שפניר, תמר דיין
ועדת ההיגוי של האוספים הביולוגיים למחקר
האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים

כן השתתפו בכתיבת המסמך:

שמשון בלקין, מנחם גורן, אברהם חפץ, מיכה אילן, חיים קיגל, נגה קרונפלד-שור,
שי מאירי, אוריאל ספריאל, שרון שפיר, אורי שיינס

איסוף וניהול נתונים:

עמנואל כהן-שחם

“Biodiversity, which plays a critical role in overall sustainable development and poverty eradication, is essential to our planet, human well-being and to the livelihood and cultural integrity of people” (Section 42 of the World Summit on Sustainable Development Action Plan, Johannesburg 2002)



תוכן עניינים

5	הקדמה
7	תקציר מנהלים
10	המלצות
11	רקע
14	הסקר
16	תוצאות
16	התפלגות בקרב האוניברסיטאות בישראל
17	מגמות דמוגרפיות
24	סביבות מחקר
25	התמקדות בסביבה הימית – מיכה אילן
26	קבוצות החי והצומח הנחקרות
27	תחומי מחקר ספציפיים
28	התנהגות ואקולוגיה התנהגותית – אברהם חפץ
29	אבולוציה – ארנון לוטם
30	אקולוגיה – אוריאל ספריאל ותמר דיין
	אקולוגיה של צמחים וסיסטמטיקה של צמחים
31	(כולל פטריות) – חיים קיגל
32	פיזיולוגיה אקולוגית ואבולוציונית – נגה קרונפלד-שור
33	ביולוגיה של שמירת טבע – דוד זלץ
34	סיסטמטיקה וטקסונומיה – מנחם גורן
35	מגבלות ארגוניות להתפתחות תחום המחקר
37	נספח 1
38	נספח 2
39	נספח 3
39	האוניברסיטה העברית – רן נתן ושרון שפיר
41	אוניברסיטת תל-אביב – מיכה אילן
42	אוניברסיטת חיפה – אורי שיינס
43	אוניברסיטת בן-גוריון בנגב – דוד זלץ
44	נספח 4

הקדמה

השיטה המדעית מחפשת אחר ההסברים הפשוטים ביותר עבור תופעות טבעיות. עם זאת, אין בכך לרמז כי הטבע עצמו דבר פשוט. קיומו של מארג בן 10-30 ~ מיליוני מינים המרכיבים את האקוסיסטמה שלנו, וההכרה הגוברת כי גידולים חקלאיים, בריאות ושגשוג כלכלי אינם בלתי תלויים במארג זה, הביאו לכך כי מחקר המגוון הביולוגי אינו נחשב עוד למותרות. הן ברמה העולמית והן ברמה הלאומית, מדענים מתבקשים לספק תשובות לשאלות שלא ניתן לחקור בין ארבעה קירות ובעזרת מספר מיני חיות מעבדה. רשימת השאלות משמאל ממחישה את חשיבותן של רבות מהן.

במהלך שני העשורים האחרונים, מדענים ומקבלי החלטות הבינו כי שירותי המערכת האקולוגית, עליהם נשענים הכלכלה, החקלאות, הבריאות והרווחה שלנו, נמצאים בסכנה. מחקר המגוון הביולוגי והבנה מדעית מעמיקה הם המפתח להמשך קיומן של מערכות אקולוגיות מתפקדות ולקבלת החלטות מושכלת ורציונאלית בהקשרים רבים של כלכלה ופיתוח.

ישראל, עם אוכלוסייה המונה 7 מיליון אנשים, היא אחת מהמדינות המערביות הצפופות ביותר. מאפייני הכלכלה וניצול המשאבים שלה מערביים ואילו קצב גידול האוכלוסייה הוא כשל מדינת עולם שלישי. על ישראל להתמודד עם האתגר העצום לשימור, ממשק, וניצול משאביה הטבעיים לטובת החברה. בחנו האם המערכת האוניברסיטאית תוכל לספק את צרכי מדינת ישראל בתחומים אלו של מחקר והוראת המגוון הביולוגי.

קופסא 1 – שאלות מייצגות בתחום מחקר המגוון הביולוגי

- אלו חומרים פעילים ביולוגית בתוך יצורים חיים עשויים לשמש לתעשיית התרופות?
- כיצד ניתן לעשות שימוש בבתי גידול לחים לטיהור שפכים אורגאניים?
- האם רמות זיהום הכספית ביבשה, בבתי גידולים מימיים ובים השתנו במחצית המאה שחלפה?
- כיצד ניתן לעשות שימוש במודלים של אקולוגיה של אוכלוסיות לחיסול מזיקי חקלאות?
- כיצד צפויות חברות צומח להשתנות כתגובה לשינויי אקלים חזויים?
- אלו מיני דבורי בר עשויים לשמש כמאבקים אלטרנטיביים של גידולים חקלאיים?
- מה ההשפעה של מינים שהיגרו מים סוף דרך תעלת סואץ על המערכת האקולוגית והכלכלית של מזרח הים התיכון?
- אלו מינים יכולים לשמש להדברה ביולוגית וכיצד?
- כיצד נקבע קדימויות בפיתוח תוך שימור שירותי המערכת האקולוגית?
- כיצד שטחי חורש טבעי, בתות ויערות אורנים תורמים לקליטת פחמן ולזמינות מים מקומית ואזורית?
- כיצד ננהל שטחי חקלאות באופן ידידותי לסביבה?
- כיצד נשקם את בתי הגידול הלחים ונחלי ישראל?
- איך נעשה שימוש באקולוגיה התנהגותית לממשק אוכלוסיות מינים פולשים?
- כיצד נבנה מודלים של תנועה בין אוכלוסיות בכדי לאפשר חיזוי השפעת שינוי אקלים על הקישוריות בבתי גידול מקוטעים?
- מהו הפוטנציאל הפיזיולוגי האדפטיבי של יצורים חיים לשינוי אקלים?
- כיצד ההתנהגות של פרטים משפיעה על דינאמיקה של אוכלוסיות ועל עמידות של חברות?
- כיצד ננהל מערכות אקולוגיות באורח שישמר את השירותים שהן מעניקות לטובת האדם?
- מה ניתן ללמוד מתגובות לחץ בבעלי חיים שמאפשר לנו יישום רפואי אצל בני אדם?
- מהי השפעת גרירת רשתות דיג על פני קרקעית הים על רבייה בדגים ועל יציבות ענף הדיג?

תקציר מנהלים

מחקר המגוון הביולוגי בישראל קופא על שמריו בעוד שבעולם, מבחינה מדעית וחברתית, הוא מקבל עדיפות ראשונה במעלה. אם לא יתרחשו השינויים הנחוצים תוך שנים מספר, תחום זה בישראל יגיע למצב קריטי ולכך יהיו השלכות על חקלאות מבוססת מדע, שמירת משאבי הטבע, בריאות, ותכנון והערכות לשינויים עולמיים. יש לפעול, ברמת מדיניות המדע וברמה האוניברסיטאית, על מנת לקדם את מחקר המגוון הביולוגי בישראל לסטנדרטים מערביים.

המלצותינו הן:

1. הגדלה משמעותית של מספר המשרות האקדמיות המיועדות לתחום המגוון הביולוגי ובמיוחד עבור אותם תת-תחומים רגישים (ראו להלן).
2. הקצאת מלגות ותכניות מחקר חדשות בתחום המגוון הביולוגי.
3. שיתוף מדענים בתחומי המגוון הביולוגי בקבלת ההחלטות במסגרת הפורומים והוועדות הרלוונטיים.

* * *

מחקר המגוון הביולוגי התפתח דרמטית ברחבי העולם בשני העשורים האחרונים. סקרנו את מצבו של מחקר המגוון הביולוגי בשבע אוניברסיטאות המחקר בישראל על מנת להעריך מה המידה שבה תחום זה יכול לענות על צרכי המדינה, במונחים של מחקר והשכלה גבוהה. בנוסף בחנו האם המגמות במהלך אותם עשורים בישראל משקפות את הצמיחה העולמית בתחום זה. הגדרנו את חוקרי המגוון הביולוגי כמדענים שחוקרים מיני בעלי חיים וצמחים, שאינם מודל מחקרי, תוך שימוש בגישה אקולוגית ו/או אבולוציונית. נכון לזמן כתיבת הדו"ח, באוניברסיטאות המחקר יש 87 מדענים העוסקים במחקר המגוון הביולוגי, במשמעותו הרחבה, ביחס ל-91 שהיו בשנת 1990 (פחות מ-9% מסך כל החוקרים הביו-רפואיים). זאת בעוד שמספר אנשי הסגל הכולל באוניברסיטאות אלו בישראל עלה ב-15% (מ-89/90) או ב-9% (מ-90/91). כלומר קיימת שחיקה אבסולוטית בתחום ושחיקה קשה ביחס לכלל מערכת ההשכלה הגבוהה ולתמונה העולמית.

רובם המכריע של חוקרי המגוון הביולוגי נמצא בארבע אוניברסיטאות: אוניברסיטת תל-אביב (את"א), האוניברסיטה העברית, אוניברסיטת חיפה ואוניברסיטת בן-גוריון בנגב (ב"ג). באת"א בלבד יש תוכנית גדולה ומגובשת יחסית המוקדשת לנושא, בעוד שבשלושת המוסדות האחרים המדענים

מחולקים לשני קמפוסים ובמידה כזו או אחרת למסגרות הוראה שונות. התוכניות בעברית ובת"א, האוניברסיטאות הגדולות והוותיקות יותר, סבלו מקיצוצים גדולים בעשרים השנים האחרונות: באוניברסיטה העברית בעיקר בשנות ה-90 (המשך של דגם שהחל בסוף שנות ה-80) ובאת"א בעשור האחרון. נרשמה התחזקות מסוימת באוניברסיטאות הפריפריה הקטנות של ישראל (בי"ג [כולל המכונים לחקר המדבר] ואוניברסיטת חיפה [כולל אורנים]). יתר על כן, 22 מתוך 87 חוקרים (<25%) צפויים לפרוש במהלך חמש השנים הבאות, ירידה מספרית שספק אם קצב קבלת אנשי סגל חדשים יאזנה (קצב הגיוס המקסימאלי עד כה עומד על 16 אנשי סגל ב-5 שנים). בעקבות הקיצוצים הקשים בת"א ובעברית, שתי האוניברסיטאות בהן חונכו מעל ל-75% מאנשי הסגל החדשים שגויסו בשני העשורים האחרונים, עלול להיגרם מחסור במועמדים מצטיינים שיקשה במיוחד על הכשרת דור חדש של מדענים לתחום זה.

תחום הטקסונומיה וסיסטמאטיקה, הבסיס למחקר של אורגניזמים חיים ויחסיהם האבולוציוניים, נחלש בצורה דרמטית, ואיש הסגל האחרון בתחום זה יפרוש בעוד שש שנים; מדען בודד חוקר כיום אקולוגיה של בתי גידול לחים והוא צפוי לפרוש בתוך שנתיים; מדענים בעלי מומחיות בלעדית למגוון קבוצות טקסונומיות אף הם מיועדים לפרישה בקרוב. לדוגמא, שני המדענים החוקרים את הדגים בישראל פורשים בתוך חמש שנים, כך גם המומחית היחידה לעכבישים; אקולוגיה של צרעות טפיליות, מפתח להדברה ביולוגית מדעית של מזיקי חקלאות, אינה נחקרת עוד באוניברסיטאות בארץ, אובדן אשר וודאי טומן בחובו השלכות כלכליות וסביבתיות קשות. בתוך מספר שנים תחום האקולוגיה הפיסיולוגית יצטמצם מתחת למסה הקריטית הדרושה למחקר והוראה; אספקטים באקולוגיה של הצומח (לדוגמא צמחים ירודים, ימיים, אקוטיים, סיסטמאטיקה) נעלמו כמעט לחלוטין משטחי המחקר באוניברסיטאות ותת-תחומים אחרים אינם מיוצגים דיים; ביולוגיה של שמירת טבע וכמו כן מחקר שינויים גלובאליים, הם תחומים שכמעט ולא התפתחו בישראל; יכולתן של האוניברסיטאות להציע קורסים על קבוצות ספציפיות של פאונה או פלורה פחתה משמעותית; באופן כללי אנו עדים לאובדן מומחיות זואולוגית ובוטנית, המהווה יסוד למחקר אקולוגי, התנהגותי ואבולוציוני. **אובדן זה צפוי להגביל קשות את יכולתם של המדענים לספק את המומחיות הנדרשת ולהתמודד עם נושאים כגון הערכות לשינויים גלובאליים, פיתוח, ניהול קרקעות, שמירת הסביבה, בריאות הציבור וחקלאות.**

מגוון נושאים וקבוצות חי וצומח נחקרים ע"י מדענים יחידים או מספר קטן בלבד, ועל כן אין המאסה קריטית הנדרשת למצוינות וסכנת העלמות תחומי מדע בישראל. מכיוון שישנם מדענים ספורים בתחומים רבים של מחקר המגוון הביולוגי, תחומים שלמים עלולים להיכחד ודורשים שימת לב מיוחדת, במיוחד אלו שלהם תועלות כלכליות וחברתיות ישירות. יש לפעול במיוחד, ברמה הלאומית והאוניברסיטאית, לקידום מחקר המגוון הביולוגי בישראל.

