

סדרי עדיפות לאומית בתחום איכות הסביבה בישראל

מרכז הפרויקט - פרופ' יורם אבנימלך, הטכניון, מכון טכנולוגי לישראל.

מסמך עמדה
יוני 1999

פורום המשק והכלכלה למען איכות הסביבה בישראל



מוסד שמואל נאמן למחקר מתקדם במדע ובטכנולוגיה



מבוא

הצורך בהכנת מסמך הון בסדר העדיפויות וסדר הקדימויות הלאומי בנושאי סביבה הינו צורך חיוני. ללא הגדרה של סדרי עדיפות, מתפזרים הכוחות, מתפזרים המשאבים והמאמצים וקשה להגיע לפתרון הבעיות החיוניות לפנייהן אנו עומדים.

על מנת לענות על צורך זה נעשתה עבודה מאומצת על ידי למעלה מ- 100 מדענים ומומחים בתחום הסביבה. במהלך תקופה של שנה ויותר מכך, מרכזי התחומים השונים כתבו ניירות עמדה, נערכו סדנאות לדיון בחומר במסגרות שונות, עד לקבלת מסמך ממוקד ומוסכם, כשלכל אורך הדרך הודגש הפן המקצועי בעבודה.

אני מקווה כי המסמך המוגש כיום לשימוש הציבור יהווה מסגרת תורמת לדיונים, לקביעת כיווני עבודה וכנייר מנחה לגופים הממשלתיים והציבוריים השונים העוסקים בתחום. יחד עם זאת, אין לנו ספק כי המסמך המונח כאן אינו יכול לשמש כהתוויה מוחלטת לפעילות בנושאי הסביבה, כיוון שבהכרח, קיימים אילוצים שונים שלא הובאו כאן בחשבון וקיימות נסיבות משתנות.

לאור שיקולים אלו, הומלץ על ידי עורכי קובץ זה והגופים שביזמתם, בחסותם ובעזרתם בוצעה העבודה, לראות במסמך זה אך ורק חלק ראשון של פרויקט מתמשך. אנו מקווים כי מדי שנה-שנתיים תערך בדיקה חוזרת של המסמך, יעודכנו פרקים שונים, יתווספו פרקים אחרים וכמובן, ישקלו שוב ההמלצות לעדיפויות וקדימויות בתחום. מימוש תכנית זו יביא לעדכון ואימות מחדש של ההמלצות המובאות כאן. תהליך השיפור והעדכון של המסמך עשוי להביא ליצירת פורום מתמשך לליווי מקצועי, לא ממסדי, של התווית הפעולות החיוניות לשימור ושיפור הסביבה בישראל. אם זו תרומתנו, דיינו.

שלכם

יורם אבנימלך

מרכז הפרוייקט

דברים על מסמך העדיפות

”בשעה שברא הקב”ה את האדם נטלו והחזירו על כל אילני גן עדן ואמר לו :
ראה מעשי כמה נאים ומשובחין הן וכל מה שבראתי בשבילך בראתי,
תן דעתך שלא תקלקל ותחריב את עולמי שאם תקלקל אין מי שיתקן אחריך”
קהלת רבה, פרשה ז' כח

היום, 51 שנה ליסוד המדינה ו- 11 שנים מאז הקמתו של המשרד לאיכות הסביבה, אין למדינת ישראל תוכנית ברורה ומסודרת לסדרי עדיפות לאומית לנושאי איכות הסביבה בישראל. נושאי הביטחון והכלכלה שעמדו בראש מעיינם של כל ממשלות ישראל דחקו את הנושאים הסביבתיים לשוליים.

ההזנחה והאדישות, כמו כדור שלג מתגלגל, הגבירו את הבעיות ויצרו מצב מדאיג שבו בנושאים רבים כמו פסולת, שטחים פתוחים, זיהום אוויר, חופים, מים, קרקע, תחבורה ועוד, נוצרו בעיות חמורות, המחייבות מענה עכשווי ומידי לחלוקה אחרת של עוגת התקציבים הלאומית. יש צורך דחוף להקצאת משאבים כדי לתקן וליצב את המצב האומלל בכל הנושאים הסביבתיים שישראל מצויה בהן. הצורך הרב לעומת מיעוט התקציבים מחייב הערכות ותוכנית כוללת לסדרי עדיפות וקדימויות לטווח הקרוב ולטווח הרחוק יותר.

פורום המשק והכלכלה למען איכות הסביבה בישראל, בשיתופו של מוסד נאמן שליד הטכניון ובהנחייתו של פרופ' יורם אבנימלך, נטל על עצמו מימון ויישום מחקר מקיף, לגיבוש נייר עמדה לעדיפות הלאומית המתבקשת לטיפול בנושאי איכות הסביבה. התוצאה הינה המסמך המובא בחוברת זו אשר למעלה מ- 100 מדענים ומומחים בתחומם עמלו בהכנתו. הוא אינו מתימר להיות האורים והתומים שעל פיהם ישק דבר, אלא חומר מנחה ממנו ניתן לשאוב ולקחת. הוא נועד לשרת ולהנחות את קובעי המדיניות בבואם לקבוע את סדרי העדיפות. הוא נועד גם לשמש ספר פתוח לאנשים ממגזרי המשק והחברה להגברת הידע, המידע וההבנה לבעיות הסביבתיות ולפתרונות האפשריים בישראל, עם תום שנות האלפיים ותחילת האלף השלישית.

גברוש שמש

יו"ר הנהלת הפורום

צרוך תודות

מסמך העדיפות המוגש כאן לא יכול היה להגיע לבשלות (ואולי אף לא להתחלה) ללא עזרה ושותפות של אנשים, גופים ציבוריים וחברות שונות.

פרופ' יורם אבנימלך, חבר פורום המשק והכלכלה למען איכות הסביבה בישראל, הגה את הרעיון להכנת המסמך, נענה לאתגר בריכוז החומר המדעי, ניהל את הסדנאות וסיכומיהן וכן נרתם לגיוס המימון שנדרש למימון הפרוייקט.

ד"ר מירה גפני, חברת הנהלת פורום המשק והכלכלה למען איכות הסביבה בישראל, אשר ליוותה את הפרוייקט מתחילתו ועד סופו.

מוסד נאמן למחקר מתקדם במדע ובטכנולוגיה, ומנהלו פרופ' ארנן סגינר, אשר חברו לפרוייקט, נתנו את המסגרת המדעית לביצועו, וסייעו לכל אורך הדרך.

ניהול העבודה, על כל התיאומים, המכתבים ושמירת קשר עם כל העושים במלאכה נעשה על ידי טל גולדרט ורמה דיקשטיין-אילת, מהטכניון.

עריכת החומר הרב וההוצאה לאור של הקובץ בוצעו על ידי אופירה אילון ורמה דיקשטיין-אילת, מהטכניון.

תודה מיוחדת לכל המשתתפים בהכנת הפרקים השונים, בדיונים, בכתיבת חוות דעת אשר תרמו זמן רב והרבה ידע להכנת המסמך.

וכמובן ללא קמח אין תורה !

תמיכה כספית במימוש העבודה, ללא כל תנאים מוקדמים וללא כל התניה באשר לכיוון העבודה, ניתנה על ידי מספר גופים אשר בזכותם התאפשרה הכנת הפרוייקט והוצאתו בדפוס, ועל כך נתונה תודתנו הרבה.

אגד – אגודה שיתופית לתחבורה בישראל בע"מ

אגוד ערים דן לביוב

ברום – תרכובות ברום בע"מ

דן – אגודה שיתופית לתחבורה ציבורית בע"מ

המשרד לאיכות הסביבה

הקרן לפתוח וקדמה

חברת החשמל לישראל בע"מ

חיפה כימיקלים בע"מ

טבע תעשיות

מכתשים – מפעלים כימיים בע"מ

מקורות – חברת מים בע"מ

קק"ל - קרן קיימת לישראל

סדרי עדיפות בתחום הסביבה בישראל

תקציר מנהלים

הקדמה

איכות הסביבה בארץ מחייבת פעולה דחופה ודגשים רבים. אנו מצויים במצב בו האויר אותו אנו נושמים מזוהם בהרבה מקרים הרבה מעל התקן, תחלואה ותמותה, הנגרמים ע"י גורמי זיהום סביבתי, הינם כיום חזון נפרץ ומדובר באלפים רבים של מקרים. במספר איזורים בארץ נפוצות מחלות סביבתיות כבר אצל ילדי בתי הספר היסודיים. מים נקיים כמעט אינם קיימים, האשפה נערמת במזבלות אשר רק חלקן הקטן עומדות בתקנים בין לאומיים. קרקעות המדינה, האוצר המצומצם ביותר שלנו, נגזלות לשימושים שונים ללא תכנון, דבר שיגרום לחיסול השטחים הפתוחים והריאות הירוקות של המדינה. הערים מזוהמות, עמוסות רכב וגזים הנפלטים מכלי הרכב, וחופי הים נגזלים שלב אחרי שלב בידי יזמי הנדל"ן בשיתוף עם ראשי רשויות. תכנון סביבתי ומדיניות סביבתית נחרצת הינם צורך חיוני. אולם, מדיניות לאומית בתחום איכות הסביבה, חייבת להתבסס על קביעת סדרי עדיפות. בכל מקום, ובוודאי בישראל, בה לא ניתנו דגשים, משאבים ותכנון לתחום איכות הסביבה בעשרות השנים האחרונות, קיימים אלפי נושאים המחייבים פעולה. אולם היכולת לפעול מוגבלת ולא ניתן מיידית לפתור את כל הבעיות. ללא קביעת סדרי עדיפות וקדימות, יש חשש כי המשאבים המוגבלים יפוזרו, מבלי לתרום תרומה אפקטיבית, כי יוקצו משאבים רבים, לנושאים שוליים וכי הדבר יביא לזלזול וחוסר אמון מצד הציבור.

במהלך השנה האחרונה, עסקו למעלה מ 100 אנשי מקצוע, מומחים בתחומים השונים של איכות הסביבה, בדיונים לקביעת סדר עדיפות וקדימות לפעולות בתחום הסביבה בישראל. בכל תחום הוכנה עבודת רקע, שהועברה למומחים נוספים להערות והארות. בסיום שלב זה התקיימו סדנאות לדיון בהצעות והוצגו המלצות לפעולה בתחום המקצועי שנדון. בעבודה זו, מוגשים תקצירים של העבודות המקוריות, תקצירים שהוגשו לצוותים השונים. כן מוגשים סיכומי הדיון והמלצות הצוות הרחב לעדיפות בתחומים השונים. (בנספח לחוברת זו מוגשות עבודות הרקע כמות שהן, כפי שהוגשו ע"י מרכזי התחומים). אנו בטוחים כי החומר שגובש במהלך שנת עבודה זו, ישמש כבסיס להחלטות ולקביעת עמדות בתחום הסביבה, הן ע"י הגופים הממשלתיים, ע"י גופי ביצוע אחרים העוסקים בתחום הסביבה וע"י הגופים הציבוריים העוסקים בתחום זה. כמו כן אנו מעריכים, כי הפרסום המוגש כאן, יהיה לענין ולעיון בציבור הרחב וישמש כחומר עיון ולימוד בתחום.

עם כל החשיבות בהגשת החומר הנוכחי, אין כוונתנו להגיש נייר עמדה בעל תוקף נצחי. הדגש בעבודה היה קביעת סדרי עדיפות וסדר פעולות לטווח זמן קצר, בסדר גודל של חמש שנים. בכוונת עורכי העבודה והגופים שיזמו אותה, להמשיך בעבודה זו, כפעולה דינמית, לעידכון מתמיד של ההמלצות לסדר עדיפות וקדימות בתחום הסביבה בישראל. פרט לצורך בעדכון ההמלצות, יש בפעולה הדינמית לעדכון החומר, ערך משל עצמו. פעולה מתמדת של פרום מקצועי בלתי תלוי, תהווה מסגרת חשובה מאד לדיונים מקצועיים ולקביעת מסגרת מקצועית לפעולה מסודרת ותכליתית בתחום הסביבה בישראל.

בעתיד, תהיה בחינה לעדכון סדרי העדיפות והקדימות וכן תערך בדיקה למימוש ההמלצות וביצוען.

אנו מקווים, כי פירסום עבודה זו יהווה תרומה חשובה לקידום נושאי הסביבה בישראל, נושאים הדורשים הרבה מאד קידום, טיפוח ופעולה, לשם שמירה על הארץ שהופקדה בידנו, להגנת הסביבה וליצירת התנאים שיאפשרו לתושבי הארץ איכות חיים בתוך סביבתם האיכותית.

קביעת סדרי העדיפות והקדימות

היעדים הסביבתיים השונים אינם עומדים, כל אחד בנפרד לדיון מי מהם עדיף יותר ומי פחות. ראשית, מדובר ברצף של צעדים: גיבוש דעת קהל המתייחסת לצורך בשימור חופים הינו תנאי מוקדם לדרישה לחקיקת חוק מתאים וזה מהווה תנאי מוקדם לתכנון המהווה שלב לפני ישום המדיניות. כך שבמקרה זה, כדוגמה, עלינו לראות את היעד הרצוי, גם באם הוא אינו מייד ולקבוע סדרי קדימויות לשלבי הביניים. בנוסף, כאופייני למערכת שיקולים סביבתיים, הנושאים השונים קשורים זה בזה בצורה הדוקה. כך למשל מוביל הדיון בבעיות איכות האוויר לצורך בשינויים במערכת התחבורה, כשזו קשורה כמובן בסביבה העירונית ובשטחים הפתוחים. סדר עדיפות וקדימות רצוי הינו כזה בו קיים יעד ברור וחשוב, וגם באם השגת היעד הינה מורכבת, ארוכת טווח ויקרה, מתוכננים צעדים שיקדמו אותנו לקראת השגת היעד.

הקריטריונים לקביעת העדיפות והקדימות שהנחו אותנו היו כלהלן:

- 1. פעילויות הנדרשות כתנאי לביצוע מדיניות סביבתית נכונה.**
פעולות אשר מהוות תנאי לביצוע מדיניות סביבתית, גם באם אינן פותרות ישירות את הבעיות הסביבתיות הינן בעלות קדימות גבוהה, וזאת כדי להגיע אח"כ לאפשרות ביצוע המדיניות.
- 2. מניעת נזקים בלתי הפיכים.**
ברור כי חשוב לבצע פעולות למניעת נזקים שלא ניתן (או שקשה מאד) לתקנם מאוחר יותר. לגבי שיקול זה, יש לקחת בחשבון גם את הנזק הצפוי.
- 3. חומרת הנזק לחיי אדם ולסביבה.**
ליקויים סביבתיים המביאים לסיכוני בריאות וחיים הינם בעלי עדיפות גבוהה. כמו כן עולה סדר העדיפות למניעת ליקויים הגורמים לנזקים אקולוגיים חמורים.
- 4. שיקולי עלות : תועלת (כמותיים או איכותיים) לפעולה.**
צעדים אשר יביאו לשיפורים מהותיים בהשקעות נמוכות יחסית ובטווח זמן קצר יחסית הינם כאלו שנמליץ לבצעם.
- 5. אין מסמך זה מטפל בנושאים גלובליים לגביהם מחוייבת מדינת ישראל בהתאם להסכמים בין לאומיים, כמו השימוש בפריאון או נושא הקטנת פליטת גזי חממה. מילוי הסכמים אלו הינו צורך ברור של מדיניות סביבה, חוץ וכלכלה של המדינה.**

המלצות לסדר עדיפות וקדימות סביבתי, ישראל, תשנ"ט, 1999

ההמלצות לסדר עדיפות וקדימות בפעולה סביבתית במדינת ישראל הינן תמצית הצעות הצוותים המקצועיים, תוך דירוג בהתאם לקריטריונים שלעיל. יש להדגיש כי אין הכוונה לעסוק רק בנושאים מקבוצה אחת, אלא לבצע צעדים חיוניים בכל אחד מהתחומים הרשומים מטה, בהתאם לסדר העדיפות הפנימית בכל תחום. עיקרי ההמלצות לסדר עדיפות מוגשים כאן, פרטי ההמלצות, ההנמקות והרקע הסביבתי מוגשים במסמך המלא.

I. פעילויות הנדרשות כתנאי לביצוע מדיניות סביבתית נכונה.

א. 1. הגברת מודעות ציבורית. מודעות ציבורית, קביעת דפוסי התנהגות סביבתיים ופעילות גופים סביבתיים חיונית להשגת רוב היעדים הסביבתיים שהוצגו בעבודה זו. המדובר בהקמת לובי סביבתי עממי, המונע הרס נופים ושטחים פתוחים, ועדי שכונות, המטפלים בשיפור איכות הסביבה בשכונה, שינוי נוהגי שימוש ברכב, טיפול באשפה וכו'. אנו רואים את עידוד הקמת והפעלת גופים ציבוריים סביבתיים כיעד בעל עדיפות גבוהה ביותר, דבר המחייב הקדשת משאבים ומתן עזרה לגופים אלו.

א. 2. חינוך סביבתי. חינוך סביבתי נאות, נדרש בכל הרמות, מגן הילדים ועד לאוניברסיטאות. חינוך סביבתי יסייע בפיתוח מודעות סביבתית של הנוער והצעירים, כשם שהחינוך הסביבתי באוניברסיטאות יכשיר אנשי מקצוע, המודעים לבעיות הסביבה ולצורך להביא בחשבון את הנושא במהלך פעילותם המקצועית. על המשרד לאיכות הסביבה ומשרדי הממשלה האחרים, לתמוך בקידום החינוך הסביבתי ולעודד את המוסדות האקדמיים, להכליל את נושאי הסביבה במהלך תכניות הלימודים.

א. 3. הכללת העלות המלאה של מוצרים ושירותים. כלומר הכללת העלויות הסביבתיות (החיצוניות) במחיר המוצר, יביאו את המערכת לשיקולים רציונאליים. הכללת העלויות הסביבתיות במחיר המוצר, או השירות, תביא להתפתחות טבעית של חלופות הפותרות בעיות הסביבה. ללא הפנמת העלויות הסביבתיות אנו למעשה נותנים סובסידיה למי שמזהם את הסביבה ומעבירים לדור הבא את עלות הטיפול בתחלואי הסביבה. הממשלה תאמץ את עקרון "המזהם משלם".

א. 4. זכות הציבור לדעת. יש להקפיד על העקרון של זכות הציבור לדעת. הציבור זכאי לקבל כל מידע לגבי מזהמים סביבתיים ופעולות העשויות להשפיע על הסביבה. יש לעודד שיתוף הציבור בדיונים והחלטות בנושאים אלו.

פעולות מומלצות כתנאי לביצוע מדיניות סביבתית נכונה:

1. סיוע כספי לאיגודים סביבתיים ארציים ומקומיים.
2. הכנה ומימון תכניות לימוד בנושאי סביבה במערכת החינוך ובמוסדות להשכלה גבוהה.
3. רביזה של מחירי שירותים ציבוריים להכללת עלויות חיצוניות במחיר השירותים.
4. גבית עלות הנזקים הסביבתיים לקרן יעודית בגין מוצרים ושירותים המיוצרים בשוק הפרטי.

5. שינוי נוהלי הטיפול בתסקירי השפעה סביבתית, העברתם לידיעת הציבור, קיום שימועים פומביים כמקובל בארצות מתקדמות אחרות.

II. מניעת נזקים בלתי הפיכים למדינת ישראל.

סדרה של תחומים שנדונו בעבודה הנוכחית, קשורים כולם לתכנון הסביבה בה אנו חיים: תכנון הסביבה העירונית, הקצאת שטחים לשטחי מגורים, תעשייה ושטחים פתוחים, ממשק התחבורה העירונית והבין – עירונית, זיהום האויר, הרחובות, הנחלים ועוד. נראה הצורך בגישה כוללת לטיפול בתחום רחב זה.

אנו רואים צורך חיוני ודחוף להקפיד על כך שלא נהרוס את המרקם הסביבתי של המדינה. המשך של פיתוח מואץ ללא שיקולים סביבתיים בתכנון סביבת חיינו יביא, במדינה צפופה וקטנה כישאל, לתפישה בלתי הפיכה של שטחים, להרס שטחים פתוחים, לדרדור בלתי הפיך במרקם העירוני, לכבישים גדושי רכב ולאוויר רווי אדים אותו ננשום אנו והדורות הבאים.

אנו מדינה המוקמת להגשמת חזון דורות. באם לא נקיים מדינה בה יוכלו האזרחים לזהותה עם מולדת, עם מקום בו נעים לחיות, מקום בו נופי ההיסטוריה והמורשת ממשיכים להתקיים ומקום בו אפשר לנשום אויר נקי ולראות פרח מבלבל לא יוגשם חלום הדורות.

העקרונות המנחים פעילות בתחום זה הינם:

□ הקרקע מהווה גורם במחסור במדינת ישראל, גורם מגביל עוד יותר ממים. לא יתכן להשתמש בקרקע כבאמצעי זול בו תשתמש המדינה לפתרון בעיות כלכליות חולפות, כמתן קרקע זולה לבינוי לקבוצות לחץ, העברת שטחים חקלאיים לעיור כפיצוי לחקלאים, או מתת כל שהיא לכל פרט או קבוצה.

□ קיום ושמירה של שטחים פתוחים הינם ערובה לקיום האוכלוסיה העירונית. השטחים הפתוחים, ובמיוחד השטח החקלאי, קולטים בצורה סביבתית וכלכלית מוצרי פסולת שהעיור יוצר, כאשפה, קולחים ועוד. חיונית השמירה על המאזן בין השטח הפתוח והעיר.

□ הצדק החברתי וזכות האזרח למולדתו, מחייבים זכות לגישה ולשימוש בשטחים פתוחים לכל. ללא שימור השטח, תפגע זכות בסיסית זו.

□ שמירת הארץ, מחייבת שמירה על ערכי נוף וטבע והגנה מפני הרס ערכים אלו.

□ הסביבה העירונית הינה המשלים של השטח הפתוח- כבר כיום גרים רוב תושבי המדינה במטרופולין החוף. בעתיד יגדל המטרופולין ויגדל מספר התושבים המתגוררים בו. יש להגיע לעיר בה יהיה נעים לחיות, עיר שלא תגדל בצורה בלתי מבוקרת, שתנצל בצורה יעילה את שטחי הקרקע ושתחיה באיזון עם סביבתה.

□ מערכת התחבורה אמורה לספק אפשרות לכל אזרח להגיע בצורה נוחה ויעילה ליעדיו. אך אין חובה לאפשר לו להגיע לכל יעד ברכבו הפרטי.

□ מערכת התחבורה תפעל בצורה שתפחית למינימום נזקים סביבתיים.

□ פיתוח בלתי מתוכנן של מערכת התחבורה יגרום לנזקים בלתי הפיכים, כסלילת מערכת כבישים ובהם כבישי ענק שיביאו לפגיעה סביבתית, בהשפעה על פיזור הישובים ובהנצחה של ישובים שלא יאפשרו קיום תחבורה ציבורית הולמת.

הפעולות הנדרשות למניעת נזקים בלתי הפיכים למדינת ישראל הינן:

1. יש לחוקק חוק הקרקעות, שיגביל שינוי יעוד של קרקע, רק למקרים חריגים וגם זאת
רק לאחר בדיקה ובחינה קפדנית במסגרת סטטוטורית .
2. ניהול המקרקעין, יהיה בידי רשות אחת בלבד. אך ורק רשות זו, תוכל לאשר שינוי ביעוד קרקע.
3. המועצה הארצית לתכנון ובניה, תהיה האחראית למדיניות שימושי הקרקע של המדינה. יש למנות נציב קרקע שירכז הפעולה.
4. מנהל מקרקעי ישראל, יהיה הגוף המבצע ויהיה אחראי לניהול מלאי הקרקע, בהתאם למדיניות הממשלה. אסור שמנהל מקרקעי ישראל יתמרץ שינוי יעוד שטחים.
5. יש להכין בהקדם תמ"א לשטחים פתוחים.
6. הקפדה ואכיפה נאותים לאיסור בניה לאורך החופים.
7. תנאי להצלחה במאבק לשמירת שטחים פתוחים, הינו הגברת מודעות הציבור. יש צורך בפעילות הסברה מכוונת לאזרחים, הסברה שתבהיר לאזרחים כי כיוון השטחים הפתוחים בכבישים, חניות ומבנים יגזול מהם את הזכות הבסיסית לנופש, ליציאה לטבע ולנוף המולדת.
8. התכנון העירוני, יכוון לציפוף הבניה ולהתכנסות הישובים, במקום להתפתחות של שכונות מרוחקות, תוך בזבז קרקע והארכת נתיבי נסיעה. תמנע הקמת ישובים חדשים ושכונות חדשות בשולי ישובים קיימים. תופסק הפשרת קרקע חקלאית ושטחים פתוחים לבניה למגורים ולמסחר.
9. יש לפעול להקמת מערכת תחבורה ציבורית עירונית ובין עירונית זמינה לכל, שתאפשר גישה למרכזי הקניות, איזורי העבודה ואיזורי המגורים.
10. שיקום מרכז העיר הישן והפגוע, תוך הפיכתו למרכז חדיש עם צפיפויות מתאימות ומערכות מותאמות.
11. הנהגת חובת שיפוץ כל חזיתות הבנינים, הגג, החצר הגדרות והגינות.
12. עידוד הליכה ברגל ונסיעה באופניים תוך הבטחת נתיבים מתאימים. שמירת מערך המדרכות כנתיבים חופשיים להולכי רגל.
13. שפור רמת השרות של התחבורה הציבורית – תדירות, זמני נסיעה, זמינות, הקלת מעברים בין קווים, וכו'. הורדת תעריפים לעידוד השימוש בתחבורה הציבורית.
14. הקמת נתיבים בלעדיים לתחבורה ציבורית.
15. פיתוח מוגבר של מערכת הרכבות הארצית ושל רכבות פרבריות.

16. בניית חניונים של "חנה וסע" בכניסות לערים. העלאת מחירי חניה ותעריפי חניה המתייקרים עם התארכות משך החניה במרכזי הערים.
17. שימוש במיסוי לשיפור מערכת הרכב: הורדת מיסוי על רכישת רכב חדש והעלאת המיסוי על דלק. חידוש צי הרכב והקטנת הנסועה.
18. שפור תחזוקת רכב קיים ואכיפת תקני פליטה מרכב ע"י בדיקת הפליטות בעת המבחן השנתי ובדיקות אקראיות בכביש.
19. הסבת אוטובוסים וציי רכב לשמוש בגז ומנועים היברידיים ושמוש בממירים באוטובוסים.

III. פעולות למניעת זיהום סביבתי

ג. 1. פעולות למניעת זיהום ולמיחזור מים

איכות מי התהום הולכת ומדרדרת. מדיניות השימוש במאגרי מי התהום, גרמה כבר להמלחה של המים, תהליך שלא ניתן לתקן בטווח הבינוני. מצב זה יחייב להתפיל חלק ממי קידוחים למיהול מי האספקה. כדי שניתן יהיה בכל זאת להשתמש ברוב מקורות המים ללא התפלה כוללת, יש להמנע מזיהום נוסף וזיהום במתכות כבדות ומזהמים אורגניים בפרט.

השפכים בארץ, מהווים גורם מזהם מחד ופוטנציאל לשימוש במים מאידך. מדיניות נכונה, תאפשר הגברת פוטנציאל המים בארץ, תוך פתרון בעיות זיהום סביבתי. יש לציין כי טיפול לא נכון בביוב, גורם לפגיעה חמורה בסביבות המגורים ומונע אפשרות שיקום הנחלים.

הפעולות הנדרשות הינן:

1. הגנה על כל מקורות מי התהום מפני זיהום במתכות, חומרים אורגניים ושאריות דלק.
2. הגנה מירבית על איזורים נקיים באקוויפר החוף ובאקוויפר ההר.
3. יש לשמור על איכות מי הכנרת ולמנוע כניסת חומרי זיהום מאגן ההיקוות.
4. בקרה וצמצום שימוש עודף בדשנים. הפחתת השימוש בקולחי ביוב להשקיה באיזורי מילוי של מי התהום. מניעת זיהום מים ע"י שפכים של משק החי בסקטור החקלאי.
5. הכנת תכנית כוללת לטיפול בשפכים, יעדי השימוש בקולחים והולכת הקולחים לאתרי השימוש. תכנון מערכת להולכת עודפי הקולחים משפלת החוף ואיזורי ההר לנגב.
6. יש לקבוע רמת איכות לקולחים, לפי יעד השימוש או ההזרמה (לנחלים, לים, מי תהום וכו'). יש להגיע לרמת קולחים מספקת למניעת זיהום נחלים.
7. מתקני הטיפול במי האספקה, מתקני הטיפול בשפכים ומערכות ההובלה חייבים לעמוד בתקני איכות ואמינות גבוהים. נדרשת מדיניות של אפס ליקויים במערכות אלו.

8. הפעלת כלים כלכליים ומנהליים נאותים למערכת המים: מדיניות מחירים ריאליים למים. מדיניות מחירים שתעודד חסכון ותקנוס האחראים לדליפות במערכות המים והשפכים. משק מים סגור ברשויות. מדיניות של המזהם משלם: חיוב הרשויות והמשתמשים הגדולים לשלם עבור הטיפול במים והפגיעה באיכותם. מדיניות שתעודד שימוש בקולחים על ידי החקלאים.
9. הסדרים לגבי שמירת איכות המים באיזורי המילוי ביהודה ושומרון, פעולה נמרצת להקמת מכוני טיפול בשפכים והפעלתם בישובים הערביים והיהודיים באיזורים אלו. הפניית השימוש בקולחים להשקייה לאיזורים הרגישים פחות.

ג. 2. איכות האויר

איכות האויר בערים, מהווה סכנה ממשית לבריאות התושבים, וזאת למרות שיפור ממשי באיכות האויר, בכמה איזורים והקטנת פליטות מהתעשייה ומתחנות הכח. עיקר בעית זיהום האויר נובעת מזיהום ע"י רכב וממספר מזהמי אויר שלא טופלו עד כה.

הפעולות הנדרשות הינן:

1. פעולות בתחום הקטנת פליטת מזהמי אויר מרכב: שיפור תחבורה ציבורית והקטנת פעילות רכב פרטי, כולל סגירת ערים לרכב פרטי בימים בהם קיים חשש לזיהום אויר מוגבר. פעולה להורדת רכב ישן מהכבישים. שיפור ברמת הדלקים בארץ ע"י אימוץ תקני דלק אירופיים. הגברת האכיפה לתקני פליטת מזהמים מרכב.
2. עד כה לא קיים תקן לחלקיקים קטנים, חלקיקים העלולים לגרום לסרטן. יש לקבוע תקני פליטה לחלקיקים קטנים מ 2.5 מיקרון (PM2.5) ולאכוף אותם.
3. יש לקבוע תקנים חדשים ומעודכנים למזהמי אויר אורגניים ולאכפם.
4. יש להגביר הפעילות – לימוד, ניטור ואכיפה- בנושאי ריחות.
5. יש להפעיל את מערכת ניטור האויר הארצית ולהפיץ נתוני המערכת בצורה מהירה, זמינה וברורה לכל דורש.

ג. 3. טיפול בחומרים מסוכנים

התעשייה והחברה המודרניים נזקקים לשימוש בסדרה ארוכה של חומרים מסוכנים, חלקם כאלו, העלולים לפגוע בצורה חמורה בבריאות התושבים ואף בחייהם, חלקם, יגרמו לשינויים לא הפיכים במערכת האקולוגית ויביאו לזיהומים של מים, קרקע, ים אויר.

1. הטיפול בחומרים מסוכנים צריך להיות מבוצע במסגרת מתואמת בין כל המשרדים העוסקים בנושא. יש להקים רשות לחומרים מסוכנים שתנהל ע"י המשרד לאיכות הסביבה.
2. שמירה על רמת תפעול ותחזוקה גבוהות בתעשיות המסוכנות, חיונית ואפשרית, כמקובל בארצות מתקדמות. תקלה בתעשיות אלו, יכולה לגרום לאסונות ולנזקים חמורים בנפש וברכוש. יש לדרוש מהתעשיות, הטמעת טכנולוגיות מתקדמות בתחום בטיחות וקיום תנאים סביבתיים. יש להביא לרמת תחזוקה קפדנית וטובה.

□ עדכון טכנולוגיות ונוהלי תחזוקה צריך לבוא ראשית מתוך המפעל. יש לדרוש אמצעים כהפעלת ISO 14000 ול (Quantitative Risk Analysis) QRA. אמצעים המגבירים בטיחות ומביאים למפעלים יתרונות של יעול, חסכון ותחרותיות.

□ חיוני לפתח מערכי טיפול בפסולות של מפעלים קטנים. חלק גדול מהפסולות המסוכנות של מפעלים אלו אינו מטופל כראוי ועלול להוות נזק רב, למרות ההיקף קטן יחסית של המפעלים.

3. אין פתרון יחיד לפסולות מסוכנות. יש לאפשר, תוך בקרה ושמירה על רמת טיפול גבוהה ובטוחה, לפתור את בעיית הטיפול והסילוק של פסולות מסוכנות בסדרה של מערכות:

- מתן עדיפות להקטנת כמות הפסולת, מיחזור הפסולת בתחום המפעל וטיפול במפעל.
 - עידוד הקמת מרכזי טיפול איזוריים בפסולות, תוך הדגשת הטיפול בפסולות מסוכנות של מפעלים קטנים ותוך בקרה ופיקוח של המשרד לאיכות הסביבה.
 - יש לאפשר הקמת חברות נוספות לחברה לשירותי איכות הסביבה, לטיפול בפסולות.
- יש צורך דחוף, לאתר שטח נוסף, לסילוק פסולת מסוכנת במדינת ישראל במסגרת תכניות לטווח ארוך ולגיבוי תלות בטווח המידי והבינוני.
4. יש צורך בפיקוח על חומרי ההדברה בסקטור החקלאי, תוך צמצום השימוש בהם.

ג. 4. פסולת עירונית מוצקה

האשפה, הזבל והזיהום הנגרם כתוצאה מכך בסביבת המגורים הינם מהגורמים המוחשיים ביותר בהם נתקל האזרח ואותם רואה האזרח כאיכות סביבה לקוייה. בנוסף לדרישה לנקיון, מהווה האשפה גורם זיהום רציני למי תהום, גורמת לריחות, לפגיעה בערכי קרקע, לפליטה מוגברת של גזי חממה ולאחרונה לבעיות בבטיחות התעופה. פתרון הולם לאשפה חייב בראש וראשונה להגדר על פי שיקולים סביבתיים, אך יש חשיבות לערכים כלכליים, כולל לניצול המשאבים הנזרקים עם האשפה.

ניהול משק האשפה בישראל, צריך להיות מבוסס על קשת פתרונות, שרק שילוב מושכל ביניהם יביא למטרה: להבטיח כי האשפה הנוצרת בארץ תטופל כראוי.

מטרה זו תושג ע"י בחירת החלופות הכלכליות ביותר תוך אימוץ עקרון "המזהם משלם". הרשות המקומית תהא אחראית על אצירה, איסוף וסילוק הפסולת המוצקה, כאשר העלויות לטיפול באשפה, לכל אורך השרשרת, מהעריסה לקבר, כוללות גם את העלויות הסביבתיות. בנושא התלוי בפעולתו של כל אזרח ואזרח, חייבת הפעולה לפתרון בעיות הפסולת העירונית המוצקה להיות מלווה בפעילות חינוך, הסברה ושיתוף האוכלוסיה.

סדר הפעולות והעדיפויות הנדרשות הינן:

1. סגירת מזבלות ופתיחת אתרים תקינים. פעולה זו צריכה להיות מלווה בצעדים הבאים: הפסקה מדורגת של סבסוד השינוע וההטמנה, הפרטת שירותי הטיפול באשפה, כולל המטמנות, תשלום הרשויות גם בגין העלויות הסביבתיות (מס הטמנה), שיקום אתרים סגורים כדי להפסיק השפעתם על הסביבה ולנצל את שטחי הקרקע למטרות אחרות.
2. מניעת ייצור אשפה במגזר העסקי (מסחר, מלונאות, שירותי הסעדה וכו').
תנאים הכרחיים לביצוע: תמריצים כלכליים להפחתת כמות ונפח האשפה (בעיקר לקרטון ולחומר אורגני), סגירת מעגלי המיחזור (קיום מפעלים שיקלטו החומר ויעבדו אותו, שוק

למוצר המוגמר). **הפעולות הנדרשות:** התקנת דחסנים לקרטון, הפרדה וקומפוסטציה של חומר אורגני (משווקים ומרכולים).

3. הפחתה וצמצום נפחים במשקי הבית

תנאים הכרחיים לביצוע: תמריצים כלכליים להפחתת כמות ונפח האשפה (תשלום לפי משקל או נפח אשפה), חינוך והסברה, סגירת מעגלי המיחזור. **הפעולות הנדרשות:** עידוד, תימרוץ והסברה בנושא קומפוסטציה ביתית (צמודי קרקע), הפרדה במקור (בניה רוויה).

4. בחינת הפתרון של שריפה כוללת של אשפה. שימוש בטכנולוגיות של שריפת אשפה תוך בחינה מעמיקה ועמידה קפדנית בתקני סביבה.

□ שריפה של שיירים מבוקרים של אשפה (שיירי ניר, פלסטיק פרט ל PVC, גזם ושיירי עץ).

□ שימוש במקטע עשיר האנרגיה של האשפה בתעשיית המלט.

בסדרת פעולות מומלצת, ניתן להגיע לשימוש במירב כמות האשפה: קרוב למחצית מהאשפה, תועבר להכנת קומפוסט ולשימוש לטיוב קרקע ולהעלאת יבולים בחקלאות, כ 20% מהאשפה תשמש כחומר גלם משני לתעשייה (בחלקה הגדול להחלפת יבוא) וכ 20% מהאשפה ישמש ליצור אנרגיה ולהחלפת השימוש בדלקים. בפעולה מתמידה בכיוון זה ניתן יהיה להקטין בהרבה שטח המזבלות בארץ, להקטין סכנת זיהום ולפתור את בעיית האשפה בדרך סביבתית וכלכלית.

ג. זיהום הים ופגיעה בחופים

הסביבה הימית גם היא הולכת ונעשית עמוסה יותר ויותר: פליטות מזהמים לים, ישירות ודרך נחלים, בניה של מבנים ימיים העוצרים את תנועת החול לאורך החופים, תכניות לאיים מלאכותיים ועוד.

ללא בחינה יסודית למשמעויות הסביבתיות של כל פעולה תפגע גם הסביבה הימית. כבר כיום קיימים סימנים מדאיגים לפגיעה באיכות המים במפרץ אילת ובמפרץ חיפה.

פעולות נדרשות:

1. הקמת מועצה לאומית לסביבה הימית, מועצה שתקבע מדיניות סביבתית לים ותעקוב אחרי ביצועה המדיניות.
2. ניטור לתהליכים בים, הן בים התיכון והן במפרץ אילת.
3. מניעה מוחלטת של הזרמת מזהמים למפרץ אילת, מזהמים העלולים להרוס את חופי האלמוגים במפרץ ולפגוע בתיירות באיזור יחודי זה. קידום תכניות יחד עם הארצות השכנות להקטנה למינימום תנועת דלק ומזהמים אחרים דרך המפרץ והגברת אמצעי הבטיחות למניעת נזקים סביבתיים.

סיכום

בעבודה המוגשת כאן הותוו המלצות לפעילות בתחום הסביבה במהלך השנים הקרובות. אנו מודעים לעובדה כי המשאבים במדינת ישראל מוגבלים, אולי יותר מאשר במדינות מתקדמות אחרות. לאור זאת, הוגשו כאן סדרי עדיפות וקדימות לנושאים החיוניים.

חשוב לציין כי חלק ניכר מההמלצות המוגשות כאן מחייבות החלטה והחלטיות, ואינן מחייבות השקעת סכומי עתק מתקציב המדינה. הפעילות להגברת המודעות הסביבתית, לחינוך סביבתי, לחקיקת חוק הקרקעות, לתכנון שימושי הקרקע והסביבה העירונית ואף הפתרונות המוצעים לשיפור התחבורה הציבורית ע"י הקצאת נתיבים לאוטובוסים וניצול של המערכת המסילתית הקיימת, כל אלו ואחרים יכולים להביא לפריצת דרך בקידום הסביבה בישראל, כל אלה לא דורשים תקציבי עתק.

חלק ניכר מההמלצות ומהצעדים הנדרשים מחייבים הכרה בחשיבות הנושא, כושר החלטה וכושר הכרעה של קובעי המדיניות בארץ. אנו מצפים מהם לבצע זאת.

שטחים פתוחים

הכנת מסמך רקע: מאיר בן מאיר

חברי צוות:

דינה רציבסקי	אדריכלית, מנהלת מנהל התכנון, משרד הפנים
יואב שגיא	החברה להגנת הטבע
דן ירון	פרופ', הפקולטה לחקלאות
דן פרי	יועץ סביבתי
צבי טרופ	צנובר
חיים צבן	ד"ר, צנובר
כרמית לובנוב	החברה להגנת הטבע
דוד איתן	המכון לחקר שימושי הקרקע, קק"ל
עדי ניב	ד"ר, המכון לחקר שימושי הקרקע, קק"ל

מבוא

הדיון בנושא השטחים הפתוחים אינו מתרכז בנושאים בדגש של שמירת ערכי טבע. יש לציין מספר הערות כלליות מרכזיות לנושא:

I. בחלקים רבים בציבור שוררת עדיין התפיסה השגויה כי השטחים הפתוחים חשובים לשוחרי נוף וטבע ו"לירוקים" למיניהם, ולא דווקא לחברה כולה, על כל חלקיה ורבדיה, ולא היא!

ההתפתחות הדמוגרפית, הכלכלית והטכנולוגית צריכה למקד תשומת לב רבה והולכת למהותם של השטחים הפתוחים, על כל משמעויותיה, היינו, היותם משאב חיוני בהקשרים רבים ושונים, לחברה האנושית כולה. ראוי להדגיש כי במדינת-המונים קטנה, מצטופפת והולכת, על אחת כמה וכמה.

II. סוגיה נוספת, ושמה ראוי לומר רעה חולה, אשר אין מרבין לתת את הדעת עליה, היא חובת החברה בישראל, באמצעות הכלים הממלכתיים, לשקוד על שמירת זכותם של כל בני האדם, יהא מעמדם הכלכלי אשר יהא, להפיק מהמשאב הזה את הפירות שלהם הם זכאים.

III. הפקרתם של השטחים הפתוחים לכרסום ע"י פיתוח אורבני ותחבורתי חסר מעצורים, נושאת בחובה משמעות חברתית-כלכלית מובהקת. משמעותו של

הפיתוח, הרומס גבולות תכנון, היא הקצאת המשאב החיוני הזה- השטחים הפתוחים- לחלק מהאוכלוסייה, זה שידו משגת ושליטנו ממי שידם אינה משגת, המהווים בדרך כלל את רובה של האוכלוסייה. היינו העדפת טובת ההנאה של מיעוט בעל יכולת, על פני האינטרס החברתי הרחב. עניין זה הוא ציר מרכזי, הממקד סביבו עניינים רבים ושונים הנגזרים ממדיניות שימושי קרקע.

תחומי זיקת גומלין והקשר עם שטחים פתוחים:

- טבע ונוף.
- רווחה חברתית.
- תחבורה ורמת מינוע.
- המגזר האורבני, ניוונו או החייאתו.
- חקלאות.
- פזור האוכלוסייה או דמותה של ישראל.

טבע ונוף:

בכל התיחסות לשטחים הפתוחים ובכל הקשר יש לזכור שתי עובדות הוות משמעות:

האחת, כי היא הפתרון הגיאוגרפי לסכסוך הפוליטי עם הפלסטינים אשר יהיה, ארץ ישראל הינה ותוסיף להיות ארץ קטנה. קיומם של השטחים הפתוחים הכרחי לשם שמירה עלן המאזן היחודי של ערכי הטבע, הנוף והמורשת ההיסטורית תרבותית הטבועים בנופי הארץ.

השנייה עיקר האיום בכרסום השטחים הפתוחים הוא במרכז הארץ – אזורי ביקוש – ולאורך חופו של הים התיכון, שם גובר והולך הלחץ הדמוגרפי והכלכלי. בנתונים אלה, אין צורך להרבות מילים כדי להסביר את משקלם של הטבע והנוף כמשאב לאיכות חיים – במדינת המונים על אחת כמה וכמה.

אסור שהטבע והנוף יהיו משאב הנגזל ממרבית בני האדם ע"י מיעוט שידו משגת גם לבנות את ביתו בתוככי הנוף וגם להגיע אליו ברכבו, ואילו הרוב שידו אינה משגת, יאלץ להשתמש בתחבורה ציבורית בלתי מפותחת די הצורך ובכבישים פקוקים, כדי להנות משהיה בחיק הטבע. תכנון נכון וניתוח נכון של שימושי קרקע, חייבים להבטיח כי הטבע והנוף יהיו בטוח והישג ידם הגיאוגרפי והכלכלי של כל בני האדם.

באם שטחים פתוחים, מקום לנופש, לטיול עם בני המשפחה, הילדים או החבר/ה,

חוף ים כדי לבלות בו את השעות והימים הפנויים, אם כל אלו לא יהיו קיימים ולא יהיו זמינים לכל אזרח (ובמיוחד לאזרח בעתיד שיצטופף בכרך הגדל), הרי שחלק מהמושג מולדת, אותו מקום בו אנו מרגישים בבית לא יהיה קיים. יותר מכך, מדינת ישראל לא תוכל להתקיים כמדינה מתקדמת, באם תושביה לא ירגישו כי הם יכולים לקיים חיים מלאים בארץ. מצב בו המדינה תהיה צפופה, מכוערת וחסרת אתרים בהם נוכל להתפעל מהנוף, לבלות ולרגוע, יביא בהכרח לעזיבת התושבים. לכן, המלחמה על השטחים הפתוחים היא מלחמה על עתיד המדינה.

תחבורה ורמת מינוע

אם לא תפסקנה מגמות הפרבור המכרסם בכל פה בשטחים הפתוחים, כאשר יחלוף המיתון הכלכלי, נשוב ונחזה בתנופה רבתי של תפיסת השטחים הפתוחים ע"י מגורים צמודי קרקע, מסחר, שירותים, כבישים ומחלפים. מגמת הפרבור תביא בהכרח לרמת מינוע גבוהה שתגרור בעקבותיה תשתית כבישים, רובה ככולה במרכז הארץ ולאורך חופו של הים התיכון. אין צורך להגיע לרמת המינוע האמריקאית, דיינו בזו הקיימת באירופה, כדי לכסות את השטחים הפתוחים בשמלת בטון ואספלט. לנוכח מימדיה הקטנים של מדינת ישראל ובצפיפות הדמוגרפית המתחוללת במרכז הארץ, אסור לישראל להגיע לרמת המינוע, של ארה"ב, העולה פי שנים על זו של אירופה ופי שלושה על ישראל.

לוח 2.1 צפיפות אוכלוסייה, נפשות לקמ"ר – מדינות OECD וישראל, 1960-1990

שנה המדינה	1960	1970	1980	1990	גידול באחוזים -1960 1990
אוסטריה	84	89	90	92	11
אוסטרליה	1.4	1.7	1.9	2.2	57.0
איטליה	166.7	178.2	187.3	191.4	14.8
איסלנד	1.7	2.0	2.2	2.5	47.1
אירלנד	40.3	42.0	48.4	49.8	23.6
ארה"ב	19.3	21.9	24.3	26.8	38.9
בלגיה	300.0	316.4	323.0	326.9	8.0
בריטניה	213.9	227.2	230.1	234.5	9.6
גרמניה	223.0	244.0	247.7	254.3	14.0
דנמרק	106.3	114.4	118.8	119.3	22.2
הולנד	281.6	319.6	346.8	366.4	30.1
יוון	63.1	66.6	73.0	76.8	21.7
יפן	246.9	274.5	309.2	327.0	32.4
לוקסמבורג	119.2	130.8	138.5	146.2	22.6
נורווגיה	11.1	12.0	12.6	13.1	18.0
ניו זילנד	8.9	10.5	11.7	12.6	41.6
ספרד	60.6	67.1	74.1	77.2	14.5
פורטוגל	89.7	90.7	100.3	106.2	27.4
פינלנד	13.1	13.6	14.1	14.8	13.0

23.6	102.8	98.1	92.5	83.2	צרפת
50.0	2.7	2.4	2.1	1.8	קנדה
14.5	19.0	18.5	17.9	16.6	שוודיה
26.8	164.6	154.7	151.8	129.8	שוויצריה
106.2	73.2	57.3	45.6	35.5	תורכיה
31.0	26.2	24.3	22.3	20.0	ממוצע OECD
120.9	216.7	180.5	138.1	98.1	ישראל

שיעור גידול אוכלוסייה/ שנת	המדינה
0.9	ארה"ב
1.3	קנדה
0.4	הממלכה המאוחדת
0.6	הולנד
0.5	צרפת
2.8	ישראל

כדי לנתח את נתוני ההתפלגות בישראל בין צפון הארץ ודרומה, ראוי להביא בחשבון את הנתונים הבאים:

המועצות האיזוריות: תמר, ערבה תיכונה, אילות, ורמת נגב, תופסות יחדיו כ- 9 מליון דונם, כלומר כמעט מחצית שטחה של ישראל בגבולות הקו הירוק. מספר הנפשות החיות במועצות אלו, ולהוציא עיירות הפיתוח העירוניות, הוא כ- 10000. היינו כנפש אחת לק"מ רבוע לעומת ממוצע כלל ארצי המגיע היום ל- 275. מכאן אפשר לגזור כי במרכז הארץ באיזורי הביקוש עברנו את רמת הצפיפות של הולנד, בעוד ששיעור גידול האוכלוסין בהולנד 0.6% לשנה ובישראל 2.8% לשנה.

שאלת פיתוח תחבורה ציבורית ראויה לשמה, איננה קפריזה של שוחרי טבע ונוף. כאשר נגיע, במחצית הצפונית, הצפיפות של ישראל זו שבה עולה הצפיפות על הולנד, לרמת המינוע של אירופה (לא של ארה"ב) כי אז "יבלעו" השטחים הפתוחים ע"י כבישים ומחלפים שגם הם לא יתנו מזור לדחיסות בכבישים.

שטחים פתוחים ותחבורה ציבורית, שטחים פתוחים ופיתוח אורבני, שטחים

פתוחים ורווחה חברתית הם מקשה תכנונית אחת.

המגזר האורבני, החייאתו או ניוונו

הצד השני של המטבע, גלישת המגורים לכל סוגיהם, השרותים והמסחר אל השטחים הפתוחים כמוהו כהזנחה עד כדי הפקרה של ליבת העיר המזדקנת. כשם ששמירה על השטחים הפתוחים, תביא בהכרח להחייאה ופיתוח של ליבת העיר אשר ללא החייאתה תזדקן תשתיתית, פיסית, אנושית, ושירותית. אנחנו צופים בצער על ההזנחה של ליבת העיר, הגדולה, הזנחה אשר אם לא יושם לה קץ, תביא בהכרח ליציאה מן העיר של כל מי שידו משגת ובעיקר שכבות גיל צעירות יחסית. אלו יעברו אל השוליים האמורפיים של האורבן הגדול ואל הפרבר המתפשט וכובש את השטחים הפתוחים.

ניוון המגזר האורבני מתבטא גם בהעדר גיוון גילי, בחוסר יכולת לשאת בנטל ההוצאה האורבנית לתשתיות ושירותים ובהיווצרות סלאמס פיסי וחברתי המאפיינים את שולי החברה. שמירת השטחים הפתוחים ומיקוד משאבי פיתוח לתוככי העיר, הם שני צדדים של אותו מטבע, הם משלימים אחד את השני ושניהם דרושים כדי שתפתח מדינה שטוב לחיות בה.

חקלאות

לא כאן המקום לעסוק בחקלאות כמשלח יד, בחקלאות כאורח חיים או כיצרן מזון. כל אלה ראויים לעיון מעמיק יותר במסגרת המתאימה. במסגרת זו נדון בחקלאות כמכשיר, בין מכשירים אחרים, לשם שמירה על קרקע חקלאית - שטחים פתוחים.

עלינו ללמוד ממדינות המערב המטפחות את המשקים החקלאיים הזעירים, "הבלתי כלכליים" ולהכיר את תבונת השלטון היודע להעריך ולהוקיר את תרומת החקלאות לשימור השטחים הפתוחים. ואילו אצלנו נחמץ הלב מצער לנוכח התהליך המביש הקיים בארץ של הפיכת קרקע חקלאית לנדל"ן.

אין שחר לאגדה כי מחסור בקרקע הוא שייקר את הדיור. בחמש השנים האחרונות אושר שינוי ייעודם של 200,000 דונם אדמה חקלאית לבניין, שלא תרם ולא כלום להוזלת הדיור, מחירי הדיור הם פונקציה של מדיניות מאקרו כלכלית, הפיכת השטחים החקלאיים לנדל"ן והשטחים הפתוחים לדיור צמוד קרקע, לא הוזילו את הדיור, הם גררו ויוסיפו לגרור השקעות עתק בתשתיות תחבורה ויוסיפו להטות את המאמץ הממלכתי החסר כ"כ בליבת העיר לעבר השטחים הפתוחים וכ"כ.

פזור האוכלוסייה ודמות הארץ.

עניין אחרון, החייב לתפוס מקום מרכזי במערכת התכנון הכוללת והוא פזור מאוזן של האוכלוסייה בישראל, ושמא מוטב לומר, דמותה הפיסית החברתית של הארץ. אם תמשך המגמה השוררת היום, היינו, צפיפות קשה במרכז הארץ באיזורי הביקוש מחד וריקנות משוועת בדרום. ובנגב מאידך, נגרום במו ידינו להוצרות שתי מדינות, מדינת עיר בין אשקלון לנהריה בצפון הארץ ומדינה שנייה שונה בכל דפוס חייה, ברמת החיים, בכלכלה, בפיתוח, באורח החיים ונוהגיהם, בשרותים, בחינוך ובתרבות, בדרום הארץ. החברה בישראל שסועה שסעים עמוקים, אידאולוגיים, פוליטיים, ודתיים. אל לנו ליצור במעשה ובמחדל שסע נוסף, העושה את ישראל הקטנה לשתי מדינות.

יש לרכז את הפיתוח והבינוי ביישובים הקיימים ובסמוך להם, למנוע הוספת יישובים חדשים ולהבטיח כי הפיתוח יעשה תוך התחשבות ברגישות הסביבתית של איזורי הארץ. יש לפעול לפיתוח נמרץ של מטרופולין באר שבע תוך מתן דגש על פיתוח של מערכות חינוך, תרבות ותחבורה, בנוסף לפיתוח תעסוקה ומגורים.

תכנון לשימושי קרקע – בסיס לתכנון כולל רב תחומי.

השטחים הפתוחים מהווים יעד להסתערות יזמית מכל מין וסוג בעוד שהתועלת שהם, בעצם מהותם, מניבים לחברה, אינה נמדדת בערכי שוק. שמירת השטחים הפתוחים, על מהותם המגוונת, משרתת צרכים חיוניים של החברה האנושית, החקלאות והחורש הטבעי מהווים מחסום הפרדה מפני רצף אורבני מתמשך, שמורות טבע משמשות כבית גידול מוגן לערכי טבע, הגנים הלאומיים והפארקים הם מוקדי בילוי, פארקים פנים עירוניים וחופי הים המשמשים כאזורי בילוי לתושבי הערים הצפופות.

האיום על קיומם של השטחים הפתוחים בישראל מוכיח כי התפיסה המקדשת את אי מעורבות הממשלה בהקצאה מאוזנת של משאבי הטבע, משאירה את השטח פרוץ לכוחות סומים ואטומים לרווחת האדם. אין מנוס מתכנון מרכזי של שימושי קרקע, כמו גם מיוזמה ממשלתית ממוקדת לשינוי פני המטרופולין. המטרופולין המתוכנן הוא תמונת ראי של השטחים הפתוחים. בעניינים אלה אין תחליף לחקיקה חסרת פשרות, המחייבת את הפרט, הצבור והממשלה. תכנון מרכזי של דמות הארץ, איננו משטר צנטרליסטי רחמנא לצלן, אלא כלי בידי ממשלה נאורה למניעת כאוס פיסית ואנושי.

לתכנן פרושו לארוג את כל מערכות החיים, והשטחים הפתוחים בכללן, בזיקת

גומלין הרמונית למארג אחד שטוב לחיות בו. דרוש שינוי תפיסתי או פילוסופי מרחיק לכת, המשנה את נטית הממשלה למעמד סביל בתכנון הארץ ופיתוחה, מעמד המפקיר את עתיד הארץ לחסדי שינוי השוק, ולעשותה לגורם מרכזי בעיצוב דמותה של הארץ וחברתה. נוכח מצוקת הקרקע והסחף החמור שחל בשנים האחרונות במצב השטחים הפתוחים ויותר מכך במצב השטחים החקלאיים, והמיסחור בשטחי הארץ, יש צורך לבחון מחדש את מדיניות המקרקעין של ישראל.

סיכום הצוות

- הקרקע מהווה גורם במחסור במדינת ישראל, גורם מגביל עוד יותר ממים. אין להשתמש בקרקע כבאמצעי תשלום ע"י המדינה לפתרון בעיות כלכליות חולפות, למתן קרקע זולה לבינוי לקבוצות לחץ, לאפשר העברת שטחים חקלאיים לעיור כפיצוי לחקלאים, או כמתת כל שהיא לכל פרט או קבוצה.
- קיום ושמירה של שטחים פתוחים הינם ערובה לקיום האוכלוסיה העירונית.
- הצדק החברתי וזכות האזרח למולדתו מחייבים זכות לגישה ולשימוש בשטחים פתוחים לכל. ללא שימור השטח, תפגע זכות בסיסית זו.
- שמירת הארץ מחייבת שמירה על ערכי נוף וטבע ובהגנה מפני הרס ערכים אלו.
- חובת המדינה לאפשר לכל אזרח להגיע לכל יעד שיחפוץ, אך לאו דווקא ברכבו הפרטי.
- קיום החקלאות חיוני גם מהבחינה הסביבתית, פרט לנושאי יצור מזון, שליטה בקרקע, פיזור אוכלוסיה ומקור פרנסה:
- שטח חקלאי מהווה גורם המאזן את המטרופולין מהבחינה הסביבתית.

- פסולות הנוצרות בעיר, כביוב, אשפה ועוד ניתן להעביר לשטח החקלאי המנטרל את נזקן ומנצלן.
- ללא החקלאות יהיו הפתרונות הסביבתיים לפסולות יקרים ויגרם נזק למערכות אקולוגיות רגישות כים ונחלים.
- החקלאות מאזנת את מאזן הגאזים הנוצר בעיר, ע"י קליטת דו-תחמוצת הפחמן, יצירת חמצן ועוד.
- הדבר חשוב במיוחד בארץ, בה השטחים החקלאיים הם הכתמים הירוקים היחידים ברוב חלקי הארץ.
- השטחים החקלאיים מהווים עתודה של שטחים פתוחים לצורכי שיקום אקולוגי ושימושי פנאי ונופש.

הומלצו הכלים האופרטיביים הבאים:

1. יש לחוקק חוק הקרקעות שיגביל שינוי יעוד של קרקע רק למקרים מיוחדים וגם זאת רק לאחר בדיקה ובחינה קפדנית.
 2. ניהול המקרקעין יהיה בידי רשות אחת בלבד. אך ורק רשות זו תוכל לאשר שינוי ביעוד קרקע.
 3. מוצע כי המועצה הארצית לתכנון ובניה תהיה הגוף היחיד האחראי למדיניות תכנון שימושי הקרקע של המדינה. יש למנות נציב קרקע שירכז הפעולה.
 4. מנהל מקרקעי ישראל יהיה הגוף המבצע ויהיה אחראי לניהול מלאי הקרקע בהתאם למדיניות הממשלה, בכלל זה הבטחת השמירה על השטחים הפתוחים למטרות סביבתיות וחברתיות. אסור שמנהל מקרקעי ישראל יתמרץ שינוי יעוד שטחים.
 5. יש להכין בהקדם תמ"א לשטחים פתוחים.
 6. הצוות ממליץ על חקיקת חוק מסגרת לפיו ישמרו בארץ 4 מיליון דונם קרקע חקלאית. יש צורך בסיוע לחקלאות כבארצות מפותחות אחרות. התמיכה אינה חייבת להיות ישירה ויכולה להתבטא בסיוע למחקר, פיתוח ושמירה על מצב בו החקלאות הישראלית תוכל לייצר ביעילות מוצרים יחודיים.
 7. נדרשת מערכת חקיקה ואמצעים כלכליים להגבלת הפיתוח העירוני למרכזי הערים ולעידוד פעילות זו.
 8. נדרשת הקמת תשתית לתחבורה ציבורית יעילה שתשמש תחליף לתחבורה פרטית.
 9. הצוות משוכנע כי תנאי להצלחה במאבק לשמירת שטחים פתוחים הינו הגברת מודעות הציבור. יש צורך בפעילות הסברה מכוונת לאזרחים, הסברה שתבהיר לאזרחים כי עיור השטחים הפתוחים יגזול מהם את הזכות הבסיסית לנופש, ליציאה לטבע ולנוף המולדת.
- פעולה לשמירת שטחים פתוחים נוגדת אינטרסים של ענקי הון וחוגי שלטון. כדי לעמוד מול כוחות אלו, יש צורך בפעילות ציבורית אגרסיבית ואינטנסיבית. יש צורך בהפצת המודעות לנושא ולארגון חוגי אזרחים ונוער לפעילות מקומית וארצית. על הגופים הירוקים לפעול להקמת חוגים כאלו ולסייע להם.

הסביבה העירונית

הכנת המסמך רקע: דניאל מורגנשטרן

חברי צוות:

ארזה צ'רצ'מן	פרופ', הטכניון
יוברט לו-יון	פרופ' הטכניון
רקפת כץ	החברה להגנת הטבע
ניר קדמי	מרכז סביבה עירונית, משרד לאיכות הסביבה
רמה דיקשטיין	מרכזת הפרוייקט
יורם אבנימלך	פרופ', הטכניון

א. תמונת המצב הנוכחית

1. מבוא

ערי ישראל והישובים העירוניים בכלל נוצרו, רובם ככולם, כתוצאה מתהליכי צמיחה אורבניים, לרוב בלתי מבוקרים. בין אם מדובר במושבות חקלאיות שהתפתחו מגלעין ותיק או ישובי ארעי כמעברות - שהפכו לעיירות ואחר כך לערים; או שנותרו עיירות וישובים קהילתיים - הקו המאפיין אותם יותר מכל הוא היותם בלתי מתוכננים. יוצאי הדופן, שאינם מלמדים על הכלל, הן ערי שנות השישים ערד וכרמיאל, אליהן ניתן להוסיף את אשדוד, באר שבע ואילת, הותיקות מהן.

