

# מיקום מפעלי חומרים מסוכנים בישראל

סיגל בלומנפלד



הקתדרה לגיאואסטרטגיה  
ע"ש ראובן חייקין ז"ל  
אוניברסיטת חיפה

קתדרת חייקין לגאואסטרטגיה  
אוניברסיטת חיפה

# מיקום מפעלי חומרים מסוכנים בישראל

סיגל בלומנפלד

מאי 2003

## **קתדרת חייקין לגאואסטרטגיה, אוניברסיטת חיפה**

הקתדרה עוסקת בנושאי הביטחון הלאומי שלהם ביטוי מרחבי, דוגמת משאבים טבעיים ותפוצתם, פריסת האוכלוסייה, התשתית הפיסית והמרכיבים הסביבתיים.

הקתדרה מפרסמת ניירות עמדה, נותנת ייעוץ למקבלי החלטות בכירים, יוזמת מחקרים, ימי עיון וכנסים, מפרסמת ספרים ועבודות מדעיות ומסייעת לתלמידי מחקר בתחומים הנזכרים לעיל.

כמו כן, עוסקת הקתדרה בהפצת הנושא בבתי הספר התיכוניים ומוסדות אקדמיה.

### **ראובן חייקין ז"ל (1918-2004)**

ראובן חייקין נולד בתל אביב, היה שותף בכיר במשרד רואי חשבון סומך-חייקין, גילה עניין רב בגאוגרפיה וגאופוליטיקה וסייע רבות לתחומים אלו באוניברסיטת חיפה.

יהיה זכרו ברוך!

ראש הקתדרה : **ארנון סופר**

עריכת לשון : **זיו בייט**

עיצוב : **שרה ניצן**, מחלקת פרסומים אוניברסיטת חיפה

הבאה לדפוס מהדורה שנייה 2006 : **נוגה יוסלביץ**

הדפסת מהדורה שנייה 2006

הדפסה : דפוס אופק בע"מ, חיפה

© כל הזכויות שמורות לקתדרת חייקין לגאואסטרטגיה, אוניברסיטת חיפה

תשס"ג 2003

<http://geo.haifa.ac.il/~ch-strategy>

הקתדרה מודה למרכז למיפוי ישראל על מתן רשות להשתמש במפות המרכז המופיעות בנייר עמדה זה. למרכז למיפוי ישראל זכויות יוצרים עליהן.

## הקדמה

הקתדרה לגאואסטרטגיה שמחה להוציא מהדורה נוספת למסמך העוסק במפת מפעלי החומרים המסוכנים בישראל עם חומר רקע נלווה למפה, שפורסם לראשונה בישראל בשנת 2003.

החומר הוכן על ידי ד"ר סיגל בלומנפלד שהינה בוגרת תואר שני בהנדסה סביבתית בטכניון ובעלת תואר ד"ר באוניברסיטת חיפה בנושא "מדיניות סביבתית בתכנון מפעלי חומרים מסוכנים, המקרה של ישראל", בהנחיית פרופ' ארנון סופר.

המפה היא ביטוי כרטוגרפי לתהליך ארוך שנים של הקמת מפעלים המייצרים חומרים מסוכנים עם משיכה לאזורים צפופי אוכלוסין - בסמוך לצירי התחבורה הראשיים במישור החוף וסמוך למאגרי מים ונחלים.

זוהי מציאות בעלת השלכות רבות על איכות החיים וביטחון האוכלוסייה ואנו שמחים לפרסם מסמך חשוב זה ולהפיצו בקרב מקבלי ההחלטות בתחומי התכנון, איכות הסביבה, התעשייה, הביטחון והקהל הרחב.

ארנון סופר  
ראש הקתדרה לגאואסטרטגיה

דצמבר 2006

## מיקום מפעלי חומרים מסוכנים בישראל

מטרת המחקר הייתה ניתוח פריסת מפעלי חומרים מסוכנים בישראל ובעיקר באזורים צפופי אוכלוסין, באזורי תעשייה, בסמוך לנחלים ולמאגרי מים, בסמוך לצירי תחבורה ראשיים ובאזורים הצפויים להתקרבות אוכלוסייה. במחקר מופו 787 מפעלי חומרים מסוכנים המהווים כ-20 אחוז מסך כל המפעלים המסוכנים במדינה. את המפעלים האלו מסווג המשרד לאיכות הסביבה כמפעלים בעלי פוטנציאל סיכון גבוה לתקריות חומרים מסוכנים. הסיווג מבוסס על סוג החומרים המסוכנים, על כמותם ועל סיכונם, על אופי הפעילות במפעל ועל אופי התעשייה והסיכון הסביבתי הטמון בה. ניתוח מרחבי של מיקום מפעלי החומרים המסוכנים מצביע על מתאם בין אוכלוסייה לתעשייה. נמצא כי במטרופולין תל אביב (30 אחוז), חיפה והקריות (25 אחוז) ובאזור אשדוד (12 אחוז) יש ריכוז גבוה של מפעלי חומרים מסוכנים. כן ניתן להצביע על אזור רמת חובב, נתניה ועכו כאזורים שבהם ממוקמים מפעלי חומרים מסוכנים גדולים ומשמעותיים. עוד נמצא כי יש 116 מפעלי חומרים מסוכנים הנמצאים בתחומי ההתיישבות העובדת ובכלל זה קיבוצים ומושבים חקלאיים. ניתוח הנתונים מצביע גם על קרבה בעייתית של מפעלים מסוכנים למקורות מים ולאזורים בעלי רגישות הידרולוגית וכן לעורקי תחבורה ראשיים.

מילות מפתח: חומרים מסוכנים, מיקום מפעלים, תעשייה, ישראל

## מבוא

התעשייה המודרנית וההתפתחות הטכנולוגית המואצת בעולם כולו יצרו מצב ובו שימוש הולך וגובר בחומרים מסוכנים המסכנים את האוכלוסייה ואת הסביבה. חשיבות העניין גברה עם השנים היות שמספר סוגי החומרים המסוכנים ונגזרותיהם וכן כמותם עולים בהתמדה.

ניתן למצוא חומרים מסוכנים במשקי הבית, בחנויות, במרכולים, במוסדות הלימוד והמחקר, בבתי חולים, במעבדות ועוד. כמויות גדולות במיוחד נמצאות במגזר התעשייתי, במגזר החקלאי (דשנים וחומרי הדברה) ובתחבורה (שינוע חומרים מסוכנים בכבישים, במסילות ברזל ובנמלים), וכל זאת מבלי להתייחס למשק הדלק והאנרגיה המרכזי כמויות גדולות ביותר של חומרים מסוכנים (נתוני מרכז מידע ומבצעים, המשרד לאיכות הסביבה 2000).

חומרים מסוכנים קיימים לא רק בתעשיות הכימיות אלא בכל ענפי התעשייה: בפלסטיקה (ויניל כלוריד, סטירן, פראוקסידים אורגניים), בטקסטיל (ממסים אורגניים, צבעים וחומצות), בתעשיית העץ (דלקים על בסיס פנול ופורמאלדהיד), בענפי המתכת (חומצות, בסיסים, מימן), בענף ציפוי המתכות (אבץ, ניקל, כרום, חומצות מרוכזות), במתקני קירור (אמוניה מונזלת) ועוד (נתוני מרכז מידע ומבצעים, המשרד לאיכות הסביבה 2000). מאות אלפי טונות של חומרים מסוכנים, כגון: גזים דליקים ונפצים, דלקים ושמן, חומצות, כהלים ועוד מאוחסנים באזור התעשייה של חיפה בלבד (מרכז מידע לחומרים מסוכנים, המשרד לאיכות הסביבה 2002). באזור הצפון פזורים עשרות בתי קירור המשתמשים בעשרות טונות של אמוניה (דוח ענף חומרים מסוכנים, מחוז צפון 2000). בדומה, כל החולף על פני צומת גלילות לא יתקשה להבחין במכלי הצובר הגדולים של חברות הגז הממוקמים סמוך לצומת הסואנת ובמרחק לא רב מריכוזי אוכלוסייה בצפון תל אביב ובהרצליה.