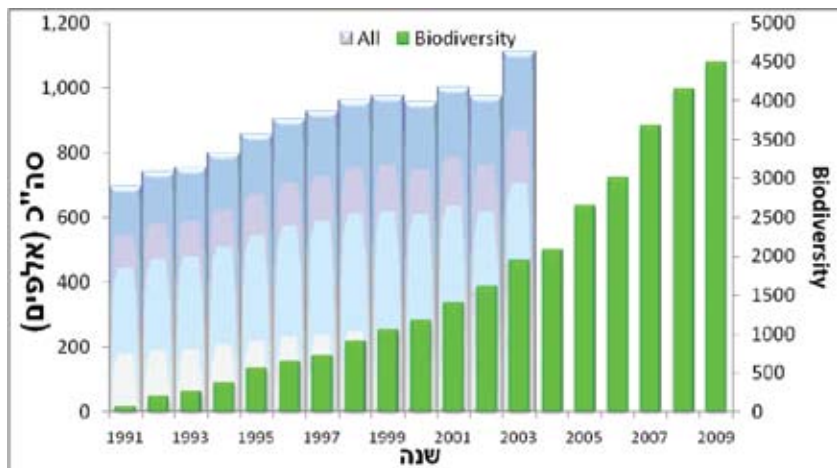
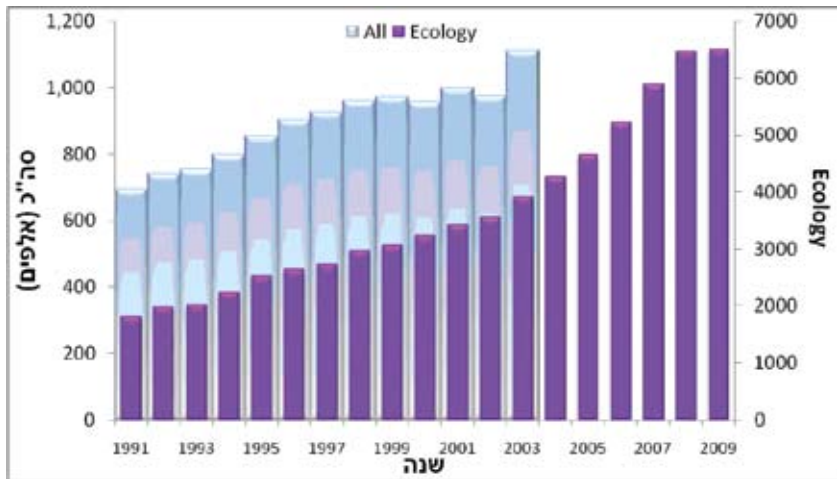
המלצות

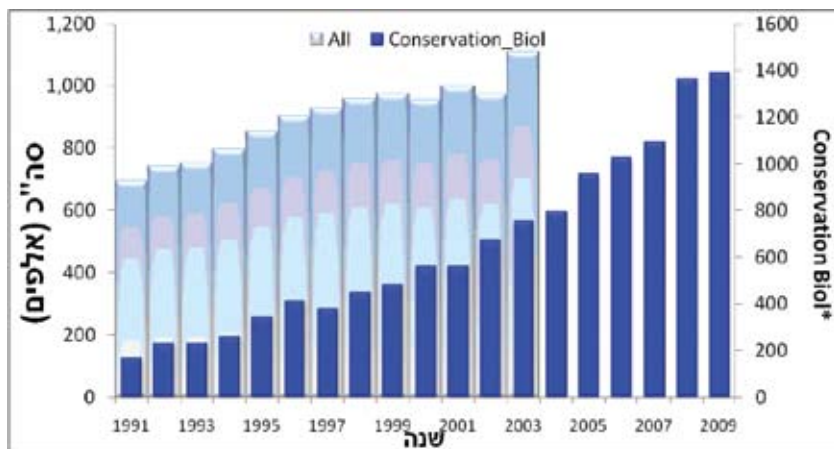
אוניברסיטאות המחקר בישראל מחויבות להתאים עצמן לצרכי החברה במדע, הדרכה, והשכלה גבוהה. ממצאי הסקר שלנו מראים כי מחקר המגוון הביולוגי בישראל, שכיום מסיבות מדעיות וחברתיות נמצא בעדיפות גלובאלית, דורך במקום, והשנים הקרובות הן קריטיות עבור הכשרה ושכירה, מכיוון שחלק מתת-התחומים החשובים נמצאים על סף הכחדה או מתדרדרים מתחת למאסה קריטית. על כן, מצב מחקר המגוון הביולוגי בישראל דורש תשומת לב מיוחדת ברמה הלאומית והאוניברסיטאית. המלצותינו הן:

- לאזן מחדש את תחום הביולוגיה באמצעות הגדלה משמעותית של מספר המשרות למחקר המגוון הביולוגי בעשור הקרוב. תחומים הדורשים טיפול מיוחד רשומים לעיל.
- בשלב זה-יש לוודא, באופן מידי, כי לא יאבדו עוד משרות נוספות באוניברסיטאות. המלצה זו חיונית לאור גל הפרישות הגדול שיתרחש בחמש השנים הקרובות.
- יש לוודא שבמכלול הרחב של תחום המחקר הביולוגי, יישמר איזון בין דיסציפלינות, קבוצות טקסונומיות וסביבות. יש לעודד מגוון; הוא חיוני עבור קיומו של מדע בריא ומאוזן שיכול להתמודד עם אתגרי המדינה.
- מכיוון שכיום מעט מאוד מדענים יכולים ללמד קורסים לזואולוגיה ובוטניקה בסיסית עם היכרות עם קבוצות ביולוגיות שונות, אנו ממליצים לאחד משאבים ולפתח תוכנית בין-אוניברסיטאית ללימודי פאונה ופלורה; ידע זה הוא יסוד חיוני במחקר המגוון הביולוגי.
- לספק מלגות דוקטורט ייעודיות לטקסונומיה וסיסטמטיקה; חיוני לוודא שיהיה אפשר להכשיר את הדור הבא של מדענים בקצב הנדרש.
- לספק מלגות פוסט-דוקטורט ייעודיות להכשרה בחו"ל; מדובר בשלב קריטי בפיתוח דור העתיד של חוקרי המגוון הביולוגי.
- לשריין משרות ספציפיות לטקסונומיה וסיסטמטיקה; מצבו של התחום דורש התערבות אגרסיבית.
- לוודא כי היכן ואימתי שתחום הביולוגיה מיוצג בוועדות או בגופים שונים – ימצא גם מדען העוסק במחקר המגוון הביולוגי כמייצג נקודת המבט של התחום.

רקע

בשני העשורים האחרונים מחקר המגוון הביולוגי קיבל קדימות בעולם. זאת בניגוד לשלשות העשורים שקדמו להם, כאשר בעקבות גילוי של מבנה הדנ"א, התרחשו פריצות דרך מדהימות בהבנה של מנגנונים ביולוגיים ברמה התאית, והתקדמות במחקר הביו-רפואי הפכה למוקד של מרבית התקצוב והזדמנויות העבודה בביולוגיה.





איור 1 – מספר הפרסומים שעולים בחיפוש במאגרי המידע של ISI תוך שימוש במונחים biodiversity, ecology, conservation boil* במשך 20 השנה האחרונות ביחס למספר הפרסומים הכולל בשנים אלו (בסקאלה של אלפים. המידע היה זמין רק עד שנת 2003). בעוד שיש האטה במספר הפרסומים הכולל החל משנת 1997, מספר הפרסומים בתחומי מחקר המגוון הביולוגי ממשיך לעלות בקצב מואץ.

מאמצע עד שלהי שנות ה-80, מדענים ומקבלי ההחלטות בתחום המדעי הבינו כי לא ניתן להסביר ולחקור תופעות רבות ברמות ארגון גבוהות אך ורק בעזרת המנגנונים המולקולאריים שבבסיסן. כמו כן, הגיעו להבנה כי עם הגידול המהיר של אוכלוסיית העולם, ניצול יתר של משאבי הטבע, והפגיעה בשירותי המערכת המתועדת כבר בימינו – **המחקר המדעי של המערכת הביולוגית המורכבת ביותר על פני כדור"א הוא בסיס חיוני להגנה, ניהול, וניצול בר-קיימא של משאבי הטבע לטובת האדם.** על כן מחקר המגוון הביולוגי רכש מחדש את מעמדו המרכזי במדע (איור 1). בין השנים 1991 ל-2003 מספר הפרסומים המדעיים הכולל עלה פי 1.6 לכל היותר בעוד שמספר הפרסומים בתחום האקולוגיה עלה פי 2.2, בתחום שמירת הטבע פי 5.2 ואילו מספר הפרסומים בנושא המגוון הביולוגי עלה למעלה מפי 30 בתקופה זו (ראה איור 1), גידול המשקף את הגידול העצום בתחומים אלו בפרק זמן זה. בעשור האחרון התרחשה נסיקה בהיקף מחקר המגוון הביולוגי בקנה מידה עולמי. מספר כתבי העת המדעיים לאקולוגיה עלה ונרשמה עליה מרשימה אף יותר במספר כתבי העת בביולוגיה של שמירת טבע, (איור 1), תחום שקם רק ב-1986 וכבר נרשמים לזכותו 28 כתבי עת מדעיים. ה-impact factor

של כתבי העת המובילים בתחומים אלו, הנקבעים בעיקר ע"י מספר המדענים בתחום, אף הוא גדל, לעתים דרמטית. 'Biodiversity conservation' הוגדר כקטגוריה ע"י ה-ISI (JCR) בשנת 2000, עם 16 כתבי עת מדעיים. במהדורת 2008 של ה-JCR מספר כתבי העת עלה ל-28 (עליה של 75%) וממוצע ה-impact factor של חמשת המובילים גדל ב-40%. במהלך אותה תקופה מספר כתבי העת השייכים לקטגוריה 'Ecology' גדל מ-100 ל-124 (עליה של 24%) וממוצע ה-impact factor של חמשת כתבי העת המפורסמים לא רק סקירות עלה ב-47%.

חלק מההתקדמות שנרשמה במחקר המגוון הביולוגי מקורה בהתפתחות טבעית בתפישות המדעיות. אספקטים אחרים דרשו תמיכה מיוחדת, פתיחת משרות חדשות, ויצירת הזדמנויות תקציביות ייעודיות. טקסונומיה, כדיסציפלינה מדעית, עדיין מהווה סיבה מיוחדת לדאגה רבה בקנה מידה עולמי ובמסגרת האמנה למגוון ביולוגי <http://www.cbd.int/gti/> יש התייחסות לאמצעים להצלת התחום. כל התקדמות שהתרחשה בהקשר הזה דרשה מידה רבה של התייחסות מצדם של קובעי מדיניות המדע.

מחקר המגוון הביולוגי מקיף טווח רחב של תחומים החל ממדע בסיסי עד למדע יישומי מובהק. הוא מקיף קבוצות טקסונומיות רבות ומגוונות; משלב הבנה אבולוציונית הבסיסית, הבנת הביולוגיה והפיסולוגיה של פרטים ומינים, גנטיקה של אוכלוסיות, יחסי גומלין בין מינים והשפעתם על המבנה וההרכב של חברות אקולוגיות; המחקר חותר להבנת התהליכים ברמת האקוסיסטמה ובכלל זה את מחזור הנוטריינטים; המחקר מתבצע בסביבה היבשתית, ימית ואקוויטית, ומשלב מגוון רחב ביותר של אורגניזמים שאת מספרם ניתן כיום רק לנחש. בהתאמה, מחקר המגוון הביולוגי מקיף טווח גדול של אורגניזמים, סביבות, מדיומים, שאלות מדעיות, ושיטות מחקר. אין קיצורי דרך: מחקר זואולוגי ובוטני בסיסי מהווה אבן יסוד להבנה ובניית מודלים של תהליכים ברמות האוכלוסייה, חברה, אקוסיסטמה, ונוף. על כן תוכנית נכונה ברמה הלאומית חייבת לכלול תערובת של קבוצות חי וצומח, סביבות, רמות מחקר וטכנולוגיה, ושאלות מדעיות.

מטרתנו להעריך את מצבו של מחקר המגוון הביולוגי במדינת ישראל, במובנו הרחב ביותר, הכולל סיסטמטיקה, אבולוציה, אקולוגיה, אקולוגיה פיסולוגית, התפתחות אבולוציונית, התנהגות, אקולוגיה של התנהגות, ושמירת טבע. לפני מספר שנים הוגש דוח לאקדמיה הלאומית הישראלית למדעים שמצא כי הסיסטמטיקה היא תחום מחקר גוסס במדינת ישראל; בעקבות זאת הוקמה

היוזמה לטקסונומיה בישראל שמטרתה להציל מומחיות מדעית חיונית זו. כעת ברצוננו לבחון מה מצבם של תחומי מחקר מגוון ביולוגי נוספים וכיצד המערכת האוניברסיטאית של מדינת ישראל צפויה להתמודד עם אתגרי המדע, המחקר ושמירת טבע של המחצית השנייה של המאה ה-21.

הסקר

הסקר שלנו הקיף את שבע אוניברסיטאות מחקר (נספח 1); אנו מעריכים שברשותנו כל המידע על אנשי הסגל הפעילים כיום ומרבית המידע על אלו שפרשו בשני העשורים האחרונים. בעוד שאנו מתמקדים בעיקר בהווה, הסקירה כוללת גם ניתוח של הדפוסים של 20 השנים האחרונות וכמו כן את המגמות הצפויות.

בשלב ראשון לא כללנו בהערכתנו את תחום האקולוגיה המיקרוביאלית. בנוסף, לא לקחנו בחשבון שני מוסדות מחקר המתמקדים בחקלאות וחקלאות ימית (מרכז וולקני וחקר ימים ואגמים לישראל), שבין חברי הסגל שלהם מספר מדענים העוסקים בתחומי המגוון הביולוגי. אין בכך לרמז כי אין חשיבות בחיזוק מחקר המגוון הביולוגי גם במוסדות אלו.

הסקר שלנו כולל מדענים ישראלים אשר חוקרים בע"ח וצמחים ברמות שונות החל מהרמה הגנטית, ההתפתחותית והפיסיולוגית ועד רמת הפרט, האוכלוסייה, החברה או והאקוסיסטמה. לא סקרנו מדענים אשר מחקרים מתמקד במשק חי או תוצרת חקלאית אחרת, מדענים לנויר-ביולוגיה ולביולוגיה התפתחותית אשר מחקרים אינו מונע בעיקר משאלות אקולוגיות ואבולוציוניות, מדענים החוקרים מנגנונים מולקולאריים בחיות מודל למעבדה (*Arabidopsis*, דגי זברה, *Drosophila*, תרנגולות), ומדענים המתמקדים בביולוגיה רפואית או חקלאית; בנוסף השמטנו ארכיאוזואולוגים, ארכיאובוטנים ופליאו-אנתרופולוגים. הגבולות נקבעו תוך התייעצות עם עמיתים ונבחנו לפי רשימות הפרסומים. במקרים מעטים בהם הגבולות לא היו ברורים דיים, העדפנו לכלול את אותם המקרים מאשר להשמיטם.

לא כללנו בסקר זה מדענים עולים שנקלטו במסגרת תוכניות קמע וגלעדי. תוכניות קליטת מדענים במימון לאומי. ישנם מספר מלגאי קמע וגלעדי החוקרים בתחומי המגוון הביולוגי (כ-10) וחלקם תורמים תרומה משמעותית

למדע בישראל. עם זאת, מימון המשרות ע"י המדינה תלוי באדם ולא במוסד בו הם עובדים, והם אינם חלק מתכנית פיתוח אקדמית של מערכת ההשכלה הגבוהה בישראל.

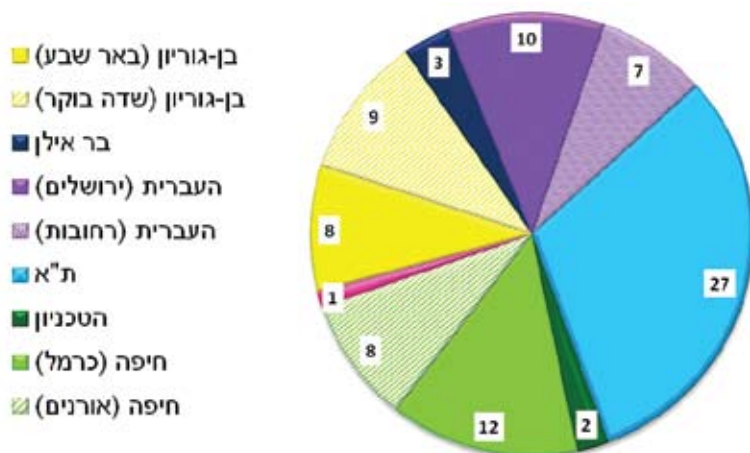
הגדרנו מספר קטגוריות מפתח עבור כל אדם (ראו נספח 2). מרבית המידע סופק ע"י המדענים עצמם. תחום המחקר הכללי נקבע על ידינו, באמצעות בחינת המידע שסופק ע"י המדענים. הגדרנו את תחומי המחקר של המדענים מתוך הרשימה הבאה: אבולוציה, אקולוגיה, אקולוגיה ואבולוציה, אקולוגיה ושמירת טבע, התנהגות, אקולוגיה התנהגותית, אקולוגיה פיסיולוגית, ביוגיאוגרפיה וסיסטמטיקה. מכיוון שחלק מהמדענים מפרסמים מאמרים הקשורים ליותר מאחד מתחומים אלו, קבענו תחום עיקרי אחד בהתאם למשתקף מהפרסומים ומהיכרות אישית. בנוסף רשמנו את המקרים בהם המדענים פעילים בתחום שמירת טבע ולא דווקא במחקרו. דוגמא טובה לכך היא פרופ' אמוץ זהבי המפרסם בתחומי האקולוגיה ההתנהגותית ואבולוציה, אך הוא גם אחת הדמויות המשפיעות ביותר בשמירת טבע בארץ.