אי התכנון האורבני בא לידי ביטוי בדומיננטיות של יזמים ומפתחים ובעליונותם הבולטת על פני מוסדות התכנון הסטטוטוריים. כתוצאה, מתבדרים, הישובים העירוניים באופן צנטריפוגלי - וגולשים אל עבר שטחים פתוחים או ירוקים, תוך שינוי יעוד שימושי הקרקע למגורים, מסחר ושרותים או אפילו לתעשייה עתירת ידע - מבלי להתחשב בשימוש הקרקע הקודם שנותר בלתי הולם ותואם בשכנות.

2. שטח שיפוט העיר וגודלה

הישובים העירוניים בישראל (לפי הגדרת האו"ם כל ישוב שאוכלוסייתו עולה על 2,000 נפש ואינו כפרי) בזבזניים בצריכת השטח באופן שאין למעלה הימנו: העיר חדרה המונה פחות מ 60,000 נפש פרושה על שטח של למעלה מ 55,000 דונם ועולה בכך אף על שיטחה של העיר תל אביב - יפו. במקום להתכנס כלפי המרכז - בדרך כלל המרכז ההיסטורי הישן - מתבדרות ערי ישראל בקוים אקסצנטריים

כלפי שולי שטח השיפוט העירוני. במקרה הפרטי של חדרה מדובר בפיתוח שכונות בית אליעזר בדרום מזרח ובריכת גודר בדרום מערב - המאריכות שלא לצורך את התשתיות העירוניות וקוי אספקת השרותים לתושבים.

3. העדר מידרג היארכי

ישובי ישראל נעדרים מידרג עירוני היארכי בין האזור הכפרי דרך ערי השדה ומטרופולין המחוז, למטרופולין הארצי. כתוצאה אין למעשה כל הבדל בין עיירה או עיר כלשהן, לבין עיר-נפה או עיר-מחוז, לא מבחינת הגודל, לא מבחינת אספקת השרותים וודאי שלא מנקודת הראות של המרכזיות האזורית ואיכות הסביבה הדיפרנציאלית.

הפן השלילי בתופעה הוא זרימת הכספים הגדולה לעבר אגד הערים גוש דן, תוך דילוג על פני דרגי הביניים בהיארכיה האורבנית. זו מאיצה עוד יותר את קצב הפיתוח הכלכלי והאורבני, את לחצי הביקוש לקרקע לשימושים השונים - כמובן על חשבון פיתוח הפריפריות המרוחקות.

בפועל באה תופעה זו לידי ביטוי בכך שתושבי ישובים חקלאיים באזורים הפריפרליים המרוחקים מרכזים את רכישותיהם, סידוריהם המינהליים, הסדרת האשראי, הביטוח ושאר הפעילויות בעלות המשקל והחשיבות הכלכלית - בתל אביב גופא או בשולי אגד הערים גוש דן. כתוצאה נוצר דילוג על פני עיר הנפה ועיר המחוז ואפילו על פני המטרופולין המחוזי (חיפה בצפון ובאר שבע בדרום), תוך הפסד של מחולל פעילות כלכלי, תעסוקתי ודמוגרפי - לחלקים הפריפרליים של המדינה, ויצירת תוספת מיותרת ושלא לצורך בריכוז הפעילויות בגוש דן הסובל ממילא מגודש בכל המשתנים שנמנו לעיל.

4. הדילמה בין שטח ירוק לשטח בנוי

השטחים הפתוחים משמשים תיפקוד אורבני כפול: -

[א] כשטח ירוק לתפקודי נבי"ט (נופש בחיק הטבע) בתוך התחום העירוני.

[ב] כשטחי חיץ בין ישוב לשוב, לעיתים בין רובעים מוגדרים של הישוב.

שימוש פונקציונלי נאות בשטחים פתוחים במרחב העירוני, כמו גם במרחב הבין עירוני והמטרופוליטני, יכולים לשמש פארקים וגנים בעלי גודל שונה: החל מפינות נוי זעירות בקרנות רחוב בשכונה ועד לגנים רחבי ידיים המוגדרים כשצ"פ (שטח ציבורי פתוח).

מאחר והקמתם, ואולי עוד יותר אחזקתם השוטפת באופן תקין - יקרה, וקופתן של מרבית הרשויות המקומיות ריקה - אין בערי ישראל מספיק גנים ציבוריים כנדרש ממדינה ים תיכונית בעלת קיץ ארוך וחם ועונות מעבר בעלות אקלים נוח לשהייה ממושכת מחוץ לבית (בהעדר חצרות ראויות למרבית בתי השיכון ביישובים העירוניים). בשונה ממדינות צפוניות יותר ביבשת אירופה ואמריקה העשירות במשקעים בכל חודשי השנה - אין בנמצא בישראל עלווה טבעית שאינה מושקית באופן מלאכותי. לפיכך יהפכו שטחים פתוחים בלתי מעובדים בחודשי הקיץ השחונים לשטחי בור וטרשים הקוראים לנחשים ולמיני זוחלים, או קורצים לקבלני פינוי פסולת בנין. מטעם זה יש לא רק לעודד, אלא אף לתבוע, באופן בלתי מתפשר המשך עיבודם למטרה חקלאית של שדות ומטעים שעוד נותרו במושבות ובערים הותיקות או אף במרחב המטרופוליני - למען יתפקדו כריאות ירוקות לשכונות הערים ולרובעיהן, ויהיו כאלה גם תרתי משמע.

בימים עברו תיפקדה הולק"ח (הועדה לשמירה על קרקע חקלאית) שבמשרד הפנים ככלב השמירה לשמירת שטחים חקלאיים ומניעת הפיכתם לשטחי בניה, גם אם כבר מזמן הוזנחו ולא שימשו עוד למטרות חקלאיות. שטחים כאלה נמצאו בשפע במושבות הותיקות ובערים שהיו פעם מושבות חקלאיות. כנגד הולק"ח היו טענות מטענות שונות, במיוחד ביחס ליעילותן של הועדות המחוזיות. תהייה הביקורת נוקבת ככל שתהייה - בכל זאת היה הסחף וקצב תפיסת הקרקעות החקלאיות נמוך לעין שיעור מהמצב הנוכחי.

פן נוסף לתפיסת השטחים הפתוחים וכיסויים בכורכר, באספלט או בבניינים הוא נושא הניקוז. לא בכדי פורצים למדורי החדשות חדשות לבקרים ידיעות על שטפונות-ענק. טרם הספקנו לשכוח את השטפונות שפקדו לפני שנתיים את העיירה קלנסאוה, ושוב השנה כמעט טבע מושב שלם (צרופה שבחוף הכרמל). כל פעולת פיתוח הגורמת לכיסוי הקרקע באחד מהחומרים הנ"ל גורמת להאצת כמויות הנגר העילי. התוצאות החמורות של כיסוי הקרקע הן גריעת כמות שנתית ממוצעת של 114,000 מ"ק משכבת האקויפר על כל קמ"ר - בכל שנה ושנה; כמות זו תהפוך לזרימה עילית, אשר בהעדר פתרון נאות תגרום לשטפונות ולהצפות חוזרות.

הפתרון מצוי בתחום התכנון העירוני הנכון המבוסס על תוכנית ניקוז מקיפה וכוללת: יש לקבוע אחוז מסויים משטחו של כל שטח אדמה שיוותר גלוי, ואם אפשר גם ללא הפרעה ע"י עבודות עפר. שטחי החניות - פרטיות כציבוריות ייבנו מחומרים פורוזיביים המאפשרים חילחול; בכל מגרש יתחם החלק הנמוך ביותר בחומה נמוכה ויתופעל כשטח החדרה, עם אפשרות של הגלשה לשטחי החדרה שכונתיים ועל שכונתיים אשר ישמשו גם כשטחי פארק. דוגמא טובה, אם כי לא

מושלמת, ליישומו של מודל זה נמצאת בצורתו של נספח הניקוז בתוכנית הבינוי של השכונות המזרחיות של ראש העין (ר.ג. 50 א') המונחת עדיין על שולחן גופי התכנון.

5. תהליך הפירבור

בהעדר מדיניות קרקעית המבוססת על עקרונות קשיחים המשמשים גם כקוים אדומים לטווח הארוך, שאסור לחצותם גם לא בטווח הקצר - עושה כמעט כל בעל קרקע או חוכר ככל העולה על רוחו על מנת להעלות את ערכה הנדל"ני. בשם הרנטה הקרקעית הגבוהה קמות, חדשות לבקרים, שכונות מגורים חדשות או ישובים חדשים - שהמאחד אותם הוא היותם "ערי שינה" המיועדים למגורים בלבד והריחוק ממרכזי התעסוקה.

כתוצאה, צצים פרויקטים כפיטריות אחר הגשם בכל מקום במרחב, בין אם הוא מתאים אם לאו. בפועל מוצאים אנו לא רק שכונות מגורים חדשות, אלא גם אזורי תעשייה, מסחר, ושרותים שקמו להם סתם כך במרחב הפתוח העירוני או הבינעירוני תוך כדי יצירת מציאות של תפרוסת אורבנית בפריסה בזבזנית כאשר כל אחד "גר בכל מקום ועובד בכל מקום". דגם כזה של מגורים-תעסוקה לא ניתן מעולם לשרת ביעילות בשום אמצעי של תחבורה ציבורית, והמעורבים בו נדונים מראש לתלות מוחלטת ברכב הפרטי.

יתר על כן - תהליך הפירבור המואץ העובר בשנים האחרונות על מרבית הישובים העירוניים בישראל יוצר פריצה כלפי חוץ - אל עבר גבולות שטח השיפוט, ולעיתים אף מעבר לגבול - במקום לשאוף להתכנסות הישובים כלפי המע"ר או הגלעין ההיסטורי - על מנת לשמר הן את המרחב הפנים ישובי, כמו גם הבין ישובי.

להמחשת הדברים נביא דוגמאות הלקוחות מ - 2 ערים דוקא במרכז הארץ: חדרה המונה כ- 55,000 נפש על שטח של 55,000 דונם (העולה במעט על שיטחה המוניציפלי של העיר תל אביב - יפו), מתפתחת לאחרונה דוקא לכיוון דרום מערב אל עבר בריכת גודר, לאחר שבראשית שנות ה - 90 התפתחה שכונת בית אליעזר בדרום מזרח לרובע ענק - בה בשעה ששטחים עצומים במרכז העיר, בינו לבין איזור התעשייה, בקרבת תחנת הרכבת עדיין פנויים ושוממים. גם נתניה השכנה, מוסיפה

כיום לפתח שכונות חדשות על שטחים פתוחים בדרום מזרח העיר, אשר עוד בעבר הלא רחוק שימשו לגידולים חקלאיים - בהיותם נושקים את בית הספר החקלאי הדסים ואת המושבה אבן יהודה - במקום למלא את הרווח הענק שבין שכונת דרום (דורה) ושכונת אפרים למרכז העיר, בעוד אשר בצפון "נמרכת" לה העיר עד לחבצלת השרון בדלילות מדהימה. בכונת תחילה לא הזכרנו את אותם החלקים של מרכז העיר הישן כולל הרחוב הראשי - רח' הרצל אשר רבים בו עדיין המבנים החד קומתיים מאלה שהם בני 3 קומות ! ומה על שכונות עמידר וגבע, ושכונת הפועלים, ועין התכלת הבנויות בצפיפות ממוצעת של 1 2/1 יחידות דיור לדונם ?

תהליכי הפירבור העירוניים ואלה שבמרחב הבין עירוני גורמים להתארכות, שלא לצורך, של קוי אספקת השרותים: דרכים, מערכות ניקוז וביוב, אספקת המים והתקשורת, התחבורה הציבורית וכל שאר השרותים המוניציפליים (חינוך - כולל הסעות תלמידים ומורים, רווחה - קשישים ונכים, עבודה קהילתית, איסוף אשפה טיאוט ונקיון, כמו גם גינון ציבורי). אלה כולם מטילים על הקופה הציבורית נטל כבד שהיא מתקשה לעמוד בו מבלי לגרום - בטווח הארוך - לערעור העצמאות של השלטון המקומי והתבטלותו מול השלטון המרכזי אשר על שולחנו הוא סמוך. איש אינו חפץ כי זה האחרון ידאג לאיכות הסביבה בכל ישוב וישוב, אלא רק יתווה את העקרונות ויפקח על הביצוע.

6. תחבורה בלתי מתאימה

ניתוח תחבורתי מצביע מיד על העדרה של תשתית לתחבורה מסילתית לא רק במרחב הבין עירוני, אלא במיוחד בתוך הישובים העירוניים ובאגדי הערים המטרופוליניים. כתוצאה מתבצעת התחבורה הציבורית הפנים עירונית באופן בלעדי באמצעות אוטובוסים המונעים במנועי דיזל, ומספר קטן של מוניות שרות. העדר כמות מספקת של נתיבים בלעדיים לתחבורה ציבורית (נת"צים), והעדר אכיפה של איסור כניסת כלי רכב פרטיים לנתיבים אלה גורמים, לצד התפוקות התנועה בישובי ישראל, להאטה ניכרת במהירות המסחרית של התחבורה הציבורית. במקביל, גורר בעקבותיו תהליך הפירבור תלות מוחלטת ברמת השירות של הרכב הפרטי, או מעבר מתחבורה ציבורית לרכב הפרטי. לאורך ציר הזמן גורם התהליך לעיוות חמור במערך שימושי הקרקע תוך בזבזה על כבישים ומחלפים ולהקצאה לקויה של משאב טבע זה הקיים בישראל במחסור בשל נתוני היסוד הגיאופוליטיים שלה. כל אלה יחד גורמים לנסיגה מתמדת של התחבורה הציבורית שבאה לידי ביטוי בירידת מספר הנוסעים והמשתמשים באוטובוס -

לטובת המשתמשים ברכב הפרטי גם לנסיעות היוממות לעבודה וללימודים. תופעה זו לא נבלמה למרות שמפעילי התחבורה הציבורית דואגים תדיר לחידוש צי האוטובוסים ולהעלאת רמת השרות ע"י פתיחת קוי שרות חדשים, הכנסת אוטובוסים מפרקיים רבי-קיבולת, לצד זוטובוסים ומיקרובוסים, הכנסת מיזוג אויר וכ"ו.

נסיגה זו פוגעת באופן דיפרנציאלי בחסרי הרכב הפרטי: שכבות סוציו-כלכליות נמוכות, בילדים ובנוער, בקשישים ובמוגבלים גופנית, בנשים ובחלק מבני הבית בו מצויות פחות מכוניות ממספר המשתמשים.

לאורך ציר הזמן נדונים תושבי הישובים העירוניים בכלל, והכפריים בפרט - לתלות מוחלטת ברכב הפרטי. השימוש המופרז ברכב הפרטי, כאשר התשתית העירונית אינה מותאמת לו מראש: העדר כבישים עורקיים רחבים דיים, קיומם של צמתים במפלס הקרקע במקום מחלפים זו ותלת מפלסיים, הקמת חניוני חנה-וסע והעמדתם חנם לרשות המשתמשים; מערך התחבורה הציבורית לחניונים אלה ומהם סובל מכל הרעות החולות האופייניות לכל התחבורה הציבורית בישראל - ולפיכך אינו מקנה לשיטה זו כל יתרון על פני החלופות המוכרות.

השימוש המופרז ברכב המוטורי בתחומי הישובים העירוניים בישראל, במיוחד באגד הערים גוש דן - גורם לצריכה גוברת והולכת של אנרגיה, בעיקר של דלקים שונים. זו גורמת לעליה מתמדת ברמות זיהום האויר. מדידות ניטור הנערכות באופן סדיר בתל אביב - יפו מצביעות על עליה מתמדת ברמות חד ודו תחמוצת הפחמן, עופרת ותחמוצות חנקניות. מחקרים מצביעים כי % 80 מכמות המזהמים מקורם בגורמי זיהום ניידים (בעיקר כלי הרכב המנועיים), ורק מיעוטם ממקורות נייחים. רק צימצום דרסטי של השימוש ברכב הפרטי יהא בו כדי להפחית מרמות זיהום האויר בישובים העירוניים - לאחר שהגיע לשיעורים מסוכנים לבריאות הציבור הרחב.

למרות האקלים הנוח, יחסית, במרבית חודשי השנה ותנאי הטופוגרפיה הנוחים במרבית הישובים בישראל, למעט ההרריים שבהם - אין כל עידוד לעשיית שימוש מושכל ברכב-דו-אופני ללא מנוע (אופניים וכ"ו) ככלי תחבורה פופולרי; אין בנמצא תשתיות של שבילים מיוחדים לרוכבי אופניים, אין רמזורים מיוחדים, וכמעט ואין בנמצא מתקנים להעמדה בטיחותית של אופניים בפתחי מוסדות חינוך, מוסדות תרבות ובניני ציבור או ריכוז של שרותים אישיים ושרותי בידור, ומעל לכל - קיים זלזול בוטה בזכות הדרך של רוכבי על שניים. אין כמעט תוכניות חינוכיות בבתי הספר ללימוד רכיבה נכונה ולהתנהגות בטיחותית בדרך: הן מצד הרוכב, והן מצד שאר המשתמשים בדרך, נהפוך הוא - כאשר אדם בוגר בעל עמדה ומעמד מגיע

לעבודה או לפעילות חברתית רכוב על אופניו הוא נתקל במבטי בוז וזלזול והופך לשנינה בפי חבריו.

כמעט במקביל לכך אין רואים ברגליו של אדם אמצעי תחבורה למרחקים קצרים (עד 500 מ' או אפילו עד 1 ק"מ). המידרכות בישובים העירוניים צרות ומרביתן במצב תחזוקתי ירוד. בשל התפישה הבסיסית המוטעית כי העיר נועדה למכונית ולאוחז בהגה, ונוחותם חשובה מכל ערך חברתי אחר - מתירות הרשויות המקומיות בישראל לעשות שימוש בחלק הארי של המדרכה לשם חניית כלי הרכב, או לחילופין - מצרים כל העת את המדרכות לטובת נתיב תנועה נוסף לכלי הרכב המוטוריים (כדוגמא: רח' בצלאל ורח' קרן היסוד בירושלים, שדרות מוריה בחיפה), מאפשרים תפיסת חלקים ניכרים ממה שנותר מהמדרכות לשימוש עיסקי למינהו (לבתי קפה, לקיוסקים ולדוכני תצוגה ומימכר שונים - ברשיון וללא רשיון), לחניה חוקית או אפילו בלתי חוקית של כלי רכב פרטיים - תוך הורדת הולך הרגל לכביש (תרתני משמע) עד כדי סיכון חיו - במיוחד כאשר מדובר בחלקים החלשים והפגיעים באוכלוסייה (ילדים ונוער, קשישים, ואמהות עם עגלות תינוקות). החניה על המדרכות מזהמת אותן בשמני מנוע הדולפים ופוגעת בהן באופן אסטטי, אלא שחמורה מכך היא סכנת ההחלקה של הולך הרגל, בעיקר בעונת הגשמים.

7. הטיפול בפסולת המוצקה

רמת הטיפול בפסולת המוצקה בישובי ישראל מתאימה עדיין לזו הקיימת במדינות העולם השלישי: פסולת מתגלגלת בכל פינה ואתר. הנורמה ההתנהגותית של "צרוך והשלך" שורה בכל - בצידי דרכים בינעירוניות, במקומות בילוי, בחופי רחצה, בפארקים ובשמורות הטבע, ומעל לכל - בסביבות, פח האשפה הביתי או השכונתי. כתוצאה מלוכלכים רחובות הישובים, ורבים בהם מצבורי האשפה, כמעט קבועים, ממועד סמוך לפינוי ועד למועד הפינוי הבא.

הטיפול בפסולת הגושית לקוי ביותר: באין אכיפה מספקת של חוקי העזר העירוניים המונעים הוצאת פסולת גושית למדרכות, לשולי הכביש או לגינות ציבוריות ולמגרשים פנויים - הם עמוסים בגזם, בשברי רהיטים ישנים ואף בפסולת בנין מתיקונים ושיפוצים. אתרי הסילוק לפסולת הבנין מרוחקים ממקומות היווצרותה, ולפיכך מחפשים קבלני הפינוי או שלוחיהם פינות נסתרות, מגרשים פנויים, ואף רחובות צדדיים או ואדיות - ומסלקים אליהם את הגרוטאות והפסולת. (נושא הפסולת המוצקה נדון בנפרד במסמך זה).

8. מפגעי רעש

מקור הרעש הראשי בישוב עירוני הוא, ללא ספק, התחבורה המוטורית אשר לה שעות פעילות משלה.

הדרך היעילה להגנה מפני נזקי הרעש של תחבורה חולפת הם קירות מגן אקוסטיים אטומים. בשל מגבלותיהם: מחיר גבוה, כיעור בולט לעין - הנגזר מהקמת "חומה", וחסימת זרימת האויר - יעילותם מוגבלת לעורקי תחבורה סואנים, ואין נטיה להשתמש בהם בנתיבים עירוניים, פרט למקרים יוצאי דופן. גם הפתרון של איסור כניסת רכב לשכונות / אזורים מסויימים בשעות מוגדרות טרם נפוץ - למעט במספר קטן של ישובים, וגם שם הסיבה לאיסור אינה בעיית הרעש אלא חניית הרכב הכבד.

דרך אחרת להתגוננות אקוסטית היא באמצעות שילוב בידוד בקירות ועשיית שימוש בחלונות בעלי זכוכית כפולה. במקרה זה יהא צורך במיזוג אויר מלא /חימום בכל חודשי השנה, מה שודאי אינו מעשי למרבית דירות המגורים ואף לא לחלק הגדול של בתים המשמשים למגורים בישראל. מקור הרעש השני בטורדנותו בסביבה העירונית הוא הרעש הנובע מהמזגנים הביתיים או ממערכות מיזוג אויר של מבנים ומתקנים.

בעקבות התגברות הפשע והאלימות הפכה התקנתן של מערכות התרעה בדמות צופרי אזעקה בדירות מגורים, בבתי עסק ובכלי הרכב לתופעה נפוצה. מכאן שגם המקרים של כשל במערכות כמקור לרעש בעוצמות גבוהות הופך ליותר שכיח, וכבר מהווה כיום בעיה בסביבה העירונית.

9. אסתטיקה וחזות פני העיר

אחד ממאפייניה הבולטים של הסביבה העירונית בישראל הוא הכיעור. יתרה מזאת: היחס לרשות הרבים גרוע - החצר הישראלית המשותפת, כמו מגרש החניה של הבית המשותף, נראים בהרבה מיקרים מוזנחת מאד; החצרות האחוריות משמשות כמצבורי אשפה עתירי שנים, הגגות השטוחים הבלתי מסויידיים מהוים לא רק כר ל"צמיחתן" של חזזיות למיניהן, אלא גם ליער של שלדי אנטנות טלוויזיה ארכאיות אף בעידן הכבלים, ובמקרה הגרוע - כמחסן גרוטאות בלתי מאורגן. חזיתות בנין קלופות טיח, מעקות חלודים ושברי שמשות בחדרי מדרגות אינם חזיון נדיר גם לא בבתיים משותפים המשמשים למגורי אדם, ואפילו כאלה שגילם טרם

הגיע לעשרות שנים, שלא לדבר כלל כאשר הבנין משמש למשרדים, למסחר, או לאחסנה, מלאכה, ותעשייה.

10. הרס ערכים היסטוריים

היחס למבנים בעלי ערך היסטורי או ארכיטקטוני מיוחד השתפר לעין ערוך בשני העשורים האחרונים, בעקבות העליה ברמת המודעות הציבורית, חקיקת חוק הארכיאולוגיה המתוקן, הקמת המועצה לשימור מבנים ואתרי ראשית ההתישבות, פעילות חינוך והסברה נרחבות והתארגנותן של יוזמות ציבוריות כפרטיות לשיקום מונומנטים ולעשיית שימוש חדש בבניינים בעלי ערך היסטורי.

סביר להניח כי לו ניסתה חברת מגדל שלום מאיר להעלות היום את בנין הגימנסיה העברית הראשונה בתל אביב (הרצליה) על מזבח המולך לאל הנד"לן - היתה נתקלת בהתנגדות ציבורית בעוצמה כזאת שמגדל שלום כנראה לא היה קם. למרות זאת היינו עדים בעשור הנוכחי להרס ערכים כמו חדר הרצל בבית שטרן אשר בשכונת ממילא בירושלים, אחד ממבני החאן הישן בחדרה, ועוד קודם לכן ביי"ס כיי"ח ומבנה טליתא קומי אף הם בירושלים.

11. סגירת חופי הים

למרות ההוראה המפורשת בחוק התכנון והבניה האוסרת כל בניה בתחום רצועת 100 המטרים מקו החוף עושות לעצמן רשויות שונות ככל העולה על רוחן באשרן פרויקטים פרטיים ויזמויות ציבוריות בתחום רצועה זו. בדרך כלל מלווים פרויקטים כגון אלה גם בסגירת החוף, בחסימת המבטים לחוף ולעיתים אף במניעת מעבר חופשי לחוף הים - וזאת במדינה ים תיכונית שאקלימה חם ולח במשך מרבית חודשי השנה, והשהיה בחוף, כמו גם הרחצה - מהוות בילוי זול ופופולרי. גם רשויות השלטון לא יכולות לרחוץ בנקיון כפיים, שכן במיקרים לא מעטים ידועה גם להן הכוונה האמיתית של היזמים: לבנות פרויקט מגורים ו/או דירות-נופש תחת מסווה לכוונה האמיתית, שהיזם מציגו, לכאורה, כמלון או כחלק מפרוייקט תיירותי.

כך נחסם חוף הים של תל אביב ע"י חומת בתי המלון שחלקם כבר חדלו לשמש בתי מלון, ואחרים נשאו שם ענף המלונאות לשוא מתוך כוונת תחילה לשמש כדירות לכל דבר. הוא הדין ביחס לפרוייקט מגדלי חוף הכרמל בחיפה, וחמור לא פחות - שורת המעגנות ההולכת וקמה כיום במספר ערי חוף בישראל (הרצליה, אשקלון, אשדוד וכ"ו) כאשר כבר כיום מצטייר עודף כושר קיבול אל מעבר לשנת

2002. למרות זאת אין פרנסיהן של שורה ארוכה של רשויות מתביישים לתבוע במפגיע אישור פרויקט מעגנה לעירם, ובה בשעה הם עצמם מקדמים את הפרוייקט בין בגלוי ובין מאחורי הקלעים. באלה נכללות: חיפה, נהריה, חדרה, קיסריה, מטה אשר ועוד היד נטויה.

ב. בעיות המחייבות פתרון

1. בתחום התכנון האורבני - הפסקת תהליך הפירבור העירוני והבין-עירוני.
שמירת האיזון בין השטח הפתוח לשטחים התפוסים.
פיתוח מאסיבי של שטחים ירוקים, פארקים וגנים
ציבוריים.
עצירת הבניה צמודת הקרקע, עידוד בניה רוויה היכן
שניתן.
ניצול יעיל של קרקע עירונית.
הכנת תוכניות ניקוז להגברת החילחול למי התהום
ולמניעת שטפונות - בעיקר בבניה חדשה.
תכנון עירוני ותכנון בניה מודעי שימור אנרגיה ("בניה
ירוקה").
2. בתחום התחבורה - תכנון ופיתוח מערכת הסעה המונית בערים
ובמטרופולינים.
דפוסי חשיבה תחבורתיים : הליכה ברגל ושימוש
באופניים.
פיתוח תשתיות לרוכבי אופניים בישובים מישוריים.
שמירת מדרכות להליכה ברגל.
חניוני "חנה וסע" חינם לעידוד השימוש בתחבורה
ציבורית.
פיתוח נתיבי תחבורה ציבורית להגברת מהירותה
המסחרית.
3. מניעת רעש - הורדת מפלסי הרעש מתחבורה, ממערכות מיזוג אויר
ואזעקות.
הורדת מפלסי רעש בשכונות מגורים.
4. אסטטיקה וחזות העיר - חקיקת חוקי עזר לחיוב בעלי נכסים/חוכרים בתחזוקה
נאותה.
דאגה לשיפוץ חזיתות הבית, הגג, הגדרות ואבזרי הקישוט
והנוי.
הכנת תקנות לשילוט אחיד.
תקנות להסרת אנטנות מיותרות.

הרחבת כרטסות שימור אתרים וישומן.
עיצוב נאות של הכניסות לשוב.

ג. סיכום

סדרי העדיפות לטיפול:

1. מעורבות הציבור בתכנון השכונתי והעירוני.

לאור ההנחיה כי הפרוייקט הנדון עוסק בהמלצות לטווחי זמן קצרים יחסית ובהמלצות לתחום האפשרי והמעשי, ממליץ הצוות להתרכז בפעולה בהגברת מעורבות הציבור, כאמצעי ליצירת לחץ ציבורי לשיפור הסביבה הציבורית וככלי מרכזי למימוש המלצות ויעדים סביבתיים בסביבת המגורים. פעילות זו הינה תנאי למימוש יעדים רחוקים יותר.

- א. מומלץ להקים, וולונטרית ו/או ממסדית, גופים צבוריים שכונתיים שיהיו מעורבים בתכנון סביבת המגורים ובישיפור סביבת המגורים. גופים כאלו קיימים כבר ויש לעודד מעורבותם בנושאי הסביבה המיידית לאזרח.
- ב. חשוב כי הן המשרד לאיכות הסביבה והן הגופים הירוקים הוולונטריים יסייעו בידי גופים צבוריים אלו ויעזרו בקידום נושאי הסביבה שבטיפול נציגי התושבים.
- ג. חיונית זמינות מידע סביבתי לשימוש האזרחים ונציגי האזרחים, מידע החייב להמסר לתושבים ע"י הרשות המקומית. אחד מתפקידי המפלגות הירוקות ברשויות המקומיות הינו לפעול להעמדת האינפורמציה לרשות התושבים.
- ד. חשוב כי ועדי השכונות יהיו מעורבות בתכנון השכונתי. יש לתת למועצות אלו סיוע על מנת שיכינו תכניות לפני הישוב או השכונה.
- ה. הצוות מעריך כי למרות היות המטרה שתוארה כאן חסרת הדר ופעולה מהפכנית, השגת יעד זה במהלך השנים הקרובות יהווה שינוי דרמטי במעמד נושא הסביבה העירונית. הבאת נושאי הסביבה לטיפול התושבים תוציא נושאי סביבה חיוניים מהטיפול הבלעדי של יזמים ופוליטיקאים. הפעלת התושבים תיצור מעורבות אמיתית של תושבים ותהווה משקל נגד לגופים המנהלים כיום את המערכת, או תמיכה לגופים המנסים לפעול בכיוון שימור הסביבה.
- ו. איכות הסביבה מהווה אלמנט חיוני בתכנון. המוסדות האקדמיים המכשירים מתכננים חייבים להגביר מודעות התלמידים לנושא.

2. עצירת תהליך הפירבור.

- I. לא יוקמו ישובים חדשים.
- II. לא תוקמנה שכונות חדשות בשולי ישובים קיימים.
- III. התכנון העירוני יכוון לציפוף הבניה ולהתכנסות הישובים במקום להתפתחות אקסצנטרית שלהם.
- IV. תופסק הקמתו של כביש חוצה ישראל.
- V. חיזוק מעמדם החוקי של השטחים הפתוחים למניעת שינוי יעודם.
- VI. תחוזק ותורחב תשתית התחבורה המסילתית בישראל ע"מ לקשר מרכזים עירוניים.
- VII. תופסק הפשרת קרקע חקלאית והשטחים הפתוחים לבניה למגורים, מסחר ותעשייה.
- VIII. על מנת לחסוך במשאב הקרקע ייעשה להגברת השימוש במרחב התת-קרקעי.

3. חידוש ושיקום מרכזי הערים.

- I. שיקום המרכז הישן, תוך הפיכתו למע"ר חדיש עם צפיפויות מתאימות.
- II. הנהגת חובת שיפוץ כל חזיתות הבנינים, הגג, החצר הגדרות והגינון.
- III. הגדרת מערך המדרכות כחלק מהשטחים הפתוחים ולטיפולן בהתאם.
- IV. שימור נאות של בנינים ומבנים בעלי ערך היסטורי או ארכיטקטוני.
- V. עיצוב ייחודי לכניסות וליציאות של הישוב.
- VI. הסדרת נושא השילוט.

4. בניה ירוקה

הצוות ממליץ לנקוט באמצעים לעידוד בניה ירוקה: בניה מודעת אנרגיה לחסכון באנרגיה לחימום, קירור ותאורה ולניצול מירבי של תנאי האקלים.

שילוב מדיניות תחבורה וסביבה

הכנת מסמך רקע: פרופ' דוד מהלאל-טכניון

חברי הצוות:

יורם שיפטן	פרופ', הטכניון
שלום הקרט	פרופ', הטכניון
אילן סלומון	פרופ', האוניברסיטה העיברית
גדעון השימשוני	מנהל, המכון הישראלי לחקר התחבורה
גדי כפיר	המכון הישראלי לחקר התחבורה
בצלאל בוכר	המכון הישראלי לחקר התחבורה
סטליאן גלברג	ד"ר, ראש האגף למניעת רעש, המשרד לאיכות הסביבה

1. מבוא

מערכת התחבורה מספקת את יכולת הניידות החיונית לקיום משק מודרני ובלעדיה לא יתאפשר קיום הפעילויות היסודיות של החברה. בצד התועלות שיוצרת מערכת התחבורה היא גם גורמת להשפעות שליליות על הסביבה ועל מערכות נוספות כמו בטיחות. השפעות נלוות אלה זוכות, בחברה המערבית, לתשומת לב הולכת וגוברת ולנסיונות לצמצמן.

מסמך זה עוסק בעקרונות מדיניות התחבורה ובאמצעים שיש לנקוט כדין להקטין את ההשפעות השליליות על הסביבה. כפי שיתואר בהמשך, חלק מהאמצעים הללו קיים קונפליקט בין אינטרס התחבורה לאינטרס הסביבתי (למשל, הגבלת הנסועה בתנאים שאינם גודש), אולם קיימים הרבה עקרונות ומדיניות העשויים לשפר את הניידות ובה בשעה לצמצם משמעותית את ההשפעות הסביבתיות.

פרק 2 עוסק בהגדרת הבעיה שבין מערכת התחבורה למערכת הסביבה. פרק 3 מתאר בקצרה את השפעות התחבורה על הסביבה. הפרקים האחרים יעסקו בעקרונות המדיניות והאמצעים לפיתוח מערכת התחבורה תוך הקטנת ההשפעות על הסביבה.

2. הגדרת הבעיה

התועלות הנוצרות מקיום מערכות התחבורה והשרותים המסופקים על ידיהן נאמדות בעת ההקמה ובתהליך התפעול השוטף. בתהליך קבלת ההחלטות לגבי רמת ההשקעות נערכת השוואה בין התועלות והעלויות. באם נוצר מאזן חיובי מחליטים על הרחבת התשתיות והיקף שרותי התחבורה ובאם המאזן שלילי מצמצמים את היקפי השרותים והעלויות על מנת להתאימן לתועלות. במערכת סגורה זאת, המדיניות הכלכלית קובעת את האיזון בין הרווחה החברתית לבין המשאבים המופנים להשגת רווחה זאת.

לכאורה קיום המנגנון הכלכלי יכול היה למנוע או לצמצם את היקפי בעיות הסביבה הנובעות ממערכת התחבורה. אולם, המצב הרווח הוא שעלות ההשפעות הסביבתיות הנוצרות עקב קיום שרותי התחבורה אינה נלקחת בחשבון באופן ישיר בתחשיבים הכלכליים ולכן לא קיים מנגנון המסנכרן, ללא התערבות יזומה, בין הסביבה לתחבורה.

השילוב הלקוי שבין מדיניות תחבורה וסביבה לבין המדיניות הכלכלית אופייני למעשה לכל תהליך העיור. לכן אנו עדים מצד אחד, להתרחבות העיר ותהליך הפרוור הגורמים לפיזור פעילויות במרחב והגדלת הנסועה ומצד שני ההכנסות מתחבורה לא מכסות את ההשפעות הנלוות של המערכת.

בהעדר מנגנון כלכלי המתאם בין מדיניות תחבורה וסביבה יש צורך בהתערבות פעילה ובהכוונה של מערכות התכנון תוך שימוש באמצעים רגולטיביים. ההתערבות החיצונית נועדה במקרה זה למנוע את הכשלים של מנגנון השוק וליצירת שווי המשקל הרצוי מבחינת הרווחה הכלכלית.

בעבר נטו להגדיר את יחסי הגומלין שבין מערכת התחבורה לסביבה כיחסי קונפליקט אינהרנטיים. לפי גישה זאת, הקטנת השפעות על הסביבה משמעותה פגיעה במערכת התחבורה ובעקבותיה פגיעה גם ברווחה החברתית. גישה זאת נכונה בתנאים של תעבורה ללא גודש בהם תוספת נסועה אינה פוגעת ביכולת הניידות של האחרים. במצב עניינים זה תוספת הנסועה משפרת את הרווחה החברתית, ומגדילה את ההשפעות על הסביבה. אולם מצב הדברים שונה בערים ובגישות לערים המאופיינות בתופעת גודש - תנועה צפופה המלווה בפקקים ובעצירות תכופות. במצב תנועה זה הרחבת הנסועה פוגעת בסביבה אולם לא פחות נפגעת גם יכולת הניידות, ולמעשה מערכת התחבורה אינה ממלאת את יעדיה

ביעילות. הפתרונות התחבורתיים המתאימים להקלת הניידות בתנאי גודש (בעיקר שינוי פיצול הנסיעות והגדלת חלקה של התחבורה הציבורית) מקלים גם על השפעות מערכת התחבורה על הסביבה. לכן במרחבים העירוניים ובכבישים הבין עירוניים העמוסים, (שם עיקר בעיות התחבורה), מדיניות תחבורה המתמודדת בהצלחה עם בעיות ניידות בתנאי גודש התנועה, ממילא גם תואמת מדיניות המגינה על הסביבה ואין לראות בכך פשרה או וויתור.

3. השפעות סביבתיות של מערכת התחבורה

ההשפעות הסביבתיות העיקריות של מערכת התחבורה הן: פליטת מזהמים, רעש, וויברציות, צריכת משאבי קרקע, זיהום מים, יצירת אשפה מוצקה ופגיעה חזותית בנוף. לעתים נוהגים לכלול גם את בעית תאונות הדרכים בקטגוריה של השפעות נלוות המשפיעות על הסביבה.

פליטת מזהמים

מנועי השריפה הפנימית של כלי הרכב יוצרים מזהמים בתהליך שריפת הדלק. מרכיבי הזיהום העיקריים של כלי הרכב הם: תחמוצות חנקן (NO_x), פחמן חד חמצני (CO), פחמן דו חמצני (CO_2), פחמימנים (HC) וחלקיקים מרחפים (SPM). לוח מס' 1 מציג את התרומה היחסית של חלק ממרכיבי הזיהום של כלי הרכב לרמה הכללית של זיהום האויר. כפי שניתן להיווכח הרי מרבית זיהום תחמוצות החנקן, הפחמן החד חמצני והפחמימנים נגרם על ידי כלי הרכב. תערובת מזהמים אלה היא ריאקטיבית במיוחד ומשמשת גורם עיקרי ביצירת הערפיח הפוטוכימי.

לוח מס' 1: החלק היחסי של התחבורה בפליטת מזהמים מתוך היקפי הזיהום הכלליים (%)

המזהם	צרפת	בריטניה	גרמניה	OECD אירופה
תחמוצות חנקן (NO_x)	76	49	65	60
פחמן חד חמצני (CO)	71	86	74	78
פחמימנים (HC)	60	32	53	50

מקור: OECD (1991)

לפי בינשטוק ואחרים (1996), כמות פליטת המזהמים ברכב בשנת 1994 בישראל הייתה כדלקמן: פחמן חד חמצני - 585,458 טון, תחמוצות חנקן - 91,452 טון, פחמימנים - 165,540 טון, חלקיקים - 10,980 טון, ותחמוצות גופרית - 12,915 טון. הנזק הכלכלי שנגרם ע"י זיהום מרכב בשנת 1994 הוערך בין 841 מליון ש"ח (הערכה ממוצעת) לבין 5,300 מליון ש"ח (הערכה עליונה).

בנוסף לזיהום הנגרם בתהליך הבעירה, נוצר גם זיהום כתוצאה משחיקת הצמיגים בכביש. המזהמים הנוצרים בתהליך השחיקה הם: עופרת, כרום, נחושת, ואבץ. חלק מהשפעות זיהום האויר הוא מקומי (בקרבת הדרכים), חלקו אזורי וחלקו גלובלי. בהקשר האזורי מוזכרים ריכוזי האוזון המתלווים לערפיח הפוטוכימי ובהקשר הגלובלי מוזכרות ההשפעות של גזי החממה.

רעש וויברציות

רעש של כלי רכב היא תופעה מקומית המטרידה רבים בעיקר באזורים עירוניים ובמיוחד בשעות הלילה. בעית הוויברציות פחותה בהיקפה מבעית הרעש והיא נגרמת ממשאיות כבדות הנוסעות בקרבת בתים. לפי הערכות, במדינות ה OECD 130 מליון בני אדם נחשפים כל יום לרמות רעש גבוהות (מעל 65 dB(A)), ו 400 מליון נחשפים לרמות מעל 55 dB(A) (Whitelegg, 1993).

לרעש השפעות רבות על אנשים, כמו לחצים, הפרעות התנהגותיות, נזק שמיעתי, ונדודי שינה.

צריכת משאבי קרקע

תשתיות התחבורה משפיעות על צריכת משאבי הקרקע בשתי רמות. הרמה הראשונית הם השטחים הישירים הנדרשים לתשתיות התחבורה: רצועות הדרך, מסילות ברזל, טרמינלים חניונים ושדות תעופה. בהשפעות המשניות ניתן לכלול את מגבלות קווי הבניין, הקטנת היקף השטחים הפתוחים, פגיעה בעיבוד שדות עקב ביתורם, והאצת תהליך הפרוור עקב הגדלת יכולת הנגישות. השפעת תהליך הפרוור מדאיגה במיוחד עקב הגדלת הנסועה והצורך המירבי להסתמך על הרכב הפרטי. לצריכת משאבי הקרקע חשיבות מרובה במדינה צפופה כמדינת ישראל.

פגיעה חזותית בנוף

דרכים, מסילות ברזל וחניונים פוגעים באסטטיקה ובנוף. ניתן להבחין בנוף הנגרם עקב קיום הדרך ובנוף נוסף עקב קיום פעילות תעבורתית על הדרך (visual intrusion).

זיהום מקורות מים

הפגיעה נוצרת עקב הקטנת חילחול המים לאקוויפרים, זיהום מים מחומרי הבניה של התשתיות, זיהום שנגרם עקב מזהמים, בעיקר מתכות כבדות, הנפלטים מכלי הרכב והצמיגים, וזיהומים הנגרמים עקב תאונות למיכליות וכלי רכב המובילים חומרים מסוכנים.

פסולת מוצקה

בעיות פסולת מוצקה נוצרות עקב חומרי מבנה הדרך וגריטת כלי רכב וקרונות רכבת.

תאונות דרכים

התאונות הן ארועים שכיחים במערכת התחבורה. התאונות מביאות לתוצאות קשות במונחים חברתיים וכלכליים. נוהגים לכלול את תאונות הדרכים בקטגוריה של השפעות הסביבה, הן בגלל האופי הדומה של השפעות שליליות הנלוות למערכת התחבורה והן בגלל ההשפעה הישירה של חלק מהתאונות על הסביבה. למשל תאונות של כלי רכב המובילים חומרים מסוכנים. פיזור חומרים מסוכנים עלול לפגוע בבריאותם של אלה הבאים במגע עם החומרים ועלול לזהם את פני הקרקע ומי התהום.

חלק ניכר מהאמצעים להקטנת השפעות הסביבה (כמו הקטנת הנסועה) יגרום גם להפחתת מספר תאונות הדרכים.

4. מדיניות פיתוח תחבורה ואמצעים להפחתת השפעות סביבה

בשנות ה-50 וה-60, חשבו מתכנני התחבורה שיש להתמיד בפיתוח הכבישים כדי לספק את הצרכים של האוכלוסיה המעדיפה לנסוע ברכב הפרטי. באותה תקופה, תהליך תכנון התחבורה הקלאסי התמקד בחיזוי ביקושים לנסיעות ובהצדקת הצורך בהוספת דרכים חדשות על מנת לספק את הביקוש הגובר.

במשך שנות ה-70 התגבשו גישות תכנון אחרות שהכירו בכישלונם של הנסיון להדביק את הביקוש באמצעות הוספת דרכים, כשלון הנובע מחוסר היכולת לסלק

את בעיות עומס התנועה ומהחשש מפני ההשפעות השליליות המתלוות לסלילת דרכים.

בהדרגה הבחינו גם במעגל קסמים המתלווה לפיתוח הדרכים: הקמה של דרך חדשה מקצרת את זמן הנסיעה והופכת את המגורים המרוחקים לאטרקטיביים יותר. עקב כך נוצר תהליך פירוור שעיקרו הקמת אזורי מגורים מרוחקים. מגורים בפרוורים מאופיינים בבניה צמודת קרקע המפוזרת על שטחים גדולים. סוג זה של בניה גורם לניוון התחבורה הציבורית ולדרישה גוברת לנסיעות ברכב פרטי. כתוצאה, חוזרת תופעת העומס ודרישה נוספת לדרכים חדשות.

הגישה הרווחת היום בתכנון תחבורה היא זו המנסה ליצור איזון נכון בין אמצעי התחבורה השונים. כלומר, גם לפתח דרכים חדשות וגם לחזק את השימוש בתחבורה ציבורית: רכבות לסוגיהן, חשמליות, ואוטובוסים. באופן זה אפשר יהיה לספק את הביקוש לנסיעות ולאפשר ניידות, ללא צורך מתמיד להרחיב את היצע הדרכים. גישה תכנונית זאת מקילה על השפעות הסביבה של מערכת התחבורה באמצעות צמצום היקפי הנסועה ברכב הפרטי.

היעד של הקטנה וצמצום הנסועה מקבל עדיפות גבוהה במדינות שונות בארה"ב ובאירופה. הביטוי המובהק לכך הוא החוק שנחקק בבריטניה המחייב כל רשות מקומית להציג תוכנית להקטנת היקפי הנסועה בתחומיה (Road Traffic Reduction Act 1997).

להלן יפורטו מאפייני מדיניות ואמצעים המעצבים את אופייה של מערכת התחבורה וקובעים את רמת ההשפעות על איכות הסביבה:

פיזור מרחבי של שמושי קרקע

פיזור שמושי הקרקע ותמהיל השמושים, משפיעים על היקפי הנסועה ועל אמצעי הנסיעה וקובעים את מימדי השפעות מערכת התחבורה על הסביבה. פיזור מרחבי של שמושי הקרקע בצפיפות נמוכה מגדיל את מספר הנסיעות ומאריך את מסלוליהן. פעילויות שבצפיפות גבוהה של שמושי קרקע היו יכולות להיעשות בהליכה רגלית או בנסיעה קצרה מחייבים בתנאים של צפיפות נמוכה, נסיעה ארוכה יחסית. השפעה דומה יש גם לתמהיל שמושי הקרקע; שמושים מעורבים מקטינים את כמות הנסיעות לעומת הפרדה מרחבית של שמושים המגדילה את כמות הנסיעות.

בנוסף למספר ואורך הנסיעות משפיע פיזור נמוך של שמושים על היכולת לקיים שרותי תחבורה ציבורית. תפעול על בסיס כלכלי של תחבורה צבורית מחייב קיום מסדרונות תנועה עתירי בקושים של נוסעים. רק באמצעות ריכוז גיאוגרפי של הבקושים ניתן להבטיח רמת תפוסה ותדירויות גבוהות של תחבורה ציבורית. קביעה זאת מקבלת משנה חשיבות כאשר בוחנים הקמה של תחבורה מסילתית.

פיתוח תשתיות

חלק ניכר מהבקושים לנסיעות, למשל נסיעות לעבודה של מרבית היוממים, מאופיין בגמישות המאפשרת שינוי באמצעי הנסיעה. הבחירה באמצעי הנסיעה מושפעת מזמינות האמצעי, רמת השרות ועלויות השמוש. לכן ההחלטות הכלכליות הכרוכות בהקצאת משאבים לתשתיות מעצבות לא רק את היצע המערכת אלא גם קובעות את מאפייני הביקושים.

מגוון סוגי התשתיות הקיימות משפיע על מאפייני התפעול והשמוש באמצעי התחבורה ולכך יש כמובן השפעה ישירה על הסביבה. לדוגמא, צמצום היצע מקומות החניה במרכז העיר מקטין את מספר הנסיעות ברכב פרטי. פעולה זאת מקטינה את הנסועה ואת השפעות הסביבה.

דוגמאות מערים שונות בעולם (למשל, לוס אנג'לס) ממחישות את חוסר היכולת למנוע את תופעות גודש התנועה באמצעות בנייה מסיבית של דרכים והסתמכות מירבית על שמוש ברכב פרטי. מצד שני, הנסיון האירופאי מורה כי ניתן להגיע לשעורי שמוש גבוהים בתחבורה צבורית. למשל מספר הנסיעות בתחבורה ציבורית לתושב לשנה מגיע בציריך ל - 537, אמשטרדם - 320, מינכן - 223, פאריס - 330, ותל אביב - 113 נסיעות לשנה. דוגמאות אלה ממחישות כי ניתן ליצור תשתיות תחבורה שמצד אחד יאפשרו רמת ניידות ונגישות גבוהה ומצד שני ימנעו את החמרת בעיות הסביבה.

תשתיות המכוונות להגדלת חלקה של התחבורה הציבורית והקטנת הנסיעות ברכב פרטי כוללות: הקמה של רשת מסילתית, הקמה של מסופי מעבר לצורך מעבר בין אמצעי נסיעה, הקמה של חניוני "חנה וסע", הקמת שבילים לאופניים, הקמת אזורי 30 ומניעת כניסת רכב עובר לשכונות, וכו'.

תחבורה ציבורית

כמו שצויין לעיל, הגדלת החלק היחסי של נסיעות בתחבורה הציבורית על חשבון נסיעות ברכב הפרטי מקטינה את היקפי הנסועה. לתהליך זה השפעה רבה על

המרקם האורבני ועל מאפייני מערכת התחבורה והסביבה. ערים בארצות עם רמת מינוע גבוהה, אשר מרבית הנסיעות, אליהן ובתוכן נעשות בתחבורה צבורית מאופיינות ביכולת ניידות ונגישות גבוהה, יחסית לערים עם רמת פעילות דומה המבוססות על שמוש ברכב פרטי.

הגדלת השמוש בתחבורה ציבורית מותנית ברמת השרות והאמינות של אמצעים אלה. מגמה זאת מושגת באמצעות קיצור זמני הנסיעה וההמתנה המגדילים את האטרקטיביות של התחבורה הציבורית ולהעדפתה על הנסיעה ברכב פרטי. הפעולות הדרושות לשם כך כוללות: הקמה של תשתיות שהוזכרו לעיל, הגדלת תדירויות, זמני נסיעה ושונויות קטנות, כרטיסי מעבר בין אוטובוסים ו/או מערכות תחבורה שונות, מידע לנוסעים, נוחיות, וכו'.

בערים בהן נקטו בפעולות אקטיביות להגדלת חלקה של התחבורה הציבורית נוהגים תכופות להטיל גם מגבלות על השמוש ברכב פרטי, המתבטאות בעיקר באיסורי חניה. פעולות אלה עלולות להיהפך לחרב פיפיות בערים בהן לנוסעים ברכב הפרטי לא תהיינה חלופות מועדפות של תחבורה ציבורית על פני השמוש ברכב פרטי. הסכנה העיקרית היא מעבר של שמושי קרקע לאזורים בהם לא מוטלות הגבלות על הרכב הפרטי. הדברים אמורים בעיקר לנטיה שכבר קיימת היום (לדוגמא, בחיפה) לנטישת עסקים את מרכז העיר ומעבר לפריפריה.

פיתוח טכנולוגיות

המאמצים בפיתוח טכנולוגיות להקטנת השפעות על איכות הסביבה של מערכת התחבורה מתמקדים בהקטנת כמות המזהמים הנפלטים מהרכב וכמות הרעש שהוא יוצר.

הקטנת שיעורי פליטת מזהמים מתאפשרת באמצעים הבאים:

□ הקטנת שיעור צריכת האנרגיה - פעולה זאת יכולה להיעשות באמצעות שפורים טכנולוגיים במנועים, הקטנת משקל כלי הרכב ומעבר לכלי רכב עם מנוע קטן יותר.

□ שימוש בממירים - הממיר הקטליטי הנמצא כיום ברבע מצי המכוניות הפרטיות מסוגל להקטין את פליטת הפחמן החד חמצני (CO) והתרכובות האורגניות הנדיפות (VOC) בשיעור של למעלה מ-90% ואת פליטת תחמוצות החנקן (NO_x) בשיעור של כ-50% (לוריא, 1998). ממירים לדיזלים להקטנת פליטת חלקיקים ותחמוצות חנקן.

□ אמצעים חלופיים - שמוש במנועי חשמל באוטובוסים ורכבות, רכב חלופי: רכב גז, רכב היברידי, תאי דלק.

הקטנת מפלסי הרעש מכלי הרכב יכולה להיעשות באמצעות פיתוח מנועים שקטים, ופיתוח צמיגים ותערובות אספלט בולמי רעש וכמו כן הקמה של קירות סיכוך.

מיסוי

החלטות מיסוי ושינוי מחירים יחסיים יכולות להשפיע על החלטות הנהגים בנושאים הקשורים לקניית רכב, תחזוקתו והחלטות הנוגעות להיקפי הנסועה ועיתוי הנסיעות.

המסים השונים המוטלים על קניית רכב גורמים להקטנת מספר כלי הרכב הנרכש בארץ מדי שנה. להשפעה זאת שתי מגמות נוגדות על הסביבה:

□ הקטנת הנסועה הכללית של כלי הרכב מקטינה את השפעות השליליות על הסביבה.

□ שימוש בכלי רכב ישנים המזהמים את הסביבה יותר מכלי רכב חדשים. המסים על הדלק משפיעים על כמות הנסועה בכוון של צמצום והעדפת נסיעות קצרות על ארוכות. השפעה זאת גורמת באופן כללי לצמצום צריכת האנרגיה והשפעות הסביבה. אולם, מבחינה תעבורתית, מסים על הדלק אינם משפיעים בצורה ממוקדת על צמצום הנסועה בשעות השיא והגודש ולכן השפעתם על שפור הניידות אינם ברורים כל צורכם.

המס הממוקד בשפור הניידות בזמן הגודש הוא אגרת גודש. גובה האגרה נקבע בהתאם לרמת הגודש השוררת באותה עת ולכן האגרה משתנית על פני שעות היממה ומסלולי הנסיעה. המס נועד לשנות את מועדי הנסיעה, לשנות מסלולים ולהגדיל את החלק של התחבורה הציבורית. הטכנולוגיה מאפשרת לגבות אגרה זאת ללא עצירת הרכב.

אמצעי ניהול

משמעות הגישה הניהולית בתחום התחבורה היא מיצוי האפשרויות הטמונות בתשתיות הקיימות לשפור יכולת הניידות והנגישות למושי קרקע. הפעולות השונות הננקטות מחולקות לקטגוריות שונות כמו: ניהול בקושים, ניהול תנועה,

ניהול גודש, ניהול חניה, וכו'. חלק מהפעולות מכוון לצד ההיצע וחלק מכוון לצד הביקוש. בתחום ההיצע ניתן למנות פעולות בתחום בקרת התנועה, שיפור והתאמת רמזורים, העדפה לרכב עם תפוסת נוסעים גבוהה, פיתוח חניוני 'חנה וסע', אזורי 30 קמ"ש, וכו'. בתחום הבקושים הפעולות מכוונות לפיזור שעת שיא, הגדלת השמוש בתחבורה הציבורית, עידוד ההליכה והנסיעה באופניים, וכו'.

יש לציין שרק חלק מפעולות הניהול מכוון גם להקטנת ההשפעות על איכות הסביבה. פעולות אלה הן בעיקר הקטנת הנסועה ברכב פרטי והגדלת חלקה של התחבורה הציבורית. פעילויות רבות מכוונות להגדלת ההיצע ובכך עשויות גם להרחיב את הנסועה. לדוגמא, שיפור רמזורים מקטין את כמות העכובים והעצירות ובכך תורם להפחתת השפעות הסביבה, אולם באותה עת מגדיל גם את קבולת הצומת ותורם להגדלת הנסועה.

5. מסקנות

יחסי הגומלין בין תחבורה לסביבה - הרחבת הנסועה מחריפה את ההשפעות על הסביבה, אולם לא כל כווני מדיניות פיתוח התחבורה מכוונים להרחבת הנסועה ולהחמרת הפגיעה בסביבה. הגשמת היעדים של מערכת התחבורה; ניידות ונגישות, יכולה להתאפשר גם ללא הגדלת הנסועה. הדברים נכונים במיוחד בעת טפול בבעית גודש התנועה המהווה את הסוגיה התחבורתית הקשה ביותר. במצב של גודש, התנועה מאולצת, מתהווים תורים ארוכים, הנסיעה מלווה בעצירות ובתאוצות תכופות וכמות פליטת המזהמים היא גבוהה יחסית למצב של תנועה חופשית. הפתרונות הקיימים להקלת הניידות בתנאי גודש מהווים פתרונות המקלים על השפעות הסביבה ומכאן שבמצב גודש, לא קיים קונפליקט בין הפתרונות המקלים על התעבורה לבין אלה המקטינים את השפעות הסביבה. המצב שונה בנפחי תנועה נמוכים ובינוניים שבהם הקלת השפעות הסביבה כרוכה במגבלות ובריסון מערכת התעבורה.

הכללת שיקולי סביבה ובטיחות במערכת הכלכלית - כימות ההשפעות הסביבתיות והבטיחותיות ושלובן בתהליך הערכה הכלכלית של פרויקטים תחבורתיים יביא להעדפה יחסית של פרויקטים המזיקים פחות לסביבה מפרוייקטים אחרים. בצורה זאת השפעות הסביבה והבטיחות יופנמו ויזכו לביטוי מפורש בתהליך קבלת ההחלטות. כתוצאה מכך, יוצר מנגנון אוטומטי המווסת טוב יותר בין התועלות החברתיות והקצאת המקורות של המשק.

התערבות תכנונית - בדומה לגודש תנועה גם השפעות הסביבה הן השפעות חיצוניות (externalities) שקיומן אינו מאפשר למנגנון השוק להתמקד בנקודת שווי משקל אופטימלית למשק. במצבים אלה נדרשת התערבות של המערכת התכנונית על מנת להעדיף פרויקטים התואמים את המדיניות המוצהרת.

מדיניות שמושי הקרקע - מדיניות זאת קובעת את צפיפות שמושי הקרקע ואת תמהיל השמושים. להחלטות הנובעות ממדיניות זאת יש השלכות ישירות על מבנה מערכת התחבורה, היקף הנסועה ועל בחירת אמצעי התחבורה. תכונות אלה קובעות גם את היקף השלכות הסביבה. מדיניות שמושי קרקע המגדילה צפיפויות בניה ויוצרת תמהיל שמושים מעורבים מאפשרת קיום מערכת תחבורה בעלת השפעות סביבה נמוכות יותר מאשר פיזור דליל והפרדה בין שמושים.

פיתוח תשתיות - היצע התשתיות קובע את רמת השרות של כל אמצעי תחבורה וכתוצאה משפיע על בחירת הנוסע. הנוסע יעדיף את הנסיעה ברכבת או באוטובוס על פני הרכב הפרטי רק באזורים בהם רמת השרות של התחבורה הציבורית גבוהה יותר מאשר ברכב הפרטי. לכן באם רוצים לעצב מערכת תחבורה המאופיינת בפגיעה נמוכה בסביבה, יש להעדיף בנית תשתיות לתחבורה ציבורית כולל מסילות, בנית תחנות מעבר, חניוני חנה וסע, לצמצם את היצע החניה, לבנות שבילים להולכי רגל ואופניים, ולהתאים את תוכניות שמושי הקרקע לתשתיות אלה.

מיסוי - שימוש מושכל בכלים של מיסוי מאפשר הכוונת מערכת התחבורה לכוון התפתחות של הקטנת השפעות הסביבה. במיוחד הדברים אמורים להמרת מיסים קבועים למיסים הממוקדים במזהמים הראשיים. כך למשל הקטנת המיסוי על רכב חדש והקטנת המס על הדלק ובתמורה הטלת אגרת גודש תעודד שימוש בכלי רכב חדשים ותוכל להקטין את ההשפעות הקשות של שעות השיא והגודש.

טכנולוגיה - השפעה ממשית להקטנת מזהמי האויר יכולה להיות מושגת באמצעות שימוש בטכנולוגיות כמו: שימוש בממירים גם במנועי דיזל, הקפדה על תחזוקת ממירים, מעבר לאוטובוסים חשמליים או מונעים בגז, וכו'. הקטנת מפלסי רעש אפשרית באמצעות שימוש בתערובות אספלט סופגות רעש ובנית קירות סיכוך.

6. סיכום

אמצעים להקלת השפעות סביבה של מערכת התחבורה לפי טווח זמן הישום:

האמצעים שלהלן נועדו להקל את השפעות הסביבה של מערכת התחבורה בגישות הבאות:

1. צמצום הנסועה בשעות גודש ברכב פרטי

2. צמצום הנסועה הכללי ברכב הפרטי

3. הקמת תשתיות יעודיות

4. שמוש בטכנולוגיה

5. אמצעים פיסקלים

להלן מוגש סדר קדימויות של הפעולות השונות, בהתאם לאפשרות ביצוע וידום הצעדים המומלצים. יש לציין כי חובה לבצע פעולות שונות במקביל כדי להצליח בהשגת היעד.