התעשייה במושבם ובקיבוצים ברחבי הארץ אף היא תופסת ממדים מדאיגים. מדובר בתעשייה המתבססת על חומרים מסוכנים והשוכנת בסמיכות מעוררת דאגה לתושבים. קיימים מצבורי חומרים מסוכנים נוספים שאינם חשופים לעיני הציבור אך מהווים סכנה לא פחותה, כגון: מאגרי דלק תת-קרקעיים בבסיסי חיל האוויר, מאגרי בנזין וסולר בתחנות דלק ומכלי ענק תת-קרקעיים במפעלי תעשייה רבים הנתונים לסכנת דליפה למי התהום. מכלי חומרים מסוכנים עיליים, כגון: מכלי דלקים ונפט גולמי הממוקמים בחוות, בעיקר באזור חיפה ואשדוד, מהווים סיכון פוטנציאלי לסביבה. גורמי סיכון נוספים נגזרים מהימצאותם של מפעלים ומתקנים רבים באזורים רגישים לרעידות אדמה, וזאת בנוסף לכך שישראל חשופה לפעילות עוינת שעלולים לבצע גורמים עוינים במצבורי חומרים מסוכנים הן בעתות רגיעה והן בעת מלחמה (נתוני מרכז מידע פיקוד העורף 1996).

חומרים מסוכנים הם חומרים שבבואם במגע עם הסביבה או עם בני האדם עלולים לסכן את בריאות הציבור ואת חייו ואף לגרום לנזק לסביבה ולפגיעה ברכוש. בשנת 2003 היו בעולם כ-10,000,000 כימיקלים ידועים ועוד כ-6,000 כימיקלים מסחריים (1,500 כימיקלים חדשים נוספים בכל שנה). מקובל לחלק את החומרים המסוכנים לתשע קבוצות עיקריות: נפצים, גזים, נוזלים דליקים, מוצקים נוזלים, מחמצנים, רעילים ומדבקים, רדיואקטיביים, מאכלים וחומרים

מסוכנים שונים (Recommendations on the Transport of Dangerous Goods, United Nations) 1995). טיפול בלתי נאות ובלתי אחראי בחומרים מסוכנים בגלל תקלה או כשל מערכות, טעויות אנוש, פגעי טבע (רעידות אדמה, סופות) או בשל פיגוע חבלני עלול לגרום לתאונות כימיות בקנה מידה המוני. התאונות עלולות להתבטא בהרעלה המונית, בשריפה רבתי, בפיצוץ ובהתלקחות או בשילוב ביניהם.

בסקירה שביצעה סוכנות האו"ם לסביבה על זיהוי סיכונים מחומרים מסוכנים והערכת השפעתם על הקהילה המקומית בעשורים האחרונים (UNEP 1992, Hazard Identification, Evaluation in Local Community) ניתן לזהות תקריות כימיות רבות ממקורות נייחים. השפעתן של תקריות אלו הייתה הרת אסון בשל הסמיכות לאזורי מגורים:

1971 - בעיר לונגווי (Longview) שבטקסס, ארצות הברית, אירע שבר בצינור להובלת גז אתילן. פלומת הזיהום הדליקה שנוצרה התפוצצה באוויר. 6 בני אדם נהרגו וכ-60 איש פונו לבתי חולים.

1974 - בעיר פליקסבורו (Flixborough) שבבריטניה אירע פיצוץ של ציקלוקסן במפעל כימי. נהרגו 23 בני אדם, 1,041 פונו לבתי חולים ו-3,000 פונו מבתיים.

1976 - בעיר באטון רוג (Baton Rouge) שבלואיזיאנה, ארצות הברית, דלפו 100 טון גז ממכל כלור. המפעל נסגר לתיוקנים ואז התפוצץ הגז הטבעי שבמערכת הגז של המפעל. הפיצוץ גרם לקריסה סופית של מכל הכלור. הכלור דלף למרחק של כמה קילומטרים, ומרבית האוכלוסייה המקומית פונתה.

1976 - בעיירה סווסו (Seveso) שבאיטליה דלף דיאוקסין ממפעל כימי בבעלות שוויצית. 193 איש פונו לבתי חולים, כ-1,000 פונו מבתיים.

1979 - בעיר מיסיסוגה (Mississauga) שבקנדה דלף כלור מקרון רכבת שהתהפכה בקרבת העיר. 220,000 תושבים פונו מבתיים למשך שישה ימים.

1984 - בעיר בופאל (Bhopal) שבהודו דלפו כ-25 טון מתיל איזוציאנט ממפעל לחומרי הדברה הממוקם בפאתי העיר. נהרגו 3,000 בני אדם, 10,000 נפצעו ומעל 300,000 תושבים פונו מבתיים.

1984 - בעיר סאן חואניקו (San Juanico) שבמקסיקו התרחשה התפוצצות רבת עצמה במאגר גז פחמימני מעובה. התוצאה: 600 הרוגים ו-7,000 פצועים.

1986 - בעיר באזל שבשוויץ כילתה שריפה מחסן שהכיל מעל 100 טון חומרים דליקים. בשריפה נפגעו מרבית בנייני המגורים הסמוכים. מי הכיבוי המזוהמים זרמו לנהר הריין.

1988 - בעיר טורס (Tours) שבצרפת עלו באש 600 טון חומרים דליקים במפעל סמוך. ענן הזיהום כיסה את העיר כמה ימים. עשרות תושבים פונו לבתי חולים ומאות פונו מבתיים.

1988 - בעיר הנדרסון (Henderson) שליד לאס וגאס, ארצות הברית, אירע פיצוץ במפעל לדלק טילים. בשריפה שפרצה בערו חומרים מסוכנים נוספים - אמוניה פרכלורט וחומצה כלורית. שני בני אדם נהרגו, 350 נפצעו, אלפים פונו מבתיהם, ומחצית מבנייני העיר ניזוקו, בכלל זה בתי ספר סמוכים.

1992 - בעיר גוודלחרה (Guadalajara) שבמקסיקו אירעה התפוצצות רבת עצמה בגלל חדירת נוזלים דליקים למערכת הביוב התת-קרקעית. התוצאה - 200 הרוגים.

2001 - בעיר טולוז (Toulouse) שבצרפת התרחש פיצוץ במפעל דשנים בלב העיר שהכיל אלפי טונות של אמוניום ניטרט. בפיצוץ נהרגו 29 אנשים ונפצעו 2000.

לבעייתיות שבמיקום מפעלי חומרים מסוכנים כבר נדרש העולם המערבי. עם השנים הוברר בארצות המערב כי יש להתייחס לבעיות סביבתיות העולות מתוך פיתוח התעשייה המסוכנת ובכלל זה התעשייה הכימית. בארצות הברית ובקנדה החלו לנקוט בעשורים האחרונים מדיניות סביבתית מכונה טיפול אחראי (Responsible Care) בקשר למפעלים מסוכנים (גרסטנפלד 1992). בתקריות החומרים מסוכנים מהסוג שאירע בסווסו, איטליה (1976), בבופאל, הודו (1984) ובעיר סאן חאניקו (1984) הוכח בברור כי לקרבה בין אתרים המחזיקים בחומרים מסוכנים ומשתמשים בהם ובין איזורים צפופי אוכלוסין עלולות להיות השלכות חמורות על תוצאות התאונות. התקרית החמורה בעיירה סווסו שבאיטליה הייתה אבן דרך, ובעקבותיה הוחלט כי מועצת האיחוד האירופי תפתח נוסחת-על לתכנון סביבתי ולשימושי קרקע בכל הקשור במפעלי חומרים מסוכנים ובהתרחשות תקריות כימיות. המסקנות פורסמו כהנחיות בעלות תוקף חוקי (Council of the European Communication: Council Directive, 1982, 1987, 1988, Seveso Directive (82/501/EEC) and (Seveso) (96/082/EEC) שהגדירו מדיניות כללית המתמקדת במניעת תאונות הנובעות מחומרים מסוכנים ובהגבלת השפעותיהן של התאונות הללו על האדם ועל הסביבה. בין השאר, הגדירו ההנחיות את החומרים המסוכנים החייבים בפיקוח, את מיפוי אזורי הסיכון הפוטנציאליים, את זיהוי הפעולות והמתקנים הבעייתיים שבמפעל, את הסיכונים שבתאונות כימיות ואת השיטות למניעתן, את התיאור המפורט של התרחישים האפשריים ועוד. הפרק בהנחיות על תכנון שימושי הקרקע דרש מן המדינות החברות להתחשב במניעת תאונות כימיות במדיניות שימושי הקרקע שלהן ולממש את המדיניות הזאת באמצעות שליטה מלאה בהקמת מתחמים חדשים למפעלי חומרים מסוכנים, בשינויים במתחמים הקיימים ובקיום מרחקים נאותים בין המתחמים לאזורי מגורים, לאזורים ציבוריים ולאזורים בעלי רגישות או עניין מיוחדים.