לשם השוואה, נעזרנו בסטטיסטיקה של כל חברי הקהילה הביו-רפואית בשבע אוניברסיטאות המחקר בישראל (נספח 1). מחקר המגוון הביולוגי שייך ללימודי ביולוגיה ועל כן השוונו בינו לבין הפקולטות לביולוגיה, לרפואה, ביולוגים השייכים לפקולטות אחרות למדעים והפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה. ישנה חפיפה משמעותית בין הפקולטות לביולוגיה ולרפואה במחקר הביו-רפואי. בפקולטה לרפואה עשינו שימוש אך ורק בנתונים של מדענים (PhDs) פעילים העוסקים במחקר בסיסי במסגרת המסלול הרגיל של הסגל האקדמי הבכיר. ולא כללנו רופאים (MDs) העוסקים במחקר קליני, עם כל החשיבות שבזה. ישנם כ-1000 מדענים פעילים בתחומי הביו-רפואה (נספח 1), והפקולטה לרפואה החדשה, המתוכננת לקום באוניברסיטת בר-אילן, תגדיל מספר זה. בנוסף, ישנו מספר לא מבוטל של רופאים (MDs) בעלי קשרים עם האוניברסיטה אשר מבצעים מחקרים מדעיים. בתקופה אותה סקרנו - 1990-2010 - מספר המשרות בסגל האקדמי או במסלול לסגל האקדמי גדל מכ-4000 ל-4960, כלומר עלה ב-15% (מ-89/90) או ב-9% (מ-90/91). סך כל מספר אנשי הסגל בפקולטות עולה על 5100.

תוצאות

התפלגות בקרב האוניברסיטאות בישראל

סך הכול סקרנו 87 מדענים פעילים ו-62 מדענים שפרשו לגמלאות במהלך 20 השנים האחרונות. המדענים הפעילים החוקרים את המגוון הביולוגי מהווים פחות מ-9% מהקהילה הביו-רפואית בישראל. מדענים אלו מתפלגים באופן לא שווה בין אוניברסיטאות המחקר (איור 2): מדען בודד במכון ויצמן (המחלקה למדעי הסביבה וחקר האנרגיה) חוקר את מחזור הפחמן; שניים בטכניון (אחד בביולוגיה והשני בהנדסה אזרחית וסביבתית); שלושה באוניברסיטת בר-אילן (אחד נמצא במכון הבין-אוניברסיטאי באילת). שאר המדענים מצויים בארבעת האוניברסיטאות הנותרות: שתי האוניברסיטאות הוותיקות והגדולות (האוניברסיטה העברית ואוניברסיטת תל-אביב ; ראו נספח 1) ושתי האוניברסיטאות הקטנות והצעירות יותר (חיפה ובן-גוריון). בשלוש מארבע האוניברסיטאות, חברי הסגל מחולקים בין שני קמפוסים: הקמפוס הראשי של אוניברסיטת חיפה (אחד מאנשי הסגל נמצא במכון הבין-אוניברסיטאי באילת) וקמפוס אורנים (יחס של 12:8); הקמפוס בבאר-שבע של אוניברסיטת בן-גוריון (ב"ג) (שני אנשי סגל נמצאים במכון הבין-אוניברסיטאי באילת) ומכון בלאושטיין לחקר המדבר בשדה בוקר (8:9); הקמפוס הראשי של האוניברסיטה העברית בירושלים (איש סגל אחד נצא במכון הבין-אוניברסיטאי באילת) והפקולטה למדעי חקלאות, המזון והסביבה ברחובות (10:7).

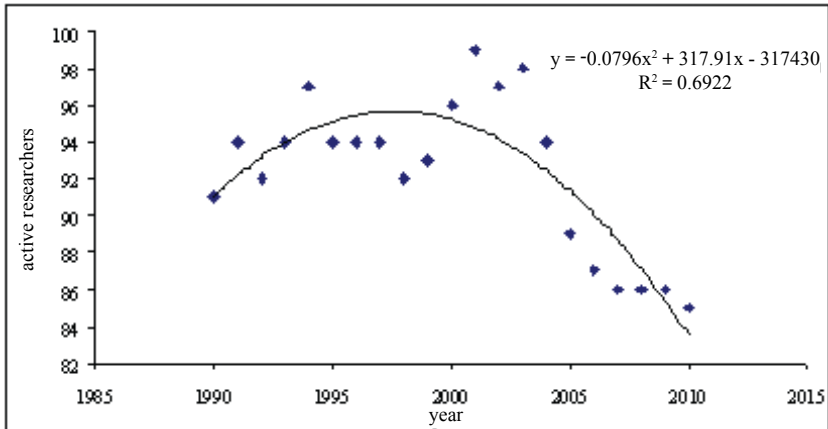


איור 2 – התפלגות מספרי חוקרי המגוון הביולוגי בין אוניברסיטאות המחקר של ישראל. הקווקוים באוניברסיטה העברית, אוניברסיטת בן-גוריון ואוניברסיטת חיפה מצביעים על אנשי סגל בקמפוסים שונים מן הקמפוס הראשי.

חלוקות אלו הן לעיתים מעבר לגיאוגרפיות: באוניברסיטה העברית החלוקה מתבטאת בתוכניות לימודים ומחקר נפרדות ללימודים לתואר ראשון ולתארים מתקדמים. באוניברסיטת חיפה חברי הסגל באורנים חולקים תוכניות ללימודים לתואר ראשון ולתארים מתקדמים עם הקולגות בקמפוס הר הכרמל שבחיפה, בפקולטה החדשה למדעים ולהוראתם (2000). עם זאת, הסגל באורנים, סמינר מורים למעשה, מתמודד עם עומס הוראה גדול במיוחד ועם תנאי מחקר והוראה נחותים משל כלל מערכת ההשכלה הגבוהה בישראל (נספח 3). רק באוניברסיטת תל-אביב (את"א) קיימת מסה קריטית של מדענים (27), 30% מחוקרי המגוון הביולוגי בישראל), הפעילים באותו הקמפוס ומעורבים באותן תכניות מחקר ולימודים. באת"א קיימות תשתיות מחקר והוראה מיוחדות – גנים בוטניים ואוספי טבע לאומיים (כך גם בקמפוס הראשי של האוניברסיטה העברית בירושלים), וכמו כן גן ייחודי למחקר זואולוגי. מדענים מאוניברסיטאות אחרות משתמשים אף הם בתשתית זו להוראה ומחקר. 5 (~6%) מתוך המדענים שסקרנו מועסקים ע"י מחלקות שאינן קשורות לביולוגיה או חקלאות: אחד ע"י המחלקה למדעי הסביבה וחקר האנרגיה (מכון ויצמן); אחד ע"י הפקולטה להנדסה אזרחית וסביבתית (טכניון); שניים ע"י מחלקות לגיאוגרפיה (אוניברסיטאות חיפה וב"ג), ואחד ע"י המכון לציביליזציות ימיות (אוניברסיטת חיפה). אנו כוללים אותם בסקר זה; עם זאת, הם אינם מייצגים כיווני מחקר ביולוגיים במכוני המחקר שלהם אלא את ההכרה של ראשי המחלקות בחשיבות האקולוגיה לגיאוגרפיה, ביו-גיאוכימיה, והנדסה אזרחית. חשוב לציין כי בעבר, הפקולטה לרפואה באוניברסיטה העברית העסיקה מספר חברי פקולטה שחקרו אספקטים במגוון ביולוגי (טקסונומיה, אקולוגיה פיוסילוגית), אך אין זה המצב כיום.

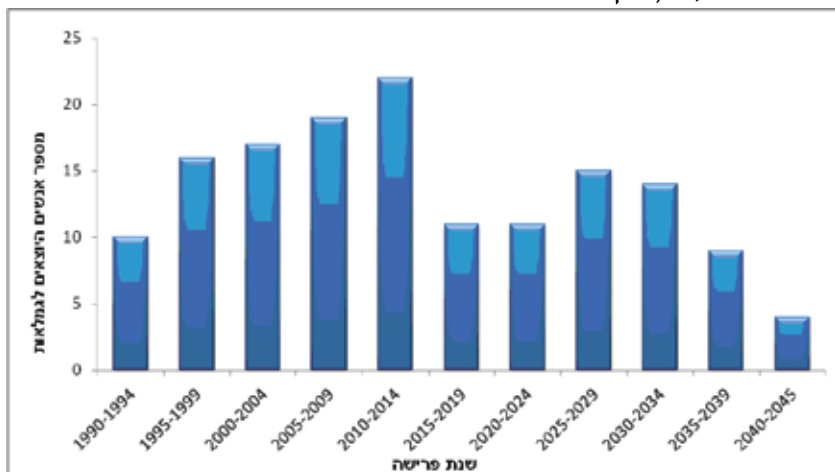
מגמות דמוגרפיות

ישנם כיום 87 חוקרים למגוון ביולוגי בשבע אוניברסיטאות המחקר בישראל (ראו איור 2). מספר זה נמוך משהיה לפני 20 שנה; הוא עומד בניגוד למגמת הגידול הכללית במערכת האוניברסיטאית בישראל וכמו כן בניגוד לגידול בתחום זה ביתר העולם המערבי. איור 3 מתאר עליה במספר חוקרי המגוון הביולוגי בכל המערכת בשנות ה-90, שהגיעה לשיאה ב-99; בעשור האחרון התחום הצטמצם ב-12%.



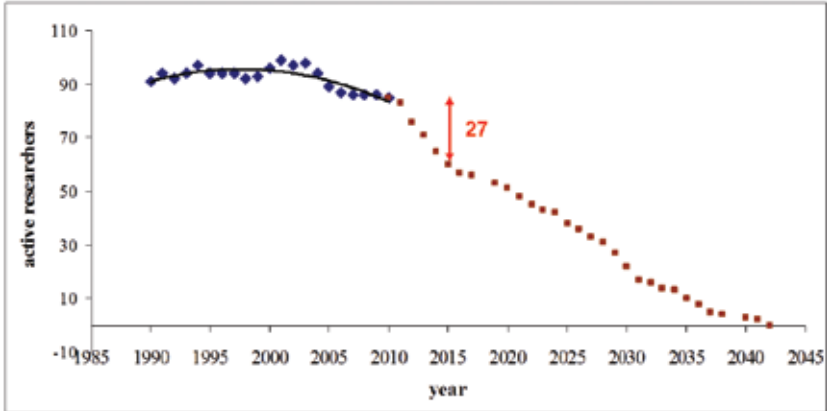
איור 3 – מספר המדענים החוקרים את תחום המגוון הביולוגי באוניברסיטאות המחקר בשני העשורים האחרונים. שני מדענים יוצאים לגמלאות בסוף השנה הקרובה ועל כן איור 3 מציג רק 85 מדענים אם כי למשך החודשים הקרובים יש עדיין 87 מדענים. כך גם לגבי איור 5.

הבנת הדמוגרפיה של תחום זה לעומקה תביא גם להבנת כיוון ההתפתחות שלו. בדקנו במאגר הנתונים את הפרישות המתוכננות (באוניברסיטאות בישראל גיל הפרישה לרוב עומד על 68), בתקופות של חמש שנים, וכמו כן כללנו בניית עמיתים שפרשו או נפטרו במהלך 20 השנים האחרונות (איור 4). כ-31% מהמדענים העוסקים בתחום צפויים לפרוש עד סוף 2015. אם מגמת הצמיחה בתחום זה הייתה מתרחשת בשני העשורים האחרונים בדומה לזו שבעולם, היה ניתן לצפות כי אחוז הפורשים בתוך 6 שנים היה פחות מ-18%. לצערנו, אין זה המצב.



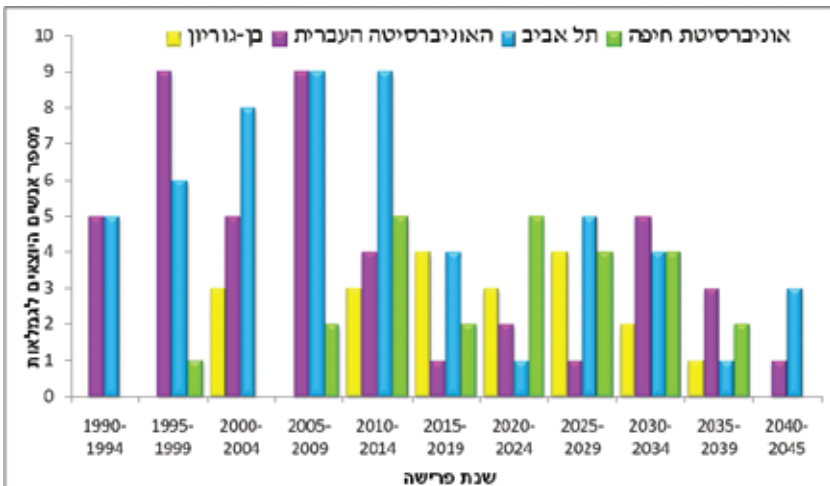
איור 4 – פרישות בעבר ומספר הפורשים הצפויים בין מדעני המגוון הביולוגי באוניברסיטאות המחקר (בתקופות של 5 שנים).

כאשר מוסיפים לאיור 3 את הצפי לפרישות גם בעשורים הקרובים, מגלים כי אם לא יישכרו אנשי סגל חדשים במהלך העשור הקרוב לבדו ירד מספר העוסקים בתחום לכ-60% (איור 5).



