

המערכות האקולוגיות של החבל הים תיכוני – הפרק המלא

מחברים מובילים: שרון שפיר, ערן ברקוביץ', יוני וייץ, אוריאל ספריאל

עוזרי מחקר: קרנית בכרטן, יוני וייץ, אופיר כץ

מחברים תורמים: דוד אבלגון, דניאל אורנשטיין, אלי ארגמן, רואי בן-דוד, פועה בר, עוז ברזני, נתיב דודאי, זלמן הנקין, גדי פולק, רונן קדמון, שני רואטין, אייל רוטנברג, דותן רותם, אפרת רמתי, גבי שילר

תוכן עניינים

1	מבוא	3
1.1	היקף, מאפיינים פיזיים והמגוון הביולוגי	3
1.1.1	היקף, מיקום וגבולות	3
1.1.2	מאפיינים פיזיים ושימושי קרקע	3
1.1.3	המגוון הביולוגי	4
1.1.4	תיאור המערכות שבתוך מערכת-העל	4
1.2	גורמים מחוללי שינוי ישירים באספקת שירותי המערכות האקולוגיות של החבל הים תיכוני	6
1.2.1	מחוללי שינוי ישירים שמקורם בתהליך התמרת מערכות	6
1.2.2	מחוללי שינוי ישירים המתוגברים על ידי גורם הפסיפס המרחבי (השפעות היצוניות)	9
1.2.3	מחוללי שינוי ישירים שאינם מושפעים מתהליך התמרת המערכות	10
1.3	גורמים מחוללי שינוי עקיפים	12
1.3.1	המחוללים העקיפים של התמרת המערכות וקיטוען	12
1.3.2	מחוללי ה'השפעות היצוניות'	13
2	מצב ומגמות באספקת שירותי המערכות האקולוגיות הים-תיכוניות	14
2.1	שירותי אספקה	14
2.1.1	אספקת מרעית למקנה	14
2.1.2	אספקת מרעית לדבורי-דבש	19
2.1.3	אספקת משאבים גנטיים	24
2.1.4	אספקת מזון	27
2.1.5	אספקת ביומסה מעוצה	33
2.2	שירותי ויסות	37
2.2.1	ויסות איכות האוויר	37
2.2.2	ויסות אקלים מקומי	41
2.2.3	ויסות אקלים גלובלי	45
2.2.4	האבקה של גידולים חקלאיים	49
2.2.5	ויסות מזיקי חקלאות	52
2.2.6	ויסות מים	56
2.2.7	ויסות סחיפת קרקע ואירועי שיטפונות	59
2.2.8	ויסות שריפות יער	63

67	שירותי תרבות	2.3
67	התנסויות אקטיביות שתועלותיהן פיזיות: פנאי ונופש	2.3.1
72	התנסויות אקטיביות שתועלותיהן אינטלקטואליות : מחקר מדעי	2.3.2
79	התנסויות (בעיקר) פסיביות: תועלות מופשטות של מסורת, מורשת ופולקלור	2.3.3
84	התנסויות (בעיקר) פסיביות: תועלת מופשטת של אסתטיקה	2.3.4
92	יחסי גומלין בין ובתוך המערכות	3
92	השפעת מערכות-על אחרות על המגוון הביולוגי ואספקת השירותים של מערכת-העל	3.1
92	יחסי גומלין בין המערכות השונות שבתוך "מערכת-העל"	3.2
93	סינרגיה (איגבור) ו-trade-offs (המרות) בין שירותים בתוך 'מערכת-העל'	3.3
93	איגבור	3.3.1
93	המרות	3.3.2
93	יחסי גומלין	3.3.3
94	תגובות לשינויים באספקת השירותים במערכת העל	4
95	פערי ידע	5
98	מקורות	6
114	נספחים	7

ציטוט מומלץ: שפיר, ש', ברקוביץ', ע', ספריאל, א' ווייץ, י' (עורכים). (2018). [המערכות האקולוגיות של החבל הים תיכוני – הפרק המלא](#).

1. מבוא

1.1. היקף, מאפיינים פיזיים והמגוון הביולוגי

1.1.1. היקף, מיקום וגבולות

אזור האקלים הים-תיכוני של ישראל השורר בחלקיה המרכזיים והצפוניים של המדינה וגובל במזרח ובדרום באזור האקלים המדברי השורר במערכות האקולוגיות המדבריות, מהווה פסיפס של שטחי מערכות אקולוגיות שונות; כ-45% מהפסיפס מתפקד כמערכות הנקראות (לצורך פרויקט זה) 'מערכות החבל הים-תיכוני' (ראו איור 1), ושאר שטחי הפסיפס (למעט שטחי תשתיות, צירי תחבורה ועוד) מתפקדים כמערכות חקלאיות, מערכות עירוניות ויישוביות, ומערכות מקווי מים פנים-ארציים. שטחן הכולל של מערכות החבל הים-תיכוני בפסיפס זה (2014) הוא 3,883 קמ"ר שמהווים כ-18% מהשטח היבשתי של מדינת ישראל. ב'מערכת-על' זו שלש קבוצות מערכות – 2,691 קמ"ר של מערכות החורשים והבתות, 651 קמ"ר של מערכות היערות הנטועים; ו-185 קמ"ר של מערכות הכורכר והחולות (לא כולל שטחים "מופרים" כמו מחצבות ושולי שדות ויישובים). מקובל לכנות את מערכות החורשים והבתות ואת מערכות הכורכר והחולות כ'מערכות טבעיות' על אף מעורבות האדם בניהול שטחים בהן, כשמורות טבע וגנים לאומיים שבניהול רט"ג, וכיערות שבניהול קק"ל. ממדי מערכות החורשים והבתות ובעיקר אלה של מערכות הכורכר והחולות עברו שינויים רבים, כולל ממדים רחבים ביותר במהלך ההיסטוריה של ארץ ישראל. אך במהלך המאה ה-20 שטחים רבים של מערכות אלה הותמרו לשטחי מערכות עירוניות ויישוביות ולשטחי תשתיות, גם למערכות חקלאיות, ואף למערכות היערות הנטועים. תהליכי התמרה אלה הביאו ליצירת פסיפס בין-מערכתי ולצמצום שטחי 'המערכות הטבעיות' של חבל האקלים הים-תיכוני, לממדיהן כיום.

1.1.2. מאפיינים פיזיים ושימושי קרקע

האקלים הים-תיכוני השורר במערכות החבל הים-תיכוני הוא זה של קיץ ארוך ויבש, חורף קצר, קריר וגשום, עם מנעד משקעים הנע בין ממוצע רב-שנתי של 400 מ"מ במערכות שבחלקו הדרומי של חבל אקלימי זה, לכ-1,200 מ"מ בצפון. תשתית מערכות החורשים והבתות באזורים ההרריים שלהן שעיקרן חורשי אלון ואלה, היא של סלעי גיר קשה ועליהם קרקע אדומה (טרה רוסה), חדירה למים ועשירת מינרלים. תשתית מערכות אלה שבגבעות שפלת ההר שעיקר התכסית הצמחית שלהם היא של בתות שיחי סירה קוצנית ואלת מסטיק עם עצי חרוב פזורים, היא של מסלע קירטון רך ולבנבן, וקרקעות חרסית (רנדזינה) רדודות שחדירותן למים נמוכה. תשתית מערכות החורשים והבתות בגולן כוללת גם קרקעות בזלתיות בהן חורש אלון התולע ובתות עשבוניות. תשתית מערכת הכורכר והחולות המשתרעת באזורי השרון והשפלה היא פסיפס של אדמת חמרה (אדומה) חולית ועמוקה, חולות דיונות ורכסי כורכר (מסלע משוכב של אבן חול).

תשתיות מערכות היערות הנטועים זהות לאלו של מערכות החורשים והבתות, בהתאמה לאזורי הארץ בהן ניטעו. אשר לשימושי קרקע, כשישית משטחן של כל מערכות החבל הים-תיכוני מתפקדת גם כשמורות טבע מוכרזות או מאושרות, שמרביתן מייצגות את מערכת החורשים והבתות (576 קמ"ר, שהם כ-15% משטח החורשים והבתות), ומיעוטן מייצג את מערכת הכורכר והחולות (33 קמ"ר שהן כ-6% משטח של מערכת הכורכר והחולות). שטחים במערכות החבל הים-תיכוני מתפקדים גם כשטחי מרעה למקנה וכשטחי אימוני צבא. מערכות אלה של מערכת-העל, יחד עם המערכות היישוביות והעירוניות של אזור האקלים הים-תיכוני של ישראל בהן מרוכזת רובה של אוכלוסיית ישראל, מהוות פסיפס רבגוני של כתמי טבע וכתמים מבונים, מציאות לה השלכות רבות על תפקודי מערכות החבל הים-תיכוני.

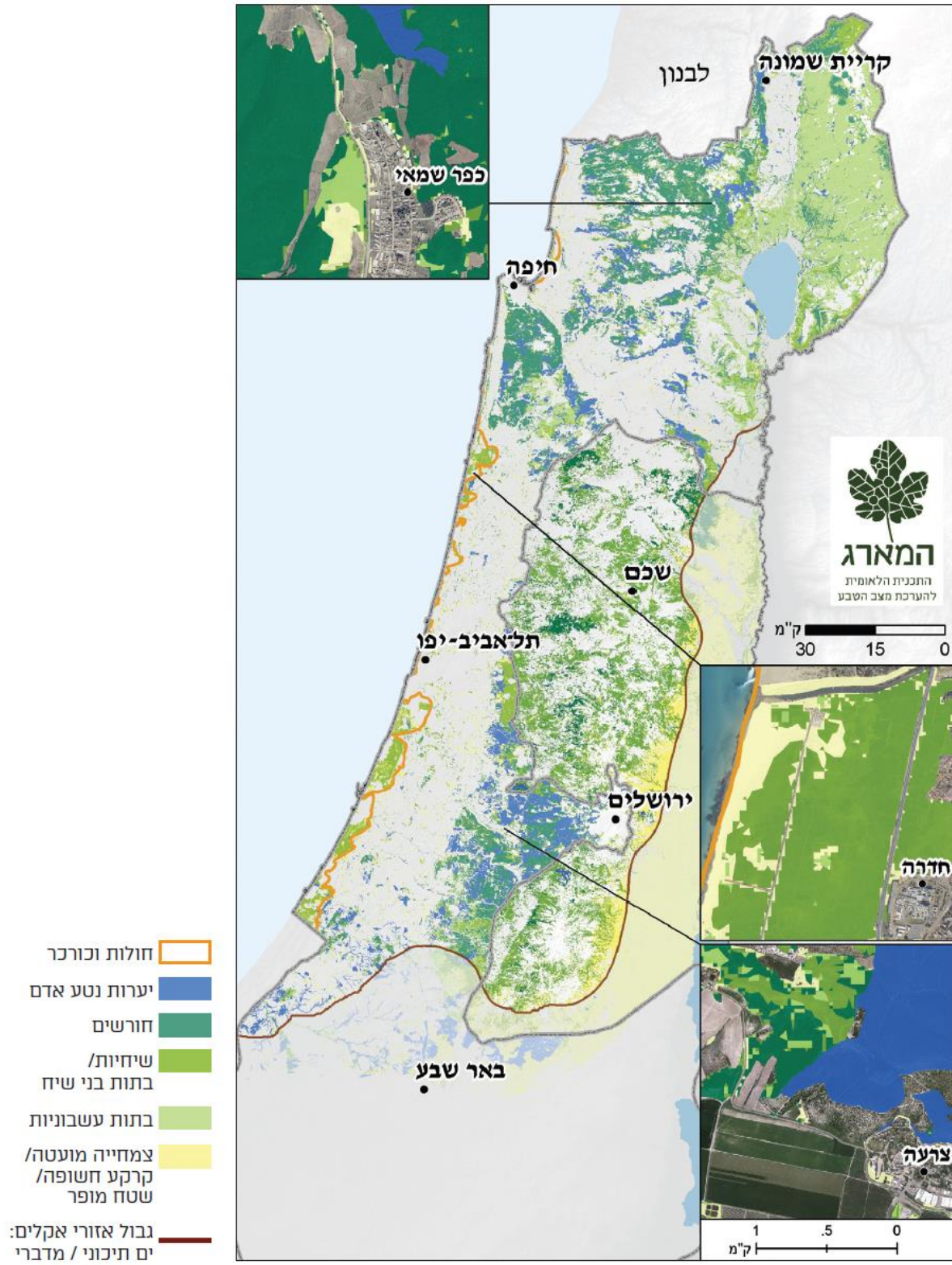
1.1.3. המגוון הביולוגי

במערכות החבל הים-תיכוני עושר מינים גבוה, דהיינו מספר מינים רב וזאת לא רק משום שבכל אזור האקלים הים-תיכוני השורר בכל אגן הים-התיכון (שהחבל הים-תיכוני בישראל הוא חלק ממנו) מספר מינים רב, אלא גם משום שמערכת-העל הישראלית גובלת בדרומה במערכות מדבריות שמקור רבים ממיניהן הוא ביבשת אפריקה, וגובלת במזרחה עם ארצות שמקור רוב מיניהן בערבות של יבשת אסיה. ובנוסף, גם מינים ממוצא אירופי הגיעו לשטחי המערכת הישראלית באזוריה הצפוניים והגבוהים מפני הים של מערכת-העל. וכך למשל, מערכות החבל הים-תיכוני של ישראל עשירות במספר מיני הצומח עם למעלה מ-1700 מינים, וחיים בהן גם 150 מיני עופות מקננים [אל מול 121 מיני עופות מקננים במכלול מדינות האיחוד האירופי הנמצאות באגן הים-התיכון, (EU, 2018)], כ-30 מיני זוחלים, כ-80 מיני יונקים ואלפי מיני חרקים.

1.1.4. תיאור המערכות שבתוך מערכת-העל

ממדי שטחיהן והרכב המגוון הביולוגי של כל אחת ממערכות-העל נמצאים בדינמיקה מתמדת, דינמיקה המתבטאת במערכות החורשים והבתות ביחסי השטח בין חורשים (בהם בעיקר עצי אלון ואלה) והבתות (בהן בעיקר צומח שיחי או עשבוני) - שטחי חורשים משתנים לשטחי בתות, ולהפך. זאת בתגובה לשינויים בממדי עוצמותיהם של מחוללי שינוי ישירים תלויי-אדם כרעייה, כריתה ושרפה. כשעוצמת מחוללי שינוי אלה גוברת, החורשים משתנים לבתות, וכשהעוצמות נחלשות, הבתות משתנות לחורשים. אך גם המבנה, המסלע והקרקע שבתחומי מערכות החורשים והבתות מעורבים בממדי השינויים הללו. דינמיקה זו מחוללת שינוי בהרכב צרור השירותים ובממדי הפקתם על ידי מכלול מערכות החורשים והבתות. למשל, ממדי ההפקה של שרות אספקת מרעית למקנה גבוהים מאלה של החורשים, אך ממדי ההפקה של וויסות סחיפת קרקע עשויים להיות גבוהים מאלה של הבתות.

מערכות הכורכר והחולות בהן צומח עצי, שיחני ועשבוני באזורים שונים של מערכת-העל, עברו ועוברות התמרה למערכות עירוניות-יישוביות וחקלאיות, התמרה שצמצמה ומצמצמת גם את ממדי מערכות החורשים והבתות. אלה אף מותמרות למערכות של יערות נטועים, מה שעושה את האחרונות למערכות היחידות במערכת-העל של החבל הים-תיכוני, שהן גדולות והולכות בשטחן, וזאת בתוקף תכנית המתאר הארצית, 'תמ"א 38 ליער ויעור'. במערכות היערות הנטועים ("יערות קק"ל") מרבית העצים הם עצי מחט, בעיקר מיני אורן, שרובם ניטעו במהלך המאה ה-20. אך במהלך שנים אלה הולך וגובר תהליך של גוון הצומח העצי במערכות היערות הנטועים, כאשר ניטעים גם מיני עצים מחטניים נוספים, ומיני עצים ישראליים רחבי-עלים. במקביל, עצי אורן ירושלים שהם צאצאי מין זה שביערות הנטועים, נובטים ומתפתחים יפה בשטחים רבים של מערכת החורשים והבתות (לביא וחוב, 2004).



איור 1: מפת המערכות האקולוגיות של החבל הים תיכוני בישראל (מבוסס על נתוני דוח מצב הטבע 2018).

1.2. גורמים מחוללי שינוי ישירים באספקת שירותי המערכות האקולוגיות של החבל הים תיכוני

רוב השינויים באספקת השירותים מקורם בשינויים המושפעים מגורמים מחוללי שינוי במגוון הביולוגי, העשויים להיות חבורים גם לשינויים בקרקע ובמשתנים א-ביוטיים במערכת, וזאת במהלך כ-50 השנים האחרונות, משנות ה-60 של המאה הקודמת והעשור הראשון למאה ה-21.

1.2.1. מחוללי שינוי ישירים שמקורם בתהליך התמרת מערכות

תהליך התמרת המערכות מייצר שלשה מחוללי שינוי ישירים במערכת-העל המשפיעים על ממדיהם ותצורותיהם של שטחי המערכות. שלשה אלה, שינוי ממדי שטחים, קיטוע שטחים, וכיתום (פסיפס) שטחים שונים זה מזה אך בעלי השפעה סינרגטית על המערכות, המגוון הביולוגי שלהן ואספקת שירותיהן. לאלה נוסף מחולל שינוי רביעי המיוצר על ידי תהליך התמרת המערכות הטבעיות (חורשים ובתות, כורכר וחולות) למערכות היערות הנטועים.

1.2.1.1. מחולל צמצום מכלול שטחי מערכות החבל הים-תיכוני

גורם זה הביא לצמצום בשטח הכולל של מערכות החורשים והבתות ומערכות הכורכר והחולות, והרחבה בשטח הכולל של מערכות היערות הנטועים. השינויים בממדי המגוון הביולוגי של מערכות אלה הביא לשינוי בגודלי האוכלוסייה הכוללת של מינים רבים, ואפשר גם שבמספר המינים ולכן גם לשינוי בהרכב המינים במערכות אלה. צמצום בגדלי אוכלוסיות מיני המגוון הביולוגי עשוי להביא לפחיתה מתמשכת בממדי ההפקה של רוב שירותי מערכות החורשים והבתות ומערכות החולות והכורכרים. התהליך המחולל את צמצום השטחים הוא תהליך התמרת שטחים של המערכות הללו לשטחי מערכות עירוניות ויישוביות, לשטחי מערכות חקלאיות, וגם לשטחי מערכות היערות הנטועים. בנוסף, שטחים במערכות חורשים ובתות ובמערכות הכורכר והחולות כוסו ב"שלמת בטון ומלט" ובכך נאטמו לחדירת אור ומים ולכן חדלו לתפקד כמערכות אקולוגיות, אלא כתשתיות תחבורה ותקשורת, כמתקנים ומסלולים של שדות תעופה, וכשטחי מתקני תעשייה ומפעלים, ועוד.

מאז תחילת המאה העשרים התחולל גם תהליך התמרת מערכות בין מערכות החבל הים-תיכוני, כאשר שטחים במערכת הכורכר והחולות, ובעיקר הבתות העשבוניות שבמערכת החורשים והבתות, הותמרו למערכת היערות הנטועים, תהליך שעיקרו בין שנות ה-50 ושנות ה-90. בתקופה זו שטחה של מערכת היערות הנטועים גדל בערך פי שישה, מה שהביא לצמצום נוסף בשטחי מערכת החורשים והבתות, אך לא שינה את קצב צמצום שטחה של מערכת-העל כולה, היינו של מכלול מערכות החבל הים-תיכוני.

הגורם הישיר המחולל צמצום בממדי שטחי המערכות מחולל במקביל צמצום ברכיב המגוון הביולוגי של התכסית הצמחית המכסה את מרב שטחי כל מערכות החבל הים-תיכוני ומעורבת בהפקת שירותים רבים של מערכות אלה. ככל ששטחי המערכות נרחבים יותר ולכן גם שטחה הכולל של התכסית הצמחית גדול יותר, כך גם תפוקת השרות על ידי מכלול המערכות אמורה להיות גבוהה יותר. אך ככל שתהליך ההתמרה מחולל גריעה גדולה יותר בשטח הכולל של מערכות החבל הים-תיכוני, הפקתם הכוללת של שבעה שירותים המסופקים על ידי מערכות החבל הים-תיכוני אמורה להצטמצם.

שירותים אלה הם שרות ויסות אירועי שיטפונות וסחיפת קרקע, ושרות ויסות מי תהום ומאגרים המסופקים באמצעות המכלול של התכסית הצמחית של שטחיהן, על כל רכיביה. הפקתם של ארבעה שירותים נוספים, שרות ויסות אקלים גלובלי, שרות ויסות אקלים

מקומי ושרות ויסות איכות אוויר עשויה להצטמצם על ידי מחולל שינוי זה גם כן. אלא שעיקר הפקתם אינו באמצעות כל רכיבי הצומח של התכסית הצמחית, אלא בעיקר באמצעות רכיב ספציפי שלה, והוא רכיב מיני הצומח המעוצה, מיני עצים שמעורבותם בהפקת השרות גבוהה יחסית ממעורבות שאר מיני צמחי התכסית. היות וליחידת שטח של מערכות היערות הנטועים תכסית מעוצה גדולה יותר מאשר ליחידת שטח זהה במערכות החורשים והבתות, ליחידת שטח זו גם הפקה גבוהה יחסית של כל אחד מארבעת השירותים לעיל מאשר להפקת יחידה שטח זהה שבמערכת החורשים. מכאן, שכאשר תהליך ההתמרה גורע יחידת שטח מערכת עם צומח מעוצה מפותח, אספקת כל אחד משלשת השירותים לעיל אמורה להצטמצם יחסית יותר מאשר הצמצום הנובע מגריעת שטח זהה בממדיו אך תכסיתו הצמחית ענייה בצומח מעוצה. בנוסף לחמשת השירותים לעיל, לפרטים ספציפיים של התכסית המעוצה, היינו בעיקר פרטי עצים גדולים, מעורבות בהפקת היצע של שרות התרבות של מסורת ופולקלור. הגורם המחולל צמצום בשטחי מערכות החורשים בהם נמצא רכיב זה של התכסית המעוצה, אמור לחולל מיתון בהפקת היצע של שרות שישי זה.

1.2.1.2 מחולל קיטוע שטחי מערכות

התהליך המחולל את צמצום שטחי המערכות, תהליך התמרת המערכות מחולל גם שינוי נוסף במערכות החבל הים-תיכוני שנתרו לאחר הצמצום בשטחן הכולל. קיטוע שטחים רציפים של המערכות מתבצע באמצעות התמרה של שטח כל שהוא בתוך השטח הרציף של מערכת החבל הים-תיכוני לשטח של מערכת עירונית/יישובית, לשטח של מערכת חקלאית או לציר תחבורה/תשתיות וכד'. שטחים שעברו התמרה זו קוטעים את רצף שטחי מערכות החבל הים-תיכוני שלא הותמרו.

לקיטוע זה שתי השפעות על המגוון הביולוגי ולכן על אספקת השירותים. האחת- השטחים הקוטעים, היינו היישובים, השדות החקלאיים והכבישים מתפקדים גם כמחסום לתנועה בין השטחים שנקטעו, של בעלי חיים, בעיקר אלה שאינם מעופפים, וגם כמחסום להפצת פירות, זרעים ואבקה של מיני צמחים, בעיקר אלה המופצים על ידי בעלי חיים. התוצאה השנייה של הקיטוע היא זו של התמרת שטח מערכות נרחב ורציף, לשטחים רבים, קטנים ומבודדים. שתי השפעות אלה של הקיטוע, ריבוי שטחים קטנים והקמת מחסומים ביניהם, מביאה למצב בו כל אחת מהמערכות המבודדות והרבות מתחזקת אוכלוסיות קטנות יחסית, ומבודדות יחסית, של מרב מיני המגוון הביולוגי. מציאות כזו עשויה, לפחות תיאורטית, להביא לצמצום הרכיב התוך-מיני של המגוון הביולוגי, היינו לצמצום השונות הגנטית, ואף לגידול בסיכויי ההכחדה של כל אחת מהאוכלוסיות הקטנות יחסית. אלה יחד עשויים להביא לפחיתה בממדי עושר המינים המקומי בשטחים שונים של המערכות, או אף בשטח הכולל של מערכות החבל הים-תיכוני, ובכך לשינויים בממדי ההפקה של שירותים רבים.

היות ומחולל צמצום שטחי המערכות ומחולל קיטוען מקורם בתהליך התמרת המערכות, שני גורמים מחוללי שינוי אלה עשויים להגביר זה את זה, איגבור העשוי להביא לצמצום משמעותי בממדי ההפקה של ארבעה שירותי אספקה ושני שירותי תרבות. אלה הם שירותים שאינם מופקים באמצעות מכלול מיני התכסית הצמחית אלא באמצעות רכיבי צומח ספציפיים של תכסית זו, המשמשים כל אחד את האדם. אוכלוסיות מינים אלה (ולכן ממדי הפקת השרות על ידי המערכת, באמצעותם) עשויים להצטמצם גם בקנה המידה של מערכת החבל הים תיכוני כולה בגין מחולל צמצום השטח, וגם בקנה המידה המקומי בגין מחולל הקיטוע. למשל, הפקת שרות אספקת מרעית לדבורי דבש עשויה להצטמצם בקנה המידה של המערכת כולה בגין מחולל הצמצום בשטחים המביא לפחיתה בכמות הצוף הכוללת המופקת מכל מיני ופרטי הצמחים שפרחיהם מפיקי-צוף. הקיטוע עשוי להביא לפחיתה בעושר המינים וממדי האוכלוסיות המקומיות של המינים הללו, ולכן גם על ממדי הפקת הצוף ליחידת שטח של המערכת. מחולל מאוגבר זה של צמצום שטחים וקיטועם, עשוי להביא גם לפחיתה בהפקת שרות אספקת מרעית לחיות מקנה עקב פחיתה במספר ובגדלי אוכלוסיות המינים

הנאכלים על ידי חיות מקנה, ובהפקת שרות אספקת צמחי מזון עקב פחיתה במספר ובגדלי אוכלוסיות מיני בר להם ביקוש של האדם.

שרות נוסף המושפע ממחוללי השינוי בממדי שטחי המערכות וקוטען הוא שרות התרבות של פנאי ונופש כאשר הפקת השרות המתבצעת בחלקה באמצעות עיצוב נופן של מערכות החבל הים-תיכוני, לה תורמת התכסית הצמחית של מערכות אלה. צמצום שטחי המערכות על התכסית הצמחית שלהן, ובעיקר אלה בעלי הצומח העצי, עשוי למתן את ערכי הנוף ולכן את אספקת השרות. אך גם רכיבים נוספים של המגוון הביולוגי שאינם אלה של הצומח העצי דווקא, אלא "מינים כריזמטיים" - מיני צמחים בעלי פרחים צבעוניים להם נראות גבוהה, ואף בעלי חיים להם נראות גבוהה כמיני יונקים ועופות תורמים גם הם להפקת שרות התרבות של פנאי ונופש, והגורמים למחולל השינוי המאוגבר של צמצום וקוטען המערכות עשויים להקטין את ממדי הרכיבים הכריזמטיים האלה של המגוון הביולוגי ובכך למתן את אספקת השרות.

לחמישה שירותים אלה ניתן לצרף שני שירותים להם היצע פוטנציאלי שממדיו חופפים את הביקוש, ובהעדר ביקוש לא ממומש היצע כלל. שירותים אלה מסופקים באמצעות מינים ספציפיים של התכסית הצמחית שמספרם ושפעם מושפעת על ידי מחוללי שינוי בשני קני המידה לעיל, המקומי וזה הכולל את המערכת כולה: שרות אספקת משאבים גנטיים המסופק באמצעות מיני צמחים שמפריטיהם ניתן להפיק גנים וכימיקלים, בתהליכי מחקר ופיתוח; שרות התרבות של מדע, היינו אפשרו ועידוד מחקר מדעי המסופקים פוטנציאלית על ידי מכלול המגוון הביולוגי (לא רק זה של התכסית הצמחית) של מערכות החבל הים-תיכוני. מימוש הפוטנציאל של המגוון ביולוגי המספק את היצע שני שירותים אלה תלוי בביקוש המיוצר בעיקר על ידי מגזר המחקר המדעי של ישראל.

1.2.1.3 מחולל כיתום (פסיפס) מרחבי

אותו תהליך המחולל את צמצום שטחי המערכות ואת קוטען, מתפקד גם כגורם מחולל שינוי שלישי המעצב ומציב את המערכות הקטנות יחסית ומקוטעות ככתמים בפסיפס המרחבי של חבל האקלים הים-תיכוני של ישראל - פסיפס כתמי מערכות חורשים ובתות, של מערכות כורכר וחולות ושל מערכות יערות נטועים, המשובצים בין כתמי ערים, יישובים ותשתיות, וכתמי מערכות חקלאיות (ראה איור 1). השירותים שהפקתם מושפעת על ידי גורם מחולל כתמיות זו המאוגברת על ידי צמצום שטחי מערכות החבל הים-תיכוני וקוטען הם שירותים שיעילות הפקתם גוברת ככל שהמגע בין מערכות החבל הים-תיכוני והמערכות החקלאיות רב יותר. ככל שמחולל הפסיפס המערכות של מערכות החבל הים-תיכוני, ושל המערכות החקלאיות באזור האקלים הים-תיכוני של ישראל הביא למורכבות גבוהה יותר של הפסיפס, כך שביחידת שטח נמצאים יותר כתמים מבודדים של מערכות החבל הים-תיכוני ושל המערכות החקלאיות כך גם הגבולות בין מערכות מהקבוצה האחת (טבעיות) עם המערכות מהקבוצה השנייה (חקלאיות) באים במגע הדדי רב יותר. תשבץ (או כיתום) מורכב זה מסייע למיני חרקים שבמערכות הטבעיות לעבור ולבקר במערכות החקלאיות הסמוכות ולהאביק את גידוליהן. היינו, עיצוב הפסיפס מתפקד כגורם מחולל שינוי חיובי בהפקת שרות הוויסות של האבקות גידולים חקלאיים. בדומה, הכיתום המרחבי מסייע גם לפרטים של מינים המתפקדים כאויבים של מזיקי חקלאות, לעבור מהמערכות הטבעיות ולבקר במערכות החקלאיות, לטרוף מזיקי חקלאות או להיטפל אליהם, ובכך לחולל שינוי חיובי בהפקת שרות ויסות שני, שרות הוויסות של מזיקי חקלאות. אלא שמגמת הכיתום של העשורים האחרונים התהפכה עם התעצמות תהליך ההתמרה שהביא להשתרעות המערכות החקלאיות על פני שטחים נרחבים, מה שמקטין את ממדי הכיתום ואת המגע בין המערכות הטבעיות לחקלאיות. הפחיתה בממדי הכיתום עשויה לצמצם את ממדי היצע שני שירותים אלה, ויסות האבקות גידולים חקלאיים וויסות מזיקי

חקלאות, המתבצעים באמצעות קבוצות שונות של מיני חרקים, עופות, זוחלים ועטלפים, המתחזקים על ידי מערכות החבל הים-תיכוני.

1.2.1.4 מחולל התמרת שטחי מערכות טבעיות בשטחי יערות נטועים

בעוד שצמצום מכלול שטחי מערכות החבל הים-תיכוני באמצעות התמרת מערכות החורשים והבתות ומערכות ההכורכר והחולות למערכות עירוניות/יישוביות חקלאיות ותשתיות חולל את הצמצום בהפקת כל השירותים לעיל, תהליך התמרת מערכות החורשים והבתות ומערכות ההכורכר והחולות למערכות היערות הנטועים ובכך להרחבת שטחיהן, חולל צמצום בהפקת שרות ויסות נוסף, שירות ויסות שרפות היער. שרות זה מסופק באמצעות הרכב מיני התכסית הצמחית המתייחס לממדי הדליקות של מיניה השונים. היצע הפקתו של שירות ויסות שריפות היער גבוה כאשר שעור הצומח הדליק שבמערכת קטן, ונמוך כאשר הוא גבוה. לפיכך צמצום שטחי מערכות הבתות והחורשים שדליקות תכסית הצומח שלהם קטנה, והגידול בשטחי היערות הנטועים שדליקותם גבוהה מחוללים יחד פחיתה בהפקת היצע השרות. בנוסף, מחולל הכיתום שמקורו בתהליך התמרת המערכות עשוי לעודד את התפשטות המין הדליק, אורן ירושלים, ממערכות היערות הנטועים אל מערכות החורשים והבתות, ובכך לשנות את הרכב התכסית הצמחית בהתייחס לדליקותה, מהרכב תכסית דליקות נמוכה להרכב של תכסית דליקות גבוהה, המצמצמת את היצע השרות. יחד עם זאת, שריפות היער מהוות לעיתים גורם המייצר גורם מחולל שינוי עקיף, שהוא השינוי במדיניות הייעור, מזו של נטיעת מינים מחטניים בלבד למדיניות המביאה לצרוף משמעותי של מינים רחבי עלים למערכות היערות הנטועים.

1.2.2 מחוללי שינוי ישירים המתוגברים על ידי גורם הפסיפס המרחבי (השפעות חיצוניות)

מבנה הפסיפס של מערכות החבל הים-תיכוני, תוצאת גורמים מחוללי שינוי שהונעו ומונעים על ידי תהליך התמרת מערכות החבל הים-תיכוני, מביא למגע של שטחי מערכות החבל הים-תיכוני עם שטחי מערכות עירוניות ויישוביות, שטחי מערכות חקלאיות ושטחי תשתיות. מגע זה, הגדל והולך ככל שהכיתום המרחבי של המערכות גדל, מסייע לחדירת "השפעות חיצוניות" למערכות החבל הים-תיכוני, בהן השפעות המתפקדות כגורמים מחוללי שינוי. מקור גורמים אלה בפעילויות האדם המתבצעות מחוץ למערכות החבל הים-תיכוני, אלא בתוך המערכות העירוניות-יישוביות, החקלאיות ובשטחי תשתיות. פעילויות אלה מביאות לאדם תועלות רבות, אך חברות להן גם השפעות שליליות על מערכות החבל הים-תיכוני, הזולגות אל מחוץ לאזורי פעילות האדם (ולכן קרויות "חיצוניות"), ומחוללות שינויים ברכיבי מגוון ביולוגי שונים המביאים לפחיתה בהפקת שרותי מערכות החבל הים-תיכוני. גורמים מחוללי שינוי אלה הם בעיקר זיהומים העלולים להביא לשינויים בפיזיולוגיה, בהתנהגות של פרטי המינים השונים, ובכך גם בהרכב המגוון הביולוגי ובתפקוד רכיביו השונים בהפקת שרותי מערכת. לגורם הכיתום (פסיפס) המגביר השפעת כל אחד מהגורמים הללו, ניתן להוסיף את תרומת הרקע של שאר גורמי תהליך התמרת המערכות, אלה של גורמי צמצום השטחים והקטוע (ראה לעיל) העלולים להגביר את סיכויי ההכחדה של אוכלוסיות מקומיות.

1.2.2.1 זיהום אוויר באזון טרופוספרי

כימיקל זה עשוי לחולל פחיתה בהפקת שרות ויסות איכות אוויר, עקב השפעתו השלילית על רכיבי הצומח המעורבים בהפקת שרות זה. מקור המחולל - תעשיות הכוללות תהליכים הפולטים לאטמוספירה תחמוצות חנקן ותרכובות אורגניות נדיפות, שמגען עם קרינת

השמש מייצרת אוזון טרופוספרי, היינו, השפעה חיזונית של התעשייה על מערכות החבל הים-תיכוני, הפוגעת בעיקר בכתמי מערכות החבל הים-תיכוני שהן במגע עם כתמי מערכות עירוניות ותשתיות.

1.2.2.2. כימיקלים קוטלי עשבים ומזיקים

אלה כימיקלים רעלניים שבשימוש כתרסיסים המגיעים למערכות החקלאיות באמצעות ריסוס ידני ואווירי זולגים משם למערכות החבל הים-תיכוני. גורם מחולל שינוי מתפקד כהשפעה חיזונית הפוגעת בעיקר בכתמי מערכות החבל הים-תיכוני שהן במגע עם כתמי מערכות חקלאיות. התרסיסים מהווים תחליף טכנולוגי לשרות וויסות מזיקי חקלאות, אך הכימיקלים הללו פוגעים גם במינים שהם אויבים טבעיים של מזיקי החקלאות, מיני חרקים, ואפשר שגם עופות וזוחלים. בגורם מחולל שינוי זה מעורבים התעשייה והמשק של המערכות החקלאיות המצמצמים את היצע שרות ויסות מזיקי חקלאות. כימיקלים אלה עשויים לפגוע גם במינים מאביקים, בעיקר חרקים, של מערכות החבל הים-תיכוני, ולכן גורם מחולל שינוי זה עשוי לצמצם את ממדי הפקת שרות האבקת גידולים חקלאיים. השימוש בריסוסים אלה שיעדיו הגברה של הפקת שרותי האספקה של המערכות החקלאיות עשוי לפגוע גם במיני צמחים ובעלי חיים שאינם מזיקי חקלאות, אינם אויבי מזיקי החקלאות וגם אינם מינים מאביקים, אך הם רכיבים רבים של מכלול המגוון הביולוגי של מערכות החבל הים-תיכוני. כימיקלים אלה מצמצמים לפיכך את ממדי ההפקה של שרות התמיכה/התהליך האקולוגי התומך של תחזוקת המגוון הביולוגי (או "שרות אספקת בית גידול", ראה פרק התשתית האקולוגית).

1.2.3. מחוללי שינוי ישירים שאינם מושפעים מתהליך התמרת המערכות

1.2.3.1. פלישת מינים זרים

לא נמצא מידע על מינים זרים שפלשו לתוך מערכות החבל הים-תיכוני ותפקדו כגורם מחולל שינוי בשרותיהן, אלא רק על מינים שהוחדרו במתכוון לצורך הפקת תועלות ספציפיות, אך להם גם השפעה חיזונית על הפקת שירותי מערכת.

פלישת מיני עצים זרים: אקליפטוס שהוחדר בעיקר למערכות החורשים והבתות במהלך המאה ה-20 לצורך ייבוש ביצות, ושיטה מכחילה שהוחדרה מאוחר יותר למערכות הכורכר והחולות לצורך ייצוב דיונות. שני מינים אלה, ואולי גם לנוספים (עליהם לא נמצא מידע) מחוללים שינוי חיובי בהפקת היצע שרות אספקת ביומסה מעוצה. זאת משום שעצים זרים אלה שחדרו לשטחי שמורות טבע וגנים לאומיים ולשטחי מערכות היערות הנטועים, מועדים לכריתה מסיבות שונות - נחשבים כמתחרים עם מיני העצים המקומיים, או פוגעים בהפקת שרות התרבות של תחושות מקום, לו ביקוש של מגזרי משתמשים שונים. כריתה זו המתבצעת על ידי הרשויות מגבירה לפיכך את אספקת הביומסה המעוצה של מערכות חבל הים-תיכוני רבות.

פלישת מיני חרקים זרים: מבין אלה הוחדרו מינים זרים להגברת היצע שרות וויסות של המערכות, שרות ויסות האבקת גידולים חקלאיים, אך החדרה זו חוללה צמצום בהפקת השרות וזאת בגין הגברת תחרות עם המאביקים המקומיים ובגין העברת מחלות טפיליות לדבורי הדבש מהמינים הזרים שמתפקדים גם כנשאים למחלות אלה.

1.2.3.2 רעיית מקנה

רעיית מקנה מייצגת את הביקוש לשרות אספקת מרעית לחיות מקנה, ביקוש שתיפקד גם כגורם מחולל שינוי במערכות החבל הים-תיכוני שסיפקו את הביקוש הזה בהיצע של רכיב המגוון הביולוגי המתפקד כמרעית, היינו – מיני צומח שחלקי גופם נאכלים על ידי חיות המקנה. גורם מחולל שינוי זה פעל במערכות החבל הים-תיכוני של ישראל ואף יש לו חלק בעיצוב המבנה והתפקוד שלהן במהלך ההיסטוריה האנושית (פרבולוצקי וחוב', 1992). אולם, שרות שההיצע שלו מספק את הביקוש לאורך זמן אינו מתפקד כגורם מחולל שינוי אלא כאחד מהתהליכים האקולוגיים המתרחשים באופן סדיר במערכות אקולוגיות. מצב זה שורר כאשר קצב הרעייה (ביומסה צמחית נאכלת ביחידת זמן) עוקב את קצב התחדשות הביומסה הנאכלת. סטייה ממצב זה מקנה לתהליך האקולוגי של רעיית מקנה תפקוד של גורם מחולל שינוי – רעיית יתר כאשר קצב הרעייה גבוה בהרבה מקצב ההתחדשות, ואף רעיית חסר, כאשר לפוטנציאל היצע המרעית של המערכת אין ביקוש או ביקוש קטן בלבד.

רעיית יתר ע"י חיות מקנה: רעייה זו מצמצמת את הפקת היצע שרות אספקת מרעית למקנה, בעיקר בגין תהליך מתמשך של קצב רעייה גבוה, המביא לעיתים לתחלופת מיני המרעית (מינים הנאכלים על ידי חיות המקנה) במיני צומח שאינם נאכלים, ולשינויים נוספים במערכת. אולם, למערכות החורשים והבתות של החבל הים-תיכוני עמידות גבוהה לרעייה ויכולת להתאוששות מהירה (פרבולוצקי וחוב', 1992). יחד עם זאת, רעיית יתר עשויה לתרום לצמצום ממדי הפקת שרות ויסות סחיפת קרקע ואירועי שיטפונות, וזאת כאשר התכסית הצמחית של המערכות בהן מתקיימת רעיית מקנה, מעורבת גם בהפקת שרות זה במערכות אלה. בנוסף, רעיית-היתר בבתות החבל הים-תיכוני הביאה בעקיפין לגידול בהיצע שרות ויסות איכות אוויר שכן שטחי בתות אלה הותמרו למערכות יערות נטועים, שממדי הפקת שרות זה באמצעותם גבוהים מאלה של הבתות.

רעיית-חסר ע"י חיות מקנה: רעייה זו המשאירה במערכת חלק ניכר מצומח תת-היער שהוא דליק במיוחד, בעיקר בסופו של הקיץ היבש, היא אחד מהגורמים המחוללים שינוי של פחיתה בהפקת שרות ויסות שריפות יער. צמצום ממדי רעיית מקנה (ואף העדר רעיית מיני חיות בר) מביאה להתעצמות אוכלוסיות מיני צמחי מרעית דליקים, מה שמגביר את ממדי דליקות מערכות היערות, החורשים והבתות. היינו – צמצום ניכר ברעיית המקנה עשוי להביא לרעיית-חסר המחוללת צמצום באספקת השרות. שריפה הפורצת בתת-היער הדליק שהתפתחה לא נבלמה על ידי רעייה, עשויה לעבור לצמרות היער שמעליה, היינו לעצי החורש, גם אם דליקותם נמוכה יחסית. מכאן צמצום ממדי הצומח העצי של מערכת החורשים, לו חשיבות בהפקת שרות ויסות שריפות היער, מושפע גם הוא מרעיית החסר של תת-היער. רעיית-החסר עשויה אפוא לצמצם את ממדי ההפקה של שרות ויסות השריפות, הפקה בה מעורב הצומח העצי של מערכת החורשים.

1.2.3.3 שריפות יער

שריפות יער עשויות לתפקד כגורם מחולל שינוי של פחיתה בהפקת היצע ואף ביקוש של שירות התרבות של פנאי ונופש, בעיקר באלה המתחוללות במערכות החבל הים-תיכוני ומתפקדות כגנים לאומיים, ובהן מבצעות הרשויות ממשק של הקמה ותחזוק מתקנים להנגשת היצע השרות למשתמשים בו. לעומת זאת שריפות יער מהוות גורם מחולל שינוי התומך ומגביר את הפקת שרות אספקת ביומסה מעוצה, שרות המבוסס על התמרת ביומסה חיה לביומסה מתה לה ערך תעשייתי. שריפות יער רבות אינן מכלות את כל העצים או את כל חלקיהם, ולצורך מיתון נזקי השריפות הרשויות מעורבות בכריתת גזעים וענפים שמתו עקב השריפה אך לא נשרפו, ומהווים ביומסה מעוצה בעלת ערך מסחרי. יותר מכך, ריבוי השריפות והתעצמותן במהלך העשורים האחרונים הביא את הרשויות למימוש אמצעים למזעור סיכויי התלקחות השריפות ומיתון התפשטותן. זאת באמצעות כריתת עצים וצומח מעוצה אחר

לשם יצירת אזורי חיץ בתוך מערכות היערות והחורשים, ובאזורים המשיקים של מערכות החבל הים-תיכוני עם המערכות העירוניות/יישוביות ושטחי התשתיות. אזורי חיץ אלה שדליקותם צפויה להתאפס, אמורים לבלום שריפות מתפשטות ולמזער נזקי שריפות לאדם. ביומסה זו של עצים כרותים לצורך הקמת אזורי חיץ למיתון שריפות, היא גם ביומסה מעוצה בעלת ערך מסחרי, המגבירה את תפוקת שרות האספקה של ביומסה מעוצה. השריפות ונזקיהן עשויים להתגבר גם עקב רעיית חסר, כך ששני גורמים אלה יחד עשויים להגביר בעקיפין את אספקת הביומסה המעוצה, בעיקר כאשר כל אירוע של שריפת קיצון מגביר את פעילות גיזום תת-היער, מה שאמנם מגביר את הפקת השרות.

1.2.3.4 ממשק שמורות טבע בשטחי מערכות החבל הים-תיכוני

ממשק שמורות הטבע מתפקד כגורם מחולל שינוי חיובי בשרות התמיכה של תחזוקת המגוון הביולוגי/אספקת בית גידול. אולם הוא מצמצם את הביקוש לשרות אספקת מיני מאכל, שכן הליקוט בהן אסור. גורם מחולל שינוי זה לא מקטין את היצע השרות בשטחי השמורות אלא מגן עליו מביקוש יתר. אך בכך מצמצם הביקוש הכולל להיצע שרות אספקת צמחי מזון לאדם ממכלול מערכות החבל הים-תיכוני.

1.2.3.5 לסיכום - פערי הידע על מחוללי השינוי הישירים במערכות החבל הים-תיכוני

רוב הגורמים מחוללי השינוי הישירים שמקורם בתהליך התמרת המערכות (השינוי בשטחי המערכות, הקיטוע וכיתום (פסיפס) המערכות), שמהווים השפעות חיצוניות על המערכות (זיהומי אויר וריסוסים) ואלה שאינם חבורים לתהליכי התמרת המערכות (מינים פולשים, רעיית מקנה ושריפות יער) אמורים להביא לצמצום בממדי המגוון הביולוגי, לשינויים בתפקודיו ובאספקת שרותי המערכות באמצעותו, ובמקרים מעטים אמורים דווקא להגביר אספקת שירותים (נספח 1). אולם קיימים פערי ידע רבים בזיהוי וכימות של השינויים המיוחסים לכל אחד מהשירותים, על ידי כל אחד מהגורמים הישירים הללו. עוד יותר מכך, חסר מידע על השפעות שינויים אלה במגוון הביולוגי על אספקת השירותים השונים על ידי מערכות החבל הים-תיכוני. לפיכך, פרק זה מציג רק מה גורמים אלה היו אמורים לחולל, וזאת ללא עדויות התומכות במימוש השפעתם.

1.3 גורמים מחוללי שינוי עקיפים

1.3.1 המחוללים העקיפים של התמרת המערכות וקיטוען

גידול האוכלוסייה והגידול בצריכת משאבים הם הגורמים מחוללי השינוי העקיפים שהניעו את תהליך התמרת מערכות החבל הים-תיכוני למערכות עירוניות/יישוביות, למערכות החקלאיות, ולשטחי תשתיות. תהליך זה מגלם שלשה גורמי מחוללי שינוי ישירים - צמצום שטחי מערכות, וקיטוען, וגם פיזורן המרחבי כפסיפס המביא למגע בין כתמי מערכות החורשים והבתות ומערכות הכורכר וחולות עם המערכות העירוניות החקלאיות והתשתיות המוטבעים כולם בפסיפס השטחים של אזור האקלים הים-תיכוני של ישראל. מגע זה חושף את מערכות החבל הים-תיכוני להשפעות חיצוניות, היינו לגורמים מחוללי שינוי ישירים נוספים. מחוללי שלשת הגורמים שהם מחוללי השינוי הישירים באספקת השירותים שתהליך התמרת המערכות מגלם, הם גורמים דמוגרפיים, חברתיים, כלכליים, ובעיקר - גורמי מדיניות שימושי הקרקע של ישראל.

גורם מחולל שינוי עקיף נוסף הניע את תהליך התמרת מערכות הבתות והחורשים ומערכות הכורכרים והחולות למערכות היערות הנטועים. גם התמרה זו תרמה לצמצום שטחי מערכות החורשים והבתות וקיטוען. המחולל העקיף של התמרה זו הוא מדיניות התכנון של שימושי קרקע לייעור ומימושה על ידי ארגון בלתי-ממשלתי בהגדרתו אך מתפקד כאחת מרשויות המדינה להן השפעה בתחום שימושי שטחים, היינו, הקרן הקיימת לישראל.

1.3.2. מחוללי ה'השפעות החיצוניות'

1.3.2.1. הזיהום הכימי

הגורמים העקיפים המניעים את ה'השפעות החיצוניות' כוללים מדיניות, חקיקה, אכיפה, חברה ותרבות. אלה מניעים את התעשייה הכימית והתחבורה, המייצרים צרור גורמים מחוללי שינוי ישירים – הזיהום הכימי. אלה הם זיהום האוויר המחולל שינוי באספקת שרות וויסות האקלים המקומי, וקוטלי מזיקים ועשבים רעים, המחוללים שינויים באספקת מרעית לדבורי דבש, ובהאבקת גידולים חקלאיים על ידי מערכות החבל הים-תיכוני.

1.3.2.2. מחוללי השריפות

הגורמים העקיפים המניעים את הגורמים הישירים לשינויים בשרות וויסות שריפות היער לבד מתהליך התמרת המערכות, כוללים גם גורמי תחיקה, כ'חוק העז השחורה' שתתם לפעילות הגורם הישיר שחולל את רעיית-החסר. אך הגורם העקיף העיקרי הוא השינוי החברתי-תרבותי שהתבטא בנטישת אורח החיים הפסטורלי של קהילות רבות. תהליך זה הביא לצמצום משמעותי בממדי עדרי הצאן במערכות החבל הים-תיכוני, מה שהניע את הגורם מחולל השינוי הישיר של רעיית-חסר שחוללה את המיתון בהפקת שרות וויסות השריפות.

1.3.2.3. מחוללי ביקוש לשירותים פוטנציאליים

גורמים מחוללי שינוי עקיפים נוספים הם אלה המייצרים את הביקוש לשירותים "פוטנציאליים" ובכך מעורבים בממדי האספקה של שירותים אלה על ידי מערכות החבל הים-תיכוני, באמצעות מימושו של היצע השירותים. מחוללי שינוי עקיף אלה הם גורמים תרבותיים, חברתיים וכלכליים המניעים את ממדי הביקוש - לשרות התרבות של פנאי ונופש; לשרות התרבות של מסורת ופולקלור שההיצע שלו מסופק בעיקר על ידי מערכות החורשים ומערכות היערות הנטועים; לשרות אספקת מרעית לחיות מקנה שההיצע שלו מסופק בעיקר על ידי מערכות הבתות אך הביקוש לו במגמת ירידה אותה מחוללים גורמים עקיפים; לשרות אספקת מזון שהיצעו מסופק על ידי כל מערכות החבל הים-תיכוני; ולשרות אספקת משאבים גנטיים ולשרות התרבות של מדע, שהיצעם מסופק על ידי מכלול המערכות גם כן.

1.3.2.4. ארגונים ומוסדות

גורמים מחוללי שינוי עקיפים המתפקדים גם כתגובות לשינויים לא רצויים במגוון הביולוגי ובאספקת שירותים, מגולמים בפעילות של ארגוני החברה האזרחית, כחברה להגנת הטבע ואחרים, וגם זרועות המדינה כרשות הטבע והגנים. פעילותם של אלה עשויה למתן את השפעתם של גורמי השינוי הישירים המחוללים שינויים לא רצויים במגוון הביולוגי ובאספקת השירותים של מכלול מערכות החבל הים-תיכוני.

2. מצב ומגמות באספקת שירותי המערכות האקולוגיות הים-תיכוניות

2.1. שירותי אספקה

2.1.1. אספקת מרעית למקנה

2.1.1.1. מהות השירות ומנגנון הפקתו

מספר מיני צמחים מבין מכלול המגוון הביולוגי הצמחי של כל מערכות החבל הים-תיכוני מהווים מרעית (שם כולל לכל מיני הצמחים הנאכלים על ידי חיות המקנה ולכן מהווים מזון לעדרי הצאן והבקר הרועים במערכות אלה). זמינות צמחי המרעית במערכות החבל הים-תיכוני מייצגת את היצע שרות אספקת המרעית, המשתנה עם השינויים הבין-שנתיים של כמויות הגשמים באזורים השונים של מערכת-העל כולה, ועם הרכב הצומח שבכל אחד מאזורים השונים. ממדי הביקוש לשרות מוסדרים על ידי הרשויות (רשות המרעה הממשלתית שבמשרד החקלאות, קק"ל, רט"ג) המקצות שטחים למרעה ממערכות החבל הים-תיכוני ומנפיקות לבעלי העדרים היתרים לרעה בהם, ועל ידי בעלי העדרים המסדירים את ממדי עדריהם ואת התנהלותם בשטחי המרעה, ובזמנים מתוך אלה המוקצים להם (לעיתים אף מחוץ להם, היינו ללא התר).

2.1.1.2. מצב נוכחי

2.1.1.2.1. רכיבי המגוון הביולוגי המעורבים בהפקת השרות

בהפקת השרות מעורבים מינים אכילים על ידי חיות המקנה המעדיפות מיני צמחים חד-שנתיים על מינים רב-שנתיים, ומיני צמחים עשבוניים על מיני צמחים מעוצים. לפיכך הביקוש לשרות אספקת מרעית על ידי כל מערכות החבל הים-תיכוני גבוה לקראת סוף החורף, באביב ובתחילת הקיץ, התקופות של זמינות גבוהה של הצומח החד-שנתי. במערכת החורשים והבתות הפרות והעזיזים רועות בעיקר על מינים עשבוניים ואף על עלים וענפים של מינים מעוצים, והכבשים רועות על עלי וגבעולי המינים העשבוניים בלבד; במערכת הכורכר והחולות היצע המרעית תלוי גם במצב הדיונות - עם התייצבותן עולה גם היצע המרעית בהן (Perry, 2008).

בהתייחס למערכות השונות שבמערכת-העל, בבתה העשבונית שבגליל המזרחי (תחנת המחקר כרי דשא) מכלול מיני המגוון הביולוגי הצמחי ובעיקר מהם הנפוצים ביותר מתפקד כמרעית של מעל 200 מיני צמחים מ-12 קבוצות טקסונומיות או/ותפקודיות כאשר החשובות בהן הן דגניים חד-רב-שנתיים גבוהים, דגניים חד-שנתיים נמוכים, קוצים חד-רב-שנתיים, מיני מצליבים רבים, מיני קטניות חד-רב-שנתיות וגאופיטים (מיני צמחים רב-שנתיים בעלי פקעות או שורשים מעובים בתוך הקרקע, שהם רדומים בחלק ניכר מהשנה). במערכת חורש ובתה שבדרום הכרמל (אתר מחקר ברמת הנדיב) בה רועים בקר ועזיזים נספרו כ-440 מיני צמחים המשמשים כמרעית, בקבוצות טקסונומיות ותפקודיות דומות לאלו של כרי דשא, ובנוסף- מיני עצים, שיחים, מטפסים ושיעור גבוה יותר של קטניות וגיאופיטים (הדר וחוב', 2013).

2.1.1.2.2. ממדי הפקת השרות

לגבי הביקוש לשרות, אין מידע על ניטור ואכיפה של ההסדרה ולכן אין גם מידע על ממדי השטח של מערכות החבל הים-תיכוני המספק את הביקוש למעשה, אלא רק על ממדי השטחים המספקים את הביקוש להלכה, היינו אלה המוקצים על ידי ההסדרה. אלה

עומדים על כ- 1.37 מיליון דונם (שהם 35% משטחן הכולל של מערכות החבל הים-תיכוני) ברעיית בקר וצאן. אל אלה נוספים כ- 2.4 מיליון דונם (שהם 62% משטחי מערכות החבל הים-תיכוני) שידוע/ייתכן כי מתקיימת בהם רעייה בלתי מוסדרת. ממדי הביקוש תלויים גם במספר חיות המקנה הניזונות מהמרעית שבשטחי המרעה, היינו ב"לחץ הרעייה" של עדר ראשי הבקר הניזונים בשטחי המרעה שבמערכות החבל הים תיכוני (שהם יותר מ- 95% מראשי בקר במרעה בארץ) העומד על כ-45,700 ראשי בקר, וזה של עדר הצאן שבמערכת (שהם כ- 65% מכלל הצאן במרעה בארץ) העומד על כ- 27,000 ראשי צאן (גינזבורג, 2016).

היצע השרות אינו מספק את כל צריכת המזון של עדרי המקנה בישראל. בהתייחס לבקר, רוב רעייתו מתקיימת בצפון מערכות החבל הים-תיכוני, ולאורך כל השנה כאשר בעונה היבשה נדרשת תוספת משמעותית של מזון המסופק כזבל עופות וגרעינים. חלקה של המרעית הוא באספקת ירק איכותי לבקר בעיקר בחודשי החורף והאביב (ינואר-יוני) ובאספקת מרעית באיכות נמוכה של ביומסה יבשה בקיץ ובסתיו. סה"כ המרעית מספקת בין 40% ל- 60% מצריכת המזון הכוללת של הבקר (הנקין וחוב', 1997). תחום היצע התלוי בכמות הגשמים השנתית המשתנה בזמן ובמרחב. בהתייחס לצאן, רוב רעייתו מתקיימת בדרום מערכות החבל הים-התיכוני, בעיקר בחודשי החורף (נוב'-מרץ). חלקה של המרעית בתזונת הצאן עשוי להיות באספקה של עד 100% מצריכת מזונו. אך על פני כל השנה כולה, בדומה לממדי האספקה לבקר, תרומת המרעית עומדת על כ- 40%-60 מכמות המזון הנדרש על ידי הצאן, וזאת גם כן בתלות בכמות הגשמים (לנדאו וחוב', 2015).

במערכת הכורכר והחולות הוערכו (בשנת 2006) ממדי ההיצע וערכם הכספי של שני רכיבי המרעית, זו של הצומח החד-שנתי וזו של הצומח הרב-שנתי שעל הדיונות בדרומה של המערכת (אזור ניצנה), וזאת בתלות לממדי יציבותן. מגמות ממדי ההיצע נמצאו זהות בשני רכיבי המרעית, מ-3.5 גרם למ"ר בדיונה נודדת ועד 22.5 גר' למ"ר בדיונה מיוצבת, עבור כל אחד משני הרכיבים (Perry, 2008). בהתאמה, גם הערך הכספי של מכלול המרעית עלה מ- 2-5 ש"ח לדונם דיונה נודדת ל- 14-29 ש"ח לדונם דיונה מיוצבת (שגב, 2010). כמו כן נמצא כי עם העלייה במספר מיני הצמחים בדיונה גדלו ממדי הביומסה של המרעית, וגדל גם ערכה הכספי. מכאן שייצוב הדיונות, תהליך בו מעורב הצומח הרב-שנתי, מעלה את ממדי היצע המרעית וערכה למרות שערך הרכיב הרב-שנתי של המרעית נמוך מזה של הרכיב החד-שנתי. אלא שהרכיב הרב-שנתי מספק בית גידול לרכיב החד-שנתי, שערכו כמרעית גבוה (Perry, 2008). גם במערכת היערות הנטועים שבהרי ירושלים (מעלה החמישה, הר איתן (סטף) ועדולם) הוערכו ממדי ההיצע של ביומסת תת-היער, שעמדו על 54-68 ו- 69-110 ק"ג ביומסה יבשה לדונם לשנה של צומח עשבוני ושל צומח מעוצה (שיחים), בהתאמה (Evlagon et al., 2010; 2012), היינו ערכים גבוהים כמעט בסדר גודל מאלה של היצע המרעית של מערכת החולות והכורכרים.