זאת ועוד, הוועדה לאיכות הסביבה של ה-OECD (Organization for Economic Co-Operation and Development) החליטה לחבר מודריך שיגדיר מניעה ותגובה לתקריות חומרים מסוכנים ולהדגיש את מדיניות שימושי קרקע בהקשר זה. (הארגון לשיתוף פעולה ולפיתוח כלכלי - ארגון בינלאומי שחברות בו כ-30 מדינות וביניהן מדינות מערב אירופה, מקסיקו, ארצות הברית, קנדה, יוון, יפן, קוריאה, אוסטרליה ועוד). המודריך פורסם לראשונה ב-1992 בשם "Guiding Principles for Chemical Accident, Prevention, Preparedness and Response" וכלל התייחסות למערכות ניהול בטיחות במפעל המסוכן, להערכת הסיכונים שבו, לתפעול ולתחזוקה במפעל, להתרחבות האפשרית

או לסגירתו המתוכננת, לתכנון שימושי הקרקע, לתגובה בזמן חירום ועוד. המדריך פנה לשלושה גופים: לתעשייה, לרשויות ציבוריות כממשלה וכעיריות ולגופים ירוקים. בשנים האחרונות שוכתב המדריך, שהרי מלכתחילה הייתה הכוונה שעקרונותיו המנחים יהיו מסמך חי המתעדכן פעם בפעם, והמדריך המשוכתב הבא עתיד לראות אור לקראת 2003. בנוסף, מעבר לגיבוש מדיניות-על בקשר למפעלים מסוכנים פיתחה כל מדינה החברה באיחוד האירופי או ב-OECD מדיניות ניהול סיכונים המתאימה לה, עם בחינת נתוני גאוגרפיה.

נכון לשנת 2002 פעלו במדינת ישראל 4,011 מפעלי חומרים מסוכנים מאושרים, כלומר, כאלה המחזיקים בהיתר רעלים על פי חוק החומרים המסוכנים התשנ"ג 1993, שמשמעו רשיון לעסוק בחומרים מסוכנים. 20 אחוז ממפעלים אלה סווגו כבעלי פוטנציאל סיכון **גבוה מאוד** לסביבה והשאר כבעלי פוטנציאל סיכון בינוני ומטה לסביבה (דוח היתרי רעלים, מרכז מידע לחומרים מסוכנים, המשרד לאיכות הסביבה 2002).

על פי נתוני הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה גדלה האוכלוסייה בישראל בהתמדה - מ-3.3 מיליון תושבים ב-1974 עד ל-6.5 מיליון ב-2002. לפי התחזית עתיד מספר התושבים עוד לגדול ולהגיע ל-8.9 מיליון בשנת 2020 וזאת ללא העובדים הזרים ותושבי הקבע האחרים שאינם אזרחים ושמספרם נאמד כבר בשנת 2002 בקרוב למיליון נפש. קצב הגידול של אוכלוסיית הארץ, הנובע משיעור ריבוי טבעי גבוה ומעלייה, מתקרב ל-2.3 אחוזים בשנה והוא הגבוה בעולם המערבי. על פי תכנית אב ארצית תידרש לפיכך ישראל, בעשרים השנים הבאות, לספק מגורים לאוכלוסייה נוספת בת כ-3 מיליון נפש. כבר עתה הציפיות הממוצעות בישראל היא 293.9 נפש לקמ"ר, וממקמת אותה כאחד המקומות הצפופים בעולם המפותח, ללא הנגב ישראל היא המדינה הצפופה ביותר בעולם המערבי ב-2003. זאת ועוד, רווחת הדיור גם היא צפויה לעלות במהלך השנים - נכון לימינו רווחת הדיור בישראל נמוכה בהשוואה למדינות המערב: ב-1995 הייתה 28 מטר רבוע לנפש לעומת 35 מטר רבוע לנפש באירופה - כך שעד שנת 2020 יתווספו 186 מיליון מטרים רבועים למגורים ועוד כ-65 מיליון מטרים רבועים לשימושים אחרים (תכנית אב לישראל בשנות האלפיים 1997). מדובר אפוא בממדי צפיפות ואכלוס המאפיינים מרכזי ערים ולא מדינות מערביות.

עוד בטרם הגיעה ישראל לממדי הצפיפות הגבוהים שלה אירעו בה כמה וכמה תקריות ובהן חומרים מסוכנים. בסקירה שעשה בשנת 1999 מרכז המידע והמבצעים של המשרד לאיכות הסביבה נמנו התקריות הבאות:

1988, קרית אתא, חיפה - שריפה בחוות הגז שלוותה בהתפוצצויות. כ-3,000 תושבים מקרית אתא פונו מבתיהם.

1993, בני ברק - בעקבות שימוש בלתי נכון בחומר מנטרל במפעל הקוקה-קולה בעיר נוצרה תגובה אקסותרמית ובעקבותיה נהרג כבאי ואחרים נפגעו משאיפת אדים רעילים.

\* (הכותרת השתתפה בשלוש מהסדנאות לשכתוב מדריך זה: מונטריאול - ספטמבר 2000; רומא - מאי 2001; פריז - ינואר 2002)

1995, עכו - שריפת ענק במתקן הקירור במפעל שטראוס שהכיל עשרות טונות אמוניה. מאות תושבים בבניינים הסמוכים פונו.

1998, אשדוד - עובד בית הזיקוק נהרג בעת לקיחת דגימה ממכל מזוט עקב התלקחות פתאומית של אדי הנוזל. פלומת הזיהום אפפה את היישובים הסמוכים, ונסגרו צירי התנועה.

1998, רמת חובב - שריפה באתר הליתיום באתר הפסולת הרעילה.

מאז הסקירה בשנת 1999 אירעו תקריות נוספות:

2002, חיפה - פיצוץ בלון חמצן בעמדת מילוי: שני הרוגים.

2002, פי גלילות - ניסיון לפיגוע חבלני: מטען חבלה הוצמד למכלית סולר.

2002, חיפה - כשל בפריקת חמצן למכל לחץ: סגירת כבישים ופינוי תושבים.

2002, חיפה - שריפת ענק במפעלי חיפה כימיקלים: סגירת כבישים.

מסתמנת אם כן מגמה ברורה בגידול מספר התקריות הקשורות בחומרים מסוכנים. מגמה זו נמצאת ביחס ישר לגידול באוכלוסייה, לגידול במספר המפעלים ולהתקרבותם הפיסית אל מוקדי האוכלוסייה.

בידי הגופים האחראים קיימים כלים למזער את האסונות. מדיניות ניהול הסיכונים בישראל נעשית באמצעות חוק החומרים המסוכנים, התשנ"ג 1993, והתקנות הנלוות וחוק התכנון והבנייה, התשכ"ה 1965, והתקנות הנלוות. בין גופי התכנון במדינת ישראל הממשלה, המועצה הארצית לתכנון ובנייה (הכנת תכניות מתאר ארציות), הוועדות המחוזיות לתכנון ובנייה (הכנת תכניות מתאר מחוזיות) והוועדות המקומיות לתכנון ובנייה. הכלים לניהול סיכונים הנמצאים ברשות מערכת התכנון כוללים סימונים בתשריטים, הוראות בתקנון אזורי תעשייה, דרישה לתסקירי השפעה על הסביבה, דרישה לחומר נלווה והצבת תנאים לאישור התכניות. עם זה חשוב להבין כי עדיין אין מערכת ניהול סיכונים מוסדרת, וכל הרחבה והקמה של מפעל מסוכן נבחנת לגופו של עניין, כמעט ללא סיועה של תשתית חוקית תומכת.