טווח זמן מיידי (עד שנה)

הסדרים מוסדיים לפיזור תחילת עבודה ושעות עבודה גמישות.

מגבלות על שעת פתיחת חניונים.

העלאת מחירי חניה

תעריפי חניה הגדלים עם התארכות משך החניה.

המרת מיסוי רכב קבוע במיסוי על דלק.

נתיבים בלעדיים לתחבורה ציבורית על חשבון נתיבים לאחרים.

שיפור/מעבר לדלקים מזהמים פחות.

טווח זמן - עד 5 שנים

אגרות גודש

שפור רמת השרות של התחבורה הציבורית - תדירות, זמני נסיעה, זמינות, הקלת מעברים בין קווים, וכו'.

הקמת מסלולים בלעדיים לתחבורה ציבורית

רכבות פרבריות

בניית חניונים של "חנה וסע"

שיפור ברמזורים ובבקרת התנועה

שבילי אופניים

מסלולי משאיות

מגבלות על תנועה עוברת וכניסת רכב למרכזי ערים

חידוש צי הרכב

שפור תחזוקת רכב קיים

הסבת אוטובוסים וציי רכב לשמוש בגז ומנועים היברידיים

שמוש בממירים באוטובוסים

טווח זמן - עד 10 שנים

רכבות בינעירוניות

מטרו עירוני

רכב חשמלי

טווח זמן - עד 20 שנים

מדיניות תכנון בניה - תמהיל שמושי קרקע המקטין נסועה

איכות האוויר

הכנת מסמך רקע: ד"ר ברננדה פליקשטיין-איגוד ערים חיפה לאיכות הסביבה

חברי צוות:

בלה בן דוד	ד"ר, איגוד ערים חיפה לאיכות הסביבה
מנחם לוריא	פרופ', האוניברסיטה העברית, ירושלים
ניצן אייל	ד"ר, מכון התקנים
יורם זבירין	פרופ', הטכניון
דורון להב	מנהל, איגוד ערים לאיכות הסביבה, אשדוד

1. תקני איכות אוויר

לא קיימת הגדרה מוסכמת לגבי מהותו של זיהום אוויר. יש המגדירים אותו כתוספת לאוויר הנוצרת על ידי האדם, אשר הוכח בצורה חד משמעית שהיא גורמת נזק לסביבה, מטרד לאדם או פגיעה ברווחתו. יש המחמירים יותר ומגדירים כזיהום אוויר כל תוספת לאוויר או שינוי ישיר או עקיף בתכונותיו ובאיכותו, הנגרמים ע"י האדם גם אם לא הוכח עדיין כי גורמים נזק לסביבה.

תרגום הגדרת זיהום האוויר לשפת מעשה נעשה באמצעות תקני איכות אוויר, או תקני סביבה (Ambient Air Quality Standards). תקנים אלו קובעים את הריכוז המירבי באוויר של מספר תרכובות גזים וחלקיקים והם נקבעים על סמך המידע הקיים בדבר נזקים פוטנציאליים לסביבה ולבריאות, המתבססים על מחקרים אפידמיולוגיים.

תקני הסביבה בישראל, אשר עודכנו בשנת 1992, מבוססים בעיקר על המלצות ארגון הבריאות העולמית ומתייחסים ל- 21 מזהמי אוויר גזים וחלקיקים. המסגרת החוקית בה נקבעו תקני איכות אוויר בארץ היא "תקנות למניעת מפגעים (איכות אוויר), התשנ"ב 1992". תקנים אלו קובעים עבור הרשויות מהו הריכוז המירבי של מזהם באוויר שמעבר לו יש לפעול למניעת הוספת גורמי זיהום חדשים ולנקוט באמצעים לשם הקטנת כמות הפליטות מגורמי זיהום קיימים בהתחשב באמור לעיל. לתקני איכות האוויר תפקיד חשוב ביותר בתהליכי התכנון; בנוסף, קיום התקנים מאפשר למסור לאזרחים מידע בדבר איכותו של האוויר.

האם, בהסתמך על השוואה עם תקני איכות אוויר במדינות אחרות, תקני איכות האוויר בארץ עונים למטרותיהם, כפי שהוגדר לעיל?

נערכה בדיקה למזהמים שונים תוך השוואה עם גרמניה, אוסטריה, הולנד וקליפורניה מהמתקדמות בתחום איכות הסביבה בכלל ואיכות אוויר בפרט.

מסקנות

התקנים לאיכות אוויר ביחס לגופרית דו-חמצנית, תחמוצות חנקן, חלקיקים ואוזון מחמירים יותר בדרך כלל באוסטריה, הולנד וקליפורניה מאשר בישראל. לדעתנו, השוני בין התקנים אינו מהותי ואינו מצריך שינוי התקנים הישראליים למעט המקרים הבאים:

התקן בדבר חלקיקים

- הסוכנות האמריקאית לאיכות האוויר (EPA) הודיעה ב- 1997 על תקן איכות אוויר חדש בדבר חלקיקים (PM). הדבר נעשה לאחר סקירת מאות מחקרים מדעיים ובמטרה להגן על בריאות הציבור והסביבה. שינוי התקן נעשה ע"י הוספת תקן חדש עבור חלקיקים קטנים מ- 2.5 מיקרון (PM 2.5) ל- 24 שעות (65 ug/m^3) ושנתי (15 ug/m^3).

- הוספת תקן חדש עבור PM 2.5 נעשתה, כאמור, בהסתמך על מספר רב של מחקרים בנושא ההשפעה הבריאותית של החלקיקים. מחקרים אלו מצביעים על כך שבתנאי עמידה בתקנים הישנים בדבר חלקיקים עדיין עלולות להיגרם תוצאות שליליות משמעותיות כדוגמת מוות טרם עת, אישפוזים ומחלות ריאה. ומכאן הצורך בקביעת תקן חדש/נוסף.

- המקור, המאפיינים וההשפעה הבריאותית של חלקיקים גסים (בין 10-2.5 מיקרון) ודקים (קטנים מ- 2.5 מיקרון) שונים מאד: החלקיקים הגסים מקורם בדרך כלל באבק הטבעי המדברי, אבק משדות חקלאיים ואבק שמתרומם מכבישים ללא אספלט ע"י כלי רכב. החלקיקים הדקים נפלטים בדרך כלל מפעילויות תעשיתיות, כלי רכב או חימום ביתי. בנוסף, הם נוצרים באוויר מתגובות כימיות בהן משתתפים

מזהמים גזים כדוגמת גפרית דו-חמצנית, תחמוצות חנקן ותרכובות אורגניות נדיפות.

החלקיקים הגסים עלולים להצטבר במערכת הנשימתית ולהחמיר בעיות בריאותיות כדוגמת אסטמה, אך החלקיקים הדקים עלולים לחדור עמוק לתוך הריאות ובדרגת סבירות גבוהה בהרבה מהחלקיקים הגסים לגרום להשפעות בריאותיות כגון מוות בטרם עת, אישפוז, עלייה בסימפטומים נשימתיים, מחלות ילדים ומבוגרים עם מחלות קרדיופולמונריות כדוגמת אסטמה, ירידה בתפקודי הריאות (שוב, במיוחד עבור ילדים ומבוגרים חולי אסטמה).

כאמור, על פי EPA התקן הנוכחי בדבר חלקיקים, שהוא מתייחס לחלקיקים גסים בלבד (PM 10) ואשר דומה מאד לתקן הישראלי אינו מספק הגנה טובה ומספקת לאזרחי ארצות הברית.

על פי EPA, התקן החדש בדבר PM 2.5 יספק בארה"ב הגנה נוספת לכ- 70 מליון אמריקאים וימנע כ- 15,000 מקרי מוות טרם עת בכל שנה. הזמן הארוך שניתן לעמידה בתקנים יאפשר לתורמים למצוא את הדרך הכלכלית ביותר לצמצום פליטת החלקיקים.

התקן בדבר תחמוצות חנקן

ישראל היא אחת המדינות הבודדות בה קיים תקן איכות אוויר לתחמוצות חנקן (חד תחמוצת החנקן ודו-תחמוצת החנקן). ברוב המכריע של המדינות קיים תקן רק עבור דו-תחמוצת החנקן, שהוא גז מזהם הגורם נזק וגירוי לריאות, והגדלת רגישות לזיהום בריאות. לעומת זאת, חד תחמוצת החנקן איננו גורם לגירוי ולא גורם נזק בריאותי. השפעתו היא בעיקר עקב הפיכתו ל-NO₂, שלו כאמור, השפעה בריאותית שלילית ידועה. נוכחות NO באוויר מצביעה על הפוטנציאל "הזיהומי" של האויר אשר עלול לבוא לדי ביטוי בזמן ובמקום אחר.

התקן עבור תרכובות אורגניות

עקב עליית הצריכה בדלקים לרכבים, קיימת מגמה להוסיף לתקנים עבור מזהמי האוויר המסורתיים תקנים עבור תרכובות אורגניות נדיפות (VOC)

(Volatile Organic Compounds) ובמיוחד בנזן, טולואן וקסילן (ראה פרק 5). הבנזן, אשר הוכח כמסרטן, נמצא באזורים העירוניים בתחנות דלק ומיכלי איחסון. ריכוזי בנזן באוויר נעים בדרך כלל בין 160 ug/m^3 - 3. במספר מדינות נקבע תקן איכות אוויר עבור בנזן שהוא בין 1 - 10 מיקרוגרם/מ"ק בממוצע שנתי (הולנד, אוסטרליה, אנגליה). בארץ אין תקן איכות אוויר לגבי בנזן. באשר לטולואן, הוא הפחמימן הנפוץ ביותר באוויר ונמצא באותם מקורות כמו הבנזן. בנוסף משתמשים בטולואן לצבעים, דיו, מדללים ודבקים. בארץ, קיים תקן איכות אוויר עבור טולואן (10 מיליגרם/מ"ק בממוצע יממתי). תקן זה נראה גבוה בהשוואה לערך המומלץ ע"י המכון לרפואה סביבתית (0.37 מיליגרם/מ"ק בממוצע יממתי) וע"י ה-EPA (0.3 מיליגרם/מ"ק בממוצע שנתי).

- גם התקנים עבור שאר התרכובות האורגניות המוזכרות בתקנות למניעת נפגעים נראים גבוהים למדי.

כך למשל, התקנים היממתיים של 2.1 דיכלורואתאן, דיכלורו מתאן, טטרכלורו אתילן וטרי כלורו אתילן, נעים בין 1 ל-3 מיליגרם/מ"ק בממוצע יממתי. לגבי אותם חומרים קובעת ה-EPA תקן שנתי של $2-4 \times 10^{-2}$ מיקרוגרם למ"ק, שהוא תקן מחמיר בהרבה.

סיכום:

1. התקנים לגפרית, אוזון, PM_{10} סבירים ואינם דורשים עדכון.
2. יש להוסיף תקנים לחלקיקים נשימים ($PM_{2.5}$) ול BTX.
3. תקנים למזהמי אוויר אורגניים מחייבים רביזיה כוללת.
4. קיים תקן ל NO_x , המהווה גורם ליצירת אוזון. קיימת בעיה מיוחדת לגבי NO_2 , המהווה גז הפוגע בבריאות ולכן מומלץ להכין תקן ספציפי לרכיב זה.

2. ניטור איכות האוויר

2.1 תחנות ניטור

איפיון רמת איכות האוויר או מידת זיהום האוויר ביחס לתקני איכות האוויר נעשית באמצעות תחנות ניטור אוויר. על פי שנתון המשרד לאיכות הסביבה,

1995, קיימים בארץ 63 אתרים בהם מתבצע ניטור אוויר רציף . למערך זה, אשר הוקם בעיקר סביב תחנות הכוח, מספר בעיות :

I. העדר מספר מספק של תחנות ניטור בגוש דן, בשפלה הפנימית, בגליל המערבי, העליון והתחתון ובאזור הכנרת, העמקים, רמת הגולן, יהודה ושומרון, ירושלים ומטה יהודה, הנגב ואילת.

II. תחנות הניטור הקיימות מודדות רק מזהמי אוויר "קלסיים" (SO_2),

NO_x , CO , O_3 , TSP), וחסרות מדידות של מזהמים כמו עופרת, קדמיום, מתכות כבדות אחרות ו-VOC.

ג. שיטות המדידה הן השיטות המסורתיות IN SITU, ואין משתמשים בשיטות חדישות, המתבססות על חישה מרחוק כמו LIDAR.

ד. אין תחנת ניטור המסוגלת לתת נתוני רקע של זיהום אוויר לפי הגדרת הארגון המטאורולוגי העולמי (WMO).

ה. באזור תל אביב אין ניטור של מזהמי אוויר, שמקורם ברכב או שנגרם

על ידו (NO_x , O_3 , CO , VOC, פחמימנים).

ו. אין אחידות במכשור, בשיטות הכיול, בבקרת איכות הנתונים ובתפוקות (עיבוד הנתונים המתקבלים).

אי לכך, החליט המשרד לאיכות הסביבה על הקמת מערך ניטור ארצי שבו יתווספו כ- 48 אתרים ויורחבו מספר אתרים קיימים.

בנוסף יוקם מרכז ארצי לניהול המערך לניטור אוויר שירכז את כל האינפורמציה על מצב איכות האוויר ברמה הארצית. תפקידי המרכז יהיו :

- ביקורת איכות של הנתונים המגיעים למרכז.

- אגירת הנתונים ועיבודם.

- פרסום אינדקס איכות אוויר יומי.
- הפעלה של תוכנת פיזור מזהמים ברמה ארצית לצורך קבלת החלטות במקרה של חריגות מתקני איכות אוויר.
- הכנת דוחות לצורך תכנון משאבי אוויר וניהולם ע"י אגף איכות אוויר של המשרד לאיכות הסביבה.
- הכנת חומר גלם ונתונים לפיתוח מודלים לפיזור מזהמים.

האם, בהסתמך על השוואה עם רשתות ניטור במדינות אחרות ובהתחשב בתקנות למניעת מפגעים (איכות אוויר), מערך הניטור הקיים בארץ טרם הרחבתו עונה על מטרותיו?.

נערכו השוואת עם מדינות אחרות (אוסטריה, גרמניה, הולנד וצרפת) הן יחסית למספר התחנות, מספר הפרמטרים הנבדקים וצפיפות התחנות יחסית לשטח או למספר תושבים. הנתונים מראים שמדינת ישראל היא הצפופה ביותר יחסית למכשירי ניטור גופרית דו-חמצנית (מכשיר ל- 340 קמ"ר, פי 2.5 יותר מאשר בגרמניה והולנד ופי 4 יותר מאשר בצרפת), וזאת טרם ביצוע תוכנית מערך הניטור הארצי. באשר לתחמוצות חנקן ואוזון, מספר המכשירים בארץ הוא באותו תחום כאוסטריה והולנד אך עדיין כמעט פי שניים יותר מאשר בגרמניה. לא כך המצב בדבר חומר חלקיקי, שלגביו בולט העדר מכשירי הניטור. לא נמצאו דיווחים בדבר ניטור של שאר המזהמים המוזכרים בחוק למניעת מפגעים (איכות אוויר).

ממצאי הניטור

2.2

מוגשים כאן נתונים אחרונים שפורסמו. הפיגור בפרסום הנתונים מהווה ליקוי במערכת וידון בנפרד.

טבלה 2.2.1

איכות אוויר - ריכוזים מירביים של גופרית דו-חמצנית - 1996

רשת תחנות ניטור	ריכוז חצי-שעתי מירבי	ממוצע יממתי מירבי	ממוצע שנתי מירבי	מס' חריגות - תקן סטטיסטי תקן מוחלט

		ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³	
-	-	16	57	478	אשקלון (1)
1	16	20.6	107	1426	אשדוד (2)
-	-	21.5	81	436	גוש דן (3)
-	3	10.1	110	1135	חדרה (4)
-	7	18	113	891	חיפה (5)

(1) מבוסס על 7 תחנות האיגוד ו- 2 תחנות חבי חשמל.

(2) מבוסס על תחנה אחת של האיגוד ו- 5 תחנות של חבי חשמל.

(3) מבוסס על 9 תחנות של חבי חשמל.

(4) מבוסס על תחנה אחת של חבי חשמל.

(5) מבוסס על 13 תחנות של האיגוד ו- 4 תחנות של חבי חשמל.

טבלה 2.2.2

איכות אוויר - ריכוזים מירביים של תחמוצות חנקן - 1996

מס' חריגות	ממוצע שנתי מירבי ug/m ³	ממוצע יממתי מירבי ug/m ³	ריכוז חצי-שעתי מירבי ug/m ³	רשת תחנות ניטור
-	48	145	500	אשקלון (1)

1	58	107	1083	אשדוד (2)
104	143	790	2683	גוש דן (3)
.א.ג.	.א.ג.	.א.ג.	.א.ג.	חדרה (4)
1	41	184	997	חיפה (4)
-	18.3	36	168	רמת חובב (5)
-	43	108	388	דוברת (5)
-	36	99	309	כפר שמואל (5) (

(1) מבוסס על 7 תחנות ניטור של האיגוד.

(2) מבוסס על תחנה אחת של האיגוד .

(3) מבוסס על 3 תחנות ניטור של חב' חשמל.

(4) מבוסס על 4 תחנות ניטור של האיגוד.

(5) מבוסס על תחנת ניטור אחת של חב' חשמל.

2.3 מסקנות

2.3.1 העדר נתונים

למרות המספר הרב של תחנות הניטור והמיחשוב המאפשר הפקת דוחות מהירה ועיבוד הנתונים, נתקלנו בקושי רב בהשגת נתוני ניטור מסכמים לגבי 1996 (זמן כתיבת דוח זה - דצמבר 1997). גם לגבי הנתונים המסכמים שהושגו במהלך עבודה זו, דרך הצגתם ועיבודם היה שונה בין רשתות הניטור השונות, עובדה אשר מקשה על ניתוח הנתונים ברמה ארצית. הקמתה של מערכת ניטור

אוויר ארצית (מנ"א) תשפר ללא ספק את נושא זמינות הנתונים, בקרת איכותם, ואחידות בשיטת המדידה והכיול.

בנוסף, יש צורך להקדיש משאבים לפיתוח מודלים לפיזור והסעת מזהמים. מודלים אלו, אשר יכילו בעזרת תחנות הניטור הקיימות, ישמשו להסקת מסקנות בדבר איכות האוויר גם במקומות בהם לא מתבצע ניטור רציף.

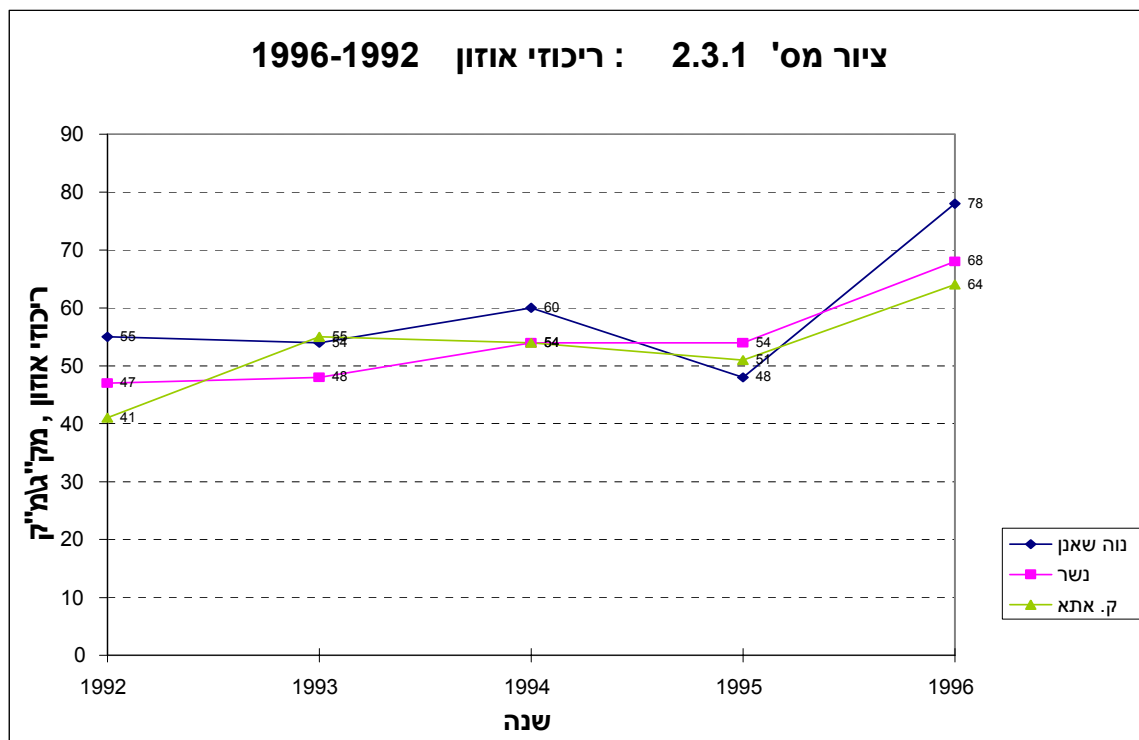
2.3.2 סוג הפרמטרים המנוטרים

מספר מכשירי הניטור, בעיקר לגופרית דו-חמצנית, נראה מספיק בכל קנה מידה. יחד עם זאת, יש לציין שהניטור של שאר הגזים המזהמים, ובעיקר המזהמים הנובעים מתחבורה, החלקיקים, והמזהמים שבתוך החלקיקים שלגביהם קיים תקן איכות אוויר, אינם מנוטרים באופן רציף. גם ניטורם האקראי הוא מצומצם ביותר.

2.3.3 תוצאות הניטור

תוצאות הניטור מצביעות על שיפור ניכר בדבר הגופרית הדו-חמצנית, עדיין נרשמות מספר בודד של חריגות מהתקן החצי שעתי (בעיקר באשדוד וחיפה). באשר לממוצע השנתי, הוא באותו סדר גודל לגבי כל רשתות הניטור וכ- 30% מהתקן. לגבי תחמוצות החנקן, בגוש דן נרשמות עשרות חריגות מהתקן החצי שעתי בזמן שמספר החריגות המדווחות בחיפה ואשדוד קטן. יתכן שההבדל נעוץ גם בסוג תחנות הניטור (גוש דן - תחנה תחבורתית, חיפה ואשדוד - תחנות מיועדות לבדיקת זיהום האוויר הנוצר מהתעשייה).

יש לשים לב לעלייה המתמדת בריכוזי האוזון במספר אזורים בארץ (ראה גם פרק 5). ברשת אשקלון - נרשמו 6 חריגות מהתקן, וברשת חיפה (12), למרות העובדה שב- 1996 לא נרשמו חריגות מהתקן לממוצע חצי השעתי של מזהם זה, הממוצעים השנתיים ב- 1996 עלו בשיעור של כ- 38%, לעומת השנים 1995



1992- בכל תחנות הניטור. בציור מס' 2.3.1 מוצג מהלך הערכים הממוצעים השנתיים של אוזון בכל תחנות המדידה של רשת חיפה בכל שנה החל מ- 1992. עפ"י הציור, מסתמנת מגמת עלייה בריכוזי הרקע של אוזון. הסיבה העיקרית לכך הינה העלייה בכמות כלי הרכב הנעים בכבישי האזור.

סיכום:

1. נתוני הניטור אינם זמינים לציבור, ואף לעוסקים בנושא. הנתונים חייבים להיות זמינים לציבור כמעט בזמן אמיתי, אחרת הם מאבדים חלק ניכר מערכם. אנו מקווים כי כניסת מנהלת ניטור האויר של המשרד לאיכות הסביבה לפעולה תקדם גם נושא זה.

2. מערכת הניטור, בעיקר עם השלמת מערכת מנ"א, נראית מספקת מבחינת מספר התחנות.
3. חסרות מדידות לאוזון, חלקיקים ובנקודות העלולות להיות בעייתיות, מדידה של VOC ו CO.
4. יש להדגיש ניטור לבעיות זיהום אויר מתחבורה. כן מומלץ להקים תחנת רקע לאיכות אויר באיזור נקי.
5. קיים צורך דחוף בלימוד ופיתוח שיטות מדידה אמינות. כן יש צורך לבצע בצורה סדירה מערך של בקרת איכות. איסוף נתונים שאינם אמינים רק מזיק לאפשרות להשתמש במידע. רכישת מערכות שאינן עובדות בצורה תקינה אינה מקדמת את הנושא. מומלץ כי המשרד לאיכות הסביבה יקים מערך להדרכה ולבקרת איכות.
6. איסוף נתונים כשלעצמו אינו עוזר. חייבים להקדיש מאמץ לניתוח התוצאות. יש צורך להקצות משאבים לפיתוח מודלים ללימוד פיזור והסעה כדי שניתן יהיה להסיק מסקנות לגבי מדיניות וצעדים מעשיים מנתוני הניטור.

3. פליטות מזהמים ממקורות נייחים

3.1 ממצאים

- המקור העיקרי של פליטת גופרית דו-חמצנית לאטמוספירה הן תחנות יצור החשמל המופעלות ע"י חברת החשמל. עם כניסתן לשרות של היחידות החדשות ליצור חשמל בחדרה מגיע תפוקת החשמל בישראל לכ- 7000 מגהווט. מתקני הייצור העיקריים הינם חדרה (2500 מגהווט), אשקלון (1100 מגהווט), אשדוד (1200 מגהווט) ויחידות קטנות יותר בתל אביב וחיפה (500-600 מגהווט כל אחת), בנוסף פועלות בארץ יחידות ליצור חשמל המונעות בטורבינות גז המיצרות למעלה מ- 1000 מגהווט חשמל בשעות העומס. תחנות כוח קטנות נוספות פועלות בבתי הזיקוק לנפט (חיפה) ובמפעלי ים המלח.

- באשר לתחמוצות החנקן, ייצור החשמל ושאר התעשיות אחראים לכמחצית מהפליטה ושאר הפליטות נגרמות ע"י כלי רכב מוטורי.
- כמויות הפליטה של גופרית דו-חמצנית ותחמוצות חנקן לתושב ולמ"ר השווה עם הפליטות באוסטריה, גרמניה, הולנד וצרפת. בנוסף נבחנו מגמות שינוי הפליטות בהשוואה לאותן מדינות, כאשר שנת הבסיס (100%) נלקחה 1980 עבור גופרית דו-חמצנית, ו-1987 עבור תחמוצות חנקן.

טבלה 3.2

פליטות סגוליות של גופרית דו-חמצנית ותחמוצות חנקן

SO ₂		NO _x		מדינה
(טון/קמ"ר)	(ק"ג/תושב)	(טון/קמ"ר)	(ק"ג/תושב)	
0.842	9.17	2.2	23.6	אוסטריה
9	38	8.2	35.3	גרמניה
4.7	10	6.7	15.4	הולנד
2	19.9	2.8	26.8	צרפת
13	49	9.5	35	ישראל

טבלה 3.3

שיעור הפליטות של SO₂ (באחוזים ביחס לשנת 1980)

מדינה	1980	1985	1990	1993	1995

90.2	88	88	81.5	100	ישראל
	18	23	49	100	אוסטריה
	34	39	44	100	צרפת
	45	75	104	100	גרמניה
	34	41	53	100	הולנד

טבלה 3.4

ירידת פליטות של NO_x

1995	1993	1990	1987	מדינה
179	152	116	100	ישראל
	78	95	100	אוסטריה
	94	105	100	צרפת
	84	88	100	גרמניה
	95	95	100	הולנד

3.2.1 גופרית דו-חמצנית

כמות ה- SO_2 הנפלטת לאטמוספירה נמצאת בעלייה מתונה אבל קבועה, בעיקר כתוצאה מהעלייה בייצור האנרגיה. כמות ה- SO_2 הנפלטת מכל המקורות בארץ היא למעלה מ- 280,000 טון לשנה שהיא יותר מ- 0.1% מהפליטה העולמית. למעלה מ- 80% מהפליטה קשורה ליצור חשמל. השיטה המקובלת בארץ כיום להקטנת ריכוזים בסביבה - ארובות גבוהות ובקרה לסירוגין בתנאי פיזור קשים ע"י שימוש בדלקים דלי גופרית - היתה מקובלת במדינות המפותחות עד שנות השבעים. משהתבררה תופעת ההסעה למרחוק ותרומת ה- SO_2 לגשם החומצי, החלה מגמה שעוגנה באמנות בינלאומיות (פרוטוקול הלסינקי מ- 1985) אשר קבעה הפחתה של 30% בכמויות הפליטה של SO_2 לאטמוספירה בשנת 2000 לעומת הכמויות שנפלטו בשנת 1980. כדי לעמוד ביעד זה, נבנו בעשרים השנים האחרונות בצפון אמריקה, מערב אירופה ודרום מזרח אסיה מאות מתקנים לסילוק גופרית דו-חמצנית מגזי הפליטה. מתקנים אלו מונעים למעלה מ- 90% מפליטת ה- SO_2 והעלות של מניעת הפליטה מוערכת בתוספת של כ- 10% לעלות יצור החשמל (0.01 דולר לקוט"ש). כתוצאה מכך ירדה כמות הפליטה של 21 המדינות החתומות על פרוטוקול הלסינקי ב- 48%. מתוכן 12 מדינות השיגו צמצום גדול מ- 50% ושתי מדינות צמצום גדול מ- 80%. מדינת ישראל לא תוכל להתעלם ממגמה זו לאורך זמן ולכן משיקולים בינלאומיים לא די באכיפת התקנים הסביבתיים אלא יש צורך בהקטנה משמעותית של פליטת ה- SO_2 . למטרה זו יש לאמץ את תקני הפליטה המקובלים במדינות מפותחות, ולאכוף אותם. במקביל יש לתת תמריצים לתעשייה למעבר לדלקים דלי גופרית, או לחילופין אכיפה של התקנת מתקני סילוק גופרית לתעשיות המעונינות להשתמש בדלקים עתירי גופרית.

3.2.2 תחמוצות חנקן

סך כל הפליטות האטמוספריות של תחמוצות חנקן בארץ לשנת 1995 מוערכות בכ- 220,000 טון. מקורות הפליטה של תחמוצות חנקן נובעות מתהליכי שריפת דלקים פוסיליים. ייצור החשמל ושאר התעשיות אחראים לכמחצית מהפליטה, ושאר הפליטות נובעות מכלי רכב מוטוריים.

במדינות החתומות על פרוטוקול סופיה מ-1988 לגבי פליטות תחמוצות החנקן חלה התייצבות. הפליטות של 1990 שוות לרמת הפליטות של 1987 וצמצום הפליטות של 1993 ב-4% בהשוואה ל-1987 (11). בו בזמן, במדינת ישראל חלה עליה של כ-50% בפליטות NO_x ב-1993 לעומת 1987. חשיבות הקטנת פליטות ה-NO_x נובעת מצד אחד ממספר הרב של החריגות מתקני האוויר הנרשם בעיקר בגוש דן, אך גם במקומות אחרים בארץ ומצד שני מתפקידו של דו-תחמוצת החנקן להיוצרות האוזון (ראה פרק 5). האפשרויות הטכנולוגיות להקטנת פליטות תחמוצות החנקן ממקורות נייחים מתחלקות לאמצעים ראשוניים (שימוש במבערים בעלי פליטה מופחתת של תחמוצות חנקן, NO_x LNB (low burners) ושניוניים (חיזור קטליטי סלקטיבי של תחמוצות החנקן, Selective Catalytic Reduction (SCR) . תקני הפליטה העדכניים באוסטריה וגרמניה מתבססים על טכנולוגיה זאת.

4. זיהום אוויר ויצור חשמל

כנגד הגידול הניכר ביצור החשמל, פחתה הפליטה הסגולית (פליטת מזהם ליחידת יצור חשמל) של כלל המזהמים ובפרט גופרית דו-חמצנית ממערכת היצור של חברת החשמל (15). כך למשל, למרות העליה של 142% ביצור החשמל בשנת 1995 בהשוואה לשנת 1980, פחתה פליטת ה- SO_2 ב-18% (הפחתה של 66% בפליטה הסגולית). הפחתת פליטת ה- SO_2 נגרמה כתוצאה של הפחתת ריכוז הגופרית במזוט כבד (מ-3.5% גופרית ב-1980 ל-2% גופרית החל מ-1994), השימוש הנרחב בדלק דל גופרית (1%) ודל-דל גופרית (0.5%) במסגרת מערכת בקרה לסירוגין (מב"ס) ושריפת פחם בעל תכולת גופרית נמוכה (0.7% בממוצע). באשר לתחמוצות חנקן, חל גידול משמעותי עם הגידול ביצור החשמל בין 1980 ל-1995 (כ-28.3%). בקרת ה-NO_x בתחנות כח חדשות מבוססת על אמצעים טכנוניים מתקדמים של מערכת הבעירה בדוודים ("אמצעים ראשוניים"). החל מתחנת הכח רוטנברג הדוודים נרכשו לעמידה בתקן הפליטה האמריקאי (USEPA). זאת ועוד, הדוודים שנרכשו עבור רוטנברג ב' יפלטו NO_x נמוכה בכ-40% פחות מהתקן הנ"ל, עפ"י הטכנולוגיה הטובה ביותר הזמינה אצל הספק. בטורבינות הגז התעשייתיות הגדולות, מתוכננת בקרת ה-NO_x באמצעות תאי שריפה מסוג DLN (Dry Low Nox). יחידות חדשות

שבהקמה כבר נרכשו עם DLN וביחידות הקיימות יבוצעו השינויים המתאימים בשנים הקרובות כחלק מהתכנית להסבה לשימוש בגז טבעי. למרות האמור לעיל, בדיקה השוואתית בין הפליטות הסגוליות מיצור החשמל של גופרית דו-חמצנית (כגופרית) ותחמוצות חנקן (כ- NO₂) לטון דלק אקווילנטי בישראל ומדינות אחרות מצביעה על כך שעדיין הפליטות הסגוליות הנובעות מיצור חשמל בארץ גבוהות בעשרות אחוזים. הדבר נובע מהעדרם המוחלט של מתקנים לצמצום הפליטות מגזי הפליטה בארץ להבדיל מהמדינות שבהן לרוב מתקנים אלו נדרשים במסגרת החוק.

טבלה 4.1.1

פליטה סגולית של גופרית דו-חמצנית ותחמוצות חנקן מיצור החשמל

(ק"ג/טון דלק אקווילנטי)

מדינה	גופרית דו-חמצנית ק"ג גפרית/טון דלק אקווילנטי	תחמוצות חנקן ק"ג NO _x /טון דלק אקווילנטי
ישראל	12.5	13

קנדה	7.5	8
אוסטריה	2.1	7.4
צרפת	2.9	7.9
ארה"ב	5.3	10.2
הולנד	2.2	8.6
אנגליה	9.1	12.7
יוון	13.2	39.3

הערה: הנתונים מתייחסים לשנת 1995 עבור ישראל ו- 1988 עבור שאר המדינות. השוואה עם נתוני המדינות האחרות ל- 1995 תצביע ללא ספק על פערים גדולים יותר עקב הירידה התלולה בפליטות SO₂ ו- NO_x בין השנים האלו.

5. זיהום אוויר מתחבורה

5.1 תמונת מצב

5.1.1 פליטת מזהמים מכלי רכב

בכבישי ישראל נעו בסוף 1996 כ- 1,600,000 כלי רכב ולפי קצב הגידול בעשור האחרון יגיע מספרם לשני מיליון בשנת 2000. זהו האוויר מכלי רכב הינו בעייתי יותר מזה הנובע ממקורות נייחים כיוון שהפליטה מהרכב נעשית בגובה נמוך דבר המצמצם את אפשרות המיהול. המזהמים הנפלטים מהרכב כוללים פחמן חד חמצני (CO), תחמוצות חנקן (NO_x) ותרכובות אורגניות נדיפות (VOC). תערובת זו הינה ריאקטיבית במיוחד ומשמשת גורם עיקרי ביצירת הסמוג הפוטוכימי.

צי הרכב פולט כ- 92% מהכמות הכוללת של CO הנפלט לאוויר בישראל. כמו כן תורמים כלי הרכב כ- 49% מכלל תחמוצות החנקן באוויר וכ- 44% מכלל החומר החלקיקי.

הקטנת פליטת המזהמים מרכב בנוזין נעשית באמצעות הממיר הקטליטי, המסוגל להקטין את פליטת ה- CO וה- VOC בשיעור של למעלה מ- 90% ואת פליטת תחמוצות החנקן בכ- 50%.

לפי נתוני היצרנים יעילות הממיר הקטליטי יורדת עם הזמן גם בתנאי הפעלה אופטימליים לכדי 50% לאחר 80,000 ק"מ, עקב הרעלת הממיר על ידי מתכות כבדות והקטנת השטח הפעיל על ידי ציפוי ופולימרים. באופן מעשי זמן החיים של הממיר קצר יותר במיוחד בשל ההרכב הנחות של הדלקים בארץ. **לא קיימת בארץ דרישה לחידוש הממיר לאחר תקופה מסויימת או בדיקת הממיר בטסט השנתי.**

לפי תקנות התעבורה בארץ הממירים הקטליטיים נדרשים רק בכלי רכב בנוזין פרטיים. כלי רכב מסחריים המונעים בבנוזין פטורים עדיין מהתקנת הממיר. הבעיה חמורה יותר באוטובוסים ומשאיות המונעים בדיזל והפולטים כמויות גדולות של NO_x - פי עשרה או יותר מכלי רכב פרטיים (10-20 גרם לק"מ לעומת 1-2 גרם בכלי רכב פרטיים). התחבורה הציבורית בישראל מבוססת רובה ככולה על רכבים (אוטובוסים ומוניות) עם מנועי דיזל. רוב התובלה בארץ נעשית במשאיות עם מנועי דיזל. לאחרונה הותר גם השימוש ברכבי דיזל פרטיים. בעית זיהום האויר הישיר מתחבורה חמורה במיוחד במרכזי ערים ובנתיבי תחבורה עיקריים.

תיקני פליטת מזהמים מכלי רכב באירופה ובארץ

בישראל, תקנות התעבורה 318א קובעת את תכולת הפחמן החד חמצני (CO) בגזים הנפלטים מצינור הפליטה ברכב המונע ע"י מנוע בנוזין. אין התייחסות בתקן לתחמוצות חנקן, NO_x, או למזהמים אחרים. לגבי רכב דיזל, ההגבלות היחידות מתייחסות לדרגת ההשחרה של הפליטות, הנמדדות ע"י מבחן הרטרידג' או ויזואלית על פי דרגת ההשחרה של העשן, הנמדד ע"י לוח מיקרו-רינגלמן.

במקרה השלישי, בודקים רק CO בסרק, וברכב עם ממיר הבדיקה נעשית בסרק עם גז. אכיפת התקן בארץ כמעט ולא קיימת. כמו כן, למרות שבדיקת אחוז ה- CO בגזי הפליטה של רכב בנוזין הנה בדיקת חובה בטסט השנתי, זו כמעט ולא מבוצעת ע"י מכוני הרישוי. מתוצאות מחקר חדש שבוצע בטכניון להערכת מקדמי פליטה מרכב בנוזין בארץ התברר שגיל הרכב הינו גורם מכריע המשפיע על פליטת המזהמים:

1. אחוז כלי הרכב שעומדים בדרישות התקן של בדיקת CO בסרק יורד ל- 75 % עבור כלי רכב שגילם עד 3 שנים, ול- 60% עבור כלי רכב שגילם מעל 10 שנים.

2. כ- 10% מצי הרכב הפרטי (הרכבים הישנים בני 10 ומעלה) אחראיים על כמחצית מהפליטה הכוללת של כל המכוניות.

5.1.2 איכות הדלק לתחבורה

השפעת איכות הדלק על פליטת מזהמים לגביהם קיימת תקינה סביבתית (PM, NOX, HC, CO) ומזהמים אחרים לגביהם אין תקנים (בנזן, 1,3-butadiene, אלדהידים, PAH וכו') נחקרו רבות באירופה וארה"ב.

התכונות העקרויות בדלקים לתחבורה המשפיעים על הפליטות הן:

<u>סולר</u>	<u>בנזין</u>
תכולת גפרית	תכולת עופרת
תכולת ארומטים	תכולת זרחן
מספר צטן	תכולת גפרית
	תכולת אוקסיגנטים
	תכולת ארומטים
	תכולת בנזן
	תכולת אולפינים
	RVP- לחץ אדים

איכות הבנזין בארץ בהשוואה לארצות אחרות ובעולם

מדינות החברות ב- CEN - European Standards Organization (המוסד האירופאי לתקינה) מתאימות עכשיו את תקניהם הלאומיים לתקן האירופי EN228. חשוב לציין שבמדינות אחדות כגון פינלנד ישנן ספציפיקציות מיוחדות לבנזין עבור תחבורה **עירונית** להורדת פליטות המזהמים. בארה"ב ובעיקר בקליפורניה הוגדרו הדרישות המיוחדות ע"י ה- EPA לבנזין המחודש (reformulated) אשר, לעומת התקן הישראלי, הנו בעל תכולת גפרית נמוכה יותר, לחץ אדים RVP נמוך יותר, תכולת בנזן נמוכה יותר, ותכולת סה"כ ארומטים ואולפינים מוגבלת. במספר ארצות בעולם אסור השימוש בבנזין מכיל עופרת: ארה"ב, קנדה, יפן, אוסטרליה, שבדיה ועוד.

5.1 בטבלה מובאות דוגמאות של דלקים מחודשים בהשוואה לבנזין הישראלי. איכות הדלקים בארץ מבחינת תכולת חומרים שאריתיים, יעילות דינמית (מספר האוקטן) והשפעתם על הסביבה אינם מן המשופרים בעולם. הבנזין לרכב מנועי בארץ מוגדר ע"י התקן הישראלי של מכון התקנים ת"י 90 מ-1996. למעשה הדלק הנמכר בארץ ב-1996 תחת מספר אוקטן גבוה אינו מגיע למינימום האוקטן הנדרש מדלק לשיווק לכלי רכב בשוק האירופי. איכות הדלק הירודה גורמת לצריכת דלק גדולה יותר המביאה כמובן עליה בפליטת המזהמים ובלאי מהיר יותר של חלקי המנוע והממיר הקטליטי.

הדרישה לתוספים לבנזין

ב- Clean Air Act Amendments נדרש כי החל מינואר 1995 כל הבנזין בארה"ב חייב לכלול תוספי (DC- deposit control additives) כדי למנוע הצטברות משקעים במנועים ובמערכות הספקת דלק. בקליפורניה משתמשים בתוספי DC כחובה החל מ-1993. השימוש בהם אינו חובה בהרבה מדינות מפותחות. בארץ חובה להשתמש בתוספי DC, בהתאם לת"י 90, מ-1993. לתוספים אלה תפקיד חשוב בהורדת פליטת הזיהום והקטנת תצרוכת הדלק. ירידה זו משמעותית יותר ככל שמרחק הנסיעה מצטבר. בתנאים הקיימים בארץ החיסכון בתצרוכת הבנזין יכול להגיע לכדי 1-2%, כלומר כ-25 עד 50 מיליון ליטר בנזין בשנה. באשר לכמות הפליטות, ניתן לתרגם זאת להפחתת אלפי טונות של פליטת מזהמים. מכאן החשיבות הרבה והתועלת בהכנסת תוספי DC בישראל. מ-1993 ועד היום נרכש תוסף DC אשר מוסף במרוכז לבנזין במסופי חב' פי-גלילות, המנפקת כ-70% מצריכת הבנזין בארץ. בשנה האחרונה מתבצעים הליכי מכרז חדש לחידוש רכישת התוסף לבנזין בארץ.

5.2. סולר

לתכונות הסולר למנועי דיזל השפעה ניכרת ומכרעת על ביצועי המנועים ופליטת המזהמים. לכן גוברות והולכות בעולם הדרישות לאיכות גבוהה ויציבה של הדלקים. יחד עם זאת מוחמרים והולכים התקנים לגבי פליטת המזהמים הבאים: גפרית דו-חמצנית SO_2 , פחמן חד חמצני CO, פחמימנים, תחמוצות חנקן NO_x , וחלקיקים PM. בנוסף קיימת קבוצת חומרים אשר אינם מוגבלים (unregulated), אשר רבים מהם רעילים מאד וגם מסרטנים: פורמלדהיד (עבורו קיים תקן סביבתי בארץ), Polinuclear Aromatic Hydrocarbons)

(PAH), ניטרו-PAH וכו'. החלקיקים הנפלטים ממנועי דיזל הם אחד מהמרכיבים המסוכנים ביותר בזיהום אויר מכוון שהם מכילים הרבה מהחומרים הרעילים הנ"ל. איכות הסולר משפיעה על טיב הבעירה וקובעת את רמת הפליטה ממנועי דיזל. תכונות אחדות של הסולר כגון מספר הצטן, תכולת הגפרית והארומטים, משפיעות ישירות על פליטות מזהמים ממנועי דיזל.

איכות הסולר בישראל בהשוואה לארצות שונות בעולם

איכות הסולר הישראלי נקבעת על ידי ת"י מס' 107. **ב- טבלה 5.2** מובאות תכונות הסולר בישראל לעומת ארצות אחרות. יש לציין שבמדינות אחדות כגון דנמרק ושבדיה, יש דרישות מיוחדות לגבי דלקים מחודשים (reformulated) עבור התחבורה העירונית, להורדת הזיהום במרכזי הערים. חברות הדלק משווקות עתה בארה"ב ובאירופה דלקים מחודשים עם ספציפיקציות שונות התורמות לאיכות הסביבה.

הדרישה לתוספים לסולר

השימוש בתוספים לסולר "מותר" בישראל על פי ת"י 107, וגם במדינות אחרות באירופה. בהקשר זה, ה-EPA של ארה"ב דורשת מעבר לדלק דיזל עם פליטת מזהמים נמוכה (Low Emission Diesel Fuel -LEDF), עם תכולת גפרית נמוכה, **ודרישה מפורשת לשימוש בתוספים** כדי למנוע משקעים במזרקים, לשפר את יעילות הבעירה ולהוריד את רמת המזהמים בגזי הפליטה. דרישות אלה פחות חמורות מאלה של CARB בקליפורניה. בפועל, דלקי הדיזל המיוצרים כתערובת (reformulated), או סולר פרמיום, משווקים בארה"ב ובאירופה כאשר הם מכילים תוספים. בארץ מתחילה התארגנות לרכישת חבילת תוספים לסולר במרוכז ע"י חברות הדלק. הדרישה לתוסף תהיה: סיכות, דטרגנטים ומונעי קצף.

טבלה 5.1:

איכות של דלק בנזין באירופה וארה"ב בהשוואה עם הבנזין הישראלי (נטול עופרת)

מדינה	תקן	RVA (לחץ אדים) kPa	תכולת גופרית % מסה מקסי'	תכולת בנזן, % נפח מקסי'	תכולת ארומטים % נפח מקסי'	תכולת אוליפינים % נפח מקסי'	תכולת חמצן בדלק	תוספים לדלק
ארה"ב	80 CFR 40	50 מקסי' (עבור דרום- ארה"ב)	0.033 8	1.0	28.6	10.8	2.7-2 % מסה	<u>דרישה</u> לתוספים מונעי משקעים
קליפורניה (ארה"ב)	CAR B	48.3 מקסי'	0.004	1.0	25	6.0	2.2-1.8 % מסה	<u>דרישה</u> לתוספים מונעי משקעים
אוסטריה	228 EN	70-35	0.05	3.0				מותר השימוש בתוספים (ללא P)
גרמניה	228 EN	70-35	0.05	5.0				מותר השימוש בתוספים (ללא P)
שבדיה		70-45	0.01	3.0	5.5		2% מסה	מותר השימוש בתוספים (ללא P)
שוויץ	228 EN	70-35	0.05	5.0				מותר השימוש בתוספים (ללא P)
פינלנד	228 EN	70-60	0.01	1.0	-		2.7-2.0 % מסה	מותר השימוש בתוספים
ישראל	ת"י 90	66-45	0.05	5.0	תדווח		2.8 % מסה	<u>דרישה</u> לשימוש בתוספים מונעי משקעים

טבלה 5.2

ספסיפיקציות עתידיות של דלקי דיזל בקליפורניה, שבדיה ו-CEN, בהשוואה לאלה בתקן הישראלי

Marketing area	Sulfur content % wt max	Aromatics, % vol max	Density at 15 ⁰ C, kg/m ³	Viscosity at 40 ⁰ C, cSt	Cetane number min	Flash point, ⁰ C min	Distillation
Californian Diesel Reference Fuel	0.05	10		2.0 - 4.1	48	54.5	90% at 288-321
<u>Proposed 1992 Diesel Fuel Classification, in Sweden :</u>							IBP - FBP
Envir. Class 1	0.001	5	800 - 820		50		180 - 300
Envir. Class 2	0.005	20	800 - 820		47		180 - 300
Future Standard Fuel	0.05	25	800 - 830		47		180 - 330
Draft CEN Diesel Fuel	0.20 or 0.30 and will be reduced to 0.05		820 - 860	2.0 - 4.5	49	55	85% at 350 ⁰ C max 95% at 370 ⁰ C max
Israel Standard No.	0.2		870 max	2.5 - 6.0	Only cetane	66	90% at 357 ⁰ C

107					index 46 min		max
-----	--	--	--	--	-----------------	--	-----

5.1.3 האוזון

בעיית זהום האוויר המרכזית במדינות מפותחות בכל העולם וגם בישראל היא בעית הסמוג הפוטוכימי שהמרכיב העיקרי והמשמעותי ביותר שלו הוא האוזון. כאשר ריכוז האוזון בטרופוספירה (החלק הנמוך של האטמוספירה בו מתקיימות מערכות ביולוגיות) עולה, הוא גורם לפגיעה בבריאות האדם, עליה בתדירות הארועים הקשורים לפגיעה בדרכי הנשימה וירידה בכושר פיזיולוגי. האוזון גורם גם לפגיעה ביערות והקטנת יבולים חקלאיים. אוזון מתקבל בתהליך פוטוכימי שבו מתפרקת המולקולה של דו תחמוצת החנקן (NO_2) בהשפעת קרינת השמש ליצירת חד תחמוצת החנקן ואטום חמצן. אטום החמצן מגיב עם מולקולת חמצן ליצירת האוזון (O_3). לכן, יצירת האוזון מוגבלת איפוא לשעות האור. הפליטה האטמוספרית של תחמוצות החנקן היא בעיקרה בצורת NO ולכן דרוש גורם שיחמצן את ה-NO ל- NO_2 . תהליך החימצון נעשה בעזרת התרכובות האורגניות הנדיפות (VOC) המביאות בהשפעת קרינת השמש ליצירת רדיקלי פר-אוקסיד המבצעים את תהליך החמצון של NO ל- NO_2 .

לתהליך הכימי המביא ליצירת האוזון דרוש גם מרכיב נוסף והן התרכובות האורגניות הנדיפות (VOC) קבוצה הכוללת מספר גדול מאד של תרכובות. התרכובות האורגניות הבלתי רוויות (תרכובות המכילות קשרים כפולים כמו למשל אתילן - $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$) הן הקבוצה הפעילה ביותר עם זמן מחצית החיים של שעות בודדות עד מספר ימים. בשל זמן החיים הקצר של התרכובות בקבוצה זו מרכיביה יעילים במיוחד בתהליך יצירת האוזון, שכן בנוכחותם נוצר האוזון סמוך למקור השיחרור של המזהמים ולכן אפשרות הפיזור האטמוספרי קטנה באופן משמעותי.

משיקולי איכות הסביבה מגדילים ככל שניתן את כמות הפחמימים הרוויים בכל הדלקים כדי שהחומרים המתנדפים בתהליכי שיווק הדלק לא יאיצו את תהליכי יצירת האוזון. בארץ המודעות לנושא כמעט ואינה קיימת ולכן הדלקים בארץ גורמים להגברת תהליכי יצירת האוזון.

מניעת האוזון הינה משימה מאד יקרה ומורכבת, מאחר שהאוזון נוצר ממספר גדול מאד של מקורות ובמרחק ניכר ממקום השחרור. נוסף לכך המניעה של מחוללי האוזון (NOX ו-VOC) קשה. בישראל כמו במדינות מפותחות אחרות (בישראל אומצה התקינה האירופית) חויבו כל כלי הרכב הפרטיים משנת יצור 1994 ואילך בהתקנת ממירים קטליטיים. אולם מאחר והחקיקה הוגבלה למכוניות פרטיות ומאחר שלא ננקטו צעדים משלימים כמו הפחתת הפליטות מרכב מסחרי, קשה יהיה לראות הפחתה כשלהי ברמות האוזון בפנים הארץ בעתיד הקרוב.

סיכום

*** זיהום אוויר כתוצאה מפליטות כלי רכב הינו הבעיה המרכזית של איכות האוויר בארץ וחובה לטפל בה בעדיפות וקדימות גבוהים.**

□ **איכות הדלק בארץ נחותה. התאמת תקני הדלק בארץ לתקנים בינ"ל מקובלים מהווה פעולה בעדיפות וחשיבות גבוהים.**

□ **תחזוקת הרכב בארץ פגומה ומחמירה את בעיות זיהום האוויר. אין כמעט אכיפה של תקינות מערכת הפליטה של כלי הרכב, או של תקינות הממיר הקטליטי : התוצאה היא שבחלק ניכר מהמכוניות הנעות בכבישי הארץ הממירים אינם פועלים ומכוני הרישוי אינם ממלאים את תפקידם בענין זה. אי לכך, יש צורך בהגברת הפיקוח על פליטות מזהמי אוויר מכלי רכב ולדרוש החלפת ממיר במקרה של חריגה.**

רכב בנזין

1. בארץ קיים תקן לפליטת CO בלבד מרכב בנזין, המתייחס לרכב בשימוש הנע בכבישים. תקן זה אומץ מהדירקטיבות של הקהילה האירופית. עדיין לא עודכן התקן ל-CO לרכב בנזין משנת ייצור 1994 ומעלה, מ-1% (משקלי) ל-0.5%.

האכיפה לתקן זה בארץ כמעט ולא קיימת. מכוני הרישוי אינם מבצעים לרוב בדיקת תכולת CO בגזי הפליטה בטסט השנתי כנראה מהעדר אכיפה.

2. אחוז כלי רכב בנזין העומד בתקן לעיל יורד עם גיל הרכב. כ- 10% מסה"כ צי הרכב הפרטי (הרכבים הישנים) אחראים למחצית מפליטת המזהמים הכוללת של כל המכוניות.
3. איכות הבנזין בארץ, מבחינת העופרת, עומדת בקריטריונים הבינלאומיים. עם זאת, השימוש בבנזין מכיל עופרת נאסר בהרבה מדינות בעולם, כגון ארה"ב, קנדה, יפן, אוסטרליה, שבדיה ועוד.
4. תכולת הבנזן המותרת עתה באירופה וגם בישראל היא 5%. אבל בדלקים המחודשים המשווקים בארה"ב היא הוקטנה כבר ל- 1%. אותן מגמות להורדת תכולת הבנזן נהוגות לגבי דלקים מחודשים באירופה: בפינלנד - 1%, בשוודיה - 3%, באיטליה - לפי הסכם בין רשויות ערים גדולות ובין חברות הנפט תכולת הבנזן בבנזין מוגבלת ל- 1.8%, עם הורדה בעתיד ברומא ל- 0.8%. לפי התחזית, בשנת 2010 בארה"ב תרד תכולת הבנזן ל- 0.6%, ולכן יש להוריד את הרמה המותרת לבנזן בארץ.
5. ישראל הינה המדינה השניה בעולם בה הונהגה החובה להשתמש בתוסף DC ב- 1994 לאחר קליפורניה (מ- 1993). איכות הבנזין בארץ ירודה וגורמת לצריכת דלק גדולה יותר המביאה כמובן עליה בפליטת המזהמים ובלאי מהיר יותר של חלקי המנוע והממיר הקטליטי. השימוש בתוספים (בעקר לבקרת משקעים) חיוני ביותר. יש לזרז את ההליכים לבחירת התוסף הטוב ביותר המתאים לבנזין הישראלי. תוספי דלק שיוספו ע"י הספק יקטינו את פליטת המזהמים וייעלו נצילות הדלק.
6. עקב הגבלות סביבתיות הבנזין העתידי יכלול פחות מרכיבים ארומטיים ואולפינים, אשר תכולתם בבנזין העתידי בארה"ב בשנת 2010 תוגבל מעל 20% ו- 5%. תיתכן הגבלה נוספת של אולפינים נדיפים ל- 1%.
7. תחנות הדלק, אף אלו הממוקמות בתוך ישובים, פולטות כמויות לא מבוטלות של אדי דלק, כולל חומרים מסרטנים כבזון, במהלך מילוי מיכלי המכוניות ומיכלי התחנה. יש להתקין מערכת של מיחזור אדי הדלק, כמקובל בארצות אחרות.

רכב דיזל

1. רכב דיזל אחראי בפליטת מזהמי אויר אשר רבים מהם רעילים מאד וגם מסרטנים: פורמלדהיד (עבורו קיים תקן סביבתי בארץ), Polinuclear Aromatic

Hydrocarbons (PAH), ניטרו- PAH וכו'. החלקיקים הנפלטים ממנועי דיזל הם אחד מהמרכיבים המסוכנים ביותר מפני שכוללים הרבה מהחומרים רעילים הנ"ל. משאיות ואוטובוסים פולטים כשני שלישי מסה"כ תחמוצות החנקן שמקורן בתחבורה. מומלצים הצעדים הבאים להקטנת הבעיה:

- מניעת הפעלת משאיות בעומס יתר.

- הגבלת תנועת משאיות בשעות עומס.

- העברת אוטובוסים במערכת העירונית להפעלת בחשמל

ובגז.

2. איכות הסולר היא אחד הגורמים החשובים הקובעים את רמת הפליטות ממנועי דיזל. על ידי שיפור איכות הסולר ניתן להוריד משמעותית את פליטות המזהמים ולשפר ביצועי המנוע.

3. ניתן לשפר את איכות ההצתה ישירות על ידי תהליך הייצור או בעזרת תוספים לדלק. השיטה למדידה ישירה ואמינה של מספר הצטן היא על ידי ניסוי מנוע, ולא כפי שנעשה בארץ ע"י חישוב אינדקס הצטן.

4. תכולת הגפרית המותרת בישראל על פי ת"י 107 היא 0.2%. באירופה התכולה המותרת הינה 0.05%. ידוע שהורדת תכולת הגפרית מורידה את כמות החלקיקים הנוצרים. קיימת מגמת ירידה של תכולת הגפרית בסולר בעולם, על כן יש צורך להיערך לכך בארץ. עם הורדת תכולת הגפרית בסולר בארץ יהיה צורך בבדיקת סיכות, דבר שלא מתבצע כיום בבתי הזיקוק. כמו כן יהיה צורך בהוספת תוסף להעלאת הסיכות, למניעת נזקים למנוע.

5. ניתן להתגבר על בעית הצטברות משקעים על ידי שימוש בתוספים שונים, למשל דטרגנטים. שיפור תכונות הסולר ושימוש בתוספים יהיה נחוץ בעתיד הקרוב עקב דרישות יצרני המנועים והגבלות איכות הסביבה.

יש לציין שבמדינות אחדות כגון דנמרק ושוודיה, יש דרישות מיוחדות לגבי דלקים מחודשים (reformulated) עבור התחבורה העירונית, להורדת הזיהום במרכזי הערים.

6. נושאים מיוחדים.

6.1 זיהום אוויר בתוך בנינים.

הנושא הפך להיות משמעותי בשנים האחרונות וחשיבותו תלך ותגדל עם המעבר לבנינים סגורים ומבודדים היטב ובעלי מערכות מרכזיות למיזוג אוויר. הנושא כמעט שלא מטופל בארץ ויש צורך להערך לכך ולהכין ידע ותקינה.

6.2 ריחות.

מפגע הריחות הינו אחת הבעיות הסביבתיות המטרידות ביותר את התושבים ומהווה את הנושא הראשון של התלונות בתחום איכות האוויר. החוק העוסק במטרדי ריח בארץ הוא חוק למניעת מפגעים ("חוק קנוביץ"), אשר קובע, בין היתר, ש"אין לגרום לריח בלתי סביר (סעיף 3), אך אין עדיין תקנות אשר יגדירו מהו ריח בלתי סביר שאין לגרום אותו. בהיעדר הגדרה כזו יש קושי לאכוף את השימוש באמצעים, שימנעו מפגעי ריח בלתי סבירים. המשרד לאיכות הסביבה הכין ב- 1993 הצעת תקנות המגדירות מהו ריח בלתי סביר, שאין לגרום אותו, בהסתמך על שתי גישות:

1. אפיון כימי של גורם הריח וקביעת הריכוז המותר באוויר בהתבסס על סף הריח של החומר הכימי הספציפי, בדומה לגישה של המדד לאיכות הסביבה היפני.

2. קביעת עוצמת ריח באמצעות צוות מריחים, כפי שמקובל במקומות שונים בעולם (לדוגמא תקן ASTM מס, 78-1391D המסדיר נוהל המקובל בארה"ב להפעלת צוות מריחים).

מומלץ לקדם את החקיקה בנושא מפגעי ריח ובמקביל להכין את הידע הדרוש לטיפול בנושא, אשר יכלול איתור מקורות ריח, והצעת פתרונות טכנולוגיים, אדמיניסטרטיביים, ותכנוניים.

7. אסטרטגיה.

האסטרטגיה המתוארת בהמשך מדגישה את הקדימויות בנושא שיפור איכות האויר ונותנת תשובות לבעיות שהועלו בפרקים הקודמים.

המטרות של האסטרטגיה הן :

-זיהוי הנושאים העיקריים.

-הגדרת עדיפות הנושא (ציון 1 - 10).

-הגדרת עדיפות היעד (ציון 1 - 10).

-הגדרת עדיפות כללית (עדיפות הנושא * עדיפות היעד).

-הגדרת ישימות היעד ע"י פרק הזמן בו ניתן לבצעו (טווח קצר : 1-3 שנים ,

טווח בינוני : 3-5 שנים, טווח ארוך : 5-10 שנים).

לגבי כל אחד מהנושאים המזוהים יהיה צורך לבדוק היבטים מדעים, טכניים, אדמיניסטרטיביים וכלכליים. יתכן שלאחר שימוש בכלים כלכליים, כמפורט בהמשך, קדימויות של נושאים מסוימים ישתנו : מפה, חשיבות נושא זה.