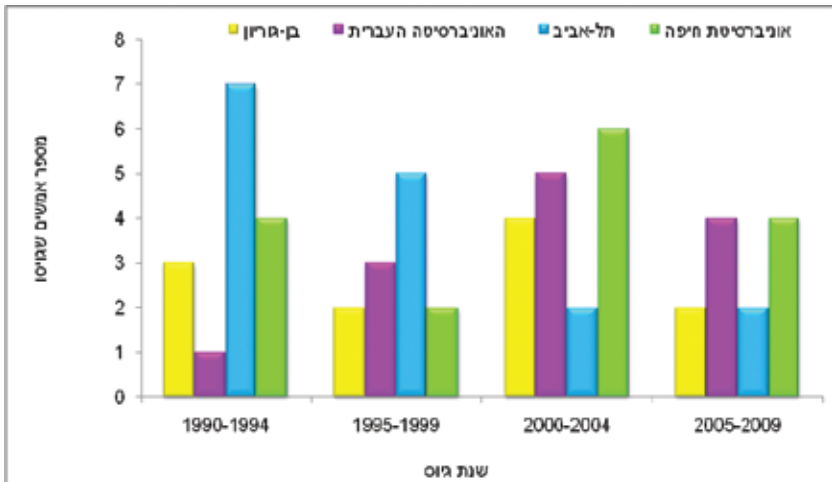
איור 5 – מספר המדענים בתחומי המגוון הביולוגי בעשרים השנים האחרונות (בכחול) והמספרים הצפויים על פי הפרישות המתוכננות. 27 הוא מספר הפרישות המתוכננות עד סוף 2015.

בחנו את עקומת הפרישה בתוכניות למגוון הביולוגי עבור ארבע האוניברסיטאות (איור 6). במהלך 20 השנים האחרונות בולטות במספר הפרישות הפקולטות באוניברסיטה העברית ובאת"א. תוצאה זו צפויה בהתחשב בגיל מוסדות אלו (ובמידת מה גם גודלם).



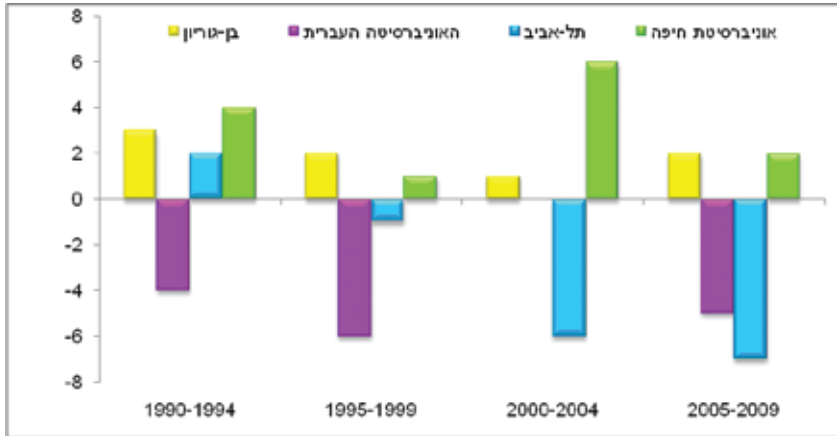
איור 6 – מספר הפורשים בעשרים השנה האחרונות והפורשים הצפויים מחולקים על פי האוניברסיטאות.

בחמש השנים הקרובות 22 מתוך 87 (25%) מהמדענים החוקרים אספקטים שונים של מגוון ביולוגי צפויים לפרוש: 9 (מתוך 27; 33.33%) באת"א; 6 (מתוך 20, 30%) באוניברסיטת חיפה; 4 (מתוך 17; 23.5%) באוניברסיטה העברית; 3 (מתוך 17; 18%) בב"ג, האוניברסיטה היחידה שבה קצב הפרישה קרוב לצפוי במצב בו קצב הפרישות יציב לאורך השנים (3% בשנה).
 בחנו את דגם השכירה לשנה בכל אוניברסיטה בשני העשורים האחרונים, בתקופות של חמש שנים. איור 7 מציג שתי מגמות: בעוד שבאוניברסיטה העברית המגמה הכללית היא עליה במספר המדענים הנשכרים (לפחות עד למחצית העשור האחרון), באת"א קיימת המגמה ההפוכה, כאשר מספר המדענים הנשכרים קטן עם השנים. בתקופה של חמש שנים, סך מספר הנשכרים הגדול ביותר, בכל המוסדות האקדמיים במדינה יחד, היה 16.



איור 7 – מספר אנשי הסגל בתחום המגוון הביולוגי שנשכרו בעשרים השנים האחרונות על ידי האוניברסיטאות.

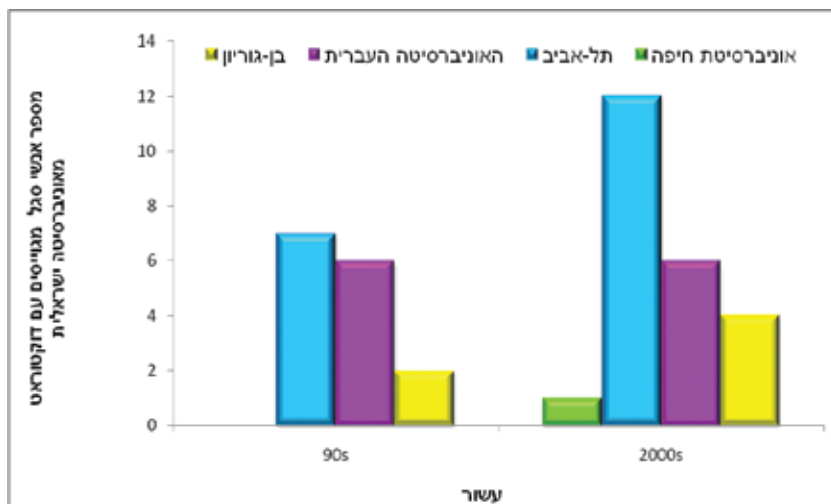
חישבנו את מספר המדענים הנשכרים מול מספר הפורשים בארבע האוניברסיטאות, במטרה לבחון האם משרות אקדמיות אבדו עם הפרישה או שמא אנשי סגל חדשים בתחום זה מילאו את מקומם של הפורשים (איור 8). ניתוח זה בוצע רק עבור 20 השנים האחרונות מאחר ואין ביכולתנו לחזות נשכרים עתידיים. מכיוון שהבדיקה כוללת רק 4 נקודות מידע, לא ניסינו לבחון את התוצאות סטטיסטית, אך המגמות מאוד ברורות.



איור 8 – מספר אנשי הסגל שנשכרו בעשרים השנים האחרונות מינוס מספר הפורשים, מחולקים על פי האוניברסיטאות. כאשר מספר הפורשים כמספר אנשי הסגל שנשכרו – אנו מצפים ל-0, כלומר, הנתונים מצוירים על ציר ה-X.

במהלך 20 השנים האחרונות, כאשר מחקר המגוון הביולוגי התפתח במהירות בעולם המערבי, סך מספר המדענים הישראלים בתחום זה קטן ב-4, כלומר 5% לסכום הכולל באיור 8 אנו מוסיפים את מספר אנשי הסגל החדשים שנשכרו בשלושת האוניברסיטאות הנוספות ושלושה חברים שפרשו באוניברסיטת בר-אילן (ראו איור 3). הדפוס הנצפה באוניברסיטת חיפה וב"ג הוא של צמיחה. באוניברסיטת העברית אנו רואים מגמת ירידה משמעותית במהלך שנות ה-90, מגמה שהמשיכה את זו שהתבססה עוד בשנות ה-80 ואשר ממשיכה להתקיים גם בחמש השנים האחרונות.

באת"א התמונה קשה עוד יותר: בעוד שבעשור האחרון התחום בפריחה בכל העולם באת"א בתקופה זו יש ירידה של כשליש מן העוסקים בתחום (13 משרות פחות). מכיוון שבישראל את"א היא המרכז הגדול בישראל בתחום זה, הקיצוץ הקשה באת"א משליך על הדגם בכלל המערכת בישראל.



איור 9 – מספר המדענים שסיימו דוקטורט באוניברסיטה ישראלית ואח"כ נשכרו כאנשי סגל באוניברסיטה בישראל, מחולקים על פי המוסדות בהם עשו את עבודת הדוקטורט.

בעשרים השנים האחרונות נשכרו 59 מדענים מתחום המגוון הביולוגי בישראל, 29 מהם בשנות ה-90 ו-30 בתחילת שנות ה-2000 (שלושה מהם נכון להיום פרשו). חלקם עשו דוקטורט בחו"ל: עשרה מהם עברו לחו"ל ללימודיהם ושישה הם עולים חדשים בעלי משרה אקדמית תקנית (מרדביתם נשכרו בשנות ה-90; חלקם פרשו). עם זאת, מרביתם סיימו את לימודי הדוקטורט בישראל: תרומתן של אוניברסיטת בר-אילן, מכון ויצמן ואוניברסיטת חיפה הייתה קטנה (1 מכל מוסד); הבוגר היחידי מאוניברסיטת חיפה נשכר לאחר מכן ע"י אוניברסיטת חיפה והבוגר היחידי מאוניברסיטת בר-אילן נשכר גם כן ע"י בר אילן. בוגרים מאוניברסיטת ב"ג הצליחו למצוא מקום באוניברסיטאות המחקר ואחוז זה עולה אך עד כה נשכרו ע"י ב"ג או אוניברסיטת חיפה (3 בכל מוסד), האוניברסיטאות הצעירות מהפריפריה. תרומתן של את"א והאוניברסיטה העברית היא הגדולה ביותר; הפער הגדל בין מספר הבוגרים של את"א והאוניברסיטה העברית בעשור האחרון (איור 9) משקף את הקיצוצים הגדולים בחוקרי תחום המגוון הביולוגי שהתרחש באוניברסיטה העברית בשנות ה-80 וה-90, והם שפתחו את הפער הגדול בין התוכניות של שתי הפקולטות. פער זה כעת קטן בעקבות הקיצוצים המשמעותיים שבוצעו בתחום בעשור האחרון באת"א.

בעשרים השנים האחרונות כ-75% מן המדענים שעשו דוקטורט בישראל ונשכרו באוניברסיטאות המחקר הגיעו מאוניברסיטת תל אביב או מן האוניברסיטה העברית, והם נשכרו ע"י כל האוניברסיטאות בישראל. בהתבסס על נתונים אלו ולאור הקיצוצים המשמעותיים באוניברסיטה העברית בשנות ה-80 וה-90 ובעיקר הירידה הקשה באת"א בעשור האחרון, קמה דאגה רצינית לגבי היכולת להכשיר את הדור הבא של מדענים מצטיינים בתחום מחקר המגוון הביולוגי בשבע האוניברסיטאות בישראל. לדאגה זו יש להוסיף את השפעת גל הפרישות הגדול הצפוי בחמש שנים הקרובות. לפי שעה, המספר הגדול ביותר של נשכרים חדשים בתחום מחקר המגוון הביולוגי בתקופה של חמש שנים היה 16, אך כעת נדרשים 22 אם ברצוננו לשמור לפחות את המצב המצומצם הנוכחי.

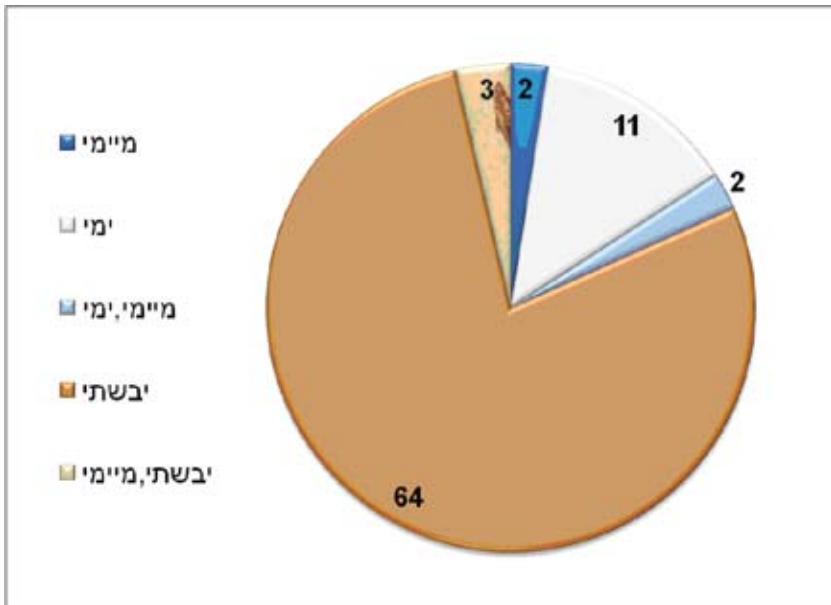
לסיכום, מחקר המגוון הביולוגי, הגדל בחשיבותו והיקפו בעולם, התדרדר בישראל בשני העשורים האחרונים. מספר המדענים ירד על אף עליה של 15% (מ-89/90) או של-9% (מ-90/91) במספר המשרות בסגל האקדמי באוניברסיטאות המחקר בישראל. מספר המשרות באוניברסיטאות הגדולות יותר בארץ קטן בצורה משמעותית ומתאזן בצורה חלקית על ידי עליה באוניברסיטאות הפריפריה הקטנות, שחלק מחברי הסגל שלהן מתמודדים עם תנאי מחקר והוראה נחותים משל אוניברסיטאות אחרות ודירוגן הכללי נמוך יותר.

יש לציין במיוחד כי בעשור האחרון שישה אנשי סגל נשכרו ע"י אורנים בעוד שרק שלושה נשכרו ע"י המחלקה לביולוגיה אבולוציונית וסביבתית בקמפוס המרכזי של אוניברסיטת חיפה, בהר כרמל. בחמש שנים הקרובות חמישה אנשי סגל מהמחלקה לביולוגיה אבולוציונית וסביבתית יפרשו בעוד שבאורנים יפרוש איש סגל אחד. ניתן ללמוד מכך שמרבית המשרות של אוניברסיטת חיפה, שגדלה משמעותית בשני העשורים האחרונים, עוברות לסמינר אורנים, היכן שמדענים אינם נהנים מתנאי עבודה טובים כבשאר האוניברסיטאות (ראו נספח 3).

מכיוון שמרבית הנשכרים החדשים בשני העשורים האחרונים עשו דוקטוראט באת"א ובאוניברסיטה העברית, הקיצוצים הגדולים בתכניות אלו מפשרים רעות באשר לקיומו של דור עתיד של מדענים בתחום זה.

סביבות מחקר

בחנו את התפלגות סביבות המחקר של המדענים (איור 10). מרבית המדענים חוקרים מערכות יבשתיות. שני מדענים בלבד מתמקדים במערכות מימיות ושניהם מתוכננים לפרוש בתוך 5 שנים. אחד מהם הוא החוקר היחיד בישראל של בתי גידול לחים. קיים דגש רב בעולם על מחקרם של בתי גידול לחים מכיוון שאלו בתי גידול המצויים בסכנה וכמו כן הם מספקים שירותי מערכת קריטיים הכוללים טיהור מים. אנשי מקצוע שעובדים עבור המשרד להגנת הסביבה זקוקים להדרכה אוניברסיטאית, ושאלות מחקר רבות בנושא ניהול בתי גידול לחים ואחרים בישראל עוד לא נפתרו. עם זאת, בתוך שנתיים לא ימצא מדען באוניברסיטה ישראלית שיוכל לבצע מחקר או ללמד תלמידי מחקר, ואף אדם שאנשי המקצוע יוכלו להיסמך עליו.



איור 10 – מספר המדענים מחולק על פי סביבות המחקר. מדענים העוסקים במודלים והחוקרים סביבות מגוונות לא נכללו באיור זה.