בימים אלו שוקד המשרד לאיכות הסביבה על כתיבת מדריך לניהול סיכונים בתעשייה בהיבט תקריות חומרים מסוכנים ממקורות נייחים. בראש הפרויקט עומדים ד"ר מיקי הרן, סמנכ"לית בכירה לתעשייה במשרד לאיכות הסביבה, צוות מקצועי של המשרד וחברה פרטית.

## מטרת המחקר

מחקר זה הוא חלק ממחקר מקיף הבודק את השתלשלות העניינים הכרוכה בהקמת מפעל חומרים מסוכנים בישראל ואת הכוחות השונים המשתתפים בהחלטה. המחקר ינתח את פריסת מפעלי החומרים המסוכנים בישראל באזורים רגישים - באזורים צפופי אוכלוסין, באזורי תעשייה, בסמוך לנחלים ולמאגרי מים ובאזורים הצפויים להתקרבות אוכלוסייה - ויבחן בחינה מדוקדקת כמה מפעלים נבחרים.

## שיטת המחקר

במחקר זה מופו 787 מפעלי חומרים מסוכנים במדינת ישראל, כחמישית מסך כל המפעלים המסוכנים במדינה. את המפעלים האלו סיווג המשרד לאיכות הסביבה כמפעלים בעלי פוטנציאל סיכון גבוה לתקריות חומרים מסוכנים. הסיווג התבסס על סוג החומרים המסוכנים, כמותם וסיכונם, אופי הפעילות במפעל, אופי התעשייה והסיכון הסביבתי בכוח.

המפעלים כללו תחנות כוח של חברת חשמל, בתי זיקוק, טורבינות גז, חוות דלק בקיבולת שמעל 200,000 טון, חוות גז פחמימני מעובה (גפ"מ - גז בישול) שמעל 100 טון בעלות נקודת מילוי ובלעדיה, עסקים המשתמשים בארסין, בפוספין ובסילן, מפעלים כימיים, מפעלים לייצור ולאחסון 2 עד 15 טון חומרי הדברה, מחסני ערובה, עסקים המחזיקים מעל טון אחד כלור, יצרני גזים דליקים, רעילים או מחמצנים, בתי קירור באמוניה הנמצאים באזורי מגורים, מפעלים המחזיקים כמות בת 30 עד 200 טון ממסים, מפעלים המאחסנים מעל חצי טון מלחי ציאניד, מפעלי ציפוי מתכות הכוללים גלוון ומעגלים מודפסים, מפעלי תרופות, מחסני גז, מפעלים לייצור צבעים, דבקים ושרפים, מפעלי לבידים, מכוני מחקר, מפעלים לייצור דטרגנטים וחומרי ניקוי וחיטוי, מפעלי מחזור וטיפול בפסולת חומרים מסוכנים ומשנעי פסולת חומרים מסוכנים.

במחקר נבדקו משתנים כמו קרבת המפעלים לריכוזי אוכלוסייה, למקורות מים, לעורקי תחבורה ראשיים ולמקומות בעלי רגישות סביבתית כאזורי החדרה ומאגרי מים עיליים ותחתיים. כן נבדקה תפוסת המפעלים המסוכנים בצורות ההתיישבות השונות במדינה ואת המשמעות הנגזרת מכך. מטרת המיפוי הייתה לקבל, לראשונה, תמונה עדכנית ובה פריסת המפעלים המסוכנים בישראל, ובכך לסייע בזיהוי הדינמיקה במיקומם מתוך ראייה היסטורית ועכשווית.

המפעלים המסוכנים שבמחקר חולקו על פי מהות המפעל ובכלל זה מפעלים כימיים, פטרוכימיים וחוות דלק וגז, מפעלי ציפוי מתכות, תחנות כוח, מפעלי הדברה ומחסני הדברה, בתי קירור ומפעלים מסוכנים כלליים.

חלוקה זו מאפיינת את הסיכונים העיקריים ממפעלים מסוכנים: מפעלים כימיים ופטרוכימיים ובחוות דלק וגפ"מ, ששריפה או אירוע חבלני בקרבתם עלול להיות הרה אסון, מפעלי מתכות כבדות ששריפה שתתלקח בהם עתידה לכלול זיהום המכיל ציאנידים, בתי קירור העושים שימוש בגז אמוניה שהוא רעיל ופציץ - מפעלים אלה פזורים פיזור משמעותי גם בקרבת הגבולות - תחנות הכוח המאחסנות ומשתמשות במאות טונות של דלקים וחשופות לפגיעה בעתות מלחמה ורגיעה, מפעלים ומחסני הדברה גדולים המהווים סיכון פוטנציאלי בעיקר בעת שריפה ומפעלי חומרים מסוכנים כלליים הכוללים ערב רב של חומרים מסוכנים שונים.

## ממצאים

על פי נתוני הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (שנתון סטטיסטי לישראל 2001, מספר 52) התגוררו בשנת 2000 במדינת ישראל 6,369,300 תושבים, מתוכם 5,830,000 ביישובים עירוניים (91.5 אחוז)

ו-539,200 ביישובים כפריים (8.5 אחוז). האוכלוסייה ביישובים העירוניים התרכזה בערים הגדולות: בירושלים - 657,500 תושבים (רק ירושלים עצמה), במטרופולין תל אביב הכולל את כל יישובי מחוז תל אביב ומחוז המרכז (ובכלל זה בני ברק, גבעתיים, רמת גן, בת ים, חולון, פתח תקוה, ראשון לציון) 2,785,700 תושבים, במטרופולין חיפה הכולל את הקריות, את טירת הכרמל ואת נשר 873,200 תושבים ובבאר שבע 172,900 תושבים. האוכלוסייה ביישובים הכפריים נחלקה בין מושבים (189,800 תושבים), קיבוצים (115,300 תושבים) ויישובים קהילתיים (70,200 תושבים). מיפוי החומרים המסוכנים מצביע על ריכוז מפעלים מסוכנים בערים הגדולות, כמפורט במפה 1א-ב פריסת מפעלים מסוכנים צפונית ודרומית ובתשימים 1 ו-2.

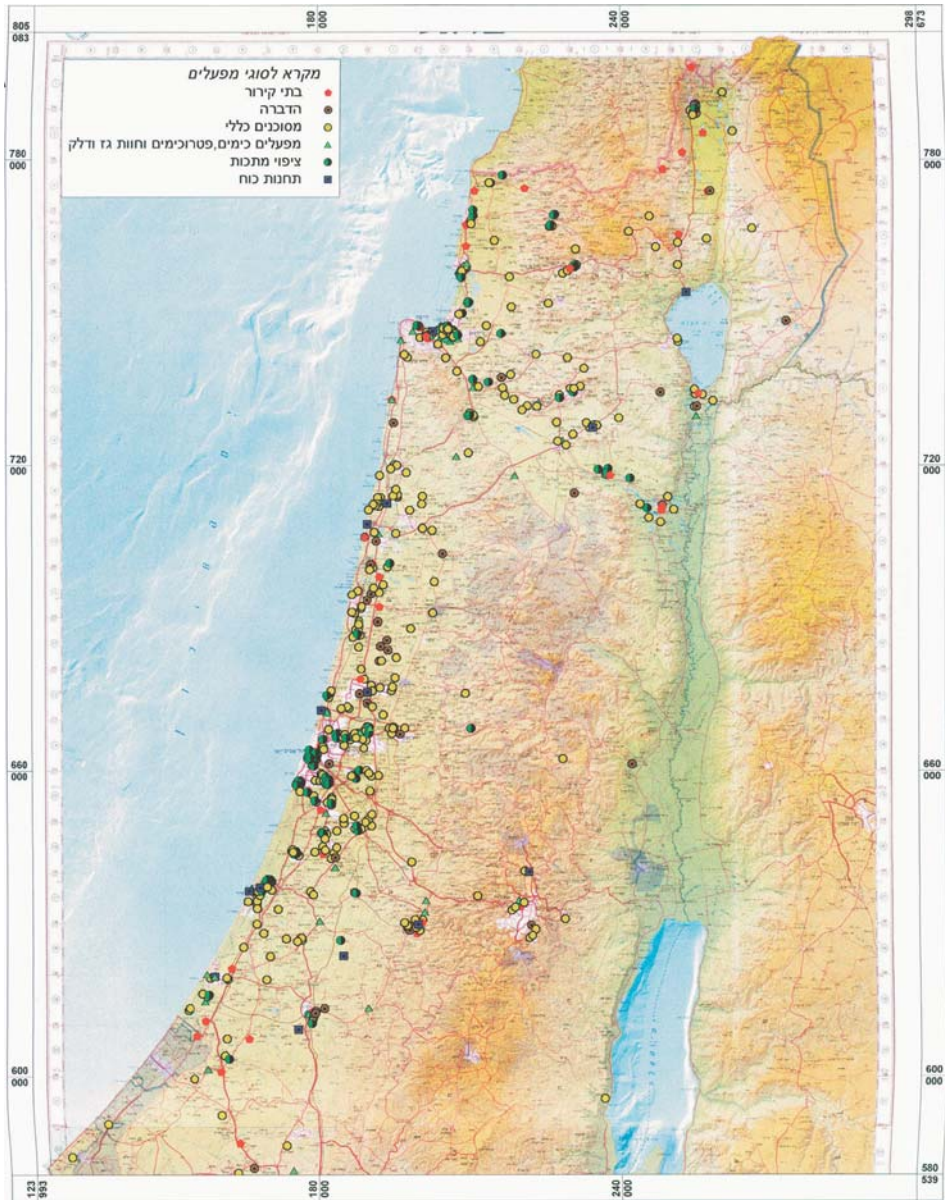
הנתונים מראים כי ישנם כ-121 מפעלי חומרים מסוכנים הנמצאים בתחומי מטרופולין תל אביב ומהווים כ-15.3 אחוז מסך כל מפעלי החומרים המסוכנים. כן ניתן להצביע על רמת חובב, נתניה ועכו כאזורים ובהם ממוקמים מפעלי חומרים מסוכנים גדולים ומשמעותיים. בנוסף נמצא כי ישנם 116 מפעלי חומרים מסוכנים הנמצאים בתחומי ההתיישבות העובדת ובכלל זה קיבוצים ומושבים חקלאיים. מפעלים אלו מהווים כ-14.7 אחוז מסך כל מפעלי החומרים המסוכנים.