נושא	עדיפות הנושא	יעד	ישימות	עדיפות היעד	עדיפות כללית
1. תקני	5	ניסוח תקן חדש עבור NO ₂ .	טווח קצר	5	25
איכות		תיקון התקן עבור טולואן.	טווח קצר	3	15
אוויר		ניסוח תקן חדש עבור PM 2.5 .	טווח בינוני	10	50
		ניסוח תקן חדש עבור בנזן.	טווח קצר	7	35
		בדיקת וניסוח תקנים חדשים עבור תרכובות אורגניות.	טווח בינוני	5	25
		בדיקה מחודשת של תקני איכות אוויר. (כל 5 שנים)	טווח ארוך	10	50

עדיפות	עדיפות	ישימות	יעד	עדיפות	נושא
60	10	טווח קצר	הקמת מרכז ניטור ארצי לעיבוד והפצת נתוני הניטור בצורה אחידה, מהירה ונוחה לכל דורש.	6	2. ניטור אוויר
30	5	טווח בינוני	הקמת רשת תחנות ניטור ארצית עם דגש על זיהום תחבורתי.		
42	7	טווח בינוני	הגברת ניטור PM 10 ו- PM 2.5.		
24	4	טווח קצר	ניטור כלל המזהמים שלגביהם קיים תקן איכות אוויר.		
30	5	טווח בינוני	שימוש בטכנולוגיות חדישות לניטור מזהמי אוויר.		

כללית	היעד		הנושא		
56	8	טווח ארוך	הכנת ידע ותקינה בנושא של זיהום אוויר בתוך בנינים. פתוח מודלים לפיזור מזהמים.	7	3. איכות אוויר נושאים מיוחדים
35	5	טווח קצר	הכנת ידע ותקינה בנושא של זיהום ע"י ריחות.		
70	10	טווח ארוך			
80	10	טווח קצר	פרסום תקני פליטה מתקדמים.	8	4. צימצום פליטות לאוויר ממקורות ניחים
80-24	10-3	טווח קצר	צמצום הפליטות הסגוליות לרמות הקיימות במדינות מתקדמות.		
לפי מצב איכות האוויר בדבר אותו מזהם	לפי מצב איכות האוויר בדבר אותו מזהם	בינוני ארוך			
24	3	טווח ארוך	לדוגמא : SO2		
64	8	טווח ארוך	NOX		

עדיפות כללית	עדיפות היעד	ישימות	יעד	עדיפות הנושא	נושא
90	10	טווח בינוני	שיפור והגברת תדירות של תחבורה ציבורית (רכבת+אוטובוס), ומעבר להפעלה משולבת, תוך כדי הוזלת תעריפים, לעידוד השימוש בתחבורה הציבורית.	9	5. צימצום פליטות לאוויר ממקורות ניידים
81	9	טווח קצר	קביעת מדיניות להורדת רכב ישן מהכבישים (מעל 10 שנים) ע"י תמריצים ממשלתיים.		
90	10	טווח ארוך	מעבר לשימוש בטכנולוגיות "נקיות" לתחבורה(פרטית+ציבורית) כגון רכב חשמלי, על גז, סולר, וכו'.		
72	8	טווח בינוני	שיפור איכות הדלקים לתחבורה בארץ ע"י אימוץ התקנים האירופאים ושינוי התקן הישראלי (ת"י).		
63	7	טווח קצר	שימוש בתוספים לבנזין וסולר באמצעות ספק הדלק ובהתאם לבדיקה במעבדות מוסמכות בארץ ובחו"ל על פי תקן.		
72	8	טווח ארוך	יצור סוגי סולר ובנזין (reformulated) לשימוש בתחבורה העירונית, על פי תקן, להורדת הפוטנציאל להיווצרות אוזון.		
63	7	טווח קצר	עידכון תקן הפליטה ל- CO לפי הדירקטיבה האירופית.		
72	8	טווח קצר	הגברת האכיפה לתקני הפליטה לרכב.		
72	8	טווח קצר	אכיפה של תקני הפליטה לרכב באמצעות חישה Remote Sensing תוך כדי נסיעה, כפי שנעשה כיום בארה"ב.		

		טווח ארוך			
45	5				
עדיפות כללית	עדיפות היעד	ישימות	יעד	עדיפות הנושא	נושא
100	10	טווח בינוני	בדיקות עלות - תועלת לקביעת הדרך הטובה ביותר ליישום כל אחד מהיעדים הנ"ל.	10	6. שימוש בכלים
100	10	טווח בינוני	שימוש בתמריצים כלכליים חיוביים ושליילים לצורך יישום היעדים בנושאים 4 ו-5.		כלכליים

איכות מי תהום

הכנת מסמך רקע: ד"ר אברהם מרכזו-יועץ סביבתי

חברי הצוות

ישעיהו בר אור	ד"ר, ראש אגף מים ונחלים, משרד לאיכות הסביבה
דורון פלדמן	משרד לאיכות הסביבה
עמוס בנין	פרופ', הפקולטה לחקלאות
יעקב ז'ק	ד"ר, מנהל אגף איכות מים, מקורות
יוסי דרייזין	ד"ר, ראש אגף תכנון, נציבות המים
ישראל גב	נציבות המים
אליעזר בלשה	בלשה – ילון
יצחק שיינברג	פרופ', מנהל המחקר החקלאי
יואל גת	פרופ', המכון לחקר המדבר
דן זסלבסקי	פרופ', הטכניון

כללי

1.

משק המים של מדינת ישראל נשען על שלשה מקורות עיקריים: (א)הכינרת, (ב)אקוויפר החוף, (ג)אקוויפר הגיר/דולומיט של אגן ירקון תנינים (אקוויפר ההר). מקורות אלה ואחרים מזדהמים בהדרגה ע"י מגוון רחב של מזהמים כימיים, ביולוגיים ובמקרים מסוימים אף פיזיקליים. בנוסף לשלשת המקורות הללו, משק המים מתבסס גם על שימוש חוזר במי קולחים, שמשקלם היחסי הולך וגדל בהדרגה.

ניתן להתייחס אל ההמלחה והזיהום של מאגרי מי התהום כאל שילוב של שתי קבוצות גורמים: ניצול יתר של המאגרים מחד גיסא, והגדלת תשומות המזהמים מאידך גיסא. אקוויפר החוף הנו הפגיע ביותר מבין מאגרי מי התהום לסיכוני זיהום. מעל אקוויפר החוף מתרכזת למעלה מ- 3/1 של אוכלוסיית המדינה, כאשר בין פני הקרקע לבין פני מי התהום אין כל חציצה הידרולית המונעת מעבר מזהמים, שמקורם בפעילות חקלאית או עירונית על פני השטח. יתר על כן, ניצול היתר של אקוויפר זה, בשיעור של עד פי 2 מהמותר לאורך תקופות זמן ארוכות, גרם להיווצרותם של שקעים עמוקים במפלסי מי התהום, שהתמלאו רק בחלקם ע"י גשמי הברכה בתחילת העשור, ומנעו שטיפה יעילה של מזהמים ומלחים לים.

השילוב של שחרור בלתי מבוקר של מזהמים על פני הקרקע, הדחתם הבלתי נמנעת אל מי התהום, והשינויים במשטר הזרימה של מי התהום גרמו להרעה ניכרת באיכות מי אקוויפר החוף. המושג איכות מים מתייחס מטבע הדברים למגוון רחב של מזהמים כימיים וביולוגיים. בין הזיהומים הכימיים, אורגניים ואנאורגניים, ניתן למנות את העלייה במליחות ובריכוזי החנקות, זיהומים מקומיים ע"י מתכות כבדות, דלקים ותרכובות אורגניות רעילות. הזיהום הביולוגי מתייחס בעיקר לגורמי זיהום מיקרוביאליים. הערכות מצב והמלצות המתייחסות לקבוצות מזהמים אלה מובאות כאן להלן.

תופעות המלחה-אקוויפר החוף

.2

על בסיס ניתוחים והערכות המובאות כאן נראה שהמלחת מי התהום-הן של אקוויפר החוף והן של אקוויפר ההר-היא הבעיה האיכותית הקרדינלית ביותר של משק המים. ההבדל בין שני האקוויפרים הוא שתהליך ההמלחה שאקוויפר החוף מצוי כבר בעיצומו, בעוד שלגבי אקוויפר ההר קיימים עדיין רק חששות, הנידונים בהמשך, ושלשמחתנו לא התממשו עדיין.

ניתוח מגמות ההמלחה המדודות ברוב האזורים של אקוויפר החוף, בעיקר על בסיס ניתוח נתוני הכלורידים, מצביע בבירור על החשת קצב ההמלחה הממוצעת. פועל יוצא של תצפיות אלו הוא שלעקומי המליחות בחלק מהקידוחים צורה אכספוננטציאלית עולה במקום העלייה הליניארית שהורגלנו אליה בעבר. יתר על כן, מהתחזיות שנערכו על בסיס תצפיות אלה ושיקולים הידרולוגיים אחרים, מתקבלות אינדיקציות די ברורות להמלחה אפשרית של חלק מהקידוחים עד לרמה של 1000 מג"ל כלור ומעלה בעשורים הראשונים של תחילת המאה הבאה. עקרון מנחה מרכזי של הטיפול הכוללני של מי התהום באקוויפר החוף הוא צמצום מרבי של תשומות מלחים ומזהמים במהלך ניצולם של המים המופקים ממנו, על מנת להקטין ככל הניתן את תשומות המלחים והמזהמים במי הקולחים. יישום מדיניות זו יאפשר ניצול מרבי של מי הקולחים לשימוש חוזר.

עקרונות התפעול של אקוויפר החוף נבחנו בצורה כמותית, תוך שימוש במודל החוזה במקורב את שינויי המליחות הכלורידית בתסריטי ניצול שונים, כאשר הכלורידים נלקחו כסמן לשינויים בריכוז המלחים המסיסים. על בסיס הסימולציות המודליות, שחלקן מובא בגוף הדוח, מסתמנות מספר מגמות, כאשר הבולטת שבהן היא כי ניצול אקוויפר החוף יביא להמלחתו הבלתי נמנעת בטווח הבינוני והארוך.

בניגוד לחקירת תופעות זיהום אחרות, שנקל להגדיר לגביהן את הקשר בין סיבה למסובב, המורכבות של תופעות ההמלחה בחלק מהאזורים מקשה על הגדרה חד-משמעית של מקורות ומנגנוני ההמלחה. בגוף הדוח מובאות מספר המלצות לחקירה מעמיקה יותר של תופעות אלו במטרה לצמצמן עד למינימום האפשרי.

במישור האופרטיבי: יש להניח שבטווח הזמן הקצר והבינוני, נאמר במשך 20-30 השנה הבאות, לא ניתן יהיה לעצור את תהליכי ההמלחה באקוויפר החוף, ומשק המים חייב להיערך להורדת המליחות של מי האספקה, תוך השילוב של האמצעים הבאים: (1) הקטנת מליחות מי הקולחים-בעיקר ע"י הרחקת תמלחות ממפעלי תעשייה במקום לנקזן לביוב, (2) פעולות שונות להקטנת מליחות הכינרת תוך שילוב של שאיבת מים שפירים במעלה ושאיבה ישירה מתמלחות. בהקשר זה יש לציין עם זאת, שההתחייבויות שנטלה על עצמה מדינת ישראל בהסכמי המים עם ממלכת ירדן, מקטינה את הכדאיות הכלכלית של שאיבה ישירה מתמלחות; (3) התפלת מים מליחים, תוך ניסיון לדחות ככל הניתן התפלת מי ים בקנה מידה גדול, וכמובן (4) התפלת מי ים.

בטווחי זמן ארוכים יותר ניתן לצפות לשיפור הדרגתי של המצב, כל זאת במידה וישונו כמה כללי ניהול הידרולוגי והנדסי של אקוויפר החוף. גיבוש כללים אלה מחייב הקמתם של צוותי חשיבה והקצאת אמצעים למחקרי שדה וכלים מתקדמים יותר לתכנון הידרולוגי-הנדסי משולב.

סיכומי זיהום והמלחה באקוויפר ההר

3.

אקוויפר הגיר והדלומיט מגיל קנומן-טורון, באגן תנינים-ירקון-באר שבע, המהווה את האגן העיקרי של מה שנהוג לכנות "אקוויפר ההר". כ-98% של המים המופקים מאקוויפר זה מוגדרים כמים שפירים; דהיינו מים במליחות פחותה מ-400 מג"ל כלור. להוציא בעיות המלחה מקומיות במספר אזורים, ריכוז הכלורידים הוא יציב ולא ניכרות בו כמעט תופעות של המלחה כגון אלו הנמדדות באקוויפר החוף. יתר על כן, תכנית האב של תה"ל לפיתוח משק המים הציעה בזמנו לייעד את רובו של אקוויפר זה כמקור עיקרי למי שתייה באמצעות מערכת נפרדת. לפי הקונפיגורציה ההידרוגיאולוגית המקובלת מתחלק אקוויפר זה לשני תת-אקוויפרים: תת-אקוויפר תחתון (קנומן תחתון) ותת-אקוויפר עליון (קנומן/טורון). מוצאי הקליחה ההיסטוריים של אקוויפר זה היו מהאקוויפר העליון, דרך נביעות

ראש העין והתנינים. לפי אותה קונפיגורציה מקובלת, הגבול המערבי אטום לחלוטין והקשר היחיד בין מי הים לאקוויפר הוא מדרום לתנינים. מודל קונצפטואלי זה, המבוסס בעיקרו על מודלים הידרוגיאולוגיים, שנוסחו ע"י פרופ' שמואל מנדל ז"ל עוד בשנות ה-60, מחייב את הזרמתן של כמויות מים ניכרות אל עבר מעיינות התנינים (כ- 45 מלמ"ש לפי תכנית האב של תה"ל), תוך הנחה שניתן למנוע ע"י כך חדירה מהירה של מי ים לאקוויפר הקרסטי. על מנת לקיים זרימה זו של נביעות התנינים הוגדרו מפלסי יעד מינימליים ("קו אדום") בשני קידוחי מפתח כדלקמן: מנשה ת/ 2 : 9+ מי ופי"ת (נפט) : 12+ מ'. יש להדגיש שמליחות מי התנינים, כ- 1500 מג"ל כלורידים כיום, אינה מאפשרת את שילובם במערכת הארצית, אלא באמצעות התפלה.

תפעולו של אקוויפר זה נועד כאמור להגן על האקוויפר בפני סיכוני המלחה. ברם יהיה זה פשטני מדי להניח לצורך כך שמקור ההמלחה העיקרי הוא בחדירת מי ים דרך מוצאו הצפוני. סיכוני ההמלחה של אקוויפר זה נובעים מעצם היותו מוקף בגופי מים מליחים מכל עבריו.

המלצות אופרטיביות: לדעת רבים בסיס נתוני השדה ההידרוגיאולוגיים של אקוויפר זה הוא רופף מכדי לשמש בסיס רציני לקבלת החלטות לגבי דרך תפעולו. הפעולות הדרושות על מנת לענות על השאלות הללו נושאות בעיקרן אופי של מחקר שדה ופעולות ניטור, וכוללות בין היתר:

- מעקב אחר השתנות המליחות במספר קידוחי מחקר, וקידוחי נפט נטושים לאורך הגבול המערבי והדרומי של האקוויפר, לרבות מעקב אחר השתנות המליחות במספר קידוחי הפקה הסמוכים לחזיתות המים המלוחים.. כמו כן יש לכלול בקטגוריה זו גם את שיקום רשת המעקב של נביעות התנינים
- קדיחת 4-7 קידוחי הפקה/מחקר/התראה לאורך הגבולות הללו, שיקדחו בתחום המים המלוחים ובמרחק של 500-1000 מ' מהקו האיזו-כלוריד המשווער של 500 או 1000 מג"ל כלור .
- עדכון הקונפיגורציה ההידרוגיאולוגית והמודל הקונצפטואלי של האקוויפר, תוך שימוש בנתונים חדשים של קידוחי נפט ומדידות גיאופיזיות, והדגשת הקשר האפשרי עם אקוויפרים גובלים.

- בדיקה מחודשת, הן תאורטית והן מעשית, של הקוים האדומים באקוויפר זה .

לימוד ההתנהגות של בקטריות ווירוסים פתוגניים, שמקורם בשפכים, בסלעים קרסטיים וסדוקים, לצורך הרחבת הבסיס המדעי של זמני השהיה הדרושים בין מקורות זיהום פוטנציאליים לבין קידוחי הפקה. התקנות המוצעות ע"י משרד הבריאות מדברות כיום על שלש חגורות מגן עם זמני שהיה שבין שבוע ל-200 יום .

4. זיהום אורגני ומיקרוביאלי

זיהום מיקרוביאלי הוא ללא כל ספק הזיהום הנפוץ ביותר במדינת ישראל, כמו במדינות רבות אחרות בעולם. מי תהום נחשבו כ"בטוחים" מבחינה מיקרוביאלית ומי קידוחים לא זכו בד"כ לטיפול לפני אספקתם לצרכנים. בעקבות אירוע הזיהום בקריות בשנות ה-80, הגישה השתנתה מהקצה לקצה והמים הנשאבים ברוב הקידוחים המספקים מי שתייה מוכלרים-בין אם בדרך קבע או ע"י מתקנים ב-
Stand-By.

בין הממצאים העיקריים של סקרים שבוצעו בעקבות אירועים אלה (מרכזו ואחרים, 1986-88):

- כ- 1300 קידוחים (--550 גיר ו-750 חול) מחוברים למערכות מי שתייה.
- ב-30-40% של הקידוחים נרשמים מדי שנה אירועי זיהום לפי תקנות משרד הבריאות.
- אירועי זיהום המלווים בתחלואה המונית מתרחשים אחת ל-2-3 שנים.
- ב-35-40% של קידוחי השתייה לא עומדים בקריטריון של מיגון הידרוגיאולוגי המחייב זמן מעבר של 50 יום בין מקור הזיהום לבין קידוח הפקה.
- 70% של הקידוחים נעדרים מיגון הידרוגיאולוגי ורטיקלי.
- חלק ניכר של הקידוחים ברי הזיהום בתחום ישובים עירוניים או כפריים.
- פועל יוצא מכך הוא שהכרזת רצועות בטחון מסביב לקידוחים (200 מ' בקידוחי חול ו-500 מ' בקידוחי גיר) כמעט שאינה ריאלית.

- מערכת הבדיקות השגרתיות של משרד הבריאות אינה יכולה לשמש לצורכי התראה בזמן אמת. התראה אפשרית רק ע"י מערכות ניטור "On-Line" של ריכוזי קולי. מערכות כאלו לא קיימות עדיין בשוק.

במסגרת סקרים אלה פותחו מספר נוסחות לאומדן רוחב רצועות הביטחון, אשר נועדו לשמש ככלי הערכה ראשונית להגנה של קידוחי הפקה בפני **מקורות זיהום מיקרוביאליים**. אחת הנוסחות מעוגנת בתקנות משרד הבריאות. ניתן להשתמש בנוסחות אלה כקירוב ראשון לקביעת רוחב רצועות הביטחון מעל לאקוויפר החוף. מאידך גיסא, מוצע שקביעת מרחקי הביטחון בקידוחי גיר ייעשה ע"י הידרולוג מומחה. כמו כן הננו ממליצים לבחון קריטריונים אלה מעת לעת-בעיקר על בסיס הניסיון המעשי שנצבר בשדה, וקריטריונים דומים בארצות אחרות. פועל יוצא של ממצאי הסקרים המדווחים מעלה, הוא שגם חוות דעת הידרולוגיות, מצוינות ומלומדות ככל שתהיינה לא יוכלו לבטל את "רוע הגזירה" בטווח הארוך, ומוצע להתייחס בשלב זה אל רוב הקידוחים המשמשים לצורכי שתייה כבעלי סיכון זיהום אורגני ומיקרוביאלי גבוה על כל המשתמע מכך מבחינה אופרטיבית. בשלב זה מדובר בעיקר בחיטוי כל מי האספקה המיועדים לצורכי שתייה. בשלב מאוחר יותר נראה שיהיה צורך להוסיף מודולים של סינון; בעיקר בקידוחים המצויים בתחומי היישובים, שיהיה צורך להתייחס אליהם כנראה כאל מים עיליים לכל דבר.

לגבי טווחי זמן קצרים יותר גובשו ההמלצות האופרטיביות הבאות:

- סילוק גורמי הזיהום ככל הניתן ליד קידוחים המספקים מי שתייה. המלצה זו תקפה גם לגבי סיכוני זיהום ע"י מתכות כבדות ויסודות קורט אחרים הנידונים בהמשך.

- המרה הדרגתית של הקידוחים שבתוך היישובים בקידוחים חדשים שימוקמו מחוץ לאזורי הבינוי, תוך הגדרת אזורי בטחון סביבם, שיעוגנו בתכניות מתאר ארציות (תמ"א) ותכניות בנין ערים (תב"ע).

- בטווח הקצר והבינוני יש לדאוג לחיטוי (או כל טיפול מונע אחר), בין אם נמשך או כ- "StandBy", של המים המופקים מכ-400-500 קידוחים.

- התקנת מערכות טיפול משוכללות יותר, מעבר לחיטוי, תוך 3-5 שנים לפי סדר עדיפויות, שיתבסס בין היתר על פוטנציאל הסיכון, אפשרויות אספקת מים חליפית וגודל האוכלוסייה.

- ניטור "On-Line" בנקודות רגישות. יש לפתח לצורך כך אמצעים לספירה ישירה ורציפה של הקוליפורמים הצואתיים במים.
- התקנת אמצעי הגנה סניטרית נאותים-עיקרם איטום סביב הקדח ואמצעי ניקוז היקפיים סביב קידוחים חדשים.

5. מתכות כבדות ויסודות קורט רעילים

לכאורה הזיהום ע"י קבוצה זו לא מהווה כיום כל בעיה, שכן רוב רובם של הקידוחים עומדים עדיין בתקנים של מי שתייה לאלמנטים אלה. יחד עם זאת, בהסתמך על מספר חריגים מדאיגים של מזהמים אלה בכמה קידוחים, רמת התחזוקה בסביבות הקידוחים, ומגמות ה"נדלניזציה" של היישובים הכפריים, סיכוני הזיהום על ידם מוגדרים כאן בתור הבעיה השלישית בחומרתה.

להערכתנו, ניתן לצמצם את ממדי הבעיה ע"י טיפול נקודתי במספר מוקדי זיהום, וניטור קפדני ע"י גורמי רישוי במשרד הבריאות, נציבות המים והמשרד לאיכות הסביבה. כמו כן יש להתקין אמצעי הגנה סניטרית נאותים-עיקרם פקקי מילוט ואמצעי ניקוז היקפיים-בעיקר סביב קידוחים חדשים.

6. חנקות

הזיהום החנקני של אקוויפר החוף נראה לנו בשלב זה כבעל סיכון נמוך יחסית-לפחות כאשר מדובר בטווח הבינוני והארוך. גם בחלק מהאזורים העירוניים, שריכוז החנקות בהם חורג כיום מהרמה המותרת למי שתייה, יש לצפות שריכוזיהם ירדו בהדרגה לרמה המותרת, לאחר חיבורם למפעלי ביוב מסודרים, בעקבות תהליכי טיהור עצמי המתרחשים ככל הנראה בתת הקרקע. יחד עם זאת, איננו ממליצים אל מרכיב זיהום זה כעל תופעה שחלפה-לפחות לא בטווח זמן קצר ובינוני.

7. זיהום ע"י דלקים וחומרים מסוכנים

זיהום מי תהום כתוצאה מדליפות דלקים וחומרים מסוכנים, בין אם מתמשכת ובין אם כתוצאה מתאונות, היא ללא כל ספק אחת מבעיות הזיהום החמורות ביותר בשני המאגרים העיקריים של מדינת ישראל-אקוויפרי החוף וההר.

המלצות אופרטיביות: נכון לעכשיו אין תקנות סטטוריות מחייבות לטיפול במקורות הזיהום הללו. רישוי מתקני דלק היה מבוסס בעבר על שיקולים הידרוגיאולוגיים. כמו כן נעשה שימוש שגוי בקריטריונים של מרחקי הביטחון למניעת זיהום מיקרוביאלי. להערכתנו גישה זו אינה מספקת היום ויש לפתח קריטריונים מעודכנים יותר המבוססים על השילוב של (א)אמצעים טכנולוגיים לאיטום ומעקב שוטף אחר יעילותו; לדוגמא-בדיקות אטימות תקופתיות של מכלי דלק. (ב)מאצרות (Containment); (ג)מיגון הידרוגיאולוגי שנועד מעיקרו להבטיח זמן תגובה נאות לתיקון המעוות, או למזעור סיכוני הזיהום. בקשר לאחרון מוצע להתייחס לזמן מעבר בסדר גודל של שנה לפחות בין מקור הזיהום (לדוגמא תחנת דלק) לבין הקידוח הקרוב ביותר.

השקיה בקולחים

.8

גידול האוכלוסייה, בצד העלייה ברמת החיים מחייבים הקצאה הולכת וגדלה של מים שפירים לסקטור העירוני. את הפער בין גידול הצריכה לבין פוטנציאל המים השפירים, יכסה לפי התכנון המרת מים שפירים במי קולחים לצריכה חקלאית, ובשלב מאוחר מעט יותר-התפלה בשיעור הולך וגדל, להשלמת הצריכה העירונית. הרחבת השימוש בקולחים מכ- 220 מלמ"ש, המהווים כ- 17% של הצריכה החקלאית, עד כדי כ- 3/2 של הצריכה החקלאית בעתיד, מחייבת היערכות שונה של משק המים, תוך הקפדה על כללי השימוש בהם, והגדרה מחייבת לגבי רמת איכותם תוך סיכון מינימלי למקורות המים ולסביבה. התקנות הקיימות להשקיה בקולחים, המגבילות בעיקר את ריכוזי הצחיב והחומרים המרחפים (30/20") נראות לנו מיושנות. לדעת רבים יש לעדכן את התקנות הקיימות תוך התחשבות בגורמי זיהום אחרים. המלצות ראשוניות בכיוון זה מעובדות עתה ע"י "הוועדה לתקנות השקיה בקולחים על פני אקוויפר החוף" שמונתה ע"י נציב המים.

קולחים-סיכום ביניים: מיתון תהליכי ההמלחה החזויים, תוך התחשבות בכורח לשימוש מרבי בקולחים להשקיה, מחייב שינויים מפליגים במדיניות ניצולו. אחת האפשרויות היא שיש להימנע ככל הניתן מהשקיה בקולחים במישור החוף, להוציא את השוליים הדרום-מזרחיים של אקוויפר החוף. השקיה באזור זה עשויה בקונפיגורציות מסוימות לשפר אפילו את מליחות מי התהום, בעוד שהשקיה

בקולחים לאורך רצועת החוף ובמרכז מישור החוף עלולה להמליח את מי התהום ממליחות כלורידית של כמה מאות מג"ל כלור עד לרמה של כמה אלפי מג"ל כלור בטווח הארוך.

זאת ועוד, להערכתנו אין הבדל משמעותי מבחינת המליחות החזויה לטווח הבינוני והארוך, בין השקיה במי קולחים לבין השקיה בין מי מוביל. יתר על כן, על סמך הקונפיגורציות שנבחנו על ידינו מתקבלת אפילו מליחות מעט גבוהה יותר עם מי מוביל מאשר עם מי קולחים (כשהמקור למים היה מי קידוח דל מלח). **על בסיס ממצא זה מוצע להחיל את המלצותינו גם על ההשקיה במי כינרת ולהגביל את השימוש בהם, במידת הצורך, לדרום-מזרח מישור החוף.**

באזור המומלץ, המילוי החוזר הטבעי נמוך יחסית, ובסדר גודל של 70 מ"מ/שנה ומטה. תחום זה חופף במקורב לאזורים בהם זמן המעבר מפני הקרקע לפני מי התהום מוערך ב- 50 שנה ומעלה. שילוב שני הקריטריונים הללו, מילוי חוזר נמוך ומשך מעבר גבוה נראה לנו כהגיוני למדי, ומוצע להתבסס עליו לצורך תיחום השטחים המותרים להשקיה בקולחים.

9. דרישות ניטור ומעקב

ניהול איכותי וכמותי של מאגרי מי התהום מחייב מעקב קפדני אחר השתנות רכיביהם. המלצות לשיפור מערכות הניטור מובאות כאן בגוף הדוח. תשומת לב מיוחדת יש להקדיש לשיפור המידע לגבי אקוויפר ההר באגן ביש-ירקון-תנינים, שכן לדעת רבים בסיס נתוני השדה ההידרוגיאולוגיים של אקוויפר זה הוא רופף מכדי לשמש בסיס רציני לקבלת החלטות לגבי דרך תפעולו.

בצד מחקרי השדה הקשורים לאקוויפר ההר, יש להגביר את הפעילות המחקרית ללימוד תהליכי המלחה חריגים באקוויפר החוף. אחד היעדים המועדפים הוא "כתם המליחות של באר טוביה".

בצד המעקבים ומחקרי השדה, מומלץ להגביר את פעולות ההסברה והאכיפה למניעת סילוק פסולת לסביבות קידוחי ההפקה. מוצע שהמשרד לאיכות הסביבה, נציבות המים, משרד הבריאות וחברת מקורות יקימו לצורך כך גוף משותף, שיתבסס בחלקו הביצועי על הסיירת שליד המשרד לאיכות הסביבה.

סיכום והמלצות.

1. בגלל תהליך המלחת המים באקוויפרים, ובעיקר באקוויפר החוף, ברור כי בשנים הקרובות צריך יהיה להתפיל מים מליחים, כשהתפלה תדרש לא רק משיקולי מחסור במים אלא מהצורך בטיוב איכות המים באקוויפרים. נראה כי מי האספקה יהיו תערובת של מים מותפלים ומים המצויים באקוויפרים.
2. נסקר בפירוט נושא המלחת מי התהום. ברור כי יש עליה של המליחות, העליה נראית העליה אקספוננציאלית. קיימים כבר כיום כתמים בהם ריכוזי הכלורידים עולים על 1000 מג"ל. בשנים הקרובות צפויים עשרות כתמים כאלו. בשנת 2020 צפוי כי חלק משמעותי של קידוחי ההפקה באקוויפר החוף יפיקו מים ברמות כלורידים מעל 400 מג"ל. לא נראה פתרון בטוח קצר או בינוני להורדת מלחים ממי תהום שהמליחו.
3. קיימים אולי כמה תאים באקוויפר החוף החופשיים מעודפי מלחים.

4. יש לזכור כי עלות ההתפלה עולה עם עלית המליחות ולכן יש חשיבות למניעת תוספת מלחים למי התהום גם באם לא ניתן להקטין את ההמלחה עד לערכים שיאפשרו שימוש ללא התפלה במי התהום. בטווחי הזמן הקרובים (30-40 שנה), יש ענין להקטין את תשומת המלחים לאקוויפר כדי להאיט את תהליכי ההמלחה ככל האפשר, ולאפשר שימוש ישיר מתמשך ככל האפשר של מי האקוויפר.

5. באיזורים הסמוכים לאיזורי תעשייה נמצאה עליה בריכוזי מתכות כבדות במי התהום. באיזורים המושקים בקולחי ביוב לא צפויה אמנם העשרת מי התהום במתכות כבדות בטווח הזמן הקרוב, אולם צפוי זיהום המים באוקסי-אניונים (בורון, ארסן, סלן, כרום). כן קיים סיכון להעשרת מי התהום בחומר אורגני מסיס.

6. בעיית אקוויפר ההר ויו"ש.

בכל הסדר פוליטי, הגיאוגרפיה, הגרביטציה וכיווני זרימת המים בוואדיות ובמי התהום ישארו כפי שעוצבו ע"י כוחות הטבע. מכאן הרגישות הגבוהה של מערכת המים הישראלית לטיפול בקולחים ביו"ש. יש לציין כי זיהום האיזור המזין את אקוויפר ההר גדל ומהווה בעיה ממשית בשלושים השנה האחרונות, הן כתוצאה מהזנחה בישובים הערביים והן כתוצאה מהזנחה בישובים היהודיים ובאיזורי התעשייה שהוקמו בשטח. יש אינטרס הדדי, בכל הסדר שיהיה, לטפל בצורה טובה בביוב ולהשתמש בו לצרכי השקיה. (יש לזכור כי בהר מקורות המים דלים ועלות המים גבוהה). חיוני לפעול להקמת מתקני טיפול בביוב והקמת מערכות השקיה בשטחי יו"ש. כן יש לפעול למניעת זיהום המים ממקורות נוספים בשטח.

מהאמור לעיל מתבקשות המסקנות הבאות:

- I. בעיית מליחות מי התהום אינה, לצערנו ובגלל הזנחת הנושא בעבר, בעדיפות ראשונית. ממילא יהיה צורך בהתפלת מי תהום ובאספקת מים מהולים.
- II. מאחר ובכל זאת, עלית המליחות מהווה גורם כלכלי שישפיע על עלות ההתפלה, יש לפעול להקטנת כמות המלחים המגיעים לאיזורי המילוי של מי התהום. מדובר בהטיית מלחים מהתעשייה, הקטנת השימוש במלחים והפניית מים מלוחים וקולחים אל מחוץ לאיזורים הרגישים באקוויפר.
- III. מעל אקוויפר ההר ומעל התאים הדלים במלחים באקוויפר החוף יש להקטין ככל האפשר תשומת המלח, כולל הפניית מים דלים במלחים להשקיה.

IV. לאור הצפי כי מי האספקה יהיו תערובת של מים מותפלים עם מי קידוחים, יתכן כי בעיית המלחים פחות קריטית, אך באם יהיו במי הקידוחים מזהמים אחרים (מתכות, חומר אורגני כפי שצויין לעיל), הדבר ימנע אפשרות לאספקת מים אלו ישירות ללא טיפולים יקרים ומורכבים. לכן מניעת זיהום במרכיבי הקורט הינו קריטי ובעל עדיפות גבוהה.

המלצות נוספות:

- I. במסגרת תמ"א 34 יש למקם קידוחים במרחק ממקומות ישוב וממקורות זיהום.
- II. יש להגן על קידוחים ע"י גידור, ניקוז עילי ומילוט.
- III. יש לסלק פסולת ואשפה מקרבת קידוחים ולמנוע השלכת פסולת לאיזורים אלו.
- IV. מי תהום מהווים מקור מים המחייב טיפול, בדיקה ומעקב. לא ניתן להתייחס למי קידוחים כאל מים נקיים וחייבים להיערך לטיפול במים לפני האספקה לשתייה.
- V. יש להגביר הפעולות למניעת זיהום מי תהום ע"י דלקים.

סדר העדיפות המוצע:

1. הגנה על כל מקורות מי התהום מפני זיהום במתכות, חומרים אורגניים ושאריות דלקים.
2. הגנה מרבית על איזורים נקיים באקוויפר החוף ועל אקוויפר ההר.
3. הקטנה מרבית של אספקת מלחים לאיזורי הזנה של מי התהום.
4. בצוע פעולות הגנה על קידוחים.
5. בצוע מחקרים וניטור.

בעית הביוב והשפכים, הטיפול בהם והשבתם כמקור מים

הכנת מסמך רקע : פרופ' גדליה שלף - הטכניון

חברי הצוות:

הלל שובל	פרופ', האוניברסיטה העברית
יורם תמרי	מרכז נושא המים, המרכז החקלאי
צמח ישי	מנכ"ל, מנהלת הביוב הארצית
מיכל גרין	פרופ', הטכניון
אליעזר בלשה	בלשה ילון
מרסלו חואניקו	ד"ר, פרידל- חוואניקו חברת הנדסה
חן סליטרניק	ד"ר, אי.אי.טי. - הנדסה וטכנולוגיה סביבתית

1. רקע הסטורי

בראשית ההתיישבות היהודית בישראל בשלהי המאה ה-19 ותחילת המאה העשרים (וכמובן לפני כן ע"י האוכלוסיה המקומית דאז), לא היתה בעית שפכים וביוב, בראש ובראשונה כיון שלא היתה אספקת מים סדירה (בצנרת ובלחץ). עם כינון אספקת מים נמצא פתרון ביניים-ראשוני בצורת בורות ספיגה לכל בנין ובנין ויותר מאוחר, קישור הבניינים עם מערכת התיעול והניקוז המקומית. מערכת איסוף והולכת שפכים החלה בערים השונות בשנות השלושים והארבעים תוך פינוי השפכים לים (באיזורים הגובלים לים) או לנחלים, ואדיות ותעלות ניקוז. עם גידול האוכלוסיה וצפיפותה בשנות החמישים, הוחל בבניית מערך איסוף שפכים עירוני מסודר הכולל צנרת, תחנות שאיבה (אם יש צורך בכך) ומתקני סילוק וטיפול טיהור בשפכים.

נקודת מפנה חשובה בנושא הטיפול בשפכים החלה עם כינון "תכניות הביוב הארצי" ב-1972 במימון הבנק העולמי. התקדמות רבה חלה בנושא בשנות השמונים עם הגברת המודעות הציבורית והממשלתית למניעת זיהום המים ולשמירת איכות הסביבה, ועם הגברת הצורך בהשבת קולחים ברמה גבוהה כמקור מים להשקיה חקלאית. בראשית שנות התשעים חלה התקדמות רבה ביותר בנושא. עם היכנסם לתוקף של חוקים שיזמו משרד הבריאות, נציבות המים והמשרד לאיכות הסביבה ועם הגדלת תנופת הבניה בעקבות העליה המוגברת בראשית העשור. כינון מינהלת הביוב הארצית והתחלת עבודתה ב-1993- שימשו כנקודת מפנה חשובה, ובעקבות כך הושקעו במערכות ביוב (כולל איסוף וטיפול) בשנים 1993-1997 למעלה מ-1.5 מיליארד ש"ח (במחירי 1996).

1.2 סיכוני בריאות וסביבה הנובעים מביוב ושפכים

1.2.1 סיכוני בריאות

מי הביוב העירוניים מכילים ריכוז גבוה של מיקרואורגניזמים פתוגניים מהקבוצות הבאות: (א) חיידקים: (כולירה, טיפוס הבטן, סלקונולוסיס, דיזנטריה בצילרית, סטרפטוקוקים ואנטרוקוקים, סטפילוקוקוס, קלוסטרדיום, קוליפורם וירולנטי, מחלות מעיים כלליות ואחרים); (ב) וירוסים: (פוליו, צהבת מדבקת-הפטיטיס A, אנטרווירוס, קוקסאקי וגורמי מחלות מעיים ויראליות); (ג) טפילים: (אמבות, ג'יהרדיה, קריפטוספורידיום ואחרים); (ד) תועלים (אסקריס, שרשור ואחרים).

כך לדוגמא, מכילים מי ביוב עירוני 10^7 - 10^8 חיידקי קוליפורם (המשמשים כחיידק אינדיקטורי לנוכחות חיידקים פתוגניים) ב-100 מ"ל מי שפכים גלמיים.

זיהום מי תהום:

השפכים מהווים פוטנציאל סיכון רב של מי התהום לגבי זיהום מיקרוביאלי (ראה לעיל), זיהום בחומר אורגני אך במיוחד פוטנציאל זיהום ע"י תרומה (גורם עיקרי) לריכוזי חנקות במי תהום (העלולים להביא לפסילת המים לשתיה), וכן לזיהום פוטנציאלי במתכות כבדות ובחמרים אורגניים סינטטיים (מהם הידועים כמסרטנים).

זיהום ים, נחלים וזיהום הכנרת:

עד להפעלת פרויקט השפ"דן בשנת 1989 הוזרמו רוב שפכי תל אביב לים. כן הוזרמו שפכי ערים אחרות מנהריה ודרומה לים. הזרמת שפכים לא מטופלים כראוי לים גורמת לסכנות בריאותיות למתרחץ ולפגיעה אסטטית חמורה בים המכיל חומרים צפים למיניהם. עד היום קיימת בעיה של הזרמת ביוב לים במקרים של כשל במערכות ביוב. כשלים אלו חלים בתדירות גבוהה ומשרד הבריאות נאלץ כל שנה לסגור חופים לרחצה. כן מוזרמים עדיין כחמישה מיליון מ"ק של בוצת ביוב, בריכוז 0.8% מוצקים, ממפעל שפד"ן לים. אין ספק כי אין להרשות הזרמת שפכים לא מטופלים לים וכי בכל מקרה של שחרור מתוכנן לים יש צורך בתקינה מתאימה לגבי איכות הקולחים ולגבי מרחק מוצא הצינור הימי כדי להבטיח מיהול מתאים ולמנוע פגיעה בחופים. אין הגדרה מוסכמת לגבי רגישות הים התיכון המזרחי לתוספת חומרים אורגניים וחומרי דשן. כללית, אגן הים התיכון המזרחי הינו איזור עני בחומרי דשן וחומר אורגני, וככזה, אין נשקפת לו סכנה מתוספת של קולחים שאינם מכילים מתכות כבדות וחומרים רעליים אחרים. נראה כי אין הדבר כך במפרץ חיפה, שהוא גוף מים סגור יחסית ומשמש מוצא לביוב ביתי ולשפכים תעשייתיים. יש צורך בקביעה מדעית לרגישות הים להזרמת קולחים ובקביעת מדיניות ברורה לכך.

השפכים העירוניים (ובמידה מסויימת התעשייתיים) הינם גורם מרכזי לזיהום נחלים, הפיכתם למטרד ריח קשה, תמותת דגים, פגיעה בחי ובצומח הטבעיים וכתוצאה מכך למניעת השימוש בנחלים כאתרי נוף, קיט, נופש, הנאה וטיולים. זיהום זה, הוא שהביא לכך שרוב נחלי ישראל הם עדיין בגדר תעלות ביוב פתוחות, לפחות בחלק מעונות השנה.

זיהום האילון, הירקון, נחל חדרה, נחל אלכסנדר, הקישון, נחל חרוד, נחל אפק, נחל רפאים-שורק-רובין ועוד, הם עדויות מצערות.

מצד שני, בתנאי המחסור במים בנחלים הקיימים בארץ, במיוחד בשנים שחונות, נראה כי קולחים מטופלים הינם מקור המים היחידי העשוי להבטיח זרימה של נוזלים כל שהם בנחל. הדבר מחייב התאמת איכות הקולחים כך שלא יפגעו באיכות הנחל והתאמתו לפעילויות נופש. אין עדיין הגדרה מקצועית ומנהלית ברורה לגבי איכות הקולחים הנדרשת לצורך הזרמת הקולחים בנחל.

ברור ומוסכם כי אין להרשות כל הזרמה של קולחים לכנרת. אכן, נעשו מאמצים רבים והושגה התקדמות בנושא זה. עקרונית מופנים כל שפכי אגן היקוות הכנרת אל מחוץ לאגם, בעיקר להשקיה. יחד עם זאת, עדיין יש תקלות במערכת ולעיתים מוזרמים קולחים בדרגות טיפול שונות ישירות לכנרת או בעקיפין, דרך הנחלים הזורמים לכנרת. ברור כי התוצאות של אירועים כאלו יכולות להיות מאד שליליות.

הגדרות וסוגי השפכים

שפכים עירוניים

שפכים עירוניים מוגדרים בד"כ כשפכים של אוכלוסיות המשורות ע"י מערכת (צנרת) איסוף שפכים מרכזית, להבדיל מאיזורים כפריים המשורות בד"כ ע"י מערכות ביתיות המשורות בניינים בודדים או קבוצות בתים והמסולקים בעזרת בורות רקב ומערכות ספיגה מקומית.

שפכים עירוניים מכילים שפכים ביתיים, שפכים מאיזורי מסחר ושפכים מאיזורי מלאכה ותעשיה עירוניים. השפכים הביתיים מורכבים מצואין (black water), - מי שטיפת אסלות, ודלוחין (grey water), - מי שפכים ממטבחים, רחצה, כביסה וכד'.

בארץ, בדרך כלל, מערכות צנרת הביוב (ביבים) הינה נפרדת עבור שפכים עירוניים ואינה מתוכננת לקלוט מי ניקוז ומי שטפונות עירוניים (מי גשם). בארצות אחרות (בעיקר אלא באקלים ממוזג) עדיין קיימות מערכות משולבות המובילות שפכים, מי ניקוז ומי גשם (שטפונות). עם זאת, ההגנה על מערכות איסוף השפכים למניעת חדירת מי גשם, לקויה באיזורים רבים בארץ, בעיקר בערים או בשכונות ותיקות (כדוגמת איזורי יפו ושכונות ת"א הגובלות איתה, ירושלים העתיקה ושכונות בחיפה), ולכן מגיעות בחורף כמויות מי גשם ניכרות לצנרת הביוב ודרכה למכוני הטיפול בשפכים.

שפכים תעשייתיים

התעשיות מבחינת שפכהן מתחלקות לשלושה סוגים: (1) תעשיות "יבשות" בהן עיקר השפכים הם שפכים סניטריים; (2) תעשיות המזרימות שפכים תעשייתיים למערכת הביוב העירונית ובדרך כלל שפכהן זקוקים לטיפול קדם, ומתן אישור להזרמתם לביבים עירוניים ציבוריים. (3) שפכי תעשיות הנפרדות ממערכת הביוב הציבורית ואמורות לטפל ולסלק שפכהן בנפרד (בד"כ תעשיות גדולות כבתי הזיקוק בחיפה, מפעלים כימיים גדולים, מפעלי מזון גדולים, כגון: מילואות, מחלבות תל-יוסף וכד').

שפכים חקלאיים

מורכבים בעיקר מפסולת נוזלית מבעלי חיים כגון רפתות (כולל מכוני חליבה), חזיריות, אליהם מצטרפים לעיתים שפכי תעשיות חקלאיות ועיבוד תוצרת חקלאית.

כמויות והרכב השפכים

הסקר הממצה האחרון של כמויות השפכים בישראל נערך ע"י נציבות המים בשנת 1994 והקיף את כלל אוכלוסית ישראל שמנתה 5,737,000 נפש. כמויות השפכים הכללית נאמד ב-389 מליון מטר מעוקב לשנה (מלמק"ש) מתוכם כ-364 מלמק"ש (93.6% מסה"כ הכמויות) הוזרמו במערכות ביוב מרכזיות (רשת ביבים), כ-22 מלמק"ש (21.7%) לבורות ספיגה וכ-3 מלמק"ש (0.3%) לסילוק "פתוח" לנחלים ולואדיות. לשנת 1998 יש לצפות לגידול בן 6%- לעומת הכמויות ב-1994.

כמויות השפכים העירוניים (הכוללים תעשייה, מסחר ומלאכה עירוניים) הוזרמים במערכות ביבים נאמדה ב-1994 בכ-353 מלמק"ש, כמויות השפכים התעשייתיים (לפנוי נפרד) בכ-28 מלמק"ש וכ-8 מלמק"ש הוגדרו כשפכים חקלאיים (במיוחד שפכי רפתות, מכוני חליבה וחזיריות).

שפכים עירוניים מהווים בדרך כלל בין 60 ל-85 אחוז מאספקת המים העירונית לאותם הרשויות המקומיות. השוני תלוי באחוז המים המשמש להשקית גינון ביתי וציבורי, מי כבוי שריפות, הרבצת רחובות ואיבודי מים במערכת הביוב. כאמור לעיל, בחודשי החורף יכולים (בעיקר בשכונות ותיקות בערים) להצטרף לכמויות מי גשם בכמויות ניכרת. לצרכי

תכנון מערכות ביוב, בדרך כלל מניחים שספיקות הביוב הם כ-70% - 75% מספיקות אספקת המים בממוצע.

ספיקת השפכים היומית לנפש (ממוצע לשפכים עירוניים כולל תעשייה ומלאכה עירוניים) משתנה לכן בהתאם לצריכה העירונית, השונה מעיר לעיר ומאיזור לאיזור. כך לדוגמא ספיקת השפכים הממוצעת בטירת הכרמל היא 140 ליטר לנפש ליום, בכפר המיעוטים טיבה כ-100 ליטר לנפש ליום וברמת השרון כ-200 ליטר לנפש ליום. לצרכי תכנון ההערכה כיום היא ממוצע שפיעה שנתית של שפכים לנפש של כ-60 ממע"ק ובעתיד יש לשער שתגיע לכ-70 - 75 ממע"ק.

טבלה מס' 1 מביאה את ריכוזי השפכים הגלמיים לפי מרכיביהם העיקריים.

טבלה 1 - טווח ריכוזי המרכיבים העיקריים בשפכים גולמיים בישראל

טווח הריכוזים*	מרכיב
600 - 280	צח"ב ₅ - BOD ₅ , מ"ג/ל
1800 - 600	צח"כ - COD, מ"ג/ל
580 - 250	חומרים מרחפים, מ"ג/ל
120 - 40	חנקן (כ-N), מ"ג/ל
18 - 5	זרחן (כ-P), מ"ג/ל
500 - 120	כלורידים, מ"ג/ל
$6 \times 10^8 - 10^7$	חידקי קוליפורם פקאלי, יח' ל100 - מ"ל

* טווח הריכוזים תלוי במיהול השפכים, ביחס בין שפכים ביתיים לתעשייתיים, סוגי וריכוז השפכים התעשייתיים, חדירת מי ים לביבים, פנוי תמלחות ומי-רגרציה של מרככים על בסיס מחליפי יונים לרשת הביבים ועוד.

2. הטיפול בשפכים

2.1 איכות הקולחים הנדרשת

איכות הקולחים הנדרשת מרשות מקומית ה"יוצרת שפכים" מתחומה, תלויה בדרישות האיכות של "גוף המים המקבל" (Receiving Body of Water) האמור לקלוט את הקולחים. באופן עקרוני אחריות "יצרן השפכים" היא לכך שהקולחים לא יפגעו ברמת האיכות של גוף המים המקבל ובשימושים המיועדים של המים מאותו גוף; וזאת בלי להתחשב בגורמי המרחק או הזמן. כך, לדוגמא, עיר הסמוכה לים יכולה לפנות שפכים עירוניים לים בתנאי שלא תהיה פגיעה בחופי הרחצה ובחי והצומח הטבעיים בים. במקרה כזה ההקפדה היא על האיכות המיקרוביאלית (אם הפנוי משפיע על חופי רחצה), המנעות מפליטת שמנים וחומרים צפים ומניעת מתכות כבדות או חומרים אחרים ממוצא תעשייתי העלולים לפגוע בחי ובצומח הימיים. במקרה כזה, אין כנראה דרישה לסילוק חומר אורגני (כצח"ב), ולסילוק חומרים מרחפים. מאידך, הדרישות מעיר או ישוב הנמצאים באגן ההיקוות על הכנרת למשל, יכללו סילוק חמרי דישון כחנקן וזרחן, למניעת תהליך האוטרופיקציה של הכנרת, וזאת בנוסף ליתר הדרישות האמורות להגן על מי הירדן כגון סילוק חומר אורגני, חומרים מרחפים וחידקי קוליפורם ממוצא צואתי.

ב-1992 נקבעו בתקנות "פקודת בריאות העם" דרישות בסיסיות לאיכות הקולחים מכל ישוב בעל אוכלוסייה של 10,000 נפש ומעלה, דרישות המהוות את "קו הבסיס" (למעשה דרישות מינימום). ע"פ תקנות אלו ריכוז הצח"ב (5 ימים) בקולחים לא יעלה על 20 מ"ג/ל ב-75% מהבדיקות החודשיות של הקולחים ולא יעלה על 40 מ"ג/ל ב-100% של הבדיקות החודשיות. ריכוז המוצקים המרחפים לא יעלה על 30 מ"ג/ל ב-80% מהבדיקות החודשיות. דרישות פקודת בריאות העם דלעיל מכונות בשפת יום-יום דרישות 30/20. הנחיות המשרד לאיכות הסביבה לגבי איכות קולחים המופנים לנחלים היא שהקולחים לא יכילו ריכוזים גבוהים יותר מ: 10 מ"ג/ל צח"ב (5 ימים), 15 מ"ג/ל מוצקים מרחפים, 10 מ"ג/ל חנקן, מתוכו לא יותר מ-5 מ"ג/ל חנקן אמוניאקלי.

כדי לעמוד בדרישות איכות הקולחים דלעיל, על הרשויות המקומיות להקים מפעלי טיפול (טיהור) שפכים מתאימים.

בתהליכי הטיפול בביוב, בעיקר באלו מקבוצת הבוצה המשופעלת, נוצרות כמויות גבוהות של בוצות ביוב. הבוצה הראשונית והשניונית (הביולוגית) מכילות ריכוז מוצקים גבוה (כ-4-2.5 אחוז כאשר שתי הבוצות מעורבות), מוצקים שעיקרם אורגני. כמו כן מכילה הבוצה את מירב המתכות הכבדות שמקורן בשפכים תעשייתיים.

הטיפול בבוצה כולל את שלב ההסמכה, שלב הייצוב, שהוא בד"כ ביולוגי (אנארובי או אירובי), שלב הוצאת המים dewatering, שלב הייבוש (אופציונלי) והסילוק. סילוק הבוצה,

לאחר הוצאת המים (במסנני סרט או בצנטריפוגות) יכול להעשות באמצעות הטמנה, פיזור בשטחים חקלאיים, הפניה למפעלי קומפוסט וכד'.
 במפעל שפד"ן, בו אין בוצה ראשונית אלא ביולוגית בלבד, מסולקת הבוצה לים באמצעות מוצא ארוך (כ-5 ק"מ) לעומק של כ-38 מטר מפני הים.

השבת קולחים (שימוש חוזר)

השבת קולחים (שימוש חוזר בקולחים) הינה בעלת חשיבות רבה בארץ, במיוחד עקב המחסור החמור במקורות מים, והניצול המירבי של מים שפירים. בנוסף, שימוש חוזר בקולחים מביא פתרון במקומות רבים לבעיית סילוק הקולחים ובמקרים רבים מביא לחסכון בטיפול משלים ויקר בקולחים הדרוש כדי להכשיר סילוקם לגופי מים רגישים לזיהום, כגון נחלים או הכנרת.

בתכנון משק המים ומקורות המים לעתיד מהוים המים המושבים חלק חשוב ממקורות המים (ראה טבלה 2), במיוחד לאספקת מים לחקלאות כמי השקיה. בשנת 2010, כ-40% מסה"כ אספקת המים לחקלאות אמורים להיות מים מושבים, שיהוו כ-20% מסה"כ מקורות המים. לקראת שנת 2040, יהוו המים המושבים כ-54% מהמים המופנים לחקלאות. יש הטוענים שחלק המים המושבים במאזן המים הכללי יהיה אף גדול יותר.
 ע"פ דו"ח נציבות המים 1998 כמות הקולחים ששמשו להשקיה בשנת 1994 היתה כ-254 מלמק"ש מתוכם כ-92 מלמק"ש השבת הקולחים מאיזור דן (שפד"ן) באמצעות "הקו השלישי" לדרום הארץ וצפון הנגב.

טבלה 2 - חלקם של המים המושבים במאזן המים בישראל בהווה ובעתיד

(תסריט בסיסי ע"פ יהושע שוורץ 1996, Ref. 2)

א. מקורות המים

שנה	אוכלוסיה מליונים	מקורות המים מלמק"ש		
		מים טבעיים	מים מושבים	התפלה
1995	5.6	1635	*200	0
2000	6.0	1651	282	25
2010	7.0	1682	487	25
2020	8.1	1713	632	236

3211	663	835	1713	10.7	2040
------	-----	-----	------	------	------

איכות הקולחים לשימוש חוזר

איכות הקולחים הנדרשת נקבעת בראש וראשונה למניעת מחלות מעיים מצרכני התוצרת החקלאית, להגנה על ישובים הסמוכים לאיזור ההשקיה ומשיקולי הגנת הקרקע והצמח. טבלה 3 מביאה את איכות הקולחים הנדרשת בישראל להשקיה חקלאית לפי קבוצות הגידולים השונים, וזאת מהבחינה התברואית-בריאותית. ע"פ טבלה 3, האיכות הגבוהה (קבוצה ד') נדרשת להשקיית ירקות הנאכלים ללא בישול או קילוף וכן למגרשי ספורט, פארקים ומגרשי גולף.

ב. צריכת המים

סה"כ	נופש וטבע	צריכת המים מלמק"ש				אוכלוסיה מליונים	שנה
		חקלאות		עירונית ותעשיתית	מים מושבים		
		סה"כ	מים טבעיים				
1837		1172	*200	985	665	5.6	1995
1933	31	1096	*216	881	806	6.0	2000
2169	31	1055	399	656	1083	7.0	2010
2556	31	1121	521	600	1404	8.1	2020
3186	31	1299	699	600	1856	10.7	2040

* ע"פ דיווח נציבות המים, ניצול קולחים להשקיה בשנת 1994 הגיע כבר ל-254.2 מלמק"ש).

טבלה 3 - איכות הקולחים להשקיה חקלאית בישראל

(מתוך: דו"ח "ועדת שלף" 1978 Ref. 3)

קבוצת גידולים	א'	ב'	ג'	ד'
הגידולים	כותנה, סלק סוכר דגניים, מספוא יבש (שחת), זרעים, השקית בתה (יער)	מרעה ירוק, זיתים, בוטכנים, הדרים, בנות, שקדים, אגוזים וכד'.	עצי פרי נשירים, ¹ ירקות לשימורים, ירקות בעלי- קליפה או הנאכלים לאחר בישול, חגורות ירק, מגרשי כדורגל וספורט.	השקיה בלתי מוגבלת, (כולל השקית ירקות הנאכלים ללא בישול, גנים ציבוריים, דשאים ומגרשי גולף).
איכות הקולחים				
צח"ב 5 כללי, מ"ג/לי	60	5	35	15
צח"ב 5 נמס, מ"ג/לי	-	-	20	10
חמרים מרחפים, מ"ג/לי	50		30	15
חמצן נמס, מ"ג/לי	0.5	0.5	0.5	0.5
חיידקי קוליפורם ב-100 מ"ל	-	-	250	12 (<80%)
כלור זמין נותר מ"ג/לי	-	-	0.15	0.5 (<50%)
טיפול משלים חובה				
סינון חול או טיפול שוה ערך הכלרה, זמן מגע בדקות (כולל צנרת)	-	-	-	דרוש
זמן מגע במיכלי מגע מיוחדים, דקות	-	-	60	120
	-	-	30	45

				מרחקים
-	-	250	300	מאיזורי מגורים, מטר
-	-	25	30	מדרך אספלט, מטר

הערות:

1. ההשקיה חייבת להפסק לפחות שבועיים לפני הקטיף; אין להרים פרי מהקרקע.
2. איכות הקולחים נדרשת בנקודה כלשהי בין מוצא הקולחים ובין החיבור לאיזור ההשקיה.
3. תקנים מיוחדים יותקנו לקולחי בריכות חימצון בתנאי שזמן השהיה בהם הינו לפחות 15 יום.

רמת האיכות להשקית גידולי גרעינים, כותנה ומספוא יבש (קבוצה א') הינה הנמוכה ביותר.

במפעלי השבה גדולים, כדוגמת השבת קולחי איזור דן (הקו השלישי), השבת קולחי חיפה (מפעל תשלובת הקישון) ואחרים, בהם ישנם צרכני השקיה רבים ומגוונים, הדרישה היא לרמת קבוצה ד', דהיינו להשקיה בלתי מוגבלת לכלל הגידולים החקלאים (כולל ירקות). הנטיה היא להגיע לרמה כזו במירב הקולחים המשמשים להשקייה.

רמת דרישות איכות הקולחים בארץ נחשבת לבינונית-גבוהה וזאת מתוך רצון לשמור על בריאות האוכלוסיה וכן לא לפגוע ביצוא גידולים חקלאיים המושקים בקולחים. בארצות מתפתחות, בהן עד כה היו מנצלים לשימוש חוזר שפכים גלמיים או שפכים שעברו טיפול ירוד מאד, רמת הדרישות המינימליות נמוכה (לפי הנחיות ארגון הבריאות WHO- העולמי), רמה שעדיין תקדם את המצב באותן הארצות באופן משמעותי אך שאינה מתאימה לארצות מפותחות, ובכללן ישראל. בארצות מפותחות כארה"ב, רמת האיכות הנדרשת גבוהה באופן ניכר מאשר בארץ. יש לשער שע"פ דרישות יבואני תוצרת חקלאית מישראל, יוחמרו בעתיד הדרישות בארץ ויתקרבו לדרישות של הסוכנות לשמירת הסביבה (EPA) בארה"ב.

טבלה 4 משווה בין הדרישות בישראל, הדרישות במדינת קליפורניה, ודרישות ה-EPA. רמת המתכות הכבדות בקולחים בישראל נמוכה אולם מבחינת הקרקע והצמח, מכילים הקולחים ריכוזים גבוהים של בורון (אף כי לאחרונה ישנה ירידת-מה) ואוכסי - אניונים, ריכוזי מלחים גבוהים (המבוטאים בריכוז כלורידים שלעיתים גבוהים מ-350-400 מג"ל) וכן עליה ביחס ספיחת הנתרן (SAR) Sodium Adsorption Ratio. לשפכים התעשייתיים

המוזרמים למערכות הביוב העירוניות חלק רב בתרומת מרכיבים אלו. המשרד לאיכות הסביבה פעל ופועל להורדת תרומת מקורות מרוכזים של מלח לביוב, כולל הזרמת תמלחות לים, החלפת שיטות ריכוך מים בשיטות שאינן צורכות מלח ותקנות מתאימות לנושא זה. ממצאים ראשוניים מצביעים על כך שפעולות אלו כבר נושאות פרי. כדי לעמוד ברמת איכות הקולחים הנדרשת לקבוצה ד' (ראה טבלה 3). יש להוסיף דרגות טיפול לרמת הטיפול הנדרשת בפקודת בריאות העם (30/20) וזאת ע"י סינון וחטוי (טיפול שלישוני), או לחלופין, חטוי כפול ואגירה ארוכת טווח (תוך מניעת קצרים הידרוליים).

