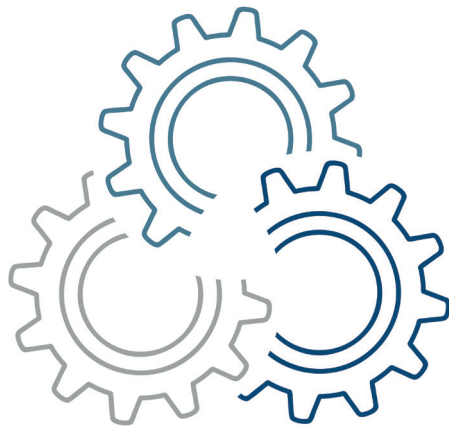




## אנרגיה וסביבה

# זיהוי חסמים המשפיעים על יישום סימביוזה תעשייתית בישראל

פרופ' אופירה אילון  
ורד איל-סלדינגר  
נעמה שפירא  
בשיתוף: חגית שניר-זלינגר



תכנון  
ארוך טווח

תעשייה  
וחדשנות

תשתיות  
פיזיות

בריאות

הון  
אנושי

השכלה  
גבוהה

חברה

חינוך

כלכלה

מדע  
וטכנולוגיה

# זיהוי חסמים המשפיעים על יישום סימביוזה תעשייתית בישראל

פרופ' אופירה אילון

ורד איל-סלדינגר

נעמה שפירא

בשיתוף: חגית שניר-זלינגר

דו"ח מסכם אוגוסט 2020

מוגש למרכז חת לחקר התחרות והרגולציה מייסודו של פרופ' מאיר חת

מאמר המסכם את ממצאי המחקר צפוי להתפרסם בכתב העת מחקרי רגולציה

---

אין לשכפל כל חלק מפרסום זה ללא רשות מראש ובכתב ממוסד שמואל נאמן, מלבד לצורך ציטוט של קטעים קצרים במאמרי סקירה ופרסומים דומים תוך ציון מפורש של המקור.

הדעות והמסקנות המובאות בפרסום זה הן על דעת המחבר/ים ואינן משקפות בהכרח את דעת מוסד שמואל נאמן.



---

## תקציר

סימביוזה תעשייתית מבוססת על שיתוף פעולה בין תעשיות ועסקים (בין/ם לבין עצמם/ם) המייצרים פסולת, עודפי אנרגיה, תוצרי לוואי מתהליכי ייצור ועוד. חברות משתמשות בתוצרי לוואי או בפסולת של חברות אחרות, מפחיתות שימוש בחומרי גלם בתוליים, וכך "סוגרות את המעגל" כדי ליצור מצב קרוב יותר לאפס פסולת.

עיקר התועלת מסימביוזה תעשייתית נובעת ממכירה או מסירה של פסולת וחיסכון בעלות הטיפול בה, כפי שהיא נגזרת מהרגולציה – עלויות טיפול (מיון, נטרול, מיצוק וכדומה, בהתאם לסוג הפסולת), עלויות שינוע, עלויות הטמנה והיטל הטמנה. בנוסף, קיימת תועלת הנובעת מחיסכון בחומרי גלם בתוליים. על פניו, סימביוזה תעשייתית מייצרת מצב של win-win, בו כולם נהנים ומרוויחים, אולם, מתברר כי קיימים חסמים רבים למימוש פוטנציאל זה. מחקר זה, שהתקיים במהלך השנים 2019 ו-2020, עוסק בזיהוי חסמים רגולטוריים ואחרים, המשפיעים על יישום סימביוזה תעשייתית בישראל.

בסקר שנערך בקרב 75 תעשיינים, מנהלים ומהנדסים ממגוון תעשיות, עלו הממצאים המרכזיים הבאים:

	למעלה מ-75% הכירו את המושגים "כלכלה מעגלית" ו"סימביוזה תעשייתית".
	21% הצהירו כי השתתפו בפרויקט של כלכלה מעגלית, ו-47% שהשתתפו בפרויקט של סימביוזה תעשייתית. 40% הכירו את הדירקטיבה האירופית שמגדירה את המושג "End of Waste".
	הפסולות שנכללו בפרויקט הסימביוזה: פלסטיק, חול סיליקה, זכוכית, בוצת סיד, אריזות, עץ, קלקר, קרטון, סודיום אלומינט, מיכלי אחסון, פלורוסנטים, שקים, ופסולת אלקטרונית, פרש בע"ח, ופסולת ממפעלי מזון.
	שליש מהנסקרים דיווחו כי פעילות סימביוזה מתבצעת במפעלם עם גורם חיצוני (כלומר, עם ספק או לקוח חיצוני של הפסולת).
	80% דיווחו כי מרחק השינוע בין מפעלים מהווה חסם דומיננטי. 79% ציינו כי היעדר תמריצים ממשלתיים מהווה חסם ליישום סימביוזה. 64% ציינו כי היעדר ידע מקצועי מהווה חסם מרכזי, ולמעלה מ-50% ציינו מחסור בתשתיות להשמשת פסולות וכמויות ייצור קטנות מידי. 61% סברו כי תחרותיות וחוסר נכונות לשתף מידע עסקי מהווים חסם.
	חסמים רגולטוריים אחרים: רגולציה מכבידה - צורך באישור מנהל, היעדר תקינה מאפשרת, וצורך בהיתר רעלים. חסמים כלכליים אחרים: עלויות נמוכות של חומרי גלם בתוליים והיעדר כדאיות כלכלית.
	גורמים מקדמים: פלטפורמת מידע על זרמי הפסולת וסוגיה בתעשיות אחרות, קיום היתכנות כלכלית (לרבות תמריצים ממקורות ממשלתיים וחופ ממשלתיים), מחויבות ההנהלה והעובדים, שיתופי פעולה בתחום הידע, ולחץ ציבורי להגדלת היקפי הסימביוזה.
	כלי המדיניות המרכזיים שיכולים לקדם סימביוזה: תוכניות סיוע ממשלתיות (בין אם בסוד עלויות, מימון מתווכים כדוגמת החברות שפעלו במסגרת פרויקט הסימביוזה אשר מסייעות "לתפור" עסקאות, הדרכות והכשרות). גובה היטל ההטמנה הינו גורם שיכול להשפיע מאוד על קידום הנושא.

בנוסף, נערכו ראיונות עם ארבעה בכירים במשרד להגנת סביבה ובמשרד הכלכלה וניכר כי הם מזהים את החסמים היטב, בדומה לחסמים שהעלו המשיבים.

המחקר החל בטרם החל משבר הקורונה (במארס 2020) ואנחנו רואים כבר היום כי יש מדינות (כגון בריטניה וקנדה) המנצלות את המשבר להשרשה טובה ועמוקה יותר של נושא הסימביוזה התעשייתית, כחלק מתוכנית התמרוץ ליציאה מהמשבר. ניתנים מענקים לעידוד, מקודמת הכשרה והנגשת מידע ועוד.

העבודה הנוכחית לא עסקה בסוגיה זו, אך מן הראוי לתת לנושא זה תשומת לב ראויה ולפעול במהירות ובנחישות לקידום הנושא.

## תוכן העניינים

6	הקדמה	
7	רקע עיוני למחקר	1
7	כלכלה מעגלית	1.1
8	סימביוזה תעשייתית	1.2
12	חסמים לפיתוח סימביוזה תעשייתית	1.3
14	גורמים מאפשרים בסימביוזה תעשייתית	1.4
14	הגדרת "סוף פסולת" - End of Waste (EoW) Criteria	1.4.1
15	גורמים מאפשרים נוספים	1.4.2
17	דרכי התמודדות עם חסמים והמלצות מדיניות לעידוד סימביוזה תעשייתית	1.5
18	כלי מדיניות	1.5.1
19	דוגמאות לפתרונות ולהתמודדות עם חסמים בעולם	1.5.2
21	סימביוזה תעשייתית בישראל	1.6
23	תיאור המחקר	2
23	שאלת המחקר	2.1
23	מטרת המחקר	2.2
23	שיטת המחקר	2.3
23	שאלון המחקר	2.3.1
24	ראיונות עם בעלי תפקיד במשרד הכלכלה ובמשרד להגנת הסביבה	2.3.2
25	תוצאות	3
25	ניתוח השאלונים	3.1
25	מאפייני המשיבים	3.1.1
26	היכרות עם התחום	3.1.2
28	חסמים וגורמים מקדמים ליישום סימביוזה תעשייתית בישראל	3.1.3
32	כלי מדיניות	3.1.4
33	ראיונות עם בעלי תפקיד במשרדים ממשלתיים	3.2
33	חסמי רגולציה ומדיניות	3.2.1
35	חסמי ידע / מידע	3.2.2
36	חסמים כלכליים	3.2.3
37	חסמים פנים-מפעליים	3.2.4
37	חסמים הקשורים בפסולת מסוכנת	3.2.5
39	סיכום ומסקנות	4
39	שינוי רגולציה ומדיניות לקידום סימביוזה תעשייתית	4.1

41	ידע ומידע לקידום סימביוזה תעשייתית	4.2
41	הכשרה לקידום סימביוזה תעשייתית	4.3
42	צעדים בתחום הכלכלי לקידום סימביוזה תעשייתית	4.4
43	נספח 1 – שאלון למפעלים	

## הקדמה

המתח התמידי בין קיום תעשייה לבין שמירה על איכות ובריאות התושבים והסביבה מוצא ביטוי בחקיקה שמטרתה להסדיר ולתחום יחסים אלו. הסדרה ואסדרה הכרחיים במדינה כמו ישראל, שבה משאבי הטבע מוגבלים, צפיפות האוכלוסייה גבוהה, והקרבה בין התושבים לתעשייה גדולה, ואף צפויה לעלות עם גידול האוכלוסייה. בעשורים האחרונים החלו נושאים אלו לבוא לידי ביטוי בחקיקה, בתקנות ובכללים, התוחמים ומגדירים את הפעילות התעשייתית במובנה הרחב<sup>1</sup>. לרגולציה עשויה להיות השפעה חיובית, שכן העלויות הגדלות הכרוכות בדרישות הרגולציה בנושאים כגון שפכים ופסולת עשויות להוות תמריץ כלכלי למציאת פתרונות סביבתיים חלופיים. בד בבד, רגולציה זו עלולה להוות חסם משמעותי דווקא בתוכניות הבאות לפתח תעשייה בת קיימא.

בנוסף, אל מול שינויי האקלים המואצים, כלכלת העולם חייבת להגיב ולהתאים את עצמה, ובראש וראשונה להפחית את פליטות גזי החממה. מזכר ה-Green Deal, שהוציא האיחוד האירופי ב-2019<sup>2</sup>, מנסה להתמודד עם אתגר זה ולהציע אסטרטגיית צמיחה חדשה במטרה ליצור כלכלה יעילה בניצול משאבים, תחרותית, משגשגת והוגנת, עם אפס פליטות גזי חממה עד שנת 2050. התוכנית כוללת תכנון אסטרטגי לאספקת אנרגיה נקייה ובטוחה, שימוש יעיל באנרגיה ובמשאבים, שמירה ושיקום מערכות אקולוגיות, מערכת מזון בריאה וידידותית לסביבה, ומעבר לכלכלה מעגלית. על מנת להשיג מטרות אלה יש צורך בשילוב של כלי מדיניות: רגולציה וסטנדרטיזציה, השקעות וחדשנות, רפורמות לאומיות, דיאלוג עם שותפים, ושיתוף פעולה בינלאומי. כמו כן, יש לנתק את הצמיחה מן השימוש במשאבים בתוליים, תוך הגנה על ההון הטבעי ועל בריאותם ורווחתם של האזרחים אל מול סיכונים סביבתיים והשפעותיהם. בין השנים 1990 ו-2018 הופחתו פליטות גזי החממה באיחוד האירופי ב-23%, בעוד שהכלכלה גדלה ב-61%. כלומר, שינויים אלה אינם צריכים לפגוע בכלכלה ובצמיחה.

הצורך במחקר הנוכחי עלה תוך כדי שנת הפיילוט ליישום התוכנית לסימביוזה תעשייתית, אותה מקדמים משרד הכלכלה (מנהל תעשיות), המשרד לשוויון חברתי (מטה ישראל דיגיטלית) והמשרד להגנת הסביבה. במסגרת הפרויקט התגלו חסמים המגבילים את יישום הסימביוזה התעשייתית, והתעורר הצורך למפות חסמים אלה ולמצוא דרכים יעילות להסרתם.

המחקר כולל רקע תיאורטי נרחב בנושא הסימביוזה התעשייתית בעולם ובישראל. בהמשך מוצגות מטרות ושיטת המחקר, ולבסוף הממצאים, דיון בהם והמלצות הנגזרות מהמחקר ומהראיונות.

---

<sup>1</sup> המשרד להגנת סביבה (2020), מדיניות סביבתית ואסטרטגיה.

[https://www.gov.il/he/departments/Units/environmental\\_policy\\_dept](https://www.gov.il/he/departments/Units/environmental_policy_dept)

<sup>2</sup> [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_en](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en)



# 1 רקע עיוני למחקר

## 1.1 כלכלה מעגלית

כלכלה מעגלית היא חלק מהתפיסה הכלכלית של "צמיחה ירוקה", שמשמעותה שמירה על צמיחה ופיתוח כלכלי, תוך הקפדה על ניצול בר קיימא של משאבי הטבע המוגבלים. על פי תפיסה זו, מלאי המשאבים הקיים במערכת ממשיך לנוע במחזוריות בתוכה, כדי לשמור על ערך מקסימלי ועל שימוש לאורך זמן. כל הפעילויות במהלך מחזור החיים של מוצר מתוכננות לשימוש מחזורי במשאבים, ולתמיכה בשימור ובחידוש של הביוספירה, כך שתפוקות מסוכנות נמנעות, ומשאבי האזור אינם נשחקים. לדוגמה, R2π Consortium הינו פרויקט של האיחוד האירופי, שמטרתו לאפשר לחברות ולשרשרות הערך שלהן לעבור למודלים כלכליים יישומיים, בני קיימא ותחרותיים יותר<sup>3</sup>, וזאת בניגוד לתפיסת הכלכלה הליניארית, המתייחסת למשאבים המתכלים כאילו הם אינסופיים<sup>4</sup>. בכלכלה מעגלית השאיפה היא "לסגור את המעגל" ולהשתמש ככל האפשר שוב ושוב במשאבים הקיימים. פעמים רבות מוצרים אף מתוכננים מראש כך שניתן יהיה להשתמש בהם מחדש, אם על ידי המפעל עצמו, ואם על ידי שיתופי פעולה בין מפעלים שונים, ההופכים פסולת למשאב<sup>5</sup>.

שימוש בר קיימא במשאבי הטבע הוא חלק בלתי נפרד מהתפיסה שבאה לידי ביטוי ב-European Green Deal<sup>6</sup> - תוכנית של האיחוד האירופי, שמטרתה להתמודד עם ההשפעות הסביבתיות בכלל ושינויי האקלים ועם האתגרים הסביבתיים הנובעים מהם בפרט. המעבר לכלכלה מעגלית וניטרלית מבחינת פליטות גזי חממה ("ניטרלית אקלימית") דורש מעורבות והתגייסות כוללת של התעשייה.

השיתוף בחומרי פסולת ובאנרגיה עודפת כמשאבים, מקטין את כניסתם של משאבים ואנרגיה בתוליים למערכת, וגם את יציאתם של מוצרי פסולת ופליטות מתוך המערכת<sup>7</sup>. למרות השינוי שהחל בתעשייה האירופית, תעשייה זו עדיין אחראית לכ-20% מפליטות גזי החממה של האיחוד האירופי, ונשארה ברובה קווית ותלויה בחומרים חדשים המופקים, נסחרים ומעובדים לסחורות, ובסופו של דבר נזרקים כפסולת או כפליטות. 12% בלבד מהחומרים שנעשה בהם שימוש הם חומרים ממוחזרים.

---

<sup>3</sup> <https://www.csreurope.org/circular-economy?rq=R2%CF%80%20Consortium>

<sup>4</sup> Johnsen, I. H., Berlina, A., Lindberg, G., Teräs, J., Smed Olsen, L., & Mikkola, N. (2015). The potential of industrial symbiosis as a key driver of green growth in Nordic regions.

<sup>5</sup> Ibid

<sup>6</sup> [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_en](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en)

<sup>7</sup> Patricio, J., Axelsson, L., Blome, S. & Rosado, L. (2018). Enabling industrial symbiosis collaborations between SMEs from a regional perspective. *Journal of Cleaner Production*, 202, 1120-1130.

## 1.2 סימביוזה תעשייתית

המושג סימביוזה תעשייתית שאוב מהמערכת האקולוגית בטבע, שבה לא קיים "בזבז", ובכל חומר ניתן לעשות שימוש חוזר.<sup>8</sup> סימביוזה תעשייתית היא חלק אינטגרלי וחשוב מכלכלה מעגלית (ראו איור 1), ונותנת מענה לבעיות הנוצרות כתוצאה מתעשייה המבוססת על כלכלה קווית, על ידי שיתוף פעולה בין תעשיות, ושימוש של חברות בתוצרי לוואי או בפסולת של חברות אחרות. כך, הן מפחיתות את השימוש בחומרי גלם בתוליים, מתוך שאיפה להגיע למצב של אפס פסולת. סימביוזה תעשייתית כוללת גם שיתוף בין מפעלים ועסקים באנרגיה, בתהליכי ייצור משותפים ויעילים יותר וכדומה.<sup>9</sup> כלומר, כל חברה עסקית, ארגון או מפעל אינם נתפסים כ"איבוד", אלא פועלים תוך אינטראקציה עם חברות אחרות למטרת תועלת (כלכלית וסביבתית) הדדית, ורצוי תוך שימוש ביתרון הקרבה הגאוגרפית.<sup>10</sup>

התיעוש והעירור המואצים בעשורים האחרונים גורמים לעליה בפליטות מזהמי אוויר כמו גם פחמן דו-חמצני וגזי חממה אחרים, עם השלכות קשות על הסביבה ועל בריאות האדם. במקביל, ניכרת עליה בצריכת המשאבים (חומרי גלם, אנרגיה, מים ועוד) ובכמויות הפסולת התעשייתית והעירונית. לסימביוזה תעשייתית יתרונות רבים, לרבות חיסכון במשאבים, חיסכון כלכלי, עמידה בדרישות סביבתיות כמו הפחתת פליטות גזי חממה, והפחתת פסולת שלפני כן היתה מופנית להטמנה או לשריפה. לסימביוזה תעשייתית השלכות סוציו-אקונומיות וסביבתיות, ויש לראות בהן חלק בלתי נפרד מפיתוח בר קיימא.<sup>11</sup>

הניסיון ברחבי בעולם מוכיח, שיצירת ערך כלכלי ורווח הדדי הם המפתח ליצירת סימביוזות והנעתן, כך ששיתופי פעולה יכולים להתקיים בין מפעלים הנמצאים בריחוק גאוגרפי באותה מדינה, ואף במדינות שונות, בתנאי שיש לכך הצדקה כלכלית. באיור 1 ניתן לראות כיצד סימביוזה תעשייתית סוגרת את המעגל הרחב, מאפשרת מעבר לשימוש חוזר, תיקון או מחזור, ומפחיתה צריכה של משאבים מתכלים בייצור. נציין שביישום הסימביוזה המושג משאבים רחב מאוד, והוא נוגע גם בשיתוף משאבים כגון: שעות מכונה, עובדים, שינוע ושטחי אחסון.<sup>12</sup>

---

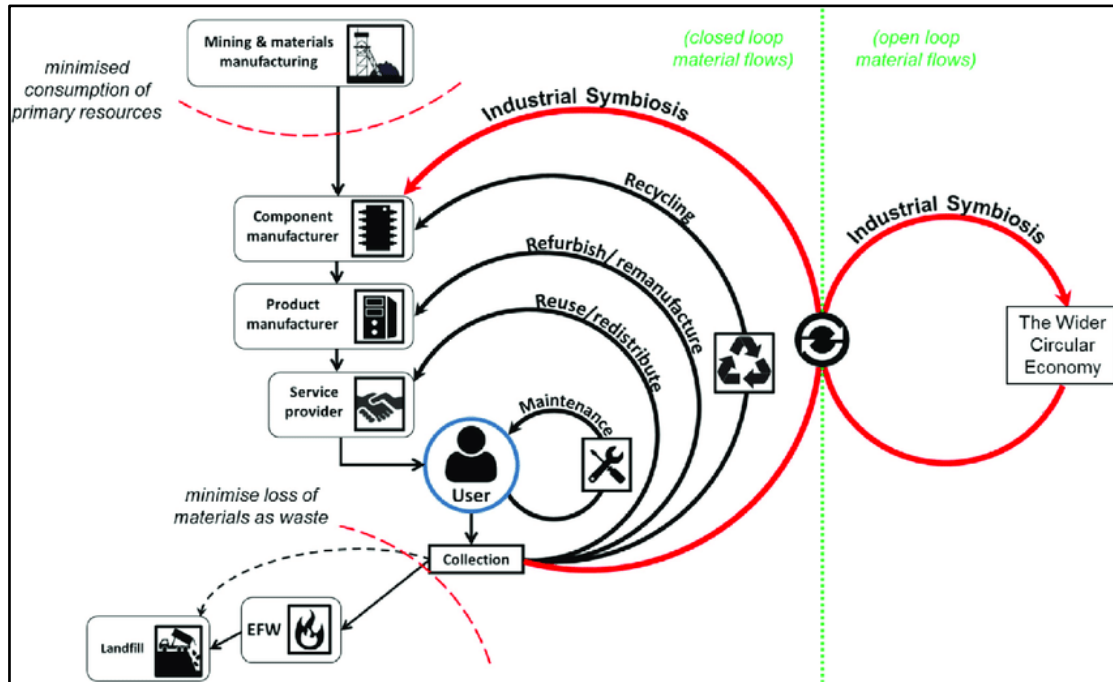
<sup>8</sup> Tao, Y., Evans, S., Wen, Z. & Ma, M. (2019). The influence of policy on industrial symbiosis from the Firm's perspective: A Framework. *Journal of Cleaner Production*, 213, 1172-1187.