חמישה מדענים נוספים חוקרים מערכות מימיות בנוסף ליבשתיות או ימיות. הקבוצה המימית והימית כוללת מומחה לדגים, מתוכנן לפרוש בתוך שלוש שנים, ומומחה לספוגים ימיים ומימיים. הקבוצה היבשתית-מימית כוללת שני מדענים החוקרים דו-חיים וחוקר רכיכות שנשכר לאחרונה ותוכנית המחקר שלו עוד לא הוגדרה.

יש לציין כי ניתן למצוא בחקר ימים ואגמים לישראל ובמעבדות המכון בכינרת ובאילת מדענים פעילים בתחום הימי והלימונולוגי, אשר משתפים פעולה במחקר והדרכה עם מדענים מהאוניברסיטה. למרות זאת, מדענים אלו יכולים להשלים ולא להחליף מחקר, הוראה והדרכה באוניברסיטה.

התמקדות בסביבה הימית – מיכה אילן

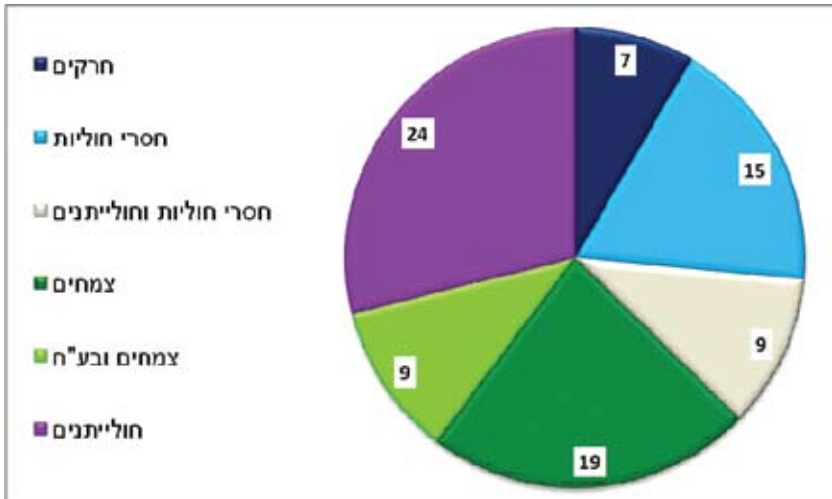
ישראל שוכנת בין שתי חברות ימיות: מזרח הים התיכון וים סוף. שתי סביבות אלו שונות ועד לאחרונה היו גם נפרדות לחלוטין. הפאונה הים תיכונית מושפעת מאוד מגורמים אטלנטיים וים סוף מהווה שלוחה של האוקיינוס ההודי עם פאונה ופלורה אינדו-פסיפית. במהלך המאה הקודמת התרחשה הגירה גדולה של מינים אינדו-פסיפיים דרך תעלת סואץ לים התיכון. כך, נקרתה לנו ההזדמנות הייחודית לחקור מגוון נושאים ולערוך מחקר השוואתי בין אזורים קרובים גיאוגרפית, אשר במרבית המקומות בעולם אלפי קילומטרים מפרידים ביניהם. בנוסף לכך, מעבר לערך המדעי הבסיסי, למחקר של שני הימים חשיבות סביבתית וכלכלית גדולה: סביבת הים התיכון סובלת ממקורות זיהום מגוונים (כימיים, אורגניים, מלחים ממתקני התפלה) וקיים מאמץ אזורי לעצור את הזיהום. מאמצים אלו בפני עצמם בעלי משמעות כלכלית וראוי שישפיעו על מהלך קבלת ההחלטות. הים התיכון משמש גם לדיג, פעילות כלכלית שניהולה דורש הבנה מעמיקה של הסביבה והביטוח הימית. בנוסף, למגוון הביולוגי של החברות הימיות פוטנציאל ביוטכנולוגי ופרמצבטי גדול.

חברות אלו נחקרו באופן מסורתי ע"י חוקרים מהאוניברסיטאות הגדולות, האוניברסיטה העברית ואת"א; לאחרונה החליפה אוניברסיטת בר-אילן את האוניברסיטה העברית בתחום זה, בעקבות מספר החוקרים הגדול. כיום ישנם 19 חוקרים מתוכם 6 כבר פרשו (2 מוקדם מהתאריך המצופה). מתוך ה-13 נותרו 4 (3 באת"א) שיפרשו בתום 3 שנים (עד 2013). חוקר נוסף יפרוש בתוך 6 שנים ואחר בעוד 9; לאחר מכן במשך 6 שנים לא מתוכננות פרישות נוספות. המדענים חוקרים מספר קבוצות של חסרי חוליות, בעיקר בים סוף. המדען היחיד שחוקר צמחים ימיים צפוי לפרוש בתוך שנתיים. הצפי הוא כי ללא נשכרים חדשים בתוך 6 שנים, תתרחש ירידה חמורה במספר החוקרים – במיוחד באת"א (יישאר 2 מתוך 9), ב"ג ובר-אילן (מועסקים 2 מדענים בכל אוניברסיטה), אוניברסיטת חיפה (1) והאוניברסיטה העברית (לא קיימים) וכך יותרו רק 7 מדענים החוקרים אספקטים שונים של ביולוגיה ימית.

קבוצות החי והצומח הנחקרות

באופן כללי זיהינו 59 מדענים שחוקרים בעיקר בעלי חיים, 19 שחוקרים בעיקר צמחים (כולל פטריות), ו-9 שחוקרים בע"ח וצמחים. אקולוגים נוטים לחקור שילוב של אוכלוסיות צמחים ובעלי חיים, לכן בדרך כלל מפרסמים מחקרים על מגוון אורגניזמים, אף כי ייתכן ומומחיותם מתרכזת סביב קבוצה אחת. יש לציין כי הקבוצות לפי חלוקה טקסונומית נרחבות מאוד. לדוגמא, חוקרי מדעי הצמח הם למעשה קבוצה מגוונת שעוסקת החל בסיסטמטיקה של פטריות עד קיבוע פחמן.

חילקנו את המדענים לפי הקבוצה בה מתמקד מחקרם (איור 11). כמעט 30% מהמדענים וכמעט 40% מתוך אילו שמתמקדים בע"ח חוקרים חולייתנים; 15% נוספים מהקבוצה השנייה חוקרים גם חסרי חוליות. בעוד שחולייתנים מהווים אך חלק קטן מהביטוח המקומית, ההטיה הזו נפוצה ברחבי עולם.



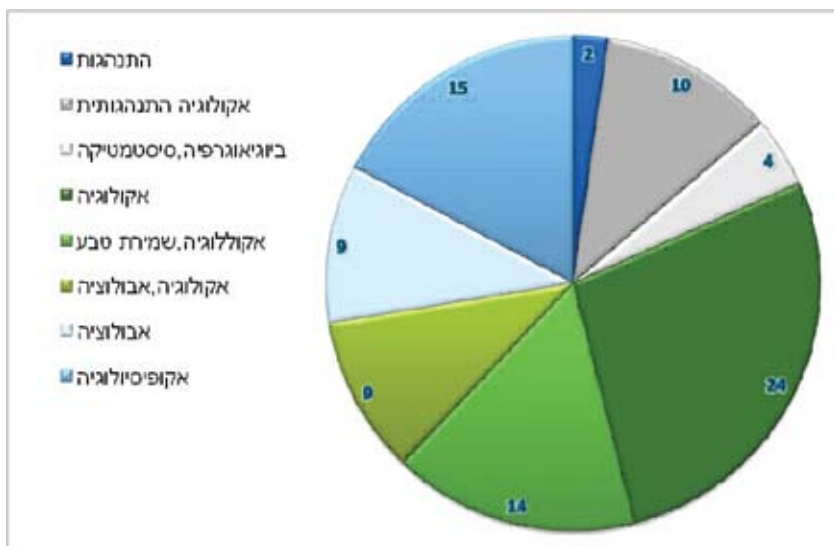
איור 11 – התפלגות המדענים על פי קבוצות החי והצומח שהם חוקרים. הקטגוריה של חסרי חוליות כוללת חסרי חוליות למעט חרקים. מדענים המפתחים מודלים במערכות שונות לא נכללו באיור זה.

מבט מקרוב ברשימת ההתמחויות בטקסונים השונים השונות מגלה כי שני המומחים בישראל לדגים יפרשו בתוך 5 שנים, וכך גם המומחה היחידי לביולוגיה של עכבישים, המומחה היחידי בישראל לפטריות, וכו'. יותר מדי קבוצות טקסונומיות, חלקן גדולות, תלויות במדען בודד, וסטטיסטית מדען זה צפוי לפרוש בקרוב. בנוסף לכך, ברגע שמומחיות לקבוצה טקסונומית מקומית נעלמת, ייתכן ויהיה קשה ואף בלתי אפשרי לבססה מחדש.

מחקר זואולוגי ובוטני בסיסי הוא אתגר מיוחד. באוניברסיטאות בישראל, התמחות בקבוצה טקסונומית אינה מוערכת ומבוקשת דייה בעקבות אופנות משתנות במדע, הזדמנויות מימון ו־Impact factors. עם זאת אין ספק כי התמחות זו היא נדבך חיוני בהבנה אקולוגית ואבולוציונית. מדינת ישראל מוקפת באזור בו מתבצע מחקר מדעי מועט. נוצרת על כן הטיה בסיסית שמקטינה את הפוטנציאל לציטוט (citation) עבודה מדעית איכותית על מינים שאינם נחקרים ע"י יתר הקהילה המדעית העולמית, וערכם של מחקרים מסוג זה קטן באופן מלאכותי בעקבות הסטנדרטים האקדמיים המודרניים. האוניברסיטה העברית ות"א הן היחידות בעלות עניין מובנה בסיסטמטיקה וטקסונומיה, ותחושת אחריות להפקת ידע מדעי בתחום זה. שתי אוניברסיטאות אלו אחראיות לאוספי הטבע הלאומיים. בשנות ה־80' מספר פעמים נוספות מאז, המליצה האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים, בתיאום עם האוניברסיטאות, כי האוספים של האוניברסיטה העברית ואת"א יוכרו כאוספים לאומיים וימלאו משימותיו של מוזיאון לאומי (כבמקרה של נורבגיה, דנמרק ומדינות אחרות). עם זאת, מרבית הזואולוגים והבוטנאים באוניברסיטה העברית פרשו עוד בשנות ה־80' וה־90', והקיצוצים הגדולים באת"א בעשור האחרון מקשים על שכירה בתחום זה. יש לפעול תוך שימת לב מיוחדת, ברמה הלאומית וברמה האוניברסיטאית, על מנת לוודא כי המידע הביולוגי הבסיסי והמיומנויות ישמרו לתועלת המדע והחברה.

תחומי מחקר ספציפיים

תחת מטרת מחקר המגוון הביולוגי, כפי שהגדרנו, ניתן למצוא מגוון תחומים מדעיים. על כן בחנו לעומק את המצב והצפי של תחומים אלו (איור 12). הגדרות התחומים נקבעו על ידינו והם חופפים במידה מסוימת. חברים רבים בקהילה המדעית הישראלית הם ג'נרליסטים במידת מה מתוך הכרח ומתאימים למספר תחומים במקביל. מאידך גיסא, בסקר שלנו, תחומים שונים כגון אבולוציה מכילים בתוכם דיסציפלינות רבות לדוגמא אבולוציה התפתחותית, ניתוחים פילוגנטיים, אקומורפולוגיה, גנטיקה של אוכלוסיות ועוד. אקולוגיה במיוחד, מכילה כל נושא מחקר אפשרי, החל מנדידת ציפורים עד מחזור הפחמן ואקוטוסיקולוגיה.



איור 12 – המדענים העוסקים בחקר המגוון הביולוגי מחולקים על פי תחומי המחקר הספציפיים שלהם.

נקודה חשובה לציון היא כי ברחבי המדינה, רבים מהתחומים נחקרים ע"י אדם אחד או אנשים ספורים בלבד. לכך ההשלכה כי בעקבות התרחשות אירועים סטוכסטיים, תחומים אלו עלולים להיכחד או להעלם עם הזמן אם לא ידאגו להם. לחלק מתחומים אלו יישומים מידיים; חלקם מהווים בסיס ליישומים אלו; לחלקם תועלת כלכלית ישירה או עקיפה. שימורם דורש מידה רבה של אחריות ברמה האוניברסיטאית והלאומית. תחומי טקסונומיה וסיסטמאטיקה הם מקרה דוגמה מצוין, אך אליהם מצטרפים תחומי מחקר נוספים, כגון אקו טוקסיקולוגיה ואקולוגיה של בתי גידול לחים. תחומים אלו מופיעים באיור 9 ככלולים בקטגוריה נרחבת יותר; על כן בחנו לעומק את הכיסוי המחקרי והצפי לכל קטגוריה.

להלן סיקור קצר על מצבם של תחומים אלו. יש לציין שמכיוון שקשה להגדיר את תחומי המחקר, המספר המופיע כאן עלול להיות שונה מעט משצוין לעיל וסך מספרם אינו מסתכם ב-87.

התנהגות ואקולוגיה התנהגותית – אברהם חפץ

תחום האקולוגיה ההתנהגותית התפתח בשלושת העשורים האחרונים כאשר מספר הולך וגדל של מחקרים הראה כי התנהגות בעלי חיים אינה מתקיימת במנותק מההיסטוריה האקולוגית והאבולוציונית שלה. לתחום חשיבות רבה להבנתנו את המגוון הביולוגי בכך שהוא מספק כלי להבנת האינטראקציות בין בעלי חיים ובין בעלי חיים לצמחים, רכיב חשוב בדמוגרפיה של אוכלוסיה ומכאן של המגוון הביולוגי. חקר התנהגות לכשעצמה נע כיום יותר לכיוון פסיכולוגיה של בעלי חיים ופסיכולוגיה אבולוציונית מחד גיסא, ולכיוון תת-תחום של נירוביולוגיה מאידך גיסא.

נכון לעכשיו, יש רק שני מדענים שמחקרם מתמקד בהתנהגות עצמה. מרבית המדענים הינם אקולוגים התנהגותיים או אקולוגים אבולוציונים. מכיוון שמספר המדענים בשני נושאי מחקר אלו קטן, נאחד אותם יחד לקבלת סקירה טובה יותר של התחום. כיום ישנם כ-20 מדענים פעילים (שלא פרשו) שמחקרם כולל מגוון קבוצות של בעלי חיים, חסרי חוליות וחולייתנים. התפלגות הגיל של המדענים הפעילים היא בי-מודלית, וקרום למחציתם יפרשו בתוך שש שנים. קיים פער של שש שנים לפני שיחל גל הפרישות הבא. מצב זה עלול להיות בעייתי אלא אם כן תתבצע שכירה מכוונת. למגוון הגדול של קבוצות בעלי החיים והנושאים הנחקרים יתרונות וחסרונות. הוא מאפשר כיסוי של נושאים רבים באקולוגיה התנהגותית אך הקבוצות העוסקות באספקטים הספציפיים מעטות מכדי ליצור מאסה קריטית פרודוקטיבית.