הערכים של היצע השרות במערכות לעיל הם ערכי היצע פוטנציאלי שמימושו תלוי בממדי הביקוש לשרות, היינו בכמויות המרעית שאמנם נאכלו על ידי חיות המקנה בהתנהלותן בשטחי המרעה שבמערכות השונות. השיטה המקובלת לאומדן ממדי ההיצע הפוטנציאלי לשרות אספקת המרעית אינה מאבחנת בין הביומסה של המינים הנאכלים לבין הביומסה של המינים שאינם נאכלים, היינו בין מכלול הביומסה הצמחית הכוללת לבין ביומסת המרעית. זאת משום שנמדדים ממדי הביומסה החיה של כל התכסית הצמחית בתחילת עונת הצימוח שהיא גם מועד תחילת הרעייה, ובסיום עונת הצימוח שהיא גם סיום עונת הרעייה. ההפרש בין ערכי שתי מדידות אלה בשטח בו התקיימה רעייה אמור לייצג את הצריכה, או את הביקוש לשרות. אולם, אפשר שהשיעור השנתי של הביקוש לשרות, היינו ממדי המרעית שנאכלה, שונים מממדי ההפרש בין הביומסה במערכת בתחילת עונת המרעה לביומסה במערכת עם תום עונת הרעייה.

ואמנם, תצפיות במערכת החורשים והבתות העלו כי בשטחי הבתות העשבוניות ההפרש בין ביומסת הצומח בסוף עונת הצימוח/הרעייה ובין זו שבתחילת העונה עמד על כ-200 ק"ג לדונם לשנה, ובשטחי החורש על כ-80-100 ק"ג לדונם לשנה. אך ההפרש בין ממדי הביומסה בסוף העונה לאלה שבתחילת העונה באתרים דומים לאתרים לעיל אך ללא רעייה היו כפולים מאלה שהיו באתרי הרעייה. נמצא כי ניתן לייחס פחת זה בממדי הביקוש באתרי הרעייה לכמות נכרת של ביומסה חיה שנוצרה במהלך עונת הצמיחה והייתה יכולה להיאכל, אך משלא נאכלה, היא קמלה והפכה לנשורת שאינה כלולה בביומסה שנמדדה בסוף העונה, שכן נמדדה רק הביומסה החיה (הנקין וחוב', 2016). מכאן שהיצע (או פוטנציאל) אספקת המרעית למקנה של מערכת החורשים והבתות היה גבוה מהביקוש שלו על ידי המקנה (הצריכה). ממצא זה אף הראה כי ממשק הרעייה באתרי המחקר הביא לרעייה בת-קיימא. זאת משום שכמות המרעית שנצרכה לא רק שלא העידה על "רעיית יתר" (מצב בו הביקוש גבוה מהיצע השרות), אלא על השארת מרעית במערכת, מה שעשוי להבטיח התחדשות הפקה מלאה של שרות אספקת מרעית למקנה לקראת עונת הרעייה הבאה, ומצביע על תפקוד המרעית במערכת, כזה של משאב מתחדש המבטיח את קיימותה של הרעייה במערכת, היינו תפוקה בת-קיימא של השרות.

ממצאים אלה עולה כי הערכת ממדי השרות נזקקת לא רק לכימות הביומסה הנצרכת ליחידת שטח וזמן, אלא לממשק הרעייה, היינו לזיהוי ממדי העדר ששטח מרעה נתון יכול לספק כדי שהרעייה בו תהיה בת-קיימא. במילים אחרות – מדובר בהערכת "כושר הנשיאה", במונחים של מספרי בעלי חיים וימי רעיה של שטחי המרעה השונים, שחריגה מהם תעשה את הרעייה לרעיית-יתר. באמצעות שימוש במדד כושר הנשיאה שפותח על ידי קק"ל (מבוסס על נורמות שנגזרו מהמחקר וממשק המרעה בארץ ומתכונות מערכת היערות הנטועים) נמצא כי ביקוש (או צריכה) של יותר מ-1.5 ק"ג לכבשה/עז ליום, ומ-8 ק"ג לפרה ליום לא יאפשרו קצב התחדשות הצומח בתת-היער של מערכת היערות הנטועים שישתווה לקצב צריכתו על ידי המקנה.

כמו כן נמצא כי פוטנציאל הרעייה על צומח תת-היער ושולי היערות של מערכת היערות הנטועים שבחלק הדרומי של מערכות החבל הים-תיכוני (באמצעות מחקר שנעשה במרחב מרכז של קק"ל) עומד על 40-45 ימי רעייה (של חיה אחת) לדונם. כושר הנשיאה של כלל מערכת היערות הנטועים במרחב-מרכז של קק"ל עומד על כ-6 מיליון ימי רעיית כבש ובקר וכ-10 מיליון ימי רעיית עזים. נמצא גם שהרעייה בפועל, היינו ממדי הביקוש לשרות, נמוכים מהערכים לעיל, עם הבדלים משמעותיים בין היערות השונים שבמערכות היערות הנטועים והחורשים והבתות של החבל הים-תיכוני. רעייה זו, היינו הביקוש לשרות נע בין 0% מההיצע ביער הנטוע בירושלים (היינו, אין בו רעייה כלל) לקרוב ל-100% בחורשים של גוש אלונה (כל ההיצע נאכל), עם שונות גדולה בין המערכות כאשר שעור גבוה של הרעייה אינו מתבצע ביערות הנטועים ובחורשים עצמם אלא בשטחים בשליטת קק"ל שמחוצה להם. ממצאים אלה מלמדים שניתן להגדיל את ממדי הרעייה, היינו את הביקוש, גם ביערות הנטועים (קק"ל) וגם בשטחי מערכת החורשים והבתות שהם המוגנים (רט"ג), כאמצעי למניעת ומיתון שריפות, ללא סיכון של רעיית-יתר (אבלגון, 2014).

2.1.1.2.3 תועלות

שרות אספקת מרעית לחיות המקנה מביא תועלת תזונתית ובריאותית לחיות המקנה, ומאלה נגזרות תועלות למתפרנסים מהמקנה ולמשתמשים בתוצריו של המקנה. אשר לתועלת לחיות המקנה, היא הוערכה במערכת החורשים והבתות שבאזור רמת הנדיב, באמצעות מדידת ערכה הקלורי של המרעית למ"ר לשנה, בהתאם למקורה של המרעית בתצורות הצומח השונות שבאזור (Koniak et al., 2011), וזאת בהתייחסות נפרדת לבקר ולצאן על בסיס מחקרים רבים (Kababya et al., 1998; Pervolotsky et al., 2009; Sternberg & Shoshany, 2001a, 2001b; Gabay, 2009; צ. גלסר - מידע בע"פ). הערכה זו העלתה כי התועלת הרבה ביותר לבקר ולצאן היא ממרעית שמקורה בתצורת הצומח העשבוני (175 ו-170 קילו-קלוריות למ"ר לשנה,

בהתאמה). אך לגבי התועלת הנמוכה ביותר הבקר והצאן חלוקים – תצורת בני שיח לבקר (8 ק"ק) ותצורת שיחים גבוהים לצאן (34 ק"ק). בעמדות הביניים לבקר נמצאות (בסדר יורד) תצורות העצים הגבוהים (77 ק"ק), השיחים הגבוהים (14 ק"ק) והשיחים הנמוכים (12 ק"ק). ערכי הביניים לצאן מספקים העצים הנמוכים (128 ק"ק), השיחים הנמוכים (95 ק"ק) ותצורת בני השיח (40 ק"ק). מכל אלה עולה שתועלת המרעית שבשטחי הבתות גבוהה מזו שבשטחי החורשים. אשר למערכת היערות הנטועים, באזור המרכז של קק"ל – תת-היער נמצא מורכב מ- 25%-50% כיוסי עשבוני, 15%-30% בני שיח, וכ- 5%-15% שיחים (אבלגון, 2014) וערכם התזונתי היחסי עשוי להיות דומה לזה של תכסיות צמחים אלה במערכת החורשים והבתות. אולם, המידע על ביטוי התועלת הקלורית במשקלו של בעל-החיים לא נמצא, למעט שטוח משקל הבשר המיוצר מדונם של מרעה טבעי לשנה הוא רחב, בין 4 ל-9 ק"ג, בתלות בטיפוס המרעית ובניהול הבקר במרעה (הנקין וחובי, 2016).

התועלות העקיפות של המרעית לאדם באמצעות המקנה הם פרנסה לבעלי המקנה ולרועים, ותזונה ובריאות לצרכני מוצרי המקנה, מוצרי הבשר (בקר וכבש), החלב (בעיקר עז), והצמר (כבש). תועלות המשנה הן תרבותיות, הן לבעלי המקנה ולרועים שמשלח יד זה מהווה עבורם גם מסורת תרבותית, וגם למטיילים ונופשים המעריכים את הנוף הפסטורלי של שדות חקלאיים ועדרי מקנה שמסביבם.

אחת מהתועלות העקיפות של שרות אספקת המרעית על ידי מערכות החבל הים-תיכוני היא מיתון שריפות היער והחורש שכן חלק גדול מרכיב הצומח החזק-שנתי של המרעית שאינו נאכל על ידי חיות המקנה הופך לביומסה דליקה שמסייעת להתלקחות ולהתפשטות שריפות יער. רכיב המרעית המעוצה, בעיקר זה של השיחים הנצרך בעיקר על ידי העזים, תורם גם הוא לדליקותה של מערכת החורשים והבתות ולהתפשטות השריפות. ואמנם, בעשור האחרון אומצה הרעייה כאמצעי אסטרטגי למניעת שריפות ואף הובאו רועים מהמערכות המדבריות למערכות החבל הים-תיכוני. אך החל מ-2008 חלה ירידה של יותר מ-60% בהגעה העונתית של עדרי בדואים מדרום הארץ למרעה עקב סיבות כלכליות וחברתיות (לנדאו, 2015). בנוסף, הרעייה שמאפשרת המרעית וממתנת את השריפות, היא גם זו ה"פותחת" את החורשים הצפופים, ומגבירה בכך את אספקת שרותי התרבות של טיולים ונופש בחיק הטבע, שרות המסופק ע"י כל מערכות החבל הים-תיכוני.

2.1.1.2.4. המשתמשים

המשתמשים הישירים הם רועי הבקר שזו פרנסתם, כ-800 במספר שרובם ככולם רועים את הבקר במערכות החבל הים-תיכוני, ומתוכם כ-260 רועים מוסדרים בעלי חוזה מרעה קבוע (השירותים הווטרינריים, 2016). אליהם נוספים רועי הצאן - בצפון המערכת (גליל, גולן ואזור מגידו) 67 רועים ברעייה מוסדרת, ובדרום המערכת (חדרה, אזור הרי ירושלים ובבקעת הירדן) 78 רועים (אגף המרעה – משרד החקלאות). רוב הרועים הללו הם בעיקר מאוכלוסיות כפריות חקלאיות-מקומיות.

בין המשתמשים במוצרי חיות המקנה נמנות כמעט כל שכבות האוכלוסייה, אלא שאין מידע המאפשר לאבחן בין מוצרים שמקורם במרעית של מערכות החבל הים-תיכוני לבין אלה של המערכות המדבריות. כך גם אין מידע המאפשר לאבחן בין המוצרים שמקורם באספקת שרות המרעית של מערכות החבל הים-תיכוני לבין אלה המיובאים ממערכות אקולוגיות שמחוץ לישראל, שכן רוב צריכת בשר הבקר וצמר הכבשים וחלק מצריכת בשר הכבש, מיובאים, ומקור מרבית מוצרי החלב הוא במספוא שמקורו במערכות החקלאיות של ישראל, או שהם מיובאים מחו"ל (ראה פרק "שירותים מיובאים").

2.1.1.3. מגמות וגורמים מחוללי שינוי

ממדי הביקוש לשרות אספקת המרעית בעבר, לפני קום המדינה ובמהלך שנותיה הראשונות היו גדולים בהרבה מאלה של העשור האחרון, וגם ממדי ההיצע היו גדולים בהרבה (לא נסקרו נתונים כמותיים לצורך פרק זה). אשר לאחרונים, רוב שטחי המרעה במערכות החבל הים-תיכוני, ובעיקר באזורים הדרומיים שלהם, הותמרו ברובם למערכות חקלאיות וממדי שטח קטנים יותר הותמרו למערכות עירוניות ויישוביות. הגורמים לירידה בביקוש רבים: גורמי מדיניות סחר החוץ של ישראל (יבוא בשר, יבוא וולדות לפיטום); גורמי מדיניות פנים המעצימים את הסדרת הרעייה, מה שמרתיע רועים מהמגזר הבדואי; גורמי תרבות וכלכלה המביאים לנטישת הפרנסה הפסטורלית; וגורמי שינוי בצריכת מוצרי בשר, כמו הגידול במגזרי הצמחונים והטבעונים שבאוכלוסיית ישראל.

2.1.1.4. פערי ידע

קיים מידע רב על המגוון הביולוגי הצמחי במערכות החבל הים-תיכוני, והדינמיקה שלו תחת ממשקים שונים, אך חסר מידע כמותי על מיני הצמחים הנאכלים על ידי כל אחד ממיני חיות המקנה – מספר מיני צמחים אלה במערכות השונות, הממדים היחסיים של גדלי אוכלוסיותיהם, והתרומה שלהם, או של הנפוצים שבהם, לתזונה ולבריאות חיות המקנה.

2.1.2. אספקת מרעית לדבורי-דבש

2.1.2.1 כללי

2.1.2.1.1 מהות השירות

שרות זה מספק צוף ואבקה שבפרחי מיני הצמחים של מערכות החבל הים-תיכוני המבוקרים על ידי דבורי הדבש, ולפיכך צמחים אלה מתפקדים כמרעית לדבורי הדבש.

2.1.2.1.2 מנגנון הפקת השירות

מיני צמחים רבים מתרבים בצורה מינית באמצעות פרחים. מיני הפרחים זקוקים לדבורי הדבש המעבירות את האבקה מפרט לפרט לצורכי רבייה מינית זו (האבקה), וזאת כאשר הן נמשכות לפרחים המתגמלים אותן בצוף ו/או באבקה הפרחים המשמשים כמזון. הדבורים זקוקות לצוף בעיקר כמקור אנרגיה, ולאבקה פרחים כמקור חלבונים, שומנים, ומיקרו-נוטריינטים שונים. דבורי דבש מאדות את המים מהצוף ומייצרות ממנו את הדבש. בתקופות של פריחה שופעת, כוורת אחת מייצרת כ-32 ק"ג דבש בשנה בממוצע (אתר משרד החקלאות-שה"מ, 2018), והדבש משמש את אוכלוסיית הדבורים של הכוורת (הנקראת "דבורית") בזמני מחסור. בשונה מדבש הנאגר בכוורת, דבורי דבש אינן אוגרות כמויות גדולות של אבקה פרחים. הן תלויות בפריחה אשר מספקת אבקה פרחים איכותית ומגוונת לאורך תקופה ממושכת. בישראל רק דבורי הדבש (כולן מהמין דבורת הדבש המערבית) מייצרות דבש, שכן כל מיני דבורי הבר אינן אוגרות צוף או אבקה פרחים אלא משתמשות בהם להזנת הצאצאים בקן שלהן. צמחי מערכות החבל הים-תיכוני המספקים צוף ואבקה לדבורי הדבש מהווים את היצע שרות אספקת מרעית לדבורי דבש.

2.1.2.2 מצב נוכחי

2.1.2.2.1 רכיבי המגוון הביולוגי המעורבים בהפקת השרות

ניתן להעריך את התרומה היחסית של צוף מצמחיית מערכות החבל הים תיכוני לעומת המערכת החקלאית לפי מקורות הדבש לדבורים בכוורות מסחריות. מקור מרבית הדבש בישראל (65%) בפרחים של מיני צמחי בר בהם רכיב גבוה של מינים חד-שנתיים. בין מיני צמחי הבר נכללים גם עצים כשיזוף (3%) והאשל (2%), בהם גם עצים נטועים). כל אלה מהווים את רכיב המגוון הביולוגי של מרעית דבורי הדבש של מערכות החבל הים-תיכוני. שאר מקורות הדבש לפי סדר יורד הם הדריים (18%) אבוקדו (8.6%), אקליפטוס (7.4%), ותלתן (1%) (מידע אישי, יאיר שוורץ, לפי מקורות הדבש המשווק על ידי קיבוץ יד-מרדכי, המשווק כ-50% מכלל הדבש בישראל). מרשימה זו עולה כי צומח המערכות החקלאיות (הדריים, אבוקדו ותלתן) מספק 27.6% מכמות הדבש, ואת תרומת האקליפטוס ניתן לייחס למערכות העירוניות-יישוביות (הכוללות תשתיות, ככבישים ושדרות) ולמערכות היערות הנטועים בהם מצויים רוב פרטי מין זר זה שהתאזרח בישראל.

בין מיני הבר, מינים עשבוניים מספקים כמות גדולה יותר של צוף ואבקה פרחים ליחידת שטח מאשר תצורות צומח אחרות (Koniak et al., 2009). צמחייה עשבונית שכיחה יותר באזורים בהם רעייה מבוקרת של חיות מקנה. בדירוג צמחי מרעית המספקים צוף עבור דבורים ששת הראשונים הם: קורטם דק (*Carthamus tenuis*), שלמון יפואי (*Cephalaria joppensis*), תלתן תריסני (*Trifolium clypeatum*), מרווה דגולה (*Salvia horminum*), תגית מצויה (*Scabiosa prolifera*), ועיריית גדולה (*Asphodelus ramosus*) (Koniak et al., 2009). באנגליה נמצא שמכלול מיני הצומח הרב-שנתי מספק עד פי עשרים יותר

צוף ופי שישה יותר אבקת פרחים מאשר מכלול הצמחים החד-שנתיים (Hicks et al., 2016). אך אפשר שבישראל, העשירה במיני צומח חד-שנתיים, לרכיב החד-שנתי של צומח המערכות הטבעיות תרומה גבוהה מזו של מיני הרכיב הרב-שנתי.

דבורים נוטות לאסוף אבקת פרחים ממגוון מיני בר ואקליפטוס, עם התמקדות במספר מינים עיקריים כמו לדוגמא: מצילתיים מצויים (*Biscutella didyma*) אקליפטוס (*Eucalyptus sp.*), סביון (*Senecio sp.*), עירית (*Asphodelus sp.*), אשחר (*Rhamnus sp.*), ושקדיות (*Prunus dulcis*) בחורף; לועניתיים (*Scrophulariaceae sp.*), צנון מצוי (*Raphanus raphanistrum*), טוריים מצויים (*Diplotaxis erucooides*), תגית מצויה (*Scabiosa prolifera*), חרדל (*Sinapsis sp.*) ומצליבים אחרים, באביב; וקורטם דק (*Carthamus tenuis*) ושלמון יפואי (*Cephalaria joppensis*), בקיץ (Avni et al., 2009; Koniak et al., 2009; דג, 2015).

נראה, כי אבקת מיני בר רבים היא בעלת ערך תזונתי גבוה יותר עבור דבורים מאשר אבקת פרחים של מספר גידולים חקלאיים מרכזיים (למשל, ורדניים ואקליפטוסים), וכי תזונה של אבקת פרחים ממקור אחד בלבד פוגעת בתפקוד הדבורה ובבריאות הדבורית (Arien et al., 2015). דבורית נוטה לאסוף אבקת פרחים מחמישה עד תשעה מקורות שונים בו-זמנית (Avni et al., 2009).

2.1.2.2.2 ממדי הפקת השרות

הערכת ממדי שירות אספקת מרעית לדבורים יכולה להיעשות באמצעות זיהוי מקומן ושטחיהן של תצורות צומח שונות שבמערכות החבל הים-תיכוני, לפי עוצמת הפריחה בהן, באמצעות הערכת כמות הצוף ואבקת הפרחים אשר דבורית אוספת באזורים שונים של המערכות בעונות השונות (Avni et al. 2009; 2014), ואף להיעזר בהערכות דבוראים (Koniak et al. 2009), ובמידע על כמויות הדבש המופקות על ידי הדבוריות. במציאות, לא ניתן לזהות את חלקן היחסי של המערכות החקלאיות ומערכות החבל הים-תיכוני בכמויות הדבש המופקות על ידי מכלול הדבוריות. אך ידוע שלמרות התלות הרבה של גידולים חקלאיים בדבורים לצורכי האבקה, שטחי המערכות החקלאיות המצויות בחבל האקלים הים-תיכוני של ישראל אינם מספקים את הצרכים התזונתיים של הדבורים. מרבית הגידולים החקלאיים פורחים רק תקופה קצרה בשנה ועיקר תרומת האבקה היא ממיני בר מעוצים שמשך פריחתם ארוך. לפי הנתונים של רכיבי המגוון הביולוגי המעורבים בהפקת השירות (ראה לעיל), רק כרבע ממקורות הצוף של דבורי הדבש הם במערכות החקלאיות. סביר להניח שעבור מיני דבורי הבר התלות במערכות הטבעיות גדולה יותר; זאת משום שלא מניידים קינים של דבורי בר בצורה מרוכזת לאזורים חקלאיים בתקופת הפריחה כמו שמניידים אז כוורות לצורך רעיית הדבורים במערכות החקלאיות.

בהתייחס להיצע שרות מרעית הדבורים של מערכות החבל הים-תיכוני אין נתונים על ממדי השטח הנסרק על ידי דבורי הדבש לצורך איסוף צוף ואבקה, ואם כי ידועים מיני הצמחים המבוקרים על ידי הדבורים ומספרם במערכת החורשים והבתות (Koniak et al., 2009), לא ידועים אחוזי הכיסוי של מינים אלה וגם לא ידוע מה מספר מיני הצמחים הנמצאים באותם השטחים, אך אינם מבוקרים על ידי הדבורים. משום כך לא ניתן להעריך את תרומת הצוף והאבקה לדבורים מיחידת שטח המערכת האקולוגית המתחזק את המרעית. לכן גם לא ניתן לכמת את ממדי ההפקה של הדבש ליחידת שטח של המערכת האקולוגית המספקת את המרעית לדבורים.

לעומת זאת, ידוע שריכוז הצוף בפרחי בר שבמערכות החבל הים תיכוני גבוה, כפי הנראה בשל מגבלות מים, ומגיע ל-55% סוכר בממוצע (Petanidou & Smets, 1995). כדי לייצר 35 ק"ג דבש (שהוא הייצור השנתי של כוורת אחת, המכיל כ-82% סוכר) יש צורך בכ-53 ק"ג צוף. כדי לחשב את כמות הצוף שדבורית צורכת יש להוסיף את הצריכה השנתית של צוף (אנרגיה עבור

תעופה, חימום הקן, והאכלת הוולד). באזורים הממוזגים של כדור הארץ דבורית צורכת כ- 120 ק"ג צוף (Seeley, 1995), אבל עם ריכוז סוכר ממוצע נמוך יותר. ניתן להעריך שבישראל דבורית צורכת כ- 100 ק"ג (70 ליטר) צוף. כמות הצוף הממוצעת בפרחי הבר במערכות החבל הים תיכוני נמוכה, 0.67 מיקרוליטר לפרח (Petanidou & Smets, 1995). לפי חישוב זה דבורית ניזונה מכ-100,000,000 פרחים בשנה. צפיפות הפרחים העשבוניים בפארק יד הנדיב היא 10-100 פרחים למ"ר בקירוב, וצפיפותם של פרחים באזורים של שיחים ועצים קטנים היא כ-1,000 פרחים למ"ר. לפי צפיפות 100 פרחים למ"ר דבורית זקוקה ל-1000 דונם. כדי למקסם יבולי דבש, דבוראים נוהגים לרדות את רוב הדבש מהכוורות באביב ובקיץ ולהאכיל את הדבורית במי סוכר לקראת החורף, כך שהדבורית צורכת בעיקר סוכר ולא דבש. בהנחה שכמחצית מהצוף שדבורית אוספת היא לצריכה עצמית וכמחצית לייצור דבש, ושניתן לספק את רוב האנרגיה הדרושה לצריכה עצמית באמצעות האכלה במי סוכר, השטח שדבורית זקוקה לו יפחת ל- 500 דונם. באזורים עם שיחים ועצים בעיקר, השטח שדבורית זקוקה לו יפחת לבין 50 (עם האכלה סוכרית) לבין 100 (ללא האכלה סוכרית) דונם.

בהתייחס להיצע השרות, דבורית בישראל צורכת בממוצע כ-17 ק"ג אבקת פרחים בשנה (Avni et al., 2014). כיוון שאין אגירה של אבקת פרחים בכוורת, והפריחה במערכות החקלאיות מרוכזת בתקופות קצרות, התלות באבקת פרחים מפריחת מיני הבר של מערכות החבל הים-תיכוני אף גדולה מהתלות במקורות הצוף. בהתייחס לביקוש לשרות, קיימות בישראל כ-100,000 כוורות, המוצבות על-ידי הדבוראים בקבוצות של כ-40 כוורות באתר, בכ-6,300 אתרי מרעה, באחריות מועצת הדבש. המרחק בין אתר לאתר הוא בדרך כלל לפחות 1,500 מ'; באזורים עם שפע פריחה בעונה מסוימת (כמו מטע הדורים, למשל) המרחק בין אתרים יכול להיות קטן יותר. באופן כללי, צפיפות האתרים משקפת את פוטנציאל ההיצע של שרות אספקת המרעה באזור האקלים הים-תיכוני של ישראל, שהוא פסיפס של שטחי מערכות החבל ים-תיכוני (חורשים ובתות, כורכר וחולות, יערות נטועים), מערכות חקלאיות, ומערכות עירוניות/ישוביות. אתרי המרעה אינם מאוכלסים כל השנה, אלא דבוראים נודדים עם הכוורות בין האתרים בעקבות הפריחה. מטרת פיזור אתרי המרעה היא מניעת תחרות בין כוורות, אשר תחליש אותן. רוב אתרי מרעה דבורי הדבש בישראל נמצאים במערכות החבל הים-תיכוני. אתרי המרעה מפוזרים בצפיפות רבה, וכל שטח מערכות החבל הים תיכוני ושטחי המערכות החקלאיות המוטבעות בחבל האקלים הים-תיכוני של ישראל מכילים מרעה לדבורי דבש.

לסיכום, תפוקת הדבש השנתית הממוצעת בישראל כיום נאמדת בכ-3,000 טון שמקורם גם במערכות החקלאיות אך בעיקר במערכות האקולוגיות הטבעיות של החבל הים-תיכוני, שכן התלות של אוכלוסיית הדבורים בישראל בפריחת הבר היא כמעט מוחלטת - פריחה זו היא מרכיב חשוב בוויסות ייצור הדבש, ומרכיב חיוני בהישרדות והתפתחות הדבורית. יחד עם זאת ידוע שהביקוש המקומי לדבש הוא כ-4,000 טון לשנה. אך לא ידוע אם הפער בין כמויות הדבש המופקות לביקוש הגבוה יותר נובע ממחסור בדבוריות, מכשלים של הדבורים עצמן, או מהיצע נמוך יחסית של הפקת שרותי אספקת מרעה הדבש של מערכות החבל הים-תיכוני.

2.1.2.2.3 תועלות

לאספקת המרעה לדבורי דבש על ידי מערכות החבל הים-תיכוני תועלת ישירה לאדם - דבש, שמקורו בצוף המיוצר על ידי צמחי המרעה ומסופק לדבורת הדבש. לצמחי המרעה תועלת נוספת שכן חלק מהצוף וכל האבקה הנלקחים מהצמח על ידי הדבורה מהווים את מזונה, המאפשר לה לבצע את כל הפעילויות הכרוכות בייצור הדבש - השיחור לצמחי המרעה, האיסוף של הצוף מהפרח, והטיפול בהפקת הדבש ושמירתו בכוורת. תועלת נוספת משרות אספקת המרעה היא בתפקוד דבורת הדבש כרכיב המגוון הביולוגי המעורב בהאבקה. ההאבקה על ידי דבורת הדבש מתפקדת כאספקת שרות תמיכה כאשר הדבורה מאביקה צמחי בר

במערכות הטבעיות של החבל הים-תיכוני, ושרות וויסות כאשר היא מאביקה גידולים במערכות החקלאיות (ואז הדבש שתייצר בעקבות האבקה זו יהיה תוצר של שרות אספקת מרעית לדבורי דבש על ידי המערכת החקלאית).

2.1.2.2.4 תרומת התועלות לרכיבים השונים של רווחת האדם

לדבש תכונות בריאותיות רבות משום שצוף הפרחים ממנו נוצר מכיל בין השאר כימיקלים שמספקים לצמח הגנה מחרקים אוכלי-צמחים אך נמצאו כבעלי תכונות רפואיות לאדם, ומשום שהדבורים מפרישות לדבש אנזימים המקנים לו תכונות אנטיביוטיות. דבש משמש לריפוי דלקות, פצעי לחץ, כוויות, ולהקלה טובה יותר נגד שיעול מכל התרופות הנפוצות אשר נבדקו (שפיר ודג, 2011). לדבורים ולדבש ערך חברתי-תרבותי במסורת היהודית (לדוגמה, טבילת תפוח - המואבק על-ידי דבורים - בדבש בראש השנה, מופלטות עם דבש במימונה) והמוסלמית (סורת א-נחל בקוראן מוקדשת כולה לדבורים). אשר לרכיב הכלכלי של רווחת האדם, לפי תחשיב מ-2010 ההכנסה הממוצעת לדבוראי ממכירת דבש היא כ-860 ש"ח לשנה לכוורת (גל, 2011).

2.1.2.2.5 המשתמשים, המגזרים השונים בחברה הנהנים מהשירות

המשתמשים הישירים הנהנים משירות אספקת המרעית לדבורי הדבש הם הדבוראים (בישראל בשנת 2016 כ-500 דבוראים). המשתמשים העקיפים הם צרכני הדבש הנהנים מתוצרת הדבש המקומית. גם החקלאים אשר תוצרתם תלויה בשירותי האבקה, הנהנים מהאבקה יבולי החקלאות על ידי דבורי הדבש, אשר אבקת צמחי המרעית של מערכות החבל הים-תיכוני נוטלת חלק נכבד בתזונתן.

2.1.2.3 מגמות

2.1.2.3.1 מגמות באספקת השירות ובמגוון הביולוגי שמעורב באספקתו

אין מידע על מגמות שינוי במספרם או שפעם של מיני המרעית לדבורי הדבש בהתייחס למכלול המגוון הצמחי של מערכות החבל הים תיכוני בעבר. סביר שכמו ששטחי המערכות הטבעיות הללו הצטמצמו במהלך העשורים האחרונים, כך גם היצע שרות אספקת המרעית של מערכות החבל הים-תיכוני הצטמצם, בזמן שממדי הביקוש לשרות אספקת מרעית לדבורת הדבש על ידי מערכות החבל הים-תיכוני נמצאו במגמת עליה, שאת חלקה אולי ניתן לייחס גם לגידול אוכלוסיית המדינה.

2.1.2.3.2 גורמים מחוללי שינוי שייצרו את המגמות באספקת השירות

השינויים בשימושי קרקע, היינו התמרות שטחי מערכות החבל הים-תיכוני הביאו לממדים קטנים יחסית לעבר של תפוצת צמחי המרעית במערכות החבל הים-תיכוני ולכן גם לצמצום היצע הדבש שמקורו במערכות הטבעיות. ישנו מידע על ממדי ייצור הדבש בישראל, המגמות בממדים אלה, והגורמים שחוללו שינוי במגמות אלה. אלא שקשה לבודד את חלקו של שרות המרעית שבמערכות החבל הים-תיכוני, ביחס לממדי האספקה של שרות זה על ידי המערכות החקלאיות ואף המערכות העירוניות-יישוביות שבאזור האקלים הים-תיכוני של ישראל. נטיעות של עצים עשירים בצוף ו/או באבקת פרחים מגבירות את אספקת המרעית לדבורים ובמהלך עשרים השנים האחרונות (1995-2015) דבוראים נטעו כ-50,000-100,000 שתילי עצים ושיחים צופניים, אך כל שנה הביקוש לדבש אינו מדביק את הייצור שלו משום צמצום שטחי המערכות הטבעיות (מערכות החבל הים-תיכוני) על צמחי המרעית שבהן, וגם עקב כריתת עצים צופניים (כאקליפטוסים שבמערכות הטבעיות) וצמצום שטחי המערכות החקלאיות של פרדסי ההדרים.

עקב הגידול באוכלוסייה ובצריכה לנפש צפוי המשך מגמה של עלייה בביקוש לדבש ללא עלייה בהיצע שרות אספקת המרעית לדבורי הדבש. הביקוש בישראל צפוי להגיע בעשור הקרוב לכ-5,000 טון. ייבוא הדבש יעלה לכ-40% מהצריכה לעומת כ-25% כיום (אבידור, 2015). הגורם העיקרי המגביל את העלייה בייצור הדבש המקומי הוא ממדי ההיצע של מכלול המערכות האקולוגיות המספקות שרות אספקת המרעית לדבורת הדבש (דג וחובל, 1998; דג, 2015ב).

2.1.2.4. פערי ידע

חסרה רשימה של מיני המרעית, לעומת קיומה של רשימת מיני מרעית מקנה ורשימת מיני מאכל, ולכן גם לא מצבו של כל אחד מהמינים הללו, וחלקו היחסי בביקור הדבורים בפרחיו. כך גם לא ידועים אחוזי הכיסוי של מכלול מיני מרעית דבורת הדבש באף אחת משלשת מערכות החבל הים-תיכוני ולפיכך לא ניתן לכמת את ממדי ההיצע של השרות ליחידת שטח בכל אחת מהמערכות, ומכאן גם לא ניתן לכמת את ממדי ההיצע של מכלול המערכות.

2.1.3. אספקת משאבים גנטיים

2.1.3.1. מהות השירות ומנגנון הפקתו

צמחי מיני תרבות רבים המשמשים בארץ ובעולם למזון ולהפקת תועלות נוספות מקורם במיני בר של המערכות האקולוגיות הטבעיות שבארצות מזרח אגן הים התיכון (לבנט) כולל במערכות החבל הים-תיכוני של ישראל. אוכלוסיות הבר של מינים אלו הם אבות לצמחי תרבות או קרוביהם ומאופיינות בהרכב גנטי דומה אך לא זהה לזה של מיני התרבות שנגזרו מהם, שכן המגוון הגנטי של אוכלוסיות הבר החשופות לתהליכי הברירה הטבעית עשיר יותר מזה של המאגר הגנטי הקיים במיני התרבות. לפיכך המגוון הגנטי של אבות וקרובי צמחי הבר מתפקד כמשאב גנטי ובו גנוטיפים רבים הניתנים להכלאה עם מיני התרבות או לבידוד גנים ספציפיים לצורך החזרתם למיני התרבות. זאת על מנת לפתח זנים חדשים מספקי יכול ותועלות אחרות באיכות או כמות גבוהים יותר, ובעלי עמידות גבוהה יותר למחלות צמחים ולתנאי סביבה משתנים, מזו של הזנים הנפוצים במערכות החקלאיות והעירוניות-יישוביות (כגון צמחי הגינון ביישובים).

בין צמחי מערכות החבל הים-תיכוני קיימים גם מינים שלאברי גופם השונים תכונות רפואיות ולכן ניתן למצוא מהם את התרכבות הכימיות הפעילות, או להשתמש בגנוטיפים שלהם באמצעות הכלאות ובשיטות גנטיות אחרות לפיתוח התעשייתי של תרופות חדשות (Ford-Lloyd et al., 2011), כך שצמחים אלה של מערכות החבל הים-תיכוני מהווים משאב רפואי שביקושו אינו רציף, אלא נקבע על ידי צורכי הפיתוח התעשייתי. בנוסף, בין מאות מיני הצמחים של מערכות החבל הים-תיכוני עשויים להיות גם מינים המהווים פוטנציאל לתרבות מינים "מן הבר" כצמחי מזון חדשים, או להפקת תרופות חדשות, או אף למילוי צרכי האדם העתידיים שעדיין לא ידועים.

2.1.3.2. מצב נוכחי

2.1.3.2.1. רכיבי המגוון הביולוגי המעורבים בהפקת השרות

ידועים 141 מיני צמחי בר שתפוצתם העיקרית בארץ היא במערכות החבל הים-תיכוני ושהם בקטגוריה של משאבים גנטיים צמחיים. מינים אלו הם אבות וקרובים, בדרגות שונות של קרבה גנטית, למיני תרבות המשמשים בחקלאות, בגינון ובייעור. בנוסף למינים אלו ישנם 181 מיני צמחי בר בעלי תועלת שאינם קרובי מיני התרבות, אך משמשים, או עדיין לא בשימוש אך בעלי פוטנציאל רב כצמחי מזון, תבלין, ורפואה (ראה שרות אספקת צמחי מזון) ולתועלות אחרות. כקרובי מיני התרבות, מינים אלה מתחזקים על ידי מערכות החבל הים-תיכוני ומאגר זרעים שלהם שמור גם בבנק הגנים הישראלי, וזאת בגין הפוטנציאל שלהם לביות ולשימוש במאגר הגנטי שלהם לשיפור הזנים החקלאיים הקיימים באמצעות הקניית תכונות להם, תכונות הקיימות באוכלוסיות השונות שבמערכות האקולוגיות הטבעיות, מערכות החבל הים-תיכוני. בין אבות וקרובי מיני התרבות ישנם במערכות אלה כ-15 מיני דגנים, 7 מיני קטניות, 22 מיני בר ממשפחות צמחים אחרות שקרוביהם המבויתים משמשים כירקות ושורשי מאכל, 12 מינים הקרובים למיני תרבות המספקים פירות ואגוזי מאכל, 50 מינים שהם קרובי מיני צמחי תבלין, ריח ושימושי מרפא, 15 קרובים למיני תרבות המשמשים לצבע, טקסטיל ושמן, ו-68 מינים שהם קרובי מיני תרבות המשמשים לנוי, גינון וייעור. חלק מהמינים לעיל מתפקדים במספר שימושים, כמו למשל הסלק המצוי (*Beta vulgaris*) הקרוב לזני התרבות המשמשים כירק מאכל, כמספוא ולייצור תעשייתי של סוכר; וגד השדה (*Coriandrum sativum*) שהוא קרוב לצמחי תרבות, מהם משמשים כצמח מאכל, אחרים המשמשים כתבלין, ואחרים כצמח מרפא (Barazani et al., 2008).

הפקת השרות מתבטאת בעצם קיומו של מכלול המינים המתפקדים כמשאבים גנטיים, כרכיב מגוון ביולוגי המתחזק על ידי מערכות החבל הים-תיכוני. אך היות ורק מעטים ממינים אלה נוצלו עד כה בישראל להפקת תועלות, תחזוקתם זו במערכות (תהליך/שרות התמיכה של אספקת בית גידול) היא בחזקת תמיכה בשרות אספקה פוטנציאלי. יתר על כן, מבין אלה גם כ-10% מינים שהם אנדמיים לישראל (נמצאים רק במערכות האקולוגיות של ישראל). מספר דומה של מינים הוא של מינים "אדומים" (עומדים באמות מידה של מינים בדרגות שונות של סכנת הכחדה, בעיקר בגין נדירותם). מאלה עולה כי המדרג לתעדוף השמירה על תחזוקתם של מינים אלה במערכות משקלל את חשיבותם היחסית כמשאבים גנטיים ומידת נדירותם (Barazani et al., 2008) מבטאת את ממדי הפקת השרות.

בין המינים שעצם קיומם במערכות החבל הים-תיכוני של ישראל מבטא ממדי הפקה גבוהים במיוחד של שרות אספקת המשאבים הגנטיים נמנים אבות וקרובי החיטה המצויים במערכות החבל הים-תיכוני. צמח החיטה התרבותי הוא היבול הראשון בחשיבותו למאכל אדם ברמה העולמית, וישראל נמצאת במרכז התפוצה העולמית של 12 מיני בר (מהסוג בן-חיטה, *Aegilops*) הקרובים גנטית למין החיטה התרבותית (שלמעט אחד מהם הנפוץ בעיקר במערכות המדבריות), כולם מצויים במערכת החבל הים-תיכוני. בנוסף, נמצאת במערכת החבל הים-תיכוני "אם החיטה", היינו חיטת-הבר (*Triticum dicoccoides aaronsohni*), מין שאוכלוסיותיו נמצאות בעיקר בגליל המזרחי. פרטים המייצגים גנוטיפים שונים ממינים אלה יכולים לשמש להשבחה ולהקניית עמידות למחלות, יובש ומליחות (Scott et al., 2014). ואמנם, לכל אחת מהמחלות העיקריות בחיטה, שהן מחלות פטרייתיות - חילדון עלה, חילדון קנה, וחילדון צהוב נמצאו גנוטיפים של חיטת-הבר ושל מיני בן-חיטה שהם עמידים לחלדונות. בן חיטה שרוני, למשל, שהוא אנדמי לאזור חולות מישור החוף (היינו במערכת הכורכר והחולות) נמצא עמיד לכל שלשת החלדונות. כך גם נמצא שגנוטיפ של חיטת-הבר הנושא גן המקנה עמידות לחילדון צהוב, בודד מחיטת הבר ושימש לפיתוח זן עמיד לחילדון של החיטה התרבותית (הנקרא YR15, על שם האתר בו נמצא גן זה בחיטת-הבר) ושעמידותו טרם נעקפה. פיתוחים נוספים המשלבים גנים מחיטת הבר הם של זני חיטת תרבות, האחד הוא זן "בכיר" המקדים את גידולו (ב-5 ימים, מה שמאפשר לצמח החיטה להשלים את מילוי הגרגיר, שהוא שלב קריטי בייצור היבול, לפני עקת יובש הצפויה בסוף עונת הגידול), והשני בעל פוטנציאל לתפקוד כמין מספוא.

הזן העמיד לחילדון צהוב שפותח בישראל נמצא בשימוש במדינות רבות בהיקפים נרחבים בהם המחלה גורמת לנזקים רבים (מזרח אפריקה, סין, אירופה והמזה"ת, Cheng et al., 2010), אך אינו בשימוש בארץ מסיבות שלא ניתן לבדוק את מהימנות המדווחים עליהן. אך ניתן לציין שזני החיטה שפותחו בישראל ושיש בהם חומר גנטי ממיני הבר, מגודלים בארץ רק על פני 4,000 דונם בלבד, שהם כ-0.5% מכלל שטחי גידול החיטה בארץ.

לבד מהתמיכה בחקלאות על ידי המשאבים הגנטיים שהם קרובים ואבות צמחי תרבות, קיימת בישראל פעילות ליצירת מיני תרבות חדשים ממיני בר המתחזקים על ידי המערכות האקולוגיות הטבעיות של החבל הים-תיכוני. אלה כוללים צמחי מרפא, קוסמטיקה ותבלין כמו למשל האזוב המצוי המשמש כצמח מאכל/תבלין ("זעתר") שמגודל במערכות החקלאיות והקף הייצור שלו מוערך ב-500 טון לשנה (נתיב דודאי, מידע בע"פ, אין מקור בספרות). וכך, בצד התועלות הכלכליות והבריאותיות, יש לשרות אספקת המשאבים הגנטיים של מערכות החבל הים-תיכוני גם תועלות בתחום המחקר המדעי (לאמר, תמיכה בשרות התרבות של מחקר מדעי), הפיתוח הטכנולוגי והתעשייתי, סחר החוץ של ישראל ותדמיתה הבינלאומית, והנהגים מתועלות אלה עד כה הם בעיקר ממגזר המחקר והפיתוח החקלאי.

2.1.3.3 מגמות

2.1.3.3.1 מגמות וגורמים מחוללי שינוי

היות ושיטות גנטיות, כימיות ומולקולאריות הנן כלי חדש יחסית שנכנס רק בעשורים האחרונים לשימוש נרחב, אפשר היה לצפות לגידול בביקוש לשרות אספקת המשאבים הגנטיים על ידי מערכות החבל הים-תיכוני. כך גם ניתן לצפות למגמה של העמקת ההבנה לחשיבות המאגר הגנטי הטמון במיני הבר, ולשמירתו לא רק בבנק הגנים אלא בעיקר במערכות האקולוגיות הטבעיות. אך אין עדויות שאמנם ביקוש זה לאספקת המשאבים הגנטיים במגמת עליה, אולם התובנה שהפוטנציאל הגלום במיני בר שבמערכות החבל הים-תיכוני, פוטנציאל שטרם מומש, עשויה גם היא לקדם מגמת עליה בביקוש השרות.

לעומת זאת היצע שרות זה על ידי מערכות החבל הים-תיכוני עשוי להיות במגמת ירידה. אך גם אם לא נמצאו נתונים לתמיכה בתחזית זו, מקורה במידע על תהליכי התמרת שטחי מערכות החבל הים-תיכוני למערכות חקלאיות ועירוניות-יישוביות, המביאים לצמצום שטחי מערכות החבל הים-תיכוני ולקיטועם של השטחים הנותרים טבעיים. כך גם ידוע שתהליכים כאלה עשויים להקטין את גדלי האוכלוסיות של המינים המתפקדים כמשאבים גנטיים, מה שלא בהכרח יביא מינים אלה אל סף ההכחדה המקומית, אך המגוון הגנטי של האוכלוסיות שממדיהן צומצמו יקטן, מה שיוריד מערכם של מינים אלה כמשאבים גנטיים.

2.1.3.4 פערי ידע

חסר מידע על הרכיב הגנטי של מגוון מיני המשאבים הגנטיים הצמחיים - האם אוכלוסיותיהם במערכות החבל הים תיכוני אמנם בעלות שונות גנטית גבוהה, ומקורותיה; האם ניתן לזהות מגמות בממדי השונות הגנטית, למשל באמצעות השוואת פרטים שנאספו לפני עשרות שנים ונמצאים בעשביות, עם פרטים בבנק הגנים ובמערכות.

2.1.4. אספקת מזון

2.1.4.1. מהות השירות ומנגנון הפקתו

לרוב מיני הצמחים שבמערכות החבל הים-תיכוני אמצעי הגנה כימיים ופיזיים שעושים אותם לבלתי אכילים על ידי האדם. למרות זאת לרבים מהם תכונות העושות חלקי גוף שלהם (פירות, עלים ועוד) לאכילים או מתפקדים כתוספים למזון העיקרי (שמקורו במערכות החקלאיות), וזאת בצורתם הטריה או לאחר עיבודים (בישול, חליטה ותיבול). הימצאותם ושיפעתם של פרטים ממינים אלה במערכות החבל הים-תיכוני מהווים את היצע השרות, שמימושו מתבטא בממדי הליקוט והאיסוף של צמחים אלה, הנקראים צמחי מזון, על ידי המשתמשים בשרות זה.

2.1.4.2. מצב נוכחי

2.1.4.2.1. המגוון הביולוגי המעורב בהפקה, ממדי ההפקה, התועלות לרכיבי רווחת האדם

33 מינים אלה מוכרים כדומיננטיים ביותר בליקוט מהמערכות: חלמית מצויה, אזוב מצוי, עכובית הגלגל, אספרג החורש, אפון מצוי, לוף ארץ-ישראלי, עולש מצוי, חרחבינה מכחילה, שומר פשוט, מרווה משולשת, רקפת מצויה, זוטא לבנה, גרגרנית יוונית, ורד הכלב, בבונג זהוב, ברקן סורי, גדילן מצוי, פטל קדוש, קנה-סוכר מצרי, קורנית מקורקפת, אזוביון דגול, אלת המסטיק, ואף מיני עצים - אלון התבור, אלון מצוי, ער אציל, אשחר ארץ-ישראלי, עוזרר קוצני, אוג הבורסקאים, שינף מצוי, בר-זית בינוני, זן בר של זית אירופי, תמר מצוי, ופיקוס השקמה (דפני, 1984; קריספיל, 1983; קריספיל, 1986; להב וחוב, 1996; רודיך ורמון, 1999; להב ולוין, 2000, 2008; רומם ורמון, 2001; Ali-Shtayeh et al., 2008; Mayer-Cissick & Lev, 2014).

קיים פער בידע המתייחס לממדי הליקוט של כל אחד מהמינים הללו, המוצרים המופקים מהם והחלק היחסי של כל אחד מהם בתזונה ובכלכלה של המגזרים המשתמשים כיום בשירות אספקה זה של מערכת החבל הים-תיכוני של ישראל, וכך גם בהתייחס לשאר ארצות אגן הים התיכון שבהן חורשים ובתות, והרכב מינים כולל זה של צמחי מזון, הדומים לאלה של מערכות החבל הים-תיכוני של ישראל. אך מהסקרים האתנו-בוטניים (אתנו בוטניקה - המדע העוסק ביחסי הגומלין שבין תרבויות האדם והצמחים) שנערכו בארצות אלה עולה כי כיום מהווים מוצרי מינים אלה רק תוספות והשלמה לתפריט שמוצריהם מסופקים על ידי המערכות החקלאיות, וזאת לצורכי העשרה, תיבול וקישוט (Rivera et al., 2005; Rivera et al., 2006; Pieroni et al., 2005; Cornara et al., 2009).

מחקרים אחרים קושרים את השימוש בצמחי המזון כמרכיב חשוב, ולו רק כתוסף, בתזונה הים-תיכונית המבוססת על שמן זית, יין והרבה ירקות ונחשבת כדיאטה בריאה (Pieroni et al., 2005; Rivera et al., 2006). כיום המערכות החקלאיות של ישראל מספקות את כל הצריכה המקומית של הדיאטה הים-תיכונית, ובמגבלות הגנת מיני בר גם מערכות החבל הים-תיכוני מספקות מגוון של צמחי מאכל שאינם גדלים במערכות החקלאיות (ראה פרק רווחת האדם- בריאות).

אך לעומת כל אלה, מוצרי שירות אספקה זה של צמחי מאכל בישראל לא מהווים מרכיב ראשי בסל המזון הנשען על המערכות החקלאיות המקומיות ועל מערכות חקלאיות מחוץ לישראל (היינו יבוא, ראה פרק שירותים מיובאים), אלא הם מתפקדים בעיקר כתוסף המגוון את התפריט ולו גם תועלות בריאותיות. יחד עם זאת חלק ממיני המזון של מערכות החבל הים-תיכוני משמש לרפואה עממית, שכן תרומת צמחים אלה לבריאות מוקנית על ידי הפיטוכימיקלים השונים שהם מכילים, כמו פוליפנולים, ויטמינים, רב-סוכרים, חומצות שומן חיוניות וכו' (Cornara et al., 2009).

עם זאת, למספר קטן של מיני צמחי מאכל ניתן לייחס ערך כלכלי על יסוד ממדי האיסוף שנצפו ונאמדו: צמחי עכובית הגלגל *Gundelia tournefortii* שאיסופם כולל קטיפת ניצני התפרחות ובסיסי העלים הצעירים, נלקטים באופן אינטנסיבי בישראל וגם ברשות הפלסטינית, במערכות החבל הים-תיכוני שצפיפות הצומח בהן אינה גבוהה, וזאת בעיקר למטרות מסחריות (Kaplan et al., 1995). מעריכים שצוות אחד אוסף 4,000-12,000 צמחים בעונה, ו-(Lev-Yadun & Abbu, 1999) חישבו ש-84 צמחים הנאספים ע"י צוות לא מיומן ניתן להפיק 84 קרקפות מעובדות שמשקלן 1.1 ק"ג, המוצעות למכירה בשווקי חיפה והצפון במחיר של \$4 לק"ג, בעוד שבשווקי חברון מחירים \$1.5 (במחירי 1999). על אף השימוש המסחרי בצמח זה, אין הוא מהווה מוצר כלכלי חשוב בצריכה של האוכלוסיות המקומיות וערכו הוא כתוסף מזון מסורתי וכתוספת כלשהי של הכנסה. גם מינים כאזוב מצוי (מרכיב עיקרי של תערובת הזעתר), ומרווה משולשת נאספו באינטנסיביות ונעשה בהם שימוש מסחרי (כולל יצוא של האזוב לארצות המפרץ הפרסי) ואחרים. אך משום שאיסוף אינטנסיבי זה גרם להקטנת אוכלוסיות מינים אלה עד כדי סיכון קיומן במערכת, מינים אלה (ואחרים) הוכנסו בשנת 2005 לרשימת הצמחים האסורים לליקוט על פי חוק, אך אין נתונים על ממדי השימוש כיום בצמחים ממין זה שמקורם במערכות החבל הים-תיכוני. נראה אפוא שלשרות אספקת מזון לאדם באמצעות מערכות החבל הים תיכוני כיום, משתמשים מעטים מאד יחסית, וגם עבור אלה, תועלותיו, התזונתית והכלכלית קטנות אף הן. אלא שדווקא עבור מגזרים אלה, אשר המסורת התרבותית שלהם היא המניע לליקוט הצמחים ולשימוש במוצריהם, שרות אספקה זה מביא תועלות תרבותיות וחברתיות.

2.1.4.2.2 המשתמשים

מתוך 1204 מיני הצמחים (שמידע, Eco-Israel) של מערכות החבל הים-תיכוני נעשה שימוש ב-33 מינים, כיום ובמהלך השנים האחרונות, מה שמתבטא בעיקר בהופעות חוזרות ונשנות של מינים אלה במספר רב של מקורות. הביקוש למינים אלה הוא בעיקר על ידי אוכלוסיות כפריות-מקומיות של המגזר הערבי המשמרות מסורות ליקוט ושימוש העוברות מדור לדור, וזאת לצד הקלאות מסורתית. כמו כן קיים גם שימוש על ידי אוכלוסיות המגזר היהודי של יוצאי ארצות ערב, המשמרות מסורות של הדורות הקודמים (Mayer-Cissick and Lev, 2014; Ali-Shtayeh, 2008), וגם ליקוט מיני מזון של מערכת הכורכר והחולות, בעיקר על ידי מטיילים (Kutiel, 2001; Levin & Ben-Dor, 2004).

2.1.4.3 מגמות

2.1.4.3.1 ממדי הפקה בעבר

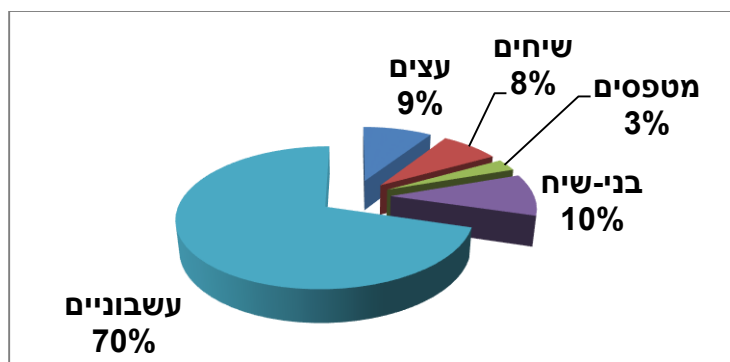
אין מידע כמותי על שימושי עבר בשרות אספקת המזון ממערכות החבל הים-תיכוני, לא בהתייחס למספר המינים, שבשימוש ולא בהתייחס לממדי הביקוש, היינו למספר המשתמשים או לחלקם באוכלוסיית ישראל. הספרות מתייחסת לשימוש נרחב מזה של היום, כולל גם על ידי אוכלוסיות עירוניות, ומציגה מגמה, שהיא מגמה של ירידה בביקוש במהלך כמה עשורים, לא רק בישראל אלא אף בשטחי הרשות הפלסטינית ובארצות נוספות באגן הים התיכון (Pieroni et al., 2005; Rivera et al., 2005, 2006; Ali-Shtayeh, 2008; Cornara et al., 2009; Mayer-Cissick and Lev, 2014). התימוכין למגמה זו נשענים בעיקר על בסיס העדויות האתנו-בוטניות שהן איכותניות ולא כמותיות, אך קרוב לוודאי שהן מספקות אינדיקציה סבירה לשינויים כמותיים וכלכליים.

שורה ארוכה של מחקרים ישראליים (זהרי, 1959; פוטיבסקי ודפני, 1979; דפני, 1984; קריספיל, 1983-1986; שמידע ואהרונוסון, 1984; החי והצומח בארץ-ישראל, 1982, 1983, מאיר-צ'יז'יק, 2010; Zohary, 1962; 2010; Ali-Shtayeh, 2008) בתחום

האתנו-בוטניקה המתבססים על מתודולוגיה של תישאול אנשי אוכלוסיות מקומיות-ילידות (=אינפורמנטים), העלו כי המגוון הביולוגי הצמחי של מערכות החבל הים-תיכוני גבוה בהרבה מ-33 המינים שכנראה בשימוש בעשור האחרון ואף כיום, ועומד על 142 מיני צמחים שלרובם המכריע (למעלה ממאה מינים) אין שימוש כיום, אך הם היו בשימוש משמעותי בעבר, למאכל, למשקה וכתבלין. יתר על כן, כל אלה הם מינים הנפוצים יחסית במערכות החבל הים-תיכוני, אך לא נכללו במספר זה מינים נדירים מאד שיייתכן שהם ראויים לשימוש, אך ככל הנראה השימוש בהם מועט. מכאן ש-11.8% ממיני המגוון הביולוגי הצמחי של מערכות החבל הים-תיכוני הם מיני מאכל לאדם. אך רק כרבע מהם מעורבים בהפקת שרות אספקת מזון "מן הבר" שהביקוש אליו לא רב אך קיים גם כיום. כל שאר המינים מהווים היצע ללא ביקוש, אך בגין בקושי העבר לשרות זה, ההיצע הגדול יחסית והקיים במערכות החבל הים-תיכוני הוא בחזקת שרות אספקה פוטנציאלי. לפי מקור נוסף מספר צמחי המאכל נמוך יותר ועומד על 125 מינים (נספח 2), ולכן שעורם הוא 10.4% מכלל מיני הצומח שבמערכות החבל הים-תיכוני, למעט שטחי החולות של מערכת הכורכר והחולות. המציאות הישראלית של שרות אספקה זה דומה לזו של אגן הים התיכון כולו: המגוון הביולוגי הצמחי של אגן זה עומד על כ-25,000 מינים (Blondel and Aronson, 1999) שכ-2300 מהם, היינו 9.2% הם מיני מזון (Rivera et al., 2006), אחוז שלכאורה נמוך מזה שבישראל. אך המידע המתייחס לאגן כולל גם צמחים של מערכות מים פנים-ארציות. בנוסף, רק מעטים מבין 2300 מיני המזון של כלל אגן הים התיכון הם בשימוש בכל אחת מארצות האגן (Ertug et al., 2003; Rivera et al., 2005; Pieroni et al., 2005; Hadjichambis et al., 2008), וזאת משום שמין צמח מזהה כמין מזון כאשר אנשים מלקטים ומשתמשים בו כמזון, אך השימוש נובע מהתרבות הקולינירית המקומית שמשתנה בתלות במקום, במגורי אוכלוסיות האדם, ובזמן; לכן ניתן להניח שבאגן הים התיכון קיימים יותר מ-2300 מיני צמחים הראויים למזון אדם, אך עדיין, או כבר, אין להם ביקוש. מכאן אפשר שגם מערכות החבל הים-תיכוני של ישראל מתחזקות יותר מ-142 מיני מאכל, מה שמעלה את שעור המינים מתוך מספר זה ששרות האספקה שלהם פוטנציאלי בלבד.

רוב מקורות המידע על תכונות מיני צמחי המאכל ועל השימושים הנעשים בהם בישראל אינם מבחינים בין אלה המפיקים שרותי אספקה, ובין הרוב המייצג שרות אספקה פוטנציאלי, היינו בין אלה שבשימוש עכשווי לבין אלה שהיו בשימוש בעבר. אך מידע זה הראוי להצגה מתייחס לרכיבי המגוון הביולוגי הצמחי להם שייכים כל המינים האלה, כמו גם למגוון הרחב של השימושים שנעשו בהם (ובחלקם גם נעשים כיום).