ברור כי קרבתם של המפעלים המשנעים, המייצרים והמאחסנים חומרים מסוכנים, לאזורי מגורים היא סיכון פוטנציאלי ומשמעותי לאדם ולסביבה. די למנות את התאונות הכימיות שנזכרו לעיל כדי להבין את הסכנות הגלומות. חשוב לציין שהמפעל בטלון, שבו גבה פיצוץ עז של אמוניום ניטראט בלב העיר 29 קרבות, פעל על פי ההנחיות של סווסו. הדבר מדגיש עד כמה סמיכות התעשייה הכימית למגורים בעייתית, וזאת אף במדינות מערביות העומדות בדרישות ובתקנים הסביבתיים המחמירים ביותר.

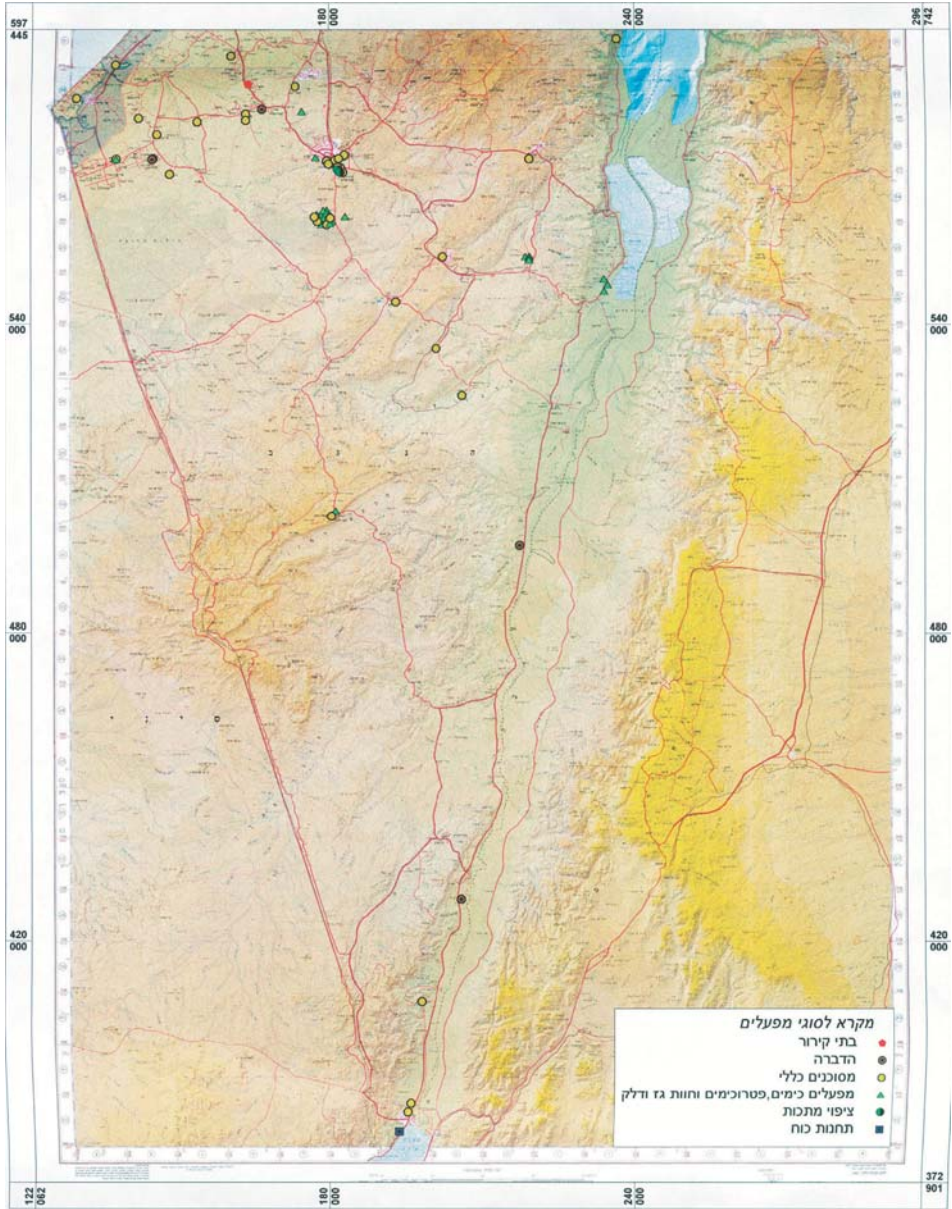
תרשים 3 מסווג את המפעלים המסוכנים. ניתן לראות כי מרבית המפעלים (57 אחוז) מוגדרים כמסוכנים כלליים (מתקני הכלרה, מפעלי פלסטיקה, אלקטרוניקה ועוד), כלומר: מפעלים גדולים המאחסנים ומשתמשים במגוון חומרים מסוכנים ובכלל זה חומצות ובסיסים, צבעים, ממסים אורגניים, מדללים, גזים דחוסים ועוד. המגזר הכולל את המפעלים הכימיים, הפטרוכימיים וחוות הדלק והגז מהווה 14 אחוז. מגזר ציפוי המתכות מהווה 13 אחוז מסך המפעלים המסוכנים והוא מתרכז ברובו במטרופולין תל אביב. בתי הקירור המכילים עשרות טונות של גז אמוניה מהווים 8 אחוזים מסך מפעלי החומרים המסוכנים והם פרוסים בסמוך לגבולות (בשל הקרבה לשטחים החקלאיים) ובתוך הערים הגדולות. תחנות הכוח מהוות 2 אחוזים ומחסני ההדברה הגדולים הם 6 אחוזים מסך מפעלי החומרים המסוכנים.

בחינה של פריסת סוגי המפעלים בתל אביב ובחיפה (תשימים 4 ו-5) מצביעה על אחוז גבוה של בתי קירור בחיפה (6 אחוזים) ובתל אביב (8 אחוזים). כן נמצא אחוז גבוה של מפעלי ציפוי מתכות בתל אביב (22 אחוז) ובחיפה (13 אחוז), וכמובן מפעלי חומרים מסוכנים כלליים.