אבולוציה – ארנון לוטם

בעשורים האחרונים התיאוריה האבולוציונית חדרה כמעט לכל תחומי מחקר המגוון הביולוגי והולכת וגוברת ההכרה בתפקידה הקריטי בחשיבה הביולוגית, גם בקהילה הביורפואית (וכן בקרב לא ביולוגים). עם זאת, ניתן להחשיב מעט מאוד מהחוקרים הפעילים היום בישראל כביולוגים אבולוציוניים או כמומחים לתיאוריה האבולוציונית. כמחצית מהחוקרים מוגדרים כאקולוגים, אקולוגים אבולוציוניים או אקולוגים התנהגותיים (איור 9) ומשלבים את האבולוציה במחקרם. במסגרת תחום מחקר האבולוציה המצומצם יותר (איור 9) שייכנו 9 אנשים. שניים מהם חוקרים בתפר שבין אבולוציה והתפתחות (כלומר אבולוציה התפתחותית); שניים נוספים הם ביולוגים תיאורטיקנים המתמודדים עם התיאוריה לגנטיקה אבולוציונית וגנטיקה של אוכלוסיות. אחד

מהם מתמחה בשחזור עצים פילוגנטיים בהתבסס על מידע מולקולארי (תחום חיוני בטקסונומיה מודרנית). ארבעת החוקרים שנותרו משלבים אספקטים שונים של גנטיקה של אוכלוסיות עם ביוגיאוגרפיה, שמירת טבע, וספציאציה. אין כיום חוקר בישראל אשר בוחן סלקציה טבעית או ספציאציה בטבע, כלומר חלק חשוב במחקר הביולוגיה האבולוציונית אינו קיים בישראל. אף שחלק מהסיבות לאובדן מרכזיות תחום האבולוציה בישראל נובעות מהתחזקות תחומים אחרים, יש להדגיש כי חשוב לשמור קבוצת גרעין חזקה של ביולוגים אבולוציוניים העומדים בסטנדרטים האקדמאיים הגבוהים ביותר.

אקולוגיה – אוריאל ספריאל ותמר דייך

אקולוגיה הפכה ללא עוררין לדיסציפלינה הביולוגית המובילה, ובזכות המשבר האקלימי העולמי למונח יום-יומי שגור. בקנה מידה עולמי, האקולוגיה כתחום מחקר נהנה מתחייה מרשימה (איור 1). בנוסף לעבודה המדעית הבסיסית, אקולוגים מספקים את הבסיס התיאורטי לחלק גדול מביולוגיה של שמירת טבע ופונים אליהם בתדירות הולכת ועולה להמלצות עבור מקבלי ההחלטות.

בעוד אנו מגדירים 19 מדענים כאקולוגים באופן בלעדי, שבעה נוספים הם אקולוגים פיזיולוגיים שלמחקרם קשר לאקולוגיה, תשעה הם אקולוגים וכן ביולוגים לשמירת טבע, שלושה אחרים מתמחים בנוסף בביוגיאוגרפיה, ושבעה הם אקולוגים אבולוציוניים, סך מספרם מגיע ל-59 מדענים. מספר קטן בהרבה של מדענים מתאימים (>50%) היה מתקבל אם המדד שלנו היה שיעור פרסומיהם מופיעים בכתבי עת אקולוגיים.

מתוך האקולוגים הפעילים כיום (59 מדענים) 10 הם ביולוגים ימיים, שניים אקולוגים מימיים, ושניים עוסקים גם באקולוגיה הימית וגם המימית. שניים הם אקולוגים תיאורטיקנים. עד סוף 2014, 24% (14) מתוך האנשים שלמחקרם גם קשר לאקולוגיה יפרשו, ועד סוף 2015, 30% (18) אשר כוללים את שני המומחים היחידים לאקולוגיה של דגים, המומחה היחיד לנמלים, אקולוג העכבישים היחיד, וכו'. אובדן זה מדאיג בגלל החשיבות של חלק מקבוצות טקסונומיות אלו למערכות אקולוגיות טבעיות וחקלאיות. **לאובדן זה תהיינה השלכות חמורות לסביבה ולשמירת הטבע.**

בעוד שארבעה אקולוגים בוחנים אספקטים של האבקה, ארבעה חוקרים בלבד הם אקולוגים של חרקים. מדובר במספר קטן מאוד, ואחד מהם צפוי לפרוש בתוך 5 שנים. מכאן ניתן להסיק על קיומו של חסר בכל הקשור לקבוצה

העשירה ביותר במינים ואשר לביולוגיה שלה השפעה חיובית ושלילית חזקה על הכלכלה האנושית. לדוגמא, ביולוגיה של צרעות טפיליות, מוקד למחקר אקולוגי חשוב ברחבי העולם והמפתח להדברה ביולוגית מבוססת מדע של מזיקי חקלאות, היא תחום מחקר שלא קיים באוניברסיטאות בישראל. מדען גימלאי מאת"א ממשיך לספק את תמיכתו בחקלאות בישראל, אך דור חדש לנושא לא נראה באופק. **לאובדן זה תהיינה השלכות כלכליות וסביבתיות ותגביל קבלת החלטות מושכלות בתחומים אלו.**

חשוב להצביע על תחומים שנמצאים כיום בחוד החנית של האקולוגיה העולמית, אשר כמעט ואינם נחקרים, אם בכלל, ע"י אקולוגים ישראלים. מבין תחומים אלו נכללים לדוגמא תפקידם של מרכיבים במגוון הביולוגי באספקת שירותי מערכת ספציפיים, גילוי ערכי סף באובדן של מגוון ביולוגי שמעבר להם נעות אקוסיסטמות בין מצבי שיווי משקל שונים, טבעו של השטף הדו-כיווני של שירותים בין אקוסיסטמות חקלאיות וטבעיות, תפקידם של מרכיבים במגוון הביולוגי בקרקע במחזור הפחמן תחת ההשפעה של תרחישים שונים של שינויים אקלימיים בצמוד להשפעתה של תגובת האדם לשינויים האקלימיים על שירותי המערכת האקולוגית, השפעותיהן של התפתחויות במשק הפחמן על ניהול אקוסיסטמות וההשפעות העקיפות שלהן על שירותיהן, ההשלכות הכלכליות על שירותי המערכת כתוצאה מהשפעת האדם על המגוון הביולוגי, החשיבות של מגוון מבני צמחיה על שמירת הקרקע, רגולציה של נגר ואספקה של מים מתוקים, והתגובה של אקוסיסטמות חופיות להשפעה המשותפת של עליית מפלס הים וטמפרטורת פני הים. תחום נוסף שמחקרו מוגבל בישראל הוא הקשרים ההדוקים וההכרחיים של אקולוגיה, ובייחוד האקולוגיה של אקוסיסטמות, עם דיסציפלינות לא ביולוגיות, כגון מדעי הכלכלה והחברה, מדיניות וחינוך. יתר על כן, תחומים וותיקים כגון סוציו-אקולוגיה, ותחומים חדשנים כגון אקולוגיה כלכלית, דורשים את אנשי המקצוע הייחודיים עבורם, מאשר המצב הנוכחי בישראל בו נושא אקולוגי בעל השפעה כלכלית מטופל על ידי צוות המורכב מאקולוג וכלכלן שאינם חולקים שפה משותפת. **תחומי מחקר אלו חשובים עבור הערכות לשינויים עולמיים וניהולן של אקוסיסטמות להמשך אספקת שירותיהן. חולשתם או העדרם מגביל קיומה של קבלת החלטות מושכלות בקנה מידה לאומי.**

אקולוגיה של צמחים וסיסטמטיקה של צמחים (כולל פטריות) – חיים קיגל

באוניברסיטאות המחקר של ישראל יש כיום 23 מדענים פעילים, שאינם בגמלאות, אשר עיקר פעילותם המחקרית קשורה לתחומים שונים של אקולוגיה וסיסטמטיקה של צמחים, וזאת בהשוואה ל-29 מדענים שפעלו לפני חמש שנים. רק 2 אקולוגים של צמחים חדשים נשכרו בתקופה זו. שבעה מדענים יפרשו בעוד חמש שנים. אם המאזן הקיים בין שכירה לפרישה יישמר, צפוי עתיד עגום לאקולוגיה וסיסטמטיקה של צמחים בישראל. ייצוגם של אקולוגים של צמחים בסגל האקדמי של אוניברסיטאות המחקר קטן ביותר: 2 באת"א (אחד פורש בקרוב), 6 באוניברסיטה העברית (2 פורשים), 4 בב"ג, 1 בטכניון, 1 במכון ויצמן, ו-9 באוניברסיטת חיפה (2 פורשים). עיקר המחקר כיום מתרכז באקולוגיה של צמחי יבשה, ומעט מאמצים אם בכלל מכוונים לאקולוגיה של צומח מימי וימי. התפלגותם של אקולוגים של צמחים פעילים בין תחומי המחקר היא מאד מוטה: תהליכים בזמן ובמרחב ברמה של אוכלוסיה ונוף הצומח (9), גנטיקה של אוכלוסיות מיני צמחי בר (4), אקו-פיזיולוגיה של צמחים (2), (3 modeling) אקולוגיה של האבקה (3), ביוגיאוגרפיה (2). מתוך המדענים שלא פרשו, רק ל-2-3 יש רקע בפלוריסטיקה וסיסטמטיקה של צמחים עילאיים, אך לאחרונה הם פחות פעילים בנושאים אלו. אין כיום מומחים בתחום הצמחים הירודים (שרכים, טחבים) ואצות. טקסונומיה של פטריות היא בגדר "מין נכחד" באוניברסיטאות שלנו. מעבר לכך, אין אוצרים אקדמיים בעשביה הלאומית ובגן הבוטני האקולוגי באוניברסיטה העברית. לסיום, מדענים מעטים בישראל מעורבים בחקר סיסטמטיקה ואבולוציה של קבוצות טקסונומיות גדולות תוך שימוש בגישות מולקולאריות, בניגוד לדפוסים המסתמנים במדינות מפותחות.

פיזיולוגיה אקולוגית ואבולוציונית – נגה קרונפלד-שור

פיזיולוגיה אקולוגית ואבולוציונית מאמצת גישה בין תחומית ואינטגרטיבית שכוללת מחקר מבוסס שדה ומעבדה, מהרמה המולקולארית עד רמת האוכלוסייה, עם ראייה אבולוציונית כללית. התחום חשוב מאוד להבנת תהליכים אקולוגיים ועל כן גם עבור שמירת הטבע. אקו-פיזיולוגים מתמחים במיוחד בחקר המנגנונים ויכולותיו של אורגניזם להתאים עצמו לסביבות ותנאי אקלים משתנים, ועל כן יכולים לסייע בהערכת רמות סיכון לאורגניזמים, מידע חיוני בבחינת תעדוף אזורים לשימור.

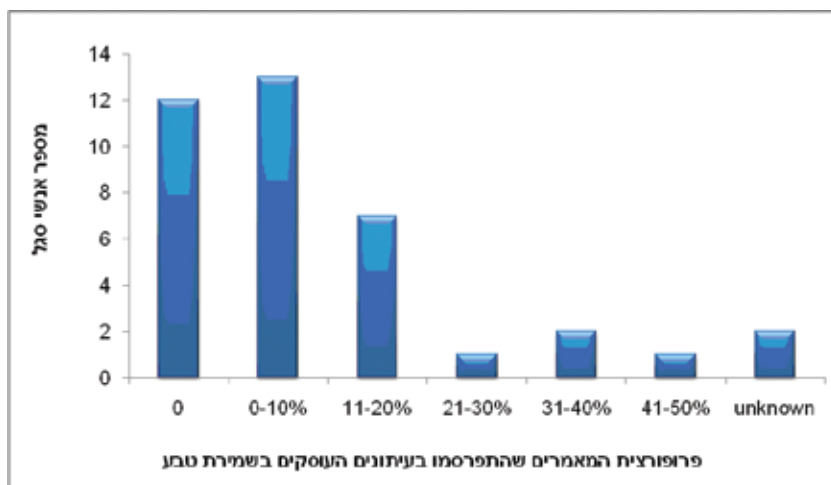
כתחומים אחרים, אקולוגיה פיזיולוגית ואבולוציונית כוללת מדענים אשר בוחנים מגוון תחומים בעלי מכה משותף קטן, ביניהם פיזיולוגיה של צמחים, פיזיולוגיה של בעלי חוליות וחסרי חוליות, פיזיולוגיה של אורגניזמים מימיים, ימיים ויבשתיים. בשראל בעבר הייתה קבוצה פעילה של אקו-פיזיולוגים, מהמובילים בעולם. העתיד של תחום מחקר זה מדאיג. מתוך 26 אקו-פיזיולוגים הנכללים במאגר הנתונים שלנו, 11 פרשו זה מכבר. מאלו שנותרו, 12 נוספים צפויים לפרוש עד 2017, כלומר, ללא שכירה של מדענים חדשים, יישארו בישראל 3 אקו-פיזיולוגים: פיזיולוג של צמחים באוניברסיטה העברית, פיזיולוג של חולייתנים באת"א, ופיזיולוג של חסרי חוליות באוניברסיטת חיפה-אורנים. קבוצה כה קטנה של אקו-פיזיולוגיים רחוקה מהמאסה הקריטית הדרושה למדע פרודוקטיבי בתחום, ותהיה לה השפעה הרסנית על המחקר, הוראה והדרכה של תלמידי מחקר.

ביולוגיה של שמירת טבע – דוד זלץ

ביולוגיה של שמירת טבע היא תחום מחקר שנוסד במענה למצב חירום ומטרתו לזהות איומים על המגוון הביולוגי ולפתח ולספק כלים להתמודדות עם איומים אלו. בככזה, הוא דורש גישה בין-תחומית ולמרבית תחומי מחקר המגוון הביולוגי שהוזכרו לעיל נגיעה בשמירת טבע. מדובר כנראה בתחום שהתפתח בקצב המהיר ביותר בביולוגיה מזה שלושים שנה מתוך ההכרה בהיקף האיומים על המגוון הביולוגי. לפני שנות ה-80 מחלקות לשמירת טבע במוסדות אקדמיים כלל לא היו קיימות וכך גם חברי סגל שמגדירים עצמם כביולוגים של שמירת טבע. כיום מחלקות הכוללות את המונח שמירת טבע מופיעות בכל המדינות. כתב העת המוביל בתחום (Conservation Biology) יוסד רק ב-1986 והיום נחשב לאחד מעשרת כתבי העת הקשורים למגוון הביולוגי, המשפיעים ביותר במאה השנים האחרונות. כתב העת גם הוכרז כאחד מעשרת כתבי העת המדעיים המשפיעים ביותר במאה השנים האחרונות.

זיהינו 39 מדענים פעילים (שלא פרשו) מתוך רשימת המדענים המוזכרת במסמך זה, שלהם נגיעה מסוימת בנושאים הקשורים לשמירת טבע. עם זאת, רק ל-14 מדענים ישראלים שמירת טבע היא חלק מתכנית המחקר שלהם. אם מתייחסים לפרופורציית המאמרים בכתבי עת המתמקדים באקולוגיה יישומית ושמירת טבע כאינדקס לפעילות מדעית הקשורה לשמירת טבע, מרבית המדענים מתוך ה-38 (25) כמעט ואינם תורמים לתחום זה (איור 13);

עבור שני מדענים לא היה מידע זמין). בחינה מעלה שרק 3 מדענים ישראלים מפרסמים למעלה מ-30% מן התוצר המחקרי שלהם בספרות מדעית של שמירת טבע.