אשר לתכונות מיני המזון, מהספרות עולה ש-70% ממיני צמחי המאכל הם עשבונים, היינו צמחים נמוכי גובה יחסית ולא מעוצים. שאר 30 האחוזים מתחלקים בין קבוצות מיני צמחים גבוהים יותר החל מבני שיח, דרך שיחים ועצים, וכלה במטפסים 3% בלבד (איור 2). אפשר שהשיעור הגבוה של מיני מאכל בין העשבונים ובני השיח נובע מהנגישות והניראות הגבוהות של מינים אלה וחלקיהם הנאכלים, שכן הם נמצאים בעיקר בבתי גידול "פתוחים" של מערכת החורשים והבתות, כמו חורש פתוח, יער פארק, בתות ועוד.



איור 2: התפלגות מיני המאכל של מערכות החבל הים-תיכוני (למעט מערכת הכורכר והחולות) לפי רכיבי המגוון הביולוגי הצמחי של "צורות החיים" (שיחים, עצים, וכו').

בהתייחס למספר מיני צמחי המאכל, המשקל היחסי של "צורות החיים" שלהם אינו משקף את ההתפלגות של מספר המינים בכל אחת מ"צורות החיים" בצמחייה הכללית: בעוד ששיעור מיני צמחי מזון מעוצים (עצים, שיחים, מטפסים ובני שיח) עולה על חלקם של כל המינים המעוצים ביחס למספר הכולל של מיני צמחים במערכת החורשים והבתות, הרי שחלקם של העשבוניים (חד-שנתיים, עשבים רב-שנתיים, גיאופיטים) בקרב צמחי המזון נמוך משיעורם בכלל מיני הצמחים של המערכת (טבלה 1).

ניתן אולי להסביר את ה"עודף" של עצים שהם מיני מזון בכך שחלקי הגוף הנלקטים של המינים המעוצים הם בעיקר פירות; שלא כצמחים העשבוניים, המקנים הגנה פיזית וכימית לעליהם ולפירותיהם מפני אכילה, מיני צמחים אחרים בעלי פירות בשנתיים מעודדים את ליקוט פירותיהם באמצעים שונים, כולל צבעוניות. את ה"גרעון" של צמחים עשבוניים שהם צמחי מזון ניתן אולי להסביר שבין החד-שנתיים קיים מידע רק על המין שהוא בשימוש רב, בעוד שמינים אחרים בני סוגו נדירים, או שימושם נמוך, ולכן אינם מזוהים כמיני מזון. הבנה מליאה יותר לזיהוי מיני צמחים כצמחי מזון תדרוש גם מידע על ממדי הביומסה הצמחית הנלקטת מכל מין מזון, ועל גדלי האוכלוסיות של מינים אלה, וזאת בהשוואה לגדלי האוכלוסיות של רכיב "צורת החיים" של המגוון הביולוגי הצמחי במערכות החורש והבתה.

טבלה 1: התפלגות צמחי המזון לפי "צורות החיים" שלהם בהשוואה להתפלגות "צורות החיים" של מכלול מיני מערכת החורשים והבתות [נתוני כלל צמחי החורש והבתה- לפי שמידע (מאגר Eco-Israel)].

השיעור (%) של מספר מיני צמחי המזון לעומת המספר הכולל של מיני צמחי החורש והבתה		כל צמחי החורש והבתה		צמחי המזון בחורש ובבתה		"צורת החיים"
יחס	הפרש	%	מספר	%	מספר	
+2.4	+5.4	3.8	46	9.2	13	עצים
+4.3	+5.9	1.8	22	7.7	11	שיחים
+1.5	+0.9	1.9	23	2.8	4	מטפסים
+1.5	+3.4	6.5	78	9.9	14	בני-שיח
-0.9	-15.6	86.0	1035	70.4	100	עשבוניים
		100	1204	100	142	סה"כ

אשר לשימושי מיני המזון, ניתן להעריך כי אלה הנזכרים בתדירות גבוהה בספרות הם גם השכיחים ביתר בשימוש במגוון רחב של מאכלים, משקאות וצמחי תיבול המוגשים כירק חי למאכל או כרכיב בסלטים, פירות מאכל, תבשילים, שימורים, ריבות, חליטות ועוד (דפני, 1984; קריספיל, 1983-1986; מאיר-צ'ז'יק, 2010). צמחי המאכל שימשו כמנות עיקריות או כתוספות למאכלים תוצרי המערכות החקלאיות. גם צמחי המשקה היו עשויים להוות בסיס למשקה כשלעצמם או לשמש כתוסף טעם וניחוח למשקאות קונבנציונליים.

טבלה 2: התפלגות השימוש למאכל, למשקה וכתבלין של מיני המזון המוכרים ממערכות החבל הים-תיכוני (לא כולל את מיני מערכת הכורכרים והחולות). ערכים מעובדים מדפני 1984, הלר ולבנה 1982, 1983, זהרי 1959, מאיר-צ'ז'יק 2010, פלביץ ויניב 2010, קריספיל 1983-1986, 1986.

סוג השימוש	מספר המינים	% מכלל צמחי המזון
מאכל	122	85.9
משקה	22	15.5
תבלין	17	12.0
חלק הצמח הנצרך		
פירות וזרעים	53	37.3
עלים וגבעולים	93	65.5
שורשים, פקעות בצלים	15	10.6
פרחים ותפרחות	17	12.0
שרף	1	0.7

* במינים מסוימים נעשה שימוש ביותר מאחד מחלקי הצמח ולכן הם נכללים במספר מקומות בטבלה

רוב המינים נאספו (וחלקם עדיין נאספים) למאכל (כ-86%) והשאר להכנת משקאות (15.5%) וכתבלין (12%), וישנם כאלה להם היה יותר משימוש (ומכאן שסכום האחוזים גבוה מ-100, טבלה 2) - כמרוה משולשת אשר משמשת למאכל, למשקה ולתבלין. השימוש הדומיננטי הוא בעלים ובגבעולים (כ-65%) וכן בפירות וזרעים (37%). מספר מיני הצמחים המספקים אברים תת-קרקעיים כמו שורשים ופקעות ובצלים לצריכה קטן בהרבה (11%), כמו גם מספר המינים מהם אוספים לשימוש פרחים ותפרחות (12%). מספר צמחים בולטים בהיותם "רב-שימושיים" מבחינת חלקי הצמח המנוצלים - עכובית הגלגל (ראה קודם), ומיני האפון המספקים עלים ותרמילים מכילי זרעים.

2.1.4.3.2 גורמים מחוללי שינוי

הירידה בהפקת שרות אספקה זה על ידי מערכות החבל הים-תיכוני מקורה בגורמי שינוי בביקוש, וגורמים מחוללי שינוי בהיצע, שהתחוללו פחות או יותר בו-זמנית. הגורמים שמזערו את הביקוש הם כלכליים, תרבותיים, טכנולוגיים וחברתיים: עלייה ברמת החיים והשינוי באורח החיים, כולל גם בהשפעת החשיפה לאורח החיים המערבי, הביאו לשינויים בהרגלי התזונה (Ali-Shtayeh, 2008); המעבר לחקלאות אינטנסיבית באוכלוסייה הכפרית והתפתחות התחבורה הגדילו את הנגישות למזון מהמערכות החקלאיות; ולדור הצעיר ביישובים הכפריים אבד הידע המסורתי הדרוש כדי לזהות, לאסוף ולהפיק מצמחי מזון אלה מאכלים, מה גם שאיסוף מזון "מן הבר" עלול לסמל לדור זה מעמד חברתי נחות של עוני.

הירידה בהיצע של השרות מקורה באותם גורמים לשינויים בממדי המגוון הביולוגי של ישראל בעקבות הקטנת שטחי המערכות הטבעיות עקב התמרותיהן למערכות חקלאיות, ובמערכות החבל הים-תיכוני, בעיקר למערכות עירוניות. לדוגמא, תפוצתם וזמינותם

של צמחי המזון באזורי חולות החוף שבמערכת הכורכרים והחולות, שהביקוש להם הוא כמעט אך ורק של מטיילים, הצטמצמו והלכו בעשורים האחרונים עקב הגידול בבנייה במערכות אלה (Kutiel, 2001; Levin & Ben-Dor, 2004). גם הגידול בשטחן של שמורות טבע, שמטיבן הן אסורות לליקוט, לא מקטין את ההיצע אלא מגן עליו מביקוש יתר, אך הוא מקטין את הביקוש הכולל לשרות.

2.1.4.3.3 השלכות עתידיות

בהתייחס למגמות ועתידים אפשריים בהפקת שרות האספקה של צמחי מזון, מגמה עתידית אפשרית אחת היא זו של שיקום הביקוש לשרות בגין תועלותיו התרבותיות. מגמה עתידית אפשרית נוספת היא זו של שינוי בממדי הביקוש היחסי לצמחי מזון שמוצריהם פירות ונמצאים בעיקר בחורשים שבהם מרבית הביומסה היא של עצים, שיחים גבוהים ומטפסים, כנגד הביקוש לצמחי מזון שמוצריהם עלים, גבעולים ושורשים, היינו מינים עשבוניים ובני שיח, שנמצאים בעיקר בבתות, שמרבית הביומסה שלהם היא של עשבוניים ובני שיח. היחסים המרחביים בין שטחי חורשים ושטחי בתות במערכות החורשים והבתות השתנו בעבר וממשיכים להשתנות בהווה בעקבות לחצי רעייה, כריתה ושריפות, ולכן עשויים להימשך בעתיד, מה שעשוי להביא לשינויים בהפקת השרות המתבטאת בחלקם היחסי של מינים שמוצריהם האכילים הם פירות, מול אלה שמוצריהם האכילים הם עלים. יחד עם זאת גם בעתיד כמו בעבר ובהווה, בתקופות שלאחר הכריתה, השריפה או צמצום ממדי הרעייה, עשויים להתרחש גם תהליכים בכוון ההפוך, ושטחי הבתות על מיני המזון שלהם, יקטן וילך במהלך התחדשות הצומח השיחי והעצי. תהליך זה עשוי להגדיל את ההפקה של שרות אספקת המזון האופייני לשטחי החורשים של מערכות החורשים והבתות שבמכלול מערכות החבל הים-תיכוני של ישראל.

2.1.5. אספקת ביומסה מעוצה

2.1.5.1. מהות השירות ומנגנון הפקתו

החלקים המעוצים של צמחים, בעיקר גזעים וענפים של עצים ולעיתים גם של שיחים, לאחר שנכרתו (בעיקר גזעים) או נגזמו (בעיקר ענפים), מהווים "ביומסה מעוצה" המסופקת על ידי מערכות החבל הים-תיכוני. מנגנון הפקת השרות תחילתו בתהליך האקולוגי התומך בייצור הביומסה המעוצה, היינו הייצור הראשוני של מסה צמחית חיה באמצעות פוטוסינתזה, וסופו במימוש הפקת הביומסה המעוצה לצורכי האדם באמצעות הפיכתה לשני חומרי גלם - "עצה" (על ידי כריתת גזעים) ו"גזם" (על ידי גיזום ענפים) שמכל אחד מהם מופקים תוצרים שונים להם תועלות שונות, למשל כעץ הסקה וכחומר לחיפוי קרקע, בהתאמה.

2.1.5.2. מצב נוכחי

2.1.5.2.1. רכיבי המגוון הביולוגי המעורבים בהפקת השרות

הביומסה המעוצה המסופקת על ידי מערכת היערות הנטועים היא בעיקרה זו של מיני עצים מחטניים (אורנים, ברושים, ארזים), של מיני אקליפטוס, ושל מיני עצים רחבי עלים מקומיים שביערות הנטועים. בשטחי שמורות הטבע והגנים הלאומיים שבמערכת החורשים והבתות השרות מסופק בעיקר על ידי מיני אלונים ועצי חורש אחרים, וגם על ידי אורנים, אקליפטוסים וברושים. רוב הביומסה המעוצה מופקת מעצים בוגרים, ומיעוטה גם מעצים צעירים.

2.1.5.2.2. ממדי הפקת השרות

אלה אינם תלויים בממדי ייצור הביומסה המעוצה וגם לא בממדי הביקוש למוצריה. זאת משום שכריתת עצים בשטחי מערכות החבל הים-תיכוני לצורך שימוש כל שהוא בביומסה המעוצה אסורה, למעט כריתה וגיזום הנדרשים למטרות אחרות. מכאן שממדי הפקת הביומסה המעוצה תלויים באילוצי הכריתה והגיזום, הנעשים לצורכים שונים. במערכת היערות הנטועים נעשה דילול להפחתת תחרות בין העצים ולמניעת מחלות עצים (על ידי כריתה של עצים שנפגעו ומתו מהתקפות מזיקים, מחלות, יובש ושרפות), וכן כריתה לשם חידוש טבעי או מלאכותי (שתילה). ביערות הנטועים ובשמורות ובגנים הלאומיים שבכל מערכות החבל הים-תיכוני נעשית כריתה למניעת שריפות ולבטיחות (בעיקר לאחר שריפות), וכריתה לביורא מיני עצים פולשים נעשית בעיקר בשמורות הטבע ובגנים לאומיים של מערכת החורשים והבתות. בעקבות פעילויות ממשק אלה עמדה ההפקה השנתית הממוצעת של מערכת היערות הנטועים (מחוזות מרכז וצפון של קק"ל) במהלך השנים 2006-2013 על 23,622 טון (קק"ל, 2015). שמורות טבע וגנים לאומיים בתחומי מחוז צפון של הרט"ג (האזור הצפוני של מערכת החורשים והבתות) הפיקו בשנת 2015 כ-5,000 מטר מעוקב (מ"ק) עצה (כ-4,300 טון¹), מתוכם - 2,266 מ"ק עצת אורנים (כ-1,250 טון¹) שהופקה מ"אזורי חיץ" למניעת שריפות, בעקבות שריפת הכרמל בשנת 2010 (מידע ממסמך פנימי של רט"ג, "נתוני ענף היער, מחוז צפון, רט"ג", נמסר על ידי גבי ענבר חשמונאי). היינו, הפקת ביומסה מעוצה של כ-5,550 טון ממערכת החורשים והבתות לשנת 2015. בהנחה שתפוקת שנה זו אינה חריגה, ניתן לאמוד את התפוקה השנתית של ביומסה מעוצה מכלל מערכות החבל הים-תיכוני בכ-30 אלף טון לשנה. תפוקה זו תואמת את צרכי

¹ לפי 850 ק"ג למ"ק עצת אלון ו-550 ק"ג למ"ק עצת אורן, מתוך "משקל של חומרים ומוצרים", אתר https://www.google.co.il/search?q=%D7%9B%D7%9E%D7%94+%D7%A9%D7%95%D7%A7%D7%9C+%D7%A7%D7%95%D7%91+%D7%A2%D7%A5&sa=X&ved=0ahUKEwiAuvnEofbZAhUE_iwKHWDnAtgQIQIIXQEoAQ&biw=1263&bih=4

ממשק המערכות אך אינה עונה על הביקוש לביומסה מעוצה, שעולה בסדר גודל על היצע המערכות; לדוגמה, בשנת 2011, ישראל ייבאה 567,000 מ"ק של עץ מחטני גלמי מנוסר (כליל ובונה, 2015), שמייצגים למעלה מכ-300 אלף טון ביומסה מעוצה.

2.1.5.2.3 תועלות השרות

העצה הגולמית מתפקדת כעץ הסקה, וכמקור לפחמים ולנגרות, והגזם הגולמי משמש כחומר חיפוי בגננות ובחקלאות אך גם כחומר בעירה. בהתייחס לעצה, בין 40% ל-80% מהעצה המופקת ממכלול היערות הנטועים שבמערכת החבל-הים תיכוני (וגם מהיערות הנטועים של המערכות המדבריות, שהן רק 29% ממכלול היערות הנטועים של ישראל הכולל 720,097 דונם בשנת 2015) (קק"ל, 2017) נמכרים כעצי הסקה (כליל ובונה, 2015). עצה מסופקת גם על גבי ידי מערכת החורשים והבתות (רק מהשטחים המוגנים שבה), אך בכמויות נמוכות (ולא מתועדות) מאלה המסופקות על ידי ממערכת היערות הנטועים. כל הפקת העצה שאינה נמכרת כעץ הסקה נמסרת בחינם למטרות הסקה, נמכרת להפקת ריהוט כפרי, לייצור תעשייתי של משטחי עץ (לבידים) ואף לסמוכות במערכות חקלאיות (כליל ובונה, 2015).

שווי טון עצה גולמית ממערכת היערות הנטועים הוא 350-450 ש"ח, ומחיר עץ האורן להסקה המופק מחומר גלם זה גבוה כשנמכר בחורף מזה שנמכר בקיץ. במהלך השנים של הפקה מתועדת נמצא כי המחיר הנמוך ביותר למ"ק היה מחיר קיץ של 150 ש"ח, והמחיר הגבוה ביותר היה מחיר חורף של 300 ש"ח. בנוסף, חושבו גם המחירים הממוצעים, שהם 211 ש"ח למ"ק בקיץ ו-259 ש"ח למ"ק בחורף (כליל ובונה, 2015). מחירי שוק אלה של מוצר עץ ההסקה כוללים עלויות נלוות שעיקרן פעילות הכריתה והשינוע מהמערכות. בהנחה שעץ ההסקה מהווה ערך ביניים של 60% מערך הביניים של 30,000 הטון של תפוקת העצה לשנה, ובהנחה שמ"ק עץ הסקה (שמשקלו כחצי טון) נמכר במחיר שנתי ממוצע של 235 ש"ח למ"ק (ממוצע מממוצעי קיץ וחורף), הרי שסדר הגודל המשוער של התועלת הכלכלית מהעצה המשמשת לעץ הסקה הוא של כ-8.5 מיליון ש"ח לשנה לפחות.

עצה כחומר גלם לפחמים המשמשים לחימום ולצלייה מופקת ממערכות החורשים שבאזור הגליל באמצעות פעילויות ממשק של דילול חורש טבעי בעיקר בשמורות הטבע, על ידי רט"ג ובאמצעות קבלנים. מין העץ העיקרי המספק למעלה מ-95% של עצה זו הוא אלון מצוי והשאר מסופק על ידי מיני אלות, אדר וליבנה. כמות הביומסה המעוצה המופקת מהמערכת לצורך הפקת פחמים מזערית, כ-20-25 ק"ג לדונם, ממנה רק כ-20% הופך למוצר המסחרי (פחמים) ששווי ליצורן עומד על כ-6 ש"ח לק"ג.

בהתייחס לגזם, היינו הענפים הנגזמים מעצים עומדים או מעצים שנכרתו, התועלות ממוצריו מופקות באמצעות תהליך ריסוק. נכון ל-2015 רק כ-15% מרסק העץ משמש לחיפוי הקרקע בגינות ובמטעים, ליצירת קומפוסט, ולחומר בעירה במתקנים לייצור אנרגיה בתעשייה. נימצא כי חיפוי ברסק של קרקעות גינות העיר כרמיאל ממתן את ההתאדות ולכן את צריכת המים של צמחי הגינות, מה שמקטין את הצורך בהשקיה ומביא לחסכון של עד 50%-60 מעלות חשבון המים של העירייה; היינו, העירייה יכולה לשלם עבור ההובלה של רסק עץ ופיזורו על פני 960 הדונם של גינות העיר בעובי שכבה של 10 ס"מ ועדיין להישאר עם עודף שנתי של 600,000 ש"ח (כליל ובונה, 2015).

2.1.5.2.4 המשתמשים

הנהנים העיקריים הם תושבים יהודים, פלסטינאים ובודאים המשתמשים בעץ להסקת הקמין, אנשים מכל המגזרים וחלקי הארץ הקונים ריהוט כפרי, גננים ולקוחותיהם המשתמשים ברסק עץ לחיפוי קרקע, החקלאים המשתמשים בסמוכות לתמיכת עצים וכן התעשייה המשתמשת במשטחי עץ לשינוע סחורות.

2.1.5.3. מגמות

2.1.5.3.1. ממדי הפקת השרות בעבר

תיעוד כמותי על ממדי הפקת השרות המתייחסים להפקה מכל יערות קק"ל החל רק בשנת 1953, היינו - הערכים להלן כוללים את ההפקה מחורשות קק"ל גם במערכות המדבריות וגם ממערכת היערות הנטועים, אך לא את הפקת השרות ממערכת החורשים והבתות. לאחר 20 שנה מתחילת פעילות הממשק של קק"ל הגיעה התפוקה של שנת 1973 לכ-35,000 טון (בעיקר מאקליפטוס אך גם מעצי מחט). מ-1974 ל-1989 הממוצע השנתי של ההפקה עמד על כ-70,000 טון (אקליפטוס ומחטניים בשיעור זהה). בשנת 2000 הופקו 100,000-120,000 טון שרובם סופקו לתעשיית משטחי העץ (לבידים). במהלך השנים 2005-2015 התייצבה התפוקה השנתית הממוצעת על ערך המצב הנוכחי של כ-24,000 טון. אין נתונים לגבי מצבי עבר בשטחים המוגנים של מערכת החורשים והבתות, אך אפשר שקיימת מגמת עלייה בהפקת עצה ממערכות אלה.

2.1.5.3.2. זיהוי מגמה

מגמת עלייה במהלך מחצית המאה ה-20, ולאחר מכן כנראה מגמת ירידה והתייצבות בממדי הפקת השרות מהיערות הנטועים; אפשר לצפות כי קיימת גם מגמת עלייה בתפוקת מערכת החורשים והבתות, אך בהעדר נתונים לא ניתן לזהותה.

2.1.5.3.3. גורמים מחוללי שינוי

ניתן לזהות שני גורמים מחוללי שינוי ישירים באספקת היצע השרות - שריפות היער שתדירותן ועוצמתן במגמת עלייה, וחדירת מינים פולשים זרים, שמספרם ובעיקר קצב ומרחב התפשטותם במערכות החבל הים-תיכוני במגמת גידול גם כן. שני גורמים אלה מחוללים שינויים במערכות האקולוגיות, במגוון הביולוגי שלהן, ואפשר גם באספקת שירותים. את הגורמים הישירים הללו מניעים גורמים מחוללי שינוי עקיפים, במישורין ובעקיפין. במישורין, שכן כל שריפות היער הן בידי אדם - גידול האוכלוסייה, המינוע והזמן הפנוי מגבירים את הביקורים במערכות החבל הים-תיכוני, מה שמביא לגידול במספר ההצתות על רקע של רשלנות, ותהליכים אחרים מביאים אף להצתות מכוונות. בעקיפין - שינויי האקלים הגלובליים, תהליך אנתרופוגני גלובלי, מגבירים את דליקותו של הצומח ומעצימים את ממדי השריפות (Moriondo et al., 2006). גם העלייה במספר המינים הפולשים נגרמת בעקיפין על ידי תהליך הגלובליזציה המביא להסעה בין-יבשתית של מינים שהם זרים לישראל, כולל מיני צומח עצי.

כל אלה יצרו מגמה של הגברת המודעות אצל גופי הממשק של מערכות היערות הנטועים ומערכות החורשים והבתות, על הקשר בין העלייה בתדירות ובעוצמת השריפות לא רק בהתעצמות הגורמים מחוללי השינוי לעיל, אלא גם בגורם מחולל שינוי נוסף המגביר את תדירותן וקצב התפשטותן של שריפות יער, והוא רעיית-חסר של מיני מרעית תת-היער, כולל מינים מעוצים, במערכות החורשים והיערות הנטועים. ממשק של רעיית מקנה במערכות בממדים מצומצמים ביותר, הוא ממשק המאפשר לצמחי המרעית ולחיות המקנה לגדול ולהתרבות ולהביא לציפוף הצומח העצי של תת-היער, מה שמגביר את דליקותו ומעודד את התפשטות השריפה. העלייה במודעות לגורמים מחוללי שינוי אלה, וגם הנזקים ברכוש ובנפש בגין השריפות הביאו לממשק דילול של צומח תת-היער ביערות וגם ליצירת רצועות חיץ ביערות ובחורשים וזאת באמצעות כריתה וגזיזום, מה שגרם לתפוקת ביומסה מעוצה גוברת והולכות, בעיקר לאחר אירועי שריפות.

במקביל גברה גם המודעות לריבוי מיני העצים הפולשים כדוגמת שיטה כחלחלה (*Acacia saligna*), אילנתה בלוטית (*Ailanthus altissima*) ועוד (דופור-דרור, 2010) וקצב התפשטותם, והמודעות לאפשרות נזקים למגוון הביולוגי המקומי בגינם, מה שגם כן

הגדיל את תפוקת הביומסה המעוצה על ידי בירוא מינים אלה. התנסויות ממשק אלה הביאו לגיבוש תורת ניהול יער וחורש חדשה (אוסם וחוב', 2014) הכוללת גזם תקופתי, כך שבשנים האחרונות מתכנסת פעילות הכריתה למספר כריתות שנתי האמורות לצמצם התפשטות הצתות יער ולמתן את נזקיהן. פעילות זו הורידה את התפוקה אך הגבירה את יציבות תפוקת שרות אספקת ביומסה מעוצה במהלך השנים מתחילת המאה הנוכחית.

2.1.5.4. פערי ידע

1. חסר מידע מפורט על ממדי אספקת השרות ממערכת החורשים והבתות ובדיקה אם ישנה אספקה גם ממערכת הכורכר והחולות.
2. התרומה הכלכלית של השרות בהשוואה לביקוש לכל אחד ממוצריו בישראל המסופק על ידי יבוא, היינו, מערכות מחוץ לישראל.
3. מידע על וויסות אוכלוסיות השיטה הכחלחלה, והאם ממדי הפקת של שרות אספקת ביומסה מעוצה של מין זה מאפשרים הפקה בת-קיימא, או שהפקת השרות מקדמת את אוכלוסיית מין פולש זה להכחדה.

2.2. שרותי ויסות

2.2.1. ויסות איכות האוויר

2.2.1.1. כללי

2.2.1.1.1. מהות השרות

חומרים אנאורגניים בעיקרם, מתכות כבדות, יסודות רדיואקטיביים ורגילים, גזים וחלקיקים נשימתיים נפלטים לאוויר ממפעלי תעשייה ומכלי תחבורה שמקור כולם במעשה ידי אדם, אך ריכוזיהם הגבוהים באוויר עלולים לפגוע בבריאות האדם, בחיות המשק, בגידולים חקלאיים ואף ברכיבי מגוון ביולוגי רבים, ובכך להשפיע על אספקת שירותים נוספים שהמגוון הביולוגי מעורב בהפקתם. הצומח שבמערכות החבל הים-תיכוני, בעיקר עצים ושיחים, מעורב בהפחתת ריכוזי מזהמים אלה באוויר שבסביבתו.

2.2.1.1.2. המנגנון של הפקת השרות

עצים ושיחים מהווים מבלע למזהמים הנפלטים לאוויר ובכך מפחיתים את ריכוזם בו. חלקו של מנגנון המבלע פסיבי, כאשר כוח הכבידה בסיוע מיתון מהירות הרוח המקומית באמצעות ענפי העצים וצמרותיהם, מביא לשקיעת החלקיקים המרחפים באוויר ולקליטתם על פני משטחי העלים וקליפות הענפים של התכסית הצמחית. בנוסף לשקיעה ואגירה פסיביים אלה הצמחים מבצעים גם קליטה אקטיבית של מזהמים מהאוויר וזאת באמצעות פיוניות העלים כך שמזהמים אלה נכלאים בגופם של העצים והשיחים. הכליאה במבלע זה שבגופי הצמחים מוגבלת זמן, שכן המזהמים שנקלטו פסיבית עלולים להישטף בגשמים, ואלה שנקלטו אקטיבית עלולים להיפלט לסביבה באיטיות כאשר חלקים מגוף הצמח, עלים, פירות, ענפים מתים נושרים ונרקבים בקרקע, או אף להיפלט במהירות בעקבות שריפות היער. אך כאשר קצב האגירה במבלע גבוה מקצב הזליגה ממנו, הפקת השרות מצמצמת את ממדי הזיהום שבאוויר (Hill, 1971).

2.2.1.2. מצב נוכחי

2.2.1.2.1. רכיבי המגוון הביולוגי המעורבים בהפקת השרות

מיני עצים ושיחים. המחקרים בנושא רבים ולא תמיד חד משמעיים בבחינת היכולת להכליל, אך מסתמנת הסכמה כי: 1. עצים בוגרים קולטים יותר מזהמים, במצטבר, מעצים צעירים; 2. עצים נשירים קולטים יותר מעצים ירוקי עד דומים בגלל פעילות מואצת מאוד בעונת הצימוח ושטח פנים גדול של העלה; 3. עצים עם עלים קטנים קולטים יותר מעצים עם עלים גדולים, בגלל יחס שטח פנים לנפח גדול יותר – למשל, מחטי אורן לעומת עלים של אלון מצוי בהתאמה.

2.2.1.2.2. ממדי הפקת השרות

לא נמצא מידע כמותי ישיר על ממדי ההפקה של השרות, היינו מידע על מתאם בין השינויים בכמויות מזהמים שנלכדו על ידי צומח המערכת לבין שינויים בריכוז המזהמים באוויר שנצפו בסביבת המערכת או מחוצה לה. אך ישנם מחקרים שהראו כי ניתן לזהות הפקה של השרות בעקיפין. אלה הם מחקרים שנועדו להשתמש בצומח עצי כאינדיקטור למזהמים שבאוויר וזאת באמצעות זיהוי של השפעת המזהמים על בריאות העץ (אורן ירושלים באזור האקלים הים-תיכוני של צרפת, Robles et al., 2003), או כאינדיקטור לממדי זיהום האוויר בחלקיקים נשימתיים באמצעות מדידת הנפולת של חלקיקים אלה על פני עלי עצים (מיני עצים

נשירים בבריטניה, Mitchell et al., 2010), או גם כאינדיקטור לניטור ממדי הזיהום מתחנת כוח ותחנת זיקוק דלק באמצעות מיצוי מזהמים מגזעי וענפי עצים בקרבם (אורן ירושלים בירדן, Al Alawi et al., 2007).

מחקר זה של מעורבות אורן ירושלים בהפקת שרות זה בירדן מציג גם גישה נוספת לזיהוי תפוקה של השרות וזאת באמצעות השוואה של ממצאים בצומח באזור בו האוויר ידוע כמזהם, עם ממצאים מאזור בו הזיהום באוויר נמוך. מחקר זה הראה כי האורנים באזור תחנות הכוח והזיקוק ספגו כמות מזהמים שהיא גבוהה בסדר גודל אחד עד שניים מהכמות שנספגה על ידי האורנים שבאזור מרוחק ביותר ממקורות זיהום (Al Alawi et al., 2007). היינו, מחקר זה לא הראה באיזו מידה היער מיתן את זיהום האוויר באזור הפעילות המזהמת, אלא הציג את הקשר בין רמת זיהום לבין ממדי קליטת המזהם על ידי המערכת האקולוגית.

בדומה, זיהוי תפוקת השרות נעשתה גם על ידי השוואת ממדי לכידת מזהם אוויר שמקורו בתעשייה ובתחבורה, הגופרה (סולפט – SO_4) בין אורנים ואלונים בכרמל. זאת באמצעות מדידת ריכוזי הגופרה במי הגשמים ששטפו את הצמרות, העלוות, הענפים והגזעים של עצי כל אחד ממינים אלה, ונאספו במכלים שהוצבו תחת צמרותיהם. מחקר זה העלה כי על האורנים הושקעו 38 ק"ג גופרה להקטר (10 דונמים) יער לשנה לעומת 18 ק"ג/הקטר/שנה על האלונים, ולעומת 28 ק"ג/הקטר/שנה על חלקות משותפות לשני המינים. הנחיתות היחסית של הפקת השרות על ידי האלונים נבעה כנראה מממדיהם הקטנים של האלונים באזור המחקר, אלונים שהתפתחו בחלקת יער אורנים נטוע בן 40 שנה. מיקומה של חלקת מחקר זו במורדות המפנה המערבי של הכרמל, הביא להצעת החוקרים כי מערכת יערות וחורשים זו שבכרמל מהווה מסנן יעיל של המזהמים המגיעים עם גופי האוויר העולים מהים שבמערב, ובכך שרות וויסות איכות האוויר המסופק על ידי מערכת מקומית זו עשוי לצמצם את זיהום האוויר באזורי הכרמל מזרחה מאזור המערכת שנחקרה (Singer et al., 1996). כל המחקרים לעיל עשויים אפוא לתרום להגברת המודעות לקיומו של השרות, ולסלול דרכים למחקר שיביא לכימות ישיר של השינויים בממדי זיהום האוויר שניתן ליחסם ללכידת המזהמים על ידי הצומח העצי שבמערכות החבל הים-תיכוני בישראל.

קיים גם מידע דומה לגבי ממדי הפקת השרות של וויסות מזהם אוויר שממדי הזיהום שלו גוברים והולכים בעשורים האחרונים ברחבי העולם. מזהם זה הוא האוזון (O_3), אך לא זה שבסטרטוספירה הגבוהה שם האוזון מונע קרינה מסוכנת, אלא האוזון שבטרופוספירה הנמוכה יותר, שהוא מזהם משני; בשונה מהאוזון הסטרטוספרי המונע קרינה מסוכנת, האוזון הטרופוספרי נוצר באטמוספירה באינטראקציה כימית המתקיימת בתנאי קרינת שמש חזקה, בין שני מזהמים תעשייתיים (תחמוצות חנקן ותרכובות אורגניות נדיפות). האוזון הטרופוספרי הוא אפוא מעשה ידי אדם, ונזקיו רבים לבריאות האדם והצומח, ובנוסף לכך אוזון זה מתפקד גם כגז חממה. האוזון הטרופוספרי נקלט בעלי הצמחים באמצעות הפיוניות שלהם ועם היקלטו בגוף הצמח הוא מתפרק לכימיקלים אחרים שבהם כאלה הפוגעים בצמח עצמו. אך כיוון שהאוזון שנקלט התפרק, אין הוא מוחזר לאוויר, ולפיכך ניתן לזהות הפקה של שרות וויסות ריכוז האוזון הטרופוספרי באוויר, וזאת באמצעות רכיב הצומח של המערכת הקולט את האוזון ומנטרל אותו.

ואמנם, נמצא (Manes et al., 2012) כי לשטף האוזון הטרופוספרי מהאטמוספירה לפיוניות שבמשטחי צמרות תכסית צומח האזור הים-תיכוני באיטליה השפעה חיובית על איכות האוויר, המתבטאת ברידה בריכוז האוזון האווירי. זאת כאשר נמצא כי הפקת שרות זה באמצעות הטמעת האוזון על ידי מינים רחבי עלים (שמשטח עליהם רחב) הייתה גבוהה פי שניים מזו של מינים ירוקי-עד (מחטניים). בנוסף, ניתן היה לכמת את ערכו הכספי של השרות, כאשר העלות הממוצעת של נזקי בריאות האדם הנגרמת על ידי טון מעוקב של אוזון אטמוספרי הוערכה בכ- \$ 6,800 (Nowak et al, 2006), שזה גם ערכו של השרות המסופק על ידי יחידת שטח של המערכת האקולוגית. במקביל חושב גם שטף האוזון הטרופוספרי להקטר של תכסית צומח היערות שנחקרו, מה שהביא להערכה הכספית של התועלת ממכלול היערות שבמחוז Latium שבאיטליה. שטחו של מכלול יערות זה עומד על 919,361 ו-

50,819 הקטר יערות רחבי עלים (בעיקר אלונים) ומחטניים (בעיקר אורנים) בהתאמה. נמצא כי ערך התועלת מהשרות המופק על ידי שטח זה של המערכות האקולוגיות עמד על \$ 85,025,821 לשנה, היינו, תועלת הפקת השרות של מכלול יערות האזור מוערכת ב-88 \$ /הקטר/שנה.

אפשרות לוויסות זיהום האוזון הטרופוספרי המגיע באמצעות משטר הרוחות מאזור המרכז של ישראל להרי יהודה באמצעות מערכת היערות הנטועים באורנים שבאזור שער הגיא שבפרוזדור ירושלים נבדקה במחקרים רבים, וזאת כאשר התגלתה פגיעה בעצי האורן שבמערכת זו. אפשר שפגיעה זו נבעה מהגידול בהפקת שרות וויסות האוזון הטרופוספרי, שריכוזו האטמוספרי בנחל שער הגיא הגיע לממדים גבוהים ביותר, כך שהחשיפה הממושכת של העצים לריכוזים גבוהים אלה הביאו לנזקים למנגנון הפקת השרות עצמו. רביו של המחקרים הללו העלה כי הגורם לפגיעה באורני שער-הגיא נותר במחלוקת (שילר, 2003), וממדי הפקת השרות של מערכת שער הגיא לא נמדדו.

2.2.1.2.3 תועלות ומשתמשים

תועלת השרות היא בעיקרה בריאותית, ובעיקר עבור המתגוררים או פעילים באזורי המרכז של ישראל, בהם זיהומי האוויר גבוהים במיוחד. כך גם עשויה להיות תועלת לחקלאים שבאזור האקלים הים-תיכוני של ישראל בגין מיתון נזקי זיהום האוויר לגידולים.

2.2.1.3 מגמות

2.2.1.3.1 ממדי הפקת השרות בעבר, מצב המגוון הביולוגי המערב באספקת השרות ומגמות

כשם שאין מספיק נתונים על ממדי הפקת השרות בהווה, כך גם חסר מידע על ממדים אלה בעבר. סביר שהביקוש לשרות התגבר והלך עם גידול האוכלוסייה, התיעוש, והתחבורה ועמם התגברות זיהום האוויר באזור האקלים הים-תיכוני של ישראל, בו גם ממוקמות מערכות החבל הים-תיכוני. במקביל התרחשו שינויים מורכבים בהיצע השרות. היות והשרות מופק בעיקר באמצעות הצומח העצי, ממדיו של צומח זה השתנו גם כן, אך במגמות סותרות. במהלך השנים מימי קום המדינה שטחים של מערכות החורשים והבתות תחת רעיית-יתר (שדיכאה את הצומח) הותמרו למערכת היערות הנטועים שרוב הצומח העצי שלהם הוא זה של עצים מחטניים, מה שהעלה את היצע השרות (בהתייחס למידע על יעילות גבוהה של אורנים בלכידת גופרה מזו של אלונים). מתחילת שנות ה-90 התאושש החורש מרעיית היתר ומהכריתה והיצע השרות של מערכת זו היה במגמת עליה. במקביל לכך, התרחש תהליך של התמרת מערכת החורש המתחדשת למערכות חקלאיות ועירוניות-יישוביות, תהליך שהעלה את הביקוש לשרות (עלייה בזיהום אוויר תעשייתי ותחבורתי) וצמצם את ההיצע (צמצום שטחי העצים רחבי העלים, עצי החורש).

2.2.1.3.2 הגורמים מחוללי השינוי

אלה הם ממדי זיהום האוויר שהגבירו את הביקוש לשרות, והשינויים בהרכב וממדי הצומח העצי בשטחי האקלים הים-תיכוני של ישראל, ומערכתיו האקולוגיות, טבעיות (מערכות החורשים והבתות) והנטועות (מערכות היערות הנטועים).

2.2.1.4 פערי ידע

1. להגברת וודאות הממצא כי הצומח של מערכות החבל הים-תיכוני ממתן את ממדי זיהום האוויר, נדרשים נתונים שיאפשרו זיהוי וכימות המתאם שבין רמות זיהום האוויר (ישירות, ולא באמצעות אינדיקטורים) ובין ממדי הצומח המספק את מנגנון הפקת השרות זה. נדרש גם מידע נוסף על ההבדלים בין מיני הצמחים השונים וממדי הפקת השרות של כל אחד מהם.

2. דרוש מחקר נוסף להגברת הוודאות על קיומו של וויסות זיהום האוויר באוזון טרופוספרי, לא רק באזור שער הגיא והרי יהודה, שם שטחי אורנים נשרפו פעמים אחדות לאחר המחקרים שנעשו שם בנדון, אלא גם באזורים אחרים של מערכות החבל הים-תיכוני.

2.2.2. ויסות אקלים מקומי

2.2.2.1 כללי

2.2.2.1.1 מהות השרות

שרות ויסות האקלים המקומי מוצג בפרויקט זה הוא ויסות הממתן את עומסי החום שבסביבתם הקרובה של הנמצאים בשטחי מערכות החבל הים-תיכוני, חיות מקנה ובעיקר אנשים הנופשים ומטיילים במערכות אלה, וזאת בהתייחס לממדי הנוחות התרמית/האקלימית של האדם. הפקת שרות זה על ידי המערכות האקולוגיות מבוצעת באמצעות צומח המערכות לו השפעה יחסית על מעברי האנרגיה שבסביבתו. השפעה זו כוללת קליטה של אנרגית השמש על ידי כיסוי הקרקע (תכסית צומח אל מול קרקע חשופה); החזר יחסי של קרינה זו לאטמוספירה (אלבדו); ומידת ההתמרה של אנרגית השמש לחום, או לחום כמוס (שימוש באנרגיה לאידוי מים) (West et al., 2011). מעורבות הכיסוי הצמחי בתהליכים אלו עשויה להשפיע לא רק על טמפרטורת האוויר ברמה המקומית אלא אף בקנה מידה נרחב יותר עד כדי השפעה אל מעבר לגבולות המערכת (Rotenberg & Yakir, 2010). אולם, עד כה נערכו בארץ מחקרים הבוחנים רק את מעורבות הצומח המעוצה הגבוה (עצי היערות הנטועים ועצי החורשים) בוויסות האקלים שבגבולות המערכות בהן רוב עצים אלה הוא בגובה הנפוץ, ובהשפעת ויסות זה על האדם שבתוך המערכות או בסביבתן הקרובה.

2.2.2.1.2 מנגנון הפקת השרות

למנגנון הפקת השרות שני רכיבים/שולבים. הראשון, השפעת צומח המערכת, בעיקר הצומח העצי, על משתנים אקלימיים שבמערכת, להם עשויה להיות השפעה על פעילות האדם. השני – השפעת ויסות המשתנים האקלימיים המבוצע באמצעות צומח המערכת הללו, על הנוחות התרמית של האדם הנמצא בתוכן. מדובר במשתנים כטמפרטורת האוויר, הלחות היחסית של האוויר, מהירות הרוח וכדו' אשר שקלול שלהם מייצר אינדקס המאפשר את בחינת השפעתם הפיזית על הנוחות התרמית של האדם, "אינדקס הנוחות התרמית".

לגבי השלב הראשון, השפעת התכסית הצמחית הגבוהה מגובה האדם, בעיקר זו של עצים היא קודם כל השפעה על הטמפרטורה המתבצעת באמצעות הצללה של השטח ובצמצום הקרינה הישירה. שני גורמים אלה משליכים על טמפרטורות האוויר ברמה המקומית, היינו בסביבה הקרובה לתכסית הצומח, טמפרטורה המשפיעה על הנוחות התרמית של האדם. גם לדיות, היינו אידוי מים שבגוף הצמח המתבצע עם פליטת מים אלה מעלוות העצים לאוויר, השפעה על הנוחות התרמית של האדם. בנוסף, התכסית העצית עשויה להשפיע גם על תנועת האוויר ביער/חורש, שכן צפיפות הצמחייה הגבוהה מגבילה את תנועת האוויר בפנים היער/חורש, מה שמשפיע גם כן על הנוחות התרמית של האדם.

השלב/רכיב השני שבמנגנון הפקת השרות ניתן לביטוי ב"אינדקס הנוחות התרמית", מדד ביו-פיזיקלי המתאר את חילופי החום בין גוף האדם וסביבתו. זאת בהקשר לפעילות הפיזית במצב מנוחה (ייצור חום מטבולי של 100 קילו-קלוריות לשעה) או במצב של פעילות פיזית מתונה (ייצור חום מטבולי של 410 קילו-קלוריות לשעה), ובהתאם לתנאי האקלים שבסביבתו הקרובה, וללבושו של האדם. הנחת היסוד לשימוש באינדקס זה היא שבתנאים נתונים של האקלים המקומי מופרשת זיעה שהתאודתה מקררת את גוף האדם, מה שמאזן את התחממותו עקב ייצור חום מטבולי, ומאפשר חילופי חום זה עם סביבתו הקרובה של האדם. אינדקס זה משקלל את ממדי עקת החום או הקור בהשפעת הטמפרטורה, לחות האוויר והרוח על נוחות האדם בפעילות או במנוחה. הוא גם מציג את הסטייה מהמצב האידיאלי של נוחותו המיטבית של אדם ממוצע, וזאת מבלי להתייחס לרקע החברתי והכלכלי של המבקר במערכות היערות הנטועים ובמערכות החורשים (שילר, 2013).

2.2.2.2 מצב נוכחי

2.2.2.2.1 רכיבי המגוון הביולוגי המעורבים בהפקת השירות

בהפקת שרות וויסות האקלים המקומי מעורבים כל מיני העצים הגבוהים שבמערכות היערות הנטועים והחורשים, כ- אורנים, אלונים, חרובים ועוד, בעיקר אלה בעלי גזע יחיד ו/או צמרות סבוכות שעליהן רחבים. כל פרטי עצים כאלה שבמערכות מספקים יחד צל ומיתון קרינת השמש, ומעורבים בוויסות לחות האוויר ועוצמות הרוח במערכות ובסביבתן הקרובה.

2.2.2.2.2 ממדי הפקת השירות

גם אם אינדקס הנוחות התרמית מקובל בספרות המקצועית, לא נעשה חיפוש מדוקדק של שימוש באינדקס זה לצורך כימות ממדי הפקת השרות במערכות החבל הים-תיכוני. זאת למעט ממצא של ביטוי אינדקס זה בפליטת קילו-קלוריות על ידי אדם בהליכה בהשוואה לאדם במנוחה, וכשהוא ביער נטוע, בהשוואה לשהייתו בחורש, בחודש יוני (תחילת הקיץ). נמצא כי שיקלול עקת החום היומית הממוצעת בתנאי מנוחה עמד על כ-15 קילו-קלוריות לשעה ביער נטוע, לעומת 223 קילו-קלוריות בחורש, והשקלול בזמן פעילות פיזית מתונה (כמו למשל הליכה) העלה ערך של 282 קילו-קלוריות לעומת 545 קילו-קלוריות, בהתאמה (שילר, 1974). היינו, הפקת השרות על ידי היער הנטוע המתבטאת במאמץ האנרגטי הנדרש להשגת נוחות תרמית כאשר המשתמש בשרות נופש במנוחה במערכת היער הנטוע, גבוהה פי 15 מזו של נופש בחורש, ורק פי שניים כאשר המבקר במערכות הללו מטייל בהן בהליכה מתונה.

ממדי הפקת שרות נוספים יוצגו כאן במדדים יחסיים השגורים בציבור, כטמפרטורה בעקבות ההצללה וצמצום הקרינה, וגם כמהירות הרוח, שהם משתנים אקלימיים היוצרים הקלה במצבים של עומס חום בחודשי הקיץ. ערכים של משתנים אלה נמדדו במערכות החבל הים-תיכוני, וזאת בהשוואה לערכיהם מחוץ למערכות, וגם בהשוואות ערכי משתנים אלה בין מערכות היערות הנטועים לבין מערכות החורשים. למהירות הרוח עשויות להיות השפעות מנוגדות על לחות האוויר במערכת ולכן גם על תחושת החום. מהירות תנועת האוויר במערכת מאפשרת אידוי רב בתנאי רוח חזקה, והיות וההתאדות צורכת חום רב (540 קלוריות לגרם) מהווה הרוח גורם נוסף המצטרף להקלה בעומס/עקת החום. אולם רכיב הלחות היחסית באוויר שמקורו בדיות (פליטת מים והתאדותם מפני עלוות העצים) עשוי להשפיע על הנוחות התרמית דווקא בהעלותו את תחושת החום. אלא שתנועת האוויר במערכת עשויות גם למתן את לחות האוויר, בנסיבות התלויות בשוני המרחבי במבנה היער/חורש, ובמערכת האקלים שבאזור בו ממוקמת המערכת האקולוגית (שילר, 2013).

ביטוי הפקת שרות הויסות של האקלים המקומי בערכי הטמפרטורה, בין אם ההפקה היא באמצעות עץ בודד או על ידי המערכת כולה, נקבעים באמצעות מדידת טמפרטורת "גוף שחור" על ידי תרמומטר ייעודי, יותר מאשר באמצעות מדידת טמפרטורת האוויר במד-חום מקובל. זאת משום שטמפרטורת גוף שחור דומה יותר להשפעה על טמפרטורת גוף האדם מאשר טמפרטורת האוויר. מדידה כזו שנערכה בפארק השרון שבמערכת הכורכר והחולות עבור עץ חרוב העלתה כי ההפרש בין טמפרטורת גוף שחור בצל לבין זו בשטח החשוף שבסמיכות למערכת ביום קיץ עומדת על כ- 8.3°C (שילר, 2013). טמפרטורת גוף שחור ממוצעת שנמדדה בכרמל בימי הקיץ, נמצאה נמוכה ביער נטוע ב- 6.9-7.9 מעלות צלזיוס מאלו שבחורש צפוף. היינו, אלה ממצאי הפקה משמעותית של השרות המבוטאת בטמפרטורת גוף שחור, ובהבדל המשמעותי במימדי ההפקה בין שתי המערכות.

ביטוי הפקת שרות הויסות של האקלים המקומי בהר הכרמל בערכי מהירות הרוח הממוצעת שנמדדה במטר לשניה, נמצאה גבוהה יותר ביער הנטוע בכ- 0.3-1 מטר לשניה, שהיא כ- 120%-150 ממהירות הרוח בחורש (Schiller, 1974). לעומת זאת, באזור

בית ג'מאל, מהירות הרוח נמצאה גבוהה יותר בחורש מאשר ביער ב- 0.7-1.3 מטר לשנייה (Schiller & Karschon, 1973). ממצאים מנוגדים אלה מלמדים כי ההשוואה בין יער לחורש בממדי הרוח מורכבת ועשויה להיות מושפעת מגיל העצים, צפיפותם, ומיקומן הטופוגרפי והגיאומורפולוגי של המערכות, ולא רק מההבדלים שבין מיני העצים השולטים בשתי מערכות הצומח העצי, של אורנים ביערות הנטועים ושל אלונים ואילות בחורשים.

ממדי הפקת השרות באמצעות השוואות טמפרטורות ומהירויות רוח בין שטחי מערכות החורשים והבתות ברמות כיסוי צומח שונות (0%-100% כיסוי) נמדדו בקרן הכרמל. נמצא כי בין חלקות בתה/שטה חשוף מצומח לבין חלקות מוצלות על ידי האלונים בחודשי הקיץ, ישנה הקלה בטמפ' של 3-5 מ"צ בטמפרטורת האוויר, וקרוב ל-10 מ"צ בטמפ' גוף שחור. היינו, ממדים משמעותיים של הפקת השרות המתבטאים בטמפרטורה. לעומת זאת, מהירות הרוח נמצאה נמוכה יותר בשטח החורש הצפוף (100% כיסוי) וכך היא מגדילה את אי-הנוחות התרמית בחודשי הקיץ. העקה הנמוכה ביותר תורגש באזור עם כיסוי חורש של כ-80% (ולכן מהירות רוח גבוהה יותר מאשר בחורש של 100% כיסוי עצי). בחודשי החורף, לעומת זאת, הנוחות המירבית תורגש בחורש שכיסוי גבוה, כאשר תנועת הרוח בו נבלמת בעוצמה רבה (ויינשטיין ושילר, 1981).

מכל אלה ניתן לסכם שאינדקס הנוחות התרמית המשקלל את מכלול גורמי האקלים המקומיים עבור הנופשים במצב מנוחה או פעילות בימי הקיץ, הוא אידיאלי ביער הנטוע, פחות מכך עבור הנופשים בחורש, ואף פחות מכך בשטחי הבתות שבמערכות החורשים והבתות. בחורף, לעומת זאת - תנאי האקלים המקומיים יהיו הנוחים ביותר בשטחי החורשים הצפופים בהם אין רוח, יותר מאשר בשטחי היערות הנטועים בהם צפיפות העצים קטנה יותר.

2.2.2.2.3 תועלות

התועלות העיקרית בשרות ויסות האקלים המקומי מתבטאות בנוחות תרמית עבור המבקרים והנופשים ביערות הנטועים ובחורשים ובסמיכות להם, וזאת בתקופת הקיץ. תועלת זו מהווה גם תמיכה בהפקת שרות התרבות של נופש בחיק הטבע.

2.2.2.2.4 המשתמשים

המבקרים ביער ובחורש, וזאת כאשר הפקת השירות משמעותית במיוחד באזורים בהם ריכוז גבוה של מבקרים ונופשים בעונה החמה.

2.2.2.3 מגמות

אין מעקב או נתונים לגבי מגמות בהפקת השירות. ניתן להעריך שתהליך חדירת עצי אורן ירושלים שמקורם במערכות היערות הנטועים אל מערכות החורשים והבתות תורם להפקת השרות בשטחים נרחבים יותר מאלה בהם הופק השרות בעבר על ידי מערכות החבל הים תיכוני. לעומת זאת, תהליכי שינוי הממשק היערני ודילול צפיפות האורנים במערכות רבות של היערות הנטועים הביא גם לצמצום הדרגתי בממדי הפקת השרות במערכות אלה (אוסם, 2013).

2.2.2.3.1 גורמים מחוללי שינוי שיצרו את המגמות

גורם אחד מתבטא בתהליך חדירת עצי אורן ירושלים ממערכות היערות הנטועים למערכות החורשים והבתות. הגורם השני הוא פעילות ממשק היערות הנטועים הכוללת דילול היער, פעילות שהביאה ומביאה לירידה בשיעור הכיסוי הצמחי והשפעתו על הנוחות התרמית של המבקרים והנופשים במערכות החבל הים-תיכוני.

2.2.2.4. פערי ידע

נדרש מחקר השפעת צומח המערכות על האקלים שמעבר לגבולותיהן.

2.2.3. ויסות אקלים גלובלי

2.2.3.1. כללי

2.2.3.1.1. מהות השרות

אגירת הפחמן האורגני שמקורו הפחמן הגזי באטמוספירה, בביומסה של כל צמחי המערכת, ואף בקרקע המערכת. עצם קיומו של הצומח במערכת מסייע לשמירה על הפחמן הלכוד מפני פליטתו חזרה לאטמוספירה. בכך מתחולל מיתון בריכוז הפחמן הדו-חמצני באטמוספירה, בעוצמת אפקט החממה, בממדי ההתחממות הגלובלית ובשינויי האקלים הגלובליים. היינו, לכידה זו של הפחמן בצומח ובעקבותיה בקרקע תורמת לוויסות ריכוזי הפחמן האטמוספרי ובכך גם לוויסות האקלים הגלובלי ולמיתון תהליך השינוי האקלימי ("Climte change").

2.2.3.1.2. מנגנון השרות

הפחמן הדו-חמצני (CO_2) הגזי המתפקד כגז חממה, נקלט על ידי צומח המערכת ומקובע כפחמן אורגני הבונה את גופו של הצמח, בתהליך הפוטוסינתזה (ראה תהליך אקולוגי/שרות תמיכה - יצרנות ראשונית), ובכך את הביומסה הצמחית של המערכת. חלקו של הפחמן המקובע מושקע בבניית הביומסה, בה הוא נלכד; החלק האחר נפלט לאטמוספירה כפחמן דו-חמצני, בתהליך נשימת הצמחים. ככל שהצמח גדל, נוצרת ביומסה חדשה של עלים וענפים המחליפים את אלה שמתו ונשרו (נשר). הנשר מהווה מזון למגוון הביולוגי של היצורים המפרקים (חסרי חוליות קטנים וחידקים), הפולטים חלק מהפחמן של הנשר נלכד ונאצר בקרקע (Soil Organic Carbon, SOC). הפחמן האורגני שאינו מתחמצן בקלות אלא שורד לפרקי זמן ארוכים יחסית מצוי בעיקר בחלקים המעוצים (עצה) של הצומח המעוצה, ובקרקע.

2.2.3.2. מצב נוכחי

2.2.3.2.1. רכיבי המגוון הביולוגי המעורבים בהפקת השרות

מכלול הביומסה החיה של מערכות החבל הים-תיכוני מהווה את מאגר פחמן מערכת-העל של מערכות החבל הים-תיכוני, אך חלקה של ביומסת בעלי החיים במאגר זה זניח, לעומת חלקו של מכלול מיני המגוון הביולוגי הצמחי של המערכת. ככל שפרטי כל אחד ממיני מכלול זה גדולים יותר, וחלקיהם המעוצים רבים וגדולים יותר כך גדלה מעורבותם באספקת השרות, גם בתהליך לכידת הפחמן מהאטמוספירה וקיבועו, וגם בתחזוקתו בביומסה שלהם. בנוסף, רכיב המגוון הביולוגי של המינים המפרקים את הנשר, על המגוון הרחב של מינים אלה ותפקודם בתהליך הפרוק, מעורב בתהליך הטמעת חלק גדול מהביומסה המתה אל תוך מבנה והרכב הקרקע, ולכידתו בקרקע של חלק מהפחמן האורגני שקיבעו הצמחים.

חשיבותו של כל אחד ממיני הצמחים של המערכת בהפקת השרות נמצאת ביחס ישר (א) למימדי חלקי הצמח הירוקים, בהם מתבצע הקיבוע, למימדי החלקים המעוצים בהם מתקיימת הלכידה, לכידה המתקיימת אף במערכת השורשים של כל אחד מהמינים, ו-(ב) בגודלי האוכלוסיות של כל אחד מהמינים. מכאן שחשיבותם של מיני העצים באספקת השרות, הן במערכת היעירות הנטועים והן אלה שבמערכת החורשים והבתות, גבוהה מאשר זו של אזורים אחרים שהצומח העצי אינו שולט בהם, כבתות עשבוניות ואחרים.

ככלל, תכסית צמחית עשויה גם לתרום להתחממות האטמוספירה בגין ההחזר לאטמוספירה (אלבדו) של חלק מקרינת השמש הפוגעת בצמרותיה, ולכן לשינוי לא רצוי של האקלים הגלובלי. אך ניתן להעריך שתרומת האלבדו של כיסוי הצומח המעוצה של מערכות החבל הים-תיכוני להתחממות ביחס לתרומתו של אותו כיסוי צמחי ללכידת הפחמן הדו-חמצני להתחממות, הינה זניחה (רמתי ורוטנברג, טרם פורסם).

2.2.3.2.2 ממדי הפקת השרות

לממדי הפקת השרות שני מדדים. האחד הוא קצב תהליך הקיבוע, הנמדד במשקל הפחמן המקובע (נטו), היינו מינוס הפחמן הנפלט (בנשימה) על ידי הצומח ביחידת זמן ויחידת שטח של המערכת. מדד זה מביע את קצב הגידול של לכידת הפחמן בביומסה החיה בצמחים שהם בשלבי גידול או חידוש חלקי גוף (בעיקר עלים) שמתו. קצב זה מעיד על איכות השמירה על מאגר הפחמן הלכוד בביומסה. מדד זה נמדד באמצעות שיטת eddy covariance המאפשרת מדידת שטפים של פחמן דו-חמצני הנקלט בתהליך הפוטוסינתזה של הצומח ביחידת שטח של המערכת ליחידת זמן ובמדידות שונות במשך השנה.

מדד שני הוא גודל המאגר הלכוד, זה שאצור בביומסה וזה שבקרקע, ונמדד בגר' פחמן ליחידת שטח קרקע. מעקב לאורך זמן אחרי מדד זה גם מאפשר למדוד קצבי שינויים בממדי המאגר: פחיתת של מאגר הביומסה על ידי כריתה, שריפות ורעיית מקנה ופחיתה של מאגר הקרקע על ידי סחף קרקע, או גידול בממדי מאגר הביומסה על ידי שיקום הצומח, וגידול בממדי מאגר הקרקע על ידי שיקום ושחזור הקרקע.