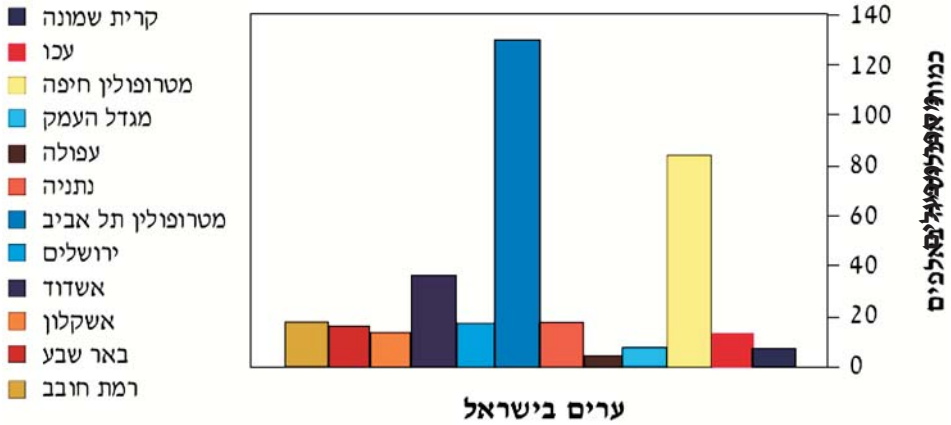
נמצא כי עיקר מפעלי ציפוי המתכות מתרכזים בגוש דן (36) ובאזור חיפה והקריות (11). בתי הקירור מתפרסים בעיקר בצפון הארץ ובגוש דן. תחנות הכוח מתפרסות באופן שווה בערים הגדולות, והמפעלים המסוכנים הכלליים מתרכזים בגוש דן (110), בחיפה והקריות (67) ובאזור אשדוד (31).



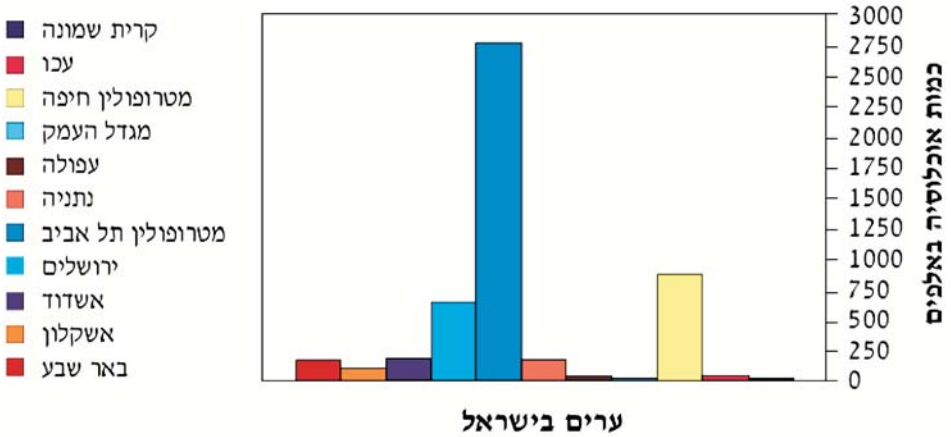
**מפה 1א:** פריסת מפעלי חומרים מסוכנים (B+A) ישראל, גליון צפוני (הופק על ידי סיגל בלומנפלד פברואר 2003)



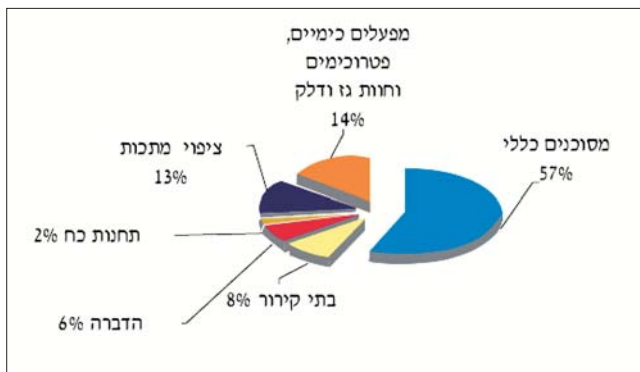
**מפה 11:** פריסת מפעלי חומרים מסוכנים (B+A) ישראל, גליון דרומי (הופק על ידי סיגל בלומנפלד פברואר 2003)



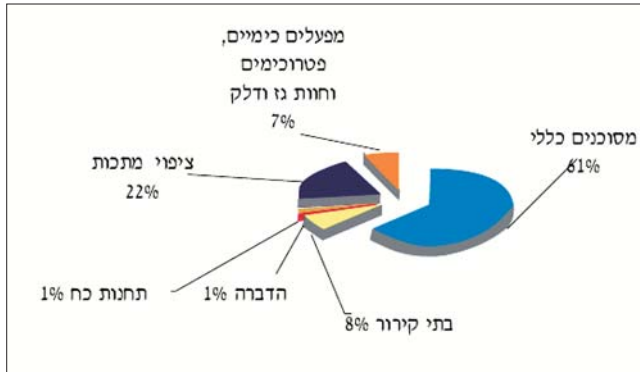
תרשים 1: התפלגות חומרים מסוכנים לפי ערים



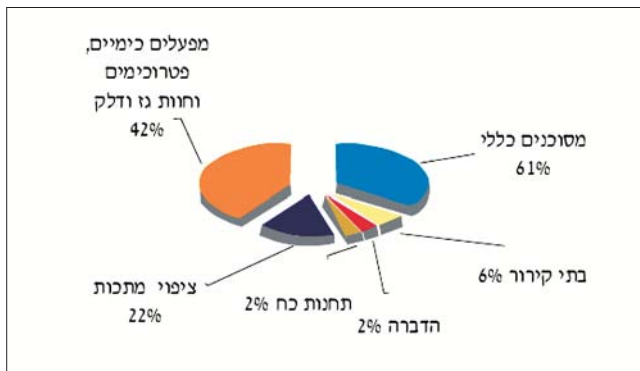
תרשים 2: התפלגות אוכלוסייה לפי ערים



תרשים 3: התפלגות מפעלי החומרים המסוכנים בישראל לפי סיווג בישראל



**תרשים 4:** פריסת מפעלי חומרים מסוכנים על פי סיווג - מטרופולין תל אביב



**תרשים 5:** פריסת מפעלי חומרים מסוכנים על פי סיווג - מטרופולין חיפה

חשוב להבין כי סמיכות מתקני קירור למגורים, לדוגמה, משמעה כי בעת כשל תפעולי או פעולת טרור במתקן עלול חומר מסוכן המאוחסן במתקני הקירור להשתחרר תחת לחץ (אמוניה) וליצור רדיוס פגיעה בלתי הפיכה בן מאות מטרים. סמיכותם של מפעלי ציפוי מתכות למגורים, כפי שקיימת כיום באזור גוש דן, משמעותה כי מלחי ציאניד המאוחסנים במפעלים מסוג זה עלולים בעת תקרית להוות מוקד לפליטת חומצה הידרו-ציאנית, חומר מסוכן ביותר, וזאת למרחק מאות מטרים. יתרה מכך, בעת דליקה רבתי במחסני הדברה הסמוכים לאזורי מגורים יגיעו תוצרי השריפה הרעילים למרחק מאות מטרים ואף לקילומטרים. כך קל וחומר אם מדובר בחומרים רעילים כמו כלור והלוגנים אחרים או בחומרים דליקים ופציצים המאוחסנים במפעלים כימיים ותחנות כוח.