טבלה 4 - השוואת דרישות האיכות התברואית בישראל, קליפורניה ודרישות ה-EPA לגבי השקיה בקולחים של גידולים חקלאיים ללא הגבלה (כולל ירקות הנאכלים ללא בישול) והשקיה של מגרשי גולף, גנים ציבוריים ומגרשי משחקים (playgrounds)

EPA	קליפורניה	ישראל	
10	13	15	צחי"ב (5) מ"גל
-	-	10	צחי"ב (5) מומס מג"ל
-	-	15	מ. מרחפים מג"ל
2	-	-	עכירות NTU
-	-	0.5	חמצן מומס מג"ל
0 (פקאלי)	2.2 (50%)	2.2 (50%)	ח. קוליפורם ב-100 מ"ל
14 (פקאלי מקס.)	23 (מקס.)	12 (80%)	
1.0	2.0	0.5	כלור נותר מג"ל
30	90	120	זמן מגע, דקות
סינון, חיטוי	קואגולציה, שיקוע, סינון, חטוי	סינון, (או שווה ערך חטוי).	טיפול שלישוני

2.2 השבת קולחים למטרות תעשיתיות ועירוניות

ניתן להביא קולחין לשימוש חוזר בתעשייה, במיוחד כמי קירור, מי הדחת אפר שוקע בתחנות כח פחמיות (quenching) ולעיתים מי שינוע ומי תהליך. בארץ קיים נסיון טוב בשימוש בקולחים כמי קירור בבתי הזיקוק במפרץ חיפה. במספר ארצות בעולם (קליפורניה, פלורידה, יפן ועוד) משתמשים במקומות אחדים בקולחים לשימושים עירוניים כגון: השקיית פארקים ומגרשי ספורט וגולף, השקיית שדרות וגינון ציבורי ופרטי, שטיפת רכבות, אוטובוסים ומכוניות מי כבוי אש, מי הדחת כבישים ומי שטיפת אסלות (במערכות צנרת כפולה). יש לשער שגם בארץ יגבר השימוש בקולחים למטרות כאלו.

3. בעיות עיקריות בנושא הביוב בישראל

3.1 הפיגור בהקמת תשתיות ביוב לעומת הפיתוח האורבני

ישנו פיגור בהקמת תשתיות ביוב הכוללת מאספים ראשיים, קוי הולכה למכוני הטיפול והקמת מכוני טיפול. פיגור זה מביא במקרה "הטוב" לעיכוב הקמת שכונות מגורים חדשות ובמקרה "הרע" לזיהום מאסיבי של הסביבה ולסכנה לבריאות.

3.2. הזרמת שפכים גולמיים או באיכות גרועה לנחלים

שפכים מוזרמים לירקון (בין השאר מיישובים שמעבר ל"קו הירוק"), לאילון (שפכי לוד, רמלה, מודיעין ושוהם), לנחל שורק (ירושלים, בית שמש ועוד), לקישון (מכון חיפה ומפעלי תעשייה), לירדן העליון (התעלה המערבית) מקרית שמונה (קולחין ברמה נמוכה) ומקיבוצים (שפכים גלמיים), לנחל חדרה (בעיקר מיישוב ואדי ערה), לנחל חרוד (מחלבת תל-יוסף וריקון בריכות דגים) ועוד. לגבי חלק מתורמי השפכים כבר הושג המימון להקמת מפעלי טיפול וחלקם בביצוע (ירושלים, הרחבת מכון חיפה כרמיאל ועוד), וחלקם בתכנון ושלבי הוצאת מכרז (בית שמש, לוד-רמלה-מודיעין-שוהם ועוד) אולם עדיין ישנו פיגור ניכר בנושא. אין עדיין פתרון לשפכים מיהודה ושומרון החוצים את "הקו הירוק" ומגיעים לנחלים במישור החוף.

3.3. פיגור בהולכת קולחים לאיזורי ניצול (בעיקר השקיה חקלאית)

באיזור מרכז הארץ ושפלת החוף נבנו או ייבנו מכוני טיהור לשפכים לשירות אוכלוסיה גדולה בעתיד. במיוחד המדובר הוא ביישובים "הפנימיים" כגון נחל עירון, חדרה, אבן יהודה, כפר סבא, רעננה, שוהם-לוד-רמלה-מודיעין, בית שמש, וירושלים. המצב יוחמר עם הקטנת שטחי החקלאות המושקים באיזורים אלו (במיוחד פרדסים) עקב אורביניזציה מואצת של האיזור. הוגש תכנון עקרוני לקו מזרחי לקולחים שיובילם לשטחי השקיה בדרום ובנגב אך תכנית זו עדיין לא אושרה ולא תוקצבה. קולחי ערי הגליל המערבי (כרמיאל, מעלות, נהריה, עכו, כפר יאסיף ועוד) נמצאים וימצאו בעודף לעומת אפשרות הניצול החקלאי באיזור. תשלובת הקישון מהווה פיתרון רק ל-40-20 מלמק"ש מקולחי איגוד ערים חיפה אולם אין פתרון למלוא כמות הקולחים שתגיע בשנים הקרובות לכ-40-35 מלמק"ש. יהיה צורך כנראה במובל קולחים לשימוש להשקיה בעמק יזרעאל ועמק בית-שאן אולם אין בינתיים תכנון או תקציב לנושא זה.

3.4. מערכות ביוב ביישובי המיעוטים

ברבים מערי ועיירות המיעוטים יש פיגור בהקמת רשתות ביוב ביישובים עצמם ובהקמת מכוני טיפול בשפכים. יש בעיה בגבית אגרות ביוב, במימון הוצאת תפעול ואחזקה ביישובים אלו.

3.5. שפכי תעשייה

התעשיות המחוברות לרשתות הביוב העירוניות וכן בתי מלאכה ומוסכים, תורמים מתכות כבדות (בעיקר תעשיות צפויי מתכת וגימור מתכת), חומרים אורגניים סינטטיים (בעיקר שמנים וממיסים), בורון ומלחים. הפיקוח והאכיפה של התקנות ע"פ חוקי העזר וחוק רשויות עסקים לוקה מאד בחסר. הדבר מביא לבעיות במכוני הטיפול (פגיעה בתהליכים הביולוגיים), להתרכזות מתכות כבדות בבוצה ולכן לגרימת בעיות בסילוקה ולעלית ריכוזי המלחים, הבורון וה-SAR בקולחים המופנים להשקיה חקלאית. תמלחות ממתקני ריכוך מים בשיטת מחליפי היונים בתעשייה, מכבסות ומכוני קיטור הן מקור עיקרי לתוספת מלח למי השפכים. כאמור קודם, קיימת פעולה מבורכת של המשרד לאיכות הסביבה להקטנת הזיהום ממקורות אלו.

3.6. נושאים כלכליים הקשורים בהשבה ושימוש חוזר בקולחים

א. ישנה אי-בהירות באשר לחלוקת העלויות בין הרשות המקומית "המייצרת" את הקולחים ובין הגופים החקלאיים המנצלים את הקולחים להשקיה. במיוחד קיימת בעיה כאשר נדרש טיפול משלים (שלישוני), מעבר לדרישות 30/20 ו/או כאשר דרושה הולכה ארוכה של הקולחים, עד לאיזור ההשקיה.

ב. עקב מדיניות השוואת מחירי המים בארץ, נעדר התמריץ הכלכלי להעמיק ניצול חוזר של קולחים לשם חסכון מים שפירים, במיוחד באזורים בהם עלות המים גבוהה. כך למשל, משמשים מי-ים מותפלים באילת, בעלות התפלה של כ-60 סנט (ארה"ב) לממע"ק ויותר, להשקית גינון ציבורי וגינון בבתי מלון, בשעה שמי קולחין היו יכולים להחליפם ביעילות.

סיכום

1. פתרון הולם לבעיית הביוב והשפכים מתחייב הן למניעת מטרדים סביבתיים ותברואתיים חמורים והן כדי להגיע לניצול חוזר של המים, במדינה החסרה מאד משאבי מים מספיקים.

2. הטיפול בשפכים אינו מתרכז רק במכון הטיהור. מתחייבת גישה הכוללת את קביעת יעד הקולחים, מערכות החלוקה ומערכות ההובלה. תכנון חייב לכלול את כלל מרכיבי המערכת. אין להסתפק בתכנון והקמת מכון טיהור בלבד ללא קביעת יעד והדרישות המתבקשות מכך. לצערנו, אין בארץ תכנון כולל כזה. כדוגמה, בשפלת החוף צפונה לתחום השפד"ן הוקמו מתקני טיהור כשארין יעד מוגדר למים. הכנת תכנית כוללנית ליעוד הקולחים, למערכות ההובלה ולמתקנים הנדרשים לכך הינה פעולה חיונית.

3. מוסכם כי יש להגיע למירב השימוש החוזר בקולחים, תוך בקרה כלכלית על כדאיות השימוש. בבקרה הכלכלית יש להביא בחשבון את העלויות החיצוניות של טיפול נחות בשפכים: סכנות בריאותיות, פגיעה בנחלים, פגיעה בים, פגיעה במי התהום ובקרקע, מטרדי ריח ואסטטיקה. מטרות השימוש בקולחים יכללו פרט להשקיה שימוש עירוני שלא לשתייה ושימוש לשיקום נחלים, כשסדר השימוש יקבע לפי שיקולי שוק וכלכלה.

4. כמויות ניכרות של קולחים (עשרות ואף מאות מלמ"ק) אינן מנוצלות. צריכת המים העירונית בארץ הינה כיום כ 600 מלמ"ק לשנה. כמות זו אמורה לספק כ 400 מלמ"ק קולחים (וזאת ללא השפכים התעשייתיים). השימוש בקולחים בשנת 1997 בארץ היה כ- 260 מלמ"ק. מכאן שקרוב ל 200 מלמ"ק אינם מנוצלים: מוזרמים לנחלים ולים, דולפים מצנרת הביוב ומגיעים לבורות סופגים.

5. קיימים עודפי קולחים בגליל המערבי ובשפלת החוף צפונה לתחום השפד"ן. העודפים צפויים לגדול בעתיד, הן בגלל הגברת העיור והן בגלל הקטנת הצריכה החקלאית. עובדה זו מחייבת לתכנן ולתקצב קווים מוליכים לקולחים לאיזורי השימוש בדרום או במזרח. (חילופית מתחייבת החלטה מדינית המכירה בהזרמת קולחים לים, ישירות או דרך נחלים, תוך קביעת רמת טיפול מתאימה והכרה בצורך להתפיל מי ים כתחליף למים הנזרקים לים).

6. רמת הטיפול בשפכים צריכה להיות כזו שתמנע פגיעה בסביבה. הרמה הנדרשת שונה באיזורי הארץ השונים. ניתן לקבוע כי באיזור המרכז נדרשת רמה המאפשרת להזרים את הקולחים לנחלים ואילו באיזורי הפריפריה נדרשת רמה המאפשרת שימוש בקולחים להשקייה. באיזורי הפריפריה ניתן להשתמש בשיטות טיפול אקסטנסיביות.

7. מערכות הטיפול בשפכים חייבת לפעול ברמת אמינות גבוהה, תוך הקמת מערכות גיבוי ותכנון ברמה נאותה, על מנת לעקור מן השורש את ריבוי התקלות במערכת. מתחייב שינוי גישה משלב חינוך המהנדסים ועד שלב הבקרה.

8. השימוש בקולחים להשקייה, מחייב מערך תחיקתי וכלכלי נאות. מזהם המים חייב להביא את המים לרמה נאותה למניעת מפגעים סביבתיים ללא קשר לחקלאי הצורך את המים להשקייה. לסקטור החקלאי המקבל את הקולחים צריכה להיות מחויבות ברורה לקבל את הקולחים כל שנה בהתאם ללוח מוסכם, ללא קשר לאגירת מי גשמים או מחיר הכותנה. (ללא מחויבות כזו, אנו נמצאים במצב בו נוצרים עודפי קולחים לא מתוכננים המוזרמים לנחל, כשרמת הקולחים מתאימה להשקייה ולא להזרמה לנחל). נציבות המים חייבת לנקוט במדיניות מכוונת לשימוש בקולחים (בתלות בשיקול כלכלי כולל), לקבוע לקולחים מחיר נמוך מזה של מים שפירים ובמידת הצורך להשתמש בהקצבות מים ככלי לעידוד השימוש בקולחים.

9. יש להעריך בדחיפות לטיפול וסילוק בוצות שפכים. הקמת מתקני טיהור ללא מערכות מתאימות לטיפול ולסילוק הבוצות יוצרת מטרדים. מאחר ועדיין אין ידע ונסיון מתאימים בארץ נדרש ביצוע מחקר אינטנסיבי בנושא.

10. הטיפול בשפכים מוטל על הרשות המקומית, כשפתרונות באיזור, במידה וקיימים, עדיפים. יחד עם זאת, נדרש תיאום ותכנון איזורי.

11. יש צורך בתיאום לגבי תקנות איכות הקולחים בין הרשויות הממשלתיות ובין הרשויות המקומיות.

12. בעיה איזורית המחייבת פתרון בעדיפות גבוהה היא בעית שפכים מאיזור יו"ש, כולל הישובים היהודים באיזור יו"ש וירושלים. הגיאוגרפיה, הגרביטציה וכיווני זרימת המים בוואדיות ובמי התהום ישארו כפי שבורא עולם יצר אותם בכל הסדר פוליטי. מכאן הרגישות הגבוהה של מערכת המים הישראלית לטיפול בקולחים ביו"ש. יש אינטרס הדדי, בכל הסדר שיהיה, לטפל בצורה טובה בביוב ולהשתמש בו לצרכי השקייה. (יש לזכור כי בהר מקורות המים דלים ועלות המים גבוהה). חיוני לפעול ולסייע להקמת מתקני טיפול בביוב, והקמת מערכות השקייה בשטחי יו"ש.

13. ביישובי המיעוטים בארץ קיים פיגור בהקמת תשתיות טיפול בשפכים. יש לקדם הנושא תוך עידוד הניצול בקולחים להשקיה באיזור.

14. יש לקדם ולפעול לאכיפת התקנות וההחלטות. כדוגמה, עדיין אין כל אכיפה של התקנה לאיסור שימוש בבורות סופגים. אין לעתים כל קשר בין תכנית שאושרה אחרי שקלא וטריה רבים לבין הביצוע בשטח.

חומרים מסוכנים

הכנת מסמך רקע: ד"ר רמי שרף- חץ אקולוגיה

חברי הצוות:

עו"ד, קמ"ג	בועז אורן
מנהל, גרינפיס	עפר בן-דב
ראש אגף פסולת מסוכנת, המשרד לאיכות הסביבה	ישראל ברזילי
מהנדס סביבתי, י. גולדשמיט מהנדסים	יהודה גולדשמידט
מהנדס איכות סביבה, טמבור אקולוגיה	עמוס גרט
מהנדס איכות סביבה, כרמל אולפינים	יוסף וגנר
סמנכ"ל, חיפה כימיקלים	אלי כרמוש
התאחדות התעשיינים	לימור לסטינגזון
ד"ר, יועץ סביבתי	אברהם נפרסטק
ד"ר, המשרד לאיכות הסביבה	מוטי סלע
ד"ר, נשר	עזריאל פילרסדורף
מנכ"ל, החברה לשירותי איכות הסביבה	זאב צל

1. מבוא

העיסוק בחומ"ס ובפסולת חומ"ס נוגע לחיי כל אחד מאתנו כמעט מדי יום ויומו. חלק נכבד מאתנו באים עמו במגע ישיר כתוצאה מעבודתנו בתעשייה, בשירותים, ברשויות, בשרותנו הצבאי ובמוסדות האקדמיה. לעיתים אנו לא מודעים לקיום חומ"ס או פסולת חומ"ס בסביבתנו הקרובה, כגון תחנות תדלוק, מיכלי גז ביתיים או מצבורי גז של חברות מסחריות, פסולת רפואית במרפאות ובבתי חולים וכדומה. מפאת קוצר היריעה, אין הפרק הזה עוסק בהגדרת סיכוני פגיעתם של סוגי חומ"ס או פסולת חומ"ס שונים. מרבית תושבי ישראל נחשפו למידע תקשורתי על אסונות כתוצאה מטיפול לא נכון או לא תקין בחומ"ס ובפסולת חומ"ס. ניתן להזכיר מקרים רבים של התפוצצות מיכלי גז שגרמו לנפגעים בנפש, התהפכות מיכליות נושאות חומ"ס שגרמו לשיבושי תנועה קשים ולעיתים אף לנפגעים, שריפות במתקני חומ"ס כגון השריפה במתקני חברות הגז בקרבת קריית אתא שהביאו לפינוי המוני של תושבים מאיזור הסכנה. לשמחתנו, לא התרחש בישראל אסון כתוצאה מפליטת חומ"ס לסביבה דוגמת זה שהתרחש בבופאל - הודו, בו נגרם

מותם של כ- 5000 בני אדם כתוצאה מפליטת אדים רעילים ממתקני חברת Union Carbide.

למרות זאת, המצב בתחום החומ"ס ופסולת חומ"ס בישראל רחוק מלהשביע רצון. נוכח הסיכון הגדול הכרוך בתחום זה מוצגים להלן נושאים המהווים עניינים בוערים שחשוב להעלותם על סדר יומם של מקבלי ההחלטות המקצועיים והפוליטיים במדינת ישראל. סביר להניח שהרשימה אינה מושלמת ומחברי מסמך זה ישמחו על כל תוספת לסדר היום הציבורי בתחום החומ"ס ופסולת חומ"ס.

2. חוקים ותקנות בענייני חומ"ס ופסולת חומ"ס בישראל

החקיקה הישראלית המגדירה חומרים מסוכנים מבוססת על דברי חקיקה שונים. הבולטים שבהם הם חוק החומרים המסוכנים התשנ"ג - 1993 ותקנות החומרים המסוכנים (סיווג ופטור) התשנ"ו - 1996 מצד אחד והפיקוח על מוצרים ושירותים מצד שני.

בין החוקים והתקנות הללו ניתן למנות את:

- תקנות רישוי עסקים (מפעלים מסוכנים), התשנ"ג - 1993
- תקנות רישוי עסקים (סילוק פסולת חומרים מסוכנים), התשנ"א - 1990
- תקנות החומרים המסוכנים (יבוא ויצוא פסולת חומרים מסוכנים) התשנ"ד - 1994
- תקנות הטיס.
- חוק הג"א ותקנותיו.

פרט למשרד לאיכות הסביבה, גם גופים נוספים כגון משרד העבודה, משרד התחבורה, משרד החקלאות, משרד הבריאות, המשטרה, כיבוי האש, מערכת הבטחון ועוד, כל אלו עוסקים בפיקוח על חומ"ס ואכיפה, על פי תקנות וחוקים כגון תקנות תעבורה והובלה, עיסוק בחומרי הדברה וכדומה.

חוק החומרים המסוכנים, האמור להיות המוביל בהגדרת חומר מסוכן, מסתמך על רשימות חומרים, או קבוצות חומרים מסוכנים. מרבית התקנות העוסקות בחומ"ס אינן מסתמכות על חוק זה אלא על הגדרת חומרים מסוכנים על פי רשימת החומרים המסוכנים של האו"ם, בצו הפיקוח על מצרכים ושירותים (שירותי הובלה ושירותי גרורים), התשל"ט - (סעיפים 1, 19, 19, תוספת ראשונה -

תוספת שלישית). התוספת הראשונה לתקנה זו מחלקת את החומרים המסוכנים ל-

9

קבוצות, על בסיס הגדרות "הספר הכתום" של האו"מ:

1. חומרי נפץ (Explosives)
2. גזים (Gases)
3. חומר מתלקח נוזל (Inflammable liquid)
4. חומר מתלקח מוצק (Inflammable solid)
5. חומרים מחמצנים (Oxidizing substances)
6. חומרים רעילים ומדבקים (Poisonous/toxic and infectious substances)
7. חומרים רדיואקטיביים (Radioactive substances)
8. חומרים מאכלים (קורוזיביים) (Corrosives)
9. חומרים מסוכנים שונים

כאמור, חלוקה זו נובעת מתוך הגדרות חומרים מסוכנים על פי קביעת ועדות מומחים של האו"מ בענייני שינוע חומ"ס. רשויות תחבורה בינלאומיות כגון IMO לספנות ו- ICAO לתובלה אווירית משתמשות בהן לשם הגדרת הסיכון בהובלת חומרים מסוכנים.

חומ"ס ופסולת חומ"ס משולבים ומעורבים בתקנות העוסקות בבריאות הציבור, תחבורה, גיהות תעסוקתית, איכות סביבה ועוד. העוסקים בחומ"ס ובפסולת חומ"ס נתקלים פעמים רבות בקשיים בהגדרת הדרישות החוקיות הנובעות מחוקים ותקנות אלה. מרבית הבעיות הנובעות מהבנת החוקים והתקנות על ידי אלה האמורים לפעול על פיהם, קרי, ציבור המשתמשים בחומ"ס או יוצרים פסולת חומ"ס, באות מאי בהירות בקישור בין חוקים ותקנות אלה לבין תחומי עיסוק שונים וסוגי חומ"ס או פסולת חומ"ס. בעייתיות נוספת קיימת באופן בו ערוכים מרבית החוקים והתקנות הללו - בשיטת ה- Command and Control תוך העדר כמעט מוחלט של סיוע טכני מעוגן ישירות או בעקיפין בחקיקה.

נושאים בעדיפות בענייני חומ"ס ופסולת חומ"ס בישראל

.3

3.1 מאגרי חומ"ס

מאגרי חומ"ס ופסולת חומ"ס

תושבי הערים הגדולות בישראל התרגלו מזה שנים למראה מיכלי ענק המאכסנים חומרי גלם, תוצרת מוגמרת ומוצרים לחלוקה המוגדרים כחומ"ס כגון גז בישול. כל המשקיף על מפרץ חיפה יכול לספור מאות מיכלי ענק הנמצאים בתחום התעשיות באזור התעשייה של חיפה ובנמל חיפה. על פי אומדן זהיר מוחזקים כיום מאות אלפי טונות של חומ"ס כגון גזים דליקים ונפיצים, דלקים ושמונים, חומצות, כהלים ועוד באיזור התעשייה של חיפה בלבד. בדומה, כל החולף על פני צומת גלילות יתקשה שלא להבחין במיכלי הצובר הגדולים של חברות הגז, הממוקמים בקרבה מיידית לצומת הסואנת ובמרחק לא רב מריכוזי אוכלוסייה בצפון תל אביב והרצליה. מיכלים אלו בולטים לעיני כל ומעת לעת "מושכים אש" מצד תושבים נזעמים, מומחים לענייני חומ"ס או ארגונים שונים התובעים את סילוקם המידי מקרבת ריכוזי אוכלוסייה. אחד ממצבורי פסולת חומ"ס הגדולים בישראל ממוקם באתר הפסולת הרעילה ברמת חובב. פרק 3.4 דן בהרחבה באתר זה.

מצבורים גלויים אלה אינם היחידים, אך הם חשופים לעין הציבור. קיימים מצבורי חומ"ס נוספים שאינם חשופים לעיני הציבור אך מהווים סכנה לא פחותה כגון מאגרי דלק תת קרקעיים בבסיסי חיל האוויר, הנתונים לסכנת דליפה למי התהום. מצבורים אלה אינם עולים לדיון ציבורי חדשות לבקרים אך דליפה מתמשכת מהם לתוך מי התהום עלולה להביא לפגיעה בלתי הפיכה במאגרי מי השתייה של ישראל.

מאגרי חומ"ס תת קרקעיים אינם היחידים הנתונים לסכנת דליפה וזיהום מי תהום. מיכלי חומ"ס עיליים כגון מיכלי דלקים ונפט גולמי הממוקמים בחוות בעיקר באזור חיפה ואשדוד מהווים גם הם סיכון למי התהום. מרבית המיכלים הענקיים, שנפחם נע בין 10,000-30,000 מ"ק, הם בני למעלה מעשרים שנה ונבנו בטכנולוגיות מיושנות ללא הגנה מפני דליפות מתחתית המיכל. סקר הידרולוגי שנערך בשנים האחרונות באיזור אשדוד הראה כי איזור נרחב סביב בתי הזיקוק ומתקני חברת תשתיות נפט מזוהם בדלקים שדלפו במהלך השנים וחדרו למי התהום. הדלקים יצרו כעין "עדשה" ענקית הצפה על מי התהום. במקומות מסויימים מגיע עובי העדשה למטר ויותר. כל זאת בסמיכות מדאיגה לאגני ההחדרה של קולחי מכון הטיהור של השפד"ן. חלק מהדלקים ומרכיבים רעילים מסיסי מים עוברים משכבת הדלק לתוך מי התהום. ניתן כיום לשאוב דלק מעל מי תהום, בצורה מבוקרת תוך שימוש בציוד שאיבה מיוחד ולאחר תכנון הידרולוגי קפדני. לעומת זאת, ניקוי מי תהום ממרכיבים מסיסים, כגון פנולים, הוא מבצע מורכב וקשה לביצוע הרבה יותר שעלותו נאמדת בעשרות ומאות מליוני דולרים. לצערנו, הדיון בטיהור מי תהום מדלקים אינו בחזקת תיאוריה במדינת ישראל בה

נמדדו בשנים האחרונות עליות גבוהות בריכוזי מזהמים שמקורם בדלקים במי התהום.

הדרישה לסילוק מידי של מאגרי חומ"ס מקרבת ריכוזי אוכלוסייה היא אולי מצע טוב לויכוח, אך יישומה כרוך בשילוב גורמים רבים ציבוריים, כלכליים והנדסיים. מצד שני, הטענה כי "האוכלוסייה התקרבה למאגרי החומ"ס ולא להפך" אינה יכולה לשמש טיעון רציני בדיון על סיכון לחיי אדם. התעשיות המאכסנות חומ"ס מספקות מקומות עבודה והכנסה נכבדת לקופת המדינה. מאגרי הגז הביתי משמשים לאספקת גז לצרכנים ביתיים, מוסדיים ותעשייתיים. דוגמה טובה לויכוח הנטוש על מאגרי חומ"ס היא סוגיית מאגרי הגפ"מ (גז פחמימני מעובה - גז בישול) בצומת גלילות. אין ספק שעל פניו מהווה מצבור כה גדול של גפ"מ סיכון פוטנציאלי מוחשי לאוכלוסייה הסמוכה. ההצעה להעבירו לאיזור חולות ראשון לציון או מודיעין יכולה לספק את התושבים הגרים או עובדים בסמוך למאגר זה אך תתקל בהתנגדות חריפה של תושבים בקרבת האתר החדש המוצע שלא יתלהבו, בלשון המעטה, לראות מאגר גז "צומח" בקרבת ביתם. חשוב גם לציין כי בדיון על סוגיית מאגרי חומ"ס לא תמיד מקבלים נתונים טכניים והנדסיים כגון מרחקי בטחון מחושבים משקל רב בעיני התושבים. לעקרון ה-NIMBY או "לב"ה - לא בחצרי האחורית אין גבולות בטחון מוגדרים כגון אילו המוצעים על ידי מומחים המנסים להפיס דעתם של תושבים המתנגדים להקמת מאגרי חומ"ס בסמוך ליישובם.

על פניו, אנו עומדים בפני מעגל קסמים שבו מאגרי חומ"ס ממוקמים בקרבת ריכוזי אוכלוסייה מעוררים התמרמרות מצד תושבים הסמוכים אליהם, העברתם כרוכה בקשיים אך האוכלוסייה הסמוכה אליהם נסמכת ישירות או בעקיפין על קיומם של מאגרי החומ"ס. אין פתרון יחיד לבעיה זו. יתכן כי ראשית הפתרון היא בזכות הציבור לדעת. במדינות מערביות רבות, זכות הציבור לדעת מה מאוחסן בסמוך למקום מגוריו או עבודתו היא עקרון ברור מאליו. פרט לחשיבותה כעקרון אזרחי, הזכות לדעת יכולה להביא לקיום דיון מיושב בין נציגי הציבור, הרשויות והתעשייה בנוגע לסיכונים הכרוכים בתפעול והחזקת מאגרי חומ"ס מול הברירות הקיימות עבור מאגרים אלו. דיון כדוגמת זה אינו יכול להתקיים מחד באווירת דיווחים על אפשרות של "טילים וכדורי אש" דוגמת אלה המובאים אודות מצבורי הגז בצומת גלילות אך מאידך חייב הציבור להיות מודע לסוג החומ"ס, לסיכון על פי קריטריונים בין לאומיים ובעיקר לאמצעי הבטיחות הננקטים או יכולים להינקט על ידי האחראיים על המאגרים. דוגמה מצוינת היא חוות הגז בקרבת קריית אתא, הנמצאת במרכזו של דיון ציבורי ומשפטי. יתכן כי הצעתם של

מומחים לטמון את מיכלי הגז באדמה תוכל להעלות במידה רבה את רמת הביטחון בתפעול חוות הגז ולהפיס את דעתם של תושבים החיים בצל "פצצת זמן". יש להזכיר כי מטעמים שונים לא עוסק האגף לחומרים מסוכנים במשרד לאיכות הסביבה בנושא החומרים הרדיו - אקטיביים. חומרים אלו מצויים בין השאר במרכזים רפואיים, במעבדות ומתעשייה. ברור כי הטיפול בחומרים אלו מחייב הקפדה יתירה.

מכלים תת קרקעיים

3.2.2

פרק 3.2.1 תאר בקצרה את הסיכונים הנובעים ממאגרי דלק תת קרקעיים הממוקמים בעיקר בבסיסי חיל האוויר. סיכונים סביבתיים אלה אינם היחידים הנובעים מאחסנת חומ"ס מתחת לפני הקרקע. חומ"ס, בעיקר דלקים, מוחזקים במספר רב של מיכלים תת קרקעיים ברחבי המדינה. כל תחנת דלק ניזונה ממיכלי דלק תת קרקעיים. מרבית מיכלי הדלק המשרתים דוודים בתעשייה, במוסדות ובישובים ממוקמים מתחת לפני הקרקע. יתרונם של המיכלים התת קרקעיים, רמת הבטיחות הגבוהה, מהווה גם את חסרונם העיקרי. קשה מאד לאתר בזמן סביר (ימים) דליפה ממיכל תת קרקעי הטמון באדמה. מרבית המיכלים הטמונים בישראל הוטמנו ללא חציצה בין המתכת לקרקע והיו נתונים להשפעות הפיזיקו-כימיות של הקרקע. כתוצאה מכך, מרבית המיכלים התת קרקעיים הקיימים בישראל דולפים או נמצאים בסיכון גבוה לדליפה. דליפות של חומ"ס כגון דלקים חודרות ישירות לקרקע ולמי התהום וגורמות לנזק שלעיתים הוא בלתי הפיך. לדוגמא, קיבוץ צפוני "איבד" במשך שנים רבות כמות של כטון סולר לחודש כתוצאה מדליפת מיכל תת קרקעי ששימש להזנת דוד קיטור. הזיהום היה כה חמור עד כדי פגיעה במקורות מים עיליים כמו נחלים סמוכים והצטברות של שכבת סולר בעובי ממוצע של 20 ס"מ מעל מי התהום על פני שטח של למעלה מדונם.

בתחום המיכלים התת קרקעיים קיימים פתרונות מוכחים מזה למעלה מעשור שנים במדינות כגון ארה"ב וגרמניה. לא ניתן לוותר על הטמנת המיכלים בקרקע נוכח דרישות בטיחותיות אך ניתן להבטיח את מניעת הזיהום הסביבתי על ידי יישום מספר עקרונות בו זמנית:

□ הנחת המיכלים בבריכות בטון מצופות חומרים עמידים המונעים מגע בין המיכל

לקרקע ומעבר של חומ"ס לקרקע במקרה דליפה.

□ התקנת מיכלים בעלי דופן כפולה אשר צוברת את החומ"ס במקרה דליפה

ומונעת פליטתו לסביבה.

□ התקנת מערכות הגנה כגון הגנה קתודית.

□ התקנת מערכות גילוי דליפות המסוגלות לזהות דליפה ולהתריע עליה לפני גרימת נזק סביבתי.

3.3 הובלת חומ"ס ופסולת חומ"ס

פרק 3.2 דן בסוגיית מאגרי חומ"ס בקרבת ריכוזי אוכלוסייה. מאגרים אלו אינם מתמלאים מעצמם אלא על ידי שינוע חומ"ס מנקודה לנקודה, ממפעל מייצר למיכלי אגירה, ממאגר אחד למשנהו או ממפעל מייצר או מאגר ישירות לצרכן. לא רק חומ"ס משונע ברחבי ישראל אלא גם פסולת חומ"ס משונעת על ידי יצרניה לאתרי טיפול וסילוק מורשים וכאלה שאינם מורשים. במונח שינוע אין הכוונה רק לשינוע תחבורתי במשאיות או רכבות אלא גם שינוע חומ"ס בצנרת, בעיקר תת קרקעית. לא רבים מתושבי ישראל מודעים לכך שמרבית נפח שינוע הדלקים וחומרי הגלם שלהם מבוצע בצנרת תת קרקעית ולא תוך שימוש באמצעי תחבורה. שינוע חומ"ס במיכליות או משאיות מהווה מטרד וסיכון לאוכלוסייה לאורך ציר התנועה בה עובר הרכב נושא החומ"ס. זכורים המקרים בהם התהפכה משאית נושאת חומ"ס בצומת סואנת וגרמה ל"פקקי" תנועה כבדים עד לפינוי המיכלית ותוכנה. לעומת שינוע בכבישי ישראל העמוסים לעיפה, שינוע ברכבת נחשב בטוח יותר למרות שגם פה נרשמו מספר תאונות עקב ירידת רכבות נושאות חומ"ס מהפסים. החסרון הגדול ביותר של שינוע חומ"ס או פסולת חומ"ס בכבישים היא העובדה שמרבית צירי התנועה בין איזורי התעשייה העיקריים של ישראל, עליהם משונע חומ"ס, חולפים בתוך או בסמוך לריכוזי אוכלוסייה גדולים. מדינת ישראל אינה נהנית מיתרון ממרחבים של מדינות כדוגמת ארה"ב, המאפשר סלילת כבישים עוקפי ערים, והמרחיקים הן את התחבורה הרגילה והן את שינוע החומ"ס למאגריו מריכוזי אוכלוסייה. מכאן, ששינוע חומ"ס בכבישים ימשיך להוות סיכון פוטנציאלי. לא ניתן לאסור על שינוע חומ"ס בכבישים. איסור כזה חסר הגיון מפאת הצורך הטכני-כלכלי בשינוע בכלי רכב. צורך זה נובע מאותם יסודות עליהם מתבססת "זכות הקיום" של מאגרי חומ"ס, כפי שהוזכר לעיל. למרות זאת, שינוע

חומ"ס ברכב (או ברכבת) מוסיף סיכון לזה הטמון בתכונות החומר, מתוך הפעילויות הכרוכות בשינוע - הטענה, תנועה, פריקה, תלות בציוד כגון מיכלים, שסתומים ועוד. כל אלה מביאים לדרישה להגברת הבטיחות בשינוע חומ"ס בכלי רכב. למרות האמירה "תאונות לעולם יקרו" ניתן להגביר את הבטיחות בהובלת חומ"ס על ידי יישום עקרונות טכניים ורשותיים כגון:

- איסור שינוע חומ"ס דרך מרכזי ערים
- איסור שינוע חומ"ס בשעות עומס
- הקפדה על סימון ושילוט כלי רכב נושאי חומ"ס
- שימוש במיכלי איחסון חסיני תאונה
- אימון ותרגול נהגים בנושאי נהיגת רכב חומ"ס בתנאים "רגילים" ובתנאי חירום
- ישום מערכת מעקב אחרי כלי הרכב נושאי החומ"ס לקבלת מידע מקוון על מיקום הרכב ומצבו
- הקמת מערכת תגובה כלל ארצית לטיפול באירועי חומ"ס הנגרמים כתוצאה משינוע חומ"ס ברכבים

מרבית הנקודות המוזכרות לעיל מיושמות בישראל במידה כזו או אחרת. אכיפת השימוש במכלים חסיני תאונה יגביר במידה ניכרת את הסיכוי לסיום תאונה או תקלה ברכב נושא חומ"ס ברובד התחבורתי בלבד, ללא יצירת אירוע חומ"ס רחב מימדים. מערכות דיווח מקוונות, מבוססות לויין כדוגמת מערכות GPS - Global Positioning System, הנמצאות בשימוש נרחב בארה"ב ואירופה, מסוגלות לעקוב אחרי תנועת הרכב ולספק דיווח בזמן אמת על תקלה המחייבת תגובה לטיפול בחומ"ס. קיצור זמן התגובה מהווה גורם מכריע ביעילות הטיפול באירוע חומ"ס. הגעה מהירה של צוותי טיפול מקצועיים מפחיתה את הסיכון לאוכלוסייה ואת המטרד התחבורתי שאירועים אלה גורמים. קבלת מידע בזמן אמת אינה מספקת למתן תגובה מהירה. העיקרון המיושם כיום בישראל הוא הזעקת צוותים מקצועיים של החברות המשנעות או מייצרות את החומס, במקרה אירוע. עקרון זה נכון ביסודו אך לוקה בחסרון אחד ומשמעותי. מכלית של חברה צפונית הגורמת לאירוע חומ"ס בציר תנועה מרכזי באזור גוש דן, גורמת גם ל"פקקי" תנועה כבדים המונעים כל גישה למקום האירוע. צוות מקצועי המנויד ברכב לא מסוגל להגיע בזמן סביר (עד שעה מהתרחשות התקרית) נוכח המרחק הגיאוגרפי והעיכובים בתנועה. חברות גדולות כגון מפעלי הברום וחיפה כימיקלים פתרו בעייה זו באופן

חלקי על ידי הצבת ניידות תגובה במספר מוקדים כגון חיפה ואשדוד. פתרון זה נותן מענה חלקי ואינו מספק. פתרון אפשרי שנדון מספר פעמים במשרד לאיכות הסביבה ובפורומים תעשייתיים שונים הוא הקמת מרכזי תגובה לאורך צירי תנועה עיקריים ובייחוד בקרבת ריכוזי אוכלוסייה. מרכזים אלה יאוישו על ידי מומחים לטיפול באירועי חומ"ס בשינוע ויהיו מצוידים בציוד הנדסי כגון משאיות עפר, דחפורים, ציוד מגן, ציוד ניטור וכדומה. מרכזים כדוגמת אלה יהיו מסוגלים לספק מענה יחסית מהיר ומקצועי לאירוע חומ"ס בשינוע. אין להוציא מהכלל את האפשרות להעמיד לרשות הגוף שינהל מרכזי תגובה אלה כלי תחבורה כגון מסוק, שיאפשר הגעה מהירה לאירוע בתנאים תחבורתיים קשים. מחיר הפעלת מסוק מתגמד למול החסכון בשעות עבודה המתבזבזים ב"פקקי" תנועה ועל אחת כמה וכמה מול צמצום הסיכון לחיי תושבים. הקמת מרכזי תגובה כמתואר לעיל תפתור גם את בעייתם של אלה האחראים כיום למתן התגובה הראשונית לאירועי חומ"ס בשינוע - שירותי הכיבוי. אלה אינם מצוידים או מאומנים די צרכם לטיפול באירועי חומ"ס בכלל ובאירועי חומ"ס בשינוע בפרט. מספר פעמים אף נפגעו כבאים שעסקו בטיפול באירועי חומ"ס עקב חוסר תדרוך ופיקוח מקצועי מספיק. למרות זאת, אין זה מן הנמנע כי מרכזי התגובה המוצעים לעיל יהיו תחת אחריות רשות הכיבוי או רשות חדשה לענייני חומ"ס (ראה פרק 4.3), לה תהא התשתית הבסיסית להקמת רשת מרכזי התגובה.

התמונה של שינוע חומ"ס בצנרת תת קרקעית שונה במידה ניכרת מזו של שינוע תחבורתי. רמת הבקרה על שינוע בצנרת גבוהה והשינוע מבוצע על ידי מספר גורמים מצומצם כגון שירותי נפט, בתי הזיקוק, רשות הנמלים ומפעלים גדולים כדוגמת כרמל אולפינים וחיפה כימיקלים. למרות האמור לעיל, הצנרת המובילה חומ"ס משנעת אותו בלחץ ובספיקות גבוהות. במקרה תקלה כגון פגיעה בקו ופריצת מעטפתו קיים סיכון ממשי של פליטת כמויות גדולות של חומ"ס לסביבה. בנוסף, במקרה של פגיעה בקו חומ"ס, בגלל טופוגרפית הקו, אופי החומר המשונע ומיקום מגופי ניתוק קיימת האפשרות להמשך פליטת חומ"ס מהקו גם לאחר השבתתו, מתוך הנפח הנתון בקו בזמן התקרית. קיום מגופי ניתוק בקרבת נקודות "רגישות" כגון חציית כבישים, פסי רכבת, ריכוזי אוכלוסייה בקרבה מיידית לקו וכדומה יכול להבטיח צמצום הנזק והסיכון לאוכלוסייה ולסביבה. בעיות נוספות הכרוכות בשינוע חומ"ס בצנרת בישראל הן: העדר מיפוי מדוייק של חלק מקווי הצנרת, גיל הקווים וקיום תוואים בעייתיים החולפים בתוך ריכוזי אוכלוסייה. מספר קווים מובילי חומ"ס חולפים בתוך שכונות מגורים או בסמוך אליהן. איזור חיפה והקריות נחשב בעייתי במיוחד בתחום זה. קווים מוליכי דלקים חולפים

בתוך שכונות מגורים בחיפה. תוואי הקווים נקבע לפני יישוב האיזור אך לא נמנעה בנייה בסמיכות מיידית לקווים אלה. כל זה הביא למצב בו קווים נושאי חומ"ס כגון דלק "לבן" חולפים בחצרות בתי מגורים בשכונות חיפאיות. תקריות בקווים אלה גרמו לזעם רב בציבור ולדרישה לסילוק הקווים נושאי החומ"ס מאיזורי מגורים. איזור הקריות ליד חיפה מרושת בקווי צנרת חומ"ס המובילים דלקים, חומרי גלם וגזים מסוכנים בקרבה מיידית לצירי תנועה עיקריים, בתי ספר ומרכזי אוכלוסיה.

שינוע חומ"ס בצנרת תת קרקעית בטוח יותר משינוע תחבורתי או הקמת מאגרי חומ"ס גדולים. למרות זאת, הסיכון בהובלת חומ"ס בדרך זו קיים ונדרש להקפיד על מספר עקרונות בתחזוקת והפעלת קווי צנרת חומ"ס:

- מיפוי מדוייק של צנרת החומ"ס ומסירת המיפוי לרשויות האחראיות לטיפול במקרה תקלה (משטרה, המשרד לאיכות הסביבה, איגוד ערים, רשות הכיבוי)
- התקנת מערכת מקוונת ורגישה לגילוי דליפות
- מיקום מגופי ניתוק אוטומטיים במרווחים כאלה שיאפשרו ניתוק מהיר ויעיל של מקטעי צנרת פגועים

גורם נוסף שיש להקפיד עליו הוא אכיפה והחמרת הענישה על גורמים זרים הפוגעים בצנרת חומ"ס במהלך עבודות בקרבת הקו. מרבית החברות המפעילות קווי חומ"ס מספקות מידע לכל דורש בנוגע לתוואי צנרת, המאפשר תכנון ביצוע עבודות כגון חפירה בסמוך לקווים "חיים". מרביתן אף משתפות פעולה במידת הצורך בהשבתת קווים במקרה של ביצוע עבודות נרחבות העלולות לגרום לפגיעה בקווי צנרת. מכאן, שפגיעה בקווי צנרת חומ"ס כתוצאה מחוסר אחריות בביצוע עבודות בסמוך לקווים חייבת לשאת עונש חמור, התואם את הנזק הסביבתי הנגרם במקרה של פגיעה בקו.

פגיעה בקווי צנרת הגורמת לפליטת כמויות גדולות של חומ"ס לסביבה אינה הסיכון היחיד הטמון בקווי צנרת חומ"ס. קווי צנרת תת קרקעיים המוליכים חומ"ס נתונים לפעילות שוחקת מתוך אופי פעילותם (שינויי לחץ וטמפרטורה) ומתוך תנאים סביבתיים כגון כימיה של הקרקע, תזוזות קרקע ועוד. כל אלה גורמים לשחיקת הצנרת ולהיווצרות סדקים מזעריים הגדלים עם זמן עד לדרגה בה מתחיל להשתחרר חומ"ס מהצנרת לסביבה. למרות שבמרבית המקרים ספיקת החומ"ס הנפלטת מדליפות הללו נמוכה, הפליטה מתמשכת לאורך חודשים ושנים וגורמת לזיהום קרקע ומי תהום. דווקא העובדה שמרבית קווי צנרת החומ"ס

טמונים מקשה מאד על גילוי מוקדי דליפות וצמצום הנזק הסביבתי. ניתן להתגבר על תופעות אלה על ידי התקנת מערכות רגישות לגילוי דליפות (כנאמר לעיל), הגנת הקווים באמצעים פיזיקליים כגון הגנה קתודית והגברת קצב ביצוע בדיקות תקינות צנרת כגון מבחני לחץ וצילום פנים הקווים באמצעים מיוחדים המאפשרים גילוי סדקים בעוד מועד.

3.4 אתר הפסולת הרעילה ברמת חובב

האתר היחידי המוגדר בחוק להטמנת הפסולת הרעילה ממוקם כ- 15 ק"מ דרומית לבאר שבע באזור התעשייה של רמת חובב. האתר התחיל בפעולתו בתחילת שנות השמונים ועבר לאחריותה של חברת מבני תעשייה. בשלב ראשון נבנו באתר בריכות אגירה חפורות, המשמשות באתר עד היום ל"שיקוע". בשלב מאוחר יותר נבנו בריכות חפורות ומדופנות ביריעות פלסטיק לאיחסון פסולת חומ"ס נוזלית ומתקן ניטרול לשפכים תעשייתיים. בשנת 1990 הוחלט על הקמת "החברה לשירותי איכות הסביבה - רמת חובב" כחברה ממשלתית שתנהל את אתר הפסולת הרעילה. הקמת החברה אמנם הסדירה את נהלי הקליטה וגביית הכספים עבור קליטת החומ"ס באתר אך לא שינתה את אופיו כאתר איחסון. במהלך שנות התשעים התפרסמו מספר רב של מקרים של אירועי חומ"ס באתר ודיווחים על מטרדים סביבתיים קשים לשובים ובסיסי צה"ל הסמוכים לאתר. אחד מבסיסי צה"ל אף פונה מחשש לבריאות החיילים שנחשפו באופן מתמיד לפליטות גזים ואדים רעילים מאתר רמת חובב. בשנת 1993 החליטה הממשלה להפריט את החברה לשירותי איכות הסביבה ופרסמה מכרז בינלאומי להפרטת החברה והקמת משרפה להשמדת חומרים מסוכנים. לאחר בחירת החברות שישתתפו במכרז, הוקפאו הליכי המכרז לאחר שהובא לידיעת הממשלה היקף הנזק הסביבתי הקיים באתר. המשרד לאיכות הסביבה בחן ממספר חלופות לאתר רמת חובב כגון מישור רותם אך הגיע למסקנה כי מוטב להשאיר את האתר במקומו הנוכחי. מאז ממשיכה לנהל את האתר החברה הממשלתית. חברה פרטית הקימה באתר משרפה לחומרים מסוכנים. הקמת המשרפה לוותה בויכוחים סוערים עם תושבי האיזור ואירגונים "ירוקים". עיקר הויכוחים נסבו סביב נהלי הקמת המשרפה והעמידה על זכות הציבור לדעת. הנהלת החברה נקטה בקו בלתי מתפשר וסירבה לחשוף מידע כגון תכונות המשרפה ונהלי הפעלתה. רק לאחר מעורבות משפטית נאלצה החברה לחשוף חלק מהמידע ועדיין נמשך המאבק בין החברה ובין אירגונים כגון אדם,

טבע ודין ואף המועצה התעשייתית רמת חובב שהיא הרשות המקומית שבתחומה שוכן האתר.

היריעה קצרה מלתאר את היקף המתרחש באתר הפסולת הרעילה ברמת חובב. האתר מאכסן מאות אלפי מיכלים וחביות המכילים חומ"ס ופסולת חומ"ס אורגנית ואי-אורגנית. מרבית המיכלים אינם מסומנים ושלמות חלקם אף נפגעה במהלך השנים. הבריכות החפורות שהוקמו בתחילת שנות השמונים עדיין משמשות לאיכסון וקליטת חומ"ס, פסולת חומ"ס ושפכים תעשייתיים ללא טיפול. החברה הממשלתית המנהלת את האתר טוענת שאינה אחראית ליצירת המפגעים, שהתהוו לטענתה, לפני הקמת החברה וקבלת האחריות על האתר. למרות זאת, מאז הקמתה לא ביצעה החברה פעולות נמרצות לשיפור המצב באתר או לטיפול בכמויות הגדולות של חומ"ס ופסולת חומ"ס הנקלטות באתר מדי שנה. החברה התהדרה לאחרונה בהקמת משרפה מודרנית להשמדת חומרים אורגניים. שריפה מבוקרת במתקן מודרני הוא הפתרון הטכנולוגי הטוב ביותר הקיים היום להשמדת חומ"ס ופסולת חומ"ס אורגניים מבחינת ההגדרה המקובלת של Best available Technology והעדפת הרע במיעוטו על פני חוסר עשייה. למרות זאת, ההנחה כאילו המשרפה שהוקמה תפתור את בעיות האתר היא, במקרה הטוב, חסרת בסיס. מתקן השריפה החדש ברמת חובב הוא בעל ספיקה מקסימלית של 15,000 טון בשנה. בהנחה שמרנית כי האתר קולט כ- 50,000 טון חומ"ס ופסולת חומ"ס לשנה ואוגר הרבה עשרות אלפי טון חומר אורגני שהצטברו עם הזמן המיועדים לשריפה, לא ברור מדוע נבחרה בניית משרפה בספיקה כה נמוכה ומה כוונות החברה המנהלת את האתר בנוגע לטיפול בשאר החומר הנקלט והצבור באתר. בכל מקרה, אתר הפסולת הרעילה ברמת חובב מהווה מפגע סביבתי בקנה מידה עולמי. הישג מפוקפק זה מחייב פעולה מיידית לשיקום האתר והסדרת פעילותו.

3.5 חומ"ס ופסולת חומ"ס מיצרנים קטנים

הדיון הציבורי בחומ"ס ופסולת חומ"ס מתרכז בעיקר בנושאים שהועלו לעיל. מאגרי חומ"ס גדולים החשופים לעיני הציבור או אירועי חומ"ס כתוצאה מתקלות בצנרת זוכים להד ציבורי. למרות זאת קיים פן נוסף של חומ"ס ופסולת חומ"ס שלא זוכה לחשיפה וחשיבותו אינה פחותה. מפעלים קטנים ובינוניים, מוסדות ציבוריים ופרטיים מאכסנים חומ"ס ו/או מייצרים פסולת חומ"ס. למרות העובדה כי לעיתים קרובות כמויות החומ"ס המוחזקות במפעלים ומוסדות אלה קטנה

יחסית, בין מאות לאלפי ק"ג, לעומת מאות ואלפי טונות במאגרי חומ"ס גדולים, הסיכון הנובע מהם לא פחות עקב קרבת מרבית ממפעלים ומוסדות אלה לבתים פרטיים. ניתן להזכיר את האירועים החוזרים ונשנים של הרעלות כלור בבריכות שחייה הנובעות מתפקוד לקוי של מערכות הכלרה, תחזוקה בלתי הולמת או העסקת מפעילים לא מנוסים. מרבית הציבור אף לא מודע לקיום מצבורי חומ"ס קטנים אך מסוכנים כגון מיכלי חומצות, גזים נפיצים ורעילים וחומ"ס אחר בסמיכות מיידית למגוריו. כפי שצויין בנוגע למאגרי חומ"ס גדולים, במרבית המקרים חיונית המצאותם של חומרים אלה, המשמשים ליצור או לתפעול מערכות כגון חיטוי או קירור. הבעיה העיקרית אינה נובעת מעצם המצאות חומ"ס במקומות אלה אלא מהקושי לפקח על תחזוקתו והשימוש בו. ידי הממונים על החומרים המסוכנים במשרד לאיכות הסביבה וברשויות המקומיות מלאות עבודה בטיפול בחומ"ס במפעלים גדולים והם מתקשים לפקח על כל בעל עסק המאכסן, מייצר או משתמש בחומ"ס. חלק מהפיקוח הקשור לבעיות הבטיחות והגהות בעבודה אינו כלי בידי המשרד לאיכות הסביבה אלא בידי משרד העבודה. מפעלים ומוסדות גדולים העוסקים בחומ"ס מעסיקים בדרך כלל בעלי מקצוע בתחום זה, האחראים לקיום הוראות הבטיחות והמנהל התקין בעיסוק בחומ"ס. לעומתם, יצרנים ומשתמשים קטנים אינם יכולים להרשות לעצמם בדרך כלל להקצות משאבי אנוש לנושא זה והוא מוטל, במקרה הטוב, על מחלקות תחזוקה, אחסנה ודומיהן. אלה חסרים בדרך כלל את הידע המקצועי הנדרש לעיסוק בחומ"ס. חוסר זה בא לידי ביטוי בשעת חירום, ותוצאותיו עגומות.

בתחום פסולת חומ"ס אין המצב טוב יותר. יתכן כי כמותית, נפח הפסולת המסוכנת הנוצרת על ידי יצרנים קטנים אינו מהווה אחוז נכבד מכלל הפסולת המסוכנת המיוצרת בישראל. למרות זאת, בדומה לעיסוק להשוואה לעיסוק בחומ"ס בין יצרנים גדולים וקטנים, במקרים רבים יצרנים גדולים של פסולת חומ"ס מנהלים מערכות סילוק מסודרות והאכיפה והפיקוח עליהם קלים יותר. לעומתם, יצרנים קטנים, מסיבות שהוזכרו לעיל וכן מסיבות כלכליות, אינם מטפלים בצורה הולמת בפסולת החומ"ס שלהם. במקרים רבים אנו עדים להזרמת שפכים המוגדרים כפסולת מסוכנת למערכות הביוב העירוניות, השלכת פסולת מסוכנת למזבלות פסולת ביתית או במקרה הגרוע פינוי הפסולת המסוכנת לסביבה. במקרים רבים הדבר נעשה מתוך ההנחה כי כמות קטנה של פסולת מסוכנת כדוגמת תמיסת ציפוי מתכות משומשת, המוזרמת למערכת ביוב עירונית המתנקזת למכון טיהור המטפל בעשרות ומאות אלפי מ"ק שפכים ביום, "מוהלת" את הרעלנים ומפחיתה את הסיכון לסביבה. חישוב פשוט יראה על גודל הטעות: נניח כי

1 מ"ק של תמיסת ניקל בריכוז אופייני של 50 גר' לליטר ממפעל לציפוי מתכות מוזרמת לביוב העירוני המוזרם למכון טיהור המטפל ב- 100,000 מ"ק שפכים ליום. חישוב מיהול פשטני יראה כי ריכוז המתכת הרעילה ב"מאגר" השפכים היומי מגיע ל- 0.5 מ"ג לליטר (ריכוז מירבי מותר על פי חוק עזר עירוני להזרמת שפכי תעשייה הוא 1 מ"ג לליטר). משמע שפליטת פסולת חומ"ס בלתי מטופלת של מפעל קטן אחד מזהמת את מימי מכון טיהור של עיר שלמה במחצית מריכוז הרעלן הקבוע בחוק. אין צורך להוסיף כי באזורי התעשייה של ערים כמו חיפה ותל אביב אין רק מפעל אחד לציפוי מתכות. פליטות אלה באות לידי ביטוי באיכות מי הקולחין המופקים במכונני הטיהור ובעלייה בריכוז מתכות כבדות ורעלנים אחרים בבוצה הדורשת סילוק במכוננים אלו. הריכוז הגבוה של רעלנים בבוצה פוסל אותה משימוש כדשן ומחייב טיפול מיוחד לייצובה. מפעלי ציפוי המתכות הובאו כאן כדוגמה אופיינית ליצרנים קטנים של פסולת חומ"ס המסכנת את הסביבה. ניתן למנות עמם את מפעלי האלקטרוניקה, עיבוד מתכות, מוסכים, מפעלים כימיים קטנים. בתי חולים ומרפאות מהווים יצרני פסולת מסוכנת באופן מיוחד. הטיפול בפסולת רפואית מחייב ידע ונסיון מיוחדים למניעת הפצת זיהום והרעלה. בישראל של שנות התשעים, עדיין מטפלים בפסולת רפואית, במידה וקיים טיפול מוסדר, על ידי עיקור בחום או חיטוי בתרכובות כלור. שתי השיטות אינן נחשבות כבטוחות לחלוטין בהשמדת גורמים מפיצי מחלות. השיטה המקובלת כיום בעולם לטיפול בפסולת רפואית, שריפה במתקנים קומפקטיים המותאמים במיוחד למטרה זו, לא מיושמת בישראל משיקולי תקציב או חוסר הבנה של חומרת הנושא.

בבואנו לבחון את הפתרון האפשרי לבעיית היצרנים הקטנים של פסולת חומ"ס חייבים אנו לבחון את השלכות שיטת ה- Command and Control על מגזר זה. קביעת הנחיות מחמירות, שכלעצמן אין כל רע בהן, ונסיון לאכוף אותן ללא מתן חלופות טכניות וכלכליות למגזר זה הוכיחו את עצמן כבלתי יעילות בישראל ובמדינות אחרות. לעומתן, ישום מדיניות של קביעת הנחיות יחד עם הדרכה מקצועית לטיפול בפוסלת חומ"ס או צמצום פליטתה יסיעו רבות בטיפול בבעייה כאובה זו. שיטת ה- Command and Control היתה נהוגה בארה"ב בשנות השבעים ותחילת שנות השמונים ונחלה כשלון בהשגת המטרה של מניעת זיהום סביבתי. השיטה הנהוגה היום בארה"ב ובמדינות אירופאיות, היא שילוב הנחיות חוק ותקנות יחד עם סיוע מקצועי ספציפי לכל מגזר המייצר פסולת חומ"ס והגדרת שיטות טיפול, סילוק וצמצום יצור פסולת חומ"ס שהוכיחו את עצמן וקיבלו גושפנקא רשמית. שיטה זו

מביאה לעליית המודעות בקרב יצרני פסולת חומ"ס, גדולים כקטנים, ומעודדת טיפול הולם בפסולת המסוכנת.

סיכום והמלצות לסדר עדיפות

□ הטיפול בחומרים מסוכנים צריך להיות מבוצע במסגרת מתואמת בין כל המשרדים העוסקים בנושא. מומלץ להקים רשות לחומרים מסוכנים שתנוהל ע"י המשרד לאיכות הסביבה.

□ הפיקוח על הטיפול בחומרים מסוכנים מחייב מספר אנשים רב מהקיים כיום באגף לחומ"ס במשרד. הכפילות בין הרשויות, כולל רשויות במסגרת זו של רשויות המשרד לאיכות הסביבה ורשויות התמך של המשרד מונעת אפשרות להתייעלות. איחוד הסמכויות והפעילות בזרוע אחת תאפשר יעול והקצאת

מספר רב יותר של אנשים לעבודה. (יתכן וחלק מהפונקציות יכולות להתבצע ע"י גופים חיצוניים בפקוח הרשות).

יש צורך בשמירה על רמת תפעול ותחזוקה גבוהות בתעשיות המסוכנות. תקלה בתעשיות אלו יכולה לגרום לאסונות ולנזקים חמורים בנפש וברכוש. אין כל סיבה מוצדקת לכך שתעשיות אלו יתנהלו בסטנדרד נמוך מזה המקובל בעולם המתקדם.

קיימת בעיה היסטורית של פיגור טכנולוגי בגלל התעלמות וקשיים תקציביים. יש לדרוש מהתעשיות הטמעת טכנולוגיות מתקדמות בתחום בטיחות וקיום תנאים סביבתיים. יש להביא לרמת תחזוקה קפדנית וטובה.

בעולם קיימות תעשיות ונהוג אחסון כימיקלים בתוך הערים. הדבר אפשרי בגלל רמת בטיחות שנובעת מתחזוקה וטכנולוגיות מתקדמות. אין כל סיבה שהדבר לא יהיה כך אצלנו. יש לחייב הטמעת טכנולוגיות מתקדמות בכל הקשור לטיפול בחומרים מסוכנים בתעשייה ובמתקני האחסון.

הדרישה לעדכון טכנולוגיות ונוהלי תחזוקה צריכה לבוא ראשית תוך פעילות של המפעל. מומלץ לצורך זה על נקיטת אמצעים כדרישה ל ISO 14000 ול QRA (Quantitative Risk Analysis). יש להדגיש כי פרט לחשיבות העליונה לכך, הרי שלתעשייה חסכון בדמי בטוח כשהתקנים הסביבתיים עולים בצורה מוכרת ומבוקרת. ברור כי בנוסף לצעדים וולונטריים אלו יש לחייב ולאכוף התאמה לתקנים הקיימים בעולם.

חיוני לפתח מערכי טיפול בפסולות של מפעלים קטנים. חלק גדול מהפסולות המסוכנות של מפעלים אלו אינו מטופל כראוי ועלול להוות נזק רב, למרות ההיקף קטן יחסית של המפעלים.

מערכת הטיפול בפסולות מסוכנות:

□ אין פתרון יחיד לפסולות מסוכנות. יש לאפשר, תוך בקרה ושמירה על רמת טיפול גבוהה ובטוחה, לפתור את בעיית הטיפול והסילוק של פסולות מסוכנות בסדרה של מערכות:

□ קיימת עדיפות להקטנת כמות הפסולת, מיחזור הפסולת בתחום המפעל וטיפול במפעל.

□ מומלץ לדרוש ולאפשר, כמו בארצות מתקדמות, טיפול יצוב בתחום המפעל.

□ יש לעודד הקמת מרכזי טיפול איזוריים בפסולות. קיום מפעלים איזוריים יחסוך בעלות הטיפול וימנע הובלה של חומרים מסוכנים לאורך כבישי המדינה. כן יעזור הדבר לריכוז הפתרון בפסולות מפעלים קטנים הדבר מחייב כמובן הקפדה ובקרה מצד המשרד לאיכות הסביבה.

□ בחלק רב של המקרים ניתן לטפל בפסולות בתחום המפעל

□ יש מקום להקמת חברות נוספות לחברה לשירותי איכות הסביבה, לטיפול בפסולות. שינוי כזה יביא לשבירת המונופול, להתמחות ולהבטחה למקרה של כשל באחת המערכות. כיום, כשל במערכת מביא להדרדרות המצב בסילוק חומרים מסוכנים.