איור 13 – הפרופורציה של פרסומים בכתבי עת המתמקדים בשימור המגוון הביולוגי לגבי כל מדען פעיל מן המדענים העוסקים במידה זו אחרת בשימור המגוון הביולוגי.

סיסטמטיקה וטקסונומיה – מנחם גורן

זהו והגדרה של אורגניזמים חיים והבהרת היחסים האבולוציוניים ביניהם מהווים בסיס לכל מחקר המגוון הביולוגי וכמו כן למגוון רחב של שימושים ביוטכנולוגיים. תחום זה כמו כן חיוני עבור חקלאות מודרנית, שמירת טבע ואיכות הסביבה, ולבריאות האדם. אף שלא מן ההכרח שכל הטקסונומים בישראל יהיו חברי סגל באקדמיה, יש לוודא קיומו של גרעין מרכזי במערכת ההשכלה הגבוהה שיוכל לבצע מחקר וללמד ברמה האוניברסיטאית, להדריך תלמידי מחקר, ולספק תמיכה מדעית לעוסקים בשמירת טבע ולחקלאות. באוניברסיטאות בישראל יש רק ארבעה סיסטמטיקאים פעילים: שלושה מהם חברי סגל באת"א (דגים, זבובים ואלמוגים רכים) ואחד באוניברסיטת חיפה (פטריות). שלושה צפויים לפרוש בתוך חמש שנים והאחרון יפרוש בתוך שש שנים. **כלומר, מחקר והוראת הטקסונומיה ברמה האוניברסיטאית וכמו כן הדרכת תלמידי מחקר מגיעים לקצם.** כאמור, טקסונומיה וסיסטמטיקה מהווים בסיס חיוני למרבית המחקר הביולוגי וכמו כן לשמירת טבע, חקלאות, בריאות וביוטכנולוגיה.

היזמה הטקסונומית הישראלית – The Israeli Taxonomy initiative) ITI נוסדה על מנת לסייע להציל את תחום מחקר הבסיסי הזה בישראל, אך ללא המאמצים המשותפים של מערכת ההשכלה הגבוהה והרמות האוניברסיטאיות – הטקסונומיה והסיסטמטיקה בישראל ייעלמו. מצב זה עומד בניגוד מוחלט למאמצים העולמיים לקדם את תחום מחקר חיוני זה (ראו את היזמה הטקסונומית העולמית כחלק מהאמנה למגוון הביולוגי [./http://cbd.int/gti](http://cbd.int/gti)).

* * *

לסיכום, מכיוון שמעט מאוד מדענים חוקרים תחום כה מגוון, חלק מהדיסציפלינות איבדו או עתידות לאבד את המסה הקריטית הנדרשת לקיומו של תחום מחקר חזק ובר-קיימא. כמובן שקשה לצפות ממדינה קטנה להוביל בכל תחומי המחקר, אך מרבית אלו שצוינו הם בסיסיים ומהווים את הבסיס לניהול/ממשק, שמירת טבע, חקלאות, וניצול בר-קיימא של המגוון הביולוגי. חלק מתחומי מחקר המגוון הביולוגי הצטמצמו וצפויים להוסיף ולהיחלש בשנים הקרובות. תחום זה חיוני ולהעלמו צפויות השלכות כלכליות וסביבתיות חמורות. חשוב כי בשנים הקרובות יוכשרו וישכרו סיסטמטיקאים חדשים באוניברסיטאות המחקר בישראל. תחום האקולוגיה של בתי גידול לחים, חיוני למחקר וממשק בתי הגידול הלחים בישראל ושירותיהם, צפוי להיכחד, וכך גם אקו-טוקסיקולוגיה, שני תחומים בעלי משמעות סביבתית חשובה ביותר. אספקטים שונים בביולוגיה ואקולוגיה של צמחים מצטמצמים עד להעלמות מוחלטת, ודורשים תשומת לב מיוחדת. המלצה זו נכונה באופן כללי גם להתמחויות בקבוצות טקסונומיות שונות, שלחלקן חשיבות כלכלית גדולה: מן הבולטים הם עכבישים, דגים, ורכיכות ימיות, אך קיימים גם אחרים. מדיניות שכירה מאוזנת נדרשת להתחשב בצרכים אלו. ההחלטות הדרמטית בפיזיולוגיה ואקולוגיה ואבולוציונית מפתיעה במיוחד. תחום זה הוא חיוני להבנת המנגנונים הבסיסיים המשפיעים על התנהגות, תפוצה ואבולוציה של בע"ח, והוא חשוב במיוחד במסגרת המאמצים לחזות את מצבם של מינים ואוכלוסיות בתקופה של שינויים עולמיים. התחום גם מהווה מפתח להבנה של דפוסי מעברי אנרגיה, בקנה מידה גדול, בתוך האקוסיסטמה, והחלשות התחום עד להיעלמותו הצפויה מדאיגה מאוד. נראה שתחום ביולוגיה של שמירת טבע לא התפתח עדיין בישראל. מדובר בתחום חדש יחסית, שקם בשנות ה-80', ומתפתח במהירות גדולה בעולם. בעוד שמספר אקולוגים ואקולוגים התנהגותיים בישראל חוקרים צדדים שונים בשמירת טבע, במרבית המקרים הם אינם מהווים נושא מרכזי במחקרם.

מגבלות ארגוניות להתפתחות תחום המחקר

במחצית המאה האחרונה שתי תרבויות מדעיות התפתחו במדעי החיים: מצד אחד – מחקר מנגנונים תוך תאיים ('ביולוגיה מולקולרית'), בדגש חזק על מחקר ביו-רפואי; מצד שני – מחקר המגוון הביולוגי בכל רמות הארגון, במטרה להבין דפוסים ותהליכים אקולוגיים ואבולוציוניים. החל משנות ה-60 ועד שלהי שנות ה-80, המחקר ביו-רפואי התפתח בצורה דרמטית, לעתים קרובות על חשבון מחקר המגוון הביולוגי. התפתח קונפליקט בין שתי התרבויות המדעיות, כאשר לרוב ידה של הביולוגיה המולקולרית על העליונה. החל מסוף שנות ה-80, במקביל לתמיכה ועידוד מכוונים, מחקר המגוון הביולוגי החל שוב להתחזק והוא כיום במוקד המחקר ברחבי העולם. התחייה המדעית אינה נצפית עדיין בישראל, בה מדענים שחוקרים את המגוון הביולוגי מהווים חלק קטן מהקהילה הביו-רפואית, כלומר סובלים מתת ייצוג במסגרת קבלת החלטות מדעיות.

מגבלה טכנית אחת היא רמות המימון למחקר. למחקרים רפואיים המימון בפוטנציה גדול יותר וקיימות יותר אפשרויות מימון. מימון גדול מתרגם לתמיכה לאומית ברמה האוניברסיטאית, וכך גם למספר תלמידי מחקר, מגוון מלגות, עוד מדד לתמיכה לאומית, ובתקופות של קיצוצים בתקציב, מדובר בבעיה שהולכת וגדלה.

מעל לכך, מחקר המגוון הביולוגי מיוצג לעתים קרובות בוועדות שונות (ועדת מלגות אלון, ות"ת, מלגות שונות, תקציב, וועדות מינויים) ע"י 'ביולוגים מולקולאריים' שברשותם, במקרה הטוב, הבנה קטנה של התחום, ובמקרה הרע, הערכה מעטה כלפיו.

דוגמה ממחישה ארעה בשנה האחרונה, כאשר המועצה להשכלה גבוהה בישראל הקימה ועדה לבחינת הפקולטות לביולוגיה באוניברסיטאות. הועדה הייתה מורכבת מחמישה 'ביולוגים מולקולאריים', כאשר כולם, מלבד אחד, שייכים למוסדות בהם כלל לא מתקיים מחקר למגוון ביולוגי; כל הדיקאנים הרלוונטיים באוניברסיטאות המחקר בישראל אישרו את המינויים לוועדה. רק לאחר שהגשנו בקשה נוסף אקולוג אחד לוועדה. העמיתים שלנו בארה"ב אישרו כי גם במדינתם התקיימו מצבים דומים לזה לפני 20 שנה. אמנם ישראל היא מעט פרובינציאלית, אך פער של 20 שנה הוא קיצוני.

נספח 1

רשימת האוניברסיטאות, קיצורים, דירוג אוניברסיטאות המחקר בישראל ביחס לאוניברסיטאות בעולם, מספר המדענים בביולוגיה (כל התחומים), רפואה, וחקלאות.

אוניברסיטה	קיצור	דירוג Times	דירוג *ARWU	ביו-רפואי
בר-אילן	בר-אילן	מתחת ל-500	303-401	43
בן-גוריון	ב"ג	323	303-401	202
האוניברסיטה העברית בירושלים	האוניברסיטה העברית	102	64	270
הטכניון	הטכניון	132	101-151	114
אוניברסיטת תל-אביב	את"א	114	101-151	200
אוניברסיטת חיפה	אוניברסיטת חיפה	מתחת ל-500	402-501	40
מכון ויצמן	מכון ויצמן	---	151-200	120

* Academic Ranking of World Universities

נספח 2

שדות נתונים בהם נעשה שימוש למטרות הסקר

שם

מין

שנת לידה

תחומי מחקר ספציפיים (כפי שתוארו ע"י המדענים)

תחום מחקר כללי

פעילות שמירת טבע

קבוצות החי והצומח הנחקרות

סביבות נחקרות

נספח 3

ארבע אוניברסיטאות בישראל אחראיות כמעט לכל מחקר המגוון הביולוגי בישראל. התוכניות השונות נבדלות במבנה הארגוני שלהן ובחזקן; כל אחת מתמקדת בשילובים שונים של תחומים. יתרה על כך, היקף התוכניות שונה, הן משולבות בסביבות אקדמאיות שונות, ולהן היסטוריה אקדמית שונה. בחנו מקרוב את אותם המוסדות:

האוניברסיטה העברית בירושלים – רן נתן ושרון שפיר

מחקר המגוון הביולוגי באוניברסיטה העברית סבל מקיצוצים גדולים בשנות ה-80 וה-90, כאשר בוטנאים, זואולוגים ופרזיטולוגים פרשו והשכירה כוונה לתחומים אחרים. מחקר המגוון הביולוגי באוניברסיטה העברית מתרכז כרגע בשתי קבוצות עיקריות, אחת במכון למדעי החיים ע"ש סילברמן (AS-ILS) בגבעת רם, ירושלים (10 חברי סגל) והאחרת בפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ברחובות (7 חברי סגל). תשעה חברי סגל של האוניברסיטה העברית חברים במחלקה לאקולוגיה, סיסטמטיקה ואבולוציה (אס"א) וחבר אחד שייך למחלקה למדעי הצמח והסביבה (שתי המחלקות ב-AS-ILS). בתוכנית הוראה נפרדת לחלוטין בפקולטה לחקלאות, המדענים מתחלקים כך שארבעה אקולוגים ואקולוגים התנהגותיים של חרקים שייכים למחלקה לאנטומולוגיה ושני אקולוגים של צמחים במכון למדעי הצמח וגנטיקה בחקלאות. החוקרים באוניברסיטה העברית היו גרעין החוקרים במכון הבין-אוניברסיטאי באילת, אך כיום רק חבר אחד חוקר מגוון ביולוגי.

שני אנשי סגל בפקולטה בגבעת רם ואחד ברחובות יפרשו בתוך חמש שנים. ה-AS-ILS קטן מאוד בעשרים השנים האחרונות (31%), ומספר החוקרים שמחקרם נוגע למגוון הביולוגי הצטמצם אף יותר (45%). בשנות ה-90 שני חברי סגל חדשים בלבד נשכרו עבור אס"א, אך 6 נשכרו בשנות ה-2000, כ-20% מתוך סך הנשכרים ב-AS-ILS בתקופה זו. עם זאת, לא נשכרו חברי סגל עבור אס"א בשלוש השנים האחרונות, מה שמשקף היקף שכירה קטן עבור AS-ILS בתקופה זו. בעת הזו אס"א מחפשת חברי סגל חדשים בתחומים אקולוגיה, התנהגות בעלי חיים ואבולוציה, וכמו כן חוקרים בעלי מומחיות לקבוצות טקסונומיות מסוימות אשר יעמדו בראש האוסף המדעי הרלוונטי. העדר של מועמדים מתאימים למשרות הקשורות במגוון הביולוגי, ובמיוחד בסיסטמטיקה, היא המכשול העיקרי בשכירה של חברי סגל צעירים.

ב-2009 נוסד בפקולטה ברחובות החוג לאיכות הסביבה ומשאבי טבע בחקלאות, בעיקר על מנת לקדם מחקר בינתחומי בין חברי ארבע מחלקות: אנטומולוגיה, מחלות צמחים ומיקרוביולוגיה, מדעי הקרקע והמים, וכלכלה חקלאית ומנהל. צעד זה הוא חלק מתכנית לבנות מכון בעל שלווחות דומות, אשר ישכן את המחלקות הללו יחדיו. בניה של המכון החדש נעצרה כתוצאה ממחסור בתקציב. כיום במסגרת המכון החדש, במחלקה לאנטומולוגיה, מוצעת משרה פנויה עבור אנטומולוג החוקר קשרי חרקים-צמחים.

מחקר המגוון הביולוגי באוניברסיטה העברית משלב מגוון תחומים הכוללים אבולוציה מולקולארית, אבולוציה והתפתחות, התנהגות בעלי חיים ואקולוגיה ברמות שונות של ארגון, באמצעות כלי מחקר שונים כגון מודלים, עבודת שדה, טכנולוגיה מתקדמת, ושיטות מולקולאריות. האוניברסיטה העברית ממשיכה לשמור על כוחה בתחום האקולוגיה והאבולוציה ולאחרונה חיזקה גם את מחקר התנהגות בעלי חיים. עם זאת, תחום הסיסטמטיקה נחלש משמעותית. כיום ניתן למצוא באוניברסיטה העברית סיסטמטיקאי אמיתי פעיל אחד בלבד, שאינו גמלאי. הוא חבר סגל במחלקה למדעי הצמח והסביבה המתמחה בפרוקריוטים, נושא שלא טופל בדוח הנוכחי. באוניברסיטה העברית מצויים כמחצית מאוספי הטבע הלאומיים, אשר נוסדו ע"י זואולוגים ובוטנאים בעלי שם עולמי, ממקימי המחקר הביולוגי בישראל. אף על פי כן, שני חברי פקולטה בלבד, אחד מדען לאבולוציה התפתחותית והשניה ארכיאוזואולוגית, מתפקדים כאוצרים באוספים. לעשביה הלאומית, הגדולה בתחומה בישראל ובמזרח התיכון, אין כיום אוצר. נעשים מאמצים ניכרים למציאת אוצר ראוי. בשטחה של האוניברסיטה בגבעת רם קיימים הגנים הבוטניים הגדולים ביותר בישראל, המונים כ-10,000 מינים. כמו כן, בגנים הבוטניים האקולוגיים בהר הצופים ניתן למצוא את האוסף החי הגדול ביותר בישראל של מיני צמחי בר. לגנים הבוטניים בגבעת רם מדען ראשי במשרה מלאה (בוטנאי שדה בעל תואר PhD מאס"א), בוטנאי, ד"ר בגמלאות, עובד בגנים על בסיס יומי, ועדה מדעית שלאחרונה הוקמה מחדש, ואקולוג אשר חבר בוועד המנהל מזה 5 שנים. ב-5 השנים האחרונות פעלה תוכנית שיקום רצינית לגנים הבוטניים בגבעת רם והיא כיום מקדמת מחקר ופעילות של הגנת צמחי הבר בישראל, וחוקרת אפשרויות חדשות לפיתוח מדעי. לאחרונה נשקלת יוזמה חדשה לכינונה של תכנית מדעית לטווח ארוך, המשלבת מרכז לאומי פוטנציאלי למגוון ביולוגי של הצומח. לגנים בהר הצופים אין כיום מדען ראשי מכהן – תפקיד זה ממלאת כיום הועדה המדעית של הגנים.