במחקר זה נבדקה גם הקרבה בין מיקום מפעלי חומרים מסוכנים ומאגרי מים. שימור משאבי המים הוא האתגר הסביבתי הגדול ביותר הניצב כיום בפני מדינת ישראל. מדינת ישראל מתאפיינת באקלים מדברי צחיח וצחיח למחצה, וקיים בה מחסור משמעותי במים. מים הפכו לפיכך לבעלי חשיבות עליונה והם מעצבים את מדיניות החוץ והפנים של ישראל (סופר 1992). מקורות המים

בארץ דלים והם עומדים בסכנת זיהום בפסולת, בשפכים, בדלקים ובגורמי זיהום נוספים העלולים לגרום לפסילתם לשימוש כמי שתייה ואף להשקיה. ברור כי אירועי חומרים מסוכנים, תשטיפים מכיבוי שריפות במפעלי חומרים מסוכנים וכשל במערכות הטיפול בשפכים תעשייתיים עלולים לגרום לנזק בלתי הפיך למקורות המים. תאונות כימיות, כמו הגעת תשטיפי כיבוי אש לנהר הריין משריפת ענק של מחסן שהכיל מעל 100 טון חומרים דליקים ב-1986, בבאזל, שוויץ, והנזק הבלתי הפיך לנחל הקישון בחיפה שנגרם בגלל קרבתם המסוכנת של מפעלים כימיים ופטרוכימיים למים, הן מקצת מהמפגעים שמקורם בקרבה הבעייתית שבין מפעלים מסוכנים ומקורות מים.

במחקר נמצא כי ישנם 119 מפעלי חומרים מסוכנים הנמצאים כ-500 מטר מנחלים שזורמים בהם מים עיליים (אכזב ואיתן). מפעלים אלו מהווים 15.12 אחוז מסך כל מפעלי החומרים המסוכנים.

27 מפעלי חומרים מסוכנים, שהם 3.43 אחוזים מסך כל מפעלי החומרים המסוכנים, נמצאים במרחק 1,500 מטר מנחל הקישון; 22 מפעלי חומרים מסוכנים, שהם 2.79 אחוזים מסך כל מפעלי החומרים המסוכנים, נמצאים במרחק 1,500 מטר מנחל הירקון; 12 מפעלי חומרים מסוכנים, שהם 1.52 אחוזים מסך כל מפעלי החומרים המסוכנים, נמצאים כ-1,500 מטר מנחל חרוד; 34 מפעלי חומרים מסוכנים, שהם 4.32 אחוזים מסך כל מפעלי החומרים המסוכנים, נמצאים כ-1,500 מטר מנחל שורק; 7 מפעלי חומרים מסוכנים, שהם 0.88 אחוז מסך כל מפעלי החומרים המסוכנים, נמצאים כ-1,500 מטר מנחל אלכסנדר; בסך הכל כ-13 אחוז מהמפעלים המסוכנים בישראל נמצאים בסמוך מאוד למערכת נחלי ישראל.

משמעות הדבר היא כי במקרה של תקרית כימית באחד ממפעלים אלו תהיה הפגיעה במערכות אקולוגיות ימיות בלתי נמנעת. הפגיעה תיגרם הן מפלומות חומרים מסוכנים באוויר, הן מזרימות ישירות של דליפת חומרים מסוכנים והן מתשטיפי כיבוי אש מזוהמים בחומרים מסוכנים שיגיעו בסופו של דבר אל הנחלים בעת שריפה רבת.

זאת ועוד, 81 מפעלי חומרים מסוכנים, המהווים 10.2 אחוזים מכלל מפעלי החומרים המסוכנים, נמצאים במרחק שבין קילומטר לשניים מקו חוף הים התיכון המתחיל מראש הנקרה שבצפון ועד אזור קיבוץ יד מרדכי שבדרום. בנוסף, ברדיוס של 10 קילומטרים בסביבות אזור החדרת מי הקולחין בחולות יבנה (השפד"ן) נמצאים כ-45 מפעלי חומרים מסוכנים, שהם 5.71 אחוזים מסך כל המפעלים המסוכנים. בסביבות אקויפר ירקון - תנינים ממוקמים ברדיוס של 3 קילומטרים סביב מקום השאיבה 7 מפעלי חומרים מסוכנים, וברדיוס של 6 קילומטרים 34 מפעלי חומרים מסוכנים.

בחינת תפרוסת מפעלי החומרים המסוכנים בכבישי הארץ הראתה כי יש בכביש מספר 2 המחבר את חיפה ותל אביב במרחק של 500 מטר משני צדי הכביש 26 מפעלי חומרים מסוכנים (3.3 אחוזים מהסך הכללי); במרחק 1,000 מטר משני צדי הכביש 51 מפעלי חומרים מסוכנים (6.4 אחוזים מהסך הכללי) ובמרחק 1,500 מטר משני צדי הכביש 76 מפעלי חומרים מסוכנים (9.6 אחוזים מהסך הכללי).

**בכביש מספר 4** המחבר בין צפון הארץ לדרומה (מתחיל בראש הנקרה ועובר לאורך החוף דרך נהריה ועכו עד חיפה ומשם ממשיך עד תל אביב בכביש הישן, ומתל אביב עד אשקלון בכביש מהיר) במרחק 500 מטר משני צדי הכביש יש 86 מפעלי חומרים מסוכנים (10.9 אחוזים מהסך הכללי); במרחק 1,000 מטר משני צדי הכביש יש 132 מפעלי חומרים מסוכנים (16.7 אחוז מהסך הכללי) ובמרחק 1,500 מטר משני צדי הכביש יש 178 מפעלי חומרים מסוכנים (22.6 אחוז מהסך הכללי).

בדיקת **כביש מספר 1** המחבר בין תל אביב, ירושלים וצומת אלמוג הנמצאת מהצד המזרחי של הרי ירושלים העלתה מספר תוצאות: במרחק 500 מטר משני צדי כביש מספר 1 יש 5 מפעלי חומרים מסוכנים (0.63 אחוז מהסך הכללי), במרחק 1,000 מטר משני צדי הכביש יש 12 מפעלי חומרים מסוכנים (1.5 אחוזים מהסך הכללי), במרחק 1,500 מטר משני צדי הכביש יש 33 מפעלי חומרים מסוכנים (4.1 אחוזים מהסך הכללי).



**מפה 2:** תפוצת מפעלי החומרים המסוכנים בכבישי מרכז הארץ

בדיקת **כביש מספר 481** המחבר בין תל אביב לבין פתח תקוה והעובר דרך רמת גן - כביש שאורכו אינו עולה על 20 קילומטר - העלתה שבמרחק 1,000 מטר משני צדי הכביש יש 41 מפעלי חומרים מסוכנים (5.2 אחוזים מהסך הכללי).

בדיקת **כביש מספר 75** המחבר בין צומת לב המפרץ דרך צומת יגור לנצרת עילית הראתה שבמרחק 1,000 מטר משני צדי הכביש יש 26 מפעלי חומרים מסוכנים (3.3 אחוזים מהסך הכללי). כך, כביש באורך 46 קילומטר המחבר בין אזור התעשייה של חיפה לערי הלווין שלה והעובר באזורים מיושבים רצוף במפעלי חומרים מסוכנים.

ניתוח הנתונים מצביע על קרבת מפעלים מסוכנים לעורקי תחבורה ראשיים. המשמעות הנגזרת מכך היא חשיפה מתמדת של ציבור הנוסעים לאירועי חומרים מסוכנים אפשריים, חסימות כבישים ופקקי ענק כתוצאה מכך, וכל זה מבלי לנתח את הסיכונים הצפויים משינוע חומרים מסוכנים בכבישים ובצמתים סואנים. די להזכיר את התהפכות מכלית הפרופילן בצומת גלילות בשנת 2001 ואת הפקקים שהשתרכו מצפון ומדרום למשך שעות רבות; את דליפת מכלית חומצת המלח בכביש גהה בסמוך לבית אבות ברמת אפעל כמה שנים קודם לכן ועקב זאת את פינוי האוכלוסייה ואת פקקי הענק שנוצרו אז; ואת הכשל בפריקת חמצן מונזל במפעל במפרץ חיפה בנובמבר 2002 אז התפרץ ענן חמצן וגרם לסגירת כבישים לזמן ארוך ולשיבושי תנועה חמורים.

חשוב להבין כי טווחי הסיכון של תקריות כימיות יכול לנוע ממאות מטרים כאשר מדובר בחומרים דליקים (מכליות גפ"מ למשל) ועד כמה קילומטרים עת מדובר בחומרים רעילים (מכלית כלור). כך יוצא שבמציאות הגאוגרפית של מדינת ישראל שטחים מאוכלסים רבים עלולים להיות מוגדרים "אזור חס" בעת תקרית כימית בכבישים ("אזור חס" הוא אזור ובו ריכוזי החומר המסוכן יגרמו לאדם בלתי ממוגן נזק בלתי הפיך).