□ יש צורך דחוף לאתר שטח נוסף לסילוק פסולת מסוכנת במדינת ישראל במסגרת תכניות לטווח ארוך. נדרשת הכנת תמ"א לחומרים מסוכנים, תכנית מתאר שתקבע אתרים לסילוק, טיפול ואחסנה של חומרים מסוכנים. הכנת תכנית מתאר כזו דחופה, בין השאר בגלל העובדה כי עם הזמן יקשה על איתור שטחים מתאימים ללא פעילות, מבנים ומתקנים ואינם יכולים להיות בכפיפה אחת עם שטחים המיועדים לחומרים מסוכנים.

* דרישות של המשרד מתעשייה ורשויות צריכות להיות מוצדקות ומבוססות בהתאם לחשיבות הנושא, גם אם לא ניתן תמיד לנתח יחסי עלות – תועלת. על המשרד לנמק את הצורך במילוי דרישתו במקרה של ערעור.

כדי למנוע החלטות הנובעות משרירות של ממונה, מומלץ להקים ליד המשרד, או ליד אגפי המשרד, מנגנון ערעור מקצועי. יש מקום להקים ועדה המורכבת מאנשי

מקצוע בלתי תלויים. גם באם הוועדה המקצועית תהיה ועדה מייעצת בלבד, נראה
כי בכך יתרון משמעותי ופתרון לחילוקי דעות.

טיפול בפסולת מוצקה

הכנת מסמך רקע: אופירה אילון הנדסה חקלאית, הטכניון

חברי צוות:

איל נצן	ד"ר, מכון התקנים הישראלי
בן-דב עפר	מנהל, גרינפיס ים תיכון
גיל יצחק	גלדור איכות הסביבה בע"מ
דייויס פרי	מאזן הטבע
דרסל עופר	ד"ר, אורנט בע"מ
לוי אבשלום	אקוסטאר בע"מ
נוביק אבי	שחף-תכנון סביבתי
ניסים אילן	ראש אגף פסולת מוצקה, המשרד לאיכות הסביבה
ענבר יוסי	ד"ר, המשרד לאיכות הסביבה
שכטר מוטי	פרופ', המרכז לחקר משאבי טבע וסביבה, אוניברסיטת חיפה
שלף גדליה	פרופ', הפקולטה להנדסה אזרחית, הטכניון

1. הקדמה

החל ממצצית שנות השמונים התפתחה במדינות המערביות גישה היררכית לטיפול באשפה. על פי שיטה זו, עדיפות עליונה ניתנה להפחתה במקור, ואח"כ עפ"י סדר יורד, שימוש חוזר, מיחזור, שריפה עם הפקת אנרגיה, שריפה ללא הפקת אנרגיה ולבסוף- הטמנה. עם השנים, התברר כי ההיררכיה אינה תואמת היבטים כלכליים וגם לא היבטים סביבתיים ובעצם, כיום, לא קיימת שיטה אחת מובילה ומועדפת. קבלת ההחלטות נעשית על בסיס אינטגרטיבי, הכולל שלוב של מספר שיטות, ומותאם לתנאים הספציפיים לכל מדינה ואף לכל מחוז.

הטיפול באשפה הפך, עם השנים, מסילוק האשפה מפתח העיר לניהול הפסולת כמשאב. משאב ממנו ניתן להפיק מוצרים (קומפוסט), חומרי גלם (לתעשיית המיחזור) ואנרגיה (ע"י שריפה).

סקירה זו תכלול התייחסות לפסולת עירונית מוצקה (פע"מ) הנוצרת במשקי הבית ובאזורי מסחר וכן לפסולות מיוחדות: גזם, פסולת בנין, מכשירי חשמל וגרוטאות המפונות כיום יחד עם הפע"מ, ללא הפרדה. פסולות חקלאיות ופסולות מסוכנות המיוצרות במגזר התעשייתי, המסחרי והביתי, הינם נושאים המטופלים בנפרד במסמך זה.

התקציב השנתי לטיפול באשפה ביתית עומד על למעלה מ 750 מיליון ש"ח (עלות איסוף, שנוע ממוצעת עומדת על כ 300 ש"ח לטון). תקציב זה מועבר ברובו לרשויות המקומיות, ללא מנגנון בקרה מקצועי וללא תמריץ כלשהו לשנוי שיטת הטיפול באשפה, להפחתת הכמויות או להתייעלות מערכת הטיפול באשפה.

הרכב האשפה.

בשנת 1995 נערך, במימון המשרד לאיכות הסביבה ומשרד הפנים, סקר פע"מ מקיף ע"י חברת ביוטק, הרכב האשפה מובא בטבלה מס' 1.

ריר	אחוז חושהלי
חומר אורגני	38
נייר וקרטון	27
פלסטיק	14
גזם	6
מתכות	4
זכוכית	3
חיתולים חד פעמיים	4
טקסטיל	3
שונות (גומי, עור וכו')	6

טבלה מס' 1: הרכב אשפה בישראל, 1995 (מקור: סקר ביוטק לקביעת הרכב האשפה בישראל)

מסמך זה אמור להציג פתרונות אופרטיביים לשנים הקרובות, מאחר ולא צפוי שנוי קיצוני בהרכב האשפה בארץ בתקופה זו, יוצגו הפתרונות על בסיס הנתונים לעיל. לטווח ארוך יותר, ניתן להניח כי תהיה ירידה הדרגתית בשיעור פסולת המטבח האורגנית ועליה בשיעור אריזות שונות באשפה. מגמה זו נובעת בעיקר משום השנוי בהרגלי הצריכה: עליה בשימוש במוצרי נוחות, אריזת מזון כמעט מוכן או מוכן סופית המאפשר קיצור זמן השהיה במטבח ועוד. המגמה הנ"ל מצביעה על כך שהפסולות האורגניות מתרכזות במפעלי המזון ולא דווקא בבתים, עובדה שיש בה יתרון, שכן במפעלי המזון הן אינן "פסולות" אלא חומר גלם המועבר או אף נמכר לצרכנים נוספים, כגון האכלת בע"ח.

גורם משמעותי שיכול לשנות את הרכב האשפה, הוא כניסה מסיבית של טוחני אשפה. ההשלכות הסביבתיות של מכשיר זה כוללות שימוש רב במים שפירים, הגדלת העומס על מתקני הטיפול בשפכים, הגדלת פוטנציאל המליחות של הקולחים וכו', עם זאת, לפיכך, נשקלות דרכים שונות לצמצום השימוש במכשיר

זה. באם אכן, יוטל איסור או מיסוי כבד על ייבוא טוחני אשפה לארץ, סביר שלא יהיה שנוי ניכר בהרכב האשפה, גם בטווח של 10 שנים ויותר.

1.2 כמות אשפה

עפ"י סקר ביוטק, כל אדם מייצר, מדי יום, בממוצע 1.14 ק"ג פע"מ, 1.73 ק"ג כולל גזם ופסולת בנין ו 2.34 ק"ג כולל פסולת מסחרית, מוסדית ותעשייתית. בסך הכל מדובר בלמעלה מ 12,000 טון ליום, וכ 4.5 מיליון טון בשנה. ניתן להביא לצמצום כמות האשפה המיוצרת (וגם לצמצום הנפח), אם יופעלו כלים כלכליים לעידוד הפחתה זו. לדוגמא, תשלום ישיר של משקי הבית לפי משקל (או נפח) האשפה המיוצרת. במקרה זה יעדיפו משקי הבית ליצר פחות אשפה (ע"י הפחתת צריכת מוצרים מיותרים, קומפוסטציה ביתית וכו') ולדחוס אותה (אם באמצעים פשוטים של דחיסה או באמצעות מכשירי דחיסה מכניים) ובסופו של דבר, צמצום הפסולת אותה יש לשנע ולהטמין. יצויין ויודגש בזאת כי **באין חלופות להפחתת האשפה** (כגון, מרכזי מיחזור או איסוף נפרד של מתמחזרים, אפשרות לקומפוסטציה ביתית או שכונתית), **הפעלת תוכניות כאלו אינה כלי יעיל להפחתת פסולת.**

1.2.1 מגמות בשנוי כמות האשפה

כוונת מסמך זה הינה להציע פתרונות מיידיים לטווח של 5-10 שנים. עפ"י תחזיות גידול האוכלוסייה בישראל (בקצב שנתי ממוצע של כ 2%) והעליה ברמת החיים, צפויה כמות האשפה לגדול עד שנת 2005 בכ 15%. למרות תחזית מאיימת זו, בטווח הארוך יותר, אפשר להניח כי קצב הגידול לא יהיה כה דרסטי. המדינות המערביות כיום נוקטות בגישה בה קיימת חשיבות לשימור משאבים, חסכון בחומרי גלם ובאנרגיה תוך מאמץ לשימור הסביבה. ייצור אריזות חסכוניות למילוי חוזר של דטרגנטים וחומרי ניקוי, הקטנת אריזות וצמצום אריזות עודפות הינן רק חלק מהתופעות שימתנו את קצב ייצור הפסולת.

1.3 נפח האשפה

נפח האשפה הינו פרמטר חשוב מאוד בתכנון ניהול משק האשפה, אולם, זהו פרמטר המשתנה לאורך שרשרת הטיפול. נפחי אצירה: נפח אצירה המסופק למשקי הבית תלוי בנפח האשפה הנוצרת, בתדירות הפנוי, באופן האצירה ובאופי מבנה המגורים (באופן יחסי, ככל שמספר

רב יותר של בתי אב משתמשים במכולה, נפח האצירה שיש לספק לכל משפחה קטן יותר).

נפחי שנוע: מידת הדחיסה של הפסולת בדחסי אשפה או בתחנות מעבר הינה פרמטר שישפיע על יעילות הובלת האשפה.

נפח ההטמנה וניצול שטח ההטמנה: משקל נפחי של האשפה באס"פ (אתר סילוק פסולת) ישפיע על אורך חייו של האתר. כיום, בכל אתר אשפה קיימים קומפקטורים הדוחסים את האשפה לצפיפות של 0.8-1 טון למ"ק.

על ידי הפעלת כלי איסוף הדוחסים את האשפה או דחיסה בתחנת מעבר, ניתן להגיע למשקל המירבי המותר לשנוע האשפה וליעילות בהובלה.

1.4 חומר אורגני באס"פ

כ 50% מהאשפה הישראלית הינה חומר אורגני (שאריות מטבח, גזם וחיתולים חד פעמיים), פריק ביולוגית ובעל תכולת רטיבות גבוהה. בנוסף לכך, גם הנייר והקרטון המגיעים לאתרי הסילוק הינם פריקים ביולוגית. מחישוב סך החומרים הפריקים ביולוגית עולה כי 66% מהאשפה באס"פים תתפרק ותתרום למפגעים ולבעיות הסביבתיות הבאות:

א. משיכת מזיקים לאתרי הטיפול בפסולת.

משיכת זבובים, יתושים ונברנים העלולים גם לשמש כמעבירי מחלות. משיכת ציפורים, העלולות לסכן תעופה צבאית ואזרחית. משיכת כלבים, תנים וחתולים שוטים העלולים גם לשמש כמעבירי מחלות.

ב. יצירת תשטיפים

החומר האורגני הרטוב גורם להוצרות תשטיפים, בעיקר בעת דחיסת האשפה. התשטיפים הנוצרים עשירים בחומר אורגני (BOD גבוה) וערך ההגבה (pH) שלהם נמוך, עובדה הגורמת להעשרת התשטיפים במתכות כבדות מסיסות. כמות והרכב התשטיפים תלויים בהרכב האשפה ונתונים לשינויים בהתאם לעונות השנה (בחורף התשטיפים רבים יותר ומאופיינים בעומס ביולוגי גבוה יותר, ערך הגבה נמוך יותר ותכולת מתכות כבדות גבוהה יותר, בקיץ התשטיפים מועטים, יציבים יותר, תכולת מתכות כבדות נמוכה יותר ומלחים בריכוזים גבוהים).

ג. יצירת גז מטמנות (מתן ופחמן דו חמצני)

כתוצאה מתהליכים ביולוגיים באתר ופרוק החומר האורגני, משתחרר ביוגז המורכב בעיקר ממתן ומפחמן דו חמצני, ביחס נפחי דומה.

המתן, גז פציץ, בתנאים מסוימים, וגם גז חממה בעל השפעה חמורה. פליטות המתן מאתרי סילוק הפסולת מהווה כ 25% מכלל פליטות גזי החממה בארץ¹. עובדה זו נובעת משום שהמתן הינו גז חממה "אפקטיבי" הרבה יותר מהפחמן הדו חמצני המשתחרר בעת שרפת דלקים. טיפול הולם במתן (בכל חלופה אפשרית) יכול להביא להפחתת השפעתו עד כדי אחוזים בודדים מכלל פליטות גזי החממה בישראל.

בבדיקות אחרונות שערך המשרד לאיכות הסביבה (ע"י חברות EMC, אנוש והלוי דואק שנדרשו לבחון את העלויות החיצוניות הנגרמות מטיפול בפע"מ) נמצא כי הפגיעה הסביבתית הנגרמת, כתוצאה מגזי חממה הנפלטים מאתרי אשפה (גם כאשר מדובר באתרים מוסדרים ברמת האתרים החדשים), משמעותית ביותר ומגיעה לנזקים גלובליים בסך של למעלה מ \$5 לכל טון אשפה. באם העלות הכוללת שנקבעה הינה כ \$10, ברור כי אין עלות זו כוללת את כל הנזקים הסביבתיים, המקומיים והגלובליים. כמו כן לא נכללת החבות (LIABILITY) של היזם במקרה של נזקים סביבתיים עתידיים, תביעות משפטיות וכן לא נכלל ערך הקרקע עליה ממוקם האתר.

ד. מטרדי ריח

בגלל הפעילות האנאירובית נוצרים באתר מטרדי ריח.

הגורמים הנ"ל הניעו את ממשלת גרמניה להחלטה כי החל משנת 2005 לא תוכנס לאתרי ההטמנה פסולת שתכולת החומרים האורגניים הפריקים ביולוגית בה עולה על 3%. החלטה זו תאלץ את הרשויות לטפל באשפה טיפול מוקדם כלשהו (קומפוסטציה, שריפה, תסיסה אנאירובית וכו') על מנת להפחית שעור החומרים האורגניים. גם דירקטיבת המטמנות שאושרה בקהיליה האירופית אימצה את רוח תקנות אלה, תוך הגמשת לוחות הזמנים והיקפי הטיפול המוקדם הנדרשים. בישראל, לטיפול במקטע האורגני יתרונות ברורים: טיפול זה יביא להפחתה של כמחצית מכמות האשפה המשונעת לאתרי הטמנה מרוחקים. בנוסף, מתקבל קומפוסט, תוצר בעל ערך חיובי לחקלאות, אשר השימוש בו מביא לשיפור מבנה הקרקע ולפוריותה וכן לעליה ביבול. כל זאת, למרות שאיכות הקומפוסט המיוצר כיום מאשפה עירונית הוא באיכות בינונית. ניתן לשפר את טיב הקומפוסט ע"י הפרדה במקור ושימוש במימשק קומפוסטציה יעיל יותר. באמצעות השמוש בקומפוסט ניתן להפחית את תופעת המידבור ע"י התאמת המימשק החקלאי וטיוב

¹ בטווח של 20 שנה. בטווח של 100 שנה פליטות המתן מהוות 12% מכלל פליטות גזי החממה בישראל.

הקרקעות. יש לשקול, אם כן, את החקלאות הן כגורם הקולט את הפסולת (המיוצרת בעיקרה בערים) והן כשטח פתוח וירוק במדינה צפופה כמו ישראל. נושא זה נלמד עתה ע"י המשרד לאיכות הסביבה, יש להניח כי במחצית השניה של 1999 יוגש הדו"ח הכולל וניתן יהיה להסיק ממנו מסקנות אופרטיביות).

1.5 פסולת בניין, גזם וצמיגים

עפ"י הסקר של חבי ביוטק (1995), עולה כי כמות פסולת הבניין והגזם הינה כ 0.6 ק"ג לנפש ליום, קרי, כ 3200 טון ליום. עפ"י ממצאי הסקר, אין אפשרות לקבל מידע לגבי כמות פסולת הבניין וכמות הגזם. מכל הבחינות אין לכרוך את הטיפול בשתי פסולות אלה זה בזה, ואין ספק כי כמות הגזם משתנה בהתאם לעונות השנה (ברור, כי באביב ובקיץ יש הרבה יותר גזם) וכמות פסולת הבניין משתנה בהתאם לפעילות בענף הבניה. בעבר, היתה קיימת נטייה להקל בתשתית הנדרשת מאתרי סלוק פסולת בניין מתוך הנחה כי פסולת זו היא בעיקרה פסולת אינרטיית ונפחית (לדוגמא, מלוי מחצבות נטושות, עם איטום מינימלי או ללא איטום כלל). אולם, מבדיקות שערך המשרד לאיכה"ס התברר, כי התשטיפים הנוצרים באתרים אלה מצביעים על כך כי האשפה אינה אינרטיית כפי שסברו בתחילה, והרכב התשטיפים דומה להרכב שפכים ביתיים. המשרד החמיר במהלך השנים את התקנים, על מנת להישמר ממצב בו יהפכו אתרים אלה למפלט זול לפסולות ביתיות (במקרה הטוב) ורעילות (במקרה הגרוע), שיועברו לאתרים אלה במסווה של פסולת בניין. בעולם המערבי מקבל מקטע זה תשומת לב מרובה, ומתפתחות טכנולוגיות מגוונות למיחזור.

מיחזור פסולת בניין הינו תהליך המקובל מאוד באירופה ובארה"ב והוא זוכה להתייחסות וטיפול פרטני. היתכנות המיחזור אינה שאלה טכנולוגית כי אם שאלה כלכלית.

הגזם הינו מקטע שכמותו מוערכת בכחצי מיליון טון לשנה (דו"ח המשרד לאיכה"ס, מס' 19-20, 1995, כולל את הגזם מהחקלאות, לעומת נתוני ביוטק בו הוערכה כמות הגזם ב 6% משקלית, ללא המקטע החקלאי) אשר יש לטפל בו בנפרד. הטמנת גזם בלתי קצוץ גורמת למספר בעיות סביבתיות- הגזם הוא נפחי מאוד ולכן תופש נפח הטמנה רב, בחללים הרבים כלוא אוויר אשר בעת שריפה עלול להביא לליבוי האש ולקשיים בכיבוי. במרבית האס"פים בארה"ב חל איסור

מוחלט על הכנסת גזם בלתי קצוץ לאתר ההטמנה ובמקומות מסוימים גם איסור מוחלט על כניסת גזם גם אם הוא קצוץ, והוא מופנה ישירות לקומפוסטציה. איסוף הגזם ברשויות המקומיות נעשה, בד"כ, ע"י מנוף לתוך משאית פתוחה. שיטת איסוף זו טומנת בחובה שתי בעיות עיקריות: נפח הגזם אינו מופחת, וכן, התושבים נוטים להשליך לערמות הגזם גם גרוטאות ופסולת אחרת הפוגעת באפשרות קיצוץ הגזם ובפנויו לקומפוסטציה.

המשרד לאיכות הסביבה תומך ברכישת מקצצות גזם. מתברר, כי פעולה זו מעודדת רשויות לרכוש מקצצות קטנות יחסית, בעלות תפוקות נמוכות ועלויות תפעול גבוהות. מרסקות אלה אינן מסוגלות לטפל בפסולת גושית המפונה בד"כ עם הגזם (מתכות, אבנים, צנרת ועוד). על מנת ליעל את השימוש במגרסות, יש לעודד דווקא רכישת מגרסות כבדות (ע"י מספר רשויות מקומיות קרובות) ופעולה חשובה זו תביא להפחתת נפחים ניכרת. במקביל, יש ללוות פעולה זו בהסברה מקיפה (על מנת לצמצם, ככל האפשר, עירוב פסולת גושית עם הגזם) ואף מערכת אכיפה להפרדת הגזם משאר הפסולות.

צמיגים, במשקל כולל של כ 50,000 טון, ובנפח של 250,000 מ"ק מושלכים מדי שנה לאס"פים או נשרפים בצורה בלתי מבוקרת. במסגרת חוק רישוי עסקים קיימת חובת קצוץ הצמיגים לארבעה חלקים לפחות, בטרם תאושר הכנסתם לאס"פים (השאלה היא כמובן, כיצד אפשר לאכוף חוק זה באם מגיעה מכולת אשפה ובתוכה מספר צמיגים). יש לציין כי, דירקטיבת המטמנות של הקהילה האירופית, שאושרה ב 1997, מטילה איסור מוחלט על הכנסת צמיגים לאתרי הסילוק (צמיגים שלמים או קצוצים!).

יש לבחון היתכנות כלכלית של שמושים נוספים בצמיגים משומשים (מזחים, גני משחקים וכו'), מיחזור צמיגים (ושימוש בהם לאספלט או ריצוף) וכן, שימוש בצמיגים כח"ג לאנרגיה.

לשלושת המקטעים הנ"ל, גזם, פסולת בנין וצמיגים, יש לשקול תשלום לפי נפח בגין סילוקם ולא לפי משקל, והדבר יעודד הקטנת נפחם בטרם הטמנה.

1.6 מוצרים בני קיימא, סוללות וחומרים מסוכנים ביתיים.

מוצרים בני קיימא (מקררים, מכונות כביסה, מכשירי טלוויזיה ומחשבים וכו') מיובאים, ברובם, לישראל, ואין ביכולתנו להשפיע על פרמטרים כגון אורך חיים ארוך וקלות תיקון.

באם המכשירים שמישים, מומלץ לעודד שימוש חוזר במוצרים אלה ע"י הפנייתם לנזקקים. יצוין, כי בגרמניה, למשל, בה יש מרכזי מיחזור גדולים, מפעיל האחראי על מרכז המיחזור גם מעבדה לתיקון מכשירי חשמל והתושבים המעוניינים לקבל את המכשיר המתוקן, משלמים רק את מחיר התיקון.

בסקר שבוצע, עולה כי כמות המכשירים האלקטרוניים המושלכים מדי שנה מגיעה לכדי 40,000 טון. הטכנולוגיות לפרוק מכשירים אלה, הפרדת החומרים המסוכנים, מיחזור חלק מהרכיבים ידועות וקיימות בעולם.

כמות הסוללות הביתיות נאמדת בכ 2000 טון לשנה.

חומרים כמו סוללות, חומרי הדברה ביתיים, תרופות ועוד, הינם בעלי פוטנציאל גבוה לזיהום סביבתי. לגביהם, לא חשובה הכמות המוחלטת ולא היא זו שצריכה להכתיב מדיניות, אלא הסכנה הטמונה בהשלכת מוצרים אלה בצורה בלתי מבוקרת.

השלכה בלתי מבוקרת של מוצרים אלה עלולה לגרום לנזקים סביבתיים: מקררים ישנים המכילים פריאונים, מחשבים, מסכי מחשב וטלוויזיות מכילים מתכות כבדות מכשירים המכילים שמנים כימיקלים מתכות כבדות ועוד.

מומלץ לרכז חומרים אלה ולטפל בהם במרוכז, יש לבחון את כלכליות הטיפול לא רק על בסיס עלות לרשות או לאזרח, אלא לבחון את העלויות הסביבתיות שלהם ולהפנימן בראיה ארצית ולאומית.

2. מדיניות המשרד לאיכות הסביבה

מדיניות המשרד לאיכות הסביבה מתאפיינת בחקיקת חוקים ותקנות במתכונת של ציווי ובקרה (COMMAND & CONTROL), אולם, לעיתים, מוצא עצמו המשרד מעורב בהליכי המכרז והרישוי ולכן יעילותו כגוף מפקח ומוודא בצוע פוחתת.

2.1 סגירת מזבלות פראיות והפניית הפסולת לאתרים מרכזיים, בהם אמורה ההטמנה להיעשות בהתאם לתקנים.

על מנת לאפשר לרשויות לבצע את המעבר הנ"ל, מקבלות רשויות, בהתאם לנוסחה נורמטיבית מקובלת, תמיכה בה ממומן ההפרש בין המצב הקיים (מזבלה פראית קרובה) לבין מטמנה מוסדרת ומרוחקת. בתחילת המימון נוצרו עיוותים בהן רשויות קיבלו תמיכה על כמויות אשפה גדולות בהרבה מהכמויות שיוצרו בפועל ברשות. בהעדר תימרוץ להפחתת כמויות האשפה (לדוגמא, ע"י צמצום הדרגתי של התמיכה הממשלתית), המשיכו הרשויות ל"חגוג" ולא פעלו כלל לצמצום או ליישום פתרונות שיביאו להפחתה בנפח או בכמות האשפה.

במשרד לאיכה"ס שקדו על שנוי הנוסחה הנ"ל. בין השאר, יחוייבו רשויות בנתוני שקילת האשפה על מנת להבטיח תמיכה עפ"י הכמות בפועל ולא עפ"י כמות ממוצעת; עלות ההטמנה המקסימלית המוכרת תהא 40 ש"ח (כלומר, המשרד אינו תומך בהפניית פסולת לאס"פים הגובים מעל \$10 לטון אשפה, בעוד שמחיר מינימלי מקובל בעולם להטמנת אשפה בצורה תקנית ומבוקרת הינו \$20²), השנוי המשמעותי ביותר בשנוי הנוסחה הוא כי התמיכה ניתנת ל 5 שנים בלבד, כאשר בכל שנה מופחתת התמיכה ב 20%. במצב כזה הרשות יודעת כי היא חייבת להכנס לתהליך למציאת חלופות לסלוק האשפה או למימון ההפרש.

2.2 הפחתת נפחים ועידוד המיחזור

על מנת להפחית את כמות האשפה שצריכה להיות משונעת לאתרים מרוחקים, ממליץ המשרד לעודד את המיחזור ע"י מתן עידוד ותמריצים להפרדת אשפה ומיחזור במתקנים ייעודיים.

התימרוץ נעשה תוך שימוש בשלוב שיטות כגון: סיוע ישיר (השתתפות של עד 50% ברכישת מקצצות גזם ע"י הרשויות), עידוד קומפוסטציה ביתית בבתיים צמודי קרקע, איסור ייבוא פסולת פלסטיק מחו"ל על מנת לעודד תעשיית מיחזור מקומית, אימוץ חוק המיחזור המציב יעדים מוגדרים ולוחות זמנים, הטלת מס על מיכלי שתייה חד פעמיים וכן הכנת חוק פיקדון על סוגי אריזה מסוימים.

לא ברור האם מדיניות התמיכה בהפחתת הפסולת הינה מדיניות לטווח ארוך או שלב חולף. כן חסרה מדיניות כוללת לעידוד תעשיית המיחזור. בתנאים מוגדרים יכול יבוא של חומרי גלם זולים לתעשיית המיחזור לשמש סיוע להקמת תעשייה כזו ולביסוסה. נראה הצורך במדיניות ברורה מוגדרת וידועה.

שני פתרונות נוספים לצמצום הפסולת נבחנים היום במשרד לאיכות הסביבה:

I. הטלת חוק אריזות כולל. ברוח חוקי האריזות הקיימים בעולם, שוקל המשרד, במסגרת חוק זה, להטיל את האחריות לטיפול בפסולת זו על היצרנים. חוק הפקדון שעבר בקריאה ראשונה בכנסת, עבר למרות התנגדות המשרד לאיכה"ס. המשרד אינו רואה בחוק פקדון פתרון לטיפול באשפה, אלא לכל היותר, כלי נוסף (ויקר) לעידוד שמירת הנקיון. מה גם שהחוק שעבר, אינו כולל

² במדינות המתקדמות בעולם, כולל מחיר ההטמנה פיתוח תשתית מתאימה, איסוף תשטיפים וטיפול בהם, איסוף ביוגז ושריפתו או ניצולו וכן עלויות שיקום וחבות המפעיל במקרה של תביעה משפטית. לאור זאת, מחירי הטמנה

ממוצעים באירופה עומדים על 20-25 \$ לטון ובארה"ב על 32 \$ לטון.

מיכלי משקה בנפח ליטר וחצי (שהם עיקר המכירות) ובעלי עסקים ששטח העסק שלהם קטן מ-28 מ"ר רשאים לסרב לקבל בחזרה את המיכלים. כתוצאה מכך, דווקא במקומות כמו קיוסקים ברחוב או על שפת הים, בתי קולנוע ודומיהם, יושלכו המיכלים ויגרמו לאי שמירת נקיון. בשלב זה, כאשר הכנסת עומדת להתפזר, נראה כי חוק הפקדון לא יעבור במתכונתו בקריאה שניה ושלישית ולכן, יחלו תהליכי חקיקה מחודשים בכנסת הבאה. חקיקת חוק פקדון או חוק אריזות (במתכונת זו או אחרת) תארך עוד זמן רב ונראה כי לפחות בשלב הראשון, חשוב ביותר לקדם את הרחקת הקרטונים מהאשפה ע"י שימוש בחוקי עזר קיימים.

II. הטלת תשלום על משקי הבית לפי נפח או משקל האשפה. במסגרת עבודה רחבת היקף הבוחנת את אפשרות התייעלות שלב איסוף האשפה ברשויות המקומיות, נבדקת גם אפשרות היישום של תשלום לפי נפח או משקל האשפה. בשלב זה נבחנות השיטות השונות המיושמות בעולם, טרם נבדק הרעיון בפילוט מעשי, לא נבדקה אפשרות יישום השיטה, התנגדויות ועלות האכיפה והבצוע.

3. פתרונות אפשריים לטיפול בפע"מ

בטבלה 2 המובאת להלן נסקור את הפתרונות האפשריים לטיפול באשפה, כולל יתרונותיהם וחסרונותיהם. כל השיטות, ללא יוצא מן הכלל, **חייבות לעמוד בתקנים הסביבתיים הנדרשים**. ברור, כי הפתרון, שיבחר בסופו של דבר, לא יהיה פתרון אחד, אלא שלוב של פתרונות.

4. נהול משק האשפה בישראל - קריטריונים ודגשים

ברור ומוסכם על כל השותפים בכתיבת פרק זה כי מטרה איננה "צמצום כמות הפסולת המיועדת לסילוק, באמצעות קידום הטיפול המשולב בפסולת המוצקה" כפי שהוגדרה בדו"ח השנתי מס' 21 (1997) של המשרד לאיכות הסביבה. מטרת נהול משק האשפה היא להבטיח כי האשפה הנוצרת בארץ תטופל כראוי. יש למזער את המטרדים הסביבתיים (הן לדור הזה והן לדורות הבאים) תוך בחירת החלופות הכלכליות ביותר. בכל מקרה, יש להפנים את העלויות הסביבתיות כולן במחיר הטיפול באשפה. יש לאמץ את עקרון "המזהם משלם" וליצור מערכת בה הרשות המקומית אחראית על אצירה, איסוף וסילוק הפסולת המוצקה, כאשר העלויות

לטיפול באשפה, לכל אורך השרשרת, מהעריסה לקבר, כוללות גם את העלויות הסביבתיות.

4.1 קשת פתרונות גמישים

בכל פתרון לבעיה סביבתית יש לזכור כי קשת הפתרונות המומלצים, הינם כאלו שנתפרו עפ"י דרישות ומגבלות קיימות. הפתרונות צריכים להיות גמישים מספיק ולא לקבע מצב זה או אחר. הגמישות מאפשרת, לדוגמא, לעיר כמו באר שבע לאמץ פתרונות שונים בתכלית מפתרונות שייבחרו בקרית שמונה (זמינות קרקע להטמנה, קרבה למפעל ייצור זכוכית הם רק חלק מהמרכיבים שישפיעו על בחירת החלופה המועדפת ע"י רשות זו או אחרת).

התקדמות המדע והמחקר בנושא הטיפול בפסולת המוצקה, מאפשרים קביעת מדיניות כללית, אשר האמצעים להשגתה צריכים להיות גמישים ולאפשר הורדת עלויות והפחתת מטרדים סביבתיים.

הנקודות המועלות להלן לוקחות בחשבון את כל אותם פרמטרים שהודגשו בסקירה. כמקובל כיום בעולם, לא מדובר עוד בהיררכיה מוגדרת בה נקבעות עדיפויות על סמך מניעים פוליטיים (למשל, ההתייחסות למיחזור כמטרה לאומית, שאינה מותנית במבחנים כלכליים). מאחר ובעולם נעשו שגיאות ובחלק מהמקרים קביעת היררכיה, קביעת יעדי מיחזור, החמרת תקנים ועוד, הביאו לעומס כלכלי בלתי מוצדק, מדובר כיום על קשת פתרונות, שרק שילוב מושכל ביניהם יביא לטיפול באשפה בצורה היעילה ביותר, הן מבחינה כלכלית והן מבחינה סביבתית. לדוגמא, ערכה האנרגטי של הפסולת בארץ עומד על כ 2000 קק"ל לק"ג, הגבול התחתון לכדאיות השריפה. ערך נמוך זה נובע מתכולת הרטיבות הגבוהה, הנובעת מתכולת שיירים אורגניים גבוהה. שלוב שיטות בהן יופרד המקטע האורגני מהמקטע היבש יעלה באופן ניכר את ההחזר האנרגטי מהשריפה.

ברור, עם זאת, כי תמיד צריכה להיות העדפה למניעת זהום בתחילת השרשרת ולא בסופה. פתרונות קצה הינם, בהגדרה כמעט, יקרים יותר מפתרונות ראשית. בחירת הפתרונות ודרוג סדר העדיפויות צריכים להיות צמודים לעיקרון זה. ניתוח מחזור החיים, אשר יורחב בסעיף 4.4 להלן, הוא אחד הכלים המאפשרים ניתוח שקול וענייני של חלופות ייצור בתחילת השרשרת וחלופות סילוק בסופה.

4.2 תמחור אמיתי ומשק אשפה סגור

מחירי ההטמנה במזבלות העירוניות נמוכים מאוד. באם נדרש שנוע לאתרים מרוחקים (האמורים להיות מוסדרים) ומערך הטיפול מתייקר, המדינה מסבסדת את הרשות המקומית. בנוסף, העלויות הסביבתיות לא נלקחות בחשבון. נובע מכך, כי לרשות המקומית אין תמריץ להפחית כמויות פסולת, נפח או אף את רעילות הפסולת.

ע"י יצירת מערכת כספית סגורה לטיפול באשפה, כזו שתבטיח כי הגביה תהיה ביחס ישר לכמות הפסולת המיוצרת וכי עלות הטיפול תכלול גם את העלויות הסביבתיות, הטיפול יעשה יעיל יותר מבחינה כלכלית. הרשויות תתיעלנה באיסוף האשפה, וסביר להניח כי תתבצענה הערכויות איזוריות שיביאו להתייעלות מערך השנוע והטיפול באשפה, שכן קיים יתרון לגודל המתקנים כאשר מדובר בטיפול באשפה. כ-70% מכלל עלות הטיפול כיום בארץ נובעת מעלות שירותי האיסוף. אפשרות להוזלה ניכרת בעלות איסוף הפסולת הינה הפרטת השירות (אולם ברור, כי זהו תהליך ארוך וממושך ומעורבים בו שיקולים נוספים- פוליטיים וחברתיים). גם נושא התייעלות משק האשפה נמצא בבדיקה במשרד לאיכות הסביבה. אולם, יש לזכור כי נושא הטיפול, הישיר או העקיף, באשפה מפוזר בין מספר משרדי ממשלה, דבר שיקשה יישום המלצות ההתייעלות.

מחירי ההטמנה באתרים עברון, אבליים ואחרים (הגובים כמעט \$15 לטון), גבוהים בהרבה מהמחיר שנקבע במכרז הממשלתי להפעלת דודאים וטליה (פחות מ-\$10 לטון אשפה, ללא לקיחת ערך הקרקע וחבות סביבתית של המפעיל בתחשיב הכולל). מחיר ההטמנה באתרים הפרטיים הנ"ל, גבוה, יחסית, והוא נקבע ע"י כוחות השוק הפועלים בצפון הארץ, בו זמינות האתרים נמוכה יחסית לדרום הארץ. אין בעלויות גבוהות אלה להבטיח, כי אכן העלויות החיצוניות מופנמות במחיר הטיפול באשפה. המחיר האמיתי נכון להיום, בו עדיין עלות ההטמנה הינה פחות ממחצית העלות המקובלת במטמנות באירופה וכשליש מהעלות בארה"ב הינו כלהלן:

\$5 לטון אשפה	עלות דחיסה בתחנת מעבר :
\$10	שנוע (0.1 \$ לטון לק"מ). מרחק ממוצע 100 ק"מ :
\$10 לטון	עלות הטמנה :
\$5.5 - \$5 לטון	עלויות חיצוניות (בעיקר גזי חממה) :

כלומר, מחיר הבסיס לחלופת ההטמנה צריך להיות לפחות \$30 לטון אשפה. יש להניח כי עלות ההטמנה תעלה בעתיד לרמה האירופאית, כלומר כ 20 דולר לטון

ובכך תגיע העלות הכוללת לסילוק האשפה יעלה לכ 40 \$ לטון. להגדרה זו משמעות אופרטיבית חשובה. כיום, העלות לרשויות הינה הרבה פחות מהסכום הנ"ל. לאור עובדה זו נדחות חלופות אחרות בהיותן "לא כלכליות". המבחן לתחרות כלכלית של חלופות להטמנה צריך להיות על בסיס עלות אמיתית של ההטמנה ולא על סמך העלות המסובסדת או העלות החלקית של ההטמנה.

המשרד לאיכות הסביבה אינו צריך להיות שותף בבחירת היזמים מפעילי האתרים, אלא הגוף הדורש ומפקח על כל שלבי התכנון והבצוע, החל משלב התכנון, בחינת תסקיר ההשפעה על הסביבה, ההפעלה, הסגירה והשיקום, עפ"י התקנים הנדרשים.

גם למשק הבית אין כל תמריץ להפחית כמות או נפח האשפה, שכן התשלום בגין הטיפול באשפה כלול בתעריפי הארנונה. החלת משק סגור, לדוגמא, ע"י תשלום ישיר בגין ייצור הפסולת יאפשר ניהול ממשק אשפה חסכוני יותר ויעיל יותר. קיימים מודלים רבים ומגוונים ליצירת משק סגור לטיפול באשפה. יש לבחון את התאמת הפתרונות לארץ וסביר להניח כי יאומצו פתרונות שונים במקומות שונים. עם זאת, יש להבטיח כי אכן התשלומים יהיו ביחס ישר לכמות האשפה המיוצרת (מדדים סוציאקונומיים, מספר נפשות בבית וכו') והכספים אכן ישמשו לטיפול נאות באשפה ולא למטרות אחרות.

4.4 נתוח מחזור החיים

אחד הכלים ההולכים ומתפתחים כיום ככלי לקבלת החלטות לניהול אשפה הוא ניתוח מחזור החיים. בגישה זו נבחנים השלבים העיקריים במחזור החיים של מוצר הנהפך, בסופו של דבר, לפסולת. תהליכי הייצור, ההפצה, השמוש והסלוק נבחנים עפ"י קריטריונים של זהום קרקע, מים, אוויר, צריכת אנרגיה ומשאבים מתכלים. גישה זו משמשת כיום לבחינת חלופות לטיפול באשפה ומאפשרת, על אף מורכבותה והבעיות הנובעות ממנה (מהם גבולות הבדיקה, כיצד ניתן ליישם ממצאים ממדינה אחת לשניה ועוד) לקבל החלטות שקולות יותר ומבוססות על מידע ומדע ופחות על אינטואיציה ורגשות. מוצע לקדם נושא ניתוח מחזור החיים ע"י קיום קורסים אוניברסיטאיים והקמת מרכז לנושא.

טבלה 2

שיטה	עקרון	יתרונות	חסרונות
הטמנה	מלוי שטח בעל תשתית מיוחדת, כסוי האשפה בקרקע ושקום השטח עם תום השימוש. איסוף קבוע וטיפול בתשטיפים. איסוף גזים ושריפתם.	השיטה הזולה ביותר ניתן להשתמש בכל סוגי הפסולת, ללא מיון מוקדם. טכנולוגיה פשוטה, יחסית.	ניצול קרקע גבוה וחשש לזהום קרקע, אין הפחתה משקלית של האשפה, אין השבת משאבים, ניצול אנרגיה נמוך, זהום אוויר גלובלי, קונבנציונאלי וטוקסי חשש לזהום מי תהום. תדמית סביבתית ירודה
שריפה MASS BURN	שריפה ישירה של כל הפסולת.	הפחתה משמעותית של נפח ומשקל האשפה הנותר להטמנה. ניתן להשתמש בכל סוגי הפסולת, ללא מיון מוקדם. השבת אנרגיה מהפסולת. השאריות אינן פריקות ביולוגיות ואין חשש להתלקחות.	השיטה היקרה ביותר עלולות להוצר בעיות סביבתיות של זהום אוויר ואפר שבו יש רכוז של מתכות כבדות. נצילות אנרגטית נמוכה בגלל רטיבות גבוהה של האשפה בישראל.
שריפה RDF	הפקת חומר עתיר ארגיה משאריות בעלות ערך קלורי גבוה (נייר, פלסטיק וכו')	מתקבל מוצר בעל ערך קלורי גבוה, הומוגני וקבוע. שיעור אפר נמוך ופחות רעיל. חומר הדלק ניתן לניוד ולכן, יכול להיות מנוצל ע"י צרכני אנרגיה מגוונים.	עלויות גבוהות צורך במיון האשפה ניתן לנצל רק רכיבים מסוימים.
קומפוסטציה	האצת פרוק הרכיבים האורגניים באשפה ע"י מיקרואורגניזמים, בתנאים של נוכחות חמצן ומים ברמה מספקת. התוצר המתקבל הינו קומפוסט, המשמש לטיוב קרקעות עניות בחומר אורגני וחסרות מבנה.	זול מהחלופות האחרות (פרט להטמנה) דרישת השטח הנמוכה ביותר (פרט לשריפה), חסכון בצורך בקרקע להטמנה (ומניעת המטרדים הנילוויים) מתקבל תוצר בעל ערך חיובי לחקלאות ולשקום קרקעות ומניעת מדבור.	בעת התהליך עלולים להפלט מזהמי אוויר וגורמי מחלה נשימים. רצוי למיין את הפסולת לפני התהליך, אחרת עלולים להצטבר מזהמים (מתכות כבדות) בתוצר הסופי, המיושם בקרקעות חקלאיות. אין השבת אנרגיה מהפסולת. יש לפתח את השוק למוצר סופי
תסיסה אנאירובית	תסיסה אנאירובית של החומר האורגני שבפסולת, להפקת ביוגז בעל ערך קלורי גבוה. בתוצר המתקבל, בוצה, ניתן להשתמש לטיוב קרקעות (רצוי בשילוב טיפול איירובי משלים)	פתרון טוב לחומר אורגני מופרד במקור, חסכון בצורך בקרקע להטמנה (ומניעת המטרדים הנילוויים), ניתן לשלב במתקנים גם טיפול בבוצה, ניצול אנרגיה מהאשפה. התסיסה נעשית במתקן תעשייתי סגור, ללא מטרדים חזותיים, מטרדי ריח וזהום אוויר	טכנולוגיה יקרה מקומפוסטציה. עדיפות לתהליך בו מופרדת האשפה. יש צורך בפיתוח שוק למוצר סופי
מיחזור "קלאסי"	השבת רכיבים כמו נייר, קרטון, זכוכית, מתכות, פלסטיק כחומרי גלם ליצור.	השבת חומרי גלם, חסכון בצורך בקרקע להטמנה נכונות מצד האוכלוסיה לשתף פעולה בחלק מהחומרים חוסך המיחזור אנרגיה (אלומיניום, בעיקר)	צורך במיון הפסולת (במקור או במתקן) איסוף נפרד של המתחזרים יקר מאוד. שוק (ומחיר) ח"ג למיחזור נתון לתנודות גדולות. צורך בהבטחת שוק למוצרים סופיים- סגירת מעגל המיחזור
פירוליזה	חימצון בלתי שלם של מרכיבים אורגניים לגז בעל ערך קלורי נמוך המכיל שרשראות קצרות של הידרוקרבוניום וכן CO, CO2, N, H	אין כלל פליטות מהתהליך, ניצול אנרגיה מהפסולת.	קשה להעריך מראש כלכליות התהליך עקב תלות בפרמטרים רבים.

טבלה 3 – קריטריונים לבחירת חלופות לטיפול באשפה

הנתונים עובדו מתוך BARTON (1997),

Developing BPEO of the organic fraction in MSW focusing on Incineration, Composting and Anaerobic Digestion Process, ORBIT 97, p-235-248

פרמטר	שריפה (MASS BURN)	קומפוסטציה פתוחה WINDROW, מתקן פתוח	קומפוסטציה סגורה בריאקטורים, מתקן סגור ומבוקר	תסיסה אנאירובית
גודל אפקטיבי של מתקן	גדול לפחות 150,000 טון לשנה	קטן- לפחות 1000 טון לשנה	בינוני- לפחות 20000 טון לשנה	בינוני- לפחות 20000 טון לשנה
זמן להקמה ותפעול מלא	לפחות 3 שנים	כ 6 חודשים	כשנתיים	שלוש שנים ויותר.
התחייבות חוזית עם המפעיל	20 שנה ויותר	חמש שנים ויותר	10 שנים ויותר	15 שנה ויותר
השקעה	\$100,000 לטון מטופל ביום	\$8,000 לטון מטופל ליום	\$40,000 לטון מטופל ליום	\$100,000 לטון מטול ליום
השפעה על עלויות איסוף	אין	אין אם המיון נעשה במפעל עליה מתונה אם נדרשת הפרדה במקור	אין אם המיון נעשה במפעל עליה מתונה אם נדרשת הפרדה במקור	אין אם המיון נעשה במפעל עליה מתונה אם נדרשת הפרדה במקור
הבטחת עלות לטווח רחוק	בטוח	סביר-בטוח	סביר-בטוח	סבירות נמוכה
NIMBY למתקן	גבוה מאוד	נמוך אם המתקן מרוחק גבוה אם המתקן קרוב	נמוך אם המתקן מרוחק גבוה אם המתקן קרוב	נמוך אם המתקן מרוחק גבוה אם המתקן קרוב

5. סדר עדיפויות לטיפול בנושא הפסולת המוצקה

בבואנו לבחון ולקבוע סדרי עדיפויות וקדימויות לשנוי המצב הקיים של הטיפול באשפה בישראל לקראת תום המילניום הנוכחי, עלינו לבחון את החלופות השונות בהתחשב בקריטריונים הבאים:

I. עלות כל חלופה, חוק או תקנה המתייחסת לכל האשפה או למקטע בודד מתוכה.

II. הנזקים הסביבתיים הכרוכים בכל שיטת טיפול ועלותם

III. התייחסות לפסולת כמשאב ממנו ניתן להפיק חומרי גלם, מוצרים ואנרגיה.

IV. ישימות הפתרונות בטווח הקצר (כאמור, מטרת מסמך זה להציב פתרונות לטווח הקצר)

[טבלה 3 להלן מציגה את הפרמטרים שלהם יש השפעה על קבלת החלטות

לטיפול בחומר האורגני שבאשפה בטווח הקצר].

פרמטר	שריפה (MASS BURN)	קומפוסטציה פתוחה WINDROW, מתקן פתוח	קומפוסטציה סגורה בריאקטורים, מתקן סגור ומבוקר	תסיסה אנאירובית
גודל אפקטיבי של מתקן	גדול לפחות 150,000 טון לשנה	קטן- לפחות 1000 טון לשנה	בינוני- לפחות 20000 טון לשנה	בינוני- לפחות 20000 טון לשנה
זמן להקמה ותפעול מלא	לפחות 3 שנים	כ 6 חודשים	כשנתיים	שלוש שנים ויותר
התחייבות חוזית עם המפעיל	20 שנה ויותר	חמש שנים ויותר	10 שנים ויותר	15 שנה ויותר
השקעה	\$100,000 לטון מטופל ביום	\$8,000 לטון מטופל ביום	\$40,000 לטון מטופל ביום	\$100,000 לטון מטופל ביום
השפעה על עלויות איסוף	אין	אין אם המיון נעשה במפעל עליה מתונה אם נדרשת הפרדה במקור	אין אם המיון נעשה במפעל עליה מתונה אם נדרשת הפרדה במקור	אין אם המיון נעשה במפעל עליה מתונה אם נדרשת הפרדה במקור
הבטחת עלות לטווח רחוק	בטוח	סביר-בטוח	סביר-בטוח	סבירות נמוכה
NIMBY למתקן	גבוה מאוד	נמוך אם המתקן מרוחק גבוה אם המתקן קרוב	נמוך אם המתקן מרוחק גבוה אם המתקן קרוב	נמוך אם המתקן מרוחק גבוה אם המתקן קרוב

5.1 סגירת מזבלות ופתיחת אתרים תקינים

תהליך סגירת המזבלות הפראיות חייב להמשך, אולם, יש להפעיל מערכת תמריצים כלכליים שיצמצמו, ככל האפשר את הצורך בשנוע האשפה ברחבי המדינה. האתרים להטמנת אשפה צריכים לקום על בסיס עסקי, בהתאם לדרישות ולתקנים שיותקנו ויאכפו ע"י המשרד לאיכות הסביבה. הפסקה מדורגת של סבסוד השינוע וההטמנה, הפרטת שירותי הטיפול באשפה, תשלום הרשויות גם בגין העלויות הסביבתיות וכן הפרטת המטמנות יביאו לייעול ולתמחור נכון של הטמנת האשפה. תמחור אמיתי יביא, בסופו של דבר, לצמצום הפער, בו חלופת ההטמנה זולה בהרבה מכל חלופה אחרת.

5.2 מניעת ייצור אשפה במקור

אין ספק, כי מניעת ייצור פסולת הינה הנושא הראשון בו יש לטפל בעת קביעת המדיניות. אם לא תיווצר בעיה, לא נצטרך למצוא פתרונות קצה יקרים ומסובכים יותר. אם זאת, יש לזכור, כי אין אפשרות להגיע למצב בו לא מיוצרת פסולת כלל. מניעת ייצור פסולת צריכה להיות מלווה במערכת תמריצים מתאימה שתעודד הפחתה זו. העידוד יכול להיות הן ע"י חינוך והסברה והן ע"י תמרוץ כלכלי (תשלום לפי נפח/כמות אשפה מיוצרת). רצוי לעודד שמוש במלאנים (חומרי ניקוי ועוד) הארוזים באריזות רכות, שימוש בתרכיזי משקאות קלים וכו'. כן יש לעודד סטנדרטיזציה ומודולריזציה של אריזות משלוח אשר יקלו לעשות שימוש חוזר באריזות אלו. דרך נוספת לעידוד הפחתת כמות האשפה הנוצרת היא ע"י ניהול משק אשפה סגור. הנסיון בעולם מצביע כי הטלת מס על כל שקית אשפה (pay per bag), הינה דרך להפחתה של 10-20% ממשקל האשפה ולהפחתה של כ 40% מנפחה, הודות לתמריץ שניתן לתושבים. שיטה זו יעילה יותר וניתנת ליישום בקלות יחסית בבתים צמודי קרקע ואילו בבניה רוויה היישום והאכיפה קשים יותר. קידום ויישום הנקודות שהועלו לעיל, כרוך בהסברה ובחינוך אינטנסיביים לציבור, בעירוב התעשייה והתאמת המוצרים לדרישות.

5.3 הפרדת פסולת

בעת גיבוש מדיניות, יש לפעול, קודם כל למציאת פתרונות הניתנים ליישום לרכיבים העיקריים שבפסולת. התמקדות בשוליים אינה מביאה לפתרונות כוללניים ועלותם, בד"כ, גבוהה.

[כך, למשל, איסוף מיכלי PET הינו יקר מאוד וההשלכות הסביבתיות ניכרות (זהום אוויר מרכבי איסוף, לדוגמא). גם אם ייאספו כל מיכלי ה PET, לא תפטר בעית האשפה בישראל].

בטרם תופרד האשפה, יש להבטיח את סגירת המעגל. אין להתחיל מהלך מבלי שנתפרו הקצוות ונמצא פתרון לאשפה המופרדת. מציאות מפעלי מיון, מיחזור וקומפוסטציה שיוכלו לקלוט את החומר לעבדו ובסופו של דבר, למכור את המוצר הסופי- הינו תנאי מוקדם. אחד הגורמים שמעכבים את התפתחות תעשיית המיחזור בארץ הינו חוסר יכולתם של מפעלי המיחזור למכור את מוצריהם. מפעלי המיון והמיחזור הופכים למחסנים, כאשר הדרכים לריקונם כוללות ייצוא פסולות לחו"ל. אין פסול בייצוא פסולות לחו"ל, אולם, עידוד ופתוח השוק למוצרים הסופיים יעלה את הכנסות התעשייה ויעודד את תעשיית המיחזור המקומית.

הגברת המודעות לשימוש בחומרים ממוחזרים, ע"י חיוב השימוש ו/או ע"י סבסוד ביאו להגברת היקף המיחזור, לביסוס שוק המוצרים וליצירת ביקוש למוצרים אלה ע"י הצרכנים. מטבע הדברים, יצירת הביקוש תאפשר הוזלת מוצרים אלה ושיווקם, על בסיס תחרותי- עסקי, בנוסף למוצרים העשויים חומרי גלם בתוליים. גם כאן, יש לזכור ולהדגיש, כי **מדיניות הסבסוד צריכה להיות רק לשלבים הראשוניים, עד להתבססות התעשיות ולהבטיח כי לא יוקמו תעשיות כושלות על "מזבח המיחזור"**.

יש ליצור מערכת הזדמנויות שווה למוצרים ממוחזרים. לדוגמא, מכרזי מע"צ דורשים שמוש בעץ. במצב כזה אין סכוי לחברה המייצרת תחליפי עץ מפלסטיק ממוחזר, סכוי לזכות במכרזים הני"ל. אם המכרזים יאפשרו (או אף יעדיפו) השימוש במוצרים מפלסטיק ממוחזר, יכללו גם את עלות התחזוקה השוטפת של העץ (עלות גבוהה, שלא קיימת כלל במוצרי הפלסטיק הממוחזר), אין ספק כי מוצרי המיחזור יהיו בני תחרות למוצרי העץ.

5.3.1 הפרדת פסולת במקומות מרוכזים

בהערכה זהירה, אשפה מסחרית בערים הגדולות מהווה כ 20-30% מכלל הפסולת העירונית. פסולת זו יכולה להיות מופרדת בקלות ע"י בתי עסק ומקומות מרוכזים. מבחינת סדרי עדיפויות, יש להתחיל בהפרדה בערים הגדולות, בתל אביב ובגוש דן וכן בירושלים ובחיפה, בהן גם שיעור היומים (עובדים השוהים בעיר במשך היום ועוזבים אותה בלילה) המשתמשים בשירותי מסעדות ומקומות מסחר, גבוה במיוחד.

מדובר, למעשה בשני רכיבים :

- A. קרטונים הניתנים לדחיסה, הובלה ומיחזור כמשאב בעל ערך כלכלי.
- B. אשפה אורגנית ממקורות מרוכזים (שיירי מזון משווקים, מרכולים, מסעדות, חדרי אוכל במקומות עבודה, מלונות, בתי אבות ועוד) הניתנת להעברה, ללא מיון נוסף, לאתר בו יוכן מהאשפה האורגנית קומפוסט.
- בישראל נצרכים כ 210,000 טון קרטון לאריזה בשנה. כ 50,000 טון מהם נאספים ע"י חברת אמניר וממוחזרים במפעלי הנייר (מתוך : סקר לקביעת כמות האריזות בישראל, א.א. מהנדסים 1994), שאר הקרטון מגיע לאתרי סלוק האשפה.
- הקרטונים** מהווים למעלה מ 60% מהפסולת המסחרית וניתן, כבר כיום, להפנותם למיחזור ללא השקעות כבדות. דחיסתם בדחסנים תפחית באופן ניכר את נפחי האצירה של פסולת זו ותקל על העברת החומר למיחזור. בנוסף, יש לחייב גם ספקים (חנויות מוצרי חשמל ומחשבים, בעיקר) לקחת בחזרה אריזות קרטון ולדחוס אותן.
- הדרכים האופרטיביות למימוש החלטה כזו יכולות להיות באמצעות תקנות וחוקי עזר עירוניים ומתמרצות ע"י מתן הנחה בתשלומי ארנונה של בית העסק (ראה חוק עזר של עיריית ראשון לציון בנושא הקרטון).
- הפרדת **הפסולת האורגנית** גם היא אפשרית ליישום בקלות יחסית. כיום, ניתן לטפל בפסולת זו רק ברשויות בצפון הארץ שיכולות להעביר פסולת זו למתקני הקומפוסטציה בעפולה או נעמן. אין טעם בהפרדת פסולת אורגנית ממקומות מרוכזים כל עוד אין תשתית שיכולה לקלוט חומר זה, להופכו לקומפוסט ולמוכרו, בסופו של דבר. לפיכך, יש לעודד הקמת מתקנים כאלה גם באיזור מרכז הארץ תוך כדי פתוח השוק למוצר זה.

5.3.2 הפרדת פסולת במשקי הבית

השלב הבא בהפרדת הפסולת יהיה הפרדה במקור, בבתי התושבים. שוב, מתוך התבוננות בהרכב האשפה, הדגש בהפרדה צריך להיות על הפרדת החומרים האורגניים (כולל גזם וחיתולים חד פעמיים) מכלל החומרים האחרים. כנושא התלוי בפעולתו של כל אזרח ואזרח, חייבת הפעולה לפתרון בעיות הפסולת העירונית המוצקה להיות מלווה בפעילות חינוך, הסברה ושיתוף האוכלוסיה.

בבתים צמודי קרקע מעודד המשרד לאיכה"ס, בשיתוף עם רשויות מקומיות רכישת קומפוסטרים ביתיים. כיום, הפניה לאזרח היא על בסיס רצונו הטוב, ללא מערכת כלכלית המזכה את האזרח בגין הפחתת כמויות הפסולת אותן הוא מעביר לטיפול הרשות.

בבניה רוויה, בה קיים קושי טכני להפעיל קומפוסטרים ביתיים/ שכונתיים, יש להצטייד במערכת כפולה של מכולות לאצירת האשפה וכמובן מערכת הסברה, פרסום וחינוך. עלויות האיסוף אינן אמורות להשתנות, שכן הודות למשטר איסוף שונה, ישאר היקף הפנוי זהה ורמת השרות לתושב לא תפגע.

בניגוד להפרדת אשפה במקומות מרוכזים, בהם האכיפה והפקוח קלים באופן יחסי, הרי שבמקרה של הפרדה במקור המצב מסובך יותר. כמובן, ששיטה זו יעילה יותר וניתנת ליישום בקלות יחסית בבתים צמודי קרקע ואילו בבניה רוויה היישום והאכיפה קשים יותר.

כפועל יוצא מהפרדת הזרמים, ליבש ורטוב, ניתן יהיה למיין את חומרי הגלם הקלאסיים למיחזור (נייר, פלסטיק, זכוכית וכו') ביתר יעילות וערכם כחומרי גלם יעלה (הנייר יהיה יבש, לא יתסוס, ולכן ערכו יהיה גבוה יותר).

5.4 בחינה וקידום טכנולוגיות חלופיות לטיפול באשפה

מטרת מסמך זה לקבוע עדיפויות וקדימויות בנושא הטיפול באשפה לטווח של כ 5 שנים. הפעולות שצוינו לעיל הינן פעולות שניתן ליישמן בפרק זמן זה. עם זאת, יש לבחון במקביל לפעולות האופרטיביות הנ"ל גם פתרונות נוספים כגון שריפת אשפה, תסיסה אנאירובית וכו'.

יש לבחון טכנולוגית, כלכלית וסביבתית את ישימות פתרון השריפה המסית, שריפה של שיירים מבוקרים של אשפה (שיירי נייר, פלסטיק פרט ל PVC, גזם ושיירי עץ) או שימוש במקטע עשיר האנרגיה של האשפה בתעשיית המלט.

בסדרת הפעולות המומלצת ניתן להגיע לשימוש במירב כמות האשפה: קרוב למחצית מהאשפה תועבר להכנת קומפוסט ולשימוש לטיוב קרקע ולהעלאת יבולים בחקלאות;

כ 20% מהאשפה תשמש כחומר גלם משני לתעשיית המיחזור (בחלקה הגדול להחלפת יבוא);

כ 20% מהאשפה ישמש ליצור אנרגיה ולהחלפת השימוש בדלקים פוסיליים.

בפעולה מתמידה בכיוון זה ניתן יהיה להקטין בהרבה שטח המזבלות בארץ, להקטין סכנת זיהום ולפתור את בעיית האשפה בדרך סביבתית וכלכלית.

טבלה מס' 4 מרכזת את סדרי העדיפויות שהוצגו במסמך זה.

כלים נדרשים/ אפשריים/ רצויים ליישום	פעילות	
<p>1. הפסקה מדורגת של סבסוד השינוע וההטמנה</p> <p>2. תמחור ריאלי, כולל עלויות סביבתיות, של המטמנות והפעלתן על בסיס איזורי, פרטי, עסקי ותחרותי, תוך אכיפת התקנים ע"י המשדד לאיכה"ס.</p> <p>3. תמחור ריאלי של כל החלופות לטיפול באשפה, הפנמת העלויות החיצוניות והבטחת משק כלכלי סגור לטיפול באשפה</p>	<p>סגירת מזבלות קיימות ופתיחת אתרים תקינים (כולל אתרים המופעלים ע"י יזמים פרטיים העומדים בכל התקנים הנדרשים)</p>	<p>1</p>
<p>ברוב המקרים, קשורים בעלי העסקים עם קבלנים פרטיים ולמעשה, התשלום בגין פנוי הפסולת הינו ביחס ישר לכמותה. קל לאכוף תקנות הפרדה בבתי עסק ומסחר באמצעות חוקי עזר עירוניים.</p> <p>תחת המטרה הכוללת של מציאת פתרונות כלכליים וסביבתיים לטיפול בפסולת המוצקה:</p> <p>יש להבטיח סגירת מעגל המיחזור (קרטון, נייר, פלסטיק זכוכית וקומפוסט).</p> <p>3. עידוד הקמת מפעלי קומפוסטציה במרכז הארץ ובדרומה, תוך פיתוח שוק לקומפוסט.</p>	<p>צמצום ייצור פסולת מסחרית צמצום נפחים והפרדת פסולת במקומות מרוכזים [בעיקר, קרטון וחומר אורגני משווקים ומרכולים].</p>	<p>2</p>
<p>עודד קומפוסטציה ביתית בבתיים צמודי קרקע. בשלב הראשון העדוד כולל סבסוד חלק מעלות רכישת הקומפוסטר הביתי אולם, ע"י יצירת משק כספי סגור לטיפול באשפה בשלוב תמריצים כלכליים, סביר כי שיעור ההפחתה יגדל.</p> <p>יצירת משק כספי סגור לטיפול באשפה בשלוב תמריצים כלכליים בבניה רוויה.</p> <p>הבטחת יכולת קליטת החומרים המופרדים במתקני קומפוסטציה, מיחזור או שריפה.</p> <p>הבטחת שוק למוצרים הממוינים והממוחזרים.</p>	<p>צמצום נפחים והפרדת פסולת במשקי בית</p>	<p>3</p>

<p>כל הפעולות הנ"ל חייבות להיות משולבות עם פעולות: חינוך והסברה לצריכת חומרים ממוחזרים יצירת בסיס שווה להשוואת החלופות (בתול/ ממוחזר)</p>		
<p>בדיקה כלכלית וסביבתית של חלופות נוספות לטיפול באשפה- שריפה, תסיסה אנאירובית ועוד.</p>	<p>בחירת חלופות נוספות לטיפול באשפה</p>	<p>4</p>

טבלה 4: סדרי עדיפות לטיפול בפסולת עירונית מוצקה בישראל.