<sup>9</sup> Johnsen, I. H., Berlina, A., Lindberg, G., Teräs, J., Smed Olsen, L., & Mikkola, N. (2015). The potential of industrial symbiosis as a key driver of green growth in Nordic regions.

<sup>10</sup> Martin, M. & Harris, S. (2018). Prospecting the sustainability implications of an emerging industrial symbiosis network. *Resources, Conservation & Recycling*, 138, 246-256.

<sup>11</sup> Ibid.

<sup>12</sup> Charles, R. G., Douglas, P., Baker, J. A., Carnie, M. J., Douglas, J. O., Penney, D. J., & Watson, T. M. (2018). Platinized counter-electrodes for dye-sensitised solar cells from waste thermocouples: A case study for resource efficiency, industrial symbiosis and circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 202, 1167-1178.



איור 1: מקומה של סימביוזה תעשייתית בכלכלה מעגלית<sup>13</sup>

כלי מדיניות התומכים בצמיחה ירוקה הם אחת הדרכים להבטיח את קיומן של יוזמות כלכלה מעגלית, וסימביוזה תעשייתית היא אחת הדרכים לממש אותה. זוהי דרך להגדיל את פריון הייצור על ידי "סחר חליפין" בחומרים (חומרי גלם בייצור, חומרי מילוי ותשתיות וכדומה), אנרגיה, מים ותוצרי לוואי<sup>14</sup>. בניגוד להתמקדות במדיניות ירוקה במפעל בודד, בסימביוזה תעשייתית היתרון הוא יצירת רשתות סינרגיות בין מפעלים נפרדים הנמצאים בקרבה גאוגרפית<sup>15</sup>. הקרבה הגאוגרפית חשובה גם כאשר מדברים על אנרגיה, אולם לגבי משאבים בעלי ערך כלכלי גבוה או עלויות סילוק גבוהות, חשיבות הקרבה הגאוגרפית יורדת ככל שהתועלת הכלכלית המופקת מהסינרגיה עולה.

סימביוזה תעשייתית זוכה להצלחה כלכלית, סביבתית וחברתית במקומות רבים בעולם, שכן יש לה השלכות על צריכת המים, על ייצור מקומות עבודה, על טביעת הרגל הפחמנית<sup>16</sup> ועוד, והיא מיושמת היום ברחבי העולם,

<sup>13</sup> Charles, R. G., Douglas, P., Baker, J. A., Carnie, M. J., Douglas, J. O., Penney, D. J., & Watson, T. M. (2018). Platinized counter-electrodes for dye-sensitised solar cells from waste thermocouples: A case study for resource efficiency, industrial symbiosis and circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 202, 1167-1178.

<sup>14</sup> יש לציין כי בפרויקט שיתואר להלן, אותו מוביל משרד הכלכלה, המיקוד הוא אך ורק בפסולות מוצקות. הפרויקט אינו דן בסימביוזה של אנרגיה, מים, קיבולת מתקני ייצור, כוח אדם וכדומה. זהו חסם לטווח ארוך, שכן אין בישראל הכרה בכל הסימביוזות האפשריות, לרבות אלו המצריכות פיתוח, מחקר וחדשנות (בתעשיית הבנייה והתשתיות, למשל). נושא זה הוא מעבר להיקפה של עבודה זו. בנוסף – במצב המשק לאחר פרוץ הקורונה, סימביוזה של שעות מכונה וכוח אדם עשויה לתרום להתאוששות המשק, כאשר העבודה במפעלים רבים צומצמה, נעצרו הזמנות רכש והוצאות על מכונות ורכישות חדשות, צומצמו משרות וכדומה.

<sup>15</sup> Johnsen, I. H., Berlina, A., Lindberg, G., Teräs, J., Smed Olsen, L., & Mikkola, N. (2015). The potential of industrial symbiosis as a key driver of green growth in Nordic regions.

<sup>16</sup> טביעת רגל פחמנית מתייחסת לטון פליטות גזי חממה הנפלטים מפעילות של גוף כלשהו, וגורמים לשינויי האקלים.

מאירופה וצפון אמריקה, ועד מדינות אסיה, דרום אמריקה ואוסטרליה, בתעשיות מגוונות ובקני מידה גדולים וקטנים גם יחד<sup>17</sup>. ב-2012 הגדיר ה-European Resource Efficiency Platform (גוף של האיחוד האירופי, שמטרתו לספק לנציבות האירופית, למדינות האיחוד ולסקטור הפרטי הדרכה מקצועית במעבר לכלכלה יעילה יותר מבחינת צריכת משאבים) את הסימביוזה התעשייתית כאחד משבעת התחומים בעדיפות עליונה להשגת כלכלה יעילה ובת קיימא יותר<sup>18</sup>, וזאת בשעה שצריכת המשאבים העולמית צפויה לגדול ל-82 מיליארד טון ב-2020<sup>19</sup> (לעומת 65 מיליארד ב-2010).

סוגי תעשיות רבים ומגוונים יכולים לקחת חלק בסימביוזה תעשייתית, אבל התחום בעל המשקל הרב ביותר הוא תחום הייצור, שבו מתרחש תהליך ההמרה של חומרים למוצרים חדשים. תעשיות אלה הן המייצרות את כמות הפסולת הגדולה ביותר, אבל הן גם בעלות היכולת הגבוהה ביותר לקלוט פסולות ותוצרי לוואי ולשלב אותם כחומרי גלם בתהליכי ייצור. הפעילויות הנפוצות ביותר בתחום הסימביוזה התעשייתית בעולם הן תעשיות כימיות, ותעשיות בטון, נייר, מתכת וברזל<sup>20</sup>.

בתעשיות המאופיינות בצריכת אנרגיה גבוהה קיים הפוטנציאל הגבוה ביותר להכנסת אמצעים להפחתת צריכה. פעילויות הקשורות בניהול פסולת ומים ובמחזור יכולות גם הן לתפוס מקום מכובד בסימביוזה תעשייתית, לא רק ביצירת החיבור בין תעשיות, אלא גם כחוליה פעילה בתהליך הפיכת הפסולת למוצרים חדשים. סקטור החקלאות – הן גידולי צמחים והן גידולי בעלי חיים – תופס גם הוא מקום חשוב בפוטנציאל לסימביוזה תעשייתית. למעשה, ככל שקיים מגוון תעשיות גדול יותר באזור נתון, גדל פוטנציאל יצירת הסינרגיות<sup>21</sup>.

לתשומת לב ספציפית ראויים **עסקים קטנים ובינוניים** (המהווים למעלה מ-99% מסך העסקים באיחוד האירופי, למשל). עסקים אלה מתמודדים עם קשיים ייחודיים להם, כמו למשל מחסור במימון, קשיים בניצול טכנולוגיות קיימות, יכולות ניהול מוגבלות ולחצים רגולטוריים, ועל מנת שיוכלו לעבור לפעילות מקיימת יותר, עליהם למצוא דרכים להפחית את כמות חומרי הגלם שהם רוכשים, ואת תלותם בחומרים אלה<sup>22</sup>.

---

<sup>17</sup> Neves, A., Godina, R., Azvendo, S. G. & Matias, J. C. O., (2020). A comprehensive review of industrial symbiosis. *Journal of Cleaner Production*, 247, 113-119.

<sup>18</sup> Patricio, J., Axelsson, L., Blome, S. & Rosado, L. (2018). Enabling industrial symbiosis collaborations between SMEs from a regional perspective. *Journal of Cleaner Production*, 202, 1120-1130.

<sup>19</sup> חשוב לציין כי כל התחזיות התבצעו לפני התפרצות נגיף הקורונה. התפרצות, שכבר משפיעה על הסחר העולמי, על הכלכלה העולמית והכלכלה בישראל.

<sup>20</sup> Neves, A., Godina, R., Azvendo, S. G. & Matias, J. C. O., (2020). A comprehensive review of industrial symbiosis. *Journal of Cleaner Production*, 247, 113-119.

<sup>21</sup> Ibid.

<sup>22</sup> Patricio, J., Axelsson, L., Blome, S. & Rosado, L. (2018). Enabling industrial symbiosis collaborations between SMEs from a regional perspective. *Journal of Cleaner Production*, 202, 1120-1130.

באירופה התברר שלסימביוזה תעשייתית יתרון גדול בפארקי תעשיות, או גושי תעשייה ("Industrial Clusters"), המספקים הזדמנות ליישום שיתופי פעולה והפקת תועלות כלכליות וסביבתיות<sup>23</sup>, אך סימביוזה תעשייתית יכולה גם לפרוץ אל מחוץ לגבולותיהם של פארקי תעשייה, ולהתקיים בין מפעלים וחברות המרוחקים גאוגרפית<sup>24</sup>.

ביפן, החלו כבר בשנת 1997 ביישום תוכנית עיר אקולוגית, במטרה להפחית את כמויות הפסולת המוטמנת, ולהפיח חיים בתעשייה המקומית. השילוב בין התוכנית ובין חקיקה מקדמת מחזור והפרשת משאבים טכנולוגיים מהסקטור הפרטי, אפשרה פיתוח של סימביוזה תעשייתית ואינטראקציה בין האזורים העירוניים לבין אזורי התעשייה, בזכות הקרבה הגאוגרפית ביניהם<sup>25</sup>.

הנציבות האירופית, בתוכנית "אפס פסולת"<sup>26</sup> שלה, התחייבה להגיב לאתגרים אלה על ידי פיתוח "אמצעים המשלבים רגולציה חכמה, כלים מבוססי שוק, יוזמות מחקר וחדשנות, חילופי מידע, ותמיכה לגישות התנדבותיות". כמו כן, נחוצים שינויים לכל אורך שרשרת הערכים, ושינוי מערכתי מלא המתמקד לא רק בחדשנות טכנולוגית, אלא גם, למשל, בארגון ובמדיניות. הזדמנויות נוספות טמונות בשיפור יעילות המשאבים, מחזור מוגבר בשילוב עיצוב אקולוגי וגישת "מעריסה לעריסה"<sup>27</sup>.

במקרים מסוימים, הסימביוזה התעשייתית מתפתחת באופן ספונטני, ללא תוכנית לאומית רשמית, מתוך התעוררות צורך מקומי ויוזמה שיוצאת מתוך חברה מסוימת. אחת הדוגמאות החלוציות ליישום סימביוזה תעשייתית התפתחה כבר בשנות ה-60 בין ארבע תעשיות גדולות באזור התעשייה קלונדבורג (Kalundborg) בדנמרק, וכמה חברות מחוץ לו. במשך הזמן התפתחה הסימביוזה התעשייתית לא רק בתגובה למחסור במשאבים, אלא גם בגלל יתרונות כלכליים וסביבתיים לחברות המעורבות בסינרגיות<sup>28</sup>.

על מנת ליישם פתרונות סימביוזה תעשייתית וליהנות משינויים מבניים לטווח ארוך, חשוב שהצדדים הפועלים יפתחו מודעות לפוטנציאל הגלום בסימביוזה תעשייתית, ויכללו אותה בתכנון האסטרטגי שלהם. במחקר

---

<sup>23</sup> Taddeo, R., Simboli, A, Morgante, A. & Erkman, S. (2017). The development of Industrial Symbiosis in existing contexts. Experiences from three Italian clusters. *Ecological Economics*, 139, 55-67.

<sup>24</sup> Neves, A., Godina, R., Azvendo, S. G. & Matias, J. C. O., (2020). A comprehensive review of industrial symbiosis. *Journal of Cleaner Production*, 247, 113-119.

<sup>25</sup> Ibid.

<sup>26</sup> <https://zerowasteurope.eu/>

<sup>27</sup> מעריסה לעריסה (Cradle to Cradle) – גישה שפיתחו Braungart & McDonough, וקוראת תיגר על הגישה התעשייתית של "מעריסה לקבר", המייצרת כמויות אדירות של פסולת וזיהום ההולכים ומצטברים על פני כדור הארץ. הגישה מראה כיצד יש ביכולתנו לחקות את הדגם שלפיו פועל הטבע לטובת המסחר והסביבה, ולתכנן מוצרים כך שימשו כחומרי הזנה ביולוגיים וטכניים למוצרים חדשים. <https://mcdonough.com/writings/cradle-cradle-remaking-way-make-things/>

<sup>28</sup> Neves, A., Godina, R., Azvendo, S. G. & Matias, J. C. O., (2020). A comprehensive review of industrial symbiosis. *Journal of Cleaner Production*, 247, 113-119.

שנעשה באיטליה התברר שהקושי הגדול ביותר של המשתתפים במחקר היה טמון באי יכולתם להבין איך להתחיל את תהליך השינוי לקראת יישום רעיון הסימביוזה<sup>29</sup>.

### 1.3 חסמים לפיתוח סימביוזה תעשייתית

מחקרים מהשנים האחרונות מצביעים על מספר חסמים לפיתוח סימביוזה תעשייתית<sup>30, 31, 32, 33, 34</sup>

א. **חסמים כלכליים:** שינוי עסקי הוא תהליך יקר. בנוסף להשקעה ולמימון הראשוני הנדרשים כדי להכניס חדשנות, עלותם של מוצרים וחומרי גלם שניוניים עלולה להיות גבוהה מעלותם של משאבים ראשוניים. בנוסף, מערכות מיסוי רבות מתגמלות מודלים קוויים על פני מודלים מעגליים. מס ערך מוסף על מוצרים ממחזרים, למשל, גורם לכך שהיצרן משלם פעמיים על אותו מוצר. אם אין הצדקה כלכלית לסינרגיה, או אם יש בה סיכון כלכלי (נדרשת השקעה גבוהה ואין נגישות למימון), יורדת מאוד יכולתם של עסקים, בעיקר קטנים ובינוניים, להעריך את הכדאיות הכלכלית של ההשקעה בסימביוזה תעשייתית. גם מכשולים הקשורים בשוק עלולים לעכב פיתוח שיתופי פעולה. למשל, יוזמות שימוש במוצרי פסולת כמשאבים בתהליכי יצור אחרים עלולות להיות מוגבלות אם אין שוק יציב לזרמים אלה. כמו כן, פעמים רבות מחיר הנזק הסביבתי וההשפעה האקלימית אינו משתקף במחירי השוק, ומוביל להשקעות נמוכות בטכנולוגיות ידידותיות לסביבה, או ביוזמות עסקיות ללא תמיכה ציבורית. סדר עדיפויות ארוך טווח, המוגדר באסטרטגיה הארגונית, יכול לעזור בקיזוז התשואות הנמוכות הכרוכות בקידום פרויקטים מוטי סביבה, אבל פעמים רבות היעדר יכולת להשיג החזר כספי בטווח הקצר מונע קידום פרויקטים כאלה. היעדר מנגנון תמחור עבור מוצרי פסולת יוצר גם הוא חסם במקרים רבים.

ב. **חסמים חברתיים:** קיימים חסמים אינדיווידואליים, ארגוניים וחינוכיים, והם קשורים להתמקדות של חברות בעיסוק הליבה שלהן, ולחוסר זמן ומשאבים לקידום נושאים אחרים כמו ניצול הפסולת. עלול להיות גם קושי במציאת גוף שיקבל את הפסולת. כמו כן, קיימות ושיתוף פעולה סימביוטי אינם תואמים בהכרח את מטרותיהם של מקבלי ההחלטות בחברה, ועלולה להיות התנגדות לשינוי, שכן מודלים עסקיים אינם בנויים להתמודדות עם מעגליות. אתגר נוסף הוא חוסר תמיכה של התרבות התאגידית והיעדר מחויבות בדרכי ההנהלה הגבוהים, וחוסר אמון וחשש לשתף מידע מסיבות תחרותיות. חשוב לבנות אמון בין חברות ולקדם

<sup>29</sup> Taddeo, R., Simboli, A, Morgante, A. & Erkman, S. (2017). The development of Industrial Symbiosis in existing contexts. Experiences from three Italian clusters. *Ecological Economics*, 139, 55-67.

<sup>30</sup> <https://www.csreurope.org/circular-economy?rq=R2%CF%80%20Consortium>

<sup>31</sup> Johnsen, I. H., Berlina, A., Lindberg, G., Teräs, J., Smed Olsen, L., & Mikkola, N. (2015). The potential of industrial symbiosis as a key driver of green growth in Nordic regions.

<sup>32</sup> Tao, Y., Evans, S., Wen, Z. & Ma, M. (2019). The influence of policy on industrial symbiosis from the Firm's perspective: A Framework. *Journal of Cleaner Production*, 213, 1172-1187.

<sup>33</sup> Patricio, J., Axelsson, L., Blome, S. & Rosado, L. (2018). Enabling industrial symbiosis collaborations between SMEs from a regional perspective. *Journal of Cleaner Production*, 202, 1120-1130.

<sup>34</sup> Golev, A., Corder, G. D., & Giurco, D. P. (2015). Barriers to industrial symbiosis: Insights from the use of a maturity grid. *Journal of Industrial Ecology*, 19(1), 141-153.

שיתופי פעולה ביניהן. גורם נוסף הוא הבנה מוגבלת, הן של הצרכנים והן של בעלי העסקים, את פוטנציאל היעילות של מודלים עסקיים מוטי שירות. עוד מסקנה מעניינת שעלתה מהמחקרים היא כי מערכת של Top-down, שבה ניהול מרכזי מונחת מלמעלה, הצליחה פחות ממערכת סימביוטית שפעלה בארגון עצמי ונשענה על יוזמות אינדיווידואליות מתוך המפעלים עצמם.