## סיכום

דגם פריסת המפעלים המסוכנים איננו מפתיע והוא דומה למעשה בכל ארצות המערב. יש מתאם בין פריסת האוכלוסייה לתעשייה, וזאת בעיקר בערים הגדולות כפי שאכן הדבר בישראל, בתל אביב ובחיפה. המפעלים המסוכנים הרי נועדו לשרת את האוכלוסייה ישירות, כלומר, את התעשיות הנזקקות לחומרים אלו וגם את תעשיות הלוואי. בנוסף, משק האנרגיה מבוסס על חומרים מסוכנים ומכיוון שתעשייה זו מכוונת לשוק חייבת היא להיות קרובה למרכזי האוכלוסין שהיא משרתת. זאת ועוד, היות שמדובר בענף המשנע כמויות גדולות של חומרים וכאלה שנפחם רב התעשייה הזו נמשכת לעורקי התחבורה הראשיים ולמסילות הברזל ולנמלים. כמו כן, עשויה הקרבה למים להצביע על הזרמת שפכים עוד בעבר, הזרמת תמלחות לים או שימוש באנרגיית מים.

קווים אלו הם המאפיינים את ענף החומרים המסוכנים בעולם כולו וכמובן בישראל. ואולם ישראל בעלת ייחוד: היא בין הארצות הצפופות בעולם ואם לא די בכך, היא נוטה ברובה להתמקם במישור החוף ובעיקר בציר חיפה - תל אביב. אין פלא אפוא שקיים חיכוך מתמיד וקשה הגובר מיום ליום בין האוכלוסייה הגדלה והמתקרבת לאזורי התעשייה בכלל ולמפעלים המסוכנים בפרט.

לצפיפות הגבוהה בישראל מתווספת בעיית פיגועי הטרור הפלשתינאי-ערבי-מוסלמי. מסיבה זו אין אמצעי הזהירות הנהוגים בעולם הרחב ואף מדיניות ניהול הסיכונים הקפדנית ביותר מחמירים דיים בהתייחס למקרה הישראלי, והם גם אינם ערובה לביטחון האוכלוסייה. בשל הצפיפות במישור החוף מחד גיסא והצורך למקם את המפעלים המסוכנים הרחק ממרכזי האוכלוסייה מאידך גיסא הרי שאין גמישות מספקת למציאת חלופות מדי כמה שנים לתעשייה זו. **המשתמע מכך ברור - תעשיית החומרים המסוכנים תישאר ברובה במקומה אך יש למגנה יותר ולנקוט באמצעי זהירות חמורים יותר. לא ניתן לעשות מעבר לכך.**

בסך הכל, מתוך כ-700 מפעלים שנזכרו בסקר זה יש צורך דחוף לפנות רק כ-10 עד 20 מפעלים בלבד, בעיקר את אלה הממוקמים במרכזי האוכלוסייה הגדולים בתל-אביב ובחיפה.

לסיום נציין כי מכיוון שאין אפשרות להכין הערכה אחראית ומהימנה לסיכונים הנובעים מפיגועי טרור, אין לנו אפשרות להשיב תשובות כמותיות לאפשרויות ולתרחישים השונים. משום כך הייתה התייחסותנו עקרונית בלבד, למשל: אחד התרחישים הגרועים ביותר שאפשר לדמות הוא התבקעות מכל אמוניה או כלור. במקרה כזה עלול להתרחש אסון גדול. הטמנת המכל בקרקע ותוספת קירוי מעליו יכולות להקטין הקטנה משמעותית את ממדי האסון. לחלופין ניתן להקטין את הסיכונים הכרוכים באסון כזה באמצעות מיגון מתאים של המכל עצמו. מובן שאפשר לפתח את תסריט האסון ולחשוב על אפשרות פיגוע בכמה מכלים בו-זמנית. האם העניין סביר? באילו אחוזי סבירות עלינו לפעול?

המסקנה היא שהמפעלים יישארו ברובם במקומם הנוכחי תוך מזעור הסיכונים. על הרשויות להיות מודעות לסיכון הגבוה שבקירוב מגורים אל מתקני חומרים מסוכנים ולא לאשר בנייה בסמוך אליהם. מתוך ידיעה כי בארצנו הצפופה אין לאן להעביר מפעלים כאלה חייבת להיות אחריות משותפת של בעלי המפעלים, הרשויות המקומיות והציבור הרחב למידת הסכנה ולצורך להיזהר ממנה. אם ננהג כך נקטין את האסונות ואת ניסיונות הפיגוע עד למינימום.

המפה המצורפת למסמך זה מציגה את נקודות התורפה וחייבת לשמש תמרור אזהרה והכוונה לכל הציבור בבחינת "ראו הוזהרתם. זה מצבנו, אנא פעלו למזער את הסיכונים ולנהלם וכן לשפר את איכות חיינו בנסיבות הגאוגרפיות הקיימות, שאין להן חלופות!"

## מקורות

- מ' גרסטנפלד, 'תעשייה וסביבה בשנות התשעים - עימותים ופשרות', הביוספירה, כ"א, 9 (1992).
- הפקולטה לארכיטקטורה ובינוי ערים בטכניון, ישראל 2020, תכנית אב לישראל בשנות האלפיים: סיכום צוות מחקר ותכנון בראשות אדם מזור, הוצאת הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל 1997.
- פיקוד העורף, מרכז מידע ארצי לחומרים מסוכנים, צה"ל 1996.
- המשרד לאיכות הסביבה, חוק החומרים המסוכנים התשנ"ג, ירושלים 1993.
- המשרד לאיכות הסביבה, מרכז מידע ומבצעים, דוח היתרי רעלים, ירושלים 1999.
- המשרד לאיכות הסביבה, מרכז מידע ומבצעים, דוח אירועי חומרים מסוכנים, ירושלים 2000.
- המשרד לאיכות הסביבה, מחוז צפון, נתוני ענף חומרים מסוכנים, 2000.
- המשרד לאיכות הסביבה, מרכז מידע ומבצעים, נתוני דוחות מחוזיים 2000, ירושלים 2002.
- ארנון סופר, נהרות של אש: המאבק על המים במזרח התיכון, תל אביב, עם עובד 1992.
- הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, שנתון סטטיסטי לישראל, 52, ירושלים 2001.

Council Directive of 24th June 1982 on the major-accident hazards of certain industrial activities (82/501/EEC), *Official Journal of the European Communities*, L 230 (1982), p.1.

Council Directive of 19th March 1987 amending Directive 82/501/EEC on the major-accident hazards of certain industrial activities (87/216/EEC), *Official Journal of the European Communities*, L 85 (1987), p.36.

Council Directive of 24th November 1988 amending Directive 82/501/EEC on the major-accident hazards of certain industrial activities, *Official Journal of the European Communities*, L 336 (1988), p.14.

United Nations Environment Program (UNEP), Industry and Environment Programme Activity: Hazard Identification and Evaluation in a Local Community Center (IE/PAC), Apell program, Paris 1992.

Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), Guiding principles for chemical accident prevention, preparedness and response: guidance for public authorities, industry, labor and others, Paris 1992.

Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), Discussion document of the third meeting of the drafting group for the revision of the OECD Guiding Principles, Paris 2000.

Council of the European Communities: Council Directive, 1982, 1987, 1988, Seveso Directive (82/501/EEC) & Seveso Directive (96/082/EEC).

## סיגל בלומנפלד

בוגרת תואר שני בהנדסה סביבתית בטכניון.  
דוקטורנטית בחוג לגיאוגרפיה באוניברסיטת  
חיפה בהנחיית ארנון סופר בנושא: "מדיניות  
סביבתית בתכנון מפעלי חומרים מסוכנים,  
המקרה של ישראל".

מרכזת חומרים מסוכנים במחוז צפון במשרד  
לאיכות הסביבה. נציגת המשרד לאיכות  
הסביבה בפורום ניהול סיכונים ב־OECD  
(Organization for Economics Cooperation  
and Development).

חברה בפורום המקצועי של המשרד לאיכות  
הסביבה לכתובת המדריך הישראלי לניהול  
סיכונים ממקור נייח.



הקתדרה לגיאואסטרטגיה  
ע"ש ראובן חייקין ז"ל  
אוניברסיטת חיפה