סיכום והמלצות

ניהול משק האשפה בישראל צריך להיות מבוסס על קשת פתרונות, שרק שילוב מושכל ביניהם יביא למטרה: להבטיח כי האשפה הנוצרת בארץ תטופל כראוי. מטרה זו תושג ע"י בחירת החלופות הכלכליות ביותר תוך אימוץ עקרון "המזהם משלם". הרשות המקומית תהא אחראית על אצירה, איסוף וסילוק הפסולת המוצקה, כאשר העלויות לטיפול באשפה, לכל אורך השרשרת, מהעריסה לקבר, כוללות גם את העלויות הסביבתיות.

סדר הפעולות והעדיפויות המוצע

1. סגירת מזבלות ופתיחת אתרים תקינים
הפסקה מדורגת של סבסוד השינוע וההטמנה
הפרטת שירותי הטיפול באשפה, כולל המטמנות
תשלום הרשויות גם בגין העלויות הסביבתיות (מס הטמנה)
2. מניעת ייצור אשפה מסחרית
תנאים הכרחיים לביצוע: תמריצים כלכליים להפחתת כמות ונפח האשפה (בעיקר לקרטון ולחומר אורגני), סגירת מעגלי המיחזור (קיום מפעלים שיקלטו החומר ויעבדו אותו, שוק למוצר המוגמר).
פעולות נדרשות: התקנת דחסנים לקרטון, הפרדה וקומפוסטציה של חומר אורגני (משווקים ומרכולים).
3. הפחתה וצמצום נפחים במשקי הבית

תנאים הכרחיים לביצוע: תמריצים כלכליים להפחתת כמות ונפח האשפה (תשלום לפי משקל או נפח אשפה), חינוך והסברה, סגירת מעגלי המיחזור.
פעולות נדרשות: **עדוד והכשרה לבצוע** קומפוסטציה ביתית (צמודי קרקע), הפרדה במקור (בניה רוויה).

4. בחינת חלופות טכנולוגיות לטיפול באשפה
בחינה כלכלית וסביבתית של חלופות נוספות לטיפול באשפה כגון שריפה ותסיסה אנאירובית.

איכות הסביבה הימית בישראל

מכין המסמך: פרופ' יובל כהן- מנהל המכון לחקר ימים ואגמים

[לא נערכה סדנא לדיון ולסכום החומר]

1. מבוא

החופים ומי החופים של ישראל, בים התיכון ובמפרץ אילת, הם משאבי טבע ייחודיים ובעלי חשיבות רבה להתפתחות הכלכלית של המדינה ולרווחת תושביה כיום ובדורות הבאים. משאבי טבע אלה מצויים כיום בעין הסערה של הוויכוח על "תמונת העתיד" של המדינה.

מרבית האוכלוסייה, הפעילות הכלכלית ומערכות התשתית של המדינה מרוכזים ברצועה צרה לאורך כ-190 ק"מ של חוף הים התיכון. בשנים האחרונות מתרחשת באזור זה תנופת פיתוח ללא תקדים, והלחצים להמשך הפיתוח והתחרות בין שימושי קרקע שונים - במיוחד בצמוד לקו החוף - גוברים בהתמדה. כיום כשלושה רבעים של החוף עדיין בלתי מפותחים או שהינם חופים המשמשים לנופש ורחצה, אולם מימושן של כל תכניות הפיתוח הקיימות, שמרביתן עדיין שנויות במחלוקת, יביא ללא ספק לשינוי דרמטי באופיו של קו החוף, בעיקר בסמוך לערים הגדולות ולמוקדי התיירות. תנופת הפיתוח עתידה לפלוש בקרוב גם אל תוך הים במנותק מהחוף. מרחב מימי החופים נוצל עד כה בעיקר לצורכי ספנות, ביטחון, דיג וסילוק פסולת, אולם עתה נבחנות תכניות לניצולו לשימושים חדשים, כגון בניית איים מלאכותיים למגורים, מלונאות, שדות תעופה ומתקני תשתית אחרים, העברת צנרת גז טבעי, התפלת מי ים, כריית חומרי גלם לבנייה ופיתוח חקלאות ימית בהיקף נרחב. פעילויות אלה, ביחד עם ההרחבה המתוכננת של נמלי חיפה ואשדוד, בניית נמל לפריקת פחם באשקלון ותוספת מרינות לאורך החוף, יביאו גם לגידול משמעותי בתעבורה הימית במימי החופים.

במפרץ אילת אורכו של החוף הישראלי כ-14 ק"מ. המפרץ וחופיו הם מערכת סביבתית ייחודית המהווה מוקד משיכה תיירותי גדול. לחצי הפיתוח לאורך החוף חזקים, וצפוי שאף יתגברו בעתיד הן עקב הפעילות התיירותית והן בשל היותו של מפרץ אילת קצהו של נתיב הספנות הקושר את ישראל עם האוקיינוס ההודי.

יזומות הפיתוח בחופים ובים מעוררות התנגדות ציבורית גוברת, אשר מקבלת גם ביטוי בולט באמצעי התקשורת. התחושה הרווחת בציבור היא, שתהליכי קבלת ההחלטות על יזומות אלה אינם מבוססים על ראייה ותכנון כוללניים, ושמערכת התכנון הלאומית, שקבעה עדיפות לניצול משאבי החוף ומימי החופים לתועלת כלל תושבי המדינה, אינה עומדת עוד בלחצים לסטות מעיקרון זה המונעים ע"י אינטרסים כלכליים צרים וקצרי טווח.

העימות בין גורמי הפיתוח לבין המצדדים בשימור מרבי של ערכי הטבע והנוף בחופים ובים משקף בראש ובראשונה עמדות ערכיות והשקפות עולם שונות, ולכן חורג מתחום ההגדרה המקובל של "איכות הסביבה". יחד עם זאת, אין ספק שהמשך לחצי הפיתוח לאורך החופים והגברת הפעילות במימי החופים עלולים לגרום להחרפתן של הבעיות הסביבתיות הן בים התיכון והן במפרץ אילת.

שלוש הבעיות הסביבתיות העיקריות בחופים ובמימי החופים של ישראל הן: הפרת מאזן החולות בחוף הים התיכון; זיהום הים והחופים; ושינויים במגוון הביולוגי והרס

ערכי טבע ייחודיים במימי החופים. בעיות אלה אינן ייחודיות לישראל; הן קיימות במידה שונה של חומרה בכל המדינות הגובלות בים, וההתמודדות עמן היא אתגר כלל-עולמי המטופל במסגרות של דברי חקיקה ותכניות פעולה לאומיות ואמנות ותכניות פעולה אזוריות ובינלאומיות.

מסמך זה מציע סדר עדיפות לאומי בתחום איכות הסביבה הימית על סמך ניתוח המצב הקיים בישראל והניסיון המצטבר בעולם בתחום זה.

2. בעיות איכות הסביבה הימית בישראל.

2.1 הפרת מאזן החולות בחוף הים התיכון

השינויים במאזן החולות כתוצאה מפעילות אנושית הם הבעיה הסביבתית החמורה ביותר לאורך החוף הים-תיכוני של ישראל. ההתמודדות עם בעיה זו תהיה קשה יותר ככל שיתקדם הפיתוח לאורך החופים ובמימי החופין.

חופי ישראל מגבול מצרים ועד לעכו ניזונים מחול שמקורו בדלתא של הנילוס. החול מוסע באמצעות הגלים וזרמי הים מזרחה לאורך חופי סיני, ומשם תנועתו ממשיכה תוך החלשות לאורך חופי ישראל עד למפרץ חיפה. התבנית המדויקת של תנועת החול עדיין אינה ידועה בוודאות. למרות שבדרך כלל הסעת החול נטו* לאורך כל חופי ישראל היא מדרום לצפון, בשנים מסוימות ייתכנו מצבי ים היכולים לגרום לשינוי זמני במשטר תנועת החול ולהסעה נטו של חול מצפון לדרום בחופים שמצפון לשפיים.

ע"פ הערכה, כמות החול נטו המוסעת צפונה באזור אשדוד בשנה ממוצעת היא כ-240,000 מ"ק. למפרץ חיפה מגיעה בשנה ממוצעת כמות חול נטו של כ-100,000 מ"ק בלבד. ההפרש בין הכמויות באשדוד ובחיפה נובע כנראה מכך שתוך כדי תנועתו של החול צפונה והזנת החופים, חלקו מוסע בניצב לחוף לכיוון המים העמוקים ויוצא מהמערכת החופית, וחלקו מנושב ע"י הרוח אל גב החוף ומזין את הדיונות החופיות.

המאזן הטבעי שבין הזנת החופים בחול לבין סילוקו מהם ע"י פעולת הגלים והרוח שמר על יציבות יחסית של קו החוף במשך לפחות כ-2000 שנה. מאזן זה הופר במאה הנוכחית כתוצאה מכריית חול בחופים ובניית מבנים ימיים. כרייה מסיבית של חול בחופים לצורכי בנייה החלה בראשית המאה ונמשכה עד להפסקתה ע"פ חוק ב-1965. אין נתונים מדויקים על כמויות החול שנכרו בכל החופים, אולם בצילומי אוויר של החוף משנות ה-50 וה-60 נראות בבירור צלקות כרייה במקומות רבים. ע"פ הערכה גסה כמות החול הכללית שנכרתה בחופים היתה בסדר גודל של 10 מיליון מ"ק.

הקמת מבנים ימיים בצמוד לחוף או בקרבתו כגון: נמלים, מעגנות, בריכות למי קירור בתחנות כוח, דורבנות ושוברי גלים, יוצרת הפרעות לתנועת החול לאורך החוף, שהיקפן ופרק הזמן שהן נמשכות עד להשגת שיווי משקל חדש (עקיפת המבנה ע"י החול) תלויים במימדי המבנים ובמידת חדירתם אל תוך הים. כתוצאה מכך נלכד ומצטבר חול בצד המבנים שממנו מגיע החול, ובצדו השני, במורד כיוון תנועת החול, נגרמים חתירה והרס המתבטאים בנסיגת קו החוף ובהעמקת

* "ההסעה נטו" היא ההפרש שבין תנועות החול בכיוונים מנוגדים במצבי ים שונים.

האזור הצמוד לו. כך נוצרו התופעות של הצטברות חול והתרחבות החופים בצד הדרומי של מרבית המבנים הימיים והרס החופים הסמוכים שמצפון להם. הקמתם של איים מלאכותיים מול החוף הנבנת כיום עלולה לגרום לתופעות דומות.

תנופת הבנייה של מבנים ימיים לאורך חופי ישראל החלה בסוף שנות ה-50. כיום קיימים יותר מ-50 מבנים כאלה, כאשר ההשפעה המשמעותית ביותר על הסעת החולות נגרמה ע"י נמל אשדוד, ששובר הגלים הראשי שלו מגיע עד לעומק מים של 14 מ'. מאז הקמת הנמל ב-1957 החוף הסמוך לו התרחב בכ-100 מ'; כמות החול הכללית שנלכדה מדרומו (בחוף ועל קרקעית הים) מוערכת בכ-4.5 מליון מ"ק. עדיין לא ברור האם כיום, 30 שנה לאחר הקמת הנמל, הושג בסביבתו שיווי משקל חדש מבחינת תנועת החול ומהי כמות החול העוקפת אותו. ע"פ הערכות שונות ממשיכים להצטבר מדרום לנמל כ-130,000 מ"ק חול מדי שנה. לפי אומדן גס, כל המבנים הקיימים לאורך חופי ישראל לכדו עד כה בקרבתם כ-10 מליון מ"ק חול.

כאמור, מעבר להשפעות של מבנים ימיים על קטעי החוף הסמוכים, יש להם גם השפעה מצטברת על מאזן החול החופי. האומדן לעיל של כ-20 מליון מ"ק חול, שכחציים סולק מהחופים ע"י כרייה וכחציים נלכד ע"י מבנים ימיים, שווה לכמויות החול נטו המזינות את כל חופי ישראל במשך כ-60 שנים.

מימצאים ארכיאולוגיים, שנחשפו בשנים האחרונות על קרקעית הים במים רדודים מול עתלית ומעגן מיכאל, תומכים במסקנה שכיום מאזן החול בחופים גרעוני; מצבם מצביע על כך שבמשך אלפי שנים הם השתמרו תחת שכבת חול אשר הוסרה רק לאחרונה. לעומת זאת, מחקרים, שנערכו לאחרונה על שינויים רב-שנתיים במיקומו של קו החוף באזור שבין פלמחים לבית ינאי על סמך ניתוח של צילומי אוויר ומפות של קרקעית הים משנים שונות, אינם מצביעים על תהליך כללי של נסיגתו. לכן המסקנה העולה מכל המידע הקיים שעדיין לוקה בחסר היא, שהחל תהליך כללי של בליית החופים אשר כבר השפיע על קרקעית הים הרדודה, ויתכן שגם גרם להצרתם של קטעי חוף מסויימים, אולם עדיין לא גרם לנסיגה כללית משמעותית של קו החוף.

בנוסף להקטנת שטח החוף, השינויים במאזן החולות לאורך החוף עלולים לגרום גם להאצת תהליך ההרס של מצוק הכורכר החופי, וכתוצאה מכך לסיכוני נפש ורכוש, להאצת תהליך ההמלחה של אקוויפר החוף, לערעור היציבות של מבנים חופיים ולהרס אתרים ארכיאולוגיים וערכי טבע בחוף ובים. כך לדוגמא, הרס החוף גרם בזמנו לנזק לעתיקות הפארק הלאומי באשקלון. דוגמא נוספת היא תכנית המרינה של חיפה - שם החשש העיקרי משינוי בתבנית הסעת החולות באזור הוא כיסוי בחול של קרקעית הים הסלעית באזור תל-שקמונה והרס בית גידול ייחודי זה המיועד לשמורת טבע.

לאור מצבם הנוכחי של חופי ישראל, ברור החשש מהפרעות נוספות לתנועת החולות העלולות להגרם ע"י מבנים ימיים חדשים בצמוד לקו החוף ובמימי החופין, ובכלל זה הקמת איים מלאכותיים. בראייה לטווח ארוך יש לקחת בחשבון גם, שמצב החופים עלול להחמיר עקב העלייה האפשרית במפלס הים כתוצאה מתהליך ההתחממות הגלובלי ("אפקט החממה"). ע"פ ההערכות המקובלות כיום צפויה עלייה של מפלס הים הגלובלי ב-18 ס"מ עד לשנת 2030 וב-70 ס"מ עד

לשנת 2100, אולם יתכן שהשינויים המקומיים במפלס הים, במיוחד בימים סגורים למחצה כמו הים התיכון, יהיו אף יותר גדולים.

2.2 זיהום הים והחופים

כמו במרבית המדינות החופיות, גם בישראל המקורות העיקריים לזיהום הים הם מרכזי האוכלוסייה והפעילות התעשייתית ביבשה. מקורות זיהום נוספים הם כלי שיט ומסופי דלק וכימיקלים ופעילויות שונות בחופים ובים. בשנות ה-70 רווח הטיעון אשר מושמע לעיתים גם כיום, שמאחר שישראל ממוקמת ב"מורד" הזרימה הכללית במזרח הים התיכון, שכיוונה ממערב למזרח, היא מושפעת מאוד מזיהום שמקורו במדינות ב"מעלה" הזרם, ובעיקר יצואניות הנפט בצפון אפריקה. טעון זה אינו תואם את המידע הקיים הן על סוגי המזהמים במימי החופין של ישראל והן על תבנית הזרימה המפורטת באזור. ה"יבוא" המשמעותי היחידי של זיהום לתחום מימי החופין של ישראל הוא פסולת מוצקה, המגיעה לעיתים מלבנון (בעת זרימה שכיוונה הפוך לכיוון הזרימה השולט), ופסולת המושלכת מכלי שיט בים הפתוח. ככל הידוע, גם לחוף ולתחום הימי של ישראל במפרץ אילת לא מגיע כיום זיהום משמעותי שמקורו במדינות השכנות.

בשלושת העשורים האחרונים, ובמיוחד מאז ראשית שנות ה-80, ההיקף ודרגת החומרה של זיהום החופים ומימי החופין של ישראל הן בים התיכון והן במפרץ אילת פחתו בשיעור ניכר כתוצאה משילוב של כמה גורמים: ראשית, התפתחותה של מודעות מימסדית וציבורית לבעיית זיהום הים והקמתה של מערכת ממשלתית מקצועית לטיפול בה; שנית, הצטרפות המדינה לאמנות ופרוטוקולים בינלאומיים ואזוריים בעניין מניעת זיהום הים שחייבה התקנת חקיקה לאומית ונקיטת פעולות ליישום הוראותיהם; שלישית, התקדמות פרויקט הביוב הארצי והטיפול בביוב בכלל, והמגמה של ייעול השימוש במים בתעשייה שהביאו לצמצום ההזרמה של ביוב ושפכים לים.

כיום רמת הזיהום הכללית הן לאורך חוף הים התיכון והן במפרץ אילת אינה גבוהה ביחס למדדים לאיכות הסביבה הימית המקובלים בעולם, אולם עדיין קיימות בעיות זיהום מקומיות משמעותיות, שהחמורה שבהן היא זיהומו של מפרץ חיפה.

יותר מ-100 מפעלים, ערים ויישובים קטנים מזרימים כיום שפכים באיכויות שונות למימי החופין של ישראל בים התיכון, ישירות או בעקיפין דרך נחלי החוף. ההזרמה הישירה של ביוב גולמי לים, שהיתה תופעה נפוצה בעבר הופסקה כמעט לחלוטין. נהריה ועכו הן ערי החוף היחידות שעדיין אינן מחוברות למכונני טיהור ומזרימות לים ביוב גולמי (לאחר סינון ראשוני). כמה ערים מזרימות ביוב גולמי לים לפרקי זמן קצרים בעת עומס או תקלות במכונני הטיהור. כמו כן מוזרמים אל הים קולחים מכמה מכונני טיהור, אולם בדרך כלל רמת המזהמים בהם נמוכה. אחד ממקורות הזיהום המשמעותיים ביותר במימי החופין הוא הבוצה המשופעלת מהמכון לטיהור שפכי גוש דן המוזרמת אל הים במרחק של כ-5 ק"מ מהחוף מול פלמחים.

שפכי תעשייה באיכויות שונות מוזרמים הן ישירות לים והן לחלק מנחלי החוף. כללית, היקף ההזרמה לים של שפכים אלה ורמת המזהמים המסוכנים בהם מצומצמים לעומת

העבר, אולם כמה מפעלים עדיין מהווים מוקדי זיהום משמעותיים. הבעיה העיקרית בתחום זה היא ההזרמה המסיבית של שפכי תעשייה לנחל הקישון. נחלי החוף מהווים מקור משמעותי לזיהום מימי החופין בנוטריאנטים (תרכובות זמינות ביולוגית של חנקן, זרחן וצורן המהוות "חומרי דשן" להתפתחות אצות). לנחלים מוזרמות כמויות גדולות של ביוב גולמי, קולחים ומי נגר חקלאיים המכילים כמויות ניכרות של נוטריאנטים. כתוצאה מכך מרבית הנחלים הם בקטגוריה של "רמת זיהום גבוהה" ביחס למדדים לאיכות מי נחלים המקובלים בעולם. נחל הקישון הוא המזוהם ביותר, ולאחריו הנחלים המזוהמים ביותר הם: שורק, פולג ואלכסנדר. משקעי הקרקעית והחומר החלקיקי המרחף במרבית הנחלים מועשרים במתכות כבדות ובחומרים אורגניים. בשנים גשומות מאוד החומר המזוהם שבנחלים מוסע אל הים.

כמויות נוספות של נוטריאנטים, כמו גם מתכות כבדות, מגיעות למימי החופין באופן בלתי ממוקד דרך האטמוספירה (כחומרים ספוחים על חלקיקי אבק ומומסים במי גשם). המעקב השיטתי אחר הזיהום ממקורות אטמוספיריים לאורך החוף החל רק לאחרונה, ועדיין אין מספיק נתונים כדי להעריך באופן מהימן את משמעותו. עודפי נוטריאנטים במימי החופין ושינוי היחסים ביניהם עקב הזרמת נוטריאנטים ממקורות יבשתיים עלולים לגרום לתופעות בלתי רצויות. מדאיגה במיוחד האפשרות של התפתחות פריחות של אצות רעילות, כפי שקרה במקומות רבים בעולם. למעט במפרץ חיפה, עד כה לא ידוע על תופעות כאלה במימי החופין של ישראל. הפוטנציאל להתפתחותן מחייב מעקב שיטתי אחר ריכוזי הנוטריאנטים ואוכלוסיות האצות במימי החופין.

השפעות הזיהום ממקורות יבשתיים חמורות במיוחד במפרץ חיפה. מקור הזיהום העיקרי הוא נחל הקישון, אשר בנוסף לנוטריאנטים מזוהם מאוד גם במתכות כבדות, תרכובות אורגניות שמקורן בנפט וחומרים אורגניים שמקורם בביוב וקולחים. כל הנוטריאנטים המוזרמים לנחל מוסעים למפרץ חיפה. המזוהמים האחרים, שברובם ספוחים על חלקיקים (מוצקים שמקורם במפעלים וסחף מאגן ההיקוות של הנחל), שוקעים בחלקם לקרקעית הנחל וחלקם מוסעים למפרץ. באירועי שטפונות כמויות גדולות של משקעי הקרקעית המזוהמים שבנחל מוסעים לאזור המוצא שלו, ובחלקם מתפזרים ברחבי מפרץ חיפה.

עקב הזיהום בנוטריאנטים, ובמיוחד בזרחות, ריכוזי האצות במפרץ חיפה בדרך כלל גבוהים יחסית למצב הכללי במימי החופין. מבחינה זו המפרץ מצוי למעשה במצב גבולי תמידי, שכל שינוי סביבתי עלול לגרום מייד להחמרתו. כך בתנאים מטאורולוגיים מסויימים ובעת הזרמות חריגות של שפכים לקישון אירעו במפרץ פריחות מסיביות של אצות שגרמו מטרד ניכר למתרחצים בחופיו, ואשר כללו גם אצות המשתייכות לקבוצות הידועות כרעילות ליצורים ימיים.

במשקעי הקרקעית ובחלקיקים המרחפים במפרץ חיפה יש העשרה ניכרת במתכות כבדות. בולט במיוחד הזיהום בכספית שמקורו בדרום המפרץ בקישון ובצפונו ב"תעשיות האלקטרוכימיות". מאמצע שנות ה-80 חלה ירידה ברמת הזיהום בצפון המפרץ, כתוצאה מצמצום פליטת הכספית מה"תעשיות האלקטרוכימיות" והסילוק של חלקיקי קרקעית מזוהמים מהמפרץ לים הפתוח ע"י פעולת הגלים. לעומת זאת חלה עלייה מדאיגה ברמת

הזיהום בכספית במשקעי הקרקעית באזור שפך הקישון. באזור זה יש גם זיהום משמעותי בקדמיום ובתרכובות אורגניות שמקורן בנפט.

במינים שונים של בעלי חיים שוכני קרקעית במפרץ חיפה יש העשרה במתכות כבדות, ובחלקם נמצאו גם מזהמים אורגניים בריכוזים נמוכים. בדגים מהמפרץ יש העשרה בכספית, אולם מראשית שנות ה-80 היא במגמת ירידה, וכיום, בניגוד למצב אז, כל הדגים ראויים למאכל ביחס לתקן הישראלי לריכוז המירבי של כספית המותר בדגי מאכל.

מחוץ למפרץ חיפה נמצא זיהום משמעותי במתכות רק באתרי הזרמה ישירה של שפכים לים ובסמוך למוצאי נחלי החוף. במשקעי הקרקעית באזור המוצא של הבוצה מהמפעל לטיהור שפכי גוש דן יש העשרה ניכרת במתכות כבדות ובחומר אורגני, ובגוף המים באזור יש העשרה בנוטריאנטים.

בדרך כלל בבעלי חיים שוכני קרקעית לאורך החוף ועל מדף היבשת אין זיהום משמעותי, אולם במקומות מסוימים נמצאו בכמה מינים העשרה במתכות ובמזהמים אורגניים. מבחינת ריכוזי המתכות הכבדות, כל הדגים הנידוגים במימי החופין ראויים למאכל.

איכות מי הים בחופי הרחצה המוכרזים בדרך כלל טובה מאוד ביחס לתקן של מים המיועדים לרחצה (מספרי החיידקים ממוצא צואתי). מדי פעם חופים מסוימים נסגרים זמנית עקב חריגות מהתקן הנובעות מהגלשת ביוב (תקלות ועומס יתר במכונני טיהור). בחופים שאינם חופי רחצה מוכרזים אבל הרחצה מותרת בהם ע"פ החוק, לא מתבצעות בדיקות של איכות מי הים.

רמת הזיהום של חופי ישראל בזפת, שמקורה בשמנים הנפלטים אל הים מכלי שיט וממקורות יבשתיים, בדרך כלל נמוכה מאוד. בעבר הזיהום בזפת היה אחד המטרדים הסביבתיים החמורים ביותר בחופים. מאמצע שנות ה-80 רמתו ירדה פי 150 ויותר ביחס למצב בשנות ה-70, ונשארה נמוכה מאז הודות לבקרה על מקורות הזיהום וההערכות לניקוי מידי של החופים לאחר אירועי זיהום. יחד עם זאת יש לזכור, שאירוע אחד של שפיכת כמויות גדולות של שמנים לים, אשר לא יטופל כראוי, עלול לגרום לזיהום מסיבי של החופים ולחזרתו של מטרד הזפת למשך זמן רב.

רמת הזיהום של החופים בפסולת מוצקה משתנה בהתאם למיקומם הגיאוגרפי ולהיקף של פעולות הניקוי המתבצעות בהם. חופי הרחצה המוכרזים מנוקים בקביעות בעונת הרחצה. בקטעי החוף האחרים שאינם מנוקים לעיתים תכופות או אינם מנוקים כלל, יש לעיתים כמויות גדולות של פסולת, שמקורותיה הם ציבור המבקרים בחופים, השלכה מכוונת של פסולת בניין ופסולת תעשייתית ואחרת, פסולת המושלכת מכלי שיט ו"יבוא" מלבנון. מידע אקראי מצביע גם על נוכחות כמויות משמעותיות של פסולת מוצקה על קרקעית הים בחלק העמוק של מימי החופין, אולם עדיין לא נערכו סקרים שיטתיים על היקף הזיהום באזור זה.

בחוף ובתחום מימי החופין של ישראל במפרץ אילת אין כיום בעיות זיהום חמורות. הזיהום בשמנים ממכליות נפט וכלי שיט אחרים שהיה בעבר תופעה שגרתית צומצם מאוד, והחופים נקיים מזפת. כמו כן צומצמה הפליטה של אבק פוספט ממסוף

הכימיקלים בנמל אילת. הביוב של העיר אילת שבעבר הוזרם לים מופנה למתקני טיהור בערבה, ורק לעיתים רחוקות מוגלש ביוב לים עקב תקלות במתקני הטיהור או במערכת העירונית לאיסוף שפכים. מקור חדש יחסית של זיהום בנוטריאנטים ובחומר אורגני פריק הן חוות החקלאות הימית בראש המפרץ, אולם השפעתן משמעותית רק בקרבתן המיידית.

2.3 שינויים במגוון הביולוגי והרס בתי גידול ייחודיים במימי החופין

השינוי המשמעותי היחידי במגוון הביולוגי במימי החופין של ישראל שאפשר ליחסו בוודאות ללחצים סביבתיים הוא התהליך המתמשך של הרס שוניית האלמוגים וחברות החי לאורך חוף אילת. מחקרים רבים שנערכו באילת מאז אמצע שנות ה-60 - בשיטות זהות או ברות השוואה מאפשרים לכמת את היקפו של שינוי זה.

בשלושת העשורים האחרונים כל חברות החי בתחום המים הרדודים לאורך חוף אילת נחשפו לזיהום בדרגות חומרה שונות, ובכלל זה נפט ושמינים ממסוף הנפט ומכלי שיט, הביוב של אילת, אבק פוספט ממתקני הנמל וסחף ואבק מפעילות בנייה וחפירה בחופים ובסמוך להם. לחץ סביבתי נוסף נגרם ע"י הפעילות האינטנסיבית של סירות, מבקרים, שחיינים וצוללנים לאורך החוף - ובמיוחד באזור שוניית האלמוגים - אשר גרמו לפגיעה פיסית באלמוגים וביצורים אחרים, להגברת עכירות המים ועוד. כיום, כאשר זיהום הים באילת מצומצם מאוד לעומת העבר, ההשפעות השליליות של ציבור המבקרים באזור השוניית הן כנראה הגורם העיקרי להמשך תהליך התדרדרותה.

בסקרים של חברות החי במים הרדודים בחופי אילת שנערכו בשנות ה-80 וה-90 נמצאה ירידה דרסטית במגוון הביולוגי בכל האתרים שנבדקו לעומת המצב בשנות ה-60 וה-70. בחלק הרדוד של שוניית האלמוגים לכל אורכה קטן בשיעור ניכר מספרם של מיני אלמוגים, דגים, שושנות ים ויצורים אחרים שבעבר היו נפוצים מאוד. במיוחד נפגעו מין של אלמוג שיח, שהיה אחד מבוני השוניית החשובים ביותר, ואוכלוסיות הדגים הצמודות לו. יותר מ-20 מינים של דגי השוניית נעלמו כמעט לחלוטין. בתחום המים הרדודים שבחופים הסלעיים והחוליים שמצפון לשוניית האלמוגים ועד לגבול ירדן נעלמו כמעט לחלוטין כ-30 מינים של חסרי חוליות שהיו נפוצים בעבר.

בניגוד למצב במפרץ אילת, עקב חוסר במידע אין אפשרות להעריך אם חלו שינויים במגוון הביולוגי הכללי במימי החופין בים התיכון, או אפילו שינויים בחברות החי והצומח של מרבית בתי הגידול שהוגדרו כייחודיים (מיועדים לשמורות טבע), כתוצאה מהפיתוח בחופים והפעילויות השונות במימי החופין. המידע הקיים על אוכלוסיות החי והצומח לוקה בחסר ומבוסס על סקרים שנערכו ע"י קבוצות מחקר שונות, באזורים ובעומקים שונים, בשנים ובעונות שונות ובשיטות שונות. יתר על כן, גם כאשר נערכו סקרים ביולוגיים במסגרת תסקירי השפעה על הסביבה לתכניות של מבנים ימיים, בדרך כלל לא התבצע ניטור לאחר הקמת המבנים. לכן גם במקרים בהם המבנים גרמו לשינויים משמעותיים בקו החוף ובקרקעית הים, אין אפשרות להעריך את ההשפעות על אוכלוסיות החי והצומח.

קושי נוסף להעריך את ההשפעות הביולוגיות של פעילות אנושית נובע מהשינוי המתמשך בהרכב חברות החי במימי החופין של ישראל ובמזרח הים התיכון בכלל, עקב הגירת מינים ים-סופיים

דרך תעלת סואץ ותחרות בינם לבין המינים המקומיים. אחת הדוגמאות הבולטות לשינוי זה בעשור האחרון היא ההופעה המסיבית של המדוזה היס-סופית "חוטית נודדת" בחופי ישראל. מדוזה זו, הגורמת למטרדים ולנזקים כלכליים ניכרים, דחקה כנראה מדוזה ממין אחר שהיתה נפוצה באזור בעבר.

אפשרות נוספת לחדירה של מינים זרים למימי החופין היא במי נטל של אניות, שמקורם באזורים רחוקים ואשר נפרקים בנמלי ישראל. במקומות שונים בעולם ההתנחלות והשגשוג של מינים זרים שהועברו בדרך זו גרמו לשינויים ניכרים במגוון הביולוגי ולנזקים אקולוגיים וכלכליים כבדים. המחקר על מעבר אורגניזמים זרים במי נטל למימי החופין של ישראל החל רק לאחרונה, ועדיין לא הצטבר מספיק מידע להערכת היקף התופעה ומשמעותה האקולוגית.

במחקרים שנערכו בשנים האחרונות בכמה אתרים מזוהמים במימי החופין בים התיכון, נמצאו עדויות לשינויים פיסולוגיים, ביוכימיים וגנטיים בכמה מינים של בעלי חיים, אולם אין הוכחות שלתופעות אלה יש השפעה משמעותית על אוכלוסיות החי. רק בכמה אתרים מזוהמים במיוחד, כמו שפך נחל הקישון במפרץ חיפה וסביב המוצא הימי של הבוצה מהמפעל לטיהור שפכי גוש דן, נמצאו שינויים בולטים ורב-שנתיים בהרכב אוכלוסיות החי והצומח בקרקעית הים.

לעיתים נשמעת טענה, בעיקר מציבור הדייגים, שבעשורים האחרונים חלה ירידה בשלל הדיג במפרץ חיפה עקב זיהום המפרץ. אין מימצאים מדעיים היכולים לאשר טענה זו. סקר שנערך ב-1994 העלה, שהירידה בשלל הדיג במפרץ מאמצע שנות ה-80 היתה דומה לירידה בשלל לאורך כל החוף הישראלי באותה תקופה. סביר לכן להניח שהשינויים בשלל הדגה נובעים בעיקר משינויים במאמץ הדיג. בדומה לכך בשנים האחרונות נשמעות מדי פעם טענות, שהסיבה לתמותת דולפינים הנפלטים לחופי ישראל היא זיהום מימי החופין. גם טענות אלה לא הוכחו.

3. המדיניות והכלים החוקיים והמינהליים לשמירת איכות הסביבה הימית בישראל

למדינת ישראל אין מדיניות ימית לאומית אשר מתייחסת לכל האינטרסים והשימושים שלה בסביבה הימית בראייה כוללת, משולבת וארוכת טווח ומתווה אסטרטגיה לניצול ושימור של משאבי החופים והים. הסמכויות הנוגעות לים מפוצלות בין גורמים רבים, שהתיאום ביניהם בדרך כלל מוגבל לתכנון לטווח קצר, טיפול אד-הוק ביוזמות פיתוח וצמצום חיכוכים בין הפעילויות שבאחריותם. כפועל יוצא של מצב זה, גם הטיפול באיכות הסביבה הימית מאופיין בגישה סקטוריאלית ולא בגישה מערכתית המתייחסת לכושר הנשיאה של הסביבה לכל סוגי הפעילות המשפיעים עליה. במתכונתה הנוכחית, שמירת איכות הסביבה הימית בישראל מתמקדת במניעת מפגעים ומטרדים נקודתיים ובהגנה על ערכי טבע ייחודיים, בעיקר באמצעות שלוש מערכות של דברי חקיקה, הסדרים מינהליים ואמצעי פיקוח ואכיפה שהתפתחו ופועלים בנפרד: מערכת התכנון הפיסי, המערכת למניעת זיהום הים והחופים והמערכת לשמירת טבע.

3.1 התכנון הפיסי

התכנון המרחבי:

מערכת התכנון הפיסי, הפועלת מכוח חוק התכנון והבנייה (1965) ותקנותיו, מתייחסת לשמירת איכות הסביבה הימית באופן כללי באמצעות תכניות מתאר ובאופן פרטני באמצעות תסקירי

השפעה על הסביבה. תכנית המתאר הארצית לחופי הים התיכון (תמ"א 13 א' - אושרה ב-1983), שנועדה לקבוע יעודי קרקע לכל השטחים שלאורך החוף, קבעה כעקרונות יסוד, כי שימושי החוף העיקריים יישמרו לצרכי תיירות ונופש ויוגבלו שימושי קרקע שאין להם זיקה הכרחית לים, כי ישומרו קו החוף הטבעי וקטעי חוף בעלי ערכי טבע ונוף ויובטח המראה הפתוח אל הים, וכי תובטח נגישות מירבית של כלל האוכלוסיה לחוף. בהוראות התכנית נקבעו בין היתר: איסור בנייה בתחום 100 מ' מקו החוף, הנחיות כלליות להגנה על הים מפני זיהום וחובת עריכת תסקיר השפעה על הסביבה לכל תכנית מתאר מחוזית ומקומית החלה על שטחים בתחום התכנית הארצית.

תמ"א 13 א' קבעה 14 אתרים להקמת מעגנות (מרינות) לאורך החוף על סמך תחזית הביקוש העתידי למקומות עגינה, שהתבססה בעיקר על תחזיות להתפתחות תיירות שיט בינלאומית. ב-1981 הוחלט על הכנת חלק ב' של תמ"א חופים, שנועד לטיפול פרטני בנמלים, מעגנות ומתקנים במימי החופין, אולם תכנית זו עדיין לא הוכנה.

על מנת לחזק ולפרט את המדיניות שנקבעה בתמ"א חופים הוכן חלק ג' שלה (תמ"א 13 ג'), שנועד להסדיר את רמת הפיתוח של החוף ותחום מימי החופין הצמוד לו - בעיקר לצרכי תיירות ונופש. תכנית זו בחנה את ההתאמה והרגישות של משאבי החוף (משני צדיו של קו החוף) לפיתוח על סמך נתוני סקרים גיאולוגיים וגיאומורפולוגיים וסקרים על החי והצומח ואתרים ארכיאולוגיים והיסטוריים, וקבעה רמות פיתוח מותרות לכל קטע חוף. התכנית מצביעה על אתרים שבהם אפשר לאשר הקמת מבנים ימיים בנוסף לאתרי המעגנות שנקבעו בתמ"א 13 א'. התכנית כוללת הוראות בתחום שמירת איכות הסביבה הימית וההגנה על ערכי טבע, ארכיאולוגיה ונוף. בין היתר נקבעו הוראות בהקשר להגנת החוף והמצוק החופי כאשר צפויים נזקים כתוצאה מהקמת מבנים ימיים, חובת הגשת תסקיר השפעה על הסביבה לכל תכנית להקמת מעגנה ומבנה ימי כבד, חובת פיקוח ומעקב אחר ההשפעות הסביבתיות של מבנים ימיים וחובת קביעת הוראות בדבר מניעת מפגעי זיהום בתכניות מתאר מקומיות ובתכניות מפורטות.

תמ"א 13 ג' הוגשה למועצה הארצית לתכנון ולבנייה ב-1991 ועדיין לא אושרה, אולם הוראותיה השפיעו על קבלת החלטות תכנוניות ברמות השונות, וחלקן כבר שולבו במסמכים תכנוניים אחרים, כגון תכנית המתאר לפיתוח תיירות (תמ"א 12). כיום התכנית מתוקנת לקראת הגשתה מחדש למועצה הארצית.

ללא ספק הן תמ"א 13 א' והן תמ"א 13 ג' תרמו לשימורם של משאבי החוף, אולם שתי התכניות לא חזו את לחצי הפיתוח של השנים האחרונות, ובמתכונתן הנוכחית הן אינן מאפשרות להתמודד כראוי עם שתי בעיות עיקריות: הפיתוח המסיבי בקטעי חוף עירוניים וההשפעות המצטברות של בניית מעגנות ומבנים ימיים על קו החוף ומאזן החול החופי. בחופים העירוניים לחצי הפיתוח מצדם של יזמים פרטיים והרשויות המקומיות בשיתוף עם מינהל מקרקעי ישראל הביאו לחריגות שונות מהוראות תכניות המתאר ולעקיפה של חלקן, כולל איסור הבנייה במרחק 100 מ' מקו החוף והבטחת הגישה החופשית לחוף. כתוצאה מכך נפגע גם העיקרון של הבטחת המראה הפתוח לים.

במסגרת תמ"א 13 ג' לא נבחנה עצם נחיצותן של מעגנות בכל האתרים שאושרו בתמ"א 13 א'. כיום ברור שתחזיות הביקוש דאז למקומות עגינה היו מוגזמות מאוד. מכל מקום, העניין הנוכחי בפיתוח מעגנות אינו נובע מצרכי השיט, אלא מההצדקה לכאורה שהן מספקות להשגת זכויות בנייה מסיביות בקרבתן, כולל בניית רבי קומות למגורים בחוף ועל שטחי ים מיובשים (בטיעון שרק כך אפשר לגייס מהמגזר הפרטי מימון לבניית המעגנות).

חוק התכנון והבנייה מתייחס גם להכנת תכנית מתאר לכל מרחב מימי החופין של המדינה, אולם עד כה לא נקבעו הנחיות לתכנית כזו ולא התבצעו ההכנות הדרושות (איסוף וארגון של המידע הדרוש וכד'). לאור התגברות לחצי הפיתוח בחופים ובמימי החופין, הוועדה למימי החופין* יזמה לאחרונה הכנה של "מסמך מדיניות לניהול מימי החופין בים התיכון". מטרתו של מסמך זה, שהוכן ע"י צוות של אנשי מקצוע מתחומים שונים, היא לסייע לוועדה לזהות את סוגיות התכנון החשובות בתחום מימי החופין ולהתוות מדיניות תכנון שתאפשר פיתוח תוך שמירה מירבית על המעמד הציבורי של חופי הים ועל איכות הסביבה הימית.

מסמך המדיניות לניהול מימי החופין ממליץ לאמץ את הגישה של "ניהול חופים משולב" המקובלת במדינות רבות. העיקרון המנחה את תכנון הפיתוח של משאבי החוף ומימי החופין לפי גישה זו הוא שמירה על איזון בין כל הצרכים הכלכליים והחברתיים לבין כושר הנשיאה של הסביבה הטבעית בראייה ארוכת-טווח. המסמך מציע מדיניות תחומית ומדיניות מפורטות לתכנון וניהול החופים ומימי החופין, וכולל המלצות על שינויים תכנוניים וארגוניים נלווים.

המדיניות התחומית המוצעת במסמך מתייחסת למאפיינים ולתהליכים הטבעיים ולפעילויות והשימושים בחופים ובמימי החופין, וקובעת כללים לתכנון וביצוע של סוגי הפעילויות והשימושים השונים (כגון נופש ותיירות, תחבורה ימית, דיג, פיתוח תשתיות ועוד). מההיבט הסביבתי ניתן דגש לשימור קו החוף והמצוק החופי וניהול מאגר החול החופי, שימור ערכי טבע וארכיאולוגיה ומניעת זיהום הים. המדיניות המרחבית המוצעת במסמך מחלקת את שטח מימי החופין לרצועות אורך ולרצועות רוחב לפי התכונות הסביבתיות, השימושים והיעודים במרחב המים והשימושים והיעודים היבשתיים הסמוכים שיש להם השפעה על מרחב המים. לכל תא שטח שנוצר מחלוקה זו הוגדרו חלופות לפעילויות ושימושים תוך התחשבות במאפייניו הטבעיים ובהתאם למדיניות התחומית.

מסמך המדיניות ממליץ להכין תכנית מתאר משולבת לחוף הים ולתחום המים הרדודים ע"י שינוי או הרחבה של תמ"א 13. כמו כן מוצע להרחיב את סמכויות הוועדה למימי חופין גם לתחום ה-100 מטרים ביבשה האסורים לבנייה ע"פ תמ"א 13, כדי לשלב את התכנון בחוף ובים. בנוסף מוצע לשפר את תפקוד הוועדה ע"י ייעוץ מקצועי ולהקים

* וועדה בין משרדית הפועלת מכוח חוק התכנון והבנייה שתפקידה להנחות ולאשר תכנון ובנייה במימי החופין.

מערכת לפיקוח על ביצוע החלטותיה (באמצעות גורמי הפיקוח והאכיפה הקיימים בתחומים שונים או לחילופין הקמת גוף חדש - מעין "סיירת כחולה").

מסמך המדיניות קובע, שהמידע הקיים על מימי החופין אינו מספיק ואינו מרוכז וזמין לקבלת החלטות תכנוניות ולניהול מימי החופין, ולכן ממליץ על ביצוע תכנית לאומית לאיסוף וריכוז מידע שהוכנה ע"י "חקר ימים ואגמים לישראל". תכנית זו כוללת ביצוע מיפוי בסיסי וניטור שוטף של מאפייני מימי החופין ומשאביהם והקמה של "מרכז מידע אוקיאנוגרפי לאומי" ומאגרי מידע נלווים לריכוז, תיעוד והפצה של המידע על מימי החופין.

מאחר שחוק התכנון והבנייה וסמכויות הוועדה למימי החופין הפועלות מכוחו מתייחסים רק לתכנון ולבנייה ולא לכל ההיבטים של הגנת משאבי הים והחופים, המשרד לאיכות הסביבה הכין לאחרונה הצעת "חוק שמירת הסביבה החופית". "הסביבה החופית" מוגדרת בהצעת החוק כתחום מימי החופין בים התיכון מקו החוף ועד לקו עומק מים של 30 מטרים, והשטח היבשתי שמקו החוף ועד למרחק של 100 או 300 מטרים ביבשה (בהתאם למצב או ייעוד החוף כשטח בנוי או פתוח). מטרתה של הצעת החוק היא לקבוע עקרונות מנחים ומסגרת משפטית שיבטיחו לעתיד שמירה על איכות הסביבה החופית וניצולה ככל האפשר לתועלת כלל הציבור. בין היתר, הצעת החוק מגבילה שימושים ופעילויות בסביבה החופית העלולים לגרום להפרעות לתנועת החול לאורך החוף ולנזק לקו החוף והמצוק החופי ולערכי טבע, נוף ומורשת. כמו כן מוצע להקנות לשר לאיכות הסביבה סמכויות לקבוע בתקנות הוראות בדבר אמצעים שיש לנקוט כדי למנוע פגיעה בסביבה החופית ולשקמה. למימון יישומן של הוראות אלה מוצע להטיל אגרות על בעליהם או מפעיליהם של מבנים ימיים שעקב הקמתם נגרמה או עלולה להגרם פגיעה בחוף החופי. בנוסף מוצע להטיל על הרשויות המקומיות שבתחומיהן כלולים חופים אחריות לניקיונם. בדיונים ראשוניים הצעת החוק עוררה התנגדויות של משרדי ממשלה שונים בעלי סמכויות הנוגעות לחופים ולמימי החופין, ובמיוחד של משרד הפנים האחראי לחוק התכנון והבנייה.

במפרץ אילת התכנון הפיסי מפגר לעומת המצב לאורך חוף הים התיכון. על אף שע"פ הוראות המועצה הארצית לתכנון ולבנייה מ-1970 חופי אילת היו אמורים להיות כלולים בתמ"א חופים, הדבר עדיין לא בוצע, והפיתוח מתבצע ע"פ החלטות ברמה המקומית והמחוזית ללא בקרה הולמת ברמה הארצית. ב-1991 המועצה הארצית הורתה על עריכת תמ"א 13 לחופי אילת אשר תכלול את כל השטחים ביבשה שיש להם זיקה לחוף ואת התחום הימי המקביל במרחק של 500 מ' מהחוף. לצורך זה הוקמה וועדת היגוי, אולם עריכת התכנית עדיין מתעכבת.

תסקירי השפעה על הסביבה :

מאז כניסתו לתוקף של התקנות בדבר תסקירי השפעה על הסביבה ב-1982, הוכנו יותר מ-70 תסקירים לתכניות פיתוח לאורך חוף הים התיכון. בכמה מקרים התחזיות המוקדמות של ההשפעות של מבנים ימיים על החופים הסמוכים שבוצעו במסגרת התסקירים כשלו או לקו, על אף שהתבססו בין היתר על מודלים פסיקליים וספרתיים להדמיית שינויים במשטרי הגלים והזרמים ותנועת החולות. בפועל, לכידת החול ע"י המבנים וההרס בחופים סמוכים היו גדולים מכפי שנחזה מראש, והאמצעים שהומלצו בכמה מקומות למיזעור הנזקים, כגון בניית שוברי גלים ודורבנות להגנה על החוף, לא הביאו לתוצאות החזויות. בחלק מהמקרים הסיבה לכך היתה שמטעמי חיסכון נעשה במודלים רק שימוש חלקי, או שלא נבחרו המודלים המתאימים ביותר. בדרך כלל, הסיבה העיקרית לכשל או לאי דיוקים של התחזיות המוקדמות היתה העדר נתונים על הסביבה החופית והתהליכים הפועלים בה בהיקף וברמה שנדרשו לכיול תקין של המודלים. כאשר תסקירי השפעה על הסביבה מתבצעים כהלכה הם מהווים כלי יעיל לשילוב שיקולים סביבתיים בתכנון הפיסי. יחד עם זאת, במתכונתה הנוכחית, לשיטת התסקירים יש שני חסרונות בולטים. ראשית, מאחר שהיא נועדה לבחון תכניות ספציפיות, היא אינה מתאימה לטיפול בהשפעות הסביבתיות המצטברות של כמה פרויקטים באזור מסויים ובהשפעות המצטברות הכוללניות של פרויקטים שונים, כגון ההשפעות של מבנים ימיים על מאזן החול הכללי בחופי הים התיכון. שנית, מאחר שההנחיות להכנת כל תסקיר מתייחסות לתכנית ספציפית, בדרך כלל לא נבחנות ביסודיות חלופות שיכולות להיות להן השפעות סביבתיות פחותות.

3.2 מניעת זיהום הים והחופים

המשרד לאיכות הסביבה נושא באחריות הכוללת למניעת זיהום הים והחופים. סמכויותיו נובעות בעיקר משלושה חוקים: פקודת מניעת זיהום מי הים בשמן (נוסח חדש, 1980), האוסרת על שפיכת שמנים לים מכלי שיט וממתקנים ביבשה ובים; חוק מניעת זיהום הים (הטלת פסולת) (1984), האוסר על הטענת פסולת על כלי שיט והטלתה בים ללא היתר; וחוק מניעת זיהום הים ממקורות יבשתיים (1988), האוסר על הזרמת שפכים לים ללא היתר. כמו כן, המשרד אחראי לחוק שמירת הניקיון (1984), אשר אוסר על הטלת פסולת ברשות הרבים וחל גם על תחום מימי החופין.

פעילות המשרד לאיכות הסביבה בתחום מניעת זיהום הים והחופים ממומנת ברובה ע"י "הקרן למניעת זיהום הים", שהוקמה מכוח פקודת מניעת זיהום מי הים בשמן. הקמת הקרן ב-1980, שתקבוליה הם אגרות המוטלות על כלי שיט ומסופי דלק, קנסות בעבירות של זיהום הים והחזרי הוצאות ניקוי זיהומים, היתה למעשה יישום ראשון בישראל של עקרון "המזהם משלם". לכמה משרדים אחרים יש נגיעה לבעיות זיהום הים והחופים מכוח חוקים שונים. למשרד התחבורה יש סמכויות מכוח פקודת מניעת זיהום הים בשמן, פקודת הנמלים (נוסח חדש, 1971) וחוק רשות הנמלים (1961) בעניינים הנוגעים למניעת זיהום הים, אך פעילותו בתחום זה מוגבלת בעיקר לפיקוח על המבנה והציוד של כלי שיט ומתקנים נמליים. כמו כן המשרד מייצג את ישראל בארגון הספנות הבינלאומי (IMO), שבמסגרתו נערכות ומנוהלות אמנות בינלאומיות בהקשר לזיהום הים מאניות. משרד הפנים אחראי על חופי הרחצה מכוח חוק הסדרת מקומות רחצה (1961), והוא רשאי, בהתייעצות עם משרד הבריאות, להורות על סגירת חופים מזוהמים. משרד

הבריאות אחראי לבדיקות איכות המים בחופי הרחצה בתוקף תפקידו כממונה על בריאות הציבור.

במתכונתם הנוכחית דברי החקיקה העיקריים בתחום מניעת זיהום מים מבוססים בעיקר על אמנות בינלאומיות שישראל הצטרפה אליהן בשנות ה-80. המדינה עדיין לא הצטרפה לכמה אמנות חשובות, וכיום היא מפגרת בתחום זה יחסית למדינות מערב-אירופה ומדינות מפותחות אחרות. הסיבה העיקרית למצב זה היא מחלוקות בין משרדי הממשלה הנוגעים וסדרי העדיפויות השונים שלהם. ביטוי בולט לכך הם העיכובים הממושכים בהצטרפות לכמה אמנות של IMO וביישום הוראותיהן המחייבים הסכמה ושיתוף פעולה בין משרדי התחבורה ואיכות הסביבה.

ישראל הצטרפה לאמנה הבינלאומית למניעת זיהום מים מאניות (אמנת MARPOL78/73 של IMO) הקובעת כללים לבנייה, הצטיידות ותפעול של אניות והמתקנים הנמליים הקשורים להן ולהובלת חומרים מזיקים באניות באופן שימנע את זיהום המים. ההצטרפות לאמנה חייבה הצטרפות לשניים מחמשת נספחיה: הראשון העוסק במניעת זיהום המים בשמנים, והשני העוסק במניעת זיהום המים בכימיקלים נוזליים מזיקים המובלים בצובר. הוראות הנספח הראשון יושמו בתקנות שהותקנו מכוח פקודת מניעת זיהום מי המים בשמן ופקודת הנמלים, והפיקוח על ביצוען הן בים התיכון והן באילת הדוק ויעיל. לעומת זאת, הוראות הנספח השני אינן מיושמות במלואן; עדיין לא הותקנה החקיקה הדרושה והסידורים הטכניים והפיקוח על מיכליות כימיקלים, ומסופי הכימיקלים בנמלים אינם מספקים.

ישראל הצטרפה גם לנספח השלישי של האמנה העוסק במניעת זיהום המים בחומרים מזיקים המובלים באריזות, והוראותיו מיושמות במסגרת תקנות הנמלים. הנספח הרביעי, העוסק במניעת זיהום המים ע"י ביוב מאניות, עדיין אינו בתוקף וישראל לא אישרה אותו. הנספח החמישי עוסק במניעת זיהום המים בפסולת הנובעת מתפעולן השוטף של אניות (כגון פסולת מטבח וחומרי אריזה). על אף חשיבותו הרבה של נספח זה, שכבר אושרר ע"י יותר מ-80 מדינות והפשטות היחסית של יישום הוראותיו, המדינה עדיין לא הצטרפה אליו.

חוק מניעת זיהום המים (הטלת פסולת) וחוק מניעת זיהום המים ממקורות יבשתיים מיישמים הוראות שנקבעו באמנת ברצלונה, להגנה על המים התיכון מפני זיהום (1976), ובפרוטוקולים הרלוונטיים שלה שישראל צד להם. שני החוקים, אשר חלים גם על מפרץ אילת, מבוססים על ההנחה שלסביבה הימית יש יכולת לקלוט סוגים מסויימים וכמויות מסויימות של פסולת ושפכים בלא שייגרמו נזקים בלתי קבילים. הקריטריון העיקרי להתרה או איסור של סילוק פסולת מסויימת בים הוא הערכה מדעית של הנזק העלול להיגרם לסביבה הימית, והשוואתו להשלכות הסביבתיות והכלכליות של חלופות יבשתיות לטיפול בפסולת. לכן שני החוקים מאפשרים סילוק פסולת ושפכים בים רק כאשר אין חלופה יבשתית סבירה, ומפרטים את השיקולים לקבלת החלטות ורשימות של חומרים המותרים או האסורים לסילוק בים. שני החוקים מאפשרים לחייב את מקבלי ההיתרים לסילוק פסולת ושפכים בים לבצע ניטור להערכת השפעות הסביבתיות ולדווח על הממצאים. ההיתרים ניתנים ע"י וועדות בינמשרדיות המנוהלות ע"י המשרד לאיכות הסביבה.

מאז הפעלתו של חוק מניעת זיהום המים (הטלת פסולת) הופסק לחלוטין הסילוק המכוון של חומרים מזיקים בתחום מימי החופין של ישראל באמצעות כלי שיט. סילוק בלב ים (הרחק מגבול מימי החופין) של פסולת שמקורה ביבשה (אפר פחם, בוצה תעשייתית) הותר במגבלות חמורות,

אולם לאחרונה הוחלט על הפסקתו עד לשנת 2000. בהתאם להוראות החוק נקבעה מדיניות לסילוק בים של חומרי חפירה מנמלים, מעגנות וכד', לפיה חולות נקיים מוטלים בקרבת החוף על מנת להזין את החופים או משמשים לצרכי בנייה בנמלים, ואילו חולות ומשקעי קרקעית מזוהמים מסולקים בלב ים. כך הופסק הנוהג שהיה מקובל בעבר לסלק בתחום מפרץ חיפה חומרי חפירה מזוהמים מנחל הקישון. כמו כן נקבעה מדיניות לסילוק מסודר בתחום מימי החופין של כלי שיט שיצאו משימוש, לפיה הם מוטבעים באתרים בהם הם יכולים לשמש כשוניות מלאכותיות וכאטרקציה לצוללנים.

לחוק מניעת זיהום הים ממקורות יבשתיים יש חשיבות עליונה מבחינת השמירה על איכות הסביבה הימית. במסגרת הפעלתו, כל הגורמים המזרימים שפכים ישירות לים כלולים במערכת הבקרה של המשרד לאיכות הסביבה. המדיניות העקרונית שנקבעה לביצוע הוראות החוק היא לדרוש ככל האפשר ששפכים מזיקים יטופלו במקור, או יופנו למתקני טיהור עירוניים או אזוריים, ורק כאשר הדבר אינו אפשרי - להתיר את הזרמתם לים הרחק מהחוף באמצעות צינורות מוצא מוסדרים.

בעיה מרכזית בהשגת מטרותיו של חוק מניעת זיהום הים ממקורות יבשתיים היא אכיפתו על הגורמים לזיהום הים דרך נחלי החוף. החוק מתייחס לזיהום הים "במישרין או בעקיפין", ולכן עקרונית הוא חל על הנחלים הזורמים לים, אולם גם חוקים אחרים, שעקרוניתם שונים ואשר גורמים אחרים אחראים לאכיפתם, עוסקים בזיהום הנחלים. עד כה מדיניות המשרד לאיכות הסביבה היתה לאכוף את חוק מניעת זיהום הים ממקורות יבשתיים רק על גורמים המזרימים שפכים ישירות לים. לאחרונה היועץ המשפטי לממשלה קבע שניתן לאכוף את החוק גם במעלי הנחלים, אך קביעה זו עדיין לא עמדה במבחן משפטי. קושי נוסף בביצוע החוק נובע מכך, שעד כה לא הוגדרו מדדים ואפילו לא "קווים אדומים" כלליים לאיכות הסביבה הימית היכולים לשמש כהנחיות מקצועיות לקבלת החלטות על התרה או איסור של הזרמת שפכים לים.

כיום יש צורך לתקן את חוק מניעת זיהום הים (הטלת פסולת) וחוק מניעת זיהום הים ממקורות יבשתיים, בהתאם לשינויים באמנת ברצלונה ובפרוטוקולים שלה שאומצו ב-1996. ע"י מדינות הים התיכון ובכללן ישראל. שינויים אלה נובעים מגיבושה של אסטרטגיה חדשה להגנה על הסביבה הימית ואזורי החוף בים התיכון אשר מבוססת על העיקרון של פיתוח בר-קיימא. בנוסח החדש של הפרוטוקול, העוסק במניעת זיהום הים ממקורות יבשתיים, ניתן דגש להפסקה וצמצום של פליטות מזוהמים מכל סוגי הפעילויות ביבשה העלולות לגרום לזיהום הים ע"י שימוש באמצעים הטכנולוגיים הטובים ביותר הקיימים, ובכלל זה טכנולוגיות ייצור נקיות. במקום רשימות של חומרים המותרים או אסורים לסילוק בים, נקבעו רשימות של פעילויות בכל תחום אגן הניקוז של הים התיכון שיש להכין תכניות פעולה לצמצום הזיהום מהן (כגון ייצור אנרגיה, תעשיות שונות, חקלאות, תיירות וכד'). בהקשר לקבלת החלטות על הזרמת שפכים לים, אומץ עקרון "הזהירות המוקדמת" שלפיו אין לסלק פסולת בים כאשר קיים חשש להשפעות מזיקות, גם אם לא קיימת כל עדות מדעית לקשר אפשרי בין הפסולת לנזק סביבתי. גם בנוסח החדש של הפרוטוקול למניעת זיהום הים ע"י הטלת פסולת מכלי שיט בוטלו הרשימות של חומרים מותרים ואסורים בהטלה לים, ובמקומן נקבעה רשימה מצומצמת של חומרים שמותר לסלקם בים שכולם טבעיים ובלתי מזיקים. כמו כן נאסרה הטבעה בים של כלי שיט לאחר שנת 2000.

בנוסף לשינויים באמנה ובפרוטוקולים הקיימים, ב-1994 אומץ ע"י מדינות הים התיכון גם פרוטוקול נלווה נוסף לאמנת ברצלונה, העוסק במניעת זיהום הים כתוצאה מפעילות חיפוש וניצול משאבים בקרקעית הים; עדיין לא הוכנה חקיקה לאומית ליישום הוראותיו.* במסגרת אחריותו הכוללת למניעת זיהום הים והחופים, המשרד לאיכות הסביבה מטפל גם בארועים של זיהום בשמנים ומפקח על פעולות הניקוי. במפרץ אילת המשרד מפעיל תחנה למניעת זיהום הים שמטרתה העיקרית היא להגן על שוניית האלמוגים. בתחנה יש ציוד לעצירת התפשטותם ולשאיבתם של כתמי שמן בים, וצוותה ערוך להגיב מייד באירועי זיהום, אולם יכולתו מוגבלת לטיפול בזיהומים בהיקפים קטנים (כ-100-200 טון). בעת הצורך התחנה מסתייעת בקבלנים וגורמים מקומיים.