ג. **חסמים טכניים:** מחקרים גאוגרפיים בין מפעלים, כמו גם היעדר פתרונות לניהול תוצרי לוואי, עלולים להגביל פיתוח סינרגיות. במקרים רבים, מנהלי איכות הסביבה אינם יכולים לספק תובנות ופתרונות בתחום הטכני. בנוסף, מוצרים רבים אינם מתוכננים כך שניתן לתקנם, לפרקם או למחזרם בסוף מחזור החיים הראשון שלהם, ולא תמיד התשתיות הקיימות יכולות לספק את התנאים הדרושים למעבר לייצור מעגלי. כמו כן, מתברר שרוב המחקרים על פתרונות טכניים התרחשו בעיקר במרכזי מחקר תאגידיים ולא באתרים עצמם, ולכן היו הזדמנויות לסינרגיות אזוריות שהוחמצו. מנהלי תפעול מקומיים מוגבלים ביכולתם להחליט אילו טכנולוגיות ניתן ליישם באתר. בעיה נוספת טמונה בכך שבנוסף למיעוט תמריצים כלכליים, קיים חשש מהבטיחות שבשימוש במוצר שמקורו בפסולת, ומהפגיעה במוניטין החברה, מה שגורם להימנעות מקידום יוזמות סינרגיות. התחרות עם ספקי חומרי גלם גם היא עלולה ליצור חסם; מפעלים רבים מהססים להחליף את שרשרת האספקה שלהם ולסכן אותה. עם זאת, היבט זה יכול גם לעודד עניין בפתרונות סינרגיה, כמו למשל כאשר יש צמיחה של האזור ומגבלה על משאבים כמו מים או חשמל. חסמים טכניים נוספים קשורים בצורך בציוד חדש, בחללי אחסון ייעודיים או בשינוע.

ד. **חסמי מידע:** אין די מעבר מידע בין חברות על זרמי הפסולת הקיימים, על זרמים צדדיים ועל שותפים פוטנציאליים ומה שהם יכולים להציע כמשאבים וכחומרים ממוחזרים. חשוב לקיים דיווח מפורט על זרמי הפסולת השונים של כל חברה כדי לאפשר חיפוש סינרגיות חדשות. כמו כן, קיים מחסור במיומנויות ובהשקעה בתכנון מוצרים מתאימים לכלכלה מעגלית. בהיעדר מנגנון שיתוף ביתרונות השימוש החוזר במוצרי פסולת, חסרה מוטיבציה להמשך הפעילות, והסינרגיה עלולה להיפסק. חסרה הבנה של קונספט המעגליות ויתרונותיו, וכיוון שבנוסף לכך, פעמים רבות המוצרים המעגליים יקרים יותר ממוצרים "לא מעגליים", הביקוש למוצרים מעגליים עלול להישאר מוגבל. כל עוד המושג כלכלה מעגלית נתפס בהקשר של פסולת בלבד, ללא ברור של הזדמנויות עסקיות נוספות, קשה להתקדם ולעודד כניסה של גופים נוספים ליוזמות של סימביוזה תעשייתית.

ה. **חסמי מדיניות ורגולציה:** במקרים רבים חסרות אסטרטגיות מקיפות ועקביות, וקיימת היצמדות למבנים תעשייתיים קיימים, כמו כן, קיימת אי-ודאות לגבי חקיקה סביבתית עתידית. קיימים קשיים להשיג אישורים לשימוש חוזר בפסולת מרשויות הרגולציה וחסרים קווים מנחים ותקנים לתעשייה לגבי שימוש חוזר ותיקון. הרגולציה חוסמת פעמים רבות קידום יוזמות סימביוזה תעשייתית בכך שהיא מקשה על שימוש חוזר במוצרי פסולת מתוך חשש לבטיחות ולבריאות הציבור. מיסוי גבוה עלול להוות חסם, כמו גם עיוות מחירים הנוצר בעקבות כלי מדיניות שונים, כמו לדוגמה, היטל הטמנה נמוך מדי. אין הפנמה וחסרה הבנה של העלויות האמיתיות הכרוכות באי-מעבר למעגליות, למשל על ידי שימוש בניתוח מחזור חיים והכללת עלויות חיצוניות.

## 1.4 גורמים מאפשרים בסימביוזה תעשייתית

### 1.4.1 הגדרת "סוף פסולת" - End of Waste (EoW) Criteria

הדירקטיבה המעודכנת למסגרת הפסולת (The Revised Framework Directive)<sup>35</sup>, שאומצה על ידי הפרלמנט האירופי ומועצת האיחוד האירופי באוקטובר 2008, כוללת הנחיות להגדרת הקריטריונים לסיום הגדרתו של חומר כ"פסולת", תוך הבטחת הגנה סביבתית ברמה גבוהה ורווח כלכלי. יש לפתח מפרטים ודרישות בהתאם לתנאים המתוארים בדירקטיבה, כדי לוודא שזרמי חומרים ספציפיים יגיעו לסטטוס "סוף פסולת" לאחר תהליך השיקום. חומרי פסולת מפסיקים להיות מוגדרים כפסולת לאחר תהליך ועמידה בכמה קריטריונים ל"סוף פסולת" (EoW Criteria). השימוש החוזר בפסולת עלול להיות בעייתי כאשר קיימים זרמי פסולת מעורבים, ועלול להוות חסם, למרות שאיסוף זרמים מופרדים עלול להיות חסם בפני עצמו. במקרים מסוימים מרכיב בתוך זרם הפסולת עלול לסכן את הסביבה בתהליך האיסוף, האחסון, השינוע או הטיפול. לדוגמה, מרכיב הזפת בתוך אספלט, שאינו מאפשר מחזור ישיר של האספלט. במקרה כזה ניתן להשמיד רק את המרכיב הבעייתי, וכך להשמיש את האספלט מחדש לשימוש חוזר. לכן נדרשת רגולציה שתאפשר הסרה של המרכיב המסוכן מתוך שאר המרכיבים לפני השליחה לשימוש חוזר. דוגמה נוספת היא הרחקת האסבסט מבניין המיועד להריסה, כדי שהחומר שנתר מההריסה לא ייחשב לפסולת אלא לחומר גלם ראוי לשימוש חוזר<sup>36</sup>.

על מנת שחומר יוכל להפוך מפסולת למשאב ולענות על הקריטריונים ל-EoW על פי ה-Revised Waste Framework Directive<sup>37</sup> עליו לענות על ארבע דרישות: לחומר, או למוצר, קיים שימוש למטרות מסוימות; לחומר, או למוצר, קיים ביקוש; החומר או המוצר עומדים בדרישות הטכניות לשימוש לאותן מטרות ובאופן שעומד בהוראות כל תקן, דרישה חוקית או אמת מידה לגבי אותו מוצר; והשימוש בחומר לא יגרום להשפעה שלילית עודפת על הבריאות או על הסביבה.

מחירו של החומר או המוצר חייב להיות תחרותי (כולל עלויות הכרוכות בטיפול ושינוע), לשם כך נדרשת לעיתים נכונות של הרגולטור לסבסד את החומר או המוצר כדי שמחירו יהיה כלכלי. בנוסף, דרושה רגולציה לניהול הסיכונים, בעיקר כאשר מדובר בפסולות מסוכנות<sup>38</sup>.

---

<sup>35</sup> [https://ec.europa.eu/environment/waste/framework/end\\_of\\_waste.htm](https://ec.europa.eu/environment/waste/framework/end_of_waste.htm)

<sup>36</sup> European Commission – JRC, IPTS (2008). End of Waste Criteria, Final Report. Luxembourg: Office for Official Publications of European Communities.

<https://susproc.jrc.ec.europa.eu/documents/Endofwastecriteriafinal.pdf>

<sup>37</sup> <https://ec.europa.eu/environment/waste/framework/revision.htm>

<sup>38</sup> European Commission – JRC, IPTS (2008). End of Waste Criteria, Final Report. Luxembourg: Office for Official Publications of European Communities.

<https://susproc.jrc.ec.europa.eu/documents/Endofwastecriteriafinal.pdf>



גם כאשר קיימים פתרונות טכנולוגיים מעשיים, לא תמיד תהיה אפשרות ליישם את פרויקט הסימביוזה התעשייתית, וזאת כיוון שבמקרים רבים מדיניות סביבתית, חוסר אמון ותקשורת בין תעשיות, כמו גם פרקטיקות ניהוליות ומגבלות אחרות, מהווים חסם משמעותי להכרה ולפיתוח נוסף של סינגריות פוטנציאליות. הניסיון והמסקנות מדוגמאות שונות של סימביוזות תעשייתיות יכולים לעזור בהבנה ובתיאור של תנאים מיטביים להתגברות על חסמים שאינם טכניים, ועל שאלות אלה, בין השאר, בא מחקר זה לענות<sup>39</sup>.

לקוחות רבים מעוניינים להשתמש במוצר ממוחזר, אך לא במוצר המוגדר כ"פסולת". הקריטריונים של EoW יכולים לקדם את האמון במוצרים ממוחזרים או שניוניים כיוון שהם מגדירים קריטריונים לשימוש בטוח, וקובעים דרישות טכניות וסביבתיות, ועל ידי כך יוצרים אמון במוצרים אלה. בשימוש חוזר באגרגטים (חומר חלקיקי המשמש בבנייה למילוי נפח) בענף הבנייה, למשל, ההליכים המנהליים הכרוכים בתהליך הבטחת תקינותו של המוצר עלולים להקשות על תגובת שוק מהירה, ומגדילים את העלות הסופית של מוצרים שניוניים או ממוחזרים, וכך יוצרים חסם לשימוש בהם, בגלל הקושי להתחרות בעלות המוצרים הראשוניים. לכן חשוב לפשט הליכים אלה, לקבוע קריטריונים להגדרה של חומר כ"לא פסולת", כדי לאפשר החזרה של חומרי גלם אלה לשוק, להפחית את כמות הפסולת המפונה, ולחסוך בשימוש במשאבים חדשים. היתכנות השימוש באגרגטים ממוחזרים תלויה כמובן גם באיכות האגרגטים המקומיים. ככל שהחומר הבתולי המקומי באיכות גבוהה יותר, כך קשה יותר להכניס שימוש בחומרי גלם ממוחזרים או מושבים. במקרה כזה, מסי הטמנה גבוהים יכולים ליצור תמריץ לשימוש בחומרים מושבים<sup>40</sup>.

מסחר בשאריות מתכת, לדוגמה, מקובל בכל העולם. לא קיימת מניעה בטיחותית או בריאותית לשימוש חוזר במשאב זה, ולכן, בעקבות הפיכת הסטטוס החוקי של השאריות מ"פסולת" ל"לא פסולת", שינוע, לרבות שינוע בין מדינות ומסחר במשאב יהיו פטורים מהרגולציה הכרוכה בהובלה ושינוע של פסולת, וכתוצאה מכך בפחות אדמיניסטרציה. כך נוצרת הקלה על התהליך כולו. במקרה זה, הקלה בדרישות האדמיניסטרטיביות פירושה הסרת החסם המרכזי<sup>41</sup>.

#### 1.4.2 גורמים מאפשרים נוספים

עבודות אחרות מסמנות גורמים נוספים העשויים לקדם סימביוזה תעשייתית<sup>42, 43, 44</sup>

<sup>39</sup> Golev, A., Corder, G. D., & Giurco, D. P. (2015). Barriers to industrial symbiosis: Insights from the use of a maturity grid. *Journal of Industrial Ecology*, 19(1), 141-153.

<sup>40</sup> European Commission – JRC, IPTS (2008). End of Waste Criteria, Final Report. Luxembourg: Office for Official Publications of European Communities.  
<https://susproc.jrc.ec.europa.eu/documents/Endofwastecriteriafinal.pdf>

<sup>41</sup> Ibid

<sup>42</sup> <https://www.csreurope.org/circular-economy?rq=R2%CF%80%20Consortium>

<sup>43</sup> Golev, A., Corder, G. D., & Giurco, D. P. (2015). Barriers to industrial symbiosis: Insights from the use of a maturity grid. *Journal of Industrial Ecology*, 19(1), 141-153.

<sup>44</sup> Johnsen, I. H., Berlina, A., Lindberg, G., Teräs, J., Smed Olsen, L., & Mikkola, N. (2015). The potential of industrial symbiosis as a key driver of green growth in Nordic regions.

- א. **מחויבות ההנהלה לפיתוח בר קיימא:** נחוץ שינוי מבני בתוך הארגון, וגורם הכרחי לכך הוא מחויבות גבוהה של ההנהלה ותפיסה של כלכלה מעגלית כהזדמנות כלכלית. אסטרטגיה, מטרות ומדד הצלחה של הארגון צריכים להניע את ההנהלה לפיתוח פרויקטים של סימביוזה תעשייתית ולהשתתפות בהם.
- ב. **מחויבות ומוטיבציה של סגל העובדים בארגון:** בחברות שבהן המעגליות נקשרת ליעדים חברתיים ולאתיקה, מעורבות העובדים מתחזקת. גישות המונעות על ידי יעדים מעודדות מאוד את העובדים, ומאפשרות לחברות למשוך אליהן עובדים מוכשרים ולשמר אותם, וכך להשיג יצרנות בסביבה תוססת ומעשירה עם סגל עובדים מחויב.
- ג. **מידע:** חשוב שיהיו בידי המפעלים פרטים על זרמי הפסולת של תעשיות אחרות באזור, כמו גם גישה לתשתיות ולתעשיות מתחומים שונים עם זרמי חומרים שונים. בנוסף, מתן תעודות למוצרים, וחישובים כגון הערכת מחזור חיים (Life Cycle Analysis - LCA) וההשפעה הסביבתית הפוטנציאלית של המוצר, מאפשרים לוודא פעילות בת קיימא לאורך שרשרת הערך. על ידי תקנים ספציפיים ניתן להעריך איך מוצרים מיוצרים ומושלכים לפסולת בסוף חייהם, וכך מתאפשר זיהוי של ספקים בעלי אחריות חברתית לשרשרת הערכים של החברה. כמו כן, חשובה הבנת הרלוונטיות שבהשגת מטרות הקיימות (אסטרטגיית Corporate Social Responsibility (CSR) ואג'נדה 2030 של האו"ם).
- ד. **שיתוף פעולה:** כאשר קיים אמון ושיתוף פעולה בין השחקנים המרכזיים, כמו גם שיתוף מידע ופיתוח רשתות, מתאפשרת תנועה טבעית של מפעלים וחברות לכיוון כלכלה מעגלית. שיתוף הפעולה יכול לעודד ספקים להיות יצירתיים, וכתוצאה מכך ליצור פתרונות עיצוב מעגליים. גם ארגונים בלתי ממשלתיים (NGOs), וכן דעת הקהל, משחקים תפקיד חשוב בהכנסת המעגליות לאג'נדה של החברות. שיתופי פעולה עם אוניברסיטאות ומוסדות מחקר מאפשרים פיתוח של פתרונות טכנולוגיים חדשים התומכים בשינוי. בנוסף, גורמים גאוגרפיים ותשתית אזורית, מגוון פעילויות כלכליות באזור, קרבה לערים או למקור הפקת המשאב, תומכים ומקדמים סימביוזה תעשייתית.
- ה. **ידע טכני:** ידע והכשרה, בניית יכולות והעלאת המודעות, מהווים זרזים ליישום סימביוזה תעשייתית, והיעדרם בתוך המפעל עלול ליצור חסם משמעותי. ניתן לפצות על כך על ידי העסקת חברת ייעוץ או גוף מחקר, ועל ידי שיתופי פעולה עם מוסדות מחקר וטכנולוגיה.
- ו. **מדיניות / רגולציה:** אסטרטגיה כוללת לפיתוח סימביוזה תעשייתית בפרט וכלכלה מעגלית בכלל, רגולציה סביבתית, קריטריונים "ירוקים" לרכש ציבורי, התערבות ממשלתית, דרישות בחוק למחזור חומרים ספציפיים, ומיסים גבוהים על פינוי פסולת, הם הגורמים העיקריים המניעים סימביוזה תעשייתית. תמריצים פיננסיים זהו גם הם כגורמי הצלחה בפיתוח פארקי תעשייה אקולוגיים, כמו גם מעורבות ממשלתית בפיתוח ובחקיקה המעודדת חדשנות אקולוגית בתעשייה.
- ז. **קהילה וחברה:** מודעות קהילתית להשפעות הסביבתיות והכלכליות של התעשייה יכולה להוות גורם מניע לפרויקטים שונים. תקשורת טובה בין התעשייה לבין הקהילה המקומית ובין ארגונים בלתי ממשלתיים, וכן תוכניות לימודים בנושאי סביבה, יבטיחו לגיטימציה של סינרגיות חדשות. ההטמעה והאמון הקהילתי

משפיעים על יציבות רשת הסימביוזות, התפתחותה ועמידותה, כמו גם על דרך קבלת ההחלטות בחברות, ועל ערוצי העברת מידע ופתרון בעיות משותף.

ח. **כלכלה:** קשרים סינרגטיים מביאים לשיפור כלכלי וסביבתי גם יחד, הכולל הגדלת ההכנסות, הפחתת ההוצאות, הפחתה בצריכת האנרגיה ובצריכת משאבים, הבטחת/גיוון מקורות אספקת המים, כמו גם העלאת הפרופיל הסביבתי של החברה, הרחבת הזדמנויות חדשות וגישות לשווקים חדשים, תמריצים כספיים ונגישות למימון. חברות המסתכלות קדימה ומחדשות משיגות יתרון תחרותי על פני עסקים סטטיים, בייחוד לאור המודעות העולה בקרב צרכנים לקיימות.

ט. **השפעת תאגידים בינלאומיים:** תאגידים בינלאומיים העוברים מכלכלה ליניארית לכלכלה מעגלית יכולים להשפיע על מודל הייצור ועל הגישות העסקיות של חברות הבת שלהם. אלה בתורן ישפיעו על שרשרות האספקה המקומיות, ויזרזו את המעבר של חברות מקומיות לייצור מעגלי.

## 1.5 דרכי התמודדות עם חסמים והמלצות מדיניות לעידוד סימביוזה תעשייתית

ראשית, חשוב להבין שהתמקדות יתר בפסולת כנקודת מוצא לפתרון היא גישה שגויה. הגישה הרצויה היא עיצוב/תכנון מוצרים וחומרים מראש כבעלי ערך גבוה יותר. על היצרנים להבין את הערך שבשמירה על מוצרים במחזור החיים לאורך זמן, או בשימוש חוזר בחומרים. עליהם להבין גם שלשימוש במחזורי חיים מרובים של מוצרים יש ערך רב בהרבה מאשר להיפטר מהם כפסולת להטמנה, שריפה או "מחזור מְשֻׁמָּךְ" (down-cycling). חשוב גם להגדיר מחדש את המושג "פסולת" ולראות בה משאב. הרגולציה מושפעת מההמשגה כפסולת, וכתוצאה מכך יורד ערכם של חומרים. השפה והחוק יושפעו מהגדרת החומר כמשאב<sup>45</sup>.

מהספרות העולמית עולות ההמלצות העיקריות לעידוד סימביוזה תעשייתית<sup>46, 47, 48, 49</sup>.