הפחמן האצור בביומסה לכוד בעיקרו בחלקים המעוצים של הצמח, ומשקלו כמחצית ממשקלו הלח של הצמח (Thomas & Martin, 2012), והפחמן האצור בעצים שביערות הנטועים הוא כ- 1.55 ק"ג ל-מ"ר של המערכת, מתוכם - 0.805 גר' בגזעים (Grünzweig et al., 2007). כמות הפחמן האצורה בביומסה הצמחית שבמערכת היערות הנטועים תלויה במידה רבה במיקומם של יערות אלה על פני מפל הגשמים של מערכות החבל הים-תיכוני. למשל, נמצא כי ביער ביריה בו נרשם ממוצע גשם שנתי (לשנים 2012-2015) של 726 מ"מ הקיבוע נטו עמד על 454 גר' פחמן ל-מ"ר לשנה, ואילו ביער אשתאול בו ממוצע הגשם השנתי לאותה תקופה היה רק 558 מ"מ הקיבוע נטו עמד רק על 379 גר' פחמן ל-מ"ר לשנה. כך גם ממדי לכידת הפחמן בביומסה של הבתות שבסמיכות ליערות הנטועים תלויים בממדי רעיית המקנה בשטחים אלה: ליד יער ביריה שם הרעייה הייתה אינטנסיבית ממדי הקיבוע נטו היו אפסיים, בזמן שבבתה ליד יער אשתאול בה ממדי הרעייה היו מתונים, הקיבוע עמד על 28 גר' פחמן ל-מ"ר לשנה.

בנוסף, גם היחס בין הקיבוע ברוטו (- gross primary production GPP) ונטו - אחרי תהליכי הנשימה של הצומח ותהליכי הפירוק על ידי האורגניזמים בקרקע (NEP - Net Ecosystem Production) משתנה לאורך המפל האקלימי - ככל שכמות הגשמים השנתית קטנה יותר אחוזו הקיבוע נטו ביחס לברוטו - נמוך יותר (Ramati, 2015).

כמו כן נמצא כי כמות הפחמן האצורה בצמחייה העל-קרקעית (גרם פחמן ל-מ"ר) עולה כתלות בסוג תצורת הצומח ובצפיפות הצומח: בתות עשבוניות ושיחיות/שיחניות (בתות בני שיח) (226.35), שיחיה נמוכה (324), שיחיה גבוהה (גריגה) (413.55) וחורש (1107.9) (Koniak et al., 2011).

ממדי מאגר הפחמן האורגני בקרקע (Soil Organic Carbon, SOC), זה שבשכבת הקרקע העליונה (ב- 10 ס"מ העליונים, בה מאגר הפחמן העיקרי) נבדקו בבתות המאוכלסות בעיקר בכתמים של שיחי הסירה הקוצנית (המייצגים את טיפוס הבתה השיחנית), וביניהם פערים בהם בעיקר מינים עשבוניים (המייצגים את טיפוס הבתות העשבוניות), וזאת גם כן לאורכו של המפל האקלימי של

מערכות החבל הים-תיכוני. נמצא כי באזורי 780 מ"מ גשם לשנה מאגר הפחמן האורגני בקרקע כתמי השיחים עומד בממוצע על 2.72 ק"ג למ"ר ו-2.49 ק"ג למ"ר בכתמים עשבוניים. לעומת זאת, באזורי 540 מ"מ גשם לשנה המאגר בכתמי שיחים עומד על 1.91 ק"ג למ"ר ו-1.19 ק"ג למ"ר בפערים העשבוניים שבין כתמי השיחים (Talmon et al., 2011). היינו, קיימת תלות של ממדי הפחמן הלכוד בקרקע, בממדי הגשמים ובתכונות מיני הצמחים שהקרקע מתחזקת - עם עליה בכמות הגשמים ובתפוצה של מינים מעוצים, עולים ממדי הפחמן הלכוד בקרקע.

לשם השוואה עם מערכת אזור המעבר שבמערכות המדבריות, נמצא כי ביער יתיר (יער נטוע) מאגר הפחמן הקרקעי גבוה כמעט פי 2 מאשר בשטחים הסמוכים הלא נטועים של מערכת מדברית זו (4.07 ק"ג למ"ר ביער, לעומת 2.31 ק"ג בבתה השיחנית), וקצב הקיבוע ביער עומד על כ-50 גרם SOC לשנה למ"ר (Grünzweig et al., 2007). למרות שטרם נאספו נתונים על מאגר הפחמן הקרקעי במערכת היערות הנטועים שבמערכת-העל של החבל הים תיכוני, ניתן להעריך כי גודל המאגר וקצב הקיבוע יהיו גדולים אף יותר ובמתאם חיובי לצפיפות וגובה הצומח המעוצה.

2.2.3.2.3 תועלות

להקטנת ריכוז הפחמן הדו-חמצני באטמוספירה תועלת משותפת לכלל החברה האנושית, משום שוויסות זה רלבנטי למיתון תהליכי ההתחממות ושינויי האקלים הגלובליים, להם ביטוי באקלים הצפוי של ישראל העלול להביא לירידה ביבול החקלאי, לעלייה בתחלואה ולנזקים בריאותיים כתוצאה מעלייה בתדירות גלי חום, ולעלייה בתדירותם ועוצמתם של שריפות יער ושיטפונות.

2.2.3.2.4 המשתמשים, המגזרים בחברה הנהנים מהשירות:

ההשלכות של שירות ויסות האקלים באמצעות הפחתת ריכוז גזי החממה הן על כלל החברה האנושית. וויסות זה חשוב בעיקר לתושבי אזורים הפגיעים במיוחד לשינויי האקלים – אזורי ספר המדבר בהם התהליכים הצפויים של ההתחממות וירידה בכמות המשקעים עשויים להיות מהירים וקיצוניים יותר.

2.2.3.3 מגמות

עם העלייה במפעל הייעור במהלך המאה ה-20 (היינו בתהליך התמרת מערכות הבתות ולעיתים גם החורשים, למערכות היערות הנטועים), חלה עלייה בשטחי היערות הנטועים שבמערכות החבל הים-תיכוני, אשר עומד כיום על כ-656,000 דונם של יערות מחטניים ורחבי עלים במרחב מרכז וצפון שבניהול קק"ל (קק"ל, 2017). במקביל, היקף שטחי מערכת החורשים והבתות הצטמצם מאז שנות החמישים (זליגמן וחוב', 2016), אולם קיימת מגמת עליה בציפוף ובהתפתחות החורש במערכות החבל הים-תיכוני (המארג, 2016). ההכרה בחשיבות שירות וויסות האקלים הגלובלי עלתה והתעצמה עם העלייה המתמדת בריכוז CO₂ באטמוספירה בעקבות ההתפתחות התעשייתית ועם ההתמודדות מול שינויי האקלים ברמה העולמית, מה גם שתרומתה של ישראל להתחממות הגלובלית, ותרומת מערכותיה האקולוגיות בתפוקת שרות וויסות האקלים הגלובלי קטנות ביותר.

2.2.3.3.1 גורמים מחוללי שינוי שייצרו את המגמות באספקת השירות

היקף נטיעת העצים המחטניים אמנם פחת בעשורים האחרונים, אולם נטיעות מינים רחבי עלים במערכת היערות הנטועים עוד מתקיימות בהיקפים משמעותיים (קק"ל, 2017), מה שעשוי להגביר את ממדי הפקת השרות על ידי מערכות אלה. לעומת זאת ניכר כי העלייה בגידול האוכלוסין והתמרת מערכות החבל הים-תיכוני למערכות חקלאיות ועירוניות/יישוביות בעקבותיה הביאה לירידה בממדי הפקת השרות על ידי מערכת החורשים והבתות.

2.2.3.4. פערי ידע

רוב המידע על ממדי ההפקה של שירות זה מתייחס למערכת היערות הנטועים, ורצוי לגשר את פער הידע בכלל הקשור להפקת השרות על ידי מערכות החורשים והבתות ומערכות הכורכר והחולות. סגירת פער זה תתרום להצגת הממדים השנתיים של לכידת הפחמן של מכלול מערכות החבל הים-תיכוני, כבסיס לניטור ארוך-טווח.

2.2.4. האבקה של גידולים חקלאיים

2.2.4.1 כללי

2.2.4.1.1 מהות השירות ומנגנון הפקתו

האבקה "זרה" על ידי בעלי חיים (בשונה מהאבקה עצמית של צמח הגידול) חיונית עבור גידולי חקלאות רבים, מוערך כי 77% מכלל גידולי החקלאות בעולם תלויים בהאבקה בע"ח (Delaplane et al., 2000; Klein et al., 2007). רוב ההאבקה של המערכות החקלאיות שבאזור האקלים הים-תיכוני של ישראל מתבצע על ידי דבורת הדבש (*Apis mellifera*), מין מבוית שמקורו בון איטלקי, ובאמצעות כוורות של מין זה המנוידות ומוצבות בשולי המערכות החקלאיות. אך חלק מהאבקה זו של הגידולים החקלאיים מתבצע על ידי מיני דבורי בר של מערכות החבל הים-תיכוני, המבקרות גם במערכות החקלאיות שבסמיכות למערכות הטבעיות (מערכות החבל הים-תיכוני). מאביקי בר אלה (Garibaldi et al., 2013) עשויים להגביר את יציבות שרותי ההאבקה (Garibaldi et al., 2011) ולספק רשת בטחון למצבים בהם דבורת הדבש (ומאביקים מבויתים אחרים כדוגמת דבורי בומבוס (*Bombus terrestris*) לא מספקת את הביקוש לשירות האבקה הגידולים החקלאיים (Winfrey et al., 2007).

2.2.4.2 מצב נוכחי

2.2.4.2.1 רכיבי המגוון הביולוגי המעורבים בהפקת השרות

עיקר שירות האבקה הגידולים החקלאיים בארץ ובעולם, מסופק באמצעות מיני דבורים, וגם על ידי מיני חרקים אחרים (כמו למשל חיפושיות ופרפרים). בישראל למעלה מ-1,100 מיני דבורי בר, ומינים נוספים מתגלים עם המשך המחקר. המידע על מספר המינים מתוך אלה המעורבים בהפקת השרות לוקה בחסר, אך ידוע כי מינים רבים מבין אלה מבקרים במערכות החקלאיות ותורמים להאבקה הגידולים שבהן, לעיתים באופן משלים לפעילות דבורי הדבש. לדוגמה, מינים שנמצאו פעילים משמעותיות באזור שפלת יהודה הם מהסוגים *Ceratina*, *Andrena*, *Lasioglossum* ונוספים להם עוד מינים מקבוצות רבות (Pisanty et al., 2014; Pisanty & Mandelik, 2015), והפעילות העיקרית שנצפתה בכרמל מופקת על ידי מינים מהסוגים *Andrena*, *Halictus*, *Chelostoma* (קיסר ונאמן, 2016). כיוון שתנועת דבורי הבר מצומצמת יחסית במרחב, שירותי האבקה יסופקו בשטחי מערכות חקלאיות הסמוכות למערכות הטבעיות (מערכות החבל הים-תיכוני).

2.2.4.2.2 ממדי הפקת השרות

היחס בין האבקה ע"י מיני הבר לבין האבקה על ידי דבורים מסחריות שונה בהתייחס לגידולים השונים. למשל, בהאבקה האבטיח במערכת חקלאית הסמוכה לשטחי מערכת בתה שבשפלת יהודה נמצאה תרומה משמעותית של 54% עד מעל 100% מצרכי ההאבקה (מעל 100% משמעו היצע של דבורים גבוה מהביקוש להאבקה, ודבורים "עודפות" אלה מגיעות למערכות החקלאיות לצורך השגת מזון, הצוף, שעליו הן מתחרות). בהאבקה השקד לעומת זאת, נמצאה תרומה זניחה למאביקי בר ובחמנית נמצאה תרומה קטנה - 5%-8% מצרכי ההאבקה של צמחי גידול זה (Pisanty & Mandelik, 2015). כמו כן נמצא כי תדירות הביקורים ושפעת מיני המאביקים בשטחי גידול של שקד וחמנייה גבוהים יותר כאשר מגוון הצומח בבתה הסמוכה גבוהה. במערכת אקולוגית טבעית זו של הבתות הסמוכות למערכות החקלאיות מבקרים גם פרטים של דבורת הדבש המסחרית, מה שמגביר את חשיבות הבתות הללו להפקת שרות האבקה הגידולים המסופק על ידי מערכות החבל הים-תיכוני (גולן ומנדליק, 2011). בנוסף, נמצא במחקרים רבים שברחבי העולם כי המערכות החקלאיות הסמוכות למערכות טבעיות ואשר מנוהלות בממשק "ידידותי לסביבה" שמשמעו

זהירות בנושא הריסוסים, מקבלות שרותי האבקה משמעותיים מדבורי בר, לעיתים ברמה וביעילות גבוהות מזו של דבורי דבש (Kremen et al., 2002; Winfree et al., 2007).

2.2.4.2.3 תועלות

האבקה מיני גידולים חקלאיים רבים המאפשרת את התפתחות הפרי: שלשה רבעים של כל גידולי המזון החקלאיים העיקריים המפרנסים את האנושות תלויים במידה זו או אחרת בהאבקה, ואתם גידולים תורמים ל-35% מנפח הייצור הגלובלי של גידולים חקלאיים (IPBES, 2016). לא נמצא מידע על ממדים אלה עבור מדינת ישראל, אך סביר כי חלק נכבד מגידולי המערכות החקלאיות של ישראל צורך את תפוקת שרות האבקה הגידולים החקלאיים המופק על ידי מערכות החבל הים-תיכוני.

2.2.4.2.4 המשתמשים, המגזרים בחברה הנהנים מהשירות

החקלאים התלויים בכך לפרנסתם וכן כלל האוכלוסיה של ישראל הצורכת את התוצרת החקלאית של הגידולים המואבקים.

2.2.4.3 מגמות

2.2.4.3.1 מצבי עבר/מגמות באספקת השירות ובמגוון הביולוגי שמעורב באספקתו

טרם נאסף מידע לגבי מגמות באספקת השירות, אולם ניתן להעריך שבישראל, כמו במקומות שונים ברחבי העולם חלה בעשורים האחרונים ירידה בתפוקת שירותי האבקה של מאביקים מהבר, שמקורה כנראה בצמצום האוכלוסיות של מיני הבר המאביקים. במקביל זוהתה גם קריסת כוורות של דבורי דבש ברחבי העולם, מה שעשוי לפגוע בשרותי אספקת היבולים של המערכות החקלאיות (Kevan & Viana, 2003; Winfree et al., 2009; Carvalheiro et al., 2010).

2.2.4.3.2 גורמים מחוללי שינוי

גורמים אלה כוללים - פעילויות הפיתוח שעיקרן התמרה למערכות יישוביות ועירוניות של מערכות החבל הים-תיכוני, מה שצמצם את ממדי מערכות אלה ואף הביא לקיטוען, ובכך אפשר שגם להקטנת ממדי אוכלוסיות מיני מאביקי הבר שלהן; הכנסת עיבוד חקלאי אינטנסיבי הכולל קוטלי עשבים גם לשולי המערכות החקלאיות (אליהן מתקיימות חדירות של מיני המערכות הטבעיות, כולל מיני מאביקים); שימוש נרחב בריסוסי קוטלי חרקים הזולגים גם למערכות הטבעיות הסמוכות; הבאת מאביקים זרים המתחרים עם המאביקים המקומיים; חשיפת מאביקי הבר לנשאי מחלות כאקרית הורואה (*Varroa destructo*) הנושאת את טפיל המעיים *Nosema ceranae* ואת וירוס עיוות הכנפיים (Deformed wing virus), שמקורם במינים מסחריים מיובאים כדבורת הדבש האיטלקית (*Apis mellifera ligustica*); ומיני מאביקים זרים נוספים, מהם נושאי מחלות שאף נישאות על ידי דבורי הדבש גם ללא הופעת התסמינים (דורצ'ין, 2007; Winfree et al., 2009).

בנוסף, בשנים האחרונות החלו גורמים שונים בנטיעה מאסיבית של עצים מייצרי צוף ברחבי המדינה, במטרה לתמוך באוכלוסיותיהן של דבורי הדבש. תגובה זו לפחיתה בהפקת שרות אספקת מרעית לדבורי דבש ולעליה בביקוש הדבש (ראה שרות אספקת מרעית לדבורי דבש) שתגדיל את אוכלוסיית דבורי הדבש גם במערכות הטבעיות עלולה להביא לדחיקה תחרותית של מיני דבורי בר שמאביקות יבולים (שביט, 2007).

2.2.4.4 פערי ידע

דרוש ידע על השינוי בממדי אוכלוסיות מאביקי הבר ועל הפחיתה בממדי האבקת הגידולים החקליים בעקבות פער ידע זה. כך גם חסר מידע על ההשפעה הישירה של כל אחד מהגורמים מחוללי השינוי על ממדי האבקת הגידולים החקלאיים במערכות החקלאיות של ישראל.

2.2.5. ויסות מזיקי חקלאות

2.2.5.1. מהות השירות ומנגנון הפקתו

2.2.5.1.1. מהות ומנגנון השירות

ויסות גדלי האוכלוסיות של מיני בעלי-חיים המוגדרים כמזיקי חקלאות: מינים הניזונים מגידולים חקלאיים שבמערכות החקלאיות, או מחוללים מחלות בגידולים אלה, מינים שמקורם במערכת החקלאית עצמה, במערכות אחרות של החבל הים-תיכוני או אף מינים פולשים שהגיעו ממערכות שמהוץ לישראל. מערכות החבל הים-תיכוני מתחזקות רכיבי מגוון ביולוגי של מינים הנקראים "אויבים טבעיים", הניזונים מטריפה או מטפילות על גבי דרגות חיים שונות של המינים המוגדרים כמזיקי חקלאות, מה שמווסת את אוכלוסיות המזיקים וממתן את ממדי נזיקהם לגידולים החקלאיים.

2.2.5.2. מצב נוכחי

2.2.5.2.1. רכיבי המגוון הביולוגי המעורבים בהפקת השרות

רוב המגוון הביולוגי של מערכות החבל הים-תיכוני המעורב בוויסות מזיקי החקלאות ומזוהה כ-"אויבים טבעיים" שלהם, הם יצורים קטנים משתי קבוצות פרוקי-רגליים: עכבישניים, בעיקר העכבישיים (Araneae) והאקריות הטורפות מזיקים (Phytoseiidae). לאלה נוספים חרקים טורפי מזיקים, בעיקר פשפשים טורפים, חיפושיות טורפות, צרעות טפיליות, ואף מיני עטלפים ועופות. מיני האקריות הטורפות נמצאים על מגוון צמחים של מערכות החבל הים-תיכוני (Swirski & Amitai, 1990; Swirski & Amitai, 1997) ומהם גם מינים החיים במערכות החקלאיות. לדוגמא, שני מיני אקריות, *Amblyseius swirski* ו-*Iphiseius degenerans* זוהו כמדבירים משמעותיים של הכנימה מזיקת ההדרים *Phyllocoptruta oleivora* וזאת רק כאשר מיני אויבי המזיק הללו ניזונים גם ממקורות חליפיים, ככנימות אחרות, חרקים, פטריות, צוף ואבקת פרחים, וזאת כל עוד לא נעשה במקביל שימוש בחומרי הדברה כימיים הפוגעים במזונות חליפיים אלה (Argov et al., 2007). כך גם זוהתה האקרית *Euseius scutalis* כמווסתת של כנימה מזיקת האבוקדו *Oligonychus perseae*, וזאת בעילות גבוהה יותר מיעילות הוויסות של המזיק על ידי מין אקרית זרה (Maoz et al, 2007).

דוגמה שניה היא של מזיק המטעים, מין כנימה באורך של 3-4 מ"מ הניזונה מעלי עצי פרי האגס, ולכן קרויה פסילת האגס (*Cacopsylla bidens*), שכל מיני הפשפשים הטורפים (Anthocoridae), המושיות (Coccinelidae) והעינפזים (Chrysopidae) יכולים לווסת ולהקטין את אוכלוסיותיה, אך רק מין אחד, הפשפש הטורף *Anthocoris nemoralis*, מספק את הוויסות היעיל ביותר של הכנימה; פשפש זה המאכלס מספר מינים של עצי מערכת החורשים, אשחר רחב עלים (*Ramnus alaternus*), ער אציל (*Laurus nobilis*) ומיני אלה (*Pistacia spp.*), נע בין שטחי המערכות הטבעיות ובין שטחי מטעים של המערכות החקלאיות וניזון גם מהכנימה מזיקת מטעי האגס וגם מאבקת הפרחים (Shaltiel, 2002; Shaltiel & Coll, 2004).

ידועים גם "אויבים טבעיים" מבין מיני בעלי החוליות המעופפים, עטלפים ועופות. עשרה מיני עטלפי חרקים של מערכות החבל הים-תיכוני, ובעיקר עטלפון לבן-שולים (*Pipistrellus kuhlii*) ואשף מצוי (*Tadarida teniotis*) נמצאו משהרים למזון בלילות, שעיקרו חרקים מעופפי לילה במטעי תפוחים, זיתים ועצי הדר, כרמים וגידולי שדה כתירס, כותנה וירקות באזור הדרומי של מערכת החבל הים-תיכוני (Kahnonitch, 2018). מבין העופות, אלה מיני עופות דורסים העשויים לתפקד גם כ"אויבים טבעיים" של מכרסמים המתפקדים כמזיקי חקלאות. מבין מזיקים אלה נודע נברן השדה (*Microtus guentheri*) הפוגע בגידולי שדה, אך בסיוע

האדם אוכלוסיות הנברן מווסתות על ידי דורס הלילה, התנשמת (*Tyto alba*). התנשמת נפוצה במערכות החבל הים-תיכוני, בעיקר באתרים המספקים לה גם מקומות קינון, על פי רוב מעשי ידי האדם שביישובים החקלאיים המוטבעים בפסיפס מערכות אזור האקלים הים-תיכוני של ישראל. בנוסף, דורס פעיל יום, הבז המצוי (*Falco tinnunculus*) טורף מיני מכרסמים נוספים על הנברן שגם הם מזיקי חקלאות אך בממדים קטנים מאלה של הנברן; ממדי הוויסות של הבז גברו מאז צורף למיזם קופסאות הקינון של התנשמות. כמו כן, במערכות החבל הים-תיכוני גם מספר גדול של מיני ציפורים הניזונות בעיקר מחרקים, ומהן רבות שנצפו גם במערכות החקלאיות ואפשר שמהן ניזונות בין השאר גם על חרקים מזיקי חקלאות. אך לא נסקר מידע על ממדי המעורבות של רכיב מגוון ביולוגי זה באספקת השרות, ולכן הוא בבחינת מעורב פוטנציאלי בהפקת השרות.

2.2.5.2.2 ממדי הפקת השרות

לכאורה יש לכמת את הפקת השרות באמצעות נתונים של מספר או מסת המזיקים שנאכלו על ידי האויבים הטבעיים, ביחידת זמן ויחידת שטח. אך נתונים כאלה נדירים, וקירוב לכאלה למשל, הוא הנתון כי 20 זוגות התנשמת שקיננו בשדה אספסת, במטע תמרים וביישוב קרוב שבעמק הירדן הביאו לגזוליהם 632 נברנים משטחי המערכות החקלאיות במהלך עונת קינון אחת בעמק הירדן (Charter et al., 2006). כימות משמעותי של ממדי הפקת השרות הוא זה של השינוי בזמן או במרחב בממדי אוכלוסיות המינים אויבי המזיקים המגיעים למערכות החקלאיות ממערכות החבל הים-תיכוני, ביחס לשינוי בממדי אוכלוסיות המזיקים שבמערכות החקלאיות. כימות זה עשוי לזהות מתאם שלילי בין ממדי אוכלוסיות המזיקים לממדי אוכלוסיות אויביהם, ולהצביע על ירידה במספר המזיקים ואף בממדי הנזקים ליבולים, שמקורה בעלייה במספר האויבים.

לדוגמה, עם העלייה באוכלוסיות התנשמת (עקב התקנת קופסאות קינון) אמור היה להצטמצם גודל אוכלוסיית הנברנים. אך בעוד הגידול באוכלוסיית התנשמות כומת היטב, לא נמצא בספרות כימות של הירידה בגודל אוכלוסיית הנברנים. אלא שניתן להכיר בהתרחשותו של תהליך זה, שכן ישנו תיעוד על גידול של 3.2% ביבול (של שדות אספסת בעמק הירדן), מה שמספק ידע כמותי יעיל של ממדי הפקת השרות. גידול זה בממדי הפקת השרות הביא לגידול בתועלות שגם אותן ניתן לכמת: עליה ברווח נטו של החקלאי בשיעור של 3 דולר לדונם לשנה (Motro, 2011; Kan et al., 2012), וחשוב מכך - ירידה של 30-60% בשימוש בחומרי הדברה כימית של מכרסמים (מוטרו, 2014). כך גם ניתן לכמת את התועלת לחקלאי מוויסות המתבצע על ידי עטלפים, שכן ממדי שיחור העטלפים לציד חרקים לילי במערכות חקלאיות שונות נמצאו במתאם שלילי לממדי השימוש בחומרי הדברה במערכות אלה (Kahnonitch, 2018), ומכאן ששיחור העטלפים עשוי לייתר את הצורך בהדברה הכימית והוצאותיה.

לעומת ממדים אלה של הפקת שרות וויסות הנברנים, כימות ממדי וויסות רוב מזיקי החקלאות קשה יותר, ומבוסס-מידע על האויבים יותר מאשר על המזיקים. לדוגמה, נמצא כי ככל שמיני אויבים בעלי טווחי תנועה נרחבים יותר, תרומתם בוויסות מזיקים גבוהה יותר (Rand & Tschamtk, 2007; Roland & Taylor, 1997), מה שבא לידי ביטוי בעיקר לגבי מינים עכבישאים שיעילות הוויסות שלהם עולה ככל שבית הגידול שלהם נרחב יותר ומאפשר להם פעילות שיחור לטרף המביאה אותם גם למערכות החקלאיות (Schmidt & Tschamtk, 2005). יחד עם זאת, ממדי הפקת השרות על ידי מערכות החבל הים-תיכוני גדלים ככל שהם קרובים יותר למערכות חקלאיות, ולשוליהן (במשארי השדה המכילים צמחייה עשבונית). לדוגמה, יעילות הפשפש הטורף בוויסות המזיק פסילת האגס עולה ככל שהמערכת החקלאית, זו של מטע האגסים קרובה יותר למפגש עם מערכת החורש בה מתקיימים מיני העצים המתחזקים את הטורף (מה שהביא להמלצה לטעת את מיני העצים הללו בסמוך לשטח המערכת החקלאית של מטעי האגס, Shaltiel & Coll, 2004).

גם העכבישאים המווסתים מזיקים רבים מגיעים בעיקר מהבתות בהן אוכלוסיותיהם גדולות יחסית, ושפעתן של הצרעות הטפיליות גבוהה יחסית במישארי השדה, היינו בשולי המערכת החקלאית המכילים בעיקר צמחייה עשבונית השונה מזו של הבתה (מידע מעמק חרוד, סגרה וחוב', 2018). סביר אפוא כי הממדים המיטביים של אספקת השרות מסופקים על ידי רכיב המגוון הביולוגי של אויבים הנמצאים בשולי המערכות החקלאיות. מכל אלה עולה כי קיים פער ידע על ממדי צמצום נזקי כל אחד ממיני מזיקי החקלאות, וייחוס צמצום זה לממדי הפקת שרות וויסות מזיקי החקלאות, פער שגישורו עשוי לאפשר הערכה כמותית נאותה של ממדי הפקת השרות.

2.2.5.2.3 תועלות

בהיעדר מידע על ממדי הפחיתה ביבולי המערכות החקלאיות ומכאן גם המידע על הערך הכספי הנחסך אם וכאשר החקלאי מקטין את הוצאותיו על חומרי ההדברה, לא ניתן לזהות ולכמת את התועלות. אם אמנם החקלאי מקטין את הוצאותיו אזי מתלוות לשרות זה גם תועלות עקיפות לבריאות האדם, ואף לשמירה על המגוון ביולוגי מפגיעה בו על ידי הריסוסים, פגיעה העלולה לנגוס בממדי הפקת שרותי מערכת אחרים. לפיכך ניתן לתרגם את ההפחתה בכמות חומרי ההדברה לחיסכון כלכלי ישיר בעלויות ובכוח האדם המעורב ולהפחתה משמעותית במוצרי שוק מרוססים (Bale et al., 2008). תועלת עקיפה באספקת שרות זה המאפשרת מיתון בשימוש בוויסות כימי של מזיקי חקלאות, תורמת לצמצום חשיפת המגדלים וציבור צרכני התוצרת החקלאית לנזקים הבריאותיים של חומרי ההדברה.

2.2.5.2.4 המשתמשים

החקלאים וצרכני התוצרים החקלאיים.

2.2.5.3 מגמות

2.2.5.3.1 ממדי הפקת השרות בעבר, מגמות באספקת השירות ובמגוון הביולוגי המעורב באספקתו

אין מידע על ממדי אוכלוסיות אויבי מזיקי החקלאות במהלך שנות התפתחות החקלאות בישראל, אך ניתן לזהות מגמה באספקת השרות הזה. מגמת הגידול במספר הגידולים החקלאיים ובשטחי המערכות החקלאיות הביאה גם לגידול בממדי המגוון הביולוגי וגדלי האוכלוסיות של המזיקים, ולכן גם לעלייה בביקוש לשרות. אולם הפיתוח החקלאי והמחקר החקלאי כללו שימוש במינים זרים להדברה ביולוגית של מזיקים, ושימוש, לעיתים מופרז, בהדברה כימית שהקטינה את הביקוש, וייתכן שפגעה גם באויבים הטבעיים ובכך גם הקטינה את היצע השרות. אך בתגובה למודעות הגוברת לסכנות ההדברה הכימית, לא רק לאויבים הטבעיים אלא אף לבריאות האדם, וגם עם העלייה במודעות לאספקת השרות על ידי מערכות החבל הים-תיכוני, וזאת באמצעות המגוון הביולוגי בשטחיהן שבשולי המערכות החקלאיות, עשויים הביקוש וההיצע לעלות. מכאן שחקלאים עשויים להיות מוכנים להסתמך על שרות זה ולהפחית את שימושם בחומרי ההדברה הכימית הזולגים גם למערכות החבל הים-תיכוני ופוגעים גם באויבים הטבעיים (בן חיים ורוזנפלד, 2015).

2.2.5.3.2 גורמים מהוללי שינוי

העדר מידע על שינויים בממדי אספקת שרות וויסות מזיקי החקלאות על ידי מערכות החבל הים-תיכוני ולכן גם על שינויים ברכיב המגוון הביולוגי של האויבים הטבעיים עשוי לנבוע מחוסר מודעות לשרות זה, ולכן אפשר ששינויים כאלה התרחשו אך לא תועדו. אולם רביו של 24 מחקרים מרחבי העולם שכל אחד מהם זיהה מינים ממערכות טבעיות שוויסות מזיקים של מערכות חקלאיות

(Bianchi et al., 2006), הראה כי שרות וויסות מזיקי חקלאות על ידי המערכות האקולוגיות הטבעיות מופק ביעילות המושפעת מממדי המערכות הטבעיות ביחס לממדים ולתצורות המערכות החקלאיות שבקרבן. נמצא כי ממדי מגוון האויבים הטבעיים גבוהים ככל שלגבולות המערכות החקלאיות מגע רב יותר עם גבולות המערכות הטבעיות. הגידול במגע בין המערכות מתרחש כאשר המערכות החקלאיות אינן משתרעות על שטחים נרחבים אלא הן מאורגנות בתצורות של כתמים קטנים יחסית המוטבעים במרחבים של מערכות טבעיות. כיתום זה מגדיל את ממדי גבולות כתמי המערכות החקלאיות הבאים במגע עם גבולות שטחי המערכות הטבעיות, מה שמקל על תנועת המינים האויבים ומגביר את ממדי חדירתם מהמערכות הטבעיות למערכות החקלאיות ולכן גם את ממדי וויסות מזיקי החקלאות על ידי מערכות החבל הים-תיכוני. יתר על כן, מגוון מיני האויבים במערכות הטבעיות גדל והולך ככל שהנגישות של מיני האויבים לטרפם גדל, כך שתצורת הכיתום בפסיפס המערכות החקלאיות והטבעיות, מתפקדת כגורם המגביר את ממדי מגוון אויבי מזיקי החקלאות של המערכות הטבעיות.

ואמנם, הרביו של 24 המחקרים העלה כי ב- 74% מ-28 האזורים שנחקרו תחזקו המערכות הטבעיות הממוקמות בפסיפס מורכב עם מערכות חקלאיות מגוון מיני אויבים גבוה מזה של מגוון האויבים במערכות טבעיות שמשרעתן המרחבית רציפה ואינה בתצורת נוף מכותם. במקביל, נמצא כי ב-45% של אותם אזורים נצפתה ירידה בממדי המזיקים במערכות החקלאיות המשובצות בפסיפס של מערכות טבעיות וחקלאיות. יתר על כן, נמצא כי פחיתה זו במימדי המזיקים גדולה מזו שבממדי המזיקים שבמערכות חקלאיות הממוקמות בנוף אחיד ולא מכותם. ממצא זה כי שינוי בתצורת המערכות מזו של מרחבים רציפים לתצורת פסיפס מעורב של כתמי מערכות חקלאיות וכתמי מערכות טבעיות, חולל גידול בממדי ההפקה של שרות וויסות מזיקי החקלאות במערכות שברחבי העולם (Bianchi et al., 2006), עשוי ללמד כי גורם מחולל שינוי כזה עשוי לפעול גם באזור האקלים הים-תיכוני של ישראל.

ואמנם, שינויים בתצורת המערכות העשויים לחולל ישירות שינויים בממדי הפקת השרות על ידי מערכות החבל הים תיכוני, התרחשו בהשפעת גורמים מחוללי שינוי עקיפים, כקצב גידול האוכלוסייה שהביא לדרישה גוברת לתוצרת חקלאית (בעיקר מזון) ולדיוור. גורמים מחוללי שינוי עקיפים אלה מניעים את הגורמים הפועלים ישירות על אספקת השרות, והם הגידול בשטחי המערכות החקלאיות והצמצום בממדי המערכות הטבעיות של החבל הים-תיכוני, תהליך שהתרחש בישראל, שהפך נוף של פסיפס מערכות חקלאיות וטבעיות ובו אזורי מגע רבים בין שתי המערכות, לנוף אחיד של מערכות חקלאיות נרחבות שמגען עם המערכות הטבעיות הצטמצם, מה שעשוי היה להביא לצמצום בממדי מגוון אויבי מזיקי החקלאות של מערכות טבעיות אלה. גורם מחולל שינוי זה של המבנה המרחבי של החבל הים-תיכוני ושל יחס ממדי המערכות החקלאיות אל מול הטבעיות עשוי היה לפעול בעבר ואפשר שיפעל גם בעתיד ויגרום להפחתה בהיצע שירות הוויסות של מזיקי החקלאות על ידי מערכות החבל הים-תיכוני.

2.2.5.4 פערי ידע

1. יש לגשר את פער הידע על ממדי צמצום נזקי כל אחד ממיני מזיקי החקלאות, וייחוס צמצום זה לממדי הפקת שרות וויסות מזיקי החקלאות, פער שגישורו עשוי לאפשר הערכה כמותית נאותה של ממדי הפקת השרות. נדרש לפיכך כימות של אוכלוסיות כל אחד ממיני האויבים, וחלקם של מזיקי החקלאות בתפריט המאפשר את קיום המינים האויבים במערכות החבל הים-תיכוני, וממדי השפעת כל אחד מהם על ממדי היבולים הנגועים, היינו על צמצום נזקיהם.
2. ראוי לבדוק גם את תרומתם של בעלי חוליות, בעיקר מיני עופות אוכלות חרקים, מקומיים וגם נודדים, וגם מיני זוחלים, בוויסות אוכלוסיות מזיקי חקלאות.

2.2.6. ויסות מים

2.2.6.1. כללי

2.2.6.1.1. מהות השירות

לבד ממי-הים המותפלים, המים הנצרכים על ידי האדם בישראל לשימושים שונים, שתייה, רחצה, השקיה ותעשייה מקורם במי הגשמים המגיעים למאגרים שבתוך ועל פני הקרקע ומהם נשאבים לצורך השימושים השונים. רוב המאגרים שעל פני הקרקע הם מעשי ידי אדם וחלקם טבעיים, ככנרת, כמוצאי מעיינות וכשוליות חורף, והחשובים בהם הן האקוות (אקוויפרים) בהן נאגרים מי התהום מתחת לפני הקרקע. אך לא כל הכמות של מי הגשמים הפוגעת בקרקע ותכסיתה נאגרת במאגרים ולכן לא כולה זמינה לשימושי האדם ("מים זמינים"). זאת משום ארבעה תהליכים המתבצעים באמצעות הרכיב הצמחי של המגוון הביולוגי של מערכות החבל הים-תיכוני, המונעים מהגעת כמות מי הגשמים כולה למאגרים אך מאפשרים לחלק ממנה להגיע ולהישמר במאגר, והם (א) תהליך התאדות הנקרא דיות (טרנספירציה): מי הגשם נספגים על ידי שכבת הקרקע העליונה ואז נקלטים על ידי מיני התכסית הצמחית של הקרקע באמצעות מערכת השורשים של מיני תכסית זו, ומשמשים בתהליך הייצור של צמחים אלה, תהליך שגם מחזיר לאטמוספירה כאדים חלק גדול מהמים שנקלטו על ידי הצמחים; (ב) אידוי נוסף לדיות, שהוא ממשטחי התכסית הצמחית, מפני העלים ומשטחי הצמרות, (ג) התאדות מפני הקרקע, ו-(ד) היווצרות נגר עילי בעיקר בממדים שטפוניים וגם נגר תת-קרקעי, המביאים חלק ממי הגשמים שהומטרו על המערכת, לים התיכון או לים המלח (אך גם לכנרת, אגם המתפקד כמאגר עילי למים זמינים). מהות השירות היא אפוא הוויסות של כל אחד מגורמי הפחתה אלה של כמות המשקעים, תהליך העשוי להביא לשינויים בממדי כל אחד מתהליכים אלה, למיתון בממדי הפסד המים, ולאפשר אספקת חלק ממי הגשמים למאגרים ובעיקר לאקוות.

2.2.6.1.2. מנגנון הפקת השירות והמגוון הביולוגי המעורב בהפקתו

ויסות ממדי הדיות מתבטא בהרכב המינים שבתכסית הצמחית של מערכות החבל הים-תיכוני ובתכונותיהם הרלבנטיות לתפקודם בהפקת השרות. לכל אחת מהמערכות השונות של החבל הים-תיכוני, ואף לאזורים שונים שבאותה המערכת הרכב מינים שונה וזאת בהתייחס לשוני בתכונות הקרקע, בתנאים סביבתיים נוספים, מהם טבעיים ומהם הנגרמים על ידי האדם. לכל אחד ממיני הצמחים שבאתרים השונים תכונות פיזיות ופיזיולוגיות ייחודיות לו. למנגנון הפקת השרות ארבעה רכיבים, שכל אחד מהם מווסת תהליך אחד מבין תהליכי גריעה ממי הגשמים, ובכך כל הרכיבים הללו יחד מווסתים את כמות המים הנותרת והמגיעה למאגרים. רכיבי המנגנון הם:

(א) וויסות ממדי הדיות, היינו אידוי המים הנפלטים מפיוניות עלי הצמחים, במהלך תהליך הפוטוסינתזה. אידוי זה מתבצע ממשטחי העלווה של כל אחד מהצמחים שבאתר וממדי אידוי זה ממכלול התשתית הצמחית שבאתר כל שהוא מושפעים מהיחס בין אוכלוסיות מינים עם עלווה בעלת שטח פנים קטן, ובין אלה עם עלווה בעלת שטח פנים גדול באתר. ככל שעלוות תכסית הצומח כולה בעלת שטח גדול יותר, וככל שקצב הייצור של הצומח באתר זה גבוה יותר, גדלים ממדי ההתאדות, היינו ממדי הדיות של תכסית הצומח ולכן נגרעת כמות גבוהה יחסית ממי הגשמים, וכמות קטנה יותר מאלה מגיעה למאגרים. ולהפך, ככל ששטח העלווה הכולל קטן יותר, ממדי הדיות קטנים, ושיעור גבוה יותר ממי הגשמים מגיע למאגרים. מכאן שהגורמים המשפיעים על ממדיו ותכונותיו של המגוון הביולוגי הצמחי של מכלול התכסית הצמחית, משפיעים גם על ממדי הדיות של התכסית ולכן על ממדי הזנת המאגרים, וויסות העשוי להגביר או להקטין את כמויות מי הגשמים המגיעים למאגרים ונאצרים בהם (Bosch & Hewlett, 1982; Joffre & Rambal, 1993; Brown et al., 2005).

(ב) וויסות ממדי ההתאדות (שאינה דיות) מפני העלים הנרטבים בגשם, שאף היא גורעת מכמויות מי הגשם המגיעות למאגרים. התכסית הצמחית מעורבת גם במנגנון וויסות התאדות זה. גם כאן ככל ששטחה הכולל של העלווה רב יותר כך גם ההתאדות מהאתר גבוהה יותר ומוסיפה לגריעת מי הגשמים מהמים הנותרים למאגרים;

(ג) ויסות התאדות מי הגשמים מפני הקרקע. גם וויסות גורם גורע זה מתבצע בעיקר על ידי תכסית הצומח, אך זאת באמצעות הצללת פני הקרקע על ידי עלוות התכסית הצמחית ובעיקר על ידי צמרות העצים שבתכסית זו. שלא כמו בשני המנגנונים הקודמים, מנגנון זה תמיד מקטין את ממדי ההתאדות מפני הקרקע ובכך מגדיל את שעור מי הגשמים הנותרים ומגיעים למאגרים;

(ד) ממדי הנגר העילי מווסתים גם הם באמצעות התכסית הצמחית, אך כאן לא רק באמצעות העלווה אלא בשאר חלקי הצמח, היינו בתלות בקשיחות הענפים והגזעים (החלקים המעוצים העל-קרקעיים), ובמבנה הפיזי והארכיטקטוני של מערכת השורשים (חלקי הצמח התת-קרקעיים, שחלקם מעוצה גם כן), תכונות בהן גם כן מתקיים שוני רב בין המינים השונים של תכסית הצומח. תכונות אלה מאטות את ממדי הזרימה של הנגר העילי מה שמגביר את חדירת חלקו של הנגר העילי לקרקע וממנה למאגרים שתחתה (ראה שרות וויסות סחף ואירועי שיטפונות), ובכך מנגנון וויסות זה מביא גם כן להגברת שיעור מי הגשמים המגיע למאגרים.

לסיכום, תכונות של אותה תכסית צמחית עשויות לפעול בשני הכיוונים, תכונה אחת להגביר ותכונה שניה למתן את הגורמים המביאים לגריעת מים ממי הגשמים ומזמינותם לאדם באמצעות שאיבה מהמאגרים. המידע על השורה התחתונה, היינו האם מצרף וויסות ארבעת הגורמים מגביר או מקטין את הגריעה ממי הגשמים ולכן מגביר או מקטין את מילוי המאגרים, כנראה מועט. כך או כך, נשאר במערכת כמות גבוהה יחסית של מי הגשם, אשר מחלחלת ומגיעה לאוגר התת-קרקעי או/למאגרים על-קרקעיים, והיא זמינה לשימוש האדם.

2.2.6.2 מצב נוכחי

2.2.6.2.1 ממדי הפקת השירות

אלה תלויים בעיקר בממדים הפיזיים של הצומח במערכות השונות של החבל הים-תיכוני - ככל שהתכסית הצמחית גבוהה וצפופה (יערות נטועים או חורשים) – השורה התחתונה של הפקת השרות פוחתת בעקבות צריכת המים הגבוהה יותר ולכן גם הדיות גבוהה. וככל שהתכסית הצמחית נמוכה יותר ופחות צפופה כמו בבתות, ממדי ההפקה גבוהים. באזורים במערכת שהתכסית הצמחית שלהם הוסרה, אבדן מי הגשמים בנגר עילי שיטפוני הוא רב ביותר, היינו – שרות וויסות זה לא מופק כלל (ראה – ויסות סחף ואירועי שיטפונות).

ואמנם, באמצעות מדידות שנערכו לאורך המפל האקלימי צפון-דרום של ישראל (Rohatyn et al., 2018), ביער הנטוע ומחוצה לו בשטחי בתה עשבונית ((של כמות הגשמים ± הדיות של תכסית הצומח, כמות מי הגשם שהרטיבו את נוף התכסית הצמחית והתאדו ± אידוי מים מהקרקע ותת היער, ± נגר עליו ± נגר תת-קרקעי [התוספת למי התהום]), ± שינוי כמות המים בקרקע בתחום מערכת השורשים, כל זה בטכניקת מדידה המאפשרת הערכת התאיידות מרדיוס של מאות מטרים ויותר מסביב לנקודת המדידה בשדה (Eddy Covariance)), נמצא שבשטחו של יער נטוע כמות המים הזמינים, היינו הכמות העשויה להגיע למאגרים ולניצול על ידי האדם, נמוכה יותר מאשר בשטחה של בתה הסמוכה ליער. מכאן שהפקת השרות המיטבית היא לא במערכות עם תכסית צמחית גבוהה וצפופה ביותר, ולא במערכות עם תכסית דלה במיוחד, אלא במערכות עם תכסית ביניים, תכסית צמחית נמוכה כבבתות עשבוניות.

לדוגמא, ביער ביריה שבמערכת היערות הנטועים בצפון מערכת החבל הים-תיכוני, מתוך 727 מ"מ גשם שירדו במוצע בין השנים 2015-2020, כמות המים הזמינים עמדה על 144 מ"מ לשנה - כ-20% מהגשם. בעוד שבבתה מחוץ ליער - 344 מ"מ לשנה, 47% מהגשם. תוצאה מקבילה התקבלה גם באזור יער יתיר שבמערכת אזור המעבר של מערכת-העל המדברית (285 מ"מ גשם לשנה) בה המים הזמינים עמדו על 18 מ"מ לשנה ביער הנטוע לעומת 69 מ"מ לשנה בבתה הסמוכה. בנוסף, במערכת מדברית זו שעור המים הזמינים ביחס לגשם (6% ביער, 24% בבתה) נמצא נמוך יותר מאשר במערכות החבל הים-תיכוני, ככל הנראה כתוצאה מהשוני באקלים המביא לאידוי רב יותר במערכת המדברית (Rohatyn et al., 2018, Helman et al., 2017).

2.2.6.2. תועלות ומשתמשים

כל תושבי ישראל משתמשים במים, ומקור חלק ניכר מכמויות המים האלה הוא מי הגשמים שהגיעו למאגרים. זאת למרות הגורמים המקטינים את זמינותם למשתמשים, ובסיוע שרות וויסות המים למאגרים ולמי התהום. אך בהעדר נתונים כמותיים מספיקים על מעורבות שרות זה בוויסות הגורמים לעיל, לא ניתן עדיין להתייחס לממדי התועלות של השרות ולמשתמשים בהן.

2.2.6.3. מגמות

2.2.6.3.1. מצבי עבר ומגמות

כשם שלא נמצאו בפרויקט זה מספיק מחקרים ונתונים על כמויות המים הזמינים במערכות החבל הים-תיכוני, ועל מעורבות המגוון הביולוגי הצמחי של התכסית הצמחית ותפקודו בוויסות ממדי המים הזמינים, קל וחומר שגם לא נמצא מידע כזה לגבי מצבי הפקת השרות בעבר. ישנם נתונים וידע על כמויות הגשמים, ממדי הכמויות במאגרים השונים, כולל האקוות, במהלך שנות המדינה. אך נתונים על הקשר בין דינמיקת כמויות המים במאגרים לבין המערכות האקולוגיות המתפקדות כאגני ניקוז למאגרים השונים, לא נמצאו והם כנראה מעטים, ולפיכך לא ניתן להתייחס למגמות באספקת שרות זה.

2.2.6.3.2. גורמים מחוללי שינוי

הגורמים מחוללי השינוי באספקת השרות אמורים להיות אלה המחוללים שינוי בתכסית הצמחית, אך היות והמידע על שינויים באספקת השרות מועט, כך גם אין מידע על הגורמים לשינויים. זאת גם אם סביר שמממדי צמצום שטחי מערכות החבל הים-תיכוני בעקבות התמרת שטחים נרחבים מהן למערכות חקלאיות, עירוניות/יישוביות ותשתיות ולכן גם צמצום בממדי השטח של תכסית צמחית טבעית הביאו לשינויים בממדי הפקת שרות ויסות זה.

2.2.6.4. פערי ידע

חסר מידע על השוני שבתכונות התכסית הצמחית במערכות השונות של מערכת-העל, והשפעת תכונות אלה על ממדי המים הזמינים במאגרים שמקורם בכל אחת ממערכות אלה. מידע זה יאפשר לזהות ולאבחן בין תרומות שיוזוהו כחיוביות או כשליליות של שרות וויסות זה לממדי מי המאגרים, על ידי כל אחת מהמערכות השונות של החבל הים-תיכוני.

2.2.7. ויסות סחיפת קרקע ואירועי שיטפונות

2.2.7.1 כללי

2.2.7.1.1 מהות השרות

השכבה העליונה של קרקעות החבל הים תיכוני עלולה להיסחף, בעיקר על ידי שטף מי הנגר העילי שמקורו בסופות גשם. שכבת קרקע זו עשירה בחומרים המקנים לקרקע את פוריותה אך גם את תחירתה ולכן את פגיעותה לגורמי הסחיפה. הסרת שכבת קרקע זו כסחף עלולה לפגוע בתפקודים שונים של המערכת ובנוסף, הסחף עלול לגרום נזקים באתרים אליהם הוא נסחף. סופות גשם עוצמתיות עשויות להוביל לאירועי שיטפונות ונזקיהן, ברכוש ואף בנפש. שרות וויסות סחיפת הקרקע ממתן את ממדי הסחיפה באמצעות תכסית הצומח, בעיקר המעוצה, הנמצאת בשטחים רבים של מערכות החבל הים-תיכוני. זאת באמצעות שני מנגנונים, אחד הממתן את היווצרות הנגר העילי ושני המאט את מהירות זרימתו ועוצמתו של הנגר, וכך גם תורם להפחתה ומיתון של אירועי שיטפונות.

2.2.7.1.2 מנגנון הפקת השרות

צומח התכסית על ענפיו ועלוותו בולמים את אנרגיית טיפות הגשם ומפזרים אותן בנפולן מצמרת התכסית ועד הגיען לקרקע, כך שהן נוחתות על פניה במתינות שאינה מפוררת את תלכידי הקרקע (מקבצים של חלקיקי קרקע המקנים לה את תחירתה), ואינן ניגרות על פני הקרקע כנגר עילי, אלא חודרות לתוכה ומקנות לה את הלחות הנדרשת לתחזוקת המגוון הביולוגי של הקרקע ולתכסית הצומח שעליה. מנגנון זה לבדו אינו מבטיח החדרת כל מי הגשם לקרקע ומניעה כוללת של היווצרות שיטפונות וסחיפת קרקע, אך תכסית צמחית עשויה גם לבלום את עוצמת הנגר העילי הזורם דרכה ולהשקיע את הסחף הנישא בו. מנגנון זה מופעל על ידי תכסית צומח מעוצה נמוך של שיחים ובני שיח כסירה קוצנית למשל, וזאת בעיקר כאשר תת יער מעוצה זה נמצא מתחת לחופת עצים. גם למערכת השורשים תפקיד חשוב בשמירה על יציבות מבנה הקרקע (לסקה וחוב', 2014). הפעילות המשותפת של שני המנגנונים מתרחשת בעיקר ביערות הנטועים ובחורשים הנמצאים באגני זרימה המובילים שיטפונות שמקורם באזורים חשופים יחסית, בהם תכסית הצומח דלילה. אולם, באירועי קיצון של גשם שני מנגנוני הפקת השרות אינם מספיקים לוויסות סחיפת הקרקע, מה שמתבטא בנגר עילי מוגבר העשוי להגיע לממדי שטפון הנושא סחף רב ומביא להצפות ולשקיעת סחופת (אביעד וחוב', 2010).

2.2.7.2 מצב נוכחי

2.2.7.2.1 ממדי הפקת השרות

טרם נערכו מחקרים שתכליתם לבחון את השפעת ממדיה והרכבה של התכסית הצמחית על ממדי סחיפת הקרקע במערכות החבל הים-תיכוני. מחקר סוגיה זו התמקד בנזקים למערכות החקלאיות, ומאמץ מחקרי זה הצביע על קשר בין תכסית צומח וסחיפת קרקע. כך למשל מיפוי סיכוני סחיפת הקרקע (אביעד וחוב', 2010) לפי רמות הסיכון (מקטגוריה "נמוכה" ועד "חמורה"), הראה כי "כסות הקרקע" היא בין הגורמים המשפיעים ביותר על ממדי הסחיפה, שכן היא מפחיתה את הסיכון לסחף במידה ניכרת התלויה בסוג הקרקע. למשל, בקרקע רנדזינה ללא תכסית ששיפועה עולה על 2 מעלות רמת הסיכון עולה מבינונית לחמורה וכאשר ישנו כיסוי צומח מלא יורדת רמת סיכון לנמוכה עד בינונית גם אם השיפוע מקסימלי. ואמנם, עיבוד מידע (ארגמן וחוב', 2015) שלנו העלה כי באגני ניקוז עם תכסית צמחית של מערכת החורשים והבתות אשר כיסוי הצומח בהם גבוה מ-50% של השטח, נפחי הזרימה היו נמוכים בכ-90% מאשר באגני ניקוז אשר רוב שטחם מתפקד כמערכות חקלאיות או עירוניות. בהנחה שקיים מתאם חיובי בין

ממדי הזרימה והסחיפה נתונים אלה מעידים על אספקת השרות על ידי מערכת זו. ואמנם, שיעורי הספיקות באירועי שיטפון קיצוניים מהווים אומדן עקיף לוויסות נגר עילי המהווה את הגורם העיקרי לסחיפת קרקע.

גם מחקרים שבחנו את השפעת השריפות שהתחוללו במערכת על תהליכי הנגר והסחיפה הצביעו על תרומת תכסית הצומח הטבעי במיתון סחיפת הקרקע. למשל, בחורף שלאחר שריפת הכרמל בספטמבר 1989 עצמת הנגר העילי נמצאה גבוהה פי 500 בשטח השרוף, וממדי הסחף - פי 100,000 (Inbar et al., 1998). עם שיקום הצומח בשנה לאחר מכן שהגיע לכ- 10-30% כיסוי צומח בלבד, ירד הנגר העילי ביותר מ-80% מממדיו בטרם השיקום וכמות הסחף ירדה מ-1200 גרם למ"ר ל-10 גרם בלבד. יתר על כן, נמצא כי תוך 5 שנים לאחר שריפה בנחל אורן שבכרמל תכסית הצומח שוקמה במלואה, למרות ממדי סחיפת קרקע שנצפו לאחר הגשמים הסמוכים למועד השריפה (Wittenberg et al., 2007), מה שעשוי להעיד על תפקוד תכסית הצומח במיתון ארוך טווח של נזקי סחיפת הקרקע.

עם זאת יצוין כי קשה לבודד את השפעת תכסית הצומח על כמויות הנגר וממדי סחיפת הקרקע, שכן בכל אירוע גשם ישנה השפעה משולבת של גורמים עתיים (עצמת ומשך אירוע הגשם), וגורמים מרחביים - טופוגרפיה, סוג המסלע והקרקע וטקסטורת השטח (Inbar, 1992; Lavee et al., 1995). ואמנם, נמצאה וריאביליות גבוהה בין תוצאות מחקרים באזורים ים-תיכוניים אחרים בעולם בהתייחס למתאם השלילי בין תכסית הצומח וממדי הסחיפה. לדוגמא, מספר רב יחסית של מחקרים על השפעת תכסית צמחי שיחיה (בתה) המכסה 50% ומעלה מהשטח, העלו טווח נרחב של מיתון עוצמות סחיפת קרקע בהשוואה לעוצמות הסחיפה משטחים ללא צמחייה טבעית (חשוף/שרוף/חקלאי). זאת החל מממצאים של 30% פחיתה בעוצמת הסחיפה מזו של שטח ללא תכסית צמחית כלל, ועד לממצאי פחיתה בקירוב של 100%, היינו בלימה כמעט מלאה של הסחיפה באמצעות התכסית הצמחית (Zuazo & Pleguezuelo, 2009). גם מחקרים של כמויות הסחף שהוסר משטחי מערכות טבעיות שבאגן הים התיכון נעו בטווח שבין 6.7-0.8 טון לקמ"ר לשנה, ערכים שהם פחותים בהרבה מממדי הסחף מהמערכות החקלאיות, שעמדו על 142.8-17.6 טון לקמ"ר לשנה (Kosmas et al., 1997).

2.2.7.2.2 רכיבי המגוון הביולוגי המעורבים בשירות

צומח מעוצה נמוך, בעיקר שיחים ובני שיח, וכן גם שאר מיני עצי מערכות החבל הים-תיכוני. תיאורטית, תרומת המגוון הביולוגי הצמחי המעורב באספקת שרות זה תלויה בארכיטקטורה של תצורות הצומח השונות, המאפשרת בלימה מיטבית של אנרגיית טיפות הגשם וזו של זרמי הנגר העילי, אך לא נבדק קיומו של מידע בתחום זה.

2.2.7.2.3 תועלות השירות

שמירה על אופק הקרקע החיוני כמצע לתכסית הצמחית ולשאר רכיבי המגוון הביולוגי שבתכסית זו, שבאמצעותם מופקים שירותים נוספים ותועלותיהם, היינו תמיכה בתהליך/שרות התמיכה של תחזוקת המגוון הביולוגי על ידי מערכות החבל הים-תיכוני (הנקרא גם שרות בית גידול); מיתון שיטפונות ומניעת אסונות באירועי קיצון של שיטפונות; הפחתת נזקי כיסוי בסחף של הגידולים במערכות החקלאיות הנמצאות במורד אגן ההיקוות, שמקורו במערכות שהן לעיתים אף הרחק ממערכות החבל הים-תיכוני; שמירה על חדירותה של הקרקע למים ותחזוקתם בקרקע עם מיתון הסחיפה של שכבת הקרקע העליונה; שמירה על תוואי הנוף והקרקע מפני שינויים חריפים באירועי קיצון; מיתון מילוי מאגרים בסחף, המקטין את ממדי אגירת המים המצופה מהם; תועלת נוספת היא ברמה המדינית - מימוש התחייבויותיה של ישראל כמדינה חברה באמנת האו"ם למאבק במדבור - בהיבט הגלובלי סחיפת הקרקע היא אחד מהתהליכים העיקריים לניוון/שחיקה של הקרקע ("land degradation"), וכאשר היא קורית באזורים יובשניים (כ-95%

משטחה היבשתי של ישראל), היא קרויה "מדבור". מכאן שהפקת שרות ויסות סחיפת הקרקע תורמת למאמץ הגלובלי במאבק בתופעת שחיקת הקרקע, ובעיקר במדבור שבאזוריו היבשניים של כדור הארץ (Adeel & Safriel, 2005).

2.2.7.2.4. המשתמשים

חקלאים שבשטחיהם מופחת סיכון השקעת הסחף עקב ויסות סחיפת הקרקע במעלה המדרון. תושבים החיים במדרון השטחים המיוערים אשר אליהם נמנעת הגעת שיטפונות קיצוניים, כולל בעיקר את אוכלוסיות המערכות העירוניות/יישוביות של העמקים, השרון והשפלה, כאשר מערכות אלה מתפקדות כמבלע למקור מי הגשמים הניגרים מאזוריה ההרריים של ארץ ישראל.