אוניברסיטת תל-אביב - מיכה אילן

חוקרי המגוון הביולוגי באת"א חברים במחלקה לזואולוגיה (22 חוקרי המגוון הביולוגי, שישה מהם צפויים לפרוש בתוך חמש שנים) ובמחלקה לביולוגיה מולקולארית ואקולוגיה של צמחים (חמיש חוקרי המגוון הביולוגי, שלושה מהם צפויים לפרוש בתוך חמש שנים). שתי המחלקות חולקות תכנית לימודים לתואר בוגר ומוסמך, והדגש הוא ביולוגיה אינטגרטיבית - כוללת פיזיולוגיה אקולוגית ואבולוציונית, התנהגות, אקולוגיה התנהגותית, אקולוגיה ואבולוציה. בשני העשורים האחרונים את"א מובילה בחלק מהתחומים, כגון סיסטמטיקה, אקולוגיה של בתי גידול לחים, ואקו-טוקסיקולוגיה. האוניברסיטה בעלת המחלקה האחרונה בישראל המזהה עצמה כמחלקה לזואולוגיה, ובכך משקפת את מחויבותה למחקר מגוון ביולוגי בסיסי. על כן הקיצוצים הגדולים שספגה התכנית משפיעים על כל התחום בישראל (ראו להלן). לאת"א מסורת של תרומה חזקה לשמירת טבע ולחינוך הציבור. לזכות המחלקה בעשור האחרון 70% מפרסומי הפקולטה למדעי החיים בכתב העת Nature ו-40% מהפרסומים בכתב העת Science. תוכנית המחקר החזקה של המחלקה לזואולוגיה משתקפת גם באחוז הגבוה של מלגאי אלון, תארי כבוד, ופרסים שונים.

עם זאת, התוכנית באת"א נפגעה משמעותית בעשור האחרון, כאשר האוניברסיטה סגרה את המכון לחקר שמירת הטבע, היחיד בסוגו בישראל. המכון, אשר הוקם באמצע שנות ה-60, נועד לספק תמיכה מדעית לרשות הטבע והגנים בישראל ולמשרד להגנת הסביבה. צפי הפרישות בחמש השנים הקרובות (שליש מחוקרי המגוון הביולוגי בפקולטה) מהווה סכנה רצינית לתוכנית של האוניברסיטה. אמנם בעשור האחרון בוצעו באופן כללי צמצומים באת"א, אך הצמצום במספר חוקרים המגוון הביולוגי (35%) גדול בהרבה מזה שהתרחש בפקולטה למדעי החיים (כיום 22% וצפוי להתאזן סביב 18%).

באת"א מאוכסנים מחצית מאוספי הטבע הלאומיים אשר נחשבים תשתית מחקר לאומית ובתוקף מעמד זה זוכים בתמיכה ממשלתית. האוספים, ארכיון דינמי למגוון ביולוגי, משמשים מדי שנה מעל 200 מדענים, משמשים להוראה במסגרת כ-20 קורסים אוניברסיטאיים (של מגוון מוסדות), ומספקים תמיכה מדעית לחקלאות ולשמירת טבע. לאוספים שישה אוצרים וחמישה אוצרים נלווים, מדענים פעילים. עם זאת, שניים מתוך שלושת הסיסטמטיקאים צפויים לפרוש בתוך חמש שנים והאחרון בתוך שש שנים. ניתן למצוא באת"א שתי תשתיות נוספות למחקר המגוון הביולוגי - הגנים הבוטניים והגן למחקר

זואולוגי, אשר יחד מהווים את התייעוד המקיף ביותר של הפאונה והפלורה היבשתית בישראל. הגנים משמשים למחקר, הוראה, הדרכה, שמירת טבע, וחינוך הציבור. שניהם נפגעו מקיצוצים תקציביים, ומהעדר תמיכה מוסדית ותכנון לטווח ארוך. הגנים הבוטניים כיום זוכים לתמיכה ממשלתית ועל כן קיומם יציב ומובטח יותר. משכן אוספי הטבע, המתוכנן להיות ביתם החדש של האוספים, ביחד עם הגנים הבוטניים והזואולוגיים מציעים הזדמנות ייחודית להקים מרכז למחקר וחינוך למגוון ביולוגי באוניברסיטת תל-אביב, על בסיס תשתית קיימת.

אוניברסיטת חיפה – אורי שינס

מחקר המגוון הביולוגי בחיפה מתקיים בשני קמפוסים – בקמפוס הראשי בהר הכרמל ובקמפוס אורנים. בחיפה, הכוח המסורתי נבע ממחקר במכון לאבולוציה. לפני כעשור, על בסיס המכון והמחלקה לביולוגיה באורנים, הוקמה הפקולטה למדעים והוראתם, וכיום חברים בה אקולוגים, אקו-פיזיולוגים ואקולוגים התנהגותיים. חוקרי המגוון הביולוגי פזורים במספר חוגים, כשהשניים העיקריים הם החוג לביולוגיה באורנים והחוג לביולוגיה אבולוציונית וסביבתית. שאר החוקרים שייכים לבית הספר למדעי הים ולחוג לגיאוגרפיה. הוראת תלמידים לתואר ראשון בתחום זה מתקיימת אך ורק בקמפוס אורנים, בחוג לביולוגיה, והלימודים לתארים מתקדמים בסיסם בקמפוס בחיפה, ומנוהלים ע"י החוקרים מהחוג לביולוגיה באורנים ומהחוג לביולוגיה אבולוציונית וסביבתית. החוג באורנים בעל אוריינטציה חזקה למחקר המגוון הביולוגי, כאשר יותר ממחצית חברי הסגל הם חוקרי המגוון הביולוגי. מחויבותו של החוג באה לידי ביטוי בהקמתו של קורס חובה חדש, לכל תלמידי הבוגר לביולוגיה, בנושא ביולוגיה של שמירת טבע, ובקיומם של מספר סיורי שדה המוקדשים למגוון הביולוגי. חוקרים בחוג נעזרים בתשתיות בקמפוס אורנים כגון גן זואולוגי קטן, גן בוטני גדול, ומגוון אוספים. עם זאת, החוג באורנים סובל מקשיים גדולים מכיוון שאינו נתמך ע"י המועצה להשכלה גבוהה, אלא ע"י משרד החינוך. אנשי הסגל בחוג אינם זוכים בסיוע הסטנדרטי הנהוג במחלקות דומות בישראל ובמיוחד בחיפה. יש לקחת בחשבון גם עומס הוראה גדול, העדר תקציב התבססות לחברי סגל חדשים, העדר טכנאים, ותנאי שכר נחותים. על כן, על אף האוריינטציה למחקר המגוון הביולוגי בחוג, יכולת השכירה שלו היא נמוכה יחסית. בחמש השנים הקרובות אחד משמונת חוקרי המגוון הביולוגי צפוי לפרוש ועל החוג יהיה לשכור חבר סגל

חדש שיחליף אותו. החוג לביולוגיה אבולוציונית וסביבתית הוקם על מנת לקדם את הדרכתם של סטודנטים לתואר מוסמך ודוקטורט בתחומים אלו. התשתיות של החוג נסמכות בעיקר על אורנים והמכון לאבולוציה. עם זאת, לאחרונה הוקם המרכז בכרמל אשר צפוי להיעזר במתקני החי בר ובשמורה הביוספירית הסמוכה, לפיתוח לימודים חדשים ושיתוף פעולה עם רשות הטבע והגנים.

אוניברסיטת בן-גוריון בנגב – דוד זלץ

חוקרי המגוון הביולוגי מתחלקים בין הקמפוס הראשי בבאר-שבע – מרביתם במחלקה למדעי החיים (6) ואחד במחלקה לגיאוגרפיה, ובין המכונים לחקר המדבר ע"ש בלאושטיין בשדה בוקר – בעיקר במכון לחקר סביבות צחיחות (7) ושנים במכון לחקלאות וביוטכנולוגיה של אזורים צחיחים ע"ש שוחרי צרפת. בנוסף פועל חוקר נוסף במכון הבין אוניברסיטאי שבאילת. מוקד המחקר בבאר-שבע הוא אקולוגיה, בעוד שהמוקד של המכונים ללימודי המדבר הוא, כצפוי, חקר המגוון הביולוגי המדברי. המחלקה בבאר שבע והמכונים בשדה בוקר חולקים תוכנית לימודים משותפת לתלמידי מחקר במכונים לחקר המדבר ע"ש בלאושטיין. כל חוקרי האקולוגיה, במובן הרחב של התחום הם חלק מהתכנית. התוכנית כוללת תואר בוגר במסגרת המחלקה למדעי החיים בדגש על אקולוגיה, ותארים מתקדמים (מוסמך ודוקטורט) במחלקה למדעי החיים או בבית הספר ללימודי מדבר ע"ש אלברט כץ בשדה בוקר. ישנה ועדת הוראה משותפת ודרישות זהות לתוכנית הלימודים. סמינרים למסגרת הלימודים המתקדמים מתקיימים בבאר שבע מדי שבוע וכמו כן סמינרים שבועיים לאקולוגיה בשדה בוקר (נוכחות חובה לסטודנטים). התוכנית מתמקדת בעיקר באקולוגיה אורגניזמית (לרוב התנהגות) והיא בעלת אוריינטציה חזקה לשמירת טבע (חמישה קורסים).

נספח 4

- המדענים הבאים היו חלק מהצוות שהכין את דוח זה:
- שמשון בלקין הוא פרופסור במכון למדעי החיים באוניברסיטה העברית, מנהל לשעבר של התוכנית ללימודי הסביבה והמנהל הנוכחי של התוכנית הבין-פקולטטית לביוטכנולוגיה.
 - צבי בן-אברהם הוא פרופסור לגיאופיסיקה ומנהל מרכז מינרבה לחקר ים המלח באוניברסיטת תל-אביב. כמו כן הוא חבר האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים.
 - יהודית בירק היא פרופסור אמריטוס במכון לביוכימיה מדעי המזון והתזונה, בפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית, וחברה באקדמיה הלאומית הישראלית למדעים.
 - תמר דיין היא פרופסור במחלקה לזואולוגיה ומנהלת אוספי הטבע, אוניברסיטת תל-אביב.
 - מנחם גורן הוא עמית מחקר בכיר, אוניברסיטת תל-אביב; אוצר אוסף הדגים באוניברסיטת תל-אביב; יו"ר עדת הפאונה והפלורה של ארץ-ישראל באקדמיה הלאומית הישראלית למדעים.
 - אברהם חפץ הוא פרופסור לזואולוגיה, אוניברסיטת תל-אביב.
 - מיכה אילן הוא פרופסור לזואולוגיה וראש המחלקה לזואולוגיה, אוניברסיטת תל-אביב.
 - חיים קיגל הוא פרופסור למדעי הצמח, מנהל הגנים הבוטניים בהר הצופים, האוניברסיטה העברית.
 - נגה קרונפלד-שור היא מרצה בכירה בזואולוגיה והמנהלת האקדמית של הגן למחקר זואולוגי ע"ש א. מאיר סיגלס, אוניברסיטת תל-אביב.
 - ארנון לוטם הוא פרופסור חבר לזואולוגיה, אוניברסיטת תל-אביב.
 - יוסי לוי הוא פרופסור לאקולוגיה ימית, אוניברסיטת תל-אביב, וחבר האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים.
 - יעל לובין היא פרופסור לאקולוגיה במחלקת מיטרני לאקולוגיה מדברית באוניברסיטת בן-גוריון.
 - רפי משולם הוא פרופסור לפרמקולוגיה בפקולטה לרפואה, האוניברסיטה העברית, ויו"ר חטיבת מדעי הטבע באקדמיה הלאומית הישראלית למדעים.

- שי מאירי הוא מרצה בכיר לזואולוגיה ואוצר אוסף החולייתנים, אוספי הטבע, אוניברסיטת תל-אביב.
- רן נתן הוא פרופסור לאקולוגיה וראש המכון למדעי החיים ע"ש אלכסנדר סילבמן, האוניברסיטה העברית.
- עודד נבון הוא פרופסור ומחזיק בקתדרה לגיאולוגיה במכון למדעי כדור"א, האוניברסיטה העברית.
- אוריאל ספריאל הוא פרופסור אמריטוס לאקולוגיה, האוניברסיטה העברית.
- דוד זלץ הוא פרופסור לביולוגיה של שמירת טבע ומנהל המרכז לשיתוף פעולה מדעי ע"ש יעקב בלאושוטיין.
- שרון שפיר הוא פרופסור חבר לאנטומולוגיה וראש המחלקה לאנטומולוגיה, הפקולטה לחקלאות, האוניברסיטה העברית.
- אהוד שפנייר הוא פרופסור בהחוג לציוויליזציות ימות, אוניברסיטת חיפה.
- אורי שיינס הוא מרצה בכיר וראש החוג לביולוגיה, אוניברסיטת חיפה-אורנים.
- דן יקיר הוא פרופסור וראש המחלקה למדעי הסביבה ולחקר האנרגיה, מכון ויצמן למדע.
- אמציה גנין, פרופסור לאקולוגיה ימית, ראש החוג לאקולוגיה, אבולוציה והתנהגות באוניברסיטה העברית ומנהל מדעי של התוכנית הלאומית לניטור מפרץ אילת במכון הבינאוניברסיטאי למדעי הים באילת.

יוסף שטיינברגר (בר-אילן), אהרון קפלן (האוניברסיטה העברית), צביקה אברמסקי (ב"ג), אברהם חיים (אוניברסיטת חיפה), מרסלו שטרנברג (את"א), בלה גליל (מכון לחקר ימים ואגמים), אילן חת ויוסי סגל (אקדמיה הלאומית הישראלית למדעים), מרק פלדמן (אוניברסיטת סטנפורד) ושני מנהלים בכירים במערכת ההשכלה הגבוהה סיפקו לדוח זה נתונים וביקורות ותובנות חשובות.