א. תמיכה ציבורית ארוכת טווח בכלכלה מעגלית ובסימביוזה תעשייתית, לרבות אסטרטגיה מקיפה וקוהרנטית ומטרות מחייבות, יכולות לקדם ולעודד הצטרפות נרחבת של מפעלים וחברות לפרויקטים של סימביוזה תעשייתית. גם חברות פיתוח, גושים אזוריים וכדומה, חשובים לתמיכה בסימביוזה תעשייתית ולקידומה, ועוזרים לחברות לזהות שותפים רלוונטיים לשיתופי פעולה והזדמנויות לסינרגיות חדשות ולפיתוח תוכניות עסקיות. שילוב כוחות במאמץ משותף לאורך שרשרת הערך יכול לתמוך בעסקים בתהליך השינוי, ולעזור לפתח תובנות ופתרונות. שום ארגון אינו יכול לעשות את השינוי לבדו, ושיתוף פעולה בין בעלי עניין רבים יעלה את מספר ההזדמנויות ויפזר את הסיכונים. רשויות מקומיות ואזוריות יכולות וצריכות

---

<sup>45</sup> <https://www.csreurope.org/circular-economy?rq=R2%CF%80%20Consortium>

<sup>46</sup> Ibid.

<sup>47</sup> Johnsen, I. H., Berlina, A., Lindberg, G., Teräs, J., Smed Olsen, L., & Mikkola, N. (2015). The potential of industrial symbiosis as a key driver of green growth in Nordic regions.

<sup>48</sup> Tao, Y., Evans, S., Wen, Z. & Ma, M. (2019). The influence of policy on industrial symbiosis from the Firm's perspective: A Framework. *Journal of Cleaner Production*, 213, 1172-1187.

<sup>49</sup> Chertow, M., & Ehrenfeld, J. (2012). Organizing self-organizing systems: Toward a theory of industrial symbiosis. *Journal of industrial ecology*, 16(1), 13-27.

לתמוך ולסייע בפיתוח סימביוזה תעשייתית, למשל על ידי קידום ופיתוח רשתות/גושים המבוססים על חוזקות מקומיות ואזוריות ועזרה בזיהוי סחר חליפין על בסיס סימביוזה תעשייתית עם היתכנות עסקית טובה.

ב. פיתוח סימביוזה תעשייתית צריך להתבסס על צרכי הסקטור הפרטי והביקוש לתשומות רלוונטיות בתעשיות הנוגעות בדבר. הזדמנויות עסקיות צריכות להיות הכוח המניע מאחורי פיתוח סימביוזה תעשייתית. כלומר, חברות חייבות להפיק רווח כלכלי מפעילות הסימביוזה התעשייתית.

ג. קרנות של האיחוד האירופי מספקות הזדמנויות להגשת בקשות לפרויקטים של סימביוזה תעשייתית, ויכולות לתמוך בפרויקטים אלו בצורה נרחבת.

ד. תמיכה ממשלתית ומדיניות התומכת ברעיון הסימביוזה התעשייתית חשובה מאוד להטמעת סימביוזה תעשייתית ויישומה בקנה מידה גדול. עם זאת, מדיניות של top-down, שבה הניהול מונח מלמעלה, יכולה גם לעכב השתתפות, בכך שאינו מאפשר יוזמות אינדיווידואליות הצומחות מתוך המפעלים עצמם. ואולם, כלכלת השוק החופשי, הבלתי ריכוזית, אינה מספקת תנאים אידיאליים לשימוש בתוצרי לוואי, ונראה שרק תכנון מרכזי ארוך טווח ורשות מתאמת יצליחו להתגבר על כשל השוק הזה. גם תכלול התמחור מפזר את העלויות לאורך שרשרת הערך, ומבטיח תחרותיות כספית.

ה. מובן שבנוסף לכל אלה, חשוב לעודד יוזמות חדשנות ופיתוח טכנולוגי לאורך שרשרת הערך, ולדאוג למימון למחקר ופיתוח ואספקת תשתית מתאימה למחזור, השבה ושימוש חוזר. טכנולוגיית מידע מתאימה היא חלק הכרחי בקידום יוזמות כאלה.

### 1.5.1 כלי מדיניות

על מנת לקדם את עסקאות הסימביוזה התעשייתית נדרשים כלי מדיניות. כלים אלה יכולים להיות "קשים", כלומר כלים שמטרתם להעניש או להתריע על הפרה שבוצעה ובכך לעודד ציות עתידי של המפוקח ושל אחרים הפועלים בשוק, באמצעות קנסות, שלילת רישיון או הליכים פליליים ומנהליים, חקיקה ואכיפה וכן שימוש בתמריצים כלכליים. לעומתם, כלי מדיניות "רכים" מעודדים את המפוקחים לציית לכללים באופן פתוח וגמיש, כגון בעזרת הנגשת מידע, קיום דיאלוג והבנת צרכים, הדרכות וחינוך, כלומר נקיטת גישה מניעתית, המציעה היכרות עם החוק, הבהרת האפשרויות לעמידה בדרישותיו ועם הדרכים למניעת הפרות<sup>50</sup>.

לשם קידום סימביוזה תעשייתית זוהו **עשרה כלי מדיניות** היכולים להשפיע על התנהגותן של חברות<sup>51</sup>. הדירוג נעשה מאמצעים קשים לרכים.

<sup>50</sup> ידן, ש. (2014). מדיניות לאסדרה סביבתית אינטגרטיבית של מפעלי תעשייה בישראל- רקע, עקרונות יסוד והמלצות ליישום.

<https://www.sviva.gov.il/infoservices/reservoirinfo/doclib4/r0301-r0400/r0383.pdf>

<sup>51</sup> Tao, Y., Evans, S., Wen, Z. & Ma, M. (2019). The influence of policy on industrial symbiosis from the Firm's perspective: A Framework. *Journal of Cleaner Production*, 213, 1172-1187.

1. **קנסות אדמיניסטרטיביים:** בבריטניה אי עמידה של חברה בדרישות עלולה לעלות במעצר של עד 15 יום לאחרים על ההפרה, או בסגירת המפעל שעבר על התקנות.
2. **רשימה שחורה:** מוציאה אזהרות לחברות שהזיהום שלהן עבר את הרמה המותרת, וניתן לבטל בעקבותיהן זכאות לסובסידיות או לבקשות מימון.
3. **חובה כלכלית:** מס הטמנה גבוה מעודד חברות לבדוק אפשרויות אחרות לניהול פסולת, ובה בעת מגדיל את האפשרות לבניית סינרגיות של סימביוזה תעשייתית.
4. **סובסידיות:** תגמול באמצעות סובסידיות, שמפצה במלואו על הוצאות הכרוכות במילוי הדרישות הסביבתיות.
5. **הקלות או פטורים ממס:** מקטינים את הוצאות החברה, וכך מספקים לה רווח כלכלי נוסף והופכים את הציות לרגולציה לכדאי. יצוין כי הקלות במס משפיעות משמעותית בעיקר על עסקים גדולים, וישמשו תמריץ חלש יותר עבור עסקים קטנים ובינוניים.
6. **תוכניות סיוע:** עוזרות לחברות להתגבר על שתי בעיות מרכזיות ביישום סימביוזה תעשייתית – א-סימטריה במידע וצווארי בקבוק טכניים, ולהאיץ את בניית הסינרגיות.
7. **רשימת זהב:** תואר כבוד, שבו זוכות חברות שהוכרו וקיבלו תעודות על הישגים בתחום ההגנה על הסביבה.
8. **פיקוח המונים:** לכל אזרח, איש חוק או ארגון יש זכות לדווח על חברה היוצרת זיהום סביבתי או נזק אקולוגי, כמו גם על גופי רגולציה שאינם ממלאים את חובתם החוקית.
9. **חינוך:** הכשרות ממומנות ממשלתית, סדנאות, סמינרים, למידת מקרי חקר, ועבודה עם התקשורת.
10. **הדרכה תעשייתית:** הדרכה ממשלתית על דוגמאות לניצול משאבים, מחזור, ייצור מחודש ועוד, יכולה להשפיע על חברות באופן מהפכני ולעורר אותן לשינוי.

#### 1.5.2 דוגמאות לפתרונות ולהתמודדות עם חסמים בעולם

באירופה החסמים ליישום סימביוזה תעשייתית בלטו מאוד בתחילת הדרך, ובדנמרק אף תרמו להחלטה המדינית להקים "כוח משימה" לקידום יעילות משאבים ולשיתוף פעולה בין-משרדי בין רשות העסקים הדנית ובין הסוכנות הדנית להגנת הסביבה. בנוסף, הוקמה ועדת היגוי, ובה נציגים מארבעה משרדי ממשלה. מטרת ה"כוח" היתה, בשלב הראשון, להבהיר אילו רגולציות ומיסים מגבילים את שיפור יעילות המשאבים של החברות על ידי סימביוזה תעשייתית, ובשלב השני, להעריך אם ישנן רגולציות שניתן לחדש, או היבטים של פרקטיקות אדמיניסטרטיביות שניתן לשנות. בהקשר זה חשוב להבהיר האם החסמים ליעילות משאבים הם חסמים "הקשורים בתפיסות", או "אמיתיים". במקרים מסוימים, למשל, יש פרקטיקות יישום אחרות בין רשויות

מוניציפליות שונות, דבר המשפיע על מידת ההגבלה על פי תפיסת החברות. לכן דיאלוג בין החברות חשוב מאוד<sup>52</sup>.

באזור התעשייה גלדסטון שבקווינסלנד, אוסטרליה, הדבר הושג, בין השאר, בעזרת גוף הנהגה משותף של האזור, וכן הודות למודעות קהילתית. לקהילה השפעה חשובה על התעשייה באזור, והיא יכולה גם ליצור חסמים חברתיים (בגלל התנגדות לפיתוח תעשייתי), וגם לעודד פיתוח בר קיימא<sup>53</sup>.

התוכנית הלאומית הראשונה בעולם ליישום סימביוזה תעשייתית<sup>54</sup> היא National Industrial Symbiosis Programme (NISP) בבריטניה<sup>55</sup>. התוכנית מכילה שישה תהליכים<sup>56</sup>:

1. בניית רשת סימביוזה תעשייתית על ידי גיוס עסקים חדשים והגעה למגוון רחב של משאבים, ענפים, עסקים בגדלים שונים, ומיקומם;
2. קיום סדנאות מרוכזות כדי לסייע בהעברת מידע בין עסקים מענפים שונים ומגוונים;
3. מיפוי הפסולת של כל חברה כנגד צרכיה של חברה אחרת;
4. שימוש במערכת הניהול SYNERGie – כלי אינטרנטי לניהול נתונים ומידע – כדי לאפשר זיהוי הזדמנויות לרווחים ולהפחתת עלויות דרך ניהול משאבים אפקטיבי;
5. סיוע ביצירת סינרגיה, שהמשתתפים ממלאים בה תפקיד מפתח;
6. הפקת פלטי דוח"ות לסינרגיות שהושגו, למטרת אימות חיצוני.

NISP זכתה להצלחה גדולה בהובלה לקראת כלכלה בת קיימא מופחתת פחמן, באמצעות שגשוג של סימביוזה תעשייתית על ידי יצירת גוף מתווך. באנגליה לבדה, בין השנים 2005 ל-2013, הועברו 47 מיליון טון פסולת תעשייתית לשימוש חוזר, מחזור או השבה, במקום שיועברו לאתרי הטמנה, 1.8 מיליון טונות של פסולת תעשייתית מסוכנת הועברו לשימוש חוזר, 60 מיליון טון חומרי גלם בתוליים ו-73 מיליון מטרים מעוקבים של מי תעשייה נחסכו. מיליארד ליש"ט נחסכו ונוצרו 10,000 מקומות עבודה.

---

<sup>52</sup> Johnsen, I. H., Berlina, A., Lindberg, G., Teräs, J., Smed Olsen, L., & Mikkola, N. (2015). The potential of industrial symbiosis as a key driver of green growth in Nordic regions.

<sup>53</sup> Golev, A., Corder, G. D., & Giurco, D. P. (2015). Barriers to industrial symbiosis: Insights from the use of a maturity grid. *Journal of Industrial Ecology*, 19(1), 141-153.

<sup>54</sup> Tao, Y., Evans, S., Wen, Z. & Ma, M. (2019). The influence of policy on industrial symbiosis from the Firm's perspective: A Framework. *Journal of Cleaner Production*, 213, 1172-1187.

<sup>55</sup> תוכנית NISP הופעלה בישראל במסגרת "התוכנית הצפונית לסימביוזה תעשייתית", כחלק מפיילוט הסימביוזה התעשייתית של משרד הכלכלה.

<sup>56</sup> <https://www.international-synergies.com/projects/national-industrial-symbiosis-programme/>

## 1.6 סימביוזה תעשייתית בישראל

עם עליית המודעות לחשיבותה של הכלכלה המעגלית והצלחתה באירופה ובעולם, הושקה בישראל תוכנית הסימביוזה התעשייתית באפריל 2019. פרויקט הסימביוזה התעשייתית בישראל הוא יוזמה של מנהל תעשיות במשרד הכלכלה והתעשייה, בשיתוף מטה ישראל דיגיטלית במשרד לשוויון חברתי<sup>57</sup>.

מטרת הפרויקט היא צמצום ויעול הטיפול בפסולת וחיסכון כספי לעסקים ולארגונים. בשנת 2019, במסגרת תוכנית זו, חולקה מדינת ישראל לארבעה אזורים, והתקיים פיילוט, שנוהל בשיטת הסיוע החיצוני (בתיווך גוף שלישי), ומשרד הכלכלה השקיע בו ארבעה מיליון ש"ח. ארבעה מפעילים בארבעת האזורים סיפקו שירותי מיפוי פסולות ואיתור הזדמנויות להתייעלות, ללא עלות לתעשיינים. הסימביוזה התעשייתית מהווה נדבך מרכזי בתוכנית הכלכלה המעגלית בישראל. לתוכנית זו יוקצו עשרות מיליוני שקלים בשנים הבאות, אולם חשוב להכין את הקרקע ולהבין מה יעודד ויצעיד את הפרויקט הלאומי הזה לעבר המטרות המוצהרות ומה עלול לעכבו. כל אחד מארבעת המפעילים העמיד מערכת מידע מתקדמת שונה, שסייעה לייצר חיבורים בין יצרני פסולות לבין צרכנים פוטנציאליים. חלק מהמערכות הן גרסה מקומית של מערכת שפועלת בהצלחה בחו"ל, וחלק הן פיתוח ישראלי<sup>58</sup>.

כל לקוח שגויס עבר מיפוי מפורט של זרמי הפסולות שלו יחד עם צריכת חומרי הגלם, והנתונים הללו הוזנו למערכת המידע של המפעיל הרלוונטי. כבר בשלב מוקדם זה, ניתן היה לראות שהפרויקט מניב מידע בהיקף ובאיכות שלא היו קיימים ביחס לזרמי הפסולות של התעשייה בישראל. מתוך המידע שנאסף זוהו מספר רב של סימביוזות פוטנציאליות, הצפויות לחסוך הטמנה של פסולת ולייצר הכנסות חדשות למפעלים<sup>59</sup>.

**נתונים חלקיים של שנת הפיילוט**, המצויים בידינו היום מראים כי נחתמו מעל 50 עסקאות, וכ-23,500 טון של תוצרי לוואי ופסולת לשימוש כחומר גלם הועברו בין מפעלים. התועלת הכלכלית הישירה: 12 מיליון ש"ח, מספר עסקים שגויסו לפרויקט עומד על מעל 350, על 1700 זרמי פסולות, וקיימות מעל 250 עסקאות פוטנציאליות שטרם הבשילו<sup>60</sup>.

**לאור הצלחתה של התוכנית, נשאלת השאלה, אם כן, מדוע נדרשת התערבות ממשלתית, אם התועלות של "הפירות הנמוכים" (low hanging fruits) כה נגישים ורווחיים?**

**הצורך במחקר זה לזיהוי חסמים ליישום סימביוזה תעשייתית, עלה, שכן ניסיון העבר מראה כי ללא התערבות ממשלתית לא חלה בישראל התקדמות ממשית בתחום, ונראה שללא גורם מנהל ומתכלל, תוכניות אלה נועדו לכישלון.**

---

<sup>57</sup> יש לציין כי המשרד להגנת הסביבה לא השתתף תקציבית בפיילוט, אולם הוא התחייב למימון המשך הפרויקט

<sup>58</sup> [https://infospot.co.il/n/Industrial\\_waste\\_trading](https://infospot.co.il/n/Industrial_waste_trading)

<sup>59</sup> <https://www.gov.il/he/departments/news/industrial-symbiosis-pilot-update-june-2019> (זהו העדכון הממשלתי האחרון) (שנמצא בנדון)

<sup>60</sup> [https://infospot.co.il/n/Summary\\_of\\_industrial\\_symbiosis\\_pilot\\_year](https://infospot.co.il/n/Summary_of_industrial_symbiosis_pilot_year)

כפי שראינו בסקירת הספרות, רשימת החסמים ארוכה ומגוונת והיא נוגעת לנושאים רגולטוריים, כלכליים, חסמי ידע ועוד. מיפוי חסמים אלה בישראל הוא מטרת המחקר הנוכחי וסקירת הספרות היוותה את הבסיס לשאלון המחקר.



## 2 תיאור המחקר

### 2.1 שאלת המחקר

מהם החסמים והגורמים שיכולים לעכב או לקדם יישום סימביוזה תעשייתית בישראל?

### 2.2 מטרת המחקר

מטרת המחקר היא זיהוי חסמים רגולטוריים עיקריים המשפיעים על יישום כלכלה מעגלית, תוך התמקדות במקרה הבוחן – סימביוזה תעשייתית בתעשייה בישראל.

### 2.3 שיטת המחקר

המחקר הוא מחקר כמותי, המתבסס על שאלונים שנגזרו מהספרות (חלק מהשאלות מתוקף, היות והם נגזרו ממחקרים אחרים וחלק הותאמו לצרכי מחקר זה), ועל ראיונות עם בעלי תפקיד במשרדי ממשלה (משרד הכלכלה והמשרד להגנת הסביבה) זוהי שיטה המתאימה ללימוד תופעה מורכבת, עכשווית, שעדיין אין עליה תיאוריות רבות, שכן המחקר בתחום הסימביוזה התעשייתית נמצא בחיתוליו.

במחקר בדקנו האם וכיצד גורמים מהתעשייה - בעלי תפקידים שונים מעסקים גדולים, בינוניים וקטנים וממוסדות ציבוריים (כגון, בתי סוהר, חברות תשתית ציבוריות וממשלתיות), מדרגים את החסמים הרגולטוריים, הכלכליים, ואת הדרכים לפתיחת אותם חסמים ולקידום התהליך באמצעות כלי מדיניות שונים. בנוסף, על בסיס הראיונות שהוזכרו לעיל, ניסינו לקבל גם מבט-על על החסמים השונים ליישום סימביוזה תעשייתית בישראל.

#### 2.3.1 שאלון המחקר

השאלון התבסס בחלקו הגדול על מחקר שהתקיים בקרב מפעלים וקובעי מדיניות בחמש מדינות (אוסטרליה, דנמרק, הולנד, אנגליה וסין)<sup>61</sup>. המפעלים שהשתתפו במחקר הנ"ל עסקו בסימביוזה תעשייתית זמן רב (מעל עשר שנים), והיו מעורבים באלפי סימביוזות וחילופי משאבים. ההמלצות שלהם, שלפיהן פעלנו, כוללות פנייה למרואיינים הקשורים לתעשייה (מקבלי החלטות, הנהלה וסגל העובדים), וכן מרואיינים הקשורים בהתוויית מדיניות (קובעי מדיניות, יועצי מדיניות וחוקרי מדיניות).

שאלון המחקר הנוכחי (ראונספח 1) הופץ למאות גורמים על ידי התאחדות התעשיינים, המועצה לבנייה ירוקה, קבוצות מקצועיות בפייסבוק, לינקדאין, פניה ישירה מאגפי רישוי עסקים במשרד להגנת סביבה לרכזים

---

<sup>61</sup> Tao, Y., Evans, S., Wen, Z. & Ma, M. (2019). The influence of policy on industrial symbiosis from the Firm's perspective: A Framework. *Journal of Cleaner Production*, 213, 1172-1187.