2.2.7.3. מגמות

2.2.7.3.1. ממדי הפקת השרות בעבר וזיהוי מגמה

אין נתונים כמותיים לגבי היקף סחיפת הקרקע בעבר ולממדי התכסית הצמחית המעורבת באספקת השרות בעבר. ישנו תיעוד העשוי להעיד על רעיית יתר וקישוש לצורך חומרי בעירה, ואף הזנחת הטיפול בטרסות באזורים ההרריים של מערכות החבל הים-תיכוני, גורמים שאמורים לתמוך במציאות עבר של ביקוש גבוה אך היצע נמוך של השירות בשנים שלפני קום המדינה. אך מאז ועד עתה ניתן לזהות מגמה חדשה של עלייה בביקוש וירידה בהיצע השרות וזאת עקב גורמים מחוללי שינוי השונים מאלה שהביאו למגמות טרם הקמת המדינה.

2.2.7.3.2. גורמים מחוללי שינוי

הגורמים מחוללי השינוי הישירים לירידה בהיצע השרות הם תהליכי ההתמרה של מערכות החבל הים-תיכוני למערכות עירוניות/יישוביות ולמערכות חקלאיות, מה שהקטין וממשיך לצמצם את ממדי מכלול התכסית הצמחית של מערכות החבל הים-תיכוני המאפשרת הפקת שרות זה. גורמים ישירים אלה מונעים על ידי הגורמים העקיפים, הדמוגרפיים, הכלכליים והחברתיים של ישראל. הגורמים מחוללי השינוי הישירים המגבירים את הביקוש לשרות הם הגידול בתדירות אירועי קיצון של שיטפונות בשטחי מערכות החבל הים-תיכוני, שאמורים להעצים את ממדי סחיפת הקרקע. גידול זה בתדירות ובעוצמה של אירועי גשם קיצוניים המלווים בשיטפונות קיצוניים מיוחס (מורין וחוב, 2010) לשינויי האקלים הגלובליים. הגידול בביקוש דורש גם גידול בהיצע, העשוי להתממש באמצעות מיתון הגורמים מחוללי השינוי העקיפים, מה שעשוי להביא למניעת התמרות נוספות של מערכות החבל הים-תיכוני, ולממשק התומך באספקת השרות על ידי מערכות אלה.

2.2.7.4. פערי ידע

1. נדרש מידע שיאפשר כימות ממדי השפעת התכסית הצמחית והרכבה על ממדי מיתון עוצמת השיטפונות ונזקיהם לאדם. לכך נדרש איסוף נתונים של ממדי השיטפונות שמקורם באגני הניקוז השונים שבאזור האקלים הים-תיכוני של ישראל, על ממדי נזקי השיטפונות הללו, ועל ממדי השטחים של מערכות החבל הים-תיכוני באגני הניקוז השונים שהו מקור לשיטפונות. כל זאת במהלך השנים משנת הקמת המדינה, היינו מתחילת ההאצה של תהליך התמרת מערכות החבל הים-תיכוני (צמצום שטחי מערכות החורשים, הגידול בשטחי היערות הנטועים, וגם מתחילת תהליך האצת תדירות שריפות היער).

2. בדומה למידע על כימות, או לפחות הערכה, של ממדי השפעת התכסית הצמחית והרכבה על ממדי השיטפונות, נדרש מידע המתייחס לממדי המיתון של סחיפת הקרקע. לשם כך נדרש מידע על ממדי הקרקע שנסחפה במהלך השנים מאגני הניקוז השונים, וזאת בהתייחס לממדים ולתכונות של התכסית הצמחית של אותם אגני ניקוז.

3. נדרש מידע נוסף על מנגנון הפקת השרות, באמצעות חקר תרומת הארכיטקטורה של תצורות הצומח השונות, לממדי הפקת שרות ויסות סחיפת הקרקע ואירועי שיטפונות, וזאת בנפרד מתרומת אחוזי הכיסוי של התכסית הצמחית לממדי הוויסות.

2.2.8. וויסות שריפות יער

2.2.8.1. כללי

2.2.8.1.1. מהות השירות

שריפות שמקורן בפעילות אנושית מכוונת או כתוצאה מרשלנות מתרחשות בתדירות גבוהה במערכות החבל הים-תיכוני של היערות הנטועים ושל החורשים והבתות. אך לרכיבים שונים של מגוון מיני הצומח העצי והשיחי של מערכות אלה ממדים שונים של דליקותם (או הופכי הדליקות, העמידות לאש). לפיכך הרכב הצומח העצי והשיחי שבמערכות השונות של החבל הים-תיכוני בהתייחס לתכונות הדליקות/עמידות של הצומח המעוצה עשוי לווסת את עצמת שריפות היער וממדי התפשטותן במרחב, ולכן גם את ממדי נזקייהן.

2.2.8.1.2. מנגנון הפקת השירות

ממדי ההתלקחות, ההתפשטות ועוצמת שריפת היער ביערות הנטועים ובחורשים תלויים, בין השאר, בממדי "החומר הדליק" שבכל אחת מהמערכות. עצי המערכות האלה על מיניהם השונים דליקים בגין תכולת השרף, חומר דליק ביותר שבחלקי גופם המעוצים, ומהווים חומר דליק חי. בנוסף, שכבת הצומח הקרויה תת-יער, זו של הצומח הנמוך יחסית שבין העצים ומתחת לצמרותיהם, בה מספר רב של מיני צמחים חד-שנתיים המתים עם בוא הקיץ ומתייבשים במהלכו, מהווה את החומר הדליק המת. בתת-יער זה עשוי להיות גם צומח שיחני מעוצה בו מינים המכילים שרף וגם שמנים דליקים (Paz et al., 2011) כך שגם בתת-היער קיים מאגר של חומר דליק חי.

תכולת השרף של מיני האורן גבוהה מזו של מיני האלון ומיני עצים אחרים של מערכות החורשים (Wittenberg & Malkinson, 2009). ואמנם, ניתוח שריפת הכרמל של שנת 2010 העלה כי עמידותם היחסית של האלונים לשריפה הייתה גבוהה מזו של האורנים (Paz et al., 2011). מנגנון וויסות ממדי העוצמה וההתפשטות של שריפות היער מתבטא אפוא בממדי היחס בין גדלי האוכלוסיות וממדי הצפיפות של מיני הצומח העצי רחב-העלים (כאלונים ומיני עצים אחרים) לבין גדלי האוכלוסיות וממדי הצפיפות של מיני הצומח העצי המחטני (כאורנים), שמאפיינים את כל אחת ממערכות החבל הים-תיכוני. מכאן ששיעור גבוה יחסית של עצי האלון במערכת עשוי למתן את ממדי העוצמה וההתפשטות של שריפות-קיצון במרחבי מערכות החבל הים-תיכוני.

מנגנון וויסות שריפות היער כולל רכיב נוסף בעל השפעה על ממדי "החומר הדליק" וזאת כאשר צמחי תת-היער מתפקדים כמרעית לחיות המקנה הרועות במערכות החבל הים-תיכוני וניזונות (מקנה בקר) מצמחי תת-היער ואף מענפיהם הנמוכים של עצים ושיחים (מקנה עיזים). הרעייה ממתנת את היווצרות החומר הדליק של תת-היער, מה שתורם רבות למיתון התפשטות השריפה. רעייה זו מותנה בניהול האדם, אך גם מיני בר אוכלי-צמחים עשויים להיות מעורבים במנגנון הפקת השרות, אלא שמיני יונקים אלה נכחדו בעבר הרחוק. אחד ממינים אלה, היחמור הפרסי הושב לחלק ממערכות החבל הים-תיכוני על ידי רט"ג, אך אוכלוסיות מין זה עדיין קטנות ומעורבותן במנגנון הפקת השרות כנראה זניחה.

2.2.8.2 מצב נוכחי

2.2.8.2.1 ממדי הפקת השירות

את ממדי ההפקה של שרות זה ניתן לכמת באמצעות ניטור ארוך-טווח של שריפות, תדירותן, ממדי עוצמותיהם ונזקיהם, וזאת כנגד הממדים היחסיים של הצומח הדליק והצומח העמיד על כל רכיביהם במערכת זו. בהערכה וניתוח שריפות שאירעו בעשורים האחרונים באזור הכרמל נמצא כי 12% מכלל השריפות שהתרחשו במהלך שנים אלה בכרמל התחוללו במערכות היערות הנטועים התופסים 15% ממכלול שטח מערכות החבל הים-תיכוני ו-88% מהן התחוללו במערכות חורשים התופסים 85% משטח מכלול המערכות שבכרמל. מכאן שתדירות השריפות נמצאת ביחס ישר לשטחי המערכות, תוצאה צפויה שכן ההצתות אינן ספונטניות, אלא בידי אדם, וללא אבחנה או העדפה בין יערות נטועים לבין חורשים.

אבל בהתייחס לממדי השטחים שנשרפו בתשע השריפות גדולות הממדים שהתחוללו בכרמל במהלך השנים 1983-2006 נמצא כי שטח מערכות היערות הנטועים (היינו השטח המיוער באורנים) שנשרף עומד על כ-45% מכל השטח שנשרף במערכות החבל הים-תיכוני של הכרמל. שיעור זה גבוה ביותר בהשוואה לחלקן היחסי של מערכות היערות הנטועים במכלול מערכות החבל הים-תיכוני שבכרמל. וכך, ממחקר זה עולה כי ממדי השטח הנשרף בהתייחס לממדי השטח של כל אחת משתי המערכות היו גדולים במערכת היערות הנטועים פי שלש מממדי השטח שנשרף במערכת החורשים, וזאת בהנחה הסבירה כי מיקומן של הצתות שריפות אלה בכרמל היה אקראי (Wittenberg & Malkinson, 2009). מכאן שממדי ההפקה של שרות ויסות שריפות היער שביטויה בעמידות לשריפה, נמצאו גבוהים במערכת החורשים מאלה של מערכת היערות הנטועים, שכן הפקת השרות על ידי מערכות החורשים וויסתה את התפשטות השריפות ביעילות גבוהה פי שלש מממדי הפקת השרות על ידי מערכת היערות הנטועים.

בהעדר הצתות, המייצגות את הביקוש להיצע שרות, היינו ביקוש להרכב צומח שרובו עמיד לשריפות, ניתן רק להעריך את ממדי האספקה הפוטנציאליים של שרות זה באמצעות כימות ממדי הרכב הצומח העצי והרכב תת-היער של מערכות אלה. את מימוש היצע השרות ניתן להעריך באמצעות ניטור מספר השריפות שלא התפתחו לממדים של אירוע קיצון, או שהמאמצים לכיבוי שלהן היו קטנים, וזאת אל מול תכונות התכסית הצמחית של שטחי המערכות בהן התרחשו ההצתות של שריפות אלה.

2.2.8.2.2 רכיבי המגוון הביולוגי המעורבים בהפקת השירות

רכיבים אלה הם מיני עצים רחבי עלים, כמיני אלון (*Quercus spp.*) ואלה (*Pistacia spp.*) המהווים את המינים המעוצים השולטים בתצורות הצומח המפותחות שבמערכות החורשים בהן ניכר כי עצמת השריפות פחותה. לעומתם, מיני האורן (בעיקר אורן ירושלים - *Pinus halepensis* Mil.) שולטים בנוף מערכות היערות הנטועים ומעודדים את תהליך התפשטות השריפות. יחד עם זאת, ישנן מערכות יערות נטועים בהן התפתחו ספונטנית גם עצים רחבי-עלים, ומערכות חורשים רבות מאכלסות גם אורנים שמקורם ביערות הנטועים. רכיבים נוספים של המגוון הביולוגי המעורבים בהפקת השרות הם מיני המקנה אך אפשר שגם מיני הרביבורים (אוכלי צמחים) אחרים המצויים בחורשים, בכתות וביערות מעורבים בממשק ה"חומר הדליק" של תת-היער שבמערכות החבל הים-תיכוני.

2.2.8.2.3 תועלות השירות

התועלות אמורות להתבטא במיתון ממדי נזקים לאדם בנפש וברכוש. שריפות היער מתפקדות גם כגורם מחולל שינוי שלילי באוכלוסיות מיני בעלי חיים וצמחים של מערכות החבל הים-תיכוני, ובאופן עקיף לגרום גם לשינוי שלילי בבית הגידול של מינים

רבים. מכאן שתועלות השרות הן גם בתרומתן לאספקת שרות/תהליך התמיכה של אספקת בית גידול, ובתרומתן להפקת מכלול שרותי המערכות בה מעורבים המינים החשופים לנזקי שריפות היער המתרחשות במערכות החבל הים-תיכוני.

2.2.8.2.4. המשתמשים

כלל החברה, בעיקר תושבי היישובים הסמוכים לשטחי מערכות החבל הים-תיכוני ולפיכך שריפות היער עלולות לסכן אותם, וכלל המשתמשים בשאר השירותים המופקים על ידי מערכות החבל הים-תיכוני, בעיקר שרות התרבות של נופש בחיק הטבע.

2.2.8.3. מגמות

2.2.8.3.1. ממדי הפקת השרות בעבר וזיהוי מגמה

בעבר הרחוק היצע השרות של מערכות החבל הים-תיכוני היה גבוה מזה שהוא כיום, שכן שטחי מערכת בהם שלטו אורנים היו קטנים, ותת-היער הייתה חשופה לרעיית יתר. אך במהלך שנות המנדט הבריטי ויותר מכך עם קום המדינה, רעיית-היתר והכריתה צומצמו והתמרות שטחי מערכות החורשים והבתות לשטחי היערות הנטועים באורנים הלכו והתרבו. לפיכך "חומר הדליק" במערכות החבל הים-תיכוני הלך והצטבר, גם עם האצת ממדי ייעור קק"ל וגם עם העלייה בגיל העצים הנטועים. כל אלה במקביל להתאוששות מערכת החורשים מתהליכי הכריתה ורעיית העצים, מה שאמור להביא לממדי הפקה כל שהם של השרות באמצעות אוכלוסיות האלונים, להם היה ביקוש עם העלייה בממדי ההצתות, רובן בעקבות גידול האוכלוסייה. וכך למשל, במהלך 38 השנים 1982-1944 התרחשו שש שרפות גדולות בכרמל, היינו בתדירות של שריפה כל 6.3 שנים. במהלך 23 השנים 2006-1983 התדירות עלתה - תשע שרפות יער, היינו תדירות של שריפה אחת כל 2.4 שנים.

לגידול זה בתדירות השרפות שני גורמים, האחד הוא התעצמות תהליך התמרת שטחי מערכות החורשים והבתות לשטחי יערות נטועים ותהליך התבגרות היערות הנטועים במהלך העשורים הראשונים של המדינה (Wittenberg & Malkinson, 2009). השני - תהליך הדרת חיות המקנה מהרעייה בתת-היער, מה שהביא לעלייה בכמות ולהצטברות "חומר דליק" רב בתת-היער של המערכות וגם למבנה שיחני וצפוף של עצי מערכת החורשים (Bar-Massada et al., 2009). היינו, התהליכים לעיל שביטויים הוא שינוי במגוון הביולוגי (התמרת מגוון מיני צומח מקומי עמיד יחסית לשריפות, לצומח הנטיעות הדליק יחסית, ולגידול בממדי הצומח הדליק של תת-היער) הביאו לצמצום יחסי של ממדי צומח העמיד לשרפות, מה שהביא לפחיתה באספקת השרות, לה חלק בהגברת תדירותן וממדיהן של השרפות.

2.2.8.3.2. גורמים מחוללי שינוי שיצרו את המגמות

גורמים ישירים שהביאו למגמת פחיתה בהיצע השרות הם: הגידול בשטחי מערכות היערות הנטועים באורנים באמצעות תהליך התמרת המערכות שהביא לגידול בממדי שטחים עתירי "חומר דליק" וצמצום בממדי שטחים עתירי צומח עמיד; העליה בביומסת פרטי האורנים ובדליקותה עם התבגרותם; תהליך התפשטות האורנים מהיערות הנטועים והתבססותם הטבעית בשטחי החורשים והבתות; הגידול בממדי תת-היער הדליק וצפוף הצומח העצי המכוסה בעקבות מיתון רעיית המקנה במערכות החבל הים-תיכוני.

עם זאת, לא זוהה מתאם בין כמות המשקעים השנתית ובין כמות ועצמת השריפות (Wittenberg & Malkinson, 2009), למרות שכמות הגשמים משפיעה בחלקה על ממדי הצומח הדליק של תת היער. יחד עם זאת שינויי האקלים הגלובליים אמורים להגביר אירועי קיצון של שריפות יער, אך אין נתונים על השפעתם הישירה על תכסית הצומח המעורבת באספקת שרות זה של ויסות אירועי הקיצון, המיוחסים לתופעת ההתחממות הגלובלית.

בין הגורמים העקיפים למגמת צמצום היצע השרות ניתן לציין את חקיקת ואכיפת חוק העז השחורה (Perevolotsky et al., 1998; Evlagon et al., 2010) שהשפיע, בין השאר, על השינוי החברתי-כלכלי שהביא לצמצום הפרנסה הפסטורלית, בעיקר אצל אוכלוסיות המיעוטים, ואת מדיניות הייעור ושימושי השטחים של המדינה, בביצועה של הקק"ל. בהתייחס לביקוש, היינו לממדי ההצתות, גורם מחולל השינוי העקיף העיקרי לעלייה במספרן הוא העלייה בצפיפות האוכלוסין שמביאה לפעילויות אדם שונות. למשל, לגידול במספר המבקרים במערכות היערות והחורשים (כלומר – שימוש בשירות התרבות של נופש ופנאי המופק על ידי מערכות אלה). גידול האוכלוסייה ועמה תרבות הפנאי ואף פעילויות אדם אחרות במרחבי מערכות החבל הים-תיכוני כאימוני צבא ועוד, תרמו לעלייה במספר השריפות עקב רשלנות וחוסר אחריות של המבקרים והנופשים (Wittenberg & Malkinson, 2009).

2.2.8.4. פערי ידע

חסר מידע על ממדי רעיית מקנה מוסדרת במערכות החבל הים-תיכוני והשפעתה על ממדי הצומח הדליק והצומח העמיד של תת-היער שבמערכות אלה.

2.3. שירותי תרבות

2.3.1. התנסויות אקטיביות שתועלותיהן פיזיות: פנאי ונופש

2.3.1.1 כללי

2.3.1.1.1 מהות ומנגנון הפקת השרות

מערכת היערות הנוטועים: רוב גושי מערכת היערות הנוטועים נמצאים במרחק משטחי המערכות העירוניות/יישוביות (למעט "היערות הקהילתיים" הנמצאים בשוליהם ולעיתים אף בתוכם) ממקמים באתרים מהם נשקף נוף ומספקים צל ואקלים מקומי נוח יחסית. בהעדר תת-יער מפותח בחלק ניכר ממערכות אלה, הן מאפשרות התמקמות והליכה של משפחות וקבוצות בין העצים. כל אלה הן תכונות מערכות היערות הנוטועים המספקות את הביקוש לשימושי פנאי ונופש של תושבי הערים ואף יישובים אחרים. ממשק המערכות הללו המתבצע על ידי קק"ל – הקמת חניונים לרכב, ספסלים, מתקני צלייה ("מנגלים") ועוד, מקדם את ההיצע ואף מגביר את הביקוש לאספקת שרות הפנאי והנופש של מערכת זו לאוכלוסיות מגוונות, בעיקר בתקופות חגים וחופשים. אך גם במשך כל ימות השנה מתקיימת יציאה מסודרת ליער של מוסדות חינוכיים, תנועות נוער ותיירות פנים/חוץ בהיקף מצומצם יחסית, וגם של מבקרים המגיעים באופן עצמאי ליערות. הפעילויות המועדפות הן פיקניק, מפגש חברתי ומשפחתי, שלאחריהן טיול רגלי. מסלולי האופניים ושבילים לרכיבה על סוסים ביערות הנוטועים מאפשרים פעילויות נוספות אלה של פנאי ונופש שהתפתחו בעיקר בעשור האחרון.

במערכת היערות הנוטועים נכללים גם היערות הקהילתיים, הנמצאים במרחק הליכה מהיישוב, ולעיתים בתוכם. זאת כאשר היערות ניטעו לפני הקמת היישובים והישובים הוקמו בתוכם, או ניטעו בסמוך ליישובים ולאחר הקמתם הם התפתחו והקיפו את היערות הללו. לא נאסף מידע לגבי היקף יערות אלו וחלקם היחסי במערכת היערות הנוטועים, אך קיים מידע על ממדי אספקת השרות על ידי יערות אלה במיוחד (ראה להלן).

מערכת החורשים והבתות: השרות מסופק באמצעות שמורות טבע קולטות קהל הנמצאות במערכת זו. שמורות אלה מושכות מבקרים רבים. רכיב עיקרי מהמבקרים מגיע בקבוצות מודרכת, כמו למשל באמצעות בתי ספר שדה ומוסדות חינוכיים, כאשר הפעילות העיקרית היא טיולים רגליים. מדובר אפוא בשרות פנאי ונופש, ולעיתים משולב בפעילות חינוכית כמו למשל הפעילות החינוכית שבפארק רמת הנדיב, פעילות של החברה להגנת הטבע, ועוד פעילויות חינוכיות הפונות לקהלים שונים ומשלבות תועלות אינטלקטואליות וחברתיות.

מערכת הכורכר והחולות: מערכת זו סמוכה לחופי הים התיכון ומשיקה למערכת האקולוגית הימית. היא מושכת מבקרים לפעילות פנאי ונופש גם בזכות עצמה וגם בזכות קרבתה למערכת הימית, שכן לבד מהמשיכה התיירותית לנוף הדיונות, המבקרים במערכת זו יכולים ליהנות גם מנוף הים הנשקף כמעט מכל מקום במערכת, מראשי הדיונות או מפסגות רכסי הכורכר.

2.3.1.1.2 רכיבי המגוון הביולוגי המעורבים בהפקת השרות

מערכת היערות הנוטועים: העץ השולט ביערות הנוטועים המספקים את שרות הפנאי והנופש הוא אורן ירושלים, שברוב החניונים המוסדרים עצי גבוהים ומרווחים ומצלים על המשתמשים. לעיתים משולבים בצומח גם מיני אורן אחרים, ברושים, ואף מיני עצי בר אחרים. רכיבים נוספים של המגוון הביולוגי הם מיני צמחים עם פריחה עונתית, פרפרים, וציפורים, מגוון המוסיף לתחושת הנופש שמעניקים החניונים.

מערכת החורשים והבתות: השרות מסופק על ידי המגוון הביולוגי המיוחד מערכת זו, כאשר בחורשים צפיפות גבוהה וגובה צומח נמוך מאשר אלה שבמערכת היערות הנטועים, מה שמגביל את הטוילים הרגליים לשבילים מסומנים. מנגד, שלא כמערכת היערות הנטועים, מערכת החורשים והבתות היא מערכת טבעית, מה שעשוי לתת תחושת נופש שונה מזו שמספקת מערכת היערות הנטועים. מטיילים רבים בוחרים לטייל בעונת הפריחה באזורי בתות (דוגמאות נבחרות לכך – אזורי שפלת יהודה, מזרח הגליל, רמות מנשה, גלבע, גולן ועוד). הנוף הפתוח באזור הבתות בעונה זו מעניק תחושת נופש ייחודית וצבעונית בעלת עניין רב.

מערכת הכורכר והחולות: המגוון הביולוגי העשוי להיות מעורב באספקת השרות של מערכת זו כולל את עצי החרוב ושיחי אלת המסטיק שבשרון, את המגוון הביולוגי הייחודי של הדיונות, בעיקר באזור השפלה, על השוני שבהרכבו בין הדיונות היציבות והדיונות הנעות, ואת מגוון הצמחים הפורחים עונתית על רכסי הכורכר. כל אלה עשויים למשוך מבקרי נופש ופנאי, לא כל כך בגין ההצללה אלא עקב ההנאה של שהייה והליכה בנוף שהוא צרוף חולות ורכסי כורכר, על הצומח הטיפוסי שלהם, וזאת יחד עם ריח הים והצפייה באופקיו.

2.3.1.2 מצב נוכחי

2.3.1.2.1 ממדי הפקת השרות

כמות מבקרים השנתית ביערות ובשמורות טבע, ואומדן הוצאה כספית עבור יציאה ליער של יחיד/משפחה (שיטת עלות נסיעה/נכונות לשלם ועוד) הם המדדים באמצעותם ניתן לכמת את ממדי הפקת השרות בכל אחת ממערכות החבל הים-תיכוני.

מערכת היערות הנטועים: עיקר פעילות המבקרים היא בחניונים שביערות הנטועים - אזורים בתוך היערות בהם הקק"ל הכינה ומתחזקת מתקנים לנוחיות המבקרים ולהגדלת הביקוש לשרות. במערכת היערות הנטועים נמצאים 875 חניונים כאלה (פורטל השטחים הפתוחים, 2018), כשעונת האביב ולאחריה עונת הקיץ הן העונות המועדפות לשהות ביער. נמצא כי 60% מהנסקרים נוטים לבקר באותו היער בין 2 ל-4 פעמים בשנה; 20% מבקרים בין 5-10 פעמים בשנה ו-20% הנוותרים, בתדירויות אחרות; ומרבית הביקורים הם בימי מועד, שבתות וימי שישי (גלבמן וחוב, 2013; שובל וחוב, 2014). סקר שהקיף את כל יערות קק"ל בישראל (שעיקרם במערכת היערות הנטועים שבמערכות החבל הים-תיכוני, אך כלל גם את יערות קק"ל שבמערכת אזור המעבר שבמערכות המדבריות), שטח כולל שעמד בשנת 1992 על כ-722 אלף דונם, ארח באותה שנה כ-2.9 מיליון משפחות שהם כ-10 מיליון אנשים, כך שבממוצע כל דונם יער סיפק באותה שנה את השרות ל-4 משפחות בנות 3.5 נפשות שזמן שהייה הממוצע שלהן ביער היה כשעתים וחצי (Fleischer, 1993).

היערות הקהילתיים הנכללים בשטח הכולל של יערות קק"ל המצוין לעיל, מנוהלים כשאר יערות קק"ל, אך ממשקם מוטה ומושפע מרצונותיהם ובקשותיהם של קהילות היישובים הסמוכים ולכן נעשה תוך הידברות בין הקק"ל והתושבים. ממשק זה, וגם הקרבה ליישובים, מעצימים את היצע השרות של יערות אלה (כמו יערות ראש העין, כוכב יאיר, מגדל העמק, ירושלים ואלעד). ואמנם, גם אם לא מובא כאן מידע כמותי, נמצא כי ככל שקירבת היישוב ליער הקהילתי גבוהה יותר כן גדלה רמת השימוש בו, שימוש המתבטא בביקורים הנעשים בעיקר בסופי שבוע ובחגים, כאשר הפעילות הנפוצה ביותר היא טיול ברגל, אך גם זו של מפגשים חברתיים. כמו כן נמצא כי שביעות הרצון מהיער הקהילתי גברה ככל שהיער היה קטן יותר בממדיו (פליישר וחוב, 2012), ממצא אופרטיבי לגבי היצע השרות, שהסברים לו, אם יוצעו, יעוררו עניין.

מערכת החורשים והבתות: רט"ג מציגה את המספר הכולל של המבקרים בכל השמורות והגנים שבניהולה, שהוא 7-9 מיליון מבקרים תושבי ישראל בשנה ו-1.9-2.7 מיליון תיירי חוץ (רט"ג, 2011, 2014). הפלח של מבקרים בשמורות שבמערכת החבל הים-תיכוני (הכוללים גם את מערכת הכורכר והחולות) ניתן לחלוק. אך בין השמורות הנכללות במידע ישנן כאלה שהן של מערכות המים הפנים-ארציים, וגנים לאומיים שהם אתרי מורשת. גם פלחים אלה ניתן לחלק על מנת להעריך את תרומת מערכת החורשים והבתות לאספקת שרות התרבות של הפנאי והנופש. יחד עם זאת, הנתונים מראים שבשנת 2011 המספר המצטבר של מבקרים (בתשלום) בכל שמורות הטבע של הגליל העליון הגיעה לכ-770,000 איש, ונאמד מספר כפול מזה של מבקרים (לא בתשלום) בשמורת הר-מירון המתאפיינת בחורש מפותח ומגוון. אומדן המבקרים בשנת 2011 בשמורות הטבע שבמערכות החבל הים-תיכוני שבגליל העליון בלבד עומד אפוא על כ-2.3 מיליון מבקרים תושבי ישראל,

את ממדי אספקת השרות ניתן לאמוד גם באמצעות הרשתות החברתיות האגרות צילומים שביצעו מבקרים באתרים שונים על פני כדור הארץ, כולל בישראל. בבדיקה של תמונות שהוצבו ברשת Flickr על ידי מבקרים באתרים המרוחקים מאזורי מגוריהם, והם יעדים לשמירת טבע בישראל, התגלה כי שני האתרים אשר בהם תועד מספר הצילומים הגבוה ביותר בין השנים 2004 ו-2012 (בתאי שטח של 25X25 ק"מ) הם שמורת הר מירון (1,313 תמונות) והר הכרמל (1,249) הנכללים במערכת החורשים והבתות (Levin et al., 2015).

מערכת הכורכר והחולות: לא נאספו נתונים לגבי ביקור מטיילים בשמורות וגנים לאומיים שבמערכת זו.

2.3.1.2.2 התועלות ותרומתן לרווחת האדם

מערכת היערות הנטועים: התועלת התרבותית שביקור במערכת זו מספק היא האפשרות לנופש בחיק הטבע על כלל מרכיביו - הצומח וכן בעלי החיים - עופות, זוחלים, פרפרים ועוד. הנופש בחיק הטבע כולל פעילויות אקטיביות - פיקניק, הליכה, ריצה, רכיבה על אופניים, ביחידות ובחברה. ערכו הכספי של השרות ניתן למדידה בשיטות שונות. בדוגמה תיאורטית לשימוש ב"שיטת עלות הנסיעה" של 60 ק"מ הלוך וחזור, ושימוש במחירי הדלק בישראל בשנת 1993 נמצא כי אומדן ערך הנופש לאדם לדונם של מערכת היערות הנטועים הוא \$14.6 לשנה, שהוא ערך גבוה מעלות תחזוקת יער וממשקו באותם ממדי שטח (Tauber, 1993). הערכה כלכלית של שרות תרבות זה המופק על ידי מערכת יער נטוע (יער ביריה הכולל מיני עצים שונים, בוסתנים, מעינות, אתרים ארכאולוגיים, מקומות קדושים, מצודה עם רקע ביטחוני להקמת מדינת ישראל, מצפורים ועוד) ששיטחו עומד על 17.5 אלף דונם כאשר מימוש ההיצע שלו נעשה באמצעות פעילות נופש בשטחיו בוצעה גם היא בשיטת עלות הנסיעה (Fleischer, 1993), והעלתה ערך הנע בין 1.6 ל-12.9 מיליון שקל לשנה (כאשר ממוצע שני ערכים אלה הוא 7.2 מיליון ש"ח).

אומדן ערכם הכלכלי של עצים שביערות הנטועים ואשר גילם מעל מאה שנים ("עתיקים"), נעשה עבור עצים כאלה ב"שיטת הנכונות לשלם", באמצעות תחקור המבקרים ביער למטרות נופש, אשר היוו מדגם של הציבור הנופש בארץ. בשנת 2006 היו בארץ 2.05 מיליון משקי בית, מתוכם ביקרו ביערות 1.6 מיליון. נמצא כי הערך השנתי של עצים "עתיקים" נע בין 11.73 מיליון ש"ח (עבור מתעניינים פעילים בהגנת עצים עתיקים) ל-99.59 מיליון ש"ח (כלל הציבור בארץ), (Becker & Freeman, 2009).

התועלות של היערות הקהילתיים לא נמדדו בערכים כלכליים אלא בתשואולים לגבי שביעות הרצון של המשתמשים, מהם התברר כי זו אינה רק מהיער עצמו אלא מכך שהוא מגביר את שביעות רצונם מהיער שבהם חיים, וככל שמספר הביקורים ביער הקהילתי עולה כך גדלה שביעות רצון זו (פליישר וחובי, 2012). כמו כן נמצא קשר בין שביעות הרצון מהיער הקהילתי ובין המציאות הכלכלית - ככל שעלתה רמת החיים בעיר במהלך השנים כך גם עלתה רמת החשיבות המיוחסת ליערות הקהילתיים שלה, והשוואה

בין ערים ויערותיהם הקהילתיות הראתה כי ככל שהדרוג החברתי-כלכלי של העיר גבוה כך גדלה רמת שביעות הרצון של תושביה מהיער הקהילתי. בנוסף, נמצאה גם התייחסות לתרומה הכלכלית – לבד מכך שמרבית התושבים ייחסו ליער הקהילתי השפעה חיובית על איכות חייהם הם גם ערים לפוטנציאל העלייה במחירי אותן דירות הפונות ליער.

מערכת החורשים והבתות: לא נמצאו נתונים כלכליים עבור המערכת כולה, אבל ערכו של שרות התרבות של הנופש והפנאי באתר אחד שלה, החורש והבתה סביב רמת הנדיב, נבדק ב"שיטת ההעדפות המוצהרות", היינו באמצעות סקר מבקרים אשר נערך באתר (Koniak et al., 2011), שבחן את העדפת רכיבים שונים של המערכת עבור פעילויות נופש ופנאי של טיול רגלי ושל פיקניק, אך זאת ללא נקיטה בנכונות לשלם. לפיכך המידע לא מתייחס בהכרח לעלות השימוש בהיצע השרות, ואולי מתייחס יותר לתרומתו לרכיב החברתי של רווחת האדם המבקר במערכת. הסקר מצא שנוף "פתוח", היינו חורש דליל או בתה היווה את מוקד המשיכה העיקרי עבור טיול רגלי על פני חורש סבוך, או יער נטוע. אך עבור פעילות של פיקניק היער הנטוע, החורש הדליל והבתה היוו יעדים מועדפים עבור מטיילים ונופשים, על פני חורש סבוך ויער נטוע.

מערכת הכורכר והחולות: התועלת הכלכלית של שרות תרבות זה המסופק על ידי המערכת באזור החולות שלה שבמישור החוף נבדקה בשיטת ההעדפות המוצהרות. בסקר מקיף של חולות ניצנים (אחירון-פרומקין וחוב', 2008) התבקשו הנשאלים לציין את תצורת הנוף המועדפת עליהם (דיונה נודדת או דיונה מיוצבת) ולהעריך את הסכום שיהיו מוכנים לשלם עבור שמירה על תצורת נוף זו. התוצאות (שגב, 2010) הצביעו על העדפה לנוף של דיונות נודדות (116.88 ש"ל לאדם בממוצע) על פני נוף של דיונות מיוצבות (101.33 ש"ל לאדם בממוצע). על סמך נתונים אלה הוערך שרות התרבות של תיירות ונופש בדיונות הנודדות בכ-380 ש"ל לדונם בשנה לעומת כ-330 ש"ל לדונם דיונות מיוצבות בשנה.

לתועלות אלה של הפקת השרות באמצעות פעילויות פנאי ונופש על ידי כל מערכות החבל הים תיכוני, יש גם תרומות בריאותיות (בעיקר אלה של הטיול הרגלי, הרכיבה באופניים) וגם תרומות חברתיות (המפגשים באתרי הפיקניקים, הטיולים בקבוצות), אך לא נסקרו נתונים על ממדי תועלות אלה.

2.3.1.2.3 המשתמשים, המגזרים השונים בחברה הנהנים מהשירות

סקרים שנערכו ביערות שאינם בקרבה מיידית ליישובים (גלבמן וחוב', 2013) העלו כי רוב גדול מבין המבקרים שנשאלו הם ילידי ישראל (88%) ומיעוטם (12%) עולים (בשנת 2014 כ-25% מהאוכלוסייה היהודית היו עולים, כך שיחסית, הביקוש לשרות נמוך מהמצופה בקרב העולים). כ-60% מהנסקרים הם בגילאי 30-49, כ-87% מבקרים במסגרת של זוג/משפחה, 64% מהנסקרים הינם בעלי השכלה אקדמאית ו-46% מבין המבקרים הם בעלי הכנסה גבוהה מהשכר הממוצע במשק, בעוד 32% הם בעלי הכנסה ממוצעת ורק 19% בעלי הכנסה מתחת לממוצע (גלבמן וחוב', 2013).

גם בהתייחס לחורשות הקהילתיות נמצא כי ההסתברות לביקור בהן עולה עם רמות ההשכלה וההכנסה. כך גם ההסתברות לביקור בחורשות הקהילתיות גבוהה אצל משפחות עם ילדים מאשר אצל משפחות ללא ילדים. ההסתברות לביקור גבוהה לגברים מאשר לנשים, וגבוהה לחילוניים מאשר לדתיים, והגיל מוריד את ההסתברות לביקור בחורשות הקהילתיות (פליישר וחוב', 2012).

2.3.1.3 מגמות

לא נאספו לצורך פרויקט זה נתונים לגבי הביקוש וההיצע של שרות תרבות זה של מערכות החבל הים-תיכוני בעבר, אך אין צורך בראיות שמאז קום המדינה החורשים השתנו, שטחי היער הנטוע גדלו, הממשק לקבלת מבקרים ביערות ובשמורות השתנה, רמת

ההכנסות של הציבור עלתה, הניידות (רכב) גברה, והזמן הפנוי לצורך ניצול היצע השרות גדל. אך קיים פער ידע על ממדי השפעת כל אחד מגורמים אלה על אספקת שרות הפנאי והנופש של מערכות החבל הים-תיכוני.

2.3.1.3.1 גורמים מחוללי שינוי שייצרו את המגמות באספקת השירות

אין נתונים כמותיים לגורמי השינוי באספקת השרות, אך נמצא (Fleischer, 1993) כי הערך הכלכלי של השרות המסופק על ידי יער ביריה (ראה לעיל) עלה ככל שעולה רמת ההכנסה של המבקר ביער. ובנוסף, ניתן לזהות כי השקעות להגדלת הביקוש של השרות באותו יער, מהוות גורם מחולל שינוי חיובי בממדי הביקוש לשרות. שינוי חיובי זה מתבטא בממצא שככל שגדלו ההשקעות במצודה, שהוא אתר מורשת (שיפוץ, הדרכה, מתקנים בסביבה, מצפורי נוף, שיפוץ ותחזוקת מקומות קדושים, הפעלת ילדים והדרכה ביער), כן גדל האומדן הכלכלי של ערך היער במאות אלפי שקלים בשנה. היינו, הגורמים שזוהו כמחוללי השינוי בביקוש לתפוקת השרות הם רמת החיים של הישראלי וממדי תמיכת הרשויות בהפקת היצע השרות באמצעות השקעות בממשק ידידותי למבקר במערכות החבל הים-תיכוני.

2.3.1.4 פערי ידע

1. חסר ידע איכותני וכמותי כאחד, על ממדי האספקה של שרות זה על ידי מערכות החורשים והבתות, ומערכות הכורכר והחולות.
2. מידע זה צריך גם לכלול את תרומתם של מינים כריזמטיים, צמחים (אירוסים), יונקים (צבאים) ועופות (נשר), לאספקת פעילויות פנאי ונופש, ותרומתיה של הצפרות לשרות זה.
3. דרוש מידע קשיח שיתמוך בהצהרות על הפקת תועלות בריאותיות מהפקת שרות הנופש והפנאי במערכות החבל הים-תיכוני, ומידע קשיח יותר מזה הקיים, על הפקת תועלות חברתיות משרות תרבות זה.
4. דרוש מידע נוסף שיתמוך ויסביר האם ומדוע שביעות הרצון מהיער הקהילתי גדלה ככל שיער זה קטן בממדיו.

2.3.2. התנסויות אקטיביות שתועלותיהן אינטלקטואליות : מחקר מדעי

2.3.2.1. מהות השירות ומנגנון הפקתו

2.3.2.1.1. מהות השירות ומנגנון הפקתו

מערכות החבל הים-תיכוני של ישראל מצויות בשולי אזור האקלים המזרח ים-תיכוני, אקלים המשפיע על תכונות המערכות האקולוגיות בארצות שבחופי חלקו המזרחי של אגן הים התיכון. למכלול זה של מערכות אקולוגיות תכונות משותפות שמשכו את תשומת הלב של מדענים מרחבי העולם מזה זמן רב. תכונות אלה הן המגוון הביולוגי הגבוה יחסית, בעיקר של צמחים (Medail & Quezel, 1997), הכולל רכיב משמעותי של אבות וקרובי בר של צמחי תרבות, בעיקר צמחי מזון, והיסטוריה בת אלפי שנים של מעורבות אדם אינטנסיבית ורציפה כגורם מחולל שינוי במערכות אקולוגיות אלה ובמגוון הביולוגי שלהן. מעורבות אדם זו עשתה את המערכות האקולוגיות הללו לאחד המוקדים החשובים בעולם הישן לביית צמחי תרבות (Zohary et al., 2012) ולמוקד לידתה והתפתחותה של החקלאות בעולם הישן. היא מסמנת את ראשית תהליך התמרת מערכות טבעיות למערכות חקלאיות ולמערכות מרעה, תהליך הצמוד ומקביל להתפתחות תרבות האדם שתפקודה כגורם מחולל שינוי במערכות האקולוגיות התעצם והלך. כל אלה מהווים את היצע שרות תרבות זה של מדע המסופק על ידי מערכות החבל הים-תיכוני, והתעניינות המדענים בהיצע זה מייצרת את ממדי הביקוש לשרות, המתממש במערכות עצמן, באמצעות תצפיות וניסויים בשדה, אך גם במעבדה.

2.3.2.2. מצב נוכחי

2.3.2.2.1. המגוון הביולוגי המעורב בהפקת השירות

המערכות האקולוגיות של החבל הים-תיכוני מספקות שרותי ויסות אספקה ותרבות באמצעות המגוון הביולוגי שלהן, שכל רכיביו מהווים פוטנציאל להפקת שירותים אלה, ובכך מירב תועלותיהן לאדם. אך עצם הפקת שירותים אלה, ועצם תפקודיו של המגוון הביולוגי שלהן באספקת שירותים אלה, הם לכשעצמם עשויים להוות מושא לפעילות של מחקר מדעי ובכך בהפקת שרות התרבות של מדע. יחד עם זאת, מחקר מדעי המבוסס על רכיבי מגוון ביולוגי של מערכות החבל הים-תיכוני של ישראל יכול גם לחרוג ממחקר של התהליכים האקולוגיים המתרחשים במערכת עצמה; זאת כאשר רכיבי המגוון הביולוגי של מערכות החבל הים-תיכוני מתפקדים במחקר העשוי להביא לפריצות דרך בפתרון שאלות מדעיות שחשיבותן חורגת מתחומי המערכות האקולוגיות ומתחומי ישראל, ומהוות תרומה למדע הגלובלי.

2.3.2.2.2. ממדי הפקת השרות

הביקוש לשרות המדע מתבטא בשאלות בסיסיות במדע שהן בחזית הפעילות המדעית בעידן הנוכחי אותן מציגים המדענים, ואשר פתרון מתאפשר באמצעות מחקר רכיבי המערכות האקולוגיות של החבל הים-תיכוני. בנוסף, מתבטא הביקוש גם בשאלות המתייחסות למבנה ולתהליכים המתרחשים במערכות האקולוגיות הללו ושבמגוון הביולוגי שלהן נמצא הפוטנציאל לענות עליהן. בהנחה שרובו של המגוון הביולוגי של מערכות החבל הים-תיכוני מייצג היצע פוטנציאלי לאספקת השירות, ממדי הפקתה של השרות תלויים בממדי ביקושו, המתבטאים בנפחי הפעילות המדעית המבוססת על רכיבים מתוך המגוון הביולוגי של מערכות החבל הים-תיכוני.

היצע השרות מספק שתי תועלות שונות למשתמשים שונים. האחת סופקה ומסופקת באמצעות תשומת הלב המדעית שהקדישו בעיקר חוקרים מקומיים למערכות החבל הים-תיכוני שבתחומי ישראל וזאת על מנת לקדם את הבנת תפקודי המערכות הללו. השנייה - כאשר ממדי הפקת השרות באמצעות חקר מערכות החבל הים-תיכוני של ישראל מתבטאים בעיקר בקידום המדע הגלובלי, הרבה מעבר לתחומיהם הצרים יחסית של המערכות שבישראל, תרומה המעניקה למגוון הביולוגי של ישראל ניראות וחשיבות ברמה הגלובלית. דוגמאות להפקת כל אחת משתי התועלות מובאות להלן, ונתחיל בזו לה תועלת גלובלית.

א. ממדי הפקת השרות המתבטאות בתרומות לפתרון סוגיות בסיסיות במדע

1. המנגנונים הגנטיים של הביות - מעבר מצמח בר לצמח תרבות

עוד במחצית המאה ה-19 נאספו בחרמון פרטים של חיטת בר שזוהו לאחר שנים כ"אם החיטה", ואף תוארו מדעית כחיטת הבר - *Triticum dicoccoides* אך רק לאחר שנתגלו אוכלוסיות של מין זה בנחל ראש פינה בגליל ב-1906 על ידי אהרון אהרונוסון (לבנה, 2008) נסללה הדרך למגוון רחב של מחקרים לזיהוי המקורות הגנטיים של צמחי התרבות של העולם המודרני - חיטה ושעורה, חומוס, עדשים, אפונה, ופשתה. חלק ניכר מהספרות המדעית תוצר מחקרים אלה, מתבסס על צמחים שנאספו במערכות החבל הים-תיכוני של ישראל. אלה הראו כי המכנה המשותף לכל צמחי התרבות הראשונים כולל מחזור חיים חד-שנתי והאבקה עצמית (Zohary et al., 2012); שזרעי שעורה תרבותית תורבתו בר שבצפון הארץ לפני כששת אלפים שנה; ושמעבר גנים בין זני תרבות ושעורת בר עדיין מתרחשת (Mascher et al., 2016) במערכות החבל הים-תיכוני של ישראל.

2. יציבות מערכות אקולוגיות - תוצר מעורבות ממושכת של האדם

מחקר הדינמיקה של צמחיית מערכות החבל הים-תיכוני של ישראל, ובעיקר של מערכות החורשים והבתות, תרמה לערעור התפיסה שרווחה במחצית הראשונה של המאה העשרים לפיה הדינמיקה של מערכות אקולוגיות טבעיות מתכנסת לשיווי משקל המתבטא ביציבות ממושכת. מחקרי מערכות החורשים והבתות שבמערכות החבל הים-תיכוני הראו שמצבן אינו יציב, שכן גורמים מחוללי שינוי משמעותי כשריפות מעשה ידי אדם (Naveh, 1975) ורעיית מקנהו (Noy-Meir et al., 1980; Naveh & Whittaker, 1980; Perevolotsky & Seligman, 1998; 1989) הביאו ומביאים לשינויים במגוון הביולוגי הצמחי של המערכות ומשנים אותו בהתמדה, במהלך מאות ואלפי שנה. מכאן שהמערכות האקולוגיות של החבל הים-תיכוני של ישראל, ולא רק הן, אינן נמצאות במצב של שיווי משקל, אלא בדינמיקה מובנית, תובנה שנתמכה היטב על ידי מחקרים תיאורטיים שהתפתחו בשנות השבעים והפכה עם השנים לתפיסה המקובלת במדע האקולוגיה, בקנה המידה הגלובלי. תובנות נוספות שמקורן במחקר השפעות האדם על המערכות האקולוגיות של החבל הים-תיכוני של ישראל תרמו לפריצות דרך מדעיות נוספות שלהלן.

3. האקולוגיה של הנוף - תרומה להופעת דיסציפלינה אקולוגית חדשה

מחקרי השפעת האדם על יציבותן של מערכות החבל הים-תיכוני של ישראל היוו בסיס לפיתוח דיסציפלינה מדעית חדשה בעלת משמעות גלובלית, "אקולוגיה של הנוף" (Landscape Ecology), המושתתת על תפיסה הוליסטית של המערכת האקולוגית שהאדם הוא רכיב אינטגרלי שלה, המעצב את המבנה הפיזי שלה בחולו שינויים בתפקודה (Naveh & Lieberman, 1984); מכאן שלא ניתן להבין את המבנה והדינמיקה של המערכת האקולוגית מבלי להתייחס לתפקוד האדם בתוכה. דיסציפלינת האקולוגיה של הנוף מתייחסת כיום לכל המערכות האקולוגיות היבשתיות, אך היא נולדה והתפתחה בעקבות הידע שנרכש במהלך מחקרי מערכות החבל הים-תיכוני של ישראל (Naveh, 1967, 1978).

4. דינמיקת מערכות מרעה טבעי - תרומה למדיניות ניהול

מחקר אינטנסיבי מעמיק וארוך-טווח של מערכות רעייה שבמערכת הבתות של הגליל המזרחי על ידי חוקרים ישראלים תיפקד כמפתח להנחת היסודות לתיאורית הדינמיקה של מערכות מרעה המקובלת עד היום ברחבי העולם (Cingolani et al., 2005); (Noy-Meir, 1975) ומשליכה על מדיניות ניהול וממשק מערכות אלה.

5. עיצוב ממדי המגוון הביולוגי - "הפרעות" מידי אדם

נמצא שתחזוקת מינים רבים באותו אתר בו הם מתחרים על משאבים זהים אינה מביאה להכחדת מינים וצמצום ממדי המגוון הביולוגי, אלא לחיים-יחדיו. מקובל שזאת בגין גורמים טבעיים כשריפות עצמאיות, שיטפונות, סערות ובצורות, "הפרעות" שדווקא מאפשרות את הקיום-יחדיו של מינים רבים. שכן, "הפרעות" אלה מצמצמות את גדלי אוכלוסיות כל המינים, מה שמנמיך את עוצמות התחרות על משאבים ומאפשר קיום-יחדיו של כל המינים, עד להפרעה הבאה, וחוזר חלילה. המחקרים במערכות הישראליות של החבל הים-תיכוני העלו כי ה"הפרעות" מידי אדם (ראה להלן סעיף 5 ב"ממדי הפקת השרות המתבטאות בתרומות להבנת תפקוד המערכות האקולוגיות של החבל הים-תיכוני") - שרפות מכוונות, רעיית מקנה, כרייה, ועוד, עשויים להביא לתוצאות דומות לאלה של ההפרעות מהטבע. מחקרים אלה זיהו את מעורבות אדם אלה כ"הפרעה" הדומה בהשפעתה על המגוון הביולוגי כ"הפרעה טבעית", אליהן הסתגלו המערכות הטבעיות במהלך אלפי שנות קיום עם האדם (Shmida & Ellner, 1984; Shmida & Wilson, 1985), כשם שהסתגלו להפרעות הטבעיות, אך בקנה המידה של הזמן האבולוציוני. תובנה זו העלתה הסבר לעושר מיני הצמחים הגבוה שבמערכות החבל הים-תיכוני מזה שבמערכות אקולוגיות רבות אחרות.

6. מערכות החבל הים-תיכוני כמקור למינים פולשים בקנה מידה גלובלי

מחקר המערכות האקולוגיות בחבל הים-תיכוני של ארצות אגן הים התיכון, כולל זה של מערכות אלה בישראל, העלה את חשיבותן לעולם כולו, שכן הן אחז המקורות העיקריים של מינים פולשים למערכות אקולוגיות "מופרעות" בחלקים נרחבים של העולם (Fox, 1990); גם זאת בגין תכונות מהלך החיים של מיני המגוון הביולוגי, שעוצב במהלך היסטוריה אבולוציונית ארוכת טווח המושפעת על ידי האדם כגורם מחולל שינוי במערכות האקולוגיות.

7. קצבי תהליכים אבולוציוניים במגוון הביולוגי - התרחשותם בממדי זמן אקולוגי

תהליך התמרת מערכות טבעיות למערכות חקלאיות ומערכות מרעה במקביל להתפתחות תרבות האדם ותפקודה כגורם מחולל שינוי במערכות האקולוגיות במהלך תקופה שאורכה בסדר גודל של אלפי שנים בלבד, איפשר למדע להתייחס למשך זמן זה כמספיק כדי לחולל שינויים אבולוציוניים במבנה ובתפקוד של המגוון הביולוגי שבמערכות הללו (Di Castri, 1981). ואמנם, קשת מחקרים המתבצעים באתר שבמערכת החורשים והבתות שבכרמל, בחלקו הנמוך של נחל אורן, זיהתה הבדלים במגוון הביולוגי בין שני מדרונות הנחל. הבדלים אלה ביצורים רבים, החל מחיידקים, דרך צמחים, ועד יונקים, הם גנטיים, פיזיולוגיים ואקולוגיים - וזאת למרות שהמרחק בין שני מדרונות אלה אינו עולה על מאות מטרים ספורים, אלא שהאחד יובשני (מפנה דרומי) והשני לח (מפנה צפוני). מציאת הבדלים בקנה מידה כזה מצביעה על קצבי אבולוציה במגוון ביולוגי עשיר המהירים מהמקובלים עד כה (Nevo, 1995, 1997). מדובר ב"קניון אבולוציה" - מעבדת שדה המתפקדת כ"מיקרוקוסמוס" טבעי לתיעוד ומחקר של תהליכים אבולוציוניים, המתבצעים על ידי המכון לאבולוציה באוניברסיטת חיפה.

ב. ממדי הפקת השרות המתבטאות בתרומות להבנת תפקוד המערכות האקולוגיות של החבל הים-תיכוני

1. חקר השפעת תנאי הסביבה הלא-חיה על הרכב המינים וממדי שפעתם היחסית

השפעת הגובה מפני הים (שמידע, 1980; 1985; Walter, 1962; Zohary, 1959; Zohary & Orshan, 1959); השפעת תכונות הקרקע והמסלע (רבינוביץ, 1985, 1986; Seligman & Van Keulen, 1989); השפעת עקת יובש הקיץ על תהליכי רבייה ומועדיהם (Orshan, 2012; Zohary, 1960), על המורפולוגיה והאנטומיה (שחורי, 1966; רוזנצוויג, 1967; Orshan, 1989) ועל הפיזיולוגיה (פאהן, 1987) של עצי ושיחי החורשים והבתות.

2. חקר צמחי הפרחים וההאבקה

זיהוי תכונות פרחים שעיצובן מצביע על מוצא טרופי, ממוזג או פאליאו ים-תיכוני, שלא בהכרח המוצא הים-תיכוני העכשווי (דפני, 1985); אקולוגיה ואבולוציה של צמחי פרחים ומאביקיהם (Friedman & Shmida, 1995; Potts et al., 2005; Keasar et al., 2008).

3. חקר הפצת פירות וזרעים

מנגנוני ההפצה על ידי בעלי חיים ויחסי הגומלין בין בעלי החיים לצמחים (שמידע ואהרונסון, 1983; Izhaki, 2002); גורמים פיזיקליים כרוח ומים (Nathan, 2006) וחשיבותם בהפצה ארוכת טווח.

4. חקר האדם כמהנדס-על אקולוגי

פעילות אדם זו (לא להחליף עם "הנדסת סביבה" ...) שהחלה בתקופות פרה-היסטוריות ונמשכת עד ימינו, כוללת גם השפעת התפתחות החקלאות וביות בעלי חיים, על מאפייני החורש הים-תיכוני (פרבולוצקי וחוב', 2013).

5. חקר הגורמים העקיפים (גורמים אנושיים) מחוללי השינוי במגוון הביולוגי של צומח המערכות (ראה סעיף 5 לעיל ב"ממדי הפקת השרות המתבטאות בתרומות לפתרון סוגיות בסיסיות של המדע הגלובלי") :

- שריפות - כולל השפעתן על הקרקע (להב 1989; Kutiel & Naveh, 1987 a,b); בהתייחס לשריפת הכרמל: ההשפעה על הצומח (Goubitz et al., 2004); על בעלי חיים (יצחקי, 1992; חיים וחוב', 1992); על עצי אורן ירושלים, אלה שבמערכת החורשים ואלה שבמערכת היערות הנטועים (קרשון, 1973; Ne'eman, 1997); והתחדשותם לאחר השריפה (Nathan et al., 1999; Nathan & Ne'eman, 2004).
- רעיית מקנה - השפעתה על הביומסה והרכב המגוון הביולוגי הצמחי (פרבולוצקי, 1991; יצחקי, 1992; Naveh & Strenberg et al., 2012; Glasser et al., 2012; Kaplan & Gutman, 1996; Whittaker, 1980); 50 שנות מחקר סוכמו בספר העוסק בניהול שטחים לצורך מרעה, ממשק המרעה והשפעת חיות המקנה על הסביבה (זליגמן וחוב', 2016).
- כריתה - השפעה על הרכב המינים (פז, 1980; עמית, 1980; קרשון, 1982; ליפשיץ וחוב', 1985; Hadar et al., 1999; Bar Massada et al., 2008).
- מינים זרים - השפעה על צומח המערכות (Zohary, 1983).

תוצאות הפעילות של גורמים אלה כולם בשינוי הנוף נדונים בהיבט אקולוגי הנוף (Naveh & Dan, 1973), ובשינוי הרכב המגוון הביולוגי הצמחי במהלך אלפי שנים (באמצעות מחקר פלינולוגי (חקר אבקת צמחים פוסילית במשקעי הכנרת) (ברוך, 1985).

6. חקר שמירת הטבע במערכות החבל הים-תיכוני שנועד לסייע בתהליכי קבלת החלטות של "על מי ומה לשמור וכיצד" במערכות אלה (פרבולוצקי ושקדי, 2013), תרם לגישות של שילוב האדם בעיצוב הנוף האקולוגי, ושמירה מעבר לזו של המין הבודד או של חברת צמחים ייחודית, אלא שמירה של יחידת הנוף האקולוגי על כל מורכבותה. זאת בעיקר באמצעות מידע שנאסף במהלך עשרות שנות מחקר ברמת הנדיב ובתחנות מחקר אקולוגי ארוך-טווח (פרבולוצקי, 2013) ובתחנות מחקר וניטור (Long Term Ecological Research, LTER) אחרות ברחבי הארץ.

7. השפעת מערכת היערות הנטועים על מערכת החורשים והבתות

השפעת החדירה וההתפשטות של צאצאי אורן ירושלים שבמערכת היערות הנטועים, אל מערכות החורשים והבתות, הסמוכות ואף הרחוקות ממערכות היערות הנטועים (Lavi et al., 2005; Hadar et al., 2011; Waitz et al., 2015); היווצרות מערכת "היער המערוב" המשלב צומח עצי שמקורו ביערות הנטועים עם חורש של מערכות החורשים והבתות (Sheffer et al., 2012); השוני ברכיבי המגוון הביולוגי, צמחים ובעלי חיים, בין אלה של מערכות היערות הנטועים ואלה של מערכות החורשים והבתות (לבנוני 2005; Busse et al., 2005; Shochat et al., 2001).

8. סוגיית אורן ירושלים שבמערכות החבל הים-תיכוני בישראל (אוסם, 2013; אוסם וחוב, 2014)

אוכלוסיות רבות של מין זה שבמערכת היערות הנטועים מקורן מחוץ לישראל, ופרטים של מין זה מופיעים באתרים שונים במערכת החורשים והבתות, מציאות המעלה סוגיות רבות. מחקר אחד זיהה אקוטיפ (צורה/רכיבים גנטיים ייחודיים, זן) מזרח ים-תיכוני של אורן ירושלים באוכלוסיות האורן הטבעיות בישראל (Grunwald et al., 1986), בהן טיפוסים גנטיים שונים מאלה שבאוכלוסיות מערכות היערות הנטועים, ומחקר אחר מצא כי המגוון הגנטי של אוכלוסיות אורן ירושלים הטבעיות גבוה מזה של אוכלוסיות אורן ירושלים שביערות הנטועים (Steinitz et al., 2010); אפשרות אפיון אוכלוסיות אורן ירושלים הטבעיות כשריד לאוכלוסיות רבות וגדולות יותר שבמערכות החבל הים-תיכוני, שהצטמצמו עקב לחצי כריתה במהלך הדורות הועלתה גם כן (Lipshchitz & Bigger, 2001); כך זוהו גם תהליכי האבקה הדדיים המתקיימים בין האוכלוסיות הטבעיות של אורן ירושלים שבמערכת החורשים והבתות לבין אוכלוסיות מין זה הנמצאות במערכת היערות הנטועים ומקורן בחו"ל (Schiller et al., 1987); ולבסוף, חקר ההתחדשות הטבעית של אורן ירושלים במערכת היערות הנטועים, תרם לעיצוב ממשק העשוי להביא להשגת קיימות של מערכות היערות הנטועים (שילר, 1978; קק"ל, 2004).