אירועי זיהום בשמנים לאורך חוף הים התיכון מטופלים אד-הוק ע"י קבלנים המופעלים ע"י המשרד לאיכות הסביבה או ע"י הגורמים המזהמים. בחלק מהנמלים ותחנות הכוח החופיות יש מעט ציוד יעודי - ברובו מיושן - המתאים לניקוי כתמי שמן רק בתוך מעגנים סגורים. לאחרונה המשרד לאיכות הסביבה החל בהקמתם של שני מרכזים ללחימה בזיהום בשמנים, אחד בנמל חיפה והשני בנמל אשקלון, ורכש מעט ציוד יעודי מודרני עבורם, אולם עדיין לא קיימת יכולת ממשית לטפל באירועי זיהום בים הפתוח. שיטות הטיפול המקובלות הן לפזר את כתם השמן בים ע"י ריסוס כימיקלים באמצעות מטוסים או כלי שיט, או לאפשר לכתמי השמן לנחות על החופים ולנקותם שם בעזרת ציוד מכני-הנדסי (שיטה שלעיתים אף מחמירה את הנזק הסביבתי שנגרם ע"י הזיהום). ככלל, כאשר גורם הזיהום ידוע, הוצאות הניקוי ממומנות על ידו (כתשלום ישיר לקבלני הניקוי או כהחזר הוצאות לקרן למניעת זיהום הים המספקת מימון ראשוני).

בתחום ההערכות לטיפול באירועי זיהום גדולים, כגון כתוצאה מתאונה של מיכלית דלק, ישראל מפגרת מאוד יחסית למדינות המפותחות. בעקבות כמה אסונות של מיכליות ברחבי העולם בשנות ה-70 וה-80, אשר גרמו לשפיכת כמויות גדולות (עשרות עד מאות אלפי טונות) של נפט גולמי ודלקים לים וכתוצאה מכך לנזקים סביבתיים וכלכליים עצומים (מאות מליוני עד מיליארדי דולר), בכל המדינות המפותחות הוכנו תכניות חירום לאומיות למוכנות ותגובה לאירועי זיהום ים גדולים. תכניות אלה כוללות הערכות של ציוד וכוח אדם ו"תורת הלחימה" לניקוי זיהומים, קובעות נוהלי פעולה בהתאם להיקף האירוע ומגדירות את תחומי האחריות והתפקידים של כל הגורמים המעורבים. בנוסף לכך מדינות רבות חתמו על הסכמים בי-לטרליים ובינלאומיים לסיוע הדדי באירועי זיהום חמורים.

ממשלת ישראל החליטה שעל המדינה להערך לטיפול באירועי זיהום גדולים עוד ב-1982 בעקבות שריפה במכלית נפט טעונה באילת, אולם החלטה זו לא יושמה. דו"ח מבקר המדינה לשנת 1990 ביקר בחריפות מצב זה. המדינה חתמה על האמנה של IMO, המחייבת הערכות חירום לאירועי זיהום בשמנים באניות הנושאות את דגלה ובחוף (אמנת 1990, OPRC), אולם עדיין לא אישרה אותה ולא יישמה את הוראותיה. יתר על כן, המדינה עדיין לא הצטרפה לאמנות של IMO המעניקות פיצויים (עד יותר ממאה מליון דולר) בגין נזקי זיהום הים בשמנים

* השינויים באמנת ברצלונה ובפרוטוקולים שלה והפרוטוקול החדש עדיין לא נכנסו לתוקף. עמדת המשרד לאיכות הסביבה היא שיש להצטרף אליהם לאחר שייכנסו לתוקף.

(כולל החזר הוצאות הניקוי), על אף שהחלטה עקרונית על ההצטרפות התקבלה לפני שנים רבות. במצב זה המדינה חשופה לנזקים כלכליים חמורים ביותר במקרה של אירוע זיהום גדול. הכנת תכנית החירום הלאומית כאמור מתחייבת גם מאמנת ברצלונה והפרוטוקול הנלווה לה העוסק באירועי זיהום ים חמורים. במסגרת זו נחתם הסכם בין ישראל, מצרים וקפריסין להכנת תכנית אזורית לטיפול באירועי זיהום בשמן במזרח הים התיכון ולשיתוף פעולה ביניהן במצבים חמורים. במסגרת שיחות השלום הרב-צדדיות הוסכם בין ישראל, ירדן ומצרים על שיתוף פעולה אזורי בטיפול בזיהומי ים בצפון מפרץ אילת. כל אחת מהמדינות השותפות בתכניות אלה אמורה להערך ולהצטייד, על מנת להגיע ליכולת עצמאית יעילה להתמודד עם זיהומים בשמנים בהיקף של עד 4000 טון בים התיכון ו-200 טון במפרץ אילת. ביצוען של תכניות אלה יהווה שיפור ניכר לעומת המצב הקיים, אולם בהתחשב במטרותיהן המוגבלות אין די בכך. לאחרונה הממשלה הטילה על המשרד לאיכות הסביבה להכין תכנית חירום לאומית למוכנות ותגובה לאירועי זיהום הים, והקימה לצורך זה וועדת היגוי בינמשרדית. התכנית אמורה להיות מופעלת במימון של הקרן למניעת זיהום הים וממקורות קיימים בתקציבי המשרדים הנוגעים לעניין.

ניקוי חוף הים מפסולת מוצקה, בקטעי חוף שאינם חופי רחצה מוכרזים אך פתוחים לגישה לציבור (כ-130 ק"מ), אינו מוסדר בחקיקה. על אף שבחופים אלה אין שירותי הצלה ותברואה, מבקר בהם קהל רב. מרבית הרשויות המקומיות שחופים אלה כלולים בשטחן אינן מנקות אותם דרך קבע (להוציא קטעי חוף קצרים בסמוך לחופים המוכרזים המנוקים ע"י כמה רשויות). מאז 1984 המשרד לאיכות הסביבה מארגן מדי שנה בעונת הרחצה מבצעי ניקוי של החופים ע"י הרשויות המקומיות (בעצמן או באמצעות קבלנים), הממומנים ע"י הקרן למניעת זיהום הים. בכל מבצע ניקוי סולקו מהחופים עשרות טונות של פסולת, אולם הניסיון שהצטבר הוכיח שמבצעים חד-פעמיים אינם מספיקים ושניקיון החופים אינו נשמר לאורך זמן. בשנים האחרונות נערכו ניסיונות לניקוי חופים נבחרים (כ-50 ק"מ) מדי שבוע, שהביאו לשיפור ניכר ברמת ניקיונם. בכוונת המשרד לאיכות הסביבה להרחיב מתכונת ניקוי זו בעתיד ולהפעיל ישירות קבלני ניקוי, אך בהתחשב במגבלות התקציב של הקרן למניעת זיהום הים, ספק אם אפשר יהיה להגיע לתוצאות משביעות רצון בכל החופים.

המשרד לאיכות הסביבה, בשיתוף עם הרשויות המקומיות, החברה להגנת הטבע וגופים ציבוריים אחרים, מארגנים מידי שנה גם מבצעי ניקיון של חופים נבחרים ע"י בני נוער ומתנדבים. באילת נערכים מידי שנה גם מבצעי ניקוי תת-מימיים. למבצעים אלה יש בעיקר ערך חינוכי והסברתי, והם חשובים במיוחד לאור העובדה שמקורה של חלק גדול מהפסולת בחופים הוא ציבור המבקרים בהם.

3.3 שמירת טבע

המודעות הציבורית והמימסדית לצורך בשמירת הטבע בישראל החלה להתפתח בשנות ה-60, ולמעשה הקדימה את המודעות לשמירת איכות הסביבה. למרות זאת, בתחום השמירה על ערכי טבע בסביבה הימית המדינה עדיין מפגרת יחסית למדינות מפותחות רבות. ביטויים בולטים של מצב זה הם, העדר הגנה מספקת ע"פ חוק לבתי גידול הראויים לשימור במימי החופין בים התיכון וחוסר המידע על מצבם הנוכחי כמפורט בסעיף 2.3 לעיל.

הסמכויות העיקריות בתחום שמירת הטבע מופעלות ע"י רשות שמורות הטבע והגנים הלאומיים (רשטי"ל), הכפופה למשרד לאיכות הסביבה, מכוח חוק גנים לאומיים, שמורות טבע, אתרים לאומיים ואתרי הנצחה (1992) ותקנותיו. תפקידי הרשות הם ליזום ולתכנן הקמת שמורות טבע, לנהל את השמורות ולהגן על ערכי טבע. מכוח החוק נקבעו 3 קטגוריות של בעלי חיים ימיים מוגנים: כל המינים מוגנים בתחומי שמורות טבע מוכרזות; קבוצות ספציפיות, כגון יונקים ימיים, צבי ים, משפחות מסוימות של דגים וכל מערכת הנבובים (אלמוגים, שושנות ים ועוד) וחסרי חוליות אחרים, מוגנות בכל תחום מימי החופין בים התיכון ובמפרץ אילת; קבוצות מסוימות נוספות, כגון כל דגי הגרם, כל מערכת הרכיכות ועוד, מוגנות בתחום של רצועות ימיות מוגנות בים התיכון ובמפרץ אילת.

החוף הדרומי של אילת הוכרז כשמורת טבע, ובמקביל לו הוכרזה רצועה ימית מוגנת הכוללת את כל תחום שוניות האלמוגים. כך ניתנה הגנה ע"פ חוק לכל החי והצומח בשונית האלמוגים, על אף שפורמלית השונית לא הוכרזה כשמורת טבע ימית (הקושי להכריז על שמורות טבע בים נובע מדרישות החוק המאפשרות הכרזה על שמורות רק בשטחים שחלות עליהם תכניות מאושרות ע"פ חוק התכנון והבנייה). בתחום שמורת החוף והרצועה הימית המוגנת ננקטו ע"י רשטי"ל פעולות רבות להגנה על שונית האלמוגים, כולל הגבלת מספר המבקרים היומי, הכוונת הפעילות של צוללים ועוד, שוודאי האטו את תהליך התדרדרותה של השונית אך לא עצרו אותו. במצב זה ברור שאין די בפעילות המונעת ויש צורך לנקוט בפעולות לשיקום השונית. כיום מתבצעים מחקרים לבדיקת ההיתכנות של שיקום השונית ע"י "גינן" חלקיה הפגועים באלמוגים צעירים ובענפי אלמוגים שגודלו במעבדה או בחלקים המוגנים יחסית שלה (בדומה לשיקום יערות ע"י נטיעת שתילי עצים שגודלו במשתלות).

לאורך החוף ובמימי החופין בים התיכון קיימים ארבעה סוגים של הגנה על ערכי טבע. הסוג הראשון - 4 שמורות חופיות מוכרזות ו-16 שמורות חופיות מיועדות (עדיין לא הוכרזו), באורך כולל של כ-44 ק"מ. הסוג השני - 14 שמורות ימיות מיועדות שאף אחת מהן עדיין לא הוכרזה כשמורה, באורך כולל של כ-34 ק"מ. התחום הימי של השמורות הימיות המיועדות מקביל ברובו לתחום של השמורות החופיות המוכרזות והמיועדות, במטרה לספק רציפות בהגנה על ערכי הטבע בים ובחוף. הסוג השלישי - שתי שמורות מוכרזות של קבוצות איוני הסלעים מול חוף ראש הנקרה וחוף דור - מעגן מיכאל, המשמשים כאתרי קינון לציפורים ימיות וכאתרים למנוחת החורף של קורמורנים. הסוג הרביעי - שתי רצועות ימיות מוגנות, בין חוף דור לשפך נחל המערות בכרמל ובין חוף אכזיב לגבול לבנון, באורך כולל של כ-11 ק"מ. מרבית השטח של הרצועות הימיות המוגנות מיועד לשמורות טבע ימיות. למרות שרק כמה קבוצות של בעלי חיים מוגנות בתחומי רצועות אלה, חשיבותן רבה מאחר שבעלי החיים המוגנים בהן כוללים גם דגים שיש להם ערך מסחרי.

פעולות המחקר והניטור בשמורות הטבע הימיות והחופיות (מוכרזות ומיועדות) מתבצעות ע"י קבוצות מחקר שונות, בדרך כלל ללא תיאום וללא הכוונה אלא בעיקר עקב עניין מדעי. התקציב העומד לרשות רשטי"ל לצורך זה מוגבל ואינו מספיק למעקב רב-שנתי בכל השמורות. לאורך חוף הים התיכון למעשה רק אוכלוסיות האצות נחקרו במסגרת ניטור רב-שנתי.

בעשור האחרון מתבצעת ע"י רשטי"ל תכנית לעידוד ההתרבות של אוכלוסיות צבי הים, כחלק מתכנית אזורית להגנה על הצבים באזור הים התיכון. במסגרת תכנית זו נערכים סיורים לאורך

החוף בעונת ההטלה של הצבים לאיתור קינים והעברתם למקומות מוגנים. הצבים הבוקעים מהביצים משוחררים לים.

הבקרה על הדיג במימי החופין היא באחריות אגף הדיג והמדגה שבמשרד החקלאות מכוח פקודת הדיג (1937) ותקנותיה. הפקודה ותקנותיה שתוקנו לאחרונה (1998) מקנות סמכויות להגביל את היקף הדיג, אזורי הדיג ושיטות הדיג, במטרה למנוע התדלדלות של אוכלוסיות הדגים. בתיקון האחרון של התקנות הוטל איסור מוחלט על דיג מכמורת במימי החופין בים התיכון למשך 45 יום בעונת הקיץ למשך 3 שנים, במטרה לאפשר תקופת גידול בלתי מופרעת לאוכלוסיות הדגים הצעירים. אגף הדיג מבצע מעקב אחר ההשפעות של איסור הדיג על אוכלוסיות הדגים. התקנות החדשות גם מחמירות את ההגבלות על דיג חופי ברשתות גריפה, ציוד תת-מימי ועוד, במטרה לשמר את אוכלוסיות הדגים החופיים במיוחד באזורים הסלעיים. ישראל הצטרפה לכמה אמנות בינלאומיות הנוגעות לשמירת המגוון הביולוגי וערכי טבע בסביבה הימית: האמנה הבינלאומית לשמירה על בתי גידול לחים (אמנת Ramsar, 1971); הפרוטוקול של אמנת ברצלונה, שעניינו הקמת אזורים מוגנים בים התיכון אשר עודכן ב-1996; והאמנה הבינלאומית לשימור המגוון הביולוגי (1992) החלה גם על הסביבה הימית. האמנות והפרוטוקול מחייבים בין היתר הכרזה על שמורות ימיות, הכנת רשימות אינוונטר של חי וצומח ימי הראויים להגנה ופעולות מחקר וניטור לקידום מטרותיהם. ברובן מחוייבויות אלה עדיין לא יושמו.

4. הצעת סדר עדיפויות לאומי בתחום איכות הסביבה הימית

מסקירת הבעיות בתחום איכות הסביבה הימית בישראל והמדיניות והכלים הקיימים להתמודדות עמן עולות שלוש מסקנות כלליות.

ראשית, בעשורים האחרונים חל שינוי מהותי במצב איכות הסביבה הימית של ישראל - שיפור בתחומים מסויימים והרעה באחרים. זיהום הים והחופים פחת מאוד, אולם עדיין נותרו בעיות זיהום מקומיות משמעותיות. הגרעון במאזן החול בחופי הים התיכון החרף ומצב החופים הורע. במצבן של שונות האלמוגים וחברות החי בתחום המים הרדודים לאורך כל חוף אילת חלה התדרדרות חמורה. עקב חוסר מידע אין אפשרות להעריך את ההשפעות של הפיתוח בחופים והשימושים במימי החופין על המגוון הביולוגי הכללי במימי החופין ועל מצבם של מרבית בתי הגידול היחודיים לאורך החוף, אולם סביר להניח שלכמה בתי גידול כאלה נגרם נזק.

שנית, הכלים החוקיים והמינהליים הקיימים אינם נותנים מענה הולם לכל הבעיות הסביבתיות ואינם מתאימים להתמודדות עם הלחצים הסביבתיים הצפויים בעתיד, כתוצאה מהמשך הפיתוח לאורך החופים והגברת גיוון השימושים במימי החופין.

שלישית, המידע הקיים על המאפיינים והמשאבים של החופים ומימי החופין והיקף הניטור השוטף של מצבם אינם מספיקים לצורך קבלת החלטות תכנוניות, המשפיעות על איכות הסביבה הימית ולצורך הפעילות השוטפת של הגורמים העוסקים בשמירת איכות הסביבה הימית.

הניסיון המצטבר בעולם מוכיח, שכמו בנושאים סביבתיים אחרים, התנאי לשמירה על איכות נאותה של הסביבה הימית לטווח ארוך הוא מימוש הגישה הכוללנית והרחבה של "פיתוח בר-קיימא" אשר משלבת את השיקולים הסביבתיים בהגדרת יעדי התכנון והפיתוח. המסקנה הנובעת מכך היא, שמדיניות השמירה על איכות הסביבה הימית איננה יכולה לעמוד בפני עצמה, אלא חייבת להיות מרכיב של **מדיניות ימית לאומית** כוללת.

לאור המסקנות לעיל מוצע שהממשלה תקים **מועצה לאומית לענייני הים**,^{*} אשר תגבש את המדיניות הימית הלאומית, תמליץ על האמצעים והמשאבים הדרושים ליישומה ותנחה את ביצועה. מועצה זו תבחן את מכלול האינטרסים הלאומיים בסביבה הימית בראייה ארוכת-טווח, ותתייחס בין היתר גם לשמירת איכות הסביבה הימית. על מנת להביא לאתגר לשיפור המצב בתחום איכות הסביבה הימית ולשפר את הכלים להתמודדות עם הבעיות הסביבתיות מוצעות הפעולות שלהלן:

• **ביצוע תכנית לאומית למיפוי, ניטור הערכה וחיזוי של מצב הסביבה הימית**

יש לבסס את קבלת ההחלטות על ניהול משאבי החופים והים ואת הפעולות הדרושות לשמירת איכות הסביבה הימית על מידע מדעי. לצורך זה יש למסד ולממן מתקציב המדינה תכנית לאומית למיפוי וניטור שוטף של הסביבה הימית והפקת הערכות ותחזיות על מצבה. על תכנית זו לכלול כמה מרכיבים^{*}:

* ביצוע מיפוי וסקרים בסיסיים על המאפיינים והמשאבים של הסביבה הימית לסגירת פערי מידע וליצירת "קו בסיס" להערכת שינויים סביבתיים עתידיים.

* ביצוע ניטור קבוע ושיטתי של הפרמטרים הסביבתיים הדרושים להערכה וחיזוי של מצב הסביבה הימית (כגון מעקב אחר שינויים בקו החוף, מעקב אחר אוכלוסיות החי והצומח בבתי גידול ייחודיים נבחרים, מעקב אחר איכות מימי החופין ועוד).

* מחקרים נלווים המכוונים לשיפור ההבנה של התהליכים הטבעיים הפועלים בסביבה הימית ומשפיעים עליה ושל ההשפעות הסביבתיות של פעילות אנושית, ולפיתוח ויישום של שיטות ניטור חדשות ומודלים להערכה וחיזוי סביבתיים (כגון שיפור ההבנה של תהליכי הסעת החול לאורך חוף הים התיכון, הערכה וחיזוי של פריחות אצות מזיקות במימי החופין, מודלים לחיזוי ההשפעות האפשריות של עליית מפלס הים על החופים ועוד).

* הקמת "מרכז מידע אוקיאנוגרפי לאומי" אשר ירכז, יארגן יתעד ויפיץ באופן שוטף נתונים ומידע על הסביבה הימית.

• **השלמה ועדכון של החקיקה הסביבתית**

יש להשלים ולעדכן את הכלים החוקיים המיועדים לשמירת איכות הסביבה הימית לרמה המקובלת כיום במדינות מפותחות. בעדיפות ראשונה: יש להצטרף לאמנות של ארגון הספנות הבינלאומי המעניקות פיצויים בגין נזקי זיהום הים בשמנים ולהתקין חקיקה ליישומן; להתקין חקיקה ליישום כל הוראות הנספח של אמנת MARPOL, העוסקת במניעת זיהום הים בכימיקלים נוזליים מזיקים; ולהצטרף לנספח של אמנת MARPOL, העוסקת במניעת זיהום הים בפסולת הנובעת מתפעולן השוטף של אניות ולהתקין חקיקה ליישומן. כמו כן יש לעדכן את חוק מניעת זיהום הים ממקורות יבשתיים וחוק מניעת זיהום הים

^{*} הצעה דומה במהותה לגיבוש מדיניות ימית לאומית והקמת מועצה ימית לאומית הוגשה ב-1998 לסנט של ארה"ב.

^{*} פירוט מלא של התכנית כלול ב"מסמך המדיניות לניהול מימי החופין בים התיכון". העקרונות המפורטים שם ישימים גם למפרץ אילת.

(הטלת פסולת), בהתאם לשינויים בפרוטוקולים הרלוונטיים של אמנת ברצלונה. בנוסף לכך, במסגרת עבודת המועצה הלאומית לענייני הים שהוצעה לעיל, יש לבחון בראייה כוללת ומשולבת את כל מערכת החקיקה הנוגעת לסביבה הימית ולקבוע את הצורך בשינוי ועדכון דברי חקיקה קיימים ובדברי חקיקה חדשים (כגון הצעת "חוק שמירת איכות הסביבה החופית").

● שימור ושיקום חוף הים התיכון

יש לאשר הקמת מבנים ימיים חדשים הכרחיים בצמוד לחוף או במנותק ממנו, כגון איים מלאכותיים, רק בתנאי שתלווה בהעברה מלאכותית של חול מצדם האחד (צד ההצטברות) לצדם השני (צד האירוזיה), כך שתישמר הרציפות של הסעת החול לאורך החוף. את תנוחת המבנים, כמות החול שיש להעביר, קצב העברת החול ומשכה ואתרי הכרייה והפיזור של החול יש לקבוע ע"פ חיזוי מראש, באמצעות המודלים הטובים ביותר הקיימים ולעדכן על סמך התוצאות של מעקב בדיעבד.

במסגרת תכנית הניטור הלאומית של הסביבה הימית, יש לתת עדיפות למעקב אחר שינויים בקו החוף, המצוק החופי וקרקעית הים הרדודה, ועל בסיס המעקב לגבש תכנית לשיקום והגנה של החוף והמצוק החופי - במיוחד בסמוך למבנים ימיים קיימים. יש לבדוק דרכים חוקיות ומינהליות לחייב את בעלי המבנים הימיים הקיימים להשתתף בפעולות השיקום (ביצוע השיקום בעצמם או תשלום לקרן ממלכתית שתממן את פעולות השיקום כמוצע בהצעת "חוק שמירת איכות הסביבה החופית"). אם יסתבר שאין אפשרות לחייב את בעלי המבנים הקיימים להשתתף בפעולות השיקום, יש לעשות זאת במקרים קריטיים במימון המדינה.

● טיפול במוקדי זיהום וניקוי הים והחופים

יש להאיץ את הטיפול בהפסקת זיהום הים ממקורות יבשתיים, ובעדיפות ראשונה לטפל בהפסקת זיהום נחל הקישון, הפסקת ההזרמה לים של הביוב של נהריה ועכו, הקטנת עומס הנוטריאנטים בנחלי החוף (במסגרת הפעולות לטיפול בביוב ושיקום הנחלים) ובדיקת פתרונות יבשתיים לטיפול בבוצה מהמפעל לטיהור שפכי גוש דן (עד למציאת חלופה יבשתית הולמת מבחינה סביבתית וכלכלית יש לפעול להפחתת כמויות המתכות הכבדות בבוצה).

יש לגבש קריטריונים לאיכות מי הים מותאמים לתנאים המיוחדים של הסביבה הימית של ישראל. קריטריונים אלה יהוו בסיס מדעי לאכיפת הוראות חוק מניעת זיהום הים ממקורות יבשתיים ויסייעו להגדרת הדרישות מהגורמים המבקשים היתרים להזרמת שפכים לים להשתמש בטכנולוגיות הטובות ביותר הקיימות לטיפול בשפכים במקור.

במסגרת תכנית הניטור הלאומית של הסביבה הימית, יש לתת עדיפות לאיסוף נתונים שיאפשרו לבצע הערכה כוללת מהימנה של התרומה של מקורות זיהום לא נקודתיים לזיהום מימי החופין, מיוחד בנוטריאנטים, כבסיס לגיבוש תכנית פעולה לצמצום הזיהום. כמו כן יש לתת עדיפות למעקב אחר ריכוזי הנוטריאנטים והאצות במימי החופין ושינויים בהרכב אוכלוסיות האצות - ובמיוחד ההופעה של אצות רעילות.

יש לקדם את הטיפול בהכנת תכנית חירום לאומית לטיפול באירועי זיהום גדולים בשמנים ובכימיקלים מזיקים, ולהקצות תקציב ממשלתי הולם להערכות הדרושה מעבר לתקציב המיועד למטרה זו מ"הקרן למניעת זיהום הים".

יש לחייב את הרשויות המקומיות, באמצעים חוקיים או מינהליים, לנקות את כל החופים שבתחומן בתדירות שתשמור בקביעות על ניקיונם.

● **שימור ושיקום בתי גידול ייחודיים**

יש לבדוק לאלתר דרכים לשיקום אקטיבי של שוניית האלמוגים באילת, במיוחד ע"י "גינן" חלקיה הפגועים באלמוגים צעירים וענפי אלמוגים, ולהקצות לשם כך מימון ממשלתי. יש למצוא פתרון חוקי/מינהלי שיאפשר לקדם את תהליך ההכרזה של שמורות ימיות וחופיות בים התיכון. בעדיפות ראשונה לטפל בהכרזה על שמורות החוף הסלעי בראש הנקרה, תל-שקמונה ודור-הבונים.

בתכנית הניטור הלאומית של הסביבה הימית יש לתת עדיפות לניטור תקופתי מסודר בשיטות אחידות של מגוון ומבנה חברות החי והצומח בבתי גידול נבחרים לאורך חוף הים התיכון המיועדים כשמורות טבע, ועל סמך תוצאות הניטור - לגבש שיטות מימשק וניהול גידול שיבטיחו את שימורם המירבי האפשרי.

השפעת החקלאות על איכות הסביבה

הכנת המסמך: פרופ' מיכאל רביב, מנהל המחקר החקלאי, נווה יער

[לא נערכה סדנא לדיון ולסכום החומר]

I. מבוא

למרות שרק כ- 3% מהתוצר הלאומי הגולמי בישראל נובע מחקלאות, מהווה החקלאות גורם משפיע ביותר, לטוב ולרע על איכות הסביבה. תרומת החקלאות לזיהום הסביבה הינה בעלת אופי מאד דיפוזי. הפעילות החקלאית מבוזרת, במקום על פני מרחבים ניכרים, ובזמן, לאורך כל עונות השנה. שלא כבמקרה של מפעל תעשייתי, לדוגמה, אין לפיכך אפשרות אמיתית לפקח על מגוון הפעילויות החקלאיות בהקשר לתרומתן (חיובית ושלילית כאחד) לאיכות הסביבה. גם תיקון נזקים שנגרמו ואותרו אינו פשוט כאשר מדובר בשטחי ארץ נרחבים, בהשפעות לעומק הקרקע ועד למי התהום או בתוצרת המאבדת בשלב זה או אחר את זיהוי מקורה. בבואנו לדון באפשרויות מיעור הנזקים והגדלת התרומה של החקלאות לאיכות הסביבה יש, איפה, להתייחס לאפשרויות האכיפה המוגבלות, לפערי הידע הקיימים בהבנת תהליכים שליליים ארוכי טווח ולצורך, הנגזר מכך, ביצירת מקורות ידע מוכחים. בשלב הבא יש ליצור מנגנונים המביאים ידע זה אל ציבור החקלאים באופן שתוצר אחריותו של החקלאי הבודד. יתכן שיהיה צורך, מעבר לפעילות חינוכית ליצור מניעי תיגמול (חיובי לשומר ושליילי למפר) לשמירת איכות הסביבה. פעילות זו תשתלב, בבוא העת, עם פעילות הסברתית - חינוכית בקרב ציבור הצרכנים של התוצרת החקלאית (כלומר כלל הציבור) שישמש, במידה מסוימת כ"כלב השמירה" של החקלאים.

לא פחות מהבנת פוטנציאל הסיכונים הקיימים במעשה החקלאי חשוב גם להבין את תפקידה החיובי (בכוח ובפועל) של החקלאות בהקשר של איכות הסביבה. החקלאות משמשת כשומר מס' אחד של השטחים הפתוחים במדינת ישראל. פעילות חקלאית מפרה, אמנם, את המאזן האקולוגי המקורי של שטח נתון ואין ספק שיש לשמר שטחים פתוחים בלתי מעובדים באתרים בהם נשמרו ערכי טבע ונוף ייחודיים או אופייניים. עם זאת יש לזכור כי ארצינו הייתה מיושבת ומעובדת במשך אלפי שנים והוברת שטחים מעובדים לא תחזיר את הגלגל האקולוגי לאחור. ברוב המקרים החלופה לעיבוד חקלאי היא עיור בהקשר הסביבתי אין ספק כי ריפוד שטחים גדלים והולכים במעטה בטון גורם לנזק בלתי הפיך לאיכות הסביבה. שטח מעובד מהווה "ריאה ירוקה" נופית, קולט פחמן דו חמצני וגזים מזהמים מהאוויר, מאפשר מילוי מהיר של מי התהום כתוצאה מחלחול משקעים, מפחית תנועת מזהמים כמו חנקות למי התהום, כל זאת מעבר לערכו הכלכלי כגורם ייצור חסר תחליף. החקלאות עשויה לשמש (ובמידה מסוימת משמשת כבר היום) אתר סילוק לפסולת עירונית כגון למקטע האורגני של אשפת ערים (לאחר הפרדתו והפיכתו לקומפוסט), למי קולחים, כתחליף למים שפירים שיצרכו בעתיד הקרוב ברובם בגדול ע"י האוכלוסייה העירונית ולבוצת מתקני טיהור שפכים לאחר קומפוסטציה שלה. הפתרונות המקובלים היום לסילוק חלק ממטרדים סביבתיים אלו רחוקים מלהיות אופטימליים (סביבתית וכלכלית) ומקרה חירייה משמש

דוגמה מוחשית לכך. החקלאות עצמה יכולה גם למתן השפעות שליליות של חקלאות ע"י קליטה ושימוש ב"תוצרי ביניים" כגון זבל בע"ח, שאריות צמחוניות וכו'.

2. בעיות מרכזיות של איכות הסביבה החקלאית בארץ.

2.1. זיהומים שמקורם בהדברת פגעים

גורמים

- ריסוס בחומרים אסורים בשימוש
- ריסוס זמן קצר מהמותר לפני הקטיפה
- רחף
- היסחפות חומרי הדברה הספוחים לקרקע עם מי נגר עיליים
- שטיפת מתקני ריסוס
- אריזות ריקות, מצבורים ישנים
- יישום דרך מערכת ההשקיה
- שימוש במתיל ברומיד ובמעקרי קרקע אחרים

תוצאות

- שאריות במזון אדם ובע"ח והשלכותיהן הבריאותיות
- שאריות ספוחות בקרקע. שיחרור נמשך עם הזמן
- שאריות לאורך שרשרת המזון בטבע
- שאריות במי תהום ובמקווי מים. פגיעה משנית בגידולים חקלאיים, באדם ובחי
- פגיעה בשכבת האוזון בסטרטוספירה
- פגיעה במיקרואורגניזמים מועילים בקרקע: האטת שיחרור יסודות הזנה ממנרלי הקרקע, פגיעה במבנה הקרקע, פגיעה במיקרואורגניזמים אנטגוניסטיים למחלות קרקע

2.2. בעיות שמקורן בדישון, בהשקיה ובממשק עיבודים

גורמים

- דישון עודף (Luxury feeding) בגידולים אינטנסיביים וחלחול העודף אל מתחת לבית השורשים.
- היסחפות דשן הספוח לקרקע עם מי נגר עיליים
- משטר השקיה לקוי
- משטר עיבודים לקוי
- יישום מוגזם של קטיונים חד ערכיים

תוצאות

- המלחה וזיהום של מי תיהום ומקווי מים (חנקות). ירידת איכות מי ההשקיה. סגירת בארות המשמשות למי שתייה. המלחת קרקעות (חלק מעמק יזרעאל, לדוגמה).
- הרס מבנה של קרקעות: הרס תלכידים, דיספרסיה, היוצרות קליפה, סחף מואץ, מניעת חלחול משקעים, ירידה בפוריות. תהליכי מידבור.
- ירידה בתכולת החומר האורגני ובביומסה של הקרקע = ירידה בפוריות.

- הגדלת תצרוכת המים.
- 2.3. בעיות שמקורן בשפכים חקלאיים

גורמים

- מוצא שפכים בלתי מטופל של משק בע"ח לרבות בריכות דגים וכן של תעשיות עיבוד תוצרת חקלאית.
- אי אכיפת החוק לסילוק פסדים.

תוצאות

- הגעת פתוגנים, תרופות וטרינריות, חומרי הדברה וחיטוי ויונים שונים לרבות חנקות לסביבה (מי תהום, מקווי מים).
- מטרדי ריח וחרקים.

2.4. שונות

גורמים

- שאריות פלסטיק מחממות, חיפויי קרקע וצנרת.
- שרפת גזם.

תוצאות

- פגיעה ממיכון חקלאי, מטרדים אסתטיים, חשיפה לחומרים מזיקים לרבות כאלו החשודים כמסרטנים. במקרה (הנפוץ) של שרפת פלסטיק - הפצת חומרים רעילים ומסרטנים לאטמוספירה.
- חשש להתפשטות שריפות בלתי מבוקרות מטרדי ריח ומטרדים אסתטיים. העשרת האטמוספירה בגזים שונים שחלקם רעילים. תרומה לאפקט החממה.

3. סדרי עדיפויות מוצעים לפתרונות בעיות איכות הסביבה בחקלאות

- בשלב הנוכחי של עיבוד מסמך זה, ובטרם כומתו גורמי הזיהום הנ"ל (ואחרים) ונזקיהם קשה לקבוע סדרי עדיפויות חד משמעיים. עם זאת ניתן לקבוע כי הפתרון האופטימלי לטווח הארוך הוא הסבתה של החקלאות הישראלית למסגרת של חקלאות בת קיימא. נושא זה נידון בהרחבה בפרק הבא. בטווח הקצר יש לקדם את הצעדים הבאים:
- הרחבת השימוש במגוון הפסולות המיוצרות ע"י המגזר העירוני, החל ממי קולחים בהם נעשה שימוש כבר כיום דרך שימוש בקומפוסט שמקורו בבוצת מכון טיהור ועד שימוש בקומפוסט שמקורו באשפה עירונית. לשם כך יש לקדם הן את הרחבת הידע בנושא זה בעזרת מחקרים משלימים, הן את הפצת הידע שכבר קיים ובעיקר את חינוך הציבור העירוני לפעולות הנדרשות מצידו כגון הפרדת האשפה במקור. למרות שנושא זה אינו בגדר פתרון להפחתת תרומת הזיהום ע"י החקלאות יש לו חשיבות עליונה בהקשר של חיזוק הקשר בין המגזרים והחדרת ההכרה בחשיבותה של החקלאות כגורם חיובי באיכות הסביבה. בנוסף לתועלת זו צפוי כי הגדלת תכולת החומר האורגני בקרקע שתנבע מפעילות זו תביא לעצירת תהליכי הרס ומידבור, תביא לעלייה בפוריות הקרקע, תאפשר הקטנת השימוש בדשנים כימים ותקטין את הנזקים הנגרמים עקב שימוש זה. לקראת שלבי הביצוע המעשיים של נושא יישום

הקומפוסטרים יש מקום לדון בצורך בתשלום פרמיה לחקלאי על שירותו לחברה בקבלת תוצרי האשפה או, למצער באספקת קומפוסט ללא חיוב.

- חיזוק אכיפת התקנות והחוקים הקיימים בקשר לשימוש בחומרי הדברה. יש להגדיל מאד את היקף בדיקות השאריות במוצרי מזון המשווקים לשוק המקומי (בתחום היצוא הבדיקות נעשות בשל דרישת ארצות היעד) ולהחמיר בעונשים המוטלים על מפרי חוקים אלו.
- התקנת תקנות ואכיפת תקנות קיימות העוסקות בשפכי בע"ח, שיירים של תעשיית המזון, טיפול בפסדים ובגזם. מעבר לתועלת המיידית לאיכות הסביבה הכללית שתושג ממהלך זה, צפויה גם תועלת משנית לחקלאות היות שברוב המקרים הנ"ל קומפוסטציה, כלומר עיבוד אווירני מבוקר של הפסולות שיעשה על פי חוקי איכות הסביבה הקיימים יביא לקבלת תוצר מיוצב, לא אגרסיבי, נטול ריח ובעל פוטנציאל גבוה ליישום בקרקעות חקלאיות.

4. חקלאות בת קיימא כדרך למניעת מידבור ולשיפור איכות הסביבה החקלאית

תקופתנו מתאפיינת בהתפתחות דרמטית שעדיין אין אפשרות להעריך את תוצאתה במלואן: בראשונה הגיעה האנושות לגודל ולאמצעים המאפשרים לה לפגוע באורח משמעותי בכושר הנשיאה של כדור הארץ. מהלך זה לא היה בעל אופי אפוקליפטי אלא כתוצאת שורת תהליכים איטיים, כמעט לא מוחשיים, המבוזרים במקום ובזמן. פעילויות שונות, מעשי ידי אדם, פוגעות בחוליות רבות של שרשרת הקיום של המין האנושי ושל מינים אחרים המאכלסים את כדור הארץ גם אם יוגדרו כל גורמי הנזקים ויופסק השימוש בהם יארך, אל נכון, תיקון הנזקים שכבר נגרמו עוד זמן רב. במקרים מסוימים, כגון אלו של מינים שנכחדו, אין התיקון אפשרי כלל וכלל.

החקלאות הינה רק אחת מהפעילויות האנושיות הרבות הגורמות לפגיעות אלה. לפעילויות לא-חקלאיות כגון: טיפול לא נאות באשפה, בירוא יערות לצורך שימוש בעץ, זיהום אוקיאנוסים, שימוש בתרכובות הפוגעות בשכבת האוזון, פליטת "גזי חממה" לאטמוספירה ועוד - יש השפעות הרסניות לא פחות מאשר לגרועים שבנוהלי העבודה החקלאיים. עם זאת, אין בכך כדי לפטור את קובעי המדיניות החקלאית, את החקלאים ואת העוסקים במחקר החקלאי מאחריות לדרך שבה הפעילות החקלאית משפיעה על עתיד כדור הארץ והמין האנושי בכלל ועל עתיד מדינת ישראל בפרט.

חשוב לזכור כי הפחתת זיהום ממקורות חקלאיים (וקל וחומר מניעתו) היא משימה קשה מאד. הקושי נובע מהפיזור העצום של ציבור החקלאים על פני כדור הארץ, מחד גיסא, והקושי שבהצגת חלופות סבירות לחומרים מזהמים שונים הנתפסים כחיוניים לייצור סדיר של תוצרת חקלאית, מאידך גיסא. למשל, קל הרבה יותר למנוע שימוש בתרסיסים מכילי כלורופלואורופחמימנים הפוגעים בשכבת האוזון שבסטרטוספירה מאשר לחדול מהשימוש במתיל-ברומיד החשוד בגרימת פגיעה דומה. המקרה הראשון כרוך בהתייקרות מסוימת של מספר מוצרים ובהפסד לכמה בתי חרושת. המקרה השני, כנגד זאת, עלול להשפיע באופן מידי על פוריותם (לפחות בטווח הקצר) של שדות חקלאיים רבים אגב גרימת הפסדים ניכרים

למגדלים והיווצרות מחסור במזון בקנה מידה גלובאלי. תוצאות שמידת חומרתן דומה, גם אם זכו לפחות פרסום בינלאומי נמצאו בהקשרים שונים עקב שימוש במיני פסטיצידים רבים. המודעות הגוברת של הציבור בארצות המפותחות לתהליכים ולגורמי הנזק שנמנו לעיל מביאה בהדרגה שינויים במנהגים ובחוקים שגרמו למצב הנוכחי. אחת הדרכים החשובות ביותר להחדרה מהירה של השינויים הנדרשים מתבססת על תמחור המביא בחשבון את ערך השימוש העתידי של משאבים, בעת מחסור או את עלות פיתוח תחליפיהם. תמחור המתחשב בדרישות איכות הסביבה (שהוא, למעשה, מיסוי עקיף) גורם למיתון השימוש במשאב החסר, מאפשר הפניית מקורות כספיים לפתרון הבעיות שגרם הניצול המוגבר בעבר ועידוד מחקר לאיתור תחליפים ידידותיים בעתיד. בפועל, סיבות פוליטיות ושיקולים כלכליים מידיים גורמים לקביעת מחירי - חסר למשאבים שונים. למשל, רמת המחירים המאפיינת את מחירי האנרגיה השוררים כיום אינה מעודדת מאמצים לפיתוח ולניצול של מקורות אנרגיה מתחדשים. בדרך זו מסבסדים הדורות הבאים, שלא מדעת, את רמת חיינו הנוכחית. בהקשר החקלאי מעודדים מחירי אנרגיה נמוכים שימוש בפליחה, בדשנים ובחומרי הדברה שמחיריהם מושפעים ממחירי דלקים פוסיליים. העלאה מבוקרת של מחירי הדלקים, לדוגמה, תגרום לצמצום השימוש בהם ותפנה מקורות כספיים לפיתוח תחליפים. באמצעות תמחור אפשר, למשל, לגרום לצריכת מי תהום בקצב השווה לקצב המילוי החוזר. במערכת המחירים השוררת כיום נגרמת שאיבת יתר המביאה להמלחת מי התהום. תהליך זה מתחולל בקצב מהיר בארץ, כמו גם במקומות נרחבים אחרים בעולם.

מיתון ניצולם של משאבי טבע בעזרת תמחור ריאלי ניתן ליישום כמעט מידי בארצות העשירות בשל יכולת הספיגה של עליית המחירים על ידי אוכלוסיות ארצות אלה שהתוצרת החקלאית תופסת אחוז לא גדול, באופן יחסי, מסל התצרוכת שלהם. כאמור, ניתן להעלות בעזרת תמחור "עתידי" את המוטיבציה לזירוז פיתוחם של חידושים מדעיים וטכנולוגיים שיפתרו בעתיד את בעיית ניצול היתר של משאבים מתכלים. פיתוחים אלו ישרתו בעתיד גם את תושבי המדינות הלא מפותחות. תקופת הביניים תחייב מציאת פתרון של תמחור דיפרנציאלי שימנע פגיעה בכלכלתן של המדינות הלא מפותחות וברמת התזונה של תושביהן. יישומם של כלים כלכליים מסוג הנ"ל בקני מידה עולמי הוא עדיין בגדר חזון לעתיד. עד להגשמתם יש לבחון את האפשרות להטיל מיסים ייחודיים תוך בחינה זהירה של השפעתם המקומית. דוגמה אפשרית למיסוי מסוג זה, המתאימה לדעת כותב שורות אלו לישראל, עשויה להיות מס על ייצור אשפה אשר הכנסותיו יכוונו לטיפול נאות, אקולוגית, באשפה. טיפול זה יחסוך משאבים כגון קרקע למטמנות, יפחית זיהום ויאפשר מחזור חומרי גלם שונים לתועלת החברה כולה. בהקשר זה ניתן לראות את החקלאות לא כתורם זיהום אלא, דווקא, כאתר סילוק יעיל ובטוח למקטע האורגני המצוי באשפה (בשיעור של כ- 50%). במקרה המבחן של הטיפול במקטע האורגני המצוי באשפה הינו בעל משמעות כפולה: כמעט כל החומר האורגני המצוי באשפה מקורו הראשוני הינו פעילות חקלאית. יש, איפה, משום "צדק אקולוגי" בהחזרתו בצורה מושכלת למגזר החקלאי. רוב מדעני איכות הסביבה משוכנעים כיום, לאחר עשרות שנים של בחינת פתרונות חלופיים כגון שריפה והטמנה, כי קומפוסטציה של אשפה היא

הפתרון המועדף. לעומת זאת, אין ספק כי אחד הגורמים החשובים ביותר בדילול הקרקעות הוא פחיתת החומר האורגני בהן. החזרת המקטע האורגני של פסולות ביתיות לקרקע, לאחר הרחקת גורמים מזהמים מהאשפה, היא דרך מתבקשת מאליה לפתור באחת הן את בעיית הררי האשפה שמייצרת החברה המודרנית והן את בעיית פחיתת החומר האורגני בקרקע. קשר זה בין המקטע העירוני לחקלאי מהווה דוגמה כיצד יכולה וצריכה חקלאות בת קיימא להיות חלוצה לפני המחנה בדרך שתבטיח התחדשות המקורות לפוריות הקרקע ובו בזמן תיתן שירות חשוב לחברה. יוזמה זו צריכה להתבסס על הפרדת המקטע האורגני עוד בבתי התושבים. הפרדה במקור הופכת להיות מקובלת יותר ויותר בחברה המפותחת, וגם הציבור בישראל כבר בשל לקראתה. מתבקשת היום הקמת מערכת לשיתוף פעולה בין הרשויות המקומיות, ובין המשרד לאיכות הסביבה וציבור החקלאים לצורך ניצול משאב זה. חשוב להדגיש כי להעשרת קרקע בחומר אורגני מיוצב יש אפקטים משניים חיוביים הנוגעים אף הם במישרין הן בכלכליות הגידול והן באיכות הסביבה: קרקע שהועשרה בקומפוסט מגיעה, במוקדם או במאוחר, למצב בו מדוכאות מחלות השורש ששררו בה בעבר. הדבר עשוי לאפשר החלפת השימוש במעקרי קרקע ובפונגיצידיים המיושמים במהלך הגידול של גידולים רגישים. לאחרונה פרסמה הסוכנות האמריקאית לאיכות הסביבה (USEPA, 1997) המלצות לשיטות חליפיות לשימוש במתיל ברומיד. בראש ההמלצות מופיע בשימוש בקומפוסט.

במקביל לפעילויות בעלות אופי כלכלי יש להעמיק את מודעות הצרכנים להשפעות של נוהלי העבודה החקלאיים על בריאותם ועל יציבות המערכת האקולוגית שעל פני כדור הארץ. מודעות זו עשויה לשמש כמניע העיקרי ליישומן המלא של שיטות חקלאיות שיבטיחו את יציבותו של בית הגידול. השפעת הצרכנים יכולה להתבטא בשתי דרכים: א. על ידי הפעלת לחץ על גופי הרישוי, התקינה והחקיקה לבקרה מרבית של השימוש בחומרים הפוגעים בסביבה. ב. על ידי העדפת מותגים "נקיים".

מטרת הדיון הבא היא לבדוק האם קיימת סתירה בין המגמה לאימוץ ממשק חקלאי "ידידותי לסביבה" לבין המשך ייצור סדיר של תוצרת חקלאית לאוכלוסייתה הגדלה של מדינת ישראל, וזאת מתוך הנחה שגם בתנאי שוק בינלאומי פתוח לחלוטין יש לישראל עניין אסטרטגי וקיומי בייצור חקלאי מקומי. לצורך זה נגדיר את המושג "כושר נשיאה" (Carrington Capacity) משתי נקודות ריאות: בהקשר הביוטי, כושר הנשיאה הוא היחס שבין גודל אוכלוסיות של מין נתון (לרבות המין האנושי) ובין גודל השטח המאפשר את קיומו התקין, בלא פגיעה ביכולת הקיום העתידית. בהקשר של היחס בין השימוש במשאבים ובין התחדשותם, כושר נשיאה מוגדר כניצול המשאב באופן ובקצב שאינם מקטינים את מחקר בתחום מדע הקרקע והעיבודים, ולהצלחות במניעת סחיפתה על ידי רוח או מים. עם זאת הוקדש מאמץ פחות ללימוד תהליכים שיאפשרו הימנעות מהווצרות תופעה זו מלכתחילה. סמוך לסיומה של תקופה זו חל גם גידול עצום בתחום ההשבחה שהוביל ל"מהפכה הירוקה" - יצירת זנים עתירי יבול במקביל להפצה יעילה ומאסיבית של ידע חקלאי מתקדם לארצות העולם המתפתח. למרות תחזיות קודרות קדומות הגיעו בתקופה זו ארצות כמו סין, הודו, אינדונזיה, פיליפינים ועוד, ליכולת אספקת מזון עצמית ואף ליכולת לייצא תוצרת חקלאית עודפת. ההצלחות

החקלאיות הבולטות של תקופה זו דחקו החוצה גישות שמחייבות מאמץ ארוך טווח כגון זה הדרוש לשמירת כושר הנשיאה של הקרקע או אף הגדלת פוריותה על ידי הגדלת תכולת החומר האורגני שבה.

בשנות השישים החלו להסתבר סיכונה של שיטת השימוש הליברלי בחומרי הדברה ודשנים כימים. שאריות חומרי הדברה נתגלו בתוך חוליות שונות בשרשרת המזון ואף במזוננו. מזיקים וגורמי מחלות פיתחו עמידויות נגד חומרי הדברה, דבר שגרם לחקלאים להגביר את תכיפות היישום ולהגדיל את המינון. כאשר גם זה לא עזר, נזעקו חברות הכימיקלים לשחרר לשוק חומרי הדברה חדשים, אלימים יותר, והמעגל טרם נסגר. במקביל נמצאו ריכוזים גבוהים של יסודות הזנה במים עיליים, דבר שגרם לתהליכי אוטריפיקציה ול"מות" מקווי מים ונחלים. גם במי תהום נמצאה לפעמים עליה בריכוז החנקות עד לרמה המסכנת את בריאות הציבור. ספרה של רחל קרסון, "האביב הדומם" (Carson, 1962), הביא בצורה דרמטית כמה מעובדות אלו והשלכותיהן האפשריות למודעות של ציבור גדול בעולם המערבי. רגישותו של ציבור זה לסביבה התחדדה בעת משבר הדלק של שנת 1973, שהיה לו תפקיד הדגמתי חשוב לתודעת הציבור: בראשונה הובן לא רק ע"י אקולוגים כי משאב מתכלה זה ותוצריו אינם יכולים להילקח כמובנים מאליהם לפרק זמן בלתי מוגבל, ומושג המשאב המתכלה נהפך לנחלת הכלל. הצטברות העדויות והתובנות הללו גרמו להווצרותה של גישה אגרו-אקולוגית מחד גיסא, וחלחול הצורך בנקיטת פעולה ממוסדת לקובעי המדיניות, מאידך גיסא. עדות מרשימה לכך ניתנה בשתי המהדורות האחרונות לחוק החקלאות האמריקאי, שכלל את החקלאות בת הקיימא כיעד מרכזי לפיתוח של חקלאות העתיד. ההתפתחות, עלפי חוק זה, צריכה להוביל לממצאים הבאים:

1. החקלאות צריכה להתקיים כאורח חיים מספק לחקלאים. יש לשמור על תנאי סביבה נאותים לאדם ולמרב סוגי האורגניזמים. יש להגן על ממקווי המים ועל מי התהום. לשם כך יש למזער את השימוש בדשנים ובחומרי הדברה.
2. יש לשאוף להגדלת הפוריות ע"י טיפוח זנים פוריים העמידים למגוון תנאי סביבה קשים, על ידי שמירה על תכולת החומר האורגני בקרקע ועל מחזור זרעים.
3. יש לפעול לצמצום השימוש בחומרי הדברה רעילים על מנת למזער את הפגיעה בסביבה ולהבטיח מזון נקי ואיכותי. להשגת מטרה זו יש להשביח זנים העמידים למחלות ולמזיקים.
4. יש להבטיח את האפשרות להמשך התפתחות ע"י: מניעת הרס הקרקע עקב סחף, רוח ומים, מניעת שאיבת יתר של המים, חיסכון באנרגיה ושמירה על מלוא מגוון המינים (biodiversity). מתוך מגוון המינים המאוקלם לתנאיו של כל בית גידול בצורה המיטבית יימצא החומר הגנטי הדרוש לפיתוח זנים העמידים למחלות, למזיקים ותנאי עקה.

התפתחות המודעות הסביבתית שבאה לידי ביטוי בחקיקת חוקים אלה לוותה בהתפתחות מרשימה, בכל ארצות העולם המערבי, של איגודים חקלאיים המנסים ליישם את עקרונות החקלאות בת הקיימא (Sansavini and Wollesen, 1992). איגודים אלו התאגדו לתנועה

בינלאומית הקרויה International Federation of Organic Associations and Movements (IFOAM).

מקובל לפטור את המגמה ליישם ממשק חקלאי בר קיימא בקביעה שממשק זה יגרור, בהכרח, פחיתה ביבולים אגב עליה ניכרת במחיר התוצרת. בכך יוחרף אי השוויון הקיים כבר כיום בחלוקת משאבי כדור הארץ ותפגענה האוכלוסיות החלשות, הסובלות בחלקן מתת תזונה. הפרמיה המקובלת היום לתוצרת אורגנית בשוקי העולם המערבי משמשת לטוענים כך הוכחה לאי יכולתה של החקלאות בת הקיימא לייצר במחירים תחרותיים לאלה של החקלאות הקונבנציונלית. לצורך בחינת דעה זו נסקור להלן בקצרה את מצבה של החקלאות ברת הקיימא היום. בהכללה ניתן למנות שלוש שיטות ממשק שונות בתחום חקלאות בת הקיימא: א. low input sustainable agriculture (LISA) ב. חקלאות אורגנית קלאסית המקובלת בעיקר בצפון אירופה ובמרכזה. ג. חקלאות אורגנית אינטנסיבית דוגמת זו הנהוגה בארץ ובכמה מקומות באירופה.

מטרת השיטה הראשונה היא למנוע הברת שטחי חקלאות אגב מניעת זיהום הסביבה. הייצור החקלאי כשלעצמו מהווה מטרה משנית בארצות בהן כושר הייצור עולה במידה כה רבה על הביקוש לתוצרת עד שלמדינה יש עניין לסבסד הפחתת יבולים. ואמנם, שיטה חקלאית זו כרוכה בפחיתה יבולים הגוררת עליה במחירי המזון. יש להניח כי צורכי השוק העולמי יביאו, עם הזמן, להעלמות המצב המלאכותי הגורם לממשלות ארצות הברית, קנדה וחלק מארצות אירופה לעודד שיטת ממשק זו.

שיטת הממשק השניה אינה כרוכה, ככל הנראה, בפחיתה משמעותית ביבולים. Stanhill (1990) השווה את הפוריות של הממשק האורגני לזו של הממשק המקובל והראה כי הממשק האורגני השיג, בממוצע, 90% מהיבול המתקבל בממשק המקובל. בכשליש מהמקרים הושגו בממשק האורגני יבולים גבוהים יותר מאשר בממשק המקובל, בתנאי ייצור זהים. יש להניח כי עם התקדמות המחקר והרחבת הידע, המפגרים בהרבה בממשק האורגני לעומת הממשק המקובל, ייסגרו אף פער זה. מעניין לציין בהקשר זה כי Pimental et al (1992) מעריכים כי, ברמת הידע המצוי כיום, הימנעות מוחלטת משימוש בחומרי הדברה תגרום עלייה ממוצעת של 10% באובדן היבול הנובע ממחלות ומזיקים.

למיטב ידיעתנו טרם נערך מחקר כלכלי מסודר, בדומה לזה שצוטט לעיל, בדבר פוריות היחסית של מגזר החקלאות האורגנית האינטנסיבית בארץ, לעומת המגזר המקביל בחקלאות המקובלת. במספר גידולים קטן בהם הושקע מאמץ מחקרי מזערי גם במגזר האורגני (למשל, בגידול גזר), השתווה פוריותן של שתי שיטות הגידול. יש מקום לבדוק את הנחת העבודה האומרת כי ברמת תשומות דומה ובליווי מחקרי והדרכתי נאות עשויה החקלאות האורגנית לספק תוצרת חקלאית במחיר וברווחיות דומים לאלו של החקלאות המקובלת.

חקלאות בת קיימא מתבססת על ממשק שנועד לשמר ואף לפתח את כושר הנשיאה של הקרקע. לכך נועדה העשרת הקרקע בחומר אורגני הגורמת עלייה בפעילות הביולוגית המתחוללת בה. שיטות הגנת הצומח מטרתן למנוע פגיעה במיקרואורגניזמים שוכני הקרקע שפעילותם הרבות מאפשרות צמצום השימוש בתשומות חיצוניות בלא פגיעה בבריאות

ובפוריות הגידול. הגנת הגידולים מסתמכת בעיקר על פעילות מינים המתחרים באורגניזמים המזיקים, גישה הממזערת את הפגיעה בסביבה. מסקנה הנגזרת מהדיון דלעיל היא שיש לתת סיכוי הוגן לבחינת החקלאות בת הקיימא כפתרון המיטבי המצוי כיום בידנו לשמירת כושר הנשיאה של מערכות הייצור החקלאיות. מתן סיכוי כזה מחייב עדיין השקעת מאמצים מחקרניים ניכרים בהתאמת הידע הבסיסי הקיים לאזורים ולגידולים השונים, לצורך פתרון בעיות ייחודיות והעלאת רווחיות הגידולים. יש לנקוט בגישה כולית (הוליסטית) ובין-תחומית כך שכל פעילות תבחן על פי מכלול השפעותיה על הסביבה וברמת המשק כולו. שיתוף פעולה הדוק בין קובעי המדיניות, מדריכים ומגדלים הוא תנאי הכרחי להעמקת הידע, להפצתו ולמימושו.

5. מגבלות בפיתוח חקלאות בת קיימא בישראל

- העדר שוק מקומי מוגדר (אך לעומת זאת - ביקוש גדול בשווקי היצוא).
- פערי ידע לעומת החקלאות המקובלת.
- הצורך בסבסוד התחלתי ל"הנעת" המערכת.



- פוריות פחותה בשלבים הראשונים? עלות מוצר גבוהה יותר החרפת מגבלות השוק.

6. דרכים לפתרון המגבלות

- תמחור משאבים ריאלי, על פי חישוב ערך עתידי, קנס למזהמים ביטול הפער בין מחיר תוצרת רגילה לתוצרת "בת קיימא".
- חינוך, יצירת מודעות.
- מחקר והדרכה לצמצום פערי הידע. צפי להגעה לרמת פוריות זהה לזו של החקלאות הרגילה.
- סבסוד ברמת ארצות המערב. ההצדקה - חיסכון בעלויות "ניקוי" עתידיות.

7. מראי מקום

1. Brundtland' G.H. (1987) Our Common future. Oxford University Press, New York, N.Y.
2. Carson, R. (1962) Silent Spring. Houghton Mifflin. Boston, MA.
3. Daily, G.C. and P.R. Ehrlich (1992) Population, sustainability and earth's carrying capacity. BioScience 42:761-771.
4. Lehman, H. Clark, E.A. and Weise, S.F. (1993) Clarifying the definition of sustainable agriculture. J. Agric. Envir. Ethics 6:127-143.
5. Pimentel, D. Acquay, H., Biltonen, M., Rice, P., Silva, M., Nelson, J. et al. (1992) Environmental and economic costs of pesticide use. BioScience 42:750-760.
6. Sensanivi, S. and Wollesen, J. (1992) The organic farming movement in Europe. HortTechnology 2:276-281.

7. Stanhill, G. (1990) The comparative productivity of organic agriculture. *Agric., Ecosyst. Environ.* 30:1-26.
8. US Environmental Protection Agency (USEPA) (1997) *Stratospheric Ozone Depletion: Methyl bromide alternatives*, vol 3.

סדרי עדיפות לאומית בתחום איכות הסביבה בישראל, 1999

איכות הסביבה בארץ מחייבת פעולה דחופה במגוון רב מאוד של נושאים תוך מתן משאבים ודגשים רבים. אולם, מדיניות לאומית בתחום איכות הסביבה, חייבת להתבסס על קביעת סדרי עדיפות, משום שהיכולת לפעול מוגבלת ולא ניתן מיידית לפתור את כל הבעיות. ללא קביעת סדרי עדיפות וקדימות, יש חשש כי המשאבים המוגבלים יפוזרו, מבלי לתרום תרומה אפקטיבית לקידום איכות הסביבה בישראל.

במהלך שנת 1998, עסקו למעלה מ-100 אנשי מקצוע, מומחים בתחומים השונים של איכות הסביבה, בהכנת מסמכי רקע, בדיונים ובסדנאות לקביעת עדיפות וקדימות לפעולות בתחום הסביבה בישראל. בעבודה זו, מוגשים תקצירים של העבודות המקוריות, סיכומי הדיון והמלצות הצוות הרחב לעדיפות בתחומים השונים.

כוונת נייר עמדה זה היא לקבוע סדרי עדיפות וקדימות לטווח זמן קצר בסדר גודל של חמש שנים, כדי להשיג מטרות חיוניות הניתנות למימוש בטווח זה. בכוונת עורכי העבודה והגופים שיזמו אותה, להמשיך בעבודה זו, כפעולה דינמית, לעידכון מתמיד של ההמלצות.

אנו מקווים, כי פרסום עבודה זו יהווה תרומה חשובה לקידום נושאי הסביבה בישראל, נושאים הדורשים הרבה מאד טיפוח ופעולה, לשם שמירה על הארץ שהופקדה בידנו, להגנת הסביבה וליצירת התנאים שיאפשרו לתושבי הארץ איכות חיים בתוך סביבה איכותית.

ISBN 965-386-019-4



מרכז הפרויקט: פרופ' יורם אבנימלך

ייעוץ ועריכה מקצועית: אופירה אילון

עריכה: רמה דיקשטיין-אילת

פורום המשק והכלכלה למען איכות הסביבה בישראל



ה'ל"ה 6, גבעתיים 53403 טלפקס: 03-5732750

מוסד שמואל נאמן למחקר מתקדם במדע ובטכנולוגיה



קרית הטכניון, חיפה 32000 טל: 04-8292329, פקס: 04-8231889