בתעשיות ועוד, באמצעות פלטפורמת LimeSurvey, על-גבי שרת ייעודי שברשותו של מוסד שמואל נאמן, לבעלי תפקידים שונים בארגונים המייצרים פסולת.

בשאלון המחקר שלושה פרקים:

1. פרטים כלליים על המפעל, התפקיד של ממלא/ת השאלון, ומידע כללי על כלכלה מעגלית וסימביוזה תעשייתית;
2. דירוג המשיבים את השפעתם של חסמים וזרזים לקידום סימביוזה תעשייתית בישראל, לרבות היבטים רגולטורים, כלכליים, היבטים פנים-מפעליים והיבטים שונים נוספים;
3. דירוג המשיבים את השפעתם של כלי מדיניות על יישום סימביוזה תעשייתית בישראל.

### 2.3.2 ראיונות עם בעלי תפקיד במשרד הכלכלה ובמשרד להגנת הסביבה

במהלך חודש מרץ 2020 התקיימו ראיונות טלפוניים עם בעלי התפקיד שלהלן:

- מר מיכאל שצ'ופק, מנהל תחום ייצור מתקדם והתייעלות במשאבים, מנהל תעשיות, משרד הכלכלה. ריכז את שלב הפיילוט של פרויקט הסימביוזה התעשייתית.
- גב' ירושלם ברוך, מנהלת תחום סביבה בתעשייה, מנהל תעשיות, משרד הכלכלה.
- גב' יעל אורן, ראש תחום פסולת מסוכנת, המשרד להגנת הסביבה.
- גב' ירדן שני רוקמן, ראש תחום מחזור, אגף טיפול בפסולת, המשרד להגנת הסביבה.

הראיונות התבססו על השאלון שנשלח לתעשייה, וכללו מענה על השאלות ושיחה פתוחה על הנושאים שהועלו, במטרה למפות חסמים עיקריים, כפי שבעלי התפקידים במשרד הכלכלה ובמשרד להגנת הסביבה תופסים אותם. הראיונות סוכמו ונשלחו לאישור המשתתפים.

חשוב לציין כי המשרד להגנת הסביבה הינו הרגולטור בכל הקשור בטיפול בפסולת. בהקשר של חסמי רגולציה, משרד הכלכלה הוא המתווך, שתפקידו לסייע בקידום המשק הישראלי לנתיב של חדשנות וצמיחה, ופועל גם לקידום פיתוח בר קיימא באמצעות תמריצים כלכליים.

ניתוח תוצאות השאלונים ופירוט תשובות המרואיינים מוצגים להלן בפרק התוצאות.

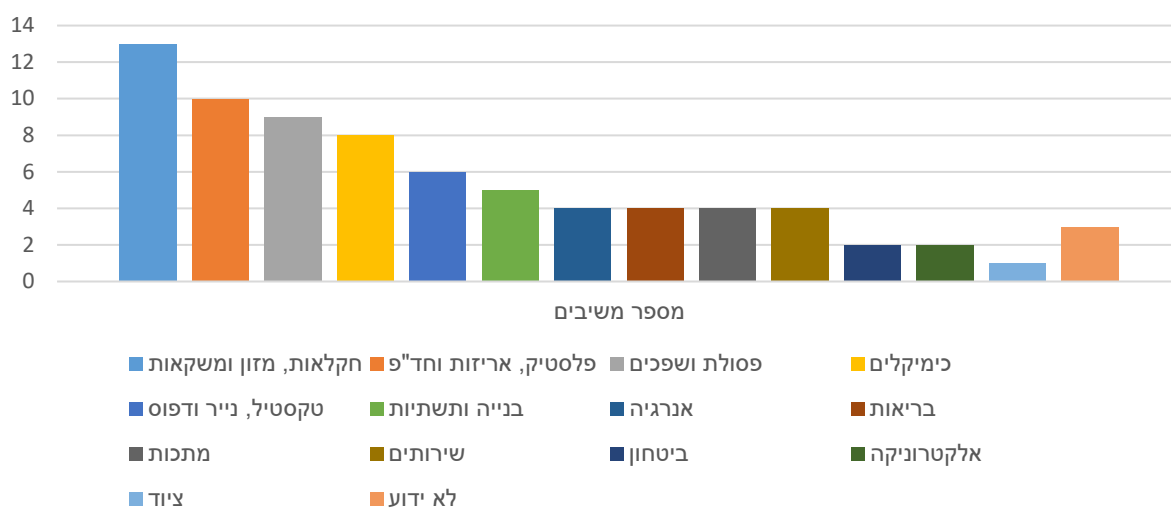
### 3 תוצאות

#### 3.1 ניתוח השאלונים

מתוך מאות שאלונים שהופצו, 75 משיבים ענו על כל שאלות החובה בסקר. המשיבים הם בעלי המפעלים או נושאי תפקידים שונים במפעלים או בבתי עסק מסקטורים שונים במשק. תוצאות שאלונים אלו מוצגות להלן.

##### 3.1.1 מאפייני המשיבים

תחומי הייצור של המשיבים כללו מגוון סקטורים רחב ומשיבים מתחום החקלאות, מזון ומשקאות, תעשיית הפלסטיק, אריזות וכלים חד-פעמיים, טיפול בפסולת ושפכים ועוד. התפלגות מלאה של הסקטורים מוצגת באיור 2 להלן.

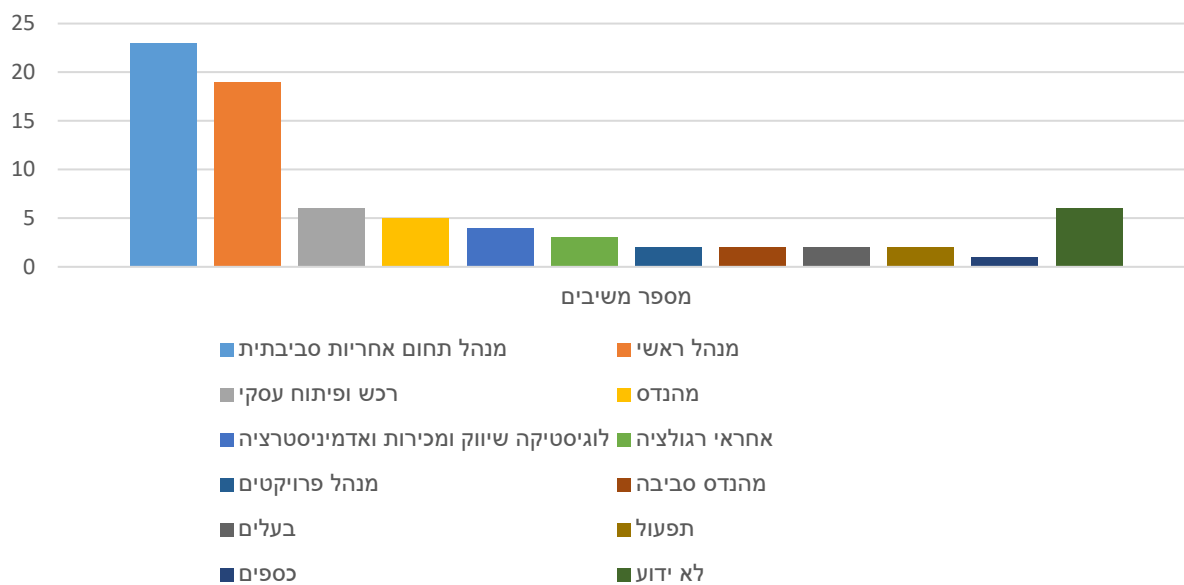


איור 2: התפלגות תחומי הייצור של המשיבים

51% מהמשיבים היו מעסקים גדולים (מעל 100 עובדים ומעל 100 מיליון ש"ח מחזור כספי שנתי), 17% מעסקים בינוניים (עד 100 עובדים ועד 100 מיליון ש"ח מחזור כספי שנתי), 13% מעסקים קטנים (עד 50 עובדים ועד 25 מיליון ש"ח מחזור כספי שנתי) ו-19% מעסקים זעירים (עד 5 עובדים ועד 10 מיליון ש"ח מחזור כספי שנתי).

51% מהמשיבים הם בעלי העסקים. 51% הצהירו כי העסק בו הם עובדים עוסק ביצוא, 45% הצהירו כי העסק אינו עוסק ביצוא ו-4% לא השיבו.

איור 3 מציג את מגוון התפקידים שהמשיבים ממלאים בבתי העסק שנסקרו. אין אפיון מגדרי בשאלון.



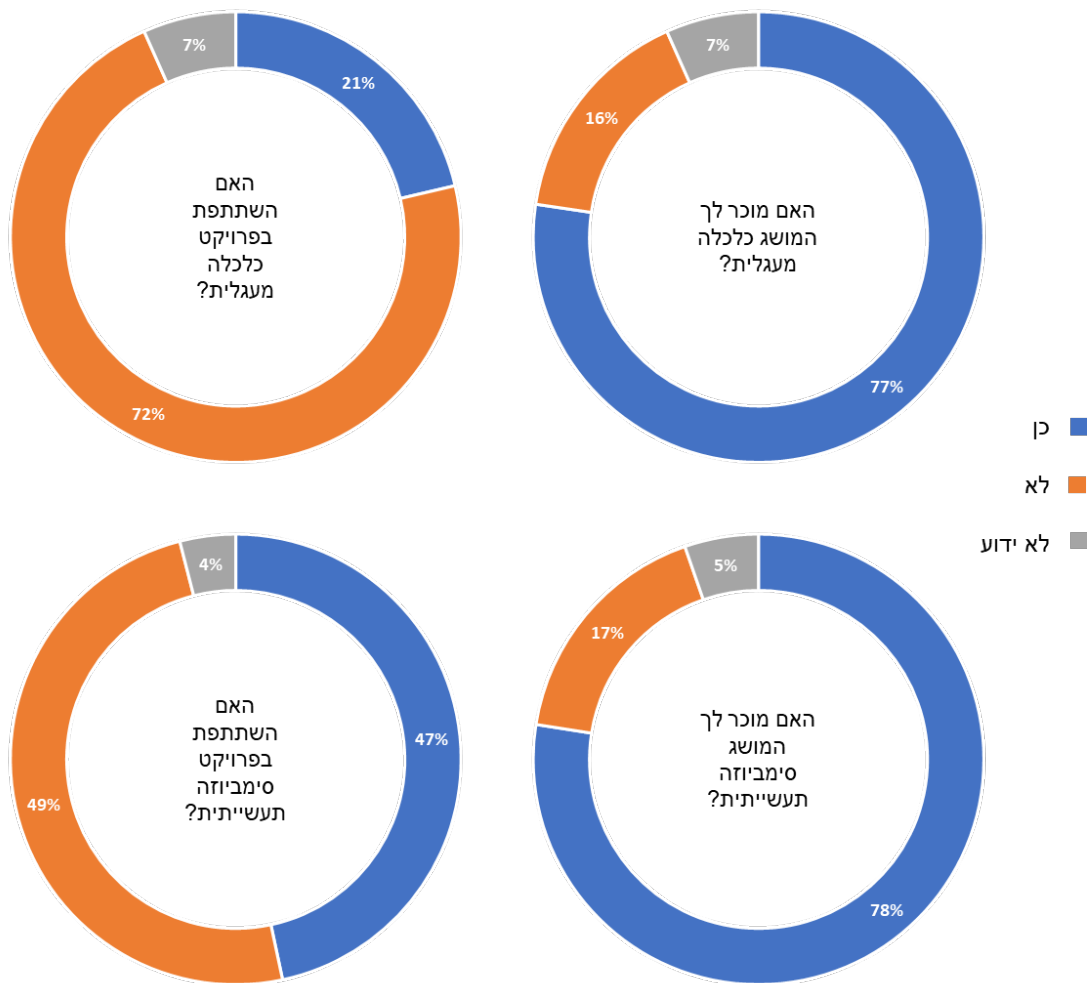
איור 3: התפלגות תפקידי המשיבים

### 3.1.2 היכרות עם התחום

המשיבים נשאלו לגבי היכרותם עם מושגים בתחום, כמו גם על השתתפותם בפרויקטים של סימביוזה תעשייתית ומאפייניה של השתתפות זו.

רובם המכריע של המשיבים הכירו את המושגים "כלכלה מעגלית" ו"סימביוזה תעשייתית" (77% ו-78%, בהתאמה), לעומת 40% בלבד שהכירו את הדיקטיבה האירופית, המגדירה את המושג "End of Waste" ("סוף פסולת"). עם זאת, שיעורי ההשתתפות בפרויקטים בתחום היו נמוכים יותר – 21% בלבד הצהירו כי השתתפו בפרויקט של כלכלה מעגלית, לעומת 47% שהשתתפו בפרויקט של סימביוזה תעשייתית. לגבי פרויקטים של כלכלה מעגלית, הזכירו המשיבים פרויקטים שונים במסגרת תהליכי סימביוזה תעשייתית, פעילות של איגוד התעשיינים בחיפה, כמו גם יוזמות פנימיות מקומיות של עסקים.

איור 4 מתאר את התפלגות תשובות המשיבים לגבי היכרות והשתתפות בפרויקטים.



איור 4: היכרות עם מושגי יסוד והשתתפות בפרויקטים

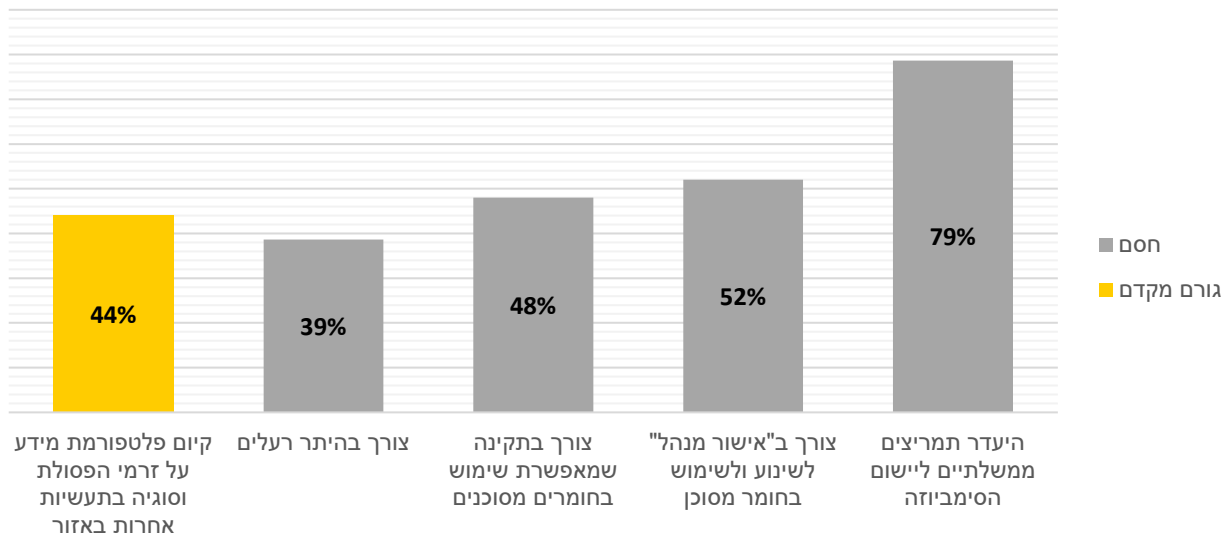
משיבים שדיווחו שהשתתפו בפרויקט סימביוזה תעשייתית התבקשו לציין איזו פסולת סיפקו או קיבלו. בין הפסולות שדווחו נכללו: פלסטיק, חול סיליקה, בוצת סיד, אריזות, עץ, קלקר, קרטון, סודיום אלומינט, מיכלי אחסון, נורות פלורוסנט, שקים, ופסולת אלקטרונית. 53% מהמשיבים דיווחו כי נעשה במפעל שימוש פנימי בפסולת המיוצרת במפעל עצמו, לעומת 43% שדיווחו שלא נעשה שימוש כזה. לגבי פסולת שהתקבלה או נקנתה ממקור חיצוני, רק 33% דיווחו שפעילות כזאת מתבצעת במפעלם, לעומת 63% שדיווחו שלא מתקיימת פעילות כזאת. המשיבים שבמפעלם נעשה שימוש בפסולת ממקור חיצוני דיווחו כי פסולת זאת כללה: פלסטיק, חול, זכוכית, צמיגים, אגרגטים, אספלט, נייר, קרטון ואריזות, פסולת חפירה ובטון, ממיסים אורגניים, חומצה זרחתית, גזם, בוצת שפכים עירוניים, מחסניות דיו, שאריות מתעשיית הבשר, פסולת אלקטרונית, פרש בעלי חיים ופסולת ממפעלי מזון.

### 3.1.3 חסמים וגורמים מקדמים ליישום סימביוזה תעשייתית בישראל

בשאלון הוצגו מספר נושאים תחת החלוקה להיבטים רגולטוריים, כלכליים, פנים-מפעליים ונוספים, והמשיבים התבקשו לציין לגבי כל נושא, האם הוא מהווה לדעתם חסם או גורם מקדם ליישום סימביוזה תעשייתית, או שאינו משפיע/אינו רלוונטי לתחום לדעתם.

#### 3.1.3.1 היבטים רגולטוריים

איור 5 מציג את ההיבטים הרגולטוריים השונים ואת התפלגות התשובות לגורמים מעכבי יישום (באפור) ולגורמים מקדמי יישום (בצהוב), עם אחוז התמיכה בהיבטים השונים מתוך סך המשיבים.



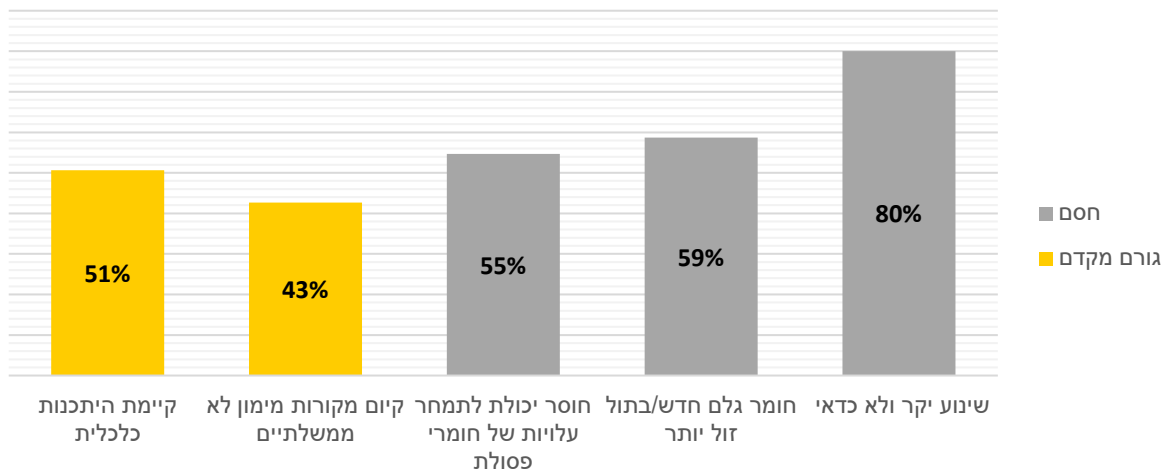
איור 5: היבטים רגולטוריים המעכבים או מקדמים יישום סימביוזה

ניתן להבחין כי ישנה הסכמה גורפת על כך שהיעדר תמריצים ממשלתיים מהווה חסם מהותי ליישום תהליכי סימביוזה תעשייתית – 79% מהמשיבים דירגו זאת כחסם. כמו כן, כמחצית מהמשיבים חשבו שהתקינה והאישורים הנדרשים לשימוש בחומרים מסוכנים מהווים חסם ליישום. הנושא של פלטפורמת מידע על זרמי הפסולת וסוגיה בתעשיות אחרות באזור דורג כגורם המקדם ביותר באספקט הרגולטורי (44% מהמשיבים סברו כך).