9. מחקרי מזיקי האורנים שבמערכות היערות הנטועים

אלה כוללים: מחקר הביולוגיה של כנימת המצוקוקוס, (בן-דב, 1981); (Lipshchitz & Mendel, 1989; Mendel et al., 1990); זיהוי גנוטיפ באורן ירושלים ומין אורן נוסף, אורן ברוטיה העמידים לנזקי כנימת המצוקוקוס (מנדל וחוב, 1983); חקר השפעת הכנימה בעיצוב היער בכלל, ובעיקר לאחר שריפה (Mendel et al., 1997); בנוסף, נחקרה גם השפעת מזיק אורנים נוסף, חיפושיות הקליפה (Mendel et al., 1985).

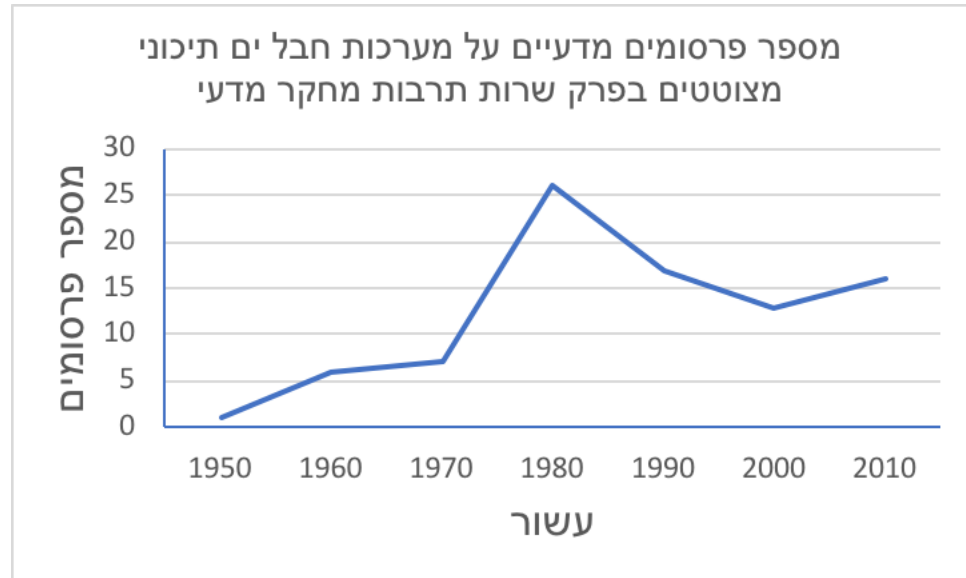
המשתמשים הישירים בתועלות המופקות מפתרון סוגיות בסיסיות של המדע הגלובלי באמצעות המגוון הביולוגי של מערכות החבל הים-תיכוני של ישראל הם המדענים בישראל וברחבי העולם שזהו משלח ידם ופרנסתם, אך גם האנושות כולה; לדוגמה, הבנת מנגנוני ביות צמחים ומנגנוני ויסות ממדי המרעית והרעייה תורמים להפקת שרות אספקת המזון בעולם כולו, שתועלותיו כלכליות, בריאותיות ואף חברתיות. כך גם תובנות פורצות-הדרך באמצעות חקר מערכות החבל הים-תיכוני של ישראל הביאו להכרה באי-יציבותן המובנית של המערכות האקולוגיות, ובמהירות גבוהה יחסית של שינויים אבולוציוניים, עשויות להשפיע על ממדי מוכנותה של האנושות לאירועי קיצון ועל הצורך בנקיטת זהירות בפעילויות אדם המחוללות שינויים במערכות האקולוגיות של כדור הארץ. בנוסף, תועלות הפקת שרות המדע על ידי המערכות האקולוגיות של ישראל המתבטאות בתרומות לפתרון סוגיות בסיסיות של המדע הגלובלי תורמות גם לתדמית הבינלאומית של מדינת ישראל ושל המדע הישראלי.

תועלות הפקת השרות המתבטאות בתרומות להבנת תפקוד המערכות האקולוגיות של החבל הים-תיכוני תורמות לקידומו של המדע הישראלי באמצעות המגוון הביולוגי של מערכות החבל הים-תיכוני של ישראל, והמשתמשים הישירים בהם הם המדענים הישראליים שזהו משלח ידם ופרנסתם. לאלה נוספות הרשויות האמונות על שמירת הטבע ועל הממשק הראוי של המערכות האקולוגיות של ישראל, המשתמשות בתוצאות המחקרים המדעיים שהופקו באמצעות המערכות האקולוגיות, מה שעשוי להביא לשיפור תפקודיהם. ולבסוף, תועלות הפקת השרות המתבטאות בתרומות להבנת תפקוד המערכות האקולוגיות של החבל הים-תיכוני תורמות גם לסגירת פערי הידע שנתגלו במהלך ביצוע פרויקט ראשון זה בהערכת המערכות האקולוגיות של ישראל. מכל אלה עולה כי מתועלות הפקת שרות המדע המתבטאות בתרומות להבנת תפקוד המערכות האקולוגיות של החבל הים-תיכוני, מופקות גם תועלות כלכליות, בריאותיות וחברתיות לתושבי ישראל כולה.

2.3.2.3 מגמות

2.3.2.3.1 ממדי הפקת השרות בעבר, זיהוי מגמות וגורמים מחוללי שינוי

מגמות היצע השרות חופפות את מגמות ממדי המגוון הביולוגי של מערכות החבל הים-תיכוני ואת הגורמים מחוללי השינוי בהם במהלך השונים. אך מגמת הביקוש לשרות חופפות את ממדי התפתחות המדע הגלובלי ובעקבותיהן המדע הישראלי, וזאת בממדי כוח האדם העוסק במדעי הסביבה בכלל והאקולוגיה בפרט, ובשיטות העבודה וכלי המחקר. כל אלה הם במגמות גידול משמעותי, מאז מפגשיהם של הנרי בייקר טריסטראם, אהרון אהרונסון, ישראל אהרוני ואחרים עם המגוון הביולוגי של מערכות החבל הים-תיכוני של ישראל במהלך שתי המאות האחרונות. לא נבדקו נתונים לזיהוי מגמות בהפקת השרות באמצעות כימות ואיכות של מוצרי המחקרים, היינו מספרם וממדי השפעתם של המאמרים המבוססים על מחקרי מערכות החבל הים-תיכוני שפורסמו במהלך השנים. אך מבדיקת רשימת 86 המקורות של פרק זה (שלא ניתן להתייחס אליה כמייצגת אמינה של המציאות, אך בהעדר מדד אחר אפשר שעשויה לתת מושג כל שהוא), עולה כי במהלך 7 העשורים האחרונים תפוקה זו של מאמרים בספרות המדעית הנשפטה היא במגמת עליה, ממאמר מצוטט אחד (ברשימת המקורות שלהלן) שהוא משנות ה-50 ועד 16 שפורסמו במהלך העשור הראשון של המאה הנוכחית, עם פסגה של 26 מאמרים שפורסמו בשנות ה-80 של המאה הקודמת (איור 3).



איור 3: מגמות ממדי הפקת שרות המדע המתבטאות במספר הפרסומים המדעיים התורמים להבנת תפקוד המערכות האקולוגיות של החבלים-תיכוני, שהופיעו במהלך מחציתה השנייה של המאה ה-20.

2.3.2.4. פערי ידע

1. חסר מידע קשיח על ממדי ההשפעה (אימפקט) של המאמרים המצוטטים בפרק זה ומייצגים את תרומת מערכות החבלים-תיכוני לקידום המדע, וזאת באמצעות המדדים המקובלים כיום בנושא.
2. חסר מידע כמותי על המעורבים ביצירת המידע המדעי שהופק ממערכות החבלים-תיכוני, המוסדות האקדמאים, מוסדות מחקר, מוסדות חינוך, ארגונים, החוקרים, תלמידי המחקר, במהלך השנים.
3. חסר מידע על התרומה החינוכית של המערכות, על החינוך הפורמלי, הבלתי פורמלי, לילדים, נוער, ומבוגרים.

2.3.3. התנסויות (בעיקר) פסיביות: תועלות מופשטות של מסורת, מורשת ופולקלור

2.3.3.1. מהות השירות ומנגנון הפקתו

תרבותן של מרבית החברות האנושיות כוללת מסורות - מנהגים, מיתוסים, ואמונות, פולקלור - מסורות מבוססות ידע עממי, וגם מורשת - אוסף ערכים וכללים; אלה מאפיינים מגזרים ספציפיים של החברה ומועברים מדור לדור, מפה לפה ובדורות האחרונים באמצעי תקשורת מגוונים. במגזרים רבים בחברה הישראלית המסורת, הפולקלור, והמורשת מבוססים על רכיבי מגוון ביולוגי של המערכות האקולוגיות המוכרות לחברה. כאשר זה קורה, רכיבים אלה של המגוון הביולוגי, בעיקר מיני עצים אך גם בעלי חיים, מספקים היצע של שרות זה בעצם קיומם וניראותם. השגיה ליד פרטי המינים הללו והצפייה הפסיבית בהם מהווה את השימוש הישיר בשרות, והקריאה או השמיעה עליהם מהווה את השימוש העקיף בשרות. שימושים אלה אפוא, מייצגים הפקות ישירות ועקיפות של היצע השרות, בהתאמה, והתועלות המתקבלות מהם מופשטות ורוחניות, גם אם מימוש השימוש עשוי להתבטא גם בערכים כלכליים. פרק זה עוסק בעיקר רק במורשת, מסורת ופולקלור - תועלות מופשטות המבוססות על התנסויות פסיביות עם המגוון הביולוגי הצמחי, ובעיקר עצים, של מערכות החבל הים-תיכוני, אך גם עם רכיבים אחרים של המגוון הביולוגי הצמחי.

2.3.3.1.1. רכיבי המגוון הביולוגי המעורבים באספקת השרות

שרות זה מופק באמצעות מגוון ביולוגי נרחב. חלק נכבד ממגוון זה הוא של מיני עצים גדולי ממדים ועתיקים שהיוו מאז ומתמיד מוקד רב-עוצמה לסגידה והערצה ונחשבו כהתגלות כוחות הטבע המייצגים חיים המשכיים וקדושה (דפני, 2010). החורשות והעצים הבודדים בעלי מופע חזותי-נופי בולט על רקע שאר הצומח שבמערכות החורשים והבתות, מהווים עבור אוכלוסיות מקומיות אובייקטים של מורשת, מסורת, אמונה וערך דתי (ליסובסקי, 2004). מיני עצים אלה הם רכיבי מגוון ביולוגי דומיננטיים בתצורות היער והחורש ה"סגורות", אך מופיעים גם כבודדים או בחורשות קטנות בתצורות ה"פתוחות" (בהן צפיפות העצים קטנה יחסית וביניהם תכסית צומח נמוך). לעצים אלה, כפרטים בודדים בנוף או כחורשות, יש משמעות כערכי תרבות כאשר נלווים אליהם שלל מנהגים, סמלים, מסורות ועוד סוגי פעילות אנושית הסובבת אותם, וחשיבותם גדלה ככל שהם בעלי גיל מופלג יותר או/ו גדולי ממדים.

רבים מבין העצים ממינים אלה מצויים ליד קברים והם שרדו, התפתחו וטופחו כמסורת הנמשכת עוד מימי המקרא ועד קרוב לימינו (ליפשיץ וביגר, 1998; ליסובסקי, 2004; דפני, 2010). הם נחשבים לעצים מקודשים אך לעתים הם מתקדשים גם ללא נוכחות קבר בקרבם. קדושתם מעוגנת במסורות יהודיות, מוסלמיות, דרוזיות ונוצריות. בתור שכאלה הם משמשים אתרי התכנסות ופולחן.

מבין 29 מיני העצים שבמערכות החבל הים-תיכוני (שמידע, Eco-israel) מסתמנת קבוצה של 12 מינים להם מיוחס ערך של מסורת דתית, מורשת ומנהגים והם: אלון מצוי, אלון התבור, אלה ארץ-ישראלית, אלה אטלנטית, זית אירופי, חרוב מצוי, לבנה רפואי, מיש דרומי, ער אציל, קטלב מצוי, תאנה ושיח מצוי (ערמוני ושמידע, 1987; שמידע וחוב, 1996; ליסובסקי, 2004; שקולניק, 2008; דפני, 2010). מתוכם ארבעה מיני עצים תורמים את המספר הגדול ביותר של פרטים: אלון מצוי, חרוב מצוי ואלה אטלנטית ובגליל גם אלון התבור. ישנם עצים הגדלים במערכות החבל הים-תיכוני להם נודע גם ערך סמלי במורשת לאומית שאיננה דווקא דתית. מבין אלה ניתן לציין דוגמאות: עץ האלון המצוי הגדול בגוש עציון הקשור למורשת ההתיישבות בגוש עציון; עץ האלה האטלנטית בחניון האלות בבקעת קדש בגליל - עצים מרשימים שנקשרו סביבם מסורות שונות.

בנוסף לערך המסורת והפולחן שנודע לעצים גדולי ממדים ובמיוחד לאלה הנחשבים "מקודשים", קיים פולקלור ענף סביב עוד עשרות טקסונים (סוגים או מינים) של צמחי בר רבים הגדלים במערכות החבל הים-תיכוני. נספרו כ-131 מינים (נספח 3), בהם לא רק עצים אלא גם שיחים, בני-שיח וצמחים עשבוניים שאינם דווקא גדולי ממדים. המסורות הבונות את הפולקלור הזה משלבות בצד ידע העובר מדור לדור בסיפורים בעל פה ובכתב, גם ידע שמקורו בספרות ההיסטורית והדתית היהודית (בעיקר התנ"ך והמשנה) ובמקורות ערביים, יוניים ורומיים. מסורות אלה עוסקות בשימוש העממי ובערך לבני אדם יחד עם אגדות, מנהגים, משלים ופתגמים (דפני, 1980; קריספיל, 1983-1986; הראובני, 1980, 1984, 1987; ידן, 1990; דפני, 1991; ליפשיץ וביגר, 1998; פז, 2006). ההפרדה בין מסורת השימוש למאכל, משקה, תבלין ורפואה (תוצרי שירות אספקה של המערכת האקולוגית) לבין האגדות, הסיפורים, המנהגים, הפתגמים והמשלים (תועלות שירות תרבות של המערכת) אינה חד משמעית והדברים נכרכים לעתים יחד. הפולקלור עוסק לא אחת במסורות ובמנהגים של השימוש בצמח כמזון או כמרפא. לרוב המידע בספרות משלב הן את השימוש והן את המסורות והפולקלור. כמו כן שכיח דיון על מקורו של הצמח, על משמעויותיו של שם הצמח ועל הזיהוי הנכון של שם הצמח מול מקורות מהעבר (פליקס, 1968; הראובני, 1984, 1987; רוזנסון, 1987; ידן, 1990; עמר, 2012).

לסיכום - שירות התרבות באמצעות התנסות פסיבית ושתועלותיו המופשטות מתבטאות במסורת, מורשת ופולקלור גם יחד, מסופק ע"י צמחים מ-131 טקסונים (מינים, וצמחים שניתן לזהות רק את שייכותם לסוג מסוים) במערכות החבל הים-תיכוני הטבעיות. אפשר שגם מינים שלא נכללו במקורות מספקים שירות זה, אלא שלא מצאנו תיעוד לכך.

המגוון הביולוגי המעורב באספקת שרות תרבות זה כולל גם בעלי חיים. לדוגמא מבין היונקים - הצבי הארץ-ישראלי, שתפוצתו כתמית ואוכלוסייתו קטנה, אך מכסה שטחים נרחבים במערכת החבל הים-תיכוני, מספק לא רק את שרות התרבות של התנסות אקטיבית של נופש ופנאי, אלא גם את ההתנסות הפסיבית, המתבטאת בין השאר בכינוי עם ישראל בשם "הצבי ישראל", וארץ ישראל כ"ארץ הצבי" במקורות; כך גם ישנה דוגמא מבין העופות, הדוכיפת, שתהליך בחירתה כצפור הלאומית של ישראל מעיד על מעורבות פסיבית של מין זה בהפקת תועלות מופשטות של מסורת, מורשת ופולקלור. גם הקדשת גן החיות בירושלים להפגשת הציבור עם מיני חיות בהדגשה של הזכרתם בתנ"ך כחלק מהמורשת התרבותית של ישראל אף כי רבות מהן מצויות רק במערכות המדבריות, מערבת את כל "חיות התנ"ך" שבמערכות החבל הים-תיכוני (ופרטים מהם גם בגן החיות התנ"כי) בהפקת שרות תרבות זה (גם אם אינו מופק ישירות מהמערכת האקולוגית, אלא באמצעות בעלי חיים בשבייה).

2.3.3.2 מצב נוכחי

2.3.3.2.1 ממדי היצע השרות המתבטאים במספר האתרים המספקים את השרות

היצע השרות כולל עשרות מיני עצים בעשרות אתרים הפזורים ברחבי מערכת החבל הים-תיכוני. בגליל העליון 62 אתרים של עצים קדושים: 16 אתרים של אלון מצוי, 14 של אלה אטלנטית, 10 של חרוב מצוי ו-8 של אלון התבור בגליל העליון, חלקם היו בעבר בשטח של מערכת אקולוגית טבעית (ליסובסקי, 2004) אך כיום הם בתחומי יישובים, היינו במערכות העירוניות-יישוביות, מה שמבטא את התמרת מערכות החבל הים-תיכוני שבהן הם חיו בעבר לשטחים מבונים בתוך המערכות העירוניות. עם זאת, אתרים רבים של עצים קדושים קיימים עדיין בתוך שטחי מערכות החורשים והבתות, כאתר חורשת הארבעים בכרמל, וכ-88 אתרים בהם עצים עתיקים, לרוב גדולי ממדים (ערמוני ושמידע, 1987) בשומרון ובנימין (בחלקיה המרכזיים של מערכת החבל הים-תיכוני שמעבר לקו הירוק).

אומדן ערכם הכלכלי של עצים שגילם מעל מאה שנים ("עתיקים") שבמערכות החבל הים-תיכוני ב"שיטת הנכונות לשלם" נעשה בשנת 2006, שנה בה היו בארץ 2.05 מיליון משקי בית, ומתוכם 1.6 מיליון מבקרים כל שנה ביערות שברחבי מדינת ישראל. כמדגם לצורך האומדן הכלכלי תושאלו באותה שנה מבקרים ביער ביריה באזור באותו יער/חורש בו עצים עתיקים רבים יחסית (היינו מדגם של אנשים המשתמשים בשרות), וזאת במהלך שבוע שבתקופת חופשה בה מספר המבקרים בשיאו. מדגם זה העלה כי הערך השנתי של עצים "עתיקים" עבור המשתמשים בשרות עמד על 11.73 מיליון ש"ח. נוסעי רכבת ישראל שתושאלו במהלך אותו שבוע כמדגם של אוכלוסיית ישראל, משתמשים ולא משתמשים בשרות, העלה ערך שנתי של השרות שעמד על 99.59 מיליון ש"ח (Becker & Freeman, 2009).

2.3.3.2.2 ממדי הביקוש לשירות באמצעות התנסות אקטיבית - ביקור באתרי העצים המקודשים

שירות התרבות של מסורת, מורשת ופולקלור במערכות החבל הים-תיכוני נצרך ע"י האוכלוסייה המתגוררת בסמיכות למקום חיותם של פרטי המינים המספקים את היצע השרות, אך שרות זה מסופק גם לתושבים משאר חלקי הארץ - הן בשימוש ישיר באתרים בתחומי מערכות החבל הים-תיכוני ה"טבעיות" (לא ידוע על אתרים כאלה במערכת היערות הנטועים), והן בשימוש עקיף שאינו נעשה דווקא במקום, אך נשען על מרכיבי הנוף והמגוון המקומיים של המערכות הללו. העצים העתיקים והמקודשים במערכות החורשים והבתות הים-תיכוניות (כבודדים או בחורשות) היוו בעבר ומהווים גם כיום מוקד לפעילות אנושית ענפה ומגוונת (דפני, 2010). העצים או החורשות משמשים כאתר התכנסות ופולחן למאמינים מהדתות השונות, לא אחת בקשר עם הקברים הצמודים אליהם. מנהג זה התפתח עוד בימי קדם בדתות פגאניות והדים לכך נזכרים בתנ"ך, כאשר גם במסורות היהודיות יוחס ערך לעצים מסוימים.

למרות ההסתייגות של הממסדים הדתיים היהודיים, הנוצריים והמוסלמיים לפולחן העצים, עדיין מתקיים בישראל פולחן זה אך בצורות חדשות. רווח גם כיום הזיהוי של אתרים מקודשים שבהם נמצאים עצים עם קברים של נביאים, תנאים, אמוראים, חכמי דת, מנהיגים מקומיים או צדיקים. אלה משותפים למאמיני דתות שונות - יהודים, מוסלמים, דרוזים ונוצרים, אם כי החפיפה בין אתרי העצים לבין מאמיני הדתות השונות חלקית בלבד ובמהלך הדורות חלים גם שינויים במעמד ובשימוש של כל אתר כזה ע"י התושבים הנמנים על הדתות השונות (ליסובסקי, 2004). בגליל אתרי העצים משמשים כמקום התכנסות לפולחן שיותר משהוא דתי הוא קשור לאמונות ולפולקלור מקומי; משתתפי הטקסים אינם רק תושבי אוכלוסיות מקומיות המתגוררות בסמוך לאתרי העצים; האתרים מהווים גם אבן שואבת למאמינים מכל חלקי הארץ. אופן שימוש של האוכלוסייה המתכנסת (צרכני היצע השירות) כולל נדרים, תפילה, הדלקת שמן, מגע בקבר או בעץ וקשירת בדים. נוהג זה של קשירת בדים לענפי העץ שכיח ביותר בקרב בני דתות שונות ומבטא משאלות, אמונה בריפוי, סגולה לפיריון וכדומה. היקפי הביקורים, תדירותם ומספר המשתתפים משתנים ממקום למקום (ליסובסקי, 2004), ועשויים גם לקבל אופי של עלייה לרגל והתכנסות המונית, אלא שאין תיעוד כמותי סדיר על שיעור הביקוש של שירות תרבות זה לפי מספר המשתתפים.

אתרי עצים מקודשים הפכו לגלעין של שמורות טבע במערכות החבל הים-תיכוני: חורשת הארבעים (בכרמל), יער ברעם (בגליל), מערת פער (בגליל), שמורת המסרק (בהרי יהודה) ועוד. בכך מתרחבת האוכלוסייה הצורכת את השירות שמספקים האתרים הללו גם לאוכלוסיות לא-מסורתיות המנצלות אותם כפעילות פנאי של ביקור, טיול ולימוד. באותן שמורות מגיעים מבקרים רבים מדי שנה כאשר בחלק מאלה משולב רכיב המסורת והפולקלור. לאלה נוסף אתר בגבעות מודיעין, שמורת נאות קדומים, שאינה שמורת טבע אלא גן בוטני המשמר ומנחיל את ערכי המסורת, המורשת והפולקלור כפי שמשקפים בתנ"ך ובמשנה, באמצעות פרטים מצמחי מערכות החבל הים-תיכוני המעורבים בהיווצרות הערכים הללו. משום ששמורות הטבע לעיל, ושמורת נאות קדומים מספקים היצע

גם של שירות התרבות של המסורת, המורשת והפולקלור וגם של שרות התרבות של הפנאי והנופש, קשה לפלח את ממדי הביקוש לכל אחד משני שירותים אלה.

2.3.3.2.3 ממדי הביקוש לשירות באמצעות מוצרים של התנסות פסיבית עם אתרי היצע של השרות

תושבי ישראל צורכים את שרות התרבות של מורשת מסורת ופולקלור לא רק באמצעות ביקור באתרי מיני הצמחים המספקים את השרות ובאמצעות מגע ישיר עימם, אלא גם באופן עקיף, באמצעות קריאה בספרות הענפה בעברית ובלועזית העוסקת במערכות החבל הים תיכוני. אלה הם ספרים, אלבומים ומאמרים בהיבט המסורת, המורשת והפולקלור של שירותי התרבות המסופקים ע"י רכיבים ספציפיים של המגוון הביולוגי שבמערכות. העיון והקריאה במוצרים אלה מייצגים את ההתנסות הפסיבית שבסיסה הוא ההתנסות האקטיבית של מחברי המוצרים. או לחילופין, מדובר בשימוש עקיף בשירות באמצעות קריאה על האתרים, הנשען על השימוש הישיר באמצעות ביקור באתרים (ראה כדוגמה את רשימת המקורות לפרק זה).

גם בספרות הטבע העוסקת בכל המערכות האקולוגיות של ישראל משולבים היבטים של מסורת, מורשת ופולקלור בשירותי התרבות של פנאי ונופש ואף בשירותי האספקה כגון שימושי מאכל, מרפא, עץ וסיבים של צמחי מערכות החבל הים-תיכוני. כל אלה מקשים על כימות הביקוש של שרות תרבות זה באמצעות צריכת ספרות אודות מסורת, מורשת ופולקלור, המבוסס על רכיבים ספציפיים של המגוון הביולוגי הצמחי של מערכות החבל הים-תיכוני. בנוסף, קיימים גם אתרי אינטרנט שבין השאר מתייחסים גם למסורת ולפולקלור החבורים לצמחי המערכת (לדוגמה - אתר צמח השדה), אך השימוש בהם לא מכסה את מכלול הביקוש לשרות.

2.3.3.2.4 התועלות ותרומתן לרווחת האדם

לא נבדקה הספרות על תועלות שרות זה, כשרות של המערכת האקולוגית, אם קיימת. אפשר שיעקר התרומה של תועלות שרות זה לרווחת האדם מתמקד ברכיב החברתי של רווחת האדם, וייתכן ויש לתרומה זו גם ביטוי בבריאות הנפש או אף יותר מזה. אך לא נבדקה הספרות גם על הפקת תרומה זו. בהתייחס לתרומה הכלכלית, הרי שכשם שקשה להעריך את ממדי הביקוש לשרות, כך גם קשה לכמת את הערך הכלכלי של השרות ולזהות את המשתמשים בכימות תועלת כלכלית זו (למשל הרשויות שעשויות להשתמש בערכים אלה על מנת להשקיע בשמירה על המספקים את השרות, היינו העצים העתיקים, ושאר רכיבי המגוון הביולוגי המעורבים באספקת השרות). בהתייחס לביקוש הישיר, ניתן לחשב את העלויות למשתמש, עלות הנסיעה, וההוצאות הנלוות כהסעדה והלינה, ומנגד את ההכנסות מביקורים באתרים הגובים דמי כניסה והכנסות של מספקי שרותי התיירות השונים. בהתייחס לביקוש העקיף, ניתן להעריכו כלכלית במספר הפריטים שיצאו לאור, כמות העותקים לפריט, ההשקעה הכספית (עבודה, חומרים, שיווק) בהכנת הפריט וסך כל ההשקעה בספרות זו, ומספר המשתמשים (קונים וקוראים לפרק זמן נתון) והמחיר ששולם על ידם. אך גם כאן לא נבדק אם ההערכות הכלכליות הללו בוצעו.

2.3.3.3 מגמות

2.3.3.3.1 מגמות באספקת השירות

לא בוצעה בדיקה של ממדי הפקת השרות בעבר; אין מידע על מינים שתפקדו בעבר בהפקת השרות אך גודל אוכלוסיותיהם פחת או שנכחדו מקומית (ולכן פחת היצע השרות), למעט מין אחד, ההדס המצוי שאוכלוסיותיו כנראה קטנו ולכן נכנס מין זה כיום לרשימת המינים שבסכנת הכחדה בישראל (שמידע ופולק, 2007). כמו כן, אף אחד מ-130 המינים הנוספים המזוהים כרכיבי המגוון הביולוגי המספק כיום את היצע שירות המסורת, המורשת והפולקלור לא נכלל ברשימה זו. מכאן שההסתברות לפחיתה במגוון

הביולוגי המספק את היצע השרות קטנה. כך גם אין מידע על מיני עצים ומינים נוספים שהיו בשימושים מסורתיים, שאוכלוסיותיהם המשיכו להתקיים במערכת אך שינויים דמוגרפיים ו/או תרבותיים הביאו לנטישת אתרי עצים אלה על ידי מקדשיהם, או להפסקת השימוש במינים אחרים; ולחילופין, גם לא ידוע אם עצים שלא יוחסה להם קדושה בעבר, ו/או לא היו להם מעריצים בעבר, נעשו לקדושים בימינו, כך שגם אין בידינו נתונים על ממדי הביקוש לשרות בעבר.

לעומת זאת ניתן לזהות מגמה לפחיתה בהיצע השרות המסופק על ידי העצים המקודשים במערכות החבל הים-תיכוני לא בעקבות שינויים במגוון הביולוגי עצמו אלא שינוי במערכות המתחזקות אותו. זאת כאשר רבים מאתרי העצים המקודשים שתוחזקו בעבר על ידי מערכות החבל ים-תיכוני, בראשי הריים, ליד מעיינות וכו', נמצאים כיום בתוככי שטחים בנויים, היינו בתחומי המערכות העירוניות-יישוביות וזאת עקב פעילות גורם מחולל שינוי אנושי (גורם מחולל שינוי עקיף באספקת שרות) - תהליך ההתמרה של מערכות טבעיות במערכות עירוניות-יישוביות (ליסובסקי, 2004; דפני, 2010). אולם, תהליך זה לא הביא לפחיתה בהיצע שרות תרבות זה המופק על ידי מכלול המערכות האקולוגיות של ישראל, שכן אותם עצים מקודשים נעשו לחלק מרכיב המגוון הביולוגי של המערכות העירוניות-יישוביות. במקרה זה השינוי שנגרם על ידי תהליך התמרת המערכות הביא רק לשינוי בהרכב המשתמשים, היינו, השתנו מגזרי האוכלוסייה שעיצבו את הביקוש לשרות באמצעות מימושו על ידי המערכות העירוניות-יישוביות (ולא על ידי המערכות הטבעיות).

ואמנם, ניתן לזהות מגמת שינוי בביקוש לשרות המסופק כיום על ידי אותם עצים שמצויים כיום במערכות העירוניות-יישוביות, ויותר מכך בביקוש המסופק כיום על ידי היצע העצים המקודשים שבמערכות החבל הים-תיכוני, המתבטאת בתהליך העלמות של הפולחנים הדתיים הקדומים שרווחו בעבר ההיסטורי והוחלפו במעין פולחן שהוא חילוני-פונקציונלי המקובל בימינו (ליסובסקי, 2004). יחד עם זאת, במקביל למגמה זו ניכרת לאחורונה פריחה מחודשת של ביקורים במקומות הקדושים ועציהם, הממשיכים לשמש לאדם הדתי מוקד פולחני וחברתי, ולאדם החילוני - נכסי טבע ותרבות. ובנוסף, ספרות המשמרת את הפולקלור הקשור בצמחי המערכות החבל הים-תיכוני ממשיכה להתפרסם (לדוגמה- דפני, 2010; דפני וח'טיב, 2016), ומגמת קידום תרבות הפנאי מביאה לה קוראים.

2.3.3.3.2 גורמים מחוללי שינוי

לגבי ממדי ההיצע – התמרת מערכות החבל ים-תיכוני למערכות עירוניות-יישוביות המוטבעות באזור האקלים הים-תיכוני של ישראל צמצם את היצע השרות, בעיקר בהתייחס לזה המסופק על ידי העצים המקודשים. לגבי ממדי הביקוש - העיור והירידה בממדי האוכלוסייה הכפרית בישראל והשינויים התרבותיים בעקבותיה עשויים להביא להחלשת המסורות והפולקלור העוברים מפה לאוזן ומדור לדור, אך עדיין לא נמצא מידע בנדון.

2.3.3.4 פערי ידע

1. דרושות הערכות כלכליות של שרות זה בשיטות המקובלות עבור שירותים שאינם נסחרים בשוק, נוספות על המעטות שבוצעו עד כה, כזו של Becker & Freeman (2009) אשר הצביעה של פערי ידע ניכרים בנושא.
2. גם חסר מידע על ממדי המשתמשים בשרות זה ישירות, על מגזריהם.

2.3.4. התנסויות (בעיקר) פסיביות: תועלת מופשטת של אסתטיקה

2.3.4.1 כללי

2.3.4.1.1 מהות השירות ומנגנון הפקתו

לשרות האסתטיקה תועלת של הנאה אסתטית אצל המתבונן ברכיבים של המערכת האקולוגית להם תכונות ניראות המייצרות הנאה זו ברמות שונות, אצל אנשים שונים. רכיבי המערכת להם תכונות ניראות הם רכיבים ספציפיים של המגוון הביולוגי, צמחים ובעלי חיים שלצורתם הנראית, בין של פרטים ובין של תצורות שלהם, תכונות ניראות מהן יכולה להתקבל הנאה אסתטית אצל המתבונן. אלה כוללים מיני בעלי חיים ומיני צמחים להם ניראות גבוהה ולכן נקראים לעיתים "מינים כריזמטיים" - צבאים, פרפרים, נשרים, רקפות, השושן הצחור ועוד. כל אלה עשויים להביא תועלת אסתטית אצל המבקר במערכות. זאת בעיקר כשפרטיהם בולטים לעין על הרקע הנופי של מקום הימצאם הנוצר על ידי עצי החורש, שיחי הבתה, או על ידי הדיונות והמצוקים שבמערכות. יותר מכך, מראה הנוף שמייצרת המערכת האקולוגית בכללותה, בעיקר על ידי ניראות התכסית הצמחית שלה על מגוון מיניה ותצורותיה, ומבלי להתייחס לפרטים נצפים של מין חיה או צמח זה או אחר, עשוי לייצר גם הוא הנאה אסתטית אצל המתבונן. זאת כאשר הוא מבקר במערכת, היינו מקיים התנסות אקטיבית עם המערכת האקולוגית לצורך טיול או ספורט. הנאה זו מופקת גם כאשר ההתנסות עם המערכת היא פסיבית, היינו הסתכלות גרידה שההנאה האסתטית ממנה מופקת בזמן הביקור, או גם כאשר היא מתמשכת לאחרי הביקור ומתבטאת בהסתכלות או ביצירה - צילומים, ציורים, מוצרי אמנות, שירה וספרות.

2.3.4.2 מצב נוכחי

2.3.4.2.1 רכיבי המגוון הביולוגי המעורבים בהפקת השרות וממדי ההפקה

היות ומימוש השרות מתבצע על ידי התבוננות המשתמש במערכת עצמה, רכיבי המגוון הביולוגי המעורבים בהפקת השרות הם אלה בעלי תכונות להן ניראות לאדם המתבונן. בפרויקט זה לא נבדקה הפקת השרות על ידי מינים ספציפיים להם נראות גבוהה ומושכת עין. אלא, נבדקה הפקת השרות על ידי ניראות המבנה הפיזי של תכסית הצומח, ועל ידי "האיכות היוזואלית" (או איכות הניראות) של כל אחד ממבני תכסית הצומח, לה פוטנציאל ליצור הנאה אסתטית אצל המתבונן.

המידע שנמצא על רכיבי המגוון הביולוגי המעורבים בהפקת השרות מתייחס להפקת השרות על ידי כל אחת מתצורות הצומח השונות, או על ידי כל אחת מקבוצות התכסית הצמחית של מערכות החבל הים-תיכוני להן תכונות ניראות (או "נוף") משלהן. זאת באמצעות הערכת ממדי ההפקה על ידי הקבוצות הללו באמצעות שלש שיטות תשאול של מדגם צופים על ממדי העדפת כל אחד מהם לגבי כל אחת מקבוצות הניראות (או כל אחד ממבני ה"נופים"), שאמורה להתייחס ל"אסתטיקה", היינו להנאה האסתטית המופקת מההתבוננות, וזאת באמצעות דרוג קבוצות הנופים. השיטה האחת לתהליך ההעדפה היא תשאול מבקרים בעת התנסות פסיבית (או אף אקטיבית) שלהם עם המערכות, היינו בעת הימצאותם במערכות עצמן ("התבוננות ישירה"); בתשאול מדגם אנשים שלא בזמן התנסות כל שהיא עם המערכת עצמה אלא נבררו "מהרחוב" (היינו במקומות ציבוריים) שבאזורים סמוכים למערכות בהם הם גרים, וצפו בצילומים של נופי קבוצות התכסית הצמחית שהוצגו בפניהם גם כן "ברחוב" ("ההתבוננות בתמונות"); ובתשאול מדגם אנשים שחזו ביחד בהצגת נופי התכסית הצמחית באולם תצוגה באמצעות מערכת (IVT) שנוצרה ונרכשה לצורך זה ("התבוננות בתצוגה").

שני מחקרים בחנו את הפקת השרות בשיטת זו היינו באמצעות תשאול מבקרים במהלך שהייתם במערכות. האחד בוצע ביער בירייה שבגליל העליון (בקר וחורש, 2007), אחת ממערכות היערות הנטועים הגדולות בגליל, וזאת באמצעות תשאול 192 מבקרים (בסופי השבוע של אביב 2005) בסמיכות לביקורם במערכת (בחניון, בבית קפה ובמסעדה המקומיים). בחלקו האחד תשובות לשאלון אפשרו להעריך את ממדי הפקת השרות על ידי מערכות/תצורות צומח שונות על ידי הערכת עלות הנסיעה באמצעותה הגיעו המבקרים למערכת (שיטת "עלות הנסיעה" להערכה כספית של שרותי מערכת ללא ערך שוק), וזאת בהנחה שתשלום גבוה על מנת להגיע למערכת מעיד על איכות ויזואלית גבוהה של המערכת, היינו לפוטנציאל של הפקת תועלת רבה מאיכות ויזואלית זו. בחלקו השני נשאלו המשתתפים בסקר לדרג (1-10) את חשיבות כל אחד מ-12 רכיבים שיכולים לתרום להנאה מהיער, כאשר אחד מהם עשוי להיות רלבנטי להפקת שרות ההנאה האסתטית על ידי התבוננות בנוף וזאת באמצעות שלשה אמצעים שביעור – "תצפית נוף" (ממצפורים?), אך אולי גם תצפית באמצעות מסלולי הליכה, דרכים לרכב פרטי, ודרכים לרכב שטח. הנשאלים נתבקשו גם לדווח על תדירות ביקוריהם ביער בירייה ועל השפעת העדר או הגברה של אחד מ-12 הרכיבים לעיל על תדירות הביקורים, מה שמאפשר לאמוד את ערכה השנתי של מערכת היער הזה בהעדר הרכיב ובכך את ערכו המוסף של רכיב ההנאה האסתטית.

במחקר זה נמצא כי לרכיב "תצפית נוף" שאותו אפשר שניתן לזהות כתועלת האסתטית, היינו, תפוקת השרות, ניתנה החשיבות הגבוהה ביותר (8.57 ממוצע תשובות הנשאלים), וערכו המוסף עמד על כ-157,000 ש"ח/שנה. זאת בהשוואה לערכים אחרים של היער, ממסלולי ההליכה, דרכים לרכב פרטי ומתקני פיקניק (ערך חשיבות 8.13 כל אחד), כאשר ערכה של ההנאה מהנוף (אם אפשר לכנותה כהנאה אסתטית), הייתה גבוהה מאד מההנאה של מסעדה והדרכה ביער (ממוצע של 5.1). הרכיב בעל הערך המוסף הקטן ביותר (כ-8,250 ש"ח/שנה), היו שבילי ההליכה שביעור. כל זאת כאשר ערכה הכולל של המערכת לפי עלות הנסיעה עמד על כ-8 מיליון ש"ח/שנה (כאשר העלות למבקר במערכת עמדה על כ-332 ש"ח), סכום בו מוטמע לא רק ערכו של שרות התרבות של הנאה אסתטית, אלא בעיקר שרות התרבות של פנאי ונופש, שהפקתו מתוגברת במידה רבה באמצעות מתקנים ומסלולי תנועה על ידי קק"ל.

המחקר השני שבוצע בשיטת "ההתבוננות בתמונות" (Koniak et al., 2011) תשאול 59 אנשים שבילו בפיקניק ו-112 אנשים (נשים, גברים, מקומיים, מבקרים, גילים שונים, רמות השכלה שונות, כאשר רק לרבע מהם היה זה ביקור ראשון בפארק יד הנדיב) שבילו בטיול רגלי במערכות החורשים והבתות (בפארק יד הנדיב שבדרום-מערב הכרמל) בשני ימי חג מובהקים (יום העצמאות וראש השנה) על העדפותיהם הנופיות בבחירת האתר לפיקניק בו בילו ובבחירת המסלול בו טיילו, בחירה בין שלשה נופים שונים של המערכות באזור – "נוף פתוח" (בתות עשבוניות ושיחיות- בני שיח), "נוף סבוך וצפוף" (חורש), ו"חורשות נטועות" (חורשות אורנים של קק"ל). דרוג העדפות המבלים בפיקניק והמטיילים היו (בסדר יורד של ממוצעי ההעדפות בסקלה של 1 להעדר העדפה ועד 10, העדפה מרבית): בתות (7.59), אורנים (7.54), חורשים (6.3) אצל המבלים בפיקניק, ובתות (8.03), חורשים (7.13) אורנים (6.77) אצל המטיילים. את השוני בהעדפות בין אמצעי התנסות המבקרים עם המערכת (ישיבה בפיקניק כנגד הליכה בטיול) ניתן להסביר בכך שההליכה בחורש הסבוך (טיול) קשה, והישיבה בצל האורנים (פיקניק) נעימה. אך חלקם של הערכים הוויזואליים של שלשת המערכות/תצורות, או חלקה של ההנאה האסתטית בעיצוב ההעדפות הללו (היינו, בדרוג ממדי הפקת השרות של כל אחת משלשת המערכות/תצורות הללו), אינם ידועים.

אלא שמחקר זה (Koniak et al., 2011) הציג משימה נוספת לכל אחד מ-170 המבקרים, מאלה שהתנסותם עם המערכות היא באמצעות פיקניק ומאלה שהתנסותם היא באמצעות טיול, והיא "דרוג החשיבות לצפייה" בכל אחת מ-11 ה"אטרקציות" שניתן

לפגשן במערכות. בין "אטרקציות" אלה היו צמחים ובעלי חיים ספציפיים שבמערכות - "פרחים", "יונקים גדולים" (כצבי, הזיר בר), "חרקים" (חיפושיות, עכבישים), וזוחלים (לטאות ונחשים), ואפילו מפגש עם פריטים "ארכיאולוגיים". אך לאלה ניתוסף "נוף אסתטי" (תרגום חופשי של scenery) מה שיסייע לתיעדוף כל אחת מהמערכות. ואמנם, מפגש עם ממוצע הדרוג הגבוה ביותר עמד על 9.12 (בסקלת 1 עד 10). מכאן אפשר כי ההעדפות שניתנו לשלשת המערכות מייצגות את ממדי ההפקה של שרות האסתטיקה על ידי המערכות של פארק יד הנדיב. גם ממדי ההעדפה הגבוהים שניתנו למיני צמחים שהיו בפריחה (ממוצע של 8.98), ל"ציפורים" (8.46), לצבאים (8.28), ול"פרפרים" (7.89). העדפות אלה גבוהות בהרבה מההעדפות למפגש עם חיפושיות (5.7) ועם לטאות (5.36), וניתן לראותן כמעידים על קיום תכונות ניראות של רכיבי מגוון ביולוגי להן ערכים אסתטיים שונים עבור משתמשים שונים. לעומת זאת ההעדפה הגבוהה ל"מיני עצים מקומיים" (8.56), בהשוואה להעדפה הנמוכה לעצי האורן הנטועים (7.18) עשויה להעיד לאו דווקא על החורשים כמפיקי תועלת אסתטית גבוהה מזו של היערות הנטועים. אלא, העדפות שמקורן בתועלות מופשטות אחרות המסופקות על ידי מערכות אקולוגיות, תועלות של הזדהות, התקשרות עם מקום (תחושת מקום) שעשויות לתרום להעדפת מראה החורש על פני מראה היערות הנטועים. זאת אולי משום המודעות להיותם של היערות הנטועים כמעשי אדם, ולכן הנופש בחורשותיהם אינו עומד בקריטריונים של "נופש בטבע". אך לא נבדק עד כמה ועבור מי המודעות הזו השפיעה על ממדי ההנאה האסתטית שסיפקה כל אחת מהתצורות השונות לכל אחד מהצופים שהשתתפו במחקר זה.

העדפות באמצעות "התבוננות בתמונות"

שני מחקרים בוצעו בשיטה זו, היינו בתשאל צופים להעדפותיהם הנובעות מהתבוננות בתמונות של מערכות/תצורות צומח/נופים באזורי מערכות החורשים והבתות. במחקר הראשון (Misgav, 2000; Misgav & Amir, 2001) בוצע מיון של צמחיית מערכות החבל הים-תיכוני שבגליל לפי תכונות הניראות של התכסיות הצמחיות השונות של מערכות אלה. במילים אחרות, המחקר יצר רכיב ספציפי חדשני של המגוון הביולוגי הצמחי, שניתן לכנותו "רכיב הניראות" של התכסית הצמחית, שהוא מעניק לכל אחת מהמערכות את ממדי ניראותה. רכיב זה של מערכת החורשים והבתות במרכז הגליל כולל 44 קבוצות ("מבני ניראות" או "נופים") של תכסית צומח השונות זו מזו בתכונות הניראות שלהן. המיון נעשה באמצעות שלשה משתנים להם השפעה עיקרית על הניראות – חברת הצמחים (10 הרכבים של המינים השולטים, חברת האלון מצוי, חברת האורן, וכד'), תצורת הצומח (תצורות יער: "יער אורן", "יער אורן פתוח", תצורות חורש: חורש, חורש "פתוח", ותצורות הבתה: בתה שיחנית ("גריגה"), בתה עשבונית). בנוסף, נכללה גם המציאות בה לרבות מקבוצות נוף אלה ניראות החורף שונה מזו של הקיץ. כל אחת מקבוצות אלה תועדו באמצעות 4 צילומים, וכולם הוצבו בסדר אקראי על לוח נייד שהוצג בפני נשאלים, על מנת שהתבוננותם בלוח תאפשר להם להתייחס לשאלונים, במהלך ראיונות שנעשו עם כל אחד מהם בביתו. הצילומים הוצגו בפני 150 בתי אב ממעמד הביניים (60 עירוניים ו-90 מיישובים כפריים), מהווים 6% מאוכלוסיית אזור מרכז הגליל, ולכן סביר כי לאנשים מבתי אב אלה תדירות גבוהה של מגע עם המערכות שבאזור המחקר. מראויינים אלה נתבקשו לדרג את הניראויות של הקבוצות/המבנים המופיעים בתמונות, לפי העדפותיהם הויזואליות/חזותיות, וזאת ברמת החברה (דרוג של 10 חברות), ברמת התצורה (דרוג של 6 תצורות) ודרוג ברמת הקבוצה (44 קבוצות).

ההעדפות הגבוהות ביותר מבין 10 החברות היו ליערות הנטועים, מבין 6 התצורות – לתצורת יער האורן, עם העדפה לעונת החורף. ההעדפות הנמוכות ביותר ניתנו לחברת האלה האטלנטית והשקד, ולתצורת הבתה העשבונית, וזאת בעונת הקיץ. ומבין המכלול של 44 הקבוצות הועדפו קבוצת האורנים הנטועים, וקבוצות אחרות של תצורות יער "פתוחות". הקבוצה לה העדפות הנמוכות ביותר

היא קבוצת האלה האטלנטית והשקד, ויותר מכך -קבוצת הבתות השיחיות/ שיחניות (בתות בני שיח) והבתות העשבוניות (היוצרות "נוף חשוף"), וכל אלה בעיקר ובעונת הקיץ.

ניתוח העדפות אלה העלה כי הרכיבים הפיזיים של צומח התכסית להם התרומה העיקרית בדרוג ההעדפות הם הצפיפות (מועדפת הצפיפות הבינונית על הצפיפות הגבוהה ה"חוסמת את הנוף"), הגובה (מועדפת ניראות של עצים גבוהים, מה שמאפשר ניראות של צמרות כל אחד מהם) וצבע העלווה (מועדף הצבע הירוק, של צמחים ירוקי-עד). כך גם הוצע כי ההעדפה הגבוהה לתצורות היער/החורש ה"פתוחים" דווקא, מקורה ביכולת האבחנה במבנה העץ הבודד על נופו. זאת בהנחה שלניראות נופו של עץ ערך אסתטי רב. לכך נוספת ההשערה כי נוף היערות הנטועים (וגם נוף כרמי הזיתים שבאזור) הועדפו לא רק כנופים "פתוחים" אלא גם כנופים "תרבותיים" (מעשי ידי אדם), מציאות שעשויה להשפיע על ההעדפות. היינו, מכאן - העדפה לנופים ה"פתוחים" עשוייה להיות העדפה אידיאולוגית שהוטמעה בהעדפה אסתטית - העדפת נוף פתוח ("תרבותי"), על הנוף ה"סגור" (החורש היס-תיכוני, ה"טבעי"). זאת למרות שבמחקר זה נמצא שמבין כל הקבוצות דווקא זו של החורש היא בעלת ממדי מגוון ביולוגי גבוהים ביותר, אלא שלרוב הרכיבים של מגוון ביולוגי זה אין ביטוי חזק בניראות התכסית הצמחית. אפשר שממדי ההעדפות שנמצאו במחקר זה עשויות להצביע על ממדי הפוטנציאל להפקת שרות האסתטיקה ולאור זאת ממדי הפקת שרות האסתטיקה על ידי היערות הנטועים גבוהים מאלה של החורשים, ואלה גבוהים משמעותית מאלה של הבתות השיחיות/שיחניות (בני שיח) והעשבוניות. כך גם לאזורים שנופים נשלט (לפי הסדר הבא) על ידי אורנים וקטלבים, בתות עם אלונים תבור, יערות "פתוחים" (יערות פארק) של אלונים תבור ואלה, ושל חרוב ואלת המסטיק תרומה גבוהה לפוטנציאל הפקת שרות האסתטיקה. בנוסף, נמצא שאספקת השרות של מערכת החורשים והבתות שבמרכז הגליל גוברת בחורף, בהשוואה לאספקת השרות בקיץ, וזאת בגין הנצה, פריחה וההורקה של נופי מערכות אלה.

המחקר השני שבוצע בשיטת "ההתבוננות בתמונות" ניסה גם הוא לכמת את ממדי הפקת השרות על ידי ארבע מערכות - יערות נטועים, חורשים, בתות שיחיות/שיחניות ("גריגה" / בתות בני שיח) ובתות עשבוניות שבפארק יד-הנדיב, היינו לכמת את ממדי הערכים האסתטיים של תצורות כל אחת מהמערכות הללו כפי שהם נתפסים בעיני המתבוננים בצילומים שלהן (Divinsky et al., 2018). ההערכה בוצעה על ידי ריאיון אנשים הגרים באזור בו נמצא פארק יד-הנדיב שבדרום-מערב הכרמל (ולא בעת ביקורם בפארק עצמו). לצורך זה נבחרו באקראי, במקומות ציבוריים (רכבת, ארועים ומקומות ציבוריים, היינו "ברחוב") אך כך שהמדגם הנבחר ייצג את המבנה החברתי-כלכלי של אוכלוסיית ישראל (מגדר, עירוני-כפרי ועוד, אך במגבלות גיל, השכלה, והכנסה). סה"כ רואיינו במקומות ציבוריים שבאזור, באפריל 2015, 151 אנשים שגילם מעל 40 שנה, בעלי הכנסה מעט מעל הממוצע, בעלי השכלה תיכונית ומעלה, שרובם לא ביקרו בפארק יד הנדיב מעולם, ואינם חברים בארגונים ירוקים. בפני כל אחד מאלה הוצגו צילומים של כל אחת מהמערכות בפארק יד-הנדיב. כל מרואיין נתבקש להתבונן בצילומים ולרשום את סכום הכסף שבנכונותו לשלם כתוספת למס השנתי של משק הבית שלו, עבור השמירה (על ידי המדינה) על כל אחת מהמערכות שבפארק רמת-הנדיב בגין ערכיה הנראים. זאת בהנחה שגובה הסכום שהנשאל מוכן לשלם מעיד על גובה ערכם של הרכיבים להם פוטנציאל להפיק הנאה אסתטית אצל המתבוננים באותה מערכת. על מנת לתמוך בהנחה זאת, המרואיינים נתבקשו להסביר את המניעים לנכונותם לשלם, ולגובה התשלום המדובר, מה שעשוי להבטיח שההעדפה של שמירת מערכת אחת על מישניה מקורה במימד גבוה של ערכיה האסתטיים של אותה המערכת. גם הסבר זה נעשה באמצעות סימון אחת מארבע דרגות הסכמה (2-4) כאשר 1 מביע אי הסכמה, למשל למשפט "שמירת הנוף חשובה בעיני היות ואני נוסע הרבה ומעוניין להנות מהנוף", או "משום שחשוב לי שילדי והזרות הבאים יהנו גם כן מהנוף הזה", ועוד.

היות וקבוצת המרואיינים הוותה דגימה של החברה הישראלית, הסכומים שהמרואיינים היו נכונים לשלם עבור כל אחת מהמערכות הוכפלו בהתאמה במספר משקי הבית שבישראל, וכך נמצא שממדי הפקת השרות הגבוהים ביותר מסופקים על ידי מערכת החורש של פארק יד-הנדיב. הסכום השנתי הכולל שישנה נכונות לשלמו על ידי כל משקי הבית בישראל עבור פארק יד-הנדיב כך שההנאה האסתטית שמערכת החורש שלו מייצרת תישמר הוא 8,463 ש"ח/שנה. לעומת זאת, ערכו של השרות המסופק על ידי הבתה השיחנית של פארק יד-הנדיב הוא רק 6,448 ש"ח/שנה, הבתה העשבונית מספקת שרות שערכו נמוך יותר (2,606 ש"ח/שנה), והפקת השרות הנמוכה ביותר (1,235 ש"ח/שנה) היא על ידי מערכת היערות הנטועים שבפארק יד הנדיב. כל זאת כאשר ממדי הפקת השרות מוערכים באמצעות התבוננות בתמונות של המערכות ולא באמצעות שהייה במערכות עצמן, ובמילים אחרות, כאשר הביקוש לשרות נעשה באמצעות תמונות ולא באמצעות התנסות פסיבית עם המערכת עצמה.

מחקר זה (Divinsky et al., 2018) התייחס גם ספציפית לרכיבי המגוון הביולוגי העשויים להיות מעורבים בהפקת השרות. נמצא כי ממוצע השנים 2006 ו-2008 של מספר מיני הצמחים בכל אחת מהמערכות, או עושר המינים היוצר את ניראות המערכת (היינו, את נופה) הוא הגבוה ביותר בבתה העשבונית (153 מיני צמחים). הערך הנמוך ביותר הוא 71 מינים ביערות הנטועים. ערכי הביניים הם בחורשים (138 מינים) ובבתה השיחנית (148 מינים). מכאן שאין מתאם מלא בין ממדי הפקת תועלות אסתטיות שמסופקות על ידי ניראות התכסית הצמחית, לבין עושר המינים שמייצר ניראות זו. יחד עם זאת הוצע (Divinsky et al., 2018) שהערך האסתטי של שתי המערכות הנחשבות כ"טבעיות" נמצא גבוה (כ-6 ו-8 אלפי ש"ח/שנה) בהשוואה לערך האסתטי שניתן למערכות שבעיצובן מעורב האדם ("מערכות תרבות האדם"). היינו, מעורבות המתבטאת ביערות הנטועים מעצם היותם "נטועים", ואולי אף עקב מקורם שהוא לא תמיד ישראלי, ובבתות העשבוניות (כ-1 ו-2 אלפי ש"ח/שנה), שמהוות תצורות שהן תוצאת כריתה, רעייה ושריפה של תצורת מערכות החורשים. לכן הוצע שההערכות הללו מושפעות על ידי תרבויות שונות של מגורים שונים של האוכלוסייה הישראלית, המעצבת את התחושה האסתטית של נוף טבעי כנופלת מזו של הנוף ה"תרבותי". אך היות ורק 13% מ-151 האנשים שבמדגם היו חברים בארגונים "ירוקים" ורק 19% מהם דווחו כי ביקרו בפארק יד הנדיב יותר מפעמיים, אפשר כי התוצאות שהתקבלו הן פרי תפישת האסתטיקה "נטו" של קבוצת המדגם, היינו – הם מצאו את ניראות החורשים והבתות השיחיות/שיחניות (בתות בני שיח) כאסתטית יותר מאשר זו של הבתות העשבוניות והיערות הנטועים.

העדפות באמצעות "התבוננות בתצוגה"

מספר מאמרים מציגים מחקר שבוצע בשיטה זו בסתיו של שנת 2014, ומתייחס גם לממדי הפקת השרות האסתטיקה באמצעות מדגם של אנשים שלא באמצעות התנסותם הישירה עם המערכות, אלא על ידי הערכת ניראות התכסיות הצמחיות השונות שבמערכות באמצעות התבוננות בתמונות פנורמיות של צילומי קבוצות הנוף המיועדות לתעדוף ערכיהן האסתטיים על ידי קבוצת צופים אינטראקטיבית (קבוצת מיקוד). מדובר בשימוש במערכת "תיאטרון ראייה מוטמעת" (Immersive visualization theater, IVT) שנמצאת בטכניון שבחיפה, ומטבע הדברים התמקדה בממדי הפקת השרות האסתטיקה על ידי מערכות החבל הים-תיכוני שבכרמל. יתרונותיו של כלי זה על פני צפייה בצילומים או אפילו על תישאול בודדים בעת צפייתם במערכת עצמה, כוללים את הרזולוציה הגבוהה של התמונות, המוקרנות על ידי מקרן בעל חדות-גבוהה (1,200 ~ 5,740 Å) על מסך רחב (קעור, 7' רדיוס ושדה ראייה של 75 מעלות), ובאולם התצוגה ("התיאטרון", שממדיו 9X7m) המאפשר לקבוצת אנשים מייצגת לייצר אינטראקציה חברתית באמצעות דיון מונחה בתמונות המוצגות ומשמעויותיהן, תוך התמקדות בנוף הבודד שעל המסך ללא הפרעות מבחוץ או הסחת דעת על ידי ניראות נופים סמוכים (Orenstein et al., 2015).

המחקר (זמרוני וחובי, 2017; Orenstein et al., 2015; Eisenberg et al., 2017) כלל 74 צופים ממנעד גילים רחב, נשים וגברים, יהודים ודרוזים תושבי הכרמל, אקדמאים בתחומי תכנון, ארכיטקטורה, ואקולוגיה, תלמידי תיכון וסטודנטים, שהתחלקו בין 6 ל-10 קבוצות. המשתתפים נתבקשו להתבונן ולדון ב-10 תמונות נבחרות מתוך 350 תמונות המכסות 5 טיפוסים תכונות של נופי מערכות החבל הים-תיכוני שבשטחי הכרמל, ולבחור 4 מהתמונות שכל אחת מהן מייצגת אתר "בו הם היו רוצים לבלות זמן" ולציין גם את הפעילויות המועדפות על ידם בזמן הבילוי בכל אחד מהאתרים המוצגים בתמונות. רשימת הפעילויות לתיעדוף כללה פיקניק, טיול, רכיבה על אופניים, עבודה, מחקר, וגם "הנאה מהמראה או הנוף". בשלב הבא של הפעילות בתיאטרון, מועלה לדיון הרציונל להעדפות הצופים בבחירת פעילות זו. בדיווח מחקר זה ה"אסתטיקה" אינה מוצגת כפעילות אלא כאחד מ-16 הכינויים לתחושת "רגיעה" שחשו צופים רבים בעקבות ההתבוננות באחד או יותר "נופים" במהלך פעילות זו או אחרת, תחושה שהיא - אסתטית, פסטורלית, הרמונית, נקיות, ושל - הצללה, קרירות, מנוחה, שקט, שלווה, נינוחות, רוגע, אינטימיות, רוח נעימה, בריזה, אור מרגיע, וחום (Orenstein et al., 2015).

מכאן נראה כי תפיסת האסתטיקה במחקר זה כשרות מערכת מתבטאת בעיקרה ברגיעה המתקבלת מפעילות בזמן שהייה במערכת, ונובעת מתכונות הניראות של המערכת. אך המחקר העלה שהאקולוגים וחובבי הטבע שבין הצופים לא בחרו לבלות ב"יערות האורנים" של הכרמל והיו יותר מרוצים לשהות בחורשים. בין התמונות שנבחרו הם העדיפו אלה של "יערות אלונים", היינו העדיפו לבלות זמן במערכת החורשים (ראה איור 4). לעומתם, אנשים שאינם מומחים בתחומי הנושא העדיפו "יערות", בין אם הם יערות אורן נטועים או חורשי אלונים לא סבוכים, שהאור "הודר לתוכם" (Orenstein et al., 2015).

ניתוח כמותי זיהה חמש תחושות שנבעו מתפיסות (perceptions) הניראות ה"מורפולוגית" של שלשה מהאתרים שתמונותיהם נצפו ונדונו על ידי המגזרים השונים שסקבוצת המיקוד במהלך המחקר. אחת מהתחושות הנפוצות שהופקו מהתבוננויות, ללא קשר למי מהתפיסות, מהאתרים ומהמגזרים שבקבוצת המיקוד, היא תחושת "ההנאה מהטבע". זאת נבעה מצפייה - במגוון הנופים, הצמחים והצבעים באתר, באינטגרציה של הטבע והאדם, ביכולת ההתחדשות (לאחר שריפה), ובאספקת הצל, האוויר צה והרוח הנעימה, וגם מראה הים וההרים תרמו לתחושת "ההנאה מהטבע". אפשרי אפוא שתחושת "ההנאה מהטבע" דומה או אפילו זהה לתחושת הנאה אסתטית מהטבע שאתרים אלה ואחרים סיפקו במידה כזו או אחרת.

אלא שמחקר זה לא בדק אם אמנם "ההנאה מהטבע" היא הנאה אסתטית, וגם לא מה חלקה היחסי של אותה תחושה של "הנאה מהטבע" בהקצאת ההעדפות של אתר כל שהוא, על ידי מגזר זה או אחר של קבוצת המיקוד. הניתוח הכמותי של ממצאי המחקר זיהה הבדל מובהק בין המגזר היהודי והמגזר הדרוזי שבכרמל בהעדפות לאתרים "טבעיים" כנגד אתרים שניראותם כוללת מעשי ידי אדם. אלא שגם ממצא זה ודומיו עדיין לא תורמים כמותית או איכותנית לממדי הפקת שרות האסתטיקה של המערכות השונות בכרמל, שכן לא אלה היו בין המטרות לביצוע מחקר זה (Eisenberg et al., 2017).

2.3.4.2.2 תועלות השרות ותרומתן לרכיבי רווחת האדם

להפקת שרות זה עשויה להיות תועלת באיגבור הדדי של שרותי תרבות אחרים. הפקת השירותים שהביקוש להם מתבצע בהתנסות אקטיבית עם המערכות ותועלותיהם הם תיירות, פעילויות פנאי וספורט במערכות, עשויה לגבור כאשר להנאות מהפעילויות הללו מתווספת גם ההנאה האסתטית ממראה המערכת, היינו מנופה. ולהפך – ההנאה האסתטית מהנוף שמערכת מסוימת מספקת עשויה לתעדף התנסויות עם אותה מערכת לצורך תיירות, שימושי פנאי וספורט. איגבור הדדי זה חל גם על התועלות מהתנסויות פסיביות

מופשטות נוספות, כמו הזדהות והתקשרות עם מקום (תחושת מקום). אלא שלא בוצע חיפוש למידע על תועלות איגבור אלה המופקות על ידי מערכות החבל הים-תיכוני.

למרות שתועלות שרות זה אינן נסחרות בשוק, אין להנאה האסתטית תועלות כלכליות המופקת על ידי המשתמשים בשרות באמצעות ההתבוננות במערכת. אמנם נעשו ניסיונות (ראה לעיל) להערכה כספית ספציפית של ניראות המערכת באמצעות שיטות "הנכונות לשלם" ו"עלות הנסיעה" אך אלה לא מהוות תועלות כלכליות עבור המשתמש. כך גם לא בוצע חיפוש למידע על תועלות בריאותיות או תועלות חברתיות של משתמשים בשרות. היינו של אלה המפיקים הנאה אסתטית נטו מההתבוננות בניראויות של מערכות החבל הים-תיכוני.

2.3.4.2.3 המשתמשים

אף אחד מחמשה המחקרים שתרמו להערכת ממדי הפקת שרות האסתטיקה ונסקרו לעיל, לא נועד להתייחס לשרות זה "נטו", אלא לצרור שירותי תרבות ואף שירותים אחרים של מערכות החורשים והבתות שבצפון החבל הים-תיכוני של ישראל (כרמל וגליל). לפיכך גם לא ניתן לזהות את המשתמשים "נטו" בשרות זה. אך חמשת המחקרים השתדלו להשתמש בדגימות מייצגות של נשאלים על מנת לבדוק את העדפותיהם הנובעות מההתבוננות במערכת, שניתן לשער כי חלקן מתייחס גם להעדפות המושפעות מממדי ההנאה האסתטית, בעיני אנשי המגזרים השונים מהם הורכבו קבוצות הצפייה. מכאן שהמשתמשים בשרות הם אלה שהיו מיוצגים על ידי הצופים שהעדיפו מערכת אחת על השנייה לצורך שהייה ובילוי. ההסבר שנתנו להעדפותיהם מתייחס בצורה זו או אחרת להנאה האסתטית שאותה מערכת סיפקה להם, מה שעושה אותם למשתמשים אפשריים או פוטנציאליים בשרות האסתטיקה. מכך עולה, למשל, שרוב המשתמשים בשרות שמפיקים אותו ממערכת החורשים יהיו בעיקר ממגזר ה"ירוקים", ואולי אף אקדמאים מתחומי האקולוגיה והסביבה, והמשתמשים בשרות המופק ממערכת היערות הנטועים יהיו ממגזרים אחרים.

2.3.4.3 מגמות

2.3.4.3.1 ממדי הפקת השרות בעבר

כפי הנראה אין מידע על מגמות הפקת השרות בעבר. ההתעניינות המקצועית בנושא החלה כנראה במהלך העשור השני של המאה ה-21, כאשר נעשו המאמצים הראשונים לאבחן בין "התועלות מהנוף" של ה"טבע" או של "השטחים הפתוחים", לבין ה"הנאה האסתטית" המופקת מהתבוננות במערכות האקולוגיות של החבל הים-תיכוני.

2.3.4.3.2 גורמים מחוללי שינוי

ניתן להציע שמצד אחד מגמות הפיתוח באזור החבל הים-תיכוני של ישראל, היינו תהליך התמרת מערכות החורשים שהביא לצמצום וקטוע שטחיהן והגידול בממדי מערכות היערות הנטועים, ומצד שני שינויי תרבות, השכלה ואחרים, כמו נושא האבחנה בין נופים "טבעיים" ו"תרבותיים", הביאו ועשויים להביא לשינויים בהפקת השרות ובביקוש לשרות, בהתאמה. כל אחד משינויים אלה עשוי להיתפס כשינוי שלילי או חיובי בהתייחס לממדי ההפקה של השירות, עבור כל אחד ממגזרי האוכלוסייה המשתמשים בשרות זה. גורמים מחוללי שינוי ישירים, ככריתה, רעייה, ובעיקר מגמת העלייה בתדירות ועוצמת שריפות היער, עשויים לשנות את ניראות המערכות ולכן גם את ממדי הביקוש וההפקה של השרות. אך גם שינויים אלה עשויים להיתפס בצורה שונה על ידי מגזרי משתמשים שונים.

2.3.4.4. פערי ידע

(1) ממדי אספקת השרות, כשהם "נקיים" מממדי הפקת שרותי תרבות וויסות אחרים של החורשים, הבתות והיערות הנטועים, וזאת על ידי ניסוח הגדרה מוסכמת של הנאה אסתטית ומיקוד בערכים האסתטיים של כל אחת מתכונות הניראות של כל אחת מהמערכות; (2) זיהוי וכימות התועלות החברתיות והבריאותיות (אם ישנן) מההנאה האסתטית המופקת מההתבוננות במערכות השונות של החבל הים-תיכוני; (3) שימוש בכלים מתקדמים להערכת שרות האסתטיקה המופק על ידי מינים "כריזמטיים" ואחרים שבמערכות החבל הים-תיכוני.



איור 4: תמונות של טיפוסים נופ שהוצגו בפני המשתתפים במחקר על תפיסות והעדפות ביחס למערכות האקולוגיות בכרמל (מתוך Orenstein et al, 2015) : א. יער אורנים נטוע – "אקולוגים וחובבי טבע התייחסו למערכת זו (יערות נטועים) בבוז"; ב. נביטת אורנים לאחר השריפה (בקדמת הנוף) שתוצאותיה שטח יער נטוע שרוף. התמונה עוררה עניין רב ואהדה על ידי חלקם של אלה שהסתכלו על תמונה א (גם כן אורנים, אך בוגרים) בשאט-נפש (אך ייתכן שגם הים שברקע תרם לערכיות הנופית של תמונה זו); ג. חורשת זיתים – היו צופים שהתייחסו באי-רצון לחורשה זו, בגלל מתקני הפיקניק והידיעה שהם יביאו לאיוש השטח במבקרים, על כל המשתמע מכך, אלא שלעומת זאת הביעו נכונות גבוהה לבלות במערכת החורשים המאכלסת את מדרון ההר המתנשא ברקע; ד. מערכת חורש שתכסיתה הצמחית הוסרה לצורך הסדרת מעיין, על המדרון הצפוני (ימני) שלה מערכת בתה, וברקע חורשת אורנים. התמונה זכתה לפופולריות הרבה ביותר, בזכות תחושת הרגיעה, שהתבטאה במספר מילים, היינו רגיעה, פסטורליות, הרמוניות, נקיות, הצללה, מנוחה, שקט, דממה, אינטימיות, רוח נעימה, חמימות, שלווה ורוגע, וגם – תחושה אסתטית.

3. יחסי גומלין בין ובתוך המערכות

3.1. השפעת מערכות-על אחרות על המגוון הביולוגי ואספקת השירותים של מערכת-העל

למערכות החקלאיות והעירוניות שבאזור חבל האקלים הים-תיכוני (צפון ומרכז הארץ) השפעה על המגוון הביולוגי ואספקת השירותים על ידי מערכות החבל הים-תיכוני הסמוכות להן. השפעות אלה אינן נובעות מתפקוד הערים והשדות החקלאיים כמערכות אקולוגיות, אלא מפעילויות האדם בשטחי המערכות הללו, הזולגות למערכות החבל הים-תיכוני: חומרי הדברה הזולגים מהמערכות החקלאיות עשויים להשפיע על מיני חסרי-חוליות רבים של מערכות החבל הים-תיכוני, כולל אלה המעורבים באספקת שרות וויסות מזיקי החקלאות; ניהול האשפה של המערכות העירוניות/יישוביות עשוי להביא לשינויים בגדלי אוכלוסיות "מינים כריזמטיים" של מערכות החבל הים-תיכוני כתן הזהוב, וחזיר הבר: המבנים שבערים וביישובים מספקים מקומות קינון למיני עופות של מערכות החבל הים-תיכוני כסיס החומות והבז האדום שעשויים לתפקד בהפקת שרות ויסות מזיקי חקלאות; חיות מחמד שבערים וביישובים ככלבים משוטטים וחתולי רחוב זולגים למערכות החבל הים-תיכוני וטורפים מיני בעלי חוליות של מערכות החבל הים-תיכוני (יום טוב, 2018) ובכך מביאים לשינוי בממדי המגוון הביולוגי של מערכות אלה; וזיהום האוויר שמקורו במערכות עירוניות עשוי להשפיע ולחולל שינויים באוכלוסיות מינים רבים במערכות החבל הים תיכוני. אלא שאין מידע היכן, מתי וכיצד שינויים אפשריים אלה ברכיבים שונים של המגוון הביולוגי משפיעים על אספקת שירותי מערכות החבל הים-תיכוני (למעט המידע על השפעת זיהום אוויר על הפקת שרות וויסות איכות האוויר, בהתייחס למערכת היערות הנטועים של אזור שער הגיא, ראה לעיל).

3.2. יחסי גומלין בין המערכות השונות שבתוך "מערכת-העל"

מגמת התמרת מערכות החורשים והבתות במערכות יערות נטועים הניעה מגמות יחסי גומלין בין שתי מערכות אלה של מערכת-העל, מגמה המתגברת והולכות עם הזמן; מגמת חדירה של אורן ירושלים ממערכות היערות הנטועים למערכות החורשים והבתות, ומגמת שיקום, חדירה, ואף נטיעה של אלונים ומיני צומח עצי ושיחני במערכות היערות הנטועים. מגמת חדירת האורנים למערכות החורשים והבתות החלה בסביבת שנות ה-70 כאשר היערות הגיעו לגיל רבייה מינית, בעיקר בסמוך לגבול היער (Lavi et al., 2005) אך קיים גם מנגנון של הפצת רוח לטווח נרחב ביותר באמצעות רוחות שרב (Nathan et al., 2000) המביא לנוכחות זריעי אורנים גם במרחק של קילומטרים מהיער הנטוע (Sheffer et al., 2014). גורמי סביבה נוספים שנמצאו מעודדים את התפשטות האורנים – רעיית בקר מתונה וכיסוי צומח מעוצה נמוך כדוגמת בתה שיחנית וחורש פתוח המהווים בית גידול נוח להתבססות זריעי אורנים (Osem et al., 2011; Sheffer et al., 2014; Waitz et al., 2015).

במחקרה של שפר נמצאה נוכחות אורנים ב-73% מאתרי המחקר ברחבי הארץ בעוד התחדשות אלונים מתחת ובינות לעצי היער ב-82% מאתרי הדיגום. כך שלמעשה – ישנם המגדירים כיום את היער והחורש המעורבים כבית גידול "חדש" (Sheffer 2012). בסקרי תצורות הצומח והתפשטות האורנים בהרי ירושלים ב-140,000 דונם נמצא שכ-20% מכלל השטח שלא ניטע, וככל הנראה היה בעבר שטח של בתות, מכוסה היום על ידי אורנים שהתבססו טבעית וכ-15% מכלל השטח הנטוע התחדש ללא נטיעה אחרי שריפה. מצד שני – ב-25% מכלל היערות הנטועים נמצא כבר חורש מפותח בתה היער (קק"ל ומכון דש"א, 2018. טרם פורסם).

מודל להתפשטות האורן מיער שחריה (בשפלת יהודה) לבתה הסמוכה, התפשטות שהחלה בשנת 1990 העלה כי במהלך השנים 2010-2070 עשוי להתפתח בבתה זו נוף יער פתוח בכסוי אורנים של 11% מהשטח, זאת בהנחה שלא יתרחשו שריפות באותו

השטח (וייץ וחוב', 2014). ליחסי הגומלין שבין שתי המערכות שבמערכת-העל, המשנים את היחס בין צומח עצי מחטני לצומח רחב-עלים במכלול שטחי מערכת-העל, השפעה על ממדי ההפקה ליחידת שטח של שרותי ויסות המושפעים מהיחס המספרי אורנים/אלונים - וויסות שריפות, ויסות איכות אויר, ויסות אקלים מקומי, ויסות אקלים גלובלי באמצעות לכידת פחמן, ויסות מים – מי תהום ומאגרים, וגם ממדי ההפקה של שרות תרבות של פנאי ונופש מושפעים מהשינויים ביחס זה (ראה לעיל).

3.3. סינרגיה (איגבור) ו-off-trade (המרות) בין שירותים בתוך 'מערכת-העל'

3.3.1. איגבור

הסינרגיה באספקת שירותים של מערכת-העל מתבטא בתמיכה ההדדית של שרות ויסות סחיפת קרקע ואירועי שיטפונות, ושל שרות ויסות מים – מי תהום ומאגרים. זאת משום תכונותיה הפיזיות של התכסית הצמחית המעוצה של המערכות, תכונות העשויות למתן את עוצמות הנגר העילי, מה שאמור למתן את ממדי סחיפת הקרקע והשיטפונות. אותן תכונות של התכסית הצמחית תורמות לבלימת אנרגיית טיפות הגשם מה שמביא למיתון היווצרות נגר עילי. וכך, ההשפעה המאוגברת (הסינרגיסטית) הזו של התכסית הצמחית המעוצה על הנגר העילי מגבירה את שעור מי הגשם החודרים לקרקע ואף עשויים להעמיק ולהגיע לאקוות.

3.3.2. המרות

לא ניתן להצביע על המרת שרותים בשטחי מערכות החורשים והבתות שהותמרו למערכות היערות הנטועים, אלא רק על שינויים בממדי ההפקה של שרותים רבים, שכן כמעט כל השירותים המסופקים על ידי מערכות החורשים והבתות, מופקים גם ממערכות היערות הנטועים, אך במימדים אחרים. למשל, ממדי ההפקה ליחידת שטח של מערכות היערות הנטועים של כל שרותי האספקה (למעט שרות אספקת ביומסה מעוצה), וכן ממדי שרות ויסות מזיקי חקלאות, נמוכים כנראה מממדי ההפקה ליחידת שטח של שירותים אלה על ידי מערכות החורשים והבתות. לעומת זאת, ממדי הפקת שרות התרבות של פנאי ונופש ליחידת שטח של מערכות היערות הנטועים, ייתכן שגבוהה מאלה של מערכות החורשים והבתות. לכל אלה דרושים עדיין נתונים כמותיים.

3.3.3. יחסי גומלין

במערכות החבל הים תיכוני מתקיימים יחסי גומלין נוספים בין השירותים השונים: כאשר לשרות אספקת מרעית למקנה המסופק על ידי מערכות החורשים ישנו ביקוש, הוא מתפקד כאחד המנגנונים של שרות ויסות שריפות (Nader et al., 2007), שכן בהעדר רעייה צמחי המרעית לא יתפקדו כמזון למקנה אלה כביומסה דליקה, מה שממתן את הפקת שרות ויסות השריפות; במקביל, מיתון ממדי השריפות המתבצע על ידי שרות ויסות השריפות תומך בשרות אספקת המרעית, כך שחיות המקנה ולא השריפה, מווסתים את אספקת המרעית; שרות ויסות השריפות תומך בשרות התרבות של פנאי ונופש, אך מימוש שרות תרבות זה מגביר את סיכוני השריפה (רשלונות מטיילים), שהתרחשותה עשויה לצמצם את ממדי שירות ויסות השריפות; והפחיתה בהפקת שרות ויסות השרפות מביאה להגדלת התפוקה של שרות אספקת הביומסה המעוצה על ידי המערכות. עם כל זאת, חסר מידע כמותי על הקשרים בין שריפות יער, המשתמשים בשרות הנופש והפנאי, הרעייה, ממדי דליקות הצומח העצי במערכת, ותפוקת הביומסה המעוצה.

4. תגובות לשינויים באספקת השירותים במערכת העל

התגובה למגמה של היצע נמוך מהביקוש לשרות אספקת המרעית לדבורי דבש וזאת במקביל למגמת צמצום שטחי המערכות ובעקבותיו צמצום בשטחי ההפקה של שרות זה, הייתה נטיעת עצים ושיחים צופניים על ידי הדבוראים. אך נדרשו תגובות מדיניות ותכנוניות של הרשויות, האמורה להביא למיתון מגמת צמצום שטחי המערכות. תגובות כאלה היו תומכות לא רק באספקת הדבש הנצרך בישראל, אלא גם ברוב השירותים האחרים של מערכות החבל הים תיכוני. העדר תגובה כזו משקף את המציאות בה רבות מהרשויות וגם רבים שבחברה האזרחית בישראל, אינם חשים בשינויים בהפקת שירותי מערכות החבל הים-תיכוני שהתרחשו ומתרחשים מאז קום המדינה, לבד אולי משינויים בהיצע שרות התרבות של נופש ופנאי. זאת משום העדר המודעות על קיומו של כל אחד משירותי המערכת, גם אם פה ושם נכתבות ומושמות על ידי גורמים שונים אמירות כמו "פגיעה בתפקודן של המערכות האקולוגיות" המתייחסות לפעילויות פיתוח ותכנון והשפעותיהן "הסביבתיות". משום כך גם לא ניתן להצביע כאן ועתה על פעילויות של הרשויות והחברה שהן בחזקת תגובות לשינויים באספקת שירותים ספציפיים של מערכות החבל הים-תיכוני. למצער, ניתן רק לציין את המניע לפעילות ממוקדת של ממשק המערכות, הממתנת את ממדי "החומר הדליק" בהן. פעילות זו היא בגדר תגובה לגידול בתדירותן ועוצמתן של שריפות היער בעשורים האחרונים. אך גם מתוך שלא לשמה בא לשמה, כך שתגובה זו יכולה להיחשב כתגובה לשינויים באספקת שירותי מערכת שונים (כולל שרות וויסות השריפות), המסופקים על ידי המערכות, וזאת גם אם עדיין אין מידע מספק על ממדי השינויים הללו.

סביר שניתן להגיב ואף בהצלחה לכל השינויים שהביאו לממדים בלתי רצויים של הפקת שירותים ולסיכון קיימות הפקתם. אך כאשר התגובות מתבוששות לבוא, פעילות הגורמים שחוללו שינויים אלה, ישירים ועקיפים עשויה להימשך, ובעטיה גם הפחיתה בתועלות ממערכות החבל הים-תיכוני לרכיבים שונים של רווחת האדם בישראל עשויה להמשך ואף להתגבר.

5. פערי ידע

הערכת משמעותם של תהליכי ההתמרה וקיטוע מערכות ומגמותיהם

- השפעת הצמצום בשטחי מערכות החורשים והבתות ומערכות הכורכר והחולות (עקב תהליך ומגמת התמרת המערכות) על ממדי הפקת כל אחד מהשירותים באמצעות כימות ממדי ההפקה ליחידת שטח בכל אחת מהמערכות.
- השפעת ההרחבה בשטחי מערכות היערות הנטועים (עקב תהליך ומגמות הרחבה זו), על ממדי הפקת כל אחד מהשירותים באמצעות כימות ממדי ההפקה ליחידת שטח במערכות אלה באזורים השונים של חבל האקלים הים-תיכוני של ישראל.
- השפעת השינויים בממדי המגוון הביולוגי (מספר מינים, גדלי אוכלוסיות ביחידת שטח) על ממדי ההפקה ליחידת שטח של שירותי האספקה - מיני מאביקים, מיני מרעית למקנה, מינים צופניים, מינים נלקטים על ידי האדם, ומשאבים גנטיים ספציפיים.

הערכת שירותים ספציפיים

א. שרות אספקת מזון מהבר

- ממדי השימוש במינים המספקים שרות זה: אומדנים של ממדי הליקוט הבלתי-חוקי והחוקי, והשפעתם על היצע השרות במהלך 50 השנים האחרונות.
- השפעת התחיקה ואכיפתה על השגת אספקה מיטבית (מקיימת) של השרות, ומגמות באספקת היצע השרות.
- כימות המשתמשים והמגזרים שלהם, כולל העדפות לכל אחד מעשרות המינים המתפקדים באספקת השרות, במהלך 50 השנה האחרונות.
- ממדי המודעות של משתמשים בהתייחס לתפקוד מיני המזון מן הבר כרכיבים של הדיאטה הים-תיכונית, והשפעתם על ממדי הביקוש לשרות.

ב. שרות אספקת מרעית לדבורי דבש

- רשימה של מיני המרעית לדבורי הדבש, היינו המינים הצופניים, מידע על מצבו של כל אחד מהם, וחלקו היחסי בביקור הדבורים בפרחיו.
- אחוזי הכיסוי של מכלול מיני מרעית דבורת הדבש בכל אחת משלשת מערכות החבל הים-תיכוני, כימות ממדי היצע השרות ליחידת שטח בכל אחת ממכלול המערכות.

ג. שרות אספקת מרעית למקנה

- מידע כמותי על המינים הנאכלים (palatable) על ידי כל אחד ממיני חיות המקנה – מספר מינים אלה במערכות השונות, הממדים היחסיים של גדלי אוכלוסיותיהם, והתרומה שלהם, או של הנפוצים שבהם, לתזונה ולבריאות חיות המקנה.

ד. שרות אספקת משאבים גנטיים

- ממדי הרכיב הגנטי של המגוון הביולוגי ("המגוון התוך-מיני") של המינים המוגדרים כמשאבים גנטיים צמחיים ונמצאים במערכות החבל הים-תיכוני, כולל שימוש גם בעשביות, בבנקי גנים, ובמערכות עצמן.

ה. שרות אספקת ביומסה מעוצה

- ממדי אספקת השרות על ידי מערכת החורשים והבתות ועל ידי מערכת הכורכר והחולות.
- התרומה הכלכלית של השרות בהשוואה לביקוש לכל אחד ממוצריו בישראל, המסופק על ידי מערכות מחוץ לישראל.
- ממדי הפקת השרות באמצעות השיטה הכחלחלה ומדיניות הממשק עד כה - לניצול בר-קיימא או להכחדת מין פולש.

ו. שרות ויסות סחיפת קרקע ואירועי שיטפונות

- ממדי השפעת התכסית הצמחית, הרכבה, הארכיטקטורה שלה, וממדי כסוי הקרקע שלה על ממדי מיתון עוצמת השיטפונות ונזקיהם.
- ממדי השיטפונות שמקורם באגני הניקוז השונים שבאזור האקלים הים-תיכוני של ישראל, ממדי השטחים של מערכות החבל הים-תיכוני באגני הניקוז השונים שהו מקור לשיטפונות, וממדי נזקי השיטפונות הללו.
- ממדי התכסית הצמחית והרכבה וממדי הקרקע שנסחפה מאגני הניקוז השונים שבמערכות, במהלך העשורים האחרונים.

ז. שרות ויסות איכות אוויר

- זיהוי וכימות המתאם שבין רמות זיהום האוויר (ישירות, ולא באמצעות אינדיקטורים), לבין ממדי מגוון מיני הצומח ותרומת כל אחד מהם למנגנון הפקת השרות.
- עדויות על פעילות וייסות זיהום האוויר באוזון טרופוספרי באזורי מערכת-העל, למעט במערכת היערות הנטועים שבאזור שער הגיא והרי יהודה.

ח. שרות וייסות אקלים גלובלי

- ממדי הפקת השרות על ידי מערכות החורשים והבתות ומערכות החולות והכורכרים.

ט. וייסות אקלים מקומי

- השפעת צומח המערכות על האקלים שמעבר לגבולותיהן.

י. וייסות מי תהום ומאגרים

- תכונות התכסית הצמחית בכל אחת ממערכות מערכת-העל, והשפעת כל אחת מהן על ממדי המים הזמינים במאגרים, שמקורם בכל אחת ממערכות אלה, ואבחון בין תרומות שיזוהו כחיוביות או כשליליות לממדי מי המאגרים באמצעות שרות וייסות זה.

יא. וייסות מזיקי חקלאות

- ממדי צמצום נזקי כל אחד ממיני מזיקי החקלאות, וייחוס צמצום זה לממדי הפקת שרות וייסות מזיקי החקלאות: כימות גדלי אוכלוסיות כל אחד ממיני ה'אויבים הטבעיים'; חלקם של מזיקי החקלאות בתפריט ה'אויבים' המאפשר את קיומם במערכות החבל הים-תיכוני; וממדי השפעת כל אחד מהם על ממדי היבולים הנגועים.
- תרומתם של בעלי חוליות, בעיקר מיני עופות אוכלות חרקים, מקומיים וגם נודדים, ומיני זוחלים ויונקים (עטלפים), בוויסות אוכלוסיות מזיקי חקלאות.

יב. שרות וויסות שריפות

- ממדי רעיית מקנה מוסדרת בכל אחת ממערכות החבל הים-תיכוני והשפעתה על ממדי הצומח הדליק וממדי הצומח העמיד של תת-היער במערכות אלה.

יג. שרות תרבות פנאי ונופש

- ממדי האספקה של שרות זה על ידי מערכות החורשים והבתות, ומערכות הכורכר והחולות, והמשתמשים ומגזריהם.
- תרומת ההיצע של מינים כריזמטיים, צמחים (אירוסים, חלמוניות, כלניות), יונקים (צבאים, נמרים), ועופות (נשרים, עגורים), לממדי הביקוש לשרות, ותרומת הצפרות להפקת שרות זה.
- מידע קשיח, איכותני וכמותי, על הפקת תועלות בריאותיות ותועלות חברתיות מתפוקת שרות הנופש והפנאי במערכות החבל הים-תיכוני.
- השפעת גודל היער הקהילתי על שביעות הרצון של המשתמשים בשרות זה שלו, והשפעת גודל זה על ממדי המגוון הביולוגי שלו.

יד. שרות תרבות מסורת ופולקלור

- הערכות כלכליות של שרות זה בשיטות המקובלות עבור שירותים שאינם נסחרים בשוק, נוספות על המעטות שבוצעו עד כה: (Becker & Freema, 2009) הצביעו על פערי ידע ניכרים בנושא.
- ממדי המשתמשים בשרות זה ישירות, על מגזריהם.

טו. שרות תרבות - מדע

- מידע קשיח על ממדי ההשפעה (אימפקט) של המאמרים המצוטטים בפרק זה ומייצגים את תרומת מערכות החבל הים-תיכוני לקידום המדע, וזאת באמצעות המדדים המקובלים בתחום.
- מידע כמותי על המעורבים ביצירת המידע המדעי שהופק ממערכות החבל הים-תיכוני במהלך השנים: המוסדות האקדמאים, מוסדות מחקר, מוסדות חינוך, ארגונים, החוקרים, תלמידי המחקר.

6. מקורות

מבואות, יחסי גומלין ותגובות

- וייץ, י., פרבולוצקי, א. וכהן, י. (2013). התפשטות אורן ירושלים מיערות נטועים לשטחים פתוחים – תהליכים אקולוגיים והשלכות נופיות. *אקולוגיה וסביבה*, 4(4), 320-312.
- וייץ, י., רמון, א., כגן, ג. וצורף, ח. (2018). איחוד שכבות צומח הרי ירושלים. מכון דש"א וקק"ל. יום טוב, י. (2018). תחזית לעולם החי של ישראל לשנת 2040. *אקולוגיה וסביבה*, 9(2), 27-20.
- לביא, א., נוי-מאיר, ע., קיגל, ח. ופרבולוצקי, א. (2004). תהליכי התפשטות של אורן ירושלים מיערות נטועים לתוך צומח. יער, 6-5, 18-11.
- קק"ל (2018). [נטיעות עצי אורן ביערות](#).

E.U. (n.d.). The Mediterranean Biogeographical region. In: European Environment Agency. *Europe's Biodiversity*.

Lavi, A., Perevolotsky, A., Kigel, J., & Noy-Meir, I. (2005). Invasion of *Pinus halepensis* from plantations into adjacent natural habitats. *Applied Vegetation Science*, 8, 85-92.

Nathan, R., Safriel, U.N., Noy-Meir, I., & Schiller, G. (2000). Spatiotemporal variation in seed dispersal and recruitment near and far from *Pinus halepensis* trees. *Ecology*, 81, 2156-2169.

Osem, Y., Lavi, A., & Rosenfeld, A. (2011). Colonization of *Pinus halepensis* in Mediterranean habitats: consequences of afforestation, grazing and fire. *Biological Invasions*, 13, 485-498.

Sheffer, E. (2012). A review of the development of Mediterranean pine-oak ecosystems after land abandonment and afforestation: are they novel ecosystems? *Annals of Forest Science*, 69, 429-443.

Sheffer, E., Canham, C.D., Kigel, J., Perevolotsky, A. (2014). An integrative analysis of the dynamics of landscape-and local-scale colonization of Mediterranean woodlands by *Pinus halepensis*. *PLoS One*, 9, e90178.

Waitz, Y., Cohen, Y., Dorman, M., & Perevolotsky, A. (2015). From microsite selection to population spatial distribution: *Pinus halepensis* colonization in mediterranean-type ecosystems. *Plant Ecology*, 216, 1311-1324.

אספקת מרעית למקנה

אבלגון, ד., קומיסרצ'יק, ש., ניסן, י. וזליגמן, נ. (2014). המרעה וניצולו ביערות הנטועים במרחב המרכז של הקק"ל. יער, 13, 26-18.

גינזבורג, א. (2016). שטחים פתוחים (מרעה) 2016-2015. מצגת ליום עיון מגדלי בקר לבשר במרעה, רשות המרעה, משרד החקלאות ופיתוח הכפר.

הדר, ל., יובסה, ד. ואונגר, י. (2013). חברת הצומח ברמת הנדיב – דינמיקה בזמן ובמרחב. בתוך פרבולוצקי א. (עורך). *ממשק ושימור האקוסיסטמה הים תיכונית: רמת הנדיב כמשל* (עמ' 277-288). זכרון יעקב: רמת הנדיב.

הנקין, ז., גוטמן, מ., הולצר, צ., זליגמן, נ. ונוי-מאיר, ע. (1997). גידול בקר במרעה חורש ים-תיכוני. *השדה*, 77, 66-68.

הנקין, ז., פרבולוצקי, א., לנדאו, י., אונגר, י., שטרנברג, מ., יהודה, י., ... וזליגמן, נ. (2016). גידול בקר לבשר במרעה עשבוני ים-תיכוני למיקסום היצרנות והריווחיות במסגרת פיתוח בר-קיימא: סיכום מחקר ארוך טווח בשנים 1994-2014. דו"ח מסכם.

לנדאו, י., אבא רביע, ע., אבלגון, ד. ואבו-סיאם, ס. (2015). הרעייה העונתית של עדרי הבדואים ביערות קק"ל: התפתחויות מ-2009 ל-2014. יער, 15, 30-39.

שגב, מ. (2010). הערכה כלכלית של משאבי טבע ונוף בחולות מישור החוף בישראל, בתרחישים אפשריים שונים (עבודת דוקטורט). אוניברסיטת בן-גוריון בנגב.

- Evlagon, D., Kommissarcjik, S., Glasser T., Hadar L., & Seligman N. G. (2010). How much browse is available for goats that graze Mediterranean woodlands? *Small Ruminant Research*, 94, 103-108.
- Evlagon, D., Kommissarcjik, S., Gurevich B., Leinweber M., Nissan Y., Seligman NG., (2012). Estimating normative grazing capacity of planted Mediterranean forests in a fire-prone environment. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 155, 133-141.
- Gabay, O. (2009). *Woody plants as landscape modulators in Mediterranean woodland* (Doctoral dissertation). Ben-Gurion University of the Negev, Sede-Boker Campus, Israel
- Henkin, Z., Ungar, E.D., Perevolotsky, A., Gutman, M., Yehuda, Y., Dolev, A., Landau, S.Y., Sternberg, M. & Seligman, N.G. (2015). Long-term Trade-Offs Between Herbage Growth, Animal Production and Supplementary Feeding in Heavily Grazed Mediterranean Grassland. *Rangeland Ecology and Management*, 68, 332-340.
- IPBES. (2016). Summary for Policymakers of the Methodological Assessment of Scenarios and Models of Biodiversity and Ecosystem Services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services.
- Kababya, D., Perevolotsky, A., Bruckental, I., & Landau, S. (1998). Selection of diets by dual-purpose Mamber goats in Mediterranean woodland. *Journal of Agricultural Science*, 131, 221–228
- Koniak, G., Noy-Meir, I., & Perevolotsky, A. (2011). Modelling dynamics of ecosystem services basket in Mediterranean landscapes: a tool for rational management. *Landscape ecology*, 26(1), 109-124.
- Nader, G., Henkin, Z., Smith, E., Ingram, R., & Narvaez, N. (2007). Planned Herbivory in the Management of Wildfire Fuels: Grazing is most effective at treating smaller diameter live fuels that can greatly impact the rate of spread of a fire along with the flame height. *Rangelands*, 29(5), 18-24.
- Perry, M. (2008). *Studying perennial plant impact on annual diversity in sand dunes in different spatial scales* (M.A. Thesis). Ben-Gurion University of the Negev, Israel.
- Perevolotsky, A., Brosh, A., Ehrlich, O., Gutman, M., Henkin, Z., Holzer, Z. (1993). Nutritional-value of common oak (*Quercus calliprinos*) browse as fodder for goats—experimental results in ecological perspective. *Small Ruminant Research*, 11(2), 95–106.
- Perevolotsky, A., Ne'eman, G., Yonatan, R., & Henkin, Z. (2001). Resilience of prickly burnet to management in east Mediterranean rangelands. *Journal of Range Management*, 54(5), 561–566.
- Perevolotsky, A., Ettinger, E., Schwartz-Tzachor, R., & Yonatan, R. (2003). Management of fuel breaks in the Israeli Mediterranean ecosystem: the case of Ramat-Hanadiv Park. *Journal of Medical Ecology*, 3, 13–22.
- Sternberg, M., & Shoshany, M. (2001a). Aboveground biomass allocation and water content relationships in Mediterranean trees and shrubs in two climatological regions in Israel. *Plant Ecology*, 157(2), 171–179.
- Sternberg, M., & Shoshany, M. (2001b). Influence of slope aspect on Mediterranean woody formations: comparison of a semiarid and an arid site in Israel. *Ecological Research*, 16(2), 335–345.

אספקת מרעית לדבורי הדבש

אבידור, ה. (2015). האתגרים העומדים בפני ענף הדבורים. תקציר הכנס ה-23 לזכרו של זוריק לב ז"ל, דבורים והאבקה. אתר משרד החקלאות – שה"מ. נצפה ב-29 באוגוסט 2018.

גל, ב. (2011). תחשיב הוצאות במכורת. משרד החקלאות.

דג, א. (2015). התרומה הכלכלית של דבורת הדבש להאבקת גידולים חקלאיים בישראל. תקציר הכנס ה-23 לזכרו של זוריק לב ז"ל, דבורים והאבקה.

דג, א. (2015). מרעה דבורים. בתוך: קגן, ס. וצ'רקסקי, פ. צמחי נוי צופנים לדבורים. מועצת הדבש והקרן הקיימת לישראל.

דג, א., רגב, א. ובר יוסף, י. (1998). נטיעות מרעה לדבורים – כדאיות כלכלית למשק ולענף המכורות בישראל. אקולוגיה וסביבה, 4, 234.

שפיר, ש. ודג, א. (2011). דבש ניגר. בתוך: רייפן, ר. ורוזן, ג. (עורכים). האינטליגנציה של התזונה (עמ' 392-395). הוצאה לאור אימפרס.

- Avni, D., Dag, A., & Shafir, S. (2009). Pollen sources for honeybees in Israel: Source, periods of shortage, and influence on population growth. *Israel Journal of Plant Sciences*, 57(3), 263-275.
- Avni, D., Hendriksma, H. P., Dag, A., Uni, Z., & Shafir, S. (2014). Nutritional aspects of honey bee-collected pollen and constraints on colony development in the eastern Mediterranean. *Journal of Insect Physiology*, 69, 65-73.
- Arien, Y., Dag, A., Zarchin, S., Masci, T., & Shafir, S. (2015). Omega-3 deficiency impairs honey bee learning. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(51), 15761-15766.
- Hicks, D. M., Ouvrard, P., Baldock, K. C., Baude, M., Goddard, M. A., Kunin, W. E., & Osgathorpe, L. M. (2016). Food for pollinators: quantifying the nectar and pollen resources of urban flower meadows. *PLoS one*, 11(6), e0158117.
- Koniak, G., Noy-Meir, I., & Perevolotsky, A. (2009). Estimating multiple benefits from vegetation in Mediterranean ecosystems. *Biodiversity and conservation*, 18(13), 3483.
- Petanidou, T., & Smets, E. (1995). The potential of marginal lands for bees and apiculture: nectar secretion in Mediterranean shrublands. *Apidologie*, 26(1), 39-52
- Seeley, T. D. (1995). *The wisdom of the hive: the social physiology of honey bee colonies*. Harvard University Press.
- Petanidou, T., & Smets, E. (1995). The potential of marginal lands for bees and apiculture: nectar secretion in Mediterranean shrublands. *Apidologie*, 26(1), 39-52.

אספקת משאבים גנטיים

- Barazani, O., Perevolotsky, A., & Hadas, R. (2008). A problem of the rich: prioritizing local plant genetic resources for ex situ conservation in Israel. *Biological Conservation*, 141(2), 596-600.
- Cheng, J., Yan, J., Sela, H., Manisterski, J., Lewinsohn, D., Nevo, E., & Fahima, T. (2010). Pathogen race determines the type of resistance response in the stripe rust–Triticum dicoccoides pathosystem. *Physiologia plantarum*, 139(3), 269-279.
- Ford-Lloyd, B. V., Schmidt, M., Armstrong, S. J., Barazani, O., Engels, J., Hadas, R.,... & Li, Y. (2011). Crop wild relatives—undervalued, underutilized and under threat?. *BioScience*, 61(7), 559-565.
- Scott, J. C., Manisterski, J., Sela, H., Ben-Yehuda, P., & Steffenson, B. J. (2014). Resistance of Aegilops species from Israel to widely virulent African and Israeli races of the wheat stem rust pathogen. *Plant Disease*, 98(10), 1309-1320.

אספקת מזון

דפני, א. (1984). צמחי בר ראויים למאכל. החברה להגנת הטבע ומשרד החינוך והתרבות.

הלר, ד. ולבנה, מ. (עורכים). (1982). צמחים בעלי פרחים א'. כרך 10, החי והצומח של ארץ-ישראל – אנציקלופדיה שימושית מאוירת. החברה להגנת הטבע ומשרד הבטחון.

- הלר, ד. ולבנה, מ. (עורכים). (1983). צמחים בעלי פרחים ב'. כרך 11, החי והצומח של ארץ-ישראל – אנציקלופדיה שימושית מאוירת. החברה להגנת הטבע ומשרד הבטחון.
- זהרי, מ. (1959). גיאובוטניקה. ספריית הפועלים.
- להב, ח. ולוין, נ. (2000). חוף הכרמל: עתלית – חיפה: סקר משאבי טבע ונוף. מכון דש"א.
- להב, ח. ולוין, נ. (2008). חוף הכרמל: דור – ג'סר א-זרקא: סקר משאבי טבע ונוף. מכון דש"א.
- להב, ח., אלון-מוזס, ט., לוין, נ. ועוז, ל. (1996). חוף הכרמל: נוה-ים – דור: סקר משאבי טבע ונוף. מכון דש"א.
- מאיר-ציז'יק, א. (2010). צמחי בר למאכל. מפה - הוצאה לאור.
- פלביץ, ד. ויניב, ז. (2010). צמחי המרפא של ארץ-ישראל, כרכים א' וב'. תמוז-מודן.
- קריספיל, נ. (1983-1986). ילקוט הצמחים. הוצאת כנה.
- קריספיל, נ. (1986). צמחי המרפא של ארץ-ישראל. הוצאת המחבר.
- רוזיך, ר. ורמון, א. (1999). השרון הצפוני: סקר, ניתוח והערכה של משאבי טבע ונוף. מכון דש"א.
- רומם, א. ורמון, א. (2001). הכורכים הדרומיים: תמונת מצב. מכון דש"א.
- שמידע, א. ואהרונסון, א. (1984). מבט אקולוגי על צמחי מזון, תבלין, רפואה, בושם ורעל. רתם, 11, 17-56.
- שמידע, א. (ל.ת.). Eco-Israel. מסד נתונים של צמחי ישראל.
- Ali-Shtayeh, M. S., Jamous, R. M., Al-Shafie, J. H., Elgharabah, W. A., Kherfan, F. A., Qarariah, K. H., ... & Herzallah, H. M. (2008). Traditional knowledge of wild edible plants used in Palestine (Northern West Bank): a comparative study. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 4(1), 13. (Electronic version).
- Blondel, J., & Aronson, J. (1999). *Biology and wildlife of the Mediterranean region*. USA: Oxford University Press.
- Cornara, L., La Rocca, A., Marsili, S., & Mariotti, M. G. (2009). Traditional uses of plants in the Eastern Riviera (Liguria, Italy). *Journal of Ethnopharmacology*, 125(1), 16-30.
- Ertug, F. (2003). Gendering the tradition of plant gathering in Central Anatolia (Turkey). In: Pieroni, A. *Women and Plants. Case Studies on Gender Relations in Biodiversity Management and Conservation* (pp. 183-196). London: Zed Press.
- Hadjichambis, A. C., Paraskeva-Hadjichambi, D., Della, A., Elena Giusti, M., De Pasquale, C., Lenzarini, C., ... & Skoula, M. (2008). Wild and semi-domesticated food plant consumption in seven circum-Mediterranean areas. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 59(5), 383-414.
- Kaplan, D., Pevzner, D., Galilee, M., & Gutman, M. (1995). Traditional selective harvesting effects on occurrence and reproductive growth of *Gundelia tournfortii* in Israel grasslands. *Israel Journal of Plant Sciences*, 43(2), 163-166.
- Kutiell, P. (2001). Conservation and management of the Mediterranean coastal sand dunes in Israel. *Journal of Coastal Conservation*, 7(2), 183-192.
- Lev-Yadun, S., & Abbo, S. (1999). Traditional use of A'kub (*Gundelia tournefortii*, Asteraceae), in Israel and the Palestinian Authority Area. *Economic Botany*, 53(2), 217-219.
- Levin, N., & Ben-Dor, E. (2004). Monitoring sand dune stabilization along the coastal dunes of Ashdod-Nizanim, Israel, 1945–1999. *Journal of arid Environments*, 58(3), 335-355.
- Mayer-Chissick, U., & Lev, E. (2014). Wild edible plants in Israel tradition versus cultivation. In Yaniv, Z. & Dudai, N. (Ed.), *Medicinal and Aromatic Plants of the Middle-East* (pp. 9-26). Dordrecht: Springer.

- Pieroni, A., Nebel, S., Santoro, R. F., & Heinrich, M. (2005). Food for two seasons: culinary uses of non-cultivated local vegetables and mushrooms in a south Italian village. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 56(4), 245-272.
- Rivera, D., Obon, C., Inocencio, C., Heinrich, M., Verde, A., Fajardo, J., & Llorach, R. (2005). The ethnobotanical study of local Mediterranean food plants as medicinal resources in Southern Spain. *Journal of Physiology and Pharmacology. Supplement*, 56(1), 97-114.
- Rivera, D., Obon, C., Heinrich, M., Inocencio, C., Verde, A., & Fajardo, J. (2006). Gathered Mediterranean food plants—ethnobotanical investigations and historical development. In *Local Mediterranean food plants and nutraceuticals* (Vol. 59, pp. 18-74). Karger Publishers.
- Zohary, M. (1962). *Plant Life of Palestine: Israel and Jordan*. New York: Ronald Press.

אספקת ביומסה מעוצה

- אוסם, י., ברנד, ד., טאובר, י., פרבולוצקי, א. וחנוך, צ. (2014). תורת ניהול היער בישראל, מדיניות והנחיות לתכנון ולמשק היער. הקרן הקיימת לישראל.
- דופור-דרור, ז"מ (2010), הצמחים הפולשים בישראל. המשרד להגנת הסביבה.
- כליל, א. ובונה ע. (2015). ניצול בולי עץ ורסק עץ כפועל יוצא של פעולות ממשק יער ביערות נטועים בישראל. תמצית הדו"ח של משלחת שירות הייעור האמריקני (יולי 2012). יער, 14, 3-33.
- קק"ל (2015). טבלת אקסל של תעודות משלוח, מסמך פנימי.
- Moriondo, M., Good, P., Durao, R., Bindi, M., Giannakopoulos, C., & Corte-Real, J. (2006). Potential impact of climate change on fire risk in the Mediterranean area. *Climate Research*, 31(1), 85-95.

ויסות איכות אוויר

- שילר, ג. (2003). אוזון ואורן ירושלים, במלאות 30 שנה ל"תופעת שער הגיא" – סקירת ספרות. יער, 4, 60-66.
- Al-Alawi, M. T. M., Batarseh, M. I., Carreras, H., Alawi, M., Jiries, A., & Charlesworth, S. M. (2007). Aleppo pine bark as a biomonitor of atmospheric pollution in the arid environment of Jordan. *CLEAN—Soil, Air, Water*, 35(5), 438-443.
- Hill, A. C. (1971). Vegetation: a sink for atmospheric pollutants. *Journal of the Air Pollution Control Association*, 21(6), 341-346.
- Mitchell, R., Maher, B. A., & Kinnersley, R. (2010). Rates of particulate pollution deposition onto leaf surfaces: temporal and inter-species magnetic analyses. *Environmental Pollution*, 158(5), 1472-1478.
- Manes, F., Blasi, C., Salvatori, E., Capotorti, G., Galante, G., Feoli, E., & Incerti, G. (2012). Natural vegetation and ecosystem services related to air quality improvement: tropospheric ozone removal by evergreen and deciduous forests in Latium (Italy). *Annali di Botanica*, 2, 79-86.
- Nowak, D. J., Crane, D. E., & Stevens, J. C. (2006). Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. *Urban forestry & urban greening*, 4(3-4), 115-123.
- Robles, C., Greff, S., Pasqualini, V., Garzino, S., Bousquet-Mélou, A., Fernandez, C., ... & Bonin, G. (2003). Phenols and flavonoids in Aleppo pine needles as bioindicators of air pollution. *Journal of Environmental Quality*, 32(6), 2265-2271.
- Singer, A., Ganor, E., Fried, M., & Shamay, Y. (1996). Throughfall deposition of sulfur to a mixed oak and pine forest in Israel. *Atmospheric Environment*, 30(22), 3881-3889.

ויסות אקלים מקומי

- אוסם, י. (2013). סוגיות עיקריות בחקר היערות המחטניים של ישראל - סיכום ארבעים שנות מחקר (1972-2012) חלק ב: הבנת התהליכים הטבעיים המתרחשים ביער ומעבר לניהול היער כמערכת אקולוגית רב-תכליתית. *אקולוגיה וסביבה*, 4(4), 330-321.
- וינשטיין, א. ושילר, ג. (1981). מיקרו-אקלים בחורש טבעי וניהולו למטרות נופש. *ליערן – ביטאון אגודת היער בישראל*, שנה 31, מס' 1-4, 17-12.
- שילר, ג. (1974). מיקרו-אקלים ועקת חום של אדם ביערות הר הכרמל. *ליערן – ביטאון אגודת היער בישראל*, שנה 24, מס' 1-2, 6-1.
- שילר, ג. (2013). [גידול עצי יער ויערות בישראל, ארץ של ספר המדבר](#). רחובות.
- Rotenberg, E., & Yakir, D. (2010). Contribution of semi-arid forests to the climate system. *Science*, 327(5964), 451-454.
- Schiller, G., & Karschon, R. (1973). Microclimate and thermal stress of man in an Aleppo pine plantation and an oak scrub. *Israel Journal of Agricultural Research*, 23, 79-90.
- Schiller, G. (1974). Relation of microclimate to thermal stress of man in two forest types on Mt. Carmel. *La Yaaran*.
- West, P. C., Narisma, G. T., Barford, C. C., Kucharik, C. J., & Foley, J. A. (2011). An alternative approach for quantifying climate regulation by ecosystems. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 9(2), 126-133.

ויסות אקלים גלובלי

- שורק, מ. ופרבולוצקי, א. (עורכים). (2016). *דו"ח מצב הטבע, ישראל 2016* (עמ' 58-60). המארג.
- זליגמן, נ., אונגר, י., הנקין, ז., לנדאו, י., צעדי, א. ופרבולוצקי, א. (עורך). (2016). *על צומח, בעלי חיים ואנשים: תורת ניהול המרעה בישראל*. ירושלים: נקודת ח"ן.
- קק"ל. (2017). *נתוני אגף הייעור לשנת תשע"ז*. נצפה ב-5 בספטמבר 2018.
- Grünzweig, J.M., Gelfand, I., & Yakir, D. (2007). Biogeochemical factors contributing to enhanced carbon storage following afforestation of a semi-arid shrubland. *Biogeosciences Discussions*, 4, 2111-2145.
- Koniak, G., Noy-Meir, I., & Perevolotsky, A. (2011). Modelling dynamics of ecosystem services basket in Mediterranean landscapes: a tool for rational management. *Landscape Ecology*, 26, 109-124.
- Ramati, E. (2015). *Tradeoffs between Carbon Sequestration and Radiation Budget in Influencing Climate along the Precipitation Gradient in Israel*. (M.Sc. thesis). Faculty of Chemistry Department of Earth and Planetary Sciences, Weizmann Institute of Science, Israel.
- Talmon, Y., Sternberg, M., & Grunzweig, J. M. (2011). Impact of rainfall manipulations and biotic controls on soil respiration in Mediterranean and desert ecosystems along an aridity gradient. *Global Change Biology*, 17(2), 1108-1118.
- Thomas, S.C., & Martin, A.R. (2012). Carbon content of tree tissues: a synthesis. *Forests*, 3, 332-352.

ויסות האבקה גידולים חקלאיים

- גולן, א. ומנדליק, י. (2011). [השפעתה של פריחת בר בשולי שטחים חקלאיים על דגמי מגוון ועל פעילות האבקה של דבורי דבש ודבורי בר](#). יום עיון נקודת ח"ן 2011.
- דורצ'ין, א. (2017). *השפעת מרעה דבורי דבש על דבורי הבר והטבע בישראל, מסמך סקירה והמלצות למדיניות*. החלה"ט.

- קיסר, ת. ונאמן, ג. (2016). אינדיקטורים לניטור שירותי האבקה במערכת האקולוגית בכרמל – השפעת קווי חיץ ורעיה. המשרד להגנת הסביבה.
- שביט, ע. (2007). תחרות בין דבורי-דבש לבין דבורי-בר מקומיות בחבל הים תיכוני בישראל (עבודת מאסטר). אוניברסיטת חיפה.
- Carvalho, L. G., Seymour, C. L., Veldtman, R., & Nicolson, S. W. (2010). Pollination services decline with distance from natural habitat even in biodiversity-rich areas. *Journal of Applied Ecology*, 47(4), 810-820.
- Delaplane, K. S., Mayer, D. R., & Mayer, D. F. (2000). *Crop pollination by bees*. Cabi.
- Garibaldi, L. A., Steffan-Dewenter, I., Winfree, R., Aizen, M. A., Bommarco, R., Cunningham, S. A., ... & Bartomeus, I. (2013). Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. *Science*, 339(6127), 1608-1611.
- Garibaldi, L. A., Steffan-Dewenter, I., Kremen, C., Morales, J. M., Bommarco, R., Cunningham, S. A., ... & Holzschuh, A. (2011). Stability of pollination services decreases with isolation from natural areas despite honey bee visits. *Ecology letters*, 14(10), 1062-1072.
- IPBES. (2016). *Summary for policymakers of the Assessment Report of the IPBES on Pollinators, Pollination and Food Production*. Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES).
- Kevan, P. G., & Viana, B. F. (2003). The global decline of pollination services. *Biodiversity*, 4(4), 3-8.
- Klein, A. M., Vaissiere, B. E., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C., & Tscharntke, T. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 274(1608), 303-313.
- Kremen, C., Williams, N. M., & Thorp, R. W. (2002). Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(26), 16812-16816.
- Pisanty, G., Klein, A. M., & Mandelik, Y. (2014). Do wild bees complement honeybee pollination of confection sunflowers in Israel?. *Apidologie*, 45(2), 235-247.
- Pisanty, G., & Mandelik, Y. (2015). Profiling crop pollinators: life history traits predict habitat use and crop visitation by Mediterranean wild bees. *Ecological Applications*, 25(3), 742-752.
- Winfree, R., Aguilar, R., Vázquez, D. P., LeBuhn, G., & Aizen, M. A. (2009). A meta-analysis of bees' responses to anthropogenic disturbance. *Ecology*, 90(8), 2068-2076.
- Winfree, R., Williams, N. M., Dushoff, J., & Kremen, C. (2007). Native bees provide insurance against ongoing honey bee losses. *Ecology letters*, 10(11), 1105-1113.

ויסות מזיקי חקלאות

- בן חיים, א. ורוזנפלד, א. (2015). [מדריך לחקלאות תומכת סביבה](#). מרכז המועצות האזוריות.
- מוטרו, י. (2014). הירידה בשימוש ברעלים נגד מכרסמים בשדות בעקבות השימוש בתנשמות, בתוך: המיזם הלאומי לשימוש בתנשמות ובבזים כמדבירים ביולוגיים בחקלאות – סיכום השנה השביעית למיזם (עמ' 13-14).
- סגרה, ה., כרמל, י., סגולי, מ., צ'צ'יק, ע. ושוורץ, א. (2018). עלות מול תועלת של ממשק שולי שדות בעמק חרוד. מוגש לנקודת ח"ן.
- Argov, Y., Domeratzky, S., Gerson, U., Steinberg, S., Palevsky, E. (2007). Augmentation and conservation of indigenous generalist acarine predators for the control of citrus rust mite, *Phyllocoptruta oleivora*, in Israel. *IOBC WPRS Bulletin*. 30, 9-15.
- Bale, J. S., Van Lenteren, J. C., & Bigler, F. (2008). Biological control and sustainable food production. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological*

Sciences, 363(1492), 761-776.

- Berkeley, M., Zilberstein, M., Noy, M., ... & Palevsky, E. (2007). Biological control of the newly introduced persea mite with indigenous and exotic predators. *IOBC WPRS BULLETIN*, 30(5), 73.
- Bianchi, F. J., Booij, C. J. H., & Tscharntke, T. (2006). Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 273(1595), 1715-1727.
- Charter, M., Izhaki, I., Meyrom, K., Motro, Y., & Leshem, Y. (2009). Diets of barn owls differ in the same agricultural region. *The Wilson Journal of Ornithology*, 121(2), 378-383.
- Kahnonitch, I., Lubin, Y., & Korine, C. (2018). Insectivorous bats in semi-arid agroecosystems— effects on foraging activity and implications for insect pest control. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 261, 80-92.
- Kan, I., Motro, Y., Horvitz, N., Kimhi, A., Leshem, Y., YomTov, Y. & Nathan, R. (2012). [Economic Efficiency of Agricultural Rodent Control Using Barn Owls](#). HUJI.
- Motro, Y. (2011). Economic evaluation of biological rodent control using barn owls *Tyto alba* in alfalfa. 8th European Vertebrate Pest Management Conference, Berlin, Germany, 26-30 September 2011
- Rand, T. A., & Tscharntke, T. (2007). Contrasting effects of natural habitat loss on generalist and specialist aphid natural enemies. *Oikos*, 116(8), 1353-1362.
- Roland, J., & Taylor, P. D. (1997). Insect parasitoid species respond to forest structure at different spatial scales. *Nature*, 386(6626), 710-713.
- Schmidt, M. H., & Tscharntke, T. (2005). Landscape context of sheetweb spider (Araneae: Linyphiidae) abundance in cereal fields. *Journal of Biogeography*, 32(3), 467-473.
- Shaltiel, L. (2002). *The spatial dynamics of the omnivorous heteropteran Anthocoris nemoralis: effects of host plants and prey* (Doctoral dissertation). Hebrew University of Jerusalem.
- Shaltiel, L., & Coll, M. (2004). Reduction of pear psylla damage by the predatory bug *Anthocoris nemoralis* (Heteroptera: Anthocoridae): the importance of orchard colonization time and neighboring vegetation. *Biocontrol Science and Technology*, 14(8), 811-821.
- Swirski, E., & Amitai, S. (1990). Notes on phytoseiid mites (Mesostigmata: Phytoseiidae) from the Sea of Galilee region of Israel, with a description of a new species of *Amblyseius*. *Israel Journal of Entomology*, 24, 115-124.
- Swirski, E., & Amitai, S. (1997). Annotated list of phytoseiid mites (Mesostigmata: Phytoseiidae) in Israel. *Israel Journal of Entomology*, 31, 21-46.