### 3.1.3.2 היבטים כלכליים

נושא השינוע עלה כחסם דומיננטי (80% מהמשיבים דירגו אותו כחסם), ולכן ניתן להסיק שלמרחק הגאוגרפי בין מפעלים חשיבות רבה, שכן שינוע פסולת הוא יקר ומשפיע על הכדאיות<sup>62</sup>, בנוסף, מחיר נמוך יחסית של חומר גלם חדש, וחוסר יכולת לתמחר עלויות של חומרי פסולת, מהווים חסמים משמעותיים (59%-ו-55% מהמשיבים סברו כך, בהתאמה). בהתאם לכך, כדאיות כלכלית תהווה גורם מקדם. 51% מהמשיבים סברו שקיומה של היתכנות כלכלית תורם ליישום סימביוזה תעשייתית. 43% סברו שקיומם של מקורות מימון לא ממשלתיים חשוב גם הוא לקידום הנושא.

איור 6 מציג היבטים כלכליים שונים ואת התפלגות התשובות לגורמים מעכבי או מקדמי יישום (באפור וצהוב, בהתאמה).



איור 6: היבטים כלכליים המעכבים או מקדמים יישום סימביוזה

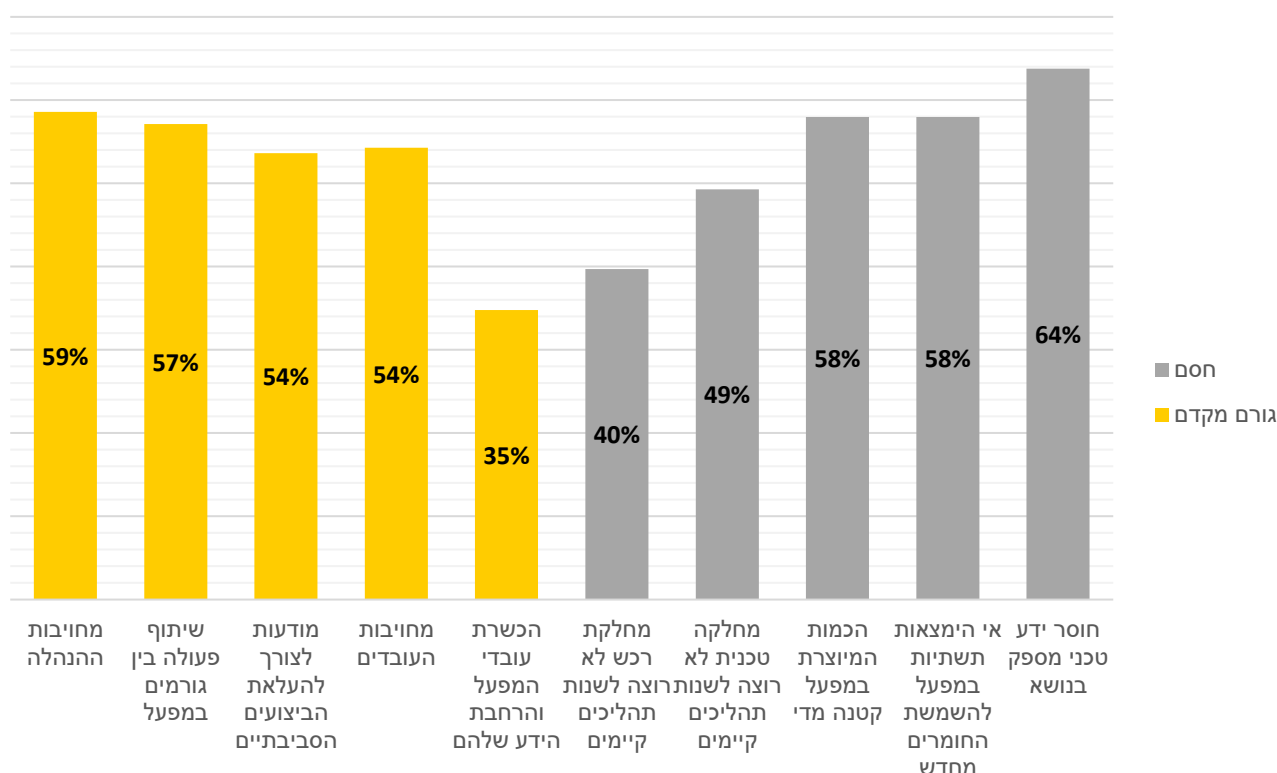
### 3.1.3.3 היבטים פנים-מפעליים

בין הגורמים הפנים מפעליים שנמצאו כחסמים ראשיים ליישום סימביוזה ניתן למנות מחסור בידע טכני מספק בנושא, מחסור בתשתיות להשמשת הפסולות וכמויות ייצור קטנות מידי (64%, 58%-ו-58% בהתאמה).

<sup>62</sup> בהקשר זה נציין ששלב הפיילוט בישראל היווה למעשה שלב של בחינה בין ארבע מתודולוגיות ופלטפורמות דיגיטליות שונות, שהופעלו בארבעת האזורים השונים. בתום שלב זה נבחנו והושוו הביצועים מיישום כל אחת מהמתודולוגיות. אזורי הפריפריה מאופיינים במרחקים גדולים בין המפעלים, כאשר הצפון לדוגמה מאופיין במספר גבוה יחסית של אזורי תעשייה קטנים.

בין הגורמים שנמצאו כמקדמים יישום סימביוזה ניתן למנות את מחויבות ההנהלה, שיתוף פעולה בין גורמים שונים במפעל, מחויבות העובדים, ומודעות לצורך להעלאת הביצועים הסביבתיים של המפעל (59%, 57%, 54% ו-54%).

איור 7 מציג היבטים פנים-מפעליים שונים ואת התפלגות תשובות המשיבים – באפור גורמים מעכבי יישום ובצהוב גורמים מקדמי יישום.



איור 7: היבטים פנים-מפעליים המעכבים או מקדמים יישום סימביוזה תעשייתית

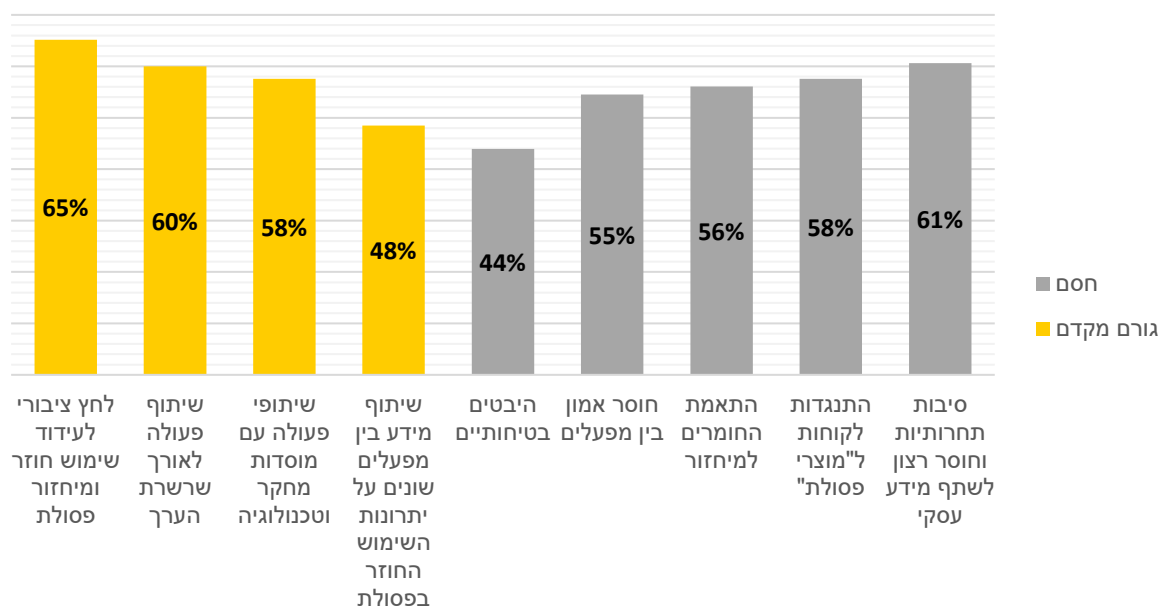
### 3.1.3.4 היבטים נוספים

הגורם הנוסף המרכזי, שמרבית המשיבים סברו שיש בכוחו לקדם יישום סימביוזה תעשייתית, הוא לחץ ציבורי לעידוד שימוש חוזר ומחזור פסולת (65% מהמשיבים דרגו זאת כגורם מקדם). מהנתונים עולה גם כי שיתופי פעולה לאורך שרשרת הערך, שיתופי פעולה עם מוסדות מחקר וטכנולוגיה, ושיתוף מידע בין מפעלים שונים על יתרונות השימוש החוזר בפסולת יכולים לתרום לקידום התחום (60%, 58% ו-48% מהמשיבים סברו כך, בהתאמה).



מנגד, תחרותיות וחוסר נכונות לשתף מידע עסקי מהווים חסם ליישום סימביזה תעשייתית (עם 61% מהמדרגים). נושאים נוספים שדורגו על ידי המשיבים כחסמים הינם התנגדות לקוחות ל"מוצרי פסולת", התאמת החומרים למחזור, וחוסר אמון בין מפעלים (58%, 56% ו-55% בהתאמה).

איור 8 מציג היבטים נוספים שנמצאו כגורמים מעכבי או מקדמי יישום (באפור וצהוב, בהתאמה), ואת התפלגות התשובות כאחוז מתוך סך כל המשיבים.



איור 8: היבטים נוספים שנמצאו כמעכבים או מקדמים ליישום סימביזה

כאשר נשאלו המשיבים על נושאים נוספים העשויים לעכב או לקדם את התחום, ניתן דגש על ההיבטים הכלכליים והרגולטוריים. כדאיות כלכלית היא המפתח לפתרון כל החסמים, ומחירו הזול של חומר בתולי או חומר ממוחזר מחו"ל מהווה חסם משמעותי. מצד שני, נטען גם כי הרגולטור עצמו עלול ליצור חסמים לקידום הפעילות באמצעות רגולציה (סביבתית ובריאותית) מחמירה, בירוקרטיה מכבידה, או בשל אי הכרות מספקת עם הצרכים בסקטורים ובמפעלים השונים, וקושי בקבלת פתרונות חדשניים. נטען גם שכל הרגולטורים, לרבות האגפים השונים בתוך המשרד להגנת הסביבה עצמו, רואים בעיקר את הנושאים שתחת אחריותם, וחסרה ראייה הוליסטית, המתכללת את ההיבטים השונים לכדי השגת תוצאה רצויה בהיבט המשקי והסביבתי. עם זאת, היו גם שסברו שעל אף שהרגולציה נראית לעיתים כחסם, עם הזמן התעשייה יודעת להתאים את עצמה, וזה גורם למעשה לפיתוח השוק.

עניין נוסף שעלה היה שלב הביניים; הפיכת הפסולת למשאב עבור הגורם המקבל דורשת שלב נוסף של עיבוד, שלא המעביר ולא המקבל רוצים לעשות או לשאת בעלויותיו. ברמת המפעל, נדרשים כלים נוספים, כגון מו"פ<sup>63</sup>, חיוב ועידוד שימוש בחומרים ממוחזרים והעלאת המודעות, כדי לקדם את התחום ולשפר את הביצועים והתועלות.

בתשובה לשאלה מה יכול לגרום להתנגדות של לקוחות, עלו הנושאים הבאים: שמרנות, תפיסות שגויות וחוסר מידע, המעלים חששות ורתיעה לגבי איכות המוצר, לגבי ניקיונו והריח שלו, או לגבי השלכות בריאותיות שיכולות להיות לשימוש בו. ישנם גם חששות לגבי סדירות האספקה, אחידות החומר, התאמה למיכון קיים, ועלויות בכלל ומחירי שינוע בפרט. בנוסף, חסרה תקינה, או שקיימות אי התאמות ברגולציה לאישור שימוש בפסולות.

#### 3.1.4 כלי מדיניות

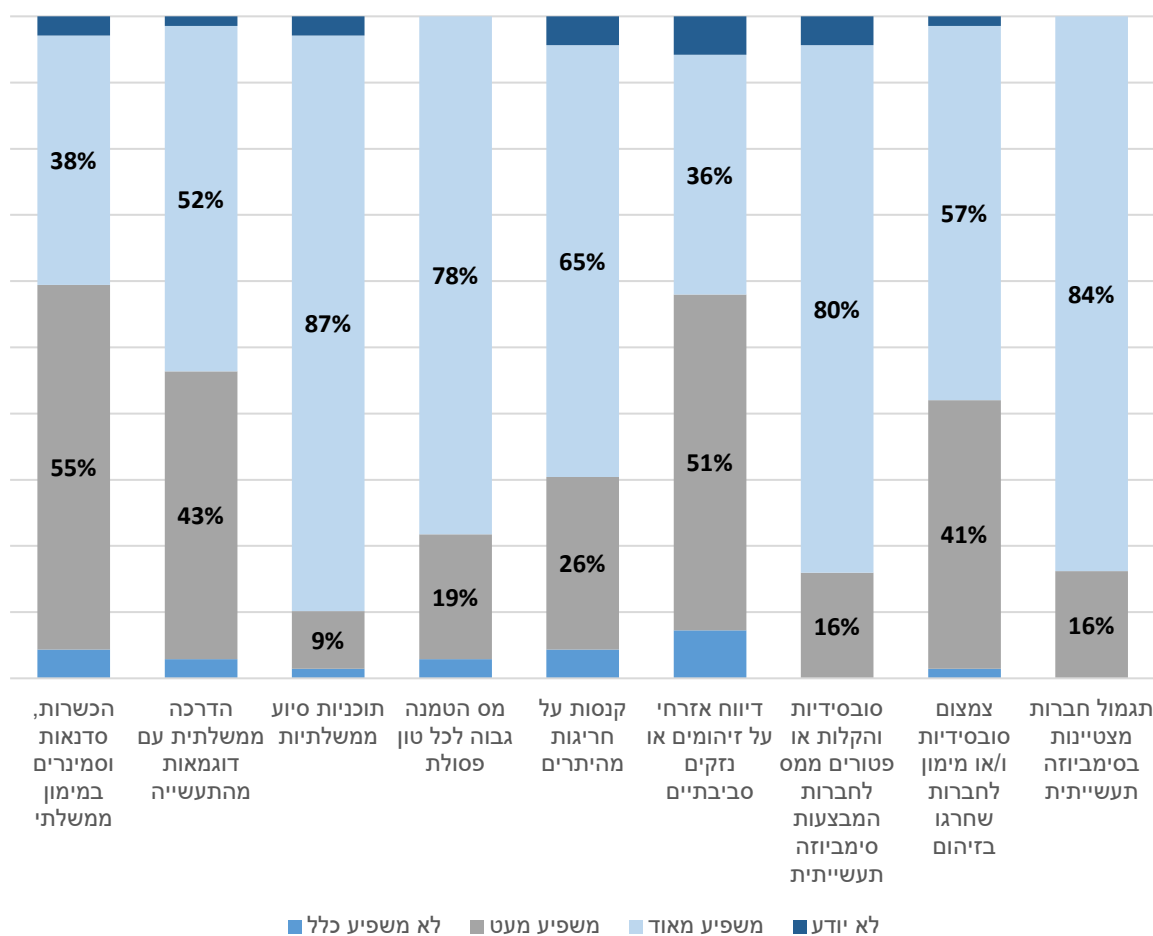
היבט נוסף שעליו נשאלו המשיבים הוא כלי המדיניות היכולים, לדעתם, לקדם ולשפר יישום של סימביוזה תעשייתית. מהתוצאות עולה כי לכל הכלים שהוצגו ישנה השפעה כלשהי, מעטה או רבה, על קידום סימביוזה תעשייתית. לפחות 87% מהמשיבים דירגו כך לגבי כל הכלים. הכלים שלגביהם צוין כי להם השפעה רבה כלל גיבוש תוכניות סיוע ממשלתיות (87% סברו שיש לכך השפעה רבה, ועוד 9% סברו שיש לכך השפעה מועטה), תגמול חברות מצטיינות ביישום הסימביוזה (84% דירגו זאת כבעל השפעה רבה, ועוד 16% דירגו זאת כבעל השפעה מועטה), או מתן סובסידיות, הקלות או פטורים ממס לחברות המבצעות סימביוזה (80% דירגו זאת כבעל השפעה רבה ועוד 16% דירגו זאת כבעל השפעה מועטה). מנגד, יותר ממחצית המשיבים חשבו שלהכשרות, סדנאות וסמינרים במימון ממשלתי, ולדין אזרחי על זיהומים או נזקים סביבתיים יש השפעה מועטה על קידום סימביוזה תעשייתית (55%-ו-51% מהמשיבים ציינו כך, בהתאמה), בעוד שרק מעט יותר משליש מהמשיבים סברו שיש לאמצעים אלו השפעה רבה (38%-ו-36% מהמשיבים ציינו כך, בהתאמה).

כלי מדיניות נוספים שהעלו המשיבים לצורך קידום הנושא כוללים: ביסוס תקינה מתאימה לתהליכים אלו תוך הימנעות מרגולציה ובירוקרטיה מיותרות, שילוב הפעילות של חברות ממשלתיות ומשרדי ממשלה וגופים מרכזיים אחרים בפרויקטים של סימביוזה תעשייתית, מימון הקמת מתקני תעשייה לטיפול בפסולת, תמיכה במו"פ לצורך פיתוח טכנולוגיות מחזור חדשות, ובתוך כך הקצאת שטחים ייעודיים ומסובסדים והקצאת תשתיות אנרגיה למפעלים אלו, הגברת מודעות וקיום שולחנות עגולים של הרגולטורים והתעשייה לצורך הסרת חסמים, בניית בסיס מידע ארצי שממפה את המפעלים והפסולות, תמרוץ לניהול נושא הפסולת ברמה של אזורי תעשייה ולא בכל מפעל באופן עצמאי, וכן מיסוי על יבוא מוצרים וחומרי גלם.

---

<sup>63</sup> יישום הסימביוזה התעשייתית בישראל לא כלל שילוב גופי מחקר, גופי מחקר לא הוכרו כלקוחות, ידע לא הוכר כמשאב, ולא היה תגמול נוסף על סינרגיות איכותיות. פיילוט של שנה לא אפשר תהליכי פיתוח ומחקר, הנמשכים בדרך כלל תקופה ארוכה יחסית. נדרש מחקר רטרופקטיבי על שנת הפיילוט והסקת מסקנות אובייקטיבית על מנת להפיק לקחים להמשך.

איור 9 מציג את דירוג המשיבים לכלים השונים לפי מידת השפעתם - לא משפיעים כלל (בכחול), משפיעים מעט (באפור) או משפיעים מאוד (בתכלת), כחול כהה מציין את אחוז המשיבים שלא ידעו לענות על השאלה.



איור 9: מידת ההשפעה של כלי מדיניות שונים על קידום יישום סימביוזה תעשייתית

### 3.2 ניתוח ראיונות עם בעלי תפקיד במשרדים ממשלתיים

ארבעה ראיונות התקיימו, כאמור, במהלך חודש מרץ 2019 (פירוט המראיינים בסעיף 2.3.2 לעיל), במטרה למפות את החסמים ליישום סימביוזה תעשייתית כפי שהם נתפסים על ידי מקבלי החלטות במשרד להגנת הסביבה (הרגולטור) ובמשרד הכלכלה (המתווך והמסייע בקידום הפרויקט). הפרק להלן מסכם את התובנות שנאספו מבעלי תפקידים אלה.

#### 3.2.1 חסמי רגולציה ומדיניות

- התהליך הביורוקרטי מסורבל וארוך. חברות ממשלתיות (בעיקר חברות תשתית) וגופים עסקיים נדרשים לקבל אישור ממשלתי ממספר רגולטורים (כמו: המשרד להגנת הסביבה, משרד החקלאות, משרד

- הבריאות), על מנת לקדם מיזמים עסקיים במסגרת הסימביוזה התעשייתית. הימשכות התהליכים הביורוקרטים ומורכבות הרגולציה עלולות להביא לאובדן הזדמנויות עסקיות ולהפחתת יוזמות חדשנות.
- **טיפול בפסולת אריזות – חוק האריזות**<sup>64</sup> **ותאגיד תמיר**<sup>65</sup>: במקרים מסוימים הרגולציה מונעת את הסימביוזה (בגלל המחויבות לעבוד עם תאגיד תמיר ויעדי המחזור, בהם התאגיד נדרש לעמוד על פי חוק). גם אם לקוח פוטנציאלי מעוניין לנצל אריזות משומשות, המחויבות לתמיר עוצרת את העסקה. מסיבה זו שיתופי הפעולה יכולים להתמקד בנושאים שוליים בלבד, כגון משטחי עץ או חביות (בעניין זה ראו בהמשך סעיף בנושא חסמי ידע). כך, חוק האריזות במתכונתו הנוכחית יוצר ניגוד אינטרסים מובנה בין פרויקט הסימביוזה התעשייתית לבין תאגיד תמיר.
  - היצרנים והיבואנים מחויבים ל"מחזור מוכר", כהגדרתו בחוק האריזות. כלומר, המחזור חייב להתבצע במפעל מחזור. ההגדרה בחוק אינה בהלימה עם עקרונות הכלכלה המעגלית, וכך נוצר מצב שגם אם נמצא פתרון לסוג פסולת שאין לה חלופות מחזור או השבה במסגרת תמיר, לא ניתן להעביר את הפסולת ללקוח שיש לו שימוש בה, מכיוון שהוא אינו מפעל מחזור מוכר. מצב זה יוצר מצב שבו יצרנים ויבואנים בשוק האריזות חוששים לשתף פעולה עם הפרויקט מחשש שהם עוברים על החוק. בנוסף, על אף שהפסולת אינה מוטמנת, לא ניתן לדווח עליה במסגרת העמידה ביעדי המחזור.
  - **רישוי עסקים**: הרגולציה על מסחר בפסולות (ובעיקר פסולת מסוכנת, פסולת אריזות ופסולת אלקטרונית) הופכת את יישום הסימביוזה עבור פסולות אלה לבעייתית. כדי לעסוק במחזור, עסקים נדרשים לרישוי עסק למחזור. ישנם מפעלים היכולים לתת מענה למגוון רחב של סוגי פסולת, וחלקם נתקלים בחסמים מול רישוי עסקים. זהו חסם פתיר והבעיות אינן מהותיות לרוב, אלא שנוצר עיכוב בגלל בעיות התנהלות וביורוקרטיה, ועקב רגולציה קיימת על מעבר פסולות. לדוגמה, העברת אריזה שאינה חלק מייצור הליבה של המפעל, כמות שהיא, לשימוש חוזר - אפשרית, אך גריסה, שתאפשר שימוש, דורשת רישיון עסק למחזור.
  - **אין אחידות בהמשגה הממשלתית של המונח "מחזור"**. משרד הכלכלה מגדיר את המונח כ"עיבוד פסולת לחומרי גלם משניים (מוצרי ביניים מעובדים) או מוצרים סופיים", כלומר, הדגש הוא על תהליך עיבוד (Processing), בעוד המשרד להגנת הסביבה מגדיר מחזור כ"תהליך עיבוד או השבה של חומרים או מוצרים לשימוש חוזר לאותה מטרה אשר לה יועדו בראשונה, או כחומרי גלם". כלומר, הדגש הוא על טיפול (Treatment). כך נוצר מצב שבו מתקני מיון והפרדה, או עסקים לשימוש חוזר, שקיבלו גושפנקה מהמשרד להגנת הסביבה כ"מפעלי מחזור" לצורך עמידה ביעדי מחזור, אינם מוכרים ככאלו במשרד הכלכלה, שבו הדגש הוא על פעילות ייצור, מה שיוצר בלבול בקרב העוסקים בתחום הטיפול בפסולת בדבר הזכאות שלם לתמריצים ממשלתיים שונים כגון: השקעות הון, הקצאות קרקע ועוד. בנוסף, השוני בהמשגה

<sup>64</sup> [https://www.gov.il/he/departments/legalInfo/packaging\\_waste\\_law\\_2011](https://www.gov.il/he/departments/legalInfo/packaging_waste_law_2011)

<sup>65</sup> <http://www.tmir.org.il/>

יוצר גם בלבול תפיסתי בציבור, בין העוסקים באיסוף, פינוי ומיון הפסולת, לבין יצרני מוצרים לצרכן סופי או לתעשיית המשך, והאחרונים סובלים מהקשיים והחסמים של הראשונים כגון: תופעת NIMBY<sup>66</sup>. סוגיה דומה קיימת גם בנושא של מפעלי השבת אנרגיה.

- **קיים פער בחוק האריזות בהגדרת "שימוש חוזר"**, המצריך תיקון חקיקה. בחוק האריזות הנוכחי השימוש החוזר יורד מהמכנה ומהמונה, כלומר לא נספר ביעדים של תמיר. הבעיה היא שבמקרים רבים קשה לכמת שימוש חוזר, למשל אריזות שירות כמו משטחי עץ – בכ-80% נעשה שימוש חוזר, ו-20% הופכים לפסולת. לפי חוק האריזות נספרים אחוזי המחזור על ה-20% בלבד, מה שפוגע במוטיבציה של המפעלים לעסוק בשימוש חוזר.
- במקרים נקודתיים **היתר פליטה לאוויר או היתר שפכים** עלול להוות חסם.
- אין בישראל עדיין הגדרות של מהו "סוף פסולת" או תוצרי לוואי (by products). הבחינה של הרגולטורים מתי "פסולת" אינה פסולת, או מתי היא מפסיקה להיות פסולת, נבדקת בכל מקרה לגופו. הרגולטורים נרתמים לסייע במסגרת פרויקט הסימביוזה התעשייתית בכלים הרגולטורים המסורתיים, אולם התהליך הנוכחי אינו מייצר ודאות רגולטורית.
- **העדר יישום רגולציה בחברות ממשלתיות**. חברות ממשלתיות מחויבות להשתמש בחומרי בנייה ממוחזרים<sup>67</sup>, אולם בתחום הבנייה והתשתיות, למשל, קיים קושי לייצר חיבורים עם קבלנים של חברות תשתית, וחלקם אף טוענים, שלא בצדק, שהמכרזים אינם מאפשרים זאת. ניכר, כי יש העדפה לשימוש בחומר גלם בתולי.
- תעשיות ועסקים רבים משליכים פסולת לאיסוף העירוני. ומכיוון שהרשות המקומית (או קבלן מטעמה) מפנה את הפסולת ועלות הפינוי היא גלובאלית, חסר תמריץ להתייעלות בתחום.

### 3.2.2 חסמי ידע / מידע

- קיימת אי בהירות רבה ומידע חלקי בעולם הפסולת, הן בקרב יצרני הפסולת והן בקרב הרגולטורים המחוזיים. המידע, לרבות סוגי פסולת קיימים, אישורי מנהל רוחביים קיימים<sup>68</sup>, חלופות טיפול ועוד, אינו מסודר. הנגשת המידע הזה היא נושא בעל חשיבות מרכזית.
- יש חוסר בהירות לגבי הרגולציה העוסקת בפסולת, ולגבי מציאת תחליפים לחומרי גלם בתוליים, שקיפות ונגישות מידע (רשימת תיוג, אילו פסולות קיימות, אילו שימושים אפשר לעשות בכל סוג פסולת ומה נדרש רגולטורית).

<sup>66</sup> Not In My Back Yard (NIMBY) – תופעה המתארת התנגדות של תושבים לפעילות כלשהי רק מפני שהיא קרובה לביתם. בעברית תורגם ל-נמבי – "נגד מיקום בחצרי".

<sup>67</sup> הוראת תכ"ם, "העדפת שימוש בחומרי בנייה ממוחזרים", מס' 7.12.8

<sup>68</sup> [https://www.gov.il/he/departments/guides/hazardous\\_materials\\_waste](https://www.gov.il/he/departments/guides/hazardous_materials_waste)

- מפעלים אינם יודעים מה יש למפעלים אחרים להציע להם, אילו חומרי גלם נזרקים והיו יכולים לשמש אותם. באותה מידה, הם אינם יודעים מה הצרכים של מפעלים אחרים, שעליהם הם היו יכולים לענות.
- קיים חסם אמון בחומרי פסולת. קשה לשנות את התפיסה של חומר שהוגדר כפסולת, להתייחס אליו כחומר גלם, ולנהל סביבו יחסים עסקיים בין מפעלים. לכך יש להוסיף את ההיצע הדל של תקני איכות למוצרים מפסולת.
- **חוק האריזות:** קיימת אי הבנה וחוסר ידע של מפעלים, שרבים מהם אינם מודעים לכך שלפי חוק האריזות היזם יכול להיות מקושר לתמיר, או לחלופין לדווח לתמיר על פינוי פסולת האריזות לשימוש חוזר במפעל אחר, ולקבל על כך קרדיט. תאגיד תמיר צריך להיות מדווח על פסולת אריזות, אבל המפעל לא בהכרח חייב לקיים התקשרות מוקדמת עם תמיר. בשל כך, מפעלים רבים רואים, שלא בצדק, בחוק האריזות חסם מרכזי להעברת אריזות בין מפעלים.
- במטרה לצמצם את הנטל הרגולטורי, ולהקל על התעשייה בהעברת פסולת למתקני טיפול, פרסם המשרד להגנת הסביבה בשנים האחרונות באתר האינטרנט שלו כ-50 אישורי מנהל רוחביים. אישורים אלו מאפשרים העברת פסולת מסוגים שונים למפעלי טיפול שאינם האתר בנאות חובב, תוך פירוט סוג הפסולת ומגבלות הקליטה באתרים השונים. בין היתר פורסמו אישורים עבור פסולת אריזות, פסולת ממיסים אורגנים, נוזלים, בוצות ועוד. **קיימת בעיה של מודעות ולא כל אנשי התעשייה מודעים לאישורים אלו.**

### 3.2.3 חסמים כלכליים

מחירי חומרי הגלם הבתוליים נמצאים היום בשפל חסר תקדים, ומחירו של חומר גלם ממוחזר יקר יותר ואינו תחרותי. מחירי הפלסטיק, הנייר, הקרטון, המתכת והזכוכית, למשל, יורדים, ועלולים לרדת עוד יותר בעקבות משבר הקורונה.

כיוון שפינוי האריזות מתבצע על ידי קבלן מורשה של תמיר, עלויות השינוע העצמי המתווספות לעסקת הסימביוזה התעשייתית עלולות להפוך את העסקה ללא כדאית כלכלית. מקרים אלו מתחדדים כאשר מבוצעות עסקאות בין עסקים סמוכים גאוגרפית, ואחד הצדדים מעוניין לשנע בעצמו את מוצר הפסולת. כאשר מפעל נאלץ לספוג את עלויות השינוע הגבוהות ללא ביטחון בכדאיות הכלכלית, במיוחד בשלב הפיילוט, שבו בוחנים את ההתאמה של הרכב הפסולת לשימושים המבוקשים, תהיה פעמים רבות הימנעות מלקיחת הסיכון.

חשוב לציין, כי בניגוד לאירופה ולארה"ב, בישראל הביקוש למוצרים ממוחזרים נמוך. הצרכן הישראלי מעדיף מוצר זול על פני מוצר סביבתי. בהיעדר שוק לתוצרים ממוחזרים, התנודתיות במחירים הופכת בענפים רבים את החומר הבתולי לזול יותר מהחומר הממוחזר (לדוגמה פלסטיק, מתכת, צמיגים).

בנוסף עלה מהראיונות, כי חסרים תמרוץ כלכלי לשלבי הפיילוט ותמיכה בעלויות השינוע (כשעדיין לא ברורה הכדאיות הכלכלית של עסקת הסימביוזה).

### 3.2.4 חסמים פנים-מפעליים

טיפול בפסולת והשמשת פסולת מחדש הינם תחומים שאינם חלק מעיסוק הליבה של המפעל, המבוסס על ייצור, ולכן הם מקבלים עדיפות משנית.

במפעלים קטנים ובינוניים חסרה פניות ניהולית לטיפול בפסולת, וכך כמויות קטנות עוברות "מתחת לרדאר", ואילו למפעלים גדולים, שיש להם כמויות פסולת גדולות בעלות גבוהה, יש כבר בדרך כלל פתרונות לכמויות הפסולת המשמעותיות, ולכן לפרויקט הסימביוזה התעשייתית חשיבות פחות גבוהה עבורם. גם לאלה וגם לאלה חסרה פעמים רבות המוטיבציה לפעול בתחום, כאשר נדרשת אקטיביות עצמית והקדשת תשומות זמן מצד העסקים, ולכן אינם מממשים את הפוטנציאל הגלום בו. לפעמים חסר גם אמון בתהליך. מכל הסיבות האלו עולה כי נדרש תיווך דרך גוף שלישי (כפי שאכן נעשה בפרויקט הסימביוזה התעשייתית בישראל).

### 3.2.5 חסמים הקשורים בפסולת מסוכנת

פסולת מסוכנת שונה מהותית מפסולת רגילה, ולכן החסם העיקרי הוא קבלת האישור מהרגולטור (המשרד להגנת סביבה- רישוי עסקים לפסולת מסוכנת) להעברת הפסולת לכל יעד שאינו החברה לשירותי איכות הסביבה (נאות חובב). כל עסק שרוצה להעביר פסולת מסוכנת ליעד אחר, חייב באישור מנהל.

פסולת מסוכנת מועברת מיצרני הפסולת למתקני טיפול או לייצוא. ישנם מקרים של א-סימטריה בין מפעלי המחזור לבין סוחרים פסולות מבחינת הציות לרגולציה, ולכן נוצר מצב המקשה על מפעלי המחזור להציע מחירים תחרותיים, ובכך הם מאבדים את אספקת הפסולת לטובת ייצוא.

המגבלות בנושא קבלת אישור מנהל מתמקדות בכך שלעיתים אין די מידע וידע לגבי הפסולת הספציפית, דבר המחייב לימוד והבנה של איפיון ואיכות הפסולת ושל תהליכי הטיפול בה. בכל מקרה של הוצאת אישור מנהל חדש, דרושה חוות דעת מהמחוז. בנוסף, קיים מחסור בכוח אדם לטיפול בבקשות, והדבר עלול לעכב את התהליך.

סימביוזה תעשייתית היא מקרה חדשני, נקודתי וייחודי של שימוש בחומרי גלם שניוניים (שאינו טיפול או סילוק), ולכן אישורי המנהל הרוחביים לא תמיד נותנים מענה לעסקאות הסימביוזה. כל מקרה חייב להיבחן לגופו ולהילמד מקצועית כדי להתמודד איתו נכון, ואין די ניסיון בתחום זה בארץ.

בנוסף לכל אלו, יש רצון בתעשייה "ללכת על בטוח", וחוסר רצון להתעמק ולהתאמץ, גם במחיר של עלות גבוהה יותר. לדוגמה, מפעלים הקולטים פסולות ממפעלים השייכים לאותה קבוצה, יימנעו פעמים רבות מלקלוט פסולות דומות, או אפילו זהות, ממפעלים אחרים.

מפעל שיש לו היתר רעלים לקלוט חומצה מסוימת, יוכל לקלוט גם חומצה מסוג אחר, אבל מפעל שעד כה לא קלט פסולת מסוכנת, צריך להוסיף "עיסוק" בפסולת כזו ולקבל היתר רעלים לעיסוק זה, מה שעלול לעכב את התהליך, בין היתר בשל אי זמינות של כוח אדם לטיפול בבקשות. רבים מעדיפים לוותר על תהליך מורכב זה, ולא לקלוט פסולת המוגדרת כמסוכנת. כלומר, מפעל הרוצה להעביר את הפסולת שלו למפעל אחר, חייב לוודא שלמפעל הקולט יש היתר לקלוט את הפסולת הספציפית הזאת, וגם זה עלול להוות חסם רגולטורי כמתואר לעיל.

מובן שלפני אישור החזרת פסולת לשוק יש לוודא, על ידי אנליזות, שאין סיכון מוגבר לאדם או לסביבה, ורק בהתאם לכך ניתן לאשר. כל נושא דורש פתרון לגופו (לדוגמה, בנושא האריזות, ניתן להחזיר ליצרן האריזה, לספק או לקבל הנחיות לשטיפת האריזה במסגרת רישוי העסק שלו, ואז להעביר הלאה את האריזה הנקייה)<sup>69</sup>. למרות שהטיפול בפסולות מסוכנות הוא יקר, חברות רבות מקבלות עלויות אלה כגזירת גורל.

---

<sup>69</sup> <https://www.sviva.gov.il/subjectsEnv/Waste/beverage/Documents/containers%20law.pdf>



מתוך סקר הספרות ולימוד הנעשה בעולם, מניתוח השאלונים לאנשי התעשייה ומהראיונות שנערכו עם בעלי תפקיד במשרדי הממשלה, מפורטים להלן החסמים המרכזיים ליישום סימביוזה תעשייתית בישראל והדרכים המוצעות כדי לפתוח חסמים אלה.

### 4.1 שינוי רגולציה ומדיניות לקידום סימביוזה תעשייתית

החסמים הרבים שעלו במחקר מחדדים את החוסר הרגולטורי ואת הצרכים הרבים הקיימים על מנת לאפשר סימביוזה תעשייתית רחבה בישראל. סיכום הדברים להלן כולל מסקנות הנובעות מהספרות, מהשאלונים והראיונות עם אנשי הממשל. הנושאים להלן אינם כוללים תעדוף, אך סדר הדברים נע מכלי המדיניות הקשים הנדרשים כדי לקדם סימביוזה תעשייתית בישראל, אל הכלים הרכים יותר.

- **קידום חקיקת חוק פסולת** שיתכלל את כל ההגדרות ויאפשר גמישות, כדי שהגדרות אלה יאפשרו הסרת חסמים ולא יהוו חסמים. במצב הקיים היום, אם חומר הוגדר כפסולת, נוצרת חובה להיפטר ממנו ולשלוח להטמנה, גם אם יתברר שיש לפסולת זו ערך ויש גוף המעוניין בה. חוק זה חייב לכלול גם **הגדרות ברורות של EoW**<sup>70</sup> (סוף פסולת) ותוצרי לוואי (by products) בישראל, בדומה להגדרות האיחוד האירופי. על פי החקיקה בישראל היום, אין כל תעדוף לשימוש חוזר, ולכן יש לשנות את החקיקה כך שתכיר בשימוש חוזר כבעל חשיבות זהה למחזור, לכל הפחות. כן **דרושות הגבלות מדויקות ומחמירות לגבי סוגי פסולות המותרים להטמנה** – מבחינת איכות ולא רק מבחינת כמות, לרבות איסור הטמנת אריזות<sup>71</sup>, צמיגים ופסולת אלקטרונית, ואיסור הטמנה של פסולת לא ממוינת. יש לקבוע יעדים מחייבים לניהול פסולת ולמניעתה. חקיקה עתידית צריכה להתחשב בעקרונות של כלכלה מעגלית, בדגש על נושא של ייצור מעגלי. החקיקה בישראל בכלל, והחקיקה הסביבתית בפרט, חייבת להטמיע שיקולים כלכליים.
- **העלאת המודעות בתעשייה לאישורי מנהל לטיפול בפסולת מסוכנת**. כאמור, חלק מהפסולת המסוכנת יכול להיות מועבר לטיפול במפעלים שונים, בהתאם לאישור מנהל רוחבי שפרסם המשרד להגנת הסביבה, להעברת פסולת מסוימות לטיפול במפעלים מסוימים, לשם מחזור כחומר גלם או לשם השבה. בישראל, גם התעשייה, גם ארגוני הסביבה וגם הציבור, אינם מודעים לאישורים אלה, ולכן יש להעלות את המודעות במפעלים לתהליך מתן האישורים הרוחביים, ולהבטיח שהטיפול בפסולת עומד בתנאים שבהיתר הפליטה של המפעל. יש לזכור, כי עקב אי הוודאות התפעולית לגבי סוג הפסולת המסוכנת ולגבי הכמויות והריכוזים הנקלטים במפעל, מה גם שאלה עשויים להשתנות מידי יום - עלול להיווצר קושי באכיפה.