ויסות מים

- Bosch, J. M., & Hewlett, J. D. (1982). A review of catchment experiments to determine the effect of vegetation changes on water yield and evapotranspiration. *Journal of hydrology*, 55(1-4), 3-23.
- Brown, A. E., Zhang, L., McMahon, T. A., Western, A. W., & Vertessy, R. A. (2005). A review of paired catchment studies for determining changes in water yield resulting from alterations in vegetation. *Journal of hydrology*, 310(1-4), 28-61.
- Helman, D., Lensky, I. M., Osem, Y., Rohatyn, S., Rotenberg, E., & Yakir, D. (2017). A biophysical approach using water deficit factor for daily estimations of evapotranspiration and CO₂ uptake in Mediterranean environments. *Biogeosciences*, 14(17), 3909.

Joffre, R., & Rambal, S. (1993). How tree cover influences the water balance of Mediterranean rangelands. *Ecology*, 74(2), 570-582.

Rohatyn, S., Rotenberg, E., Ramati, E., Tatarinov, F., Tas, E., & Yakir, D. (2018). Differential Impacts of Land Use and Precipitation on 'Ecosystem Water Yield'. *Water Resources Research* 54(8), 5457-5470.

ויסות סחיפת קרקע ואירועי שטפונות

אביעד, י., וייטנברג, ל., מילגרום, ת., מלקינסון ד., וקוטיאל, ח. (2010). השלכות שינוי אקלים על סחיפה ואובדן קרקעות. החוג לגיאוגרפיה ולימודי סביבה, אוניברסיטת חיפה. מוגש למשרד להגנת הסביבה.

ארגמן, א., אגוזי, ר., שחר, מ., פיזיק, א., צח-דבורי, נ., טל, ג., . . . ושוער, נ. (2015). ספיקות שיא ונפחי נגר בתחומי התנקזות משניים שנמדדו בתחנות הידרומטריות של התחנה לחקר הסחף חורף 2014/2015. האגף לשימור קרקע וניקוז, התחנה לחקר הסחף. משרד החקלאות ופיתוח הכפר.

לסקה, ד., מלקינסון, ד., וייטנברג, ל. (2014). [ידיעון אגף בכיר לשימור קרקע וניקוז לשנת 2014](#). משרד החקלאות ופיתוח הכפר. מורין, א., פרייס, ק. ויאיר, י. (2010). השפעת שינוי אקלים על משטר הזרימות העיליות ועל שכיחות וגודל אירועי שטפונות באגני ההיקוות בישראל. המשרד להגנת הסביבה.

Adeel, Z., Safriel, U., Niemeijer, D., & White, R. (2005). *Ecosystems and human well-being: desertification synthesis*. World Resources Institute (WRI).

Inbar, M. (1992). Rates of fluvial erosion in basins with a Mediterranean type climate. *Catena*, 19, 393–409.

Inbar, M., Tamir, M. I. & Wittenberg, L. (1998). Runoff and erosion processes after a forest fire in Mount Carmel, a Mediterranean area. *Geomorphology*, 24, 17–33.

Kosmas, C., Danalatos, N., Cammeraat, L.H., Chabart, M., Diamantopoulos, J., Farand, R., Gutierrez, L., Jacob, A., Marques, H., & Martinez-Fernandez, J. (1997). The effect of land use on runoff and soil erosion rates under Mediterranean conditions. *Catena*, 29, 45–59.

Lavee, H., Kutiel, P., Segev, M., & Benyamini, Y. (1995). Effect of surface roughness on runoff and erosion in a Mediterranean ecosystem: the role of fire. *Geomorphology*, 11, 227–234.

Wittenberg, L., Malkinson, D., Beeri, O., Halutzky, A., & Tesler, N. (2007). Spatial and temporal patterns of vegetation recovery following sequences of forest fires in a Mediterranean landscape, Mt. Carmel Israel. *Catena*, 71, 76–83.

Zuazo, V. H. D., & Pleguezuelo, C. R. R. (2009). Soil-erosion and runoff prevention by plant covers: a review. In *Sustainable agriculture* (pp. 785-811). Dordrecht: Springer.

ויסות שרפות

Evlagon, D., Kommissarchik, S., Glasser, T., Hadar, L., & No'am G. S. (2010). How much browse is available for goats that graze Mediterranean woodlands?. *Small ruminant research*, 94(1-3), 103-108.

Bar-Massada, A., Carmel, Y., Koniak, G., & Noy-Meir, I. (2009). The effects of disturbance based management on the dynamics of Mediterranean vegetation: a hierarchical and spatially explicit modeling approach. *Ecological Modelling*, 220(19), 2525-2535.

Paz, S., Carmel, Y., Jahshan, F., & Shoshany, M. (2011). Post-fire analysis of pre-fire mapping of fire-risk: A recent case study from Mt. Carmel (Israel). *Forest Ecology and Management*, 262(7), 1184-1188.

Perevolotsky, A., Landau, S., Kababia, D., & Ungar, E. D. (1998). Diet selection in dairy goats grazing

woody Mediterranean rangeland. *Applied Animal Behaviour Science*, 57(1-2), 117-131.

Wittenberg, L., & Malkinson, D. (2009). Spatio-temporal perspectives of forest fires regimes in a maturing Mediterranean mixed pine landscape. *European Journal of Forest Research*, 128(3), 297-304.

תרבות: פנאי ונופש

אחירון-פרומקין, ת., פרומקין, ר., רוזין, ר., מלול, א., לוי, נ. ופפאי, נ. (2008). שימור חולות מישור החוף: מסמך מדיניות. יחידת הסקרים, מכון דש"א.

גלבמן, א., כהן-הטב, ק. ושובל, נ. (2013). דפוסי פעילות מבקרים, עמדותיהם ותפישתם כלפי חווית הביקור ביערות קק"ל. סקר עבור מפ"ק-קהילה ויער הקק"ל.

ורצברג, י. (עורך). (2014). *דין וחשבון לשנת 2014*. ירושלים: רשות הטבע והגנים.

פליישר, ע., הייזלר, א. ושלר, מ. (2012). סקר יערות קהילתיים: אופקים, ראש העין, כוכב יאיר, מיתר, מגדל העמק, ירושלים ואלעד. סקר עבור מפ"ק – קהילה ויער הקק"ל.

שגב, מ. (2010). הערכה כלכלית של משאבי טבע ונוף בחולות מישור החוף בישראל, בתרחישים אפשריים שונים (עבודת דוקטורט). אוניברסיטת בן-גוריון בנגב.

שובל, נ., גלבמן, א., כהן-הטב, ק. וכהני, א. (2014). דפוסי פעילות מבקרים, עמדותיהם ותפישתם כלפי חווית הביקור ביערות קק"ל. סקר עבור מפ"ק-קהילה ויער הקק"ל.

Becker N., & Freeman S. (2009). The economic value of old growth trees in Israel. *Forest Policy and Economics*, 11(8), 608-615.

Fleischer, A. (1993). *Forest and Parks-Demand Survey*. Conducted on behalf of the Jewish National Fund by the Development Study Center, Rehovot, Israel.

Koniak, G., Sheffer, E., & Noy-Meir, I. (2011). Recreation as an ecosystem service in open landscapes in the Mediterranean region in Israel: Public preferences. *Israel Journal of Ecology & Evolution*, 57(1-2), 151-171.

Levin, N., Kark, S., & Crandall, D. (2015). Where have all the people gone? Enhancing global conservation using night lights and social media. *Ecological Applications*, 25(8), 2153-2167

Tauber, I. (1993). *Economic Evaluation of the Israeli (Planted) Forests*. Auburn University: School of Forestry.

תרבות: מחקר מדעי

אוסם, י. (2013). סוגיות עיקריות בחקר היערות המחטניים של ישראל, סיכום ארבעים שנות מחקר (1972-2012). חלק א: ההיסטוריה של מפעל הייעור ושייכותו לנוף בישראל. אקולוגיה וסביבה, 4(3), 248-254.

אוסם, י. (2013). סוגיות עיקריות בחקר היערות המחטניים של ישראל, סיכום ארבעים שנות מחקר (1972-2012). חלק ב: הבנת התהליכים הטבעיים המתרחשים ביער ומעבר לניהול היער כמערכת אקולוגית רב-תכליתית. אקולוגיה וסביבה, 4(4), 330-321.

בן-דב, י. (1981). המטסוקוקוס הארץ ישראלי בעצי אורן – טקסונומיה, תפוצה ופונדקאים בישראל. ליערן, 31, 23-18.

ברוך, א. (1985). שינויי צומח באזור הכנרת ב-5,500 השנים האחרונות על סמך העדות הפלינוולוגית, רותם, 16, 26-14.

דפני, א. (1985). החורש הים תיכוני כסביבת האבקה. רותם, 18, 56-34.

זליגמן, נ., אונגר, י., הנקין, ז., לנדאו, י., צעדי, א. ופרבולוצקי, א. (עורך). (2016). על צומח בעלי חיים ואנשים. תורת ניהול המרעה בישראל. ירושלים: נקודת ח"ן.

- חיים, א., יצחקי, ע. וזוהר, ע. (1992). אוכלוסיית המכרסמים בחורשות הכרמל המשתקמים משריפה. *אופקים בגיאוגרפיה*, 35/36, 79-84.
- יצחקי, ע. (1992). השפעת השריפה ביער אורן ירושלים (*Pinus halepensis*) בכרמל על פאונת ציפורי השיר. *אופקים בגיאוגרפיה*, 35/36, 69-78.
- לבנה, מ. (2008). [על מהלך הגילוי של אם-החיטה](#). אתר צמח השדה. נדלה ב-30 באוגוסט 2018.
- לבנוני, ט. (2005). *מגוון המינים ביערות אורנים נטועים בהשוואה לחורש טבעי בשפלת יהודה*, (עבודת מאסטר). תל-אביב: אוניברסיטת תל-אביב.
- ליפשיץ, נ., לב ידון, ש. וגופנא, ר. (1985). שלטון האלון המצוי באיזור מישור החוף המרכזי בישראל בעת העתיקה לפי עדויות דנדרוארכיאולוגיות. *רותם*, 17, 40-48.
- מנדל, צ., גולן, י., מדר, צ., וינשטיין, א. ופדלון, נ. (1983). השפעת מקור הזרעים של אורן ירושלים על רגישותו למצוקוקוס הארץ ישראלי. *ליערן*, 33, 33-36.
- עמית, ד. (1980). שרידי חורש ועצים מקודשים בהר חברון. *טבע וארץ*, 22, 58-63.
- פאהן, א. (1987). *אנטומיה של הצומח*. תל אביב: הקיבוץ המאוחד.
- פז, ע. (1980). הצומח הטבעי של ארץ ישראל בשלהי התקופה העות'ומאנית. *טבע וארץ*, 22, 48-50.
- פרבולוצקי, א. (1991). השפעת טיפולים (גיזום ודילול) ורעיית עיזים על חורש ים תיכוני. *פרויקט בית ניר - דו"ח סופי*.
- פרבולוצקי, א. ושקדי, י. (2013). שמירת טבע בסוכב הים-תיכוני. בתוך: פרבולוצקי, א. (עורך). *ממשק ושימור האקוסיסטמה הים תיכונית: רמת הנדיב כמשל (עמ' 24-39)*. זכרון יעקב.
- פרבולוצקי, א., רוזן, ב. ורוזנברג, ד. (2013). האדם כמהנדס-על אקולוגי בחורש הים-תיכוני. בתוך: פרבולוצקי, א. (עורך). *ממשק ושימור האקוסיסטמה הים תיכונית: רמת הנדיב כמשל (עמ' 181-200)*. זכרון יעקב.
- קק"ל (2004). *מדיניות פיתוח בר קיימא היום ולדורות הבאים*. ועדת משנה לפיתוח בר-קיימא. מסמך שאימץ דירקטוריון קק"ל.
- קרשון, ר. (1973). התחדשות טבעית של אורן לאחר שרפה. *ליערן*, 23, 6-7.
- קרשון, ר. (1982). סניגוריה על התורכים - מחקר על השמדת יערות אלון התבור בשרון הדרומי. *ליערן*, 32(4-1), 50-53.
- רבינוביץ, א. (1985). יחידות צומח העץ בחבל הים תיכוני של הארץ. *רותם*, 18, 3-5.
- רבינוביץ, א. (1986). *סלע-קרקע-צומח בגליל*. תל אביב: הקיבוץ המאוחד - רשות שמורות הטבע.
- רוזנצווייג, ד. (1967). *מדידת האבפוטנספירציה וההתנקזות בחתך קרסטי בעזרת המבדק הניוטרוני*. דו"ח מחקר מס' 18. האגף לשימור הקרקע, משרד החקלאות.
- שחורי, ע. (1966). *אבפוטנספירציה בשטחי חורש, אורן ומרעה באזור קרסטי בכרמל*. דו"ח מחקר מס' 15. האגף לשימור הקרקע, משרד החקלאות.
- שילר, ג. (1978). *השפעת גורמי הסביבה על ההתחדשות הטבעית של יער אורן ירושלים*, (עבודת דוקטורט). אוניברסיטת תל-אביב.
- שמידע, א. (1980). מדריך לתצורות הצומח העציית. *טבע וארץ*, 22(2), 65-68.
- שמידע, א. ואהרונסון, א. (1983). פירות בר עסיסיים בצמחיית ארץ-ישראל והתאמתם להפצה על ידי בעלי חיים. *רותם*, 10, 44-5.
- Bar Massada, A., Gabay, O., Perevolotsky, A. & Carmel, Y. (2008). Quantifying the effect of grazing and shrub-clearing on small scale spatial pattern of vegetation. *Landscape Ecology*, 23, 327-339.
- Buse, J., Levanony, T., Timm, A., Dayan, T., & Assmann, T. (2010). Saproxylic beetle assemblages in the Mediterranean region: Impact of forest management on richness and structure. *Forest ecology and Management*, 259(8), 1376-1384.
- Cingolani, A.M., Noy-Meir, I., & Diaz, S. (2005). Grazing effects on rangeland diversity: A synthesis of contemporary models. *Ecological Applications*, 15, 757-773.

- Di Castri, F., Godall, D. W., & Specht, R. L. (1981). *Ecosystems of the world, Vol. 11. Mediterranean type shrublands*. Elsevier.
- Fox, M.D. (1990). Mediterranean weeds: exchanges of invasive plants between the five Mediterranean regions of the world. In: di Castri F., Hansen A.J., Debussche M. (Eds) *Biological Invasions in Europe and the Mediterranean Basin. Monographiae Biologicae 65*. Dordrecht: Springer.
- Friedman, J. W., & Shmida, A. (1995). Pollination, gathering nectar and the distribution of flower species. *Journal of theoretical biology*, 175(2), 127-138.
- Glasser, T.A., Landau, S.Y., Ungar, E.D., Perevolotsky, A., Dvash, L., Muklada, H., Kababy, D. & Walker, J.W. (2012). Foraging selectivity of three goat breeds in a Mediterranean shrubland. *Small Ruminant Research*, 102, 7-12.
- Goubitz, S., Nathan, R., Roitemberg, R., Shmida, A., & Ne'eman, G. (2004). Canopy seed bank structure in relation to: fire, tree size and density. *Plant Ecology*, 173(2), 191-201.
- Grunwald, C., Schiller, G., & Conkle, M.T. (1986). Isozyme variation among native stands and plantations of Aleppo pine in Israel. *Israel Journal of Botany*. 35, 161-174.
- Hadar, L., Noy-Meir, I. & Perevolotsky, A. (1999). The effect of shrub clearing and heavy grazing on the composition of Mediterranean plant community at the functional group and the species level. *Journal of Vegetation Science*, 10, 673-682.
- Hadar, L., Osem, Y., Sagiv, S., & Prevolotsky, A. (2011). Colonization of *Pinus halepensis* in southern Mt. Carmel, Israel: Science, values and management. Poster presented in Medpine 4, 4th International Conference on Mediterranean Pines; 6–10 June 2011; Avignon, France.
- Henkin, Z., Ungar, E. D., Perevolotsky, A., Gutman, M., Yehuda, Y., Dolev, A., ... & No'am G, S. (2015). Long-term trade-offs among herbage growth, animal production, and supplementary feeding in heavily grazed Mediterranean grassland. *Rangeland ecology & management*, 68(4), 332-340.
- Izhaki, I. (2002). The role of fruit traits in determining fruit removal in East Mediterranean ecosystems. In: Levey, D.J., Silva, W.R. & M. Galetti, (Eds.), *Dispersal and Frugivory: Ecology, Evolution and Conservation* (pp. 161-175). Wallingford, Oxfordshire, UK: CAB International Publishing.
- Kaplan, D., & Gutman, M. (1996). Effect of thinning and grazing on tree development and the visual aspect of an oak forest on the Golan Heights. *Israel Journal of Plant Sciences*, 44(4), 381-386.
- Keasar, T., Sadeh, A., & Shmida, A. (2008). Variability in nectar production and standing crop, and their relation to pollinator visits in a Mediterranean shrub. *Arthropod-Plant Interactions*, 2(2), 117-123.
- Lavi, A., Perevolotsky, A., Kigel, J., & Noy-Meir, I. (2005). Invasion of *Pinus halepensis* from plantations into adjacent natural habitats. *Applied Vegetation Science*, 8(1), 85-92.
- Liphshits, N., & Mendel, Z. (1989). Pathological changes in the cortex of *Pinus halepensis* (Coniferales: Pineaceae) as related to injury by *Matsucoccus josephi* (Homoptera: Margarodidae). *Canadian Journal of Botany*, 67, 2692-2703.
- Liphshitz, N., & Biger, G. (2001). Past distribution of Aleppo pine (*Pinus halepensis*) in the mountains of Israel (Palestine). *Holocene*, 11, 427-436.
- Mascher, M., Schuenemann, V. J., Davidovich, U., Marom, N., Himmelbach, A., Hübner, S., ... & Schreiber, M. (2016). Genomic analysis of 6,000-year-old cultivated grain illuminates the domestication history of barley. *Nature Genetics*, 48(9), 1089-1095.

- Mendel, Z., Assael, F., Saphir, N., Zehavi, A., Nestel, D., & Schiller, G. (1997). Seedling mortality in regeneration of Aleppo pine following fire and attack by the scale insect *Matsucoccus josephi*. *International Journal of Wildland Fire*, 7(4), 327-333.
- Mendel, Z., Madar, Z., & Golan, Y. (1985). Comparison of the seasonal occurrence and behavior of seven pine bark beetles (Coleoptera: Scolytidae) in Israel. *Phytoparasitica*, 13, 21-32.
- Mendel, Z., Saphir, N., and Robison, D. (1990). Mass rearing of the Israeli pine bast scale, *Matsucoccus-josephi* (Homoptera, Margarodidae) with notes on its biology and mating behavior. *Annals of the Entomological Society of America*, 83, 532-537.
- Medail, F. & Quezel, P. (1997). Hot-spot analysis for conservation of plant biodiversity in the Mediterranean basin. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 84, 112-127.
- Ne'eman, G. (1997). Regeneration of natural pine forest – Review of work done after the 1989 fire in Mount Carmel, Israel. *International Journal of Wildland Fire*, 7, 295–306.
- Nathan, R. (2006). Long-distance dispersal of plants. *Science*, 313(5788), 786-788.
- Nathan, R. & Ne'emam, G. (2004). Spatiotemporal dynamics of recruitment in Aleppo pine (*Pinus halepensis* Miller). *Plant Ecology*, 171, 123–137.
- Nathan, R., Safriel, U.N., Noy-Meir, I., & Schiller, G. 1999. Seed release without fire in *Pinus halepensis*, a Mediterranean serotinous wind-dispersed tree. *Journal of Ecology*, 87, 659– 669.
- Naveh, Z. (1967). Mediterranean ecosystems and vegetation types in California and Israel. *Ecology*, 48, 445-459.
- Naveh, Z. (1975). The evolutionary significance of fire in the Mediterranean region. *Vegetatio*, 29, 199-208.
- Naveh, Z. (1978). A model of multi-purpose ecosystem management for degraded Mediterranean uplands. *Environmental Management*, 2, 31-37.
- Naveh, Z. (2000). What is holistic landscape ecology? A conceptual introduction. *Landscape and urban planning*, 50(1-3), 7-26.
- Naveh, Z., & Dan, J. (1973). *The human degradation of Mediterranean landscapes in Israel*. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Naveh, Z., & Lieberman, A.S. (1984). *Landscape ecology: theory and application*. New York: Springer.
- Naveh, Z. & Whittaker, R.H. (1980). Structural and floristic diversity of shrublands and woodlands in northern Israel and other Mediterranean areas. *Vegetatio*, 41, 171-190.
- Nevo, E. (1995). Asian, African and European biota meet at 'Evolution Canyon' Israel: local tests of global biodiversity and genetic diversity patterns. *Proceedings of the Royal Society of London B*, 262(1364), 149-155.
- Nevo, E. (1997). Evolution in action across phylogeny caused by microclimatic stresses at "Evolution Canyon". *Theoretical population biology*, 3(52), 231-243.
- Noy-Meir, I. (1975). Stability of grazing systems: an application of predator-prey graphs. *The Journal of Ecology*, 459-481.
- Noy-Meir, I., Gutman, M., & Kaplan, Y. (1989). Responses of Mediterranean grassland plants to grazing and protection. *The journal of Ecology*, 290-310.
- Orshan, G. (1989). Shrubs as a growth form. In: *The Biology and Utilization of Shrubs*.

- Orsham, G. (Ed.). (2012). *Plant pheno-morphological studies in Mediterranean type ecosystems* (Vol. 12). Springer Science & Business Media.
- Perevolotsky, A., & Seligman, N. A. G. (1998). Role of grazing in Mediterranean rangeland ecosystems. *Bioscience*, 48(12), 1007-1017.
- Potts, S. G., Vulliamy, B., Roberts, S., O'Toole, C., Dafni, A., Ne'eman, G., & Willmer, P. (2005). Role of nesting resources in organising diverse bee communities in a Mediterranean landscape. *Ecological Entomology*, 30(1), 78-85.
- Schiller, G., Conkle, M. T., & Grunwald, C. (1986). Local differentiation among Mediterranean populations of Aleppo pine in their isoenzymes. *Silvae Genetica*, 35(1), 11-19.
- Schiller, G., Ne'eman, G., & Korol, L. (1997). Post-fire vegetation dynamics in a native *Pinus halepensis* Mill. forest on Mt. Carmel, Israel. *Israel Journal of Plant Sciences*, 45(4), 297-308.
- Seligman, N. G., & Van Keulen, H. (1989). Herbage production of a Mediterranean grassland in relation to soil depth, rainfall and nitrogen nutrition: a simulation study. *Ecological Modelling*, 47(3-4), 303-311.
- Sheffer, E. (2012). *Reciprocal colonization and transformation of Mediterranean ecosystems by Pinus halepensis and Quercus calliprinos*. Hebrew University of Jerusalem.
- Shochat, E., Abramsky, Z., & Pinshow, B. (2001). Breeding bird species diversity in the Negev: effects of scrub fragmentation by planted forests. *Journal of Applied Ecology*, 38(5), 1135-1147.
- Shmida, A. V. I., & Wilson, M. V. (1985). Biological determinants of species diversity. *Journal of biogeography*, 12, 1-20.
- Shmida, A., & Ellner, S. (1984). Coexistence of plant species with similar niches. *Vegetatio*, 58(1), 29-55.
- Sternberg, M., Golodets, C., Gutman, M., Perevolotsky, A., Ungar, E. D., Kigel, J., & Henkin, Z. (2015). Testing the limits of resistance: a 19-year study of Mediterranean grassland response to grazing regimes. *Global change biology*, 21(5), 1939-1950.
- Walter H. (1985). *Vegetation of the Earth and Ecological Systems of the Geo-biosphere* (3rd edition). Berlin: Springer-Verlag.
- Waitz, Y., Cohen, Y., Dorman, M., & Perevolotsky, A. (2015). From microsite selection to population spatial distribution: *Pinus halepensis* colonization in mediterranean-type ecosystems. *Plant Ecology*, 216(9), 1311-1324.
- Zohary, M. (1960). The maquis of *Quercus calliprinos* in Israel and Jordan. *Bulletin of the Research Council of Israel*, (2), 51-72.
- Zohary, M. (1962). *Plant Life of Palestine: Israel and Jordan*. Ronald Press Co.
- Zohary, M., & Orshan, G. (1959). The maquis of *Ceratonia siliqua* in Israel. *Plant Ecology*, 8(5), 285-297.
- Zohary, D. (1983). Wild genetic resources of crops in Israel. *Israel Journal of Botany*, 32(2), 97-127.
- Zohary, D., M. Hopf & E. Weiss (2012). *Domestication of plants in the old world* (4th edition). Oxford University.

תרבות: מסורת, מורשת ופולקלור

- דפני, א. (1980). הדודאים נתנו ריח – פרקים מפולקלור צמחי ישראל. חיפה: גסטליט חיפה בע"מ – הוצאה לאור.
- דפני, א. (1991). פרקים סגולות ואגדות. משרד הבטחון – הוצאה לאור והוצאת כרמל.

- דפני, א. (2010). עצים מקודשים בישראל. הוצאת הקיבוץ המאוחד והמכון לחקר מדיניות קרקעית ושימושי הקרקע – הקרן הקיימת לישראל.
- דפני, א. וח'טיב, ס. (2016). עץ צמחים, שדים ונפלאות: מפולקלור צמחי ארץ – ישראל. תל אביב: הוצאת "עולם חדש".
- הראובני, נ. (1980) (מהדורה שניה – 1982). טבע ונוף במורשת ישראל. נאות קדומים.
- הראובני, נ. (1984). שיח ועץ במורשת ישראל. נאות קדומים.
- הראובני, נ. (1987). יעיד עליו רעו – זיהוי צמחי ספרותנו העתיקה באמצעות הכרת הצמחייה העכשווית של ארץ-ישראל. רתם, 22, 57-66.
- ידין, א. (1990). באמצע התמוז. משרד הבטחון – ההוצאה לאור.
- ליסובסקי, נ. (2004). מאפיינים תרבותיים, טבעיים וחזותיים של הנוף המקודש בארץ-ישראל. קתדרה, 111, 41-74.
- ליפשיץ, נ. וביגר, ג. (1998). כי האדם עץ השדה – עצי ארץ-ישראל, מאפייניהם, תולדותיהם ושימושם. הוצאת אריאל.
- [נאות קדומים – השמורה הלאומית של טבע הארץ במקורות ישראל על שם נגה הראובני](#). נדלה בתאריך 30 באוגוסט 2018.
- עמר, ז. (2012). צמחי המקרא. ירושלים: הוצאת ראובן מס.
- ערמוני, ח. ושמידע, א. (1987). סקר עצים קשישים בשומרון המרכזי ובארץ בנימין. רתם, 22, 27-56.
- פז, ע. (2006). בשבילי ארץ התנ"ך. בן-שמן: הוצאת מודן.
- פליקס, י. (1968). עולם הצומח המקראי. רמת-גן: הוצאת מסדה.
- צמח השדה. [פרחים וצמחי בר של ארץ-ישראל](#). נדלה בתאריך 30 באוגוסט 2018.
- קריספיל, נ. (1983-1986). ילקוט הצמחים (5 כרכים). הוצאת כנה.
- רוזנסון, י. (1987). שישה עצים במקורות – רמזים לגבי תפוצה ובית גידול. רתם, 22, 67-89.
- שמידע, א. (ל.ת.). Eco-Israel. מסד נתונים של צמחי ישראל.
- שמידע, א., שמיר, צ. ווינברגר, מ. (1996). עצים קדושים וקשישים בישראל. כמעט אלפיים, 12, 10-19.
- שמידע, א. ופולק, ג. (2007). הספר האדום – צמחים בסכנת הכחדה בישראל, כרך א'. רשות הטבע והגנים.
- שקולניק, י. וישכר, ח. (2008). מסע אל 101 עצים מופלאים בישראל. הוצאת עם עובד.
- Becker, N., Freeman, S. (2009). The economic value of old growth trees in Israel. *Forest Policy and Economics*, 11(8), 608-615.

תרבות: אסתטיקה

- בקר, נ. וחורש, י. (2007). הערכה כלכלית של נופש בחיק הטבע: אומדן ערכו של יער ביריה בשיטת עלות הנסיעה (TCM). יער, 9, 33-39.
- זמרוני, ח., איזנברג, א. ואורנשטיין, ד. (2017). בין תרבויות של טבע לקהילות של ידע: ידע מקצועי וידע מקומי בתפיסת נופי יערות הכרמל. סוציולוגיה ישראלית, 2, 125-146.
- Divinski, I., Becker, N., & Bar, P. (2018). Opportunity costs of alternative management options in a protected nature park: The case of Ramat Hanadiv, Israel. *Land Use Policy*, 71, 494-504.
- Eizenberg, E., Orenstein, D. E., & Zimroni, H. (2017). Back to the (Visualization) Laboratory. *Journal of Planning Education and Research*, 38(3), 345-358.
- Koniak, G., Sheffer, E., & Noy-Meir, I. (2011). Recreation as an ecosystem service in open landscapes in the Mediterranean region in Israel: Public preferences. *Israel Journal of Ecology & Evolution*, 57(1-2), 151-171.

- Misgav, A. (2000). Visual preference of the public for vegetation groups in Israel. *Landscape and Urban Planning*, 48(3), 143-159.
- Misgav, A., & Amir, S. (2001). Integration of Visual Quality Considerations in Development of Israeli Vegetation Management Policy. *Environmental Management*, 27(6), 845-857.
- Orenstein, D. E., Zimroni, H., & Eizenberg, E. (2015). The Immersive Visualization Theater: A new tool for ecosystem assessment and landscape planning. *Computers, Environment and Urban Systems*, 54, 347-355.
- Tal, A. (2002). *Pollution in a Promised Land*. Berkeley, California: University of California Press.
- Zimroni, H., Orenstein, D. E., Eizenberg, E., Tzuk, A., & Porat, Y. (2016). *Assessing public aesthetic preferences regarding the Biriya and Merom Forest following treatments for snow damage - Final report to Keren Kayemeth L'Israel*. Haifa.

נספח 2: צמחי בר של מערכות החבל הים-תיכוני המשמשים למאכל, משקה ותבלין (הוכן ע"י גדי פולק)

הרשימה כוללת צמחים נפוצים, שכיחים ומצויים. הרשימה אינה כוללת את צמחי חולות של מערכות הכורכר והחולות. צמחים נדירים (גם אם דווח שבעלי שימוש), וצמחי מרפא אשר שימושם נעשה באכילה או שתייה, אך אינם משמשים כמזון. בנוסף, לא נכללו צמחים הגדלים בישראל, אך השימוש בהם דווח בארצות אחרות ולא בישראל.

* צמחים שתועדו בשטחי הרשות הפלסטינית שהם בחבל האקלים הים-תיכוני של ארץ ישראל, על סמך מספר משמעותי של עדויות אתנו-בוטניות.

צורת החיים: עץ – כולל גם שיחים גבוהים; שיחים – צמחים מעוצים מעל 60 ס"מ; בני שיח – כולל גם שיחים נמוכים, עד גובה 60 ס"מ; עשבוני – כולל עשבוניים רב-שנתיים, גיאופיטים, עשבוניים חד-שנתיים. מערכת אקולוגית: 1. יערות נטועים וחורשים עם תכסית עצים מלאה.

2. חורשים עם אחוזי כיסוי שטח נמוכים, בתות שיחיות/שיחניות (בתות בני שיח) ועשבוניות.

מספר מערכת אקולוגית	סוג השימוש	חלק הצמח	צורת החיים	שם מדעי	שם הצמח בעברית	
1,2	משקה, תבלין	פרי	שיח	<i>Rhus coriaria</i> L.	אוג הבורסקאים	1
2	משקה	עלים	שיח	<i>Rhus tripartita</i> (Ucria) Grande	אוג קוצני	2
2	תבלין	עלים	בן-שיח	<i>Majorana syriaca</i> (L.) Kostel.	אזוב מצוי	3
2	מאכל	פרי, נצרים	שיח	<i>Lycium europaeum</i> L.	אטד אירופי	4
1,2	תבלין	פרי	עץ	<i>Pistacia palaestina</i> Boiss.	אלה ארץ-ישראלית	5
2	מאכל	פרי	עץ	<i>Pistacia atlantica</i> Desf.	אלה אטלנטית	6
1,2	מאכל, משקה	בלוטים קלויים	עץ	<i>Quercus ithaburensis</i> Decne.	אלון התבור	7
1,2	מאכל, משקה	בלוטים קלויים	עץ	<i>Quercus calliprinos</i> Webb	אלון מצוי	8
2	משקה	עלים	עשבוני	<i>Paronychia argentea</i> Lam.	אלמוות הכסף*	9
1,2	מסטיק	שרף מהענפים	שיח	<i>Pistacia lentiscus</i> L.	אלת המסטיק	10
2	משקה	זרעים	עשבוני	<i>Ammi visnaga</i> (L.)	אמיתה קיצית*	11
1	מאכל	קצות הענפים המבלבלים	מטפס	<i>Asparagus aphyllus</i> L.	אספרג החורש	12
2	מאכל	עלים ותרמילים (פרי)	עשבוני	<i>Pisum fulvum</i> Sm.	אפון מצוי	13
2	מאכל	עלים ותרמילים (פרי)	עשבוני	<i>Pisum sativum</i> L.	אפון נמוך	14
2	מאכל	עלים ותרמילים (פרי)	עשבוני	<i>Pisum elatius</i> M.Bieb.	אפון קיפח	15
2	מאכל	זרעים, פירות, עלים	עשבוני	<i>Tetragonolobus requienii</i> (Mauri ex Sanguinetti) Sanguinetti	ארבע כנפות מצויות	16
1,2	מאכל	פירות חיים וריבה מהפרי	שיח	<i>Rhamnus lycioides</i> L.	אשחר ארץ-ישראלי	17
1	מאכל	פרי	עץ	<i>Rhamnus alaternus</i> L.	אשחר רחב-עלים	18
2	משקה	עלים ותפרחות	עשבוני	<i>Matricaria aurea</i> (Loefl.) Sch.Bip.	בבונג זהוב	19
2	מאכל	עלים	עשבוני	<i>Eruca sativa</i> Mill.	בן-חרדל מצוי	20
2	מאכל	עלים ונצרים	עשבוני	<i>Sanguisorba minor</i> Scop.	בן-סירה מיובל	21
2	מאכל	זרעים	עשבוני	<i>Vicia palaestina</i> Boiss.	בקיה ארץ-ישראלית	22
2	מאכל	זרעים	עשבוני	<i>Vicia monantha</i> Retz.	בקיה מדורבנת	23
2	מאכל	זרעים	עשבוני	<i>Vicia lutea</i> L.	בקיה צהובה	24
2	מאכל	זרעים	עשבוני	<i>Vicia narbonensis</i> L.	בקיה צרפתית*	25
2	מאכל	זרעים	עשבוני	<i>Vicia sativa</i> L.	בקיה תרבותית	26
2	מאכל	זרעים	עשבוני	<i>Vicia hybrida</i> L.	בקית הכלאים	27
2	מאכל	זרעים	עשבוני	<i>Vicia sericocarpa</i> Fenzl	בקית המשי	28
2	מאכל	גבעולים צעירים ותפרחת	עשבוני	<i>Notobasis syriaca</i> (L.) Cass.	ברקן סורי	29

מספר מקור	סוג השימוש	חלק הצמח	צורת החיים	שם מדעי	שם הצמח בעברית	
2	תבלין	זרעים	עשבוני	<i>Coriandrum sativum</i> L.	גד השדה	30
2	מאכל	גבעולים צעירים ועלים, זרעים	עשבוני	<i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertn.	גדילן מצוי	31
2	מאכל	שורש	עשבוני	<i>Daucus carota</i> L. ssp. <i>maximus</i> (Desf.) Ball	גזר הגינה *	32
2	משקה	עלים	בן-שיח	<i>Teucrium capitatum</i> L.	געדה מצויה	33
2	משקה, מאכל	זרעים	עשבוני	<i>Trigonella foenum-graecum</i> L.	גרגרנית יוונית *	34
2	מאכל	זרעים ועלים	עשבוני	<i>Galium aparine</i> L.	דבקה זיפנית	35
2	מאכל	פרי	עשבוני	<i>Mandragora autumnalis</i> Bertol	דודא רפואי *	36
2	מאכל	עלים	עשבוני	<i>Centaurea iberica</i> Spreng.	דרדר מצוי	37
2	מאכל	פירות	עשבוני	<i>Tordylium aegyptiacum</i> (L.) Lam.	דרכמונית מצרית	38
2	מאכל	עלים ושורשים	עשבוני	<i>Scorzonera papposa</i> DC.	הרדופנין הציצית	39
1,2	מאכל, משקה	פרי וריבה מהפרי	שיח	<i>Rosa canina</i> L.	ורד הכלב	40
2	משקה, תבלין	עלים	בן-שיח	<i>Micromeria fruticosa</i> (L.) Druce	זוטה לבנה	41
2	מאכל	נצרים צעירים	מטפס	<i>Clematis flammula</i> L.	זלזלת מנוצה	42
2	מאכל	גבעול	עשבוני	<i>Tragopogon coelestiacus</i> Boiss.	זקן התיש הארוך *	43
2	מאכל	עלים וגבעול	עשבוני	<i>Scolymus hispanicus</i> L.	חוח ספרדי	44
2	מאכל	עלים וגבעול	עשבוני	<i>Scolymus maculatus</i> L.	חוח עקוד	45
2	מאכל	גבעולים	עשבוני	<i>Onopordum carduiforme</i> Boiss.	חוחן קרדני *	46
2	מאכל	ראשי גבעול, ניצני פרחים	עשבוני	<i>Alcea setosa</i> (Boiss.) Alef.	חוטמית זיפנית	47
2	מאכל	עלים וגבעולים	עשבוני	<i>Rumex pulcher</i> L.	חומעה יפה	48
2	מאכל	עלים, פרי	עשבוני	<i>Malva sylvestris</i> L.	חלמית גדולה	49
2	מאכל	עלים, פרי	עשבוני	<i>Malva nicaeensis</i> All.	חלמית מצויה	50
2	מאכל	עלים, פרי	עשבוני	<i>Malva parviflora</i> L.	חלמית קטנת-פרחים	51
2	מאכל	גבעולים, עלים, בצלים	עשבוני	<i>Oxalis pes-caprae</i> L.	חמצץ נטוי	52
2	מאכל	עלים	עשבוני	<i>Lactuca serriola</i> L.	חסת המצפן	53
2	מאכל	עלים ונצרים, זרעים, ניצני פרחים	עשבוני	<i>Sinapis arvensis</i> L.	חרדל השדה	54
2	מאכל	עלים צעירים וזרעים	עשבוני	<i>Sinapis alba</i> L.	חרדל לבן	55
1,2	מאכל	פרי או הכנת דבש מהפרי	עץ	<i>Ceratonia siliqua</i> L.	חרוב מצוי	56
2	מאכל	עלים ושורשים	עשבוני	<i>Eryngium creticum</i> Lam.	חרחבינה מכחילה	57
2	מאכל	ראשי גבעול וניצני תפרחת	עשבוני	<i>Chrysanthemum coronarium</i> L.	חרצית עטורה	58
2	מאכל	זרעים	עשבוני	<i>Lathyrus aphaca</i> L.	טופח מצוי	59
2	מאכל	פרי	עשבוני	<i>Lathyrus blepharicarpus</i> Boiss.	טופח ריסני *	60
2	מאכל	עלים	עשבוני	<i>Diplotaxis eruroides</i> (L.) DC.	טוריים מצויים	61
1	מאכל	נצרים	מטפס	<i>Tamus communis</i> L.	טמוס מצוי	62
2	מאכל	עלים	עשבוני	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	ילקוט הרועים	63
2	מאכל	נבטים וענפים צעירים	עשבוני	<i>Amaranthus cruentus</i> L.	ירבוז ירוק-שיבולת	64

מספר מקור	שם הצמח בעברית	שם מדעי	צורת החיים	חלק הצמח	סוג השימוש	מספר מקור
2	ירבוז מופשל	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	עשבוני	זרעים ועלים צעירים	מאכל	65
2	כוכבית מצויה	<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	עשבוני	עלים	מאכל	66
1	כליל החורש	<i>Cercis siliquastrum</i> L.	עץ	פרחים וניצני פרחים	מאכל	67
2	כלמינתה אפורה	<i>Calamintha incana</i> (Sm.) Heldr.	בן-שיח	עלים	מאכל	68
2	כמנון האניס *	<i>Anisum vulgare</i> Gaertn. (<i>Pimpinella anisum</i> L.)	עשבוני	זרעים	משקה, מאכל, תבלין	69
2	כף-אוז האשפות	<i>Chenopodium murale</i> L.	עשבוני	עלים ונצרים צעירים	מאכל	70
2	כרבולת התרנגול	<i>Onobrychis crista-galli</i> (L.) Lam.	עשבוני	זרעים	מאכל	71
2	כרבולתן השדות	<i>Bongardia chrysogonum</i> (L.) Griseb.	עשבוני	עלים	מאכל	72
2	כרוב שחור	<i>Brassica nigra</i> (L.) W.D.J.Koch	עשבוני	זרעים ועלים צעירים	מאכל	73
2	כרכום חורפי	<i>Crocus hyemalis</i> Boiss. & Blanche	עשבוני	פקעת	מאכל	74
2	כתלה חריפה	<i>Chiliadenus iphionoides</i> (Boiss. & Blanche) Brullo	בן-שיח	עלים	משקה	75
2	לוטוס נאכל	<i>Lotus edulis</i> L.	עשבוני	פרי – תרמילים צעירים	מאכל	76
2	לוטם מרווני	<i>Cistus salvifolius</i> L.	בן-שיח	פרחים ועלים צעירים, משקה	מאכל	77
2	לוטם שעיר	<i>Cistus creticus</i> L.	בן-שיח	פרחים ועלים צעירים, משקה	מאכל	78
2	לוליינית מעובה	<i>Eminium spiculatum</i> (Blume) Schott	עשבוני	פקעת, עלה	מאכל	79
2	לוף ארץ-ישראלי	<i>Arum palaestinum</i> Boiss.	עשבוני	עלים	מאכל	80
2	לופית מצויה	<i>Arisarum vulgare</i> Targ.-Tozz.	עשבוני	פקעת, קנה שורש ועלים	מאכל	81
2	לחך גדול	<i>Plantago major</i> L.	עשבוני	עלים	מאכל	82
2	לפתית מצויה	<i>Hirschfeldia incana</i> (L.) Lagr.-Foss.	עשבוני	עלים	מאכל	83
2	לשון-פר איטלקית	<i>Anchusa azurea</i> Mill.	עשבוני	עלים צעירים	מאכל	84
2	לשון-פר סמורה *	<i>Anchusa strigosa</i> Banks & Sol.	עשבוני	תפרחת, עלים	מאכל, משקה	85
2	מורית גדלה	<i>Smyrniolum olusatrum</i> L.	עשבוני	גבעולים	מאכל	86
2	מליסה רפואית	<i>Melissa officinalis</i> L.	בן-שיח	עלים	משקה	87
2	מסרק שולמית	<i>Scandix pecten-veneris</i> L.	עשבוני	עלים	מאכל	88
2	מקור-חסידיה גדול *	<i>Erodium gruinum</i> (L.) L'Her	עשבוני	גבעולים	מאכל	89
2	מרווה משולשת	<i>Salvia fruticosa</i> Mill.	בן-שיח	עלים משקה	מאכל, משקה, תבלין	90
2	מרוות ירושלים	<i>Salvia hierosolymitana</i> Boiss.	עשבוני	עלים	מאכל	91
2	מרור הגינות	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	עשבוני	עלים	מאכל	92
2	נרית הקמה	<i>Ridolfia segetum</i> (L.) Moris	עשבוני	עלים	מאכל, תבלין	93
2	סלק מצוי	<i>Beta vulgaris</i> L.	עשבוני	עלים	מאכל	94
1,2	סרפד הכדורים *	<i>Urtica pilulifera</i> L.	עשבוני	עלים, גבעולים	משקה	95
1,2	סרפד צורב	<i>Urtica urens</i> L.	עשבוני	עלים וגבעולים	מאכל	96
1,2	עוזרר קוצני	<i>Crataegus aronia</i> (L.) DC.	עץ	פרי	מאכל	97
2	עולש מצוי	<i>Cichorium endivia</i> L.	עשבוני	עלים	מאכל, משקה, תבלין	98
2	עריוני צהוב *	<i>Asphodeline lutea</i> (L.) Reichenb.	עשבוני	גבעולים	מאכל	99

מספר מקור	סוג השימוש	חלק הצמח	צורת החיים	שם מדעי	שם הצמח בעברית	
2	מאכל, משקה	שורשים, משקה	עשבוני	<i>Asphodelus ramosus</i> L.	עירית גדולה	100
2	מאכל	גבעולים ועלים צעירים	עשבוני	<i>Gundelia tournefortii</i> L.	עמובית הגלגל	101
2	מאכל	שורש	עשבוני	<i>Orobanchae cernua</i> Loeffl.	עלקת נטויה	102
1	מאכל	עלים	שיח	<i>Ruscus aculeatus</i> L.	עצבנית החורש	103
2	מאכל, משקה	עלים	בן-שיח	<i>Ruta chalepensis</i> L.	פיגם מצוי *	104
2	מאכל	עלים ונצרים	עשבוני	<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke	ציפורנית נפוחה	105
2	תבלין	עלים	בן-שיח	<i>Satureja thymbra</i> L.	צתרה וורודה	106
2	תבלין	עלים	בן-שיח	<i>Thymbra spicata</i> L.	צתרנית משובלת	107
2	תבלין	עלים	בן-שיח	<i>Coridothymus capitatus</i> (L.) Rchb.f.	קורנית מקורקפת	108
2	משקה	תפוחת	עשבוני	<i>Anthemis palaestina</i> Reut.	קחווני ארץ-ישראלי *	109
1	מאכל	פרי	עץ	<i>Arbutus andrachne</i> L.	קטלב מצוי	110
2	מאכל	פרחים	שיח	<i>Calicotome villosa</i> (Poir.) Link	קידה שעירה	111
2	מאכל	עלים	עשבוני	<i>Carlina hispanica</i> Lam.	קייצנית צפופת-עלים *	112
1	מאכל	נצרים צעירים	מטפס	<i>Smilax aspera</i> L.	קיסוסית קוצנית	113
2	מאכל	עלים וגבעולים	עשבוני	<i>Portulaca oleracea</i> L.	רגלת הגינה	114
1,2	מאכל	עוקצי פרחים ועלים	עשבוני	<i>Cyclamen persicum</i> Mill.	רקפת מצויה	115
2	מאכל, תבלין	עלים	עשבוני	<i>Allium ampeloprasum</i> L.	שום גבוה *	116
2	מאכל, תבלין	עלים, זרעים	עשבוני	<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	שומר פשוט	117
1,2	מאכל	פרי	עץ	<i>Prunus ursina</i> Kotschy	שזיף הדב	118
2	מאכל	עלים	עשבוני	<i>Lepidium sativum</i> L.	שחליים תרבותיים *	119
2	מאכל	עלים	עשבוני	<i>Taraxacum cyprium</i> H. Lindb.	שינן עב-שורש	120
2	מאכל	פקעת	עשבוני	<i>Hordeum bulbosum</i> L.	שעורת הבולבוסיין	121
2	משקה, תבלין	עלים משקה	עשבוני	<i>Cheilanthes acrostica</i> (Balb.) Tod.	שרכרך ריחני	122
2	מאכל	פרי	בן-שיח	<i>Psoralea bituminosa</i> L.	שרעול שעיר *	123
2	מאכל	תפוחות וגבעולים צעירים	עשבוני	<i>Lomelosia prolifera</i> (L.) Greuter & Burdet	תגית מצויה	124
2	מאכל	זרעים	עשבוני	<i>Lupinus pilosus</i> L.	תורמוס ההרים	125

נספח 3: מיני הצמחים של מערכת החורשים והבתות שבמערכות החבל הים-תיכוני, המעורבים באספקת שירות התרבות של מסורת מורשת ופולקלור (הוכן ע"י גדי פולק)

מספר	שם הצמח	שם מדעי	צורת חיים
1	אדר סורי	<i>Acer obtusifolium Sm.</i>	עץ
2	אורן הצנובר	<i>Pinus pinea L.</i>	עץ
3	אורן ירושלים	<i>Pinus halepensis Mill.</i>	עץ
4	אזוב מצוי	<i>Origanum syriacum L.</i>	בן-שיח
5	אטד אירופי	<i>Lycium europaeum L.</i>	שיח
6	אלה אטלנטית	<i>Pistacia atlantica Desf.</i>	עץ
7	אלה ארץ-ישראלית	<i>Pistacia palaestina Boiss.</i>	עץ
8	אלון התבור	<i>Quercus ithaburensis Decne.</i>	עץ
9	אלון התולע	<i>Quercus boissieri Reut.</i>	עץ
10	אלון מצוי	<i>Quercus calliprinos Webb</i>	עץ
11	אלת המסטיק	<i>Pistacia lentiscus L.</i>	שיח
12	אמיר קוצני	<i>Emex spinosa (L.) Campd.</i>	חד-שנתי
13	אספרג החורש	<i>Asparagus aphyllus L.</i>	מטפס
14	אשחר רחב-עלים	<i>Rhamnus alaternus L.</i>	עץ
15	אשמר קוצני	<i>Paliurus spina-christi Mill.</i>	שיח
16	בבונג זהוב	<i>Matricaria aurea (Loef.) Sch. Bip.</i>	חד-שנתי
17	בוצין מפורץ	<i>Verbascum sinuatum L.</i>	עשב רב-שנתי
18	בקיה	<i>Vicia spp.</i>	חד-שנתי
19	ברקן סורי	<i>Notobasis syriaca (L.) Cass.</i>	חד-שנתי
20	גד השדה	<i>Coriandrum sativum L.</i>	חד-שנתי
21	גדילן מצוי	<i>Silybum marianum (L.) Gaertn.</i>	חד-שנתי
22	גזר קיפח	<i>Daucus carota L.</i>	עשב רב-שנתי
23	געדה מצויה	<i>Teucrium capitatum L.</i>	בן-שיח
24	גרגרנית	<i>Trigonella spp.</i>	חד-שנתי
25	דודא רפואי	<i>Mandragora autumnalis Bertol.</i>	עשב רב-שנתי
26	דם המכבים אדום	<i>Helichrysum sanguineum (L.) Kostel.</i>	עשב רב-שנתי
27	דנדנה רפואית	<i>Ceterach officinarum Willd.</i>	עשב רב-שנתי
28	דרדר מצוי	<i>Centaurea iberica Trev. ex Spreng.</i>	חד-שנתי
29	הדס מצוי	<i>Myrtus communis L.</i>	שיח
30	הרדוף הנחלים	<i>Nerium oleander L.</i>	שיח
31	הרדופנין הציצית	<i>Scorzonera papposa DC.</i>	עשב רב-שנתי
32	זוטה לבנה	<i>Micromeria fruticosa (L.) Druce</i>	בן-שיח
33	זית אירופי (בר)	<i>Olea europaea L.</i>	עץ
34	זנב-עקרב שיכני	<i>Scorpiurus muricatus L.</i>	חד-שנתי
35	חוח עקוד	<i>Scolymus maculatus L.</i>	חד-שנתי
36	חוחן	<i>Onopordum spp.</i>	עשב רב-שנתי
37	חוטמית זיפנית	<i>Alcea setosa (Boiss.) Alef.</i>	עשב רב-שנתי
38	חורשף מצויץ	<i>Atractylis comosa Sieb. ex Cass.</i>	עשב רב-שנתי
39	חיסת הבר	<i>Triticum dicoccoides (Koern.) Aarons.</i>	חד-שנתי
40	חלמית מצויה	<i>Malva nicaeensis All.</i>	חד-שנתי
41	חמצוץ נטוי	<i>Oxalis pescaprae L.</i>	גיאופיט
42	חסת המצפן	<i>Lactuca serriola L.</i>	חד-שנתי
43	חצב מצוי	<i>Drimia maritima (L.) Stearn</i>	גיאופיט
44	חרדל השדה	<i>Sinapis arvensis L.</i>	חד-שנתי
45	חרוב מצוי	<i>Ceratonia siliqua L.</i>	עץ
46	חרחבינה מכחילה	<i>Eryngium creticum Lam.</i>	עשב רב-שנתי

חד-שנתי	<i>Chrysanthemum coronarium L.</i>	חרצית עטורה	47
חד-שנתי	<i>Lathyrus spp.</i>	טופח	48
חד-שנתי	<i>Diploaxis eruroides (L.) DC.</i>	טוריים מצויים	49
בן-שיח	<i>Dittrichia viscosa (L.) Greuter</i>	טיין דביק	50
חד-שנתי	<i>Capsella bursapastoris (L.) Medik.</i>	ילקוט הרועים	51
חד-שנתי	<i>Amaranthus spp.</i>	ירבוז	52
חד-שנתי	<i>Ecballium elaterium (L.) Rich.</i>	ירוקת-חמור מצויה	53
עץ	<i>Cercis siliquastrum L.</i>	כליל החורש	54
עשב רב-שנתי	<i>Ferula communis L.</i>	כלך מצוי	55
בן-שיח	<i>Calamintha incana (Sm.) Boiss.</i>	כלמינתה אפורה	56
גיאופיט	<i>Anemone coronaria L.</i>	כלנית מצויה	57
חד-שנתי	<i>Pimpinella spp.</i>	כמנון	58
גיאופיט	<i>Crocus hyemalis Boiss. & Blanche</i>	כרכום חורפי	59
בן-שיח	<i>Chiladenus iphionoides (Boiss. & Blanche) Brullo</i>	כתלה חריפה	60
עץ	<i>Styrax officinalis L.</i>	לבנה רפואי	61
בן-שיח	<i>Cistus salvifolius L.</i>	לוטם מרווני	62
בן-שיח	<i>Cistus incanus L.</i>	לוטם שעיר	63
גיאופיט	<i>Eminium spiculatum (Blume) Schott</i>	לוליינית מעובה	64
עשב רב-שנתי	<i>Antirrhinum majus L.</i>	לוע-ארי גדול	65
גיאופיט	<i>Arum palaestinum Boiss.</i>	לוף ארץ-ישראלי	66
גיאופיט	<i>Arisarum vulgare Targ.-Tozz.</i>	לופית מצויה	67
חד-שנתי	<i>Plantago spp.</i>	לחך	68
עשב רב-שנתי	<i>Anchusa spp.</i>	לשון-פר	69
חד-שנתי	<i>Chrozophora tinctoria (L.) Raf.</i>	לשישית הצבעים	70
עץ	<i>Celtis australis L.</i>	מיש דרומי	71
בן-שיח	<i>Melissa officinalis L.</i>	מליסה רפואית	72
חד-שנתי	<i>Lavatera cretica L.</i>	מעוג כרתי	73
בן-שיח	<i>Onosma orientalis L.</i>	מציץ סורי	74
חד-שנתי	<i>Erodium spp.</i>	מקור-חסידה	75
חד-שנתי	<i>Anagallis arvensis L.</i>	מרגנית השדה	76
בן-שיח	<i>Salvia fruticosa Mill.</i>	מרווה משולשת	77
חד-שנתי	<i>Sonchus oleraceus L.</i>	מרור הגינות	78
בן-שיח	<i>Marrubium vulgare L.</i>	מרמר (מרוביון) מצוי	79
חד-שנתי	<i>Picris spp.</i>	מררית	80
חד-שנתי	<i>Ridolfia segetum (Guss.) Moris</i>	נרית הקמה	81
גיאופיט	<i>Narcissus tazetta L.</i>	נרקיס מצוי	82
עשב רב-שנתי	<i>Solanum nigrum L.</i>	סולנום שחור	83
גיאופיט	<i>Orchis papilionacea L.</i>	סחלב פרפרני	84
בן-שיח	<i>Sarcopoterium spinosum (L.) Spach</i>	סירה קוצנית	85
חד-שנתי	<i>Beta vulgaris L.</i>	סלק מצוי	86
חד-שנתי	<i>Urtica spp.</i>	סרפד	87
גיאופיט	<i>Colchicum stevenii Kunth</i>	סתונית היורה	88
עץ	<i>Crataegus aronia (L.) DC.</i>	עוזרר קוצני	89
חד-שנתי	<i>Cichorium endivia L.</i>	עולש מצוי	90
גיאופיט	<i>Asphodelus aestivus Brot.</i>	עירית גדולה	91
עשב רב-שנתי	<i>Gundelia tournefortii L.</i>	עכובית הגלגל	92
עשב רב-שנתי	<i>Ruscus aculeatus L.</i>	עצבנית החורש	93
עץ	<i>Laurus nobilis L.</i>	ער אציל	94
מטפס	<i>Rubia tenuifolia D'urv.</i>	פואה מצויה	95
שיח	<i>Rubus sanguineus Friv.</i>	פטל קדוש	96
בן-שיח	<i>Ruta chalepensis L.</i>	פיגם מצוי	97
עץ	<i>Ficus carica L.</i>	פיקוס התאנה	98
חד-שנתי	<i>Campanula spp.</i>	פעמונית	99
גיאופיט	<i>Bunium paucifolium DC.</i>	פקעון (כרויה) נאה	100
חד-שנתי	<i>Papaver spp.</i>	פרג	101
גיאופיט	<i>Tulipa agenensis DC.</i>	צבעוני ההרים	102
שיח	<i>Anagyris foetida L.</i>	צחנן מבאישי	103

שיח	<i>Capparis spinosa L.</i>	צלף קוצני	104
בן-שיח	<i>Phagnalon rupestre (L.) DC.</i>	צמרנית הסלעים	105
חד-שנתי	<i>Raphanus raphanistrum L.</i>	צנון מצוי	106
בן-שיח	<i>Satureja thymbra L.</i>	צתרה ורודה	107
בן-שיח	<i>Thymbra spicata L.</i>	צתרנית משובלת	108
חד-שנתי	<i>Astragalus spp.</i>	קדד	109
חד-שנתי	<i>Carthamus tenuis (Boiss & Blanche) Bomm.</i>	קורטם דק	110
בן-שיח	<i>Coridothymus capitatus (L.) Reichenb .f.</i>	קורנית מקורקפת	111
חד-שנתי	<i>Anthemis spp.</i>	קחווון	112
עץ	<i>Arbutus andrachne L.</i>	קטלב מצוי	113
שיח	<i>Calycotome villosa (Poir.) Link</i>	קידה שעירה	114
מטפס	<i>Smilax aspera L.</i>	קיסוסית קוצנית	115
עשב רב-שנתי	<i>Conium maculatum L.</i>	רוש עקוד	116
חד-שנתי	<i>Reseda spp.</i>	רכפה	117
גיאופיט	<i>Cyclamen persicum Mill.</i>	רקפת מצויה	118
בן-שיח	<i>Osyris alba L.</i>	שבטן לבן	119
חד-שנתי	<i>Ononis spinosa L.</i>	שברק קוצני	120
גיאופיט	<i>Allium spp.</i>	שום	121
עשב רב-שנתי	<i>Foeniculum vulgare Mill.</i>	שומר פשוט	122
גיאופיט	<i>Lilium candidum L.</i>	שושן צחור	123
חד-שנתי	<i>Avena spp.</i>	שיבולת שועל	124
עץ	<i>Ziziphus spina-christi (L.) Desf.</i>	שיזף מצוי	125
עץ	<i>Faidherbia albida (Delile) A.Chev.</i>	שיטה מלבינה	126
עשב רב-שנתי	<i>Hyoscyamus aureus L.</i>	שכרון זהוב	127
חד-שנתי	<i>Hordeum spp.</i>	שעורה	128
בן-שיח	<i>Adiantum capillus-veneris L.</i>	שערות-שולמית מצויות	129
עץ	<i>Amygdalus communis L.</i>	שקד מצוי	130
מטפס	<i>Ephedra foeminea Forssk.</i>	שרביטן מצוי	131