<sup>70</sup> גם לאחר חקיקת חוק EoW, בדומה לדירקטיבה האירופית יש צורך בתקינה עבור כל סוג פסולת. בספרד לדוגמה הותקנה ואושרה תקינה עבור 5 חומרים בלבד, בבריטניה 12.

<sup>71</sup> חוק האריזות אוסר באופן גורף על הטמנת אריזות חד פעמיות החל בינואר 2020.

- **דרושים תיקוני חקיקה**, על פי הצורך, **בחוק האריזות ובפעילות תאגיד תמיר**, תוך יצירת דיאלוג כדי לפתור מצבים שבהם הרגולציה מונעת סימביוזה.
- **קידום חדשנות**, לרבות בתעשיות שמרניות, כדוגמת תעשיית הבנייה והתשתיות, יאפשר פיתוח שימוש בחומרים ממוחזרים וקידום הסימביוזות. ראוי לציין כי רשות החדשנות מציעה תוכניות לתקצוב פיילוט של חדשנות ופיתוח בתחום איכות הסביבה<sup>72</sup>. כמו כן, מוצע להרחיב את נהל הפיילוט של המשרד להגנת הסביבה- "נהל הליך טיפול במתקן חלוץ (פיילוט) לטכניקת סביבה חדשנית הטעון רישוי סביבתי". ניתן להרחיב את הנהל ולאפשר פיילוט גם על הרכבי הפסולות במסגרת הסימביוזה התעשייתית, כדי לאפשר לתעשיינים לבדוק את כדאיות התהליך וההיתכנות הכלכלית שלו, ולהפחית את הסיכונים שלהם כתוצאה מהצורך לבצע השקעות, וזאת על מנת לעמוד בדרישות הסביבתיות עבור הפסולת שנרכשה. בנוסף לכל אלו, חשוב לזכור כי דווקא תהליכים ופירות שמושקע זמן בגידולם וב"פיצוחם", עשויים להניב את התועלת הגבוהה ביותר למשק לאורך זמן, למשל, בתעשיית הבנייה והתשתיות בה נדרשת בחינה של איכות החומרים וניסויים במעבדה ובשטח, אך ההיקף הכלכלי של תעשייה זו גבוה מאוד.
- **הגדלת חלקן של חברות ממשלתיות**<sup>73</sup> **בתהליכי הסימביוזה**. חברות כמו נתיבי ישראל, רכבת ישראל, חברת החשמל ועוד, הן חברות היכולות לעשות שימוש נרחב בפסולות. היום חובת השימוש בחומרים ממוחזרים אינה נכללת במרבית המכרזים, ואין בדיקה של יישום הוראת תכ"ם, "העדפת שימוש בחומרי בנייה ממוחזרים". המכרזים אכן מאפשרים שימוש בחומרים ממוחזרים, אך בפועל, כיוון שעלותם של בדיקות החומרים, והאישורים הכרוכים בהן, חלים על הקבלנים, פעמים רבות הם יעדיפו לחסוך את העלויות ואת הבירוקרטיה, ולוותר מראש על השימוש בחומרים ממוחזרים. מוצע לשקול תקנות שיאפשרו ויעודדו חברות ממשלתיות להשתמש בפסולות כחלק מהתהליכים שלהן. ברוח החלטת הממשלה 246 (2003), המחייבת חברות ממשלתיות באימוץ תוכניות לפיתוח בר קיימא<sup>74</sup>.
- **מומלץ להעלות את היטל ההטמנה בישראל**. היטל ההטמנה על פסולת לא מסוכנת בישראל נמוך משמעותית מהיטל המקביל באירופה. בעוד שבאירופה מחירי ההטמנה מגיעים לעשרות, ואף למעל 150, אירו לטון<sup>75</sup> העלות בישראל היא כרבע מכך,<sup>76</sup> ולכן אין לתעשיינים תמריץ לטפל בפסולת בצורה אחרת, מה שמוריד את הכדאיות הכלכלית של סימביוזה תעשייתית. במילים אחרות, חסרה הפנמה של העלויות החיצוניות של הפסולת, ואצל הרגולטור קיימת רתיעה מהעלאת היטל.
- **מומלץ לבצע בחינה מעמיקה בנושא הטלת היטל ההטמנה של פסולת מסוכנת**.

<sup>72</sup> <https://innovationisrael.org.il/growth/pilot/environment> ; <https://innovationisrael.org.il/mfg/rnd/preparatory>

<sup>73</sup> <https://mof.gov.il/GCA/CompaniesInformation>

<sup>74</sup> [https://www.gov.il/he/departments/policies/2003\\_may246](https://www.gov.il/he/departments/policies/2003_may246)

<sup>75</sup> <https://www.cewep.eu/wp-content/uploads/2017/12/Landfill-taxes-and-bans-overview.pdf>

<sup>76</sup> [https://www.gov.il/he/departments/guides/landfilling\\_in\\_israel?chapterIndex=5](https://www.gov.il/he/departments/guides/landfilling_in_israel?chapterIndex=5)

- **גישור הפער הרגולטורי** באמצעות סיוע למפעלים המשתתפים בפרויקט, על ידי אפיון הבעיה הרגולטורית, זיהוי בעלי העניין הרלוונטיים, קידום שיח בין כל בעלי עניין לשם הפחתת הנטל הרגולטורי והבירוקרטי, חילוץ תובנות רוחביות מהמקרים הפרטניים, וכן ליווי מפעלים בחסמים רגולטוריים, במיוחד בשלב הפיילוט. כיום, תנאי יישום הסימביוזה התעשייתית בישראל מתגמלים באופן שווה סימביוזות קלות להשגה וכאלה הדורשות ליווי והסרת חסמים, כך שבפועל מפעילי הפרויקט עלולים להעדיף לזנוח מפעלים ומקרים מורכבים הדורשים הסרת חסמים.
- **הגדלת כוח האדם המקצועי** במשרדים הרגולטוריים צפויה להעלות את המקצועיות, ולמנוע מצבים של החמרה מתוך חשש ומתוך חוסר ביטחון.
- יש ליצור מהלך משותף עם משרד הכלכלה, כדי ליצור איזון מחירים בין חומר גלם בתולי לבין חומר גלם ממוחזר, וליצור תמריץ לשימוש בחומרים ממוחזרים ומושבים.
- **יש להרחיב את התחומים הנכללים תחת הגדרת סימביוזה תעשייתית.** כאמור, סימביוזה תעשייתית כיום בישראל מתמקדת בטיפול בפסולת. סימביוזות בתחום האנרגיה (תוך הכרה במזעור פליטות), בתחום מים, שעות מכונה וכוח אדם יכולה להגדיל בצורה משמעותית של הפוטנציאל הגלום במנגנונים אלה.

#### 4.2 ידע ומידע לקידום סימביוזה תעשייתית

- **נחוצות הנגשה ושקיפות של המידע והרגולציה:** כאשר קיימת בהירות לגבי איזו רגולציה רלוונטית לאיזו פסולת ומיהו הגורם המטפל, הסיכוי ליישום טיפול מקיים בפסולת ולמימוש סימביוזה תעשייתית גדל.
- **הקמת פלטפורמה מקוונת** עם כל המידע הרלוונטי, הכולל תיווך והנגשה של הפתרונות (כמו שנעשה בפרויקט הסימביוזה התעשייתית), הנחיות ברורות אם צריך או ניתן לקיים פיילוט או לא, אם יש צורך בהיתר רעלים או לא, כדי להנגיש מידע חיוני. ניתן לייצר רשימה מסודרת כדי שתעשיינים יוכלו לבדוק אם קיימת רגולציה ומהי, מי הגוף המטפל, מה הפתרונות האפשריים, מה תהליכי האישור והרישוי הנדרשים ועוד.
- **פלטפורמה ניהולית מתווכת בתוך המערכת** תאפשר ניהול מקצועי וקידום יעיל יותר של סינרגיות. לגוף המתווך ישנו יתרון של ידע על סימביוזות אחרות שהצליחו בארץ ובעולם, על צרכיהם של מפעלים אחרים, והיכרות עם גופי מחקר. כל אלה מקלים על קידום פתרונות סימביוזה בצורה יעילה יותר. הפלטפורמה יכולה לעודד קשר בין עסקים ספציפיים שיכולים להיעזר זה בזה באופן קבוע, תוך שאיפה לתשומות ניהוליות קטנות תמורת התוצאה.

#### 4.3 הכשרות לקידום סימביוזה תעשייתית

- מומלץ לקיים הכשרות, **סדנאות וסמינרים** במימון ממשלתי בתחום הסימביוזה התעשייתית, שיכללו בניית תוכנית אסטרטגית לאזורי תעשייה, וגם, על פי הצורך, מחוץ לגבולות אזור התעשייה. חשוב להכשיר את כל בעלי התפקידים בתעשייה שיש להם נגיעה בתחום, ולתת להם כלים מעשיים כדי לפעול להפחתת

כמויות הפסולת המיוצרות באזורם או במפעל שלהם, או מועברות ממנו להטמנה. ידע והבנה של כדאיות הנושא יקדמו השקעת משאבים בתחום.

- **עידוד עסקים להצטרפות לפרויקט המופעל על ידי מתווך**, על פני עידוד פעילות עצמאית הדורשת זמן או משאבים. כלומר, עסק קטן או בינוני לא צריך הכשרה לפעילות עצמה, אלא עידוד להצטרפות לגוף המתווך שיעשה את העבודה עבורו.
- מומלץ להקים "האבים" (HUBS) - מעבדות לסימביוזה תעשייתית, המשלבים גופי מחקר ותקציבי מחקר, מעבדות ומעצבים, המסייעים הן בתכנון המוצרים והן במציאת פתרונות למקרים המורכבים המחייבים פיתוח ומחקר, כצעד משלים לפרויקט הסימביוזה בישראל, המציב יעדים כמותיים בלבד ואינו מתמרץ מחקר, פיתוח וחדשנות.

#### 4.4 צעדים בתחום הכלכלי לקידום סימביוזה תעשייתית

- הקצאת מימון (החל בליווי תהליכי הסימביוזה על מנת להעלות את הסיכוי לחיבורים וסימביוזות, וכלה במימון הקמת מתקנים ויישום טכנולוגיות לניצול הפסולת).
- סיוע להתייעלות בתוך המפעל, ובחינה מחודשת של תהליך הייצור, לא רק בהיבט של שימוש בחומרי גלם אלא גם בהיבט של אנרגיה, מים, כוח אדם וקיבולת.

#### לסיכום,

עבודה זו מציגה מגוון חסמים ליישום סימביוזה תעשייתית בישראל. ריבוי החסמים, כפי שעלה מהשאלונים ומהראיונות עם אנשי הממשל, מצביע על פערים גדולים בין הרצוי ובין המצוי בכל הקשור לקידום סימביוזה תעשייתית בישראל, כחלק מיישום כלכלה מעגלית במשק הישראלי. משבר הקורונה יכול, וצריך, לשמש זרז לחשיבה מחודשת בתחום, להקצאת משאבים נכונה וממוקדת יותר, שתתמוך בעסקים קטנים ובינוניים שנפגעו בצורה קשה בעקבות המשבר, ובאותה הזדמנות תאפשר לא רק טיפול טוב יותר בפסולת הנוצרת, אלא גם שיפור כלכלי.

## נספח 1 – שאלון למפעלים

### שאלון למפעלים: חסמים וגורמים מעודדים לסימביוזה תעשייתית

שלום רב,

מטרתו של שאלון זה היא הבנת החסמים ליישום סימביוזה תעשייתית בישראל (ראו הסבר על סימביוזה תעשייתית בהמשך), וזאת במסגרת מחקר המתבצע על ידי מוסד שמואל נאמן בטכניון. מילוי השאלון הוא אנונימי. שאלות חובה מסומנות בכוכבית.

בתודה מראש

צוות המחקר: פרופ' אופירה אילון, ורד איל-סלדינגר בשיתוף- חגית שניר-זלינגר.

לפרטים ניתן לפנות לורד: 052-5868687 [veredee@gmail.com](mailto:veredee@gmail.com)

### פרטי העסק

- תחום הייצור
- גודל העסק (נא להקיף בעיגול):
  - זעיר (עד 5 עובדים ועד 10 מיליון ₪ מחזור כספי שנתי)
  - קטן (עד 50 עובדים ועד 25 מיליון ₪ מחזור כספי שנתי)
  - בינוני (עד 100 עובדים ועד 25 מיליון ₪ מחזור כספי שנתי)
  - גדול (מעל 100 עובדים ומעל 100 מיליון ₪ מחזור כספי שנתי)
- תפקידך במפעל
- האם המפעל שלך / המפעל שבו את/ה עובד/ת עוסק ביצוא? כן / לא

### היכרות עם מושגי יסוד ופעילות בתחום

- האם מוכרת לך הדירקטיבה האירופית שמגדירה את המושג End of Waste? כן / לא
- האם מוכר לך המושג כלכלה מעגלית? כן / לא
- האם השתתפת בפרויקט כלכלה מעגלית? כן / לא – אם כן, אנא פרטי
- האם מוכר לך המושג סימביוזה תעשייתית? כן / לא
- האם השתתפת בפרויקט סימביוזה תעשייתית? כן / לא
- במידה וסיפקת "פסולת" למפעל אחר או קיבלת "פסולת" לצורך שימוש במפעלך, אם ניתן, אנא פרטי מה היה המוצר

### הגדרת מושגי יסוד ופעילות בתחום

- כלכלה מעגלית הינה חלק מהתפיסה של "צמיחה ירוקה", שמשמעותה צמיחה ופיתוח כלכלי תוך שמירה על ניצול בר קיימא של משאבי הטבע המוגבלים

- סימביוזה תעשייתית היא יוזמה השואפת להשתמש ככל האפשר שוב ושוב במשאבים הקיימים, תוך הפיכת פסולות למשאבים וניצולם מחדש

- האם נעשה במפעל שימוש פנימי בפסולת המיוצרת במפעל? כן / לא
- האם נעשה במפעל שימוש בפסולת שהתקבלה או נקנתה ממפעל אחר? כן / לא – אם כן, אנא פרטי/ איזו פסולת

### חסמים וזרזים לקידום סימביוזה תעשייתית

האם, במצב הקיים היום, הנושאים הבאים מהווים לדעתך חסם או זרז לקידום סימביוזה תעשייתית?

#### היבטים רגולטוריים:

לא יודע / לא רלוונטי	גורם מקדם מאוד, הפותח שווקים חדשים	גורם מקדם	לא מקדם ולא חוסם	חסם	חסם מרכזי	
						חקיקה תומכת (למשל: חקיקה שמקילה על ההתקשרות בין מפעלים)
						צורך בתקינה שמאפשרת שימוש בחומרים מסוכנים
						צורך ב"אישור מנהל" לשינוע ולשימוש בחומר מסוכן
						צורך בהיתר רעלים
						קיום פלטפורמת מידע על זרמי הפסולת וסוגיה בתעשיות אחרות באזור
						היעדר תמריצים ממשלתיים ליישום הסימביוזה

### היבטים כלכליים:

לא יודע / לא רלוונטי	גורם מקדם מאוד, הפותח שווקים חדשים	גורם מקדם	לא מקדם ולא חוסם	חסם	חסם מרכזי	
						קיימת היתכנות כלכלית
						קיום מקורות מימון לא ממשלתיים
						חוסר יכולת לתמחר עלויות של חומרי פסולת
						חומר גלם חדש/בתול זול יותר
						שינוע יקר ולא כדאי (מרחקים גאוגרפיים בין מפעלים)

### היבטים פנים מפעליים:

לא יודע / לא רלוונטי	גורם מקדם מאוד, הפותח שווקים חדשים	גורם מקדם	לא מקדם ולא חוסם	חסם	חסם מרכזי	
						מחויבות ההנהלה
						מחויבות העובדים
						שיתוף פעולה בין גורמים שונים במפעל
						הכמות המיוצרת במפעל קטנה מדי
						הכמות המיוצרת במפעל גדולה מדי
						חוסר ידע טכני מספק בנושא
						הכשרת עובדי המפעל והרחבת הידע שלהם
						מחלקה טכנית לא רוצה לשנות תהליכים קיימים
						מחלקת רכש לא רוצה לשנות תהליכים קיימים
						חוסר ידע טכני מספק על הנושא

לא יודע / לא רלוונטי	גורם מקדם מאוד, הפותח שווקים חדשים	גורם מקדם	לא מקדם ולא חוסם	חסם	חסם מרכזי	
						מודעות לצורך להעלאת הביצועים הסביבתיים של המפעל
						אי הימצאות תשתיות במפעל להשמשת החומרים מחדש

### היבטים שונים נוספים:

לא יודע / לא רלוונטי	גורם מקדם מאוד, הפותח שווקים חדשים	גורם מקדם	לא מקדם ולא חוסם	חסם	חסם מרכזי	
						היבטים בטיחותיים
						התאמת החומרים למחזור
						לחץ ציבורי לעידוד שימוש חוזר ומחזור פסולת
						חוסר אמון בין מפעלים
						סיבות תחרותיות וחוסר רצון לשתף מידע עסקי
						שיתופי פעולה עם מוסדות מחקר וטכנולוגיה
						שיתוף פעולה לאורך שרשרת הערך
						התנגדות לקוחות ל"מוצרי פסולת"
						מנגנון שיתוף בין- מפעלי ביתרונות השימוש החוזר במוצרי פסולת

- האם יש גורם נוסף שמהווה חסם או זרז? אנא פרטי/י
- אנא פרטי/י מה יכול לגרום להתנגדות של לקוחות



## כלי מדיניות

עד כמה כלי המדיניות הבאים יוכלו, לדעתך, לקדם ולשפר יישום סימביוזה תעשייתית?

אין לי תשובה	משפיע מאוד	משפיע מעט	לא משפיע כלל	
				הכשרות, סדנאות, סמינרים במימון ממשלתי
				הדרכה ממשלתית על דוגמאות מהתעשייה
				תוכניות סיוע ממשלתיות
				מס הטמנה גבוה לכל טון פסולת
				קנסות על חריגות מהיתרים
				פיקוח המונים (דיווח אזרחי על זיהומים או נזקים סביבתיים)
				סובסידיות והקלות או פטורים ממס לחברות המבצעות סימביוזה תעשייתית בהיקפים מסוימים שיוגדרו
				צמצום סובסידיות ו/או מימון לחברות שחרגו בזיהום
				תגמול חברות מצטיינות בסימביוזה תעשייתית (למשל סובסידיות, הקלות במס)

- האם יש כלי מדיניות נוסף שיכול להוות חסם או זרז? אנא פרטי

**תודה לך על ההשתתפות!**

# אנרגיה וסביבה



מוסד שמואל נאמן  
למחקר מדיניות לאומית

טל. 04-8292329 | פקס. 04-8231889  
קרית הטכניון, חיפה 320003  
[www.neaman.org.il](http://www.neaman.org.il)